



Statens vegvesen



N400 Bruprosjektering

VEGNORMAL N400

Gyldig fra 2025-01-01

Forord

Vegnormal N400 Bruprosjektering gjelder for prosjektering av

- bruer, ferjekaier og andre bærende konstruksjoner i det offentlige vegnettet
- bruer og andre bærende konstruksjoner, hvor konstruksjonen går over, under eller langs det offentlige vegnettet.

Vegnormalen gjelder for alle faser i konstruksjonens byggetid og brukstid inkludert produksjons-, transport- og monteringsfase for bærende elementer. Videre gjelder normalen for reparasjons- og vedlikeholdstiltak som påvirker konstruksjonens bæreevne og pålitelighet, samt for forsterkning og ombygging.

Pålitelighetskravene i vegnormalen gjelder også for forskaling, stillaser, reisverk eller andre hjelpekonstruksjoner for utførelsen av byggearbeidet hvis de går over, under eller er plassert så nært inntil offentlig veg at et eventuelt sammenbrudd kan berøre område åpent for allmenn ferdsel.

Vegnormalen bygger på bestemmelsene i Norsk Standard, og Eurokode med nasjonale tillegg er gjort gjeldende. Trafikkklaster er definert i trafikklastforskrift for bruer m.m.

Revisjon 01.01.2023

Revidert *vegnormal N400 Bruprosjektering* er publisert 1. januar 2023. Skrivefeil er rettet, og språk og forklaringer er forbedret. Endringene er av marginal betydning for kravenes innhold.

Revisjon 01.01.2024

Revidert *vegnormal N400 Bruprosjektering* er publisert 1. januar 2024.

Følgende kapitler/punkter er revidert:

- Punkt 1.1.1-8 om kommunikasjonsødeleggende tiltak er nytt.
- Punkt 1.1.2-2 om bærekraft og beredskap er utvidet til også å omfatte krav om begrunnelse for valgt bruløsning.
- Punkt 3.8.4-1 om pilarer utsatt for islaster er nytt.
- Kapittel 5.10 Islaster er omarbeidet.
- Kravene i punkt 9.2.1-1 om rusttrege stål er noe skjerpet.
- Krav relatert til kreosot-impregnering av tre er strøket eller omarbeidet.

Noen reviderte eller nye krav er formalisering og/eller klargjøring av etablert praksis, for eksempel

- Punkt 1.4.2-8 om oversiktstegning for ferjekaier
- Kapittel 5.3.1 om engangstransporter
- Kapittel 5.3.2 om gang- og sykkelbruer med vegtrafikk
- Punkt 6.2.1-3 om vindlast i bruksgrensetilstand
- Punkt 8.6-3 om rissviddekrav for midlertidige situasjoner
- Punkt 8.7.1-13 om dordiameter ved bøyning av armering
- Punkt 8.7.6-2 om minste armeringsareal i søyler
- Punkt 8.8.3-3 og 8.8.3-4 om utjevnende understøp under fundamenter

I tillegg er en del punkter skrevet om for å gjøre framstillingen klarere eller fordi det samme kravet finnes i en standard eller i annet regelverk. For noen punkter er bare veiledningsteksten revidert eller utvidet for å forklare kravet bedre.

Kravet til begrunnelse for valg av brutype vil medføre noe ekstra dokumentasjon. Etter de nye reglene vil islastene i en del tilfeller bli lavere enn tidligere. Noen av de øvrige endringene kan gi skjerpede krav, men konsekvensene forventes å være beskjedne.

Vegnormal N400 Bruprosjektering 01.01.2024 gjelder fra 1. januar 2024 og erstatter *vegnormal N400 Bruprosjektering* versjon 01.01.2022 (med rettinger og mindre justeringer fra 01.01.2023). Endrede krav er markert med ny dato.

Revisjon 01.01.2025

Revidert *vegnormal N400 Bruprosjektering* er publisert 1. januar 2025.

Følgende kapitler/punkter er revidert:

- Kapittel 1.1.4 Generelle konstruksjonskrav er revidert, og veiledning er lagt til. Ett krav er flyttet til kapittel 1.1.1.
- Nytt punkt 1.5.3-4 om objektspesifikk informasjon
- Nytt punkt 1.6.1-3 om særskilt oppfølgingsplan i driftsfasen for nye og utradisjonelle konsepter.
- Nytt krav i punkt 3.8.3-1 om at overgangsplater skal ha opplegg på konsoll.
- Kapittel 4.3.3 Kabler i skråstagbruer er forenklet og tilpasset dagens praksis.
- Kapittel 5.13 Seismiske påvirkninger er revidert.
- Punkt 6.2.5-1 om metodevalg ved kapasitetskontroll av landkar, støttemurer, kulverter og hvelv er revidert.
- I punkt 7.5.2-12 om dimensjoneringsprinsipper for utstøpte stålrørspeler der stålrøret utnyttes konstruktivt (beregningmessig) i ferdigtilstand, er det føyd til krav om at samvirke stålrør/betong sikres med dybler/fortanning i områder med lastinnføring eller endrede tverrsnitt, samt at stålrør i tverrsnittsklasse 4 ikke tillates.

I tillegg er det gjort noen mindre rettinger i kravtekst, og en del veiledningstekst er føyd til eller skrevet om for å klargjøre framstillingen.

Vegnormal N400 Bruprosjektering 01.01.2025 gjelder fra 1. januar 2025 og erstatter *vegnormal N400 Bruprosjektering* versjon 01.01.2022 (med rettinger og mindre justeringer fra 01.01.2023 og 01.01.2024). Endrede krav er markert med ny dato.

Innhold

Forord	2
Innledning	14
Definisjoner	15
1 Grunnlag for prosjektering	23
1.1 Prosjekteringsforutsetninger	23
1.1.1 Generelt	23
1.1.2 Prosjekteringsprinsipper	24
1.1.3 Grunnforhold og fundamentering	26
1.1.4 Generelle konstruksjonskrav	27
1.1.5 Spesielle konstruksjonskrav	28
1.1.6 Spesielle dimensjoneringsforutsetninger	29
1.1.7 Midlertidige konstruksjoner og hjelpekonstruksjoner	30
1.2 Grunnlagsmateriale	32
1.2.1 Grunnlagsmateriale for bruer	32
1.2.2 Tilleggsmateriale for bruer over vassdrag	33
1.2.3 Tilleggsmateriale for bruer over fjorder, sund og seilbart område i elver	33
1.2.4 Tilleggsmateriale for bruer over skinnegående trafikk	33
1.2.5 Tilleggsmateriale for bruer over veg	33
1.2.6 Tilleggsmateriale for portaler og løsmassetunneler	34
1.2.7 Grunnlagsmateriale for eksisterende bruer	34
1.3 Dokumentasjon	34
1.3.1 Generelt	34
1.3.2 Prosjekteringsgrunnlag	34
1.3.3 Konstruksjonsberegninger	35
1.3.4 Bruk av programmer for konstruksjonsanalyser og dimensjonskontroller	35
1.3.5 Arbeidsgrunnlag	37
1.4 Arbeidsgrunnlag i prosjekter	38
1.4.1 Generelt	38
1.4.2 Oversiktstegning	39
1.4.3 Generelle krav til arbeidsgrunnlag	44
1.4.4 Arbeidsgrunnlag for utførelse av byggearbeidene	44
1.4.5 Arbeidsgrunnlag for fundamentering	45
1.4.6 Arbeidsgrunnlag for armert betong	46
1.4.7 Arbeidsgrunnlag for stål	47
1.4.8 Arbeidsgrunnlag for tre	48
1.4.9 Arbeidsgrunnlag for aluminium	49
1.4.10 Arbeidsgrunnlag for konstruksjoner i stein	50
1.4.11 Arbeidsgrunnlag for kunststoff	50
1.4.12 Arbeidsgrunnlag for belegning	50
1.4.13 Arbeidsgrunnlag for utstyr	51
1.5 Modellbaserte prosjekter	52

1.5.1	Beskrivelse av modell	52
1.5.2	Generell informasjon i modellen	52
1.5.3	Objektinformasjon	53
1.5.4	Følgedokumentasjon	54
1.5.5	Status og revisjoner	55
1.6	Forvaltningsdokumentasjon	55
1.6.1	Generelt	55
1.6.2	Tegninger og modell av ferdig konstruksjon	56
1.7	Kvalitetssikring	56
2	Kontroll og godkjenning	58
2.1	Omfang	58
2.2	Ansvar	58
2.3	Dokumentasjon	59
2.4	Vegdirektoratets kontrollordning	59
2.5	Teknisk kontroll av konsept	60
2.6	Kontroll av prosjekteringsmaterialet	60
2.6.1	Generelt	60
2.6.2	Kontrollgrader	61
2.7	Teknisk delgodkjenning	62
2.8	Teknisk godkjenning	63
3	Generelle konstruksjonskrav	64
3.1	Vannhåndtering	64
3.2	Inspeksjon og vedlikehold	65
3.3	Fuger, lagre og ledd	66
3.3.1	Generelt	66
3.3.2	Tilkomst til lagre	72
3.4	Bruer med fugekonstruksjon	74
3.5	Deformasjoner og svingninger	76
3.6	Geometrikrav	77
3.6.1	Fri bredde	77
3.6.2	Fri høyde	78
3.6.3	Tilkomst rundt søyler og mellom søyler og vegg	80
3.7	Geometrikrav til hulrom	80
3.7.1	Hulrom i tverrsnitt tilgjengelig for inspeksjon	80
3.7.2	Dører, luker og mannhull i tverrsnitt tilgjengelig for inspeksjon	82
3.8	Utforming av detaljer	85
3.8.1	Kantdrager	85
3.8.2	Landkarvinger	86
3.8.3	Overgangsplater	87
3.8.4	Pilarer utsatt for islaster	90
4	Krav til spesielle brutyper	91
4.1	Fritt frambyggbruer	91
4.1.1	Laster	91
4.1.2	Dimensjonerende lastkombinasjoner for stabilitetskontroll	91

4.1.3 Dimensjonerende lastkombinasjoner i bruksgrensetilstand	92
4.1.4 Overhøyder	92
4.1.5 Kontroll av grensebetingelser	92
4.1.6 Kontroll av strekkspenninger	92
4.1.7 Kapasitetskontroller	92
4.1.8 Forutsetninger for utførelse av FFB-etapper	93
4.1.9 Reservekanal	93
4.1.10 Sammenkobling	93
4.2 Hengebruer og skråstagbruer	93
4.2.1 Generelle konstruksjonskrav	93
4.2.2 Utskifting av skråstag/hengestang	94
4.2.3 Brudd i skråstag/hengestang	95
4.2.4 Forankring av bærekabler	95
4.3 Kabler og kabelsystemer	96
4.3.1 Generelle konstruksjonskrav	96
4.3.2 Kabler i hengebruer	96
4.3.3 Kabler i skråstagbruer	97
4.3.4 Kabelhoder	98
4.3.5 Sadler og hengestangsfester for lukkede, spiralslåtte kabler	100
4.3.6 Sadler og hengestangsfester for parallelltrådkabler	100
4.3.7 Bestandighet	101
4.4 Bevegelige bruer	102
4.4.1 Generelt	102
4.4.2 Klaffebruer	103
4.4.3 Svingbruer	103
4.5 Skredoverbygg, tunnelportaler og løsmassetunneler	103
4.5.1 Skredoverbygg	103
4.5.2 Tunnelportaler og løsmassetunneler	104
4.6 Støttekonstruksjoner	105
4.7 Kulverter og rør	107
4.7.1 Materialer og overflatebehandling	108
4.7.2 Prosjekteringsforutsetninger og konstruksjonsregler	108
4.7.3 Analyse og dimensjonering	109
4.7.4 Rør for vanngjennomløp	109
4.8 Ferjekaier	110
4.8.1 Forutsetninger for ferjer som skal trafikkere et samband	111
4.8.2 Tilleggskai og brubås	114
4.8.3 Ferjekaibru	117
4.8.4 Laster på ferjekai	119
4.8.5 Ulykkeslaster	124
4.9 Segmentbruer	124
4.9.1 Generelt	125
4.9.2 Analyser	125
4.9.3 Bruddgrensetilstand	125

4.9.4 Bruksgrensetilstand	126
4.10 Buebruer	126
4.11 Flytebruer og rørbruer	127
4.11.1 Funksjonskrav	127
4.11.2 Egenlaster	128
4.11.3 Naturlaster	131
4.11.4 Dimensjonering	133
4.11.5 Brukshåndbok	135
4.11.6 Oppdriftslegemer	135
4.11.7 Forankringssystem	136
4.11.8 Utstyr	136
5 Laster	137
5.1 Klassifisering av påvirkninger	137
5.2 Egenlaster	138
5.2.1 Generelt	138
5.2.2 Belegning	138
5.3 Trafikklaster	139
5.3.1 Engangstransporter (LM3)	140
5.3.2 Gang- og sykkelbruer med vegtrafikk	141
5.4 Termiske påvirkninger	142
5.5 Deformasjonslaster	142
5.5.1 Setninger	143
5.5.2 Friksjonskrefter/deformasjonskrefter fra lager	143
5.5.3 Jordtrykk mot konstruksjonsdeler på fugefrie bruer	144
5.6 Vindlast	145
5.6.1 Vindlastklasser	145
5.6.2 Brukonstruksjoner i vindlastklasse I	146
5.6.3 Brukonstruksjoner i vindlastklasse II	147
5.6.4 Brukonstruksjoner i vindlastklasse III	148
5.6.5 Vindfeltets karakteristiske egenskaper	149
5.6.6 Grensetilstander og lastkombinasjoner	150
5.6.7 Hvirvelavløsningssvingninger	151
5.6.8 Kontroll av instabilitetsfenomen i vindlastklasse III	153
5.7 Midlertidige laster	155
5.8 Laster fra variabelt vanntrykk	155
5.9 Laster fra bølger og strøm	156
5.9.1 Generelt	156
5.9.2 Bølgelast på små konstruksjonsdeler	156
5.9.3 Bølgelast på storvolum-konstruksjoner	157
5.10 Islast	158
5.10.1 Generelt	158
5.10.2 Valg av islaster	160
5.10.3 Laster fra drivende isflak	160
5.10.4 Laster på grunn av termisk ekspansjon	165

5.10.5 Laster på grunn av økt vann-nivå	165
5.10.6 Laster på grunn av ising	166
5.10.7 Lastkombinering	166
5.11 Laster fra skred	167
5.12 Snølast	167
5.13 Seismiske påvirkninger	167
5.14 Ulykkeslaster	168
5.14.1 Ulykkeslast forårsaket av kjøretøy	169
5.14.2 Ulykkeslast forårsaket av skipstrafikk	169
5.14.3 Ulykkeslast fra brann eller eksplosjon	170
5.14.4 Ulykkeslast fra skred og flom	171
5.15 Samtidighet av laster	171
6 Konstruksjonsanalyser	172
6.1 Dimensjoneringsprinsipper	172
6.2 Dimensjonerende lastvirkning	172
6.2.1 Generelt	172
6.2.2 Dynamiske analyser	172
6.2.3 Kombinasjon av ekstremverdier for dynamiske lastvirkninger	173
6.2.4 Modellforsøk	173
6.2.5 Geoteknisk prosjektering - bruddgrensetilstand	174
6.2.6 Ulykkesituasjon og seismisk situasjon	175
6.3 Krav til ikke-lineære analysemetoder	175
6.3.1 Forutsetninger	175
6.3.2 Typer av ikke-lineære konstruksjonsanalyser	176
6.3.3 Dokumentasjon	177
7 Fundamentering	178
7.1 Generelt	178
7.1.1 Innledning	178
7.1.2 Frostsikring	178
7.1.3 Erosjon og erosjonssikring	178
7.1.4 Drenering og tilbakefylling	179
7.1.5 Setninger	179
7.2 Såler - direkte fundamentering	180
7.2.1 Grunnlag	180
7.2.2 Kontroll av bæreevne og stabilitet	182
7.2.3 Kontroll av lasteksentrisitet	185
7.3 Bergankere	185
7.3.1 Generelt	185
7.3.2 Bergankere i såler	186
7.4 Bergbolter i såler	189
7.4.1 Materialer	189
7.4.2 Bruddgrensetilstand	189
7.4.3 Forankringslengder	189
7.4.4 Bergbolters andel av nødvendig kapasitet	190

7.4.5 Korrosjonsbeskyttelse	190
7.5 Peler og pelefundamenter	191
7.5.1 Valg av peletype	191
7.5.2 Dimensjoneringsprinsipper	192
7.5.3 Strekkpeler	194
7.5.4 Stål	196
7.5.5 Overflatebehandling	197
7.5.6 Betongpeler	197
7.5.7 Rammede stålrørspeler	199
7.5.8 Borede stålrørspeler	201
7.5.9 Borede peler (pilarer)	203
7.5.10 Stålkjernepeler	204
7.5.11 Rammede massive stålpeler (profilstål)	205
7.6 Frittstående pelegrupper	206
7.6.1 Generelt	206
7.6.2 Analyser	207
7.6.3 Kapasitetskontroller	210
7.6.4 Konstruksjonsregler	212
7.6.5 Byggefase	212
7.7 Spunter, slissevegger og andre støttevegger	213
7.7.1 Generelt	213
7.7.2 Bergankere	213
7.7.3 Forankringer i løsmasser	213
7.7.4 Stål	213
7.7.5 Spunt	214
7.7.6 Boret rørsput	215
8 Betongkonstruksjoner	217
8.1 Grunnlag for prosjektering	217
8.2 Materialer	218
8.2.1 Generelle krav til betongspesifikasjon	218
8.2.2 Valg av betongspesifikasjon	220
8.2.3 Tiltak for å sikre betongens egenskaper	223
8.2.4 Densitet for armert betong	224
8.2.5 E-modul for betong	225
8.2.6 Armering	225
8.3 Betongoverdekning	226
8.3.1 Minste overdekning	226
8.3.2 Tillatte avvik	227
8.3.3 Nominell overdekning	228
8.3.4 Spesielle overdekningkrav	228
8.3.5 Overdekning for monteringsstenger	228
8.3.6 Angivelse av overdekning i arbeidsgrunnlag	229
8.4 Konstruksjonsanalyse	229
8.5 Bruddgrensetilstand	229

8.6	Bruksgrensetilstand	230
8.7	Armeringsregler	231
8.7.1	Generelt	231
8.7.2	Tiltak for god utstøping	233
8.7.3	Armering med mekanisk endeforankring	233
8.7.4	Muffeskjøter for slakkarmering	233
8.7.5	Armeringsregler for pelefundamenter	233
8.7.6	Armeringsregler for søyler og vegger	234
8.7.7	Skjærarmering i plater	234
8.7.8	Armeringsregler for utsparinger	234
8.8	Konstruksjonsregler	235
8.8.1	Generelt	235
8.8.2	Undervannsstøp	236
8.8.3	Fundamenter	236
8.8.4	Overbygning	237
8.8.5	Kantdragere og betongrekkverk	238
8.8.6	Overgangsplater	238
8.8.7	Spennarmerte konstruksjoner	238
8.8.8	Utsparinger	239
8.8.9	Vektreduserende utsparinger	239
8.8.10	Betongledd	240
8.8.11	Innstøpingsgoods	240
8.8.12	Uarmerte betongblokker	241
8.8.13	Katodisk beskyttelse	242
8.8.14	Glideforskaling	242
8.9	Prefabrikkerte betongelementer	243
8.9.1	Generelt	243
8.9.2	Kulvertelementer	243
8.9.3	Brubjelker	243
9	Stålkonstruksjoner	244
9.1	Materialer	244
9.1.1	Konstruksjonsstål	244
9.1.2	Skruer, gjengestenger og spennstagsystemer	247
9.1.3	Stagsystemer bestående av rundstål med terminaler (hoder)	248
9.2	Bestandighet	248
9.2.1	Korrosjonsbeskyttelse av konstruksjoner i luft	249
9.2.2	Korrosjonsbeskyttelse av konstruksjoner i vann	252
9.3	Konstruksjonsanalyse	252
9.3.1	Generelt	252
9.3.2	Lastvirkning på dybler	252
9.3.3	Skrueforbindelser	253
9.4	Fabrikasjons- og konstruksjonsregler	253
9.4.1	Hulrom tilgjengelige for inspeksjon	253
9.4.2	Hulrom i mindre kassetverrsnitt	253

9.4.3 Hulrom i profiler og lignende	254
9.4.4 Overbygning	254
9.4.5 Sveiseforbindelser	255
10 Trekonstruksjoner	261
10.1 Grunnlag for prosjektering	261
10.1.1 Klimaklasser	261
10.2 Materialer	261
10.2.1 Konstruksjonstrevirke og limtre	261
10.2.2 Forbindelsesmidler	262
10.2.3 Stål	263
10.2.4 Spennsystem	265
10.2.5 Beslag	265
10.3 Bestandighet	266
10.3.1 Generelt	266
10.3.2 Kjemisk beskyttelse	266
10.3.3 Konstruktiv beskyttelse	268
10.4 Konstruksjonsanalyse	270
10.4.1 Generelt	270
10.4.2 Laminerte brudekker	270
10.4.3 Knutepunkter	273
10.5 Bruddgrensetilstander	273
10.5.1 Tverrspente dekker	273
10.5.2 Konsentrerte laster	274
10.5.3 Flersnittede forbindelser	274
10.6 Bruksgrensetilstander	275
10.6.1 Tøyningsbegrensning	275
10.6.2 Oppsprekking mellom lameller	275
10.7 Fabrikasjons- og konstruksjonsregler	275
10.7.1 Tverrspente brudekker	275
10.7.2 Opplegg av brudekke	277
10.7.3 Slisser i trevirket	278
10.7.4 Utforming av knutepunkt	279
10.7.5 Sikring av dybler	279
11 Andre konstruksjonsmaterialer	280
11.1 Aluminiumskonstruksjoner	280
11.2 Stein- og blokkmurkonstruksjoner	280
11.3 Konstruksjoner i kunststoff	280
11.3.1 Fiberarmerte plastkompositter	280
12 Brubelegning og utstyr	282
12.1 Generelt	282
12.1.1 Produkter	282
12.1.2 Korrosjonsbeskyttelse av utstyr i stål	282
12.2 Belegning	284
12.2.1 Generelt	284

12.2.2 Belegningsklasse A3-2 med prefabrikkert membran og beskyttelseslag	286
12.2.3 Belegningsklasse A3-3 med akrylat, epoksy, polyuretan eller polyurea og eventuelt heftlag	286
12.2.4 Belegningsklasse A3-4 med C60BP2 og Topeka 4S	287
12.2.5 Konstruksjoner i løsmasse over grunnvannstanden med drenerte forhold	287
12.2.6 Konstruksjoner i løsmasse helt eller delvis under grunnvannstanden	288
12.2.7 Tilslutninger og avslutninger	289
12.2.8 Oppbygging av fortau	291
12.2.9 Fugeterskel	291
12.3 Rekkverk	292
12.4 Lagre og ledd	292
12.4.1 Generelt	292
12.4.2 Lagre i betongkonstruksjoner	293
12.4.3 Lagerhelning	293
12.4.4 Forhåndsinnstilling og dimensjonering	294
12.4.5 Inspeksjon, vedlikehold og utskifting	295
12.5 Fugekonstruksjoner	296
12.5.1 Generelt	296
12.5.2 Fugeseng og armering	297
12.5.3 Helning og høyde	298
12.5.4 Dimensjonering og forhåndsinnstilling	298
12.5.5 Fuger i kantdrager, føringskant og betongrekkverk	298
12.5.6 Åpne og tette fugekonstruksjoner	299
12.5.7 Inspeksjon og vedlikehold	299
12.6 Overvann	299
12.6.1 Generelt	299
12.6.2 Steinsatt renne i bruende	300
12.6.3 Sluk	300
12.6.4 System for håndtering av vann	301
12.7 Elektriske anlegg, kabler, væske- og gassførende ledninger	303
12.7.1 Generelt	303
12.7.2 Trekkerør	304
12.7.3 Plassering av ikke-innstøpte enheter	306
12.7.4 Høyspenningskabler	307
12.7.5 Væskeførende ledninger	307
12.7.6 Sikkerhetsinstallasjoner for luftfart og sjøtrafikk	308
12.8 Øvrig utstyr	308
12.8.1 Luker og dører	308
12.8.2 Trapper og gangbaner	309
12.8.3 Inspeksjonsanordninger	309
12.8.4 Nivelleringsbolter	311
12.8.5 Lysmaster og skiltmaster	312
13 Bruer i driftsfasen	313
13.1 Grunnlag for bæreevneklassifisering og prosjektering av tiltak	313

13.2 Bæreevneklassifisering	314
13.2.1 Generelt	314
13.2.2 Tilstand	315
13.2.3 Tidsbegrensning	315
13.2.4 Sårbar bæreevne	316
13.2.5 Belegningsvekt	317
13.3 Vurdering av ferjekaiers egnethet for ferjer	317
13.4 Forsterking og ombygging av ferjekai	320
13.5 Prosjekteringsforutsetninger	321
13.5.1 Generelt	321
13.5.2 Forsterkningsklasser	323
13.5.3 Ombygging av overbygning	324
13.5.4 Utskifting av bruoverbygning	324
13.5.5 Punktvis utbedring	325
13.5.6 Strekningsvis utbedring	326
13.5.7 Enkeltbruer som gjenbrukes i nye vegstrekninger	326
13.6 Grunnlagsmateriale	327
13.6.1 Tilstand og oppgraderingsbehov	327
13.6.2 Dokumentasjon	328
13.6.3 Vannføringsberegninger ved tiltak på bruer over vassdrag	328
13.7 Prosjektering av tiltak	329
13.7.1 Generelt	329
13.7.2 Midlertidige faser	330
13.8 Detaljutforming	331
13.8.1 Breddeutvidelser	331
13.8.2 Gitterristdekker	332
13.8.3 Belegning	332
13.8.4 Detaljering ved utskifting av overbygning	333

Referanser	334
-------------------	------------

Innledning

Vegnormalen inneholder krav til pålitelighet, bæreevne og bestandighet. Disse kravene påvirker trafiksikkerhet, framkommelighet og effektivt vedlikehold.

Vegnormal N400 Bruprosjektering supplerer Norsk Standard for prosjektering av konstruksjoner (*Eurokoder NS-EN 1990-1999 med nasjonale tillegg, NA*) med utfyllende bestemmelser for beregning, dimensjonering og utforming av bruer, ferjekaier og andre bærende konstruksjoner. Stedsavhengige og særskilte krav som er nødvendig for prosjekteringen, er også omtalt.

MERKNAD Bestemmelsene i *vegnormal N400 Bruprosjektering* gjelder all offentlig veg og gis med hjemmel i *forskrift om anlegg av offentlig veg* [1] § 3 nr. 2 og *bruforskrift for fylkesveg* [2] § 4 første ledd, jf. *veglova* [3] § 13. Vegdirektoratet er fraviksmyndighet på virkeområdet bruer og andre bærende konstruksjoner på riksveg og fylkesveg, og kommunen er fraviksmyndighet på kommunal veg, jf. *forskrift om anlegg av offentlig veg* § 3 nr. 4 og *bruforskrift for fylkesveg* § 4 tredje ledd. Søknad om fravik gjøres på eget skjema – se Statens vegvesens hjemmeside for fravik fra krav i vegnormalene [4].

Trafikklasten på bruer i det offentlige vegnett er gitt i *forskrift for trafikklast på bruer, ferjekaier og andre bærende konstruksjoner i det offentlige vegnettet (trafikklastforskrift for bruer m.m.)* [5]. Myndighet til å fravike trafikklastforskriften er lagt til Vegdirektoratet, jf. *trafikklastforskrift for bruer m.m.* § 1.

Krav til vegens linjeføring og geometri er ivarettatt av *vegnormal N100 Veg og gateutforming*. For brurekkverk vises det til *vegnormal N101 Trafikksikkert sideterreng og vegsikringsutstyr*. Krav til vegtunneler er gitt i *vegnormal N500 Vegtunneler*, men for tunnelkonstruksjoner som prosjekteres og bygges som bru (løsmassetunneler, tunnelportaler m.m.) gjelder kravene i *vegnormal N400 Bruprosjektering*.

Kontroll og godkjenning

Vegnormal N400 Bruprosjektering beskriver Vegdirektoratets kontroll- og godkjenningsordning for bruer, ferjekaier og andre bærende konstruksjoner innenfor virkeområdet.

Definisjoner

1

Annen bærende konstruksjon

Konstruksjon som skal prosjekteres og bygges som bru, blant annet støttevegger med konstruksjonshøyde $\geq 5,0$ m, kulverter, løsmassetunneler, veglokk/vegoverbygg, tunnelportaler og skredoverbygg. Med støttevegger menes både støttemurer i betong og naturstein, permanent spunt, slissevegg og annen type støttevegg.

2

Arbeidsgrunnlag

Fellesbetegnelse for tegninger eller modeller som, sammen med beskrivelsen, viser hvordan konstruksjonen skal bygges og gir nødvendig informasjon til forvaltning.

3

Avrettingslag

Asfaltlag mellom fuktisoleringen og bindlaget der brudekket gjør det vanskelig å tilfredsstille geometriske krav på slitelaget. Brukes også om løsmasselag under fundamenter.

4

Belegning

Sjikt som beskytter bærende konstruksjon mot slitasje og nedbrytning. Belegningen kan bestå av fuktisolering, avrettingslag, bind- og slitelag.

5

Bestandighet

Byggematerialets evne til å beholde sin styrke og sitt utseende over den forutsatte dimensjonerende brukstiden uten store vedlikeholdsutgifter.

6

Betongledd

Konstruksjonsdel i armert betong, hvor geometri og armeringsføring er utformet slik at det ikke overføres bøyemoment.

7

Bolt

Sylindrisk glatt stang med hode.

8

Bru

Bærende konstruksjon med spennvidde $\geq 2,5$ meter og som bærer trafikklast. Trafikklast omfatter også gående og syklende.

9

Brubås

Den del av kaikonstruksjonen som omslutter ferjekaibrua.

10

Bruforvaltningssystem

Databasert forvaltningssystem for bruer.

11

Bruksklasse

Den trafikklast som tillates kjørt fritt uten dispensasjon i det offentlige vegnett. Bruksklasse angis med forkortelse Bk etterfulgt av største tillatte aksellast/totalvekt. Bk 10/50 betegner eksempelvis bruksklasse med maksimal aksellast på 10 tonn (100 kN) og maksimal totalvekt på 50 tonn (500 kN).

12

Bulb

Del av et skipsskrog, og består av et kuleformet utspring helt forut og under vann.

13

Bæreevneklassifisering

Bestemme maksimalt tillatt trafikklast for bruer i driftsfasen (se også Krav 13.2-1).

14

Dimensjonerende brukstid

Den forutsatte tidsperioden en konstruksjon eller en del av denne, med et tiltenkt formål og med normalt vedlikehold, skal kunne brukes uten at det skal være nødvendig med omfattende reparasjon.

15

Dimensjonerende lastvirkning

Følgene av påvirkninger på brukonstruksjonen i dimensjonerende situasjon (snittkraft, moment, spenning, tøyning, nedbøyning, rotasjon etc.).

16

Deplasement

Mål for massen av det væskevolumet som et skip fortrenger når den flyter i en væske. Maksimalt deplasement er summen av egenvekt av et skip og maksimal tillat nyttelast, angitt i tonn.

17

Effektiv ferjelengde

Lengde fra recess til ende løftebaug i andre enden.

18

Effektiv kailengde

Lengde fra brufront (front på ferjekaibrua) til det ytterste støttepunkt på tilleggskaien.

19

Ekom

Kommunikasjon ved bruk av et elektronisk kommunikasjonsnett.

20

Ekvivalentlaster

Trafikklaster som er basert på virkelige kjøretøyer som er tillatt i vegnettet og som gir samme belastning, men som er vesentlig enklere å bruke ved bæreevneklassifisering.

21

Endeskjørt

Nedre del av endetverrbærer som stikker ned i løsmassene og som har som funksjon å overføre last fra brua til løsmassene og for å holde løsmassene på plass.

22

Engangstransport

Transporter med stor samfunnsmessig betydning som f.eks. transport av transformatorer og utstyr til den eksisterende kraftforsyningen. Det forutsettes at slike transporten kun forekommer en eller svært få ganger i levetiden til ei bru. Det kjøres normalt med følge.

23

ETA

Europeisk teknisk bedømmelse, for eksempel for spennarmeringskomponenter og bergankere.

24

Eurokode

Prosjekteringsstandarter for lastbærende konstruksjoner gitt i serien *NS-EN 1990-1999*.

25

Fallport

Stållem festet til ferja. Fungerer som overgangsplate mellom ferje og ferjekaibru.

26

Fenderverk

Energiabsorberende konstruksjon.

27

Ferist

Innretning som hindrer ferdsel av krøtter (småfe og storfe) og bærer trafikklast. Ferister med spennvidde over 2,5 meter favnes av definisjonen for bru.

28

Ferjekai

Bærende konstruksjon som forbinder ferje med vegareal på land.

29

Ferjekaibru

Kjørbar forbindelse mellom ferje og ferjekai.

30

Forhåndsgodkjente konstruksjonselementer

Konstruksjonselementer med godkjente tegninger som er publisert av Vegdirektoratet og kan benyttes som grunnlag for utarbeidelse av arbeidstegninger.

31

Forsterkning

Tiltak som øker bæreevnen.

32

Forskriftslast

Brukes i kapittel 13 for å angi trafikklast som bruer i driftsfasen ble prosjektert for i sin tid, angitt på formen SVV XXXX, der SVV = Statens Vegvesen og XXXX gir årstall da trafikklasteren tredde i kraft.

Følgende forskriftslaster er omtalt:

SVV 2010: Trafikklast etter eurokoder, gyldig fra og med 2010

SVV 1995: Internordisk trafikklast, revisjon fra 1995

SVV 1971: Internordisk trafikklast, revisjon fra 1971

SVV 1969: Forløper til internordisk trafikklast fra 1969

I tillegg er det referert til følgende lastforskrift:

OVV 1965: Oslo Veivesens lastforskrifter fra 1965

33

Fri høyde

Minste høyde til overliggende hinder, målt vinkelrett fra vegbanen.

34

Fribord

Den minste vertikale avstanden fra vannlinjen og til overkant av flytelegemet.

35

Friksjonsplate

Betongplate plassert i løsmasser bak brukar, kai eller støttekonstruksjon for opptak av horisontalkrefter.

36

Fritt frambygg

Byggemetode der overbygningen, som regel en brukasse, bygges som utkrager fra ei søyle. Kan være *ensidig*, med ballastkasse på motsatt side, eller *tosidig*, med balanserte kragarmer.

37

Fugefri bru

Bru uten fugekonstruksjon. Bruoverbygningen avsluttes direkte mot vegfyllingen og belegningen føres kontinuerlig over bruenden. Endeskjørt/tverrbærer og eventuelle vingemurer er monolittisk forbundet med overbygningen.

38

Fugerom

Rom under fugekonstruksjon som sørger for tilgjengelighet for inspeksjon i hele fugens lengde.

39

Fuktisolering

Barriere mellom konstruksjon og asfalt for å forhindre fuktinntrengning.

40

Føringsbredde

Bredde som er til disposisjon for et kjøretøy mellom sidehindre.

41

Gang- og sykkelanlegg

Adskilt område på bru som ved offentlig trafikkskilt er bestemt for gående, syklende eller kombinert gang- og sykkeltrafikk.

42

Gang- og sykkelbru

Separat bru som ved offentlig trafikkskilt er bestemt for gående, syklende eller kombinert gang- og sykkeltrafikk.

43

Heisetårn

Oppheng for heve- og senkeanordning på ferjekaibru.

44

Hjelpekonstruksjoner

Stillaser, reisverk og andre konstruksjoner for utførelse av byggearbeider (for eksempel midlertidig understøttelse, avlastningssystem og støttevegger).

45

Høyeste astronomiske tidevann (HAT)

Høyeste mulige vannstand uten værrets virkning (detvil si: uten påvirkning fra blant annet vind, lufttrykk og temperatur).

46

Høyeste regulerte vannstand (HRV)

Høyeste lovlig vannstand et vannmagasin kan ha.

47

Høyspenningskabler

Kabler med spenning over 1000 V AC eller 1500 V DC.

48

Informasjonsobjekt

Et objekt i et modellbaser prosjekt som ikke nødvendigvis er en del av konstruksjonen, men som er laget spesifikt for å synliggjøre viktige detaljer i modellen.

49

Kabelhode

Konstruksjonsdel som overfører strekkraften i kabelen til selve brukonstruksjonen (tårn eller brubjelke).

50

Kjørebane

Den del av vegen som er bestemt for vanlig kjøring.

51

Kvalitetsplan

Dokument som fastsetter hvilke prosedyrer og hvilke ressurser som skal anvendes i gjennomføringen av et prosjekt.

52

Laminerte brudekker

Massive plater som består av lameller av konstruksjons- eller limtre. Lamellene holdes sammen av spennsystemer, lim eller skruer.

53

Lavbrekk

Konkav overgang i linjeføringen i vertikalplanet. Kjenntegnes ved at vertikalvinkelpunktet ligger under veglinja.

54

Laveste astronomiske tidevann (LAT)

Laveste mulige vannstand uten værrets virkning (detvil si: uten påvirkning fra blant annet vind, lufttrykk og temperatur).

55

Laveste regulerte vannstand (LRV)

Laveste lovlige vannstand et vannmagasin kan ha.

56

LCA- analyse

Metode for kartlegging og vurdering av miljø- og ressurspåvirkning.

57

LCC-analyse

Metode som sammenstiller investering med de fremtidige utgifter til forvaltning, drift, vedlikehold og utvikling.

58

LM3

Lastmodell 3: Ekvivalentlaster for engangstransporter. For nye bruer er disse gitt i *Trafikklastforskrift for bruer m.m.*

59

Løsmassetunnel

Enten tunnel drevet gjennom løsmasser eller konstruksjoner som bygges i byggegrop eller vegskjæring, og som omfylles av løsmasser. I brusammenheng benyttes sistnevnte definisjon.

60

Låsehake

Sikringshake montert på fallporten på en ferje.

61

Mannhull

Åpning uten lukke-/stengemekanisme. Mannhull vil kunne være orientert både stående og liggende.

62

Membran

Barriere mellom konstruksjon og løsmasser for å forhindre fukt- og vanninntrenging over og under grunnvannstanden.

63

Middelvann (MV)

Middelvann er gjennomsnittlig vannstand på et sted over en periode på 19 år.

64

Midlertidig konstruksjon

Bruer og andre bærende konstruksjoner med dimensjonerende brukstid mindre enn 10 år.

65

Miljøpåkjønning

Kjemisk, biologisk eller fysisk påkjønning fra ytre miljø som kan forårsake skader på en konstruksjon.

66

Modifisert tre

Trevirke som har gjennomgått en termisk- eller kjemisk prosess uten bruk av biocider, som gir forbedrede egenskaper med hensyn til holdbarhet og dimensjonsstabilitet.

67

Objekt

Et objekt som visualiserer geometri i 3D som inneholder egenskaper/informasjon samt relasjoner.

68

Ombygging

Endring for å tilpasse bru i forhold til økt standard, bruk eller omgivelser. Etablering av midtrekkverk regnes som ombygging. Det samme gjelder belegningsarbeider som innebærer økt standard, som for eksempel første gangs etablering av fuktisolering og asfalt til erstatning for betongslitelag.

69

Overbygning

Bæresystem over lagernivå.

70

Overdekning

Avstanden fra betongoverflate til nærmeste konstruktive armering.

71

Overgangsbru

Bru som krysser over veg eller jernbane.

72

Overgangsplate

Betongplate leddet til landkar/endetverrbærer som har til hensikt å redusere ulempene ved mulig setning i vegfylling.

73

Overhøyde

Tilpasning av geometrien for å gi overbygningen foreskrevet form i ferdigtilstand.

74

Polymermodifisert bindemiddel

Bindemiddel som inneholder polymer i tilstrekkelig mengde til at asfaltmassen får de ønskede egenskaper med hensyn til bestandighet, motstand mot deformasjon, fleksibilitet ved lave temperaturer, etc.

75

Prefabrikkert element

Betongelement som fremstilles et sted før det fraktes og monteres et annet sted.

76

Produksjonsunderlag

Arbeidsgrunnlag, beskrivelsestekst og øvrige krav som er nødvendige for utførelse av et bestemt prosjekt.

77

Prosjektering

Arbeider forbundet med valg av brutype og utstyr, konstruktiv utforming, bestemmelse av laster og lastkombinasjoner, analyse og dimensjonering, tegning/modell, utarbeidelse av teknisk del i konkurransegrunnlag og utarbeidelse av forvaltningsdokumentasjon.

I forbindelse med oppdrag utført av konsulenter kan betegnelsen prosjektering ha mer omfattende betydning. N400 omfatter ikke arbeider forbundet med forundersøkelser, innsamling og sammenstilling av grunnlagsmateriale, planbehandling osv.

78

Prosjekteringsgrunnlag

Omfatter grunnlagsmateriale for utarbeidelse av bruprojekter, samt eventuell supplerende informasjon og særskilte regler for det enkelte prosjekt.

79

Påkjørselsvern

Element som skjermer konstruksjonsdel mot påkjørsel fra vegtrafikk, skinnegående trafikk, skipstrafikk osv.

80

Pålitelighet

Konstruksjonens eller konstruksjonsdelens evne til å oppfylle de fastsatte kravene den er dimensjonert for gjennom den dimensjonerende brukstid.

81

Recess

Ferjes understøttelse for brufront.

82

Robusthet

Evnen en konstruksjon har til å tåle hendelser som brann, eksplosjoner, støt eller følgene av menneskelige feil uten å bli skadet i et uforholdsmessig omfang sammenlignet med den opprinnelige årsaken. Handler også om å tåle uforutsett overbelastning eller redusert kapasitet som følge av redusert bestandighet.

83

Skrue

Sylindrisk gjenget stang med eller uten hode.

84

Spesialtransport

Kjøring av udelbart gods som gir større belastning på vegnettet enn tillatt bruksklasser slik at det må innhentes dispensasjon før kjøring. Omfatter transport av anleggsmaskiner, knuseverk og lignende som ikke har stor samfunnsmessig betydning.

85

Sv 12/65

Vegnettet for motorredskaper (tidligere kalt mobilkrannett). Benyttes av mobilkraner, betongpumpebiler, lifter og lignende som ikke brukes til transport av nyttelast. Største tillatte akseltrykk er 12 tonn (120 kN) og største tillatte totalvekt er 65 tonn (650 kN).

86

Sv 12/100

Vegnett for spesialtransporter med aksellast opp til 12 tonn (120 kN) og totalvekt opp til 100 tonn (1000 kN). Det gis kun tidsbegrenset dispensasjon. Disse spesialtransportene kjøres med følge med mindre bruene på omsøkt strekning er klarert for fri kjøring sammen med annen trafikk.

87

Tilleggs kai

Del av kai der ferjer legger inntil.

88

Underbygning

Bæresystem under lagernivå. Vær oppmerksom på at definisjonen kan være annerledes for prosjektering i forbindelse med skinnegående trafikk.

89

Utførelsesentreprise

Entreprenørens forpliktelser er begrenset til å gjennomføre et arbeide etter arbeidsgrunnlag og beskrivelser. Kalles også «byggherrestyrt utførelsesentreprise» eller enhetspriskontrakt.

90

Vedlikehold

Tiltak utført under konstruksjonens brukstid for å sikre at den kan oppfylle kravene til pålitelighet.

91

Veggruppe

Vegnett for spesialtransporter basert på tillatt bruksklasse opp til Bk 10/50.

Veggruppe åpner for to varianter av spesialtransporter:

- Spesialtransport uten tidsbegrensning som krever generell dispensasjon og som kjøres uten vegfølge. Det kjøres da uten følge (UF) sammen med øvrig trafikk.
- Spesialtransport med tidsbegrensning som krever dispensasjon i hvert enkelt tilfelle. Det vil da være restriksjoner for passering av bruer og det kjøres med følge (MF).

92

Vegløkk/vegoverbygg

Konstruksjoner som bygges over vegen for å utnytte arealet over, bedre trafiksikkerheten og/eller redusere miljøulempen.

93

Vertikal klaring

Minste høyde mellom høyeste astronomiske tidevann (HAT) og underkant brukonstruksjon.

94

Vindlastklasse

Angir krav til omfang av vindlastberegninger på brukonstruksjon avhengig av egensvingeperiode og spennvidde.

95

ÅDT (årsdøgntrafikk)

Det totale antall kjøretøy (i begge kjøreretninger), som passerer et snitt på vegen i løpet av ett år, dividert med 365. Det benyttes dagens ÅDT for eksisterende veg og prognose ÅDT for ny veg.

1 Grunnlag for prosjektering

1.1 Prosjekteringsforutsetninger

1.1.1 Generelt

Krav 1.1.1—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Det forutsettes at ansvaret for å framskaffe nødvendig prosjekteringsgrunnlag er klarlagt før prosjekteringen settes i gang. Prosjekteringen skal ledes, utføres og kontrolleres av fagfolk med riktig kompetanse.

Veiledning til kravet

Byggherren har ansvaret for at tiltak utføres i samsvar med gjeldende lover, forskrifter, arealplaner og annet regelverk. Det omfatter både ansvaret for søknader; at nødvendige tillatelser og godkjenninger fra offentlige myndigheter foreligger til rett tid; og at prosjektering, utførelse og kontroll av tiltaket gjennomføres i henhold til de krav som stilles. Når veganlegget omfatter bru og andre bærende konstruksjoner på riks- og fylkevegsnettet, innebærer det at byggherren følger bestemmelsene om kontroll og godkjenning, se [kapittel 2](#).

Krav 1.1.1—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Det forutsettes at beregninger og tegninger/modeller kvalitetssikres gjennom intern systematisk kontroll - egenkontroll og kollegakontroll. Det skal framgå hvem som har utarbeidet dokumentasjonen og hvem som har godkjent den. Kollegakontrollen skal utføres i henhold til en på forhånd etablert kontrollplan, se [kapittel 1.7](#).

Veiledning til kravet

Ovenstående krav gjelder både ved bygging av nye bruer og for bruer i driftsfasen når tiltak kan endre lastbildet eller påvirke bæreevnen.

Krav 1.1.1—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Kollegakontrollen skal utføres av en annen person enn den som har utført prosjekteringen.

Krav 1.1.1—4 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Det forutsettes at formell plangodkjenning foreligger. Byggherren skal sette av tilstrekkelig tid til å sikre en kvalitetsmessig riktig prosjektering, samt til kontroll og godkjenning av prosjekteringen, se [kapittel 2](#).

Krav 1.1.1—5 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

For nye og utradisjonelle konsept der erfaringen er begrenset, skal det tas tilbørlig hensyn til at slike konstruksjoner vil ha karakter av pilotprosjekt. Slike forhold skal avklares ved teknisk kontroll av konsept, se [kapittel 2.5](#).

Krav 1.1.1—6 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Der det ikke eksisterer prosjekteringsregler i kapittel 1-13, skal det utarbeides et eget dokument med tittel *Spesielle prosjekteringsregler*.

Veiledning til kravet

Dette gjelder spesielle og prosjektspesifikke prosjekteringsregler. Spesielle prosjekteringsregler omfatter forhold som ikke er omtalt i kapittel 1-13, eller forhold hvor gjeldende bestemmelser ikke er dekkende. Dokumentet utformes kortfattet og formelt, tilsvarende som kravtekst.

Dokumentet kontrolleres og godkjennes sammen med beregninger og arbeidsgrunnlag, og endelig (godkjent) versjon arkiveres i Statens vegvesens arkivsystem.

Krav 1.1.1—7 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Ved oppstart av prosjekteringsarbeidet skal konstruksjonen tildeles et brunummer på formen XX-YYYY, der XX er fylkesnummer og YYYY er løpende nummerering. Brunummer skal framgå av alle dokumenter som følger prosjektet. Parallelle bruer skal ha hvert sitt brunummer. Ved parallelle tunneler med separate portaler i hver ende skal hver portal ha eget brunummer.

Veiledning til kravet

Bruforvalter tildeler brunummer.

Krav 1.1.1—8 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2024

For bruer med største spennvidde ≥ 20 meter, der omkjøring ≥ 2 km, skal det i prosjekteringsens innledende fase innhentes uttalelse fra Forsvaret v/Forsvarsbygg angående eventuelle behov for kommunikasjonsødeleggende tiltak.

Krav 1.1.1—9 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2025

Konstruksjonen skal lokaliseres og utformes slik at konsekvenser av skred, flom m.m. begrenses.

1.1.2 Prosjekteringsprinsipper

Grunnlag for prosjektering av bruer og andre bærende konstruksjoner er Norsk Standard (*Eurokoder NS-EN 1990-1999 med nasjonale tillegg, NA*).

Krav 1.1.2—1 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Sikkerhetsnivået, som ligger til grunn i regelverket (forskrift, vegnormal og Norsk Standard), skal opprettholdes uansett valg av tekniske løsninger og beregningsmetoder.

Krav 1.1.2—2 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2024

Valg av brutype/konstruksjonsløsning skal begrunnes med hensyn til bærekraft og beredskap. Begrunnelsen skal dokumenteres i et eget avsnitt i prosjekteringsforutsetningene. Valgt brutype/konstruksjonsløsning skal optimaliseres med hensyn til bærekraft innenfor prosjektets tekniske og økonomiske rammer.

Veiledning til kravet

Begrunnelse for valgt brutype/konstruksjonsløsning betyr i denne sammenhengen å synliggjøre konsekvenser for bærekraft og beredskap både for valgt løsning og for aktuelle alternativer. Det er ment å gjelde de prinsipielle valgene som har vesentlig betydning for bærekraft-hensyn, for eksempel betongbru/stålbri, fritt-frambygg-bri/skråkabel-bri, betongkulvert/stålrør eller betongmur/tørmur. Det kan også gjelde valg av en «signalkonstruksjon», altså en ressurskrevende konstruksjon, framfor en enklere og rimeligere konstruksjon som rent teknisk gjør samme nytten. Begrunnelsen kan være kvalitativ, en tekst med gjennomgang av viktige forutsetninger, ulike alternativer og bakgrunn for valgene.

Ved vurdering av bærekraft er materialbruk og samlede klimagassutslipp i forbindelse med utførelse, drift, eventuelt vedlikehold og demontering/gjenbruk viktig. Andre relevante forhold er arealbruk, forurensing og annen forbigående eller permanent skade på naturmiljø, sirkulærøkonomi (ombruk), klimatilpasning og robusthet for klimaendringer, behov for periodisk vedlikehold og ringvirkninger for lokalsamfunn og trafikanter. Ved vurdering av beredskap er muligheter for omkjøring en viktig problemstilling.

Der brutype/konstruksjonsløsning(er) velges i tidlige planfaser, inngår begrunnelse for valgene i prosjekteringsgrunnlaget i prosjekteringsfasen. Mer detaljert kunnskap om konstruksjonen i prosjekteringsfasen kan begrunne at valgene revurderes.

Optimalisering med hensyn til bærekraft innebærer også at beregninger er så detaljerte og nøyaktige at ikke vesentlige deler av konstruksjonen er unødvendig overdimensjonert.

Krav 1.1.2—3 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Prosjekteringsforutsetningene skal være i samsvar med de toleransekravene som er spesifisert for utførelsen av byggearbeidene. Gjeldende toleranser skal framgå av arbeidsgrunnlaget.

Krav 1.1.2—4 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Enheter og benevnninger skal være i henhold til SI-systemet.

Krav 1.1.2—5 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Prosjektets 3D-koordinatsystem skal være satt sammen av en NTM-kartprojeksjon med nord- og øst-akser (2D) i referanserammen EUREF89 og vertikal referanseramme NN2000 (også kalt høydesystem). Dersom det benyttes et lokalt koordinatsystem som grunnlag for prosjektering, skal translasjonsformler til og fra globalt koordinatsystem tydelig framgå i prosjekteringsgrunnlaget. Leveranser til utbyggingsprosjektet, inkludert stikningsdata, skal være i utbyggingsprosjektets valgte 3D-koordinatsystem.

Veiledning til kravet

I utbyggingsprosjekter, som strekker seg over store avstander, anbefales det å vurdere etablering av flere lokale nullpunkt.

Høye brutårn loddess opp normalt på geoiden. Dette innebærer at horisontal avstand mellom to tårn vil være kortere mellom tårnføttene enn mellom tårntoppene.

1.1.3 Grunnforhold og fundamentering

Krav 1.1.3—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Det skal utføres grunnundersøkelser for å avklare grunnforhold og geotekniske problemstillinger. Resultatene fra grunnundersøkelsene skal sammenfattes i en geoteknisk rapport som inngår i grunnlaget for valg av fundamenteringsmetode, se [kapittel 1.2.1](#).

Veiledning til kravet

Vegnormal N200 Vegbygging angir krav til geoteknisk utredning, rapportering, planlegging, prosjektering m.m. i vegprosjekter.

I en geoteknisk rapport for bru og andre bærende konstruksjoner anbefales det at grunnforhold beskrives med oversiktskart og relevante profiler som viser plassering og resultat av grunnundersøkelsene, knyttet opp mot lengdeprofil av bru i samme målestokk både vertikalt og horisontalt.

Krav 1.1.3—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

For konstruksjoner med spesielt krevende grunnforhold skal nødvendige forutsetninger avklares ved teknisk kontroll av konsept, se [kapittel 2.5](#).

Veiledning til kravet

Eksempel på krevende grunnforhold kan være

- *kvikkleire med hellende terreng og skredfare*
- *grunnforhold/bergforekomster med syredannende egenskaper og som kan føre til korrosjon på konstruksjonsmaterialer*
- *store variasjoner i dybde til berg, eller sterkt hellende berg*
- *fundamentering på store vanddyp*
- *løst lagret og vannmettet silt og sand med skredfare*
- *artesiske vanntrykk i grunnen*
- *nærhet til andre konstruksjoner*

Krav 1.1.3—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Fundamenteringsmetoden skal bestemmes etter en vurdering av

- *fundamenteringens funksjon som del av bruas statiske system*
- *fundamenteringens robusthet mot uforutsette hendelser*
- *gjennomførbarheten/utførelsen av teknisk løsning*

1.1.4 Generelle konstruksjonskrav

Krav 1.1.4—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2025

Konstruksjonen skal være robust, og det skal dokumenteres hvordan robusthet er sikret.

Veiledning til kravet

Robusthet defineres som konstruksjonens evne til å motstå farefylte uforutsette hendelser, overbelastninger eller lokale skader uten at det medfører momentan eller katastrofal svikt.

Duktil oppførsel i bruddgrensetilstand kan være et viktig virkemiddel for å sikre robusthet. Duktilitet betyr i denne sammenhengen at konstruksjonen deformeres merkbart og varsler et begynnende brudd. Konstruksjonen vil da kunne bli gjort utilgjengelig for offentlig ferdsel, slik at tiltak kan iverksettes og alvorlig skade forebygges.

Robusthet ivaretas ved å kartlegge mulige lokale skader og vise at skadenes omfang ikke blir urimelig store i forhold til årsaken. I analyse og dimensjonering kan robusthet komme til uttrykk ved at beregningsmodeller representerer virkeligheten på en oversiktlig og trygg måte. I noen tilfeller kan robusthet sikres med økt margin (overkapasitet) i kritiske områder/tverrsnitt, særlig dersom det er vanskelig å bestemme lastvirkninger eller styrke med sikkerhet.

Dokumentasjon av at robusthetskravet er ivaretatt vil kunne være beskrivelser og forklaringer i et eget kapittel i konstruksjonens prosjekteringsgrunnlag. Det kan også tematiseres i beregningene, for eksempel ved at duktile bruddformer påvises. Omfanget av dokumentasjonen vil avhenge av konstruksjonens plassering, brutype/bæresystem, kompleksitet, størrelse m.m. Fokus på robusthet er spesielt viktig når nye konsepter videreutvikles, med økte dimensjoner eller utvidet anvendelse, før man har høstet erfaringer over tid, og når tradisjonelle løsninger optimaliseres. Vurderingen vil da være en naturlig del av teknisk kontroll av konsept, se [kapittel 2.5](#). Diskusjonene og erfaringene fra en slik innledende fase videreutvikles så i byggeplanfasen.

Krav 1.1.4—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2025

Bruer skal prosjekteres slik at en oppnår konstruksjoner som

- kan bygges på en forsvarlig måte
- er tilrettelagt for inspeksjon og vedlikehold
- kan inspiseres, vedlikeholdes og repareres samtidig med at trafiksikkerheten opprettholdes og krav til framkommelighet ikke reduseres vesentlig
- er universelt utformet og sikrer god framkommelighet for alle trafikanter
- er sikret mot at uvedkommende får tilgang til utsatte områder på brua
- er logiske og konsekvente i sin oppbygging
- er tilpasset naturmiljø og landskap

Veiledning til kravet

Kravet om forsvarlig utførelse er av hensyn til HMS og kvalitetssikring på anlegget. Det har også betydning for fare for avvik. Avvik som ikke avdekkes eller følges opp vil kunne påvirke bruas sikkerhet.

Krav vedrørende inspeksjon gjelder også utskifting av utstyr og elementer med kortere dimensjonerende brukstid enn forutsatt for brukonstruksjonen.

Kravet om å hindre tilgang til utsatte områder gjelder for eksempel klatring på kabler, underflenser, buer og lignende områder.

At en konstruksjon er logisk viser til at proporsjonene er fornuftige, samt at det er forståelig hvordan brua bærer lastene og at den har nødvendig stabilitet. Konsekvent handler om at hele brua er som forventet for brutypen og at ikke noe avviker vesentlig.

Kravet om at konstruksjoner skal være tilpasset naturmiljø og landskap handler om den visuelle opplevelsen av konstruksjonen. Kravet kan, dersom det blir etterspurt, dokumenteres med et notat fra en landskapsarkitekt eller andre med relevant kompetanse.

Krav 1.1.4—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Ved bygging av ny bru nær en eksisterende bru, skal konsekvens for framtidig utskifting av den eksisterende brua vurderes.

Veiledning til kravet

Ved bygging av ny bru parallelt med en eksisterende bru, anbefales det å gjøre en vurdering av om ny bru skal planlegges med tanke på en eventuell framtidig utskifting av eksisterende bru. Utskiftingen kan forberedes ved å sette av nødvendig plass, samt at det legges til rette for trafikkavvikling i perioden hvor utskiftingen pågår. I noen tilfeller kan det være aktuelt å dimensjonere separate gang- og sykkelbruer for full trafikklast, slik at disse kan brukes som vegbru mens utskiftingen utføres.

1.1.5 Spesielle konstruksjonskrav

Krav 1.1.5—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Ved støpearbeid over offentlig veg, eller så nært inntil offentlig veg at et eventuelt sammenbrudd kan berøre område åpent for allmenn ferdsel, skal området under og inntil reis/stillas være stengt for allmenn ferdsel i forbindelse med utstøping av betongen og minimum 8 timer etter at støpearbeidene er avsluttet.

Krav 1.1.5—2 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2024

Gitterister skal kun benyttes på midlertidige konstruksjoner, ferjekaibruer og i enkelte tilfeller ved ombygging av bruer i driftsfasen, se [kapittel 13.8.2](#).

Veiledning til kravet

Gitterister anbefales ikke blant annet av hensyn til manglende bæreevne, av hensyn til tetthetskrav og av hensyn til universell utforming. For å legge bedre til rette for gående, kan bruk av tett dekke vurderes og eventuelt kombineres med ledelinjer for blinde/svaksynte slik at førerhunder kan passere uten å gå direkte på gitterist.

Krav 1.1.5—3 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2024

Bruk av rustfritt og rusttregt stål i bærende konstruksjoner skal før oppstart av prosjekteringen avklares ved teknisk kontroll av konsept, se [kapittel 2.5](#).

Veiledning til kravet

Rustfrie og rusttrege stål er ikke standardisert i like stor grad som vanlig karbonstål. Rusttrege stål fungerer ikke i korrosivt miljø, og utforming av konstruksjonen er svært viktig for korrosjonsmotstanden. Rustfrie stål kan ha svært god korrosjonsmotstand og mekaniske egenskaper, og det er viktig å utnytte disse materialegenskapene på riktig måte.

Krav 1.1.5—4 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2024

Tredekker bestående av strøved og plank skal ikke benyttes på permanente vegbru, ferjekaier eller gang- og sykkelvegbru.

Veiledning til kravet

Tredekker blir glatte; de gir dårlig kjørek komfort; og de er ikke vanntette med hensyn til underliggende konstruksjon.

Krav 1.1.5—5 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Ved bruk av ferister i det offentlige vegnettet skal det vurderes konsekvenser for trafikkavviklingen.

Veiledning til kravet

Ferister anbefales ikke anlagt på riks- og fylkesveger.

1.1.6 Spesielle dimensjoneringsforutsetninger

Krav 1.1.6—1 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Bruer og andre bærende konstruksjoner skal prosjekteres for 100-års dimensjonerende brukstid. Elementer og utstyr, som har dimensjonerende brukstid mindre enn 100 år, skal kunne skiftes ut. Korrosjonsbeskyttelsessystemer skal kunne fornyes. Konstruksjonen skal være dimensjonert og utformet for å ta hensyn til planlagte utskiftningsarbeider.

Veiledning til kravet

For bruer som går over jernbane, 4-felts motorveg eller 2-felts veg med ÅDT > 8000, anbefales det at overbygningens underkant og sidekanter utføres i materialer som ikke krever planlagt periodisk vedlikehold i løpet av den dimensjonerende brukstiden.

Det er viktig å gjøre en grundig vurdering av konsekvensene planlagt vedlikehold har på fremkommelighet på strekningen. For eksempel har tverrspente tredekker behov for planlagt vedlikehold (etteroppspenning).

Krav 1.1.6—2 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2023

Ferjekaier skal prosjekteres for 50-års dimensjonerende brukstid.

Krav 1.1.6—3 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2024

Dimensjonerende vannføring skal bestemmes i henhold til *vegnormal N200 Vegbygging*. Sikkerhetsklasse V3 skal forutsettes.

Veiledning til kravet

Dimensjonerende vannføring, $Q_{dim,T}$, inkluderer sikkerhetsfaktor for framtidig klimaendring og usikkerhet ved beregningsmetode. Dimensjonerende vannføring med returperiode 200 år bestemmes som $Q_{dim,200}$.

1.1.7 Midlertidige konstruksjoner og hjelpekonstruksjoner

Med midlertidige konstruksjoner forstås bruer, ferjekaier og andre bærende konstruksjoner i tilknytning til veglinja med planlagt dimensjonerende brukstid mindre enn 10 år. Med hjelpekonstruksjoner forstås stillaser, reisverk, midlertidig støttevegger og andre midlertidige konstruksjoner for utførelse av byggearbeider både ved nybygging og ved gjennomføring av tiltak på bruer og andre bærende konstruksjoner.

Vegnormal N400 Bruprosjektering behandler i hovedsak bruer og andre bærende konstruksjoner med dimensjonerende brukstid 100 år. Dette gjør at noen av kravene i vegnormalen ikke alltid er like relevante for midlertidige konstruksjoner. Som et minimum forutsettes det at prosjekteringsforutsetninger er i henhold til gjeldende arealplan og arbeidsvarslingsrutiner, og at prosjekteringsforutsetningene er avklart med byggherren.

I sårbare naturområder kan kortvarige inngrep i naturen gi varige skader, og miljøkrav forutsettes ivare tatt også for midlertidige konstruksjoner. I tillegg forutsettes det at

- konstruksjonen monteres etter leverandørens spesifikasjoner
- konstruksjonen monteres av personell med dokumentert kunnskap om anvendt system
- det gjennomføres stedlig kontroll av montert konstruksjon før den tas i bruk

Andre lover, forskrifter, nasjonale kvalitetssystemer og bransjestandarder er også relevante for midlertidige konstruksjoner.

Krav 1.1.7—1 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Krav til sikkerhet og teknisk standard for midlertidige konstruksjoner og hjelpekonstruksjoner skal være lik som for permanente konstruksjoner, altså uavhengig av dimensjonerende brukstid.

Krav 1.1.7—2 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Krav til laster, teknisk standard og dimensjonerende brukstid m.m. skal framgå av prosjekteringsforutsetningene.

Krav 1.1.7—3 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Et tilstrekkelig arbeidsgrunnlag skal utarbeides med en detaljeringsgrad som sikrer riktig utførelse og utgjør nødvendig dokumentasjon for forvaltning av konstruksjonen i den dimensjonerende brukstiden.

Krav 1.1.7—4 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Arbeidsgrunnlaget skal være bygd opp og målsatt slik at konstruksjonen kan bygges del for del uten behov for å søke informasjon andre steder. Eventuelle tiltak for å ivareta trafiksikkerhet skal også framgå av arbeidsgrunnlaget.

Krav 1.1.7—5 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Beregninger skal presenteres slik at de er enkle å kontrollere for en fagkyndig person uten forkunnskaper om prosjektet. Beregningsrapporten skal være oversiktlig. Valg skal begrunnes og beregningsresultater skal diskuteres. Eventuelle deler av konstruksjonen, hvor kontroll av utførelsen er spesielt viktig, skal angis og innarbeides i kontrollplanene for byggearbeidene.

Krav 1.1.7—6 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2025

Konstruksjoner som bærer trafikklast, skal minst dimensjoneres for bruksklasse og veggruppe på aktuell strekning i henhold til gjeldende vegliste, i henhold til [kapittel 13.2](#). Videre skal det dimensjoneres for Bk 10/60 dersom konstruksjonene vil bli trafikkert av tømmervogntog og/eller modulvogntog med 60 tonn totalvekt. Dersom den midlertidige konstruksjonen er eller kan bli tillatt trafikkert med Sv 12/65 og Sv 12/100 i brukstiden, skal det dimensjoneres/kontrolleres for dette i henhold til [kapittel 13.2](#). Det skal også vurderes om det er behov for å kontrollere/dimensjonere for spesialtransport eller engangstransport som ikke dekkes av Sv 12/100 eller veggruppe.

Veiledning til kravet

Midlertidige konstruksjoner som erstatter eldre bruer i en begrenset periode kan samtidig fjerne flaskehalser og dermed gjøre det mulig å åpne lengre strekninger for økt trafikklast umiddelbart. Ved planlegging anbefales det derfor å avklare om det er mulig å fjerne en bæreevnemessig flaskehals i vegnettet ved å dimensjonere for større trafikklast enn det som er tillatt etter veglistene.

Krav 1.1.7—7 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Laster fra alle byggefaser skal legges til grunn for prosjekteringen.

Veiledning til kravet

Laster i byggefaser inkluderer eksentrisiteter og dynamiske tillegg i forbindelse med lansering, utstøpning m.m. Dette gjelder også nyttelaster fra personell og utstyr, samt mellomlagring av materialer.

Krav 1.1.7—8 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Forskaling og reisverk skal prosjekteres i henhold til *NS-EN 12812*.

Veiledning til kravet

Med forskaling og reisverk menes konstruksjoner som understøtter permanente konstruksjoner midlertidig, inntil den permanente konstruksjonen har tilstrekkelig bæreevne.

Det anbefales å spesifisere i arbeidsgrunnlaget at det skal gjennomføres uavhengig kontroll av utførelse av forskaling og reisverk.

Krav 1.1.7—9 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Det skal gjennomføres kvalitetssikring i henhold til [kapittel 1.7](#).

Veiledning til kravet

Krav til prosjekteringskontroll og utførelseskontroll oppfylles ved å følge bestemmelsene i [kapittel 2](#) og NS-EN 1990 nasjonalt tillegg NA.A1 om kvalitetssystem, prosjekteringskontroll og utførelseskontroll.

Konstruksjoner som ikke omfattes av vegnormal N400 Bruprosjektering [kapittel 2](#), kan være gjenstand for byggesaksbehandling i kommunen, jf. byggesaksforskriften [\[6\]](#) SAK 10 § 14-2 med krav til uavhengig kontroll.

Utførelseskontroll gjennomføres i samarbeid med byggherren og leverandør med kvalifisert kontrollør.

For konstruksjoner med personadkomst krever Arbeidstilsynet særskilt sertifisering for å godkjenne konstruksjonen til bruk, jf. krav til montering og bruk av stillas, som er forankret i forskrift om utførelse av arbeid [\[7\]](#).

1.2 Grunnlagsmateriale

1.2.1 Grunnlagsmateriale for bruer

Krav 1.2.1—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Følgende grunnlagsmateriale skal foreligge

- oversiktskart
- detaljkart
- globalt koordinatsystem
- lengde- og tverrprofil av vegtrasé
- lengdeprofil av brutrasé
- dimensjoneringsklasse (veg), trafikkmengder (ÅDT - i begge kjøreretninger) og fartsgrense
- geoteknisk rapport og evt. geologisk rapport
- opplysninger om stedlige forhold som kan ha innflytelse på valg av brutype (beskrivelse av spesielle naturgitte forhold, vernevedtak, kulturminner m.m.)
- tekniske data for eventuelle kabler og ledninger

1.2.2 Tilleggsmateriale for bruer over vassdrag

Krav 1.2.2—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

For bruer over vassdrag skal i tillegg følgende foreligge

- lengde- og tverrprofil av elveløpet
- beskrivelse av elveløpet
- dimensjonerende flomnivå og vannhastighet med korresponderende returperiode
- vannføringsberegninger eller vannføringsobservasjoner, se [kapittel 3.6.2](#) og [kapittel 13.6.3](#)
- vannets kjemiske innhold dersom dette har betydning for aktuell konstruksjon
- spesielle opplysninger om is og isgang, fiskeaktivitet, samt eventuelle krav til fri åpning for båttrafikk m.m.

1.2.3 Tilleggsmateriale for bruer over fjorder, sund og seilbart område i elver

Krav 1.2.3—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

For bruer over fjorder, sund og seilbart område i elver skal i tillegg følgende foreligge

- krysningssløyve fra Kystverket
- middelvann (MV), høyeste astronomiske tidevann (HAT), laveste astronomiske tidevann (LAT) og andre nødvendige tidevannsdatabaser
- opplysninger om strøm-, vind- og bølgeforhold
- krav til seilåpning, merking av seilløp og opplysninger om skips- og båttrafikk

1.2.4 Tilleggsmateriale for bruer over skinnegående trafikk

Krav 1.2.4—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

For bruer over skinnegående trafikk skal i tillegg følgende foreligge

- minste fri høyde og bredde, som avtales med respektive myndighet
- informasjon om underliggende spor

1.2.5 Tilleggsmateriale for bruer over veg

Krav 1.2.5—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

For bruer over veg skal i tillegg følgende foreligge

- veglinjenes kryssingspunkt og kryssingsvinkel
- krav til minste fri høyde og bredde
- eventuelle behov for snøopplag, sikring av trafikk på underliggende veg m.m.
- eventuelle planer for framtidig utvidelse av veg

Veiledning til kravet

Grunnlaget omfatter alle vegene i kryssingen.

1.2.6 Tilleggsmateriale for portaler og løsmassetunneler

Krav 1.2.6—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

For portaler skal i tillegg beskrivelse av faren for nedfall og skred på portalene foreligge.

Veiledning til kravet

Bratt terreng, sammensetning av berg og hvor lang stigningen er bak portalen kan være av betydning.

Krav 1.2.6—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

For portaler og løsmassetunneler skal i tillegg beskrivelse av varierende overfyllingsvekt foreligge.

1.2.7 Grunnlagsmateriale for eksisterende bruer

Krav til nødvendig dokumentasjon ved tiltak på eksisterende bruer er gitt i [kapittel 13](#).

1.3 Dokumentasjon

1.3.1 Generelt

Krav 1.3.1—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Dokumentasjon skal foreligge elektronisk og være på norsk, dersom ikke annet er avtalt skriftlig med saksbehandler for kontroll og godkjenning i Vegdirektoratet.

Veiledning til kravet

Enkelte vedlegg kan leveres på engelsk, for eksempel datablader, utskrift fra analyseverktøy og lignende.

Krav 1.3.1—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Oversikt over dokumentasjonen skal samles i standard dokumentliste.

Veiledning til kravet

Føringer for utforming av standard dokumentliste er gitt på Statens vegvesens hjemmeside for bruer [\[8\]](#).

1.3.2 Prosjekteringsgrunnlag

Krav 1.3.2—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Prosjekteringsgrunnlaget skal inneholde

- prosjekteringsforutsetninger i henhold til [kapittel 1.1](#)
- grunnlagsmateriale i henhold til [kapittel 1.2](#)
- forutsetninger for byggemetode og utførelseskontroll
- beskrivelse av konstruksjon og fundamentering
- konstruksjonsmaterialer og materialparametere
- lastforutsetninger og øvrige forutsetninger for konstruksjonsberegningene
- eventuelle godkjente fravik fra vegnormaler

1.3.3 Konstruksjonsberegninger

Krav 1.3.3—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Beregningsrapporter skal være oversiktlig redigert og tydelig ført, slik at de er enkle å kontrollere for en fagkyndig uten forkunnskaper om prosjektet. Rapporter skal blant annet inneholde innholdsfortegnelse, sammendrag, forutsetninger, antagelser og resultater.

Krav 1.3.3—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Riktigheten av valg og antagelser skal påvises og dokumenteres enten ved beregninger eller ved henvisning til anerkjent litteratur eller praksis.

Krav 1.3.3—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

For ikke alminnelig kjente beregningsmetoder, skal kilder oppgis eller formler utledes så langt at riktigheten kan kontrolleres.

1.3.4 Bruk av programmer for konstruksjonsanalyser og dimensjonskontroller

Krav 1.3.4—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Ved bruk av analyseprogram skal viktige forutsetninger ved analysemodellen begrunnes og dokumenteres. Det skal forklares at valgt analyseprogram og valgte elementtyper gir relevante og riktige resultater.

Veiledning til kravet

Forutsetninger i analyseprogrammet, valgte elementtyper og selve analysemodellen dokumenteres. Dette gjøres ved å forklare viktige valg og forutsetninger i analyseprogrammet. For noen programmer kan det være relevant å vise inngangsdatafil eller programgenerert oversikt over inngangsdata med kommentarer i marginen. Her er det også naturlig å vise at analyseprogrammet er basert på riktige standarder (Eurokoder) med norske verdier for nasjonalt bestemte parametere.

Krav 1.3.4—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Mulige kilder til feil og unøyaktighet skal kartlegges, og det skal forklares hvordan det tas hensyn til disse i vurderingen av resultatene

Veiledning til kravet

Konstruksjonsanalyser vil alltid være en idealisering av virkelig konstruksjonsoppførsel. Noen resultater kan være nøyaktige, andre kan være mer omtrentlige. Slike unøyaktigheter kan ivaretas ved å velge resultater til sikker side. I noen tilfeller kan det være godt nok å vise at tilnærminger ikke har vesentlig betydning.

Krav 1.3.4—3 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Resultater fra viktige konstruksjonsanalyser skal verifiseres, og som et minimum verifiseres resultatene fra globalmodellen.

Veiledning til kravet

Verifikasjon av resultater fra globalanalyser kan dokumenteres slik:

- 1) *Lastvirkninger/reaksjonskrefter for vesentlige lasttilfeller vises i tabeller.*
- 2) *Følgende resultater for vesentlige lasttilfeller vises med diagrammer påført viktige min-/max-verdier*
 - a) *forskyvninger*
 - b) *bøyemomenter*
 - c) *aksialkrefter*
 - d) *skjærkrefter*
 - e) *torsjonsmomenter*
- 3) *Viktige/dimensjonerende lastvirkninger kontrolleres ved håndberegning eller andre analyseverktøy.*
- 4) *Resultater som gitt i 1) og 2) vises for bruddgrensetilstand.*
- 5) *Viktige/dimensjonerende lastvirkninger i bruddgrensetilstand kontrolleres mot faktoriserte summer av lastvirkninger for lasttilfellene.*

Med «vesentlige lasttilfeller» i 1) og 2) menes lasttilfeller som inngår i dimensjonerende lastkombinasjoner i bruddgrensetilstand med så store bidrag at de er nødvendige for å kunne verifisere resultatene i 4).

Krav 1.3.4—4 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Dersom dimensjonskontroller/kapasitetskontroller er integrert i konstruksjonsanalysen, skal det forklares og dokumenteres at programmodulen gir relevante og riktige resultater.

Veiledning til kravet

Forutsetninger i programmodulen kan dokumenteres ved å forklare viktige valg med henvisning til programforutsetningene og prosjekteringsregler. Ved dimensjonskontroller/kapasitetskontroller er det viktig å vise at det er brukt norske verdier for nasjonalt bestemte parametere i Eurokoder, se [kapittel 1.1.2](#). Her kartlegges også hvilke spesifikke regler ivegnormal N400 Bruprosjekteringsom eventuelt ikke er ivaretatt av analyseprogrammet, og hvordan disse kontrolleres separat.

Krav 1.3.4—5 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Resultater fra viktige dimensjonskontroller/kapasitetskontroller skal verifiseres ved håndberegning eller bruk av annen og enklere programvare.

Veiledning til kravet

Kontroll av kapasitet for moment/aksialkraft og skjær/torsjon i viktige snitt, samt kapasitet av knutepunkter/D-regioner er et minimum. Verifikasjonen av forhold knyttet til konstruksjonssikkerhet er hovedtemaet, det vil si kapasitet og stabilitet i bruddgrensetilstanden. Verifikasjon av bruksgrensetilstanden kan vies mindre oppmerksomhet.

Krav 1.3.4—6 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Viktige trinn i konstruksjonsanalyser og dimensjonskontroller/kapasitetskontroller skal dokumenteres slik at beregningsgangen kan følges.

Veiledning til kravet

Konstruksjonsanalyser og dimensjonskontroller/kapasitetskontroller består prinsipielt av følgende trinn

1) inngangsdata/forutsetninger

2) konstruksjonsanalyser (bestemme lastresultanter)

3) dimensjonskontroller/kapasitetskontroller (tverrsnittskontroller)

Dimensjonskontrollene kan være vist som valgte platetykkelser eller valgte armeringsmengder, og analyseprogrammer kan i noen tilfeller legge til rette for at mellomregninger ikke vises. Dette er ikke tilstrekkelig for å kunne følge beregningsgangen.

Krav 1.3.4—7 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Resultater fra konstruksjonsanalyser og dimensjoneringskontroller/kapasitetskontroller skal dokumenteres fullstendig, men kortfattet.

Veiledning til kravet

Alle beregningsresultater, som brukes i arbeidet, dokumenteres. Svært omfangsrike vedlegg med resultattabeller uten kommentarer har liten verdi. Gode rapporter viser diagrammer og tabeller av de resultatene som brukes – med kommentarer og markeringer, og med henvisninger til hvor de brukes.

Symbol for krefter, momenter, spenninger, forskyvninger, tøyninger m.m., fra programutskrifter og plot, defineres klart og tydelig sammen med fortegnsregler og enheter.

1.3.5 Arbeidsgrunnlag

Krav 1.3.5—1 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Arbeidsgrunnlag skal enten utarbeides tegningsbasert eller modellbasert.

Veiledning til kravet

Krav til arbeidsgrunnlag er gitt i [kapittel 1.4](#). Ytterligere krav for modellbasert prosjektering er gitt i [kapittel 1.5](#).

For modellbaserte prosjekt kan det være behov for enkelte følgedokumenter for spesielle detaljer eller utførelse, slike følgedokument kan være tegninger. Se også [kapittel 1.5.4](#).

Tegninger til bruk på anlegg kan i modellbaserte prosjekt generes fra modellen uten at det er nødvendig å sende disse tegningene til Vegdirektoratet for kontroll og godkjenning.

Det anbefales at tiltak på eksisterende bruer utarbeides i samme format som det opprinnelig ble brukt: Det vil si tegningsbasert der det opprinnelig ble anvendt tegninger og modellbasert der det opprinnelig ble anvendt modell.

Krav 1.3.5—2 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Oversiktstegning skal utarbeides i henhold til [kapittel 1.4.2](#) uavhengig av om prosjektet utføres tegningsbasert eller modellbasert.

1.4 Arbeidsgrunnlag i prosjekter

1.4.1 Generelt

Krav 1.4.1—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

For tegningsbaserte prosjekt skal tegninger utarbeides ved hjelp av et digitalt tegneverktøy. Det skal kunne utveksles digital informasjon med øvrige fagområder innen et veg- og bruprosjekt.

Veiledning til kravet

For å sikre lett lesbare K-tegninger, utarbeidet slik at fare for feiltolkning minimeres, anbefales det å

- plassere tekst og symboler slik at opplysninger ikke tildekkes eller på annen måte kommer i konflikt med hverandre*
- skrive merknader i en egen tekstboks, plassert rett over eller ved siden av tegningens tittelfelt*
- plassere figurttittel under figurer*
- bruke bokstavstørrelser større enn 2,5 mm og strektykkelser større enn 0,25 mm*
- angi mål i millimeter*
- utføre K-tegninger i svart/hvitt*

Krav 1.4.1—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

For modellbaserte prosjekter skal det utarbeides digitale informasjonsmodeller basert på åpne BIM-standarder og -formater. Modellen skal bygges opp med et objektbasert modelleringsverktøy som benytter objekter med egenskaper og relasjoner.

Veiledning til kravet

Det anbefales at modellen leveres som færrest mulig filer til kontroll og godkjenning. Til forvaltningen anbefales det at fagmodell bru leveres som én fil. Ved oppdeling av modell anbefales det å avklare dette med bruforvalter.

Ved eksport av modellen til åpent format, er det nødvendig at fila eksporteres i henhold til gjeldende standard for eksport for aktuell filtype.

Krav 1.4.1—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Arbeidsgrunnlaget skal leveres på filformater som er godkjent for arkivdokumenter i henhold til riksarkivarens forskrift.

Veiledning til kravet

Filformater som er godkjent for arkivdokumenter angis i § 5-17 i forskrift om utfyllende tekniske og arkivfaglige bestemmelser om behandling av offentlige arkiver (riksarkivarens forskrift) [\[9\]](#).

For byggherren kan det også være en fordel å ha tilgang til modellen i originalt filformat.

Krav 1.4.1—4 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Arbeidsgrunnlaget skal utarbeides i en detaljeringsgrad som sikrer riktig utførelse og som dessuten gir nødvendig dokumentasjon for forvaltning av konstruksjonen.

Krav 1.4.1—5 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

For tegningsbaserte prosjekt skal tegninger være slik organisert og målsatt at konstruksjonen kan bygges del for del uten behov for å søke informasjon på tegninger som viser andre deler av konstruksjonen.

Veiledning til kravet

Dette betyr egne fundamenteringstegninger, egne betongtegninger (form og armering), egne ståltegninger, egne tretegninger, egne steintegninger, egne belegningstegninger og egne utstyrstegninger, med innhold som angitt i krav til arbeidsgrunnlag i [kapittel 1.4.4](#)- [kapittel 1.4.13](#).

Krav 1.4.1—6 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Eventuelle deler av konstruksjonen, hvor en nøye kontroll av utførelsen er spesielt viktig, skal angis slik at krav til kontroll kan innarbeides i kontrollplanene for byggearbeidene.

Veiledning til kravet

Kravet vil kunne gjelde ukonvensjonelle løsninger der konsekvensene av feil blir store.

Det vil også kunne gjelde der konsekvensene av feil utførelse vil medføre stor omprosjektering. Et eksempel på dette er spesielle krav til geometri av utsprengt berg, i form av berghyller i flere nivåer i en bratt skråning.

Krav 1.4.1—7 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2024

Revisjoner av tegninger skal ivaretas. Det skal benyttes ulikt system for prosjektering, bygging og til som bygd.

Veiledning til kravet

En mulig løsning kan være å benytte tall (01, 02, 03 ...) i prosjekteringsfasen, bokstaver (A, B, C ...) i byggefasen og SB til som bygd.

1.4.2 Oversiktstegning

Krav 1.4.2—1 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Oversiktstegningen skal bestå av ett blad og den skal inneholde

- tabell med veglinjedata
- oppriss- eller lengdesnittfigur, planfigur på kart og typiske snittfigurer
- koordinatsystem og høydesystem
- merknadsfelt

Krav 1.4.2—2 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Profilnummer, profilhøyder, vertikal- og horisontalkurvatur, tverrfall og eventuell breddeutvidelse skal framgå av tabell. Tabellen skal plasseres rett over oppriss-/lengdesnittfigur.

Veiledning til kravet

Der det er flere veger i krysningen, innarbeides det en tabell for hver veg.

Oppriss- eller lengdesnittfigur skal vise

- konstruksjonstype og fundamentering
- akseplassering
- vertikal målelinje med kotehøyder
- spennvidder, summen av spennviddene, lengde av bruplate og lengde mellom vingespisser
- overgangsrekkverk
- lysåpning for kulvert, portaler og rør
- for konstruksjoner over sjøfarvann
 - middelvannstand (MV) og høyeste astronomiske tidevann (HAT)
 - største og minste fri høyde over HAT
 - beliggenhet, fri bredde og fri høyde over HAT for seilløp
- for konstruksjoner over vassdrag
 - strømningsretning
 - dimensjonerende flomnivå og vannhastighet med korresponderende returperiode
 - minste fri høyde over flomnivå
 - oppriss og målsetting av erosjonssikring
- for konstruksjoner over veg eller bane
 - minste fri høyde mellom underkant konstruksjon og overkant underliggende veg eller skinnegang
- skilt, lyktestolper, støyskjerm og sikringsgjerde
- eventuelt rekkverk langs underliggende veg
- skjerm over bane

Krav 1.4.2—4 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2025

Planfigur skal vise

- konstruksjonens plassering i forhold til omgivelsene, fjernmål og nordretning (nordpil)
- akseplassering
- kjørefelt, skuldre, midtdeler, fortau eller gang-/sykkelanlegg, kantdragere og breddeutvidelse, opplagerlinjer for landkar og pilarer med angivelse av skjevhet
- over vassdrag
 - strømrøtning og eventuell erosjonsbeskyttelse av skråninger og/eller fundamenter
- over veg eller skinnegående trafikk
 - kryssende veg eller jernbanes senterlinje i forhold til veglinja (profilnummer) med skjevheter og fri avstand fra senterlinje til nærmeste konstruksjonsdel som pilar, landkar etc.

Veiledning til kravet

Fjernmål er omtalt i vegnormal N300 Trafikkskilt, del 4A Vegvisning.

Ofte skjer utbygging av en vegstrekning mellom små steder som knapt er gjenfinnbare på vanlige kart. Slike stedsangivelser i hver retning vil ha liten verdi i forbindelse med forvaltningen, men det er helt i orden å komplettere visning mot fjernmålet med et mindre sted. Det er ikke helt uvanlig at veger har helt annen retning lokalt enn det som hadde vært naturlig å tenke seg. Det er for eksempel enkeltstrekninger på E18 mellom Oslo og Kristiansand der bilisten kjører rett mot øst på vei mot Kristiansand.

Krav 1.4.2—5 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2023

Snittfigur skal vise

- konstruksjonens typiske tverrsnitt med tilhørende konstruksjonshøyder
- flere snitt ved vesentlig forskjellige tverrsnitttyper eller -høyder
- bredde og plassering av kjørefelt, skuldre, midtdeler, fortau eller gang-/sykkelanlegg, breddeutvidelse, rekkverksrom, føringsbredde, samt totalbredde
- type rekkverk eller andre føringer
- form på typiske pilarer, eventuelt med snitt
- inntegnet linje det eventuelt skal kjøres sentrisk om
- håndtering av overvann
- føring av trekkerør

Merknadsfeltet skal inneholde

- årstall for overtakelse av byggverket
- dimensjoneringsklasse, ÅDT og fartsgrense
- trafikkmengde for gang- og sykkelveger
- fartsgrense for skinnegående trafikk
- konstruksjonstype
- nøyaktighetsklasser og utførelsesklasser
- henvisning til aktuelle vegnormaler (med dato for vegnormalens ikrafttredelse)
- eventuelle godkjente fravik fra normalene, med saks- og dokumentnummer, samt utsteder
- henvisning til eventuelle spesielle prosjekteringsregler, med saks- og dokumentnummer, se [kapittel 1.1.1](#)
- lastdata
 - forskriftlast med eventuell spesifisering for å angi del av tverrsnitt som er dimensjonert som vegbru og del av tverrsnitt som er dimensjonert som gang- og sykkelvegbru
 - engangstransport med opplysning om restriksjoner for øvrig trafikk
 - dimensjonerende belegningsvekt eller dimensjonerende overfyllingsvekt og dimensjonerende belegningsvekt for konstruksjoner i fylling
 - påkjøringslaster
 - eventuelt påseilingslast fra skip
 - forutsetninger vedrørende eventuell belastning fra anleggstrafikk på portaler og løsmassetunneler i anleggsfasen og i driftsfasen
 - dimensjonerende nyttelast på konstruksjoner som ikke er prosjektert for ordinære trafikklaster, for eksempel løsmassetunneler og tilleggskaiar som er sperret av for ordinær trafikk
- informasjon om materialkvaliteter, fundamentering, belegning, rekkverk, lagre og fuger
- saks- og dokumentnummer for eventuelt krysningsløype
- henvisning til modell ved modellbaserte prosjekter

Veiledning til kravet

Dimensjoneringsklasse, ÅDT og fartsgrense for veger bestemmes i overordnet plan og krav er gitt i en bestemt versjon av vegnormal N100 Veg- og gateutforming. Det gjelder også for trafikkmengde for gang- og sykkelveg eller sykkelveg med fortau. Informasjonen er styrende for geometrisk utforming både når det gjelder horisontalkurvatur, vertikalkurvatur og bredder. Feil eller mangler i informasjonen vil kunne medføre svært kostbare ombygginger eller at brukerne ikke får den kvaliteten de skal ha.

Krav 1.4.2—7 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Ved forsterkning/ombygging av eksisterende bruer eller ved endringer i lastbildet, skal oversiktstegning ajourføres eller eventuelt tegnes på nytt. Oversiktstegning skal videreføre informasjon om eksisterende bru og samtidig ajourføres slik at utførte tiltak i driftsfasen framgår på en oversiktlig måte. Nye tiltak beskrives konkret med detaljering som for oversiktstegning for ny bru, men begrenset til direkte endringer som følge av tiltaket. Det skal fremgå av merknadsfelt på oversiktstegning for ombyggingen om det er punktviss eller strekningsvis utbedring.

Veiledning til kravet

Eldre bruer har i mange tilfeller en ferdigbrute tegning (FBT) som oversiktstegning da det tidligere var et krav at det skulle utarbeides ferdigbrute tegning etter ferdigstilling. Når det finnes en ferdigbrute tegning, er denne å anse som oversiktstegning.

Ved tegning av ny oversiktstegning kan viktig informasjon forsvinne eller deler av ny informasjon om eksisterende bru kan bli misvisende. I slike tilfeller anbefales det at oversiktstegning består av både ny og gammel tegning i to blad, med den nyeste først for å ivareta historikken. Dersom ytterligere nye tiltak kommer til, kan oversiktstegning revideres på nytt på samme måte med tre blad i kronologisk rekkefølge.

En annen variant er å utarbeide ny oversiktstegning med påtegning i eksisterende oversiktstegning, sammen med oversiktstegning for selve tiltaket, i to blad, med revisjon av eksisterende oversiktstegning først.

Endring i lastbildet kan for eksempel komme som følge av etablering av midtrekkverk eller midtrabatter, endrede føringsbredder eller omlegging av veg over eksisterende løsmassetunnel.

Krav 1.4.2—8 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2025

For ferjekaier skal oversiktstegningen inneholde

- størrelse og versjon av ferjekaibru
- oppriss- eller lengdesnittfigur som viser dybde i brubåsen
- snittfigur som viser fenderverk på tilleggskaien med topp- og bunnkote
- planfigur som viser
 - senterlinjeavstand og effektiv kailengde
 - plassering av fenderverk og fortøyningsarrangement
- merknadsfelt med
 - dimensjonerende ferjestørrelse, i henhold til klasse på ferjekaia gitt i [tabell 4.8.4—1](#) og [tabell 4.8.4—2](#), med dimensjonerende deplasement
 - karakteristisk støttenergi, støtkraft og fortøyningslast på tilleggskai
 - karakteristisk støttenergi og støtkraft på ferjekaibru
 - fendring bak ferjekaibru og på tilleggskai, minimums energioptak og tilhørende maks reaksjonskraft

Veiledning til kravet

Med versjon av ferjekaibru menes årstall for standard utgave eller årstall for bygging av en ikke standardisert utgave. For ikke standardisert ferjekaibru anbefales det lagt til en henvisning til oversiktstegning av ferjekaibrua.

1.4.3 Generelle krav til arbeidsgrunnlag

Krav 1.4.3—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Eventuelle overhøyder skal angis i arbeidsgrunnlaget.

Krav 1.4.3—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2024

Aksenummerering skal være løpende og følge stigende profilnummer på vegen. Akse 1 skal legges ved laveste profilnummer. For ferjekaier skal aksenummer være stigende fra landkar og utover.

1.4.4 Arbeidsgrunnlag for utførelse av byggearbeidene

Krav 1.4.4—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Arbeidsgrunnlag skal i nødvendig grad vise byggemåte i samsvar med antatte beregningsforutsetninger for byggefasen. Dette gjelder både ved nye konstruksjoner og tiltak på eksisterende.

Krav 1.4.4—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Det skal utarbeides en faseplan for alle byggearbeider for å ivareta konstruksjonens bæreevne gjennom hele byggeprosessen. Dette gjelder både ved nye konstruksjoner og tiltak på eksisterende.

1.4.5 Arbeidsgrunnlag for fundamentering

Krav 1.4.5—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2025

Kravene til hva som skal vises på arbeidsgrunnlag for fundamentering avhenger av fundamenteringsmetoden.

- Ved fundamentering på berg skal det vises
 - mål og dybde for utsprengt byggegrop
- Ved direkte fundamentering på løsmasser skal det vises
 - utgravingsnivå og -utbredelse av byggegrop
 - eventuell frostsikring, erosjonssikring, grunnforsterkning, oppfylling, avretting og komprimering til planlagt fundamentnivå
- Ved fundamentering på peler skal det vises
 - peleplan der pelenes plassering, retning og helning er vist, og hver pel gis et unikt nummer
 - detalj som viser overgang mellom pel og berg ved fundamentering til berg
 - utforming av overgang i topp pel
 - utgravingsnivå og -utbredelse
 - eventuell frostsikring, erosjonssikring, grunnforsterkning, oppfylling, avretting og komprimering til planlagt fundamentnivå

Veiledning til kravet

For andre spesifikasjoner for peler som kan være aktuelle for arbeidsgrunnlaget, se [kapittel 7.5.6-kapittel 7.5.11](#), samt [kapittel 1.4.4](#).

For modellbaserte prosjekter anbefales det at

- *utgravings- og sprengningsnivåer modelleres som ei flate*
- *frostsikring, oppfylling og avrettingslag modelleres som et volumobjekt med krav til lagtykkelser, steinstørrelser og komprimering gitt som egenskapsdata*
- *peler modelleres fullt ut*

Tilbakefylling inntil konstruksjoner vil kunne gis på tegning som følgedokumentasjon.

Krav 1.4.5—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Tilbakefylling inntil og over konstruksjonen skal vises i arbeidsgrunnlaget for fundamentering. Nedre avgrensning av fylling inn mot konstruksjon, avgrensning mot forsterkningslag og fylling for veg, samt beskyttelseslag av løsmasser inntil membran, skal også framgå.

Krav 1.4.5—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Utstrekning, tykkelse, massetyper og gradering av erosjonssikring og steinsatte renner skal vises i arbeidsgrunnlaget for fundamentering.

1.4.6 Arbeidsgrunnlag for armert betong

Krav 1.4.6—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Det skal utarbeides arbeidsgrunnlag for form og armering med nødvendige armeringslister, samt eventuelt arbeidsgrunnlag for spennarmering. Betongspesifikasjon, armeringsoverdekning og utførelsesklasse skal angis på relevante tegninger eller legges til som objektinformasjon på aktuelt objekt i modell.

Veiledning til kravet

Dersom armeringslister kan genereres direkte fra modell, ivaretar dette kravet til armeringslister.

Arbeidsgrunnlag for spennarmering er beskrevet i Norsk Betongforenings Publikasjon nr. 14: Spennarmeringsarbeider.

Arbeidsgrunnlag for armering og armeringslister er beskrevet i Norsk Betongforenings Publikasjon nr. 8: Armering – Prosjektering og utførelse.

Krav 1.4.6—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

For tegningsbaserte prosjekt skal formtegningene vise bygningsdelene i plan, oppriss (eventuelt lengdesnitt), tverrsnitt og nødvendige detaljer. Bearbeiding av støpeskjøter og andre detaljer som forutsettes gjennomført ved utførelsen, skal angis og detaljeres. Innstøpningsgods skal angis på formtegning.

Krav 1.4.6—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

For modellbaserte prosjekt skal bearbeiding av støpeskjøter og andre detaljer som forutsettes gjennomført ved utførelsen angis som objektinformasjon. Innstøpningsgods skal ha korrekt plassering i modellen.

Krav 1.4.6—4 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

For tegningsbaserte prosjekt skal armering være vist i plan, eventuelt i oppriss, med full angivelse kun ett sted i henhold til *NS-EN ISO 3766*, og i nødvendig utstrekning i snitt. Armering skal vises i større målestokk i områder hvor dette er viktig for å sikre god utførelse, for eksempel i skjøteområder og områder hvor det er stor armeringstetthet. I slike områder skal nøyaktig armeringsplassering og virkelig armeringsdiameter, med nødvendig målsetting, vises. Tegninger skal også vise innstøpningsgods, kabelkanaler, trekkerør og lignende som vanskeliggjør utstøpingen.

Krav 1.4.6—5 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

For modellbaserte prosjekt skal armering modelleres slik den skal legges ute på plassen. I trange områder, for eksempel ved kabelforankringer og rundt utsparinger, skal armeringsføringen vises med riktig form og størrelse.

Veiledning til kravet

Der det ikke er hensiktsmessig å løse kollisjoner i modellen, er det nødvendig å beskrive entydig i en egenskap hva som skal gjøres. Egenskapen tilknyttes objektet som skal justeres.

Dersom en armeringsstang er forutsatt flyttet, er det nødvendig at det framgår hvor mye stangen kan flyttes og hvor. Det er viktig at det kontrolleres at flyttingen virkelig er mulig uten at det også er nødvendig å flytte andre stenger. I tverrbjelker går det som oftest ikke å flytte stenger.

Det kan også i enkelttilfeller beskrives kapping av armering. Det er da nødvendig å angi hvor mye som skal kappes og som regel et kriterium, for eksempel knyttet til overdekning. Dersom armering skal erstattes, modelleres ekstra stenger. Kapping kan for eksempel aksepteres ved utsparing for sluk, eller ved andre små utsparinger, men skal ikke være et alternativ til variable lengder.

Krav 1.4.6—6 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Det skal ikke benyttes matematiske formler for å beskrive armering med variable mål.

Veiledning til kravet

Ytterligere informasjon er beskrevet i Norsk Betongforenings Publikasjon nr. 8: Armering – Prosjektering og utførelse.

Krav 1.4.6—7 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Beliggenheten av hver enkelt spennkabel skal være definert i bruas høyde- og tverretning i hele kabelens lengde. Mål og vinkler/helninger i støpeskjøter og forankringsdetaljer skal også angis.

Veiledning til kravet

Arbeidsgrunnlag for spennarmering er beskrevet i Norsk Betongforenings Publikasjon nr. 14: Spennarmeringsarbeider.

Krav 1.4.6—8 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Type forskalingshud skal innarbeides på arbeidsgrunnlaget.

1.4.7 Arbeidsgrunnlag for stål

Krav 1.4.7—1 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

For tegningsbaserte prosjekt skal det utarbeides målsatte arbeidstegninger med nødvendige snitt og detaljer.

Krav 1.4.7—2 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Sveiser skal være påført sine respektive dimensjoner og sveise- og bearbeidingsymboler i samsvar med *NS-ISO 2553*. Viktige sveiser og sveiser med spesiell utforming skal vises i snitt og i målestokk minimum 1:1 på tegning eller modelleres fullt ut i modell. Ved krav til sliping eller annen bearbeidning av sveiser skal dette være spesifisert, se [krav 9.4.5—4](#). Sveisekontrollklasse skal angis, se [krav 9.4.5—5](#).

Krav 1.4.7—3 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2023

For modellbaserte prosjekt skal informasjon vedrørende sveis angis på aktuelle stålobjekter. Sveiser skal modelleres som egne objekter med tilhørende informasjon.

Veiledning til kravet

I modellbaserte prosjekter aksepteres det at sveiser gis forenklet geometri så lenge de har riktige egenskaper.

Fuging for sveis er normalt ikke en del av arbeidsgrunnlaget. Dette innarbeides normalt av entreprenør på produksjonsunderlag.

Krav 1.4.7—4 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

For tegningsbaserte prosjekt skal skruesymbol og fasthetsklasse påføres på de aktuelle tegningene. Andre relevante krav til skrueforbindelsen skal også innarbeides.

Veiledning til kravet

Andre relevante krav til skrueforbindelsen er for eksempel forspenning, behov for skiver, korrosjonsbeskyttelse m.m.

Krav 1.4.7—5 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

For modellbaserte prosjekt skal skruesett modelleres som egne objekter med tilhørende objektinformasjon.

Veiledning til kravet

Kravet innebærer at det er nødvendig å modellere skruer, skiver og muttere mens gjenger vanligvis ikke modelleres.

Aktuell objektinformasjon er for eksempel type, dimensjon, korrosjonsbeskyttelse, forspenning, behov for skiver og fasthetsklasse.

Skruehull og andre hull modelleres i stålkonstruksjoner.

Krav 1.4.7—6 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Korrosjonsbeskyttelse og farge på siste dekkstrøk skal framgå av arbeidsgrunnlaget. Spesielle utførelser, som for eksempel overgang mot belegning og innstøpt stål, skal detaljeres.

Veiledning til kravet

I modellbaserte prosjekter aksepteres det at overgang til belegning eller innstøpt stål beskrives som egenskap.

Krav 1.4.7—7 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Det skal utarbeides materialliste som inneholder posisjonsnummer, dimensjoner, antall, vekt og stålkvaliteter for samtlige ståldeler.

Veiledning til kravet

Dersom materiallister kan genereres direkte fra modell ivaretar dette kravet til materiallister.

1.4.8 Arbeidsgrunnlag for tre

Krav 1.4.8—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

For tegningsbaserte prosjekt skal det utarbeides målsatte arbeidstegninger med nødvendige snitt og detaljer. Forbindelser skal angis med nødvendige mål og dimensjoner. Det skal utarbeides egne tegninger for eventuell kledning, sjalusi, beslag osv.

Krav 1.4.8—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

For modellbaserte prosjekt skal elementer av konstruksjonstrevirke og limtre innarbeides med riktig geometri i modellen. Deler som inngår i sammenføyninger og knutepunkter skal modelleres med riktig plassering, se også [krav 1.4.6—3](#) og [krav 1.4.6—5](#).

Veiledning til kravet

Det anbefales at fagmodellen for tre er tilstrekkelig som arbeidsgrunnlag for ferdigstilling av konstruksjonselementet med hensyn til endelig geometri. Med dette menes bearbeiding ved saging/ fresing, høvling, hulltaking, uttak av slisser, m.m.

Krav 1.4.8—3 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Beslag og konstruktiv beskyttelse skal innarbeides i modellen, og nødvendige detaljer skal framgå av arbeidsgrunnlaget. Kontinuerlige beslag skal ikke deles opp i flere elementer ved bøy/knekk.

Veiledning til kravet

Gjentakende detaljer som skruer for montering av den konstruktive beskyttelsen og montering- og skjøting av beslag, kan vises ett sted i modellen eller i følgedokumentasjonen. Beskrivelse av montering og komponenter som inngår i detalj innarbeides som objekthinformasjonen på de aktuelle objektene.

Krav 1.4.8—4 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Arbeidsgrunnlag for tverrspent dekke skal angi

- beliggenheten av hver enkelt spennenhet i bruas høyde- og tverretning, identifisert ved hjelp av entydig nummerering
- informasjon om størrelsen av maksimal spennkraft før låsing ($P_{\max}$), full oppspenningskraft etter låsing (P_0) og minste tillatte restspennkraft ($P_{\min}$) etter forutsatte spenn tap, se [kapittel 10](#)
- spennkraftens temperaturavhengighet, i tabell eller som objekthinformasjon
- plassering av skjøter der lamellene buttskjøtes

Krav 1.4.8—5 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Det skal utarbeides materialliste som inneholder posisjonsnummer, dimensjoner, antall, vekt og materialkvaliteter, samt overflatebehandling for samtlige ståldeler og impregnering for samtlige tredeler. For tegningsbaserte prosjekt skal materiallista innarbeides på egen tegning.

Veiledning til kravet

Dersom materiallister kan genereres direkte fra modell, ivaretar dette kravet til materiallister.

1.4.9 Arbeidsgrunnlag for aluminium

Krav 1.4.9—1 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

For aluminiumkonstruksjoner gjelder samme krav til arbeidsgrunnlag som beskrevet for ståltegninger i [kapittel 1.4.7](#).

Veiledning til kravet

Det kan være behov for ekstra krav til arbeidsgrunnlag for aluminium.

1.4.10 Arbeidsgrunnlag for konstruksjoner i stein

Krav 1.4.10—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2023

For bruer og støttekonstruksjoner i stein skal det angis steintype og -størrelse, maksimale fugeåpninger, minimum overlapp i forband og eventuelle krav til synlige flater på stein.

Veiledning til kravet

For tegningsbaserte prosjekter av konstruksjoner i stein der steinkonstruksjonen bygges opp samtidig som det fylles tilbake, kan stein- og fundamenteringstegningen slås sammen.

For modellbaserte prosjekter aksepteres det at tørrmur og eventuelt geonett modelleres som volumobjekt der eneste egenskap er henvisning til stein- og fundamenteringstegning. Det forutsettes at tegning har detaljeringsgrad som vist på brudetalj [\[10\]](#).

Betong, for eksempel som krone/fundament for rekkverk, modelleres fullt ut som vanlig. Det samme gjelder for rekkverk, gjerde, annet utstyr og andre objekter som normalt er med i en modell. Utgravingsnivå/sprengningsnivå og eventuell oppfylling under mur samt isolering, kan enten innarbeides i modell eller på tegning (som for bru).

1.4.11 Arbeidsgrunnlag for kunststoff

Krav 1.4.11—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

For fiberarmerte plastkompositter skal arbeidsgrunnlaget beskrive oppbyggingen av kompositten på lag-, laminat- og elementnivå. Krav ved overlapping/skjøt i elementet skal vises med nødvendige snitt og detaljer på tegning eller som objekt i modell, og beskrives i henholdsvis merknadsfelt eller som objektinformasjon. Hvert enkelte element ("støp") skal være tydelig markert og produksjonsmetode skal oppgis. Videre bearbeiding av elementer i verksted eller på brustedet skal vises.

Veiledning til kravet

Det vises til [kapittel 11.3.1](#).

Krav 1.4.11—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Arbeidsgrunnlaget skal angi aktuelle temperaturgrenser for arbeider på/inntil bruelementet. Forvaltningsinformasjonen skal også angi restriksjoner/begrensninger for drift og vedlikehold av konstruksjonen.

1.4.12 Arbeidsgrunnlag for belegning

Krav 1.4.12—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Arbeidsgrunnlaget skal vise nødvendige detaljer som overganger, tilslutninger og avslutninger, føringer ved geometrisprang, gjennomføringer, skjøter i hjørner, støpeskjøter osv.

Veiledning til kravet

Der membran legges i løsmassen over konstruksjonen, som for eksempel ved korrugerte stålrør, kan membranen vises på fundamenteringstegningen i tegningsbaserte prosjekter.

For modellbaserte prosjekter vil kravet innebære at det er nødvendig å modellere de fleste detaljene. For membran over fuge i betong aksepteres tegning som følgedokumentasjon.

1.4.13 Arbeidsgrunnlag for utstyr

Krav 1.4.13—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Arbeidsgrunnlaget skal vise avslutninger av rekkverk eller forlengelse med H2-rekkverk og overgangsrekkverk til vegrekkverk. Innfesting av rekkverk, samt krav til dilatasjonsskjøter, arbeidsbredde W og inntrengningsbredde VI , skal også framgå.

Veiledning til kravet

Overgang til og forlengelse med H2-vegrekkverk og overgang til ordinært vegrekkverk beskrives i merknadsfeltet på oversiktstegningen sammen med krav til ytelsesklasser for rekkverket. Detaljer av rekkverk, overganger og forlengelser vises i arbeidsgrunnlaget. Der forlengelser og overganger er vist i fagmodell veg, gjøres denne tilgjengelig ved kontroll og godkjenning.

Krav til rekkverk er gitt i vegnormal N101 Trafikksikkert sideterreng og vegsikringsutstyr.

Krav 1.4.13—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Arbeidsgrunnlaget skal vise plassering og orientering (horisontalt og vertikalt) for lager og fuger for hele konstruksjonen. For tegningsbaserte prosjekt skal dette framgå samlet på egen tegning for hele konstruksjonen. Dersom det er behov for å dele tegningen i én lager- og én fugetegning, skal avhengigheter i bevegelse vises på fugetegningen.

Veiledning til kravet

Avhengigheter i bevegelse vil for eksempel kunne gjelde for hengebruer der pendellagre både vil gi en vertikal og en horisontal bevegelse som det er nødvendig å dimensjonere fuga for.

Krav 1.4.13—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2023

For lager- og fugetyper med dimensjonerende rotasjoner, bevegelser, belastninger og krav til forhåndsinnstilling ved montering skal gjeldende verdier framgå av tegningen eller som objektinformasjonen i modell. Målsatt plassering av jekkepunkter, samt jekkekraft med og uten trafikklast skal angis på samme tegning, i «som bygd»- og forvaltningsdokumentasjonen eller modelleres med nøyaktig plassering i modell.

Krav 1.4.13—4 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Øvrig arbeidsgrunnlag for utstyr skal vise nødvendige detaljer.

Veiledning til kravet

Selve innstøpingsgodset eller hullene i stålkonstruksjonen vises på hhv. betong- og ståltegningene. På denne måten vil den som utfører arbeidet finne informasjonen på «sin» tegning.

For produkter som ikke er valgt, vises det til [kapittel 12.1](#).

For utstyr som ikke er et produkt, er det nødvendig å modellere fullt ut.

Det anbefales at det skilles på produkter der det vil være mulig/nødvendig å skifte ut enkeltdeler og produkter der hele produktet skiftes ut. For produkter der enkeltdeler kan skiftes ut anbefales det at disse delene modelleres som egne objekter.

Krav 1.4.13—5 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Arbeidsgrunnlaget skal vise trekkerør, jordingsbolter og festepunkter for elektriske anlegg, kabler og væskeførende ledninger, samt dimensjoner på kabler og kabelstiger som kommer i kontakt med konstruksjonen.

1.5 Modellbaserte prosjekter

I det følgende benyttes ordet modell i betydningen modell som arbeidsgrunnlag (BIM / bygningsinformasjonsmodell), og ikke beregningsmodell.

1.5.1 Beskrivelse av modell

Krav 1.5.1—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

For modellbaserte prosjekt skal det utarbeides et dokument med beskrivelse av modellen.

Veiledning til kravet

Dokumentet beskriver hvordan fagmodellen er bygd opp og strukturert og gjør det enklere for involverte å få en oversikt over modellens kompleksitet og innhold.

Det anbefales at beskrivelse av modell sees i sammenheng med prosjektets overordnede gjennomføringsplan, hvor det blant annet tenkes gjennom hvordan modellen anvendes på byggeplass.

Det anbefales at beskrivelsen inneholder

- *kort beskrivelse av konstruksjonen*
- *hvilken programvare som er brukt*
- *hvordan grensesnitt behandles*
- *struktur på modellen*
- *hvordan status og revisjoner behandles*
- *hvordan produktavhengige objekter påvirker tilstøtende objekter, samt hvordan dette modelleres og merkes*
- *hvordan modellen kvalitetssikres*

1.5.2 Generell informasjon i modellen

Krav 1.5.2—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Generell informasjon om prosjektet og lenker til følgedokumentasjon skal samles på ett sted i modellen, lett tilgjengelig og oversiktlig framstilt.

Veiledning til kravet

Dersom det brukes IFC-format, anbefales det å legge generell informasjon om prosjektet på et overordnet nivå i IFC-hierarkiet.

Generell prosjekthinformatjon omfatter blant annet brunummer, brunavn, prosjektnavn osv.

Krav 1.5.2—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Informasjonsobjekter skal vises tydelig i modellen uten å være forstyrrende for helheten av modellen.

Krav 1.5.2—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Nordpil og akser skal innarbeides i modellen.

Veiledning til kravet

Det anbefales å modellere akser som volumobjekter.

Krav 1.5.2—4 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Kostnadsrelatert informasjon skal innarbeides i modellen, se [kapittel 1.4](#).

Veiledning til kravet

Forskaling er ikke nødvendig å innarbeide i modellen.

1.5.3 Objektinformasjon

Krav 1.5.3—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Objektinformasjon skal være logisk, strukturert og enkel å finne fram til.

Veiledning til kravet

For å skape en oversiktlig modell anbefales det at informasjonen samles i færrest mulig egenskapssett.

Det anbefales at navngiving av egenskapssett gjøres med tanke på forvaltning av fagmodellene. Navn på egenskapssett som inneholder vegnummer, programnavn eller firmanavn anses ikke å ivareta kravet til logisk objektinformasjon gjennom hele den dimensjonerende brukstiden. Det anbefales å ikke bruke forkortelser ved navngiving av faner.

Det anbefales at egenskaper nummereres.

Informasjonskrav til de ulike objektene i en modell finnes i [kapittel 1.4.3](#) - [kapittel 1.4.13](#).

Bevisst bruk av farger kan bidra til å gjøre modellen mer oversiktlig. Det anbefales å bruke lysegrå for objekter i betong og lysebrun for tilbakefylte masser. Små detaljer kan framheves ved bruk av sterkere farger.

Siden personer har ulik evne til å oppfatte farge er det viktig å ikke benytte farger alene for å gi informasjon modellen.

Krav 1.5.3—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Henvising til teknisk beskrivelse skal innarbeides på objekter i modellen.

Veiledning til kravet

Der for eksempel retningslinje R761 Prosesskode 1 og R762 Prosesskode 2 benyttes i prosjektet, er det naturlig at prosessnummer innarbeides som egenskap og at laveste relevante nivå for prosessnummer gis som tilhørende egenskapsverdi.

Krav 1.5.3—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Objektkode fra objektkodelista på Statens vegvesens hjemmeside for bruer [\[8\]](#) skal innarbeides på objektene i modellen.

Veiledning til kravet

Objektkodene er de samme som benyttes i forvaltningssystemet Brutus. Objektkodene vil være nødvendig for overføring av informasjon til forvaltning.

For å lette sortering i modellen anbefales det at objektnavn og objektkode ligger som separate egenskaper.

Det anbefales at brueier/-forvalter i tillegg gjør en vurdering av hvilken informasjon de krever, for eksempel med tanke på brueier/-forvalters eget forvaltningssystem.

Det anbefales å benytte IFC-hierarkiet til å gruppere objektene i modellen. Oppdelingen bør følge systemet gitt i «Objektkode og -navn Brutus.xlsx».

Krav 1.5.3—4 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2025

Objektspesifikk informasjon skal gis på det laveste informasjonsnivået i modellen.

Veiledning til kravet

Når informasjonen knyttet til et objekt er fordelt på flere modellnivåer, kan det være utfordrende å få oversikt over egenskapene.

I en modell kan et objekt være en enkeltdel (for eksempel en endeforankring) eller flere deler satt sammen til ett objekt (for eksempel en armeringsstang med endeforankring).

For sammensatte objekter betyr kravet at egenskaper ikke kan gis på både det sammensatte objektet og på hver enkelt del (flere ulike modellnivåer).

1.5.4 Følgedokumentasjon

Krav 1.5.4—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Behovet for følgedokumentasjon skal minimeres og vurderes i hvert enkelt tilfelle.

Veiledning til kravet

Følgedokumentasjon kan være tegninger og utfyllende informasjon vedrørende utførelsen, se også [kapittel 1.4](#).

Krav 1.5.4—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Følgedokumentasjon skal ligge relativt til modellen.

Veiledning til kravet

Det er viktig at følgedokumentasjonen alltid er tilgjengelig og lagres på samme sted som modellen. Henvisning til andre lagringssteder har svakheter ved at plassering kan endres over tid.

1.5.5 Status og revisjoner

Krav 1.5.5—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Objekter skal gis status etter hvor i byggeprosessen objektet befinner seg.

Veiledning til kravet

Det anbefales at system for status, og eventuell bruk av MMI – Modell Modenhets Indeks¹, presenteres i beskrivelsen av modellen, se [krav 1.5.1—1](#).

Ved bruk av MMI anbefales det at de fleste objektene har MMI 350 ved innsending av materiale til Vegdirektoratets kontroll- og godkjenningsordning.

Krav 1.5.5—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Revisjoner av modellen skal ivaretas. Metode for håndtering av revisjoner skal framgå i beskrivelsen av modellen.

Veiledning til kravet

Revisjonsindeks angis på objektnivå for å synliggjøre hva som er revidert. Revisjonsindeks for modellen som helhet kan følge siste revisjon på objektnivå.

Informasjon om revisjoner bør inkludere revisjonsindeks, -dato og beskrivelse.

1.6 Forvaltningsdokumentasjon

1.6.1 Generelt

Krav 1.6.1—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Forvaltningsdokumentasjon skal utarbeides og leveres til Statens vegvesen som myndighet og til respektive vegeier/vegforvalter. Dette omfatter dokumentasjon som er nødvendig for forvaltning av konstruksjonen, inkludert ajourførte konstruksjonsberegninger og øvrig prosjekteringsmateriale.

Veiledning til kravet

Oversikt over dokumentasjon som skal leveres til Statens vegvesen som myndighet er gitt på Statens vegvesens hjemmeside for bruer [\[8\]](#).

Oversikt over dokumentasjon som skal leveres til vegeier/vegforvalter avtales direkte med vegeier/vegforvalter for respektive bru eller annen bærende konstruksjon.

Dersom ikke annet er avtalt leveres samme dokumentasjon til vegeier/vegforvalter som leveres til Statens vegvesen.

Krav 1.6.1—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Oversikt over forvaltningsdokumentasjonen skal samles i standard dokumentliste.

Veiledning til kravet

Føringer for utforming av standard dokumentliste er gitt på Statens vegvesens hjemmeside for bruer [\[8\]](#).

¹ Entreprenørforeningen (EBA), Rådgivende Ingeniørers Forening (RIF) og Arkitektbedriftene har utarbeidet en publikasjon som tar for seg bruken av MMI i samferdselsprosjekter [\[11\]](#).

Krav 1.6.1—3 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2025

For nye og utradisjonelle konsept der erfaring er begrenset, skal det avklares med Statens vegvesen som myndighet, om det er behov for å utarbeide en særskilt oppfølgingsplan i driftsfasen. Dette skal avklares i teknisk kontroll av konsept, se [kapittel 2.5](#). Planen skal godkjennes av byggherre, bruforvalter og myndighet.

Veiledning til kravet

Det utarbeides alltid forvaltningsdokumentasjon, men dette kravet omhandler det spesielle behovet som er aktuelt for nye og utradisjonelle løsninger. Endelig forvaltningsdokumentasjon utarbeides i detaljprosjekteringen, men for nye og utradisjonelle konsepter er det nødvendig å identifisere oppfølgingsrutiner på et tidlig stadium. Perspektivet til bruforvalter, som har det overordnede ansvaret i driftsfasen til konstruksjonen, er viktig å få frem i planleggingsfasen. Den endelige oppfølgingsplanen godkjennes i kontroll- og godkjenningsprosessen, men innholdet i planen skal avstemmes med byggherre, bruforvalter og myndighet i teknisk kontroll av konsept.

1.6.2 Tegninger og modell av ferdig konstruksjon

Krav 1.6.2—1 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Når byggearbeidene er avsluttet, skal tegninger/modell, oversiktstegning og dokumentliste ajourføres for endringer som er foretatt i byggefasen og merkes «Som bygd». Videre skal beskrivelse av belegning, utstyr m.m. gjøres entydig med leverandørenes typebetegnelser eller produktnavn.

Veiledning til kravet

Dersom det benyttes flere modeller i byggefasen, anbefales det at modellene slås sammen slik at det blir levert én «som bygd»-modell. Der det arkiveres «som bygd»-modeller er det viktig at beskrivelsen av modellen følger med, se [kapittel 1.5.1](#).

Krav 1.6.2—2 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Det skal innarbeides innmålinger av peler (plassering, retning, helning og lengde); innmåling av permanent spunt; innmåling av brudekker; og funksjon av trekkerør på «Som bygd»-dokumentasjonen. Førstegangs innmåling av nivelleringsbolter skal også innarbeides.

1.7 Kvalitetssikring

Krav 1.7—1 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Den prosjekterende skal etablere et kvalitetssystem i henhold til *NS-EN ISO 9001*. Kvalitetsrevisjoner skal gjennomføres i henhold til *NS-EN ISO 19011*.

Veiledning til kravet

Den prosjekterende forstås som den organisasjonsenheten som prosjekterer bru og annen bærende konstruksjon. Begrepet den prosjekterende omfatter også den som utfører bæreevneklassifisering.

Organisasjonsenhet forstås her som f.eks. ansvarlig selskap, gruppe av selskaper, eller andre konstellasjoner som utfører prosjekteringsarbeidet.

Krav 1.7—2 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Kvalitetssikringen skal være systematisk og den skal dokumenteres. Kvalitetssikringen skal være tilpasset arbeidet med prosjektering av bruer og andre bærende konstruksjoner.

Krav 1.7—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

I organisasjonen til den prosjekterende skal det være en person med tilstrekkelig definert ansvar, myndighet, ressurser og organisasjonsmessig handlefrihet til å gjennomføre følgende arbeidsoppgaver:

- Planlegge og vedlikeholde organisasjonens kvalitetssikring.
- Verifisere at spesifiserte krav tilfredsstilles.
- Sette i verk tiltak eller medvirke til løsninger for å sikre kvalitet.
- Planlegge og utføre kvalitetsrevisjoner.

Krav 1.7—4 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Kvalitetssystemet hos den prosjekterende skal sikre at

- organisasjon og interne ansvarsforhold er kjent; stillings- og arbeidsinstrukser skal utarbeides i nødvendig omfang
- prosjekteringen ledes, utføres og kontrolleres av fagfolk med nødvendig teoretisk kunnskap og praktisk innsikt
- alt personell som utfører arbeid av betydning for kvalitet, skal ha de nødvendige kvalifikasjoner og forutsetninger for dette
- rammebetingelser og gjeldende retningslinjer for prosjekteringen er forstått og overholdes
- egenkontroll omfatter alle sider av prosjekteringsoppgaven
- dokumentasjonen er oversiktlig og viser klart grunnlaget for og resultatene av prosjekteringen
- alle avvik fra definerte krav registreres og systematiseres som grunnlag for korrigerende tiltak

Krav 1.7—5 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Det skal utarbeides en kvalitetsplan for alle prosjekteringsoppdrag. Kvalitetssystemet hos den prosjekterende danner, sammen med oppdragsgivers kvalitetssystem og krav, grunnlaget for kvalitetsplanen for det konkrete bruprosjektet.

Krav 1.7—6 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Kvalitetsplanen beskriver prosjektering og prosjekteringskontroll, og den gir føringer for utførelseskontrollen. Prosedyrer i kvalitetsplanen skal være i henhold til tillegg NA.A1 i NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016.

2 Kontroll og godkjenning

2.1 Omfang

Krav 2.1—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2023

Krav om kontroll og godkjenning gjelder for

- bruer, ferjekaier og andre bærende konstruksjoner på riks- og fylkesveger
- bruer og andre bærende konstruksjoner på kommunal og privat veg, over og under riks- og fylkesveger
- bærende konstruksjoner på annen grunn langs riks- og fylkesveg
- forskaling, stillaser, reisverk og andre hjelpekonstruksjoner for utførelsen av byggearbeidet hvis de går over, under eller er plassert så nært inntil offentlig veg at et eventuelt sammenbrudd kan berøre område åpent for alminnelig ferdsel

Veiledning til kravet

Punktene ovenfor gjelder både ved bygging av nye bruer og for bruer i driftsfasen hvor tiltak kan endre lastbildet eller påvirke bæreevnen.

Vegdirektoratets kontroll- og godkjenningsordning er hjemlet i forskrift om anlegg av offentlig veg [\[1\]](#) § 3 nr. 2 for riksveg. For fylkesveg er hjemmelsgrunnlaget forskrift om standarder, fravik, kontroll, godkjenning m.m. ved prosjektering, bygging og forvaltning av bru, ferjekai og annen bærende konstruksjon på fylkesveg (bruforskrift for fylkesveg) [\[2\]](#).

Hensikten med kontroll- og godkjenningsordningen er å ivareta sikkerhet og teknisk standard på bruer og andre bærende konstruksjoner på riks- og fylkesvegnettet gjennom uavhengig prosjekteringskontroll. Et viktig aspekt er å ivareta riktig utførelse og nødvendig informasjon til forvaltning for konstruksjonene i vegnettet, slik at trafikken avvikes på en måte som trafikantene og samfunnet til enhver tid er tjent med – uavhengig av vegeier.

Vegdirektoratet vurderer behovet for kontroll og godkjenning av bæreevneklassifisering av bruer i driftsfasen i hvert enkelt tilfelle. Ved behov for kontroll og godkjenning gis det tilbakemelding til oppdragsgiver og utførende om at dokumentasjon av bæreevneklassifisering skal sendes inn som angitt i [kapittel 2.3](#).

2.2 Ansvar

Det er byggherrens ansvar å sette av tilstrekkelig tid til kontroll og godkjenning, samt å påse at prosjekteringsmaterialet oversendes til kontroll i Vegdirektoratet, og at teknisk godkjenning/godkjenning av arbeidsgrunnlaget foreligger før byggearbeidene påbegynnes.

Vegdirektoratets kontroll og godkjenning representerer ingen overtagelse av ansvar for eventuelle feil eller mangler som måtte forekomme i prosjekteringsdokumentene.

Krav 2.2—1 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2023

Opplysninger som er nødvendige for å vurdere om prosjekteringen utføres i samsvar med de til enhver tid gjeldende bestemmelser, skal framlegges. Dersom opplysningene ikke er fullstendige, skal tilleggsinformasjon, som for eksempel sikkerhetsstudier og konsekvensanalyser, framlegges. Utarbeidelse av denne dokumentasjonen anses som del av prosjekteringsarbeidet.

Veiledning til kravet

Byggherren har ansvaret for at tiltak utføres i samsvar med gjeldende lover, forskrifter, arealplaner og annet regelverk. Det omfatter ansvaret for søknader; at det til rett tid foreligger nødvendige tillatelser og godkjenninger fra offentlige myndigheter; og for at prosjektering, utførelse og kontroll av tiltaket gjennomføres i henhold til de krav som regelverk og arealplaner stiller. Når veganlegget omfatter bru og andre bærende konstruksjoner på riks- og fylkevegsnettet, innebærer dette at byggherren følger bestemmelsene om kontroll og godkjenning i henhold til [kapittel 2](#).

Krav 2.2—2 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Eierskap og forvaltningsansvar skal klart framgå av dokumentene som sendes inn til kontroll og godkjenning.

Krav 2.2—3 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Arbeidsgrunnlaget skal være godkjent av Vegdirektorat før byggearbeidene påbegynnes.

Veiledning til kravet

Godkjenning av sikkerhet og teknisk standard for bruer i tilknytning til riks- og fylkesvegsnettet gis av Vegdirektoratet på grunnlag av utført kontroll i henhold til [kapittel 2.4](#).

2.3 Dokumentasjon

Krav 2.3—1 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Dokumentasjonen, som oversendes til kontroll, skal være i samsvar med kravene i [kapittel 1.2](#)-[kapittel 1.6](#), og den skal være kvalitetssikret i henhold til [kapittel 1.7](#).

Veiledning til kravet

Prosedyre for bestilling av kontroll, oversendelse av dokumentasjon, samt behandlingstid for kontroll og godkjenning, er gitt på Statens vegvesens nettside for bruer [\[8\]](#).

2.4 Vegdirektoratets kontrollordning

Kontrollordningen omfatter

- teknisk kontroll av konsept
- kontroll til teknisk delgodkjenning
- kontroll til teknisk godkjenning

Teknisk kontroll av konsept er tilgjengelig for prosjektet i planarbeidet og dokumentasjon sendes til Vegdirektoratet før detaljprosjekteringen igangsettes.

Kontroll til teknisk delgodkjenning er kontroll av prosjekteringsmaterialet med hensyn til tilbudsutsendelse av entreprisarbeidene, og benyttes kun i byggherrestyrte utførelsesentrepriser.

Kontroll til teknisk godkjenning er kontroll av prosjekteringsmaterialet og er utgangspunkt for godkjenning av arbeidsgrunnlaget.

2.5 Teknisk kontroll av konsept

Teknisk kontroll av konsept har til hensikt å gi en uavhengig gjennomgang av forarbeidene og prosjekteringsgrunnlaget før detaljprosjekteringen igangsettes. Teknisk kontroll av konsept kan også benyttes til andre formål der det er nødvendig med en vurdering fra Vegdirektoratet.

I enkelte tilfeller kan det av hensyn til sikkerhet og teknisk standard være nødvendig med en utvidet kontroll. Omfang og nivå på kontrollen fastsettes av Vegdirektoratet.

Saksbehandlingen avsluttes med bekreftelse på gjennomført kontroll. Denne bekreftelsen er en del av prosjekteringsgrunnlaget, se [kapittel 1.3.2](#). Innspill fra teknisk kontroll av konsept innarbeides før det bestilles kontroll til teknisk godkjenning.

Krav 2.5—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Det skal gjennomføres teknisk kontroll av konseptet dersom prosjekteringen gjelder:

- Konstruksjon med antatt entreprisekostnad over 200 millioner kroner.
- Konstruksjoner som ikke inngår i en byggherrestyrt utførelsesentreprise.
- Nytt eller utradisjonelt konsept.
- Der forutsetninger for prosjektering skal avklares med Vegdirektoratet på forhånd.

Veiledning til kravet

Ved nytt eller utradisjonelt konsept kan det være behov for at deler av detaljprosjekteringen igangsettes før teknisk kontroll av konsept kan gjennomføres.

Utkast til eventuelle spesielle prosjekteringsregler inngår i kontrollen, se [krav 1.1.1—6](#).

Kontrollen utføres av Statens vegvesen eller av rådgivende ingeniører engasjert av Vegdirektoratet.

Det fjerde strekpunktet gjelder primært punkter i vegnormal N400 Bruprosjektering der det henvises til [kapittel 2.5](#).

Krav 2.5—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Vegdirektoratet skal orienteres om prosjektets tidsplan og eventuelle spesielle forhold ved prosjektet. Ut over krav om oversiktstegning i henhold til [kapittel 1.4.2](#), kan Vegdirektoratet etterspørre ytterligere informasjon som anses som nødvendig for kontrollen.

2.6 Kontroll av prosjekteringsmaterialet

2.6.1 Generelt

Krav 2.6.1—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2024

Det skal gjennomføres kontroll av konstruksjoner i henhold til [kapittel 2.1](#). Omfang og nivå på kontrollen fastsettes av Vegdirektoratet ved bruk av kontrollgraderi i henhold til [kapittel 2.6.2](#). Kontrollgraden fastsettes av Vegdirektoratet i hvert enkelt tilfelle. Der Vegdirektoratet ser det som nødvendig å gjennomgå forutsetninger i prosjektet, kan det henvises til egen behandling i henhold til [kapittel 2.5](#).

Krav 2.6.1—2 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Prosjekteringskontrollen skal utføres i et omfang som tar hensyn til konstruksjonens vanskelighetsgrad og den prosjekterendes erfaring med den aktuelle brutypen.

Veiledning til kravet

Kontrollen utføres av Statens vegvesen eller av rådgivende ingeniører engasjert av Vegdirektoratet.

Den som utfører kontrollen kan ikke ha deltatt i prosjektering eller utførelse av tiltaket som kontrolleres, og er uavhengig av det foretaket som deltar i prosjekteringen.

Krav 2.6.1—3 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Ved bruk av forhåndsgodkjente konstruksjonselementer, skal de forhåndsgodkjente elementene innarbeides i den øvrige dokumentasjonen og oversendes samlet til prosjekteringskontroll.

Veiledning til kravet

Ved bruk av forhåndsgodkjente konstruksjonselementer kan konstruksjonen få differensierte kontrollgrader.

2.6.2 Kontrollgrader

Kontrollgrader er et graderingssystem benyttet av Vegdirektoratet for å fastsette kontrollens omfang og nivå. Kontrollgradene gir en indikasjon på rammebetingelsene for kontrollen, men omfanget og nivået kan påvirkes av kvaliteten på prosjekteringsgrunnlaget som leveres og eventuelt andre forhold av betydning for kontrollen.

Vegdirektoratet er ansvarlig for gjennomføringen og kvaliteten av kontrollen, men kontrollen kan utføres av Statens vegvesen eller av rådgivende ingeniører engasjert av Vegdirektoratet. Ved behov kan derfor Vegdirektoratet supplere kontrollen med egne kommentarer.

Kontrollgrad I - Enkel kontroll:

Kontrollgraden innebærer en gjennomgang av tilsendt materiale der det kontrolleres at arbeidet er utført etter gjeldende bestemmelser og at teknisk standard er ivaretatt. Dersom kontroll etter kontrollgrad I viser at prosjekteringen er mangelfull, vil det være nødvendig å vurdere kontrollens omfang og nivå på nytt.

Denne kontrollgraden begrenser seg som oftest til kontroll av forhåndsgodkjente elementer i grunnlaget. Kontrollgraden benyttes oftest der konstruksjoner/elementer allerede har gjennomgått en grundig kvalitetssikring.

Kontrollgrad II - Begrenset kontroll:

Kontrollgraden innebærer en gjennomgang av tilsendt materiale der det kontrolleres at arbeidet er utført etter gjeldende bestemmelser, og at teknisk standard er ivaretatt. Kontrollgraden omfatter beregningskontroll av viktige bæreelementer, eller en tilsvarende kontroll med konferering av beregningene. Det gjøres en vurdering av sikkerhet og om nødvendig informasjon til forvaltning av konstruksjonen er innarbeidet.

Denne kontrollgraden benyttes som oftest for enkle konstruksjonstyper, for eksempel tunnelportaler og kulverter, der erfaringsgrunnlaget er bredt og forutsetningene er oversiktlige.

Kontrollgrad III - Normal kontroll:

Kontrollgraden innebærer en grundig gjennomgang og vurdering av alt tilsendt materiale. Hensikten er å kontrollere at arbeidet er utført i samsvar med gjeldende bestemmelser; at teknisk standard er ivaretatt; og at alle nødvendige beregninger er gjennomført. Det gjøres en vurdering av statisk system og at konstruktiv utforming er hensiktsmessig. Det gjøres en vurdering av sikkerhet; det foretas en kapasitetskontroll av kritiske snitt; og det kontrolleres at nødvendig informasjon til forvaltning av konstruksjonen er innarbeidet.

Kontrollgrad IV - Omfattende kontroll:

Kontrollomfanget er som for kontrollgrad III, men i tillegg gjennomføres det en uavhengig kontroll av global konstruksjonsanalyse, bl.a. stabilitet og kapasitet av viktige elementer.

2.7 Teknisk delgodkjenning

Teknisk delgodkjenning har til hensikt å dokumentere at konstruksjonssikkerhet og teknisk standard er forsvarlig ivare tatt i prosjekteringen før tilbudsutsendelse av entreprisarbeidene, og gjennomføres hvis byggherren finner det hensiktsmessig.

Teknisk delgodkjenning benyttes i kompliserte prosjekter og i prosjekter med antatt entreprisekostnad over 200 millioner kroner.

Teknisk delgodkjenning benyttes kun i byggherrestyrte utførelsesentrepriser.

Krav 2.7—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Ved kontroll for teknisk delgodkjenning, skal omfanget av dokumentasjonen som oversendes være tilstrekkelig for tilbudsutsendelse av entreprisarbeidene, samt for å kunne gjennomføre en hensiktsmessig kontroll.

Veiledning til kravet

Krav til dokumentasjon er gitt i [kapittel 2.3](#), men kan for delgodkjenning begrenses til følgende:

- Prosjekteringsforutsetninger som beskrevet i [kapittel 1.1](#).
- Grunnlagsmateriale som beskrevet i [kapittel 1.2](#).
- Globalanalyser av dimensjonerende lastkombinasjoner.
- Oversikt over lastresultanter for viktige tverrsnitt i alle hovedelementer basert på globalanalyser. Dette omfatter typisk både overbygning, søyler, fundamenter, pelegrupper, landkar, tårn og kabelsystemer.
- Relevante kontroller av stabilitet for hele eller deler av konstruksjonen i byggefase og for ferdig bru.
- Kontroll av kapasitet for viktige tverrsnitt i alle hovedelementer.
- Kontroll av rissvidder i bruksgrensetilstand for viktige tverrsnitt i alle hovedelementer for betongkonstruksjoner.
- Analyser og dimensjonering av viktige lokale områder eller spesielle forhold.
- Vurdering av tiltak for å forebygge alvorlige konsekvenser av uforutsette hendelser. Typiske vurderinger gjelder for eksempel erosjonssikring, områdestabilitet, skipsstøt/påkjøring og lignende.
- Vurdering av konstruksjonens robusthet og duktilitet i henhold til kravene gitt i [krav 1.1.4—1](#).
- Oversiktstegning i henhold til [kapittel 1.4.2](#).
- Arbeidsgrunnlag (tegninger eller modell) som viser
 - form/geometri
 - armering i viktige tverrsnitt i betongkonstruksjoner
 - spennarmering i betongkonstruksjoner
 - utstyr i henhold til [kapittel 1.4.13](#)

Krav 2.7—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Teknisk delgodkjenning gis av Vegdirektoratet med saks- og dokumentnummer fra Statens vegvesens arkivsystem. Delgodkjente tegninger/modell skal tydelig påføres henvisning til saks- og dokumentnummeret.

Veiledning til kravet

Henvisning til saks- og dokumentnummer fra Statens vegvesens arkivsystem innarbeides i tilbudsgrunnlaget:

- *For tegningsbaserte prosjekt gis henvisningen på egen linje i tittelfeltet på tegningene.*
- *For modeller innarbeides henvisningen lett tilgjengelig i den overordnede informasjonen, se [kapittel 1.5.2](#).*

2.8 Teknisk godkjenning

Godkjenning av arbeidsgrunnlag gis når nødvendige beregninger er innsendt og kontrollert, og arbeidsgrunnlaget er utført i samsvar med forutsetningene for godkjenningen.

Krav 2.8—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Godkjenning gis av Vegdirektoratet med saks- og dokumentnummer fra Statens vegvesens arkivsystem. Godkjent arbeidsgrunnlag skal tydelig påføres henvisning til saks- og dokumentnummeret.

Veiledning til kravet

Henvisning til saks- og dokumentnummer fra Statens vegvesens arkivsystem innarbeides i arbeidsgrunnlaget:

- *For tegningsbaserte prosjekt gis henvisningen på egen linje i tittelfeltet på tegningene.*
- *For modeller innarbeides henvisningen lett tilgjengelig i den overordnede informasjonen, se [kapittel 1.5.2](#).*

Krav 2.8—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Ved utsendelse av godkjent arbeidsgrunnlag, samt ved eventuell revisjon av dette, skal det vedlegges en ajourført dokumentliste i henhold til gjeldende krav for «Som bygd»-dokumentasjon og forvaltningsdokumentasjon, se [kapittel 1.6](#).

Krav 2.8—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Ved store eller prinsipielle endringer skal det vurderes om arbeidsgrunnlaget, som omfattes av endringen, skal oversendes Vegdirektoratet for ny godkjenning.

Veiledning til kravet

Det er nødvendig at byggherren i det enkelte prosjekt vurderer hva som er store eller prinsipielle endringer. Eksempler, som i de fleste tilfeller vil kreve ny godkjenning, er endringer av fundamentering, brutype, statisk system, spennvidde, brubredde og materialbruk i hovedbæresystemet.

Innarbeidelse av produkter i arbeidsgrunnlaget, etter at produkt er valgt, vil i de fleste tilfeller inngå som en del av ordinær godkjenning, se [kapittel 12.1.1](#).

3 Generelle konstruksjonskrav

3.1 Vannhåndtering

Krav 3.1—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Konstruksjonsdeler skal utformes for å sikre god og hensiktsmessig vannavrenning.

Veiledning til kravet

Helt horisontal bru med kantdragere vil for eksempel ikke ivareta kravet.

Det stilles ikke noe klart krav til tallverdi på lengdefall, men i vegnormal N100 Veg- og gateutforming er det krav om minste resulterende fall på 2 %. Ved kantdrager er det ikke tverrfall ettersom det er en linje uten utbredelse i tverretning, og det blir for strengt å kreve 2 % lengdefall på brua. Lengdefall under 2 % er derfor akseptabelt, men ikke 0 %.

Krav 3.1—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Over veg, gang- og sykkelanlegg, skinnegående trafikk, parkeringsarealer eller områder med andre former for aktivitet, skal brudekkets ytterkanter være utformet slik at kontrollert vannavrenning oppnås. Sannsynligheten for at småstein eller andre løse gjenstander på brua vil kunne falle ned på underliggende områder, skal minimeres.

Veiledning til kravet

Kravet er utformet slik for også å ivareta for eksempel hengebruer. I de fleste tilfeller vil kravet være ivaretatt ved bruk av kantdrager eller krage. Det anbefales å benytte kantdrager på bruer.

Miljøhensyn vil også kunne medføre behov for kontrollert vannavrenning.

Krav 3.1—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2024

Ytterkanter skal ha dryppnese. Kravet gjelder også for permanente konstruksjoner i byggefaser.

Veiledning til kravet

En mulig løsning for dryppnese er vist på brudetalj [\[10\]](#). Den beste løsningen er mange ganger å gi hele tverrsnittet «motfall». Som «motfall» vil helning 1:25 (toleranser tatt hensyn til) kunne godtas. Dette er spesielt aktuelt for underkant kantdrager. I kyststrøk vil det i mange tilfeller være nødvendig med dryppnese også på underkant av kasser, plater, bjelker og lignende.

Krav 3.1—4 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2023

Rom under fuge skal utformes slik at vann ikke blir stående i rommet.

3.2 Inspeksjon og vedlikehold

Krav 3.2—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Det skal være god tilgjengelighet slik at inspeksjon og vedlikehold vil kunne gjennomføres på en sikker og effektiv måte.

Veiledning til kravet

Det er også krav i byggherreforskriften [\[12\]](#) om å planlegge og prosjektere med tanke på sikkerhet, helse og arbeidsmiljø. Ofte går disse kravene hånd i hånd med krav om god tilgjengelighet. Er det enkelt å bygge, er det ofte også enkelt å inspisere og vedlikeholde.

Festepunkter for inspeksjonsanordninger anbefales innarbeidet der det er behov, se også [kapittel 12.8.3](#).

For bruer der det forventes periodevis vedlikehold anbefales det at festepunkter for stillaser og eventuell tildekking innarbeides.

3.3 Fuger, lagre og ledd

3.3.1 Generelt

Krav 3.3.1—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Antall fugekonstruksjoner skal minimeres. Videre skal en minimering av antall fuger prioriteres foran en minimering av antall lagre.

Veiledning til kravet

A. Fugefri løsning

Fugefri løsning anbefales der den er mulig å få til. Løsningen kan benyttes i én eller begge bruender, se også [krav 3.4—1](#). Fugefri løsning betyr at støpte tverrbærere/endeskjørt og vingemurer er monolittisk forbundet med bruoverbygningen og at bruoverbygningen avsluttes direkte mot vegfyllingen uten fugekonstruksjon. Belegningen føres kontinuerlig over bruenden. Løsningen hindrer at vann renner inn i spalter og ned på lageravsatser og vil bidra til god og hensiktsmessig vannavrenning.

Løsning der hele vingemuren er monolittisk forbundet med landkaret og endeskjørtet er monolittisk forbundet med bruoverbygningen, anses ikke å være fugefri. Løsningen er ikke tillatt, se [krav 3.3.1—2](#).

Bruende med fugefri løsning kan være fastholdt (fastlagre eller monolittisk kobling til søyle i endeakse) eller forskyvelig (glidelagre i endeakse).

- *Forskyvelig, fugefri løsning i begge bruender vil i mange tilfeller være en gunstig løsning.*
- *Forskyvelig, fugefri løsning i én ende og fastholding i motsatt ende medfører at hele horisontalkrafta fra passivt jordtrykk i den frie enden tas av fastholdingen i motsatt ende. Dette jordtrykket (og dermed også fastholdingskrafta) kan bli betydelig, og løsningen anbefales ikke.*
- *Fastholding i begge ender kan benyttes for relativt korte bruer med fleksible søyler i endeaksene.*

B. Utforming

For de fleste betongbruer vil det være forholdsvis enkelt å få til fugefri løsning.

For stålbruer, med eller uten samvirkende bruplate i betong, etableres fugefri løsning ved at stålkonstruksjonen (stålbjelker/stålkasse) forbindes monolittisk til endetverrbærer/endeskjørt og vingemurer i betong. Forbindelsen kan løses ved at

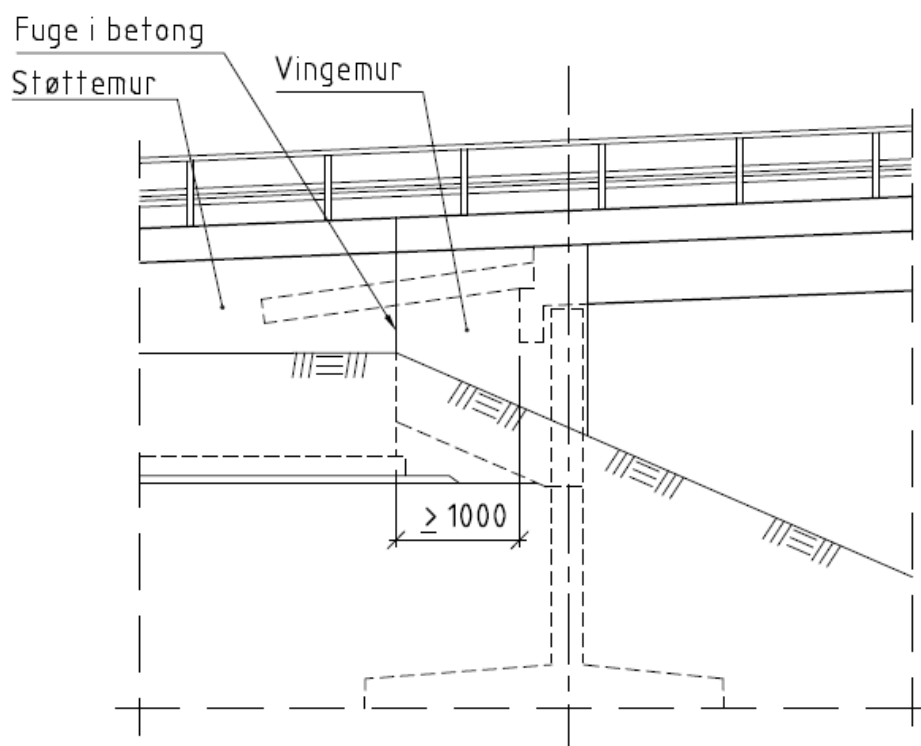
- *enden av stålkonstruksjonen støpes inn i endetverrbæreren*
- *stålkonstruksjon med endeplate fordybles til endetverrbæreren*
- *stålkonstruksjon med endeplate spennes fast til endetverrbæreren*

Dersom ståltverrsnittet er så slankt at monolittisk forbindelse mellom stål og betong ikke er konstruktivt mulig, vil det være nødvendig å etablere fuge, se [kapittel 3.4](#).

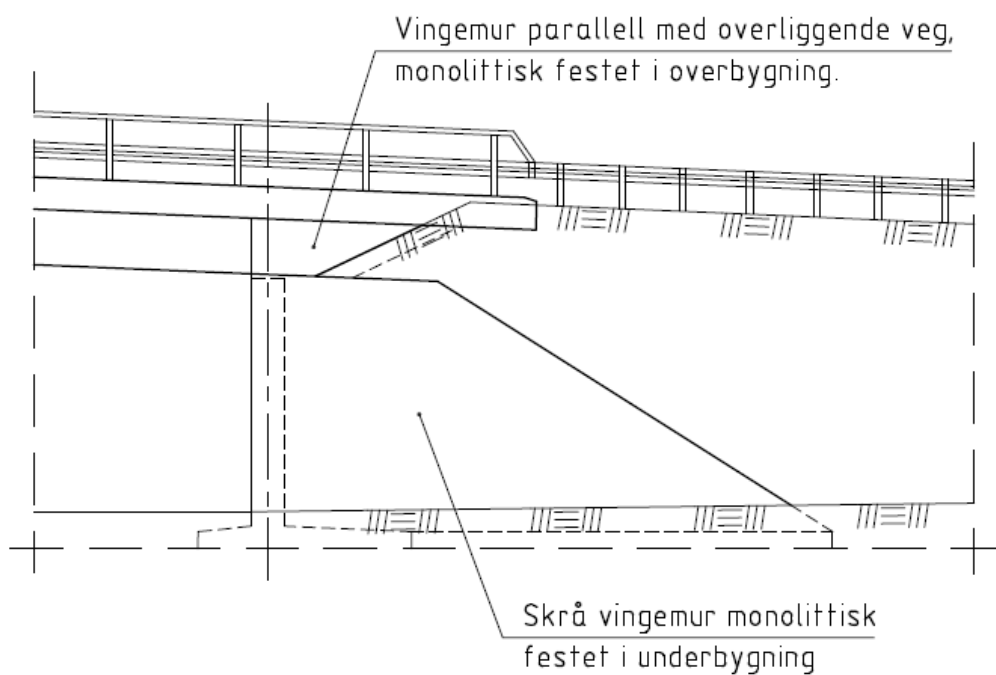
Trebruer vil ikke kunne ha fugefri løsning da betong og tre har for store forskjeller i materialegenskaper. Tre anses ikke som et egnet materiale i endeskjørt og vingemurer da det er uheldig å fylle løsmasser inntil trekonstruksjoner. En løsning for trebruer med begrenset lengde er omtalt i [kapittel 10.7.2](#).

Der det er behov for høye eller lange vingemurer, vil en løsning kunne være at den delen av vingemurene som er nærmest brua er monolittisk forbundet med overbygningen og at delen mot fyllingen er tradisjonell støttemur på eget fundament eller monolittisk forbundet med landkarfundamentet, se [figur 3.3.1—1](#). Mellom de to delene av vingemuren anbefales det å benytte fuge i betong. Delen som er monolittisk forbundet med overbygningen, anbefales utformet uten horisontal fuge og med lengde $\geq 1,0$ meter. Det vil også være en mulighet med skrå vingemurer

monolittisk forbundet med underbygningen og korte parallelle vingemurer monolittisk forbundet med overbygningen, se [figur 3.3.1—2](#).

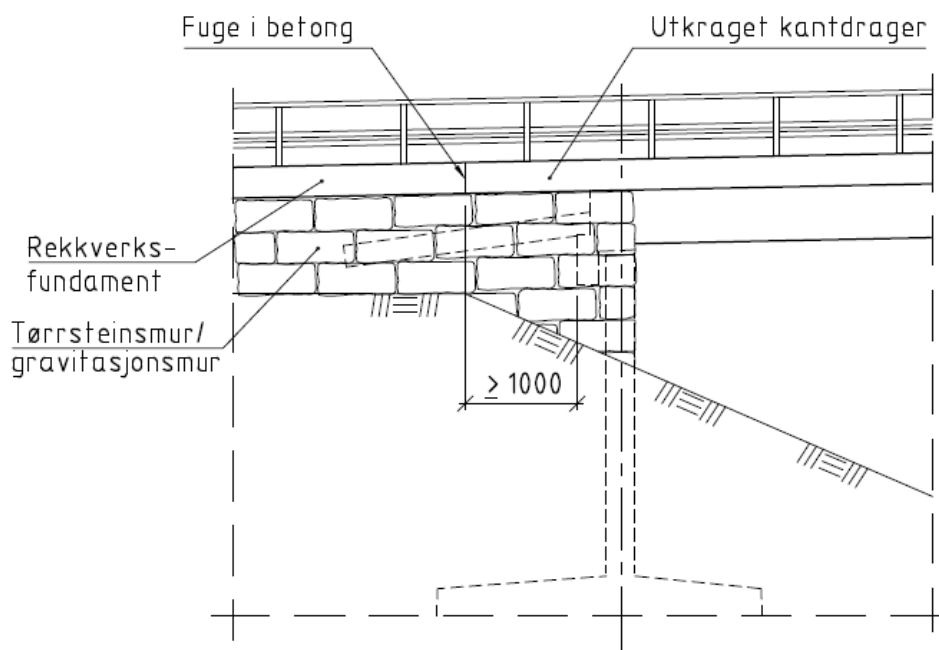


Figur 3.3.1—1 — Fugefri løsning med overgang til støttemur



Figur 3.3.1—2 — Fugefri løsning med todelt vingemur

Der det benyttes tørrmur eller gravitasjonsmur som vingemur, anbefales det at kantdrageren utkrages $\geq 1,0$ meter forbi bakkanten av endeskjørtet og over muren før overgang til eget fundament for rekkverk (murkrone). Løsningen vil da kunne regnes som fugefri, se [figur 3.3.1—3](#).



Figur 3.3.1—3 — Fugefri løsning med tørrmur/gravitasjonsmur

Lette masser bak bruenden vil ikke yte nevneverdig motstand mot bevegelser i brua. I den grad passivt trykk bygges opp, vil det være beskjedent. Bruk av lette masser i en bruende og ikke i den andre frarådes derfor for bruer som er fugefrie i begge ender.

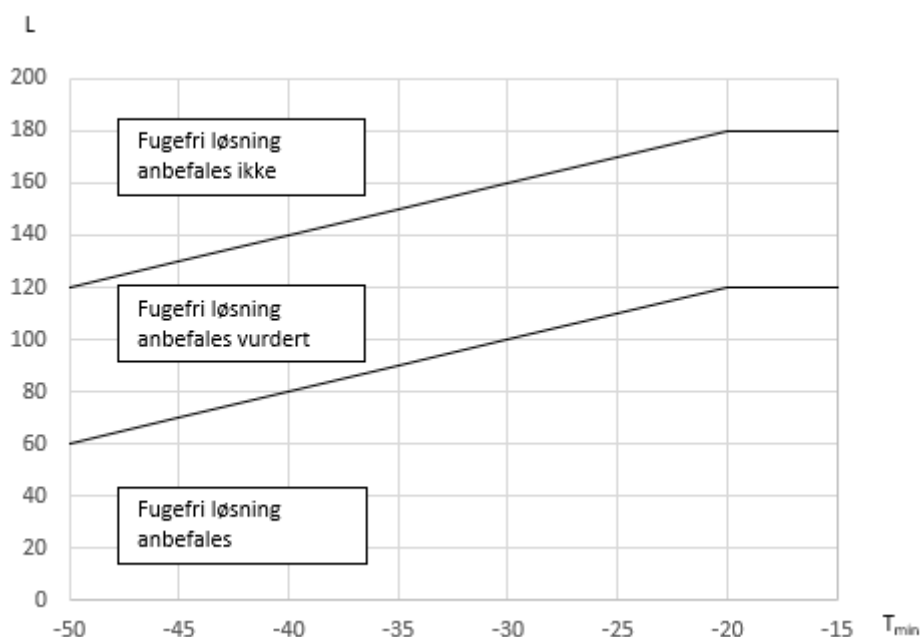
C. Kontroll av forskyvninger

Belegningen (bind- og slitelag) føres kontinuerlig fra brua over på vegfyllingen (bære- og forsterkningslag). Dersom bruendens horisontale forskyvning er stor, vil det være fare for at belegningen sprekker i overgangen og at det blir setninger i vegen inn mot brua. Dette kan medføre at både kjørekomforten og selve vegkroppen påvirkes negativt. Anbefalte største brulengder finnes i [figur 3.3.1—4](#). I [figur 3.3.1—4](#) er

- T_{min} minimumstemperatur med 50 års returperiode, se NS-EN 1991-1-5:2003+NA:2008, figur NA.A2
- Loverbygningens (bruplatas) lengde

Figuren er basert på en forutsetning om betongbrua med forskyvelig fugefri løsning i begge ender og omtrent like store endeskjørt. Forskyvningene av de to endene vil da bli omtrent like store. For bruer med flere spenn og søyler med monolittisk forbindelse eller fastlagre, bidrar som regel søylene i liten grad til fastholding av langsgående horisontal bevegelse, og anbefalingene i [figur 3.3.1—4](#) kan følges. For bruer med endeskjørt med ulik størrelse blir forskyvningene av endene ulike, og L i [figur 3.3.1—4](#) anbefales redusert.

For betongbruer med fastholding i den ene enden og forskyvelig fugefri løsning i motsatt ende, vil fastholdingen som regel være så stiv at den definerer bevegelsesnullpunkt. Hele forskyvningen kommer i bevegelig bruende, og L i [figur 3.3.1—4](#) kan settes lik halve brulengden.



Figur 3.3.1—4 — Lengdebegrensninger for betongbru med forskyvelig fugefri løsning i begge ender

[Figur 3.3.1—4](#) gjelder betongbruer. Ved kontroll av samvirkebruer multipliseres lengdene med 0,7. Ved kontroll av stålbruer anbefales løsningen diskutert i kontroll av konsept, se [kapittel 2.5](#).

For brulengder der fugefri løsning anbefales vurdert, er det også anbefalt å vurdere

- bruas horisontalradius
- skjevhet i bruende
- ÅDT og bruas viktighet (konsekvenser av stenging og vedlikehold av belegning)
- lokale erfaringer

Skader kan planlegges utbedret med jevne mellomrom. Ulempene ved (hyppig) vedlikehold av slitelag veies mot ulempene ved (sjeldnere) vedlikehold av fuge.

Ovenstående gjelder kontroll av forskyvninger av hensyn til belegning og kjørekomfort. Andre kontroller baseres på forskyvninger for aktuelle dimensjonerende lastkombinasjoner. Horisontal forskyvning av bruenden gir passivt trykk fra løsmassene på bruas endeskjørt. Dette jordtrykket inngår i dimensjonerende lastkombinasjoner ved kontroll av endeskjørtet; kapasitet i bruddgrensetilstand og rissvidder i bruksgrensetilstand kombinasjon ofte forekommende. Forskyvninger bestemmes da for bruddgrensetilstand og bruksgrensetilstand kombinasjon ofte forekommende. Eventuelle lagre i endeakser kontrolleres (som regel) for forskyvninger i bruksgrensetilstand kombinasjon karakteristisk. Forskyvninger bestemmes da for denne lastkombinasjonen.

Krav 3.3.1—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Løsninger der hele vingemuren er monolittisk forbundet med landkaret og endeskjørtet er monolittisk forbundet med bruoverbygningen, skal ikke benyttes.

Veiledning til kravet

Utgåtte versjoner av tidligere platebrunormaler viser en slik løsning som ikke lengre er tillatt. I praksis medfører løsningen at lekkasjevann vil kunne komme inn på uønskede steder som for eksempel lageravsatser og i ikke-inspiserbare spalter. Vannet vil også gi skjemmende flater på landkaret under spalten i kantdrageren.

Krav 3.3.1—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Forbindelse mellom over- og underbygning skal utformes monolittisk eller ved bruk av lagre eller ledd.

Krav 3.3.1—4 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

I søyleakser der det vil kunne bli behov for å heve overbygningen, skal det være lagre, se også [kapittel 7.1.5](#).

Krav 3.3.1—5 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Det skal ikke bygges inn strekkfunksjon i lagre. Negative lagerkrefter skal heller ikke opptas med overlager.

Veiledning til kravet

Lagerløft vil kunne unngås ved å øke egenvekten lokalt (ballast), justere lagerplasseringen i aksen eller justere spennvidder. Andre muligheter vil kunne være bruk av ledd, eventuelt kombinert med pendel som også gir forskyvningsmuligheter.

Krav 3.3.1—6 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2024

Det skal ikke benyttes glidelagre eller deformasjonslagre på søyler/skiver som er fundamentert på én enkelt pel eller plan pelegruppe.

Veiledning til kravet

Peler benyttes stort sett der det er dårlige grunnforhold. Det vil da være fare for at pelene ikke har tilstrekkelig sidestøtte fra jord som tar opp lagerfriksjonen, og det vil være fare for permanente deformasjoner blant annet som følge av konsolideringsmekanismer og kryp i grunnen. Det er også fare for at jord inntil pelene vil kunne bli fjernet som følge av blant annet erosjon eller vedlikehold.

Krav 3.3.1—7 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Det skal ikke benyttes mer enn to vertikallagre per akse for bruer med totalbredde ≤ 15 meter, og deretter maksimalt ett vertikallager ekstra for hver 7,50 meter ekstra brubredde.

Veiledning til kravet

Aksen vil kunne suppleres med et tredje lager som kun ivaretar sidestyrings- eller fastholdingsfunksjon.

Bruer med 22,5 meter brubredde vil således kunne ha maksimalt tre vertikallagre per akse, og bruer med brubredde 30,0 meter maksimalt fire.

Krav 3.3.1—8 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

For prefabrikkerte og plastøppte betongbjelkebruer med tre eller flere bjelker per spenn, skal bjelkeender støpes monolittisk sammen med tverrbærer slik at kravet i [krav 3.3.1—7](#) ivaretas. Samme prinsipp gjelder for stålbjelker, plateelementer i betong og bjelke- eller plateelementer i tre.

Veiledning til kravet

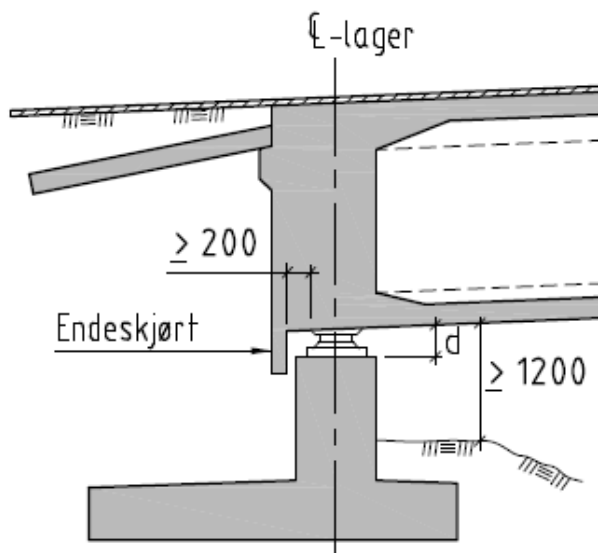
Kravet er satt blant annet av hensyn til jekking for utskifting av lagre. Det kan være utfordrende å jekke bruer som er statisk ubestemt i tverretning, uten å overbelaste konstruksjonen. Det er også observert at noen lagre skyves ut i bruer med mange lagre i samme akse. Dette vil kunne indikere at det ikke er tilstrekkelig vertikallast på hvert enkelt lager selv om beregninger tilsier at det er slik.

3.3.2 Tilkomst til lagre

Krav 3.3.2—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

For fugefrie bruender skal fri avstand over terreng med hensyn til tilkomst til lagre være ≥ 1200 mm, se [figur 3.3.2—1](#). For krav til spalte, d , vises det til [krav 3.3.2—3](#). Avstand mellom endeskjørt og lager skal være ≥ 200 mm.



Figur 3.3.2—1 — Eksempel på tilkomst til lagre fra utsiden

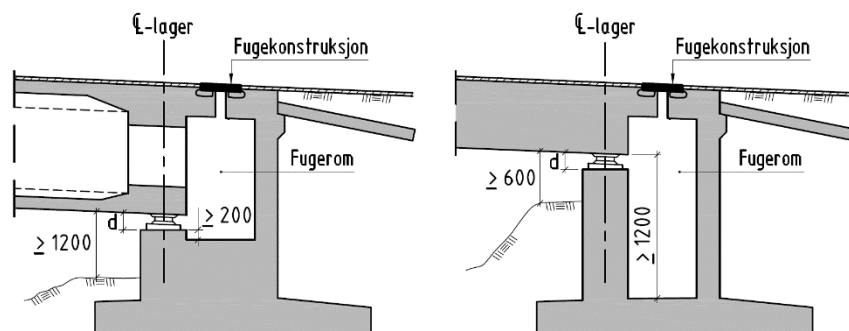
Veiledning til kravet

For fugefrie bruender vil tilkomst til lagrene kun være fra den ene siden.

Krav 3.3.2—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

For bruende med fugekonstruksjon og fugerom skal fri avstand være ≥ 1200 mm målt fra terreng eller bunn i fugerom avhengig av hvilken side tilkomst er forutsatt fra, se [figur 3.3.2—2](#). Hvis det er tilrettelagt for tilkomst fra fugerommet skal fri avstand over terreng være ≥ 600 mm. For krav til spalte, d , vises det til [krav 3.3.2—3](#). Avstand fra bunn i fugerom til overkant lageravsats skal være ≥ 200 mm.



Figur 3.3.2—2 — Eksempel på tilkomst til lager tilrettelagt fra henholdsvis utside og fugerom

Veiledning til kravet

Der høyden er vesentlig større enn minimumskravene, er det krav til gangbaner, se [kapittel 12.8.2](#).

For bruer med fuge og fugerom vil tilkomst til lagre i utgangspunktet kunne være fra utsiden eller fra fugerommet. I [kapittel 12.5.1](#) er det krav om tetting til hinder for blant annet fugler. Dette vil påvirke hvor det er tilkomst.

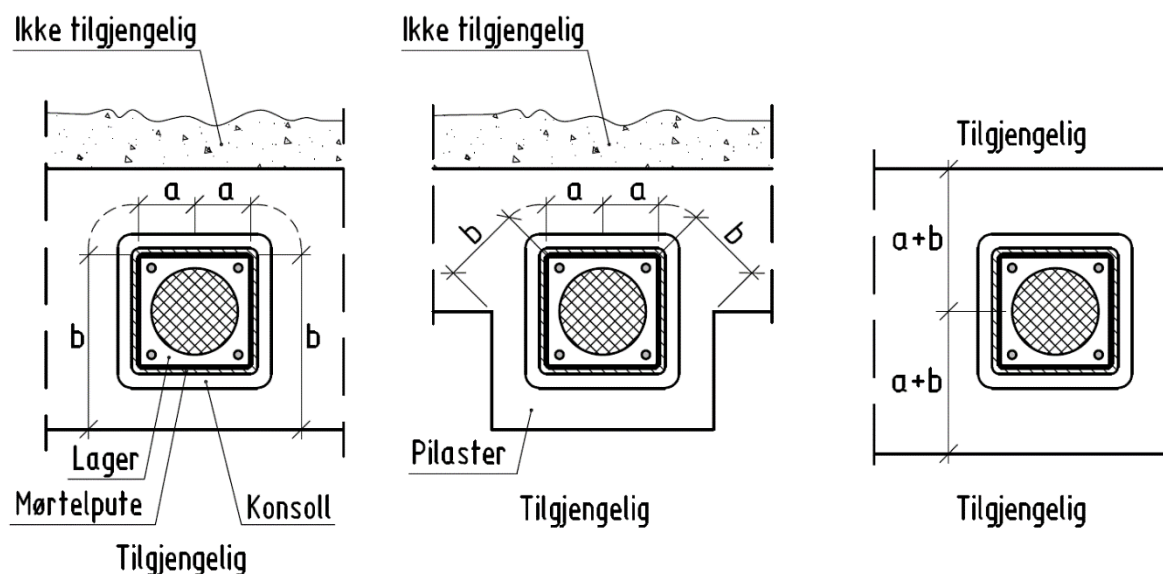
Krav 3.3.2—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

For spalte, d , mellom lageravsats og overbygning skal

- $dvære \geq 200 \text{ mm}$ for $(a + b) \leq 800 \text{ mm}$
- $dvære \geq 400 \text{ mm}$ for $800 \text{ mm} < (a + b) \leq 1600 \text{ mm}$
- $dvære \geq 600 \text{ mm}$ for $(a + b) > 1600 \text{ mm}$

figur 3.3.2—3 viser plan av lageravsatser med tilkomst fra én eller flere sider.



Figur 3.3.2—3 — Plan lageravsatser med tilkomst fra én eller flere sider

Veiledning til kravet

Kravene er et kompromiss mellom hensyn til inspeksjon, drift, vedlikehold og estetikk.

3.4 Bruer med fugekonstruksjon

Krav 3.4—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Fugekonstruksjoner skal plasseres ved landkar, med følgende unntak:

- For hengebruer uten opphengte sidespenn skal fuger plasseres ved tårn. Eventuelle viadukter skal da fastholdes ved landkar. Dersom sidespenn er opphengt, skal avstivningsbærer være kontinuerlig ved tårn.
- Krav til fugeplassering på bevegelige bruer finnes i [kapittel 4.4](#) og flytebruer og rørbruer finnes i [kapittel 4.11](#).

Veiledning til kravet

Plate- og bjelkebruer med lengde $\leq 300 - 500$ meter og som ikke vil kunne være fugefrie i begge ender, anbefales å ha fugefri løsning og fastpunkt i den ene enden og fuge i den andre. For fritt frambyggbruer og enkelte buebruer vil det kunne være nødvendig med fuge i hver ende.

Krav 3.4—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Bruer utformet som bue med kjørebane som strekkbånd skal være uten fuge i kjørebanen ved overgang til eventuelle sidespenn, og skal ikke ha ledd mellom buen og kjørebanen.

Krav 3.4—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

For bruer med lavbrekk skal fugekonstruksjon plasseres ≥ 10 meter fra lavbrekket. Det skal også kontrolleres at fugekonstruksjonen plasseres så langt fra lavbrekket at høydeforskjellen, målt ved kantdrager, blir $\geq 0,20$ meter.

Veiledning til kravet

Lavbrekk på bruer frarådes. På grunn av byggetoleranser vil sluk ofte komme et stykke unna det reelle lavbrekket og vanndammer vil oppstå.

Krav til plassering av sluk er gitt i [kapittel 12.6.3](#).

Krav 3.4—4 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Lokale deformasjonsforskjeller i fugekonstruksjon i kjørebanen, for eksempel mellom overbygning og landkar, skal ikke overstige leverandørens krav og være ≤ 10 mm. For gang- og sykkelanlegg og separate gang- og sykkelbruer skal deformasjonsforskjellene i fugekonstruksjonen være ≤ 7 mm. Eventuelle deformasjoner i lagre skal inkluderes. Kontrollen skal utføres for trafikklast alene, med lastfaktor 0,7.

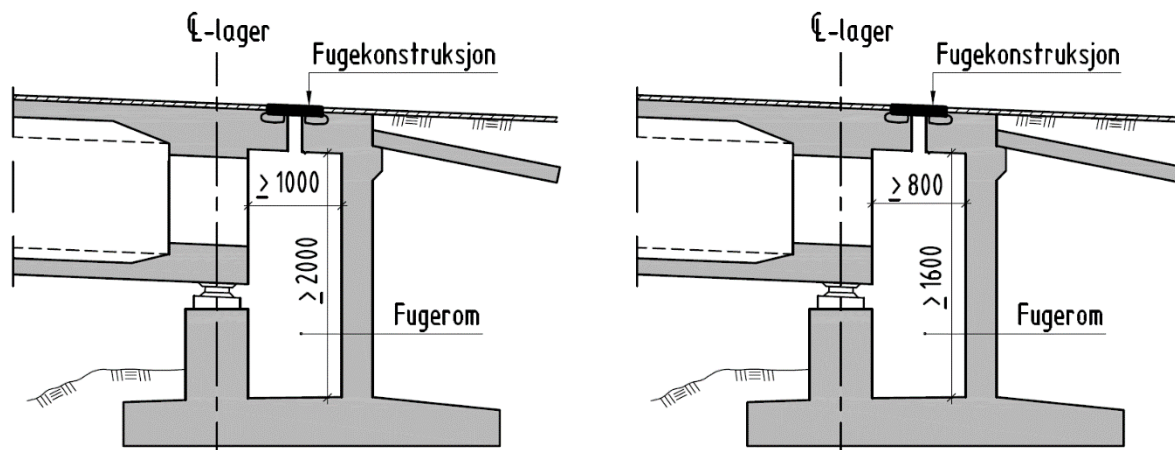
Veiledning til kravet

I enkelte tilfeller vil det kunne være behov for å ta hensyn til pålasting med for eksempel asfalt på brudekket etter at fuga er montert. Dette vil kunne gi vinkelendring i fuga.

Krav 3.4—5 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Underside fugekonstruksjon skal være tilgjengelig i hele fugas lengde. For vegbruer skal fugerommet være $\geq b \times h = 1000 \times 2000$ mm. For separate gang- og sykkelvegbruer skal fugerommet være $\geq b \times h = 800 \times 1600$ mm. Det vises til [figur 3.4—1](#).



Figur 3.4—1 — Fugerom for vegbruer til venstre og separate gang- og sykkelvegbruer til høyre

Veiledning til kravet

For trebruer der belegningen føres kontinuerlig over fuge, er det gitt egne krav i [kapittel 10.7.2](#).

Behov for vegger i fugerommet vurderes i det enkelte tilfellet. Det er ikke krav om avstengt rom.

3.5 Deformasjoner og svingninger

Krav 3.5—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Krav i [kapittel 3.6.2](#) skal være tilfredsstillt gjennom hele konstruksjonens dimensjonerende brukstid.

Veiledning til kravet

Kravet sikrer at det ikke blir deformasjoner under konstruksjonens dimensjonerende brukstid som går ut over konstruksjonens funksjon.

Krav 3.5—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Nedbøyning på grunn av permanente laster, inkludert langtidseffekter, skal kompenseres med overhøyde. Nødvendig overhøyde beregnes i bruksgrensetilstand kombinasjon *tilnærmet permanent*.

Veiledning til kravet

Kombinasjonsfaktoren, ψ_2 , for variable laster vil kunne settes lik 0 for beregning av overhøyde.

Grenseverdi for nedbøyning som skyldes trafikklaster er gitt i NS-EN 1995-2 for trebruer. For betong- og stålbruer er det satt funksjonskrav i NS-EN 1992 og NS-EN 1993. For bruer i andre materialer enn betong, stål og tre, gjøres det separate vurderinger i det enkelte tilfellet. Dersom ikke annet påvises å være riktigere, anbefales det at nedbøyningen begrenses til $\leq L/350$, der L = lengden av det betraktete spenn. Krav til henge- og skråstagbruer er gitt i [kapittel 4.2](#).

Krav 3.5—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Svingningsømfintlige vegbruer skal vurderes med hensyn til slitasje på bevegelige deler og innfestinger.

Krav 3.5—4 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Svingningsømfintlige gang- og sykkelbruer skal vurderes med hensyn til trafikantenes komfort.

Veiledning til kravet

NS-EN 1990:2002/A1:2005+NA:2010, punkt A2.4.3.2 gir anbefalinger om komfortkriterier for fotgjengere.

3.6 Geometrikrav

3.6.1 Fri bredde

For vegbruer er krav til fritt rom gitt i *vegnormal N101 Trafikksikkert sideterreng og vegsikringsutstyr*. Kravet er blant annet avhengig av valgt rekkverk med tilhørende inntrengningsbredde, VI. Kravet for vegbruer gjelder også der det vil kunne bli aktuelt med framtidig endring av funksjon og for bruer med fortau. Det anbefales også å ta hensyn til eventuell framtidig endring av tverrfall.

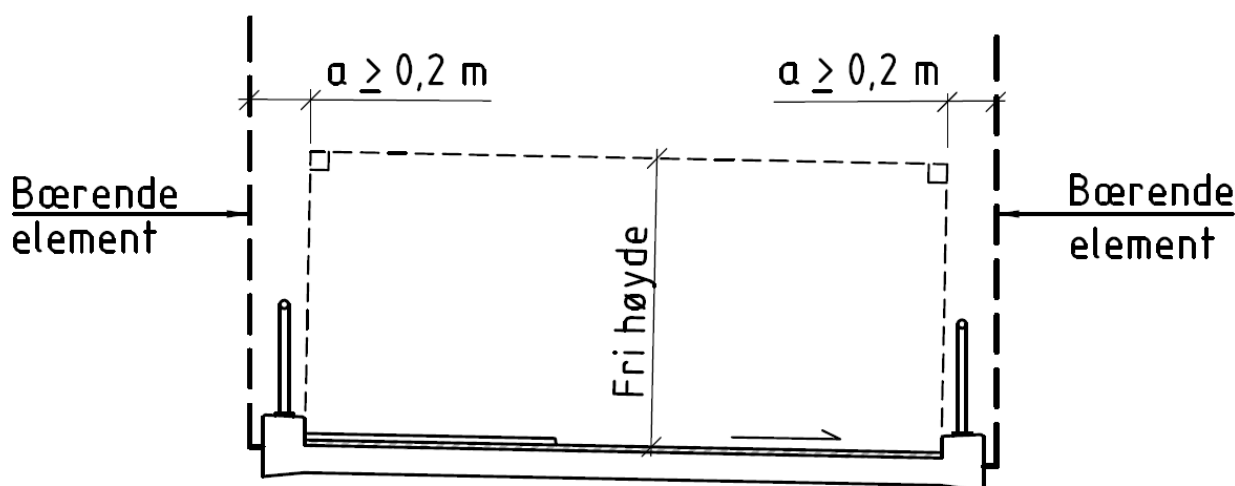
Ulykkeslast mot overliggende bæring er omtalt i [kapittel 5.14.1](#).

Krav til fri bredde er gitt i *vegnormal N100 Veg- og gateutforming*. Krav til fri bredde for skinnegående trafikk er en prosjekteringsforutsetning, se [kapittel 1.2.4](#).

Krav 3.6.1—1 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

For separate gang- og sykkelvegbruer med overliggende bærekonstruksjon skal bredden på det frie rommet mellom rekkverkets føringselement og den overliggende bæringen, være $\geq 0,2$ meter, se [figur 3.6.1—1](#).



Figur 3.6.1—1 — Fri bredde over rekkverk for separat gang- og sykkelvegbru med overliggende bæring

Veiledning til kravet

Kravet vil også kunne legges til grunn for bruer med gang- og sykkelveg adskilt med kjøresterkt rekkverk der gang- og sykkel delen er dimensjonert for gang- og sykkelbelastning.

Fri høyde i [figur 3.6.1—1](#) er i henhold til vegnormal N100 Veg- og gateutforming.

3.6.2 Fri høyde

Krav 3.6.2—1 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

For vassdrag skal det være klaring $\geq 0,5$ meter til overbygningen ved dimensjonerende vannføring med returperiode på 200 år. For buede overbygninger skal det vurderes spesielt hvor stor del av overbygningen kravet skal gjelde for.

Veiledning til kravet

Krav til beregning av dimensjonerende vannføring, $Q_{dim,T}$, er gitt i vegnormal N200 Vegbygging. $Q_{dim,T}$ inkluderer sikkerhetsfaktor for framtidig klimaendring og usikkerhet ved beregningsmetode. Klaring $\geq 0,5$ meter er blant annet for å ta høyde for drivende gjenstander i vassdraget.

Klaring mot buede overbygninger er nødvendig å vurdere spesielt. Dersom det er en robust konstruksjon som for eksempel et rør brukt som kulvert, vil kravet gjelde til topp innvendig rør. Dersom det er snakk om en bue-, fagverks- eller sprengverksbru med lav lastkapasitet i tverretning, vil det være nødvendig at hele konstruksjonen har klaring $\geq 0,5$ meter.

Krav 3.6.2—2 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Minste vertikale klaring over sjø skal være den største av høyeste astronomiske tidevann (HAT) + 2,5 meter og middelvann (MV) + 3,5 meter. Kravet gjelder ikke for ferjekaier.

Veiledning til kravet

Av hensyn til bestandighet, anbefales det større fri høyde uavhengig av valgt materiale. Konstruksjoner lavt over sjøvann har ofte flere skader enn konstruksjoner som ligger høyere.

Minstekravet er satt blant annet med tanke på sikkerhet for fritidsbåter.

Kystverket gir krav til utforming og standard for ulike typer farled, se [kapittel 12.7.6](#).

For ferjekaier er høyden i stor grad styrt av brukskrav, primært ferjenes høyde og høyde for nødvendig fenderverk.

Krav 3.6.2—3 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Vertikal klaring og bredde i seilløp skal tilfredsstille de krav som fastsettes av Kystverket for hvert enkelt prosjekt.

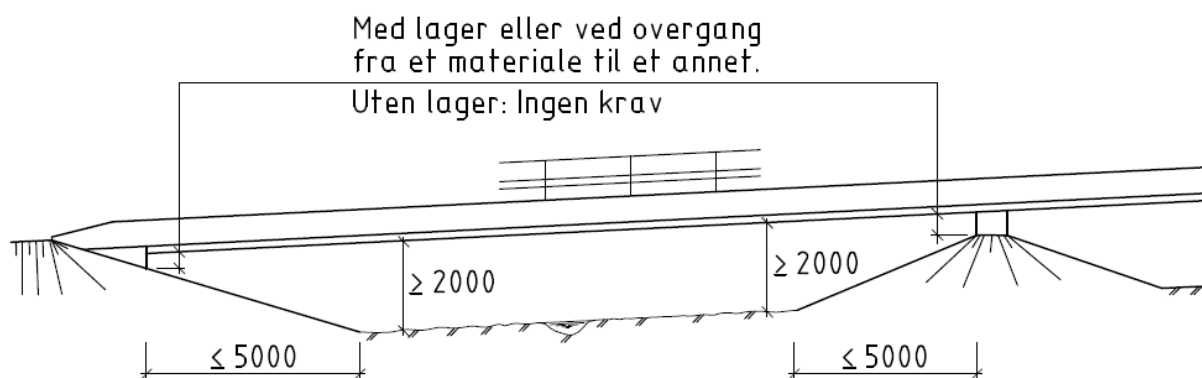
Veiledning til kravet

Seilløpet kan være pålagt møterestriksjoner, krav til varslings- og navigasjonssystemer eller lignende.

Krav 3.6.2—4 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Fri avstand fra terreng til underkant bru skal være $\geq 2,0$ meter. For krav til fri avstand ved landkar eller søyle med lager eller ved overgang fra et materiale til et annet, skal avstanden være i henhold til [kapittel 3.3.2](#), se [figur 3.6.2—1](#).



Figur 3.6.2—1 — Fri høyde målt vertikalt fra terrengnivå til underkant bru

Veiledning til kravet

Krav til fri høyde for bruer og andre bærende konstruksjoner over veg, samt bruer med overliggende bæresystem, er gitt i vegnormal N100 Veg- og gateutforming. Krav til fri høyde i tunnelportaler er gitt i vegnormal N500 Vegtunneler. Krav til fri høyde gjelder også for fortau og gang- og sykkelanlegg.

Krav til fri høyde for skinnegående trafikk er en prosjekteringsforutsetning, se [kapittel 1.2.4](#).

3.6.3 Tilkost rundt søyler og mellom søyler og vegg

Krav 3.6.3—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Avstand mellom søyler/veggsøyler i samme akse skal være ≥ 1000 mm, se [figur 3.6.3—1](#).

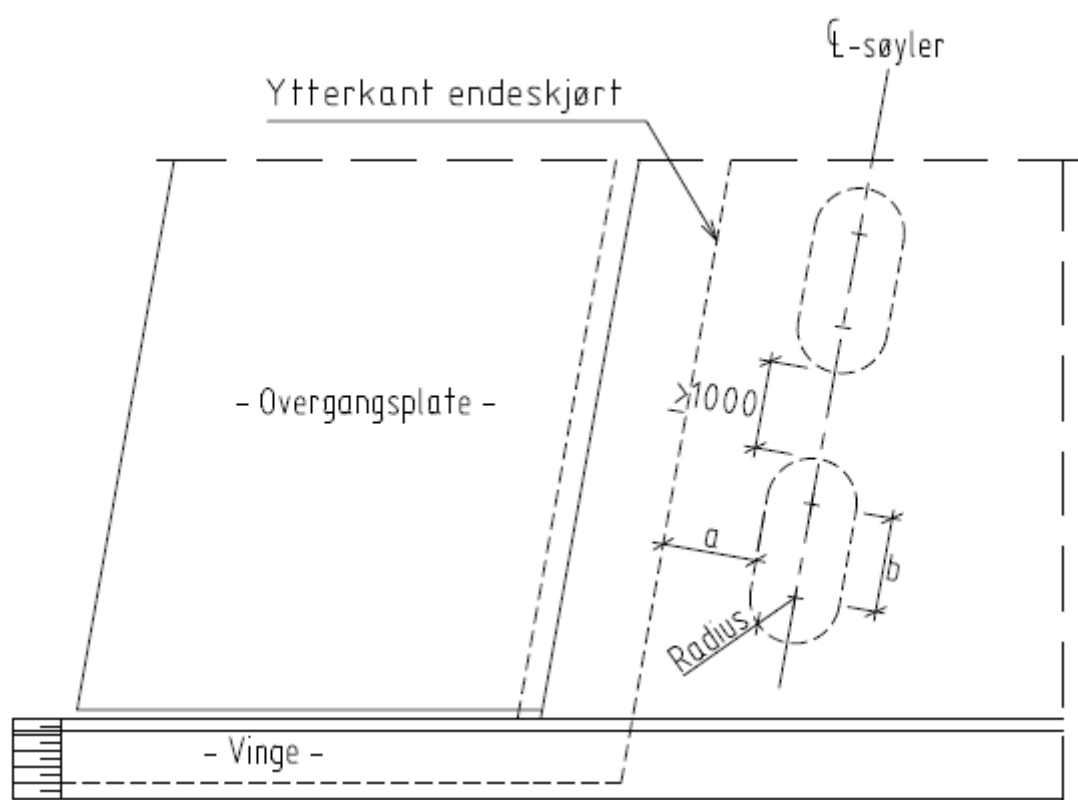
Krav 3.6.3—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Avstand, a , mellom søyler/veggsøyler og ytterkant endeskjørt skal være

- $\geq 600 \text{ mm} + b/2$ for $b \leq 1200 \text{ mm}$
- $\geq 1200 \text{ mm}$ for $b > 1200 \text{ mm}$

Målb bestemmes for den søylen som gir størst verdi. Det vises til [figur 3.6.3—1](#)



Figur 3.6.3—1 — Tilkost rundt søyler og avlangt søyletverrsnitt

3.7 Geometrikrav til hulrom

3.7.1 Hulrom i tverrsnitt tilgjengelig for inspeksjon

Krav 3.7.1—1 **SKAL**

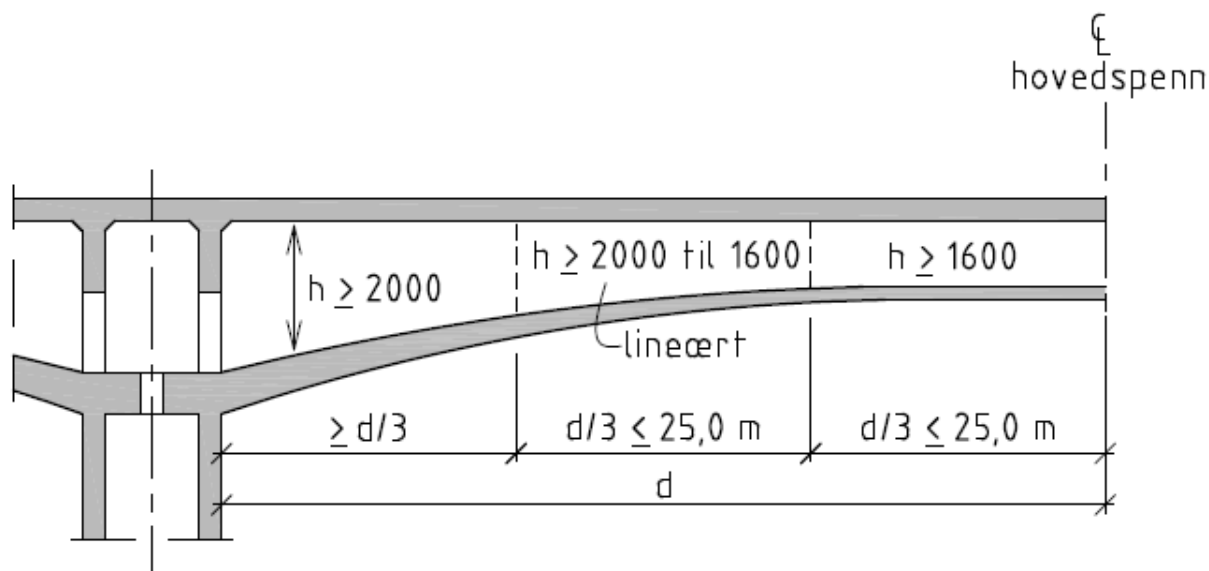
Gjeldende fra 01.01.2022

Kassebruer med konstant kassehøyde skal ha en fri avstand $h \geq 2000$ mm mellom overkant kassebunn og underkant bruplate. Fri bredde skal være ≥ 1000 mm.

Veiledning til kravet

Det skilles mellom hvorvidt hulrom er tiltenkt å kunne inspiseres fra innsiden eller ikke. For kassetverrsnitt i stål som er prosjektert lufttett, se [kapittel 9.4.2](#).

Kassebruer med variabel kassehøyde skal ha fri avstand $h \geq 1600$ mm mellom overkant kassebunn og underkant bruplate, begrenset til den minste av lengdene $d/3$ eller 25,0 meter, se [figur 3.7.1—1](#). For det midtre område av lengden, d , varierer høydekravet lineært fra 1600 til 2000 mm. For det gjenværende området skal $h \geq 2000$ mm. Krav til minimum fri bredde er som angitt i [krav 3.7.1—1](#).



Figur 3.7.1—1 — Fri vertikal avstand for kassebruer med variabel høyde

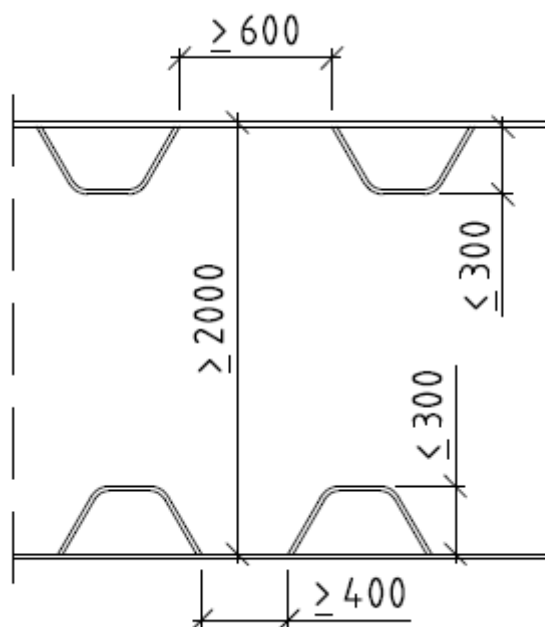
Veiledning til kravet

Det anbefales også å vurdere om krav i henhold til byggherreforskriften [\[12\]](#) ivaretas. Det er for eksempel utfordrende å forskale og rive forskaling eller understøttelser der høyden er 1,6 meter.

Krav 3.7.1—3 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Hvis bunnplate og topplate i stålkasser er avstivet med trapesstivere eller lignende med minsteavstander som vist i [figur 3.7.1—2](#), skal minsteavstanden regnes fra overkant bunnplate mellom stiverne til underkant topplate mellom stiverne.

**Figur 3.7.1—2 — Kassetverrsnitt i stål, utsnitt****Krav 3.7.1—4 SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

For rigler og buer med hult tverrsnitt gjelder geometrikrav som angitt i [krav 3.7.1—1](#) og [krav 3.7.1—2](#).

Krav 3.7.1—5 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Fritt hulrom i søyler og tårn skal være $\geq 1200 \times 1200$ mm. Sirkulære hulrom skal ha diameter ≥ 1400 mm.

3.7.2 Dører, luker og mannhull i tverrsnitt tilgjengelig for inspeksjon**Krav 3.7.2—1 SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Luker skal ikke plasseres i kjørebane, midtdeler, skulder eller gang- og sykkelareal.

Veiledning til kravet

Erfaring tilsier at dette gir både vannlekkasje, dårlig kjørekomfort og lang stengetid ved inspeksjon og vedlikehold.

Krav 3.7.2—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Bruer med kassetverrsnitt skal ha tilkomst i begge bruender. Bruender med fugekonstruksjon skal ha tilkomst gjennom åpning i endetverrbærer.

Veiledning til kravet

Det skilles mellom hvorvidt hulrom er tiltenkt å kunne inspiseres fra innsiden eller ikke. For kassetverrsnitt i stål som er prosjektert lufttett, se [kapittel 9.4.2](#).

I fugefrie bruender vil tilkomsten kunne skje gjennom luke i bunnplata.

Der høyden er vesentlig større enn minimumskravene, er det krav til gangbaner, se [kapittel 12.8.2](#).

Krav 3.7.2—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Hule tårn eller buer skal ha minimum én mulighet for tilkomst og én for evakuering.

Veiledning til kravet

Evakueringsmuligheten vil kunne være tårntoppen.

Det anbefales å vurdere tilkomstmulighet i nivå med kjørebanelen der deler av konstruksjonen er over kjørebanelnivå. Tilkomst fra terrengnivå anbefales også vurdert. Av hensyn til inspeksjon er det viktig at inspektørene slipper å bære tungt utstyr unødvendig langt og at de har tilkomst med bil til punktet der det er tilkomst til tårn eller bue. På motorveger er det ikke gitt at tilkomst til tårn fra kjørebanelen er riktig, men på mindre trafikkerte veger anbefales tilkomst til tårn fra kjørebanelen.

Krav 3.7.2—4 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Innvendige rom skal prosjekteres med mannhull.

Krav 3.7.2—5 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

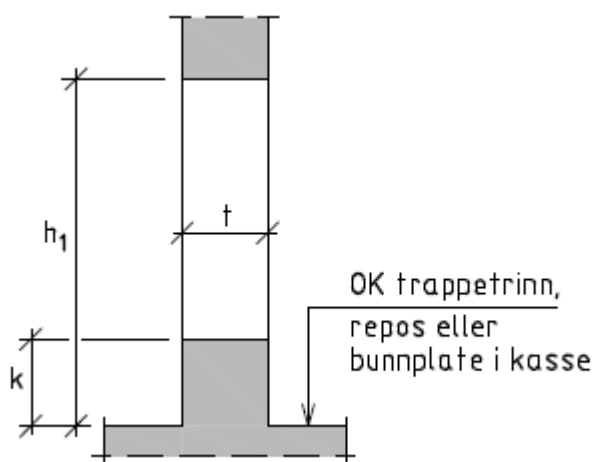
Høyde, h_1 , fra overkant bunnplate, oppbygd trappetrinn eller repos til overkant åpning i vertikal flate skal være som angitt i [tabell 3.7.2—1](#) og på [figur 3.7.2—1](#). Kravet avhenger av konstruksjonsdelens tykkelse, t .

Tabell 3.7.2—1 — Høydekrav for dører og mannhull i vertikale flater. Mål er i mm.

t	< 1000	1000 < 2000	2000 < 4000	≥ 4000
h_1	≥ 1400	≥ 1600	≥ 1800	≥ 2000

Terskelhøyde, k , målt fra overkant bunnplate, trappetrinn eller repos skal være

- ≤ 400 mm for veggtykkelse $t \leq 200$ mm
- ≤ 200 mm for veggtykkelse $t > 200$ mm



Figur 3.7.2—1 — Typiske mål for dører og mannhull i vertikale flater.

Veiledning til kravet

Kravet er et kompromiss mellom konstruktive hensyn og hensynet til helse, miljø og sikkerhet (HMS) for personell som bygger, inspiserer og vedlikeholder.

Krav 3.7.2—6 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Dører skal ha åpning med bredde ≥ 800 mm. Mannhull i vertikale flater skal ha fri bredde ≥ 800 mm.

Krav 3.7.2—7 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

For tverrskott, tverrbærere osv. oppbygd som fagverk skal mann hullets minstekontur kunne passere gjennom fagverket uten konflikt.

Veiledning til kravet

Dette innebærer at det er nødvendig med frie åpninger i fagverket der det ville vært åpninger i en tilsvarende konstruksjon som ikke er fagverk.

Krav 3.7.2—8 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Luker og mannhull i horisontale flater skal ha fri åpning ≥ 800 × 800 mm, eventuelt ≥ ø 900 mm.

3.8 Utforming av detaljer

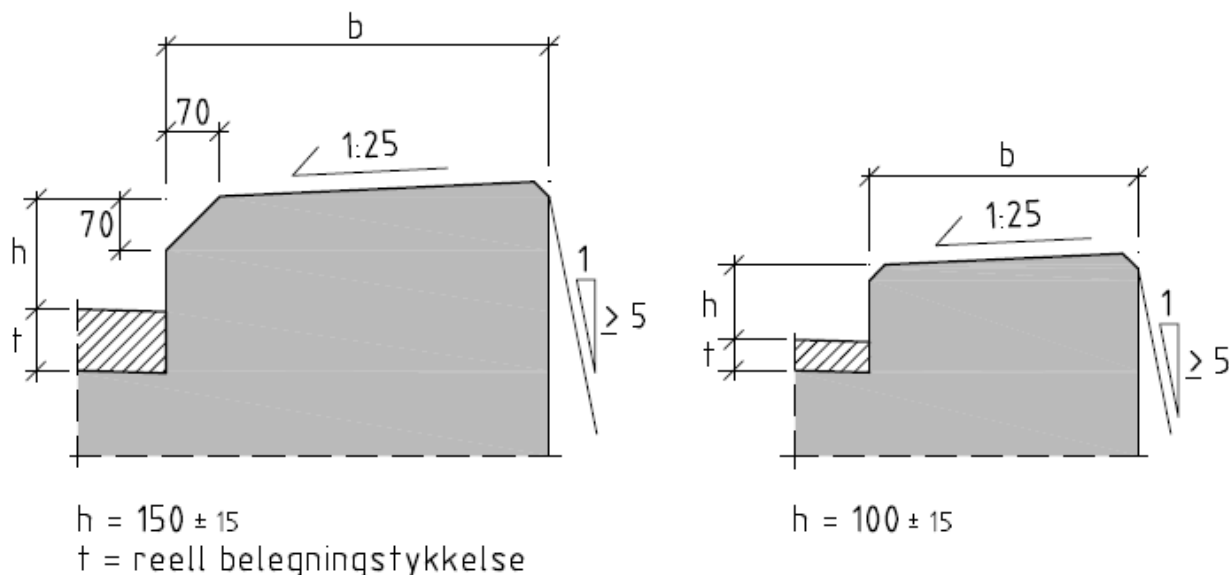
3.8.1 Kantdrager

Krav 3.8.1—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

For bruer med kantdrager gjelder følgende:

- Kantdragerens bredde, b , skal tilpasses valgt rekkverk.
- Kantdragerens høyde, h , over overkant belegning skal være som angitt på [figur 3.8.1—1](#). Reell belegningstykkelse, t , legges til grunn.
- Kantdragerens overside skal ha fall på 1:25 inn mot kjørebane, se [figur 3.8.1—1](#).
- Hjørnet mot kjørebane skal avfases som angitt på [figur 3.8.1—1](#).
- Kantdragerens ytterside skal ikke være slakere enn 5:1, se [figur 3.8.1—1](#).



Figur 3.8.1—1 — Geometrikrav til kantdrager på vegbruer til venstre og separate gang- og sykkelvegbruer til høyre

Veiledning til kravet

Dette innebærer at endelig bredde på kantdrageren ikke vil kunne bestemmes før rekkverksprodukt er valgt. Før rekkverksprodukt er valgt, anbefales det å velge en bredde som passer til flest mulig rekkverk uten for store endringer.

Med reell belegningstykkelse menes det tykkelsen som virkelig legges på brua. Dimensjonerende belegningsvekt som angitt i [kapittel 5.2.2](#), er normalt større enn prosjektert belegningstykkelse angitt i [kapittel 12.2.1](#) for å kunne justere reell belegningstykkelse, for eksempel med et avrettingslag. For betongdekker vil det for eksempel være nødvendig å bestemme høyden på kantdrageren etter at brudekket er støpt. Toleransene for brudekker er ofte mer liberale enn for kantdragere.

Helning "innover" på kantdragerens utside er innenfor kravet.

Der kantdrager forlenges forbi bruender og ligger som krone på vingemurer anbefales horisontal avstand (i bruas tverretning) mellom dryppnese og veggflate ≥ 150 mm.

± 15 mm er tillatt avvik ved utførelse.

Krav 3.8.1—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

For kantdragere i stål skal over- og innerside være i rustfri kvalitet i henhold til [kapittel 9.1.1](#).

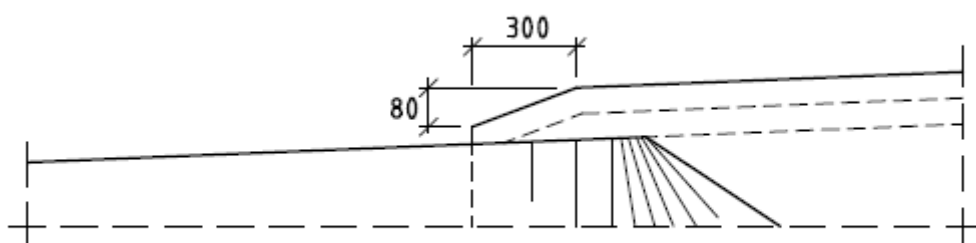
Veiledning til kravet

Kantdragere i stål frarådes. Det er satt krav om rustfritt stål fordi brøyteutstyr ellers vil kunne skade overflatebehandlingen. Ved bruk av rustfritt stål vil det måtte påregnes overflaterust som følge av brøyteutstyr.

Krav 3.8.1—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Overkant kantdrager for vegbruer skal avfases 80 mm over en lengde på 300 mm mot enden, se [figur 3.8.1—2](#).



Figur 3.8.1—2 — Endeavslutning kantdrager for vegbruer

3.8.2 Landkarvinger

Krav 3.8.2—1 **SKAL**

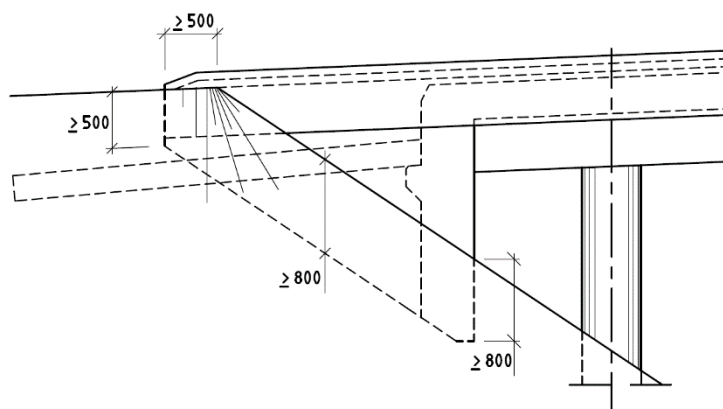
Gjeldende fra 01.01.2022

For landkarvinger orientert parallelt med kjøreretningen, skal vingeavslutningen føres ≥ 500 mm inn i den horisontale delen av fyllingskjeglen. Vingedybden ved avslutningen skal være ≥ 500 mm målt fra overkant slitelag, se [figur 3.8.2—1](#).

Krav 3.8.2—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Endeskjørt på fugefrie bruer og tilsvarende konstruksjonsdel på skivelandkar skal på luftsiden ha dybde ≥ 800 mm under fyllingsnivå. Kravet gjelder også vingene generelt, se [figur 3.8.2—1](#).



Figur 3.8.2—1 — Landkarvinger parallelt med kjøreretning

Veiledning til kravet

Kravet til endeskjørt er ment for tilfeller der det ikke er kontinuerlig vegg, for å sikre at løsmasser holdes på plass på jordsiden av endeskjørtet.

Mer informasjon finnes i Statens vegvesen rapport 548 Optimal lengde på fugefrie bruer.

3.8.3 Overgangsplater

Krav 3.8.3—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2025

For bruer med landkar samt løsmassetunneler, kulverter osv. med tilnærmet firkantverrsnitt og trafikk på taket gjelder følgende:

- Når fyllingshøyden, f , inntil bruenden er $> 3,0$ meter skal det brukes overgangsplate, se [figur 3.8.3—1](#). For planlagt fartsgrense > 50 km/t skal overgangsplaten ha en lengde $\geq 4,0$ meter målt vinkelrett på oppleggsaksen. For planlagt fartsgrense ≤ 50 km/t, samt gang- og sykkelanlegg, skal lengden være $\geq 3,0$ meter.
- Overgangsplate skal ha opplegg på konsoll.
- Det kreves ikke overgangsplate når overfyllingshøyden, d , fra overkant konstruksjon til underkant slitelag er $> 2,5$ meter ved planlagt fartsgrense > 50 km/t og $> 1,5$ meter ved planlagt fartsgrense ≤ 50 km/t, se [figur 3.8.3—2](#).

Krav 3.8.3—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

I fugefrie bruender og der fyllingen inntil konstruksjonen er bygd opp av lette masser (ekspandert polystyren, lettklinker osv.), skal det benyttes overgangsplate uavhengig av fyllingshøyden.

Krav 3.8.3—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Løsmassetunneler, kulverter og tunnelportaler med trafikk inne i løpet og med hel bunnplate skal ha overgangsplate i bunnplatens ender i henhold til reglene i [krav 3.8.3—1](#). Høydekravene gjelder fra berg eller setningsfri, fast grunn, se [figur 3.8.3—1](#) og [figur 3.8.3—2](#).

Krav 3.8.3—4 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Ved fuktisolering direkte på konstruksjonen, skal høyden, h , fra overkant overgangsplate til overkant konstruksjon i platens oppleggsakse være $0,2 \text{ meter} \leq h \leq 1,0 \text{ meter}$. Dersom trekkerør for kabler plasseres oppå overgangsplate, gjelder høydekravet $h \geq 0,2 \text{ meter}$ fra overkant trekkerør eller overkant trekkerørbeskyttelse.

Veiledning til kravet

For konstruksjoner i fylling med overfyllingshøyde $d \geq 0,2 \text{ meter}$, vil overkant overgangsplate kunne ligge i samme nivå som overkant konstruksjon i platens oppleggsakse.

Det kreves ikke overgangsplate for konstruksjoner med sirkulært tverrsnitt.

Trekkerørbeskyttelse vil for eksempel kunne være omstøping av trekkerørene med betong.

Krav 3.8.3—5 **SKAL**

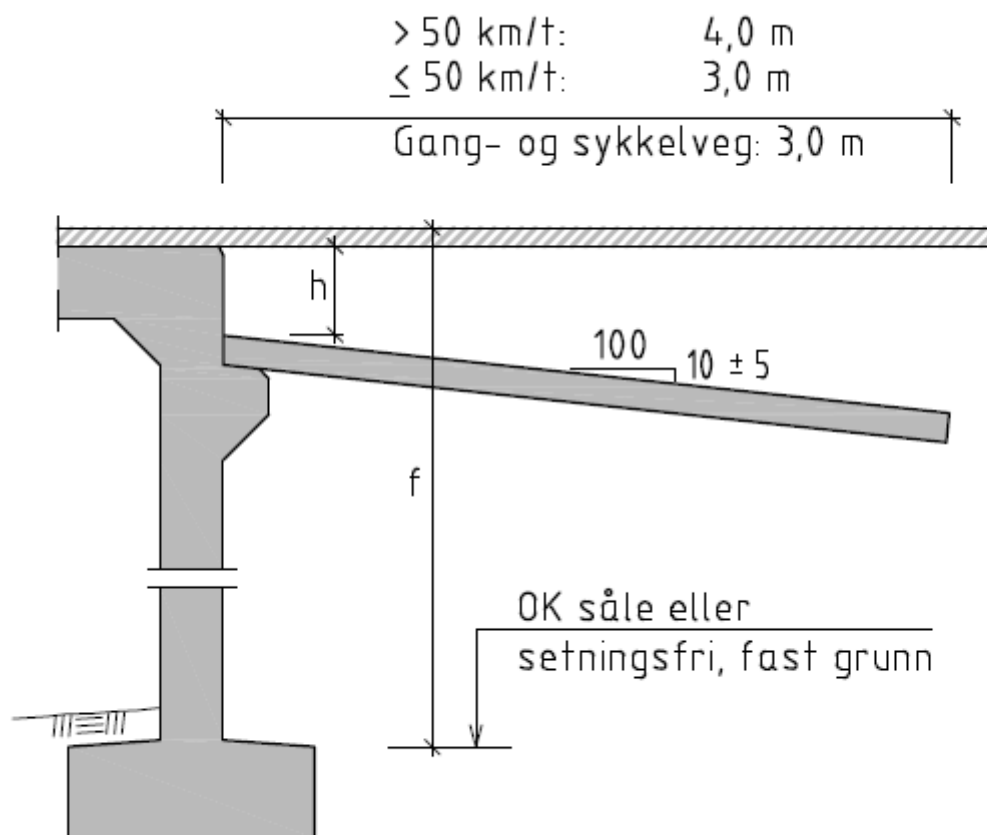
Gjeldende fra 01.01.2022

Overgangsplatens utstrekning i vegens tverretning skal være slik at den dekker under skuldrene uten å komme i konflikt med rekkverksstolper, lysmastfundament osv.

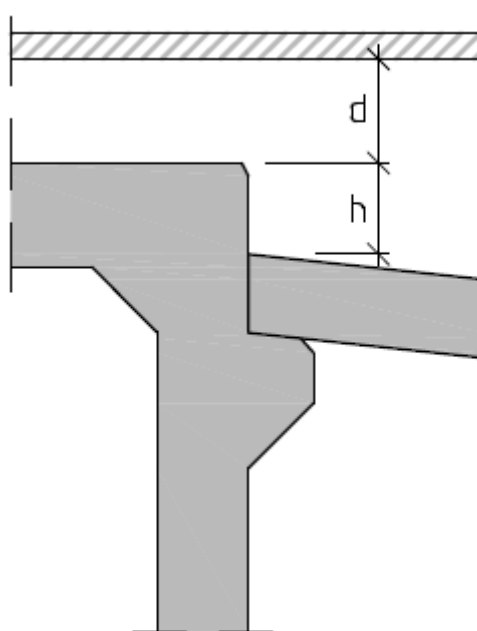
Veiledning til kravet

For å unngå konflikt vil det kunne være hensiktsmessig å benytte to separate overgangsplater ved bruk av midtdeler eller innerrekkverk.

Overkant overgangsplate skal ha fall på $(10 \pm 5):100$ fra opplegget, se [figur 3.8.3—1](#).



Figur 3.8.3—1 — Overgangsplate for konstruksjon uten overfyllingsmasser med belegning direkte på takplate



Figur 3.8.3—2 — Overgangsplate for konstruksjon med overfyllingsmasser

Veiledning til kravet

Anbefalt løsning for utforming av overgangsplate er vist på brudetalj [\[10\]](#).

Krav til dimensjonering av overgangsplater er gitt i [kapittel 8.8.6](#).

3.8.4 Pilarer utsatt for islaster

Krav 3.8.4—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2024

Robuste løsninger skal velges for pilarer utsatt for islaster. Slanke løsninger tillates der islastene er beskjedne eller der andre forhold begrunner valget. Dynamisk respons skal da vurderes.

Veiledning til kravet

Begrepet pilar brukes her om søyle + fundament.

Robuste løsninger er typisk skivepilarer eller søyler på fundamenter/pelehoder med strømlinjeformet utforming og plassering som minimerer islaster. Skrå og spiss pilarfront, som bidrar til at isen løftes opp og brekker, anbefales.

Slanke løsninger er typisk frittstående peler til overbygningen eller pelehoder med liten stivhet (og styrke) for islaster. Søyler som er slanke og fleksible med hensyn til islaster, anbefales ikke.

Valg av pilarer vurderes i lys av islastenes størrelse, bruas størrelse, vegens viktighet og skaderisiko på grunn av islaster. Eventuelt planlagt erosjonssikring inngår i vurderingene. Se også [kapittel 5.10 Islaster](#).

4 Krav til spesielle brutyper

4.1 Fritt frambyggbruer

Avsnittet gir tilleggskrav for brukonstruksjoner utført som fritt frambyggbruer (FFB-bruer).
Tilleggskravene gjelder brukonstruksjonens byggetilstand.

4.1.1 Laster

Krav 4.1.1—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Usymmetrisk egenlast ved tosidig utbygging fra hovedsøyle skal bestemmes i overenstemmelse med forutsatt støperekkefølge.

Krav 4.1.1—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Der det ved énsidig utbygging fra motvektslandkar benyttes ballast skal vekten av eventuelle ballastmaterialer regnes som egenlast. Egenvekten av ballastmaterialet skal antas lik en konservativt anslått middelvei.

Krav 4.1.1—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Forskalingsvogn (FFB-vogn) skal regnes som en nyttelast. Materialer og utstyr som lagres på overbygningen skal medregnes som nyttelast.

Krav 4.1.1—4 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Det skal regnes med ulykkeslast forårsaket av at en forskalingsvogn faller ned fra kragarmen. Dynamisk effekt ved bortfall av vogn skal ivaretas.

Veiledning til kravet

Dynamisk effekt kan ivaretas ved at kragarmen påføres en oppadrettet last lik 50 % av vognvekten.

4.1.2 Dimensjonerende lastkombinasjoner for stabilitetskontroll

Krav 4.1.2—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Ved stabilitetskontroll etter *NS-EN 1990:2002-A1:2005+NA:2016*, tabell NA.A2.4 (A), skal MERKNAD 1 forstås slik at $\gamma_{G,sup}$ for egenlast velges for den ene kragarmen og $\gamma_{G,inf}$ velges for den andre.

Krav 4.1.2—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Før eventuelle hjelpesøyler etableres skal søylas og fundamentets kapasitet også kontrolleres for lastkombinasjoner i *NS-EN 1990:2002/A1:2005+NA:2016*, tabell NA.A2.4 (A), se MERKNAD 2.

4.1.3 Dimensjonerende lastkombinasjoner i bruksgrensetilstand

Krav 4.1.3—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Følgende kombinasjonsfaktorer gjelder for Laster i byggetilstand, Q_c , i henhold til *NS-EN 1990:2002/A1:2005+NA:2016*, tabell NA.A2.1:

- $\psi_1 = 1,0$
- $\psi_{1, \text{infq}} = 1,0$

Veiledning til kravet

Faktorene er aktuelle for bruksgrensetilstanden kombinasjon sjeldent forekommende, for eksempel ved eksentrisitetskontroll av fundamentlaster, og for kombinasjon ofte forekommende, for eksempel ved kontroll betongspenninger. Se også NS-EN 1991-1-6:2005 + NA:2008, punkt 3.3 (5).

4.1.4 Overhøyder

Krav 4.1.4—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Overhøydeberegningene skal baseres på målt E-modul for betongen, og overhøyde skal angis for hver seksjon.

4.1.5 Kontroll av grensebetingelser

Krav 4.1.5—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Ved énsidig utbygging fra motvektslandkar skal virkninger av mulige endringer i det statiske system vurderes.

Veiledning til kravet

Eksempler kan være lagerløft eller store forskyvninger.

4.1.6 Kontroll av strekkspenninger

Krav 4.1.6—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Strekkspenninger i overbygning og søyle skal ikke overstige betongens dimensjonerende strekkfasthet. Kontrollen utføres i bruksgrensetilstand kombinasjon ofte forekommende, og med egenlaster på grunn av usymmetrisk utstøping i overensstemmelse med [kapittel 4.1.1](#).

Veiledning til kravet

Spenningsene kan beregnes for urisett tverrsnitt (elastisk material).

4.1.7 Kapasitetskontroller

Krav 4.1.7—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Kapasitetskontroller skal baseres på betongens dimensjonerende fasthet på det tidspunkt lastene påføres konstruksjonen. Strekketøyningene i armeringen skal ikke overskride flytetøyningen, $\epsilon_{sy} = f_{yk}/E_s$. Kravet gjelder ikke for eventuelle dynamiske virkninger av ulykkeslast.

4.1.8 Forutsetninger for utførelse av FFB-etapper

Krav 4.1.8—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Tosidig utbygging fra hovedsøyle forutsettes utført mest mulig symmetrisk. Usymmetriske operasjoner eller faser skal planlegges slik at momentet i hovedsøyla har skiftende retning og slik at kryptøyninger i søyla på grunn av usymmetriske laster blir mest mulig symmetriske.

Veiledning til kravet

Dette betyr for eksempel at FFB-vogner står med ulik avstand fra søyleakse (ulik eksentrisitet) bare i korte perioder og at utførelse av en etappe (framskyvning av vogn, armeringsarbeider osv.) starter på alternerende kragarm.

4.1.9 Reservekanal

Krav 4.1.9—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Det skal legges inn minimum to reserve kabelkanaler for spennarmering i bruplata. Kabelkanalene skal føres fram til siste fri ende med kabeloppspenning, og de skal injiseres selv om de ikke benyttes.

4.1.10 Sammenkobling

Krav 4.1.10—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Det skal kontrolleres at både brua og vogna har tilstrekkelig kapasitet til å tåle tvangskrefter som kan oppstå ved sammenkoblingen.

Veiledning til kravet

Kragarmenes høyde ved sammenkobling vil kunne avvike fra teoretisk plassering.

4.2 Hengebruer og skråstagbruer

I dette avsnittet gis tilleggskrav for prosjektering av hengebruer, skråstagbruer og tilsvarende konstruksjoner. Krav vedrørende prosjektering av kabler og kabelsystemer er gitt i [kapittel 4.3](#).

Dimensjonerende verdier for laster på hengebruer med spennvidde > 500 meter kan fastlegges i henhold til NS-EN 1990:2002/A1:2005+NA:2016, tabell NA.A2.4 (B), MERKNAD 4. I ligning 6.10 a) kan da γ_G deles opp i $\gamma_G = 1,15$ som ivaretar usikkerheten i egenlasten og $\gamma_{Sd} = 1,05$ som ivaretar usikkerheten i beregningsmodellen.

4.2.1 Generelle konstruksjonskrav

Krav 4.2.1—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

For hengebruer med fritt opplagte bruspenn skal rotasjonsvinkel ved opplegg være $\alpha \leq 1/30$ for bruksgrensetilstand kombinasjon *karakteristisk*.

Veiledning til kravet

Nedbøyningskrav for hengebruer med kontinuerlig avstivningsbærer gjennom tårnakser vurderes i hvert enkelt tilfelle.

Krav 4.2.1—2 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

For hengestenger med fast lengde skal det tas med et påslag i hengestangkraften for å ivareta lengdeavvik og unøyaktigheter ved plassering av øvre hengestangsfeste. Påslaget kan bestemmes ved nøyaktige beregninger der det tas hensyn til de toleransene som spesifiseres.

Veiledning til kravet

Dersom toleranser angitt i retningslinje R410 Kabler til henge-, skråstag- og buebruer benyttes, kan det benyttes et fast påslag på 10 %.

4.2.2 Utskifting av skråstag/hengestang**Krav 4.2.2—1 SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2023

Innfestingen av skråstag/hengestenger skal utformes slik at det er mulig å skifte ut kabelsystemets enkelte elementer. Forutsetninger vedrørende utskifting av skråstag/hengestang, inkludert eventuell midlertidig hengestang eller avlastningssystem, skal innarbeides i forvaltningsdokumentasjonen, se [kapittel 1.6](#).

Veiledning til kravet

Der det er hensiktsmessig, kan det legges til rette for å etablere et midlertidig avlastningssystem. For hengebruer kan dette være et kabelsystem som avlaster den hengestanga som skiftes ut. Der høyden over terreng er moderat, kan det være en enkel understøttelse. Slike løsninger kan forberedes med for eksempel festeører eller tilkoblingspunkter i permanent konstruksjon.

Når det skiftes skråstag/hengestenger, brukes vanligvis [kapittel 1.1.7](#) ved prosjektering av avlastningssystemet.

Krav 4.2.2—2 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2023

Et areal beregnet for nyttelaster skal forutsettes å være avsperrert i forbindelse med utskiftingen. Arealet skal ha bredde $\geq 3,0$ meter og lengde $\geq$ to stagavstander/hengestang-avstander til hver side fra staget/hengestanga som skal skiftes. Arealet skal plasseres inntil kjørebansens ytterkant på den sida der stag/hengestang skal skiftes. Relevant utstyr ved utskifting skal bestemmes, og størrelse og plassering av nyttelaster for valgt utstyr skal dokumenteres. I tillegg til nyttelaster for utstyr skal en uavhengig, variabel nyttelast $\geq 0,5$ kN/m² inngå.

Veiledning til kravet

Ved utskifting av hengestenger kan stillas og/eller mobilkran være aktuelt utstyr. Ved utskifting av skråkabler kan brulift være aktuelt utstyr.

Krav 4.2.2—3 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2023

Situasjonen ved utskifting av skråstag/hengestang skal kontrolleres i brudd- og bruksgrensetilstand. Følgende variable laster skal inngå i dimensjonerende lastkombinasjoner:

- Nyttelaster som angitt i [krav 4.2.2—2](#) på avsperrert areal
- Trafikklaste i samtlige felt utenfor avsperrert areal

For betongkonstruksjoner skal armeringsspenningene være ≤ 300 MPa i bruksgrensetilstand kombinasjon *sjeldent forekommende*.

Veiledning til kravet

Der midlertidig avlastningssystem er forutsatt, inngår dette i beregningsmodellene, og da kontrolleres både brua og avlastningssystemet. Der slikt system ikke er forutsatt, kontrolleres brua for situasjonen uten det skråstaket eller den hengestanga som er demontert.

4.2.3 Brudd i skråstag/hengestang

Krav 4.2.3—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Plutselig brudd i ett skråstag eller ei hengestang skal kontrolleres som ulykkessituasjon. Dersom skråstag/hengestenger er montert parvis inntil hverandre eller i gruppe, gjelder kravet for samtidig brudd i hele enheten.

4.2.4 Forankring av bærekabler

Krav 4.2.4—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Kablenes forankringspunkter, K-punktene, skal ligge over mark- og vannivå. Fra K-punktene skal kabelkraften overføres til forankringskonstruksjonen ved hjelp av oppspente og injiserte spennkabler.

Veiledning til kravet

Kabelkraften anbefales overført til en forankringskonstruksjon av betong i berg eller jord.

Krav 4.2.4—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Der spennkablene føres gjennom borhull i berg skal det benyttes fôringsrør som sentrerer i borehullet. Mellomrommene mellom kabel og fôringsrør og mellom fôringsrør og berg skal injiseres med sementbasert injiseringsmasse. Injisering skal utføres fra laveste punkt.

Krav 4.2.4—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Før fôringsrørene gjelder følgende krav:

- Det skal etableres tett rør i hele høyden mellom spennarmeringsforankringene i topp og bunn. Røret skal tåle trykket av injisering mellom røret og berget og støpetrykket i utstøpt del.
- Røret skal være korrosjonsbestandig. Plastrør skal være glattveggede HDPE-rør. Stålrør skal være i rustfritt stål i henhold til *NS-EN 10088* og ha en PRE-verdi > 20 .

Krav 4.2.4—4 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Ved kontroll av forankringskapasitet i bruddgrensetilstand skal det kun medregnes bidrag fra friksjonskrefter og gravitasjonskrefter.

Veiledning til kravet

Friksjonskoeffisienten for glidning berg mot berg og betong mot berg kan som regel antas lik 1,0.

Krav 4.2.4—5 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Forankringskapasiteten F_d bestemmes slik:

$$F_d = (F_g + F_f) / \gamma_m \quad (4.2.4—1)$$

F_g	er karakteristisk gravitasjonskapasitet
F_f	er karakteristisk friksjonskapasitet
γ_m	er materialfaktor som ivaretar usikkerhet i karakteristisk bergvolum lik 1,4

4.3 Kabler og kabelsystemer

Dette avsnittet gjelder materialvalg, dimensjonering og konstruktiv utforming av kabler og kabelsystemer brukt som selvstendige konstruksjonselementer, som for eksempel bærekabler for hengebruer, skråstag, hengestenger i buebruer, barduner og forankringssystemer for flyte- og rørbruer. Kravene gjelder ikke spennkabler for betongkonstruksjoner.

4.3.1 Generelle konstruksjonskrav

Krav 4.3.1—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Trådmaterialet skal ha en nominell strekkfasthet etter forsinking på

- 1570 MPa for lukkede, spiralslåtte kabler
- ≤ 1770 MPa for parallelltrådkabler

Veiledning til kravet

Det kan tillates bruk av høyere trådfasthet dersom leverandøren er prekvalifisert i henhold til Statens vegvesens retningslinje R410 Kabler til henge-, skråstag- og buebruer, vedlegg A. Dette gjelder for eksempel svært lange hengebruer og avklares med Vegdirektoratet i forbindelse med kontroll av konsept, se [kapittel 2.5](#).

Krav 4.3.1—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

I arbeidsgrunnlaget skal kabelens geometri i montasjefasen (fritthengende kabel) vises.

Krav 4.3.1—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

I arbeidsgrunnlaget skal forskyvning av sadler/tårntopp, inkludert de konstruksjoner som er nødvendig for operasjonen, vises.

Krav 4.3.1—4 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Kabler skal utstyres med dempere dersom dette er nødvendig for å unngå uønskede svingninger.

Krav 4.3.1—5 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Dersom kablene ikke utstyres med dempere, skal det være mulig å etterinstallere dempere for å unngå uønskede svingninger.

4.3.2 Kabler i hengebruer

Krav 4.3.2—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Hengestenger skal utføres som lukkede, spiralslåtte kabler.

Veiledning til kravet

Lukkede, spiralslåtte kabler har høy redundans, høyt Scruton-tall og er enkle å inspisere. Der andre løsninger kan være fordelaktig, avklares det med Vegdirektoratet i forbindelse med kontroll av konsept, se [kapittel 2.5](#).

Krav 4.3.2—2 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Bærekabler skal utføres som enkeltkabler eller kabelgrupper med én av følgende løsninger:

- Lukkede, spiralslåtte kabler.
- Parallelltrådkabler i lukket bunt.

Krav 4.3.2—3 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Avstanden mellom enkeltkabler i en gruppe skal velges med hensyn til inspeksjon og vedlikehold.

Veiledning til kravet

Utstyr som er vanlig å bruke er malingsvott og inspeksjonsspeil. Minstemål for fri avstand mellom enkeltkabler anbefales derfor valgt ≥ 30 mm for kabler i ett lag. For kabler i to lag anbefales avstanden mellom hver enkelt kabel å være ≥ 60 mm. Dersom kabeldiameteren er stor, kan nødvendig avstand mellom kablene være enda større. Avstanden mellom kablene vurderes spesielt hvis det planlegges bruk av utstyr som skal krabbe langs kablene (til inspeksjon, tilkomst eller vedlikehold).

Kabelgrupper i mer enn to lag frarådes.

Krav 4.3.2—4 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Kabelgrupper skal være utstyrt med tilstrekkelig antall klemmer eller lignende for å hindre at enkeltkabler slår mot hverandre ved vind.

Krav 4.3.2—5 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Parallelltrådkabler etableres med parallelle enkelttråder lagt i lukket bunt, levert prefabrikkert eller montert sammen på stedet. Kablene skal bendsles for å sikre tverrsnittsformen. Bendslingen skal utføres slik at den er vanntett og tjener som ekstra korrosjonsbeskyttelse.

Veiledning til kravet

Til vikling av parallelltrådkabler anbefales runde tråder med diameter $\leq 5,5$ mm.

4.3.3 Kabler i skråstagbruer

Krav 4.3.3—1 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2025

Kabler skal utføres med lukkede spiralslåtte kabler eller kabler av parallelle tau.

Korrosjon skal forebygges. Inspiserbare elementer skal ha to beskyttelsesbarrierer, ikke-inspiserbare elementer skal ha tre beskyttelsesbarrierer.

Krav 4.3.3—2 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2025

Kabler av parallelle tau skal ligge i et ytre beskyttelsesrør av stål eller plast. Hvert enkelt tau skal være varmforsinket og ha en tettsittende beskyttelseskappe av plast. Inne i beskyttelseskappen skal det være injiseringsmasse basert på fett eller voks.

Veiledning til kravet

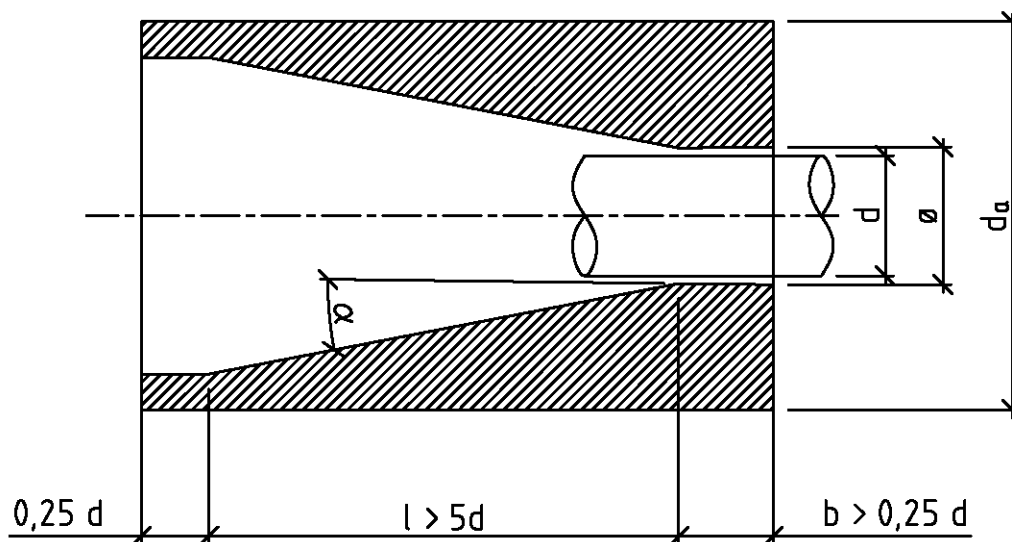
Veiledning finnes i fib Bulletin 89 Acceptance of cable systems using prestressing steels.

4.3.4 Kabelhoder

Krav 4.3.4—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Kabelhoder skal ha et konusformet hull for innstøpning av kabelen som vist i [figur 4.3.4—1](#). Kabelhodets dimensjoner skal bestemmes på grunnlag av beregninger eller ved hjelp av forsøk.



Figur 4.3.4—1 — Kabelhode.

Veiledning til kravet

Kabelhodets diameter kan bestemmes etter følgende formel:

$$d_a = (0,3f_{y,D}/f_y + 1,9)d \quad (4.3.4—1)$$

d	er kabelens diameter
$f_{y,D}$	er kabeltrådenes strekkfasthet
f_y	er kabelhodets strekkfasthet

banbefales valgt noe større (eksempelvis $0,45 d$), og konusens vinkel anbefales å være i intervallet $5^\circ < \alpha < 9^\circ$

Hulldiameteren ϕ kan beregnes etter følgende formel:

$$\phi = k \cdot d + 6[\text{mm}] \quad (4.3.4—2)$$

d	er kabeldiameter
k	er faktor hvis verdi vurderes spesielt, eventuelt i samarbeid med kabelprodusenten

For $d \geq 40 \text{ mm}$ anbefales $k \geq 1,0$.

Krav 4.3.4—2 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Konus, hull og eventuell anleggsflate for mutter skal freses til rent gods. Kabelhoder skal bestilles med nødvendige overmål for slik fresing. Kantene på overflaten skal være avrundet.

Krav 4.3.4—3 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2025

Følgende mekaniske egenskaper skal tilfredsstilles for materialet i selve kabelhodet:

- Flytegrense $f_y \geq 300$ MPa
- Strekkfasthet $450 \text{ MPa} < f_u < 900 \text{ MPa}$
- $f_y/f_u \leq 0,85$ (målte verdier)
- Slagseighet, Charpy-V krav minimum 40 J ved -20°C
- Bruddforlengelse:
 - $A5 \geq 20\%$ for $f_y \leq 400 \text{ MPa}$
 - $A5 \geq 15\%$ for $f_y \geq 500 \text{ MPa}$
- Tverrkontraksjon:
 - $Z \geq 40\%$ for $f_y \leq 400 \text{ MPa}$
 - $Z \geq 30\%$ for $f_y \geq 500 \text{ MPa}$

Krav for materialene gjelder i alle retninger.

Veiledning til kravet

For bruddforlengelse og tverrkontraksjon interpoleres det for mellomliggende verdier.

Krav 4.3.4—4 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Kabelhodet skal dimensjoneres for å tåle kabelens bruddlast.

Krav 4.3.4—5 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Ved valg av stålqualität skal det tas hensyn til avhengigheten mellom stålets mekaniske egenskaper og kabelhodenes godstykkelse. Det skal derfor velges en stålqualität som gir godset en tilfredsstillende mikrostruktur også i kabelhodets største dimensjoner.

Veiledning til kravet

Spesielt er slagseigheten hos seigherdete stål sterkt avhengig av godsdimensjonene og hvor i tverrsnittet prøvestavene er tatt ut.

Krav 4.3.4—6 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Stålet skal være lite ømfintlig for anløpingssprøhet, og det skal opprettholde de mekaniske egenskaper etter varmpåvirkningen ved innstøpingen av kabelen. Det skal ikke velges et stål med så høy strekkfasthet at det er ømfintlig for sprekkdannelse som skyldes spenningskorrosjon ved de aktuelle miljøforhold. Det skal heller ikke velges et stål som er vanskelig å støpe eller reparasjonssveise.

Krav 4.3.4—7 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Utstøping av konus med kunststoff skal ikke benyttes på kabler som det er vanskelig å bytte ut, for eksempel bærekabler til hengebruer.

4.3.5 Sadler og hengestangsfiger for lukkede, spiralslåtte kabler

Krav 4.3.5—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Der kablene føres over tårntopp eller kabelpilar skal kabelen legges i en kabelsadel av stål som vist i *NS-EN 1993-1-11: 2006*, Figur 6.1. Kabelen skal legges i et utfrest spor som tilsvarer kabeldiameteren med et tillegg på 4 %. Kantene av sporet skal avrundes.

Krav 4.3.5—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

For annen utførelse, for eksempel ved mindre b yningsradius enn 30 x diameter, skal linjelast mellom kabel og underlag ikke overskride 2,5 kN/mm.

Krav 4.3.5—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Friksjonskoeffisient mellom kabel og underlag settes til 0,1 dersom ikke annen verdi dokumenteres.

Krav 4.3.5—4 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Mellom hengestangb yle (klemb yle) og kabel skal det legges inn aluminiumsforinger for   hindre at klemkraften påfører kabelen skader.

Veiledning til kravet

Kontroll av glidesikkerhet mellom kabel og klemmer eller sadelplate, lagertrykk mellom kabel og sadel og klemkraft fra klemmer kan utføres som angitt i NS-EN 1993-1-11.

Krav 4.3.5—5 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Kabelen skal ikke ri mot skarpe kanter eller bøyes med mindre bøyeradius enn 30 x diameter på noe tidspunkt under montasje.

4.3.6 Sadler og hengestangsfiger for parallelltr dskabler

Krav 4.3.6—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Sadler for parallelltr dskabler kan utføres etter samme prinsipp som vist i *NS-EN 1993-1-11: 2006*, Figur 6.1. Radius for sadel skal være ≥ 30 x diameteren for en delkabel. Sadelen deles inn i vertikale rom for hver vertikal rekke av delkabler. Skilleplatene mellom de vertikale rommene i sadelen skal løses fast slik at de beholder sin posisjon under kabelmontasjen. Kabelen skal ikke ri mot skarpe kanter.

Krav 4.3.6—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Friksjonskoeffisient mellom bærekabel og underlag skal settes $\leq 0,20$, med mindre en annen verdi kan dokumenteres.

Krav 4.3.6—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Øvre hengestangsfester skal utføres av to halvdelar med innvendig sirkulær form. De to halvdelene skal bindes sammen ved hjelp av skruer (gjengede stag). De to halvdelene av hengstangsfestet skal fortannes i hverandre. I fortanningen skal det være justeringsmulighet i tilfelle kabelens virkelige diameter avviker noe fra den beregnede diameter.

Veiledning til kravet

Kapasitet mot glidning av hengestangsfestet kan beregnes på følgende måte:

$$G_{Rd} = \mu(Kk_r\alpha_k + U\alpha_u) / \gamma_{M,fr} \quad (4.3.6-1)$$

G_{Rd}	er dimensjonerende kapasitet mot glidning
K	er samlet klemkraft i skruene (skruene spennes til 80 % av prøvelasten)
k_r	er reduksjonsfaktor på klemkraften fra skruene lik 0,5 (tidstep på grunn av relaksasjon i skruene og ytterligere sammenpakking av kabelen)
α_k	er trykkfordelingsfaktor for klemkraften fra skruene lik 2,8
U	er normalkomponenten til hengestangskraften (settes inn med negativt fortegn når hengestangen festes til nedre del av hengestangsfestet)
α_u	er trykkfordelingsfaktor fra hengestangskraften lik 1,4
μ	er friksjonskoeffisient $\leq 0,20$
$\gamma_{M,fr}$	er sikkerhetsfaktor lik 1,65

For trykkfordelingsfaktorene $\alpha_k = 2,8$ og $\alpha_u = 1,4$ er det antatt at hengestangsfestet omslutter bærekabelen fullstendig. Tallene er en antatt andel av hengestangsfestens indre omkrets som klemkraften kan antas å virke på med full effekt. For hengestangsfester der bærekabelen består av spiralslåtte kabler, kan anleggsflatene være betydelig mindre, og trykkfordelingsfaktorene justeres deretter.

Krav til skruer er gitt i [kapittel 9.1.2](#).

4.3.7 Bestandighet

Krav 4.3.7—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Kabler og kabelsystemers enkelte elementer skal ha korrosjonsbeskyttelse.

Krav 4.3.7—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Ved kabelsadel og hengestangsfester skal ståldelene som er i kontakt med kabelen, belegges med minimum 1 000 μm (1 mm) sprøytesink, og kantene skal avrundes med radius ≥ 5 mm.

Krav 4.3.7—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Parallelltrådkabler for hengebruer skal avfuktes ved at tørr luft blåses gjennom kablene. Maksimal avstand mellom innblåsingspunkt og utblåsingspunkt skal ikke overstige 200 meter. For å oppnå tilfredsstillende tetting ved skruene som forbinder de to delene av hengestangsfastet, skal det monteres kopp/hette med gummipakning over skruendene.

Veiledning til kravet

Skråstagsbruer med parallelltrådkabler anbefales avfuktet med tørr luft der det er hensiktsmessig.

4.4 Bevegelige bruer

4.4.1 Generelt

Krav 4.4.1—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Bevegelige vegbruer skal utformes som klaffe- eller svingbru. Gang- og sykkelbruer tillates også utformet som rulle- eller heisebru.

Krav 4.4.1—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Kraften til åpning og lukking skal overføres fra elektrisk/hydrauliske aggregater via hydrauliske sylindere eller motorer til det bevegelige spennet. For gang- og sykkelbruer tillates åpning og lukking ved kraft fra elektromotorer kombinert med mekaniske girbokser.

Krav 4.4.1—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Rotasjonslagre for klaff, løftestag, motvektsarmer, hydrauliske løftesylindere og lignende skal ha sfærisk utforming slik at tvangskrefter ikke oppstår. Hydrauliske sylindere, aggregater og øvrig utstyr skal være CE-merket.

Veiledning til kravet

Hydrauliske sylindere anbefales orientert mest mulig stående. Liggende orientering kan føre til økt slitasje, oljelekkasjer og økt sannsynlighet for driftsproblemer.

Krav 4.4.1—4 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Avstanden mellom hydraulisk pumpe og hydraulisk sylinder eller motor skal minimaliseres for sikker drift og presis åpne- og lukkesekvens. Hydraulisk utstyr skal være samlet i pilaren som det bevegelige spennet er fysisk forbundet med. Eventuelle oljelekkasjer i vannet skal forebygges.

Krav 4.4.1—5 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Bevegelige bruer skal ha to åpne fuger. Fugekonstruksjonene skal utformes i henhold til [kapittel 12.5](#). Fugene skal kunne justeres i bruas lengderetning for minimalisering av åpning.

Krav 4.4.1—6 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Nedbøyningsdifferanse (saksing) vertikalt i fugene skal tilfredsstille kravene i [krav 3.4—4](#).

Krav 4.4.1—7 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Overkant gulv i maskinhus som inneholder styringssystemer og/eller hydrauliske drivaggregater, skal ikke ligge lavere enn 0,5 meter over vannstanden for

- en flom med returperiode 200 år (for vassdrag)
- HAT (for sjø)

Kravet gjelder ikke for løftesyndrene, se [kapittel 4.4.2](#).

4.4.2 Klaffebruer

Krav 4.4.2—1 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Klaffebruer skal være enarmet (kun én klaff per spenn). Klaffen skal være så fortung i den enden som løftes at låsemekanismer er overflødig når brua er åpen for trafikk. Det skal være to oppleggspunkter per klaff med minimums fortunghet på 100 kN per oppleggspunkt ved ubelastet bru. Klaffen skal rotere om to lagre under åpning og lukking.

Krav 4.4.2—2 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Åpning i fuge mellom fast del av brua og klaff i rotasjonsenden skal i løpet av løftesekvensen ikke overskride 300 mm målt horisontalt.

Krav 4.4.2—3 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Hvis deler av løftesyndrene blir stående under høyeste observerte vannstand, skal de plasseres i vanntette rom. For sylindrene, inkludert nedre opplagring/festekonsoll, skal det velges materialer og overflatebehandling som muliggjør at komponentene kan stå en periode under vann uten behov for demontering for vedlikehold, i tilfelle det oppstår lekkasje i rommene. Det skal være tilstrekkelig med normal vask og spyling.

4.4.3 Svingbruer

Krav 4.4.3—1 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Svingbruer skal ha én svingemekanisme, men kan ha ett eller to svingespenn. Med ett seilløp skal det benyttes et ensidig svingespenn kombinert med ballast. Med seilløp delt i to fartsretninger tillates tosidig svingespenn.

Krav 4.4.3—2 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Opplegg for svingspennets tupp eller tupper skal tilfredsstillende de samme krav som for klaffebruer, se [kapittel 4.4.2](#). Hele den svingbare delen skal kunne løftes og frigjøres fra gaffellagringen på sidespennene før svingedelen av svingemekanismen overtar.

Krav 4.4.3—3 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Vegens vertikalkurvatur over brua skal være mest mulig horisontal og symmetrisk om toppunkt.

4.5 Skredoverbygg, tunnelportaler og løsmassetunneler

4.5.1 Skredoverbygg

For vurdering av skredfare og behov for skredsikring vises det til *vegnormal N200 Vegbygging*. Veiledningsstoff finnes i *veiledning V138 Veger og snøskredog veiledning V220 Geoteknikk i vegbygging*. Skredlaster finnes i [kapittel 5.11](#).

Krav 4.5.1—1 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Skredhistorikk og skredfare skal kartlegges med hensyn til type skred, frekvens, utbredelse, massetransport og hastighet som grunnlag for utforming og dimensjonering. Skredenes bevegelsesform og strømningsforhold over konstruksjonen skal tas hensyn til. Ledevoller og ledemurer skal utformes slik at skredmassene kanaliseres over sikringstiltaket, og konstruksjonen skal utformes slik at skredene går mest mulig uhindret over konstruksjonen. Større vannmengder skal kanaliseres over overbygget i eget løp. Masser rundt og over skredoverbygget, samt i tilstøtende terreng på oppsiden, skal være slik at nedbør og smeltevann dreneres effektivt.

Veiledning til kravet

Skredoverbygg kan utformes med åpen eller lukket yttervegg avhengig av terrengforhold og konstruksjonstype. For å kunne oppta punktlaster fra skredblokker kan det brukes gruspute på taket.

Krav 4.5.1—2 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Skredoverbygg skal dimensjoneres for skred med returperiode 100 år. Overfylte skredoverbygg skal analyseres med samvirke mellom jord og skallkonstruksjon. Følgende effekter skal ivaretas ved analyse og dimensjonering:

- jordtrykk fra masser på sida eller over konstruksjonen
- dynamiske krefter i det skredet passerer konstruksjonen
- sug- og trykkrefter på yttervegger
- tilleggskrefter på grunn av at skredet forandrer retning ved treff av skredoverbygget
- akkumulering av skredmasser over konstruksjonen

Krav 4.5.1—3 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Ledevoller/murer skal orienteres med vinkel $\leq 10^\circ$ i forhold til forventet skredretning. Skredlastenes vinkel skal tas hensyn til i dimensjoneringen.

4.5.2 Tunnelportaler og løsmassetunneler

Viktige prosjekteringsforutsetninger og krav til tunnelportaler finnes i *vegnormal N500 Vegtunneler*. Veiledningsstoff finnes i *veiledning V220 Geoteknikk i vegbygging* og *veiledning V520 Tunnelveiledning*. Forutsetninger vedrørende eventuell belastning fra anleggstrafikk på portaler og løsmassetunneler i anleggsfasen og i driftsfasen angis i oversiktstegningens merknadsfelt, se [krav 1.4.2—6](#).

Krav 4.5.2—1 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Forutsetninger vedrørende tilbakefylling inntil portal skal spesifiseres i arbeidsgrunnlaget.

Krav 4.5.2—2 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2023

For ferdig konstruksjon skal det regnes med skjevlast tilsvarende 1 meter nivåforskjell på de to sidene av portaltverrsnittet.

Veiledning til kravet

Kravet ivaretar hensynet til at materialegenskaper og kvalitet av fyllingsarbeidet kan bli forskjellig på hver side av portaltverrsnittet, som følge av varierende type steinmaterialer (gradering og bergartstype), varierende utførelse fra ulike arbeidslag og utstyr (komprimeringsresultat), samt toleranseavvik på ferdig planert kotehøyde.

Krav 4.5.2—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Det skal tas hensyn til redusert sideveis stivhet fra løsmasser på portalen på grunn av silotrykk.

Krav 4.5.2—4 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Portalen skal avsluttes med en fritt oppstikkende, vertikal krage på minimum 300 mm.

Veiledning til kravet

Dersom utsiden av portalens krage følger portal/støttemur med helning inntil 3:1, anses dette som vertikalt.

4.6 Støttekonstruksjoner

Krav 4.6—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2023

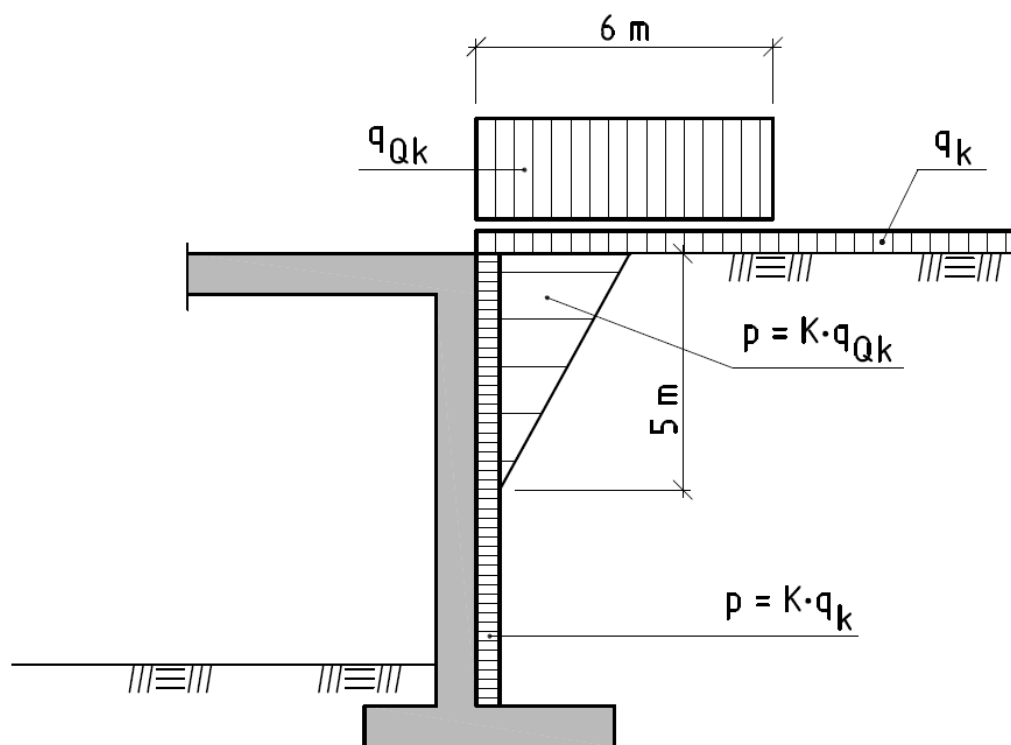
Krav i [kapittel 7.2.1](#) gjelder også for støttekonstruksjoner.

Krav 4.6—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Forutsetninger vedrørende eventuell anleggstrafikk som kan medføre belastning av konstruksjonen, samt tilbakefylling inntil konstruksjonen, skal spesifiseres i arbeidsgrunnlaget. For støttekonstruksjoner som vil kunne få belastning fra anleggstrafikk i forbindelse med tiltak i driftsfasen, skal forutsetninger vedrørende trafikklasten spesifiseres også i oversiktstegninga.

- Jevnt fordelt last (udl) fra LM1, $q_k = 5 \text{ kN/m}^2$, skal forutsettes å virke over hele konstruksjonshøyden med konstant horisontalt jordtrykk $p_{\text{udl}} = K \cdot q_k$
- Boggiekvivalentlast (TS) fra LM1, $q_{\text{Qk}} = 25 \text{ kN/m}^2$, skal forutsettes å virke med horisontalt jordtrykk lineært varierende fra $p_{\text{TS}} = K \cdot q_{\text{Qk}}$ ved terrengnivå til null ved nivå 5 meter under terreng.
- For veger med bare ett kjørefelt tillates jordtrykk fra boggiekvivalentlasten ved terrengnivå redusert med 30 %. Lineær variasjon ned til nivå 5 meter under terreng beholdes uforandret.
- Krav til boggiekvivalentlaster gjelder der vegbanen ligger ≤ 1 meter fra støttekonstruksjonen (horisontal avstand, normalt på støttekonstruksjonen). Der vegbanen ligger lenger unna, tillates reduserte jordtrykkslaster bestemt.
- Samlet jordtrykk $p = p_{\text{udl}} + p_{\text{TS}}$



Figur 4.6—1 — Lastvirkning på støttekonstruksjon fra trafikklast på fylling inntil støttekonstruksjon

Veiledning til kravet

Jordtrykk fra trafikklaster på fylling inntil støttekonstruksjoner

Ved geoteknisk prosjektering, for eksempel kontroll av murens stabilitet, benyttes lastfaktor $\gamma_Q = 1,15$ for ekvivalentlasten for LM1 hvis den er ugunstig, se [krav 6.2.5—1](#) og [krav 6.2.5—2](#). For andre trafikklaster enn ekvivalentlaster for LM1 benyttes $\gamma_Q = 1,30$.

K er jordtrykkskoeffisienten.

Fordeelingen av jordtrykk på grunn av boggiekvivalentlasten er begrunnet av boggiens begrensede utstrekning i lengderetning (6 meter) og tverretning (6 meter), se også veiledning V220 Geoteknikk i vegbygging.

Jordtrykk fra gang- og sykkeltrafikk (GS-trafikk) på fylling inntil støttekonstruksjoner

Regler for GS-laster er gitt i NS-EN 1991-2, og for GS-anlegg på fylling inntil støttekonstruksjoner er to uavhengige lastsituasjoner aktuelle:

a) Vertikal jevnt fordelt last 5 kN/m^2 , se punkt NA.5.3.2.1

b) Vertikal last fra tjenestekjøretøy, 120 kN , se punkt NA.5.3.2.3, og horisontal last fra tjenestekjøretøy, se punkt NA.5.4

Ved bestemmelse av lastvirkninger fra trafikklastene for situasjon a) kan følgende legges til grunn:

- Den jevnt fordelte vertikale lasten forutsettes å virke på støttemuren over hele konstruksjonshøyden med konstant horisontalt jordtrykk $K \cdot 5 \text{ kN/m}^2$

Ved bestemmelse av lastvirkninger fra trafikklastene for situasjon b) kan følgende legges til grunn:

- Vertikal last fra tjenestekjøretøy representeres med en jevnt fordelt vertikal last på 15 kN/m^2 på terreng (120 kN fordelt på et område 4 m i lengderetning og 2 meter i tverretning). Denne lasten forutsettes å virke på støttemuren med horisontalt jordtrykk lineært varierende fra $K \cdot 15 \text{ kN/m}^2$ ved terrengnivå til null ved nivå 4 meter under terreng.
- Horisontal last fra tjenestekjøretøy antas å være inkludert i lastvirkningene fra vertikallasten.

Ved geoteknisk prosjektering, for eksempel kontroll av murens stabilitet, benyttes lastfaktor $\gamma_Q = 1,30$ for trafikklasten hvis den er ugunstig, se [krav 6.2.5—1](#) og [krav 6.2.5—2](#).

Krav 4.6—4 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2024

Støttekonstruksjoner skal kontrolleres for komprimeringstrykk.

Veiledning til kravet

Regler for komprimering finnes i vegnormal N200 Vegbygging. Komprimering av en kulvertvegg kan for eksempel måtte kontrolleres for situasjonen før topplast er etablert.

4.7 Kulverter og rør

Avsnittet gir spesielle regler for kulverter og rør i fylling. Regler i [kapittel 9](#) Stålkonstruksjoner gjelder ikke for korrugerte stålrør. Tekniske krav til rør og rørdeler i plast iverksettes i vegnormal N200 Vegbygginger relevante også for rør med større diameter enn $2,5 \text{ meter}$. Veiledningsstoff finnes i veiledning V220 Geoteknikk i vegbygging.

4.7.1 Materialer og overflatebehandling

Krav 4.7.1—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

For korrugerte stålrør skal plategodstykkelsen være $\geq 4,0$ mm. Beregnet nødvendig plategodstykkelse skal gis tillegg for å ta hensyn til korrosjon. Ved bestemmelse av reduksjon av ståltykkelse på grunn av korrosjon skal tabell NA.4.1 og NA.4.2 i *NS-EN 1993-5:2007+NA:2010* legges til grunn. Slagseighet Charpy-V skal være minimum 27 J ved -20 °C. Korrugerte stålrør skal være varmforsinket i henhold til Klasse B i [krav 9.2.1—5](#). Skruer skal være minimum 8.8-kvalitet, og de skal være varmforsinket.

Krav 4.7.1—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

For stålrør på betongfundamenter skal varmforsinket stål ikke være i kontakt med betongen.

Veiledning til kravet

Kontakt kan forebygges med mellomlegg i kunststoff. Innfesting med rustfri skruer kan benyttes, se [kapittel 8.8.11](#).

Krav 4.7.1—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

For rør i kunststoff skal det dokumenteres at rørets levetid $\geq$ dimensjonerende brukstid.

4.7.2 Prosjekteringsforutsetninger og konstruksjonsregler

Krav 4.7.2—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Underlag for rør skal tilpasses rørets nedre del over en bredde tilsvarende rørets diameter i nedre del.

Krav 4.7.2—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Minste overfyllingshøyde for kulverter og rør beregnet som fleksible konstruksjoner skal være ≥ 500 mm.

Krav 4.7.2—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Kulverter og rør skal ha vertikal krage med høyde ≥ 300 mm.

Veiledning til kravet

Dersom kragens utside følger støttemur med helning inntil 3:1, anses dette som vertikalt.

Krav 4.7.2—4 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Der rør avsluttes i vegfylling, skal rørets endevære skrå, med samme helning som vegfyllingen. Der rør avsluttes i støttemur eller innløpskonstruksjon, skal rørets ende være vertikal. For plastrør skal tilpassede ender være ferdig produsert i fabrikk, og det tillates ikke bearbeiding av plastrør på stedet.

Veiledning til kravet

Kravet stilles for å forebygge utslipp av mikroplast.

Krav 4.7.2—5 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Forutsetninger vedrørende eventuell anleggstrafikk som kan medføre belastning av konstruksjonen, samt tilbakefylling og komprimering inntil konstruksjonen, skal spesifiseres i arbeidsgrunnlaget.

Veiledning til kravet

Veiledning finnes i veiledning V220 Geoteknikk i vegbygging. Krav til arbeidsgrunnlaget finnes i [kapittel 1.4](#).

4.7.3 Analyse og dimensjonering

Krav 4.7.3—1 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Korrugerte stålrør og rør i kunststoff skal analyseres og dimensjoneres som fleksible konstruksjoner, og samvirke mellom rør og omkringliggende masser skal ivaretas.

Veiledning til kravet

Korrugerte stålrør og rør i kunststoff betraktes som fleksible konstruksjoner, der vertikallaster i hovedsak bæres i omkringliggende masser.

Aktuelle referanser:

- *Veiledning V220 Geoteknikk i vegbygging*
- *Lars Petterson & Håkan Sundquist: Design of soil steel composite bridges (TRITA-BKN, Report 112, 5th Edition 2014, Structural Design and Bridges, KTH, Civil and Architectural Engineering) [\[13\]](#).*

Tilpasninger kan være nødvendige der lærebøker eller beregningsveiledninger er basert på andre standarder enn Eurokodene. Dette gjelder for eksempel trafikklaste.

Betydningen av rørets stivhet kan eventuelt reduseres ved å legge et mykt (kompressibelt) materiale over røret. Ekspandert polystyren (EPS) anbefales brukt. Ved bruk av forenklete beregningsmetoder som omfatter samvirkekonstruksjonen der røret/hvelvet er overfylt, er det viktig å kontrollere stabilitet i ender/vinger. For rør og hvelv med stor diameter kan det være behov for å forsterke rørets ende eller forsterke jord i fylling mot vinge.

Flere punkter i vegnormal N200 Vegbygging, blant annet tekniske krav til rør og rørdeler i plast og krav til største tillatte setninger, er relevante også for rør med større diameter enn 2,5 meter.

4.7.4 Rør for vanngjennomløp

Flere punkter i *vegnormal N200 Vegbygging*, blant annet tekniske krav til overvannsledninger, spesielle krav til innløp og utløp, tetthet, erosjonssikring, frostsikring, utforming m.m., er relevante også for rør med diameter $\geq 2,5$ meter. For krav til helning for overside fundament vises til [krav 8.8.1—1](#).

Der fisk skal vandre gjennom rør finnes spesielle krav til utforming i *vegnormal N200 Vegbygging*. Veiledning finnes også i Statens vegvesens rapport 459 *Frie fiskeveger* [\[14\]](#). Kulverter med stabil vannføring kan vurderes tilrettelagt for småvilt med en bankett på siden av bekken.

Krav 4.7.4—1 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Hele, korrugerte stålrør skal ikke brukes som vanngjennomløp.

Krav 4.7.4—2 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Korrugerte stålrør som hvelv på betongfundamenter tillates benyttet forutsatt at beregnet vannstand for 1-års flom ikke er høyere enn overkant fundament.

Korrugerte stålrør på betongfundamenter skal ikke benyttes i marint miljø.

Veiledning til kravet

Regelen gjelder vanngjennomløp for sjøvann og vanngjennomløp for ferskvann i værharde kyststrøk.

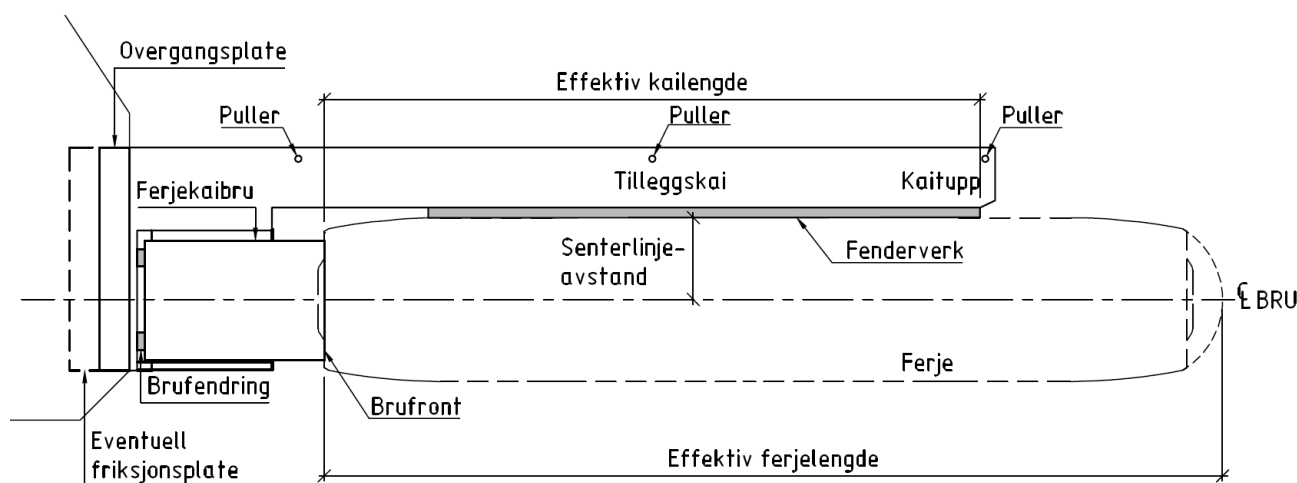
4.8 Ferjekaier

Kapitlet gir regler for prosjektering av ferjekaier. Krav til ferjekaier, generelle geometrikrav og forutsetninger for ferjer som skal trafikker et samband, sikrer samsvar mellom fartøy og konstruksjon og er gjeldende for alle størrelser.

Nye løsninger, for eksempel nye ferjekaibruer eller kaier for nye ferjetyper, sendes inn til kontroll av konsept, se [kapittel 2.5](#).

Reglene for prosjektering forutsetter at:

- Ferjer som skal trafikker et samband er i henhold til [kapittel 4.8.1](#).
- Funksjonskrav til og utforming av tilleggskai og brubås er i henhold til [kapittel 4.8.2](#)
- Funksjonskrav til og utforming av ferjekaibru er i henhold til [kapittel 4.8.3](#).



Figur 4.8—1 — Illustrasjon av ferjekai uten landområde

Et ferjeleie består av hovedelementene ferjekai, landområde og havneområde, se [figur 4.8—1](#). En ferjekai består av tilleggskai, ferjekaibru, landkar, heisetårnramme og diverse utstyr. Ferjas effektive lengde måles fra recess til ende løftebaug i andre enden. Effektiv kailengde måles fra brufront til det ytterste støttepunkt (fenderverk) på tilleggskai. Brubås er den del av kaikonstruksjonen som omslutter ferjekaibrua.

4.8.1 Forutsetninger for ferjer som skal trafikkere et samband

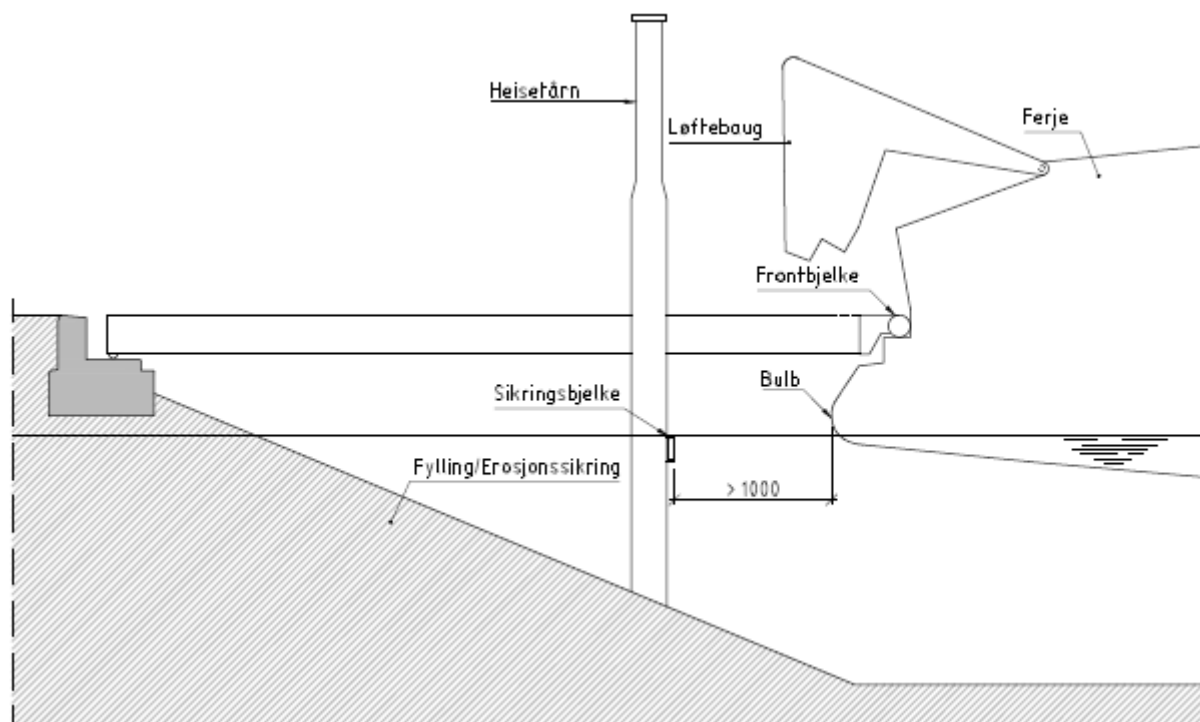
Krav 4.8.1—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Utformingen av ferjer som skal trafikkere et samband, skal være tilpasset ferjekaia slik at ingen deler av fartøyet kommer i konflikt med ferjekaia's konstruksjoner.

Veiledning til kravet

Bulb eller annen innretning utformes slik at den ikke kommer i konflikt med fylling, frontbjelke på ferjekaibrua eller sikringsbjelken på heisetårnramme. Avstanden mellom bulb og sikringsbjelke anbefales å være $> 1,0$ meter. Ferjas baug utformes slik at den er avrundet og ikke har skarpe hjørner som kan huke tak i utstikkende fenderverk. Løftebaug utformes slik at den ikke tar borti heisetårn i noen stilling.

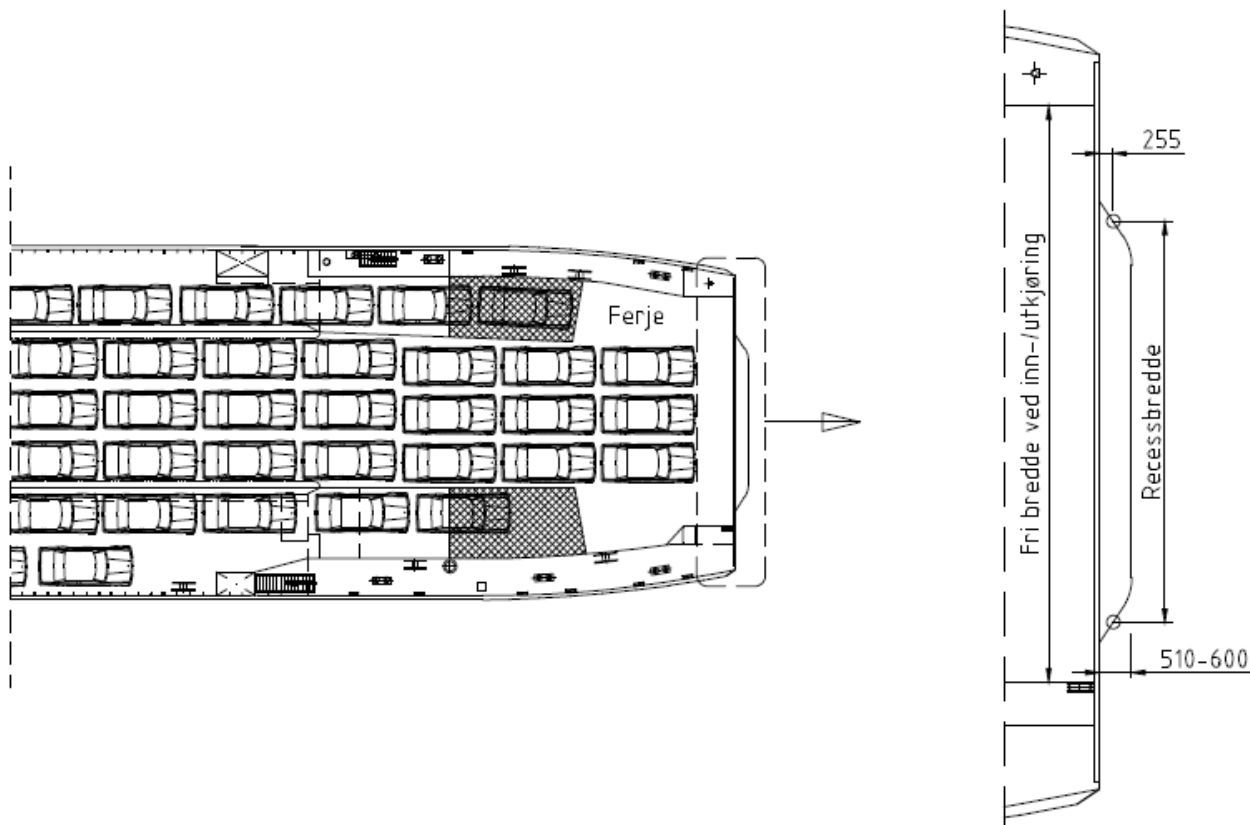


Figur 4.8.1—1 — Bulb, fylling, frontbjelke og sikringsbjelke på heisetårn

Krav 4.8.1—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

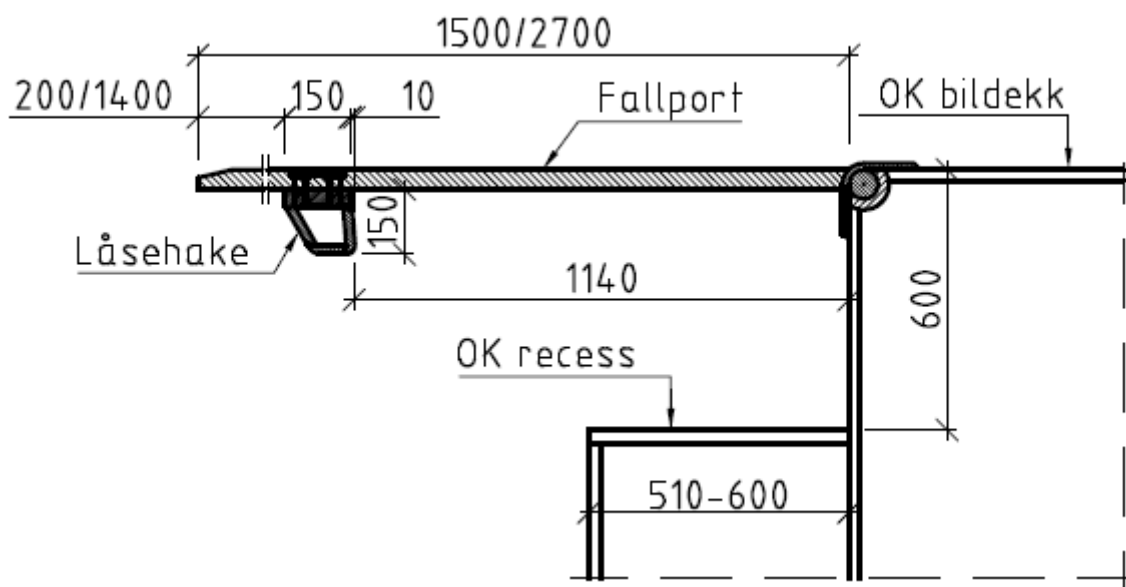
Recessen skal ha en utstrekning i ferjas tverretning som er $\geq 2/3$ av ferjekaibruas bredde. I ferjas lengderetning skal recessen ha en utstrekning som ligger i intervallet 0,51-0,60 meter. Recessen skal ligge $\geq 0,60$ meter under bildekket, se [figur 4.8.1—2](#) og [figur 4.8.1—3](#).



Figur 4.8.1—2 — Ferjas recess

Veiledning til kravet

Recessbredden måles ved bruopplegg målt 255 mm fra vertikalplate.



Figur 4.8.1—3 — Snitt av fallport og recess (mm)

Krav 4.8.1—3 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Det skal monteres låsehake på fallporten som brytes dersom ferja trekker med kraft ≥ 300 kN. Låsehaken skal ikke brukes til fortøyning. Låsehakens plassering og utforming skal være koordinert med tilhørende spalte på brufront, se [figur 4.8.1—3](#).

Krav 4.8.1—4 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Lengde på fallport skal være enten 1,5 meter eller 2,7 meter. Det skal velges samme fallportlengde på ferjer som trafikkerer samme samband. Fallporten skal være hengslet ved bakkant recess og i høyde med bildekk, se [figur 4.8.1—3](#).

Krav 4.8.1—5 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Vertikalavstanden fra vannlinje til overkant av bildekk målt ved enden av bildekk skal være i intervallet 1,70-2,80 meter, ved alle lastsituasjoner.

Veiledning til kravet

For prosjektering av fenderpanel forutsettes det at fenderlisten er plassert i høyde med bildekk, dersom nøyaktig plassering ikke er gitt. Det anbefales at ferjer som trafikkerer et samband har fenderlist plassert i samme høyde over vannspeilet. Høydeforskjellen mellom laveste og høyeste punkt på fenderlisten anbefales å være minst mulig. Kotehøyder for fenderverk beregnes i henhold til veiledning V431 Ferjekai - Prosjektering.

Fenderlister anbefales å være kontinuerlige og avsluttes med en avfasing med vinkel $\leq 1:5$. Fenderlisten ansees kontinuerlig dersom den parallelt overlapper hverandre.

Krav 4.8.1—6 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Ved rulling utover maks vridning på 5° om ferjas lengdeakse skal ferja enten koble seg fra ferjekaibrua eller forlate ferjekaia.

4.8.2 Tilleggskai og brubås

Krav 4.8.2—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Konstruksjonene skal sikre trygge anløp ved normale forhold. Brubåsen omslutter og kobles til ferjekaibrua og skal underordne seg funksjonskrav til ferjekaibrua.

Veiledning til kravet

De styrende geometriske størrelsene er effektiv kailengde, senterlinjeavstand, dybde i brubås og bredde på ferjekaibru.

Tilleggskai skal

- virke som støtte for ferja ved anløp til ferjekaibru og være utstyrt med støtabsorberende fendere som sikrer opptak av støtenergi ved normal bruk
- kunne overføre horisontale krefter inn til land eller ned til grunnen
- kunne bære spesifisert trafikklast
- virke som en støtabsorbent ved ulykkessituasjoner
- ha tilstrekkelig bredde for vedlikehold av kai. Ved valg av bredde skal det tas hensyn til framtidig vedlikehold og plassbehov for montering av utstyr på kai

Veiledning til kravet

For vedlikehold av ferjekaia kan det benyttes egnede vedlikeholdskjøretøy og/eller mobilkraner. For tilkomst ut på kai anbefales det en fri bredde $\geq 3,5$ meter, etter montering av utstyr. Utstyr på kai kan inkludere ladetårn og fortøyningsarrangement for elektriske ferjer.

Det anbefales å vurderes om det skal tilrettelegges for senere ombygging av ferjekaia, som for eksempel forlengelse av kaiplate.

Krav 4.8.2—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Effektiv kailengde skal være $\geq 3/4$ av dimensjonerende ferjes effektive lengde.

Krav 4.8.2—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Betongdekke skal ha tverrfall $\geq 2 \%$ i overkant og underkant.

Krav 4.8.2—4 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Ferjekaia skal fundamenteres på peler eller direkte på berg.

Veiledning til kravet

Peler kan utføres som friksjonspeler. For beregning av bæreevnen vises det til [kapittel 7](#).

Krav 4.8.2—5 **SKAL**

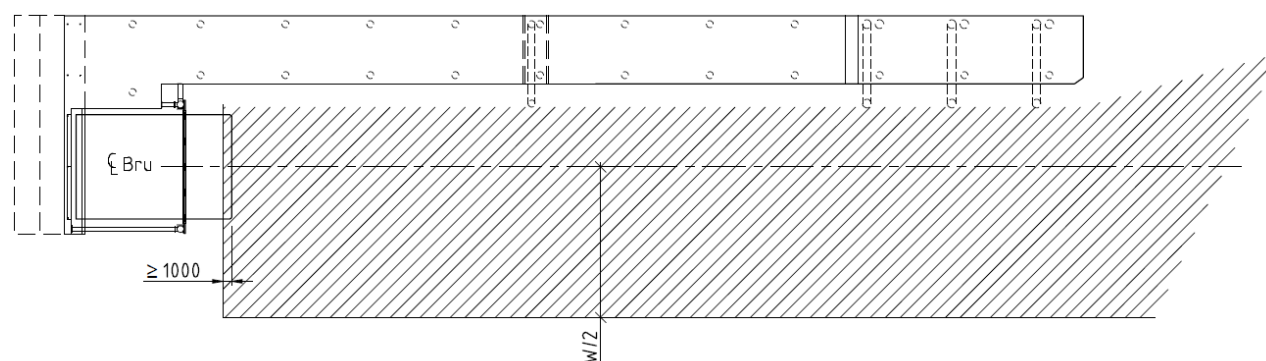
Gjeldende fra 01.01.2022

Der grunnen under ferjekaia består av løsmasser eller det benyttes fylling i sjøen, skal disse erosjonssikres for strøm, bølger og propellstrøm, se [kapittel 7.1.3](#).

Veiledning til kravet

Dybde i brubåsen velges med bakgrunn i største dypgående fartøy som forutsettes benyttet. Minimum dybdekote kan beregnes etter veiledning V431 Ferjekai – Prosjektering.

Ved utdyping i ferjas farled utdypes det til $\geq 1,0$ meter inn under ferjekaibrua og vinkelrett ut fra senterlinje bru til en bredde tilsvarende $W/2$, se [figur 4.8.2—1](#). W er bredden av ferjas led mellom punkter med foreskrevet dybde og bestemmes ut fra dimensjonerende ferjes bredde, fart, manøvreringsevne, samt vind, strømforhold og bunnforhold (konsekvens ved tap av kontroll). For beregning av farledsbredde W , vises det til Kystverkets farlednormal [\[15\]](#).



Figur 4.8.2—1 — Område for utdyping ved ferjekai

Krav 4.8.2—6 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Tilleggskaia eller terrenget skal utstyres med fortøyningsarrangement. Det skal være minimum to fortøyningspunkt per tilleggskaia.

Krav 4.8.2—7 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Fortøyningsarrangementet skal dimensjoneres for stedlige vind- og strømkrefter på ferja, og det skal ta hensyn til fortøyningskreftenes retning.

Krav 4.8.2—8 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Horisontale støt- og fortøyningskrefter tillates ført til berg gjennom permanente bergankere (se [kapittel 7.3.1](#)), strekkforankrede stålkjernerpeler (se [kapittel 7.5.3](#)) eller bergbolter i såler (se [kapittel 7.4](#)). Peler med berganker skal ikke oppleve oppløft av pelespiss for bruksgrensetilstand kombinasjon karakteristisk.

Krav 4.8.2—9 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Landkar skal utstyres med overgangsplate i henhold til [kapittel 3.8.3](#).

Veiledning til kravet

Det anbefales at overgangsplaten dekker hele landkarets bredde. Foran ferjekaibru og tilleggskaia anbefales det å benytte friksjonsplate, i forlengelse av overgangsplaten, for opptak av horisontale krefter. Dersom andre deler av ferjekaia er åpen for trafikk anbefales det også her å montere overgangsplater og eventuelt friksjonsplate. Løsning med overgangsplate og eventuell friksjonsplate kan også benyttes andre steder på ferjekaia ved behov for horisontal kapasitet for støt- og fortøyningslaster.

Krav 4.8.2—10 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2025

Ferjekaia skal utstyres med nødvendig sikkerhetsutstyr, elektroanlegg og løfteanordning for ferjekaibrua. Vannanlegg/brannsløkkeranlegg skal monteres med tilbakeslagsventil, slik at det forhindres at sjøvann trenger inn på vannettet. Utstyr på ferjekaia skal kontrolleres for konflikt med ferje ved eventuell rulling.

4.8.3 Ferjekaibru

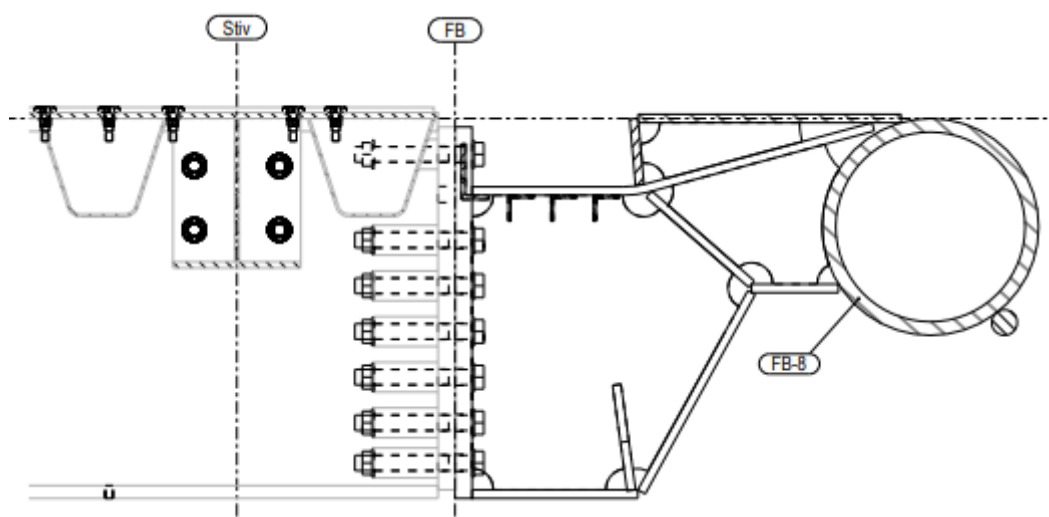
Krav 4.8.3—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

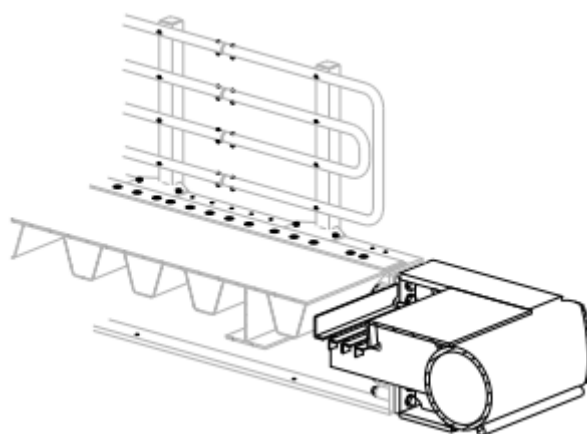
Det skal sikres en god og trygg forbindelse mellom ferje og land for trafikanter. Ferjekaibrua skal

- kunne bære spesifisert trafikklast
- oppta definerte støtlaster fra ferje ved hjelp av støtabsorberende fendere mellom ferjekaibru og landkar, og kunne oppta strekk mellom ferje og ferjekaibru
- følge ferjas bevegelser ved kai. Vridning skal antas $\leq 5^\circ$ om ferjekaibruas lengdeakse
- hvile med egenvekt på ferjas recess slik at det alltid er trykk på hele kontaktflaten mellom recess og brufront under trafikkavvikling
- kunne heves og senkes slik at den minst klarer full tidevannsvariasjon, HAT og LAT
- opplagres slik at den kan legges ned på en sikringsbjelke der dette er aktuelt
- kunne monteres/demonteres og byttes ut på en enkel måte

Utforming, plassering og dimensjonering av spalte på brufront skal være koordinert med utforming, plassering og kapasitet av låsehake på fallport, se [figur 4.8.3—1](#) og [figur 4.8.3—2](#).



Figur 4.8.3—1 — Snitt av brufront med spalte



Figur 4.8.3—2 — 3D-visning av brufront med spalte

Krav 4.8.3—2 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2023

Rekkverk på ferjekaibrua skal dimensjoneres etter tabell 4.3.1-2 i *vegnormal N101 Trafikksikkert sideterreng og vegsikringsutstyr*.

Krav 4.8.3—3 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Åpninger mellom ferjekaibru og ferje > 200 mm skal tettes.

Krav 4.8.3—4 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Lengde på ferjekaibru skal bestemmes på grunnlag av tidevannsvariasjon på stedet, høyden på landkaret og normert høyde på recess på ferja. Ved trafikkavvikling skal det tas hensyn til aktuell ferjes vertikalavstand til vannlinje ved recess og stedlige tidevannsvariasjoner, HAT og LAT.

Veiledning til kravet

For nye ferjekaier anbefales det å benytte en av de standardiserte lengdene, 15 m, 18 m eller 22 m. Lengde anbefales valgt slik at ferjekaibruas helning (lengdefall) ikke overskrider 7° ved trafikkavvikling.

Krav 4.8.3—5 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Bredde på ferjekaibru skal bestemmes på grunnlag av forventet trafikkmengde og ferjestørrelse.

Veiledning til kravet

For nye ferjekaier anbefales det å benyttes en av de standardiserte breddene 6 meter, 9 meter eller 12 meter. Avviket mellom ferjeåpning og brubredde anbefales ikke å overskride 3,0 meter per side, uavhengig av recessbredde. Ferjas fallport understøttes dersom denne faller utenfor ferjekaibrua, for å hindre at fallporten bøyer seg opp på midten.

Senterlinjeavstand og bredde på ferjekaibru anbefales å være lik for ferjekaier i samme størrelse.

Krav 4.8.3—6 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Det skal tas hensyn til retningsavviket som bevegelig trafikklast får på grunn av skråstilt ferjekaibru, spesielt med hensyn på laster nær opplegg.

Krav 4.8.3—7 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Fenderement bak ferjekaibru skal kunne ta imot og absorbere aktuell energimengde fra gjeldende ferje, se [tabell 4.8.4—1](#).

4.8.4 Laster på ferjekai

Krav 4.8.4—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Ferjekaia skal beregnes for laster fra ferje og for trafikklaste. Brubås skal belastes med reaksjonskrefter fra ferjekaibrua. Det vises til [kapittel 5](#) for øvrige laste.

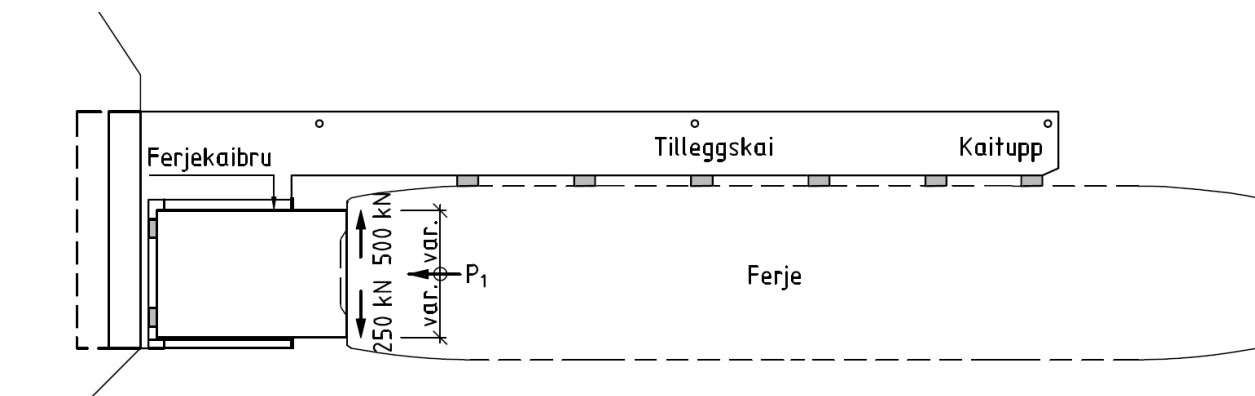
Krav 4.8.4—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Ferjekaibru uten trafikklast skal belastes med for følgende punktlaster fra ferje:

- Horisontalt trykk fra ferja, P_1 , i bruas lengderetning, se [figur 4.8.4—1](#) og [tabell 4.8.4—1](#). Lasten angriper brufronten i ugunstigste posisjon over brufrontens bredde.
- 500 kN horisontalt og vinkelrett på bruas senterlinje. Lasten angriper brufronten i retning mot tilleggskai. I motsatt retning er lasten 250 kN, se [figur 4.8.4—1](#).

Punktlastene er horisontale, og brufronten står vilkårlig plassert mellom nederste og øverste begrensning. Lastene er uavhengig av hverandre og opptrer ikke samtidig.



Figur 4.8.4—1 — Laster fra ferje mot ferjekaibru uten trafikk på brua

Tabell 4.8.4—1 — Karakteristisk støtlast P_1 med tilhørende energimengde E_1

D	P_1	E_1^a	Klasse
1000	600	100	Små samband ^b
1000 - 2000	800	150	Mellomstore samband
2000 - 3000	900	175	Store samband
3000 - 4000	1000	200	Ekstra store samband
> 4000	Vurderes spesielt	Vurderes spesielt	Spesielle samband

a Mer nøyaktige beregninger kan utføres ved bruk av reglene gitt i [kapittel 13.3](#)

b Benyttes kun i tilfeller der det forventes lav trafikkvekst i løpet av stipulert levetid

I tabell 4.2 benyttes følgende betegnelser:

- D - maksimalt deplasement (tonn)
- P_1 - maksimal støtkraft (kN)
- E_1 - maksimal støtenergi (kNm)

Veiledning til kravet

Oppgitte verdier for støtenergi i [tabell 4.8.4—1](#), tar utgangspunkt i følgende maks hastighet ved tillegg:

- Små samband: $v = 0,426$ m/s
- Mellomstore samband: $v = 0,369$ m/s
- Store samband: $v = 0,326$ m/s

— Ekstra store samband: $v = 0,302 \text{ m/s}$

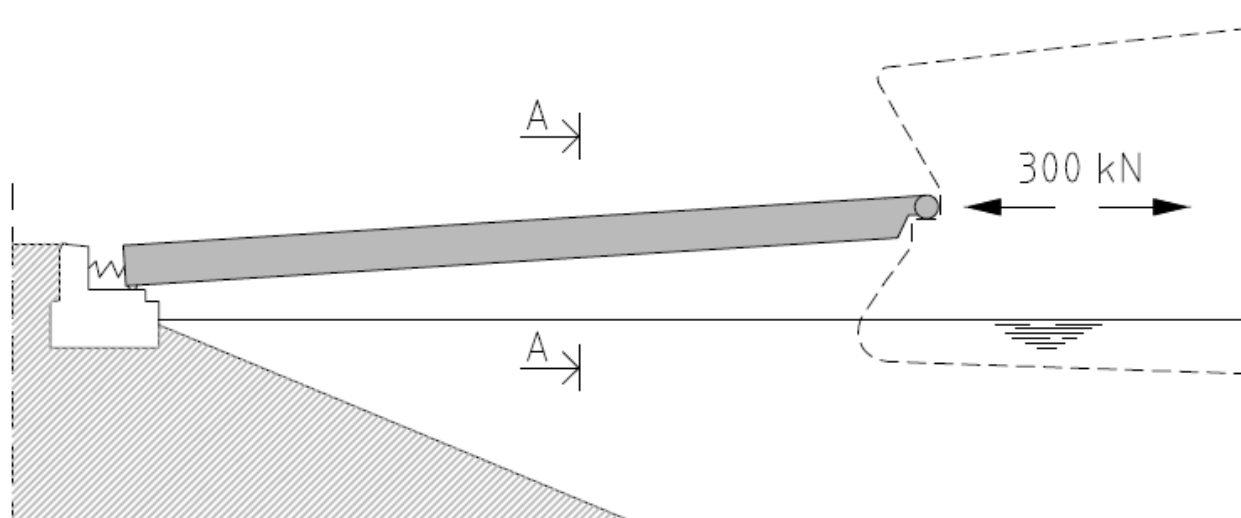
Krav 4.8.4—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

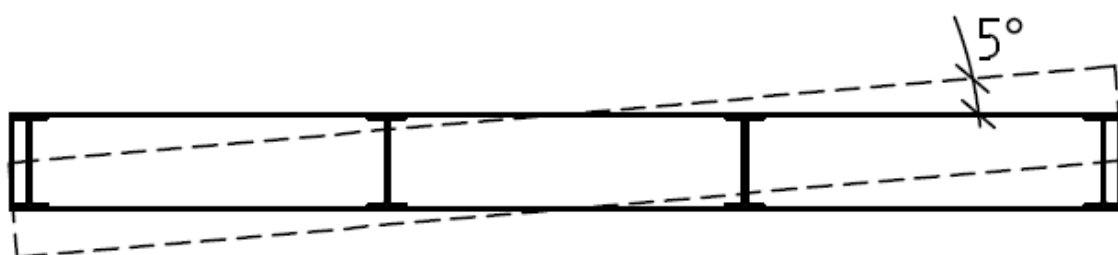
Ferjekaibru med trafikklast skal belastes med følgende laster fra ferje:

- 300 kN horisontalt trykk fra ferja i bruas senterlinje, se [figur 4.8.4—2](#).
- 300 kN horisontalt strekk fra låsehake på ferja i bruas senterlinje, se [figur 4.8.4—2](#).
- Deformasjonslast som svarer til en rotasjon av brufront om senterlinjen på 5° , se [figur 4.8.4—3](#).

Det skal tas hensyn til at horisontallast og last fra påtvungen rotasjon vil kunne opptre samtidig med trafikklast fra kjøretøy på brua.



Figur 4.8.4—2 — Laster fra ferje mot ferjekaibru - oppriss



Figur 4.8.4—3 — Laster fra ferje med påtvungen rotasjon mot ferjekaibru - Snitt A-A

Støt- og fortøyningslaster på tilleggskai skal fastsettes ut fra maksimalt deplasement på den tyngste ferja som forventes å trafikkere ferjeleiet. Det skal tas hensyn til de lokale forholdene på ferjeleiet, som vind, strøm og bølger, samt det fenderverket som benyttes. Støt- og fortøyningslaster på tilleggskai finnes i [tabell 4.8.4—2](#). Støtlaster skal ikke regnes mindre enn 500 kN.

Tabell 4.8.4—2 — Karakteristisk støtlast P_2 , energimengde E_2 og fortøyningslast S

D	P_2	E_2^a	S	Klasse
1000	500	150	400	Små samband ^b
1000 - 2000	1000	300	800	Mellomstore samband
2000 - 3000	1500	400	1200	Store samband
3000 - 4000	2000	500	1400	Ekstra store samband
> 4000	Vurderes spesielt	Vurderes spesielt	Vurderes spesielt	Spesielle samband

a Mer nøyaktige beregninger kan utføres ved bruk av reglene gitt i [kapittel 13.3](#)

b Benyttes kun i tilfeller der det forventes lav trafikkvekst i løpet av stipulert levetid

I tabell 4.3 benyttes følgende betegnelser:

- D - maksimalt deplasement (tonn)
- P_2 - maksimal støtkraft (kN)
- E_2 - maksimal støtenergi (kNm)
- S - maksimal strekkraft (kN)

Veiledning til kravet

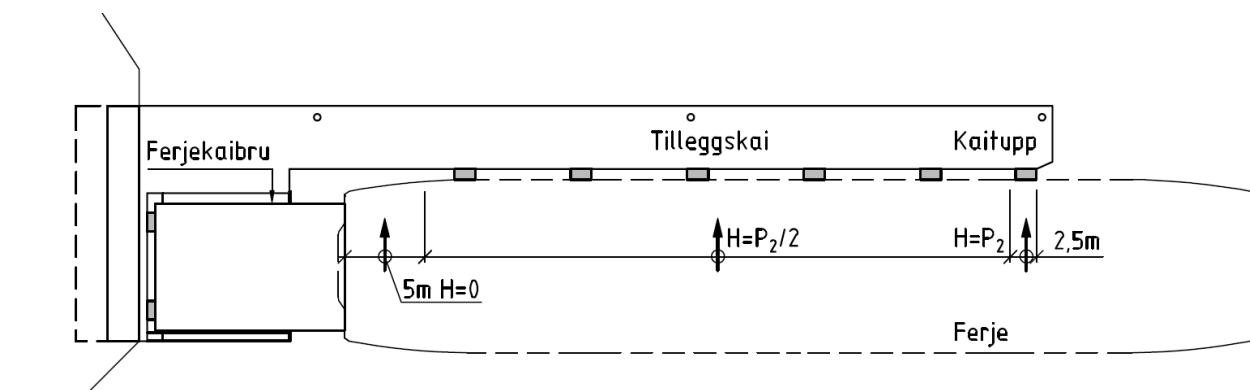
Oppgitte verdier for støtenergi i [tabell 4.8.4—2](#), tar utgangspunkt i følgende hastighet ved tillegg:

- Små samband: $v = 0,447$ m/s
- Mellomstore samband: $v = 0,447$ m/s
- Store samband: $v = 0,422$ m/s
- Ekstra store samband: $v = 0,408$ m/s

Krav 4.8.4—5 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Støtlastene skal forutsettes å virke på de ytterste 2,5 meter av tilleggskai. Fra 2,5 meter fra kaitupp til 5,0 meter fra brufront regnes halv støtlast. Støtlastene skal antas ikke å kunne angripe tilleggskai nærmere enn 5,0 meter fra brufront, se figur 4.8.4—4. Støtlasten skal forutsettes å angripe horisontalt og vinkelrett på tilleggskai. Tilleggskai skal ha fenderverk som sikrer at støtlastene ikke overskrides.

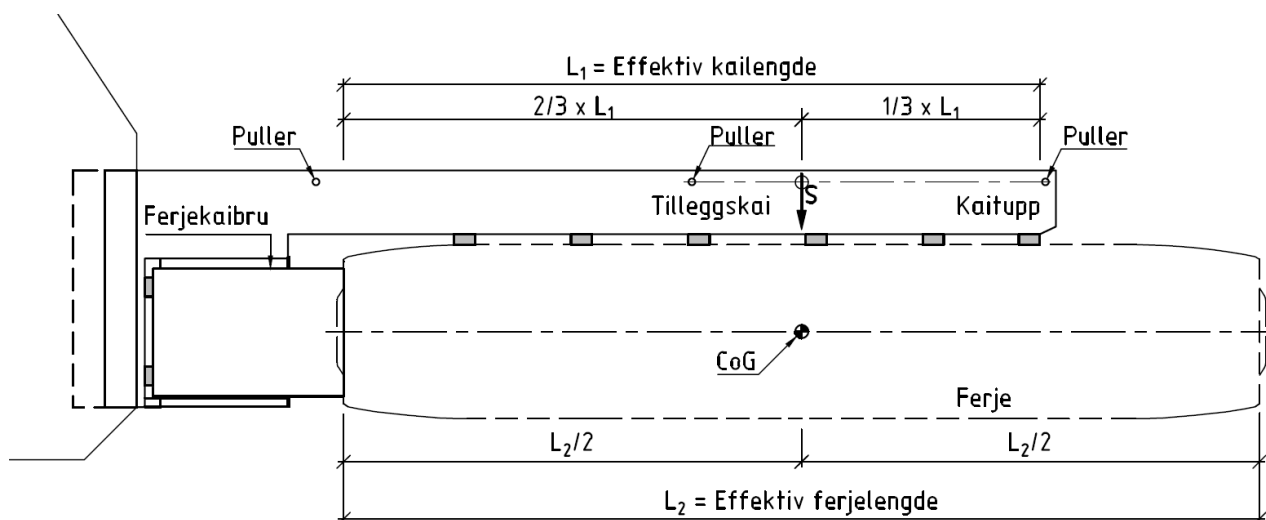


Figur 4.8.4—4 — Virkeområde for støtlast

Krav 4.8.4—6 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Fortøyningslasten skal regnes som en resulterende strekkraft fra ferja på tilleggskai. Fortøyningslasten skal forutsettes å virke fra ferjas tyngdepunkt, som tilsvarer en avstand lik 2/3 av den effektive kailengden fra brufronten, se figur 4.8.4—5. Fortøyningslasten skal forutsettes å angripe horisontalt og vinkelrett fra tilleggskai på linje med pullerplassering. Lokal kontroll for fortøyningsarrangement skal kontrolleres for strekkraft per arrangement i ugunstigste retning.



Figur 4.8.4—5 — Virkeområde for fortøyningslast

Krav 4.8.4—7 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Trafikkklaster på tilleggskai skal vurderes i henhold til om kaia er *åpen* eller *avsperret*. For at tilleggskai skal regnes som avsperret skal det monteres adgangsbegrensende utstyr som rekkverk, port, eller lignende.

- 1) *Åpen* tilleggskai skal dimensjoneres for trafikkklaster i henhold til *trafikklastforskrift for bruer m.m.* [5]. Dette gjelder for deler av tilleggskai som ikke er avsperret for trafikk.
- 2) *Avsperret* tilleggskai skal minimum dimensjoneres for ett vilkårlig plassert lastfelt (LM1 etter NS-EN 1991-2), med korreksjonsfaktorer for ferjekaibruer gitt i *trafikklastforskrift for bruer m.m.* [5]. Aktuelle vedlikeholdskjøretøy skal kartlegges. Dersom tilleggskai planlegges benyttet til spesielle formål, skal aktuelle nyttelaster bestemmes. Dersom vertikallastene fra vedlikeholdskjøretøy eller andre nyttelaster er større enn boggelasten, skal de legges til grunn for dimensjonerende vertikallaster.

Krav 4.8.4—8 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

For støt- og fortøyningslast fra ferje skal følgende verdier benyttes:

- $\gamma_Q = 1,2$
- $\psi_0 = 0,7$
- $\psi_1 = 0,6$
- $\psi_2 = 0/0,5$
- $\psi_{1,infq} = 0,8$

4.8.5 Ulykkeslaster

Krav 4.8.5—1 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Ved bruk av heisesylindere på ferjekaibrua, skal det regnes på en ulykkesituasjon der brua henger i kun én heisesylinder, lasttilfellet består kun av bruas egenvekt. Heisetårn, ferjekaibru og lagre skal kontrolleres.

Krav 4.8.5—2 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Energimengde normalt på kaituppen som overskrider $1,2E_2$, skal anses som en ulykkesituasjon.

Veiledning til kravet

Det tilstrebes at tilleggskai opptar et slikt støt med en duktil oppførsel og uten at reaksjonskraften overskrider $3P_2$.

Krav 4.8.5—3 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Det skal regnes på ulykkesituasjon med fortøyningslast i retning parallelt med tilleggskai. Det regnes med et aktivt fortøyningspunkt som strekker med en kraft ≥ 500 kN på vilkårlig puller.

4.9 Segmentbruer

Kapitlet gir spesielle regler for brukonstruksjoner i betong med kassetverrsnitt utført som prefabrikkerte segmenter. Dette er betongelementer produsert i fabrikk, der hvert element danner (typisk) 2,5-3,0 meter av brua i lengderetningen.

Aktuelle veiledninger ved prosjektering av segmentbruer:

- fib Bulletin 82 *Precast Segmental Bridges*
- Møre og Romsdal fylkeskommune: *Veileder segmentbru i betong* [16]

4.9.1 Generelt

Krav 4.9.1—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Alle deler av segmentskjøtene skal være fortannet. Fortanningen skal være i henhold til *NS-EN 15050:2007+A1:2012*, G.1.3, unntatt at $30^\circ \leq \alpha \leq 45^\circ$.

Krav 4.9.1—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Segmentskjøter skal limes med epoksylin ved montering. Limets fasthet skal ikke utnyttes i beregningene.

Krav 4.9.1—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Kantdragere skal være kontinuerlige, uten svinnfuger.

4.9.2 Analyser

Lastvirkninger kan bestemmes med lineært elastiske analyser og bjelketeori. Dersom det utføres en ikke-lineær analyse, kan det tas hensyn til den kapasitetsøkningen som økt tøyning i spennarmeringen gir for skjær og torsjon. Tilleggstøyningen kan settes lik midlere betongtøyning mellom to kontaktpunkter/ omlenkingspunkter for spennarmeringen.

Ekstern spennarmering kan betraktes som en ytre last. Som en forenkling kan en tøyningssøkning i spennarmeringen på grunn av andre ytre laster neglisjeres.

Krav 4.9.2—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Det skal tas hensyn til shear lag.

Krav 4.9.2—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Det skal ikke regnes med omfordeling av momenter og skjærkrefter i overbygningen.

4.9.3 Bruddgrensetilstand

Krav 4.9.3—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

For bruddgrensetilstand gjelder følgende for segmentskjøtene i ferdig bru med tverrsnittshøyde H :

- For skjøter med kun ekstern spennarmering eller intern spennarmering uten heft, skal trykksonehøyden være $\geq 2/3 H$ ved opplegg og $\geq 1/2 H$ i felt.
- For skjøter med kun intern spennarmering med heft, skal trykksonehøyden være $\geq 1/2 H$ både ved opplegg og i felt.

Veiledning til kravet

Alternative - mindre strenge - krav kan vurderes for skjøter med intern spennarmering med heft, eventuelt i kombinasjon med ekstern spennarmering eller intern spennarmering uten heft. Beregningsforutsetninger, krav til andel spennarmering med heft og dimensjoneringskrav begrunnes og dokumentasjon sendes inn til kontroll av konsept, se [kapittel 2.5](#), før prosjekteringen starter.

Krav 4.9.3—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Skjæroverføring skal avgrenses til de delene av tverrsnittet som har trykkspenninger normalt på skjøten.

4.9.4 Bruksgrensetilstand

Krav 4.9.4—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

For bruksgrensetilstand kombinasjon *karakteristisk* gjelder følgende for betongspenninger normalt på segmentskjøten i alle deler av tverrsnittet (positiv σ_c for strekk):

- I byggefaser: $\sigma_c \leq 0$ MPa
- I ferdig bru: $\sigma_c \leq -0,5$ MPa

Krav 4.9.4—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Følgende gjelder for største trykkspenninger i skjøtene:

- $|\sigma_c| \leq 0,6 f_{ck}$ (t) for bruksgrensetilstand kombinasjon *karakteristisk*
- $|\sigma_c| \leq 0,45 f_{ck}$ (t) for bruksgrensetilstand kombinasjon *tilnærmet permanent*

4.10 Buebruer

Krav 4.10—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Utskifting og brudd av eventuelle hengestenger skal kontrolleres etter [kapittel 4.2.2](#) og [kapittel 4.2.3](#).

4.11 Flytebruer og rørbruer

4.11.1 Funksjonskrav

Krav 4.11.1—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2025

Følgende krav gjelder for linjeføring:

- For overgangskonstruksjoner, påkjøringsramper og tilsvarende, som endrer stigning med vannstanden, skal største stigning ved middelvann (MV) være 0,5 prosentenhet lavere enn kravet til stigningsprosent for dimensjoneringsklassen. Ved vannstand $MV + Z$, der Z er største forventede tidevannsdifferanse med returperiode 1 år, skal stigningen ikke overstige 1,0 prosentenhet over kravet til stigningsprosent for dimensjoneringsklassen.
- Ved fartsgrense over 70 km/t tillates ikke knekk i kjørebanelen. Ved fartsgrense mindre eller lik 70 km/t er største tillatte knekk i kjørebanelen ved fuger eller ledd:
 - tidevannsdifferanse alene: $\theta_v = 2,5 \%$
 - tidevannsdifferanse og bølgelast: $\theta_v = 3,5 \%$
 - bruksgrensetilstand, kombinasjon *karakteristisk*: $\theta_h = 3,0 \%$

Returperioden skal være 1 år for naturlaster og tidevann. For bølger skal det benyttes midlere bølgeperiode T_p .

Veiledning til kravet

θ_v er knekk i vertikalplanet og θ_h er knekk i horisontalplanet

Krav 4.11.1—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Krav til seilløp skal baseres på en risikoanalyse av skipstrafikken og mulige skipsstøt, der sannsynligheten for hendelsene beregnes og konsekvensen av hendelsene vurderes.

Krav 4.11.1—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Oppdriftslegemer skal være vanntette.

Krav 4.11.1—4 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Følgende krav gjelder for fribord:

- Fribord skal beregnes i stille vann som den minste vertikale avstanden fra høyeste vannlinje og til overkant av flytelegemets sideflate.
- Fribord skal beregnes for konstruksjon belastet med permanente laster. Maksimal våt vekt fra marin begroing og ugunstigste tyngdetetthet av konstruksjonsmaterialer og sjøvann skal legges til grunn. Det skal tas hensyn til eventuell permanent vertikal kraft i forankringssystemet.
- For konstruksjonsdeler som ikke følger tidevannet, skal fribord måles fra høyeste tidevannsnivå med 100-års returperiode.
- Minste fribord bestemt ut fra en dynamisk beregning skal være større enn null for ugunstigste kombinasjon av bølger og tidevann med returperiode 100 år. Vannstandsheving på grunn av klimaendringer skal vurderes.

4.11.2 Egenlaster

Krav 4.11.2—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Generelle krav for egenlaster:

- Egenlast, tyngde av brukonstruksjon og utstyr, belegning og eventuell oppdrift som er permanent eller har en langsom variasjon i den dimensjonerende brukstid, skal regnes med øvre og nedre grense for last på grunn av tyngde.
- Ved beregning av egenlast skal virkning av eventuell vannabsorpsjon i materialer som for eksempel betong, marin begroing og støvansamling, tas hensyn til.
- Usikkerhet i tyngde skal delvis kunne reduseres ved måling av tyngde og justering av fast ballast under bygging.

Krav 4.11.2—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Følgende krav gjelder for permanent oppdrift:

- Brutto permanent oppdrift (resultanten av vanntrykket på konstruksjonens ytterflater) B_1 skal bestemmes i forhold til middelvann (MV) for ferdig installert konstruksjon.
- Beregnet oppdrift skal baseres på ytre geometri og vannets tyngdetetthet.
- Dimensjoneringen skal baseres på en øvre og en nedre grense for geometri og vannets tyngdetetthet. Avviket fra B_1 betegnes $\pm \Delta B_1$.
- Dersom ikke en annen og dokumentert verdi legges til grunn, skal vannets tyngdetetthet regnes til å være $9,955 \text{ kN/m}^3 \pm 1 \%$. Det skal benyttes ugunstigste verdi for den lastvirkning som undersøkes.

Krav 4.11.2—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Marin begroing skal antas å kunne forekomme på konstruksjonsflater i og nært vann. Dersom ikke andre dokumenterte verdier legges til grunn, skal marin begroing antas som angitt i [tabell 4.11.2—1](#).

Tabell 4.11.2—1 — Marin begroing

Avstand fra vannlinjen	Tykkelse	Masse per m ²	Neddykket tyngde per m ²
Fra +0,5 til -12,0 meter	150 mm	200 kg/m ²	468 N/m ²
Under -12,0 meter	75 mm	100 kg/m ²	234 N/m ²

Oppdrift skal beregnes med referanse til ytre dimensjon av konstruksjonen uten tillegg for marin begroing

Veiledning til kravet

Permanent egenlast for rørbru, G_1 , deles opp i to bidrag:

- G_1 = egenlastandel som med meget stor grad av nøyaktighet kan kontrolleres og utjevnes med ballast i flytende tilstand.

Usikkerheten i G_1 benevnes ΔG_1 .

- G_1 = egenlastgandel som installeres etter at tyngdebalansering er utført og som dermed har en større usikkerhet.

Usikkerheten i G_1 benevnes ΔG_1 .

Følgende krav gjelder permanent egenlast for rørbru:

- Permanent egenlast G_1 skal omfatte:
 - beregnet tyngde av selve rørbrukonstruksjonen, β_1
 - beregnet tyngde av konstruksjoner inne i rørbrua, β_2
 - tyngde av permanent og flyttbar ballast, β_3
 - tyngde av permanent kjørebanebelegning, β_4
 - tyngde av permanent utstyr, β_5

Egenlast av ferdig ballastert bru, $G_1 = \beta_1 + \beta_2 + \beta_3 + \beta_4 + \beta_5$

Den permanente egenlastens to bidrag:

- $\bar{G}_1 = \bar{\beta}_1 + \bar{\beta}_2 + \bar{\beta}_3 + \bar{\beta}_4 + \bar{\beta}_5$
- $\tilde{G}_1 = \tilde{\beta}_1 + \tilde{\beta}_2 + \tilde{\beta}_3 + \tilde{\beta}_4 + \tilde{\beta}_5$
- ΔG_1 skal bestemmes ved hjelp av måletoleransen på vannlinja, bestemmelse av ytre mål av rørbrua og vannets tyngdetetthet. Dersom andre byggemetoder benyttes, skal tilsvarende nøyaktighet i bestemmelse av tyngden dokumenteres, eller så skal usikkerheten i egenlasten økes slik at resulterende sikkerhet med hensyn på tyngde opprettholdes. Systematiske avvik i forhold til planlagt tyngde skal korrigeres ved å bygge inn permanent ballast. ΔG_1 skal ikke antas å være mindre enn $\pm 0,5\%$ av G_1 , hvis ikke større nøyaktighet kan dokumenteres. Denne usikkerheten skal ta hensyn til måltoleransen nevnt ovenfor, usikkerheter i vannets tetthet ved utveiing i forhold til vannets tetthet på brustedet, se [krav 4.11.2—2](#), samt tyngdevariasjoner langs rørbruelementene.
- ΔG_1 skal, hvis ikke større nøyaktighet kan dokumenteres, antas å svare til $\mp 0,15 G_1$.

Følgende krav gjelder variabel egenlast for rørbru:

- Variabel egenlast med en tidsvariasjon skal regnes av eller på, alt etter hva som er ugunstig for den aktuelle dimensjonerende situasjon.
- *Bunden* variabel egenlast skal antas ha en fast fordeling langs brua, mens det for *fri* (flyttbar) egenlast skal velges den romlige fordeling som er ugunstigst for den aktuelle dimensjonerende situasjon.
- Følgende laster skal regnes som bunden variabel last:
 - tyngde av marin begroing, β_6
 - tyngde av vannabsorpsjon i rørbrukonstruksjonen, β_7
 - tyngde av vannabsorpsjon i permanent ballast, β_8
- Forutsatte verdier for vannabsorpsjon, β_7 og β_8 , skal dokumenteres før bygging. Antatt virkning av eventuell vannabsorpsjon på konstruksjonsmaterialets egentyingde skal kunne dokumenteres ved målinger.
- Total bunden variabel egenlast, $G_2 = \beta_6 + \beta_7 + \beta_8$
- Følgende laster skal regnes som fri variabel egenlast:
 - tyngde av støvansamling, β_9
 - tyngde av variabel (flyttbar) ballast, β_{10}
 - tyngde av variabel kjørebanebelegning, β_{11}
 - tyngde av utskiftbart utstyr, β_{12}
- β_{10} skal ikke være mindre enn $0,75 G_2$.
- β_{12} skal regnes mellom øvre og nedre grense, som bestemmes under prosjekteringen.
- Total fri variabel egenlast, $G_3 = \beta_9 + \beta_{10} + \beta_{11} + \beta_{12}$
- Det skal føres logg over fri variabel egenlast. Dette gjelder spesielt ballast og kjørebanebelegning.

Veiledning til kravet

Ved manglende data kan β_7 settes til $0,01 \beta_1$.

Størrelsen på β_8 vurderes på grunnlag av dokumentasjon som beskriver ballastens egenskaper med hensyn til bestandighet, opptak av fuktighet, volumendring samt plassering og innfesting i rørbrua.

β_{10} kan være null eller den kan ha en positiv eller negativ verdi. Hvis det kan framlegges en detaljert prosedyre for hvordan økningen av G_2 kan overvåkes og kontrolleres, kan den flyttbare ballasten, $\beta_{10} = 1,5 G_2$, reduseres.

β_{11} vil variere mellom en positiv og negativ verdi (når tykkelsen er mindre enn den som er gitt ved β_4).

4.11.3 Naturlaster

Krav 4.11.3—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Følgende krav gjelder for naturlaster generelt:

- Makrobeskrivelse av bølgelaster skal være basert på bølgespektrum for en sjøtilstand med bølgehøyde og periode med relevant returperiode – i form av konturlinjer. Strøm skal beskrives med hastighet. Vindlast skal beskrives som vist i [kapittel 5.6](#). For naturlaster skal midlere retning og variasjon i nevnte lastparametere langs brua beskrives.
- Mikrobeskrivelse av lastene skal baseres på relevant aerodynamisk og hydrodynamisk teori, og den korresponderende lastvirkningen skal bestemmes ved en global dynamisk analyse.
- Karakteristisk last for bruddgrensetilstand og ulykkessituasjon skal defineres med midlere returperioder på henholdsvis 100 og 10 000 år. 100-årslast skal spesifiseres med en 100-årshendelse for en av lastene og med relevante returperioder for de øvrige slik at korrelasjon ivaretas.
- Naturlaster på grunn av bølger, stormflo, tidevannseffekter (vannstand, strøm) og vind skal betraktes som én karakteristisk lastgruppe med samme lastfaktor i kombinasjon med andre laster.
- Kombinasjon av naturlaster med andre laster skal baseres på kombinasjonsfaktorer gitt i *NS-EN 1990*.

Krav 4.11.3—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Følgende krav gjelder hydrodynamiske laster:

- Hydrostatisk og hydrodynamisk belastning skal bestemmes ut fra anerkjent teori. Det skal utarbeides en grunnlagsrapport som spesifiserer data for det aktuelle brustedet angående vannstand, bølger, vind og strøm. Ved oppstarten av arbeidet skal det utarbeides en metodebeskrivelse som baseres på anerkjent teori og erfaringer fra tilsvarende konstruksjonstyper.
- Beskrivelsen skal i tillegg til det som er gitt i grunnlagsrapporten, inneholde beskrivelse av:
 - variasjon av vannstand, inkludert eventuelle klimaeffekter
 - bølgespekter som benyttes
 - retningsspredning
 - variasjonsområdet for ovennevnte parametere
 - naturforholdenes variasjon på tvers av fjorden
- Det skal bestemmes laster forårsaket av vindgenererte bølger, dønning/havsjø, og bølger generert av skred og strøm. Beregninger for bølger skal omfatte både førsteordens effekter og andreordens effekter (bølgedrift) basert på anerkjent teori. Det skal også tas hensyn til interaksjon mellom bølger og strøm. Beregningsprosedyrer skal beskrives.
- Eventuelle oscillerende laster forårsaket av hvirvelavløsning skal bestemmes. Dette gjelder belastning både på hovedelementer og på sekundære forankringselementer.
- Effekten av indre bølger ved sjiktet strøm skal evalueres, og mulige laster på grunn av indre bølger skal bestemmes.

Veiledning til kravet

Som et alternativ til å bestemme oscillerende laster kan det være aktuelt å utforme og dimensjonere konstruksjonen slik at eksitasjonsfrekvenser ligger utenfor egenfrekvensene med tilstrekkelig sikkerhetsmargin.

Krav 4.11.3—3 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Beregning av strømlaster skal baseres på informasjon om målte og numerisk simulerte strømprofiler over fjorden. I mangel av tilfredsstillende data for strømprofiler skal relevante forenklete profiler benyttes. Disse skal velges ut fra bruas egensvingformer og -frekvenser. Som et minimum skal følgende tre profiler undersøkes, der det antas at strømprofil og hastigheter kan virke i begge retninger på tvers av brua:

- 1) jevnt fordelt strømhastighet over hele lengden av brua
- 2) jevnt fordelt strømhastighet over midtre halvdel av brua
- 3) en skjærstrøm med jevnt fordelt strømhastighet over hver halvdel av brua

Krav 4.11.3—4 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Følgende krav gjelder for lastvirkningsanalyser:

- Det skal gjennomføres en global dynamisk analyse for å bestemme globale dynamiske lastvirkninger på grunn av hydrodynamiske og eventuelle aerodynamiske laster. Denne analysen skal være detaljert nok til å beskrive lastvirkningene i område for signifikant dynamisk forsterkning. Konservativ estimator av dempning basert på potensialteori skal anvendes. Totale globale lastvirkninger skal bestemmes ved å kombinere de dynamiske lastvirkningene med globale statiske lastvirkninger, slik at det tas hensyn til innflytelsen av statiske forhold på dynamisk oppførsel – herunder den globale effekten av utvendig vanntrykk.
- Dersom det utføres separate analyser av virkningen av aerodynamiske og hydrodynamiske laster, skal det tas hensyn til interaksjon mellom virkningen av de to lasttypene og korrelasjon mellom lastprosessene ved bestemmelse av ekstreme lastvirkninger. For utmatningsberegning skal lastvirkningshistoriene superponeres før lastvirkningssyklene bestemmes.
- Virkningen av lokale hydrostatiske og hydrodynamiske laster skal også kombineres med globale lastvirkninger slik at det tas hensyn til korrelasjonen mellom dem. Dette gjelder bestemmelse av trykklaster, som skal inkludere statiske og dynamiske bidrag, så vel som effekt av eventuell vannoppstuvning på grunn av bunntopologi og neddykket konstruksjon. I tillegg skal effekten av eventuelle bølgeslag (sjokktrykk) vurderes.
- Globale dynamiske lastvirkninger fra hydrodynamiske og/eller aerodynamiske laster skal baseres på global dynamisk analyse, detaljert nok til å beskrive lastvirkningene i område for signifikant dynamisk forsterkning og med konservative estimator for dempning basert på måldata. Hydrodynamisk dempning skal bestemmes ved potensialteori (kilde/sluk) og ikke baseres på måldata.

Krav 4.11.3—5 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Karakteristiske verdier for ulykkeslaster skal så langt det er mulig bestemmes ved sannsynlighetsvurdering av relevante ulykkes scenarier, der det tas hensyn til eventuelle risikoreduserende tiltak.

Veiledning til kravet

Ulykkeslaster er resultat av uriktig operasjon eller unormale hendelser som for eksempel:

- påseiling av skip*
- utilsiktet fylling av oppdriftslegeme*
- skred og eventuell skredindusert bølge*
- brann*
- eksplosjon (for lukket bru)*
- uhell ved bruk av anker eller trål på neddykkede elementer:*
 - utslipp av anker direkte på rørbru*
 - ankerkjetting som sklir over rørbru når skipet passerer*
 - hekking av anker eller trål i undervannskonstruksjoner*
- synkende skip på undervannskonstruksjoner*
- bortfall av eventuelle forankringsstag eller ankerliner*
- vanninntrenging i oppdriftslegemer og i rørbru*
- unormale naturlaster (med 10 000-års returperiode)*

4.11.4 Dimensjonering

Krav 4.11.4—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Kontroll av konstruksjonen i ulike grensetilstander skal baseres på *NS-EN 1990*. Kontroll i bruddgrensetilstand skal omfatte både konstruksjon og fundamenter/landfester.

Krav 4.11.4—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Følgende krav gjelder kontroll av global stabilitet i bruddgrensetilstand:

- Global stabilitet av flyte- og rørbruer i ferdigtilstand skal sikres med endeinnfestning.
- For strekkstagforankrede flyte- og rørbruer skal det påvises at det alltid er strekk i forankringsstagene til sjøbunnen. Dimensjonerende lastvirkning skal beregnes for ugunstigste kombinasjon av trafikk- og naturlaster med lastfaktorer i bruddgrensetilstand. Det skal tas hensyn til stagenes oppdrift og tyngde, og alle snitt langs stagene skal kontrolleres.
- For bruer med pongtonger skal det kontrolleres at de har tilstrekkelig fribord for alle lastkombinasjoner
- Det skal påvises tilfredsstillende stabilitet for konstruksjoner i fri, flytende tilstand og i alle midlertidige bygge- og installasjonsfaser.
- Kontroll av bruddgrensetilstand for global stabilitet (EQU) skal utføres med last- og kombinasjonsfaktorer i henhold til *NS-EN 1990:2002/A1:2005+NA:2016*, tabell NA.A2.4(A).

Veiledning til kravet

Det gjøres spesielt oppmerksom på merknaden i tabell NA.A2.4(A) om at dersom det iverksettes ekstra tiltak for tyngdekontroll, så kan modifiserte lastfaktorer vurderes.

For rørbruer kan B_1 - G_1 regnes som én permanent last med én felles lastfaktor, mens ΔG_1 , ΔG_1 og ΔB_1 behandles som «øvrig variable laster» med lastfaktorer.

Krav 4.11.4—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Følgende krav gjelder kontroll i ordinær bruddgrensetilstand:

- Kontroll av kapasitet i bruddgrensetilstand (STR) skal utføres med last- og kombinasjonsfaktorer i henhold til *NS-EN 1990:2002/A1:2005+NA:2016*, tabell NA.A2.4(B).
- Dimensjonering av betongkonstruksjoner skal baseres på *NS-EN 1992*, som suppleres med bestemmelsene i *NS 3473:2003* når det gjelder effekten av vanntrykk, utmatting og generell dimensjonering for konstruksjonsdeler med krefter i planet.

Veiledning til kravet

For rørbruer kan oppdrift B_1 og egenlast G_1 regnes som én permanent last med én felles lastfaktor, mens ΔG_1 , ΔG_1 og ΔB_1 behandles som «øvrig variable laster» med lastfaktorer.

Krav 4.11.4—4 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Følgende krav gjelder kontroll av betongkonstruksjoner i bruksgrensetilstand:

- Kontroller skal baseres på *NS-EN-1992*, som suppleres med bestemmelsene i *NS3473:2003* når det gjelder vanntetthet.
- For å sikre vanntetthet skal konstruksjonsdeler som er påkjent av ensidig vanntrykk, dimensjoneres slik at de har trykkspenning i begge retninger.

Krav 4.11.4—5 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2025

Følgende krav gjelder kontroll av ulykkessituasjoner:

- Ulykkessituasjoner skal kontrolleres for ulykkeslaster og naturlaster med 10 000-års returperiode. For ulykkeslaster skal kontrollen utføres i to trinn:
 - a) I det første trinnet skal virkningen av ulykkeslaster kombinert med relevante andre laster undersøkes. I denne fasen er lokal skade akseptabel, men ikke globalt sammenbrudd. Det skal vurderes om skade som gir omfattende lekkasje, i denne sammenhengen svarer til globalt sammenbrudd.
 - b) I det andre trinnet skal det utføres kontroll av eventuell overlevelse, dvs. at globalt sammenbrudd unngås for den skadde konstruksjonen. Returperioden for naturlastene ved denne kontrollen skal være 100 år hvis ikke lavere returperiode kan dokumenteres. Eventuell forutsetning om bruk av aktive operasjonelle tiltak for å begrense konsekvensene ved skade, skal dokumenteres å ha høy pålitelighet.
- Konstruksjonens integritet som følge av bortfall av forankringsstag/-liner eller oppdriftslegeme, skal vurderes.
- Kontroll av overlevelse av naturlaster på 10 000-årsnivå utføres i ett trinn. Dersom instabilitet på grunn av hvirvelavløsning medfører store konsekvenser, skal egenfrekvenser ligge utenfor eksitasjonsfrekvensområdet med referanse til 10 000-årsstrøm.
- Lastkombinasjoner for dimensjonerende ulykkessituasjoner velges i henhold til *NS-EN 1990:2002/A1:2005+NA:2016*, tabell NA.A2.5.
- For egenlast som inngår i kontroll av ulykkessituasjon for rørbruer, skal følgende vurderes:
 - permanent egenlast B_1 og G_1
 - variabel egenlast ΔG_1 , $\Delta \bar{G}_1$ og ΔB_1
 - eventuelt tyngden av utilsiktet vannfylling

4.11.5 Brukshåndbok

Krav 4.11.5—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Prosjekteringsforutsetninger knyttet til oppfølging av brua skal nedfelles i ei brukshåndbok som skal omfatte blant annet:

- prosedyrer for eventuell utskifting av elementer
- justering av forspenning i forankringssystem
- overvåking og inspeksjon

4.11.6 Oppdriftslegemer

Krav 4.11.6—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Oppdriftslegemer skal seksjoneres for å redusere konsekvensene av utilsiktet vannfylling.

4.11.7 Forankringssystem

Krav 4.11.7—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Følgende krav gjelder forankringssystemer:

- Forankringssystemer skal utformes slik at det er mulig å skifte ut systemets enkelte elementer. Installasjonstoleranser skal spesifiseres, og metode for slik utskifting skal beskrives.
- Forankringssystemer skal prosjekteres slik at måling og etterjustering av forspenningskraften i systemets enkelte elementer kan gjennomføres.
- Alle elementer i forankringssystemet skal korrosjonsbeskyttes. Kabler skal beskyttes med belegg, eventuelt kombinert med katodisk beskyttelse.
- Bunnankere skal utformes slik at utskifting av forankringssystemets enkelte elementer er mulig. Utforming og dimensjonering av forankringssystemer som har høyt permanent strekk og utsettes for sykliske laster, skal utføres slik at tilfredsstillende sikkerhet mot globalt brudd oppnås.

Veiledning til kravet

Eventuelle bunnankere for brukonstruksjonens forankringssystem kan være gravitasjonsanker, peler, nedborede eller nedpressede forankringer, eller kombinasjoner av slike.

4.11.8 Utstyr

Krav 4.11.8—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Følgende krav gjelder for fugekonstruksjoner:

- Fuger som utsettes for permanent vanntrykk eller bølgeslag, skal ha dobbel tetting. Det skal være god tilgjengelighet rundt fugene. Festeanordninger skal være bestandige mot sjøvann og være lette å skifte ut.
- Ledd som følger tidevannsvariasjonen, skal ha dobbel tetting opp til 0,5 m over vannivå. Faste ledd skal ha dobbel tetting opp til 0,5 m over høyeste astronomiske tidevann (HAT).

Krav 4.11.8—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Følgende krav gjelder forannet utstyr:

- Adkomst til oppdriftslegemer skal etableres via mannhull med vanntette luker. Det skal være adkomst til alle rom i oppdriftslegemer slik at pumper kan monteres i tilfelle lekkasje. Gangveier mellom rom skal ligge over ytre vannstand. Antall luker og plassering av luker (internt eller eksternt) skal velges slik at det er praktisk mulig å iverksette tiltak ved lekkasje eller dersom luker under uforutsette forhold blir stående åpne.
- Instrumenter for systematisk registrering av konstruksjonens bevegelser og annen lastrespons, samt for overvåking av eventuelle beskyttelsessystemer, armeringskorrosjon eller annen nedbryting, skal installeres.
- Det skal installeres instrumenter tilkopledd alarmanlegg for registrering av uventet stor vannansamling i oppdriftslegemer.

5 Laster

5.1 Klassifisering av påvirkninger

Krav 5.1—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Den karakteristiske verdien av påvirkningen skal benyttes som grunnlag for beregning av dimensjonerende lastvirkning.

Veiledning til kravet

Laster klassifiseres etter deres variasjon over tid som

- permanente påvirkninger
- variable påvirkninger
- ulykkespåvirkninger

Permanente påvirkninger

Permanente påvirkninger ventes å være tilnærmet konstante innenfor det tidsrom som betraktes. Som permanent påvirkning regnes

- tyngde av konstruksjonen (egenlast)
- tyngde av permanent ballast og utstyr som ikke vil bli fjernet
- ytre vanntrykk regnet ut fra midlere vannstand eller midlere grunnvannstand og med midlere tetthet
- jordtrykk, tyngde av jord og eventuelle andre fyllmasser
- eventuelle setninger

Jord- og vanntrykk er behandlet i NS-EN 1997-1 og veiledning V220 Geoteknikk i vegbygging. Variabel del av vanntrykket er behandlet i [kapittel 5.8](#). Trykk fra andre typer fyllmasser bestemmes særskilt.

Variable påvirkninger

Laster fra variable påvirkninger er laster som varierer i tid, og omfatter

- trafikklaster
- støt- og fortøyningslaster fra ferje
- naturlaster
- andre variable laster som
 - last fra variabel ballast og utstyr som kan fjernes
 - laster påført konstruksjonen i midlertidige faser som fabrikasjon, installering, spesielle kortvarige operasjoner, fjerning osv.

Karakteristisk verdi for trafikklaster er gitt i NS-EN 1991-2, samt tilleggsregler itrafikklastforskrift for bruer m.m. [\[5\]](#). For støt- og fortøyningslaster vises det til [kapittel 4.8](#). For dybdevirkning av trafikklast på fylling inntil konstruksjoner vises det til [kapittel 4.6](#).

Naturlaster er laster som skyldes klima på brustedet og andre naturgitte forhold. Behovet for og omfanget av eventuelle målinger og observasjoner for å fastlegge naturlastene på brustedet vurderes i hvert enkelt tilfelle.

I byggetilstander med varighet mindre enn 1 år kan returperioden reduseres til 10 år i henhold til NS-EN 1991-1-6. Returperiode lik 10 år kan også benyttes ved kontroll av skadetilstander.

Karakteristisk verdi for andre variable laster defineres som den ugunstigste forventede last ut fra de aktuelle forholdene.

Ulykke og seismiske påvirkninger

Laster som konstruksjonen kan bli utsatt for som resultat av uriktig operasjon, ulykkestilfelle eller unormale hendelser som

- påkjøringslaster (fra kjøretøy, skip osv.)
- last fra fallende gjenstander
- brann med mulig påfølgende eksplosjon
- eksplosjon med mulig påfølgende brann
- laster forårsaket av skred og flom
- jordskjelv

Krav 5.1—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Påvisning av utmatting skal gjøres ved definering av lasthistorien. Karakteristisk last og antall vekslinger bestemmes som forventet lasthistorie over konstruksjonens dimensjonerende brukstid.

5.2 Egenlaster

5.2.1 Generelt

Krav 5.2.1—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Det skal ikke tas hensyn til konstruksjonstoleranser ved beregning av egenlasten.

Veiledning til kravet

Som egenlast regnes tyngden av permanente deler av konstruksjonen. For beregning av egenlast for ulike konstruksjonsmaterialer vises det til NS-EN 1991-1-1, samt [kapittel 8](#) og [kapittel 10](#).

Krav 5.2.1—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

I tilfeller hvor nøyaktig bestemmelse av størrelse og fordeling av konstruksjonens egenlast er spesielt viktig for konstruksjonens sikkerhet, som ved kontroll av veltestabilitet og lageroppfølt, skal det tas hensyn til usikkerheter i fordelingen av egenlasten.

Krav 5.2.1—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Ved bruk av fyllmasse i ballastkasser skal toleransekrav for egenlasten spesifiseres.

Veiledning til kravet

Det anbefales å beskrive at utførende skal dokumentere at forutsatt masse er oppnådd.

5.2.2 Belegning

Valg av belegningsklasser er angitt i [kapittel 12.2](#). Bruer dimensjoneres for en større belegningsvekt enn hva som faktisk legges på brua ved bygging. Bakgrunnen for dette er delvis toleranser på bygging av brua og legging av asfalt. Erfaringen er at det ofte har forekommet manglende fresing før reasfaltering.

Spesielt mindre bruer har over tid fått mange lag asfalt. Rutiner for fresing før reasfaltering er nå innskjerpet.

Krav 5.2.2—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Dimensjonerende belegningsvekt skal inkluderes i egenlasten. Denne skal fastsettes i hvert enkelt tilfelle. Minimumskrav til dimensjonerende belegningsvekter i kjørebane på vegbruer er gitt i [tabell 5.2.2—1](#).

Tabell 5.2.2—1 — Minstekrav til dimensjonerende belegningsvekter i kjørebane

Største spennvidde / [m]		
$l \leq 50$	$50 < l \leq 200$	$l > 200$
3,5 kN/m ²	2,5 kN/m ²	2,0 kN/m ²

Veiledning til kravet

For bruer med spennvidde > 200 meter og ÅDT > 5000 anbefales det at dimensjonerende belegningsvekt velges noe større, for eksempel 2,5 kN/m². Dette vil ivareta krav til tykkelse for bind- og slitelag i vegnormal N200 Vegbygging kombinert med fuktisolering for belegningsklasse A3-4.

For overbygninger i betong med spennvidde > 50 meter anbefales det også å øke dimensjonerende belegningsvekt slik at det vil være mulig å legge et avrettingslag mellom fuktisolering og bindlag, se veiledning til [krav 12.2.1—4](#).

Krav 5.2.2—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Gang- og sykkelanlegg og separate gang- og sykkelbruer skal dimensjoneres med minimumskrav til belegningsvekter som angitt i [tabell 5.2.2—2](#).

Tabell 5.2.2—2 — Minstekrav til dimensjonerende belegningsvekter for bruer med gang- og sykkeltrafikk

Største spennvidde / [m]	
$l \leq 200$	$l > 200$
2,0 kN/m ²	1,5 kN/m ²

Krav 5.2.2—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Fortau over vegbruer skal dimensjoneres for en belegningsvekt på minimum 1,5 kN/m² i tillegg til vekten av selve fortauet, se også [kapittel 12.2.8](#).

Krav 5.2.2—4 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Bevegelige bruer skal dimensjoneres for minimum 2,0 kN/m² i kjørebane og 1,0 kN/m² på fortau og gang- og sykkelanlegg i tillegg til vekten av eventuelt fortau.

Krav 5.2.2—5 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Bruer og andre bærende konstruksjoner med gjennomgående vegoverbygning (bærelag, forsterkningslag etc.) skal dimensjoneres for vekten av denne i tillegg til belegningsvektene i [tabell 5.2.2—1](#) og [tabell 5.2.2—2](#).

5.3 Trafikklaster

5.3.1 Engangstransporter (LM3)

Krav 5.3.1—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2025

Alle bruer i det offentlige vegnettet skal dimensjoneres for LM3 definert i *trafikklastforskriften for bruer m.m.* Ved kontroll av stabilitet og kapasitet skal engangstransporten (LM3) regnes som dominerende variabel last i *NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016* tabell NA.A2.4, med $\gamma_Q = 1,15$ og $\psi_0 = 0$. Øvrige variable laster, inkludert LM1 med full last i henhold til *NS-EN 1991-2*, skal inkluderes som øvrig variabel last i *NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016* tabell NA.A2.4. Vegeier skal avgjøre om det, der det er fysisk mulig, skal tillates annen trafikk på brua (LM1) samtidig som det kjøres engangstransporter.

Veiledning til kravet

Målsettingen med kontroll av engangstransport ved prosjektering av nye bruer er å legge til rette for engangstransporter uten behov for beregninger i driftsfasen.

Kombinasjonsfaktor $\psi_0 = 0$ innebærer at ligning 6.10a i NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 ikke er aktuell og at det ikke regnes med engangstransport når andre laster er dominerende.

Lastfaktor 1,15 og kombinasjonsfaktor 0 gir en bruddgrensetilstand som samsvarer med regler for bæreevneklassifisering. Lastfaktor 1,15 i stedet for 1,1, som spesifisert i veiledning V412 Bæreevneklassifisering av bruer, laster, er fordi LM3 ikke har rystelsestillegg.

Betingelser for engangstransporter (LM3) og eventuell øvrig trafikk (LM1) er diskutert nærmere i [krav 5.3.1—3](#).

Krav 5.3.1—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2024

Det skal vurderes om kontroller i bruksgrensetilstand er relevante og nødvendige.

Veiledning til kravet

Der kontroll av bruksgrensetilstand er aktuelt, anbefales engangstransporten regnet som dominerende variabel last. Lastfaktorer og kombinasjonsfaktorer for vanlig trafikklast (LM1) anbefales da anvendt også for engangstransporten (LM3).

Krav 5.3.1—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2024

Betingelsene for engangstransporter (LM3) skal beskrives i prosjekteringsgrunnlaget. Engangstransporter (LM3) skal forutsettes plassert slik at kjøretøyet kan passere brua uten at det er nødvendig å gjøre fysiske tiltak i forkant. Der det er mulig å kjøre øvrig trafikk i motsatt kjøreretning sammen med engangstransport, skal engangstransport sammen med øvrig trafikk (LM3 + LM1) kontrolleres. Dersom denne situasjonen gir mindre lastvirkninger enn ordinær trafikklast, skal den (LM3 + LM1) velges som betingelse for engangstransport. Dersom LM3 i kombinasjon med LM1 gir større lastvirkninger enn ordinær trafikklast, skal det avklares med brueier om brua skal dimensjoneres for dette eller for LM3 alene.

Veiledning til kravet

Betingelser for engangstransporter baseres på en avveining av hensynet til trafikkavvikling, trafiksikkerhet og kostnader. Her vil det være rom for skjønn, og byggherre/prosjekt må basere vurderinger på gode råd fra prosjekterende. I noen tilfeller, for eksempel for bruer med liten trafikk, der det er en liten ulempe å holde tilbake øvrig trafikk, kan det være hensiktsmessig med strenge forutsetninger, for eksempel «sentrisk og med restriksjoner». I andre tilfeller, for eksempel over en kulvert eller for ei bru med svært stor trafikk, kan det være riktig å forutsette at engangstransporter får kjøre helt fritt.

Betingelsene for kjøring med engangstransport (LM3) danner grunnlag for tillatelser som blir gitt til engangstransporter. Det er derfor viktig at betingelsene påføres oversiktstegningen på en entydig måte. Plassering i tverretning angis fortrinnsvis direkte i tegning av tverrsnitt, mens eventuelle restriksjoner for engangstransportens hastighet og for øvrig trafikk angis i merknadsfelt. Ved behov, for eksempel når det er trafikkøyer eller rundkjøringer i bruender som gjør at det ikke kan kjøres i rettlinje over brua, tegnes også inn linje for begge kjøreretninger som det skal kjøres sentrisk om, på plantegning.

Kravet om kontroll av LM3 i kombinasjon med LM1 er for å sikre at øvrig trafikk tillates sammen med engangstransport dersom situasjonen uansett ikke er dimensjonerende. Formålet er å legge til rette for enkel trafikkavvikling som ikke påvirker trafiksikkerhet i negativ retning.

På bruer med fysisk midtdeler er det fordelaktig at trafikk i motgående kjøreretning kan kjøre fritt. Foretrukket restriksjon for engangstransport på bruer med midtdeler er at LM3 kjøres sakte, sentrisk i kjøreretningen, uten at brua stenges for trafikk i motsatt kjøreretning.

For å sikre forutsigbarhet anbefales det å klargjøre betingelser for engangstransporter i prosjekteringsgrunnlag/konkurransegrunnlag.

5.3.2 Gang- og sykkelbruer med vegtrafikk

Krav 5.3.2—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2024

Gang- og sykkelbruer som av beredskapshensyn skal kunne benyttes av utrykningskjøretøy, skal dimensjoneres for trafikklast gitt av reguleringsbestemmelser eller andre forhold og som et minimum bruksklasse Bk 10/50. Dimensjonerende lastkombinasjoner skal bestemmes i henhold til NS-EN 1990.

Veiledning til kravet

Laster for bruksklasse Bk 10/50 finnes i veiledning V412 Bæreevneklassifisering av bruer, laster. Utrykningskjøretøyer kan fravike trafikkreglene, og det er ikke nødvendig med skilting eller andre tiltak for å markere at de kan bruke gang- og sykkelbrua, se forskrift om kjørende og gående trafikk (trafikkregler), § 2-4.

Krav 5.3.2—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2024

Bruer i gang- og sykkelveger som skal kunne benyttes som adkomstveger til eiendommer, til renovasjonskjøretøyer og/eller til annen nytte trafikk, sporadisk eller jevnlig, skal prosjekteres med samme trafikklast som ordinære vegbruer. Kontroll av LM3 tillates utelatt.

5.4 Termiske påvirkninger

Krav 5.4—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

De ulike temperaturandelene og samtidighet av disse skal beregnes i henhold til *NS-EN 1991-1-5*, samt tilleggsbestemmelser som angitt i [krav 5.4—2](#) og [krav 5.4—3](#).

Veiledning til kravet

Termisk påvirkning er sammensatt av virkningene av

- *jevnt fordelt temperaturandel*
- *vertikal lineært varierende temperaturandel, alternativt vertikal ikke-lineært varierende temperaturandel*
- *horisontal lineært varierende temperaturandel*
- *forskjell i jevnt fordelt temperaturandel mellom konstruksjonsdeler*
- *temperaturdifferanse over veggtykkelsen og mellom utvendige og innvendige vegger i kassetverrsnitt*

*For konstruksjoner og konstruksjonsdeler som ikke dekkes under tverrsnitt definert i *NS-EN 1991-1-5:2003+NA:2008*, punkt 6.1.1, type 1, 2 og 3, kan jevnt fordelt brutemperatur settes lik representativ lufttemperatur, dersom nøyaktigere verdi ikke legges til grunn. Varierende temperaturandel vurderes i hvert enkelt tilfelle.*

Krav 5.4—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Vertikal lineært varierende temperaturandel skal fordeles over tverrsnittshøyden slik at fordelingen gir $\Delta T = 0$ i tverrsnittets tyngdepunktsakse.

Veiledning til kravet

For vertikal ikke-lineært varierende temperaturandel kan man normalt utelate korreksjon for bidrag som fordelingen gir til $\Delta T_{N,exp}$ og $\Delta T_{N,con}$.

Krav 5.4—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Ved beregning av forskjell i jevnt fordelt temperaturandel mellom ulike konstruksjonsdeler, skal den ugunstigste konstruksjonsdelen antas å ha den ekstreme temperaturen ($T_{e,min}/T_{e,max}$). For andre konstruksjonsdelene framkommer temperaturen som en reduksjon av tallverdien i forhold til ekstremtemperaturen.

5.5 Deformasjonslaster

Deformasjonslaster er laster som er knyttet til påførte deformasjoner eller konstruksjonsmaterialets egenskaper som

- forspenning av konstruksjonen (spennkrefter)
- svinn, kryp og relaksasjon
- setninger
- deformasjoner påført konstruksjonen som resultat av fabrikasjons-, bygge- eller installasjonsmetode

Deformasjonslaster er ofte tidsavhengige. Karakteristisk last defineres som største forventede verdi innenfor det tidsrom som betraktes.

For deformasjonslaster fra forspenning, svinn, kryp og relaksasjon vises det til [kapittel 8](#).

5.5.1 Setninger

Krav 5.5.1—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Ugunstige kombinasjoner av setningsdifferanser skal inngå i dimensjonerende lastkombinasjoner i bruddgrensetilstand og bruksgrensetilstand i konstruksjonsanalysen.

Veiledning til kravet

I NS-EN 1990 er ujevne setninger for bruer omtalt i A2.2.1 (13) - (17). Standarden fokuserer med andre ord på de konsekvensene av setningene som gir krefter i konstruksjonen. I standarden er begrepet setningsdifferanser benyttet for den spesifikke verdien som framkommer av vurderingene av ujevne setninger. Her brukes bare begrepet setningsdifferanser.

I A2.2.1 (13) står det at setningsdifferanser skal medregnes der de anses å være betydelige sammenlignet med virkningene av direkte laster. I punkt (14): «Der konstruksjonen er svært følsom for ujevne setninger, bør det tas hensyn til usikkerheten knyttet til vurderingen av setningene.» I punkt (16): «Setningsdifferansene mellom enkeltfundamenter eller deler av fundamenter, bør angis som sannsynlige verdier i samsvar med NS-EN 1997, der det tas tilbørlig hensyn til byggeprosessen.»

Basert på setningsberegningene kartlegges sannsynlige setningsdifferanser. Disse vurderes i lys av standardens krav, og de setningsdifferansene som inkluderes i analysene, forklares.

I punkt (15) står det at setningsdifferanser «bør klassifiseres som en permanent påvirkning». I henhold til tabell NA.A2.4 (B) får differansesetninger lastfaktor 1,00 i bruddgrensetilstand. Som permanent påvirkning bestemmes setningsdifferanser uten lastfaktor i bruksgrensekombinasjonene.

Ugunstige kombinasjoner vurderes. Det kan for eksempel for ei kontinuerlig bru bety setning i akse 2, 4 og 6, i akse 3 og 5 eller bare i akse 3. Ulike kombinasjoner gir ugunstige lastvirkninger på ulike steder. Antall kombinasjoner og nøyaktighet vurderes i lys av lastvirkningenes størrelse og konsekvenser for konstruksjonen.

I punkt (17) nyanseres forutsetningene etter aktuelle kontrolltiltak. Det anbefales at beskjedne kontroll og oppfølging i byggefasen legges til grunn.

5.5.2 Friksjonskrefter/deformasjonskrefter fra lager

Krav 5.5.2—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Det skal tas hensyn til friksjonskrefter fra glidelagre og deformasjonskrefter fra blokklagre i analysen. Krefter i ugunstig retning regnes å ha full friksjonskraft. Krefter i gunstig retning regnes å ha 50 % av full friksjonskraft.

5.5.3 Jordtrykk mot konstruksjonsdeler på fugefrie bruer

Krav 5.5.3—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2024

Konstruksjonsdeler som forskyves mot jord, skal dimensjoneres for jordtrykket som oppstår.

Veiledning til kravet

Dette gjelder typisk passivt jordtrykk på endeskjørtet på grunn av horisontal forskyvning i bruas lengderetning – forårsaket av for eksempel temperaturlaster eller bremsekrefter. NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2020, punkt C.3, og veiledning V220 Geoteknikk i vegbygging gir veiledning i å bestemme jordtrykket. Lastfaktor multipliseres inn etter at passivt jordtrykk er bestemt:

- 1) Friksjonsvinkel ($\tan \varphi$) og ruhet (r) for løsmassene bak endeskjørtet bestemmes*
- 2) Passiv jordtrykkskoeffisient (K_p) bestemmes basert på $\tan \varphi$ og r med partialfaktor for jordas materialegenskaper lik 1,0*
- 3) Karakteristisk passivt jordtrykk bestemmes basert på K_p*
- 4) Passivt jordtrykk inngår i dimensjonerende lastkombinasjoner med samme lastfaktor som lasten som forårsaket forskyvningen*

Prinsipielt betyr dette at for eksempel passivt jordtrykk fra temperaturlaster og bremselaster kan få forskjellige lastfaktorer, men det er sjelden nødvendig å regne svært nøyaktig. Dette gjelder en sekundær konstruksjonsdel (relativt liten skadekonsekvens), overgangsplata vil bidra til motstand mot forskyvningen (ekstra sikkerhet) og materialbehovet er uansett ikke stort (gjelder tverrsnittet på endeskjørtet og vertikalarmeringen i den vertikale overflata).

5.6 Vindlast

5.6.1 Vindlastklasser

Krav 5.6.1—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2025

Vindlast på brukonstruksjoner skal bestemmes ved bruk av følgende vindlastklasser:

- **Vindlastklasse I:** Brukonstruksjoner med ubetydelig dynamisk lastvirkning fra vind. Vindlastklasse I omfatter alle bruer, hvor lengste egensvingeperiode er < 2 s.
- **Vindlastklasse II:** Brukonstruksjoner med dynamisk lastvirkning fra vind som ikke kan neglisjeres. Vindlastklasse II omfatter brukonstruksjoner hvor én av følgende betingelser er oppfylt:
 - Lengste egensvingeperiode er ≥ 2 s og spennvidden er < 300 m.
 - Lengste egensvingeperiode er < 2 s og spennvidden er ≥ 300 m.
- **Vindlastklasse III:** Brukonstruksjoner med utpreget dynamisk lastvirkning fra vind. Vindlastklasse III omfatter bruer hvor følgende to betingelser er oppfylt:
 - Lengste egensvingeperiode er ≥ 2 s.
 - Spennvidden er ≥ 300 m.

Brukonstruksjoner med særlig spesiell utforming, for eksempel slanke gangbruer, skal regnes å tilhøre vindlastklasse III selv om spennvidden er < 300 m, gitt at lengste egensvingeperiode er ≥ 2 s.

Veiledning til kravet

Eksempel på brutyper i vindlastklasse I er platebruer, bjelkebruer i betong eller stål, samvirkebruer, fagverksbruer, fritt frambyggbruer i ferdigtilstand, hvelvkonstruksjoner.

Eksempel på brukonstruksjoner i vindlastklasse II er fritt frambyggbruer i byggetilstand, slanke søyler og tårn i byggetilstand, henge- og skråstagbruer med liten eller middels spennvidde.

En brukonstruksjon kan beregnes etter en høyere vindlastklasse enn den tilhører.

5.6.2 Brukonstruksjoner i vindlastklasse I

Krav 5.6.2—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Lastvirkning fra vind skal bestemmes på grunnlag av kastvindhastighetstrykket.

Veiledning til kravet

Lastvirkninger beregnes på grunnlag av ksthastighetstrykket i hovedstrømsretningen som angitt i NS-EN 1991-1-4:2005+NA:2009, punkt NA.4.5.

Den totale vindlasten per lengdeenhet av brukonstruksjonen er gitt som produktet av topphastighetstrykket og kraftfaktorer (formfaktorer). Vindlastens tre komponenter q_D , q_L , q_M , henholdsvis horisontalkraft, vertikalkraft og vridningsmoment, refereres til tverrsnittets skjærsenter:

$$\begin{bmatrix} q_D(z) \\ q_L(z) \\ q_M(z) \end{bmatrix}_{\text{tot}} = q_p \begin{bmatrix} c_D h \\ c_L b \\ c_M b^2 \end{bmatrix} \quad (5.6.2-1)$$

h	er referansehøyde for kraftfaktoren c_D
b	er referansebredde for kraftfaktorene c_L og c_M

Kraftfaktorer (formfaktorer) bestemmes etter NS-EN 1991-1-4 eller andre relevante litteraturkilder.

5.6.3 Brukonstruksjoner i vindlastklasse II

Krav 5.6.3—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Lastvirkning fra vind skal bestemmes på grunnlag av en dynamisk analyse med summen av hastighetstrykk fra middelvind og hastighetstrykket fra fluktuerende vind.

Veiledning til kravet

Den totale vindlasten deles opp i to bidrag; ett fra middelvindhastigheten og ett fra fluktuerende vindlast, slik at $\mathbf{q}_{\text{tot}} = \bar{\mathbf{q}} + \mathbf{q}(t)$. Lastvirkninger fra fluktuerende vindlast beregnes i frekvensplanet.

Bidrag fra middelvindhastigheten beregnes tilsvarende som for brukonstruksjoner i vindlastklasse I, se [kapittel 5.6.2](#). Vindlastens tre lastkomponenter er dermed gitt ved:

$$\begin{bmatrix} q_D(z) \\ q_L(z) \\ q_M(z) \end{bmatrix}_{\text{tot}} = \bar{q} \begin{bmatrix} c_D h \\ c_L b \\ c_M b^2 \end{bmatrix} \quad (5.6.3-1)$$

hvor hastighetstrykket $\bar{q}$ er gitt ved:

$$\bar{q} = \frac{1}{2} \rho v_m^2(z, T, R) \quad (5.6.3-2)$$

Luftens densitet settes lik 1,25 kg/m³.

I tidsplanet er de tre komponentene av den fluktuerende delen av vindlasten gitt som:

$$\begin{bmatrix} q_D(y, z, t) \\ q_L(y, z, t) \\ q_M(y, z, t) \end{bmatrix} = \frac{1}{2} \rho v_m(z, T, R) \begin{bmatrix} 2c_D h & (c'_D + c_L b) \\ 2c_L b & (c_D h + c'_L b) \\ 2c_M b^2 & c'_M b^2 \end{bmatrix} \mathbf{v} \quad (5.6.3-3)$$

Her gjelder faktorene c_D , c_L og c_M for vindinnfallsvinkelen $\alpha = r_\theta$ hvor r_θ er midlere tverrsnittsrotasjon, og:

$$c'_D = \frac{\partial c_D(r_\theta)}{\partial \alpha}, c'_L = \frac{\partial c_L(r_\theta)}{\partial \alpha}, c'_M = \frac{\partial c_M(r_\theta)}{\partial \alpha} \quad (5.6.3-4)$$

For horisontalt bruelement, eksempelvis en brubjelke, er:

$$\mathbf{v} = \begin{bmatrix} u(y, z, t) \\ w(y, z, t) \end{bmatrix} \quad (5.6.3-5)$$

For vertikalt bruelement, eksempelvis en søyle, er:

$$\mathbf{v} = \begin{bmatrix} u(y, z, t) \\ v(y, z, t) \end{bmatrix} \quad (5.6.3-6)$$

Kraftfaktorer (formfaktorer) bestemmes fortrinnsvis fra seksjonsmodellforsøk i vindtunnel.

Erfaringsdata eller tall fra andre relevante litteraturkilder kan også brukes. Den fluktuerende delen av vindlasten bestemmes ved hjelp av [kapittel 5.6.5](#).

5.6.4 Brukonstruksjoner i vindlastklasse III

Krav 5.6.4—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

For brukonstruksjoner i vindlastklasse III skal det ved beregning av dynamiske lastvirkninger tas hensyn til interaksjon mellom den svingende brukonstruksjonen og strømmingen. Dette innebærer blant annet

- at kraftfaktorer og deres deriverte skal bestemmes med seksjonsmodellundersøkelser i vindtunnel
- at seksjonsmodellen skal benyttes til å bestemme uttrykk for aerodynamisk deriverte (flutterderiverte)
- at beregningsmodellen skal utvides slik at den også inkluderer aerodynamisk demping og aerodynamisk stivhetsreduksjon
- at lastbidrag fra turbulenskomponentene, aerodynamisk demping og aerodynamisk stivhetsreduksjon skal alle baseres på aerodynamisk deriverte fra seksjonsmodellundersøkelser i vindtunnel

Endrede egenskaper til brukonstruksjonen skal vurderes. Det kan være opphopning av snø på brubjelken eller mot rekkverk; snø, is og vann på kabler; eller andre tilsvarende endringer av det dynamiske systemet.

Veiledning til kravet

Undersøkelser i vindtunnel kan suppleres med numeriske strømningsanalyser.

For å estimere langtidsekstremresponsen med ønsket returperiode, så anbefales det å multiplisere forventet korttids ekstremverdi med 1,2, eller benytte 90-prosentpersentil i kortidsekstremverdifordelingen.

5.6.5 Vindfeltets karakteristiske egenskaper

Krav 5.6.5—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

For bruer i vindklasse II og III skal vindfeltets integrale lengdeskalaer, ettpunkts turbulensspekter (vindspektrum) og normaliserte kospekter (koherens) defineres.

Veiledning til kravet

Stedsvindhastigheten som uttrykker tidsmiddelverdien av vindhastigheten i hovedstrømsretningen (x), er i henhold til NS-EN 1991-1-4:2005+NA:2009, punkt NA.4.2 og punkt 4.3 gitt ved:

$$v_m(z, T, R) = v_{b,0} \cdot c_{dir} \cdot c_{season} \cdot c_{alt} \cdot c_{prob} \cdot c_0(z) \cdot c_r(z) \quad (5.6.5—1)$$

z	er posisjon i vertikalretning lokalt over terreng
T	er statistisk midlingsperiode, $T = 600$ s
R	er returperiode, $R = 1/p$, hvor p er sannsynlighet for årlig overskridelse

Verdier for $v_{b,0}$, c_{dir} , c_{season} , c_{alt} , c_{prob} , $c_0(z)$ og $c_r(z)$ bestemmes i henhold til NS-EN 1991-1-4. Dersom vindfeltet kan beskrives innenfor basistilfellene av terrengruhetskategorier, beregnes turbulensintensiteten, I_u , i hovedstrømsretningen etter NS-EN 1991-1-4:2005+NA:2009, Tabell NA.4.1.

Den integrale lengdeskalaen xL_u er gitt ved:

$$^xL_u(z) = \begin{cases} L_1(z/z_1)^{0,3}, & z > z_{min} \\ L_1(z_{min}/z_1)^{0,3}, & z \leq z_{min} \end{cases} \quad (5.6.5—2)$$

L_1	er referanse lengdeskala lik 100 m
z_1	er referansehøyde lik 10 m

For tilnærmet homogene strømningsforhold er de øvrige turbulensintensitetene og integrale lengdeskalaene gitt ved:

$$\begin{bmatrix} I_v \\ I_w \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 3/4 \\ 1/2 \end{bmatrix} I_u \quad (5.6.5—3)$$

og

$$\begin{bmatrix} ^yL_u \\ ^zL_u \\ ^xL_v \\ ^yL_v \\ ^zL_v \\ ^xL_w \\ ^yL_w \\ ^zL_w \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1/3 \\ 1/5 \\ 1/4 \\ 1/4 \\ 1/12 \\ 1/12 \\ 1/18 \\ 1/18 \end{bmatrix} ^xL_u \quad (5.6.5—4)$$

Ettpunkts spektra $S_i(n)$ for turbulenskomponentene u , v og w , uttrykt ved frekvensen n , er gitt ved:

$$\frac{nS_i}{\sigma_i^2} = \frac{A_i \hat{n}_i}{(1 + 1,5A_i \hat{n}_i)^{5/3}}, i = u, v, w \quad (5.6.5-5)$$

hvor σ_i er standardavviket til turbulenskomponenten i , og:

$$\hat{n}_i = \frac{n^x L_i(z)}{v_m(z)}, A_u = 6,8, A_v = 9,4, A_w = 9,4 \quad (5.6.5-6)$$

Kospektra $S_{i_1 i_2}$ på normalisert form for separasjon normalt på hovedstrømsretningen, horisontalt (y) eller vertikalt (z), er gitt ved:

$$\frac{\text{Re}[S_{i_1 i_2}(n, \Delta s_j)]}{\sqrt{S_{i_1}(n) \cdot S_{i_2}(n)}} = \exp\left(-C_{ij} \frac{n \Delta s_j}{v_m(z)}\right) \quad (5.6.5-7)$$

hvor Δs_j er horisontal- eller vertikalavstanden mellom betraktete punkter, og:

i_1, i_2	$= u, v, w$
------------	-------------

j	$= y, z$
-----	----------

$C_{uy} = C_{uz} = 10,0, C_{vy} = C_{vz} = C_{wy} = 6,5, C_{wz} = 3,0$
--

Krav 5.6.5—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Hvis forutsetningene for å bestemme vindfeltets karakteristiske egenskaper etter NS-EN 1991-1-4:2005+NA.2009, tabell NA.4.1 ikke er til stede, skal det gjøres vindmålinger på brustedet.

Krav 5.6.5—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

For bruer i vindlastklasse III med spennvidde > 300 m skal det alltid utføres vindmålinger på brustedet.

5.6.6 Grensetilstander og lastkombinasjoner

Krav 5.6.6—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Den ferdige brukonstruksjonen skal kontrolleres uten trafikklast i brudd- og bruksgrensetilstand for et vindfelt med returperiode på 50 år.

Veiledning til kravet

I byggetilstand kan brukonstruksjonen kontrolleres for et vindfelt med returperiode på 10 år i henhold til [kapittel 5.1](#).

For bruer i vindlastklasse III, anbefales det å benytte 90-prosentpersentilen til turbulensintensitetene som er relevante for høye vindhastigheter (basert på målinger på brustedet) i kombinasjon med middelvindhastighet med 50 års returperiode.

Krav 5.6.6—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2023

Vegbruer skal kontrolleres i brudd- og bruksgrensetilstand med samtidig vind- og trafikklast. Vindlasten beregnes med et vindfelt hvor kastvindhastigheten ved kjørebans høyeste punkt er lik 35 m/s, eller med et vindfelt med returperiode på 50 år dersom det gir lavere verdi. Vindlastklassen avgjør hvordan vindlast på kjøretøy skal regnes å virke på konstruksjonen:

- For vegbruer i vindlastklasse I og II skal vindflaten av kjøretøy antas som en rektangulær flate med høyde 2,0 m regnet fra kjørebans overside. Det skal ikke regnes med samtidig tillegg fra rekkverk. Lengden på kjøretøyets vindflate (og trafikklasten) settes lik det som samlet sett gir ugunstigst lastvirkning.
- For vegbruer i vindlastklasse III skal vindflaten av kjøretøy antas som en rektangulær flate med høyde 2,0 m regnet 0,2 m fra kjørebans overside. Bredden på kjøretøyene settes lik 2,0 m per lastfelt. Lengden av kjøretøyets vindflate og antall lastfelt med plassering i tverretning skal bestemmes ut fra hva som samlet sett gir ugunstigst lastvirkning. Kraftfaktorer bestemmes ved numeriske simuleringer eller ved seksjonsmodell i vindtunnel.

For separate gang- og sykkelbruer stilles ikke krav til kontroll for samtidighet av vind- og trafikklast.

Krav 5.6.6—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Brukonstruksjoner skal vurderes kontrollert for utmatting uavhengig av vindlastklasse.

5.6.7 Hvirvelavløsningssvingninger

Krav 5.6.7—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Brukonstruksjoner skal vurderes med hensyn til hvirvelavløsningssvingninger.

Veiledning til kravet

Hvirvelavløsninger oppstår på grunn av alternerende hvirveldannelser på hver side av tverrsnittet, som gir fluktuerende krefter $q_L(t)$ på tvers av hovedstrømsretningen og vridningsmoment $q_M(t)$ om skjærsenteret.

Hvirvelavløsningsfrekvensen n_s er gitt ved:

$$n_s = \frac{VSt}{h} \quad (5.6.7-1)$$

V	er middelvindhastighet
St	er Strouhals tall
h	er referanse høyde for måling av Strouhals tall

Hvirvelavløsningssvingninger vil kunne oppstå innenfor et vindhastighetsområde rundt hver middelvindhastighet V som gir resonans. Resonante vindhastigheter V_r som skal vurderes er gitt ved:

$$V_r = \frac{n_i h}{St} \quad (5.6.7-2)$$

n_i	er brukonstruksjonens egsvingefrekvens nummer i .
-------	---

Krav 5.6.7—2 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

For brukonstruksjoner i vindlastklasse III skal data fra felt- eller vindtunnelundersøkelser legges til grunn ved beregning av lastvirkninger. Beregning av lastvirkninger i brukonstruksjoner skal baseres på et lavturbulent vindfelt, hvor $I_u < 0,05$. Brukonstruksjonens dempingsegenskaper ved beregning av hvirvelavløsningssvingninger er gitt i [tabell 5.6.7—1](#).

Tabell 5.6.7—1 — Konstruksjonsdemping, der $\xi = \frac{c}{c_{cr}}$

Brukonstruksjon	Dempingsforhold ξ [%]
Henge- og skråstagbruer	0,2
Stålbruer	0,4
Betongbruer, urisset	0,8
Betongbruer, risset	1,6
Samvirkebruer	0,6
Trebruer	1,25

Krav 5.6.7—3 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

For utmattingsberegninger på grunn av hvirvelavløsningssvingninger skal årlig sannsynlighet for at middelvindhastigheten V har retning $\phi \pm \Delta\phi$ i forhold til brukonstruksjonen, og samtidig ligge innenfor et område av V_r som gir hvirvelavløsningssvingninger, beregnes av:

$$P(V_r, \phi) = 2\varepsilon_0 \left(\frac{V_r}{V_m}\right)^2 \exp\left[-\left(\frac{V_r}{V_m}\right)^2\right] P(\phi - \Delta\phi \leq \bar{\phi} \leq \phi + \Delta\phi) \quad (5.6.7—3)$$

ε_0	er parameter som beskriver hastighetsområdet omkring V_r , hvor hvirvelavløsningssvingningene eksisterer
V_m	er middelvindhastighet ved hastighetsfordelingens topp
$P(\phi - \Delta\phi \leq \bar{\phi} \leq \phi + \Delta\phi)$	angir sannsynligheten for at middelvindretningen ligger i området $\pm\Delta\phi$

Veiledning til kravet

Dersom ikke andre verdier kan dokumenteres, settes $\varepsilon_0=0,3$.

Middelvindhastighet ved hastighetsfordelingens topp er gitt ved:

$$V_m = \frac{1}{5}V(z = z_m, T = 600, R)$$

der z_m er posisjonen der hvirvelavløsningseffekten er størst, for eksempel midt i bjelkespennet eller i tårntopp.

$P(\phi - \Delta\phi \leq \bar{\phi} \leq \phi + \Delta\phi)$ bestemmes ut fra meteorologiske data fra nærliggende målestasjoner. Hvis ikke annen verdi anses som mer hensiktsmessig, settes $\Delta\phi = 15^\circ$.

5.6.8 Kontroll av instabilitetsfenomen i vindlastklasse III

Krav 5.6.8—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Brukonstruksjoner i vindlastklasse III skal kontrolleres for instabilitet i henhold til følgende formel:

$$\frac{V_{\text{crit}}}{V_{\text{crit}}} \geq V_m(z = z_m, T = 600, R = 500) \quad (5.6.8—1)$$

$\gamma_{V_{\text{crit}}}$	= 1,6
z_m	er referanseposisjon for beregning av kritisk vindhastighet V_{crit} eksempelvis midlere høyde over terreng for brubjelkens skjærsente

Veiledning til kravet

Instabilitet betegner her en fiktiv grense for kritisk vindhastighet V_{crit} , hvor brukonstruksjonens totale demping eller stivhet beregningsmessig er lik null. Når vindhastigheten V nærmer seg V_{crit} er brukonstruksjonens oppførsel preget av betydelige forskyvninger, som i hovedsak skyldes interaksjon mellom luftstrømningen og brukonstruksjonens statiske og dynamiske respons.

Krav 5.6.8—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Den kritiske vindhastigheten skal dokumenteres eksperimentelt med seksjonsmodellundersøkelser i vindtunnel. Det skal i tillegg gjennomføres beregninger i frekvensplanet basert på aerodynamisk deriverte (flutterderiverte) fra vindtunnelundersøkelsen.

De fire kategoriene av instabilitetsfenomen som skal kontrolleres er

- galloping
- statisk divergens
- koblet vertikal- og torsjonsinstabilitet (klassisk flutter)
- torsjonsinstabilitet

Veiledning til kravet

Kontroll av instabilitetsfenomenene kan gjøres som beskrevet under.

Galloping

Galloping skyldes bevegelsesinduserte krefter på tvers av hovedstrømsretningen. Fenomenet forekommer for brukonstruksjoner med en tverrsnittsform hvor løftekoeffisientens helning, c'_L , er negativ. Den kritiske vindhastigheten for galloping er gitt ved:

$$V_{\text{crit}} = \frac{8\pi n_z m_z \xi_z}{\rho b} \cdot \frac{1}{- \left[c'_L(\bar{r}_\theta) + \frac{h}{b} c_D(\bar{r}_\theta) \right]} \quad (5.6.8-2)$$

n_z	er laveste egenfrekvens ved egensvingninger på tvers av hovedstrømsretning
ξ_z	er dempingsforhold for tilhørende egensvingeform
m_z	er jevnt fordelt ekvivalent modal translasjonsmasse:

$$m_z = \frac{\int_L m_{z0}(s) \varphi_z^2(s) ds}{\int_L \varphi_z^2(s) ds} \quad (5.6.8-3)$$

$m_{z0}(s)$	er translasjonsmasse per lengdeenhet i vilkårlig posisjon
$\varphi_z(s)$	er egensvingeform med tilhørende egenfrekvens n_z

Statisk divergens

Statisk divergens skyldes negative bidrag fra bevegelsesinduserte vridningskrefter til brukonstruksjonens totale torsjonsstivhet. Den kritiske vindhastigheten for statisk divergens er gitt ved:

$$V_{\text{crit}} = 2\pi b n_\theta \sqrt{\frac{2m_\theta}{\rho b^4 c'_M(\bar{r}_\theta)}} \quad (5.6.8-4)$$

n_θ	er laveste egenfrekvens for torsjonssvingning
m_θ	er jevnt fordelt ekvivalent modal rotasjonsmasse

Koblet vertikal- og torsjonsinstabilitet (klassisk flutter)

Koblet vertikal- og torsjonsinstabilitet (klassisk flutter) skyldes bevegelsesinduserte krefter på tvers av hovedstrømsretningen i kombinasjon med tverrsnittsvridning. Den kritiske vindhastigheten for klassisk flutter kan forenklet beregnes etter Selbergs formel.

Selbergs formel er gitt som:

$$V_{\text{crit}} = 3,7bn_{\theta}\sqrt{\frac{m_z r}{\rho b^3}\left[1 - \left(\frac{n_z}{n_{\theta}}\right)^2\right]} \quad (5.6.8-5)$$

$r = \sqrt{\frac{m_{\theta}}{m_z}}$	er treghetsradien til tverrsnittet
-------------------------------------	------------------------------------

Torsjonsinstabilitet

Torsjonsstabilitet skyldes bevegelsesinduserte vridningskrefter. Stabilitetsfenomenet kan kun oppstå når A_2^* er positiv.

Krav 5.6.8—4 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

For spesielt slanke brukonstruksjoner skal det undersøkes om mer enn én vertikal egensvingeform bidrar til fluttermekanismen. Disse undersøkelsene skal baseres på frekvensavhengige lastkoeffisienter.

Krav 5.6.8—5 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Enkelte konstruksjonselementer, for eksempel kabler og slanke staver i fagverk, skal også kontrolleres for instabiliteter, spesielt med tanke på galloping.

5.7 Midlertidige laster

Krav 5.7—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Det skal tas hensyn til midlertidige laster fra

- materialer og utstyr som lagres på konstruksjonen eller tilstøtende vegfylling
- utstyr og transport som er nødvendig for utførelsen

Krav 5.7—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Hvis ikke nøyaktigere beregninger eller undersøkelser gjennomføres, skal det for anleggstrafikk som trafikkerer konstruksjonen i byggefasen, regnes et dynamisk tillegg på 20 % av kjøretøyets totallast.

Veiledning til kravet

Hastigheten for anleggstrafikk kan antas begrenset til maksimalt 40 km/t.

5.8 Laster fra variabelt vanntrykk

Krav 5.8—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Karakteristiske verdier skal bestemmes på grunnlag av høyeste og laveste observerte vannstand. For grunnvannstanden skal grensene vurderes særskilt.

Veiledning til kravet

Variable vanntrykklaster skyldes variasjoner i vannstand eller grunnvannstand for bekker, elver og vann der registreringer ikke finnes. Dersom det sørges for effektiv og varig drenering, kan dette tas hensyn til ved bestemmelse av variabel vanntrykklast.

5.9 Laster fra bølger og strøm

5.9.1 Generelt

Krav 5.9.1—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Bølgehøyder og strømningskomponenter skal beregnes både når vannstanden tilsvarer høyeste astronomiske tidevann (HAT) og laveste astronomiske tidevann (LAT). Ved beregning av bølgekrefter skal strømming fra tidevann legges til hvis denne er signifikant.

Veiledning til kravet

Bølge- og strømforhold rundt brukonstruksjoner, samt resulterende laster, kan bestemmes i henhold til

- *NORSOK Standard (2007) Actions and action effects. N-003, Edition 2*
- *Environmental conditions and environmental loads. Recommended Practice DNV-RP-C205, Det Norske Veritas (DNV), Oslo, April 2014*

Krav 5.9.1—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Bølgeberegninger skal utføres ved hjelp av deterministiske modeller basert på lineær bølgeteori eller ved hjelp av stokastiske metoder basert på bølgespektrre.

Veiledning til kravet

JONSWAP spekteret kan benyttes for vindgenererte bølger (vindsjø).

Krav 5.9.1—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Laster på konstruksjonen fra bølger og strøm skal bestemmes ved hjelp av empiriske formler, numeriske analyser eller ved CFD-analyser (Computational Fluid Dynamics).

Veiledning til kravet

For empiriske formler og numeriske analyser kan DNV-RP-C205 (2014) benyttes.

5.9.2 Bølgelast på små konstruksjonsdeler

Krav 5.9.2—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

For peler og fundamenter med sirkulært tverrsnitt benyttes Morisons formel til å beregne bølgelasten dersom bølgelengden er større en fem ganger diameteren, D , til konstruksjonen ($\lambda > 5 D$).

Veiledning til kravet

Morisons formel er gitt som:

$$F(t) = \frac{\pi}{4} C_m \rho D^2 \dot{v}_n + \frac{1}{2} C_d \rho D v_n |v_n| \quad (5.9.2-1)$$

Verdier for koeffisientene C_m og C_d kan bestemmes i henhold til DNV-RP-C205 (2014).

Krav 5.9.2—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

For peler i sjø skal det tas hensyn til marin begroing.

Veiledning til kravet

Marin begroing vil kunne gi en økning av pelediameteren på 4 - 8 cm langs hele pelelengden. Begroing vil i tillegg gi pelen en mer ru overflate.

Krav 5.9.2—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Det skal tas hensyn til helningsvinkelen når en beregner strømningskomponenten normalt på peleaksen for peler som skrår på tvers av innkommende bølge.

Veiledning til kravet

For små konstruksjoner med annen geometri kan formler fra DNV-RP-C205 (2014) benyttes til å beregne bidragene til den totale kraften fra bølgen. Eksempel på en slik konstruksjon er fundamentet over en pelegruppe der kun deler av konstruksjonen er under vann når bølgen treffer.

Krav 5.9.2—4 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Peler i vann skal i byggefasen vurderes med hensyn til hvirvelavløsning.

Veiledning til kravet

Hvirvelavløsning kan føre til vibrasjoner i pelene. Dersom frekvensen av denne ligger i nærheten av pelens naturlige egenfrekvens kan resonans oppstå.

Hvirvelavløsningsfrekvensen n_s er gitt ved:

$$n_s = \frac{vSt}{D} \quad (5.9.2—2)$$

v	er strømningshastigheten
St	er Strouhals tall
D	er pelediameteren

5.9.3 Bølgelast på storvolum-konstruksjoner

Krav 5.9.3—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

For konstruksjoner hvor konstruksjonsdimensjonen, D , er større enn en femtedel av bølgelengden, $D > \lambda/5$ skal det tas hensyn til bølgediffraksjon.

Veiledning til kravet

Bølgelast på storvolum-konstruksjoner kan beregnes etter DNV-RP-C205 (2014) kapittel 7.

5.10 Islast

5.10.1 Generelt

Krav 5.10.1—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2024

Islaster på underbygning skal bestemmes basert på lokale forhold på brustedet.

Veiledning til kravet

Eksempler på forhold som har betydning for islaster er

- *temperaturforhold, både årstidsvariasjoner og spesielle variasjoner på vinteren*
- *vannføring, flomnivå, strømhastighet og isens bevegelsesretning*
- *flakstørrelser, drivretning og oppstuvning*
- *råker eller kontinuerlig dekke*
- *vindforhold og størrelse på område der vind kan virke på is mot bru*
- *for is i sjø: saltinnhold og bølger*
- *erfaringer som tyder på at klimaendringer gir endringer i elveløp, strøm eller isgang*

Historiske erfaringer med is på brustedet er viktig. NVE, lokale myndigheter, grunneiere og fiskere/fiskeforeninger er eksempler på aktører som ofte har viktig lokalkunnskap. Erfaringer fra bruer i nærheten kan gi viktig informasjon.

Dersom befaringer, målinger og vurderinger av området rundt brustedet legges til grunn for forutsetninger og beregningsmetoder, skal det søkes om fravik fra reglene i dette kapitlet. Dokumentasjon av undersøkelser og beregningsforutsetninger skal vedlegges fravikssøknaden.

Konstruksjonskrav for pilarer utsatt for islaster finnes i [krav 3.8.4—1](#).

Begrepet pilar brukes i dette kapitlet om søyle + fundament.

Krav 5.10.1—2 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2024

For ferskvannsis skal følgende verdier for knusingsfasthet, p_k , legges til grunn:

- $p_k = 1,2$ MPa for is som er brutt opp i flak i forbindelse med innledende smelting
- $p_k = 2,4$ MPa for is som er brutt opp i flak ved lave temperaturer

For brakkvannsis skal knusingsfasthet tilsvarende ferskvannsis legges til grunn. For sjøis skal knusingsfasthet tilsvarende 75 % av ferskvannsis legges til grunn.

Veiledning til kravet

Knusingsfasthet er ikke en målbar fysisk/mekanisk egenskap ved isen. Knusingsfasthet, p_k , er valgt som en representativ materialeegenskap for isens styrke og som i praksis skalerer lastnivået. Andre materialeegenskaper, for eksempel bøyestrekfasthet eller spaltestrekfasthet (splitting), antas å være proporsjonal med knusingsfastheten.

I de fleste tilfeller vil istykkelser være størst på våren. Det samme gjelder flomnivå, og høyt vannnivå vil som regel være minst gunstig. En relativt lav verdi for knusingsfastheten ($p_k = 1,2$ MPa for ferskvannsis) kan da legges til grunn. Det kan imidlertid også være aktuelt å regne på drivende is tidligere på vinteren, og da må en høyere verdi ($p_k = 2,4$ MPa) benyttes.

Verdiene i kravet er valgt delvis på bakgrunn av erfaringer som viser at klimaendringer gir økt sannsynlighet for isgang før smeltingen er kommet i gang, altså når isen er sterkere enn i forbindelse med typisk vårflo, mens tykkelsen er i nærheten av dimensjonerende. anbefalingene i de nye reglene er basert på gjennomgang av litteratur og andre standarder, og de betraktes som rimelig sikre og representative verdier.

Fastheter for brakkvannsis (faktor 1,0) og sjøis (0,75) er i tråd med forsøksresultater hentet fra faglitteraturen.

Krav 5.10.1—3 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2024

Ved bestemmelse av dimensjonerende istykkelse for permanente konstruksjoner i elv eller sjø skal returperiode 100 år benyttes. For midlertidige konstruksjoner skal returperiode 10 år benyttes. Dimensjonerende istykkelse, t , skal bestemmes på grunnlag av frostmengde, F , gitt i *vegnormal N200 Vegbygging*:

$$t = \frac{\sqrt{F}}{175} \quad (5.10.1—1)$$

der

- t er dimensjonerende istykkelse (m)
- $F = F_{100}$ eller F_{10} er frostmengde i time-grader (h °C)

Krav 5.10.1—4 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2024

Islaster representert ved jevnt fordelt trykk skal forutsettes å ha vertikal utbredelse fra vann-nivå og ned til et nivå under vann-nivå som tilsvarer istykkelsen. Islaster representert ved konsentrerte laster eller laster jevnt fordelt i horisontalretningen skal plasseres i nivå $t/2$ under vann-nivå.

Veiledning til kravet

Trykk fra islast fra vann-nivå og ned til avstand t under vann-nivå, og tyngdepunkt for islast $t/2$ under vann-nivå, er en tilnærming. Dette er tatt hensyn til ved fastsettelse av nivåene gitt i kravene.

Krav 5.10.1—5 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2024

Vann-nivå skal bestemmes basert på lokale forhold på brustedet. Det skal velges vann-nivå som gir minst gunstige lastvirkninger i konstruksjonen. For ordinær bruddgrensetilstand og bruksgrensetilstand skal følgende nivåer som et minimum vurderes:

- i elver: opp til dimensjonerende vannføring med returperiode 50 år
- i regulerte innsjøer: mellom LRV og HRV
- i sjø: mellom LAT og HAT

Flomnivå, dimensjonerende vannføring, skal bestemmes i henhold til [krav 1.1.6—3](#) eller baseres på målinger på brustedet.

Veiledning til kravet

Ulike nivå kan være dimensjonerende for ulike lastvirkninger.

5.10.2 Valg av islaster

Krav 5.10.2—1 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2024

For pilarer skal følgende situasjoner kontrolleres:

- 1) laster fra drivende isflak ([kapittel 5.10.3](#))
- 2) laster på grunn av termisk ekspansjon ([kapittel 5.10.4](#))
- 3) laster på grunn av økt vann-nivå ([kapittel 5.10.5](#))

Islaster på grunn av termisk ekspansjon (2) og laster på grunn av økt vann-nivå (3) er aktuelle for situasjoner der et mer eller mindre kontinuerlig isdekke henger fast i pilaren. Disse skal antas å kunne opptre samtidig. Ising ([kapittel 5.10.6](#)) skal vurderes i det enkelte tilfelle.

5.10.3 Laster fra drivende isflak

Krav 5.10.3—1 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2024

Laster fra drivende isflak mot robuste pilarer, se [krav 3.8.4—1](#), tillates representert ved ekvivalente statiske laster gitt i dette kapitlet. For laster fra drivende isflak i elv mot slanke pilarer skal i tillegg dynamiske lastvirkninger i pilaren undersøkes.

Krav 5.10.3—2 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2024

Bredde av pilar påkjent av islast, b_p , skal bestemmes.

- For sirkulære pilarer settes b_p lik pilarens diameter, D .
- For skiveformede pilarer settes b_p lik pilarens bredde, pilarens dimensjon i bruas lengderetning.

Krav 5.10.3—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2024

Statisk horisontallast på pilar i isens bevegelsesretning på grunn av samlet drivende kraft fra strøm og vind på isen, $F_{dh-stat}$, skal bestemmes slik:

$$F_{dh-stat} = (\rho_v C_v u_v^2 + \rho_l C_l u_l^2) A_i \quad (5.10.3—1)$$

der

- ρ_v er densitet for vann (kg/m³)
- C_v er drag-koeffisient mellom is og vann (-)
- u_v er strømhastigheten (m/s)
- ρ_l er densitet for luft (kg/m³)
- C_l er drag-koeffisient mellom is og luft (-)
- u_l er middelvindhastighet (stedvindhastighet) ved høyde 10 meter (m/s)
- A_i er is-arealet som strøm og vind virker på (m²)

Ugunstige kombinasjoner av strømhastigheter og vindhastigheter skal velges.

Veiledning til kravet

ρ_v kan settes lik 1000 kg/m³

C_v kan velges i området 0,01 (for jevn og slett is) – 0,02 (for skrudd isdekke)

u_v kan baseres på målinger, modellering eller erfaringsdata

ρ_l kan settes lik 1,3 kg/m³

C_l kan velges i området 0,001 (for jevn og slett is) – 0,008 (for skrudd isdekke)

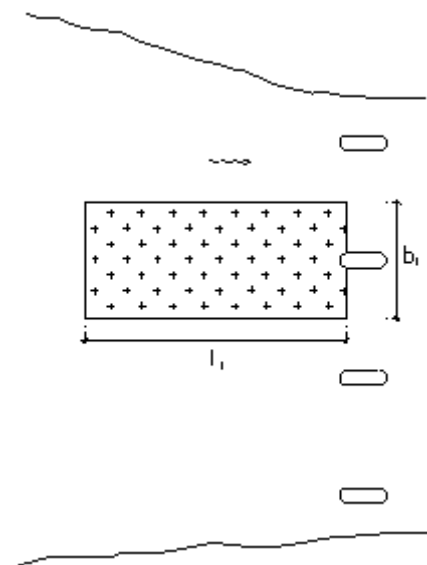
u_l kan baseres på målinger eller på NS-EN 1991-1-4

To situasjoner kan kontrolleres:

- strømhastighet med returperiode 1 år kombinert med vind med returperiode 50 år
- strømhastighet med returperiode 50 år kombinert med vind med returperiode 1 år

Is-arealet som strøm og vind virker på, A_i , se [figur 5.10.3—1](#) nedenfor, baseres på vurderinger av området mot isens bevegelsesretning.

- I noen tilfeller kan et rektangulært område $A_i = l_i \times b_i$ antas, der l_i (i isens bevegelsesretning) vil måtte vurderes basert på lokal erfaring med isgang og b_i (normalt på isens bevegelsesretning, i bruas lengderetning) kan velges lik summen av halve avstanden til tilstøtende pilarer eller til strandkanten.
- I andre tilfeller vil noen pilarer måtte forventes å få last fra et større areal.



Figur 5.10.3—1 — Is-arealet som strøm og vind virker på

Horizontal støtlast på pilar i isens bevegelsesretning på grunn av at isen knuses/brekkes, F_{dh-imp} , skal bestemmes slik:

$$F_{dh-imp} = C_1 C_2 C_3 p_k b_p t \quad (5.10.3—2)$$

der

— C_1 er

$$1,75 \quad \text{for } b_p/t \leq 0,5$$

$$- 0,5 b_p/t + 2,0 \quad \text{for } 0,5 < b_p/t < 2,0$$

$$- 0,125 b_p/t + 1,25 \quad \text{for } 2,0 \leq b_p/t < 4,0$$

$$0,75 \quad \text{for } b_p/t \geq 4,0$$

— C_2 er

$$1 \quad \text{for } a \geq 75$$

$$1/30 a - 1,5 \quad \text{for } 60 < a < 75$$

$$0,5 \quad \text{for } a \leq 60$$

der a er pilarfrontens vertikalvinkel (grader) i vann-nivå,

se [figur 5.10.3—2](#) nedenfor

— C_3 er

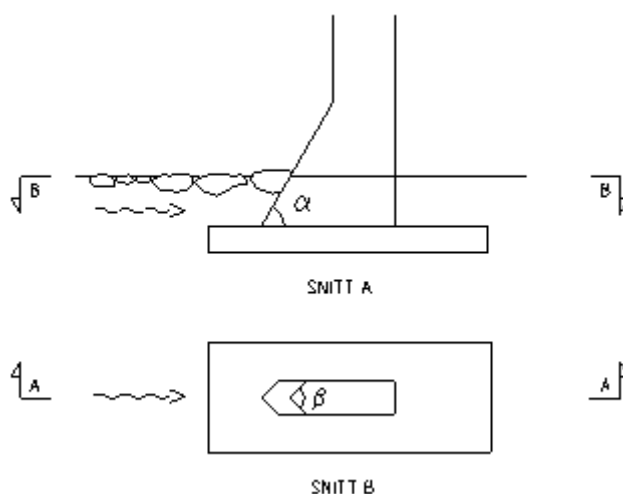
$$0,0035 \beta + 0,35$$

der β er pilarfrontens åpningsvinkel (grader) i vann-nivå,

se [figur 5.10.3—2](#) nedenfor

$C_3 = 0,9$ for avrundet eller halvsirkelformet pilarfront

I tillegg gjelder at $C_1 C_2 \geq 0,5$.



Figur 5.10.3—2 — Pilargeometri

Veiledning til kravet

C_1 ivaretar sammenhengen mellom pilarens bredde og isens tykkelse:

- smal pilar og tykk is gir stor last ($C_1 = 1,5$ for bredde = istykkelse)
- bredere pilar og tynnere is gir mindre last ($C_1 = 1,0$ for bredde = 2 x istykkelse)

$C_2 = 1,0$ for vertikal front (isen knuser) og $0,5$ for svært skrå front (brudd ved bøyning)

$C_3 = 1,0$ for front uten spiss og $0,67$ for 90 graders (2×45 graders) front

Krav 5.10.3—5 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2024

Horisontal last fra drivende isflak på pilaren i isens bevegelsesretning, F_{dh} , skal bestemmes slik:

- for pilarer i sjø settes F_{dh} lik den minste av $F_{dh-stat}$ og F_{dh-imp}
- for pilarer i elv settes F_{dh} lik F_{dh-imp}

For sakteflytende elver tillates forutsetninger som for sjø lagt til grunn ved å dokumentere at isens massefart ved isgang er neglisjerbar.

Krav 5.10.3—6 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2025

Horisontallasten i isens bevegelsesretning, F_{dh} , skal kombineres med horisontal last normalt (på tvers av) isens bevegelsesretning, F_{dt} , og vertikal oppadrettet kraft, F_{dv} , slik:

- Kombinasjon a:
 - $1,0 F_{dh}$
 - $F_{dt} = 0,15 F_{dh}$
 - $F_{dv} = 0,15 F_{dh}$
- Kombinasjon b:
 - $0,5 F_{dh}$
 - $F_{dt} = 0,35 F_{dh}$
 - $F_{dv} = 0,15 F_{dh}$

For skiveformede pilarer orientert med vinkel til isens bevegelsesretning, skal F_{dt} vurderes økt. Kraftene skal forutsettes å virke på pilaren der drivende is treffer pilartverrsnittet.

5.10.4 Laster på grunn av termisk ekspansjon

Krav 5.10.4—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2024

Jevnt fordelt, énsidig horisontal last på grunn av termisk ekspansjon av kontinuerlig isdekke skal bestemmes slik:

$$q_T = 200 \text{ kN/m} \quad (5.10.4—1)$$

Lastens utbredelse, plassering og retning skal velges slik at lasten blir minst gunstig for konstruksjonen.

Veiledning til kravet

Det vil som regel være aktuelt å bestemme laster på pilarer med

- 1) resultant i bruas lengderetning*
- 2) resultant i bruas tverretning*

Lastens utbredelse kan settes lik pilarens projiserte bredde normalt på lastretningen.

- For pilar med sirkulært tverrsnitt med diameter D blir lastresultanten $F_T = q_T D$ i en av hovedretningene*
- For pilar med skivetverrsnitt med dimensjoner $l \times b$ blir lastresultanten*
 - $F_T = q_T l$ i bruas lengderetning*
 - $F_T = q_T b$ i bruas tverretning*

5.10.5 Laster på grunn av økt vann-nivå

Krav 5.10.5—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2024

Jevnt fordelt, oppadrettet, vertikal last fra kontinuerlig isdekke på grunn av økt vann-nivå skal bestemmes slik:

$$q_v = 0,6t\sqrt{0,7p_t H \rho_v g} \text{ (kN/m)} \quad (5.10.5—1)$$

der

- p_t er isens bøyestrekkefasthet, $p_t = 1 \text{ MPa}$ kan antas*
- H er vann-nivåendring, $H \leq 1,0$ meter*
- ρ_v er densitet for vann, $\rho_v = 10^3 \text{ kg/m}^3$*
- g er tyngdeakselerasjonen, $g = 10 \text{ m/s}^2$*

Lasten skal settes på pilaren langs omriss av tverrsnittet i nivå med isen (vann-nivå).

5.10.6 Laster på grunn av ising

Krav 5.10.6—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2024

For bruer i områder med betydelig atmosfærisk ising eller vannsprøyt skal ising på eksponerte flater på underbygning, overbygning og utstyr vurderes. Isens egenvekt settes lik 10 kN/m^3 , og lasten regnes som en egenlast. For kabler og slanke konstruksjonsdeler skal ekstra vindfang på grunn av ising vurderes.

Veiledning til kravet

ISO 12494 Atmospheric icing of structures gir nyttig grunnlag.

5.10.7 Lastkombinering

Krav 5.10.7—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2024

Islaster i [kapittel 5.10](#) skal betraktes som karakteristiske laster, og de skal inngå i dimensjonerende lastkombinasjoner.

Krav 5.10.7—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2024

Islaster skal kombineres med vanntrykk tilsvarende vann-nivå og strømhastighet som forutsatt for islastene.

Krav 5.10.7—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2024

For drivende is velges den minst gunstige av kombinasjon *a* og *b* i [krav 5.10.3—6](#). Som islast velges den minst gunstige av (i) drivende is og (ii) kombinasjonen av laster på grunn av termisk ekspansjon ([kapittel 5.10.4](#)) og laster på grunn av økt vann-nivå ([kapittel 5.10.5](#)).

Krav 5.10.7—4 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2024

For dimensjonerende lastkombinasjoner med islast skal følgende legges til grunn:

- 1) Når islast er dominerende variabel last, skal den opptre sammen med enten temperatur eller vind, ikke begge samtidig.
- 2) Når islast er øvrig (ikke dominerende) variabel last, skal lasten ($Q_{k,i}$) reduseres med 50 %.

Veiledning til kravet

Der islasten er fysisk koblet til strøm, vil det være naturlig å kategorisere islast + strøm som dominerende eller øvrig variabel last.

Etter NS-EN 1990 Tabell NA.A2.4(B) får islast lastfaktor som for øvrige variable laster, $\gamma_Q = 1,5$.

Det vurderes å være for strengt å kreve kombinasjon av temperatur + vind + is/strøm med kombinasjonsfaktorer og lastfaktorer etter NS-EN 1990. Som en konsekvens av dette innføres de spesielle reglene for dimensjonerende lastkombinasjoner der islast er representert.

Lastfaktorer og kombinasjonsfaktorer for øvrig følger reglene i NS-EN 1990.

5.11 Laster fra skred

Krav 5.11—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

For konstruksjoner som har til hensikt å sikre øvrig infrastruktur mot skred skal skredlast bestemmes i hvert enkelt tilfelle.

Veiledning til kravet

Skredlasten kan beregnes, avhengig av skredtype, i henhold til følgende:

- *Snøskred: Veiledning V138 Veger og snøskred*
- *Flomskred: Veiledning V139 Flom- og sørpeskred*
- *Steinskred: VD rapport 32: Sikring av veger mot steinskred*

Krav 5.11—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

For beregning av ulykkeslast fra skred vises det til [kapittel 5.14.4](#).

5.12 Snølast

Krav 5.12—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2025

Snølast skal ikke regnes å opptre samtidig med trafikklast på vegbruer, ferjekaier eller gang- og sykkelbruer. Dersom konstruksjonsdelen kan brukes til lagringsplass for snø, eller ikke kan påregnes ryddet for snø, skal lasten vurderes særskilt.

Krav 5.12—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Tak eller andre konstruksjoner som beskytter bruer skal beregnes for snølast som angitt i *NS-EN 1991-1-3*.

Krav 5.12—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Snølast som kan bli liggende på konstruksjonen over tid, skal i beregningene medtas som permanent last.

5.13 Seismiske påvirkninger

Seismisk påvirkning betraktes som en unormal naturlast. Den seismiske påvirkningen karakteriseres ved hjelp av tabeller for akselerasjon i berggrunn, gitt som spissverdien a_{gR} (PGA) med returperiode 475 år.

Jordskjelvbevegelsen angis som en beskrivelse av bevegelsen av berggrunnen i et enkelt punkt. For konstruksjoner som ikke står direkte på berggrunnen, kompenseres det for den endring av jordskjelvakselerasjonen som skjer mellom berggrunnen og konstruksjonen.

Nedfylte konstruksjoner og støttemurer prosjekteres etter *NS-EN 1998-5*, ellers prosjekteres bruer etter *NS-EN 1998-2*.

Krav 5.13—1 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2025

For bruer, inkludert nedfylte konstruksjoner og støttemurer, skal seismisk klasse bestemmes i henhold til *NS-EN 1998-2*. For konstruksjoner som er lokalisert over, under eller langs veg som er av større samfunnsmessig betydning enn selve konstruksjonen, skal vegen bestemme valg av seismisk klasse for konstruksjonen.

*Veiledning til kravet**Se også vegnormal N200 Vegbygging punkt 1.4.6-2***Krav 5.13—2 SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2025

Det stilles ikke krav om seismisk analyse for bruer som i henhold til *NS-EN 1998-2:2005+A1:2009+A2:2011+NA:2014*, tabell NA.2(904) er klassifisert som kategori 0, jordtype A til E og $a_g \leq 0,50 \text{ m/s}^2$.

Krav 5.13—3 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2025

Ved prosjektering av bruer og andre bærende konstruksjoner i det offentlige vegnettet skal referansespissverdier for berggrunnens akselerasjon bestemmes etter *NS-EN 1998-1:2004+A1:2013+NA:2021*. Bruk av andre metoder eller datagrunnlag skal avklares i teknisk kontroll av konsept, se [kapittel 2.5](#).

Veiledning til kravet

NS-EN 1998-1:2004+A1:2013+NA:2021 inneholder reviderte referansespissverdier for hver kommune i Norge, og disse er lavere enn i forrige utgave av NA. Verdier fra disse tabellene brukes for å opprettholde nødvendig pålitelighetsnivå. Eurokoden gir ikke veiledning om bruk av tredjeparts data (for eksempel digitale sonekart fra NORSAR) sammen med sine regler og det vil derfor kreve mer av både prosjekterende og kontrollerende for å forsikre at dette er ivarettatt.

Krav 5.13—4 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2025

Fram til nytt NA til *NS-EN 1998-2* lanseres skal [tabell 5.13—1](#) erstatte *NS-EN 1998-2:2005+NA:2014* tabell NA.2(903) ved bestemmelse av seismisk faktor for bruer.

Tabell 5.13—1 — Seismisk faktor

<i>NS-EN 1998-2:2005+NA:2014</i>	<i>NS-EN 1998-1:2004+NA:2021</i>	Seismisk faktor γ_I
I	I	0,70
II	II	1,00
III	IIIa	1,25
IV	IIIb	1,70
-	IV	Vurderes særskilt iht. <i>NS-EN 1998-1</i>

5.14 Ulykkeslaster

Forekomst og konsekvens av ulykkeslaster relateres som regel til et bestemt risikonivå. Dersom ulykkeslasten kan bestemmes ved hjelp av sannsynlighetsberegninger, kan en i analysen se bort fra hendelser med lavere årlig sannsynlighet enn 10^{-4} .

5.14.1 Ulykkeslast forårsaket av kjøretøy

Krav 5.14.1—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Søyler, overbygning og andre bærende konstruksjoner skal kontrolleres for påkjøringslaster fra kjøretøy dersom dette er relevant.

Veiledning til kravet

Dimensjoneringen for påkjøringslaster vurderes særskilt for

- *bruer med søyler nær vegbanen*
- *overbygning som består av flere bjelker ved siden av hverandre (inntil hverandre eller med avstand)*
- *hengestenger, staver i overliggende fagverk eller lignende*
- *vegger i tunneler, underganger osv.*

Karakteristiske verdier for påkjøringslaster fra kjøretøy er angitt i NS-EN 1991-1-7 og NS-EN 1991-2. Avgjørende for påkjøringsrisikoen er konstruksjonens plassering i vegbanen, siktforhold, kurvatur osv.

Krav 5.14.1—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Påkjøringslasten skal ikke regnes å opptre samtidig med variable laster, unntatt ved avhengighet mellom påkjøringslasten og den variable lasten.

5.14.2 Ulykkeslast forårsaket av skipstrafikk

Krav 5.14.2—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Bruer som går over farbart sjøområde skal planlegges og utformes slik at risikoen for påseiling blir minst mulig. På steder hvor seilleden endrer retning, eller hvor navigasjonsforholdene av andre grunner er vanskelige, skal konsekvenser av dette vurderes.

Krav 5.14.2—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

De deler av en brukonstruksjon som kan påseiles av skip, skal dimensjoneres for de tilhørende støtlaster. Konstruksjonsdeler som er plassert utenfor kant av fundament eller fenderplate, for eksempel skrå søyler, buekonstruksjoner eller overbygningen, skal også dimensjoneres for støtlaster.

Veiledning til kravet

Om en bestemt del av brukonstruksjonen kan bli påseilt avhenger blant annet av vandyp, fri høyde og om konstruksjonen er beskyttet av naturlige eller kunstige hindringer.

Krav 5.14.2—3 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Størrelse på støtkrefter skal bestemmes i hvert enkelt tilfelle.

Veiledning til kravet

Karakteristiske verdier for påseilingslaster fra skip er angitt i NS-EN 1991-1-7.

Støtkrefter fra fartøyer kan baseres på en risikoanalyse, der skipsstørrelse, skipets hastighet ved sammenstøt og tilhørende påseilingslast vurderes. Risikoanalysen kan gjennomføres i henhold til NS 5814, NS-EN 1991-1-7:2006+NA:2008, tillegg B, eller andre anerkjente metoder. I risikoanalysen er det naturlig å gjøre rede forforslag til reduksjonsfaktorer.

Forenklete regler og veiledende verdier av støtkrefter er angitt i NS-EN 1991-1-7:2006+NA:2008, punkt 4.6.

I tilfeller ikke fanget av NS-EN 1991-1-7:2006+NA:2008, vurderes nyeste versjon av DNVGL-RP-C204 (2019) for beregning av støtlast.

5.14.3 Ulykkeslast fra brann eller eksplosjon

Krav 5.14.3—1 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Karakteristisk verdi for ulykkeslast forårsaket av brann eller eksplosjon skal fastsettes særskilt for det enkelte prosjekt der dette er aktuelt.

Krav 5.14.3—2 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2023

Konstruksjoner eller konstruksjonsdeler skal være brannbeskyttet dersom konsekvensene av en brann kan være vannfylling og/eller sammenbrudd med store konsekvenser for omgivelsene. Beskyttelsen skal dimensjoneres for en brannbelastning på 300 MW basert på RWS-kurven i 2 timer.

Veiledning til kravet

Kravet gjelder for eksempel senketunneler og konstruksjoner med overliggende bebyggelse eller installasjoner. RWS-kurven er vist i vegnormal N500 Vegtunneler.

Krav 5.14.3—3 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Bærende konstruksjonsdeler som vurderes særskilt brannutsatt skal dimensjoneres for brann. Konstruksjonsdetaljer skal videre utformes slik at konsekvenser av brann minimeres. Det skal vurderes spesiell brannbeskyttelse for

- bruer med eksponerte kabler (bærekabler, skråstagkabler, hengestenger, eksterne spennkabler osv.)
- bruer som er lokalisert slik at brann fra nærliggende bebyggelse, parkeringsplass eller lignende kan ha betydning for trafikantenes og konstruksjonens sikkerhet

Ved beregning av reduksjon i bæreevne skal det tas utgangspunkt i den brannbelastning (temperatur og varighet) som tilliggende bebyggelse (bensinlager, trelastlager, parkeringsplass osv.) antas å representere.

5.14.4 Ulykkeslast fra skred og flom

Krav 5.14.4—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Risiko for skred fra land eller undervannsskred skal vurderes for det enkelte brusted. I tilfelle slik fare foreligger, skal dette tas hensyn til ved valg av brutype og konstruktiv utforming. Karakteristiske verdier for skredinduserte laster skal bestemmes i det enkelte tilfelle.

Veiledning til kravet

For konstruksjoner som har til hensikt å sikre øvrig infrastruktur mot skred, vises det til [kapittel 5.11](#).

Krav 5.14.4—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Laster forårsaket av flom skal bestemmes i hvert enkelt tilfelle der dette er aktuelt.

5.15 Samtidighet av laster

Krav 5.15—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

To eller flere laster som er sterkt avhengige i tid og plassering, eller som ofte opptrer med sin maksimalverdi til samme tid, skal regnes som én last ved kombinasjon av laster. Laster som ut fra et rimelighetssynspunkt utelukker hverandre, kombineres ikke.

Krav 5.15—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Temperaturlast og passivt jordtrykk mot endeskjørt er laster som opptrer samtidig og klassifiseres som temperaturlast.

Krav 5.15—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Temperaturlaster og laster forårsaket av variasjoner i vannets tetthet tillates å ikke opptre med sin maksimale verdi samtidig med øvrige naturlaster.

Krav 5.15—4 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Ugunstigste vind-, strøm-, bølge- og tidevannslast skal regnes å opptre samtidig. I kombinasjon med andre laster skal kombinasjoner av disse naturlastene regnes som én last.

Veiledning til kravet

Konturmetoden for miljølaster (engelsk: Environmental Contour Method) eller langtidsekstremresponsestimering oppfyller dette kravet. Disse to metodene gir mer nøyaktige og mindre konservative estimat for kombinasjonen av miljølastene.

For konstruksjoner som påvirkes av samtidig vind-, strøm-, bølge- og tidevannslast med utpreget dynamisk virkning, anbefales langtidsekstremresponsen for lastvirkning med ønsket returperiode lagt til grunn. Denne langtidsekstremresponsen kan estimeres direkte med langtidsekstremresponsmetodikk. Langtidsekstremresponsen kan også estimeres forenklet ved å multiplisere forventet korttidsekstremverdi beregnet med konturmetoden med faktoren 1,2, eller det kan benyttes 90-prosentpersentilen i korttidsekstremverdifordelingen.

For flytebruer og rørbruer vises det til [kapittel 4.11](#).

Krav 5.15—5 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Dersom det kan påvises ved hjelp av registreringer eller annen relevant dokumentasjon at ugunstigste vind-, strøm-, bølge- og tidevannslast ikke opptre samtidig, skal det dokumenteres hvordan disse lastene opptre sammen og hvordan de kombineres med andre laster.

6 Konstruksjonsanalyser

Tilleggsbestemmelser for spesielle konstruksjonstyper er gitt i [kapittel 4](#).

6.1 Dimensjoneringsprinsipper

Krav 6.1—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Det forutsettes dimensjonering ved beregninger etter partialfaktormetoden. Ved bruk av alternative dimensjoneringsmetoder, som for eksempel dimensjonering ved prøving eller probabilistiske metoder, skal det gjennomføres teknisk kontroll av konsept, se [kapittel 2.5](#).

Krav 6.1—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Dersom geometriavvik har uheldig virkning på konstruksjonens sikkerhet, skal disse innføres i beregningen med sine ugunstigste toleransegrenser som angitt i de aktuelle standarder. Dersom toleransegrensene overskrides, skal konstruksjonen etterregnes med innmålte verdier.

Krav 6.1—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Dersom laster, lastvirkninger eller motstander har stor usikkerhet eller ikke er mulig å fastsette med rimelig nøyaktighet, skal det utføres modellforsøk og/eller feltmålinger.

6.2 Dimensjonerende lastvirkning

6.2.1 Generelt

Krav 6.2.1—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Lastvirkningene skal bestemmes ved bruk av anerkjente metoder som tar hensyn til lastenes variasjon i tid og rom, og konstruksjonens respons.

Krav 6.2.1—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Ved bruk av forenklede metoder skal det dokumenteres at disse gir konservative resultater.

Krav 6.2.1—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2024

For dimensjonerende lastkombinasjoner i bruksgrensetilstand der vindlast representert ved F_{wk} er dominerende variabel last, skal kombinasjonsfaktorene $\psi_{1,infq}$, ψ_1 og ψ_2 settes lik null for øvrige laster.

6.2.2 Dynamiske analyser

Krav 6.2.2—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Virkningene av dynamisk last skal ivaretas ved en dynamisk analyse eller være inkludert i lasten med konservativt valgt dynamisk forstørrelsesfaktor.

Veiledning til kravet

Lastfaktorene gitt i NS-EN 1990 inneholder ikke dynamiske tillegg.

6.2.3 Kombinasjon av ekstremverdier for dynamiske lastvirkninger

Krav 6.2.3—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Ekstremverdiene for responsstørrelser som opptrer i samme lastsituasjon skal anses som fullt korrelerte dersom korrelasjonen ikke beregnes. Dersom det tas hensyn til slik korrelasjon, skal beregningsmetoden dokumenteres.

6.2.4 Modellforsøk

Krav 6.2.4—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Det skal benyttes modellforsøk til å bestemme last eller lastvirkning i de tilfeller der regnemetoder, håndbøker og prosjekteringsstandarder ikke gir tilstrekkelige opplysninger for dimensjoneringen.

Veiledning til kravet

Modellforsøk kan også benyttes til å bestemme grunnlagsdata, for eksempel koeffisienter for bruk i beregninger, avdekke instabiliteter eller bestemme kritiske hastigheter for ulike fenomener som skyldes interaksjon mellom konstruksjon og omkringliggende luft eller vann.

Krav 6.2.4—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Modellforsøk skal ikke erstatte beregninger når beregninger er mulig. I slike tilfeller skal beregninger og modellforsøk gjøres parallelt.

Krav 6.2.4—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Det skilles prinsipielt mellom følgende lasttyper:

- Lasttype I - Laster som er uavhengig av konstruksjonens bevegelser, alternativt at bevegelsene er så små at de ikke påvirker lastbildet.
- Lasttype II - Tilfeller hvor konstruksjonens bevegelser påvirker lastbildet, for eksempel slanke konstruksjoner i luft eller vann.

Lasttype I og II setter ulike krav til representasjon av konstruksjonen i forsøkene. Dette skal vurderes ved planlegging og utforming av modellen.

Krav 6.2.4—4 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Før modellforsøk gjennomføres, skal det utføres lastvirkningsanalyser, eventuelt vurderinger for å fastlegge sensitivitet med hensyn til konstruksjonsparametere, som stivhet og egenperiode.

Krav 6.2.4—5 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Riktig fordeling av stivhet og masse i viktige konstruksjonskomponenter skal ivaretas i forsøkene. Dette innebærer at både frekvenser og egensvingeformer skal gjenskapes. Dampingsforholdene i modell og omkringliggende luft eller vann skal også ivaretas, dersom dette har betydning for resultatene.

Krav 6.2.4—6 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Valg av modellov skal foreligge i god tid før modell bygges og forsøk gjennomføres.

Krav 6.2.4—7 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Konstruksjonsparametere (statiske og dynamiske) som har betydning for forsøket skal inkluderes i modellen. For både seksjonsmodell- og fullmodellforsøk skal egenskapene til den virkelige konstruksjonen gjenskapes.

Krav 6.2.4—8 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Overflateruhet og Reynoldstall, for eksempel for seksjonsmodeller, skal dokumenteres ved forsøk i luft eller vann.

6.2.5 Geoteknisk prosjektering - bruddgrensetilstand**Krav 6.2.5—1 SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2025

Følgende gjelder for valg av metode (metode 2 eller 3, se *NS-EN 1990* og *NS-EN 1997-1*) ved kapasitetskontroller (STR) av betongkonstruksjoner som landkar, støttemurer, kulverter og hvelv med geotekniske laster:

- I beregninger der grunnens bæreevne inngår, skal dimensjonerende snittkrefter i konstruksjonen bestemmes med den ugunstigste av metode 2 og 3.
- I beregninger der grunnens bæreevne *ikke* inngår, skal valg av metode ved beregning av dimensjonerende snittkrefter i konstruksjonen vurderes for det enkelte tilfellet.

Veiledning til kravet

Med «grunnens bæreevne» menes tillatt grunntrykk og/eller glidemotstand (friksjon). Ved såle på berg og tilbakefylling med knuste steinmaterialer vil kapasitetskontroller som regel kunne baseres på metode 2.

Krav 6.2.5—2 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Ved valg av lastfaktorer for laster i *NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016*, tabell NA.A2.4(C), benyttes $\gamma_Q = 1,15$ for jordtrykk fra trafikklast på støttekonstruksjoner der trafikklasten er bestemt i henhold til [krav 4.6—3](#) og lastvirkningen er ugunstig.

Veiledning til kravet

Bakgrunnen for å benytte $\gamma_Q = 1,15$ for ekvivalentlasten i lastforskriften er at returperioden er høyere enn for andre laster. For

- *trafikklast fra jernbanetrafikk*
- *vertikallast fra trafikk, variabel del av vekt av jord og fri ballast, grunnvann og fritt vann ved beregning av horisontal sidetrykk*
- *øvrige variable laster*

benyttes $\gamma_Q = 1,30$ hvis lastvirkningen er ugunstig.

6.2.6 Ulykkessituasjon og seismisk situasjon

Krav 6.2.6—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Konstruksjonen i permanent tilstand utsatt for unormal påvirkning (ulykkespåvirkning, seismisk påvirkning, eller unormal trafikk- eller naturlast) skal beregnes i ulykkessituasjon eller seismisk situasjon i henhold til *NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016*, tabell NA.A2.5:

- For ulykkessituasjon (ligning 6.11a/b):

Dersom det er avhengighet mellom ulykkeslasten og trafikklasten, settes $\psi_{2,i} = 0,5$ for trafikklast. For øvrige variable laster settes $\psi_{2,i} = 0,0$.

- For seismisk situasjon (ligning 6.12a/b):

For trafikklasten settes $\psi_{2,i} = 0,5$. For øvrige variable laster settes $\psi_{2,i} = 0,0$. Dersom konstruksjonen forutsettes stengt i skadet tilstand, vil trafikklast kunne utelates fra lastkombinasjonen.

Veiledning til kravet

Ved kontroll av ulykkessituasjon godtas større forskyvninger enn de som vanligvis forutsettes ved påvisninger i bruddgrensetilstand. Det er derfor mulig å velge statiske systemer og bæremåter som normalt ikke tillates i bruddgrensetilstand.

6.3 Krav til ikke-lineære analysemetoder

Ikke-lineær analyse kan benyttes til å dokumentere kapasitet i bruddgrensetilstand og ulykkessituasjon. Bruk av ikke-lineær elementmetode vil være aktuelt både for statiske analyser og for dynamiske analyser i tidsplanet.

6.3.1 Forutsetninger

Krav 6.3.1—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Den programvare som benyttes skal være basert på anerkjent teori, og skal være verifisert på eksempler som er relevante for den aktuelle bruk. Brukeren av programvaren skal ha kompetanse innen og erfaring med ikke-lineære elementmetoder og skal være i stand til å definere styrende parametere som grunnlag for modelleringen.

Krav 6.3.1—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Relevante sviktformer skal være ivaretatt i modellen. Slanke konstruksjoner skal analyseres med formulering for store forskyvninger. Virkning av formfeil skal medtas i konstruksjonens geometri i samsvar med kritiske knekkformer.

Veiledning til kravet

Relevante sviktformer kan for eksempel være plastisering av tverrsnitt, lokal og global knekking, eller brudd i grunnen.

Resultatene fra en ikke-lineær lastvirkningsanalyse er avhengig av den påførte lasthistorien.

Krav 6.3.1—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

I analysen skal det være relevant rekkefølge i påføring av laster slik at permanente laster kommer forut for variable laster og slik at lastene blir påført i riktig konstruksjonssystem og til riktig tid. Samtidig (proporsjonal) påføring av laster skal kun benyttes i analysen dersom det dokumenteres at disse gir pålitelige resultater.

6.3.2 Typer av ikke-lineære konstruksjonsanalyser

De to hovedområdene for bruk av ikke-lineær konstruksjonsanalyse er

- lastvirkningsanalyse
- global stabilitet

Lastvirkningsanalyse er statisk eller dynamisk analyse for å frambringe deformasjoner og indre krefter for elementer i konstruksjonen. De beregnede indre krefter kontrolleres deretter mot kriterier i gjeldende standarder for bruddgrensetilstand eller ulykkessituasjon.

Global stabilitet er særlig relevant for ulykkessituasjon, men også aktuell for bruddgrensetilstand. Dette er statiske eller dynamiske analyser som frambringer både lastvirkning og kapasitetskontroll i en og samme analyse. Hensikten er å få fram en global kapasitet mot sammenbrudd for hele konstruksjonen.

[Krav 6.3.2—1](#) - [krav 6.3.2—3](#) gjelder lastvirkningsanalyse, mens [krav 6.3.2—4](#) - [krav 6.3.2—7](#) tar for seg global stabilitet.

Krav 6.3.2—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Den ikke-lineære modellen for beregning av lastvirkning skal være basert på midlere verdier for materialparametere, så som E-modul og fasthet. Kapasitetskontroll skal være basert på karakteristiske verdier for fasthet, som i de fleste tilfeller betyr 5 % -fraktil i tilfelle nedre grense for fasthet er kritisk og 95 % -fraktil dersom øvre grense for fasthet er styrende for kapasitet. Dersom materialparametere er basert på forsøk, skal midlere og karakteristiske verdier avledes.

Krav 6.3.2—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Det skal vises ved sensitivitetsanalyser at valg av materialparametere for beregning av lastvirkning er til sikker side.

Veiledning til kravet

For dynamiske analyser kan ofte de indre krefter bli redusert ved avtagende global stivhet fra plastisering. Dette gjelder eksempelvis ved kortvarig støt fordi betydingen av tregghetslastene blir større med redusert global stivhet.

Krav 6.3.2—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Den ikke-lineære analysen skal ivareta sikkerhet etter gjeldende standard. Lastfaktor skal som hovedregel anvendes på lastvirkningen, dvs. på de indre krefter, gjennom at lastvirkningsanalysen baseres på karakteristiske laster uten lastfaktor. Materialfaktor anvendes på karakteristisk fasthet under beregning av kapasitet. Dersom annen framgangsmåte anvendes skal det dokumenteres at sikkerhetsnivået er ivare tatt. Kravet om karakteristisk fasthet i kapasitet skal også være hensyntatt i en eventuell felles lastfaktor.

Krav 6.3.2—4 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Modellen skal være i stand til å ivareta omfordeling av krefter i konstruksjonen på grunn av svikt eller reduksjon av styrken i enkeltelementer. Modellen skal således være i stand til å følge kraft-/deformasjons-forløpet for elementene også etter maksimal kapasitet.

Veiledning til kravet

For kontroll av global stabilitet anvendes lastfaktor direkte på ytre last, og økende last påføres modellen inntil konvergens ikke lenger oppnås (pushover). Denne analysen har som formål å få fram en sikkerhetsfaktor for global stabilitet (havari).

Krav 6.3.2—5 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Den ikke-lineære modellen for global stabilitet skal baseres på karakteristisk materialfasthet.

Krav 6.3.2—6 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Lastfaktor som anvendes på ytre last skal ivareta normal lastfaktor og materialfaktor. Dersom midlere fastheter er benyttet i modellen i stedet for karakteristiske skal dette forholdet også ivaretas av den ekvivalente lastfaktor.

Krav 6.3.2—7 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Formfeil for sviktformer som kan opptre skal kalibreres slik at de gir korrekt kapasitet for komponenter i henhold til kriteriene i den aktuelle dimensjoneringsstandard.

6.3.3 Dokumentasjon

Krav 6.3.3—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Det skal påvises at konstruksjonens detaljutforming samsvarer med analysemodellens forutsetninger.

Veiledning til kravet

For eksempel påvises det at de inelastiske deformasjoner indikert i analysen faktisk kan finne sted.

Krav 6.3.3—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Det skal foreligge dokumentasjon på at det anvendte analyseprogrammet oppfyller kravene i [kapittel 6.3.1](#), og at programmet er testet med godt resultat mot forsøk og standardeksempler ("benchmarks") som er relevante i forhold til den konstruksjon som skal analyseres.

7 Fundamentering

7.1 Generelt

7.1.1 Innledning

Krav 7.1.1—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Gjennomførbarhet av valgte fundamenteringsløsninger med hensyn til grunnforhold, stabilitet og påvirkning på omgivelsene skal vurderes som en del av prosjekteringen.

Veiledning til kravet

Eksempel på påvirkning på omgivelsene kan være vibrasjoner, støy, områdestabilitet, miljø, grunnvannssenkning, setninger osv. Ytterligere informasjon er å finne i veiledning V220 Geoteknikk i vegbygging, veiledning V221 Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger, Peleveiledningen og Byggegrepveiledningen.

Krav 7.1.1—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Ved bygging i nærheten av eksisterende fundamenter skal konsekvens for eksisterende fundamentering og erosjonssikring vurderes og avbøtende tiltak gjennomføres ved behov.

7.1.2 Frostsikring

Krav 7.1.2—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Fundamentering og tilbakefylling inntil fundamenter, støttekonstruksjoner og andre konstruksjonselementer skal være i frostsikker utførelse. Det skal dimensjoneres for en frostmengde minst tilsvarende 100-års returperiode.

Veiledning til kravet

Veiledning til valg av frostmengdefinnes i vegnormal N200 Vegbygging.

Ved spunt er det nødvendig å ta hensyn til frostinntrengning i bakenforliggende masser.

7.1.3 Erosjon og erosjonssikring

Krav 7.1.3—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2024

Faren for erosjon skal vurderes, og erosjonssikring skal dimensjoneres. For vassdrag skal faren for bunnsenkning, oppstuvning og endringer i strømningsforhold være del av vurderingen. Ved fundamentering i og ved vassdrag eller sjø, skal pelefundamentering i stedet for såle vurderes for å sikre robuste løsninger. Grunnlaget for dimensjonering av erosjonssikring skal være vannføring med returperiode 200 år i henhold til [krav 1.1.6—3](#).

Veiledning til kravet

Veiledning V221 Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger gir metoder for dimensjonering av erosjonssikring for skråninger. For vassdrag kan tilsvarende finnes i Veileder for dimensjonering av erosjonssikringer av stein (NVE, 2009). Utfyllende informasjon kan også finnes i Vassdragshåndboka: Håndbok i vassdragsteknikk (Tapir forlag, 2010). Veiledning og informasjon om sikringstiltak mot flom og skred, inkludert mange gode eksempler, finnes i Sikringshåndboka fra NVE. Regler for samtidighet av laster finnes i [kapittel 5.15](#).

7.1.4 Drenering og tilbakefylling

Krav 7.1.4—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Oppbygging, komprimering og drenering av fyllmasser inntil kulverter, støttemurer og landkar skal tilpasses konstruksjonen.

Veiledning til kravet

Krav er gitt i vegnormal N200 Vegbygging.

Oppbygging av fyllmasser inntil konstruksjoner kan prosjekteres som vist på brudetalj [\[10\]](#).

For oppbygging av filterkonstruksjoner vises det til vegnormal N200 Vegbygging.

Setningskrav for veg er gitt i vegnormal N200 Vegbygging. For tilløpsfyllinger gjelder kravene summen av setninger i undergrunnen og egensetninger i tilløpsfyllingen.

Krav 7.1.4—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Grunnens materialparametere og grunnvannstand/poretrykksforhold skal bestemmes som en del av forundersøkelsene for prosjekteringen.

Veiledning til kravet

Bestemmelsen kan gjøres på grunnlag av målinger, observasjoner og/eller empiriske vurderinger.

Vurdering av mulig dimensjonerende bæreevne kan også inngå som en del av forundersøkelsene, slik at undersøkelsene kan tilpasses behovet ved den aktuelle fundamenteringsløsningen. Dette kan være en iterativ prosess, både med tanke på lastbilde og forundersøkelser.

7.1.5 Setninger

Krav 7.1.5—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

For fundamenter på løsmasser eller friksjonspeler skal mulige setninger bestemmes. Skjevsetninger innad i et fundament skal vurderes.

Veiledning til kravet

Beregninger kan utføres som vist i veiledning V220 Geoteknikk i vegbygging.

For setningsreducerende tiltak, se veiledning V221 Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger eller Peleveiledningen.

For lastvirkninger på grunn av setninger, se [kapittel 5.5.1](#).

Krav 7.1.5—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Det skal kontrolleres at setninger ikke gir for liten fri høyde under brua. Det skal vurderes om høydevariasjoner som følge av setninger og setningsdifferanser vil kunne påvirke konstruksjonens vertikalkurvatur og om dette vil få konsekvenser for trafiksikkerhet, utstyr, vannavrenning og kjørekomfort.

Krav 7.1.5—3 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Dersom setninger eller setningsdifferanser har konsekvenser for trafiksikkerhet, vannavrenning, utstyr, kjørekomfort eller kostnader, skal andre fundamenteringsløsninger vurderes.

Veiledning til kravet

Kravet om vurdering kan forstås som en gjennomgang av fordeler og ulemper ved mulige alternative fundamenteringsløsninger, inkludert overslagsmessige kostnader, og en oppsummerende begrunnelse av valgt løsning. Nedsatt hastighet som følge av setninger vil ikke være akseptabelt.

Krav 7.1.5—4 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Høydedifferanser mellom bru og tilstøtende veg på grunn av setninger skal bestemmes og nødvendige forebyggende tiltak prosjekteres. Overgang mellom bru og vegfylling skal utformes og dimensjoneres slik at setninger ikke påfører rekkverk, eventuell støyskjerm og ledninger skadelige påkjenninger.

Veiledning til kravet

For krav til setninger i overgang mellom bru og vegfylling, se vegnormal N200 Vegbygging. Regler for overgangsplater finnes i [kapittel 3.8.3](#).

Krav 7.1.5—5 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Dersom beregningene baseres på forutsatte kontrolltiltak i byggefase eller driftsfase, skal tiltakene spesifiseres i arbeidsgrunnlaget og/eller i som bygd- og forvaltningsdokumentasjonen. Det skal ikke forutsettes jekking av overbygning og justering av lagre i driftsfasen ved landkar.

Veiledning til kravet

Jekking ved landkar vil skape problemer for rekkverk, kantdrager, fuge, trekkerør og overvannsrør. I fugefri bruende vil noen av de samme problemstillingene kunne oppstå, og det frarådes å forutsette jekking også i slike bruender.

7.2 Såler - direkte fundamentering

7.2.1 Grunnlag

Krav 7.2.1—1 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Grunnens materialparametere og grunnvannstand/poretrykksforhold skal bestemmes som en del av forundersøkelsene for prosjekteringen. Vurdering av dimensjonerende bæreevne skal også inngå, slik at undersøkelsene kan tilpasses behovet ved den aktuelle fundamenteringsløsningen.

Krav 7.2.1—2 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

For berg skal dimensjonerende bæreevne bestemmes på grunnlag av representative karakteristiske fasthetsverdier, samt bergets sprekkesystem og topografi. Disse verdiene sammenlignes og korrigeres mot målte verdier når slike foreligger. Det skal benyttes modellfaktor $\gamma_{R;d}$ som velges slik at partialfaktor multiplisert med modellfaktor blir $\geq 2,0$.

Krav 7.2.1—3 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

For berg skal friksjonskoeffisient for glidning bestemmes. Dersom det ikke gjøres nærmere vurdering, tillates følgende verdier lagt til grunn:

- $\mu \leq 1,0$ ved støp direkte på utsprengt byggegrop.
- $\mu \leq 0,7$ ved bruk av avrettingsstøp på utsprengt byggegrop.

Veiledning til kravet

Avrettingsstøp med fortanning kan begrunne økt friksjonskoeffisient. For såler støpt direkte på blottlagt berg bestemmes friksjonskoeffisienten spesielt.

Krav 7.2.1—4 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2023

For løsmasser skal aktuell friksjonskoeffisient bestemmes som mobilisert andel av dimensjonerende skjærfasthet under fundamentet etter en anerkjent metode. Øvre grense for ruhet er gitt i [tabell 7.2.1—1](#).

Veiledning til kravet

Etablerte beregningsmetoder i det norske fagmiljøet finner bæreevne som funksjon av

- *jordas skjærfasthet*
- *skjærmobilisering (ruhet) under fundamentet*
- *fundamentets dimensjoner og dybde under terreng*
- *terrenghelning foran fundamentet*

Partialfaktorer anvendes i samsvar med prinsippene i NS-EN 1997-1. Krav til verdier for materialfaktorer er gitt i vegnormal N200 Vegbygging.

For løsmasser er dimensjonerende bæreevne en funksjon av dimensjonerende skjærkraft (horisontalkraft) i fundamentets underkant og inkluderer dermed kontroll av glidning.

Tabell 7.2.1—1 — Krav til ruhet ved dimensjonering av såler

Horisontalt terreng foran såle		Skrått terreng foran såle	
Material under såle	Ruhet r_b	Material under såle	Ruhet r_b
Sand, grus og sprengstein	$\leq 0,9$	Grus og sprengstein	$\leq 0,8$
Leire og silt ^a	$\leq 0,8$	Leire, silt og sand ^a	$\leq 0,7$

a Det forutsettes at leire/silt er uforstyrret, drenert og ikke frossen, slik at fundamentet ikke kan gli på underlaget.

Krav 7.2.1—5 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Lastvirkninger skal regnes i underkant fundament, i overgangen mellom fundament og grunn. Fundamentets egenvekt og eventuell oppdrift skal inngå i aksialkrafta.

Krav 7.2.1—6 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Ved fundamentering på berg, skal berget vurderes av ingeniørgeolog. Dersom berget sprenges eller pigges, skal vurderingen gjøres både før og etter sprenging eller pigging.

Veiledning til kravet

Vurderinger kan gjøres på grunnlag av kjerneboringer, målinger, observasjoner og/eller empiriske vurderinger.

7.2.2 Kontroll av bæreevne og stabilitet

Krav 7.2.2—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Kontroll av bæreevne/velting og glidning for såler skal kontrolleres i bruddgrensetilstand. Dimensjonerende lastkombinasjoner både for tap av statisk likevekt (EQU) og for brudd eller store deformasjoner (STR), samt eventuelle ulykkessituasjoner og seismiske laster, skal kontrolleres.

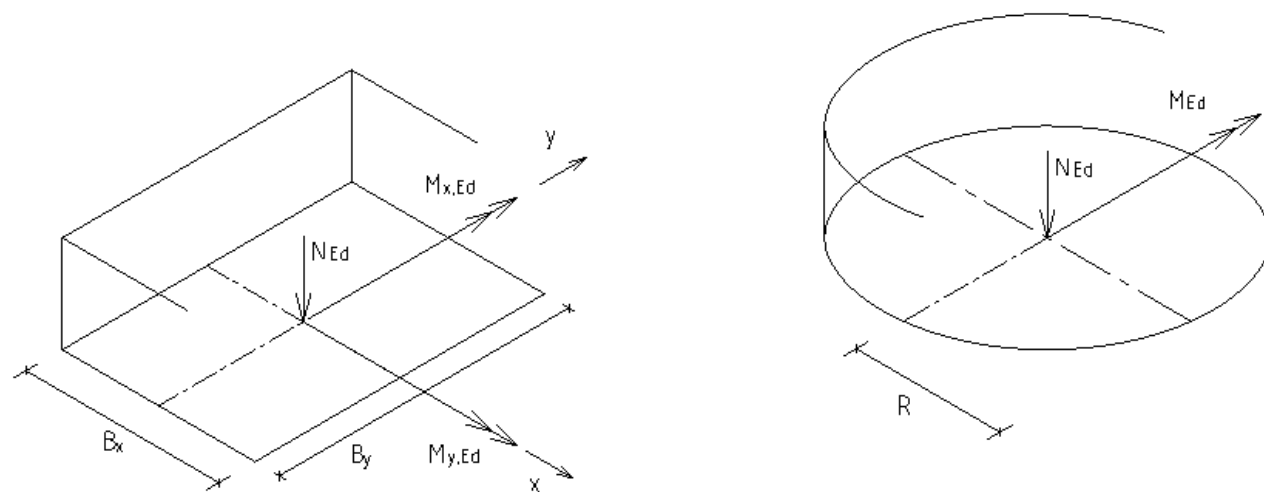
Bæreevne/velting skal kontrolleres i bruddgrensetilstand etter følgende prosedyre:

- 1) Lasteksentrisiteter bestemmes.
- 2) Effektiv fundamentflate bestemmes som et areal, A_0 , med lasteksentristeten(e) i arealets tyngdepunkt (TP) og avgrenset av fundamentets render.
- 3) Dimensjonerende grunntrykk, $\sigma_g = N_{Ed}/A_0$, bestemmes.
- 4) Dimensjonerende grunntrykk kontrolleres mot grunnens dimensjonerende bæreevne, $\sigma_g \leq f_g$.

Veiledning til kravet

Symboler

Forslag til symboler ved kontroll av bæreevne/velting er vist i [figur 7.2.2—1](#).



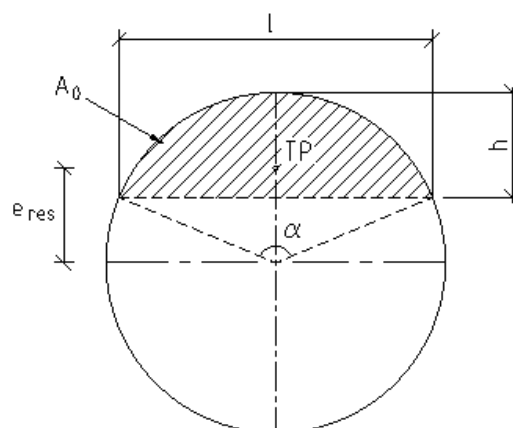
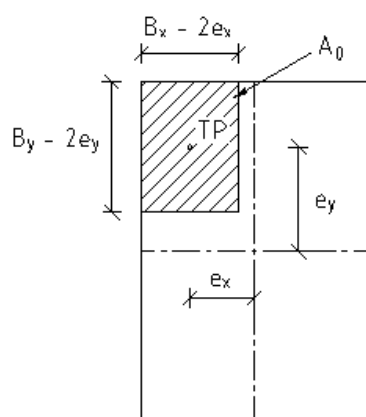
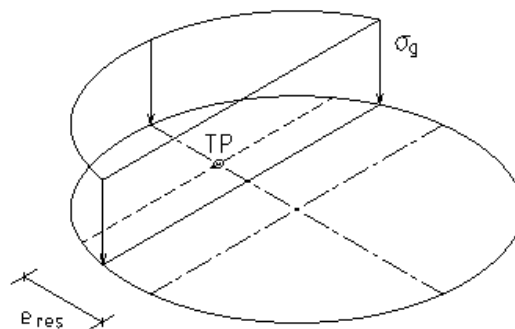
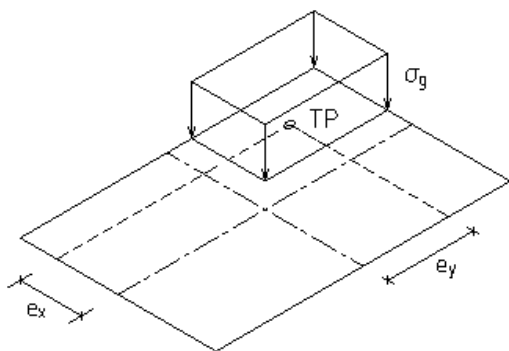
Figur 7.2.2—1 — Symboler ved kontroll av bæreevne/velting

Lasteksentrisiteter

- $e_x = M_{x,Ed} / N_{Ed}$ = lasteksentrisitet i bruas lengderetning for rektangulære søiler
- $e_y = M_{y,Ed} / N_{Ed}$ = lasteksentrisitet i bruas tverretning for rektangulære søiler
- $e_{res} = M_{Ed} / N_{Ed}$ = resulterende lasteksentrisitet for sirkulære søiler, der $M_{Ed} = \sqrt{M_{y,Ed}^2 + M_{x,Ed}^2}$

Effektiv fundamentflate

Forutsetninger ved beregning av effektiv fundamentflate er vist i [figur 7.2.2—2](#) nedenfor.



For rektangulære fundamenter:

$$A_0 = (B_x - 2e_x)(B_y - 2e_y)$$

For sirkulære fundamenter, med α i radianer:

$$A_0 = \frac{R^2}{2}(\alpha - \sin \alpha)$$

$$e = \frac{(2R \sin \frac{\alpha}{2})^3}{12A_0}$$

Vinkel α antas og itereres til $e = e_{res}$.

$$h = R(1 - \cos \frac{\alpha}{2})$$

Sirkulær såle kan også regnes som ekvivalent rektangulær såle med følgende forutsetninger:

- Samme areal som sirkulær såle
- Samme motstandsmoment eller arealtreghetsmoment for lastsituasjonen som sirkulær såle

Figur 7.2.2—2 — Effektiv fundamentflate

Krav 7.2.2—3 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2023

Glidning av såler på berg skal kontrolleres i bruddgrensetilstand ved at forholdet mellom horisontalkraft (resulterende skjærkraft) og vertikalkraft (aksialkraft) ikke overskrider friksjonskoeffisienten mellom fundamentet og grunnen.

Veiledning til kravet

Resulterende skjærkraft:

$$- V_{Ed} = \sqrt{V_{x,Ed}^2 + V_{y,Ed}^2}$$

Kontroll av friksjon:

$$- \frac{V_{Ed}}{N_{Ed}} \leq \mu$$

7.2.3 Kontroll av lasteksentrisitet

Krav 7.2.3—1 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Lasteksentrisitetene i bruksgrensetilstand kombinasjon *sjeldent forekommende* skal ikke være større enn at reaksjonstrykket regnet som et lineært varierende grunntrykk med null i senter fundament og en største verdi ved ytterkant fundament gir likevekt.

Veiledning til kravet

For rektangulært fundament er eksentrisitetskontrollen gitt ved:

$$- \sqrt{\left(\frac{e_x}{b_x/3}\right)^2 + \left(\frac{e_y}{b_y/3}\right)^2} \leq 1$$

For sirkulært fundament er eksentrisitetskontrollen gitt ved:

$$- e_{res} \leq 0,6R$$

Sirkulær såle kan også regnes som ekvivalent rektangulær såle med følgende forutsetninger:

- Samme areal som sirkulær såle
- Samme motstandsmoment eller arealtrehetsmoment for lastsituasjonen som sirkulær såle

7.3 Bergankere

7.3.1 Generelt

Krav 7.3.1—1 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Bergankre (forspente ankere) skal kun regnes med i kapasiteten dersom grunnen på forhånd er undersøkt og godkjent av geolog/geotekniker for slik forankring. Dersom bergets sprekkmønster og bruddvinkel er kjent, skal disse verdiene vurderes brukt.

Veiledning til kravet

Godkjenningen kan baseres på kjerneboringer, målinger, observasjoner og/eller empiriske vurderinger.

Krav 7.3.1—2 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Permanente bergankere (*permanent ground anchors* etter NS-EN 1537) skal være produsert i fabrikk av spennarmeringsleverandør av et system med ETA. Lukket korrugert plastrør med innvendig og utvendig sementmørtel injisert etter montering av berganker i borhull regnes å utgjøre to korrosjonsbarrierer og dermed dobbel korrosjonsbeskyttelse.

Krav 7.3.1—3 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Det skal spesifiseres i arbeidsgrunnlaget at det ikke tillates omtak med jekk under prøveoppspenning.

Veiledning til kravet

Godkjenningsprøving av bergankere utføres i henhold til NS-EN 1537. Regler for oppspenningskraft ved godkjenningsprøving (P_p) og låsekraft (P_0) finnes i NS-EN 1997-1.

Låsekraft $P_0 \leq 0,7 F_{p0,1k}$ anbefales.

Krav 7.3.1—4 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Øvrige konstruksjonseenheter og kraftoverføringsdetaljer skal ha minst like stor kapasitet som bergankeret.

7.3.2 Bergankere i såler**Krav 7.3.2—1 SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Kun permanente bergankere, se [krav 7.3.1—2](#), skal benyttes. Bergankere skal bestå av minst to enheter.

Veiledning til kravet

Med to enheter menes to borhull med oppspenning i hvert hull.

Krav 7.3.2—2 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2023

Beregnet geoteknisk motstand for bergankere skal gis en reduksjonsfaktor 0,75.

Veiledning til kravet

Etter NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2020, 8.5.2 (5), er dimensjonerende geoteknisk motstand i bruddgrensetilstanden $R_{ULS;d} = \frac{R_{ULS;k}}{\gamma_{a;ULS}}$.

$R_{ULS;k}$ tilsvarer prøvelasten ved godkjenningsprøving, P_p , og $\gamma_{a;ULS} = 1,0$. Reduksjonsfaktoren 0,75 ivaretar hensyn til ujevne grunnforhold og installasjonsmetode, se NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2020, tabell NA.A.19, fotnote a.

Krav 7.3.2—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Kontroll av bæreevne, stabilitet og eksentrisitet for sålen skal gjennomføres på samme måte som for såler uten bergankere, se [kapittel 7.2.2](#) og [kapittel 7.2.3](#), men med lastvirkninger som inkluderer bidrag fra bergankere. Lastbidrag fra bergankere settes lik $S_{\text{anker}} \leq 0,9 P_0$. Lastfaktor for bidrag fra bergankere settes lik 1,0 både i bruddgrensetilstand og bruksgrensetilstand.

Veiledning til kravet

P_0 er låsekrafta, se [kapittel 7.3.1](#). Reduksjonsfaktoren 0,9 ivaretar relaksasjon i spennarmeringen og eventuelle endringer i grunnen over lang tid.

Bergankeres bidrag kan bestemmes slik:

Lastvirkninger fra bergankere:

- S = samlet spennkraft fra ankere, ΣS_{anker}
- e_{sx} og e_{sy} = eventuelle eksentrisiteter for S

Dimensjonerende lastvirkninger for rektangulære fundamenter med bergankere:

- $N_{Ed-S} = N_{Ed} + S$
- $M_{y,Ed-S} = M_{y,Ed} + S e_{sy}$
- $M_{x,Ed-S} = M_{x,Ed} + S e_{sx}$

Dimensjonerende lastvirkninger for sirkulære fundamenter med bergankere:

- $N_{Ed-S} = N_{Ed} + S$
- $M_{Ed-S} = M_{Ed} + S e_s$

Krav 7.3.2—4 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2023

Bergankeres nødvendige bidrag til bæreevne/velting og glidning skal begrenses til en andel p . For ferdig konstruksjon gjelder følgende:

- $p \leq 0,25$ der omlagring av krefter ikke er mulig
- $p \leq 0,50$ der omlagring av krefter er mulig

Andelen p kan være forskjellig i bruas lengderetning og tverretning, og de to skal vurderes i sammenheng. For tilfeller med delvis omlagring av krefter tillates verdier for p mellom 0,25 og 0,50. Kriteriet (valgt grense for p) skal begrunnes/dokumenteres. Mulighet for omlagring skal forstås som at brudd i bergankere ikke medfører globalt sammenbrudd av konstruksjonen. For byggefaser er det ingen krav til p , men nødvendig heftkapasitet for medvirkende bergfigur skal multipliseres med faktoren f , gitt ved:

- $f = 1,0$ for $p \leq 0,3$
- $f = p/0,3$ for $0,3 < p \leq 0,6$
- $f = 2,0$ for $p > 0,6$

Veiledning til kravet

Dimensjonerende lastvirkninger (E_d) bestemmes. Bæreevne og motstand mot velting og/eller glidning bestemmes så både uten bergankere (R_d) og med bergankere ($R_{s,d}$). Det forutsettes at $R_{s,d} \geq E_d$. Nødvendig kapasitet som tas av bergankere $p = (E_d - R_d)/E_d$.

Ved kontroll av p kan dimensjonerende lastvirkninger (E_d) og motstand mot velting og glidning (R_d og $R_{s,d}$) bestemmes som dimensjonerende moment (M_{Ed}) og momentkapasitet (M_{Rd} og $M_{Rs,d}$) for midlere vertikalkraft.

Vurdering av muligheter for omlagring vil være knyttet til om brudd i bergankere vil medføre et globalt sammenbrudd, eller om alternative bærevirkninger mobiliseres.

Tårn for hengebru eller skråstagbru er eksempel på at mulighetene for omlagring av krefter ved bortfall av bergankere er begrenset. Monolittisk søyle for ei kontinuerlig platebru og støttekonstruksjon med jevnt fordelte bergankere i sålen er eksempler på at mulighetene for omlagring av krefter er gode.

I veiledning V220 Geoteknikk i vegbygging og Peleveiledningen finnes utfyllende beskrivelse av heftkapasitet for medvirkende bergfigur.

Krav 7.3.2—5 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Forankringer for motvektsskasser skal beregnes etter reglene i [krav 7.3.2—4](#) med $p \leq 0,25$. Kontroll av velting gjelder da global stabilitet av den aktuelle delen av brua.

Veiledning til kravet

For en såle med bergankere gjelder stabilitetskontrollen i utgangspunktet selve fundamentet og den konstruksjonsdelen (søyla eller støttemuren) som hviler på fundamentet utsatt for (aksialkraft og) moment. For en såle som danner opplegg for en motvektsskasse gjelder stabilitetskontrollen den delen av hele det globale bæresystemet som kan tenkes å velte, for eksempel sidespenn, hovedpilar og deler av hovedspenn for ei fritt frambyggbru.

7.4 Bergbolter i såler

7.4.1 Materialer

Krav 7.4.1—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Bergbolter av armeringsstenger skal være i henhold til [kapittel 8.2.6](#).

7.4.2 Bruddgrensetilstand

Krav 7.4.2—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Ved kontroll av kapasitet i bruddgrensetilstand skal kun bidrag fra gravitasjon og eventuelle bergbolter medregnes.

Veiledning til kravet

Eksempelvis kan ikke nedadrettet skjærspenning i bruddplan i løsmasser medregnes for kapasitet.

Krav 7.4.2—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Ved bestemmelse av bergboltenes kapasitet skal det benyttes modellfaktor som velges slik at partialfaktor multiplisert med modellfaktor blir $\geq 2,0$.

Veiledning til kravet

Kravet gjelder boltens kapasitet og ikke nødvendig forankringslengde eller medvirkende bergfigur. Kravet ivaretas ved å sette tillatt spenning i bolten lik $f_{yk} / (\text{partialfaktor} \times \text{modellfaktor})$.

7.4.3 Forankringslengder

Krav 7.4.3—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Bergboltenes forankringslengde i berg skal være $\geq 60\phi$ ved tørrstøp og $\geq 80\phi$ ved undervannsstøp.

Krav 7.4.3—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Bergboltenes forankringslengde i fundamentet skal være $\geq 1,1 l_{bd}$ ved tørrstøp og $\geq 1,4 l_{bd}$ ved undervannsstøp.

Veiledning til kravet

l_{bd} er dimensjonerende forankringslengde for armering etter NS-EN 1992.

7.4.4 Bergbolters andel av nødvendig kapasitet

Krav 7.4.4—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Bergbolters nødvendige bidrag til bæreevne og stabilitet skal begrenses til en andel p .

Veiledning til kravet

Dimensjonerende lastvirkninger (E_d) bestemmes. Bæreevne og motstand mot velting og/eller glidning bestemmes så både uten bergbolter (R_d) og med bergbolter ($R_{b,d}$).

Når $R_{b,d} \geq E_d$, er andelen av nødvendig kapasitet som tas av bergbolter $p = (E_d - R_d)/E_d$.

For søler for støttemurer skal $p \leq 0,50$. For søler for andre konstruksjoner gjelder følgende:

- $p \leq 0,50$ i byggefase og ulykkessituasjonen
- $p \leq 0,25$ for ferdig konstruksjon

For ferjekaier kontrolleres p for dimensjonerende lastkombinasjoner uten støt- og fortøyningslaster.

7.4.5 Korrosjonsbeskyttelse

Krav 7.4.5—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Bergbolter skal enten være korrosjonsbeskyttet med varmforsinking i henhold til [krav 9.2.1—5](#) og pulverlakk eller være i rustfritt stål i henhold til [krav 8.2.6—2](#). For bolter som kun regnes virksomme i byggefasen, tillates det at korrosjonsbeskyttelse sløyfes.

Veiledning til kravet

Pulverlakk kan for eksempel utføres i henhold til retningslinje R762 Prosesskode 2 eller vegnormal N500 Vegtunneler.

7.5 Peler og pelefundamenter

7.5.1 Valg av peletype

Krav 7.5.1—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Valg av peletype skal begrunnes på bakgrunn av tekniske vurderinger i henhold til [kapittel 1.1.3](#).

Veiledning til kravet

Aktuelle peletyper er gitt i Peleveiledningen, og disse er nærmere spesifisert i retningslinje R762 Prosesskode 2. De mest vanlige peletypene for bruer er rammede betongpeler, rammede- og borede stålrørspeler, borede peler (pilarer) og stålkjernepeler. Rammede massive stålpeler (profilstål) blir lite brukt på grunn av tidskrevende kontroll av sveising og frarådes derfor der det er behov for skjøting på byggeplass. Jetpeler regnes i brusammenheng som grunnforsterkning, og mikropeler, foruten stålkjernepeler, vil i de fleste tilfeller ikke tilfredsstille øvrige krav i normalen.

For bruer og andre bærende konstruksjoner planlagt fundamentert på peler i kvikkleire eller i bløt/meget bløt grunn (silt/leire), anbefales det å vurdere pelenes evne til å motstå uforutsette endringer i grunnen. Det kan være aktuelt å dimensjonere pelene/fundamentet for passivt trykk, for å oppnå tilstrekkelig sikkerhet/robusthet.

Ved pelelengder i løsmasser < 7 meter, frarådes bruk av rammede peler.

Det kan være utfordringer knyttet til utstøping av borede stålrørspeler og borede peler (pilarer) med lengde > 30 meter. Vanskelighetsgraden for utstøping av borede stålrørspeler og borede peler (pilarer) øker med økende dybder. Den angitte dybden er ikke absolutt. Det er nødvendig å kartlegge risikomomenter ved hvert enkelt prosjekt.

Borede peler (pilarer) og borede stålrørspeler støpes i all hovedsak i vann. Betongstøp i vann utføressom beskrevet i Norsk Betongforenings Publikasjon nr. 5: Undervannsstøp. Ved valgt fasthet høyere enn B35 for AUV-betong anbefales det at prosjekterende avklarer at valgt fasthet vil kunne leveres på stedet samt at betongen dokumenteres før oppstart ved det aktuelle blandeverk.

Stålkjernepeler vil kreve større kraner etterhvert som dimensjon og lengde øker. Dersom pelene i tillegg er skrå, vil dette kunne medføre behov for flere ulike oppstillingsplasser for kran.

Krav 7.5.1—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Stålrørspeler skal ha pelediameter ≥ 600 mm.

Veiledning til kravet

Det anbefales pelediameter ≥ 700 mm.

Det er for stor usikkerhet knyttet til utstøping av stålrør med mindre diameter. Liten diameter på stålrør gir utfordrende støp både med tanke på utflyting i bunn og med tanke på tilstrekkelig plass for nedføring av rørgate til pumping. Ved bruk av borede stålrørspeler blir faren for dårlig bergkontakt større.

Krav 7.5.1—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Dersom eksponeringsklasse etter NS-EN 1992 medfører betongpeler med armeringsoverdekning større enn angitt i [krav 7.5.6—3](#), skal det benyttes annen peletype.

Veiledning til kravet

Kravet innebærer at betongpeler ikke kan benyttes for fundamenter for konstruksjonsdeler i nærheten av veg. Betongpeler kan benyttes for fundamenter for eksempel for landkar og søyler under bruer, selv om kjørebanen på brua forutsettes saltet.

7.5.2 Dimensjoneringsprinsipper

Generelle dimensjoneringsprinsipper er gitt i *Peleveiledningen* og *veiledning V220 Geoteknikk i vegbygging*.

Krav 7.5.2—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

For rammede peler skal det utarbeides rammekriterier. Ekstra påkjenning på pelene og pele-spissen under ramming og stoppslagning skal sammenlignes med statisk belastning, og kan være dimensjonerende.

Krav 7.5.2—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

For peler med lengde > 30 meter og for peler som rammes gjennom faste masser, skal det gjøres vurderinger, eventuelt også beregninger, av rambarhet (rambarhetsanalyser).

Veiledning til kravet

Veiledning V220 Geoteknikk i vegbygging gir beskrivelse av framgangsmåte for rambarhetsanalyser.

Det anbefales benyttet materialdimensjoner (eksempelvis godstykkelse i stålrørspeler) som medfører at elastisk deformasjon i pelene under hard ramming ikke blir vesentlig høyere enn 20 mm.

Krav 7.5.2—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Analysemodellene skal ta hensyn til fundamentplatas stivhet der dette er av betydning for innbyrdes lastfordeling på pelene.

Krav 7.5.2—4 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Det skal tas hensyn til pelenes stivhet der dette har betydning.

Veiledning til kravet

Dette gjelder for eksempel for fundamenter med store forskjeller i pelelengder eller ved vurdering av knekking.

Krav 7.5.2—5 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Ved bestemmelse av stivheter skal stålet medregnes med følgende forutsetninger:

- 1) uten korrosjon (stor stivhet)
- 2) korrodert i henhold til [krav 7.5.4—4](#) (liten stivhet)

Begge situasjonene skal analyseres.

Krav 7.5.2—6 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Eventuell påhengslast fra jord skal betraktes som en permanent last med lastfaktor lik 1,0 i alle grensetilstander, men skal kun regnes med dersom lastvirkningen er ugunstig.

Veiledning til kravet

Påvirkning av påhengslast er viktig å vurdere, spesielt ved skråpeler, se NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2020, kapittel 7.3.2.2 (7).

Krav 7.5.2—7 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Ved knekningsvurderinger skal parametere for jordens sidestøtte og sidefriksjon velges konservativt.

Veiledning til kravet

Peleveiledningen, kapittel 4, gir en anbefaling for valg av parametere for jordens sidestøtte. Støtte fra jord mot pel kan beregnes ved å modellere sidestøtte og aksial opplagring som fjærer, eventuelt ved hjelp av dataprogrammer spesielt utviklet for formålet.

Krav 7.5.2—8 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Ved beregning av sidestøtte og sidefriksjon fra jord skal det tas hensyn til eventuell fare for erosjon av løsmassene, se også [kapittel 7.1.3](#). Eventuell fare for redusert sidestøtte, for eksempel av boretekniske grunner, skal vurderes.

Veiledning til kravet

Boreteknikk og boresystemer er omtalt i retningslinje R762 Prosesskode 2, prosess 83.3 og 83.5. Dette er også omtalt i kapittel 11, 12 og 16 i Peleveiledningen.

Krav 7.5.2—9 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Egenvekt av pel skal inkluderes i dimensjonerende lastvirkninger.

Krav 7.5.2—10 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2024

Ved bestemmelse av konstruksjonsmotstand (installert kapasitet) skal full tverrsnittsreduksjon på grunn av korrosjon forutsettes for stålet, se [krav 7.5.4—4](#). For ikke utstøpte stålrørspeler skal full tverrsnittsreduksjon på grunn av korrosjon forutsettes på begge sider av røret.

Veiledning til kravet

Krav til utstøping av stålrørspeler er gitt i [kapittel 7.5.7](#) og [kapittel 7.5.8](#).

Krav 7.5.2—11 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2024

Ved bestemmelse av konstruksjonsmotstand (installert kapasitet) skal det tas hensyn til mulig påvirkning fra grunnforhold og installasjon.

Veiledning til kravet

Konstruksjonsmotstand beregnes som dimensjonerende kapasitet multiplisert med reduksjonsfaktoren, se merknad a i NS-EN 1997-1, tabell NA.A.6, NA.A.7 og NA.A.8 i NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2020, samt Peleveiledningen.

Krav 7.5.2—12 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2025

Der stålrøret i utstøpte stålrørspeler planlegges utnyttet konstruktivt (beregningmessig) i ferdigtilstand, skal beregningsforutsetningene avklares gjennom teknisk kontroll av konsept, se [kapittel 2.5](#), før prosjekteringen starter.

Følgende krav gjelder:

- I områder med lastinnføring eller endrede tverrsnitt skal samvirke stålrør/betong sikres med dybler/fortanning. Pelens topp og bunn skal i alle tilfeller ha dybler/fortanning.
- Stålrøret skal kontrolleres for utmatting, og bidrag fra ramming skal inkluderes i beregningene.
- Tverrsnittsklasse skal bestemmes for redusert tverrsnitt på grunn av korrosjon, og stålrøret tillates ikke utnyttet konstruktivt dersom tverrsnittet er i tverrsnittsklasse 4.
- Konstruksjonsregler i *NS-EN 1992-1-1* kapittel 9.5 for søyler skal være oppfylt.
- Betongens E-modul skal velges slik at betongens kryp og svinn er ivarettatt.

Veiledning til kravet

Områder med lastinnføring kan, i tillegg til pelens topp og bunn, være for eksempel i overgangen vann/løsmasse.

Krav 7.5.2—13 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Valg av reduksjonsfaktor, f_a , skal begrunnes.

Veiledning til kravet

Reduksjonsfaktoren, f_a , velges ut fra en vurdering av forhold angitt i Peleveiledningen, punkt 1.11.3. For frittstående pelegruppe med utstøpte stålrørspeler, gjelder spesielle regler for reduksjonsfaktor, se [krav 7.6.3—1](#) med veiledning.

Krav 7.5.2—14 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Dersom forutsetningene for valgt reduksjonsfaktor er endret etter utførelsen av pelearbeidene, skal det gjennomføres ny dimensjonering med endret reduksjonsfaktor.

Veiledning til kravet

Vanligvis vil dette tilsi lavere reduksjonsfaktor, som igjen kan medføre behov for tiltak, eksempelvis supplerende peler.

Krav 7.5.2—15 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Pelespissen prosjekteres og utføres slik at den sikrer overføring av opptredende horisontalkrefter gjennom spissen.

Veiledning til kravet

Dette kan oppnås for eksempel ved fordybning.

7.5.3 Strekkpeler

Krav 7.5.3—1 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

For spissbærende peler skal dimensjonerende lastvirkning (trykk eller strekk) for bæreevne bestemmes ved pelespiss, inkludert neddykket tyngde av pel.

Krav 7.5.3—2 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

For bruksgrensetilstand kombinasjon *karakteristisk* tillates ikke strekkpeler. For ferjekaier gjennomføres kontrollen for lastkombinasjoner uten støt- og fortøyningslaster. Kontroll av bruksgrensetilstand er ikke nødvendig for byggefaser.

Veiledning til kravet

Det anbefales å optimalisere pelegruppen slik at strekkpeler unngås også for bruddgrensetilstand.

Krav 7.5.3—3 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

For strekkpeler i løsmasse og/eller berg gjelder følgende:

- Pelers bæreevne på strekk skal bestemmes ved beregninger eller prøvebelastning.
- Det skal ikke regnes bidrag fra løsmasser og berg i samvirke.
- Peleskjøter skal dimensjoneres og detaljeres.

Veiledning til kravet

Bæreevne på strekk for peler i sand (friksjonsjord) og i leire (kohesjonsjord) beregnes i henhold til Peleveiledningen. I mellomjordarter (siltige jordarter) benyttes den laveste bæreevnen beregnet etter de to metodene.

For ferjekaier inngår støt- og fortøyningslaster i dimensjonerende lastkombinasjoner i bruddgrensetilstand.

Krav 7.5.3—4 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

For strekkpeler i berg skal det for pelens bæreevne på strekk benyttes modellfaktor $\gamma_{R,d}$ som velges slik at partialfaktor multiplisert med modellfaktor blir $\geq 3,0$ i bruddgrensetilstand og $\geq 2,0$ for ulykkessituasjon. Ved beregning av dimensjonerende bæreevne skal beregnet nødvendig innstøpingslengde være $\leq 4,0$ meter.

Veiledning til kravet

"Ved beregning av dimensjonerende bæreevne skal beregnet nødvendig innstøpingslengde være $\leq 4,0$ meter" betyr at dersom beregningene gir behov for større innstøpingslengde, er det nødvendig å omarbeide løsningen. Dersom nødvendig innstøpingslengde er for stor, så er det urealistisk å anta jevnt fordelt heft over hele lengden.

Krav 7.5.3—5 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Strekkforankringer for rammede peler med bolter, stag eller andre typer forankringer i berg skal kun benyttes for å ta støt- og fortøyningslaster på ferjekaier.

7.5.4 Stål

Krav 7.5.4—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2024

Stål skal ha stålkvalitet, leveringsstandard og materialsertifikat i samsvar med [tabell 7.5.4—1](#).

Tabell 7.5.4—1 — Stålkvaliteter med tilhørende standarder

Elementtype	Kvalitet	Leveringsstandard
Stålrørspeler, spiralsveisede eller varmformede pelerør, $\varnothing \geq 600$ mm	S355J2H	NS-EN 10210-1
	S355NH S355MH	NS-EN 10219-1
Pelespisser for stålrørspeler og massive stålfiler	S355J2+N/M	NS-EN 10025-2
Stålpeler, massive stålfiler	S355J2+N/M	NS-EN 10025-2
Stålkjernepeler, ikke skjøting ved sveising, $\varnothing \geq 70$ mm	S355J2	NS-EN 10025-2
Stålkjernepeler, skjøting ved sveising og pelehoder, $\varnothing \geq 70$ mm	S355N	NS-EN 10025-3
	S355M	NS-EN 10025-4
Føringsrør for stålkjernepeler $\varnothing \geq 89$ mm	S355J2H	NS-EN 10219-1
Dybler/fotbolter	S355J2+N	NS-EN 10025-2

Veiledning til kravet

Finkornstål er bedre sveisbart enn ulegert stål og anbefales benyttet i bærende stålrørspeler dersom det er usikkert om akseptkriteriene for sveis oppnås.

Krav 7.5.4—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Det skal benyttes buttsveis ved skjøting av stålrør i stålrørspeler og ved skjøting av profilstål.

Krav 7.5.4—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Der stål utnyttes konstruktivt i ferdigtilstand, skal sveiser ha samme kapasitet som de sammensveiste delene, og det skal spesifiseres sveisekontrollklasse WIC5 uten krav til radiografi.

Veiledning til kravet

Sveisekontrollklasse er gitt i NS-EN 1090-2:2018, tillegg L. Sveiser vil ofte bli utført på byggeplass og vil ikke være mulige å inspisere etter at pel er installert. Kravet er derfor strengt.

Bruk av radiografi vil kreve evakuering av byggeplass. I forbindelse med peling vil dette i mange tilfeller påvirke framdrift og kostnader uforholdsmessig mye og være upraktisk for videre peling. Bruk av radiografi behøver derfor ikke spesifiseres.

Krav 7.5.4—4 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Ved bestemmelse av reduksjon av ståltykkelse på grunn av korrosjon, skal tabell NA.4.1 og NA.4.2 i NS-EN 1993-5:2007+NA:2010 legges til grunn. Det skal dokumenteres at materialdimensjon og korrosjonshastigheten er slik at restkapasiteten er tilfredsstillende under hele den dimensjonerende brukstiden. Bakteriell korrosjon skal vurderes spesielt. Når korrosjon fører til at stålrøret er i tverrsnittsklasse 4, skal stålet ikke regnes konstruktivt.

Veiledning til kravet

Det er stor usikkerhet knyttet til korrosjon av stål i svært forurenset ferskvann.

Bidrag fra stålrøret i stålrørspeler og føringsrøret for stålkjernepeler tillates medregnet.

Krav 7.5.4—5 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2025

Frittstående stålrørspeler i sjøvann der stålrøret utnyttes konstruktivt (beregningmessig) i ferdigtilstand, skal ha korrosjonsbeskyttelse med offeranoder. Prosjektering av katodisk beskyttelse skal baseres på Veritas-rapport DNV-RP-B401: *Cathodic Protection Design* og Norsok Standard M-503: *Cathodic Protection*.

Veiledning til kravet

Offeranoder fungerer som regel dårlig i ferskvann.

7.5.5 Overflatebehandling

Krav 7.5.5—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Behov for overflatebehandling skal vurderes og eventuelt spesifiseres. Det skal ikke benyttes overflatebehandling som korrosjonsbeskyttelse under terrengnivå eller i vann.

Veiledning til kravet

Overflatebehandlingens hensikt er å redusere påhengskrefter og kan for eksempel bestå av bitumenbelegg. Overflatebehandling for å hindre korrosjon kan bli skadet som følge av installasjonen og tillates derfor ikke. Over terrengnivå eller vann kan peler overflatebehandles i henhold til [kapittel 9.2.1](#).

7.5.6 Betongpeler

Krav 7.5.6—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Behov for fordoring, forboring og uttak av leirpølser skal vurderes og eventuelt spesifiseres.

Krav 7.5.6—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Behov for borekanal og fordybling skal vurderes og eventuelt spesifiseres.

Veiledning til kravet

Ved bruk av fordybling kan det benyttes dybel med diameter ≥ 50 mm og lengde 3 meter. Ved boring for fordybling anbefales det å spesifisere separat borerigg.

For prefabrikkerte betongpeler gjelder følgende spesielle konstruksjonskrav:

- Peledimensjon skal være minimum P270 (sidekant ≥ 270 mm).
- Pelene skal være klasse 1 etter *NS-EN 12794:2005+A1:2007*, tabell 3.
- Spissbærende peler og peler som rammes med jomfru skal kunne skjøtes i toppen.
- Peleskjøter skal være av klasse A etter *NS-EN 12794:2005+A1:2007*, tabell 4. Peleskjøter skal ha minst samme dimensjonerende trykkapasitet som pelen og dimensjonerende strekkapasitet minst lik 90 % av pelens strekkapasitet.
- Betongpeler tillates ikke brukt som strekkpeler. Spennarmerte peler tillates ikke brukt.
- Betongens fasthetsklasse skal være $\leq B55$.
- Det skal ikke benyttes mindre lengdearmering enn 4 ϕ 20 plassert i hjørnene, og øvrig lengdearmering skal ha diameter ≥ 16 mm.
- Pelene skal ha bøyler eller spiralarmering med diameter ≥ 10 mm. Bøylenes senteravstand skal være ≤ 100 mm de 3 meterne nærmest pelespiss og forøvrig ≤ 150 mm.
- Nominell overdekning skal være ≥ 45 mm, og tillatt negativt avvik for overdekning $|\Delta c_{dev}|$ skal være ≥ 5 mm.

Krav 7.5.6—4 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Nødvendige spesifikasjoner knyttet til pel, utførelse og kontroll skal utarbeides.

Veiledning til kravet

Nødvendige spesifikasjoner kan være

- type spiss/sko
- lengde av dubb
- rammeutstyr
- type lodd og loddvekt
- rammeenergi
- spesielle krav til fallhøyde
- stoppslagningskriterier i løsmasser eller berg
- kriterier for etterramming
- omfang av dynamiske kontrollmålinger
- omfang av eventuell kontroll av krumning
- omfang av eventuell frilegging av armering

Spesifikasjonene kommer i tillegg til krav i [kapittel 1.4.5](#).

Valg av korrelasjonsfaktorer i henhold til NS-EN 1997 vil være styrende for noen valg. Korrelasjonsfaktorene utgjør en del av sikkerhetsmarginen ved omregning fra målt eller beregnet bæreevne til karakteristisk verdi. Systemet er slik at det er ment å premiere omfang av grunnundersøkelser, omfang av dynamiske kontrollmålinger og fullskala prøvebelastninger ved at sikkerhetsmarginen reduseres ved økende omfang av undersøkelser. Dette kan gi litt mindre strenge rammekriterier. Ytterligere informasjon er gitt i Peleveiledningen, punkt 1.10.6 – 1.10.9.

7.5.7 Rammede stålrørspeler

Krav 7.5.7—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Behov for forboring og tiltak for å redusere massefortregning skal vurderes og eventuelt spesifiseres.

Krav 7.5.7—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Peleelementenes endeflater skal være plane og stå vinkelrett på elementenes lengdeakse.

Veiledning til kravet

Det anbefales en toleranse for maksimal tillatt skjevhet på peleelementenes endeflater på 1:500. Avfasing av endeflate for sveising innvirker ikke på endeflatens planhet.

Krav 7.5.7—3 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Spiss skal prosjekteres utfra funksjon og krav til kapasitet. Behov for fordybling skal vurderes og eventuelt spesifiseres.

Veiledning til kravet

Spiss kan prosjekteres i henhold til Peleveiledningen. Eksempel på spiss er vist på brudetalj [\[10\]](#).

Ved bruk av fordybling kan det benyttes dybel med diameter ≥ 80 mm og lengde 3 meter.

Krav 7.5.7—4 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Nødvendige spesifikasjoner knyttet til pel, utførelse og kontroll skal utarbeides.

Veiledning til kravet

Nødvendige spesifikasjoner kan være

- rammeutstyr, type lodd og loddvekt
- rammeenergi
- spesielle krav til fallhøyde
- stoppslagningskriterier i løsmasser eller berg
- kriterier for etterramming
- omfang av dynamiske kontrollmålinger
- omfang av eventuell kontroll av krumning, utstøping og prøvebelastning
- omfang av eventuell midlertidig avstivning
- eventuelt pelehode

Spesifikasjonene kommer i tillegg til krav i [kapittel 1.4.5](#).

Valg av korrelasjonsfaktorer i henhold til NS-EN 1997 vil være styrende for noen valg. Korrelasjonsfaktorene utgjør en del av sikkerhetsmarginen ved omregning fra målt eller beregnet bæreevne til karakteristisk verdi. Systemet er slik at det er ment å premiere omfang av grunnundersøkelser, omfang av dynamiske kontrollmålinger og fullskala prøvebelastninger ved at sikkerhetsmarginen reduseres ved økende omfang av undersøkelser. Dette kan gi litt mindre strenge rammekriterier. Ytterligere informasjon er gitt i Peleveiledningen, punkt 1.10.6 – 1.10.9.

Anbefalinger knyttet til spesifisering av støp er angitt i [krav 7.5.1—1](#).

Krav 7.5.7—5 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Nominell overdekning skal settes til 65 ± 15 mm uavhengig av støpemetode. Det skal spesifiseres prefabrikkerte armeringskurver med heftsveising i krysningspunktene mellom bøyer/spiralarmoring og lengdearmoring, og det skal ikke benyttes utvendige monteringsstenger.

Krav 7.5.7—6 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2024

Lukkede stålrørspeler skal støpes ut i hele pelens lengde, og minimumsarmering skal bestemmes som for søyler etter NS-EN 1992.

Veiledning til kravet

For åpne stålrørspeler kan uttak av masser og utstøping utelates i nederste del etter særskilt vurdering. Punkter som minimum anbefales vurdert er

- *dybde i grunnen*
- *massestype herunder homogenitet og partikkelstørrelse*
- *grunnvannstand*
- *omvendt grunnbrudd ved tømming av pel*
- *nødvendig kraftoverføring mellom betong, stål og jord*

7.5.8 Borede stålrørspeler

Krav 7.5.8—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Peleelementenes endeflater skal være plane og stå vinkelrett på elementenes lengdeakse.

Veiledning til kravet

Det anbefales en toleranse for maksimal tillatt skjevhet på peleelementenes endeflater på 1:500. Avfasing av endeflate for sveising innvirker ikke på endeflatens planhet.

Krav 7.5.8—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Behov for borerør for kjerneboring skal spesifiseres.

Veiledning til kravet

Borerørene benyttes til kontroll og sikring av full bergkontakt. Det anbefales at det spesifiseres minimum to borerør per pel. Dersom det er behov for å logge utstøping i hele pelens lengde med ultralyd, anbefales fire borerør.

Krav 7.5.8—3 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Nødvendige spesifikasjoner knyttet til pel, utførelse og kontroll skal utarbeides.

Veiledning til kravet

Nødvendige spesifikasjoner kan være

- *maksimalt tillatt matetrykk*
- *innbøringsdybde*
- *eventuell boring med stålrør i berg utover innbøringsdybden*
- *eventuell boring under stålrør i berg*
- *eventuell injisering*
- *slamhåndtering*
- *rensk av pelefot*
- *eventuell vannstandskontroll*
- *eventuell vanntapsmåling*
- *eventuell retthetsmåling med tolk*
- *eventuell retthetsmåling med instrument*
- *videoinspeksjon av pelefot*
- *kontroll av utstøpt stålrørspel*
- *eventuell kjerneboring i utstøpt stålrørspel*
- *eventuelt pelehode*
- *eventuell midlertidig avstivning*

Spesifikasjonene kommer i tillegg til krav i [kapittel 1.4.5](#). Innbøringsdybde på minimum 2,0 meter i godt berg anbefales.

Det kan også være aktuelt å spesifisere boreutstyret både med tanke på miljø og gjennomførbarhet. Det vises til Peleveiledningen.

Det anbefales å spesifisere at armeringskurven sikres før støp for å hindre oppdrift eller annen påvirkning som kan forskyve denne under utstøping. Det anbefales å låse kurven i toppen av stålrøret. Overdekning sikres med armeringsstoler med ikke-metalliske kontakt. Det anbefales å løfte armeringskurven 300 - 500 mm fra bunn i stålrør/pilar før støp for å sikre god utflyting av betong i bunn av pel.

Anbefalinger knyttet til spesifikasjon av støp er angitt i [krav 7.5.1—1](#).

Krav 7.5.8—4 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Nominell overdekning skal settes til 65 ±15 mm uavhengig av støpemetode. Det skal spesifiseres prefabrikkerte armeringskurver med heftsveising i krysningspunktene mellom bøyler/spiralarmring og lengdearmring, og det skal ikke benyttes utvendige monteringsstenger.

Krav 7.5.8—5 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2024

Det skal støpes ut i hele pelens lengde, og minimumsarmering skal bestemmes som for søyler etter NS-EN 1992.

7.5.9 Borede peler (pilarer)

Krav 7.5.9—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Nødvendige spesifikasjoner knyttet til pel, utførelse og kontroll skal utarbeides.

Veiledning til kravet

Nødvendige spesifikasjoner kan være

- omfang av tidskrav mellom ulike arbeider med ulike peler
- framgangsmåter for nedføring av rør
- slamhåndtering
- videoinspeksjon av pelefot
- behov for føringsrør for kjerneboring, kontroll og inspeksjon
- øvrig behov for prøving og kontroll
- utførelse av injisering
- behov for permanent innvendig stålrør som forskaling

Spesifikasjonene kommer i tillegg til krav i [kapittel 1.4.5](#). Det kan også være aktuelt å spesifisere boreutstyret både med tanke på miljø og gjennomførbarhet. Det vises til Peleveiledningen.

Det anbefales å spesifisere at armeringskurven sikres før støp for å hindre oppdrift eller annen påvirkning som kan forskyve denne under utstøping. Armeringskurven anbefales løftet 300 - 500 mm fra bunn i stålrør/pilar før støp for å sikre god utflyting av betong i bunn av pel.

Anbefalinger knyttet til spesifikasjon av støp er angitt i [krav 7.5.1—1](#).

Krav 7.5.9—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

For peler til berg skal inndreinsdybde i berg og eventuelt videre nedføring i berg, med eller uten borerør, spesifiseres.

Veiledning til kravet

Det anbefales atretningslinje R762 Prosesskode 2 følges angående inndreinsdybde i berg og eventuelt videre nedføring i berg.

Krav 7.5.9—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

For peler som stoppes i faste løsmasser skal det spesifiseres forsterkning av pelefot.

Veiledning til kravet

Det vil være nærmest umulig å avslutte en pel i faste løsmasser uten å omrøre løsmassene i pelefoten. Det vises også til Peleveiledningen.

Krav 7.5.9—4 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Ved bruk av gjenstående innvendig stålrør eller gjenstående borerør skal nominell overdekning settes til 65 ± 15 mm uavhengig av støpemetode. Dersom stålrør trekkes, skal nominell overdekning settes til 115 ± 15 mm uavhengig av støpemetode. Det skal spesifiseres prefabrikkerte armeringskurver med heftsveising i krysningspunktene mellom bøyler/spiralarming og lengdearming, og det skal ikke benyttes utvendige monteringsstenger.

Krav 7.5.9—5 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2024

Det skal støpes ut i hele pelens lengde, og minimumsarmering skal bestemmes som for søyler etter NS-EN 1992.

7.5.10 Stålkjernerpeler

Krav 7.5.10—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Stålkjernerens endeflater skal være plane og stå vinkelrett på elementenes lengdeakse.

Veiledning til kravet

Det anbefales en toleranse for maksimal tillatt skjevhet på peleelementenes endeflater på $\delta = d:1000$, der d = kjernediameter.

Krav 7.5.10—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Skjøter skal ha strekk- og momentkapasitet ≥ 60 % av tverrsnittets kapasitet. Ved bruk av sveiseskjøt mellom stålkjerner skal skjøten detaljeres.

Veiledning til kravet

Stålkjerner skjøtes i de aller fleste tilfeller med koniske gjengeskjøter. Ved bruk av sveiseskjøt anbefales det at skjøten utføres i verksted.

Krav 7.5.10—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2024

Det skal spesifiseres avstandsholdere som sikrer at pelen monteres sentrisk i føringsrøret. Avstandsholderne skal ha tilstrekkelig styrke til å tåle påkjenningene under montering. Avstandsholderne skal ha en høyde ≥ 20 mm. Antall avstandsholdere i snittet skal tilpasses peledimensjonen. Avstandsholderne skal være av elektrisk ikke-ledende materiale.

Veiledning til kravet

For skråpeler med dimensjon ≥ 150 mm vil avstandsholdere av gummi/neopren ikke være egnet.

Krav 7.5.10—4 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Omstøpingsmørtel skal tilfredsstillе samme krav til delmaterialer, framstilling og egenskaper som stilles til sementbasert injiseringsmasse for spennkabelkanaler.

Veiledning til kravet

Norsk Betongforenings Publikasjon nr. 14: Spennarmeringsarbeider sammenstiller kravene.

Krav 7.5.10—5 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Nødvendige spesifikasjoner knyttet til pel, utførelse og kontroll skal utarbeides.

Veiledning til kravet

Nødvendige spesifikasjoner er for eksempel

- kapasitet på skjøt i stålkjerne
- begrensninger for plassering av skjøt i stålkjerne
- maksimalt tillatt matetrykk/spyletrykk
- innbøringsdybde
- eventuell boring med føringsrør i berg utover innbøringsdybden
- eventuell boring under føringsrør i berg
- injisering
- slamhåndtering
- rensk av pelefot
- vannstandskontroll
- vanntapsmåling
- eventuell retthetsmåling med tolk
- eventuell retthetsmåling med instrument
- prøving med prøvepel
- eventuell prøvetrekking av strekkepeler

Spesifikasjonene kommer i tillegg til krav i [kapittel 1.4.5](#). Innbøringsdybde for føringsrør kan settes til minimum 1,0 m i godt berg. Det anbefales at samtlige peler vanntapsmåles.

Det kan også være aktuelt å spesifisere boreutstyret både med tanke på miljø og gjennomførbarhet. Det vises til Peleveiledningen.

7.5.11 Rammede massive stålpeler (profilstål)

Krav 7.5.11—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Behov for forboring og tiltak for å redusere massefortregning skal vurderes og eventuelt spesifiseres.

Krav 7.5.11—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Peleelementenes endeflater skal være plane og stå vinkelrett på elementenes lengdeakse.

Veiledning til kravet

Det anbefales en toleranse for maksimal tillatt skjevhet på peleelementenes endeflater på 1:500.

Krav 7.5.11—3 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Spiss skal prosjekteres utfra funksjon og krav til kapasitet.

Veiledning til kravet

Peleveiledningen gir anbefalinger om hvordan spissen utformes.

Krav 7.5.11—4 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Nødvendige spesifikasjoner knyttet til pel, utførelse og kontroll skal utarbeides.

Veiledning til kravet

Nødvendige spesifikasjoner er for eksempel

- rammeutstyr, type lodd og loddvekt
- rammeenergi
- spesielle krav til fallhøyde
- stoppslagningskriterier i løsmasser eller berg
- kriterier for etterramming
- omfang av dynamiske kontrollmålinger
- omfang av eventuell kontroll av krumning og prøvebelastning
- eventuelt pelehode

Spesifikasjonene kommer i tillegg til krav i [kapittel 1.4.5](#).

Valg av korrelasjonsfaktorer i henhold til NS-EN 1997 vil være styrende for noen valg. Korrelasjonsfaktorene utgjør en del av sikkerhetsmarginen ved omregning fra målt eller beregnet bæreevne til karakteristisk verdi. Systemet er slik at det er ment å premiere omfang av grunnundersøkelser, omfang av dynamiske kontrollmålinger og fullskala prøvebelastninger ved at sikkerhetsmarginen reduseres ved økende omfang av undersøkelser. Dette vil kunne gi litt mindre strenge rammekriterier. Ytterligere informasjon er gitt i Peleveiledningen, punkt 1.10.6 – 1.10.9.

7.6 Frittstående pelegrupper

Dette kapitlet gir tilleggskrav til [kapittel 7.5](#) for frittstående pelegrupper med utstøpte stålrørspeler. "Frittstående" betyr i denne sammenhengen at deler av hver pel står i vann eller luft, helt uten sidestøtte. Frittstående pelegrupper avsluttes vanligvis i et søylefundament i (eller i nærheten av) vannlinja, eller de føres opp gjennom lufta og avsluttes i bruas overbygning. I dette kapitlet brukes begrepet *pelegruppe* om systemet av peler, fundament og søyle.

7.6.1 Generelt

Krav 7.6.1—1 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Peler skal prosjekteres med rammede eller borede utstøpte stålrør med samme diameter og godstykkelse over effektiv fri lengde, l_{eff} . Effektiv fri lengde er definert som pelens lengde uten vesentlig sidestøtte fra jord.

Veiledning til kravet

Effektiv fri lengde er normalt høyden fra underkant fundament eller overbygning til ca $5d$ under løsmassenivå ved pelen, der d er pelens diameter. Avgrensningen av l_{eff} i bunnen vurderes i lys av løsmassenes egenskaper (stivhet) og pelens bærevirkning (spissbærende eller friksjon).

Krav 7.6.1—2 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Peler skal prosjekteres med lik armering over effektiv fri lengde, l_{eff} , med unntak for området øverst mot fundamentet eller overbygningen.

Veiledning til kravet

Det er vanlig at armeringen økes i pelens øverste del.

Krav 7.6.1—3 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Romlige pelegrupper skal prosjekteres symmetrisk med hensyn til pelens plassering, retning og helning.

Veiledning til kravet

Plane pelegrupper har peletoppene (i kappnivå) langs én og samme akse i horisontalplanet, men kan ha skråpeler med varierende helning. Romlige pelegrupper er pelegrupper som ikke er plane. Symmetrikravet gjelder i peletopp, slik pelene er plassert og orientert i fundamentet. Når det gjelder pelens lengde, bærevirkning og lignende vil pelegruppen sjelden være symmetrisk.

Krav 7.6.1—4 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Bestemmelse avstørste tillatte formavvik for ferdig installert pel, gitt som minste tillatte krumning eller største tillatte utilsiktet eksentrisitet, skal dokumenteres.

Veiledning til kravet

Retningslinje R762 Prosesskoden 2 og Peleveiledningen gir $R_{\min} = 600$ meter som toleranse for ferdig installert stålørspel.

For pelegrupper på dypt vann anbefales strengere toleranser.

Sammenhengen mellom krumningsradius, $R_{\min}$, og pilhøyde (tilsvarende en utilsiktet eksentrisitet, e_i) kan for en pel med lengde l_{eff} bestemmes med formelen for sirkelsegment:

$$e_i = R_{\min} - \frac{1}{2} \sqrt{4R_{\min}^2 - l_{\text{eff}}^2}$$

7.6.2 Analyser

Lastvirkninger kan bestemmes ved analyser der pelegruppen inngår i en globalmodell for hele brukonstruksjonen. Konstruksjonen kan også deles i flere systemer der pelegruppen analyseres separat. Ved analyse med flere modeller er det viktig at grensebetingelsene mellom de ulike modellene samsvarer. Randbetingelser kan eventuelt velges slik at resultater ligger på sikker side. Pelens lengde i analysemodellen settes vanligvis lik l_{eff} – med unntak av at pelens topp antas der pelens systemlinje krysser fundamentets/overbygningens systemlinje.

Krav 7.6.2—1 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Analyser av pelegruppen skal gjennomføres med konservative forutsetninger for pelens aksialstivhet og bøyestivhet. Betongens kryp skal tas hensyn til. Effektivt kryptall for betongen skal antas $\geq 1,0$ med mindre en lavere verdi kan dokumenteres.

Veiledning til kravet

Med unntak for seismisk påvirkning vil lave verdier for stivhet for de fleste vurderinger og kontroller være konservative, men innledende analyser anbefales uansett utført med både øvre grense og nedre grense for stivhet. Betongens E-modul (se også [krav 8.2.5—1](#)) og opprissing og upåvirket/korroderet stålør er viktige forutsetninger. Faren for ujevn korrosjon og varierende stivhet langs pelen anbefales også kartlagt.

Krav 7.6.2—2 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Dimensjonerende lastvirkninger i pelegruppen skal bestemmes med analyser som tar hensyn til geometrisk ikke-lineære effekter og ikke-lineær materialoppførsel i samsvar med aktuell grensetilstand. Lastvirkninger skal bestemmes for hele pelen inkludert del av pel i jord.

Veiledning til kravet

For kontroll av lokal knekning kan første ordens lastvirkninger baseres på lineær elastisk systemanalyse tillagt effekt fra utilsiktet eksentrisitet og annen ordens utbøyning i samsvar med pelens innspenningsforhold og materialoppførsel for aktuell grensetilstand.

Krav 7.6.2—3 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

For peler skal utilsiktet avvik fra tilsiktet systemgeometri ivaretas i beregningene som utilsiktet eksentrisitet. Den største av følgende verdier skal benyttes:

- 1) Utilsiktet eksentrisitet i henhold til tillatte toleranser gitt i [krav 7.6.1—4](#)
- 2) Utilsiktet eksentrisitet lik $l_0/100$

Lengden l_0 er pelens knekk lengde, og følgende gjelder ved bestemmelse av l_0 :

- For peler som i toppen er fastholdt mot sideveis forskyvning, er l_0 pelens lokale knekk lengde i antatt uforskyvelig ramme.
- For andre peler skal pelegruppens fleksibilitet for sideveis forskyvning i toppen tas hensyn til ved bestemmelse av l_0 .

Veiledning til kravet

Eksempel på peler fastholdt mot sideveis forskyvning i toppen kan være en romlig pelegruppe med skråpeler, der horisontal kraft/forskyvning på gruppen i vesentlig grad opptas som aksialvirkning gjennom pelenes frittstående parti, eller peler monolittisk koblet til en stiv overbygning.

Pelens toppunkt kan antas der pelens systemlinje krysser fundamentets/overbygningens systemlinje.

Krav 7.6.2—4 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Ved lastvirkningsanalyse av pelegruppe med global knekkform skal utilsiktet eksentrisitet for peler regnes i forhold til pelenes forskjøvne lengdeakse.

Krav 7.6.2—5 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Geometrisk slankhet, λ , og normalisert (lastavhengig) slankhet, λ_n , skal bestemmes for både søyle, enkeltpeler og pelegruppe. Ved beregning av geometrisk slankhet for søyle, skal det tas hensyn til eventuell elastisk innspenning i fundamentplate.

- For beregninger der stålørrets bidrag til stivheter og kapasitet neglisjeres, gjelder følgende slankhetsgrenser:

1) $\lambda < 80\sqrt{1 + 2k_a\omega}$

2) $\lambda_n < 45$

- For beregninger der stålørrets bidrag til stivheter og kapasitet regnes med, skal beregningsgrunnlag for slankheter og begrunnede slankhetsgrenser sendes inn til teknisk kontroll av konsept, se [kapittel 2.5](#), før prosjekteringen starter.

Veiledning til kravet

For pelegruppe der stålørrets bidrag til kapasiteten neglisjeres, kan slankhet kontrolleres for et system med lineært elastisk material, E , slik:

- 1) *Global ideell vertikal knekklast bestemmes ved å påføre søyla sentrisk vertikallast i toppen*
- 2) *Tilhørende ideell knekkspenning, σ_e , finnes ved å dividere knekklasten på sum av betongareal for pelene*
- 3) *Global geometrisk slankhet finnes ved $\lambda = \pi\sqrt{E/\sigma_e}$*
- 4) *Global slankhet kontrolleres i henhold til kravene, innført k_a og ω for pelene*

Krav 7.6.2—6 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Ved tvil om hvilken knekkform som er kritisk, undersøkes et tilstrekkelig antall knekkformer.

Krav 7.6.2—7 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Formavviket for hver pel i pelegruppen skal antas/modelleres slik at;

- 1) *formen tilstrebes å samsvare med aktuell knekkform (lokal eller global)*
- 2) *amplituden (formavvikets størrelse) kalibreres slik at største eksentrisitet samsvarer med krav til utilsiktet eksentrisitet, se [krav 7.6.2—3](#)*

Krav 7.6.2—8 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

For lokal kontroll av søyle skal utilsiktet eksentrisitet antas å opptre langs den av tverrsnittets hovedakser der virkningen blir mest ugunstig, og samtidig med virkning av 1. og 2. ordens bøyemomenter.

Krav 7.6.2—9 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Pelegrupper med > 4 peler skal kontrolleres for ulykkessituasjon med bortfall av enkeltpel. Lastvirkninger skal bestemmes for bruksgrensetilstand kombinasjon *karakteristisk*. Den pel som tas ut av statisk modell skal velges slik at ugunstigste lastvirkning på gjenværende peler oppnås.

Veiledning til kravet

Én og en pel fjernes for å finne ut hvilken modell av gjenværende peler som får ugunstigste lastvirkninger.

Krav 7.6.2—10 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Andre ulykkessituasjoner skal kartlegges og eventuelt analyseres.

Veiledning til kravet

Andre ulykkessituasjoner kan være for eksempel skipsstøt eller drivende is.

7.6.3 Kapasitetskontroller

Forutsetninger og krav til kapasitetskontroller i dette avsnittet gjelder både ordinær bruddgrensetilstand og ulykkessituasjoner.

Konstruksjonsmotstand (installert kapasitet) skal bestemmes på grunnlag av dimensjonerende materialfastheter i bruddgrensetilstand for betong, armering og stål multiplisert med reduksjonsfaktorer f_{v1} - f_{v5} gitt i [tabell 7.6.3—1](#). Valg av reduksjonsfaktorer skal begrunnes.

Tabell 7.6.3—1 — Reduksjonsfaktorer for dimensjonerende fastheter

		Gjelder	
Forutsetninger	Verdi	Betong / armering	Stålrør
Reduksjonsfaktor f_{v1} for robusthet		x	x
Pelegruppe med 1-2 peler, ikke kontrollert for bortfalt pel	0,75		
Pelegruppe med 3-4 peler, ikke kontrollert for bortfalt pel	0,80		
Pelegruppe med > 4 peler, kontrollert for bortfalt pel	1,00		
Reduksjonsfaktor f_{v2} for geotekniske forhold		x	x
Ugunstige forhold	0,80		
Middels forhold	0,90		
Gunstige forhold	1,00		
Reduksjonsfaktor f_{v3} for pelelengde		x	
$l_{eff} > 60$ meter	0,90		
$20 \text{ meter} \leq l_{eff} \leq 60$ meter	$1,05 - l_{eff}/400$		
$l_{eff} < 20$ meter	1,00		
Reduksjonsfaktor f_{v4} for pelens helning, v (%)		x	
$v > 40$ % (2,5:1)	0,90		
$10 \text{ %} \leq v \leq 40$ %	$1,033 - v/300$		
$v < 10$ % (10:1)	1,00		
Reduksjonsfaktor f_{v5} for vannfylt rør ved utstøping		x	
Vannfylt rør ved utstøping	0,95		
Tørt rør ved utstøping	1,00		

Veiledning til kravet

Dimensjonerende materialfastheter for betong og armering er gitt i NS-EN 1992, og dimensjonerende materialfastheter for stål (røret) er gitt i NS-EN 1993. Disse verdiene multipliseres med reduksjonsfaktorer i henhold til [tabell 7.6.3—1](#). Alle materialenes dimensjonerende materialfastheter multipliseres med f_{v1} og f_{v2} , mens bare betongens og armeringens materialfastheter multipliseres med f_{v3} , f_{v4} og f_{v5} .

Reduksjonsfaktor f_{v1} ivaretar behovet for robusthet. Pelegrupper med få (≤ 4) peler kan kontrolleres for bortfalt pel, men kapasiteten vil som regel ikke kunne dokumenteres. Robusthet er da i stedet sikret med en lav reduksjonsfaktor.

Reduksjonsfaktor f_{v2} bestemmes på bakgrunn av faren for at geotekniske forhold kan gi utilsiktede pelekrefter som ikke ivaretas i de forutsatte beregningsmodellene. Dette kan være varierende grunnforhold, for eksempel med stein og blokker som gir fare for påtvunget krumning, skrått/ujevnt berg, svakhetssoner i berget osv. Det kan være påvirkning av nabopeler, enten ved installasjon eller i driftsfasen. Det kan være variasjon i pelelengder og bærevirkning, for eksempel om noen peler står i løsmasse og andre på berg. Det kan også være spesielle forhold knyttet til rammeutstyr og rigg (om det rammes fra flåte) og entreprenørens kompetanse og erfaring. Forholdene vurderes i lys av om

pelene rammes eller bores og om det er friksjonspeler eller spissbærende peler. Det kan også tillegges betydning dersom usikkerheter kan kartlegges før armering og utstøping. Faktor 1,00 anbefales brukt bare der lastvirkningene med stor sikkerhet ikke påvirkes av geotekniske forhold. Mellomliggende verdier, for eksempel 0,85 eller 0,95, kan benyttes.

Reduksjonsfaktorene f_{v3} - f_{v5} bestemmes på bakgrunn av faren for at utførelse av armering og støp er så krevende at resultatet blir dårligere enn forutsatt - og at pelens kapasitet er redusert. Pelens lengde og helning, samt om pelen er lenset før utstøping, er de viktigste forutsetningene.

For dimensjonering av pelespiss benyttes vanlig reduksjonsfaktor, f_a , og ikke f_v .

Krav 7.6.3—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Geoteknisk bæreevne skal kontrolleres for endelige lastvirkninger i bruddgrensetilstand, inkludert ulykkessituasjonen for pelegruppe med bortfalt pel. Ved kontroll av ulykkessituasjonen benyttes modellfaktor 0,9 på korrelasjonsfaktorene.

7.6.4 Konstruksjonsregler

Krav 7.6.4—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Overgang bruoverbygning/søyle med glidelager skal utformes slik at store/ukontrollerte forskyvninger i ulykkessituasjonen forebygges. Lagres eventuelle sidestyring skal kontrolleres i samme ulykkessituasjon.

7.6.5 Byggefase

Krav 7.6.5—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Dersom innbyrdes avstivning mellom peler i en pelegruppe ikke er planlagt, skal det dokumenteres at pelene har stabilitet uten avstivning.

Veiledning til kravet

Avstivning kan benyttes for å unngå forskyvning av peler på grunn av egenlast, ubalansert vanntrykk, bølgelaster osv.

Krav 7.6.5—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Følgende skal angis i arbeidsgrunnlaget:

- Toleranser for formavvik for ferdig installert pel, se [krav 7.6.1—4](#).
- Krav om retthetskontroll når rørdeler mottas på anlegget og etter ramming/boring.
- At feilplasserte peler ikke tillates trukket til teoretisk korrekt posisjon etter ramming/boring.
- Eventuelle krav til vannlensing før utstøping av peler.

Krav 7.6.5—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Ved bestemmelse av avvik fra teoretisk geometri skal det tas hensyn til måleunøyaktighet. Eventuell forventet tilleggsutbøyning på grunn av vannlensing, armering og utstøping skal tas hensyn til dersom utbøyning gir ugunstig lastvirkning.

Veiledning til kravet

Se også [krav 6.1—2](#) vedrørende kontrollregning av lastvirkninger dersom målt geometri gir avvik større enn forutsatt.

7.7 Spunter, slissevegger og andre støttevegger

7.7.1 Generelt

Krav 7.7.1—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Der slissevegger, sekantpelevegger, rørvegger, rammet rørsput og bjelkestengsler benyttes som permanent konstruksjon skal teknisk kontroll av konsept gjennomføres, se [kapittel 2.5](#).

Veiledning til kravet

Spunter, slissevegger og andre støttevegger dimensjoneres i overensstemmelse med NS-EN 1997-1. Veiledning til dimensjonering finnes i veiledning V220 Geoteknikk i vegbygging og Byggegrøpveiledningen.

7.7.2 Bergankere

For generelle krav til bergankere, se [kapittel 7.3.1](#).

Krav 7.7.2—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Det skal benyttes fôringsrør gjennom løsmasser.

7.7.3 Forankringer i løsmasser

Krav 7.7.3—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Det skal benyttes fôringsrør i frilengde.

Veiledning til kravet

Forankringer i løsmasser anbefales dimensjonert i henhold til veiledning V220 Geoteknikk i vegbygging, samt Byggegrøpveiledningen.

Passive ankere som ikke spennes opp vil ikke ha behov for frilengde.

7.7.4 Stål

Krav 7.7.4—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Spunt skal ha stålkvalitet S355GP med leveringsstandard og materialsertifikat i henhold til NS-EN 10248. For rørsput skal samme materialkrav og leveringsstandard som for rør i stålrørspeler benyttes. I permanente konstruksjoner skal det kun benyttes nye materialer.

Krav 7.7.4—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Det skal benyttes buttsveis ved skjøting av spuntmåler i permanent spunt, og det skal spesifiseres sveisekontrollklasse WIC5 uten krav til radiografi.

Veiledning til kravet

Sveisekontrollklasse er gitt i NS-EN 1090-2:2018, tillegg L. Sveiser vil ofte bli utført på byggeplass og vil i mange tilfeller ikke være mulige å inspisere etter at spunt er installert. Kravet er derfor strengt.

Krav 7.7.4—3 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Ved bestemmelse av reduksjon av ståltykkelse på grunn av korrosjon, skal tabell NA.4.1 og NA.4.2 i NS-EN 1993-5:2007+NA:2010 legges til grunn. Det skal dokumenteres at materialdimensjon og korrosjonshastigheten er slik at restkapasiteten er tilfredsstillende under hele den dimensjonerende brukstiden. Bakteriell korrosjon skal vurderes spesielt.

Veiledning til kravet

Det er stor usikkerhet knyttet til korrosjon av stål i svært forurensset ferskvann.

Krav 7.7.4—4 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Spunt i sjøvann skal ha korrosjonsbeskyttelse med offeranoder. Prosjektering av katodisk beskyttelse skal baseres på Veritas-rapport DNV-RP-B401: *Cathodic Protection Design* og Norsok Standard M-503: *Cathodic Protection*. Det skal ikke benyttes overflatebehandling som korrosjonsbeskyttelse under terrengnivå eller i vann.

Veiledning til kravet

Offeranoder fungerer som regel dårlig i ferskvann.

Krav 7.7.4—5 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Ved beregning av stivhet skal stålet medregnes med forutsetninger

- uten korrosjon
- korrodert i henhold til [krav 7.7.4—3](#)

7.7.5 Spunt

Krav 7.7.5—1 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Behov for forgraving og tilbakefylling skal vurderes og eventuelt spesifiseres.

Krav 7.7.5—2 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Behov for påsveising av rør for deformasjonsmålinger skal vurderes og eventuelt spesifiseres.

Krav 7.7.5—3 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Behov for tetting av spuntlåser skal vurderes og eventuelt spesifiseres.

Krav 7.7.5—4 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Nødvendige spesifikasjoner knyttet til spunt, utførelse og kontroll skal utarbeides.

Veiledning til kravet

Nødvendige spesifikasjoner kan være

- *begrensninger knyttet til overmål*
- *tiltak knyttet til bergfeste som forsterkning eller bruk av bolter/fordybling*
- *hvorvidt det rammes til full dybde i en omgang eller vekselvis ramming til full dybde*
- *rammeutstyr, type lodd og loddvekt*
- *rammeenergi*
- *spesielle krav til fallhøyde*
- *stoppslagningskriterier i løsmasser eller berg*
- *sveising av spuntlåser*
- *forsterkning av spunt*
- *hulltaking*

Spesifikasjonene kommer i tillegg til krav i [kapittel 1.4.5](#).

7.7.6 Boret rørspunt

Krav 7.7.6—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Krav til betong, armering, betongoverdekning, stål, sveiser og korrosjonsbeskyttelse skal være som for borede stålrørspeler, se [kapittel 7.5](#).

Veiledning til kravet

Veiledning til utstøping av stålrørspeler i [kapittel 7.5.1](#) vil også være relevant for rørspunt. Det er ikke alltid behov for armering i rørspunt.

Krav 7.7.6—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Nødvendige spesifikasjoner knyttet til rørsput, utførelse og kontroll skal utarbeides.

Veiledning til kravet

Nødvendige spesifikasjoner kan være

- *innboringsdybde*
- *eventuell injisering*
- *slamhåndtering*
- *rensk av spuntfot*
- *eventuell vannstandskontroll*
- *eventuell vanntapsmåling*
- *videoinspeksjon av spuntfot*
- *kontroll av utstøpt rørsput*
- *eventuell kjerneboring i utstøpt rørsput*

Spesifikasjonene kommer i tillegg til krav i [kapittel 1.4.5](#).

Det kan også være aktuelt å spesifisere boreutstyret både med tanke på miljø og gjennomførbarhet. Det vises til Peleveiledningen og Byggegruppeveiledningen.

Der rørsputten armeres, er deler fra veiledningen til [kapittel 7.5.8](#) og [kapittel 7.5.1](#) aktuelle.

Krav 7.7.6—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Ved forsterkning av rør med stålprofil, skal stålprofilet oppfylle krav i [kapittel 7.5.4](#).

8 Betongkonstruksjoner

Dette kapitlet gjelder for prosjektering av betongkonstruksjoner. For samvirkekonstruksjoner prosjekteres betongdelen i henhold til dette kapitlet. For ståldelen vises det til [kapittel 9](#). For uarmerte betongblokker brukt i frontvegg i jordarmerte fyllinger finnes krav til betongens bestandighetsklasse i [kapittel 8.8.12](#), men ellers gjelder ikke kravene i [kapittel 8](#).

8.1 Grunnlag for prosjektering

Krav 8.1—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2025

Duktil oppførsel i bruddgrensetilstand skal dokumenteres, se [krav 1.1.4—1](#).

Veiledning til kravet

Duktile bruddformer kan oppnås blant annet ved å velge statisk ubestemte bæresystemer med underarmerte tverrsnitt og omlagringskapasitet.

Krav 8.1—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Betongtverrsnitt og armeringsmengder skal optimaliseres med hensyn til materialbruk, se også [krav 1.1.2—2](#).

Veiledning til kravet

Optimalisering med hensyn til materialbruk kan innebære å velge mer nøyaktig bestemte tverrsnittsdimensjoner og armeringsmengder, samt å variere armeringsmengder innenfor en konstruksjonsdel. Det er viktig at optimaliseringen ikke går på bekostning av andre krav, for eksempel at det ikke settes av nok plass til trekkerør.

Krav 8.1—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Virkinger av deformasjonslaster etter [kapittel 5.5](#), samt tvangskrefter på grunn av herding eller avkjøling i byggefasen, skal tas hensyn til i dimensjoneringen både for byggefasen og ferdig konstruksjon. Midlere verdier for materialelegenskaper skal legges til grunn. Støperekkefølgen skal tas hensyn til, og forutsatt støperekkefølge skal angis i arbeidsgrunnlag.

Veiledning til kravet

Parametere for kryp og svinn kan baseres på 70 % relativ luftfuktighet for bruoverbygning og 80 % relativ luftfuktighet for søyler over vann.

Krav 8.1—4 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Beregningsmessige krav til ferdig konstruksjon skal som et minimum kontrolleres for situasjonen ved følgende tidspunkter:

- like etter at brua er åpnet for trafikk
- ved dimensjonerende brukstid

8.2 Materialer

8.2.1 Generelle krav til betongspesifikasjon

Krav 8.2.1—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Sementprodukter eller spesifikke bindemiddelkombinasjoner skal være godkjent av Vegdirektoratet (Godkjenningsordning for sementer [\[17\]](#)). Sement skal være i henhold til *NS-EN 197-1* og av styrkeklasse 42,5 eller 52,5.

Krav 8.2.1—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Betong etter etterfølgende spesifikasjoner er «egenskapsdefinert betong» i henhold til *NS-EN 206*. Endring av spesifikasjonene etter metodene «Ekvivalente betongegenskaper» eller «Ekvivalente egenskaper for kombinasjoner» skal ikke benyttes.

Krav 8.2.1—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2025

Følgende gjelder for bruk av tilsetningsmaterialer ved blanding av betong:

- Silikastøv skal tilfredsstille klasse 1 i samsvar med *NS-EN 13263*
- Flygeaske skal tilfredsstille kategori A etter *NS-EN 450*, $k = 0,7$, med mindre k for en gitt flygeaskeforekomst er dokumentert å være høyere, se [krav 8.2.1—1](#)
- Slagg tilsatt separat tillates ikke med mindre aktuell slagghetsforekomst, som tilfredsstiller *NS-EN 15167*, er dokumentert i henhold til godkjenningsordningen, se [krav 8.2.1—1](#)

Krav 8.2.1—4 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Ferdig produsert betong i fasthetsklasse $\leq B45$ skal tilfredsstille minimum lavkarbonbetong klasse B i henhold til Norsk Betongforenings Publikasjon nr. 37: *Lavkarbonbetong*. Kravet gjelder ikke for selvkompimerende betong og betong med behov for tidlig fasthetsopptak. I områder der det materialteknisk er utfordringer med å nå lavkarbonbetong klasse B skal klimagassutslipp for klasse Bransjereferanse legges til grunn.

Veiledning til kravet

For høye fasthetsklasser vil det kunne være spesielle behov til fasthetsopptak, framdrift, høy tidligfasthet og lignende, og det er derfor ikke gitt generelle krav til klimagassutslipp for fasthetsklasser høyere enn B45.

NS-EN 13670 referer til Norsk Betongforenings Publikasjon nr. 29: Veiledning for produksjon og bruk av selvkompimerende betong som et informativt dokument. Ved spesifisering av selvkompimerende betong anbefales det å henvise til denne publikasjonen i produksjonsunderlaget.

Krav 8.2.1—5 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Betong skal tilsettes luftinnførende tilsetningsstoff. Luftporevolum målt i fersk betong umiddelbart før utstøping i form skal være

- $4,5 \% \pm 1,5 \%$ for fasthetsklasser $\leq B45$
- $3,5 \% \pm 1,5 \%$ for fasthetsklasser $> B45$

Krav 8.2.1—6 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2025

Følgende krav gjelder tilslagsmaterialer:

- Resirkulert eller gjenvunnet tilslag skal ikke brukes i betong med bestandighetsklasse M45 eller bedre.
- Sjøgrabbet tilslag skal ikke benyttes.
- Motstand mot knusing (Los Angeles verdi) for grovt tilslag skal være > 8 mm: Kategori $\leq$ LA40.
- I tillegg til de obligatoriske krav som stilles i *NS-EN 206* og *NS-EN 12620* gjelder følgende:
 - Kloridinnhold skal være $\leq 0,01$ %.
 - Syreløselig sulfat skal være Kategori AS 0,2.
 - Kismineraler: Forekomst av magnetkis i tilslaget skal undersøkes ved hjelp av DTA (differensialtermisk analyse) og rapporteres. Ved påvist magnetkis skal totalt innhold av svovel være $\leq 0,1$ %, se *NS-EN 12620*.
- For å sikre bestandighet og moderat sementforbruk i betongen gjelder følgende krav:
 - Flisighetsindeks for grovt tilslag skal være Kategori FI 20.
 - Finstoffinnhold, grovt tilslag, skal være Kategori f1,5.
 - Finstoffinnhold, naturlig gradert 0/8 mm tilslag, skal være Kategori f10.
 - Vannabsorpsjon, tilslag < 8 mm, skal være $\leq 1,5$ %.
 - Vannabsorpsjon, tilslag > 8 mm, skal være $\leq 1,2$ %.
 - Motstand mot frysing og tining for grovt tilslag skal være frostbestandig.

Veiledning til kravet

Tilslagets største nominelle kornstørrelse D_{max} velges ut fra armeringstetthet og andre hindringer for utstøpingen.

Høyt glimmerinnhold gir høyt vannbehov og kan gi redusert betongfasthet. Innhold av fri glimmer i fraksjonen 0,125/0,250 mm anbefales å være $\leq 15\%$. Slaminholdet i fint tilslag og naturlig gradert 0/8 mm anbefales å være ≤ 15 %.

Glimmerinnhold og slaminhold kan bestemmes etter retningslinje R210 Laboratorieundersøkelser.

Jevn tilslagsgradering er viktig for å oppnå jevn betongproduksjon og god utførelse. Anbefalte toleranser for deklarete typiske graderinger for fint tilslag og for naturlig gradert 0/8 er

- *slaminhold ± 3 %*
- *passerende mengde på siktestørrelse 0,063 mm: $\pm 1,5$ %*
- *passerende mengde på siktestørrelse 0,125 mm: ± 2 %*
- *passerende mengde på siktestørrelse 0,250 mm: ± 3 %*
- *passerende mengde på siktestørrelser ≥ 1 mm: ± 5 %*

Krav 8.2.1—7 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Betong skal være ikke-alkalireaktiv etter reglene gitt i Norsk Betongforenings Publikasjon nr. 21: *Bestendig betong med alkalireaktivt tilslag.*

Krav 8.2.1—8 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Ved prosjektering av spesielt store/komplekse bruer skal det vurderes om det er behov for ekstra tiltak for å sikre en ikke-alkalireaktiv betongsammensetning, for eksempel ved å stille krav om både sikker bindemiddelsammensetning og ikke-reaktivt tilslag.

8.2.2 Valg av betongspesifikasjon**Krav 8.2.2—1 SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

SV-Standard benyttes for vanlige forhold, som ikke krever en av spesialbetongene i [krav 8.2.2—2](#) – [krav 8.2.2—5](#) nedenfor. Følgende krav gjelder:

- Bestandighetsklasse skal være MF40, se *NS-EN 206*.
- Masseforhold skal være $\leq 0,40$.
- Andel silikastøv skal være 3-5 % av total bindemiddelmengde.
- For godkjent sementprodukt av type CEM I eller CEM II skal bindemidlet inneholde samlet ≥ 14 % silikastøv, flygeaske og slagg. Flygeaskeinnhold skal være $\leq 30\%$ av total bindemiddelmengde.
- Effektiv bindemiddelmengde skal være ≥ 325 kg.

Krav 8.2.2—2 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

SV-Kjemisk benyttes for konstruksjonsdeler utsatt for kjemisk angrep fra grunnvann i jord og berg, der konsentrasjonene av aggressiver ligger innenfor grenseverdiene for eksponeringsklasse XA2 og XA3 i *NS-EN 206* (herunder regnes syregivende varianter av alunskifer og sulfidførende bergarter med $\text{pH} \geq 4$). Følgende krav gjelder:

- Bestandighetsklasse skal være MF40, se *NS-EN 206*.
- Masseforhold skal være $\leq 0,40$.
- Sulfatmotstandsklasse skal være SuR2, se *NS-EN 206*.
- Tilslaget skal være uten innhold av kalkstein eller kalkfiller.
- Effektiv bindemiddelmengde skal være ≥ 325 kg.

For pH i naturtilstand < 4 og/eller aggressiver i konsentrasjoner utover de øvrige grenseverdiene for eksponeringsklasse XA3, skal spesielle konstruktive tiltak og/eller membran/beskyttelse av betongen vurderes.

SV-Lavvarme benyttes for konstruksjonsdeler der sannsynligheten for gjennomgående fastholdingsriss på grunn av herdevarme og temperaturforskjeller er betydelig, og der slik opprissing er kritisk for funksjonsevnen. Der SV-Lavvarme velges skal det dokumenteres at valget er hensiktsmessig. Følgende krav gjelder til betongen:

- Bestandighetsklasse skal være MF45, se *NS-EN 206*.
- Masseforhold skal være $\leq 0,45$.
- Fasthetsklasse skal være $\leq B45$.
- Andel silikastøv skal være 3-5 % av total bindemiddelmengde.
- Summen av totalt flygeaskeinnhold og eventuelt slagginnhold i sement skal være ≤ 40 %.
- Effektiv bindemiddelmengde skal være ≥ 310 kg.
- Det skal spesifiseres at betongen forprøves i en 1 m³ herdekasse, og temperaturøkningen i senter av herdekassen skal ikke overstige 35 °C.

Forprøvingen skal gjennomføres slik:

- 1) Fersk betongtemperatur skal være mellom 15 og 23 °C. Omgivelsestemperaturen skal ikke være lavere enn -5 °C.
- 2) Betongen skal støpes ut i en 1 meter x 1 meter x 1 meter herdekasse med temperaturføler innstøpt i senter og temperaturføler i lufta. Betongen skal komprimeres med stavvibrator. Kassen skal være isolert innvendig med 100 mm ekstrudert polystyren (XPS) på alle sider, også underside og overside. Forskalingen skal være av kryssfiner minimum tykkelse 15 mm. På toppen av herdekassen skal det også legges en plate av kryssfiner som sikres med fastspikring eller med lodd. Herdekassen skal til slutt overtrekkes med presenning som festes i bunn for beskyttelse mot vind. Er herdekassen plassert innendørs tillates presenning sløyfet. Tiden fra blanding av betongen på blandeverk fram til logging er startet skal gjøres så kort som mulig.
- 3) Herdetemperatur og lufttemperatur skal registreres med automatisk tid/dato logging. Registreringen skal innledes rett etter at utstøpingen er ferdig og XPS + kryssfinerplate på oversiden er montert, og loggefrequensen skal være minimum 1 per 15 minutter. Logging skal avsluttes etter 7 døgn.
- 4) Etter avsluttet logging skal betongens temperaturutvikling dokumenteres. I tillegg skal følgende bestemmes:
 - ΔT = betongens temperaturøkning fra start av logging til oppnådd maksimal betongtemperatur
 - T_{snitt} = gjennomsnittlig lufttemperatur i perioden fra start av logging til oppnådd maksimal betongtemperatur
- 5) Følgende krav skal være tilfredsstillt:
 - For $T_{\text{snitt}} = 20$ °C skal ΔT være ≤ 35 °C.
 - For $T_{\text{snitt}} \neq 20$ °C skal ΔT justeres i henhold til [tabell 8.2.2—1](#).
- 6) Resultatene skal rapporteres til byggherren. Rapporten skal vise
 - betongsammensetning (er-verdier)
 - resultatet fra loggingen med tall og figur (temp/tid)
 - beregning av ΔT og T_{snitt}

- 7) Spesifisert karakteristisk trykkfasthet skal være oppnådd seinest ved 56 døgn alder. Dersom samsvar med spesifisert karakteristisk fasthet påvises ved høyere alder enn 28 døgn, skal forholdet mellom 28 og 56 døgn trykkfasthet være dokumentert. Betongfastheten skal kontrolleres og produksjonen styres på grunnlag av 28 døgn trykkfasthet. Denne styringsfastheten skal kartlegges før produksjon settes i gang.

Tabell 8.2.2—1 — Justering av kravet til ΔT avhengig av T_{snitt}

T_{snitt} (°C)	ΔT (°C)
25	36
20	35
15	34
10	33
5	32
0	31
-5	30

Veiledning til kravet

Bruk av SV-Standard med øvre tillatte grense for flygeaskedosering har vært gjeldende anbefaling for å oppnå redusert herdevarme. SV-Lavvarme kan benyttes i tunnelportaler og i betongtunneler (kulverter), der det er funnet hensiktsmessig. Veiledning for beskrivelse av lavvarmebetong finnes i Norsk Betongforenings Rapport nr. 5: Beskrivelse av spesialbetonger – Lavvarmebetong. Fasthetsklasse B35 anbefales.

Krav 8.2.2—4 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Følgende krav gjelder for betong for konstruksjonsdeler støpt i vann:

- Bestandighetsklasse skal være M40, MF40 i frostsone, se NS-EN 206.
- Masseforhold skal være $\leq 0,40$.
- Andel silikastøv skal være 6-10 % av total bindemiddelmengde.
- For godkjent sementprodukt av type CEM I eller sement av type CEM II/A skal bindemidlet inneholde samlet ≥ 14 % silikastøv, flygeaske og slagg. Flygeaskeinnhold skal være $\leq 30\%$ av total bindemiddelmengde.

Veiledning til kravet

Veiledning finnes i Norsk Betongforenings Publikasjon nr 5: Undervannsstøp.

Krav 8.2.2—5 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Følgende krav gjelder for betong med lett tilslag:

- Lett tilslag skal være av ekspandert leire eller ekspandert skifer, og det skal være deklartert i henhold til *NS-EN 13055*.
- Fasthetsklasse (LB-klasse) skal være i henhold til *NS-EN 1992-1-1*.
- Bindemidlet for lettbetong skal samsvare med SV-Standard, se [krav 8.2.2—1](#), med unntak av mengden silikastøv, som skal være 8 – 11 % av bindemiddelmengden. Bindemidlet skal ha en sammensetning som sikrer mot skadelige alkalireaksjoner i henhold til regler i Norsk Betongforenings Publikasjon nr. 21: *Bestendig betong med alkalireaktivt tilslag*.
- Densitet skal spesifiseres som avformingsdensitet ved 24 timer med tillatt pluss- og minustoleranse.
- Det skal benyttes luftinnførende tilsetningsstoff. Luftinnhold skal være $3,5 \pm 1,5$ %.
- Prøvestøp, samt krav til hvilke egenskaper som skal forhåndsdokumenteres, skal spesifiseres i arbeidsgrunnlaget.

Veiledning til kravet

Avformingsdensitet bestemmes så raskt som mulig, før betongen får anledning til uttørking eller oppsug av vann.

Prøvestøp innbefatter dokumentasjon av lettilslagets vannabsorpsjon, samt lettbetongens stabilitet og pumpbarhet, konsistensutvikling, densitet, trykkfasthet og E-modul. Forholdet mellom avformingsdensitet og ovenstørr densitet kartlegges. Prøvestøp gjennomføres i god tid før støpearbeidene starter.

NS-EN 206+NA refererer til Norsk Betongforenings Publikasjon nr. 22: Lettbetong - Spesifikasjoner og produksjonsveiledning som et normativt dokument.

Veiledning finnes i Norsk Betongforenings Publikasjon nr. 23: Lettbetong - Prosjekteringsveiledning.

Krav 8.2.2—6 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Betong for kantdragere og betongrekkverk skal være B45 SV-Standard.

8.2.3 Tiltak for å sikre betongens egenskaper

For at betongen skal få de forutsatte materialegenskapene vil relevante beskyttelses- og herdetiltak være påkrevet. Spesifikasjon av tiltak i arbeidsgrunnlaget vil være nødvendig for å sikre riktig utførelse.

Krav 8.2.3—1 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Ved valg av beskyttelses- og herdetiltak skal overflater i marint miljø, se [tabell 8.3.1—1](#), merknad c, ha herdeklasse 4 etter *NS-EN 13670*. Øvrige overflater skal ha herdeklasse 3.

Veiledning til kravet

Aktuelle tiltak for forskalte flater:

- *Utsatt riving av forskaling.*
- *Tildekking av betongoverflaten med damptett folie, presenning eller isolasjonsmatte umiddelbart etter at forskalingen er fjernet. Fuktige matter eller fiberduk beskyttet mot uttørking med damptett folie/presenning kan benyttes når det ikke er fare for kuldegrader.*

Aktuelle tiltak for uforskalte flater:

- *Herdemembran, plastfolie, isolasjonsmatter og presenning. Overrisling anbefales ikke benyttet med mindre det er vurdert spesielt.*

Veiledning for beskrivelse av ordinære herdetiltak finnes i retningslinje R762 Prosesskode 2.

Krav 8.2.3—2 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

I følgende tilfeller skal spesielle herdetiltak vurderes spesifisert i arbeidsgrunnlaget:

- Konstruksjonsdeler der det kan forventes for høye herdetemperaturer og/eller store temperaturgradienter over betongtverrsnittet.
- Konstruksjonsdeler støpt mot tidligere utførte konstruksjonsdeler der fastholding og temperaturforskjeller gir fare for omfattende gjennomgående opprissing i herdefasen, samt at det er nødvendig for å tilfredsstille funksjonskrav som for eksempel tetthet og rissviddebegrensning.

Veiledning til kravet

Aktuelle tiltak kan være

- *supplerende varmeisolasjon i herdeperioden*
- *kjøling av fersk betong*
- *kjøling av herdende betong med innstøpte kjølerør*
- *oppvarming av tidligere utførte konstruksjonsdeler*
- *bruk av SV-Lavvarme, se [krav 8.2.2—3](#)*

Bruk av herdeteknologiberegninger med tilhørende funksjonskrav kan foreskrives som grunnlag for valg av tiltak.

Veiledning for beskrivelse av spesielle herdetiltak finnes i retningslinje R762 Prosesskode 2.

8.2.4 Densitet for armert betong**Krav 8.2.4—1 SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Densitet for armert normalvektsbetong skal settes $\geq 25,0 \text{ kN/m}^3$.

Krav 8.2.4—2 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

I følgende tilfeller skal densiteten bestemmes på grunnlag av armeringsmengder og densitet for uarmert betong:

- 1) der armeringsmengden er $> 150 \text{ kg/m}^3$
- 2) der det benyttes tilslag med densitet $> 2800 \text{ kg/m}^3$
- 3) konstruksjoner som helt eller delvis bæres av oppdrift
- 4) konstruksjoner som utføres med lettbetong

For 3) og 4) skal målt densitet for uarmert betong legges til grunn.

Veiledning til kravet

For 1) og 2) kan densitet for uarmert normalvektsbetong normalt settes lik $24,0 \text{ kN/m}^3$.

Krav 8.2.4—3 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Krav til densitet for lettbetong skal være forenlig med spesifisert fasthetsklasse.

Veiledning til kravet

Densitetsklassene i NS-EN 1992/NS-EN 206 tillater store densitetsintervaller og er basert på ovenstørr densitet. Kombinasjonen $\text{LB45/1950} \pm 30 \text{ kg/m}^3$ (avformingsdensitet) kan velges uten nærmere vurdering.

Ulike måter å måle densitet på og relasjon mellom måleresultatene er behandlet i Norsk Betongforenings Publikasjon nr. 23: Lettbetong – Prosjekteringsveiledning.

8.2.5 E-modul for betong

Krav 8.2.5—1 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Der utbøyninger/nedbøyninger er av stor betydning, skal deformasjonsberegninger baseres på målte E-moduler for betongen.

Veiledning til kravet

Dette gjelder for eksempel frittstående pelegrupper, fritt-frambyggbruer, bruer med største spennvidde ≥ 50 meter og bruer på veger med spesielt strenge toleranser på permanente nedbøyninger. Norske betonger har som regel lavere E-modul enn det som er forutsatt i NS-EN 1992.

8.2.6 Armering

Krav 8.2.6—1 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2025

Stål for ordinær slakkarmering skal tilfredsstille krav og forutsetninger til kamstål i klasse C i NS-EN 1992. Armering B500NC med mål og egenskaper som angitt i NS 3576-1 forutsettes å tilfredsstille kravene.

Krav 8.2.6—2 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Geometriske og mekaniske egenskaper for rustfri armering skal tilfredsstille kravene til teknisk klasse B500NCR i NS 3576-5 og ha en PRE-verdi større enn 20. For korrosjonsklasse C5M skal det brukes armering med PRE-verdi større enn 30.

8.3 Betongoverdekning

8.3.1 Minste overdekning

Krav 8.3.1—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2023

Spesielle krav til minste overdekning som følge av miljøpåvirkninger er gitt i [tabell 8.3.1—1](#) for konstruksjoner med 100 års dimensjonerende brukstid og [tabell 8.3.1—2](#) for ferjekaier med 50 års dimensjonerende brukstid.

Tabell 8.3.1—1 — Minste overdekning som følge av miljøpåvirkninger for konstruksjoner med 100 års dimensjonerende brukstid

Overflater	$C_{min,dur} + \Delta C_{dur,y}$
Overflater i tørre og tilgjengelige hulrom	35
Overflater lite tilgjengelige for inspeksjon og vedlikehold ^a	60
Overflater direkte eksponert for vann og klorider fra tinesalter ^b	60
Underkant fundamenter som ikke står i sjø	60
Konstruksjoner i eller nært sjøvann ^c	100
Undervannsstøp	100
Alle øvrige flater	50

a Gjelder for eksempel overflater mot smale (typisk 100 mm) spalter.

b Gjelder overflater som for eksempel kantdragere (alle sider), overflater ved og under fuger, bruender og vinger/skjørt, samt XD3-overflater vist i *NS-EN 1992-2:2005+NA:2010*, Figur NA.4.2 (901).

c Gjelder overflater under vann, samt overflater i tidevannssone, skvalpesone og sprutsone opp til minimum 6 meter over HAT i lite værharde kyststrøk (fjorder godt skjermet mot åpent hav og mot vind av omkringliggende terreng) og opp til 12 meter over HAT i værharde kyststrøk (øvrige områder ved kysten).

Tabell 8.3.1—2 — Minste overdekning som følge av miljøpåvirkninger for ferjekaier med 50 års dimensjonerende brukstid

Overflater	$C_{min,dur} + \Delta C_{dur,y}$
Overside av kaidekker	60
Alle øvrige overflater	80

Tabellen gjelder ikke for midlertidige konstruksjoner.

Veiledning til kravet

Spesielle overdekningskrav er relatert til tillegg for sikkerhet, $\Delta C_{dur,y}$, i *NS-EN 1992*. Sikkerhet betyr her redusert sannsynlighet for korrosjonsskade. Standardens avsnitt NA.4.4.1.2(6) foreslår en verdi på 0 mm, men større verdi kan vurderes i spesielle tilfeller der det foreligger et særlig behov for å redusere sannsynligheten for korrosjonsskade på armeringen. Valgte tillegg for sikkerhet er basert på erfaring med hvilke overflater i bruer som er mer eksponert enn det som er lagt til grunn i *NS-EN 1992*.

Krav til minste overdekning for kantdragere er 60 mm («Overflater direkte eksponert for vann og klorider fra tinesalter»). Selv om brua ligger i marint miljø («i eller nært sjøvann»), så regnes 60 mm å være tilstrekkelig. Kantdragere kan som regel betraktes som en sekundær konstruksjonsdel som i verste fall kan skiftes ut.

Av hensyn til utførelsen kan det være hensiktsmessig at søyler med krav om 100 mm minste overdekning i nedre del og 50 mm i øvre del får 100 mm i hele høyden. Tilsvarende kan det være hensiktsmessig at søyler eller kulvertvegger med 60 mm i nedre del og 50 mm i øvre del får 60 mm i hele høyden. Lik overdekning i hele høyden velges dersom det ikke gir økte armeringsmengder.

I spesielle tilfeller kan minste overdekning < 100 mm for konstruksjoner i eller nært sjøvann vurderes. Forutsetninger, begrunnelse, foreslått overdekning og nødvendig dokumentasjon sendes da inn til teknisk kontroll av konsept, se [kapittel 2.5](#), eller i en fravikssøknad. Dette kan være aktuelt der klorideksponeringen er i grenseland, for eksempel for overbygning (underside dekke/kasse) som ligger i nærheten av grensa på 6/12 meter over HAT og/eller der klima er en mellomting mellom værhardt og ikke værhardt. Lokale forhold, for eksempel erfaringer fra andre bruer i nærheten, registrering av vind og bølger, søyleform, dominerende vindretning og lo-/le-effekter, kan kartlegges og begrunne valgene. Det kan også være aktuelt der det planlegges tiltak for å sikre spesielt god eksponeringsmotstand, for eksempel med spesielle betongresepter.

Redusert minste overdekning ved bruk av rustfri armering, $\Delta c_{dur,st} \leq 15$ mm, er gitt i NS-EN 1992-1-1:2004+A1:2014+NA:2021, 4.4.1.2 (2) og (7) og NA.4.4.1.2 (7). Der [tabell 8.3.1—1](#) foreskriver minste overdekning som er større enn kravet i NS-EN 1992-1-1 kan reduksjon > 15 mm vurderes. Foreslått overdekning og nødvendig dokumentasjon sendes da inn til teknisk kontroll av konsept, se [kapittel 2.5](#). Med rustfri konstruktiv armering benyttes rustfri monteringsstenger.

Krav til minste overdekning for brudekke med fuktisolering er 50 mm («Alle øvrige flater»), selv om brua ligger i marint miljø («i eller nært sjøvann»).

Krav til minste overdekning for utstøpte stålrørspeler finnes i [krav 7.5.7—5](#) og [krav 7.5.8—4](#).

Krav 8.3.1—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2025

Spesielle krav til økt minste overdekning som følge av miljøpåvirkninger:

- Der spennarmering ligger ytterst: + 10 mm
- Ved bruk av glideforskaling: + 10 mm
- Ved bruk av overforskaling uten drenerende duk: + 10 mm
- For lettbetong: + 5 mm

Veiledning til kravet

Dette kommer i tillegg til kravene i [tabell 8.3.1—1](#) og [tabell 8.3.1—2](#). Verdiene for $c_{min,dur} + \Delta c_{dur,y}$ økes med de gitte verdiene.

NS-EN 13670+NA refererer til Norsk Betongforenings Publikasjon nr. 25: Veiledning for produksjon og utførelse av konstruksjoner med glideforskaling som et informativt dokument.

Krav 8.3.1—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

For overflater i utsparinger som senere skal støpes igjen og overflater i prefabrikkerte elementer som det senere skal støpes inntil, skal c_{min} settes lik stangdiameter, men ikke mindre enn 20 mm.

8.3.2 Tillatte avvik

Krav 8.3.2—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2023

Tillatt avvik $\Delta c_{dev} = \pm 15$ mm = byggemål for monteringsstang $\varnothing 12$.

Veiledning til kravet

Spesielle regler for prefabrikkerte betongelementer finnes i [kapittel 8.9](#).

8.3.3 Nominell overdekning

Krav 8.3.3—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2023

Nominell overdekning skal regnes fra betongoverflaten til nærmeste konstruktive armering. Minimumsarmering etter *NS-EN 1992*, kapittel 9, uten direkte bærevirkning, for eksempel bøyer i bjelker uten beregningsmessig behov for skjærarmering, skal i denne sammenhengen også betraktes som konstruktiv armering.

8.3.4 Spesielle overdekningkrav

Krav 8.3.4—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Rør/utsparinger som skal stå åpne i driftsfasen, for eksempel trekkerør, vektreduserende utsparinger inkludert drenerør, kabelkanaler for ikke-injisert spennarmering og sluk, skal ha prosjektert overdekning $c_{nom} \geq 50$ mm. Kravet gjelder ikke trekkerør i bruas tverretning i bruvinger eller forbi overflatearmering ut til overflaten.

Krav 8.3.4—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

I betongrekkverk skal den siden som vender mot kjørebane eller gang- og sykkelanlegg ha prosjektert overdekning til trekkerør, $c_{nom} \geq 150$ mm.

Veiledning til kravet

Se også krav til avstand mellom trekkerør og rekkverksinnfestinger i [krav 12.7.2—4](#).

Krav 8.3.4—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2023

Betongslitelag (belegningsklasse B1, se også [krav 12.2.1—2](#)) skal støpes samtidig med det bærende brutverrsnittet. Prosjektert overdekning for overkantarmeringen økes med 30 mm.

Krav 8.3.4—4 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

For underkant fundamenter på berg uten avrettingsstøp eller konstruktiv understøp (se [kapittel 8.8.3](#)) vil overdekningen variere med bergoverflata. Prosjektert overdekning settes lik 75 mm fra bergets høyeste nivå til nærmeste konstruktive armering.

8.3.5 Overdekning for monteringsstenger

Krav 8.3.5—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Prosjektert overdekning for monteringsstenger skal være lik minste overdekning, c_{min} , for den armeringen som understøttes. Tillatt avvik for monteringsstenger skal være ± 5 mm.

Veiledning til kravet

For monteringsstenger benyttes stangdiameter 12 mm med byggemål 15 mm, se [krav 8.7.1—11](#).

8.3.6 Angivelse av overdekning i arbeidsgrunnlag

Krav 8.3.6—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Nominell overdekning og tillatte avvik for både konstruktiv armering og tilhørende monteringsstenger skal framgå av arbeidsgrunnlaget.

Veiledning til kravet

Overdekningen kan vises i tabell, for eksempel i armeringstegningens merknadsfelt eller som objektinformasjon i modell. Eksempel på en slik tabell er vist i [tabell 8.3.6—1](#). Ikke forskalte flater, for eksempel overflate 2 i tabellen, har ikke monteringsstenger.

Tabell 8.3.6—1 — Eksempel på angivelse av overdekning

Overflater	Konstruktiv armering	Monteringsstenger
Overflate 1	$65 \pm 15 \text{ mm}$	$50 \pm 5 \text{ mm}$
Overflate 2	$75 \pm 15 \text{ mm}$	
Overflate 3	$115 \pm 15 \text{ mm}$	$100 \pm 5 \text{ mm}$

Veiledning finnes i Statens vegvesen rapport 388 Sikring av overdekning for armering.

8.4 Konstruksjonsanalyse

Krav 8.4—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Ved beregning av tilleggsmomenter i slanke konstruksjonsdeler skal det for konstruksjoner fundamentert på løsmasser eller peler vurderes om grunnens eller pelegruppens stivhet har betydning for søylenes effektive lengder. Effektive lengder i en forskyvelig horisontalretning skal bestemmes fra en systemknekkingsanalyse som ivaretar samvirket mellom de enkelte søyler.

Veiledning til kravet

Den effektive lengden av søyler i en forskyvelig horisontalretning kan bestemmes etter retningslinjene for en fritt forskyvelig enkeltsøyle dersom søylenes stivhet i den aktuelle retning og aksialkreftene er tilnærmet like i de forskjellige søyleakser. Den effektive lengden av søyler i en uforskyvelig horisontalretning kan bestemmes etter retningslinjene for en uforskyvelig enkeltsøyle.

8.5 Bruddgrensetilstand

Krav 8.5—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Ved dimensjonering for moment og aksialkraft skal det ikke velges mindre armering i noen del av konstruksjonen enn det som er forutsatt ved beregning av deformasjoner og andre ordens momenter i analysen.

Krav 8.5—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Ved kontroll av kapasitet for skjærkraft etter *NS-EN 1992-1-1:2004+A1:2014+NA2021*, punkt 6.2.3, skal $\cot \theta \leq 2,0$.

Krav 8.5—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Dimensjonering for krefter i planet for vegger og kasse-/flenstverrsnitt tillates basert på beregningsmetode med en antatt indre kraftmodell som tilfredsstiller likevektsbetingelser og geometriske betingelser for tøyninger i det undersøkte lokalområdet (trykkfeltteori).

Krav 8.5—4 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Ekstern spennarmering og intern spennarmering uten heft skal dimensjoneres for følgende tilstander:

- Utskifting av én vilkårlig plassert spennkabel. Tilstanden skal kontrolleres for aktuell lastsituasjon. Dette vil normalt innebære trafikklaste. På avsperrt areal skal det regnes med antatt opptredende laste i forbindelse med utskiftingen (eventuelt stillas, mobilkran, øvrige nyttelaster) etter nærmere vurdering. Antatt opptredende laste skal angis under driftsforutsetninger.
- Brudd i én vilkårlig plassert spennkabel. Tilstanden skal kontrolleres som en ulykkessituasjon.

8.6 Bruksgrensetilstand

Krav 8.6—1 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2024

Beregningsmessig rissvidde for tverrsnitt i etteroppspente konstruksjonsdeler tillates kontrollert mot rissviddekrav for slakkarmerte konstruksjonsdeler (venstre side i *NS-EN 1992-1-1:2004+A1:2014+NA:2021*, tabell NA.7.1N, i stedet for høyre side) dersom nominell overdekning til kabelkanal er $\geq$ den største av

- $3 \times c_{\min, \text{dur}}$
- 150 mm

Veiledning til kravet

$c_{\min, \text{dur}}$ bestemmes etter *NS-EN 1992-1-1:2004+A1:2014+NA:2021*, tabell NA.4.4N.

Krav 8.6—2 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Trykkavlastningskravene i *NS-EN 1992-1-1:2004+A1:2014+NA:2021*, tabell NA.7.1N, skal forutsettes å gjelde bare i spennarmeringens retning.

Krav 8.6—3 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2024

Største tillatte beregningsmessige rissvidde i byggefase og midlertidige situasjoner skal settes lik 0,50 mm for bruksgrensetilstand kombinasjon *tilnærmet permanent*. Kravet gjelder ikke for situasjonen ved jekking i forbindelse med lagerbytte.

Krav 8.6—4 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

For konstruksjoner utsatt for kjemisk angrep fra grunnvann i jord og berg, se [krav 8.2.2—2](#), skal tillatte rissvidder fastsettes ved kontroll og godkjenning etter rutinene for teknisk kontroll av konsept, se [kapittel 2.5](#).

8.7 Armeringsregler

8.7.1 Generelt

Krav 8.7.1—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Forankringslengder og omfaringslengder skal bestemmes ved nøyaktige beregninger etter NS-EN 1992. Forenklete regler, som for eksempel 50 ϕ , betraktes ikke som en nøyaktig beregning.

Veiledning til kravet

Målsettingen med kravet er å sikre riktige omfaringslengder og å spare materialer der det er mulig. 50 ϕ er noen steder for lite og mange andre steder vesentlig mer enn nødvendig. Det er spesielt viktig å ta hensyn til kvaliteten på heftbetingelsene og armeringsstangens plassering under utstøping gitt ved faktoren η_1 i NS-EN 1992-1-1:2004+A1:2014+NA:2021, pkt 8.4.2 (2).

Krav 8.7.1—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Omfaringslengder skal rundes av opp til nærmeste 100 mm og angis i arbeidsgrunnlaget. Armeringsskjøter med omtrent like omfaringslengder gis samme (største) omfaringslengde. Arbeidsgrunnlaget skal ha så få og oversiktlige angivelser av omfaringslengder at god oversikt og korrekt utførelse vil bli ivarettatt.

Krav 8.7.1—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Hovedarmering skal være skjøtt i minimum to snitt. Armeringsskjøter skal detaljeres og vises i arbeidsgrunnlaget. Angivelser ved løpemeter (LM) skal ikke benyttes.

Veiledning til kravet

Det er god konstruksjonspraksis å skjøte hovedarmering i minst to snitt. Skjøter detaljert av prosjekterende (ikke løpemeter-angivelse) gir redusert materialbruk og mer effektiv utførelse, og det forebygger feil. Forståelsen av begrepet «hovedarmering» kan knyttes til hvordan det er brukt i NS-EN 1992.

Krav 8.7.1—4 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Overflatearmering skal ha stangdiameter ≥ 12 mm. Underkantarmering i fundamenter betraktes som overflatearmering. Armering som ikke ligger mot betongoverflate, skal ha stangdiameter ≥ 10 mm.

Veiledning til kravet

Armering som ikke ligger mot betongoverflate, er armering som ligger i massive deler av betongtverrsnittet. Det kan for eksempel være bøyler for avstiving av vertikalarmoring i søyler eller skjærbøyler i plater. Det kan også være armering i D-regioner, for eksempel spaltestrekkarmering.

Krav 8.7.1—5 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Største senteravstand for armering mot forskalte flater, betongavretting eller berg skal være ≤ 250 mm. Største senteravstand for armering mot ikke-forskalte flater skal være ≤ 200 mm.

Veiledning til kravet

Ikke-forskalte flater betyr i praksis den fri flata i toppen av støpen. Her er kravet til senteravstand strengere av hensyn til utførende som går på armeringen under utførelse, spesielt ved utstøping, og for å forebygge at armeringsstengene bøyes ned når man går på dem. Det samme hensynet kan være viktig også for underkantarmeringen, men der kan hensynet ivaretas på flere måter enn liten senteravstand.

Krav 8.7.1—6 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Alle konstruksjonsdeler skal være dobbeltarmert i begge retninger. Kravet gjelder også for midlertidige og permanente utsparinger. Kravet gjelder ikke for overgangsplater.

Veiledning til kravet

Kravet betyr i praksis at alle overflater har armering i begge retninger, i et (tilnærmet) ortogonalt nett.

Krav 8.7.1—7 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Armeringsstenger med diameter ≥ 16 mm skal ikke rettes eller ombøyes.

Krav 8.7.1—8 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Armeringsbunter skal ikke ha mer enn to stenger og ikke mer enn tre stenger i skjøtområder.

Krav 8.7.1—9 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Dersom konstruksjonsdelen er utsatt for utmatting, skal det spesifiseres i arbeidsgrunnlaget at sveising av armeringen og retting eller tilbakebøyning av armeringen ikke er tillatt.

Krav 8.7.1—10 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Armeringsstoler av betong eller mørtel med masseforhold $\leq 0,40$ og minimum 5 % silikastøv skal spesifiseres i arbeidsgrunnlaget.

Krav 8.7.1—11 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Det skal spesifiseres monteringsstenger med diameter 12 mm mot forskalte overflater, betongavretting og utjevne understøp.

Krav 8.7.1—12 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Kamstålets byggemål, som vist i [tabell 8.7.1—1](#), skal tas hensyn til ved detaljering av armeringen og ved beregning av byggehøyde, fri avstand mellom armeringsstenger og lignende.

Tabell 8.7.1—1 — Byggemål for kamstenger

Stangdiameter	Ø12	Ø16	Ø20	Ø25	Ø32
Byggemål	15 mm	20 mm	25 mm	30 mm	40 mm

Veiledning til kravet

Veiledning finnes i Statens vegvesen rapport 388 Sikring av overdekning for armering.

Krav 8.7.1—13 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2024

For armering som skal bøyes etter krav i *NS-EN 1992-1-1* punkt 8.3, skal minste tillatte dordiameter $\varphi_{m,min}$ velges lik den største av verdien gitt av tabell NA.8.1N og den som bestemmes av uttrykk (8.1).

8.7.2 Tiltak for god utstøping

Krav 8.7.2—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Nødvendige vibratoråpninger i armeringen skal planlegges.

Veiledning til kravet

Fri avstand $\geq 3 D_{max}$ er anbefalt for å sikre god utstøping og komprimering. Ved fri åpning $< 3 D_{max}$, anbefales åpninger planlagt slik at armering kan forskyves ved utstøping og vibrering. Ved bruk av dekkevibratorer anbefales det å sikre god plass til vibrering minimum hver 0,5 meter.

Krav 8.7.2—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Ved støping av høye konstruksjonsdeler skal armeringen tilpasses pumping og vibrering av betongen ned til bunnen. Tilrettelagte åpninger skal være ≥ 80 mm.

8.7.3 Armering med mekanisk endeforankring

Krav 8.7.3—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Mekaniske endeforankringer skal ha dokumentert kapasitet i henhold til *NS-ISO 15698-serien* for kategori B3.

Veiledning til kravet

Mer informasjon finnes i Norsk betongforenings Publikasjon nr. 8: Armering – Prosjektering og utførelse.

8.7.4 Muffeskjøter for slakkarmering

Krav 8.7.4—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Muffeskjøter skal tilfredsstillere kravene i *NS-ISO 15835* til kategori FS med følgende modifikasjon: Muffeskjøter skal ha dokumentert bruddkapasitet som er 30 % høyere enn den nominelle flytegrensa til den armeringen den skal skjøte, det vil si $1,3 \times R_{eH-spec}$.

Veiledning til kravet

Med de gitte kravene tilfredsstilt kan alle stenger skjøtes i samme snitt. Mer informasjon finnes i Norsk betongforenings Publikasjon nr. 8: Armering – Prosjektering og utførelse.

8.7.5 Armeringsregler for pelefundamenter

Krav 8.7.5—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Underkantarmeringen skal plasseres minst 50 mm over topp pel. Dersom avstanden mellom denne armeringen og underkant fundament blir større enn 200 mm, skal det legges inn overflatearmering i underkant fundament. Armeringen skal detaljprosjekteres etter innmåling av peler.

Veiledning til kravet

Kravet sikrer at fundamentet virker som bjelke eller plate med veldefinerte vertikale opplegg på pelene. Med underkantarmering under topp pel vil det ikke være kontinuerlig armering mellom peler. Pelenes plassering, helning eller retning kan ofte ha avvik eller fullt utnyttede toleranser, og dette gjør det enda vanskeligere å finne plass til kontinuerlig konstruktiv armering.

8.7.6 Armeringsregler for søyler og vegger

Krav 8.7.6—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2025

Stangdiameter og senteravstand for vertikalarming i nedre del av søyler og vegger skal velges slik at armeringen før utstøping tåler egenvekt og annen påkjenning fra armeringen høyere opp.

Ved undervannsstøp av søyler skal lengdearmering/vertikalarming ha diameter ≥ 20 mm.

Krav 8.7.6—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2024

Dersom søyler gis større betongtverrsnitt enn statisk nødvendig, så tillates minste areal for lengdearmering etter *NS-EN 1992* bestemt basert på statisk nødvendig tverrsnitt.

Veiledning til kravet

For store, massive tverrsnitt, typisk for brusøyler, kan kravet i dagens NS-EN 1992-1-1 punkt NA.9.5.2 (2) bli unødvendig strengt. Statisk nødvendig tverrsnitt kan bestemmes ved at man gjør om et massivt tverrsnitt til et hultverrsnitt ved å fjerne en kjerne og beholde ytre deler. Det reduserte tverrsnittet legges til grunn i tverrsnittskontrollen og ved bestemmelse av minste areal for lengdearmering. Lastvirkninger bestemmes (i globalanalyse) for massivt tverrsnitt, slik at bøyestivheten ikke undervurderes.

8.7.7 Skjærarmering i plater

Krav 8.7.7—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Der skjærkapasiteten for plater med skjærarmering kontrolleres etter *NS-EN 1992-1-1*, punkt 6.2.3 (vanlig skjærkapasitet), skal skjærbøylene omslutte strekkarmeringen i skjærkrafts retning og være forankret i trykksone. Kravet gjelder også mekaniske endeforankringer, for eksempel T-hoder.

Veiledning til kravet

Dette gjelder for eksempel takplater for kulverter – i områder mot vegger. Kravet om at nederste armering i tverrsnittet understøttes av monteringsstenger gjelder også for skjærbøyer inkludert T-hodestenger.

Krav 8.7.7—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Der skjærkapasiteten for plater med skjærarmering kontrolleres etter *NS-EN 1992-1-1*, 6.4 (gjennomlokking), skal skjærbøyer som et minimum omslutte nest ytterste armeringslag på strekksida.

Veiledning til kravet

Dette gjelder for eksempel bruplatter – i områder rundt punkt-opplegg på søyle eller lager. Det anbefales at skjærbøyer omslutter ytterste armeringslag på strekksida.

8.7.8 Armeringsregler for utsparinger

Krav 8.7.8—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Tilleggsarmering i områder rundtutsparinger skal detaljeres og vises i arbeidsgrunnlag.

Krav 8.7.8—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Ved utsparing i trykksone, skal armeringen dimensjoneres for avbøyningskrefter.

Krav 8.7.8—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Ved midlertidige utsparinger med utstikkende armering skal utsparingen være så stor at armeringen kan skjøtes med beregnet omfar ved gjenstøping.

Veiledning til kravet

Armeringen kan skjøtes med muffer. Armeringen kan skjøtes ved sveising der dette tillates av hensyn til utmatting.

8.8 Konstruksjonsregler

8.8.1 Generelt

Krav 8.8.1—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Overside fundamenter og andre tilnærmet horisontale overflater skal ha helning $\geq 1:25$.

Veiledning til kravet

Kravet er for å sikre god vannavrenning. Tosidig fall (takfall) kan velges i stedet for firesidig fall dersom dette gir enklere og ryddigere armeringsføring, for eksempel for overside fundamenter. Kravet er ikke relevant for permanent neddykkede konstruksjonsdeler.

Kravet gjelder fundamenter og tilsvarende overflater uten membran. Kravet gjelder ikke bruplater og kulverttak, selv om disse heller ikke skal være helt horisontale. Det gjelder heller ikke for søyletopp under bruplate.

Krav 8.8.1—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Innvendige hulrom skal være drenert.

Veiledning til kravet

Det anbefales bruk av kuppelrist i støpejern, plassert slik at snublerisikoen minimeres.

Krav 8.8.1—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Forskalingshud skal spesifiseres i arbeidsgrunnlag. Strekkmetall, samt ekspandert polystyren (EPS) og tilsvarende materialer, tillates ikke beskrevet som forskaling.

Veiledning til kravet

På synlige deler av søyler, vingemurer, landkar, endeskjørt og støttemurer anbefales vertikal bordforskaling. På sidekanter av bruoverbygning og ytterkanter av kantdragere anbefales langsgående bordforskaling. For øvrige synlige flater kan det benyttes forskaling med lemmer eller bordforskaling.

Krav 8.8.1—4 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Hjørner skal ha minimum 20 mm x 20 mm avfasing, og dette skal spesifiseres i arbeidsgrunnlag.

Veiledning til kravet

Det er tilstrekkelig å spesifisere 20 mm x 20 mm avfasing i tekst, mens andre størrelser på avfasinger tegnes eller modelleres.

8.8.2 Undervannsstøp

Krav 8.8.2—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Ved oppstart av støp i vann skal det alltid benyttes AUV-betong, se også [krav 8.2.2—4](#).

Krav 8.8.2—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Tilrettelegging for støperør/pumperør skal vises i arbeidsgrunnlaget.

Veiledning til kravet

Veiledning finnes i Norsk Betongforenings Publikasjon nr. 5: Prosjektering og utførelse av betongkonstruksjoner i vann.

8.8.3 Fundamenter

Krav 8.8.3—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2023

Byggegropp for plasstøpte fundamenter på løsmasser skal ha betongavretting. Kravet gjelder også overgangsplater og friksjonsplater.

Krav 8.8.3—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Ved direktefundamentering på berg skal detaljprosjekteringen kontrolleres mot oppmåling av ferdig utsprengt og rensket byggegropp eller ferdig rensket berg dersom det ikke sprenges. Ved behov skal løsningen omprosjekteres.

Krav 8.8.3—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2024

Utjevnende understøp for såle på berg skal være så stor at 45 graders lastspredning kan forutsettes. Det skal benyttes betong med samme fasthet som betongen i fundamentet, og det skal vurderes om understøpen skal armeres.

Veiledning til kravet

Det anbefales å benytte samme betong til understøp som til fundamentet dersom ikke spesielle hensyn tilsier annet.

Krav 8.8.3—4 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2024

Utjevnende understøp for såle på berg med midlere høyde > 250 mm eller på skrått berg skal prosjekteres som konstruktiv understøp. Konstruktiv understøp skal prosjekteres etter de samme kravene som konstruksjonen for øvrig.

Veiledning til kravet

Konstruktiv understøp trenger ikke å ha 45 graders lastspredning. I praksis er det nødvendig med tilpasninger mot berget, og det må vurderes om armering i den ujevne flata er relevant.

Krav 8.8.3—5 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Der søylefundament utføres med sokkel, skal sokkelen gå minimum 100 mm utenfor søylen. Sokkel skal avsluttes minimum 500 mm over høyeste vannstand; i sjø 500 mm over høyeste astronomiske tidevann (HAT).

Krav 8.8.3—6 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

For pelefundamenter skal minste avstand fra kant fundament til ytterkant ferdig installert pel være ≥ 400 mm. Ved prosjektering før peling skal avstand være ≥ 400 mm + maksimalt tillatt avvik for aktuell pel.

Krav 8.8.3—7 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Ved undervannsstøp skal støpeskjøter i overgangen mellom fundament og søyle, eventuelt mellom fundament og sokkel, være horisontale.

Krav 8.8.3—8 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Det skal spesifiseres at understøp av senkekasse skal skje fra senter kasse. Understøpen skal nå minst 100 mm over underkant kasse på utsiden av kassas bunnplate.

Krav 8.8.3—9 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Ved undervannstøp mot forskaling av prefabrikkerte betongelementer skal forskalingen ikke medregnes som konstruktiv del av fundamentet. Krav til minste overdekning for konstruktiv del påvirkes ikke av forskalingen.

8.8.4 Overbygning

Krav 8.8.4—1 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Overhøyder for ferdig bru skal bestemmes slik at ferdig brudekke vil ligge i teoretisk veglinje ved utløpet av bruas dimensjonerende brukstid. Ved beregnede negative overhøyder > 15 mm skal utsetningskotene vurderes spesielt i samråd med byggherre.

Veiledning til kravet

Store overhøyder i tidlig driftsfase og store nedbøyninger i senere faser kan påvirke kjørek komfort og trafiksikkerhet. Utfordringene gjelder hovedsakelig slakkarmerte betongbruer og veger med fartsgrense ≥ 90 km/t.

Krav 8.8.4—2 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

I kassebruer skal det være vouter ved tverrsnittsendringer i bruas lengderetning. Vouter mot tverrbærere er ikke påkrevet.

Veiledning til kravet

Vouter i overgang mellom steg og topp-/bunnplate anbefales.

Krav 8.8.4—3 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Vertikale støpeskjøter skal være fortannet i henhold til *NS-EN 1992-1-1:2004+A1:2014+NA:2021*, Figur 6.9. For kassetverrsnitt skal fortanning sikre overføring av skjær i både bruplate, steg og bunnplate. Fortanningen skal plasseres mellom armeringslagene og ikke være til hinder for utstøping av gjennomgående armering eller kabelkanaler. Fortanningen skal ikke være synlig fra utsiden.

Krav 8.8.4—4 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2024

I vertikale støpeskjøter i bruplate skal det spesifiseres påføring av epoksyrim i overdekningssonen over overkantarmeringen like før utstøping, samt at området skal støpes før epoksy er herdet. Tilsvarende gjelder i overkant utsparing ved gjenstøping av utsparinger for spennarmeringsforankringer.

8.8.5 Kantdragere og betongrekkverk

Krav 8.8.5—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Kantdragere og betongrekkverk skal støpes etter at bærekonstruksjonen (hovedbæresystemet) er etablert, eventuell understøttelse er fjernet og brudekket er innmålt. Der brudekket støpes på en bærekonstruksjon som er etablert tidligere, for eksempel prefabrikkerte betongbjelker eller konstruksjoner av stål eller tre, tillates kantdragere støpt samtidig med brudekket.

Veiledning til kravet

Resultatet av innmåling av brudekket kan medføre behov for ekstra belegning i form av avrettingslag og eventuell justering av veglinje med tanke på høyde. Dette vil påvirke høyden på kantdrageren eller betongrekkverket som det også blir nødvendig å justere. Det vises til veiledning for belegning og fuge, se [krav 12.2.1–4](#), [krav 12.5.1–2](#) og [krav 12.5.2–3](#).

Ekstra nedstikk (kantdrager-tverrsnitt under underkant bruvinge) og romslige toleranser på tilpasning mellom armeringen fra brudekket og kantdragerarmeringen gir større muligheter til å jevne ut geometriavvik i bruvingen.

Krav 8.8.5—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Kantdragere og betongrekkverk skal ikke ha svinnfuger, og de skal ikke ha andre støpeskjøter enn vertikale støpeskjøter i bruas tverretning (inndeling i støpetapper i bruas lengderetning).

Veiledning til kravet

Kravet betyr at horisontale støpeskjøter i kantdragere ikke tillates. Støpeskjøt mellom kantdrager og vinge/dekke er derimot tillatt. Bakgrunnen for kravet er hensynet til utseende (synlige kanter, fargenyanser og lekkasje av mørtel), samt å unngå punkter/områder som er sårbare og spesielt utsatt for inntrenging av vann med eller uten klorider.

8.8.6 Overgangsplater

Krav 8.8.6—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Overgangsplater med opplegg skal dimensjoneres i bruddgrensetilstand for egenvekter og trafikk tilsvarende lastmodell 1 i NS-EN 1991-2.

Veiledning til kravet

Overgangsplater kan utføres med geometri og armering som vist på brudetalj [\[10\]](#).

8.8.7 Spennarmerte konstruksjoner

Krav 8.8.7—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Nødvendig informasjon for utførelse av spennarmering skal spesifiseres i arbeidsgrunnlaget. Etter at spennsystem er valgt og før utførelsen innledes skal arbeidsgrunnlaget revideres i samsvar med valgt spennsystem.

Veiledning til kravet

Krav vedrørende utførelse av spennarmering finnes i NS-EN 13670+NA, kapittel 7. Veiledning om dokumentasjon i arbeidsgrunnlaget finnes i Tillegg A og Tillegg E. NS-EN 13670+NA henviser til Norsk Betongforenings Publikasjon nr. 14: Spennarmeringsarbeider som informativt dokument. Publikasjonen gir føringer blant annet vedrørende oppgavene til den prosjekterende ved utarbeidelse av arbeidsgrunnlag i kapittel 5.

Krav 8.8.7—2 **SKAL** Gjeldende fra 01.01.2022
Full oppspenning ved prøvefasthet $f_{cm,0,cyl} \geq 32 \text{ MPa}$ / $f_{cm,0,cube} \geq 39 \text{ MPa}$ og tidligst 48 timer etter utstøping skal forutsettes i prosjekteringen og angis i arbeidsgrunnlaget.

Krav 8.8.7—3 **SKAL** Gjeldende fra 01.01.2022
Forankringsvouter skal støpes samtidig med tilstøtende deler av tverrsnittet.

Krav 8.8.7—4 **SKAL** Gjeldende fra 01.01.2022
Endeforankringer skal beskyttes med påstøp med tykkelse $\geq 200 \text{ mm}$.

Krav 8.8.7—5 **SKAL** Gjeldende fra 01.01.2022
Injiseringsmasse for spennarmering med heft skal være sementbasert.

Krav 8.8.7—6 **SKAL** Gjeldende fra 01.01.2022
Ekstern spennarmering og intern spennarmering uten heft skal være utskiftbar.

8.8.8 Utsparinger

Krav 8.8.8—1 **SKAL** Gjeldende fra 01.01.2022
Støpeskjøter i midlertidige utsparinger skal være fortannet og dimensjonert for aktuell belastning.

Krav 8.8.8—2 **SKAL** Gjeldende fra 01.01.2022
For å sikre god utstøping av utsparinger i vertikale konstruksjonsdeler skal utsparingens toppflate ha en helning på 1:5.

8.8.9 Vektreduserende utsparinger

Vektreduksjon kan oppnås ved å støpe inn lukkede rør eller lette materialer. Slike løsninger omtales i dette avsnittet som «vektreduserende utsparinger».

Krav 8.8.9—1 **SKAL** Gjeldende fra 01.01.2022
Vektreduserende utsparinger i platebruer skal være orientert i bruflatas hovedretning, parallelt med de frie kantene. Utsparingene skal ha avrundet form i underkant for å sikre god utstøping.

Krav 8.8.9—2 **SKAL** Gjeldende fra 01.01.2022
Vektreduserende utsparinger etablert med rør skal ha drenerør i lavpunkter. Drenerørene skal være av rustfritt stål og ha minimum 20 mm utstikk fra betongoverflaten. Dreneringen skal vises i arbeidsgrunnlag.

Krav 8.8.9—3 **SKAL** Gjeldende fra 01.01.2022
Vektreduserende utsparinger etablert med lette materialer skal sendes inn til teknisk kontroll av konsept, se [kapittel 2.5](#). Lette materialer skal være av en type som ikke trekker vann. Treverk og ekspandert polystyren aksepteres ikke benyttet.

Krav 8.8.9—4 **SKAL** Gjeldende fra 01.01.2022
Der avstanden fra oppleggsakser er ≤ 2 ganger tverrsnittshøyden skal bruflata være massiv.

Krav 8.8.9—5 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Hensynet til oppdrift ved utstøping skal vurderes spesielt, og nødvendige tiltak skal spesifiseres i arbeidsgrunnlaget.

Krav 8.8.9—6 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Trekkerør skal ikke føres gjennom vektreduserende utsparinger.

8.8.10 Betongledd

Krav 8.8.10—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Gjennomgående armering i betongledd skal være rustfri, se [krav 8.2.6—2](#).

8.8.11 Innstøpingsgods

Det vises til *NS-EN 1992-4*.

Krav 8.8.11—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Følgende krav gjelder for innstøpingsgods:

- På konstruksjonens utvendige flater og i overdekningssonen skal alt innstøpingsgods være i rustfritt stål. Rustfritt stål skal være i henhold til *NS-EN 10088* og ha en PRE-verdi større enn 20. Stålnummer skal angis i arbeidsgrunnlag.
- For ferjekaier tillates innstøpingsgods å være i varmforsinket utførelse med to lag sandavstrødd epoksy på flater mot fersk betong.
- Forankringsplater, skiver og muttere som i sin helhet ligger på innsiden av overdekningssonen, tillates å være i ubehandlet stål.

Veiledning til kravet

Stålnummer 1.4404 tilfredsstiller kravene til rustfritt stål og kan benyttes.

Krav 8.8.11—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Festemidler i rustfritt stål skal være i henhold til *NS-EN ISO 3506*, kvalitet A4-80. Varmforsinket innstøpingsgods tillates benyttet innvendig i kassetverrsnitt og til festepunkter for pullere og fenderpanel på ferjekaier, se også [krav 12.1.2—3](#).

Krav 8.8.11—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Ved innfesting skal en av følgende metoder benyttes:

- Innstøpte grupper av gjengestenger eller bolter med forankringsplate.
- Innstøpte fullforankringshylser.
- Gjennomgående gjengestenger.
- Kjemiske ankere.

Veiledning til kravet

Dette innebærer at for eksempel ekspansjonsbolter, slaganker og skrudde fester ikke kan benyttes.

Krav 8.8.11—4 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Bruk av kjemiske ankere skal begrenses til innfesting i vertikale eller tilnærmet vertikale flater og fra oversiden. Dimensjon > M12 skal ikke benyttes. Kjemiske ankere skal ikke benyttes for innfesting av rekkverk eller ved innfesting fra undersiden.

Krav 8.8.11—5 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Der gjengestenger eller bolter forutsettes å måtte gå gjennom forskaling skal det benyttes skjøtehylse i overgangen slik at festepunktet ikke punkterer forskalingen.

Veiledning til kravet

Kravet hindrer skade på utstikkende deler ved riving av forskaling og letter utskifting av skadede deler i driftsfasen.

Krav 8.8.11—6 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Skjøtehylser skal ha samme styrkeklasse som gjengestengene som skjøtes. Ved bruk av innstøpte gjengestenger, bolter med forankringsplate eller gjennomgående stenger skal forankringen ha en dimensjonerende bruddkapasitet som er minimum 30 % høyere enn gjengestengene som skjøtes.

Krav 8.8.11—7 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Ved bruk av gjennomgående stenger skal det injiseres mellom gjengestang og betong.

Krav 8.8.11—8 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Festepunkter skal målsettes i arbeidsgrunnlag, og det skal framgå hvor mye armering som tillates kappet i forbindelse med boring i betong.

8.8.12 Uarmerte betongblokker

Krav 8.8.12—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

For uarmerte betongblokker brukt i frontvegg i jordarmerte fyllinger skal det spesifiseres betong med bestandighetsklasse MF45 eller bedre.

8.8.13 Katodisk beskyttelse

Krav 8.8.13—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2023

For undersjøiske senketunneler/løsmassetunneler, flyteelementer for flytebruer og neddykkede rørbruer med vanlig (ikke rustfri) armering i sjøvann skal armeringen beskyttes med offeranoder uansett dybde. For senkekasser/fundamenter for søyler og tårn med vanlig (ikke rustfri) armering i sjøvann skal armeringen beskyttes med offeranoder dersom underkant konstruksjon står på dybde 2 meter under laveste astronomiske tidevann (LAT) eller lavere. For øvrige konstruksjoner/konstruksjonsdeler i sjø skal behovet for katodisk beskyttelse med offeranoder vurderes, og vurderingene skal dokumenteres. Konstruksjonens størrelse, utnyttelsesgrader på styrke, konsekvenser av armeringskorrosjon, spesielt sårbare områder og tilkomst for inspeksjon og vedlikehold skal som et minimum vurderes. Prosjektering av katodisk beskyttelse skal baseres på Veritas-rapport DNV-RP-B401: *Cathodic Protection Design* og Norsok Standard M-503: *Cathodic Protection*.

Veiledning til kravet

Mindre støttemurer, rør, kulverter og landkar er eksempler på konstruksjoner/konstruksjonsdeler som ofte er relativt lavt utnyttet (eventuell korrosjon har liten eller moderat betydning for sikkerheten) og som vanligvis ikke utstyres med offeranoder.

Ferjekaier med 50 års dimensjonerende brukstid utstyres bare unntaksvis med offeranoder.

Offeranoder fungerer som regel dårlig i ferskvann.

Krav 8.8.13—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Vekt, antall og plassering av anodene, samt detaljering av innfesting og kontaktarmering, skal vises i arbeidsgrunnlag. Det skal framgå hvorvidt oppbrukte anoder skal fornyes. Konstruksjonens oversiktstegning skal vise hvilke konstruksjonsdeler som har katodisk beskyttelse og henviser til relevante deler av arbeidsgrunnlag.

Krav 8.8.13—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Armering og annet innstøpningsgods i konstruksjonsdeler som forutsettes katodisk beskyttet, skal ha elektrisk ledende kontakt. Tiltak for å sikre dette skal vises i arbeidsgrunnlag.

Veiledning til kravet

Normalt kan elektrisk ledende kontakt oppnås ved bruk av sveiseforbindelser. Om nødvendig eller hensiktsmessig benyttes egne armeringsstenger/kontaktarmering for etablering av sveiseforbindelser.

Krav 8.8.13—4 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

For utmattingspåkjennte konstruksjonsdeler skal det tas spesielle hensyn ved plassering og utførelse av sveiseforbindelser dersom sveising tillates.

8.8.14 Glideforskaling

Krav 8.8.14—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Ved bruk av glideforskaling skal det dokumenteres hvordan skaderisiko er vurdert i lys av geometrisk vanskelighetsgrad og miljøpåkjenning. Ved økt skaderisiko skal tiltak for å redusere risikoen planlegges og beskrives.

Veiledning til kravet

Veiledning finnes i Norsk betongforenings Publikasjon nr. 25: Veiledning for prosjektering og utførelse av konstruksjoner utstøpt med glideforskaling.

8.9 Prefabrikkerte betongelementer

I dette avsnittet følger spesielle regler for prefabrikkerte betongelementer. For forhold som ikke er omtalt i dette avsnittet gjelder øvrige krav i [kapittel 8](#).

8.9.1 Generelt

Krav 8.9.1—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Tillatt avvik (toleranse) for betongoverdekningen $\Delta_{c_{dev}} = \pm 10$ mm ved bruk av armeringsstoler, uten monteringsarmering. Plassering av armeringsstoler skal være angitt i arbeidsgrunnlaget.

8.9.2 Kulvertelementer

Krav 8.9.2—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

For prefabrikkerte kulvertelementer prosjektert etter *veiledning V425 Prefabrikkerte kulverter – Elementtegninger* skal tillatt avvik (toleranser) for overdekning $\Delta_{c_{dev}} = \pm 5$ mm. Kravet om fri avstand mellom horisontalarmering i høye konstruksjonsdeler, se [krav 8.7.2—2](#), gjelder ikke kulvertveggene.

8.9.3 Brubjelker

Krav 8.9.3—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

For prefabrikkerte bjelker prosjektert etter *veiledning V426 Prefabrikkerte brubjelker* skal tillatt avvik (toleranser) for overdekning $\Delta_{c_{dev}} = \pm 5$ mm. Kravet om fri avstand mellom horisontalarmering i vertikale konstruksjonsdeler, se [krav 8.7.2—2](#), gjelder ikke bjelkestegene. For lukkebøyler i flenser i prefabrikkerte brubjelker tillates stangdiameter 8 mm.

9 Stålkonstruksjoner

Dette et gjelder for prosjektering av bærende konstruksjoner i stål. For stål til annet bruk, for eksempel innstøpningsgods i betongkonstruksjoner, slisseplater i trekonstruksjoner, stål i peler, utstyr og kulvertrør, vises det til de respektive kapitlene. Øvrig ikke-konstruktivt stål prosjekteres i henhold til gjeldende Norsk Standard. For samvirkekonstruksjoner vises det også til [kapittel 8](#) for betongdelen.

9.1 Materialer

9.1.1 Konstruksjonsstål

Krav 9.1.1—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

For konstruksjoner bestående av varmvalset konstruksjonsstål skal stålsort velges i henhold til *NS-EN 1993-1-1:2005+A1:2014+NA:2015*, tabell 3.1 og NA.3.1.

Veiledning til kravet

For stål som sveises anbefales finkornstål med normverdi for flytegrense fra 355 til 460 MPa.

*For stål for bruk i forbindelser som medfører at stålet blir strekkpåkjent i tykkelsesretningen eller i forbindelser med høy innspenning/treksial spenning (fare for delaminering) bestemmes krav til forbedrede egenskaper i tykkelsesretningen iht. *NS-EN 1993-1-10:2005+NA:2009*, kapittel 3. Dimensjonerende *Z*-verdi etter *NS-EN 10164* velges iht. *NS-EN 1993-2:2006+NA:2009*, tabell NA.3.2. Kravet til forbedrede egenskaper normalt på plateplanet (*Z*-verdi) angis i arbeidsgrunnlag.*

Ved store kvanta av stål (store nok til å utgjøre en egen produksjonslot på et stålverk) anbefales det å kreve kontrollsertifikat 3.2. Lagerført stål leveres normalt med kontrollsertifikat 3.1.

Krav 9.1.1—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

For konstruksjoner eller konstruksjonsdeler bestående av rustfritt stål skal stålsort velges i henhold til NS-EN 1993-1-4:2006+NA:2009, tabell 2.1.

Veiledning til kravet

Valg av stålsort gjøres basert på korrosjonsmotstand, mekaniske egenskaper, bruddseighet, produktform, behov for bøyning, krav til overflatefinish, etc. For rustfritt konstruktivt stål for bruer i marint miljø og for bruer langs saltede veger anbefales det som regel å velge et austenittisk-ferrittisk (rustfritt duplex) stål, vanligvis 1.4462. Mindre konstruksjonsdeler kan være 1.4404 eller, hvis det ikke sveises, 1.4401.

Det anbefales å innhente informasjon og råd fra produsenter av rustfritt stål for bruk som konstruktivt stål. Rustfritt stål er tilgjengelig i ulike produktformer, dvs. som kaldvalsede striper, varmvalsede striper, varmvalsede plater etc. De ulike produktformene har ulike mekaniske egenskaper som det tas hensyn til i prosjekteringen, se tabell 2.1 i NS-EN 1993-1-4:2006+NA:2009.

Det finnes ikke standarder som angir dimensjoner eller toleranser for profiler i rustfritt stål, med unntak av for sømløse runde rør (NS-EN 10297-2) og sveiste runde stålrør (NS-EN 10296-2). Ofte lager produsenten profilene ved kaldforming eller ved å sveise opp profiler fra plater. NS-EN 10088-5:2009, vedlegg B angir standarder som kan brukes for toleranser for profiler i rustfritt stål. Disse standardene gjelder karbonstål, men kan brukes for rustfritt stål som spesifisert i vedlegg B. For profiltypen som ikke er dekket av listen, kan toleranser angis i henhold til relevante standarder for karbonstål.

Minste tillatte bøyeradius ved kaldforming er lik 2 ganger godstykkelsen i henhold til standarden. Kaldforming av rustfritt stål krever større bøyekrefter enn karbonstål, noe som kan sette begrensinger for godstykkelse og lengde av profiler. Profiler med store tykkelser framstilles ofte ved varmvalsing og sveising.

Duplex stål finnes i flere varianter. Lean duplex 1.4162 har lavere innhold av legeringer og er derfor rimeligere enn Standard duplex 1.4462, men det har dårligere korrosjonsmotstand (tilsvarende som 1.4404) og dårligere egenskaper med hensyn til slagseighet (fare for sprøbrudd) enn Standard Duplex 1.4462.

I noen tilfeller kan det være ønskelig med en spesiell overflatefinish. NS-EN 10088-4 og -5 angir standardkrav til overflatekvaliteten. Dette vil normalt være tilstrekkelig, men standardene inneholder også tabeller over ulike finisher som kan spesifiseres. Finishen kan blant annet ha innvirkning på korrosjonsmotstanden og det anbefales å diskutere denne med produsenten.

Krav 9.1.1—3 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Største tillatte godstykkelse avhengig av stålsort skal bestemmes etter NS-EN 1993-2:2006+NA:2009, tabell NA.3(901).

Veiledning til kravet

For konstruksjoner som kan få sprøbrudd, det vil si utmattingspåkjente konstruksjoner med deler av spenningssyklusen på strekksiden, strekkpåkjente konstruksjoner og sveiste konstruksjoner, er det krav til duktilitet, gitt ved Charpy-verdier. Tabell NA.3(901) i NS-EN 1993-2:2006+NA:2009 angir største tillatte godstykkelser for bruk i bruer, avhengig av minimum lufttemperatur i henhold til NS-EN 1991-1-5. Tabellen gjelder pålitelighetsklasse 3 og er basert på bestemmelsene i NS-EN 1993-1-10 med nasjonalt tillegg. Som grunnlag for tabellen er det forutsatt at temperaturfall på grunn av utstråling er inkludert ($\Delta T_r = -10$) og at sikkerhetsmarginen $\Delta T_R = 0$. Videre er det i tabellen satt som krav at den største tillatte forskjellen mellom laveste referansetemperatur T_{Ed} og prøvingstemperaturen er 20 grader. For J_{min} lik 40J, er den største tillatte forskjellen mellom T_{Ed} og prøvingstemperaturen 30 grader. Tabellen er gitt for stålsorter i henhold til NS-EN 10025, men kravene kan også benyttes for varmformede hulprofiler iht. NS-EN 10210 i tilsvarende stålsorter (angitt med H for hulprofiler, for eksempel S355NH). Kravene kan også benyttes for kaldformede profiler i henhold til NS-EN 10219, men med en temperatur korrigert for kaldforming (se NS-EN 1993-1-10).

Fotnoten i tabell NA.3(901) i NS-EN 1993-2:2006+NA:2009 angir at ulegerte konstruksjonsstål iht. NS-EN 10025-2 kun tillates for profilstål. Bakgrunnen for fotnoten er at finkornstål er bedre sveisbart og benyttes derfor i store platekonstruksjoner som sveises. Profilstål og hulprofiler lagerføres vanligvis kun i ulegert konstruksjonsstål (NS-EN 10025-2 for profiler). For store leveranser (ved verksleveranse) av profilstål eller hulprofiler som sveises, anbefales finkornstål (NS-EN 10025-3 og -4).

Det anbefales å vurdere kontroll av indre uregelmessigheter eller diskontinuiteter i områder i nærheten av tverrskott eller stivere, samt sveiste korsformede forbindelser. Se NS-EN 1090-2:2018 punkt 5.3.4. Dette angis i så fall i beskrivelsen. Austenittisk- og dupleksstål har lavere omslagstemperatur og dermed bedre egenskaper med hensyn til sprøbrudd enn karbonstål. Neste revisjon av EN 1993-1-4 vil inneholde tabeller over tillatte tykkelser med hensyn til sprøbrudd. Inntil neste revisjon av NS-EN 1993-1-4 foreligger, kan tabell NA.3(901) i NS-EN 1993-2:2006+NA:2009 for S460 benyttes for å bestemme krav til testtemperatur og skårslagsenergi, basert på største godstykkelsen. Dersom for eksempel lufttemperaturen er -30°C og maks godstykkelse er 30 mm, tilsvarer dette stålsort S460M, og kravet til slagseighet anbefales gitt som 40 J ved testtemperatur -20°C . Det anbefales også å søke råd hos produsentene.

Krav 9.1.1—4 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Ulegert profilstål som skal sveises, skal ha leveringstilstand +N eller +M.

Veiledning til kravet

Rusttregt stål i henhold til NS-EN 10025-5:2005 kan benyttes ulegert i kvalitet S355K2W+N eller +M. Sveising av rusttregt stål krever spesiell kompetanse og tilsettmateriale. Sveiser planlegges derfor slik at de er enklest mulig å utføre og kontrollere. Valg av tilsettmateriale for sveising av rusttregt stål er beskrevet i NS-EN 1090-2:2018, punkt 5.5. Hvis andre materialer enn de anbefalt av NS-EN 1090-2:2018, punkt 5.5 er brukt, er det anbefalt å spesifisere tilsettmateriale på oversiktstegningen.

9.1.2 Skruer, gjengestenger og spennstagsystemer

Krav 9.1.2—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Til forspente forbindelser der bæreevnen er basert på forspenningskraften (for eksempel glidningsforhindrede forbindelser) skal det benyttes skruesett etter NS-EN 14399-serien. Gjengestenger med muttere skal være i henhold til NS-EN ISO 898-1 og -2.

Veiledning til kravet

Til forspente forbindelser anbefales det å benytte type HR etter NS-EN 14399-3, da type HV i henhold til NS-EN 14399-4 har lavere mutter og gjengene kan lettere strippes. Til forspente forbindelser i bærende konstruksjoner anbefales det å benytte skruer i fasthetsklasse 8.8 da disse har en mer duktil oppførsel enn fasthetsklasse 10.9.

Forspente forbindelser der kapasiteten er basert på forspenningskraften (for eksempel glidningsforhindrede forbindelser) strammes ved bruk av kombinert metode i henhold til NS-EN 1090-2. Dette forutsetter at skruer leveres i k-klasse K2 eller K1, se NS-EN 1090-2 tabell 19. Gjengestenger kan ofte forspennes med hydraulisk boltestrammere eller huljekker der man registrerer strekkraften i staget.

Til ikke-forspente forbindelser benyttes skruesett etter NS-EN 15048-serien. NS-EN 15048 angir flere standarder for geometri av skruer og muttere, de standardene som gjøres gjeldende anbefales angitt. Geometri for skruene angis etter NS-EN 4014 eller NS-EN 4017, for mutterne NS-EN 4032, og for skiver etter NS-EN 7090. Det kan også benyttes skruesett etter NS-EN 14399-serien i ikke-forspente forbindelser. NS-EN 1090-2 angir at skiver kun benyttes i ikke-forspente forbindelser dersom det er angitt. Det er ikke angitt krav til utforming eller hardhet av skivene. Dersom det benyttes skiver, angis krav til utforming eller hardhet av skruene.

For skruesett etter NS-EN 14399 er dimensjonene angitt i standarden, slik at det ikke angis standard for geometri.

Til rustfrie konstruksjonsdeler benyttes rustfrie skruesett eller gjengestenger etter NS-EN ISO 3506-serien. Materialet i skruesett eller gjengestenger anbefales å ha minst samme korrosjonsmotstand som de konstruksjonsdelene det forbinder, det vil si A4 for forbindelser av rustfritt 1.4404, og D6 for Standard Dupleks rustfritt 1.4462.

Skruesett av rustfrie stål benyttes ikke i forspente skjærforbindelser der bæreevnen er basert på forspenningskraften, da skruene over tid kan miste spennkraft på grunn av relaksasjon. Dersom skruene forspennes av andre grunner, er de å anse som spesielle festemidler etter NS-EN 1090-2:2018 punkt 8.8 og prosedyreprøver utføres etter Tillegg H i NS-EN 1090-2:2018La.

Tiltrekking av ikke-forspente rustfrie skruesett der det er ønskelig å kunne løsne mutteren senere, anbefales utført med lav hastighet på verktøyet for å unngå kaldsveising (galling). De innvendige gjengene i mutteren kan også påføres grafitt, talk eller et annet egnet middel for å redusere faren for kaldsveising. Som et alternativ kan det også benyttes muttere med høyre korrosjonsmotstand enn i skruen, eksempelvis A4 skruer og A6 mutter.

Sveising av skruer eller muttere er normalt ikke tillatt da materialet mister sin fasthet, se NS-EN 1090-2:2018 punkt 8.2.

Krav 9.1.2—2 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Dersom skruer eller gjengestenger i fasthetsklasse 10.9 eller tilsvarende benyttes i forspente forbindelser, skal den prosjekterende beskrive hvilke krav som skal dokumenteres for å sikre at faren for hydrogensprøhet ikke er til stede.

Veiledning til kravet

Forspente skruer i fasthetsklasse 10.9 kan utvikle hydrogensprøhet som fører til plutselig brudd av skruene. Faktorer som påvirker hydrogensprøhet er materialsammensetning og produksjonsmetode, eksponering for hydrogen (vann), og spenningstilstand. Dokumentasjonen anbefales å inneholde materialspesifikasjon på skruene, metode for tilvirkning, beskrivelse av lagringsforhold, byggefaser og ferdigtilstand.

Krav 9.1.2—3 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Skruesett og gjengestenger i karbonstål skal være varmforsinket i henhold til *NS-EN ISO 10684*.

Krav 9.1.2—4 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2023

Forspente spennstagsystemer skal være i henhold til *FprEN 10138-4* og inneha ETA-godkjenning (*European Technical Assessment*) som viser at produktet er egnet til formålet. Alternativt kan det testes i henhold EAD (*European Assessment Document*) ment til formålet.

Veiledning til kravet

Spennstagsystemer har ofte en ETA etter EAD-160004-00-0301.

Spennstagene tiltrekkes vanligvis med hydraulisk boltestrammere eller huljekker der man registrerer strekkraften i staget.

Spennstagsystemer er som regel svært høyfaste og lite duktile. De er følsomme mot skjevbelastninger og har lite eller ingen skjærkapasitet.

Spennstagene korrosjonsbeskyttes vanligvis med bruk av mørtel eller fett. Bruk av fett kan kreve periodisk vedlikehold i form av etterfylling.

9.1.3 Stagsystemer bestående av rundstål med terminaler (hoder)

Krav 9.1.3—1 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2023

Stagsystemer av rundstål skal inneha ETA-godkjenning (*European Technical Assessment*) som viser at produktet er egnet til formålet. Alternativt kan det testes i henhold EAD (*European Assessment Document*) ment til formålet. Stagsystemene skal dimensjoneres for utmatting og krav til testing for å dokumentere tilstrekkelig utmattingskapasitet skal angis. Ved manglende EAD testes stagsystemet i henhold til *NS-EN 1993-1-11:2006 A.4*. Stagsystemer av rundstål klassifiseres i henhold til *NS-EN 1993-1-11:2006* Tabell 1 som Gruppe A.

Veiledning til kravet

Stagsystemer har ofte en ETA etter EAD 200002-00-0602. EAD'en og dermed ETA'en gjelder kun for statisk last.

*Stagsystemer av rundstål med terminaler (hoder) dimensjoneres i henhold til *NS-EN 1993-1-11*. For stagsystemer med kabler vises det til [kapittel 4.3](#).*

9.2 Bestandighet

9.2.1 Korrosjonsbeskyttelse av konstruksjoner i luft

Krav 9.2.1—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2025

Utvendige ståloverflater skal enten varmforsinkes eller overflatebehandles med et dupleks system bestående av et termisk sprøytet metallbelegg pluss et malingsystem tilsvarende System 1 gitt i veiledningen. Kravet gjelder ikke rustfrie stål. Kravet gjelder ikke rusttrege stål under følgende forutsetninger:

- Korrosiviteten er $\leq$ kategori C2, målt i henhold til NS-EN ISO 9226.
- Konstruksjonsdeler med overflater i kategori C2 har 0,5 mm korrosjonstillegg.
- Kassetversnitt uten avfuktning har 0,5 mm korrosjonstillegg.
- Korrosjonstillegg framgår av «Som bygd»- og forvaltningsdokumentasjonen.

Veiledning til kravet

System 1: *Metallisering pluss epoksy/polyuretan (dupleks system):*

- *Forbehandling:* Alkalisk vask, avfetting og spyling med rent ferskvann.
- *Blåserensing:* Renhet: Sa3.
- *Ruhet:* Grov G, Ry5= 85-130 μm .
- *Rengjøringsgrad:* P3 i henhold til NS-EN ISO 8501-3:2007.

Beleggsystem:

- 1) *Minimum 100 μm termisk sprøytet sink eller sinklegering med opptil 15 % aluminium.*
- 2) *Maksimum 25 μm to-komponent epoksy polyamid sealer.*
- 3) *125-150 μm epoksymastik.*
- 4) *60-100 μm polyuretan eller polyuretan-akryl.*

For siste strøk velges tykkelse i samsvar med produsentens anvisninger for den aktuelle malingsstype (se teknisk datablad).

Total beleggtykkelse: Minimum 285 μm .

NS-EN 1993-1-4 gir veiledning i valg av type rustfritt stål. Utover dette kreves det ikke ytterligere korrosjonsbeskyttelse av rustfritt stål. Holdbarheten av en rustfri konstruksjon er avhengig av stålsorten (kjemisk sammensetning), utførelse og rengjøring av sveiser, fjerning av urenheter etter bearbeiding, utforming av detaljer, rengjøring i driftsfasen etc. Utforming av konstruksjoner i rustfritt stål skiller seg ikke fra andre materialer, da vedvarende fuktighet også gir opphav til korrosjon på rustfritt stål. Dersom rustfritt stål benyttes i kombinasjon med karbonstål, overlappes overflatebehandlingen et stykke inn på det rustfrie stålet for å unngå galvanisk korrosjon. Det er viktig at alt utstyr for rengjøring, håndtering og lagring ikke er av karbonstål som kan avsette karbonrester. Det vil si ikke løftekrøker i karbonstål, ikke lagerhyller av stål som kan skrape opp overflaten, ikke stålbørster av karbonstål.

Rusttrege stål anbefales ikke benyttet i konstruksjoner langs veger, $\leq$ 6 meter over veger eller i kystmiljø. NS-EN 12944-2 gir beskrivelse av korrosivitetsklasser. Det er viktig at konstruksjonen sikres kontrollert vannavrenning uten at ståloverflater eksponeres. Korrosjonshastigheten anbefales målt etter for eksempel 1, 2, 3, og 5 år for å vurdere behov for overflatebehandling ved et senere tidspunkt. Veiledning finnes i Statens vegvesens rapport 711 Rusttrege stål. Korrosjonshastighet i ulike miljøer.

Krav 9.2.1—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2024

Korrosjonsbeskyttelsen skal ha en levetid på minst 15 år før et eventuelt toppstrøk fornyes.

Veiledning til kravet

Dette tilsvarer holdbarhetsintervall (durability) «High» etter NS-EN ISO 12944-1. Korrosivitetsklassen bestemmes og angis etter NS-EN ISO 12944-2.

Krav 9.2.1—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Dersom et annet overflatebehandlingssystem enn System 1 etter [krav 9.2.1—1](#) benyttes, skal dette avklares skriftlig med brueier og spesifikasjon påføres arbeidsgrunnlag. Brueier har rett til å kreve at System 1 benyttes.

Krav 9.2.1—4 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Ståloverflater i marint miljø skal overflatebehandles med et overflatebehandlingssystem som er mer bestandig enn et ordinært overflatebehandlingssystem, for eksempel System 2 som beskrevet i veiledningen. Kravet gjelder ståloverflater til høyde minst 12 m over høyeste astronomiske tidevann (HAT) i værharde kyststrøk eller minst 6 m over HAT i lite værharde kyststrøk.

Veiledning til kravet

System 2: *Metallisering pluss forsterket epoksy/polyuretan (dupleks system)*

Forbehandling:

- *Alkalisk vask, avfetting og spyling med rent ferskvann.*
- *Blåserensing: Renhet: Sa3.*
- *Ruhet: Grov G, Ry5= 85-130 µm.*
- *Rengjøringsgrad: P3 i henhold til NS-EN ISO 8501-3:2007.*

Beleggsystem:

- 1) *Minimum 100 µm termisk sprøytet sink eller sinklegering med opptil 15 % aluminium.*
- 2) *Maksimum 25 µm to-komponent epoksy polyamid sealer.*
- 3) *125-150 µm epoksymastik.*
- 4) *125-150 µm epoksymastik.*
- 5) *60-100 µm polyuretan eller polyuretan-akryl.*

Total beleggtykkelse: Minimum 410 µm.

Krav 9.2.1—5 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2025

Varmforsinkede konstruksjonsdeler skal ha tykkelse som vist i [tabell 9.2.1—1](#).

— Klasse A: Beregnet på gjenstander til alminnelig bruk. Beleggetykkelsen i tabellen svarer til minste beleggetykkelse i *NS-EN ISO 1461* og kan oppnås på de fleste stål- og støpejernsorter.

— Klasse B:

Beregnet på gjenstander til svært korrosivt miljø og/eller når det kreves lang levetid. Denne klassen vil være aktuell for de fleste konstruksjoner langs vegene, som ikke i tillegg skal ha deksjikt.

— Klasse C:

Beregnet på gjenstander i ekstremt korrosivt miljø og/eller når det kreves ekstra lang levetid.

Tabell 9.2.1—1 — Tykkelse på sinkbelegg ved varmforsinking

Tykkelse på sinkbelegg ved varmforsinking						
Produkt (nominell tykkelse, t)	Klasse A		Klasse B		Klasse C	
	Min. tykkelse lokalt	Gjenomm-snitts-tykkelse på hver gjenstand	Min. tykkelse lokalt	Gjenomm-snitts-tykkelse på hver gjenstand	Min. tykkelse lokalt	Gjenomm-snitts-tykkelse på hver gjenstand
mm	µm	µm	µm	µm	µm	µm
t > 6	Se NS-EN ISO 1461:2022, tabell 3		100	115	190	215
3 < t ≤ 6			85	95	115	140
1,5 < t ≤ 3			60	70	Ikke anvendelig	
Små gjenstander			Ikke anvendelig			
Støpegods						

Veiledning til kravet

Egnet stålsort spesifiseres før klasse B eller C foreskrives. Videre anbefales det at utførende varmforsinker spørres om råd. Blank overflate med ren sink kan ikke oppnås for klasse B og C. Beleggetykkelsene i klasse B kan oppnås på varmvalsede, silisiumtettete stålsorter og på varmvalsede stålsorter uten silisium hvis overflaten er blåserenset med stålkuler. Beleggetykkelsene i klasse C kan oppnås på varmvalsede, silisiumtettete stålsorter hvis silisiuminnholdet er over 0,3 %.

Krav 9.2.1—6 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Innvendig flater i hulrom som er tilgjengelig for inspeksjon og korrosjonsbeskyttende tiltak, skal beskyttes med ett av følgende alternativer:

— Flatene overflatebehandles i henhold til *NS-EN ISO 12944*. Malingssystemet skal ha «veldig høy» holdbarhet.

— Hulrommet utstyres med avfuktningsanlegg. Den gjennomsnittlige relative luftfuktigheten skal ikke overstige 45 % og maksimalverdien skal alltid ligge under 60 %.

Veiledning til kravet

Punktet gjelder ikke ved bruk av rusttregt stål.

Krav 9.2.1—7 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

I innvendige hulrom skal store flater være farget i en lys farge.

Veiledning til kravet

Dette er for blant annet å bedre lysforholdene for inspeksjon og vedlikeholdsarbeider. Sinkrik shopprimer er vanligvis farget grå (anses som lys nok for formålet), og benyttes vanligvis innvendig i avfuktede kasser. Ved produksjon i særlig korrosive miljøer, kan shopprimer være utilstrekkelig for å hindre at stålet begynner å korrodere.

Punktet gjelder ikke ved bruk av rusttregt stål.

Rustfritt stål er lyst nok uten overflatebehandling.

Krav 9.2.1—8 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Rør til utblåsing av fuktig luft fra avfuktingsanlegg skal stikke ≥ 100 mm ut fra konstruksjonen.

9.2.2 Korrosjonsbeskyttelse av konstruksjoner i vann

Krav 9.2.2—1 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Permanent neddykkede ståloverflater for bærende konstruksjoner i sjøvann skal ha katodisk beskyttelse med offeranoder.

Veiledning til kravet

Offeranoder fungerer som regel dårlig i ferskvann, se i stedet [krav 7.5.5—1](#).

9.3 Konstruksjonsanalyse

9.3.1 Generelt

Krav 9.3.1—1 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Virkning av byggemetode, for eksempel montasjerekkefølge og kobling av stålseksjoner, samt tidspunkt og rekkefølge for støp av eventuelt betongdekke, skal ivaretas.

Krav 9.3.1—2 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2025

For kontroll av ulykkessituasjon skal materialfaktor settes lik 1,0.

Veiledning til kravet

Ved kontroll av ulykkessituasjon kan det benyttes lastvirkninger bestemt på grunnlag av plastisk teori, se NS-EN 1993-2:2006+NA:2009, punkt NA 5.4.1.

9.3.2 Lastvirkning på dybler

Krav 9.3.2—1 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Ved beregning av lastvirkning på dybler i samvirkekonstruksjoner skal det i områder med strekk i dekket der betongen er antatt risset, benyttes tverrsnittsverdier tilsvarende urisset betong dersom dette gir ugunstigere verdier enn risset betong.

Veiledning til kravet

Lastvirkning på dybler ved innføring av konsentrerte laster, for eksempel fra forankring av spennarmering i dekket, kan beregnes etter NS-EN 1994-2:2005+NA:2009, punkt 6.6.2.3.

9.3.3 Skrueforbindelser

Krav 9.3.3—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Skruer uten forspenning skal ikke benyttes i bærende konstruksjoner.

Krav 9.3.3—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Friksjonsforbindelser skal prosjekteres som skrueforbindelse kategori B i henhold til *NS-EN 1993-1-8:2005+NA:2009*, punkt 3.4.1.

Veiledning til kravet

Dette innebærer påvisning av avskjærings- og hullkantkapasitet i bruddgrensetilstand og av friksjonskapasitet i bruksgrensetilstand.

9.4 Fabrikasjons- og konstruksjonsregler

9.4.1 Hulrom tilgjengelige for inspeksjon

Krav 9.4.1—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Stålkasser, hule ståltårn og andre hulrom som er tilgjengelig for inspeksjon og som ikke er utstyrt med avfuktingsanlegg, skal ha drenering i alle lavpunkt.

Krav 9.4.1—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Stålkasser, hule ståltårn og andre hulrom som er utstyrt med avfuktingsanlegg, skal utføres tilnærmet lufttett. Dører, luker og gjennomføringer skal utstyres med pakninger og låseanordninger som sikrer nødvendig tetthet. Det forutsettes at utligning av trykkforskjeller mellom ut- og innsiden av hulrommet er en del av avfuktingsanleggets funksjon.

Veiledning til kravet

Betongflater anses som tilnærmet lufttette.

9.4.2 Hulrom i mindre kassetverrsnitt

Krav 9.4.2—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Kassetverrsnitt med høyde < 1,6 meter tillates utført som lukket og lufttett. Hulrommet skal da trykkprøves. Alternativt skal alle sveiser som tetter kassen, også montasjesveiser, utføres med minimum 2 «lag» sveiselarver, for å sikre mot luftlekkasje. Det skal legges til rette for å kunne etablere adkomst for inspeksjon av kassens innside.

Veiledning til kravet

Trykktest kan gjennomføres ved at kassen trykkprøves med 50 kPa overtrykk. Trykket opprettholdes i for eksempel 30 min.

Betongflater anses ikke som fullstendig lufttette.

Innvendig inspeksjon kan bli nødvendig ved mistanke om at kassen ikke er tett. Hulrommet blir da å oppfatte som et hulrom som ikke er tiltenkt å være tilrettelagt for inspeksjon, og er ikke omfattet av [kapittel 3.7](#).

Krav 9.4.2—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Sveiser, som ved brudd i sveisen, kan medføre sammenbrudd (kollaps) av konstruksjonen, skal være inspiserbare.

Krav 9.4.2—3 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Eventuelle trekkerør skal legges med fall i sammenhengende tette rør av rustfritt stål 1.4404 eller tilsvarende i henhold til *NS-EN 10088*.

9.4.3 Hulrom i profiler og lignende

Krav 9.4.3—1 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Rør, hulprofiler, trapesstivere og så videre som ikke er tilgjengelig for inspeksjon, skal lukkes og utføres som lufttette konstruksjoner dersom de ikke er i kassetverrsnitt med avfuktingsanlegg. Elementene skal trykkprøves eller kontrolleres med 100 % magnetpulverkontroll.

Veiledning til kravet

Det anbefales å trykkprøve slike elementer og at de tåler minst 50 kPa overtrykk. Videre anbefales det å gjennomføre 100 % trykkprøving med sveisene overstrøket med såpevann.

9.4.4 Overbygning

Krav 9.4.4—1 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Dersom det benyttes stålplate i kjørebanelen (ortotrop plate), skal dekkeplatetykkelser og stivere velges i henhold til *NS-EN 1993-2:2006+NA:2009*, punkt NA.C.1.2.2.

Veiledning til kravet

Anbefalte minimum platetykkelser på øvrige konstruksjonsdeler er som følger:

- *Flensplater med påsveiste dybler anbefales å ha tykkelse ≥ 20 mm.*
- *Tykkelsen på stegplater anbefales å være ≥ 10 mm.*
- *Platetykkelsen i kassevegger og kassebunn anbefales å være ≥ 8 mm.*
- *Tykkelse på tverrskott anbefales å være ≥ 10 mm.*

Anbefalingene til tykkelse er for å unngå buler ved sveising og varmeretting.

Ved overgang fra tykkere til tynnere plate i flens eller steg anbefales det at den tykkeste del avfases med maksimal helning 1:5. Ved breddeendringer av flens anbefales det at den bredeste del avfases med maksimal helning 1:10.

Krav 9.4.4—2 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Der det forutsettes kraftoverføring ved fullt kontaktrykk mellom ståldeler, skal dette angis i arbeidsgrunnlaget, se *NS-EN 1090-2:2018* punkt 11.2.3.5.

Krav 9.4.4—3 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Samvirkekonstruksjoner med kontinuerlig statisk system, skal ha skjærforbindelse i hele (ikke bare deler av) systemet.

9.4.5 Sveiseforbindelser

Krav 9.4.5—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Kraftoverførende kilsveis skal prosjekteres med et minste a-mål på 4 mm ved minste platetykkelse ≤ 25 mm og 5 mm for større platetykkelser.

Veiledning til kravet

Platetykkelsen gjelder for den minste platetykkelsen av de to platene som skal sveises sammen.

Krav 9.4.5—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Avbrutt ("intermittent") sveis skal ikke benyttes for bærende sveiser i ferdig brukonstruksjon.

Veiledning til kravet

Sveiser med funksjon kun i byggetilstand kan utføres som avbrutt sveis forutsatt at utførelsen ikke gir uheldige forhold med hensyn til korrosjon og vedlikehold for ferdig bru.

Krav 9.4.5—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Over lagre og jekkepunkter skal sveis mellom steg og bunnplate/underflens prosjekteres som buttsveis med full gjennombrenning. Tilsvarende gjelder over lagre og jekkepunkter i tverrsnitt og endetverrbærere.

Krav 9.4.5—4 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

For utmattingspåkjennte sveiser skal krav til bearbeiding av sveisen angis. Det skal også angis akseptkriterier i form av detaljkategorier.

Veiledning til kravet

Se NS-EN 1993-1-9:2005+NA:2010 tabell 8.1 til 8.10 for krav til bearbeiding av sveiser. Se NS-EN 1090-2:2018 punkt 7.6.2 for angivelse av detaljkategorier.

Krav 9.4.5—5 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Omfanget av sveisekontroll skal beskrives ved sveisekontrollklasser (WIC), se *NS-EN 1090-2:2018* Tillegg L. Sveisekontrollklasser skal bestemmes i henhold til tabell L1 i tillegget.

Veiledning til kravet

Tabellen nedenfor gir anbefalinger for valg av sveisekontrollklasser, og kan benyttes dersom det ikke benyttes andre WIC i beskrivelsen. Sveisekontrollen er lik for alle typer stål. Det er viktig at stålverkstedet har kompetanse på den type stål som skal produseres.

Konstruksjonsdel/sveiseforbindelse	WIC1	WIC2	WIC3	WIC4	WIC5
Platebærer					
Platebærer, tversgående buttsveis, flens og steg					X
Platebærer, langsgående sveis		X			
Platebærer, øvrig			X		
Valset stålbjelke					
Stålbjelke valset, tversgående buttsveis, flens og steg					X
Stålbjelke valset, langsgående sveis		X			
Stålbjelke valset, øvrig			X		
Tverrkryss/vindfagverk			X		
Fagverksbru					
Fagverk, buttskjøt av gurt i hovedbærer					X
Fagverk, buttskjøt av gurt i tverrbærer			X		
Fagverk, tverrkryss/vindfagverk			X		
Fagverk, øvrig			X		
Rørfagverk					
Rørfagverk, guter, buttskjøt					X
Rørfagverk, knutepunkt					X
Rørfagverk, øvrig			X		
Ortotropt ståldekke					
Ståldekke, tversgående buttskjøt i kjørebaneplate og i stivere					X
Ståldekke, langsgående sveis av stivere til kjørebaneplate					X
Ståldekke, T-forbindelse kjørebaneplate mot tverrskott/tverrbjelke			X		
Stålkasse øvrig (ortotropt ståldekke se ovenfor)					
Stålkasse, tversgående buttsveis av side- og bunnplate					X
Stålkasse, langsgående sveis av stiver til side- og bunnplate		X			
Stålkasse, tverrskott ved opplegg				X	
Stålkasse, tverrskott øvrig			X		

Stålkasse, øvrig			X		
Hengebru (ortotropt ståldække se ovenfor)					
Stålkasse, tversgående buttsveis av side- og bunnplate			X		
Stålkasse, langsgående sveis av stiver til side og bunnplate		X			
Stålkasse, tverrskott, sveis til side- og bunnplater		X			
Stålkasse, tverrskott, tversgående buttskjøter			X		
Hengestangsfeste					X
Skråstagfeste					X
Buebru					
Buebru, bue med bufot, tversgående buttskjøter					X
Buebru, strekkbånd/undergurt, tversgående buttskjøter					X
Buebru, bue, langsgående sveiser		X			
Buebru, hengestangsinnfestninger					X
Boltedybler			X		
Alle øvrige sveiser i bærende konstruksjoner			X		
Ikke-bærende konstruksjoner		X			

Tabellen nedenfor er tatt fra NS-EN 1090-2 :2018 Tillegg L, og påført fotnoter. Fotnotene angis.

Tabell 9.4.5—1 — Prosentvis omfang av supplerende ikke-destruktiv testing i henhold til WIC

Sveisekontrollklasse (WIC)	Type forbindelse	RT^{a,b,c}	UT^{c,d,e}	MT/PT^f
WIC5	Buttsveis med fullstendig gjennomsvøising	10 ^{g,h}	100 ⁱ	100
	T-buttsveis med fullstendig gjennomsvøising	0	100	100
	Delvis gjennomsvøising med sveisedybde på mer enn 12 mm	0	20	100
	Annen delvis gjennomsvøising og alle kilsveiser	0	0	100
WIC4	Buttsveis med fullstendig gjennomsvøising	5 ^{g,h}	50 ⁱ	100
	T-buttsveis med fullstendig gjennomsvøising	0	50	100
	Delvis gjennomsvøising med sveisedybde på mer enn 12 mm	0	10	100
	Annen delvis gjennomsvøising og alle kilsveiser	0	0	20
WIC3	Buttsveis med fullstendig gjennomsvøising	0	20 ⁱ	20
	T-buttsveis med fullstendig gjennomsvøising	0	20	20
	Delvis gjennomsvøising med sveisedybde på mer enn 12 mm	0	5	20
	Annen delvis gjennomsvøising og alle kilsveiser	0	0	20
WIC2	Buttsveis med fullstendig gjennomsvøising	0	10	10
	T-buttsveis med fullstendig gjennomsvøising	0	10	10
	Delvis gjennomsvøising med sveisedybde på mer enn 12 mm	0	5	5
	Annen delvis gjennomsvøising og alle kilsveiser	0	0	5
WIC1	Alle typer forbindelser	0	0	0

a Røntgenkontroll erstattes av ultralyd for godstykkelser større enn 40 mm.

b Montasjebuttsveiser skal ha 20 % røntgenkontroll og 100 % ultralydkontroll.

c Lamineringstest utføres i en sone på 75 mm på hver side av sveisens senterlinje.

d Gjelder platetykkelser fra 12 mm og oppover.

Tabell 9.4.5—1 — Prosentvis omfang av supplerende ikke-destruktiv testing i henhold til WIC (fortsettelse)

e Ultralyd erstattes av røntgen for godstykker mindre eller lik 12 mm. Gjelder buttsveiser.

f Utvendige sveiser hvis formål er å permanent tette lukkede rom, skal kontrolleres minimum 20 % med magnetpulver.

g En film ved hvert kryss mellom langsgående/tversgående sveiser.

h Film for sveis rundt omkretsen på rør skal inneholde start og stopp av sveisingen. Hvis stedene for start og stopp ikke er kjent, utføres 100 % kontroll.

i Hvis det ved ultralydkontrollen finnes usikre sveisefeil, skal disse i tillegg kontrolleres med røntgen.

10 Trekonstruksjoner

Dette kapittelet gjelder for prosjektering av konstruksjoner i tre. Kapittelet omfatter også mindre komponenter i andre materialer som inngår i trekonstruksjonen slik som forbindelsesmidler og konstruktiv beskyttelse. For øvrige konstruksjonsdeler i andre materialer vises det til de respektive kapitlene.

10.1 Grunnlag for prosjektering

10.1.1 Klimaklasser

Krav 10.1.1—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Konstruksjonselementer i tre som er konstruktivt beskyttet mot fritt vann kan settes i klimaklasse 2 i henhold til *NS-EN 1995-1-1:2004+A1:2008+NA:2010* tabell NA.901. Øvrige komponenter skal settes i klimaklasse 3.

Veiledning til kravet

Eksempler på konstruksjonselementer som er konstruktivt beskyttet mot fritt vann er

- tverrspent dekke med belegningsklasse A3-4 i henhold til [krav 12.2.1—3](#)
- saltimpregnert trevirke med konstruktiv beskyttelse i henhold til [krav 10.3.3—4](#)

10.2 Materialer

10.2.1 Konstruksjonstrevirke og limtre

Regler og anbefalte løsninger som er gitt i dette kapittelet er i stor grad basert på erfaringer fra norske og nordiske utviklingsprosjekter samt erfaringer fra forvaltning av de eksisterende trebruene. Disse erfaringene er i all hovedsak knyttet til bruk av trevirke fra tettvekst nordisk gran og furu.

Krav til temperaturendringer og endringer i trefuktighet er gitt i *NS-EN 1995-2:2004+NA:2024* punkt NA.2.3.1(902) og NA.2.3.1(903). Temperaturendringer benyttes i kontroller der bevegelse i trevirket er ugunstig. I kontroller der trevirket inngår i samvirke med andre materialer med høyere temperaturutvidelseskoeffisient er det nødvendig å vurdere lavere verdier enn gitt i standarden, se også [krav 10.7.4—1](#).

Krav 10.2.1—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Konstruksjonstrevirke skal ha dokumentert fasthetsklasse $\geq$ C18 i henhold til *NS-EN 338*. Limtre skal ha dokumentert fasthetsklasse i henhold til *NS-EN 14080*.

Krav 10.2.1—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Ved bruk av kombinert limtre skal materialegenskaper for indre lameller dokumenteres og legges til grunn for kapasitetskontroll og dimensjonering av knutepunkt som posisjoneres ut fra senter av tverrsnittet.

Veiledning til kravet

Materialverdier for kombinert limtre i henhold til NS-EN 14080 tar utgangspunkt i et gjennomsnitt av lamellenes egenskaper. Det er nødvendig å dokumentere limtreleverandørens lamelloppbygging og legge fasthetsklasse for aktuelle midtlameller til grunn for lokale kontroller i beregningsdokumentasjonen. Dersom ikke annet er dokumentert, kan egenskaper for midtlamellen i henhold til NS-EN 14080:2013+NA:2016 tabell 1, legges til grunn.

Krav 10.2.1—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

For konstruksjonsberegninger skal trevirkets midlere tyngdetetthet γ_{mean} settes lik ρ_{mean} i henhold til NS-EN 338:2016 tabell 1 for konstruksjonstrevirke og $\rho_{g,\text{mean}}$ i henhold til NS-EN 14080:2013+NA:2016 tabell 4/5 for limtre. Ved bestemmelse av største- og minste karakteristiske tyngdetetthet skal γ_{mean} korrigeres for fuktvariasjoner og bidrag fra impregneringsmidler. Korreksjonsfaktor for fuktvariasjoner i nordisk gran og furu er gitt i [tabell 10.2.1—1](#). Tillegg fra impregneringsoljer settes til 0,5 kN/m³ eller 0,8 kN/m³ etter hva som gir det mest ugunstige bidraget.

Tabell 10.2.1—1 — Korreksjonsfaktor γ_{mean} for fuktvariasjoner i nordisk gran og furu

Korreksjonsfaktor	$k_{\text{inf},k}$	$k_{\text{sup},k}$
Klimaklasse 2	0,85	1,15
Klimaklasse 3	0,85	1,30

Veiledning til kravet

Korreksjonsfaktorer for fuktvariasjon er konservative og samsvarer ikke fullt ut med definisjonen av den gitte klimaklasse i henhold til NS-EN 1995-1-1:2005+NA:2010 tabell NA.901. Den «gunstige» faktoren i [tabell 10.2.1—1](#) tilsvarer et helt tørt trevirke (~0% fuktinnhold) og den «ugunstige» faktoren tilsvarer noe over 20% fuktinnhold for klimaklasse 2 og godt over fibermetningspunktet (>28% fuktinnhold) for klimaklasse 3.

Korrigeringen inkluderer ikke tilleggslaster fra spennsystem, innslisset stål, forbindelsesmidler, rekkverksinnfesting, beslag, m.m.

Krav 10.2.1—4 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

For lameller av nordisk gran og furu i tverrspente dekker skal dimensjonerende friksjonskoeffisienter, μ_d , settes i henhold til [tabell 10.2.1—2](#).

Tabell 10.2.1—2 — Dimensjonerende friksjonskoeffisienter for nordisk gran og furu

Lamelloverflatens ruhet	Normalt på fiber, $\mu_{90,d}$	Parallelt med fiber, $\mu_{0,d}$
Skurlast mot skurlast	0,40	0,30
Skurlast mot høvellast	0,40	0,30
Høvellast mot høvellast	0,30	0,25

Veiledning til kravet

Verdiene er et resultat av svenske og norske forsøk og er høyere enn de som er angitt i NS-EN 1995-2:2004+NA:2010 tabell 6.1.

Justert skurlast regnes som høvellast mot høvellast da lamellene ofte er høvlet på begge sider. Limtre lameller regnes som høvellast mot høvellast.

10.2.2 Forbindelsesmidler

Dette kapitlet omhandler forbindelsesmidler i stål for bruk i tre, se [kapittel 9.1.2](#) for skruesett m.m. til konstruksjonselementer i stål.

NS-EN 1995-1-1:2004+A1:2008+NA:2010 punkt 3.7 setter krav til at forbindelsesmidler i forbindelser tre.mot.tre og stål.mot.tre leveres med ytelseserklæring i henhold til NS-EN 14592.

Krav 10.2.2—1 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Forbindelsesmidler skal ha fasthet $f_u \geq 400 \text{ N/mm}^2$.

Veiledning til kravet

Det anbefales ikke å benytte forbindelsesmidler med fasthet $f_u > 800 \text{ N/mm}^2$.

Krav 10.2.2—2 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Stavdybler som inngår i knutepunkt med stålplater skal ha stålqualitet i henhold til *NS-EN 10088-3* stålnummer 1.4418, 1.4404, 1.4462 eller tilsvarende.

Veiledning til kravet

De listede ståltypene har varierende korrosjonsmotstand og fasthet, og i spesielt korrosivt miljø anbefales det å velge 1.4462 eller tilsvarende. Ved valg av ståltipe vektes hensyn til korrosjonsmotstand tyngre enn hensyn til fasthet.

Krav 10.2.2—3 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Treskruer og selvborende stag skal være i henhold til et av følgende valg

- rustfritt stål i henhold til *NS-EN ISO 3506-1* ståltipe A4 eller tilsvarende
- karbonstål i henhold til *ISO 898-1* og varmforsinkning i henhold til *NS-EN ISO 1461* med minimum tykkelse 55 μm

Forbindelsesmidler som inngår i knutepunkter i hovedbæresystemet eller som er utilgjengelig for utskiftning, skal være i rustfritt stål. Dimensjoner $\leq \text{M12}$ skal være i rustfritt stål. For konstruksjoner i klimaklasse 3 skal det benyttes forbindelsesmidler i rustfritt stål.

Veiledning til kravet

Se [kapittel 9.1.2](#) for krav til skruesett og gjengestenger.

Krav 10.2.2—4 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

For innfesting av opphøyd føringskant på tredekker skal det benyttes treskrue med teknisk godkjenning for konstruksjonsformål i klimaklasse 2 eller 3.

Veiledning til kravet

Se [krav 10.3.3—8](#).

Der treskruen senkes ned i føringskanten lukkes hullet med oljeimpregnert treplugg.

Krav 10.2.2—5 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Spiker og spikerplater skal ikke brukes i bruer. Innlimte bolter skal ikke brukes i konstruksjonsdeler i klimaklasse 3.

10.2.3 Stål

Dette kapitlet omhandler konstruksjonselementer i stål som er integrert i knutepunkter med trekonstruksjonen, eller som er helt eller delvis innfelt i trekonstruksjonen. Det henvises til [kapittel 9.1.1](#) for regler til øvrige konstruksjonselementer i stål.

Krav 10.2.3—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Innslissede plater som inngår i knutepunkter med stavdybler skal være i henhold til *NS-EN 10088-4* stålnummer 1.4162, 1.4404, 1.4462 eller tilsvarende. Stålplater som sveises til innslissede plater skal være av tilsvarende ståltype.

Veiledning til kravet

De listede ståltypene har varierende korrosjonsmotstand og fasthet, og i spesielt korrosivt miljø anbefales det å velge 1.4462 eller tilsvarende. Ved valg av ståltype vektes hensyn til korrosjonsmotstand tyngre enn hensyn til fasthet, se også [krav 9.1.1—2](#) og [krav 9.1.1—3](#).

Se [kapittel 9.4.5](#) for krav til sveiser.

Krav 10.2.3—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

For konstruksjonselementer som er innfelt/delvis innfelt i trekonstruksjonen skal det velges ståltype i henhold til [krav 10.2.3—1](#) om ikke følgende kriterier er ivarettatt:

- Det benyttes platetykkelse ≥ 20 mm for gang- og sykkelvegbru og platetykkelse ≥ 30 mm for vegbruer.
- Bærende sveiser har full gjennombrenning og dokumentert sveisekontrollklasse WIC5, se [krav 9.4.5—5](#).
- Det er påvist utmattingskapasitet etter levetidsmetoden i henhold til *NS-EN 1993-1-9*.
- Lokalt brudd fører ikke til kollaps av hovedbæresystemet.
- Det er mulig å demontere elementet for inspeksjon og vedlikehold/utskiftning uten at hele brua stenges for trafikk.

Veiledning til kravet

Unntaket er ment å omfatte ståldeler slik som innfestingsdetalj for øvre hengestangsfeste på nettverksbue, som felles inn fra buens overside. Detaljen har normalt lav utmattingspåkjennning og utnyttelsen av stålet er ofte lav på grunn av at platetykkelser gjerne er valgt i henhold til mål på gaffellagring for hengestangen. Hovedbæresystemet har også god redundans mot kollaps ved bortfall av enkeltkomponent.

For konstruksjonselementer som innfrir kriteriene, se [kapittel 9.1.1](#).

Krav 10.2.3—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Varmforsinkede ståloverflater skal ikke være i direkte kontakt med trevirke.

Veiledning til kravet

Varmforsinkede ståldeler som er innfelt/delvis innfelt i trekonstruksjonen kan pulverlakkteres.

Opplegg av trebrudekke på stål er omtalt under [krav 10.7.2—1](#).

Kravet gjelder ikke forbindelsesmidler, se [kapittel 10.2.2](#).

10.2.4 Spennsystem

Krav 10.2.4—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Spennsystem i stål skal være beregnet for den aktuelle spennkraften med følgende dokumenterte egenskaper:

- $f_{p0,1k} \geq 900 \text{ N/mm}^2$
- $f_{pk}/f_{p0,1k} \geq 1,10$

Spennstålet skal være i henhold til *ISO 6934* eller *FprEN 10138*. Spennsystemet (inkludert utstikkende ender) skal ha dobbel korrosjonsbarriere.

Veiledning til kravet

Med spennsystem menes spennenhet med tilhørende anker.

Med dobbel korrosjonsbarriere menes to eksterne beskyttelsesbarrierer som forhindrer korrosjon av spennstålet. Spennenheter som leveres innfettet i plaststrømpe tilfredsstiller kravet inne i brudekket. Det kan videre monteres en fettfylt kopp i rustfritt stål over anker og utstikkende ende.

Krav 10.2.4—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Bruk av spennsystem i andre materialer skal avklares gjennom teknisk kontroll av konsept i henhold til [kapittel 2.5](#).

Krav 10.2.4—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Forankringsplaten skal være i henhold til [kapittel 9.1.1](#).

Veiledning til kravet

Se [krav 10.5.1—2](#) for fremgangsmåte for dimensjonering av forankringsplaten.

10.2.5 Beslag

Krav 10.2.5—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Beslag til bruk for tekking av treoverflater skal ha tykkelse $\geq 1 \text{ mm}$ og være av sink, rustfritt stål eller kobber. Beslag som monteres til brudekket for å forhindre at vann fra vegbane kommer i kontakt med treet, skal være av rustfritt stål eller kobber. Beslag i rustfritt stål skal ha tilsvarende korrosjonsegenskaper som angitt i [krav 10.2.3—1](#).

Veiledning til kravet

Det anbefales ikke å benytte kobber hvis beslaget er plassert tilgjengelig for publikum. Erfaringer tilsier at dette blir demontert og stjålet.

Det kan være nødvendig å isolere beslaget fra monteringskrue med hensyn til galvanisk korrosjon.

10.3 Bestandighet

10.3.1 Generelt

Krav 10.3.1—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Alt trevirke skal beskyttes mot nedbrytning. Det skal benyttes kjemisk, konstruktiv eller en kombinasjon av kjemisk og konstruktiv beskyttelse.

Veiledning til kravet

Overflatebehandling med maling eller beis regnes ikke som kjemisk beskyttelse, og planlagt vedlikehold av anvendt overflatebehandling vil ikke ivareta kravene som er gitt i dette kapittelet. Der det benyttes overflatebehandling av estetiske grunner er det nødvendig å ta høyde for at overflatebehandlingen ikke blir vedlikeholdt i løpet av konstruksjonens levetid.

10.3.2 Kjemisk beskyttelse

Med kjemisk beskyttelse regnes her

- væskebåren saltimpregnering
- oljebåren impregnering
- kjemisk modifisert tre

Krav 10.3.2—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Impregneringsmidler for lastbærende elementer skal være godkjent av NTR (Nordisk trebeskyttelsesråd). Bruk av modifisert tre i bærende konstruksjoner skal avklares gjennom teknisk kontroll av konsept i henhold til [kapittel 2.5](#).

Krav 10.3.2—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Trykkimpregnering med Cu.salt i konstruksjonstrevirke herunder også lameller til limtre, skal tilfredsstillende nordisk impregneringsklasse A.

Krav 10.3.2—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2024

Trykkimpregnering med oljeprodukter i konstruksjonstrevirke skal tilfredsstillende nordisk impregneringsklasse AB.

Veiledning til kravet

For komponenter som er spesielt fuktbelastet anbefales det at trevirket tilfredsstiller nordisk impregneringsklasse A.

Krav 10.3.2—4 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2024

For trykkimpregnering med oljeprodukter skal leverandøren dokumentere at impregneringsprosessen gir tilfredsstillende resultat.

Veiledning til kravet

For limtre gjelder ikke godkjenningsordningen til NTR, og leverandøren må derfor dokumentere at impregneringsprosessen gir tilfredsstillende resultat.

For limtre trykkimpregnert med oljeprodukter anbefales ett av følgende alternativer:

- 1) Minimum tilsvarende grad av beskyttelse som nordisk impregneringsklasse AB
- 2) Dobbeltimepregnering med
 - a) impregnering i henhold til [krav 10.3.2—2](#)
 - b) minimum 30 mm inntrengning av impregneringsolje i eksponert yteved og blokklimt limtre

For komponenter som er spesielt fuktbelastet, anbefales det at limtreet har tilsvarende grad av beskyttelse som nordisk impregneringsklasse A. For dobbeltimpregnert trevirke (valg 2) er oljeimpregneringen ment å redusere variasjoner i trefuktighetsnivået og motvirke oppsprekking i trevirket, i tillegg til å gi en mer effektiv beskyttelse mot biologisk nedbrytning i det mest utsatte området. Mengde på opptak av impregneringsolje i impregnert yteved vurderes opp mot plassering av elementet i forhold til fuktbelastning og utforming/grad av konstruktiv beskyttelse. Opptak av impregneringsolje dokumenteres.

For å motvirke drypping fra tverrspente tredekker kan endeveden på limtre til indre lameller i tverrspente dekker forsegles før impregnering. Dette anbefales ikke for limtre som plasseres langs dekkets kant eller i dekkets ender. Tiltaket innarbeides- og dokumenteres i impregneringsprosedyren.

Krav 10.3.2—5 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2024

Trykkimpregnering med oljeprodukter skal utføres etter at all bearbeiding av konstruksjonstrevirket/limtreet er gjennomført. Fremmedelementer (forbindelsesmidler, trelekter, o.l.) skal monteres etter at impregneringen er utført. Oljeimpregnerte materialer skal leveres dryppfrie og ha en overveiende tørr overflate.

Veiledning til kravet

Det er nødvendig at impregneringsprosessen inneholder en tilstrekkelig periode med undertrykk slik at overskuddsolje trekkes ut. Det anbefales at den angitte mengde for opptak av impregneringsolje i beskrivelsen stemmer mest mulig overens med den dokumenterte mengde på opptak for det leverte materialet.

Krav 10.3.2—6 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2024

Det skal planlegges tiltak for å fange opp drypping fra oljeimpregnerte bruelementer, og konstruksjonen skal klargjøres for å enkelt kunne iverksette tiltaket.

Veiledning til kravet

Det kan ventes at utlekking av impregneringsolje vil være størst det første året. Det anbefales derfor å montere et midlertidig dryppfang i underkant av brudekket under bygging, som kan følges opp og fjernes når dryppingen avtar. Forberedelser for senere tiltak og rutiner for oppfølging innarbeides i som bygd- og forvaltningsdokumentasjonen.

10.3.3 Konstruktiv beskyttelse

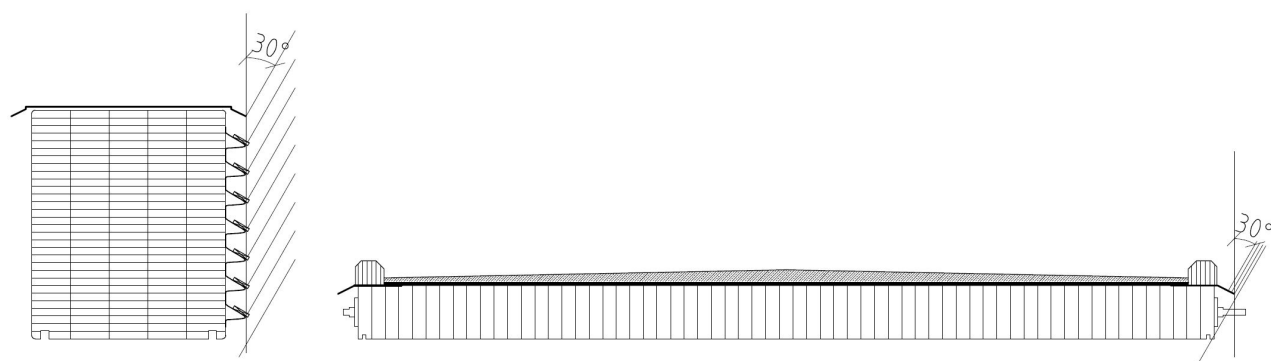
Krav 10.3.3—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Den konstruktive beskyttelsen skal skjerme konstruksjonen mot fritt vann (regn, tilsig, sprut, m.m.), og utformingen skal motvirke oppsamling av fukt. Undersiden skal utformes med hensyn til god utlufting.

Veiledning til kravet

Takutspring, sjalusi og tilsvarende forutsettes å gi en beskyttelse mot direkte regn innenfor en rett linje som danner 30° med vertikalen. Det kan være nødvendig å øke denne vinkelen i spesielt vindutsatte områder.



Figur 10.3.3—1 — Skisse med forutsatt beskyttelse mot regn ved normale forhold

Krav 10.3.3—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Beslag skal lektes ut fra overflaten til konstruksjonselementet, og utformes med hensyn til rask avrenning av lekkasjevann/kondens. Kobberbeslag skal utformes for å unngå avrenning på varmforsinkede ståldeler. Om det benyttes matter eller liknende produkter under beslaget skal det dokumenteres at produktet har tilfredsstillende funksjon i bruk med beslaget under tilsvarende forhold. Krav til utlekting gjelder ikke for kobberbeslag eller for beslag som legges under belegningen på tredekker.

Veiledning til kravet

Se [krav 10.2.5—1](#) og [krav 10.2.2—3](#).

Utlekting av beslag på horisontale flater utformes slik at lekkasjevann/kondens ikke får renne over hele konstruksjonselementets lengde. Det anbefales å legge vekt på å føre avrenningsvannet bort på steder der konstruksjonselementet er minst sårbart for fuktpåkjenning, da også med hensyn til underliggende elementer.

Det er ikke behov for å utlekte kopperbeslag, da fuktighet som er i kontakt med beslaget vil inneholde kobberioner som er et fungicid og motvirker biologisk nedbrytning av trevirket.

Krav 10.3.3—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Den konstruktive beskyttelsen skal utformes slik at den enkelt kan skiftes ut.

Krav 10.3.3—4 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2024

Konstruksjonselementer som ikke er trykkimpregnert med oljeprodukter, skal ha konstruktiv beskyttelse av overside og sideflater.

Krav 10.3.3—5 **SKAL**

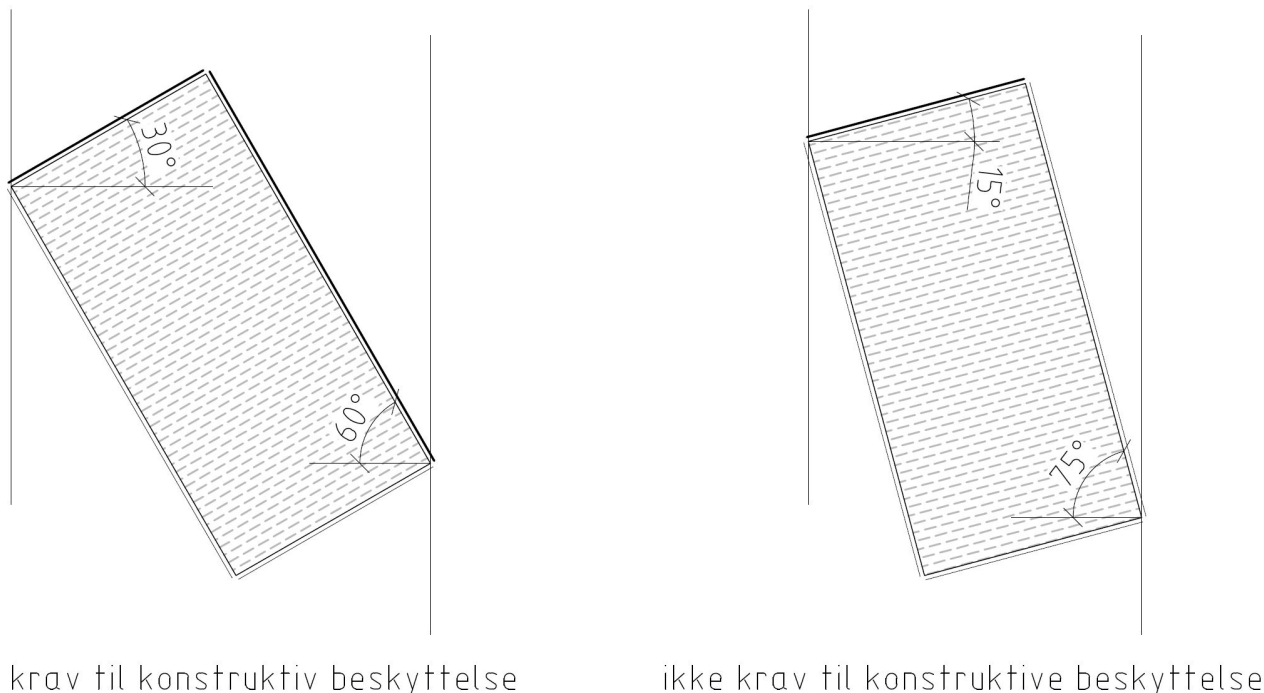
Gjeldende fra 01.01.2024

Konstruksjonselementer som er trykkimpregnert med oljeprodukter, skal ha konstruktiv beskyttelse når overflatens resulterende helning er mellom 0° og 60° (der 90° er vertikalt).

Veiledning til kravet

Figur 10.3.3—2 illustrerer to tilfeller med ulik resulterende helning for overflater på oljeimpregnert konstruksjonselement.

For konstruksjonselementer som er impregnert i henhold til valg 2) i veiledningen til [krav 10.3.2—4](#), kan det være nødvendig med konstruktiv beskyttelse av sideflater uavhengig av resulterende helning.



Figur 10.3.3—2 — Oljeimpregnerte overflater og krav til konstruktiv beskyttelse

Krav 10.3.3—6 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Trevirke i endeflater og ved lager, ledd og knutepunkter skal ha konstruktiv beskyttelse.

Veiledning til kravet

Dette gjelder uavhengig av impregneringstype.

Krav 10.3.3—7 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

For vegbruer med ÅDT > 1 500 skal alle elementer i tre i området 1,0 meter ut fra dekkekanten beskyttes konstruktivt mot trafikkspurt. Kravet til beskyttelse er begrenset vertikalt til 1,0 meter over belegningens overkant inntil opphøyd føringskant.

Veiledning til kravet

Bakgrunnen for valg av grenseverdi på ÅDT er vegklasser for hovedveger i henhold til vegnormal N100 Veg- og gateutforming. Kravet til beskyttelse mot trafikkspurt er ment å komme til anvendelse for trebruer på riksveg og primærveger i fylkesvegnettet, i tillegg til andre relativt høyt trafikkerte bruer.

Hvis det benyttes skjermer som monteres til rekkverket, påsees det at rekkverksproduktet er godkjent med den angitte modifiseringen.

Krav 10.3.3—8 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Tverrspente tredekker skal forsynes med opphøyd føringskant og kantbeslag for å beskytte dekkets sideflater og spennstengenes forankringsplater mot overvann. Kantbeslaget skal føres ≥ 200 mm inn under fuktisoleringen. Kantens bredde skal være tilpasset rekkverksproduktets godkjenning.

Veiledning til kravet

Se [krav 10.2.5—1](#).

Beslaget festes på en måte som unngår buling på grunn av temperaturøkningen under belegningsarbeidet, som kan medføre at belegningen renner inn under beslaget. Dette er normalt ivarettatt med tett plasserte forbindere mellom beslagets rand og brudekket. Eventuelle skjøter utformes og plasseres slik at vann ikke kommer inn under beslagene.

Føringskanten monteres slik at den enkelt kan skiftes ut. Se [krav 10.2.2—4](#).

For vegbruer vises det også til vegnormal N101 Trafikksikkert sideterreng og vegsikringsutstyr (2021) punkt 4.4.3 a).

10.4 Konstruksjonsanalyse

10.4.1 Generelt

Krav 10.4.1—1 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Dimensjonerende lastvirkning skal bestemmes etter anerkjente metoder basert på elastisitetsteorien.

10.4.2 Laminerte brudekker

Krav 10.4.2—1 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Spennenheter i tverrspente (spennlaminerte) brudekker skal spennes opp til det valgte spennsystemets nominelle oppspenningskraft P_0 . For spennsystemer i stål skal den største opptredende oppspenningskraften bestemmes av:

$$P_{\text{maks}} = \min\{0,8 \times F_{pk}; 0,9 \times F_{p0,1k}\} \quad (10.4.2—1)$$

Veiledning til kravet

P_0 settes lik P_{maks} men korrigeres for umiddelbare tap slik som låsetap.

Overspenning er tillatt hvis jekkekraften kan måles innenfor en nøyaktighet av ± 5 % av den endelige kraften. Dette betyr at oppspenningskraften før låsing kan økes til $P_{\text{maks}} = 0,95 \cdot F_{p0,1k}$.

Krav 10.4.2—2 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Resulterende langsgående trykkraft mellom lameller skal være minimum 80 kN/m etterforutsatte tap.

Veiledning til kravet

Forutsetningen i NS-EN 1995-2:200+NA:2010 om minste gjenværende spenningstrykk på 0,35 N/mm² mellom lameller er basert på skurlastdekker med tverrsnittshøyde på 223 mm. Da det er kraft per lengdeenhet som bestemmer friksjonen mellom lamellene blir det derfor riktig å kontrollere spennkraften mot en ekvivalent linjelast på 80 kN/m, og ikke mot en tilsvarende trykkspenning.

Krav 10.4.2—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Beregning av lastvirkning i laminerte brudekker skal baseres på en av følgende metoder

- ortotrop plateteori, hvorav FEM-analyse hvor E- og G-modul i de to hovedretninger angis uavhengig av hverandre
- bjelkeristberegning
- forenklet beregningsmetode som angitt i *NS-EN 1995-2:2004+NA:2010* kapittel 5.1.3

Forenklet beregningsmetode skal ikke anvendes ved oppleggsskjevhet > 15°.

Krav 10.4.2—4 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Systemstivheter for laminerte brudekker skal settes i henhold til *NS-EN 1995-2:2004+NA:2010* tabell 5.1. For bestemmelse av $E_{0,\text{mean}}$ skal verdien for hhv. $E_{0,\text{m,mean}}$ i *NS-EN 338* for skurlast og $E_{0,\text{g,mean}}$ i *NS-EN 14080* for limtre legges til grunn. For bestemmelse av brudekkets torsjonsstivhet skal skjærmodulen settes lik den geometriske middelerdi av verdiene i de to hovedretningene.

Veiledning til kravet

Ved beregning basert på ortotrop plateteori, med Poissons tall $\nu_x = \nu_y = 0$ kan følgende uttrykk benyttes.

Bøyestivhet i lamellretning:

$$D_{xx} = E_{0,\text{mean}} \times \left(\frac{h^3}{12} \right) \quad (10.4.2-2)$$

h	brudekkets tykkelse
-----	---------------------

Bøyestivhet på tvers av lamellretning:

$$D_{yy} = E_{90,\text{mean}} \times \left(\frac{h^3}{12} \right) \quad (10.4.2-3)$$

h	brudekkets tykkelse
-----	---------------------

Torsjonsstivhet:

$$D_T = 2 \times \sqrt{G_{0,\text{mean}} \times G_{90,\text{mean}}} \times \left(\frac{h^3}{12} \right) \quad (10.4.2-4)$$

h	brudekkets tykkelse
-----	---------------------

Krav 10.4.2—5 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Systemstivheter i brudekkets lamellretning skal korrigeres for opptredende buttskjøter, ved faktor k_b . Det skal ikke plasseres buttskjøter tettere enn ved hver fjerde lamell (i brudekkets tverretning) innenfor en lengde som bestemmes av *NS-EN 1995.2:2004+NA:2010* punkt 6.1.2 (10).

$$k_b = \frac{n}{1+n} \geq 4 \quad (10.4.2—5)$$

n	antall lameller for hver buttskjøt
-----	------------------------------------

Veiledning til kravet

Innsatt i [formel \(10.4.2—2\)](#) og [formel \(10.4.2—4\)](#) kan følgende uttrykk benyttes.

Bøyestivhet i lamellretning:

$$D_{xx} = k_b \times E_{0, \text{mean}} \times \left(\frac{h^3}{12} \right) \quad (10.4.2—6)$$

h	brudekkets tykkelse
-----	---------------------

Torsjonsstivhet:

$$D_T = 2 \times \sqrt{k_b \times G_{0, \text{mean}} \times G_{90, \text{mean}}} \times \left(\frac{h^3}{12} \right) \quad (10.4.2—7)$$

h	brudekkets tykkelse
-----	---------------------

Krav 10.4.2—6 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

For tverrspente brudekker skal systemstivheter i tverretningen korrigeres hvis det ikke kan påvises trykk over hele lamellens høyde i brudd- og/eller ulykkesgrensetilstanden. Systemstivhetene skal reduseres tilsvarende oppsprekkingens dybde.

Veiledning til kravet

Innsatt i [formel \(10.4.2—3\)](#) og [formel \(10.4.2—7\)](#) kan følgende uttrykk benyttes.

Bøyestivhet på tvers av lamellretning:

$$D_{yy} = E_{90, \text{mean}} \times \left(\frac{h_{\text{red}}^3}{12} \right) \quad (10.4.2—8)$$

h_{red}	brudekkets effektive tykkelse redusert for oppsprekking
------------------	---

Torsjonsstivhet:

$$D_T = \frac{1}{6} \times \sqrt{k_b \times G_{0, \text{mean}} \times G_{90, \text{mean}}} \times h^3 \times h_{\text{red}}^3 \quad (10.4.2—9)$$

h	brudekkets tykkelse
h_{red}	brudekkets effektive tykkelse redusert for oppsprekking

10.4.3 Knutepunkter

Krav 10.4.3—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

NS-EN 1995-1-1:2004+A1:2008+NA:2010 punkt 9.2.1 (5) tillater bruk av ideell fagverksmodell med forbehold om at kapasitet i gurter, staver og forbindelser maksimalt utnyttes 70 %. For høyere utnyttelser skal effekter fra stivhetsvariasjoner i knutepunktene undersøkes og ivaretas ved valg av dimensjonerende lastvirkninger.

10.5 Bruddgrensetilstander

10.5.1 Tverrspente dekker

Krav 10.5.1—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

For dimensjonering av brudekket skal den minste tillatte restspennkraft, $P_{\min}$, legges til grunn. $P_{\min}$ skal ivareta forutsatte tap.

Veiledning til kravet

For spennsystemer i stål kan det normalt tas høyde for 50% spenn tap ($P_{\max}$ representerer 100% spennkraft) om ikke annet kan dokumenteres gjennom tester og/eller erfaringsdata. Ved bruk av spenntau på smale brudekker kan det være nødvendig å vurdere et høyere spenn tap med hensyn til størrelsen på låsetapet.

$P_{\min}$ kontrolleres mot [krav 10.4.2—2](#) som angir minste tillatte resulterende trykkraft langs brudekket.

Krav 10.5.1—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Forankringsplaten og kantlamellen skal kontrolleres for kraftoverføringen fra oppspenningen i henhold til [tabell 10.5.1—1](#). Kontrollen skal utføres med lastfaktor 1,0 og med trykkfasthet i trevirket i henhold til NS-EN 1995-1-1:2004/NA.2010/A1:2013. Netto kontakttrykk mellom forankringsplate og endelamell skal legges til grunn for kontrollen.

Tabell 10.5.1—1 — Kontroll av forankringsplate og endelamell

Oppspenningstilstand	Spennkraft	Lastvarighetsklasse
Ved oppspenning	$1,06 \times P_{\max}$	Øyeblikklast
Etter oppspenning	P_0	Korttidslast

Veiledning til kravet

Forankringsplatens geometri tilpasses for å unngå knusing av trevirket ved ytterkant av platen under oppspenning/re-oppspenning.

Endringsblad A1 (2013) henviser til Rapport nr. 86 fra Norsk Treteknisk Institutt for kontroll av trykk vinkelrett på fiberretningen. Metoden angir høyere fasthetsverdier for trevirket basert på resultater fra tester i større skala, og er gyldig for denne kontrollen.

Krav 10.5.1—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Det skal ikke oppstå glidning mellom lameller selv ved laveste forventede dekketemperatur. Laveste forventet dekketemperatur skal regnes med returperiode på 50 år. Kontroll av glidning mellom lameller skal ta hensyn til kombinasjonen av plateskjær fra for eksempel hjullast og skiveskjær fra samtidig virkende horisontallaster. Følgende krav skal oppfylles:

$$\sqrt{\left(\frac{v_v}{\mu_{90,d}}\right)^2 + \left(\frac{v_H}{\mu_{0,d}}\right)^2} \leq P_{\min} \quad (10.5.1—1)$$

V_v	vertikalt skjær per løpometer (plateskjær) regnet jevnt fordelt over høyden
V_H	horisontalt skjær per løpometer (skiveskjær) med parabolisk fordeling over platebredden
$\mu_{90,d}$	dimensjonerende friksjonskoeffisient normalt på fiberretningen
$\mu_{0,d}$	dimensjonerende friksjonskoeffisient parallelt med fiberretningen
$P_{\min}$	minste spennkraft (etter alle tap) per løpometer

Dimensjonerende friksjonskoeffisienter skal settes i henhold til [krav 10.2.1—4](#).

Veiledning til kravet

Horisontalt skjær kan regnes jevnt fordelt over 0,9 ganger platebredden forutsatt at tilhørende momentkapasitet er tilstrekkelig, og det kontrolleres at det ved parabolisk fordeling ikke skjer glidning mellom lamellene i bruksgrensetilstand kombinasjon ofte forekommende.

10.5.2 Konsentrerte laster

Krav 10.5.2—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Ved innføring av konsentrerte laster i buer, som innfesting av hengestenger m.m., skal det gjennomføres kapasitetskontroll i henhold til *NS-EN 1995.1.1:2004+A1:2008+NA:2010* kapittel 6.4.3.

Veiledning til kravet

*For bestemmelse av tverrstrekkbelastet volum av bue som inngår i formel 6.51 i *NS-EN 1995.1.1:2004+A1:2008+NA:2010*, kan framgangsmåte som beskrevet av Kolbein Bell i læreboken *Dimensjonering av trekonstruksjoner*(2017) benyttes. Med bakgrunn i regler fra Australsk standard settes del av bue med «utrettende» moment $\geq 80\%$ av maksimalverdi, som «tverrstrekkbelastet volum».*

10.5.3 Flersnittede forbindelser

Krav 10.5.3—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Ved kapasitetskontroll av flersnittede forbindelser i henhold til *NS-EN 1995.1.1:2004+A1:2008+NA:2010* kapittel 8.2, skal de aktuelle bruddformenes forenlighet vurderes.

Veiledning til kravet

Ved å dimensjonere flersnittede forbindelser for minste kapasitet i hvert enkeltsnitt, kan kapasiteten svare til et urealistisk bruddforløp. Med bedre forståelse for bruddmekanismene kan knutepunktet mer effektivt utformes med hensyn til det overordnede kravet om duktilitet i bruddtilstander.

Krav 10.5.3—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Forbindelsen skal kontrolleres for blokkutrivning i henhold til *NS-EN 1995.1.1:2004+A1:2008+NA:2010* Tillegg A. Blokkutrivning er en sprø bruddtype og skal ikke være dimensjonerende for strekkforbindelser i hovedbæresystemet.

Veiledning til kravet

Det anbefales å utforme øvrige strekkforbindelser slik at blokkutrivning ikke blir dimensjonerende.

10.6 Bruksgrensetilstander

10.6.1 Tøyningsbegrensning

Krav 10.6.1—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

For brudekker i tre, skal strekktøyningen i overkant dekke ikke overskride 1,2‰ ved kombinasjonen ofte forekommende.

Veiledning til kravet

Strekktøyninger i overkant av dekket begrenses for å motvirke oppsprekninger i belegningen over tverrbærer eller der belegningen føres kontinuerlig over fuge.

10.6.2 Oppsprekking mellom lameller

Krav 10.6.2—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

For tverrspente brudekker, skal det ikke forekomme åpning av fuge mellom trelamellene for kombinasjonen ofte forekommende.

10.7 Fabrikasjons- og konstruksjonsregler

10.7.1 Tverrspente brudekker

Krav 10.7.1—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Det skal spesifiseres føring av protokoll ved oppspenning-, kontroll- og re-oppspenning av spennenehetene i brudekket. Protokoll skal angi spennkraft ved dato og lufttemperatur. Etter oppspenning og re-oppspenning, skal samtlige spennenheter kontrollmåles. Rutine skal innarbeides i forvaltningsdokumentasjonen.

Veiledning til kravet

Kontroll av spennkraft i spennenehetene gjennomføres før evt. re-oppspenning, da re-oppspenningen vil påvirke spennkraften i nærliggende enheter.

Krav 10.7.1—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Det skal være god tilkomst til endeforankringer av spennsystemet, og korrosjonsbeskyttelsen skal være utformet slik at kontroll av spennkraft og re-oppspenning kan gjennomføres på en sikker og effektiv måte.

Veiledning til kravet

Det vil være nødvendig å etterfylle fettfylt kopp ved inspeksjon av spennsystemets endeforankring.

Krav 10.7.1—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Kantavstand fra hull for spennenhet til lamellens ende skal være ≥ 150 mm.

Krav 10.7.1—4 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Forankringsplaten skal sikres mot nedfall ved brudd dersom brua går over veg, skinnegående trafikk eller annet område åpent for ferdsel.

Krav 10.7.1—5 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Forbindelser mellom tverrspente dekker og andre konstruksjonsdeler skal utformes slik at det ikke oppstår tvangskrefter ved oppspenning, re-oppspenning eller ved langtidsdeformasjoner (inkluderer også fuktvariasjoner, se [kapittel 10.2.1](#)). Eventuelle rutiner skal innarbeides i forvaltningsdokumentasjonen.

Veiledning til kravet

For å unngå tvangskrefter anbefales det at tverrspent dekke midlertidig frigjøres fra tverrbjelke under re-oppspenning. Det anbefales at rekkverksinnfestingen kontrolleres og eventuelt strammes i etterkant av re-oppspenning.

Krav 10.7.1—6 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Innfesting av rekkverk skal ikke påvirke oppspenningsnivået i dekket og festelementer skal være utskiftbare, også etter påkjørsel. For innfesting av kjøresterkt rekkverk skal dekketykkelsen være ≥ 350 mm og strekkkomponenten skal forankres $\geq 1,5$ meter inn i dekket. Rekkverkselementer av tre i høyde over fotlist, skal ikke vende inn mot gang- og sykkelarealer.

Veiledning til kravet

Det anbefales å utforme strekkkomponenten med bruddanviser i området utenfor brudekket, da med hensyn til demontering i etterkant av påkjørsel med brudd som følge.

Det kan være nødvendig å montere en ekstra fotlist over føringskanten for bruer som planlegges med snøsåle for skiløype. Det anbefales at denne trekkes inn i bakkant av føringskanten. Det anbefales at rekkverkselementer i tre er trykkimpregnert med oljeprodukter eller at det benyttes modifisert tre som har dokumentert lang levetid i klimaklasse 3.

Krav 10.7.1—7 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

For utformingskrav til sluk, se [kapittel 12.6.3](#). Plassering av sluk skal sentreres i buttskjøt. Dersom slukrørsluksdimensjonen er $> 1,5$ ganger lamelltykkelsen skal området forsterkes lokalt.

Veiledning til kravet

Det anbefales å tilpasse tykkelsen av berørte lameller til den valgte slukrørsluksdimensjonen.

For tetting mellom nedsenket slukrør og treverket, kan slukrøret forsynes med en flens med 100 mm bredde slik at fuktisoleringen kan legges mot en plant avrettet overkant.

10.7.2 Opplegg av brudekke

Krav 10.7.2—1 **SKAL**

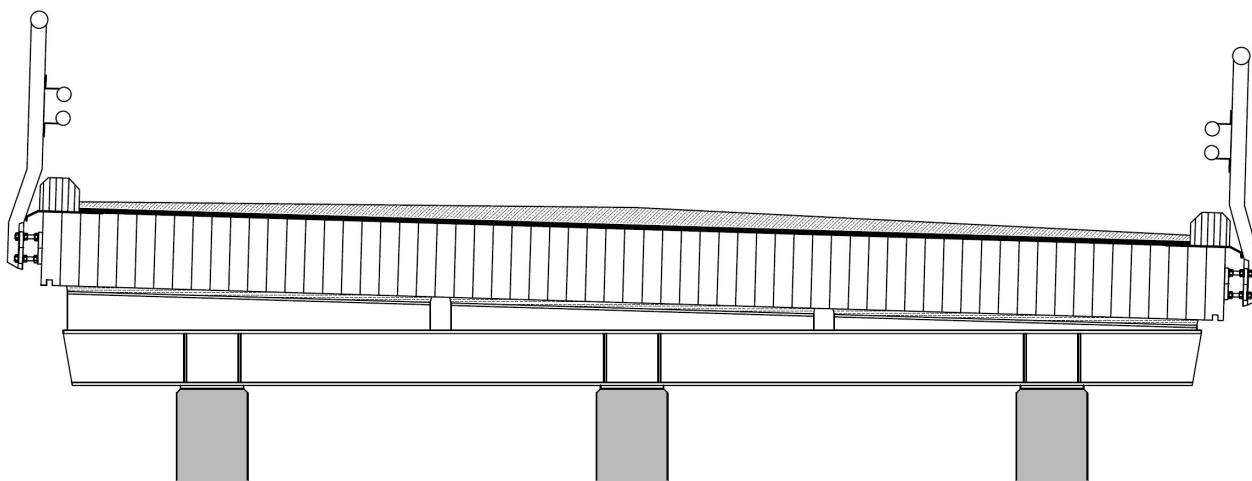
Gjeldende fra 01.01.2022

Opplegg av trebrudekke skal utformes med hensyn til å

- gi god lufting av trevirket
- ivareta tilkomst til inspeksjon og vedlikehold
- ivareta direkte avrenning av vann og motvirke vanntransport mellom ulike konstruksjonselementer
- hindre oppsamling av smuss som vil holde på fuktighet
- begrense kontaktflater i forbindelser mellom ulike konstruksjonselementer

Veiledning til kravet

Ved opplegg på varmforsinket stål kan kontaktflate påføres 100 µm epoksymaling. For å utjevne lengdefall over brua kan det plasseres en avfaset oljeimpregneret trelekt mellom tredekket og tverrbjelken, som igjen kan tilpasses for å begrense kontaktflaten. Det er nødvendig å ta høyde for kryp og krymp i brudekkets tverretning ved bestemmelse av utstikket til brudekkets kant i forhold til oppleggsflaten. Ensidig tverrfall kan tas opp ved varierende høyde på tverrbjelken.



Figur 10.7.2—1 — Skisse over alternativ løsning for opplegg av brudekket på tverrbjelke

Krav 10.7.2—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Fuge i overgangen mellom trebrudekket og landkaret skal utformes slik at vann fra vegbanen som renner gjennom fuga, er forhindret i å komme i kontakt med brudekket og landkaret.

Veiledning til kravet

Føringskanten på trebrudekket avsluttes i samme snitt som brudekket. Utforming av spalte mellom føringskant og kantbjelke på landkar vurderes i forhold til avrenning av vann og nedfall av grus o.l.

Krav 10.7.2—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Oppleggets og fugas funksjonalitet skal ikke påvirkes av dimensjonsendringer i konstruksjonselementer fra kryp, temperaturlaster, krymping eller svelling.

Krav 10.7.2—4 **SKAL**

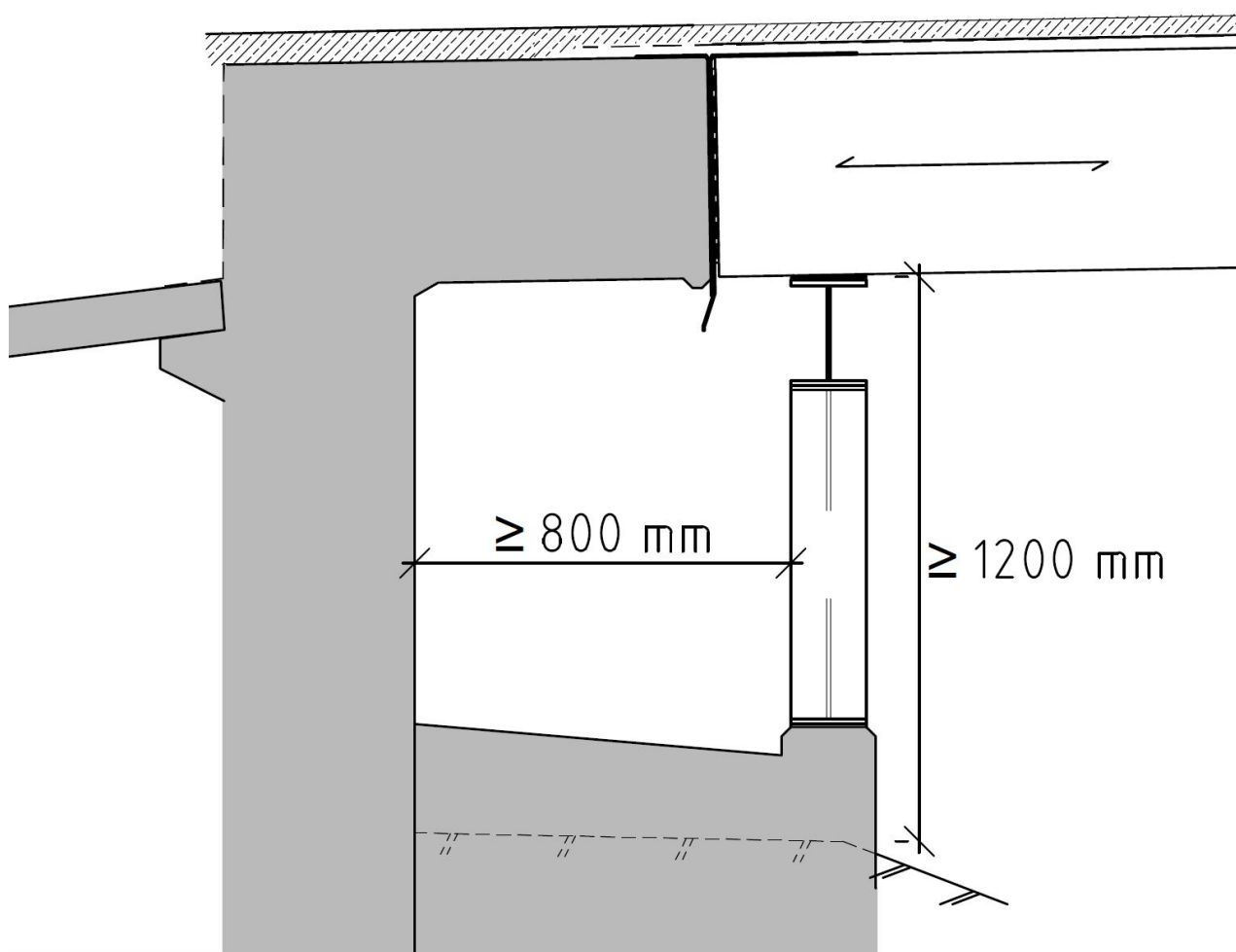
Gjeldende fra 01.01.2022

Der belegningen føres kontinuerlig over fuge skal fri høyde under fuge være ≥ 1200 mm og avstand mellom brudekkets opplegg og landkarvegg skal være ≥ 800 mm.

Veiledning til kravet

Målene er satt med hensyn til å gi god lufting under opplegget av brudekket, og å gi tilfredsstillende tilkomst for inspeksjon og vedlikehold. Ved bruk av fugekonstruksjoner som er omhandlet av [kapittel 12.5](#) gjelder [kapittel 3.4](#).

I [figur 10.7.2—2](#) vises eksempel på landkarløsning med utkrager og opplegg av tredekke på stålramme og betongpillastere. Det benyttes avfaset oljeimpregnert trelekt mellom tredekke og tverrbjelke i stål, for å ta opp lengdefallet. Overgangen mellom betong og stål er utformet slik at vann ikke kan renne inn mot eller samles opp rundt stålet. Der det benyttes varmforsinket stålramme anbefales det å legge inn en plate av rustfritt stål mellom konstruktivt stål og betong. Det kan være nødvendig å isolere kontaktflate mellom varmforsinket stål og rustfritt stål, f. eks. med epoksy.



Figur 10.7.2—2 — Skisse over alternativ løsning for opplegg i landkar

10.7.3 Slisser i trevirket

Krav 10.7.3—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Slisser i massive tretverrsnitt og mellom oppspente trelameller skal dreneres. Hvis slisser for rekkverksforankring i tverrspente tredekker fylles opp under belegningsarbeider, gjelder ikke kravet til drenering.

Krav 10.7.3—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Slisser skal plasseres slik at uttak av trevirket begrenses i størst mulig grad.

Veiledning til kravet

Slisser utformes slik at lekkasjevann/kondens får rask avrenning.

10.7.4 Utforming av knutepunkt

NS-EN 1995-1.1:2004+A1:2008+NA:2010 tabell 8.5 angir minste innbyrdes avstander mellom dybler og minste avstander til kant og ende. Det er ikke anbefalt å legge minimumsavstandene som styrende parameter for utforming av knutepunkt på brukonstruksjoner. Det vises for øvrig til [kapittel 10.5.3](#).

I forbindelser med skråskjærte konstruksjonselementer anbefales det å kontrollere at endeavstander er ivaretatt innenfor en bredde omkring dybel som tilsvarer $0,5 \times a_2$, der a_2 er innbyrdes avstand mellom dybler vinkelrett på fiberretningen.

Krav 10.7.4—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Knutepunkt med innslissede stålplater skal utformes for å begrense tvangsspenninger som følge av temperaturlast og fuktighetsvariasjoner i trevirket.

Veiledning til kravet

Det anbefales at avstand mellom forbindelsesmidler i forbindelser stål-mot-tre er $< 1,0$ meter på tvers av fiberretningen.

Endringene i konstruksjonstemperatur kan antas lik høyeste og laveste døgnmiddeltemperatur på brustedet. For fuktvariasjoner i trevirket kan det antas 4% variasjon for klimaklasse 2 og 8% variasjon for klimaklasse 3.

Temperaturendringer gitt i NS-EN 1995-2:2004+NA:2024 punkt NA.2.3.1(902) er ment for bruk i kontroller der bevegelse i trevirket er ugunstig. Det er nødvendig å vurdere lavere temperaturutvidelseskoeffisient for trevirket som inngår i knutepunkt med stålplater da bevegelse i treet vil virke gunstig med hensyn til tvang.

10.7.5 Sikring av dybler

Krav 10.7.5—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

I dybelforbindelser med vekslende lastretning (lastvirkning(er) skifter fortegn), skal dyblenes plassering sikres. Dybler som er tilnærmet ubelastet ved permanente laster skal også sikres.

Veiledning til kravet

I dybelforbindelser med skiftende lastretning vil dyblene arbeide seg ut over tid. Normalt sikres dyblenes plassering ved påskrudde hoder på oppgjengede ender. I konstruksjonselementer der dybelforbindelser tar liten andel av bruas permanente last kan toleranser i dybelgruppen medføre at enkelt dybler er tilnærmet ubelastet. Her vil også dyblene stå i fare for å arbeide seg ut over tid. Eksempler på slike knutepunkter kan være diagonaler i fagverk eller søyler der det i permanent tilstand i hovedsak vil være en ensrettet last som bæres av kontaktrykk mellom konstruksjonselementene.

11 Andre konstruksjonsmaterialer

11.1 Aluminiumskonstruksjoner

Krav 11.1—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Regler for det enkelt prosjekt skal avklares gjennom teknisk kontroll av konsept i henhold til [kapittel 2.5](#) før oppstart av prosjekteringen. Prosjekteringsgrunnlaget som legges til grunn for teknisk kontroll av konsept, skal gjøre rede for spesielle forhold knyttet til utforming, detaljer og utstyr som følge av materialvalget, se [krav 1.1.1—6](#).

Veiledning til kravet

Det forventes at generelle krav til utforming, funksjonalitet, utstyr m.m. som er gitt i [kapittel 3](#), [kapittel 4](#) og [kapittel 12](#), er diskutert i presentasjonen av den foreslåtte løsningen, se også [kapittel 1.4.9](#).

11.2 Stein- og blokkmurkonstruksjoner

For stein- og blokkmurkonstruksjoner brukt som støttemurer, se [kapittel 4.6](#).

Krav 11.2—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

For steinhvelbruer skal det gjennomføres teknisk kontroll av konsept i henhold til [kapittel 2.5](#) før detaljprosjekteringen igangsettes. Dette gjelder også for ombygging- og forsterkningstiltak.

Veiledning til kravet

Se også veiledning V421 Steinhvelvbruer.

11.3 Konstruksjoner i kunststoff

For rør av kunststoff i fylling vises det til [kapittel 4.7](#). For ekspandert polystyren (EPS) eller ekstrudert polystyren (XPS) vises det til *veiledning V221 Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger og vegnormal N200 Vegbygging*.

11.3.1 Fiberarmerte plastkompositter

Det finnes ikke et felles europeisk regelverk for bærende konstruksjoner i fiberarmerte plastkompositter, og det er nødvendig å avklare spesielle prosjekteringsregler for hvert enkelt prosjekt. Anerkjente regelverk som *DNVGL-ST-C501 Composite components* og *CROW-CUR Recommendation 96:2019* kan, med eventuell nødvendig komplementering fra annen anerkjent litteratur, legge grunnlaget for prosjekteringsreglene i prosjektet. Det er imidlertid ikke anledning til å «shoppe» mellom ulike regelverk og ved vurdering av alternativene bør det regelverket som er best dekkende for prosjektet legges til grunn.

Krav 11.3.1—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Regler for det enkelt prosjekt skal avklares gjennom teknisk kontroll av konsept i henhold til [kapittel 2.5](#) før oppstart av prosjekteringen.

Krav 11.3.1—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Prosjekteringsgrunnlaget som legges til grunn for teknisk kontroll av konsept skal gi en grundig redegjørelse for valg av prosjekteringsregler, se [krav 1.1.1—6](#).

Veiledning til kravet

Prosjekteringsreglene gjengis i prosjekteringsgrunnlaget og bestemmelse av konstruksjonens samlede nivå av pålitelighet presenteres og diskuteres i den leverte dokumentasjonen. Valg og forutsetninger vedrørende materialbruk, oppbygging av kompositter, produksjonsmetoder, testregime, bruddmekanismer, brukbarhet, bestandighet m.m. forventes å være presentert- og diskutert i den leverte dokumentasjonen.

Krav 11.3.1—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Prosjekteringsgrunnlaget som legges til grunn for teknisk kontroll av konsept skal gjøre rede for spesielle forhold knyttet til utforming, detaljer og utstyr som følge av materialvalget, se [krav 1.1.1—6](#).

Veiledning til kravet

Det forventes at generelle krav til utforming, funksjonalitet, utstyr m.m. som er gitt i [kapittel 3](#), [kapittel 4](#) og [kapittel 12](#) er diskutert i presentasjonen av den foreslåtte løsningen, se også [kapittel 1.4.11](#).

12 Brubelegning og utstyr

12.1 Generelt

12.1.1 Produkter

Krav 12.1.1—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Der prosjekteringen er avhengig av produkt eller produktdata, skal det prosjekteres lengst mulig uten de nevnte dataene. Det skal framgå tydelig av arbeidsgrunnlaget hvilke produkter eller produktdata som ikke er komplette. Når produkt er valgt og spesifikasjonene foreligger, skal prosjekteringen fullføres slik at konstruksjonen er tilpasset produktet.

Veiledning til kravet

I mange tilfeller er ikke produkter som blant annet rekkverk, lagre og fuger, valgt før byggingen er i gang. Det er derfor nødvendig å ferdigstille prosjekteringen etter at produkt er valgt. Produkter som ellers er helt likeverdige, vil for eksempel kunne ha ulik geometri, og det vil være nødvendig å tilpasse konstruksjonen til produktet. For rekkverk vil det for eksempel være behov for justering av kantdragerbredde og plassering av festepunkter.

Ved modellbasert prosjektering behøver ikke et produkt modelleres i detalj før produktet er valgt. Det er likevel nødvendig at det innarbeides et objekt med tilstrekkelig informasjon for å kunne velge riktig produkt.

Krav 12.1.1—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Prinsippet angitt i [krav 12.1.1—1](#), skal også benyttes der det ikke er mulig å angi mål før for eksempel temperatur og byggetidspunkt er bestemt.

Veiledning til kravet

Et typisk eksempel på dette er forhåndsinnstilling av fuge. Ved forhåndsinnstilling av fuge vil også armeringen kunne bli påvirket, og det vil kunne være behov for hastelevering av armering eller bøyning på byggeplassen.

12.1.2 Korrosjonsbeskyttelse av utstyr i stål

Krav 12.1.2—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Utstyr i stål skal være varmforsinket i klasse B eller bedre, se [kapittel 9.2.1](#), eller rustfritt i henhold til NS-EN 10088, nummer 1.4404 eller tilsvarende.

Veiledning til kravet

For brurekkverk er det gitt egne krav i vegnormal N101 Trafikksikkert sideterreng og vegsikringsutstyr.

Krav til korrosjonsbeskyttelse av lagre er gitt i NS-EN 1337-9. I maritimt miljø anbefales det å stille strengere krav som for eksempel krav om at det benyttes system 1 eller 2 i henhold til [kapittel 9.2](#).

Rustfritt stål finnes i utallige ulike legeringer med tilhørende egenskaper. Nummer 1.4404 er standard handelsvare og vil i de fleste tilfeller kunne benyttes for bruutstyr. Det er imidlertid mange andre legeringer som også vil kunne aksepteres. En tommelfingerregel er at stål med PRE ≥ 20 vil kunne benyttes.

Krav 12.1.2—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Festemidler i ikke-forspente forbindelser (skrueforbindelser og lignende) skal være i rustfritt stål i henhold til *NS-EN ISO 3506*, kvalitet A4-80 eller i henhold til *NS-EN 15048* og varmforsinket i henhold til *NS-EN ISO 10684*. For dimensjon $\leq$ M12 skal det benyttes rustfritt stål.

Veiledning til kravet

Varmforsinking av små dimensjoner vil forutsette et tynt sjikt av sink for å få gjenger til å fungere. Varmforsinkede skruer og muttere med dimensjon $\leq$ M12 vil derfor ikke ha den bestandigheten som kreves.

For skruer som er vanskelige å skifte, anbefales rustfri kvalitet. For forspente skruer gjelder krav i [kapittel 9.1.2](#) og for utmattingspåkjennte skruer anbefales det at rustfri kvalitet brukes med forsiktighet.

For ikke-rustfrie skruer anbefales det å benytte skruer i fasthetsklasse 8.8 da disse har en mer duktil oppførsel enn fasthetsklasse 10.9.

Krav 12.1.2—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Del av varmforsinket stål som blir eksponert for fersk mørtel, skal beskyttes mot kjemisk reaksjon og gassutvikling.

Veiledning til kravet

Dette vil for eksempel kunne gjøres ved å påføre epoksy som avstrøs med tørr, støvfri sand.

Det anbefales å begrense kontakt mellom varmforsinket stål og fersk mørtel i størst mulig grad. Overgangen vil uansett bli følsom for korrosjon.

Krav 12.1.2—4 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

For plater, rør og profiler samt festemidler i sjøvann (marint miljø) eller i skvalpesonen skal rustfri kvalitet vurderes spesielt.

Veiledning til kravet

*Rustfrie stål som angitt i [krav 12.1.2—1](#) og [krav 12.1.2—2](#) tåler ikke gjentatt eksponering for sjøvann. Det er mikroorganismer i sjøvannet som er årsaken til dette. *NS-EN 1993-1-4:2006+NA:2009*, tillegg A gir anbefalinger knyttet til valg av legering. I Statens vegvesens rapport 557 Nye materialer for bruk i tunnel og bru [\[18\]](#) er det angitt at nummer 1.4410 og 1.4547 vil kunne benyttes i sjøvann mens nummer 1.4462 eventuelt vil kunne benyttes etter en særskilt vurdering.*

Krav 12.1.2—5 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Stål som ikke er en del av et produkt, og som kommer i direkte kontakt med kloridholdig vann, skal være rustfritt.

Veiledning til kravet

I praksis vil dette gjelde stål som kommer i direkte kontakt med kloridholdig vann unntatt stål i stålfuger og rekkverk. Ulike beslag over kantdrager eller i tilknytning til fuge vil være eksempler.

Krav 12.1.2—6 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Stål i fuger skal være korrosjonsbeskyttet som angitt i [krav 12.1.2—1](#) og [krav 12.1.2—2](#) eller som angitt i [kapittel 9.2](#).

12.2 Belegning

12.2.1 Generelt

Krav 12.2.1—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Det skal benyttes belegning på

- kjørebane
- fortau
- gang- og sykkelanlegg
- brudekke på separate gang- og sykkelbruer
- overkant av hel bunnplate i kulverter, løsmassetunneler osv. der det er trafikk direkte på bunnplata
- midtdeler

Veiledning til kravet

Belegning er viktig både med tanke på kjørekomfort, bestandighet og slitasje.

Krav 12.2.1—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

For fugefrie slakkarmerte betongbruer på veger med grusdekke og i midtdelere skal det benyttes belegningsklasse A3 Asfaltslitelag med full fuktisolering eller B1 Betongslitelag støpt monolittisk sammen med konstruksjonsbetongen. For øvrig skal belegningsklasse A3 benyttes.

Veiledning til kravet

Bruk av belegningsklasse A3 Asfaltslitelag med full fuktisolering er hovedregelen. Belegningsklasse A3 hindrer inntrengning av fukt og klorider i et brudekke og gir god kjørekomfort.

I midtdelere vil det kunne benyttes annen beskyttelse av fuktisoleringen enn bind- og slitelag.

Krav 12.2.1—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2024

På ståldekker skal det benyttes belegningsklasse A3-3 eller A3-4, på betongdekker A3-2, A3-3 eller A3-4 og på tredekker A3-4. Mellom oljeimpregnert tredekke og fuktisolering skal det benyttes et beskyttelseslag for å hindre oppløsning av fuktisoleringen. Ved bruk av støpeasfalt som beskyttelseslag, skal støpeasfalten ha polymermodifisert bindemiddel. Beskyttelseslaget skal ha heftfasthet $\geq 0,50$ MPa til dekket.

Veiledning til kravet

Anbefalt løsning for beskyttelseslag er vist på brudetalj [\[10\]](#).

Belegningsklasse A3-4 er mest vanlig på bruer.

For ståldekker anbefales det å vurdere påføring av fuktisoleringen i fabrikk. Dette vil kunne være en grunn til å velge A3-3.

For klaffebruer vil det kunne være aktuelt å spesifisere strengere krav til heft.

Bind- og slitelag skal legges over fuktisoleringen.

Veiledning til kravet

For å unngå skader på fuktisoleringen ved fornying av slitelag, er det nødvendig å legge både bind- og slitelag over bruene. Slitelaget vil da kunne freses bort og fornyes uten at dette påvirker fuktisoleringen. På betongdekker anbefales det at prosjektert belegningstykkelse er ≥ 90 mm.

For fugefrie bruer anbefales det å benytte asfaltbetong, skjelettasfalt eller støpeasfalt med polymermodifisert bindemiddel som bind- og slitelag da dette ser ut til å gi mindre sannsynlighet for sprekk i overgangen mellom bru og inntilliggende veg. Sprekk i bind- og slitelag vil kunne gi skader på asfaltagene og muligens føre til utvasking av løsmasser, men det vil ikke ha noe særlig å si for selve brua.

Krav til forsterknings-, bære-, bind- og slitelag er gitt i vegnormal N200 Vegbygging.

Krav til dimensjonerende belegningsvekt er behandlet i [kapittel 5.2.2](#). Dimensjonerende belegningsvekt er normalt større enn reell vekt. Dette er gjort for å ha noe å gå på i byggefasen. Det er forholdsvis liberale toleranser for geometrien på et brudekke i betong, og det er ikke helt uvanlig at det er nødvendig med et avrettingslag mellom fuktisolering og bindlag. Det vil også i noen tilfeller kunne være behov for å justere veglinja litt opp. Dersom det ved en feiltakelse blir lagt nytt slitelag uten å frese bort det eksisterende, er det også fornuftig å ha margin.

12.2.2 Belegningsklasse A3-2 med prefabrikkert membran og beskyttelseslag

Krav 12.2.2—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Fuktisolering skal bestå av prefabrikkert membran i henhold til [tabell 12.2.2—1](#) og beskyttelseslag av asfaltbetong Ab 4 (AC 4 surf). Beskyttelseslaget skal ha tykkelse 15 - 20 mm, og klebing mellom membran og beskyttelseslag skal spesifiseres. Heftfastheten ved 20 °C etter *NS-EN 13596* skal være $\geq 0,50$ MPa mellom membran og beskyttelseslag.

Tabell 12.2.2—1 — Spesifikasjon for prefabrikkert ettlags asfaltmembran

Egenskap	Prøving	Metode	Enhet	Krav
Synlige feil	Visuell	<i>NS-EN 1850-1</i>	-	Ingen synlige feil
Tykkelse	Tykkelse	<i>NS-EN 1849-1</i>	mm	$\geq 4,5$
Strekkestyrke	Strekkestyrke (L/T) ^a	<i>NS-EN 12311-1</i>	N / 50 mm	≥ 800
Forlengelse	Forlengelse (L/T) ^a	<i>NS-EN 12311-1</i>	% ± 15	> 30 / > 30
Vanntetthet	Dynamisk vanntrykk	<i>NS-EN 14694</i>	-	Tett
Kuldemykhet	Bøyeegenskaper	<i>NS-EN 1109</i>	°C	$\leq -20^b$ ≤ -15
Dimensjonsstabilitet	Maksimal endring etter 24 h ved 80 °C	<i>NS-EN 1107-1</i>	%	Krymping $\leq 0,50$ Forlengelse $\leq 0,30$
Heftfasthet	Bindingsstyrke, type 1 ^c	<i>NS-EN 13596</i>	MPa	$\geq 0,6$
Skjærstyrke	Skjærmotstand	<i>NS-EN 13653</i>	MPa	$\geq 0,20$

Tabell 12.1 bygger på egenskaper og prøvingsmetoder definert i *NS-EN 14695*.

- a L = på langs av banen, T = på tvers av banen.
- b Steder der laveste lufttemperatur er -30 °C eller kaldere.
- c Type 1 er heft mellom membran og betong.

12.2.3 Belegningsklasse A3-3 med akrylat, epoksy, polyuretan eller polyurea og eventuelt heftlag

Krav 12.2.3—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Valgt produkt skal ha dokumentasjon/garanti for at produktet er egnet ved de aktuelle klimatiske forholdene og at det fungerer sammen med de andre materialene som skal benyttes i konstruksjonen. Bruk av heftlag skal vurderes når produkt er valgt, se også [kapittel 12.1.1](#). Heftfasthet i henhold til *NS-EN 13596* skal uavhengig av temperatur være $\geq 2,0$ MPa mot betongdekke og $\geq 3,5$ MPa mot ståldekke. Skjærstyrke i henhold til *NS-EN 13653* skal være $\geq 0,20$ MPa. Lavtemperaturegenskaper skal dokumenteres.

Veiledning til kravet

Med akrylat menes polymer basert på metylmetakrylat (MMA). Produktene i klasse A3-3 vil kunne ha ulike lavtemperaturegenskaper (fleksibilitet og oppsprekking).

12.2.4 Belegningsklasse A3-4 med C60BP2 og Topeka 4S

Krav 12.2.4—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Topeka 4S skal ha tykkelse 12 ± 3 mm.

Krav 12.2.4—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Polymermodifisert bitumen (PMB) som benyttes til Topeka 4S skal tilfredsstille følgende krav:

- Det benyttes PMB 75/130-80.
- Den skal ha en elastisk tilbakegang ved 10 °C på ≥ 75 % og et mykningspunkt ≥ 80 °C.
- Bruddpunkt etter Fraass skal være ≤ -20 °C.
- Kohesjon (kraftduktilitet) ved 10 °C skal være $\geq 1,0$ J/cm².

Veiledning til kravet

Krav til polymermodifisert bitumen (PMB) og Topeka 4S er gitt i vegnormal N200 Vegbygging.

Krav 12.2.4—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Polymermodifisert bitumenemulsjon, C60BP2, skal tilfredsstille følgende materialkrav:

- Basisbindemidlet skal ha et mykningspunkt på ≥ 60 °C og en elastisk tilbakegang ved 10 °C på ≥ 75 %. Kohesjon (kraftduktilitet) ved 10 °C skal være $\geq 0,5$ J/cm².
- Emulsjonen skal benevnes og dokumenteres etter metoder gitt i *NS-EN 13808* og *NS-EN 14023*. Emulsjonen skal ha viskositet (4 mm, 50 °C) på 5 - 30 sekunder og bindemiddelinhold på 60 ± 2 %.

12.2.5 Konstruksjoner i løsmasse over grunnvannstanden med drenerte forhold

Krav 12.2.5—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2023

For tunnelportaler med sirkulær profil der det benyttes prefabrikkert plastmembran i kontaktstøpen mot berg og for korrugerte stålrør, skal det benyttes prefabrikkert plastmembran eller membran som angitt i [krav 12.2.5—2](#). Kravet gjelder ikke for plastrør.

Veiledning til kravet

Krav til prefabrikkert plastmembran er gitt i vegnormal N500 Vegtunneler.

Fordelen med helsveiset asfaltmembran er at en skade i membranen ikke vil kunne gi vanninntrenging mellom resten av membranen og konstruksjonen. En eventuell lekkasje vil derfor være forholdsvis enkel å lokalisere.

For korrugerte stålrør vil det være tilnærmet umulig å sveise en membran til røret da det både har utstikkende skruerforbindelser og korrugering. Det er derfor anbefalt å legge en plastmembran i massene over stålrøret.

Krav 12.2.5—2 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

På utsiden av vegger og tak skal det benyttes helsveiset asfaltmembran i henhold til [tabell 12.2.2—1](#). Ved overgang fra en type membran til en annen, skal de to membranene være kompatible.

Veiledning til kravet

Når membran i henhold til [tabell 12.2.2—1](#) benyttes som membran og ikke fuktisolering, er det ikke krav til beskyttelseslag av asfalt. Beskyttelseslaget vil kunne være en knust steinfraksjon med maksimal steinstørrelse tilpasset membranen og med krav til mekaniske egenskaper til selve steinmaterialet. Det vil kunne være en god løsning å legge en fiberduk mellom membranen og løsmassene. Forslag til beskyttelseslag er beskrevet i retningslinje R762 Prosesskode 2.

Ved overgang fra plastmembran til asfaltmembran vil det kunne være en fare for at plastmembranen ikke tåler eller hefter til asfaltmembranen og en spesiell overgangsmembran er nødvendig. Dette vil for eksempel kunne gjelde mellom plastmembran i kontaktstøpen i en portal og asfaltmembranen videre utover på portalen.

Bakgrunnen til at membran tilsvarende fuktisolering A3-4 ikke er egnet, er at eventuelle paddehatter ikke vil bli oppdaget og at det vil kunne være en utfordring med tilkomst for utlegger. Det er heller ikke ønskelig med for mange overganger fra en type membran til en annen.

Krav 12.2.5—3 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Over fuger i betong skal det legges en ekstra stripe membran under den gjennomgående membranen. Stripen skal kun festes i ytterkantene. Fuger i betong skal utformes slik at de i størst mulig grad holder vann unna fugespalten.

Veiledning til kravet

Anbefalt løsning for utforming av membran over fuge i betong er vist på brudetalj [\[10\]](#). Stripen har som funksjon å tillate litt bevegelse samt hindre stor tøyning i membranen i ett punkt.

12.2.6 Konstruksjoner i løsmasse helt eller delvis under grunnvannstanden**Krav 12.2.6—1 SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2024

Konstruksjoner skal være vanntette og sikret med doble tetningsbarrierer, hvorav konstruksjonsbetongen vil kunne være den ene. Det skal spesifiseres forskalingsstag med vanntetting. For konstruksjoner der trafikanter ferdes i løpet, skal det være bære- og forsterkningslag mellom hel bunnplate og bindlag.

Veiledning til kravet

I NS-EN 1992 er det gitt krav til ekstra armering der betongen forutsettes å være vanntett og dermed kunne regnes som en tetningsbarriere.

Fra et betongfaglig synspunkt er det ikke ønskelig med membran under bunnplata og fuktisolering over. Fuktighet vil da kunne stenges inne i betongen og skape problemer. For å unngå dette, er det valgt å innføre et lag av drenerende løsmasser, forsterkningslag i henhold til vegnormal N200 Vegbygging, mellom bunnplate og belegningen. Bunnplata vil da kunne regnes som et fundament, og det blir ikke krav til fuktisoleringen eller membran på oversiden. Videre har asfaltering direkte på betong uten fuktisolering en del uheldige effekter, blant annet ved at vann vil kunne bli «pumpet» inn i betongen. Denne løsningen er derfor ikke akseptabel. Bruk av løsmasser er også en forutsetning for å kunne ivareta kravet i [krav 12.2.6—3](#) om utskifting av indre tetningsbarriere over fuger i betong.

Krav 12.2.6—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Det skal benyttes helsveiset asfaltmembran i henhold til [tabell 12.2.2—1](#).

Veiledning til kravet

Svelleleiremembran vil ikke være egnet av hensyn til byggemetode.

Det anbefales at det tas hensyn til det kjemiske innholdet i vannet.

Krav 12.2.6—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Fuger i betong skal ha doble tettesjikt i tillegg til membranen. Tettesjiktene skal være kontinuerlige i hele tverrsnittets lengde og ha færrest mulig skjøter. Indre tetningsbarriere skal være utskiftingsbar. I støpeskjøter skal det vurderes bruk av injeksjonsslang, svellebånd eller waterstop.

Veiledning til kravet

Fuger i betong under grunnvannstanden vil være et sårbart punkt. Det vil være større sannsynlighet for lekkasje samtidig som det er en utfordring å få en kontinuerlig barriere rundt hele tverrsnittet.

Krav 12.2.6—4 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2024

Konstruksjoner for vanngjennomløp, skal prosjekteres i henhold til [kapittel 12.2.5](#). Det stilles ikke krav til membran på konstruksjonsdeler under grunnvannstanden.

Veiledning til kravet

Delen som står i vann, vil fungere på samme måten som en pilar i vann der det ikke er krav til membran. Det vil derfor være naturlig å betrakte konstruksjonen på samme måte som konstruksjoner over grunnvannstanden.

12.2.7 Tilslutninger og avslutninger

Krav 12.2.7—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Det skal benyttes klemlist ved innfesting av prefabrikkert membran på vertikale flater. Klemlister, beslag og forbindelsesmidler skal være i rustfritt stål.

Veiledning til kravet

Anbefalt løsning for bruk av klemlist er vist på brudetalj [\[10\]](#).

Krav 12.2.7—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Ved avslutning uten kantdrager eller føringskant skal fuktisolering og beskyttelseslag føres helt ut til avfasing i ytterkant brudekke. Asfalt skal legges med avslutning 50 mm inn på fuktisolering og avfases til full høyde.

Veiledning til kravet

Løsningen forutsetter at det gjøres tilpasninger til rekkverksstolpene.

Krav 12.2.7—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

For belegningsklasse A3 skal det påføres polymermodifisert bitumenemulsjon, C60BP2, 100 mm opp på betongkant og ≥ 80 mm over overkant slitelag ved tilslutning mot betongkanter.

Veiledning til kravet

Løsningen er vist på brudetalj [\[10\]](#). Det er naturlig å avslutte emulsjonen der det er knekk i kantdrageren da dette blir minst synlig.

Krav 12.2.7—4 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

For belegningsklasse A3 skal det etableres en fuge av Topeka 4S med bredde ≥ 20 mm mellom føringskanten og asfalten. Fuga skal ha monolittisk forbindelse med fuktisoleringen på brudekket og ha hulkil i overkant med fall ut fra kanten mot slitelaget.

Veiledning til kravet

Løsningen er vist på brudetalj [\[10\]](#).

Krav 12.2.7—5 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Ved bruende skal membran føres helt ned til underkant av endeskjørt, fundament eller ut på overkant overgangsplate. Det skal benyttes helsveiset asfaltmembran i henhold til [tabell 12.2.2—1](#).

Veiledning til kravet

Anbefalt løsning for å føre membranen ut på overgangsplate er vist på brudetalj [\[10\]](#).

Kravet innebærer at det er nødvendig å føre membranen ned til fundament utenfor overgangsplate.

Krav 12.2.7—6 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Fuktisolering skal i sin helhet føres fram til fugekonstruksjonen.

Veiledning til kravet

Løsningen er vist på brudetalj [\[10\]](#).

Krav 12.2.7—7 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Der det ligger løsmasser mellom membran og overliggende asfaltlag skal det benyttes prefabrikkert membran som tilslutning mot kanter. Overkant klemlist skal ligge i nivå med underkant bindlag.

Mellom slitelag/bindlag og betongkant skal det etableres fuge av Topeka 4S som beskrevet i [krav 12.2.7—4](#).

Veiledning til kravet

Løsningen er vist på brudetalj [\[10\]](#). Klemlisten er lagt under underkant bindlag for å hindre skade på klemlisten ved fornying av slitelag.

Krav 12.2.7—8 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Det skal ikke etableres buttskjøt i slitelaget på brudekker eller i området rett utenfor fugefrie bruender.

Veiledning til kravet

Området rett utenfor fugefrie bruender vil uten videre kunne begrenses til området 20 meter bak endeskjørt. Der det for eksempel er rundkjøring tett inntil bruer, vil avstanden kunne settes kortere etter en egen vurdering.

Krav 12.2.7—9 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Ved tilslutning mot rekkverksstolper skal polymermodifisert bitumenemulsjon, C60BP2, påføres eventuell understøp, fotplate og gjengestenger opp til nivå med overkant slitelag. Det samme gjelder ved bruk av fuktisolering i belegningsklasse A3-3. Overkant slitelag skal gis godt fall ut fra rekkverksstolpe i hele stolpens omkrets.

Krav 12.2.7—10 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Fuktisolering skal legges helt inn til rør under sluk og med overlapp.

Veiledning til kravet

En mulig løsning for fuktisolering inn mot rør under sluk er vist på brudetalj [\[10\]](#). Kravet vil sikre at vann som renner på fuktisoleringen og «i» asfalten kommer ned i røret.

12.2.8 Oppbygging av fortau

Krav 12.2.8—1 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Fortau på ikke-overbygde konstruksjoner og på konstruksjoner med belegningsklasse A3 skal bygges opp av asfalt uten bruk av andre materialer. Det skal være sammenhengende fuktisolering over hele brubredde og under oppbyggingen av fortauet. Fortauskanten skal være i plasstøpt betong eller naturstein, og det skal være minimum ett lag asfalt eller sementbasert mørtel mellom fuktisoleringen og kanten. For fugefrie bruer skal det være åpen spalte som fuge i fortauskanten ved overgang fra bru til veg. Åpningen skal dimensjoneres som angitt i [kapittel 12.4.4](#).

Veiledning til kravet

En mulig løsning for oppbygging av fortau er vist på brudetalj [\[10\]](#).

I henhold til vegnormal N100 Veg- og gateutforming er det svært få eller ingen dimensjoneringsklasser for veger som aksepterer fortau. Stort sett er det kun akseptabelt med fortau i gatenettet, og der er det begrenset med bruer. Regelverket legger derfor opp til svært få bruer med fortau. Bruer med lange spenn, kommer med stor sannsynlighet ikke inn under dimensjoneringsklasser som aksepterer fortau. Det blir for eksempel ikke prosjektert nye hengebruer i gatenettet.

På eksisterende bruer er det flere eksempler på fukt- og kloridskader som følge av mangelfull fuktisolering i forbindelse med fortau. For å sikre kontinuering fuktisolering uten sprang, er det satt krav til oppbygging av fortau med asfalt.

For gang- og sykkelvegbruer er et eventuelt fortau så lavt at kravet anses uproblematisk.

12.2.9 Fugeterskel

Krav 12.2.9—1 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Fugekonstruksjon skal ha en terskel på hver side. Terskelen skal være av støpeasfalt med polymermodifisert bindemiddel som beskrevet i [kapittel 12.2.4](#), og ha en bredde i kjøreretningen som er ≥ 600 mm. Overkant fugeterskel skal flukte med overkant slitelag.

Veiledning til kravet

Løsningen er vist på brudetalj [\[10\]](#). Fugeterskelen vil gi en mykere overgang til fuga og hindre slag samt sikre at brøyteredskap ikke hekter seg fast i fuga. Krav til støpeasfalt er gitt i vegnormal N200 Vegbygging.

12.3 Rekkverk

Krav 12.3—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Fuge i rekkverk (dilatasjonsskjøt) skal forhåndsinnstilles på samme måte som for lagre, se [kapittel 12.4.4](#). Plassering av rekkverksstolper skal tilpasses fugekonstruksjoner.

Veiledning til kravet

Rekkverksstolper vil ikke kunne plasseres på fugebeslaget, og det frarådes plassering i den delen som støpes sammen med faststøping av fuge. Det vil kunne være nødvendig å velge annen avstand mellom rekkverksstolper ved fuge.

Krav til brurekkverk med tilhørende overganger og gang- og sykkelbrurekkverk er gitt i vegnormal N101 Trafikksikkert sideterreng og vegsikringsutstyr.

12.4 Lagre og ledd

12.4.1 Generelt

Krav 12.4.1—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Lagertyper skal være i henhold til *NS-EN 1337*.

Veiledning til kravet

Pottelagre er mest vanlig på bruer og anbefales i de fleste tilfeller.

Elastomerlager brukt som ensidig eller allsidig lager frarådes. Det er eksempler på at selve blokken sklir ut, og enkelte produkter forutsetter meisling i betong ved utskifting, se også [krav 12.4.1—3](#).

Krav 12.4.1—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Ledd som tar rotasjon, skal ha sfærisk fôring for å unngå tvangskrefter.

Veiledning til kravet

Eksempler på ledd som tar rotasjon er ledd i pendellagre og nedre hengestangsfeste på korte hengestenger. Ledd i toppen på buer og i overgangen mellom bue og fundament er eksempler på ledd som «ikke tar rotasjon» og som ikke har behov for sfærisk fôring.

Krav 12.4.1—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Lagre og ledd skal enkelt kunne skiftes. Dette skal kunne gjøres ved at festebolter demonteres og uten at betong fjernes.

Veiledning til kravet

Utskifting av understøp vil kunne forutsettes.

Krav 12.4.1—4 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Glidelagre og andre typer bevegelige lagre skal forhåndsinnstilles og ha påmontert millimeterskala og viser.

Veiledning til kravet

Millimeterskala og viser sikrer en enkel og riktig forhåndsinnstilling under montering samt bedre mulighet for oppfølging i driftsfasen.

Krav 12.4.1—5 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Innstøpingsmørtel i utsparinger og understøp skal ha fasthetsklasse $\geq$ B45.

Veiledning til kravet

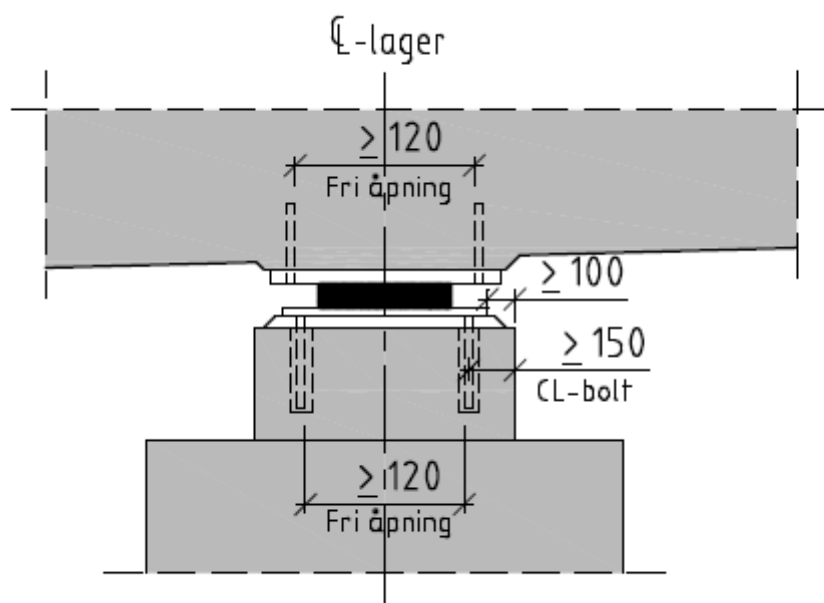
Bruk av mørtel som er tilpasset utstøping i minusgrader, såkalt frostfri mørtel, frarådes da den ofte sprekker. En bedre løsning er å forskrive vintertiltak med for eksempel telting og fyring. Ordinær mørtel vil da kunne benyttes.

12.4.2 Lagre i betongkonstruksjoner

Krav 12.4.2—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Fri åpning mellom forankringsbolter skal være ≥ 120 mm, avstand mellom forankringsboltens senter og kant av konstruktiv betong skal være ≥ 150 mm, og avstand fra kant lager eller glideplate til kant konstruktiv betong skal være ≥ 100 mm, se [figur 12.4.2—1](#).



Figur 12.4.2—1 — Geometriske krav til lagre forankret i betong

Veiledning til kravet

Det har vært eksempler på fastlagre med så tett med forankringbolter at det har blitt utfordrende å plassere armering. Dette vil kunne medføre omfattende omprosjektering for å tilpasse konstruksjonen til lagret. En avstand på 120 mm sikrer plass for armering og utstøping.

12.4.3 Lagerhelning

Krav 12.4.3—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Lagre på pilarer og i fugefrie bruender skal monteres horisontalt.

Krav 12.4.3—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

For landkar med fugekonstruksjon, skal lagre monteres med samme stigning/fall som overkant slitelag i lagerets primære bevegelsesretning. Vinkelrett på primær bevegelsesretning skal lagre monteres horisontalt.

Veiledning til kravet

For å sikre riktig bevegelsesmønster på fugekonstruksjon og hindre for eksempel saksing, er det nødvendig at lagre monteres med samme stigning/fall som fuga i primær bevegelsesretning. Dette vil kunne medføre noe tvang i konstruksjonen som det er nødvendig å dimensjonere for.

12.4.4 Forhåndsinnstilling og dimensjonering

Krav 12.4.4—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

For å beregne forhåndsinnstilling skal det tas hensyn til deformasjonene fra

- temperatur
- svinn og kryp
- oppspenning
- byggemåte

Krav 12.4.4—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Det skal gjennomføres kontroll av deformasjonens maksimums- og minimumsverdi samt beregning av aktuell verdi ved monterings tidspunktet.

Veiledning til kravet

Temperatur vil kunne variere forholdsvis raskt, og det er mulig å tenke seg monterings tidspunkt både når brua er som kaldest og som varmest. Det vil derfor være nødvendig å beregne forhåndsinnstillingen nære inn på monterings tidspunktet samt sjekke aktuell temperatur i brua ved montering. Det viser seg fra diverse byggeplasser at forhåndsinnstilling fungerer best når det blir forhåndsinnstilt etter et konkret mål og ikke ved bruk av tabeller, formler eller grafer. Det anbefales at det spesifiseres et gyldig temperaturintervall når forhåndsinnstilling gis. Det vil i enkelte tilfeller kunne være nødvendig å ta høyde for rotasjon som følge av asfaltering etter montering.

Krav 12.4.4—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Dersom kapasiteten er angitt i bruksgrensetilstand skal kombinasjon *karakteristisk* benyttes. Dimensjonerende lagerbelastning skal alltid være positiv (trykk) i brudd- og bruksgrensetilstand.

Veiledning til kravet

For de fleste lagre er kapasiteten angitt i bruddgrensetilstanden, men for eksempel for enkelte deformasjonslagre, er bruksgrensetilstanden oppgitt i datablad.

Krav 12.4.4—4 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Lagerforskyvning skal beregnes i bruksgrensetilstand kombinasjon *karakteristisk*.

Krav 12.4.4—5 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Det skal tas hensyn til tids- og temperaturavhengige materialegenskaper ved beregning av krefter som overføres mellom tilstøtende konstruksjonsdeler gjennom lager. Kreftene skal bestemmes på grunnlag av leverandørenes spesifikasjoner.

Veiledning til kravet

Dette vil for eksempel kunne gjelde friksjon i lager.

Krav 12.4.4—6 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Ved kontroll av seismisk situasjon tillates bevegelsesområde (for glidelagre) og kapasitet for horisontal fastholding (for lager med én eller to fastholdte retninger) overskredet dersom konstruksjonen for øvrig er utformet og dimensjonert slik at globalt sammenbrudd og uopprettelige skader på grunn av seismiske laster er forebygget. Situasjonen for skadet konstruksjon skal kontrolleres for bruksgrensetilstand kombinasjon *karakteristisk*.

Veiledning til kravet

Begrenset forskyvning vil kunne ivaretas for eksempel med endeskjørt (for langsgående forskyvning) og med vanger, knaster eller fyllinger (for sideveis forskyvning).

12.4.5 Inspeksjon, vedlikehold og utskifting

Krav 12.4.5—1 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Lagre og ledd skal kunne inspiseres, se [kapittel 3.3.2](#). Bruas over- og underbygning skal utformes og dimensjoneres slik at det er mulig å jekke opp overbygningen for justering og utskifting av lagre og ledd. Anleggsflater for jekker skal være horisontale.

Veiledning til kravet

Dersom det er hensiktsmessig, vil det kunne forutsettes jekking fra terreng. Dette vil være aktuelt ved beskjedne høyder der det ikke er plass til jekk i toppen på søyle. Løsningen forutsetter at det er tilkomst til terrenget under brua og at bæreevnen i grunnen er vurdert.

Krav 12.4.5—2 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Mål knyttet til jekkepunktene anleggsflater skal samsvare med nødvendig jekkstørrelse inkludert toleranser.

Krav 12.4.5—3 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

For fastlagre skal festepunkter og prinsipp for midlertidig avlasting prosjekteres. Festepunktene skal bygges inn i konstruksjonen.

Veiledning til kravet

Dersom det er mulig å jekke eller stive av mellom søyle eller skive og endeskjørt eller vinger, vil dette kunne ivareta kravet. Det vil for eksempel kunne settes begrensninger knyttet til temperatur. Beskrivelse innarbeides i som bygd- og forvaltningsdokumentasjonen.

Krav 12.4.5—4 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

For pendellagre skal det lages festepunkter for midlertidig pendel.

Veiledning til kravet

Kravet legger til rette for utskifting av den ordinære pendelen eller deler av denne.

12.5 Fugekonstruksjoner

12.5.1 Generelt

Krav 12.5.1—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Fugekonstruksjoner med tilhørende endeavslutninger, gjennomføringer i føringskanter, kantdragere eller betongrekkverk samt overvannsystem under åpne fuger skal prosjekteres.

Veiledning til kravet

Det er bare selve fugekonstruksjonen som er et produkt. Det er derfor nødvendig å prosjektere det som er rundt. Før produkt er valgt, er det nødvendig å bestemme fugetype samt sette krav til kapasiteter. Mye av det som er rundt selve produktet vil også kunne prosjekteres nesten ferdig, og det vil være nødvendig for at utførende forstår hva som forventes.

Asfaltfuger frarådes på nye bruer.

Krav 12.5.1—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Fugekonstruksjoner skal forhåndsinnstilles, og endelig høyde bestemmes etter at høyde på topp slitelag er endelig bestemt.

Veiledning til kravet

Det vises til veiledning til [kapittel 12.4.4](#) vedrørende forhåndsinnstilling.

For et betongdekke vil toleransene på dekket av og til medføre at høyden på overkant slitelag vil måtte justeres noe. Det er da nødvendig at denne justeringen er bestemt før endelig høyde på fuga bestemmes.

Armerte gummifuger vil kunne være vanskelige å forhåndsinnstille. Krav til temperatur, eventuelt sammen med å øke dimensjonen på fuga, vil kunne ivareta kravet. Mattefuger vil kunne være vanskelig å trykke mye sammen ved forhåndsinnstilling.

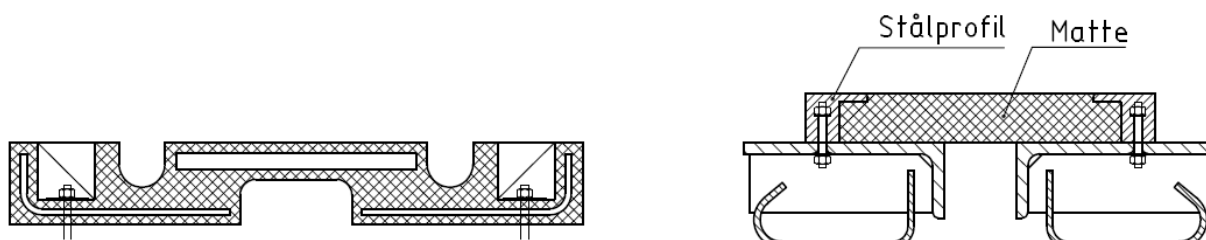
Krav 12.5.1—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Fugekonstruksjoner skal være støysvake. Flerelementfuger skal ha utforming som gjør fugene støysvake.

Veiledning til kravet

Fingerfuger og mattefuger anses for å være støysvake mens flerelementfuger støyer mye uten støysvak utførelse. Armerte gummifuger anses ikke for å være støysvake på veg, men vil kunne benyttes på gang- og sykkelveg. Forskjellen på hva som menes med armert gummifuge og mattefuge er vist i [figur 12.5.1—1](#).



Figur 12.5.1—1 — Armert gummifuge til venstre og mattefuge til høyre

Krav 12.5.1—4 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Fugekonstruksjoner skal velges slik at de er tilpasset trafikken/trafikanter på brua. Fingerfuger, med ugunstig utforming, vil kunne være trafikkfarlig for sykling eller kjøring med moped og skal ikke benyttes der slik trafikk er tillatt. Avstanden mellom fugekanter, målt parallelt med kjøreretningen, skal på gang- og sykkelvegbruer være ≤ 40 mm i bruksgrensetilstand kombinasjon ofte forekommende.

Veiledning til kravet

På separate gang- og sykkelvegbruer anbefales det annen fugetype enn fingerfuge. Armert gummifuge vil kunne fungere på separate gang- og sykkelvegbruer, men ikke på vegbruer. Flerelementfuger med støysvak utførelse og mattefuger vil kunne benyttes der det er sykkeltrafikk. Den støysvake utførelsen er i seg selv ikke nødvendig for gang- og sykkelveger, men løsningen sikrer at avstanden mellom elementene ikke blir trafikkfarlig.

Avstanden mellom fugekanter gjelder for enkle elementfuger.

Krav 12.5.1—5 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Løse fuger skal ikke benyttes. Fugekonstruksjoner skal være av type som ikke er til ulempe for snøbrøyting.

Veiledning til kravet

Det anbefales at vinkler som medfører at fugekonstruksjonen blir parallell med ploger, unngås. Vinkler på ploger vil kunne antas å være 35° - 40° . Ved utkjøring fra rundkjøring vil dette kunne gi parallellitet nesten uavhengig av hvordan fuga plasseres.

Krav 12.5.1—6 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Spalter under bruer mellom overbygning og landkar, som gir adgang til lukkede rom og avsatser, skal tettes.

Veiledning til kravet

Tettingen vil hindre fugler og dyr i å komme inn. Stålpater anbefales, men løsning med innrammet netting vil også kunne fungere.

12.5.2 Fugeseng og armering

Krav 12.5.2—1 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Utforming av fugeseng, armering i fugeseng for fastholding av fugekonstruksjon, endeavslutninger og montering skal tilpasses fugekonstruksjonen som benyttes.

Veiledning til kravet

En mulig løsning for utforming av fugeseng er vist på brudetalj [\[10\]](#).

Krav 12.5.2—2 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Det skal spesifiseres forskaling med lemmer eller gjenstående forskaling i rustfritt stål i fugespalter.

Veiledning til kravet

Det anbefales bruk av gjenstående rustfri forskaling. Denne vil også kunne danne dryppnese i underkant av fugesengen. En mulig løsning for bruk av gjenstående forskaling er vist på brudetalj [\[10\]](#).

Det er i de fleste tilfeller nødvendig at forskalingene på hver side av fugespalten er uavhengige av hverandre for å sikre at bevegelser som følge av temperatur, ikke ødelegger forskalingen. Ekspandert polystyren (EPS) fungerer av ulike årsaker ikke som forskaling i slike områder.

Krav 12.5.2—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2023

Fugeseng skal prosjekteres slik at armering for feste av fuge i fugeseng ikke er faststøpt ved fugemontering. Armering skal kunne tilpasses fugebolter, fugehøyde (dersom det er nødvendig å heve eller senke veglinje) og fugekonstruksjonens variable mål samtidig som krav til overdekning ivaretas. Endelig armeringsform skal fastsettes etter at forhåndsinnstilling, oppmålt geometri og slitelagshøyde (geometri av veglinje) er bestemt. Kravet gjelder ikke for armerte gummifuger.

Veiledning til kravet

Det er forholdsvis liberale toleranser for et brudekke, og det er ikke helt uvanlig at det er nødvendig med et avrettingslag mellom fuktisolering og bindlag. Det vil også i noen tilfeller kunne være behov for å justere veglinja litt opp. Det er da nødvendig å justere fugehøyden, og denne justeringen vil komme sent i byggeprosessen.

Armerte gummifuger monteres etter at betong er ferdig støpt. Det anbefales å legge inn ekstra armering tilvarende den armering som blir kappet i forbindelse med boring av hull for feste av fuge.

12.5.3 Helning og høyde

Krav 12.5.3—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Fugekonstruksjonen skal ligge parallelt med, og 5 mm under, overkant tilstøtende fugeterskel og slitelag.

Veiledning til kravet

Målet er et kompromiss mellom kjørekomfort og hyppighet av vedlikehold.

12.5.4 Dimensjonering og forhåndsinnstilling

Krav 12.5.4—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Forhåndsinnstilling og forskyvninger skal beregnes som for lager, se [kapittel 12.4.4](#).

Krav 12.5.4—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Krefter som overføres mellom tilstøtende konstruksjonsdeler gjennom fugekonstruksjoner skal bestemmes på grunnlag av leverandørenes spesifikasjoner.

Veiledning til kravet

For enkelte typer store mattefuger vil det kunne bli forholdsvis store krefter. Flerelementfuger og armerte gummifuger vil også overføre krefter. For fingerfuger er kreftene i de fleste tilfellene beskjedne.

12.5.5 Fuger i kantdrager, føringskant og betongrekkverk

Krav 12.5.5—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Fuger skal bestå av en åpen spalte med dekkplate i rustfritt stål. Dekkplate skal forsenkes ≥ 30 mm i forhold til betongoverflata mot kjørebanelen og festes i den enden som først passerer i kjøreretningen. Det skal være minst to rader med festepunkter mot vegbanen, og skruedimensjoner skal være $\geq M10$. Nedre vertikale parti mot vegbanen skal ha festepunkter.

Veiledning til kravet

Forsenking gjøres for å hindre brøyteutstyr å huke tak i dekkplate og festepunktene. Det har vist seg i praksis at to rader med festepunkter er vesentlig bedre enn én, og et sår punkt med tanke på innfesting har vist seg å være nederst i den vertikale delen.

12.5.6 Åpne og tette fugekonstruksjoner

Krav 12.5.6—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Fugekonstruksjoner skal enten være vanntette eller åpne med kontrollert vannavrenning under. Selv om det er forutsatt vanntett fuge, skal det anordnes dryppneser i underkant av fugesengen slik at vann fra eventuell lekkasje ledes bort uten å komme i kontakt med underliggende konstruksjoner eller lagre. Det skal være mulig å ettermontere system for vannavrenning.

Veiledning til kravet

Vanntette fuger lekker som regel i større eller mindre grad, men de vil hindre sand, grus og jord i å komme ned i rommet under.

Krav 12.5.6—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Vanntette fugekonstruksjoner skal enten bøyes opp ved kantdrager/betongrekkverk eller føres rett ut gjennom utsparing i kantdrager/betongrekkverk. Ved gjennomføring i kantdrager/betongrekkverk skal overvann føres kontrollert ned utenfor konstruksjonen. Fugekonstruksjoner på bruer uten kantdrager skal utformes tilsvarende.

Veiledning til kravet

Det er ulike erfaringer med hensyn til hva som fungerer best. Det anbefales at bruforvalter involveres.

Krav 12.5.6—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Under åpen fugekonstruksjon skal det anordnes system for kontrollert vannavrenning dersom ikke vannet kan slippes kontrollert ned på underliggende terreng. Hvis det i framtiden vil kunne forventes vegsalting, skal den åpne fuga sikres slik at vannet ikke kommer i kontakt med konstruksjonsbetongen. Relevante krav fra [kapittel 12.6](#) skal legges til grunn.

Veiledning til kravet

Det vil fort kunne bli liggende mye sand og lignende i renner under fuger. Rennene anbefales derfor utformet med godt fall. Spylepunkt anbefales også vurdert.

12.5.7 Inspeksjon og vedlikehold

Krav 12.5.7—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Fugekonstruksjonen skal være tilgjengelig for inspeksjon fra undersiden, se [kapittel 3.4](#).

Veiledning til kravet

Dersom det anordnes vannrenne under fuga, vil det likevel være nødvendig å sikre at fuga er tilgjengelig.

12.6 Overvann

12.6.1 Generelt

Krav 12.6.1—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Overvann skal ivaretas, og det skal sikres at vannet tas videre til overvannssystem eller resipient.

Krav 12.6.1—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Det skal brukes materialer som ikke korroderer eller brytes ned som følge av ultrafiolett lys, temperatur, forurenset vann eller lignende. For innstøpte gjennomføringer skal det benyttes rustfritt stål.

Veiledning til kravet

Med innstøpte gjennomføringer menes gjennomføringer der det renner vann direkte i det innstøpte røret som for eksempel under sluk.

Krav 12.6.1—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Utløp skal erosjonssikres.

Veiledning til kravet

En mulig løsning for erosjonssikring er vist på brudetalj [\[10\]](#).

Krav 12.6.1—4 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Overvannssystem skal dimensjoneres for treminuttersregn med returperiode 200 år.

12.6.2 Steinsatt renne i bruende

Krav 12.6.2—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

For fugefrie bruer skal vannet føres kontrollert ned skråningen i bruenden ved å benytte ei steinsatt renne dersom dette er mulig med tanke på videre vannhåndtering.

Veiledning til kravet

En mulig løsning for utforming av steinsatt renne er vist på brudetalj [\[10\]](#).

12.6.3 Sluk

Krav 12.6.3—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Sluk skal plasseres nærmest mulig oppstrøms brufuge, i teoretisk lavbrekk i lengderetningen og i de laveste punktene i tverretning.

Veiledning til kravet

Det er ønskelig at så lite vann som mulig kommer ned i fuga uansett om den er vanntett eller ikke.

Krav 12.6.3—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Dersom vannet slippes fritt ned under brua, skal sluket plasseres lengst mulig unna søyler og landkar og på en slik måte at vannet ikke slippes ned eller blåses inn på brubjelker, underliggende veg, sporområder, parkeringsplasser eller lignende. Ved skinnegående trafikk under brua, skal respektive baneforvalters regler legges til grunn.

Veiledning til kravet

Det vil være lokale forskjeller på hvor lang avstand det vil være behov for. Bruer eksponert for mye vind vil for eksempel kreve lengre avstand enn bruer som ligger skjermet for vind.

Krav 12.6.3—3 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Dersom vannet føres kontrollert ned, skal slukplassering tilpasses dette.

Krav 12.6.3—4 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Rist og flytende, justerbar ramme for rist skal være i samsvar med kravene i *NS-EN 124-1* og *-2*. Retning på ristspalter skal danne 45° med kjøreretningen. Belastningsklasse skal være D 400. Ramme og rist skal være i seigjern/kulegrafittjern.

Veiledning til kravet

Løsningen er vist på brudetalj [\[10\]](#).

Kravet er koordinert med krav i vegnormal N200 Vegbygging for å sikre enhetlighet i vegnettet. Sluk vil uansett være kompromiss mellom krav til funksjon, drift, vedlikehold, trafiksikkerhet og universell utforming.

Renner med rist som brukes i for eksempel parkeringskjellere, er ikke egnet på bruer eller i kulverter. I overgangen mellom bunnplate i kulvert og tilstøtende veg anbefales det at vannet føres ut i grøft utenfor kulverten. Grøfta kan for eksempel ha sandfangskum med kuppelrist for bortledning av vann.

Krav 12.6.3—5 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Innvendig diameter for rør under sluk skal være ≥ 150 mm og fritt nedstikk under underkant brudekke skal være ≥ 200 mm. Det skal ikke være skjøtemuffe på røret i betongtverrsnittet. Sluket skal kunne tres ned i røret.

Veiledning til kravet

En mulig løsning for rør under sluk er vist på brudetalj [\[10\]](#).

Det er nødvendig å vurdere utstikket under brudekket avhengig av brutype. Det vil for eksempel være nødvendig å føre vannet kontrollert ned forbi brubjelker der det er fare for at vannet vil kunne blåse inn på bjelkene.

Krav 12.6.3—6 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

For bruer med belegningsklasse A3 skal flytende, justerbar ramme legges i asfalt og ikke støpes fast, fuges rundt eller lignende.

Veiledning til kravet

Løsningen er vist på brudetalj [\[10\]](#). Ved å legge flytende justerbar ramme i asfalt, vil det øke sannsynligheten betraktelig for at sluket kommer i det laveste punktet. Løsningen er også standardrutine for asfaltarbeidere.

Krav 12.6.3—7 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Nedsenket ramme for sluk i ståldekker skal utføres i rustfritt stål.

12.6.4 System for håndtering av vann

Krav 12.6.4—1 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Omfanget av langsgående overvannsledninger, glidemuffer, tverrsnittsoverganger, bend og rørkompensatorer skal begrenses. Overvannsledning som samler opp vann fra flere sluk, skal ikke henges på tvers av brua.

Krav 12.6.4—2 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Der vannet føres kontrollert ned ved søyle fra enkeltsluk, skal det benyttes rustfritt rør.

Krav 12.6.4—3 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Fastpunkt for ledning i endetverrbjelke skal utformes som innstøpt rustfritt rør med murkrage. Under fugekonstruksjon skal det være rørkompensator i rustfritt stål. Forhåndsinnstilling og forskyvninger av kompensatoren skal beregnes som for lager, se [kapittel 12.4.4](#). Krefter som overføres mellom tilstøtende konstruksjonsdeler gjennom kompensatoren, skal bestemmes på grunnlag av leverandørenes spesifikasjoner.

Veiledning til kravet

Det er fare for lekkasje ved bruk av glidemuffe for å ta opp bevegelsen.

Krav 12.6.4—4 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

For gjennomføring i brukasse fra sluk i brudekke til utløp under underkant brukasse, skal det benyttes rør i rustfritt stål. Røret skal ha sveiste skjøter og være støpt fast eller sveiset fast i topp og bunn. Røret skal ha maksimalt to bend med vinkel $\leq 15^\circ$.

Veiledning til kravet

Kravet gjelder der det er separat gjennomføring for hvert sluk. Dersom flere sluk kobles på samme ledningen, gjelder [krav 12.6.4—5](#).

Krav 12.6.4—5 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

For langsgående overvannsledning i brukasser, skal det benyttes rør i rustfritt stål, GRP eller PVC. Røret skal ha fastpunkt for hver rørlengde, og avstanden mellom fastpunktene skal være $\leq 6,0$ meter. Fastpunkt skal ha direkte kontakt med det vannførende røret. Behov for ekstra lengdefall, stakeluker, spylepunkter, isolering og varmekabler skal vurderes. Tilkobling til grenrør fra sluk, gjennomføringer i endetverrbjelker og rørkompensator skal utføres med krage og løslens. Det skal ikke kobles flere grenrør i samme punkt.

Veiledning til kravet

Ordinært rør vil kunne føres gjennom utsparinger i tverrbjelker dersom det ikke er behov for fastpunkt i tverrbjelken.

Langsgående overvannsledning vil både kunne være lokal for brua og samle overvann fra flere sluk eller føre overvann fra grøfter og kummer «oppstrøms» brua og gjennom brua. Overvannsledningen vil også kunne ha begge funksjoner.

For å sikre fastpunktets funksjon, er det viktig at det er direkte festet mot røret og at det ikke ligger for eksempel isolasjon mellom klammer og rør. Fastpunkt vil kunne bestå av ståklammer rundt røret festet i en stålkonsoll som i sin tur er festet i brukassa.

Overvannrør i brukasser vil bli liggende innendørs og skjermet for vær og vind. Det vil derfor kunne benyttes isolasjon med litt mindre krav til beskyttelse.

PE-rør vil kunne benyttes som grenrør fra rustfritt rør under sluk til langsgående ledning.

Krav 12.6.4—6 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2023

Krav i henhold til [kapittel 12.7.3](#) og [kapittel 12.7.5](#) skal ivaretas.

12.7 Elektriske anlegg, kabler, væske- og gassførende ledninger

12.7.1 Generelt

Krav 12.7.1—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Dimensjoner og festepunkter skal være bestemt før arbeidsgrunnlaget ferdigstilles.

Veiledning til kravet

Krav til prosjektering av elektriske anlegg er gitt i vegnormal N601 Sikkerhetskrav for elektriske anlegg i- og langs offentlig veg og i NEK 600 EL og ekom i vegtrafikksystem.

Det er viktig at prosjekteringen av elektriske anlegg, kabler, væske- og gassvæskeførende ledninger har kommet så langt når bygging påbegynnes at nødvendig informasjon for bygging er innarbeidet i arbeidsgrunnlaget. Størrelser og festepunkter er nødvendig å bestemme før bygging påbegynnes.

Krav 12.7.1—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Installasjonene skal være sikret mot påkjørsel og hæververk.

Krav 12.7.1—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Sikkerhetsinstrukser skal plasseres ved adkomståpninger. Installasjoner skal merkes med eier og eiers kontaktinformasjon. Behov for tilleggsmerking (installasjonstype, tekniske data osv.) skal vurderes.

Veiledning til kravet

Krav til instruksjoner for elektriske anlegg er gitt i vegnormal N601 Sikkerhetskrav for elektriske anlegg i- og langs offentlig veg.

Krav 12.7.1—4 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

For ledninger som fører vann, spillvann, overvann, fjernvarme, gasser og brennbare væsker skal det gjøres en separat vurdering av tekniske og økonomiske forhold, samt samfunnets forsyningsmessige sårbarhet ved brudd. Det skal også vurderes om installasjonene skal føres i, under eller utenom brua. Vurderingen skal dekke

- lekkasjer fra installasjonene
- fare for eksplosjoner eller brann
- trafikkulykker med påfølgende brann
- hæververk
- risikoen installasjonene utgjør for personer som utfører bruvedlikehold
- overgangssonen mellom bru og vegfylling

Krav 12.7.1—5 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Ved utforming av overgang mellom bruoverbygning og landkar skal det tas hensyn til bruas bevegelse, og forhåndsinnstilling skal gjøres på samme måte som for lagre, se [kapittel 12.4.4](#).

Veiledning til kravet

En mulig løsning for fuge i trekkerør er vist på brudetalj [\[10\]](#).

12.7.2 Trekkerør

Krav 12.7.2—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Trekkerør skal plasseres slik at det ikke blir stående vann i rørene. Trekkerørene skal ikke være lengre enn at forutsatt ledning er trekkbar for den aktuelle lengden.

Veiledning til kravet

Der det ikke er mulig å sikre nødvendig fall på rørene, vil det være nødvendig med drenering.

Rørbend med radius < 2000 mm frarådes, da dette vil gjøre det vanskelig å trekke ledning.

Krav 12.7.2—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2025

Følgende ledige trekkerør skal legges inn for framtidig bruk:

— 2 rør med innvendig diameter ≥ 110 mm

— 3 rør med innvendig diameter ≥ 40 mm

Veiledning til kravet

Kravet er resultat av målsettingen om å digitalisere Norge. I noen tilfeller kan det være behov for enda flere ledige trekkerør for framtidig bruk. Trekkerør kan være innstøpte eller plasseres på kabelstige, og de kan føres i bakken forbi konstruksjonen der det er hensiktsmessig. Sårbarhet for sabotasje og annen uforutsett påvirkning har betydning for valg av løsninger.

Krav 12.7.2—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Innstøpte trekkerør skal forsynes med muffe mot fri betongflate (forskaling), og trekkerør skal føres fram til trekkekum utenfor bruenden.

Veiledning til kravet

Løsning med muffe i bruende er vist på brudetalj [\[10\]](#). Løsningen vil kunne gjøre forskalingsarbeidet enklere da det ikke er nødvendig å ta hull i forskalingen, det er mindre sannsynlighet for skade på trekkerør i byggefasen, og det blir mulig å skifte rør utenfor brua i driftsfasen.

Erfaringer viser at trekkerør som ikke er ført fram til trekkekum, ikke blir brukt i driftsfasen, men at ledninger ofte blir festet på en mindre god måte utenpå tverrsnittet.

Krav 12.7.2—4 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Avstand fra innstøpte trekkerør for vegbelysning til rekkverksinnfestinger skal være ≥ 300 mm

Veiledning til kravet

Trekkerør for vegbelysning vil kunne føres fra kasse/bjelke/plate og ut i kantdrager eller legges i betongrekkverk.

Krav til vegbelysning er gitt i vegnormal N100 Veg- og gateutforming. Det anbefales at bruer forberedes for vegbelysning. For bruer med totallengde ≤ 30 meter, vil det være tilstrekkelig med ekstra trekkerør.

Krav 12.7.2—5 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Innstøpte trekkerør for annet enn veglyskabler, skal ligge innenfor konstruktiv armering og ikke plasseres i kantdragere, betongrekkverk, midtdelere, opphøyet gang- og sykkelanlegg eller fortau. Kravet om å ligge innenfor konstruktiv armering gjelder ikke der trekkerør går inn og ut av konstruksjonen.

Veiledning til kravet

Det er større sannsynlighet for at midtdeler, kantdrager eller betongrekkverk vil ha behov for vedlikehold enn resten av brua. Behovet vil for eksempel kunne komme som følge av påkjørsel. Det er da uheldig å måtte legge om ledninger som kanskje er viktige for samfunnet og ikke bare lokalt for vegstrekningen.

Fundamentering av rekkverk utenfor bruer vil kunne være til hinder for framføring av trekkerør. Dels vil stolpeavstanden kunne være for tett og dels monteres rekkverket etter at vegen er ferdig.

Krav 12.7.2—6 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Avstanden fra øverste innstøpte trekkerør til overkant konstruktivt brudekke skal være ≥ 300 mm for høyspenningskabler som ikke ligger i jordede metallrør.

Veiledning til kravet

For høyspenningskabler som ligger i jordede metallrør gjelder hovedregelen [krav 12.7.2—5](#). Det vil kunne benyttes innvendig plastrør i jordet metallrør.

Krav 12.7.2—7 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

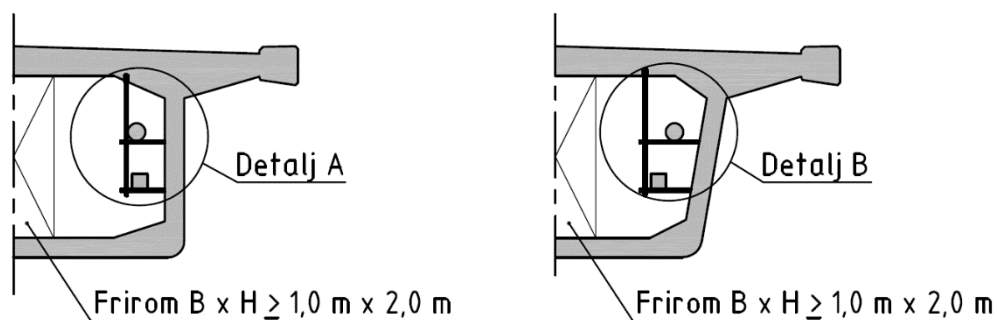
Armering som er tilnærmet parallell med høyspenningskabler innen en avstand på 200 mm skal for innstøpte trekkerør være sammenbundet med tverrarmring i krysningspunkter.

12.7.3 Plassering av ikke-innstøpte enheter

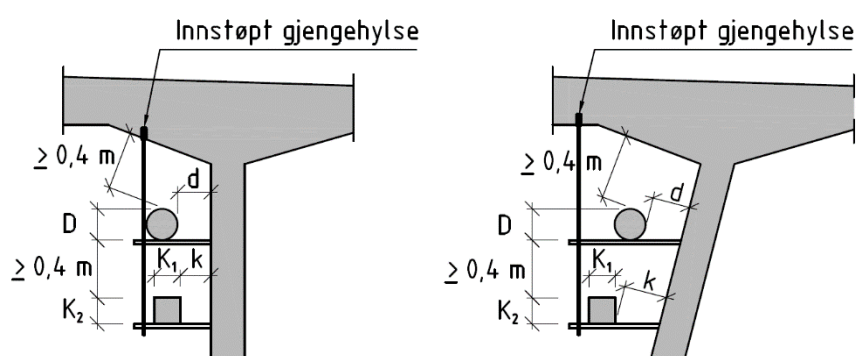
Krav 12.7.3—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Avstander til enheter som for eksempel ledninger og kabelstiger, skal følge krav i [figur 12.7.3—1](#), [figur 12.7.3—2](#) og [figur 12.7.3—3](#). Kravene gjelder ikke ved tverrskott og festepunkter. Dersom ledningene plasseres fritt under bruplate eller bruvinge, skal samme regler som inne i brukasser legges til grunn.



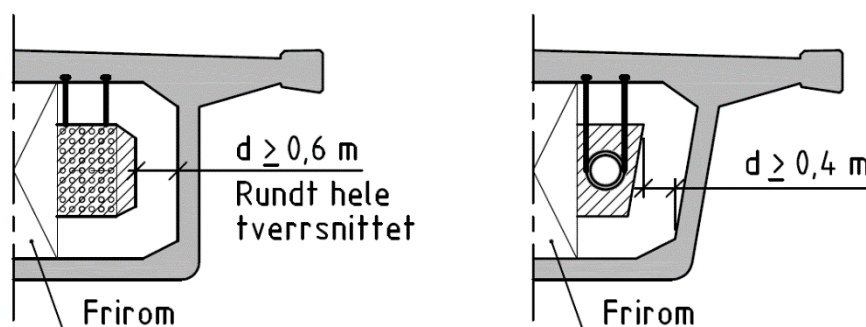
Figur 12.7.3—1 — Ledningsplassering i kassebru



Figur 12.7.3—2 — Detalj A og detalj B

- For runde enheter med $D \leq 300$ mm skal avstand til vegg, d , være $\geq 0,75 D$.
- For rektangulære enheter med $K_1 \leq 200$ mm skal avstand til vegg, k , være $\geq$ den største av K_1 og K_2 .

For større enheter gjelder kravene vist i [figur 12.7.3—3](#).



Figur 12.7.3—3 — Kabel- og ledningsplassering i kassebru, store enheter

Krav 12.7.3—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Festepunktene skal ikke ligge innenfor geometrikravene til hulrom som angitt i [kapittel 3.7](#).

Veiledning til kravet

Det anbefales at kabelstiger planlegges med hensyn til framtidig behov.

Løsning for føring mellom bjelker i prefabrikkerte bjelkebruer er vist i veiledning V426 Prefabrikkerte brubjelker.

12.7.4 Høyspenningskabler

Krav 12.7.4—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Avstand fra høyspenningskabel (ledere i trekant) til spennarmering som er tilnærmet parallell med kablen, skal være ≥ 500 mm. For høyspenningskabler med enledere i samme plan, skal kravet økes med 200 mm.

Veiledning til kravet

Kravet gjelder både for- og etterspent spennarmering.

Krav 12.7.4—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Der lederne ligger i flat forlegning, skal kravene gitt i [figur 12.7.3—1](#), [figur 12.7.3—2](#) og [figur 12.7.3—3](#) økes med 200 mm.

Krav 12.7.4—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

For høyspenningskabler forlagt på kabelstige skal det være $\geq 1,0$ meter fri bredde på den ene siden.

Veiledning til kravet

Kravet ivaretar tilkomst for inspeksjon.

Krav 12.7.4—4 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

For gjennomføringer av høyspenningskabler i stålkonstruksjoner som tverrbærere, tverrskott og lignende skal fri avstand fra kabler til konstruksjonsdeler være ≥ 200 mm.

Veiledning til kravet

Kravet forutsetter at det ikke er gjort brannhemmende tiltak.

12.7.5 Væskeførende ledninger

Krav 12.7.5—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Væskeførende ledninger skal vurderes frostsikret.

Krav 12.7.5—2 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Bruer med innvendig væskeførende ledninger skal forsynes med åpen drenering for å unngå fylling ved lekkasjer. Det skal ikke benyttes selvåpnende ventiler. Dreneringen skal dimensjoneres for fullt ledningsbrudd.

Veiledning til kravet

Det anbefales bruk av kuppelrist i støpejern, plassert slik at snublerisikoen minimeres. Kuppelrist vil hindre tetting som følge av manglende rydding. Kuppelrister i støpejern leveres i ulike størrelser.

12.7.6 Sikkerhetsinstallasjoner for luftfart og sjøtrafikk

Krav 12.7.6—1 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Bruer som vil kunne være et luftfartshinder, skal merkes.

Veiledning til kravet

Krav er gitt iforskrift om rapportering, registrering og merking av luftfartshinder [\[19\]](#).

Krav 12.7.6—2 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Bruer som går over farvann, skal utstyres med navigasjonsinnretninger og farvannsskilt. Merkingen skal avklares med Kystverket.

Veiledning til kravet

Krav er gitt iforskrift om farvannsskilt og navigasjonsinnretninger [\[20\]](#) og retningslinjer for utforming, tekniske krav til og plassering av navigasjonsinnretninger [\[21\]](#). Det vises også til Farledsnormalen [\[15\]](#).

12.8 Øvrig utstyr

12.8.1 Luker og dører

Krav 12.8.1—1 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Fra utsiden skal det være hensiktsmessig og trygg adkomst til innvendige rom for inspeksjon. Adkomster skal kunne stenges med låsbare luker eller dører. Låsbare luker og dører skal i en nødsituasjon kunne åpnes fra innsiden uten bruk av nøkkel. Dører skal enten prosjekteres spesielt for formålet eller være et produkt med spesifiserte egenskaper. Dører skal være i rustfritt stål.

Veiledning til kravet

Det anbefales at luker og dører ikke er tyngre enn at det er mulig for én person å åpne og lukke dem. Dette gjelder spesielt luker som ikke plasseres i vertikal flate.

Inn til for eksempel rom under fuge, vil dør i de fleste tilfeller kunne utformes med dørblad som en enkel stålplate med tykkelse ≥ 5 mm.

Egenskaper som kan være aktuelle å spesifisere, er angitt i NS-EN 14351-1.

Krav 12.8.1—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Hull i bunnplaten av brukasser der det ikke er plattform under, skal være utstyrt med fastskrudde luker.

Veiledning til kravet

Det vil kunne utsette personer for fare dersom luker uten plattform under åpnes ved en feiltakelse. Hullene vil kunne være for utskifting av utstyr som er for stort for dører og mannhull. Dempere til hengebruer vil være eksempler på slikt utstyr.

12.8.2 Trapper og gangbaner

Krav 12.8.2—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Trapper, reposer, plattformer og gangbaner skal ha rekkverk med høyde $\geq 1,20$ meter.

Krav 12.8.2—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Det skal installeres trapper og gangbaner i hulrom slik at det er mulig å inspisere flater og detaljer. Trapp i tårn/hul søyle skal ha avstigningsrepos ved hver åpning/utgang og hvilerepos for hvert 25. trinn.

Krav 12.8.2—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Underliggende fagverk/platebærer skal ha gangbane mellom bjelkene dersom høyden er som for kassebruer i henhold til [kapittel 3.7.1](#).

Krav 12.8.2—4 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Foran dører som ikke ligger på bakkenivå skal det være plattform sikret med rekkverk.

Krav 12.8.2—5 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Gangbaner og rette trapper skal ha bredde ≥ 800 mm. Spiraltrapp skal ha ytre radius ≥ 750 mm.

Veiledning til kravet

Krav til dimensjonering av trapper, reposer, plattformer og gangbaner er gitt i NS-EN 1991-2.

Krav 12.8.2—6 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Tårn/søyle med to bein som er forbundet skal ha trapp i begge beina, eventuelt heis i det ene og trapp i det andre.

Veiledning til kravet

Det frarådes bruk av ledere da disse er tunge å gå i, og løsningen er ikke hensiktsmessig for bruinspektører som bærer med seg mye tungt utstyr.

12.8.3 Inspeksjonsanordninger

Krav 12.8.3—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Det skal vurderes om henge- og skråstagsbruer med spennvidde ≥ 500 meter skal utstyres med inspeksjonsvogn.

Veiledning til kravet

En slik vurdering vil kunne være en kostnad-nytte-analyse.

Prosjekteringsgrunnlaget for inspeksjonsvogn skal sendes inn til teknisk kontroll avkonsept, se [kapittel 2.5](#).

Veiledning til kravet

Inspeksjonsvognen utformes i henhold til forskrift om maskiner [\[22\]](#). Videre i veiledningen følger anbefalinger for utforming av inspeksjonsvogn:

Avstivningsbærer anbefales tilrettelagt for inspeksjonsvogn med innebygd strukturell kapasitet.

Vogna anbefales å være om lag 3 meter bred i bruas lengderetning, og den anbefales å ha minst samme lengde som avstivningsbærerens bredde. Med en slik utforming vil det være mulig å frakte med seg utstyr og ha arbeidsplattform for prøvetaking og enkle reparasjoner.

Vogn for avstivningsbærer utformet som fagverk anbefales å ha en lengde lik avstanden mellom tverrbærerne. Vognas hoveddekke anbefales å ligge 300 – 400 mm under fagverket og i tillegg utstyres med en nedsenket plattform, 1,0 meter bred i bruas lengderetning og med samme lengde som hovedplattformen.

Nedsenket plattform på inspeksjonsvogn anbefales plassert 1,90 meter under fagverkets underkant og ha adkomst til hovedplattformen.

Vogn for avstivningsbærer utformet som kasse anbefales å ha dekke plassert 2,1 meter under avstivningsbæreren.

På hver side av avstivningsbæreren anbefales det å utstyre vogna med plattform med trapp som gir adkomst fra brubanen. Vogna inkludert adkomstordningene anbefales utstyrt med sklissikkert dekke.

Vogna anbefales dimensjonert for minimum (utover krav fra Arbeidstilsynet)

- flatelast 1,0 kN/m² og punktlast 2,0 kN med utstrekning 0,1 × 0,1 m² plassert i ugunstigste stilling
- bremselast lik 0,5 × vertikallasten
- vindlast som for avstivningsbæreren; vogna regnes innkledd, det vil si med tette vegger

Det anbefales at vogna har tilstrekkelig stivhet slik at den ikke sporer av når den lastes opp.

Vogna sikres mot enhver form for avsporing eller forkiling, for eksempel som følge av usymmetrisk bremsing eller framdrift. Ettersom vogna vil kunne forkile seg eller låse seg fast av andre grunner, anbefales det at motoren ikke er så kraftig at den skader vogna, men kobler ut før skader oppstår.

Vogna anbefales å ha tilstrekkelig bremseeffekt under alle forhold. I henhold til forskrift om maskiner [\[22\]](#) er det krav om nødbremseanlegg. Ved hjul som går på skinner vil dette kunne være for eksempel bremseklosser som griper om skinnen.

Vogna utstyres med motorframtrekk. Kabelframtrekk frarådes. Det anbefales at motoren bygges for å kunne stå ute, eller er demonterbar og egnet for manuell håndtering og utstyrt med bærehåndtak. Manuelt framtrekksystem anbefales som reserve.

Framdrifts- og bremsesystem ved hjelp av tannstangsystem anbefales vurdert.

Vogna anbefales utstyrt med nivåbryter for å kunne bytte mellom et lavere arbeidshastighetsnivå, og et høyere transporthastighetsnivå. Vognas hastighetskrav defineres ut fra sikkerhetskrav i NS-EN 1808. Vognas øvre hastighetsbegrensning anbefales vurdert opp mot tiden det tar å transportere vogna over brua, og det anbefales at det er mulig å trinnløst justere hastigheten.

Krav 12.8.3—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Bærekabler skal som et minimum utstyres med rekkverk eller sikkerhetstau dersom det er mulig å gå på dem. Stolpene skal ha stivhet sideveis. Behovet for inspeksjonsvogn skal vurderes i det enkelte tilfelle. Dersom det ikke er mulig å gå på kabelen, skal den utstyres med en inspeksjonsanordning.

Veiledning til kravet

Inspeksjonsanordning vil for eksempel kunne være en vogn som løper på bærekabelen, eventuelt på egen kabel.

Krav 12.8.3—4 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Behov for anordning for inspeksjon og vedlikehold av hengestenger skal vurderes i det enkelte tilfelle.

Krav 12.8.3—5 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Toppfeste for taubasert inspeksjon av tårn skal innarbeides og eventuelle mellomforankringer skal vurderes.

Veiledning til kravet

Rekkverk med stolper vil kunne fungere som toppfeste, men det vil ikke for eksempel et betongrekkverk kunne gjøre.

Øvrige innfestinger er omtalt i [kapittel 3.2](#).

12.8.4 Nivelleringsbolter

Krav 12.8.4—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Nivelleringsbolter festet i betong skal være av messing eller rustfritt stål og plasseres parvis på begge sider av brua, enten på kantdrager eller direkte i bruflata dersom den er uten kantdrager. For andre materialer enn betong der det er uhensiktsmessig med bolter, skal boltene erstattes med entydig bestemte og bestandige punkter. Avhengig av spennvidde gjelder følgende:

- For bruer med spennvidde $10 \text{ meter} \leq L < 50 \text{ meter}$ skal boltepar plasseres ved opplegg og i feltmidt.
- For bruer med spennvidde $\geq 50 \text{ meter}$ skal boltepar plasseres ved opplegg, i feltmidt og i 4-delspunktene.

Veiledning til kravet

En bestemt sveis vil kunne fungere som entydig bestemt og bestandig punkt i en stålkonstruksjon. Innfestingspunkt for rekkverk vil ikke kunne benyttes.

For andre konstruksjoner vurderes behovet for nivelleringsbolter i hvert enkelt tilfelle.

For enkelte store bruer vil det kunne være aktuelt å skanne brua.

12.8.5 Lysmaster og skiltmaster

Krav 12.8.5—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Festepunkter for master skal plasseres utenfor ytterrekkverk eller mellom rekkverk i midtdeler.

Veiledning til kravet

Det anbefales at lysmaster og skiltmaster plasseres utenfor bruene dersom det er mulig. Lys- og skiltmaster vil ofte kunne justeres noe i vegens lengderetning slik at det vil være mulig å minimere antallet plassert på bru.

Krav 12.8.5—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Der det er to parallelle bruer med felles mast mellom bruene, skal masten kun festes i den ene brua.

Veiledning til kravet

Festepunkter, konsoller osv. dimensjoneres for vindlaster i henhold til NS-EN 1991-1-4.

13 Bruer i driftsfasen

Kapittel 13 gjelder for bæreevneklassifisering og prosjektering av vedlikeholds-, forsterknings- og ombyggingstiltak på bruer i riks- og fylkesvegnettet.

[Kapittel 13.1](#) gjelder for bæreevneklassifisering av bruer i det kommunale vegnettet og det anbefales videre å legge resterende deler av kapittel 13 til grunn for prosjektering av vedlikeholds-, forsterknings- og ombyggingstiltak på kommunale bruer.

13.1 Grunnlag for bæreevneklassifisering og prosjektering av tiltak

Krav 13.1—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Trafikklaster som samsvarer med tillatte vekter og dimensjoner i vegnettet, skal benyttes. Disse er gitt i kapittel 5 i *forskrift om bruk av kjøretøy (kjøretøyforskriften)* [\[23\]](#).

Veiledning til kravet

Ekvivalentlaster, som dekker trafikklaster i henhold til forskrift om bruk av kjøretøy, er gitt i veiledning V412 Bæreevneklassifisering av bruer, laster. Grunnlag for fastsettelse av øvrige laster, lastkoeffisienter og lastkombinasjoner framgår av samme veiledning.

For bruer som er prosjektert etter forskriftslast SVV 1971 – SVV 1995, Oslo veivesens lastforskrift fra 1965 (OVV 1965) eller tilsvarende, er krav til bæreevne for trafikklaster ved prosjektering av tiltak delvis basert på forskriftslast SVV 1995. Denne er gitt i vedlegg til veiledning V412 Bæreevneklassifisering av bruer, laster.

Ved krav om at bruer i driftsfasen skal kontrolleres for engangstransporter tilsvarende LM3 for nye bruer, kan dette gjøres i henhold til veiledning V412 Bæreevneklassifisering av bruer, laster.

Bæreevneklassifisering og prosjektering av tiltak som er basert på veiledning V412 Bæreevneklassifisering av bruer, laster og veiledning V413 Bæreevneklassifisering av bruer, materialer, vil gi et akseptabelt sikkerhetsnivå.

Krav 13.1—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Materialparametere og materialkoeffisienter skal fastsettes slik at disse er i overensstemmelse med prosjekteringsstandards, materialframstilling og utførelse ved tidspunkt for prosjektering og bygging.

Veiledning til kravet

Materialparametere og materialkoeffisienter som er gitt i veiledning V413 Bæreevneklassifisering av bruer, materialer, kan benyttes ved bæreevneklassifisering og ved prosjektering av tiltak.

Bæreevneklassifisering og prosjektering av tiltak som er basert på veiledning V412 Bæreevneklassifisering av bruer, laster og veiledning V413 Bæreevneklassifisering av bruer, materialer, vil gi et akseptabelt sikkerhetsnivå.

13.2 Bæreevneklassifisering

13.2.1 Generelt

Krav 13.2.1—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Bæreevneklassifisering av bruer er å fastsette tillatte trafikklaster for bruer i driftsfasen. Ved bæreevneklassifisering skal følgende bestemmes/tas stilling til for hver enkelt bru:

- Bruas høyeste tillatte bruksklasse (for eksempel Bk 10/50).
- Veggruppe knyttet til bruksklasse (for eksempel Bk 10/50 Veggruppe A).
- Bruas bæreevne for motorredskap med største aksellast på 12 tonn/største totalvekt på 65 tonn (Sv 12/65).
- Bruas bæreevne for spesialtransport med største aksellast på 12 tonn/største totalvekt på 100 tonn (Sv 12/100).
- Tillatt belegningsvekt på brua.
- Behov for tidsbegrensning av bæreevneklassifiseringen.
- En vurdering av sårbarhet i forhold til bæreevne (sårbar bæreevne).

Veiledning til kravet

Vegdirektoratet er eneste instans som har hjemmel til å fastsette bæreevne for bruer i riks- og fylkesvegnettet. Disse er gitt i følgende:

Riksvegbruer: Samferdselsdepartementets Instruks for Statens vegvesen § 3 som er utdypet i kapittel 2.3 i retningslinje R411 Bruforvaltning riksveg – forvaltning av bærende konstruksjoner på riksveg.

Fylkesvegbruer: Forskrift om standarder, fravik, kontroll, godkjenning, m.m. ved prosjektering, bygging og forvaltning av bru, ferjekai og annen bærende konstruksjon på fylkesveg (bruforskrift for fylkesveg) [2].

Prosedyre for kommunikasjon med Vegdirektoratet om bæreevne på bruer er gitt på Statens vegvesens hjemmeside [8].

E-postadressen Bæreevneklassifisering_Bruer@vegvesen.nobrukes for å informere/varsle om forhold som kan endre bæreevneklassifiseringen og for innsending av dokumentasjon.

Når nye bruer settes i trafikk eller forsterkning/ombygging som gir endringer i bæreevne slutføres, meddeles dette til Vegdirektoratet slik at bæreevne kan fastsettes/revideres. Dette gjøres ved registrering eller ajourføring av bæreevnedata i databasen (bæreevne-modulen i Brutus). I påvente av «som bygd»-dokumentasjon kan bæreevne dokumenteres ved å oversende siste revisjon av oversiktstegning.

Etter utført bæreevneklassifisering, oversendes resultat med dokumentasjon til Vegdirektoratet for gjennomgang/kontroll og registrering av reviderte bæreevnedata i databasen.

Dersom det avdekkes skader som kan medføre at bæreevne er for lav i forhold til gjeldende bæreevneklassifisering, er normal saksgang at dette meddeles Vegdirektoratet innen rimelig tid. Det samme gjelder dersom forutsetninger for gjeldende bæreevneklassifisering ikke er tilfredsstillende (f.eks. for høy belegningsvekt eventuelt også i kombinasjon med risiko for kjøring ut på vinger eller fortau på grunn av for liten oppkant fra vegbanen) eller ved andre forhold som har betydning for bæreevneklassifiseringen.

Sårbar bæreevne er et "flagg" som brukes for å få fram at det er usikkerheter ved bruas bæreevne. Når usikkerhet er knyttet til bæreevneklassifiseringen registreres dette av Vegdirektoratet ved fastsettelse av bæreevne. Vegeier, normalt gjennom bruforvalter, kan også bruke "flagget" for å få fram bæreevnerelaterte usikkerheter som for eksempel dårlig tilstand eller for stor belegningsvekt. Når det er registrert sårbar bæreevne, kan det være behov for å gjøre ny ROS-analyse for å vurdere

inspeksjonsintervaller. Det kan også være nødvendig å utføre korrigerende tiltak for å lukke sårbarhet.

Typiske metoder for bæreevneklassifisering er:

- Bæreevneklassifisering basert på sammenligning mot bruas forskriftslaster ved prosjektering.
- Bæreevneklassifisering basert på sammenligning mot gjeldende bæreevneklassifisering for brua.
- Bæreevneklassifisering basert på detaljberegning med belastning fra trafikklaste i henhold til forskrift om bruk av kjøretøy [\[23\]](#) og påvisning av tilfredsstillende bæreevne i kritiske snitt.
- Bæreevneklassifisering basert på prøvebelastning ved at brua påføres kjent belastning i et definert belastningsprogram og måling av bruas respons.
- Bæreevneklassifisering basert på historikk. Metoden kan bare brukes for korte, fritt opplagte bruspenn begrenset opp til 5 meter ved mangelfull dokumentasjon og når annen metode ikke kan brukes.

Normalt brukes bæreevneklassifisering basert på sammenligning eller detaljberegning. Øvrige metoder benyttes i vesentlig grad av Vegdirektoratet eller i samarbeid med Vegdirektoratet.

For å redusere omfang av detaljberegning kan følgende forutsetninger/begrensninger brukes:

- Når bruksklasse blir lavere enn Bk 10/50 vil brua ikke ha bæreevne for Sv 12/65 og Sv 12/100. Detaljberegning for Sv 12/65 og Sv 12/100 kan derfor utgå.
- Bruer som har føringsbredder som tillater to tunge lastfelt, bæreevneklassifiseres automatisk i Veggruppe A i henhold til forskrift om bruk av kjøretøy. Detaljberegning for Veggruppe A kan derfor utgå.
- Smale bruer med et tungt lastfelt som har bæreevne for Bk 10/50 og høyere, men ikke for Veggruppe A, vil heller ikke ha bæreevne for Sv 12/65 eller Sv 12/100. Detaljberegning for Sv 12/65 og Sv 12/100 kan derfor utgå.
- Bruer som etter detaljberegning har fått påvist bæreevne for Sv 12/100 uten restriksjoner, kan samtidig klassifiseres for Bk 10/60 Veggruppe A og Sv 12/65 uten ytterligere detaljberegninger.
- Fritt opplagte bruer, kulverter og rør med spenn opp til 5 meter med bæreevne for Bk 10/50 (og Bk 10/60 som vil gi samme belastning som Bk 10/50) kan også klassifiseres for Veggruppe A og Sv 12/65 uten ytterligere detaljberegninger.

13.2.2 Tilstand

Krav 13.2.2—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Bæreevneklassifisering skal ta hensyn til bruas tilstand og sannsynlige, fremtidige tilstandsutvikling.

13.2.3 Tidsbegrensning

Krav 13.2.3—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Bæreevneklassifisering skal tidsbegrenses dersom det kan forventes en tilstandsutvikling som på sikt vil redusere bæreevnen så mye at tillatte trafikklaste vil gi overskridelser.

Krav 13.2.3—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Når det aksepteres redusert sikkerhetsnivå for tillatte trafikklaster sammen med bæreevneklassifisering med tidsbegrensning, skal risiko (sannsynlighet og konsekvens) ved redusert sikkerhetsnivå beskrives. Eventuelle avbøtende tiltak som da inngår som en del av forvaltningen av brua skal angis.

Veiledning til kravet

Typisk avbøtende tiltak er inspeksjon av deler av brua som har høy bæreevnemessig utnyttelse for å avdekke skader og skadeutvikling. Inspeksjonsintervall fastsettes slik at skader kan avdekkes i god tid før kritiske tverrsnitt blir alvorlig svekket.

13.2.4 Sårbar bæreevne

Krav 13.2.4—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Som en del av bæreevneklassifiseringen, skal det vurderes om brua har sårbar bæreevne.

Veiledning til kravet

Grunnlag for vurdering av sårbarhet er omfang og kvalitet på dokumentasjon og bæresystemets evne til å ta opp og omfordele belastning.

Krav 13.2.4—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Det skal angis sårbar bæreevne i følgende tilfeller:

- Når bæreevneklassifisering er basert på historikk.
- Ved usikker tilstand som kan ha betydning for bæreevne.
- Ved bæreevneklassifisering med tidsbegrensning på grunn av forventet framtidig tilstandsutvikling.
- Ved bæreevneklassifisering med tidsbegrensning som følge av redusert sikkerhetsnivå for tillatte trafikklaster.

13.2.5 Belegningsvekt

Krav 13.2.5—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

For bruer som er prosjektert for forskriftslast SVV 1971 eller nyere og hvor bæreevneklassifisering baseres på forskriftslast, er største tillatte belegningsvekt i utgangspunktet lik dimensjonerende belegningsvekt ved prosjekteringen dersom det ikke gjøres en nærmere vurdering, se [krav 13.5.1—4](#).

Veiledning til kravet

Tabell 13.2.5—1 — Historikk, dimensjonerende belegningsvekter

Forskriftslast	Belegningsvekt (kN/m²)	Merknad
SVV 1971 og eldre	0	
SVV 1986	1,5	
SVV 1995	2,0	
SVV 1995 Revisjon i 2006	2,0 – 5,0	Avhengig av spennvidde og trafikkmengde
SVV 2010	2,0 – 5,0	Avhengig av spennvidde og trafikkmengde
SVV 2010 Revisjon 2015	2,0 – 3,5	Avhengig av spennvidde

Innhold i tabell må brukes med forsiktighet da avvik kan forekomme. Spesielt gjelder dette bruer med lange spenn.

Tabellen angir minste dimensjonerende belegningsvekt. For forskriftslast SVV 1971 og eldre kan bruene i mange tilfeller være dimensjonert for belegningsvekt selv om det ikke var krav om det.

Ved prosjektering av bruer med betongslitelag har praksis vært ulik. I noen tilfeller inngikk betongslitelaget i dimensjonerende belegningsvekt og tanken var da at det skulle freses ned før legging av fuktisolering/asfalt i driftsfasen. I andre tilfeller ble dimensjonerende belegningsvekt valgt høyere for å begrense omfang av fresing ved fornying av belegning i driftsfasen med fuktisolering og asphalt.

Krav 13.2.5—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Ved bæreevneklassifisering basert på detaljberegning skal største tillatte belegningsvekt fastsettes for hver enkelt type trafikklast (bruksklasse, vegggruppe, Sv 12/65 og Sv 12/100).

Veiledning til kravet

1,5 kN/m² er minste anbefalte belegningsvekt for at belegningen skal være enkel å fornye uten at fuktisoleringen skades av hjulspor eller fresing av asphalt. Hvis mulig, anbefales det å benytte 2 kN/m² som utgangspunkt for bæreevneklassifiseringen.

I mange tilfeller kan det ligge mye asphalt på eldre bruer og fresing kan være problematisk av hensyn til tilstøtende veg. Belegningstykkelser fastsettes da slik at omfang av fresing begrenses så mye som mulig.

Tillatt belegningsvekt blir den laveste av belegningsvektene som tilhører trafikklastene som brua bæreevneklassifiseres for.

13.3 Vurdering av ferjekaiers egnethet for ferjer

Krav 13.3—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Før nye ferjer settes inn i et samband skal det gjøres en vurdering av ferjekaias egnethet for ferjene.

Krav 13.3—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Ferjekaias egnethet for ferjer skal vurderes med hensyn til

- vær- og havneforhold
- aktuell ferjes fysiske mål som effektiv lengde, største bredde, bredde ved fallport, recessbredde, avstand fra vannspeil til recess og bildekk, største dyptgående inkludert utstikk, beliggenhet og størrelse til bulb, vindareal på ferja og største deplasement
- ferjekaias utrustning med fortøyningsarrangement, fenderverk, effektiv lengde på tilleggskai, senterlinjeavstand, bredde ferjekaibru, erosjonssikring og grunnforhold
- ferjekaias tilstand
- trafiksikkerhet

Veiledning til kravet

Ferjekaias tilstand, det gjelder bådetilhørende konstruksjoner og fyllinger med erosjonsbeskyttelse, vurderes i forhold til aktuell ferje. Det kan antas en tilstand basert på inspeksjon av de kritiske bærende kaielementene. Ved vurdering av fylling og erosjonssikring av fylling tas det hensyn til ferjas fremdriftssystem, deplasement, og fysiske mål.

Krav 13.3—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Ferjas bredde skal kontrolleres mot senterlinjeavstand og bredde på ferjekaibru. Åpninger skal sikres med egnet rekkverk eller lignende.

Krav 13.3—4 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Basert på vurderinger vil kravet om at $\geq 3/4$ av ferja skal være dekket av ferjekaias effektive lengde etter [krav 4.8.2—2](#) kunne vurderes redusert ved spesielt gunstige forhold. Effektiv kailengde skal ikke være $< 2/3$ av ferjas effektive lengde.

Krav 13.3—5 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Det skal dokumenteres at energimengden fra aktuell ferje kan tas opp via fendere på tilleggskai og bak ferjekaibru og videre av ferjekaia ned i fundamentene.

Energimengden fra ferje ved anløp skal beregnes etter følgende formel:

$$E = C \cdot \frac{v^2 \cdot D}{2} \quad (13.3—1)$$

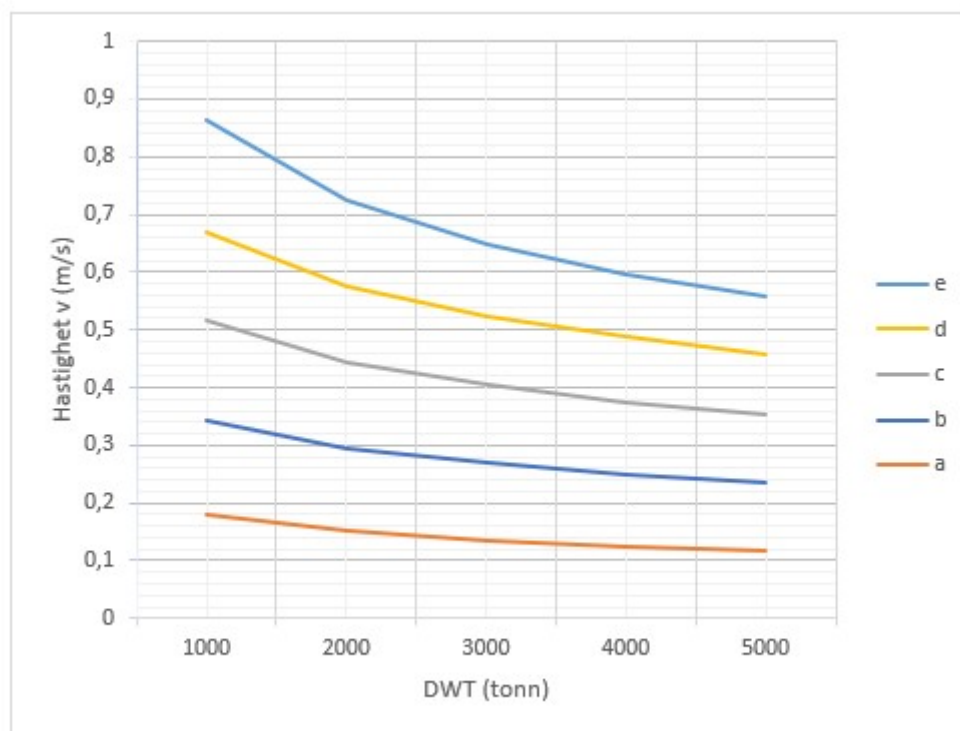
v	ferjas maksimale hastighet vinkelrett på tilleggskaias fenderfront ved sammenstøt eller ferjas maksimale hastighet ved sammenstøt mot ferjekaibru (m/s)
D	ferjas maksimale deplasement i tonn
C	faktor for tillegg i ferjas deplasement på grunn av medfølgende vannmasser under fart

Veiledning til kravet

Hastighet ved sammenstøt avhenger av enkelt eller vanskelig tillegg, eksponering ved ferjekaia og ferjas størrelse. Forhold som påvirker hastigheten ved sammenstøt deles normalt inn i fem kategorier i henhold til retningslinjer fra PIANC (Permanent International Association of Navigation Congress) for beregning av fenderverk:

- *a - enkelt tillegg, skjermet (ikke eksponert for bølger og/eller strøm)*
- *b - vanskelig tillegg, skjermet (ikke eksponert for bølger og/eller strøm)*
- *c - enkelt tillegg, eksponert for bølger og/eller strøm*
- *d - vanskelig tillegg, eksponert for bølger og/eller strøm*
- *e - vanskelige navigasjonsforhold, eksponert for bølger og/eller strøm*

2 Faktoren C settes til 1,5 for sideveis tillegg mot tilleggskai og 1,1 for langsgående tillegg mot ferjekaibru.



Figur 13.3—1 — Hastighet v (m/s)[PIANC Guidelines for the Design of fender systems]

Formel (13.3—1) benyttes når nye ferjer skal trafikkere eksisterende ferjekaier, og det ikke er aktuelt med ombygging/forsterkning av ferjekaia.

For å sikre at kjøretøy har plass til å kjøre inn på kaia i forbindelse med vedlikehold eller annet arbeid, anbefales en fri bredde $\geq 3,5$ meter ved installasjoner eller annet utstyr. Merk da at dimensjonerende nyttelast for deler av ferjekaier som ikke inngår i ordinær veg (tilleggskaier og tilsvarende konstruksjoner), i de fleste tilfeller er en jevnt fordelt last. Denne vil ikke gi tilfredsstillende bæreevne for alle typer kjøretøy som er tillatt i det offentlige vegnettet uten at dette påvises ved detaljert bæreevneklassifisering.

13.4 Forsterking og ombygging av ferjekaier

Ferjekaier klassifiseres etter størrelse på kaiene i henhold til «klasse» i [tabell 4.8.4—1](#) og [tabell 4.8.4—2](#).

Krav 13.4—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Ved forsterkning eller ombygging skal det benyttes laster etter [tabell 4.8.4—1](#) og [tabell 4.8.4—2](#) dersom det ikke gjøres mer nøyaktige beregninger.

Krav 13.4—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Ved forsterkning eller ombygging av ferjekaier skal det vurderes å heve ferjekaia opp til neste «klasse», slik at større ferjer kan benytte sambandet. Krav som er gitt i [kapittel 4.8.2](#) sammen med forutsetninger som er gitt i [kapittel 4.8.1](#) skal følges.

Krav 13.4—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Plassering av utstyr og behov for fri bredde på ferjekaia skal utredes og synliggjøres i arbeidsgrunnlaget.

13.5 Prosjekteringsforutsetninger

Det anbefales å gjennomføre LCC- og eventuelt også LCA-analyser for å finne optimal strategi når det er aktuelt å utføre omfattende vedlikeholdsarbeider eller større ombygging/forsterkningsarbeider. I mange tilfeller kan bygging av ny bru være mest fordelaktig. Utskifting anbefales derfor som en av strategiene som vurderes.

Ombygging/forsterkning anbefales være så omfattende at helheten ivaretas. Det betyr at tiltak planlegges slik at tilstand, trafiksikkerhet, fremkommelighet og bæreevne blir ivaretatt i dimensjonerende brukstid for tiltaket. Dimensjonerende brukstid fastsettes spesielt for den enkelte bru og en LCC-analyse kan da gi et godt grunnlag for å optimalisere denne.

Det anbefales å se tiltak på bruer i sammenheng med resten av vegnettet. *Vegnormal N100 Veg- og gateutforming* gir føringer for prosjektering av tiltak på bruer i driftsfasen. I det etterfølgende er det definert krav for å sikre at bruer vies tilstrekkelig oppmerksomhet når disse inngår i en punktutbedring, en strekningsvis utbedring eller skal gjenbrukes som en del av et nytt vegsystem (nyanlegg). *Vegnormal N100 Veg- og gateutforming* definerer punktutbedring, strekningsvis utbedring og nytt vegsystem (nyanlegg).

Inyanlegg kan det forekomme at bruer i linja gjenbrukes. Det gjelder også for overgangsbruer. I slike tilfeller er krav i *vegnormal N100 Veg- og gateutforming* for bygging av ny veg også gjeldende for eksisterende bruer i linja og disse bygges om i den grad det er nødvendig for å tilfredsstille kravene. Overgangsbruer vurderes spesielt i forhold til omfang av arbeider på tilhørende veg og tilhørende krav i *vegnormal N100 Veg- og gateutforming*.

Vegnormal N101 Trafikksikkert sideterreng og vegsikringsutstyr er gjeldende også for bruer i driftsfasen. Ved utskifting av rekkverk er det viktig å kontrollere at innfesting til eksisterende konstruksjon har kapasitet i henhold til krav i *vegnormal N101 Trafikksikkert sideterreng og vegsikringsutstyr*.

Kjemiske ankere anbefales ikke som strekkforankring av rekkverk i forkant av fotplate inn mot vegbanen. Det er svært fordelaktig at strekkforankringen er gjennomgående i bruplaten med mothold i stålplate(r) på undersiden. Spalte mellom borhull og gjengestag kan injiseres for å tette mot vann. Denne innfestingen vil være vesentlig mer robust enn når det brukes kjemiske ankere som vil være mer ømfintlige. Det gjøres spesielt oppmerksom på at bruk av kjemiske ankere ikke er tillatt når nytt rekkverk festes inn i ny påstøp som igjen er forbundet til eksisterende konstruksjon, se også [krav 8.8.11—4](#).

13.5.1 Generelt

Krav 13.5.1—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Det skal framgå av arbeidsgrunnlaget om tiltaket er punktutbedring eller om det inngår som en del av en strekningsvis utbedring.

Veiledning til kravet

Regelverk som et tiltak skal prosjekteres og kontrolleres etter, vil være avhengig av om tiltaket er definert som punktutbedring eller strekningsvis utbedring:

- *Vegnormal N100 Veg- og gateutforming setter krav til standard ved strekningsvis utbedring, men ikke ved punktutbedring.*
- *Vegnormal N101 Trafikksikkert sideterreng og vegsikringsutstyr setter samme krav til punktutbedring og strekningsvis utbedring.*
- *Vegnormal N400 Bruprosjektering kapittel 13 skiller mellom punktutbedring og strekningsvis utbedring for valg av f.eks. forsterkningsklasse.*

Krav 13.5.1—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Prosjektering av tiltak på bruer med forskriftslast SVV1969 og eldre skal gjøres slik at gjeldende bæreevneklassifisering som minimum blir opprettholdt.

Krav 13.5.1—3 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Prosjektering av tiltak på bruer med forskriftslast SVV 1971 – SVV 1995 og OVV 1965 eller tilsvarende skal tilstrebes å gjøres slik at bruas bæreevne for trafikklaster og belegningsvekt blir opprettholdt.

Krav 13.5.1—4 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

For bruer som er prosjektert for forskriftslast SVV 1971 og nyere og hvor regelverk som er lagt til grunn for prosjekteringen har lavere dimensjonerende belegningsvekt enn ønskelig eller når denne ikke framgår av dokumentasjon, kan deler av bæreevnereserve benyttes for å ta opp belegningsvekt. Når dette gjøres, skal bæreevne for trafikklaster minst være:

- Bk 10/60, Sv 12/65 og Sv 12/100 uten restriksjoner for bruer som belastes med to tunge lastfelt (to eller flere spor)
- Bk 10/60, Sv 12/65 og Sv 12/100 med restriksjoner for bruer som belastes med et tungt lastfelt (et spor)

Veiledning til kravet

Bruer prosjekteres for en brukstid på 100 år, og det tas høyde for framtidige økninger i trafikklaster. Det er derfor ikke ønskelig at deler av denne bæreevnereserven brukes opp ved å øke belegningsvekten. Samtidig er erfaringen at det er helt nødvendig å beskytte brudekker mot tinesalter for å oppnå 100 års brukstid.

Når bæreevnereserve brukes for å ta opp belegningsvekt, er det spesielt viktig at belegningstykkelser registreres i databasen (Brutus). Dette fordi belegningsvekten vil bruke en del av bæreevnereservene som da ikke vil være tilgjengelige hvis det søkes om å gjennomføre tunge spesialtransporter/ engangstransporter.

Krav 13.5.1—5 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

For bruer som er prosjektert for forskriftslast SVV 2010 skal gjeldende regelverk for nye bruer legges til grunn for prosjekteringen.

Krav 13.5.1—6 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Behov for bæreevnekontroll/forsterkning for spesialtransporter/engangstransporter utover det som dekkes av Veggruppe og Sv 12/100 skal vurderes. Eventuell forsterkning prosjekteres for de aksellaster/akselkonfigurasjoner som er dekkende innenfor dimensjonerende brukstid for utbedringen.

Veiledning til kravet

Behov avklares i hvert enkelt tilfelle. Spesielt er det viktig å legge til rette for fremtidige behov knyttet til fornying/utbygging av kraftverk og elforsyningsnett.

Krav 13.5.1—7 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Bestandighet for nye deler skal som minimum være som for eksisterende bru da den ble bygd. Dersom ytre miljøpåvirkning ble undervurdert eller har endret seg etter at brua ble bygd, skal bestandighet forbedres i den grad det er nødvendig for å sikre uniform gjenværende brukstid for hele brua.

Krav 13.5.1—8 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Detaljering og utforming skal i utgangspunktet tilfredsstille krav til nye bruer, men tilpasses eksisterende konstruksjon når denne er begrensende.

13.5.2 Forsterkningsklasser

Krav 13.5.2—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Dimensjonerende forsterkningsklasser for forsterkning/ombygging av vegbruer som har forskriftslast SVV 1969 og eldre og ferjekaibruer som har forskriftslast SVV 1995 og eldre velges fra [tabell 13.5.2—1](#).

Tabell 13.5.2—1 — Dimensjonerende forsterkningsklasser

Forsterkningsklasse					
Klasse	Bruks-klasse	Veg-gruppe	Sv 12/65	Sv 12/100	Belegningsvekt (minste) ^{a, b}
0	Nåværende	Nåværende	Nåværende	Nåværende	Nåværende
1	Velges	Velges	Velges	Velges	Velges
2	Bk 10/60	A	Nei	Nei	2,0 kN/m ²
3	Bk 10/60	A	Nei	Ja, med restriksjoner	2,0 kN/m ²
4	Bk 10/60	A	Ja	Ja, med restriksjoner	2,0 kN/m ²
5	Bk 10/60	A	Ja	Ja, uten restriksjoner	2,0 kN/m ²

a Krav til belegningsvekt gjelder ikke for bruer med lette brudekker som f.eks. gitterrister, aluminiumsprofiler, ortotrope ståldekker og kompositt.

b Krav til belegningsvekt gjelder kun for vegbruer, men kan med fordel også brukes for gang- og sykkelvegbruer.

Veiledning til kravet

For å få mest mulig nytte av investert kapital er det viktig at tillatt bæreevne for enkeltbruer i et vegsystem sees i sammenheng. Vegeier anbefales å fastsette forsterkningsklasse basert på brukernes behov, og de begrensninger bæreevne for vegen og tilstøtende bruer i samme vegstrekning gir.

Det anbefales det å velge så høy forsterkningsklasse som mulig innenfor rammene av hva som er oppnåelig, men uten at det brukes uforholdsmessig mye ressurser på tiltaket. Dersom dette ikke resulterer i en bæreevne som er tilfredsstillende, kan utskifting være et fornuftig alternativ.

Forsterkningsklasse 0 brukes for å gjenopprette tapt bæreevne som følge av skadeutvikling.

Forsterkningsklasse 1 brukes for bruer med bruksklasse Bk T8/40 og lavere hvor det er urealistisk eller ikke behov for å forsterke for Bk 10/60. Forsterkningsnivå fastlegges i hvert enkelt prosjekt.

Forsterkningsklasse 2 anbefales som minste forsterkningsnivå for 1-spors vegbruer, det vil si bruer med føringsbredde som gir ett spor med tung trafikklast. Den åpner for tyngste aksellast/totalvekt for normaltransport, tømmer- og modulvogntog (Bk 10/60), spesialtransport opp til 65 tonn totalvekt med tidsuavhengig dispensasjon (Veggruppe A uten følge, fri kjøring) og spesialtransport med totalvekt opp til 80 tonn (Veggruppe A med følge). Motorredskaper som 2- og 3-akslede mobilkraner med totalvekt opp til 36 tonn totalvekt kan kjøre med tidsuavhengig dispensasjon (fri kjøring).

Forsterkningsklasse 3 anbefales som minste forsterkningsnivå for 2-spors vegbruer, det vil si bruer med føringsbredde som gir 2 spor med tung trafikklast. Den åpner for tyngste aksellast/totalvekt for normaltransport, tømmer- og modulvogntog, spesialtransport opp til 65 tonn totalvekt med tidsuavhengig dispensasjon (fri kjøring) og spesialtransport med totalvekt opp til 100 tonn (Sv 12/100 med følge). Motorredskaper som 2- og 3-akslede mobilkraner med totalvekt opp til 36 tonn totalvekt, kan kjøre med tidsuavhengig dispensasjon (fri kjøring). Tyngre motorredskaper som 4-, 5- og 6-akslede mobilkraner (tilsvarende Sv 12/65) kan få tidsbegrenset dispensasjon og kjøre med følge.

Forsterkningsklasse 4 anbefales som minste forsterkningsnivå for vegbruer med forskriftslast SVV 1969 og ferjekaibruer. Den åpner for tyngste aksellast/totalvekt i alle forskriftsfestede vegnett, men kan ha restriksjoner for spesialtransport Sv 12/100 (kjøring med følge).

Forsterkningsklasse 5 er beste forsterkningsklasse. Den åpner for tyngste aksellast/totalvekt i alle forskriftsfestede vegnett og uten at det er restriksjoner for spesialtransport Sv 12/100.

Dersom vegen skal brukes som omkjøringsveg, er det viktig å oppnå tilstrekkelig bæreevne for alle trafikkklaster som er tillatt etter veglistene [24] i den vegen som skal ha omkjøring. Hvis dette ikke er tilfredsstillt, vil håndtering av kjøretøy som gir trafikkklaster som ikke er tillatt i omkjøringsvegen bli en utfordring. Normalt vil forsterkningsklasse 4 være nødvendig for å oppnå en funksjonell omkjøringsveg.

Lastforskrift SVV 1971 og nyere har lavere trafikkklaster for prosjektering av ferjekaibruer enn for vegbruer. For lastforskrift SVV 1971 – SVV 1995 (Internordisk trafikklast) er differansen stor, for SVV 2010 er denne redusert.

Krav 13.5.2—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

For bruer med lette brudekker skal valg av belegningsvekt begrunnes i forhold til egnet løsning.

Veiledning til kravet

Tynne belegninger kan være krevende og kostbart å vedlikeholde. Det er derfor fordelaktig å prøve å finne et belegningssystem som kan freses ned og fornyes uten at underliggende brudekke frilegges.

13.5.3 Ombygging av overbygning

Krav 13.5.3—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2024

Ved breddeutvidelse av bruer som er så omfattende at gammel del kan komme til å bli skiftet ut på et senere tidspunkt, mens ny del gjenbrukes, skal ny del prosjekteres etter gjeldende prosjekteringsstandarder for nye bruer.

13.5.4 Utskifting av bruoverbygning

Krav 13.5.4—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Ny bruoverbygning skal prosjekteres etter gjeldende prosjekteringsstandarder for nye bruer.

Veiledning til kravet

En mulig løsning for utskifting av overbygning er vist i veiledning V427 Platebruer - utskifting av bruplate på eksisterende bruer. Veiledningen inneholder forhåndsgodkjente tegninger til bruk som grunnlag for utskifting av bruplate i spennområde fra 2,5 - 15 meter på eksisterende bruer.

Løsningen kan også være aktuell ved utskifting av overbygninger med bjelketverrsnitt, men vær da spesielt oppmerksom på vektøkning på underbygning.

Krav 13.5.4—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Ved prosjektering av ny bruoverbygning på fylkesvegbru kan det benyttes en redusert trafikklast ved dimensjonering, men den skal ikke settes lavere enn for ferjekaibruer i henhold til § 3 i trafikklastforskrift for bruer m.m. [5].

Veiledning til kravet

Dette er blant annet aktuelt for lavtrafikkerte bruer når stabilitet og bæreevne for fundamentering og underbygning vurderes som så lav og refundamentering så kostbart at det sannsynligvis vil være bortkastet å dimensjonere for full trafikklast etter gjeldende prosjekteringsstandarder for nye bruer.

Krav 13.5.4—3 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Brubredde skal vurderes i forhold til tilstøtende veg og velges slik at brua som minimum får enhetlig standard med vegen.

Veiledning til kravet

Brubredden anbefales vurdert med tanke på eventuell fremtidig breddeutvidelse av vegen.

Krav 13.5.4—4 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Stabilitet og bæreevne for fundamentering, underbygning og opplagring skal vurderes spesielt i forhold til belastning som er gitt av regelverk for nye bruer. Minimumskrav er at stabilitet og bæreevne skal påvises for forsterkningsklasse 4, se [krav 13.5.2—1](#).

Veiledning til kravet

Når bruer er fundamentert på berg og underbygningen er tilstrekkelig dokumentert, er dette et godt utgangspunkt for å vurdere gjenbruk av underbygningen. Spesielt gjelder dette korte, fritt opplagte spenn hvor det ligger til rette for ny bruoverbygning med platetverrsnitt.

Krav 13.5.4—5 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Når ny overbygning har lett brudekke som f.eks. gitterrister, aluminiumsprofiler, ortotrope ståldekker eller komposittdekke, er det anledning til å benytte lavere belegningsvekt enn angitt i [kapittel 5.2.2](#). Valg av belegningsvekt skal da begrunnes i forhold til egnet løsning, se også [krav 13.5.2—2](#).

Krav 13.5.4—6 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Ved utskifting av ferjekaibruer i eksisterende ferjeleier tillates gjenbruk av standardiserte ferjekaibruer som er bygd etter *håndbok 175 Standard ferjekaibruer – 1 Brutegninger*, utgave 1995 og nyere.

13.5.5 Punktvis utbedring

Krav 13.5.5—1 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Ved punktvis utbedring for å fjerne bæreevnemessige «flaskehalser» i vegnettet skal behov for forsterkning vurderes og forsterkningsklasse velges med utgangspunkt i bæreevnmålsetting for aktuell strekning.

Veiledning til kravet

Ved en punktvis utbedring er det selve brua som er problemet, for eksempel at den har for lav standard i forhold til trafiksikkerhet og framkommelighet. Med unntak av lokal tilpasning av tilstøtende veg inn mot brua er tiltak først og fremst rettet mot brua. I slike tilfeller er det i stor grad eksisterende veg som legger premissene for ombygging av brua.

13.5.6 Strekningsvis utbedring

Krav 13.5.6—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Ved strekningsvis utbedring og gjenbruk av bruer i veglinja eller vegbruer som krysser veglinja, skal behov for forsterkning vurderes. Forsterkningsklasse velges med utgangspunkt i bæreevne målsetting for berørte strekninger.

Veiledning til kravet

Ved strekningsvis utbedring gjøres det en standardheving, og dette vil normalt utløse tiltak på berørte bruer. Valgt standard for vegstrekningen vil være førende for ombygging av bruene.

For overgangsbruer som er koblet til underliggende veg, anbefales det at bæreevneklassifisering samsvarer med bruene i underliggende veg.

For overgangsbruer som ikke har kobling, anbefales det at bæreevneklassifisering tilfredsstiller bæreevne målsetting i vegen de ligger i. Dette for å unngå at det i ettertid må gjøres tiltak som kommer i konflikt med trafikkavvikling på underliggende veg.

Krav 13.5.6—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Bruer i veglinja og overgangsbruer skal oppgraderes slik at trafiksikkerheten minst blir som for øvrige deler av vegganlegget, og ensartet uavhengig av kjøreretning.

Krav 13.5.6—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Det skal gjøres en vurdering av fremtidig behov for vedlikehold av bruer i veglinja og overgangsbruer. Dette for å sikre et normalt nivå på drift og vedlikehold etter ferdigstilling.

Veiledning til kravet

Formål med kravet er å redusere omfang av tiltak i ettertid av hensyn til trafikkavviklingen.

13.5.7 Enkeltbruer som gjenbrukes i nye vegstrekninger

Krav gjelder for gjenbruk av enkeltbruer i hovedveglinje og som overgangsbruer når det bygges lengre strekninger med ny riksveg.

Det anbefales å bruke likelydende krav for gjenbruk av enkeltbruer i hovedveglinje og som overgangsbruer når det bygges lengre strekninger med fylkesveger med høy ÅDT eller stor samfunnsmessig betydning.

Krav 13.5.7—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Bruer som gjenbrukes i 2- og 3-feltsveg skal være dimensjonert etter forskriftslast OVV 1965 eller tilsvarende eller SVV 1969 og nyere. Dette gjelder både for bruer i veglinja og for bruer som krysser veglinja.

Krav 13.5.7—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Bruer som gjenbrukes ved utbygging til 4-feltsveg eller mer skal være dimensjonert etter forskriftslast OVV 1965 eller tilsvarende eller SVV 1971 og nyere. Dette gjelder både for bruer i veglinja og for bruer som krysser veglinja.

Krav 13.5.7—3 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Vegbruer i veglinja skal ha påvist bæreevne for engangstransporter som minst gir samme belastningsnivå som de tyngste transportene som forekommer i dagens vegnett.

Veiledning til kravet

Ved bæreevnekontroll for engangstransporter for bruer med forskriftslast SVV 1995 og eldre er trafikklasten som er gitt i veiledning V412 Bæreevneklassifisering av bruer, laster dekkende for de tyngste transportene som forekommer i dagens vegnett. Grunnlag for fastsettelse av øvrige laster, lastkoeffisienter og lastkombinasjoner for ulike grensetilstander er gitt i samme veiledning og kan også benyttes.

Krav 13.5.7—4 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2023

Bruer i veglinja og bruer som krysser veglinja oppgraderes slik at trafikk sikkerheten minst blir som for øvrige deler av anlegget og ensartet uavhengig av kjøreretning. Strekningsvis utbedring som medfører ensidig breddeutvidelse på bruer, skal ha lik standard på alle ytterrekkverk/mellomrekkverk mot vegbanen.

Krav 13.5.7—5 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Skader og mangler på bruer i veglinja og bruer som krysser veglinja skal utbedres slik at minst 20-års funksjon sikres med et normalt nivå på drift og vedlikehold. Det skal videre legges til rette for at omfang av tiltak som vil komme i konflikt med trafikkavviklingen, holdes på et minimum.

13.6 Grunnlagsmateriale

Nødvendig dokumentasjon ved tiltak på eksisterende bruer tilpasses omfang av tiltaket.

13.6.1 Tilstand og oppgraderingsbehov

Krav 13.6.1—1 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Tilstand skal være kartlagt og vurdert.

Veiledning til kravet

Ved gjennomføring av tiltak kan skjulte skader være spesielt alvorlig for konstruksjonssikkerheten. Dette gjelder for eksempel ved omfattende mekanisk reparasjon av skader i bærende elementer av betong.

Det anbefales ikke å bygge inn skader eller skjule pågående skadeutvikling i eksisterende konstruksjon uten at dette er kjent og konsekvenser grundig vurdert.

Krav 13.6.1—2 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

Ved planlegging av tiltak for å utbedre skader skal skadeårsaker være klarlagt i den grad det er nødvendig.

Veiledning til kravet

Reparasjoner vil sjelden bli vellykket når skadeårsaker ikke er avdekket.

Krav 13.6.1—3 SKAL

Gjeldende fra 01.01.2022

For eksisterende bruersom inngår i strekningsvise utbedringer eller nye vegprosjekter, skal det foreligge tilstandsrapport og en vurdering av oppgraderingsbehov.

13.6.2 Dokumentasjon

Krav 13.6.2—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Det skal foreligge dokumentasjon (arbeidsgrunnlag, grunnundersøkelser, geoteknisk rapport osv.) som gir tilfredsstillende grunnlag for prosjektering av tiltak. Supplerende bakgrunnsmateriale skal framskaffes ved behov.

Veiledning til kravet

Ved prosjektering av tiltak er det viktig å ta hensyn til at det kan være avvik i geometri eller utførelse. Dersom nøyaktig geometri kan være kritisk for utførelsen, a anbefales oppmåling i forkant slik at prosjekteringen kan ta hensyn til dette. Alternativt kan det legges inn krav om oppmåling og rapportering fra utførende slik at arbeidsgrunnlag kan korrigeres .

Krav 13.6.2—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

For eksisterende bruer som inngår i strekningsvise utbedringer eller nye vegprosjekter, skal det gjøres en gjennomgang og vurdering av dokumentasjon, blandt annet for å avdekke mulige svakheter (feil og mangler) i prosjekteringen, se også [krav 13.7.1—2](#).

13.6.3 Vannføringsberegninger ved tiltak på bruer over vassdrag

Krav 13.6.3—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Tiltak som ikke reduserer vanngjennomløp utløser ikke krav om vannføringsberegninger. Behov for vannføringsberegninger for 200 års-flom skal likevel vurderes.

Krav 13.6.3—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Dersom tiltak reduserer vanngjennomløp i den grad at det kan få negative konsekvenser, skal det gjøres vannføringsberegninger for 200 års-flom.

Krav 13.6.3—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Ved utskifting av overbygning med gjenbruk av eksisterende underbygning for bruer over vassdrag, skal det gjøres vannføringsberegninger for 200 års-flom.

Krav 13.6.3—4 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2023

For tiltak som krever vannføringsberegning etter [krav 13.6.3—2](#) eller [krav 13.6.3—3](#) gjelder krav til fri høyde over vassdrag i [kapittel 3.6.2](#) i utgangspunktet ikke. Når kravet ikke kan tilfredsstilles, skal det påvises at konstruksjonssikkerheten er ivaretatt ved at strømningslaster på overbygningen ikke gir kollaps. Ytterligere tiltak for å tilfredsstille kravet skal vurderes i forhold til konsekvens av flom og kostnader for avbøtende tiltak. 200-års flomnivå skal i alle tilfeller synliggjøres på oversiktstegning for å gi grunnlag for å vurdere konsekvenser og behov for avbøtende tiltak.

Krav 13.6.3—5 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Vannføringsberegninger utføres med metodikk som angitt i [kapittel 3.6.2](#).

13.7 Prosjektering av tiltak

13.7.1 Generelt

Krav 13.7.1—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2023

For tiltak som kan påvirke bæreevne eller endre lastbildet, skal behov for prosjektering vurderes og eventuelt gjennomføres. Dette gjelder også for midlertidige faser.

Veiledning til kravet

Krav om kontroll og godkjenning gjelder også for tiltak på bruer i driftsfasen, se [kapittel 2.1](#).

Tilsynelatende små endringer kan påvirke lastbildet vesentlig. Et eksempel på dette er endring av føringsbredde ved utskifting av rekkverk eller mindre breddeutvidelser. Dette kan føre til at bruer går fra å være ett-spors til å bli to-spors for tung trafikk, noe som vil øke trafikklasten betydelig.

Vekt av belegning kan gi et vesentlig bidrag i totalbelastning på «lette» bruer med hovedbæresystem i tre, stål og prefabrikkerte betongelementer.

For bruer som er fullt utnyttet bæreevnemessig, kan økt egenvekt fra for eksempel nye kantdragere, økning av armeringsoverdekning med sprøytebetong etc. føre til overskridelse og resultere i nedskrivning av tillatte trafikklast.

For ferjekaier kan det være nødvendig å vurdere om det er tilstrekkelige bæreevnereserver for vekt av fremmedinstallasjoner som ettermonteres på ferjekaia eller nær inntil denne, for eksempel i forbindelse med elektrifisering.

Krav 13.7.1—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Bæreevneklassifisering skal vurderes og eventuelt revideres som en del av prosjekteringen.

Veiledning til kravet

Bæreevneklassifisering går ut på dato når det gjøres endringer i håndbøker som brukes for bæreevneklassifisering.

Nåværende veiledninger er nyutgitt i 2021 og her er blant annet trafikklastene økt en del. For at det ikke skal investeres i bruer som ikke lenger har tilfredsstillende bæreevne etter at tiltak er utført, er det derfor nødvendig med vurdering og revisjon av gjeldende bæreevneklassifisering.

Bæreevneklassifisering vil som oftest ikke ha et detaljeringsnivå som dekker alle bærende bruelementer i kritiske snitt i tilstrekkelig grad til at det ikke er nødvendig med revisjon.

Krav 13.7.1—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Tiltak som påvirker bæreevne skal prosjekteres på selvstendig grunnlag. Dersom eksisterende systemanalyser/dimensjonering, bæreevneklassifisering eller tilsvarende legges til grunn, skal behov for supplering eller revisjon vurderes og eventuelt gjennomføres. Videre skal gjenbrukt prosjekteringsmateriale være en del av dokumentasjonen som sendes inn for kontroll og godkjenning.

Veiledning til kravet

Selvstendig grunnlag betyr at den prosjekterende har det fulle ansvaret for prosjekteringen, også når denne baseres på prosjektering som er utført av andre.

Krav 13.7.1—4 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Dersom fundamenteringsforhold ikke er kjent, er det tilstrekkelig å legge langtidserfaring med eksisterende konstruksjon til grunn for tiltak som ikke gir en vesentlig endring i belastning på fundamentene.

Veiledning til kravet

Langtidserfaring med eksisterende konstruksjon kan baseres på systematisk oppfølging med inspeksjoner over tid som påviser at underbygningen er stabil.

Krav 13.7.1—5 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Dersom tegningsgrunnlag for underbygning er mangelfullt, er det tilstrekkelig å legge langtidserfaring med eksisterende konstruksjon til grunn for tiltak som ikke gir en vesentlig endring i belastning på underbygningen.

Krav 13.7.1—6 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

For opplagring er det tilstrekkelig å legge langtidserfaring med eksisterende konstruksjon til grunn for tiltak som ikke gir en vesentlig endring i belastning på lagre.

13.7.2 Midlertidige faser

Krav 13.7.2—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

For å ivareta konstruksjonssikkerheten mens tiltak gjennomføres, skal det utarbeides faseplaner og beskrivelse.

Veiledning til kravet

Gjennomføring av tiltak på bruer i driftsfasen kan gi svekkelser i bæresystemet eller endre lastbildet i så stor grad at konstruksjonssikkerheten ikke lenger er tilfredsstillende. Det anbefales å blant annet å gjøre en vurdering av:

- *egenvekt av stillaser og skjerming, maskiner og utstyr samt materialer som lagres på brua*
- *vindlast på stillaser og skjerming*
- *endring i lastbilde for trafikklast*
- *systemer for midlertidig lastoverføring ved demontering eller utskifting av delelementer*
- *fastholding som kan gi tvangskrefter*
- *inngrep i bærende tverrsnitt som for eksempel omfattende mekanisk reparasjon eller mekanisk reparasjon i tverrsnitt med høy utnyttelse*

Faseplaner vil i mange tilfeller være viktige for å opprettholde konstruksjonssikkerhet mens tiltaket utføres. Det er derfor viktig å formidle disse til byggeplass på en tydelig og pedagogisk god måte. Det anbefales derfor at faseplaner utarbeides som arbeidstegninger.

Krav 13.7.2—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Faseplaner skal ivareta trafikkavvikling og sikre fremkommelighet for de samme trafikklastene som er tillatt etter veglistene [\[24\]](#).

Veiledning til kravet

Tillatte trafikklaster kan endres med skiltvedtak eller i veglistene [\[24\]](#). Tillatte trafikklaster er registrert i NVDB og synliggjort strekningsvis i Vegkart [\[25\]](#). Veglistene [\[24\]](#) revideres to ganger årlig, 1. april og 1. oktober. Normalt er det derfor skiltvedtak som er best egnet for å sette ned tillatt trafikklast.

Vær spesielt oppmerksom på følgende:

- Stillasering og skjerming kan gi høydebegrensninger som medfører behov for avklaring/skilting/skjerming i forhold til vegtrafikk/skipsfart.*
- Det er nødvendig at omkjøringsvegen er åpen for de samme trafikklastene som vegen som stenges dersom det ikke legges spesielt til rette for noe annet.*
- Dispensasjon uten tidsbegrensning er en generell dispensasjon som innebærer at transporter ikke kan stoppes av dispensasjonsenheten. Dette gjelder både for vekt og for bredde.*
- Det kan være krav om sentrisk kjøring for spesialtransporter. Dersom ei bru innsnevres ensidig kan ikke dette lenger opprettholdes. Denne typen spesialtransporter er tidsbegrenset og kan stoppes av dispensasjonsenheten.*

Bæreevneklassifisering i databasen (bæreevnearkfanen i Brutus) er ferskvare og ajourholdes kontinuerlig av Vegdirektoratet. Ny, midlertidig bæreevneklassifisering utredes av prosjektet og meddeles til Vegdirektoratet for registrering i databasen (bæreevnearkfane i Brutus) som angitt i veiledningstekst til [kapittel 13.2.1](#).

13.8 Detaljutforming

13.8.1 Breddeutvidelser

Krav 13.8.1—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Ved breddeutvidelser skal forbindelse mellom eksisterende og ny bruplate være mest mulig monolittisk.

13.8.2 Gitterristdekker

Krav 13.8.2—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Gitterristdekker tillates brukt ved ombygging av bruer. Dette gjelder også ved utskifting av overbygning. Det skal da gjøres en konsekvensvurdering som innbefatter vurdering i forhold til krav om universell utforming før eventuell bruk av gitterrist i brudekker. Ved behov skal det gjøres avbøtende tiltak.

Veiledning til kravet

Gitterristdekker er først og fremst egnet i lavtrafikkerte veger når underliggende hovedbæresystem ikke har tilstrekkelig bæreevne for tette dekker med ordinær belegning. Det kan også være aktuelt for påhengte gangbaner i enkelte tilfeller, men anbefales ikke benyttet når løsning med tett dekke er gjennomførbart.

Bruk av tett dekke i deler av tverrsnittet for å legge bedre til rette for gående anbefales vurdert, eventuelt kombinert med ledelinjer for blinde/svaksynte slik at førerhunder kan passere uten å gå direkte på rister.

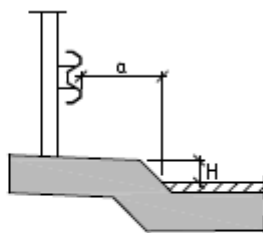
Vegbruer med gitterristdekker kan føre til høyt støynivå. Videre krever gitterristdekker spesielt tilsyn for å sikre at rister har god innfesting og ligger plant i hele brudekket. Ved bruk av gitterristdekker anbefales rutinemessig rengjøring av underliggende konstruksjoner.

13.8.3 Belegning

Krav 13.8.3—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Når oppkant, H , mellom vegbane og vinger, fortau eller lignende er bestemmende for føringsbredden, skal denne minst være 90 mm.



$a \leq 200$ mm: H er ikke bestemmende for føringsbredde
 $a > 200$ mm: $H \geq 90$ mm

Figur 13.8.3—1 — Krav til oppkant, H , for at føringskant skal bestemme føringsbredde.

Krav 13.8.3—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Dersom det legges opp til skjõt mellom ny og eksisterende fuktisolering, skal eksisterende fuktisolering være kjent, fungere tilfredsstillende og være kompatibel og skjõtbar med ny fuktisolering.

Krav 13.8.3—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Ved breddeutvidelser eller andre ombyggingsarbeider som innebærer at deler av belegning fornyes helt ned til brudekket, skal detalj som viser utførelse av skjõt mellom ny og gammel belegning framgå av arbeidsgrunnlag for belegning, se [kapittel 1.4.12](#).

13.8.4 Detaljering ved utskifting av overbygning

Krav 13.8.4—1 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Ved utskifting av overbygning i to eller flere deloperasjoner, tillates bruk av flere enn to lagre i hver oppleggsakse. Det skal imidlertid dimensjoneres og planlegges for fremtidig opplagring i henhold til [krav 3.3.1—7](#).

Veiledning til kravet

Formål med kravet er å legge til rette for enkel utskifting av lagre hvis det blir behov.

Krav 13.8.4—2 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Hvis opplagring på grunnmurspapp eller lignende har fungert tilfredsstillende i minst 30 år, tillates det å benytte samme opplagringssystem på ny overbygning. Det skal da påvises at dimensjonerende horisontalkrefter kan tas opp, og utforming av ny overbygning skal sikre at det ikke lekker vann inn på oppleggsflater. Ved behov skal eksisterende oppleggsflate gis tilfredsstillende vannavrenning ved at det anordnes tverrfall slik at vann forhindres fra å renne inn på denne fra bruflatens yttersider.

Krav 13.8.4—3 **SKAL**

Gjeldende fra 01.01.2022

Dersom eksisterende overbygning ikke har overgangsplate kan kravet om overgangsplate utgå, men da skal vegkroppen inn mot eksisterende bru være langtidsstabil og uten pågående deformasjoner.

Veiledning til kravet

Hvis det ikke er deformasjoner i vegkroppen inn mot brua, vil det være lite hensiktsmessig å grave opp for å legge overgangsplater.

Referanser

- [1] [Forskrift om anlegg av offentlig veg - Lovdata](https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2007-03-29-363)https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2007-03-29-363
- [2] [Forskrift om standarder, fravik, kontroll, godkjenning m.m. ved prosjektering, bygging og forvaltning av bru, ferjekai og annen bærende konstruksjon på fylkesveg \(bruforskrift for fylkesveg\) - Lovdata](https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2014-09-02-1128)https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2014-09-02-1128
- [3] [Lov om vegar \(veglova\) - Lovdata](https://lovdata.no/dokument/NL/lov/1963-06-21-23)https://lovdata.no/dokument/NL/lov/1963-06-21-23
- [4] [Fravik fra krav i vegnormalene | Statens vegvesen](https://www.vegvesen.no/fag/publikasjoner/handboker/fravik/)https://www.vegvesen.no/fag/publikasjoner/handboker/fravik/
- [5] [Forskrift for trafikklast på bruer, ferjekaier og andre bærende konstruksjoner i det offentlige vegnettet \(trafikklastforskrift for bruer m.m.\) - Lovdata](https://lovdata.no/dokument/LTI/forskrift/2017-11-17-1900)https://lovdata.no/dokument/LTI/forskrift/2017-11-17-1900
- [6] [Forskrift om byggesak \(byggesaksforskriften\) - Lovdata](https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2010-03-26-488)https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2010-03-26-488
- [7] [Forskrift om utførelse av arbeid, bruk av arbeidsutstyr og tilhørende tekniske krav \(forskrift om utførelse av arbeid\) - Lovdata](https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2011-12-06-1357)https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2011-12-06-1357
- [8] [Bruer | Statens vegvesen](https://www.vegvesen.no/fag/teknologi/bruer/)https://www.vegvesen.no/fag/teknologi/bruer/
- [9] [Forskrift om utfyllende tekniske og arkivfaglige bestemmelser om behandling av offentlige arkiver \(riksarkivarens forskrift\) - Del IV. Formatkrav m.m. for arkivdokumenter - Lovdata](https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2017-12-19-2286/KAPITTEL_5-4#%C2%A75-17)https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2017-12-19-2286/KAPITTEL_5-4#%C2%A75-17
- [10] [Brudetaljer | Statens vegvesen](https://www.vegvesen.no/fag/teknologi/bruer/regelverk-og-veiledning/retningslinjer-og-veiledninger/brudetaljer/)https://www.vegvesen.no/fag/teknologi/bruer/regelverk-og-veiledning/retningslinjer-og-veiledninger/brudetaljer/
- [11] Modell Modenhets Indeks for samferdsel[Publikasjoner - RIF](https://rif.no/publikasjoner)https://rif.no/publikasjoner
- [12] [Forskrift om sikkerhet, helse og arbeidsmiljø på bygge- eller anleggsplasser \(byggherreforskriften\) - Lovdata](https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2009-08-03-1028)https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2009-08-03-1028
- [13] [Lars Petterson & Håkan Sundquist: Design of soil steel composite bridges \(TRITA-BKN, Report 112, 5th Edition 2014, Structural Design and Bridges, KTH, Civil and Architectural Engineering\)](http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:761594/FULLTEXT01.pdf)http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:761594/FULLTEXT01.pdf
- [14] [Brage - Statens vegvesen: Frie fiskeveger: Utbedring av vandringshinder for fisk \(unit.no\)](https://vegvesen.brage.unit.no/vegvesen-xmlui/handle/11250/2670483)https://vegvesen.brage.unit.no/vegvesen-xmlui/handle/11250/2670483
- [15] [Farledsnormalen | Kystverket - tar ansvar for sjøveien](https://www.kystverket.no/regelverk/havne--og-farvannsloven/farledsnormalen/)https://www.kystverket.no/regelverk/havne--og-farvannsloven/farledsnormalen/
- [16] [Innovasjonpartnerskap om nye bruløysingar \(mrfylke.no\)](https://mrfylke.no/om-oss/prosjekta-vaare/innovasjonpartnerskap-om-nye-bruloeysingar)https://mrfylke.no/om-oss/prosjekta-vaare/innovasjonpartnerskap-om-nye-bruloeysingar
- [17] [Godkjenningsordning for sementer | Statens vegvesen](https://www.vegvesen.no/fag/teknologi/godkjenningsordninger/godkjenningsordning-for-sementer/)https://www.vegvesen.no/fag/teknologi/godkjenningsordninger/godkjenningsordning-for-sementer/
- [18] [Publikasjoner fra Statens vegvesen | Statens vegvesen](https://www.vegvesen.no/fag/publikasjoner/publikasjoner/)https://www.vegvesen.no/fag/publikasjoner/publikasjoner/
- [19] [Forskrift om rapportering, registrering og merking av luftfartshinder - Lovdata](https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2014-07-15-980?q=FOR-2014-07-15-980%20forskrift%20om%20rapportering,%20regi)https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2014-07-15-980?q=FOR-2014-07-15-980%20forskrift%20om%20rapportering,%20regi

- [20] [Forskrift om farvannsskilt og navigasjonsinnretninger - Lovdata](https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2012-12-19-1329?q=FOR%202012-12-19-1329)https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2012-12-19-1329?q=FOR%202012-12-19-1329
- [21] [Retningslinjer for utforming, tekniske krav til og plassering av navigasjonsinnretninger](https://www.kystverket.no/contentassets/56500e71a194444f9190fa23bcb7777b/retningslinjer-for-utforming-tekniske-krav-til-ogplassering-av-navigasjonsinnretninger.pdf)https://www.kystverket.no/contentassets/56500e71a194444f9190fa23bcb7777b/retningslinjer-for-utforming-tekniske-krav-til-ogplassering-av-navigasjonsinnretninger.pdf
- [22] [Forskrift om maskiner - Lovdata](https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2009-05-20-544?q=forskrift%20om%20maskiner)https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2009-05-20-544?q=forskrift%20om%20maskiner
- [23] [Forskrift om bruk av kjøretøy - Lovdata](https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/1990-01-25-92)https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/1990-01-25-92
- [24] [Veglistre og dispensasjoner | Statens vegvesen](https://www.vegvesen.no/kjoretoy/yrkestransport/veglistre-og-dispensasjoner)https://www.vegvesen.no/kjoretoy/yrkestransport/veglistre-og-dispensasjoner
- [25] [Vegkart \(vegvesen.no\)](https://vegkart.atlas.vegvesen.no/#kartlag:geodata/@600000,7225000,3)https://vegkart.atlas.vegvesen.no/#kartlag:geodata/@600000,7225000,3



ISBN 978-82-7207-800-2