

Normaler

Håndbok-017

VEGUTFORMING

Vegsystemets oppbygging
Veggeometri
Terrengbehandling
Vegutstyr
m. m.

'81



STATENS VEGVESEN

id. 0010804

VEGUTFORMING

Vegsystemets oppbygging
Veggeometri
Terrengbehandling
Vegutstyr
m. m.

'81



STATENS VEGVESEN

HÅNDBØKENE I STATENS VEGVESEN

Dette er en håndbok i vegvesenets interne håndbokserie — en samling fortløpende nummererte publikasjoner som først og fremst skal tjene som praktiske hjelpemidler for den enkelte tjenestemann ved utførelse av de ulike arbeidsoppgaver innen etaten.

Det er den enkelte fagavdeling innen Vegdirektoratet som har hovedansvaret for utarbeidelse og ajourføring. De daglige fellesfunksjoner som utgivelse av håndbøker fører med seg, blir ivarettatt av det daglige håndboksekretariat.

Vegvesenets håndbøker utgis på 3 nivåer:

- Nivå 1 — Grå bunnfarge på omslaget — omfatter Lover, Avtaler og Forskrifter som godkjennes av overordnet myndighet eller av Vegdirektoratet etter fullmakt.
- Nivå 2 — Oransje bunnfarge på omslaget — Omfatter Normaler og Retningslinjer som godkjennes av Vegdirektoratet.
- Nivå 3 — Blå bunnfarge på omslaget — omfatter Veiledninger, Lærebøker og Vegdata — som godkjennes av Vegdirektoratets avdelinger.

Normaler beskrivelse av administrativ eller teknisk fremgangsmåte fastlagt som normal utførelse. Det angis i hvert enkelt tilfelle hvem som kan gi dispensasjon fra beskrivelsen.

Vegutforming '81

Nr. 017 i vegvesenets håndbokserie

Utarbeidelse: Vegdirektoratet

Skrift: Helvetica Roman

Opplag: 5000

Sats og trykk: A/S Kaare Grytting, Orkanger

ISBN 82-7207-087-1

FORORD

Normalene «Vegutforming» er utgitt med hjemmel i forskrifter til veglovens § 13. Forskriftene vil bli utgitt separat.

I denne utgaven er det foretatt en del vesentlige endringer i følgende kapitler: — Vegklasser — Linjeføring (slyng) — Veglys og — Ventilasjon.

I tillegg er det tatt inn nye kapitler om: — Landskapsarkitektur — Støyskjerming.

Normalene har nå fått en ny form tilpasset de øvrige normaler. Revisjoner og utarbeidelse av nye kapitler er foretatt av spesielle utvalg, med Transportøkonomisk institutt som sekretariat. Vegdirektoratet vil få takke alle som har medvirket i dette arbeidet.

Det er viktig at normalene holdes ajour regelmessig. Derfor bør erfaringer og kommentarer snarest formidles til Planavdelingen i Vegdirektoratet.

Denne utgave erstatter håndbok-017 «Geometrisk Utforming» '78.

Oslo, 1981

Vegdirektoratet

INNHOLD

1. VEGTYPER	7
10. Generelt	9
11. Inndeling i vegtyper	9
2. VEGKLASSER	11
20. Generelt	13
21. Inndeling i vegklasser	13
22. Valg av vegklasse	14
3. DIMENSJONERINGSGRUNNLAG	23
31. Dimensjonerende kjøretøy	25
32. Belastningsklasser	29
33. Dimensjonerende fart	30
34. Dimensjonerende trafikk	35
4. TVERRPROFILET	41
41. Kjørebanelen	43
42. Skuldre	48
43. Møteplasser	50
44. Midtdelere	51
45. Gang- og sykkelveger	53
46. Fri høyde og bredde	54
5. LINJEFØRING	57
51. Elementene	59
52. Siktforhold og siktlengder	61
53. Horisontaltraseen	69
54. Slyng	83
55. Vertikal linjeføring	90
6. VEGKRYSS	103
61. Prinsipper for plassering og utforming	105
62. Detaljutforming av kryss i plan	115
63. Detaljutforming av planskilte kryss	138
7. VEGERS KAPASITET	149
71. Kapasitet under ideelle forhold	151
72. Kapasitetsberegning	156
73. Vegkryssets kapasitet	165

8. LANDSKAPSARKITEKTUR	173
81. Innledning	175
82. Vegen i landskapet	176
83. Sideterrenget	183
84. Vegetasjon	190
85. Veggeometri og visuell føring	192
86. Byggverk og vegutstyr	198
 9. STØYSKJERMING	 201
90. Generelt	203
91. Retningslinjer for vegtrafikkstøy	205
92. Skjermer og voller	208
93. Vegetasjon	214
94. Vegers utforming	215
95. Beregning av støy	216
 10. VEGUTSTYR	 217
101. Kantstein	219
102. Vegrekkverk	227
 11. VEGLYS	 239
110. Generelt	241
111. Lysanleggets hovedelementer	244
112. Kvalitetskrav	247
113. Armaturplassering	249
114. Spesielle lysanlegg	258
 12. VENTILASJON	 271
121. Krav til atmosfæren i tunneler	273
122. Luftbehov	276
123. Ventilasjonssystemer	280
124. Ventilasjonskrefter	284
125. Sikkerhetsforhold	288
 VEDELEGG	 291
Definisjoner	

1. VEGTYPER

10. Generelt	9
11. Inndeling i vegtyper	9
.1 Vegtype A, Motorveg	9
.2 Vegtype B, Avkjørselsfri veg	10
.3 Vegtype C, Avkjørselsregulert veg	10
.4 Vegtype D, Adkomstveg	10

1. VEGTYPER

10. Generelt

I det funksjonsdelte vegnett karakteriseres vegene ved angivelse av vegtyper og vegklasser hvor:

vegtypen

angir vegens funksjon og fastsettes ut fra en vurdering av trafikkens karakter og vegens formål.

vegklassen

angir vegens tekniske standard og fastlegges hovedsaklig på grunnlag av trafikkbelastningen og det terreng vegen føres gjennom.

I en fullstendig plan for en veg skal både vegtype og vegklasse være angitt.

Avkjørselsforholdene langs en veg bestemmer dens tilknytning til de tilgrensende arealer og dermed også vegens funksjon i det samlede vegnett. Vegtypene karakteriseres derfor ved de avkjørselsforhold som etableres.

Vedtak om valg av vegtype treffes i overensstemmelse med lovreglene for vedtak og bygging av offentlig veg.

11. Inndeling i vegtyper

11.1 VEGTYPE A, MOTORVEG

Denne vegtype er fri for direkte tilknytning til eiendommene langs vegen, og er forbeholdt trafikk med motorkjøretøyer av type nærmere spesifisert i trafikkreglene. Gående og syklende har ikke adgang til motorvegområdet.

Motor-A-veg

En motorveg betegnes som motor-A-veg når den tilfredsstiller følgende betingelser:

1. Motorvegen har adskilte kjørebaner og minst to kjørefelter i hver trafikkretning.
2. Motorvegen har ikke plankryss med annen veg eller jernbane.

2. VEGTYPER

Motor-B-veg

En motorveg som ikke tilfredsstiller kravene for motor-A-veg betegnes som motor-B-veg.

Mindre trafikerte offentlige veger kan føres inn på eller krysse en motor-B-veg i samme plan. T-kryss bør etterstrebes.

En motor-B-veg kan etter de regler som er gitt ovenfor ha to eller flere kjørefelt og kan bygges med eller uten midtdeler. Tilstrekkelig areal bør sikres for senere utbygging til full motor-A-veg standard dersom det er sannsynlig at utviklingen vil kreve slik standardheving. Det er særlig viktig at det ved plankryssene sikres nødvendig areal for senere utbygging til toplanskryss.

11.2 VEGTYPE B, AVKJØRSELSFRI VEG

Denne vegtype er fri for direkte vegforbindelse med eiendommene langs vegen, og nye vegtilslutninger vurderes i forhold til vegnettet som helhet, og legges opp etter en samlet plan. Avkjørselsfrie veger tillates trafikert av alle ferdselskategorier. De bør kunne gis motorveg standard hvis utviklingen krever det. Dersom dette er sannsynlig, må vegkryssene planlegges og arealene sikres for utbygging til kryss i to plan.

11.3 VEGTYPE C, AVKJØRSELSREGULERT VEG

Denne vegtype tillater et begrenset antall direkte avkjørsler til tilliggende eiendommer. Vegtilslutninger legges opp etter en samlet plan. Eventuelle nye vegtilslutninger legges opp i forbindelse med utarbeidelsen av reguleringsplanene for området. Avkjørselsregulerte veger tillates trafikert av alle ferdselskategorier.

11.4 VEGTYPE D, ADKOMSTVEG

På denne vegtype vil direkte avkjørsler som regel bli gitt etter vanlig søknad og på betingelser som vegmyndighetene setter i hvert enkelt tilfelle. Adkomstvegene tillates trafikert av alle ferdselskategorier.

2. VEGKLASSER

20. Generelt	13
21. Inndeling i vegklasser	13
.1 Vegklasse I, veg med fire kjørefelter	13
.2 Vegklasse II, veg med to kjørefelter	14
.3 Vegklasse III, veg med ett kjørefelt	14
22. Valg av vegklasse	14

2. VEGKLASSER

20. Generelt

Vegklassene karakteriseres ved antall kjørefelter, feltbredde og skulderbredde.

Det er delt mellom enfelts, tofelts og firefelts veger med underinndeling. Trefelts veger er ikke oppført som egen klasse, da slike ikke bør bygges uten i helt spesielle tilfeller. En del tofelts veger får delstrekninger med tre kjørefelt, f. eks. hvor forbikjøringsfelt blir bygget, men de klassifiseres likevel ikke som trefelts veger.

Kostbart terreng kan i enkelte tilfeller være utslagsgivende for utformingen av tverrprofilen innen en vegklasse. For enfelts veger kan det på enkelte strekninger bli billigere å utvide til tofelts veg dimensjonert for stoppsikt enn å bruke gjennomgående enfelts veg dimensjonert for møtesikt.

Etappevis utbygging av vegklasser bør vurderes nøye. Større fyllinger, skjæringer og andre kostbare arbeider bør normalt ikke gjøres ferdige med en gang, men utstå til det er behov for utvidelse.

De grøftebredder og skråninger som er vist i figur 21.1 til 21.8 er i overensstemmelse med kapittel 3 «Underbygging» og kapittel 5 «Drenering» i Vegbygging-normalene. Verdiene er minste akseptable grøftebredde og skråningshelling. Krav til siktforhold, snølagring, stabilitet av skråninger etc. kan gjøre det nødvendig å bruke slakere skråninger og større grøftebredder. Dette kan også redusere rekkverksbehovet. Vertikale fjellskjæringer kan brukes i enkelte tilfeller.

21. Inndeling i vegklasser

Vegklassene er beskrevet nedenfor og i figur 21.1 til 21.8. De angitte horisontalradier omfatter ikke slyng, som må vurderes spesielt.

På figurene er vist åpne grøfter, lukket grøft kan benyttes dersom dette faller rimeligere eller dersom andre hensyn taler for det. For vegklasse I, II b og II c reduseres skuldrebredden med 50 % i kostbart terreng. En mer detaljert beskrivelse av bredder, hellinger osv. er gitt i kap. 4. Tverrprofilen.

Vegene inndeles i følgende klasser:

21.1 VEGKLASSE I, VEG MED FIRE KJØREFELTER

- I a: Veg med fire kjørefelter og midtdeler. 7,0 m kjørebane og 3,0 m skulder. Minste horisontalradius: ca. 250 m.
- I b: Veg med fire kjørefelter uten midtdeler. 7,0 m kjørebane og 1,5 m skulder. Minste horisontalradius: ca. 200 m

2. VEGKLASSER

21.2 VEGKLASSE II, VEG MED TO KJØREFELTER

II b:	7,0 m kjørebane og 1,5 m skulder. Minste horisontalradius: ca.	150m
II c:	6,5 m kjørebane og 1,0 m skulder. Minste horisontalradius: ca.	150m
II d:	6,0 m kjørebane og 0,5 m skulder. Minste horisontalradius: ca.	100m
II e:	5,5 m kjørebane og 0,5 m skulder. Minste horisontalradius: ca.	100m
II e (red.)	5,0 m kjørebane og 0,5 m skulder. Minste horisontalradius: ca.	50m

21.3 VEGKLASSE III, VEG MED ETT KJØREFELT

III: 3,0 m kjørebane og 0,5 m skulder. Minste horisontalradius: ca. 30m

22. Valg av vegklasse

Vegklassen bør velges etter en samlet vurdering av;

- Kostnader
- Trafikksikkerhet
- Trafikkavvikling
- Miljøforhold (landskapstilpasning, verdifulle arealer, fornminner m. v.)

For å kunne vurdere trafikksikkerhet og trafikkavvikling for de ulike vegklasser er det særlig viktig å kartlegge:

- Trafikkmengde
- Trafikksammensetning (Andel tunge biler, G/S-trafikk m. v.)
- Trafikkens fordeling over tid
- Fartsnivå

Ved valg av vegklasse bør det legges vekt på tidspunkt og muligheter for senere utvidelser.

Forholdene langs en vegstrekning vil kunne variere en del, hyppige standard-variasjoner bør likevel søkes unngått.

Som en veiledning angis følgende ÅDT-verdier for de forskjellige vegklasser:

— Vegklasse I a	ÅDT 12 000 — 50 000
— Vegklasse I b	12 000 — 40 000
— Vegklasse II b	8 000 — 12 000
— Vegklasse II c	4 000 — 8 000
— Vegklasse II d	1 500 — 4 000

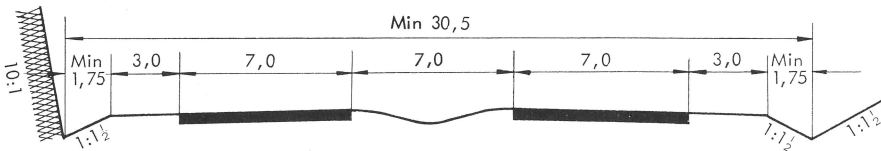
22. Valg av vegklasse

— Vegklasse II e	300 — 4 000
— Vegklasse II e redusert	300 — 1 500
— Vegklasse III	0 — 300

Disse ÅDT-verdiene refererer seg til trafikken i *åpningsåret*.

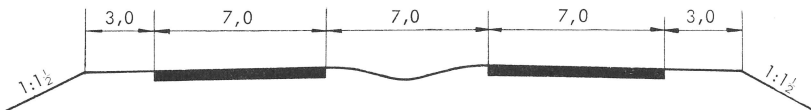
Vegklasse I a

Skjæring



Åpne grøfter må være minst 0,35 m dypere enn underkant av overbygningen

Fylling



Figur 21.1 Grunnprofiler for vegklasse I a. Alle mål i m.

Der hvor rekkverk benyttes, utvides tverrprofilen med rekkverkrom som beskrevet i kap. 10.

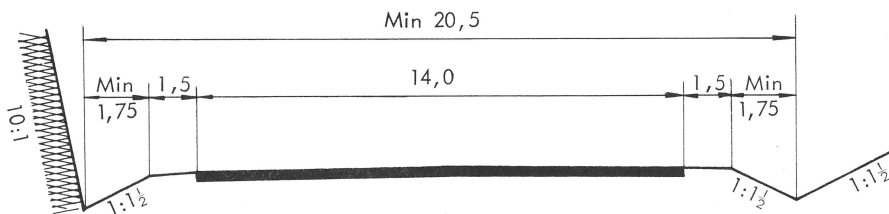
I kostbart terreng reduseres skulderbredden til 1,5 m og lukkede grøfter benyttes i skjæringer dersom dette faller rimeligere.

For grøft og skråning se siste avsnitt under pkt. 20 Generelt

2. VEGKLASSER

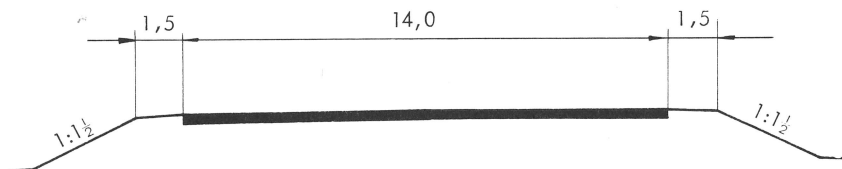
Vegklasse I b

Skjæring



Åpne grøfter må være minst 0,35 m dypere enn underkant av overbygningen

Fylling



Figur 21.2 Grunnprofiler for vegklasse I b. Alle mål i m.

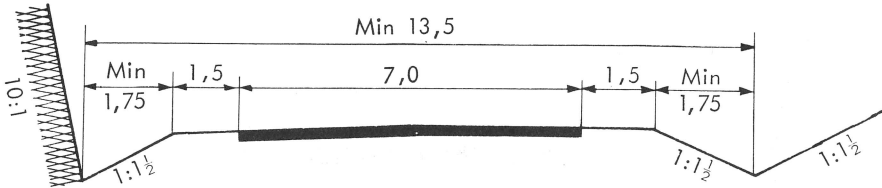
Der hvor rekkverk benyttes, utvides tverrprofilet med rekkverkrom som beskrevet i kap. 10.

I kostbart terreng reduseres skulderbredden til 0,75 m og lukkede grøfter benyttes i skjæringer dersom dette faller rimeligere.

For grøft og skråning se siste avsnitt under pkt. 20 Generelt.

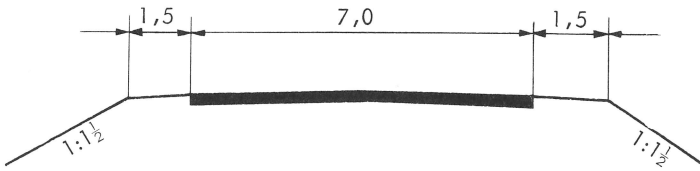
Vegklasse II b

Skjæring



Åpne grøfter må være minst 0,35 m dypere enn underkant av overbygningen

Fylling



Figur 21.3 Grunnprofiler for vegklasse II b. Alle mål i m.

Der hvor rekkverk benyttes, utvides tverrprofilet med rekkverkrom som beskrevet i kap. 10.

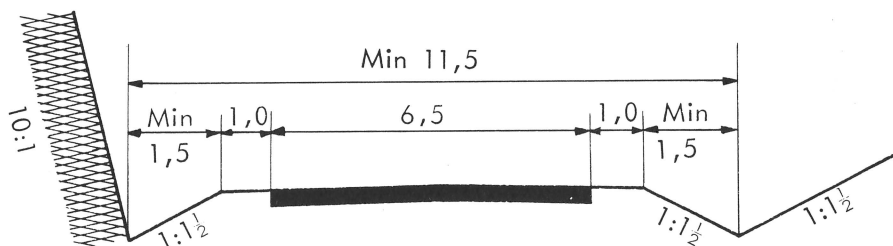
I kostbart terreng reduseres skulderbredden til 0,75 m og lukkede grøfter benyttes i skjæringer dersom dette faller rimeligere.

For grøft og skråning se siste avsnitt under pkt. 20 Generelt.

2. VEGKLASSER

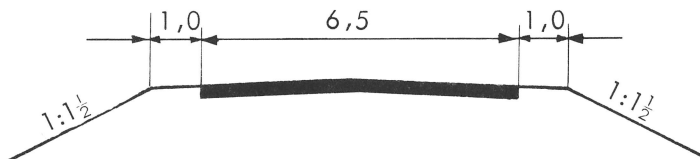
Vegklasse II c

Skjæring



Åpne grøfter må være minst 0,35 m dypere enn underkant av overbygningen

Fylling



Figur 21.4 Grunnprofiler for vegklasse II c. Alle mål i m.

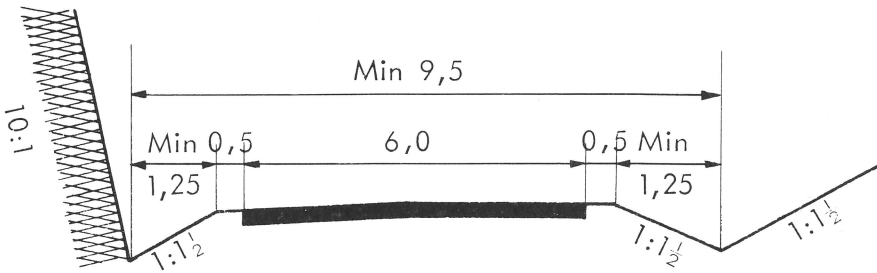
Der hvor rekkverk benyttes, utvides tverrprofilet med rekkverkrom som beskrevet i kap. 10.

I kostbart terreng reduseres skulderbredden til 0,5 m og lukkede grøfter benyttes i skjæringer dersom dette faller rimeligere.

For grøft og skråning se siste avsnitt under pkt. 20 Generelt.

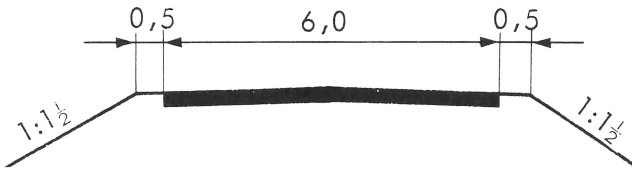
Vegklasse II d

Skjæring



Åpne grøfter må være minst 0,35 m dypere enn underkant av overbygningen

Fylling



Figur 21.5 Grunnprofiler for vegklasse II d. Alle mål i m.

Der hvor rekkverk benyttes, utvides tverrprofilet med rekkverkrom som beskrevet i kap. 10.

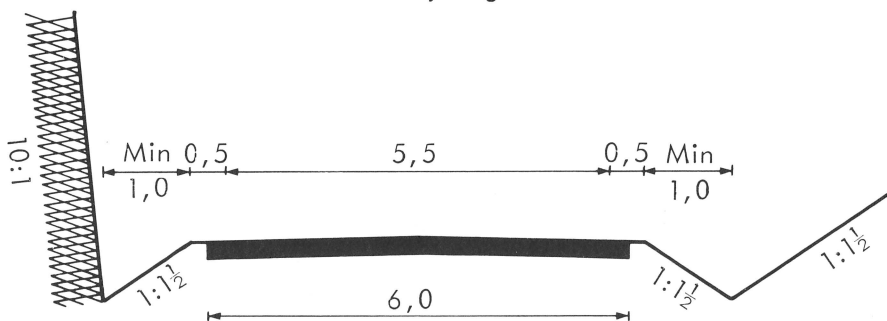
Lukkede grøfter benyttes i skjæring i kostbart terreng dersom dette faller rimeligere.

For grøft og skråning se siste avsnitt under pkt. 20 Generelt.

2. VEGKLASSER

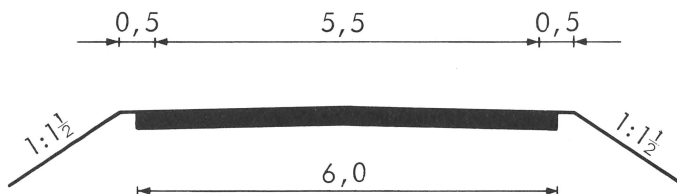
Vegklasse II e

Skjæring



Åpne grøfter må være minst 0,35 m dypere enn underkant av overbygningen

Fylling



Figur 21.6 Grunnprofiler for vegklasse II e. Alle mål i m.

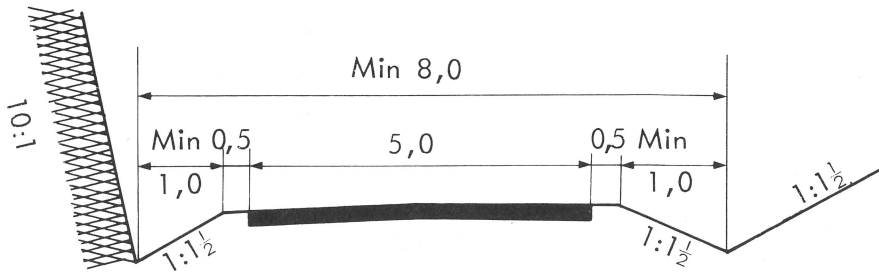
Der hvor rekkverk benyttes, utvides tverrprofilet med rekkverkrom som beskrevet i kap. 10.

Lukkede grøfter benyttes i skjæringer i kostbart terreng dersom dette faller rimeligere.

For grøft og skråning se siste avsnitt under pkt. 20 Generelt.

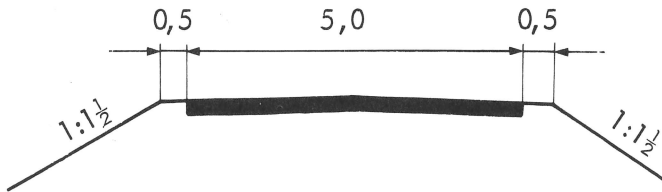
Vegklasse II e redusert

Skjæring



Åpne grøfter må være minst 0,35 m dypere enn underkant av overbygningen.

Fylling



Figur 21.7 Grunnprofiler for vegklasse II e. Alle mål i m.

Der hvor rekkverk benyttes, utvides tverrprofilet med rekkverkrom som beskrevet i kap. 10.

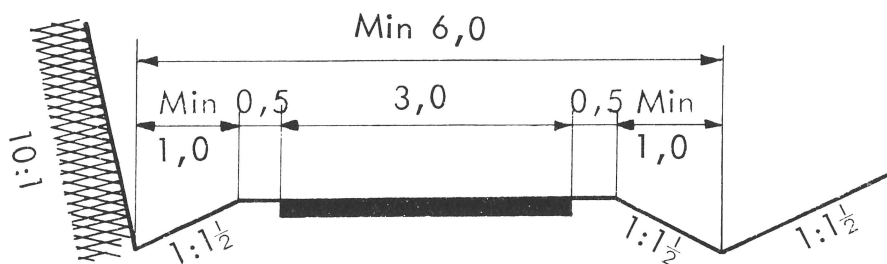
Lukkede grøfter benyttes i skjæringer i kostbart terreng dersom dette faller rimeligere.

For grøft og skråning se siste avsnitt under pkt. 20 Generelt.

2. VEGKLASSER

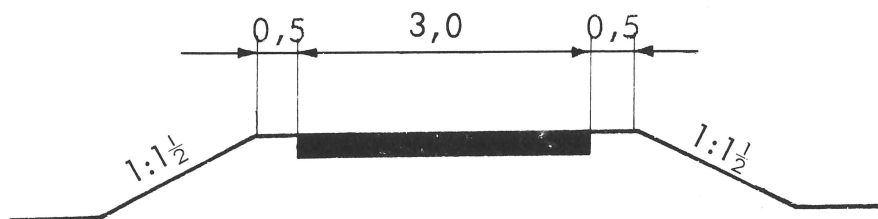
Vegklasse III

Skjæring



Åpne grøfter må være minst 0,35 m dypere enn underkant av overbygningen

Fylling



Figur 21.8 Grunnprofiler for vegklasse III. Alle mål i m.

Der hvor rekkverk benyttes, utvides tverrprofilet med rekkverkrom som beskrevet i kap. 10.

Lukkede grøfter benyttes i skjæring i kostbart terreng dersom dette faller rimeligere.

For grøft og skråning se siste avsnitt under pkt. 20 Generelt.

3. DIMENSJONERINGSGRUNNLAG

31. Dimensjonerende kjøretøy	25
.1 Personbilgruppen betegnet ved «P»	25
.2 Lastebilgruppen betegnet ved «L»	25
.3 Spesialgruppen betegnet ved «SP»	25
32. Belastningsklasser	29
.1 Lastforskrifter	29
33. Dimensjonerende fart	30
.0 Generelt	30
.1 Teknisk og økonomisk vurdering av dimensjonerende fart	30
.2 Hovedfaktorer ved fastlegging av dimensjonerende fart	31
Trafikkmengde	31
Terreng	33
Stigninger	34
Trafikk- og kjørefart	34
34. Dimensjonerende trafikk	35
.1 Døgntrafikk	35
.2 Timetrafikk	35
.3 Trafikkens sammensetning	37
Tunge biler	37
Motorsykler	37
Gående og syklende	37
.4 Trafikkens fordeling på kjøreretning	38
.5 Eksempler	38

3. DIMENSJONERINGSGRUNNLAG

31. Dimensjonerende kjøretøy

31.1 PERSONBILGRUPPEN BETEGNET VED «P»

Denne gruppen omfatter personbiler, varebiler og minste type lastebiler med kjøreegenskaper lik personbilens.

Dimensjonene for denne gruppen bør benyttes ved f. eks. parkeringsanlegg, private boligavkjørsler og veger som er spesielt beregnet for personbiltrafikk.

31.2 LASTEBILGRUPPEN BETEGNET VED «L»

Denne gruppen omfatter alle vanlige lastebiler og busser.

Dimensjonene for denne gruppen bør benyttes for f. eks. busstoppesteder, avkjørsler til industrianlegg, gårdsavkjørsler samt veger hvor større kjøretøy ikke ventes å forekomme.

31.3 SPESIALGRUPPEN BETEGNET VED «SP»

Denne gruppen omfatter de største busser, semitrailere av inntil 15 m lengde samt vogntog av inntil 22 m lengde, men med sporingsegenskaper ikke dårligere enn angitt i figur 31.4.

Dimensjonene for denne gruppen bør benyttes ved utforming av vegkryss og andre trafikkanlegg av betydning.

Kjøretøytype	Aksel- avstand m	Overheng		Total lengde m	Total bredde m	Total høyde m	Minste sving- radius (m) for ytre forhjul, 90° sving
		Foran m	Bak m				
Gruppe "P"	2,9	0,9	1,2	5,0	1,9	4,5	6,0
Gruppe "L"	6,5	1,5	3,0	11,0	2,5	4,5	12,5
Gruppe "SP"	★	1,2	0,6	15,0	2,5	4,5	12,5

★ For akselavstander jfr figur 31.4

Figur 31.1 Karakteristika for dimensjonerende kjøretøytyper.

En utforming i samsvar med de dimensjonene som er angitt for hver gruppe (fig. 31.1), gir tilfredsstillende kjøreforhold for alle kjøretøyer i vedkommende gruppe, samt i grupper med mindre krav.

3. DIMENSJONERINGSGRUNNLAG

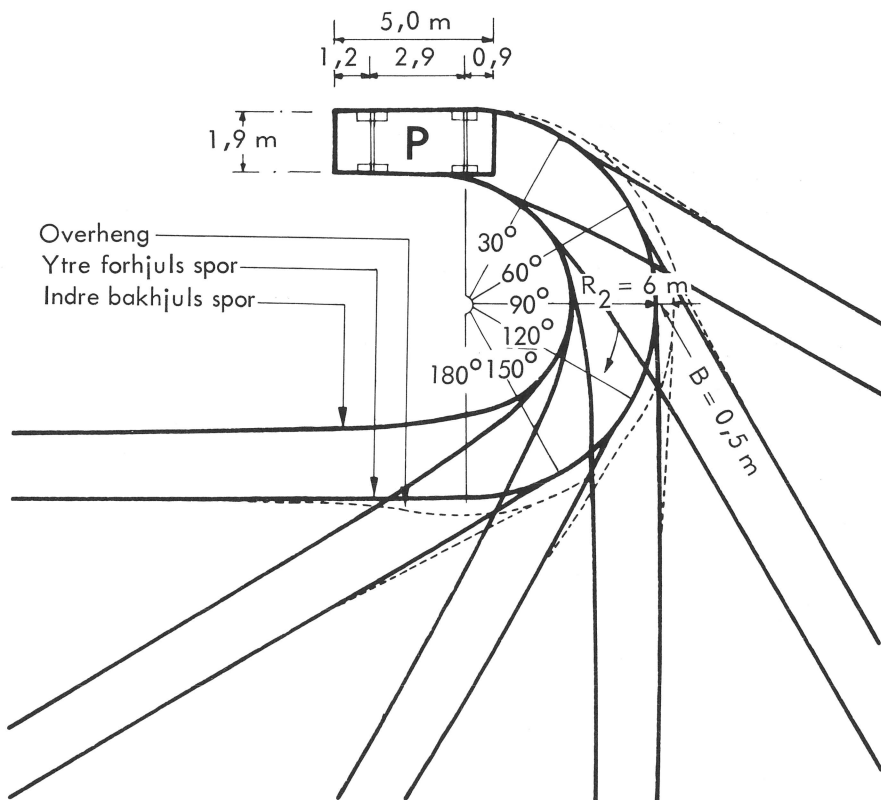
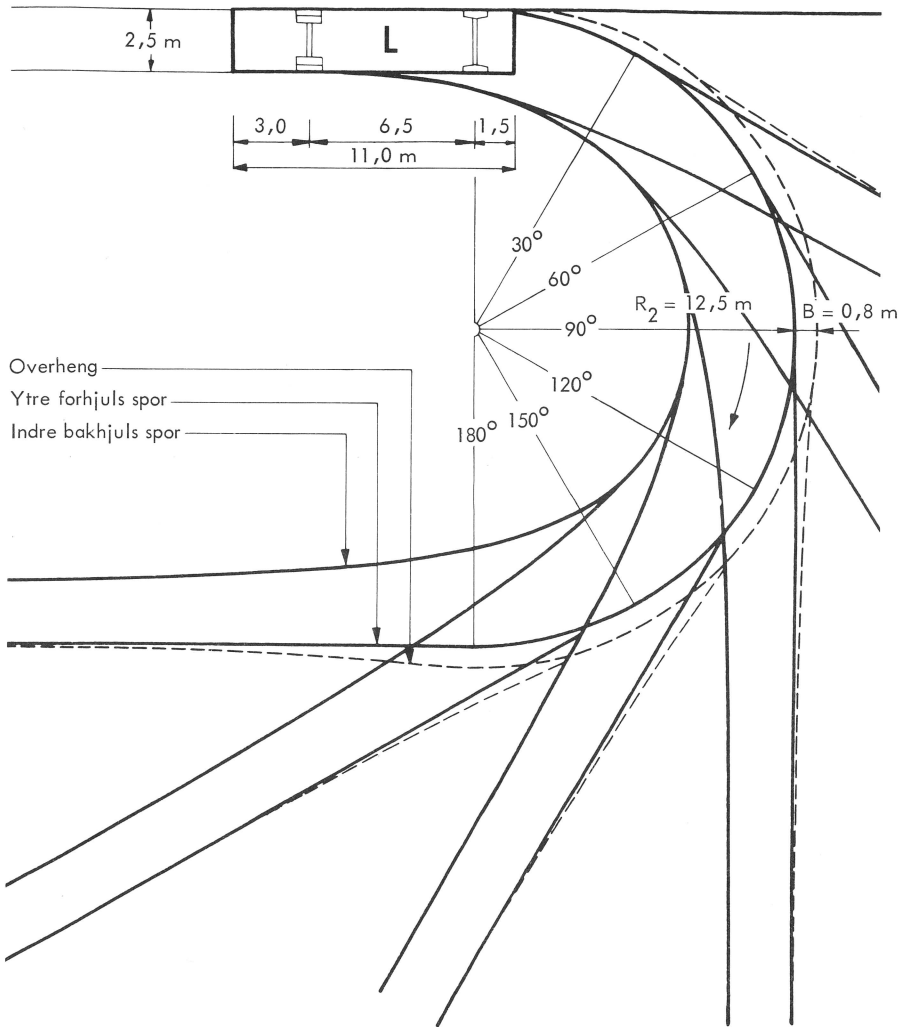
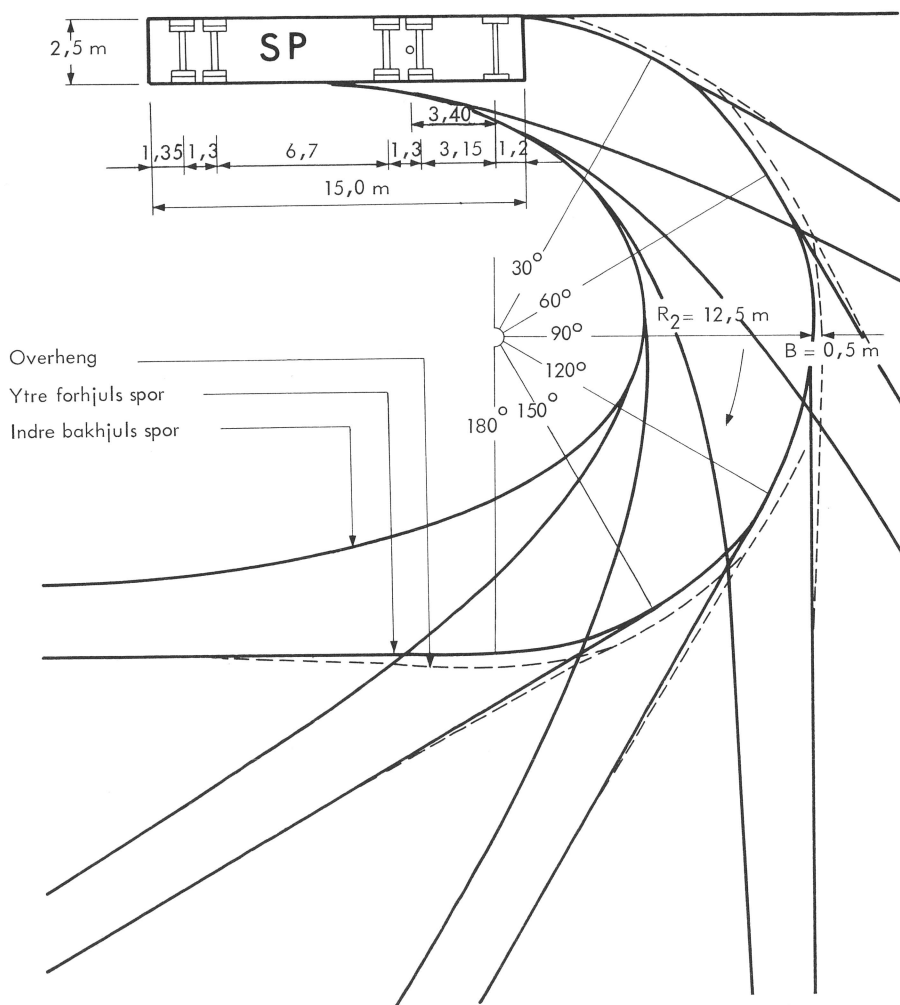


Fig. 31.2 Dimensjoner og svingradius for typekjøretøy «P».
Forutsatt kjøring i 15 km/t.



Figur 31.3 Dimensjoner og svingradius for typekjøretøy «L».
Forutsatt kjøring i 15 km/t.

3. DIMENSJONERINGSGRUNNLAG



Figur 31.4 Dimensjoner og svingradius for typekjøretøy «SP».
Forutsatt kjøring i 15 km/t.

32. Belastningsklasser

32.1 LASTFORSKRIFTER

Byggetekniske konstruksjoner dimensjoneres som angitt i Vegdirektoratets lastforskrift Håndbok-001 Bruprosjektering, Kapittel 2, Lastforskrifter.

Tverrprofiler for vegbruer, samt gang- og sykkelvegbruer er vist i Håndbok-001 Bruprosjektering, Kapittel 1, Generelt. Se også kapittel 4, Tverrprofilet, side 41 flg.

33. Dimensjonerende fart

33.0 GENERELT

I Vegnormalene blir dimensjonerende fart betegnet med symbolet V og gitt i km/h.

Valget av dimensjonerende fart for en vegstrekning er bestemmende for strekningens geometriske utforming. På samme vegstrekning må samtlige linjeføringselementer (kurvatur, stigning, overhøyde osv.) tilfredsstille de minstekrav som vegens dimensjonerende fart stiller. Samordning av linjeføringselementene er nærmere beskrevet under pkt. 51.

33.1 TEKNISK OG ØKONOMISK VURDERING AV DIMENSJONERENDE FART

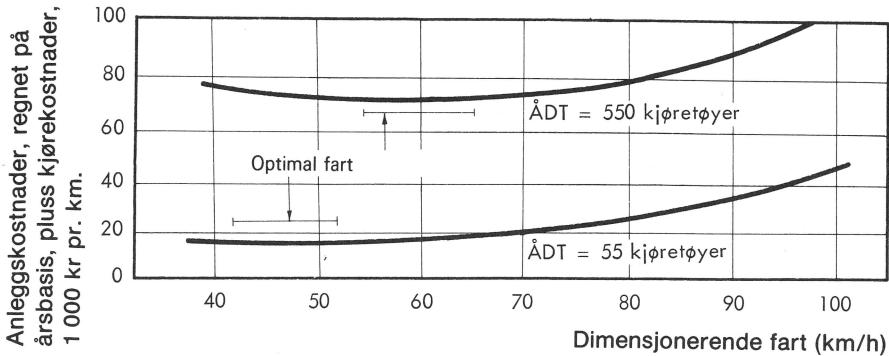
De fleste veger som prosjekteres i Norge blir ført gjennom kupert terreng, hvor anleggskostnadene ved særlig høy dimensjonerende fart kan bli meget store. Høye verdier av dimensjonerende fart fører til stiv linjeføring og gjør det vanskelig å innpasse vegen i terrenget, ikke minst gjelder dette for vertikaltraseen.

Før dimensjonerende fart kan fastlegges, må det foretas en grundig teknisk og økonomisk vurdering av veglinjen, hvor også driftsmessige forhold under anleggs-tiden tas med.

Den tekniske vurdering av veglinjen omfatter samordning av vegelementene og deres tilpasning til det terreng vegen føres gjennom. Eksempelvis kan en 1-felts veg på vanskelige strekninger utvides til 2-felts veg. Behovet for møtesikt faller da bort, og bare stoppsikt må sikres. Dette tillater en smidigere linjeføring som normalt vil gi betydlige besparelser gjennom reduksjon av skjærings- og fyllmasser.

Økonomisk vurdering av dimensjonerende fart omfatter en rentabilitetsberegning av veglinjen, hvor anleggskostnadene stilles opp mot vedlikeholds- og kjørekostnader. På denne måte kan den optimale dimensjonerende fart beregnes, dvs. den V som gir den minste verdi av summen av anleggskostnader og kapitaliserte vedlikeholds- og kjørekostnader.

Figur 33.1 viser sammenhengen mellom optimal fart og trafikkbelastning. Kurvene gjelder for samme vegstrekning ved forskjellig trafikkbelastning, og det fremgår av diagrammet hvordan optimal fart reduseres ved avtagende trafikk-mengde. Skal en veg med liten trafikkmengde føres gjennom vanskelig terreng, vil anleggskostnadene være utslagsgivende for den optimale fart. Kjørekostnadene vil være for ubetydelige til å kunne forskyve kurven merkbart, og vegen bør bygges for lav dimensjonerende fart.



Figur 33.1 Sum anleggs- og kjørekostnader for ulike dimensjonerende farter.

I alminnelighet er det svært liten økning i anleggskostnadene for V inntil 50 km/h, og det synes derfor rimelig å sette $V_{\min} = 50$ km/h. Unntagelser bør gjøres for prosjektering i svært vanskelig fjellterreng hvor $V_{\min} = 30$ km/h kan være berettiget.

Velges for lav dimensjonerende fart kan vegen bli såvidt lengre at den blir mer kostbar enn om en høyere dimensjonerende fart var valgt.

33.2 HOVEDFAKTORER VED FASTLEGGING AV DIMENSJONERENDE FART

Når V skal fastsettes er det nødvendig å ta hensyn til de tre hovedfaktorer trafikk-mengde, terreng og kjørefart.

Trafikkmengde

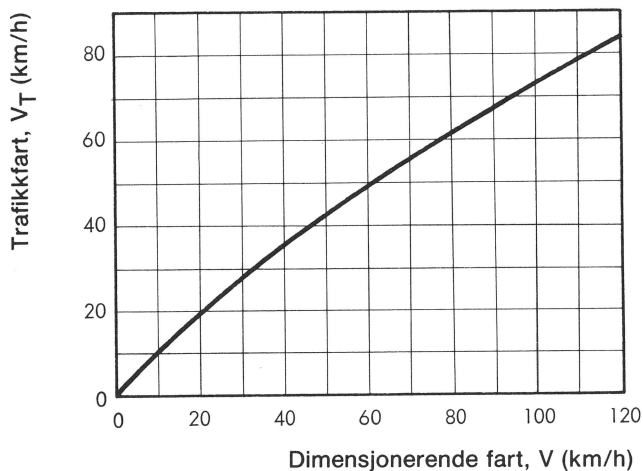
Trafikkanalyser og -prognoser gir opplysninger om de trafikkmengder og den trafikkstruktur som skal legges til grunn for dimensjonering og utforming av veg. Således vil store trafikkmengder, en høy andel tunge biler og en trafikkstruktur med stor prosentandel lange reiser hver for seg tilsi en kort trasé mellom to punkter og en høy trafikkhastighet.

Dimensjonerende hastighet kan enten fastlegges på grunnlag av nærmere angitt krav om en trafikkhastighet i dimensjonerende time sammenholdt med trafikkmengden, eller på grunnlag av trafikkmengden alene. Dersom det forutsettes at trafikkhastigheten i dimensjonerende time ikke skal synke under et bestemt nivå, skal følgende framgangsmåte nyttes:

Dimensjonerende trafikkmengde og den minste akseptable trafikkfart nyttes som inngangsdata i figur 33.3 eller i fig. 71.1—71.8. Derved kan nedre grense-verdi for dimensjonerende fart for den aktuelle vegklasse bestemmes.

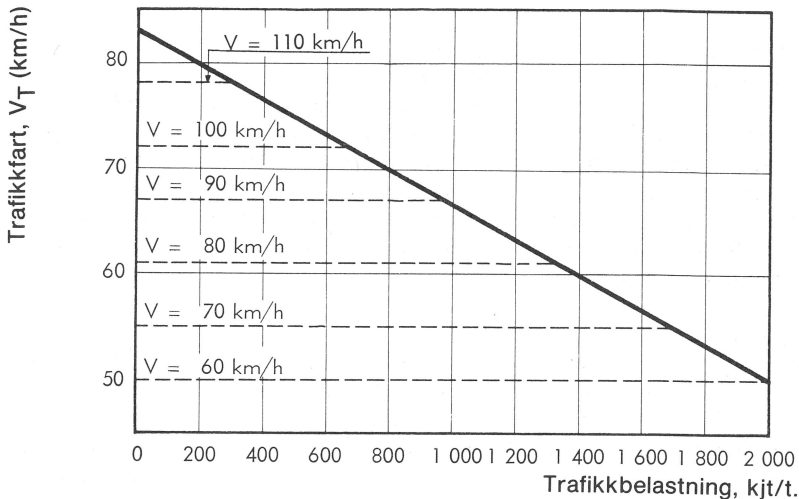
Dersom det tas utgangspunkt i dimensjonerende trafikkmengde alene finnes dimensjonerende fart fra en av fig. 71.1—71.8 for en aktuell vegklasse. Tabellene for $V_T = 50$ km/h under pkt. 71 bør ikke nyttes.

3. DIMENSJONERINGSGRUNNLAG



Figur 33.2 Sammenheng mellom dimensjonerende fart, V , og trafikkfart, V_T , ved lav trafikkbelastning. Gjelder ikke for 1-felts veger.

Figur 33.2 viser sammenhengen mellom dimensjonerende fart og trafikkfart med lav trafikkbelastning på strekninger der grenseverdiene for den aktuelle dimensjonerende fart nyttes. På strekninger som preges av høyere standard enn dimensjonerende fart tilsier, f. eks. der det nyttes horisontalkurver med vesentlig større Radius enn $R_{\min}$, er ikke sammenhengen umiddelbart gyldig. I slike tilfeller må den verdi for dimensjonerende fart nyttes som de aktuelle kurveradier tilsier, jfr. under pkt. 53.1.



Figur 33.3 Sammenheng mellom dimensjonerende fart og trafikkfart ved ulike trafikkbelastning på 2-felts veger.

Figur 33.3 viser sammenhengen mellom dimensjonerende fart og trafikkfart ved ulike trafikkbelastning på 2-felts veger. Den begrensning av sammenhengens gyldighet som er angitt for figur 33.2 gjelder også for figur 33.3.

Terreng

I relativt flatt terreng vil en stiv geometri vanligvis gi den billigste vegen. Vegen kan vanligvis bygges slik at den tilfredsstiller kravene til høy fart.

I kupert terreng er det vanskeligere å holde en høy dimensjonerende fart uten at anleggskostnadene blir uforholdsmessig høye. I slike tilfeller må veglinjen deles inn i parseller med noenlunde samme terrengforhold, og for hver parsell fastlegges en dimensjonerende fart som ikke for sterkt reduserer trafikkfarten eller gir uforholdsmessig høye anleggskostnader.

Endring av dimensjonerende fart må foretas med stor varsomhet. Vegstrekninger med markert skifte i V har erfaringsmessig høy trafikkulykkesfrekvens da de kan bety et overraskelsesmoment for trafikkantene. Mellom to parseller med betydelig forskjell i dimensjonerende fart bør det derfor legges inn en parsell hvor spranget i dimensjonerende fart kan utjevnes. Allerede på planleggingsstadiet bør det skisseres et opplegg for skilting og oppmerking i nær tilknytning til den utforming som velges.

3. DIMENSJONERINGSGRUNNLAG

Stigninger

Lengre vegstrekninger i stigning bevirker en reduksjon av trafikkfarten. Dette er spesielt merkbart for tungtrafikken. Med utgangspunkt i trafikkmengden og -sammensetning er det mulig å beregne trafikkfarten og dens spredning, og dette må gjøres som en kontroll på trafikkavviklingens kvalitet i lange og harde stigninger. Den sammenheng som er påvist i figur 33.2 mellom trafikkfart og dimensjonerende fart, kan benyttes til å beregne dimensjonerende fart i stigninger.

Trafikksikkerhetsforskning har påvist at en reduksjon av trafikkfarten i stigninger kan bidra til høy ulykkesfrekvens. Dette tilskrives i første rekke fartsdifferansen mellom lette og tunge biler.

Trafikk- og kjørefart

Høy fart kan være vegøkonomisk motivert eller ledd i et alminnelig ønske om hurtig forbindelser mellom distrikter. En høy trafikkfart kan således være stilt opp som et ønskemål før et vegprosjekt planlegges i detalj. Denne trafikkfart kan dersom det gjelder 2-felts veger, oppnås ved forskjellige dimensjonerende fart, hovedsakelig avhengig av hvor stor del av vegstrekningen som har tilstrekkelig forbikjøringssikt.

En linjeføring med varierende sikt lengder og kurvatur kan føre til endringer av trafikkfarten eller til sterk spredning av trafikantens kjørefart på en vegstrekning. Den prosjekterende ingeniør må sørge for at den valgte dimensjonerende fart står i et rimelig forhold til kjørefarten. Vanligvis bør 90 % av kjørefarten på en strekning være lavere enn strekningens dimensjonerende fart.

På veger med lange rettstrekninger vil kjørefarten bli høy, og kurvaturen ved enden av slike strekninger må derfor dimensjoneres for kjørefart på rettstrekninger. Den enkelte trafikants kjørefart vil derved lettere bli tilpasset vegforholdene og vegen får en høy trafikksikkerhetsmessig standard.

Trafikantenes gjennomsnittlige kjørefart på god norsk 2-felts veg ligger på 70—80 km/h. Dette er i overensstemmelse med de erfaringer som er høstet i andre land. På 4-felts veger med midtdeler ligger fartsnivået i følge utenlandske erfaringer på gjennomsnittlig 80—90 km/h. Hvis anleggskostnadene ikke øker vesentlig ved høy dimensjonerende fart, kan V settes til 100 km/h for høyklassige 2-felts veger og 120 km/h for 4-felts veger. En meget liten prosentandel av trafikantene vil på slike veger overskride dimensjonerende fart.

34. Dimensjonerende trafikk

34.1 DØGNTRAFIKK

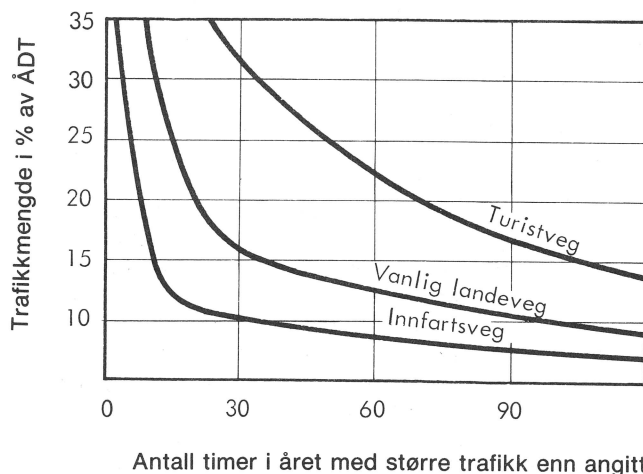
Trafikkbelastningen på en veg angis vanligvis som årsdøgnetrafikk, forkortet til ÅDT. ÅDT er den trafikkmengde, uttrykt i kjøretøyer, som avvikles på en veg i løpet av ett år, dividert med 365.

I enkelte tilfeller, f. eks. for veger som bare er åpne for trafikk i sommerhalvåret, angis trafikkbelastningen i sommerdøgnetrafikk, forkortet til SDT. SDT er den trafikkmengde, uttrykt i kjøretøyer, som avvikles på en veg i tidsrommet mai—oktober, dividert med $\frac{365}{2}$.

34.2 TIMETRAFIKK

For dimensjonering og detaljplanlegging er kjennskap til trafikkvariasjonene, bl. a. over årets timer, av interesse. Trafikkanlegg dimensjoneres vanligvis for den timebelastning som bare overskrides i relativt få timer.

Foretas kontinuerlige trafikktellinger, f. eks. over 1 år, og timebelastningene ordnes etter størrelse, vil resultatene kunne presenteres grafisk som i figur 34.1. For de fleste veger har kurven et «kne», vanligvis med 30.—50. høyest time (HT). Vanligvis nyttes trafikkmengden ved kurvens «kne» som dimensjonerende time-trafikk. På figur 34.1 er skissert typiske kurver for veger med ulik trafikkarakter. Kurvene i figur 34.1 kan ikke nyttes for dimensjonering.



Figur 34.1 Eksempler på trafikens variasjon over årets timer, ordnet etter størrelse.

3. DIMENSJONERINGSGRUNNLAG

Dimensjonerende timetrafikk fastlegges vanligvis som en prosent av ÅDT eller SDT. Denne prosentsats varierer med trafikken karakter og vegens funksjon. Prosentsatsen skal anses å være konstant i planleggingsperioden forutsatt at den trafikk vegen skal betjene ikke radikalt endrer karakter.

ÅDT bør bestemmes på grunnlag av trafikkanalyser i det aktuelle område, eller i sammenlignbare områder. Vegdirektoratets hefter «Hovedparselltrafikk» kan være en hjelp i denne forbindelse. Dimensjonerende timetrafikk bør også primært bestemmes gjennom trafikkanalyser. Hvis dette ikke lar seg gjøre kan de generelle reglene nedenfor brukes.

Vegene kan i store trekk, som angitt nedenfor, deles inn i tre grupper etter trafikken karakter. Dimensjonerende timetrafikk uttrykt i prosent av ÅDT er variabel innen hver av gruppene og den endelige verdi må avgjøres for hvert enkelt prosjekt. Den høyeste prosentsats refererer seg til veger med relativt stor konsentrasjon av trafikk i rushtiden eller med stor rekreasjonstrafikk i turistsesongen.

- | | |
|--|---------|
| 1. Veger med dominerende arbeidsreisetrafikk, f. eks. innfartsvegene til de større byene | 8—12 % |
| 2. Veger med blandet kommersiell og rekreasjonstrafikk, f. eks. de store sammenbindingsvegene utenfor byenes influensområde | 12—20 % |
| 3. Veger med stor rekreasjonstrafikk eller sterk sesongbetont trafikk, f. eks. høyfjellsveger, veger til badesteder og skisentra | 20—30 % |

Gruppe 1 er veger med liten variasjon i trafikken over året. For de veger hvor helgetrafikken i sommermånedene er vesentlig større enn den vanlige hverdags trafikken, benyttes 12 % som omregningsfaktor fra ÅDT til dimensjonerende timetrafikk. I motsatt fall benyttes den minste angitt verdi.

Gruppe 2 omfatter veger hvor trafikken har en tendens til å konsentrere seg i rushtidsstopper. Hvor rushtidsstoppene er særlig markert benyttes 20 % som omregningsfaktor, mens 12 % benyttes for veger der trafikkavviklingen er mer utjevnet over dagen og året.

Gruppe 3 omfatter veger med stor rekreasjonstrafikk i turistsesongen og mindre hverdagstrafikk. Den høyeste prosentsats anvendes for veger med stor rekreasjonstrafikk, f. eks. høyfjellsveger. På veger med mindre utpreget rekreasjonstrafikk og hvor vegen benyttes hele året er 20 % en rimelig omregningsfaktor mellom årsdøgntrafikk og dimensjonerende timetrafikk.

Opplysninger om trafikken sammensetning både med hensyn til kjøretøytype og reiseformål kan delvis hentes fra foreliggende trafikktegningsresultater. Hvor disse ikke gir tilstrekkelige opplysninger kan det bli aktuelt å foreta korttidstestinger for å fastlegge trafikken sannsynlige sammensetning og karakter, foruten belastningen i visse topptrafikktimer.

34.3 TRAFIKKENS SAMMENSETNING

Tunge biler

Vegers kapasitet blir i disse Vegnormaler uttrykt i personbilenheter pr. time. Tunge biler beslaglegger en større veglengde og berører trafikken over et større område enn lette biler. Det er vanlig å ta hensyn til dette ved å multiplisere tallet på tunge biler i en trafikkstrøm med en omregningsfaktor som er et uttrykk for de tunge bilers virkning på kapasiteten. Figur 34.2 angir omregningsfaktorer mellom tunge og lette biler i forskjellig terreng. Denne tabell kan benyttes for hovedplanleggingen. Omregningsfaktorer for de enkelte stigninger finnes i kapittel 7 «Vegers kapasitet», og forutsettes benyttet for detaljplanleggingen når stigningsgrad og -lengder er kjent.

Andelen av tunge biler i trafikken blir vanligvis oppgitt i prosent av ÅDT. I dimensjonerende time er imidlertid andelen av tunge biler, uttrykt i prosent, vanligvis vesentlig lavere. Prosentatsen varierer fra prosjekt til prosjekt. Inntil videre kan tungtrafikkens andel i dimensjonerende time settes til:

7 %

dersom det for det aktuelle prosjekt ikke er utarbeidet prognose for tungtrafikkens andel.

Terreng	2-felts veg	Veg med 2 eller flere kjørefelt i hver retning. (Stigning i kjøreretning).
Flatt terreng	2,5	2
Kupert terreng	5	4
Bratt terreng	10	8

Fig. 34.2 Omregningsfaktorer for tunge biler til personbilenheter.

Motorsykler

En motorsykkel beslaglegger mindre plass i en trafikkstrøm enn en personbil, men påvirker trafikken i noenlunde samme utstrekning. Ut fra kapasitetshensyn er det derfor berettiget å la en motorsykkel være likeverdig med en personbil.

Gående og syklende.

Som en del av dimensjoneringsgrunnlaget skal gang- og sykkeltrafikken kartlegges, og det skal tas stilling til hvordan denne trafikken skal utvikles. Retningslinjer om dette er under utarbeidelse. Inntil videre vises til bestemmelsene i Gatenormalen, som forutsettes brukt med de nødvendige tillegninger.

3. DIMENSJONERINGSGRUNNLAG

34.4 TRAFIKKENS FORDELING PÅ KJØRERETNING

For prosjektering av 1- og 2-felts veger er opplysninger om trafikkenes fordeling på kjøreretning i dimensjonerende time bare nødvendig hvor større kryss skal dimensjoneres, hvor lange, bratte stigninger skal spesialundersøkes, eller hvor utvidelse til flere kjørefelter kan påregnes.

For prosjektering av fler-felts veger med midtdeler er det av betydning å kjenne trafikkenes fordeling på kjøreretning i dimensjonerende time. Denne fordelingen kan bestemmes ved trafikkteiling i rushtidtimene på den aktuelle vegstrekning. I de tilfeller hvor slike tellinger ikke kan gjennomføres, skal antas at $\frac{2}{3}$ av dimensjonerende timetrafikk beveger seg i en retning.

34.5 EKSEMPLER

Eksempel 1:

Innfartsveg til byen Blank. Bratt terreng,

$\text{ÅDT}_{1987} = 24\,000$ kjøretøyer, herav 25 % tunge biler.

Betydelig rekreasjonstrafikk i sommermånedene.

I dimensjonerende time beregnes tungtrafikkenes andel til 4 %.

Hvilken timetrafikk skal vegen dimensjoneres for?

1. Opplysninger om trafikkmengde er gitt i ÅDT og må omregnes for dimensjonerende time. Vegen kommer inn under gruppe 1 og med betydelig rekreasjonstrafikk settes trafikken i dimensjonerende time til 12 % av ÅDT .
2. Tungtrafikkenes andel er angitt til 4 % i dimensjonerende time.
3. Antall tunge biler i dimensjonerende time (fra 2 ovenfor) omregnes til personbilenheter. Av fig. 34.2 fremgår det at omregningsfaktoren for fler-felts veg i bratt terreng er 8.
4. Personbilenheter kan nå beregnes ved å summere antall *personbiler* i dimensjonerende time og det antall *personbilenheter* som representeres av tungtrafikken i dimensjonerende time.
5. Siden det ikke foreligger opplysninger om trafikkenes fordeling på kjøreretning i dimensjonerende time, antas at $\frac{2}{3}$ beveger seg i en retning.

Innfartsvegen skal dimensjoneres for:

$$24\,000 (0,96 + 0,04 \cdot 8) 0,12 \cdot \frac{2}{3} = 2\,458 \text{ personbilenheter i en retning pr. time}$$

Det må alltid kontrolleres hvorvidt tungtrafikken i dagtimene forårsaker en større trafikk en dimensjonerende timetrafikk.

I dette tilfelle er tungtrafikkens andel 25 % i dagtimene. Det forutsettes at den vesentlige del av ÅDT avvikes i løpet av 16 timer (dagtrafikk). Antall personbilenheter i en dagtime blir da:

$$24\,000 (0,75 + 0,25 \cdot 8) \frac{1}{16} \cdot \frac{1}{2} = \underline{2\,063 \text{ personbilenheter i hver kjøreretning pr. time}}$$

): Trafikk i dagtimene < dimensjonerende timetrafikk.

Eksempel 2:

Hovedveg mellom Rød og Brun i flatt terreng.

ÅDT₁₉₈₇ = 3 500 kjøretøyer, herav 20 % tunge biler.

Blandet kommersiell og rekreasjonstrafikk.

Hvilken timetrafikk skal vegen dimensjoneres for?

Som for eksempel 1 må trafikkmengden uttrykkes i personbilenheter i dimensjonerende time. Vegen faller i gruppe 2, dvs. 12—20 % av ÅDT. Fullstendige opplysninger vedrørende rekreasjonstrafikken i sommerhalvåret (helgetrafikken) er ikke tilgjengelige. Det antas at tilleggsopplysninger viser at det ikke er tendenser til uvanlig stor trafikk-konsentrasjon i helgene. (Slik konsentrasjon av trafikken ville berettigede en høy prosentsats). Videre antas det at tilleggsopplysningene viser at trafikkmengden varierer i løpet av dagen slik at det er markerte rushtidtimer. (En relativt jevn trafikkmengde hele dagen tilsier bruk av lav prosentsats). Disse opplysninger tilsier at middelverdien 16 % bør benyttes dersom dagens situasjon også er representativ for den fremtidige situasjon.

Vurderinger av samfunnsstrukturen og vekstmulighetene i området tilsier at trafikkens karakter vil forbli uforandret frem til prognoseåret i dette distriktet, m. a. o. kan prosentsatsen fastlegges på grunnlag av dagens situasjon.

Tungtrafikkens andel i dimensjonerende time er ikke angitt og settes derfor til 7 %.

Dermed er de nødvendige opplysninger for å beregne dimensjonerende time-trafikk skaffet til veie og beregningen kan skje på samme måte som i eksempel 1:

$$3500 (0,93 + 0,07 \cdot 2,5) \frac{1}{16} = \underline{619 \text{ personbilenheter}}$$

Som kontroll beregnes også trafikkmengden i dagtimene:

$$3500 (0,80 + 0,20 \cdot 2,5) \frac{1}{16} = \underline{284 \text{ personbilenheter}}$$

): Dimensjonerende timetrafikk > trafikk i dagtimene.

4. TVERRPROFILET

41.	Kjørebanelen	43
.1	Kjørebanelen	43
.2	Bru	45
42.	Skuldre	48
43.	Møteplasser	50
44.	Midtdelere	51
45.	Gang- og sykkelveger	53
46.	Fri høyde og bredde	54

4. TVERRPROFILET

41. Kjørebanen

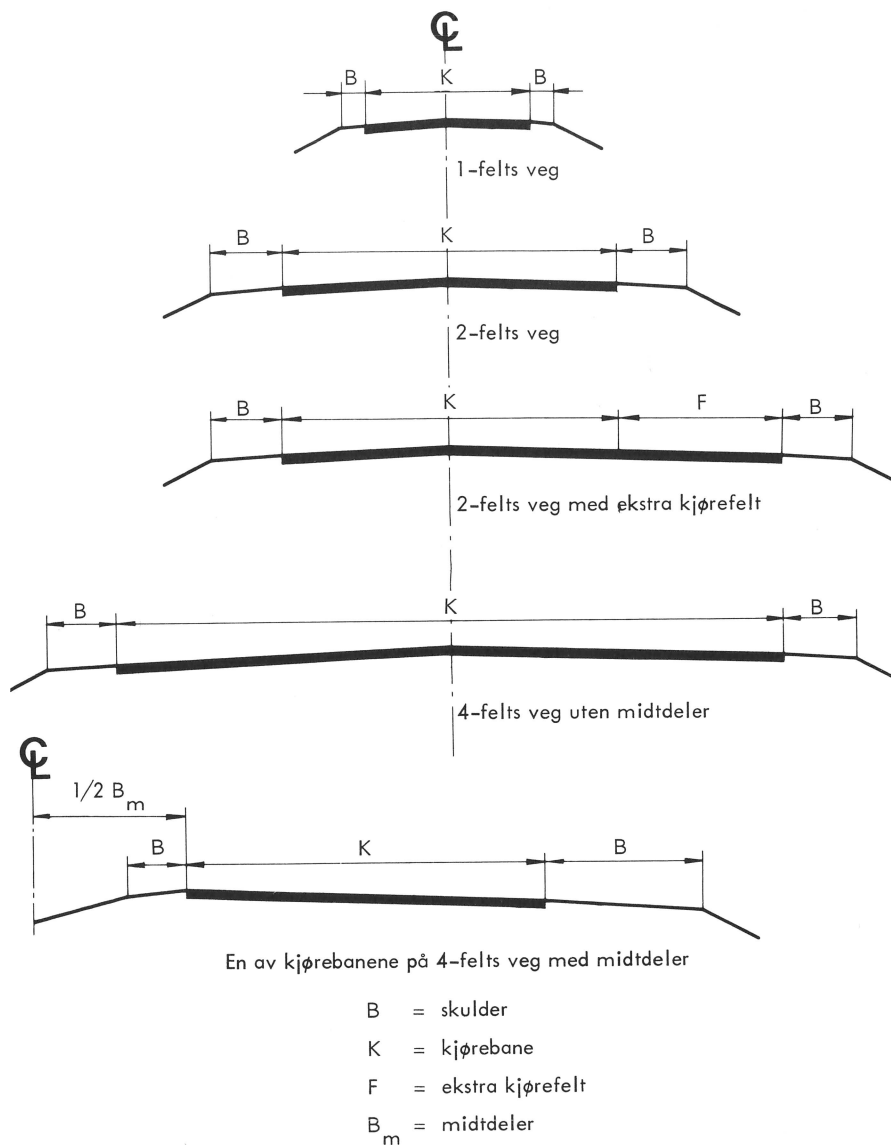
41.1 KJØREBANEN

På 1- og 2-felts veger og på 4-felts veger uten midtdeler utformes kjørebanen på rettstrekninger med takprofil slik at kjørefeltene faller fra senterlinjen mot skulderen. Senterlinjen for de gjennomgående kjørefelter er brytningslinjen i tverrprofilet også når kjørebanen utvides med forbikjøringsfelt, retardasjonsfelt o. l.

På 4-felts veger med midtdeler gis kjørebanene ensidig tverrfall fra kjørebane-
nekanten nærmest midtdeleren.

Det normale tverrfall er 1,5—2,5 % for veger med betongdekke, 2,5—3 % for veger med asfaltdekke, 3—4 % for veger med oljegrusdekke og 4 % for grusveger.

4. TVERRPROFILET



Figur 41.1 Kjørebanens utforming på rettlinje.

41.2 BRU

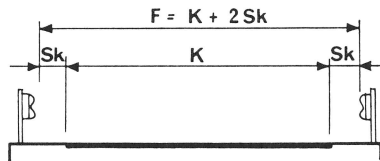
Valg av tverrprofil for brua foretas ut fra vegklasse, fartsgrense, bruas lengde og eventuell gang- og sykkeltrafikk.

Brua skal ha samme bredde på kjørebane som tilstøtende veg. Bredden av gangveg, gang- og sykkelveg eller fortau over brua bør tilpasses det tilstøtende gang- og sykkelvegnett eller fortau.

Bruareal skal generelt regnes som kostbart terreng. På korte bruer (bruas totale lengde $L_t \leq 40$ m) kan skulderbredden likevel være lik skulderbredden på tilstøtende veg. På lange bruer ($L_t > 40$ m) reduseres skulderbredden i samsvar med bestemmelsene om bygging i kostbart terreng i kapittel 2, Vegklasser. På oversikten over tverrprofiler er følgende betegnelser brukt:

Sk	=	Bredde av skulder
K	=	Bredde av kjørebane
Gv	=	Bredde av gangveg
GSv	=	Bredde av gang- og sykkelveg
Gf	=	Bredde av fortau
F	=	Føringsavstand

Alternativ 1

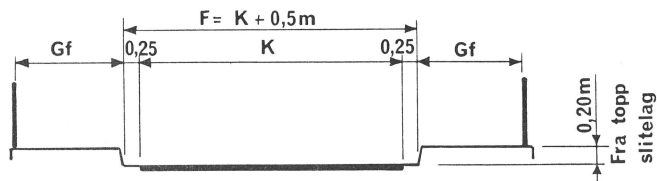


Brukes for:

- Korte bruer (totallengde $L_t \leq 40$ m) med liten gang-/sykkeltrafikk.
- Bruer der gang- og sykkeltrafikken går på egen bru
- Motorvegbruer

4. TVERRPROFILET

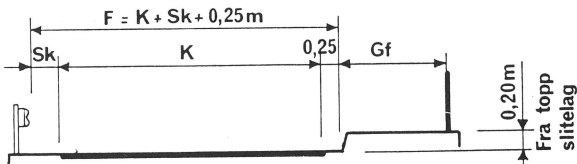
Alternativ 2



Brukes for:

- Lange bruer ($L_t > 40$ m) med liten gang- og sykkeltrafikk Gf : 0,75, 1,25 eller 1,5 m.
- $Gf = 0,75$ m er en minimumsløsning som bare kan benyttes hvor det er minimal gangtrafikk.

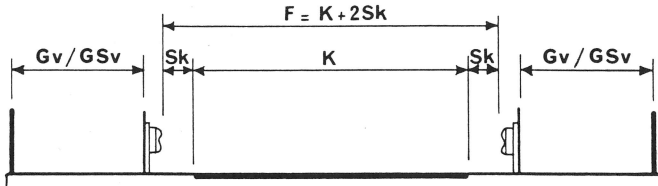
Alternativ 2 a



Brukes for:

- Lange bruer ($L_t > 40$ m) med liten gang- og sykkeltrafikk Gf : 1,25, 1,5 eller 2,0 m.

Alternativ 3



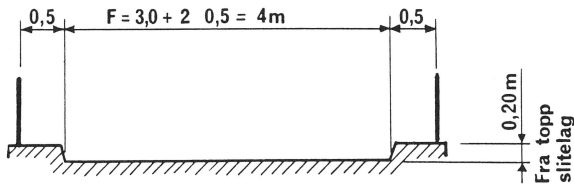
Kan brukes for alle brulengder

- Gang- og sykkelveg kan være ensidig
- Gv/GSv: 1,25, 1,5, 2,0, 2,5 eller 3 m

Alternativ 4

Korte bruer på veger etter vegklasse III bygges vanligvis med tverrprofil etter vegklasse II e redusert.

Alternativ 5



Lange bruer — Vegklasse III

Lange bruer i vegklasse III med liten gang- og sykkeltrafikk og ÅDT < 300 kjt. kan betraktes som unntakstilfeller der spesialløsninger må kunne aksepteres.

Eventuelle møteplasser bygges utenfor bruene.

F er valgt slik at to personbiler kan passere hverandre, mens tunge kjøretøy er forhindret fra dette.

Bruene beregnes for ett lastfelt.

4. TVERRPROFILET

42. Skuldre

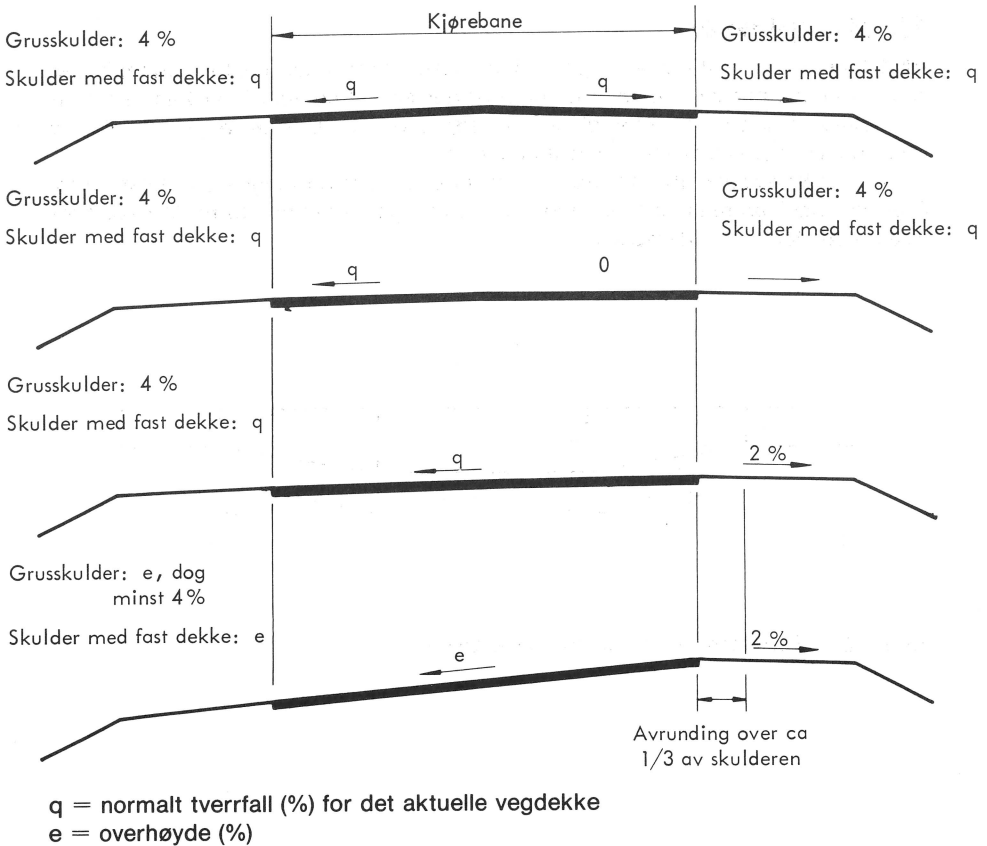
Skuldrene forutsettes bygget så solide at de er kjørbare. På vegklasse I og II b bør skuldrene asfalteres i 1 m bredde, og på vegklasse II c i 0,5 m bredde. På vegklasse II d, II e, II e redusert og III bør skulderen asfalteres i 0,25 m bredde.

På rettstrekninger skal asfalterte skuldre ha samme tverrfall som kjørebane, mens grusskuldre gis 4 % tverrfall. I kurver skal skulderen på kurvens utside helle i motsatt retning av kjørebane's tverrfall. Største tverrfall på ytre skulder i kurver er 2 %. På kurvens innside skal skuldre med fast dekke ha samme tverrfall som kjørebane. Grusskuldre gis 4 % tverrfall inntil det punkt der også kjørebane har 4 % tverrfall. Økes kjørebane's overhøyde ytterligere gis grusskulderen samme tverrfall som kjørebane. Figur 42.1 viser eksempler på tverrprofilens utforming i en overhøyderampe.

Dersom det settes opp betongrekkverk langs vegen kan skuldrene unntaksvis asfalteres i full bredde. Det er imidlertid meget viktig at skuldrene på utsiden av kurvene faller i motsatt retning av kjørebane's tverrfall.

Dersom skuldrene asfalteres kan det være fordelaktig å nytte et dekke av slik farge og overflate at det blir markert forskjell på kjørebane og skulder.

42. Skuldre



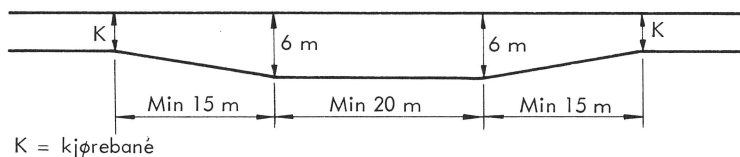
Figur 42.1 Eksempel på tverrprofilets utforming gjennom overhøyderampen.

4. TVERRPROFILET

43. Møteplasser

På 1-felts veger skal det anlegges møteplasser. Avstanden mellom møteplasser skal normalt være ca. 200 m, men aldri lenger enn at en vognfører kan se fra en møteplass til den neste. Møteplasser anlegges på den side av vegen der det av topografiske hensyn er mest hensiktsmessig.

Ved møteplasser utvides kjørebanelen til 6 m over en lengde av minst 20 m. Breddeutvidelsen skal skje rettlinjet over en lengde av minst 15 m. Møteplasser vises med skilt 524 «Møteplass».



Figur 43.1 Standard utforming av møteplasser

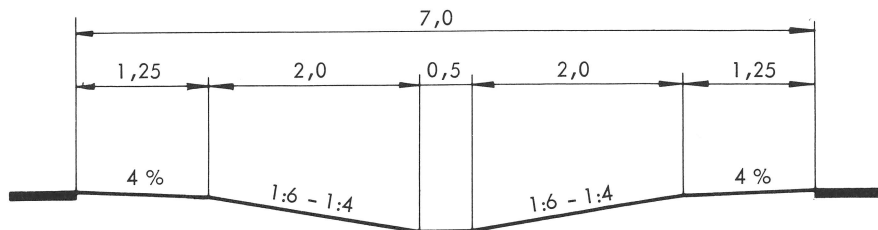
44. Midtdelere

Standard bredde på midtdelere på vegklasse 1 a er 7 m, inklusive skuldre. Der-
som spesielle forhold gjør det påkrevet å redusere midtdelerbredden, gjelder ge-
nerelt følgende regler for utformingen:

1. Midtdelere med 5 m bredde eller mer (inklusive skuldre) skal bygges med
åpen grøft. Området mellom skuldrene bør gresskles og eventuelt beplantes
med busker.
2. Midtdelere med minre bredde enn 5 m (inklusive skuldre) skal utføres med
skrå kantstein langs skulderens ytterkant (jfr. kap. 10). Området mellom kant-
steinene kan ha grus- eller asfaltdekke eller det kan tilsåes. Dette området
skal imidlertid være kjørbart.

Lysmaster og andre faste innretninger bør ikke plasseres i midtdeleren. Der-
som dette må gjøres skal midtdeleren utstyres med rekkverk.

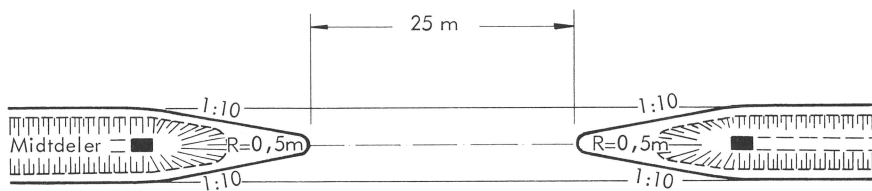
Figur 44.1 viser standard utforming av midtdeler.



Figur 44.1 Standard utforming av midtdeler. Mål i m.

For hver 1,5—2 km skal midtdeleren utformes slik at den kan krysses av vedlikeholdsmaskiner. Kryssingspunktene bør utformes slik at de i nødtilfeller også kan nyttes til kanalisering av trafikk fra en kjørebane til en annen. De bør utstyres med rekkverk (f. eks. låst kjetting) eller annet fysisk hinder som ikke uten videre kan fjernes av trafikantene. Figur 44.2 viser standard utforming av åpninger i midtdelere. Kantmerking langs kjørebanene føres ubrutt langs åpningen.

4. TVERRPROFILET



Figur 44.2 Standard utforming av åpninger i midtdelere.

45. Gang- og sykkelveger

Ved all vegplanlegging og -utbygging skal det vurderes hvordan gang- og sykkeltrafikken skal avvikles. Den beste løsningen er å gi disse trafikantene en egen veg atskilt fra biltrafikken. Dette kan fravikes der bil- og/eller gang/sykkel-trafikken er liten. Nærmere retningslinjer er under utarbeidelse. Inntil videre vises til bestemmelsene i Gatenormalene, som forutsettes brukt med de nødvendige tillempinger.

4. TVERRPROFILET

46. Fri høyde og bredde

Fri høyde skal ved ethvert punkt på kjørebane være minimum 4,60 m i tunneler og 4,70 m i andre byggverk. Fri høyde over skulder skal alltid være minst 2,50 m. Det må avsettes tilstrekkelig høyde til ventilasjon, belysning, skilter etc. der dette er nødvendig.

Fri høyde over jernbane skal normalt være 5,90 meter. Unntaksvis tillater NSB ned til 5,20 meter.

Fri bredde under bruer og langs murer er avhengig av vegens kurvatur. En siktkontroll (jfr. pkt. 52) er nødvendig for alle prosjekter. Avstand fra kjørebane-kant til mur eller brukar må ikke være mindre enn til skjæringsfot for fjellskjæring, selv om siktforholdene tillater en mindre avstand. Dersom det er muligheter for at vegen senere skal utvides, enten med flere kjørefelter eller ved reklassifisering, gjelder ovennevnte minsteavstand fra fremtidig kjørebane-kant.

På veger med midtdeler der det ved bruer nyttes søyler i midtdeleren, skal avstanden fra kjørebane-kant til søylene være minst 1 meter.

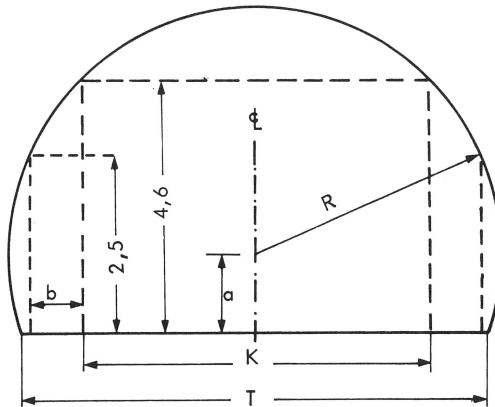
I korte tunneler uten belysning føres vegen gjennom uten reduksjon av skulderbredder dersom skulderen normalt er bredere enn 1,0 m. For veger med smalere skulder utvides skulderen til 1,0 m.

I tunneler skal vanligvis minsteavstand fra kjørebane-kant til tunnelvegg være:

1,50 m for vegklasse I

1,00 m for alle andre vegklasser

Tunneler skal bygges etter ett av de tverrsnitt som er vist i figur 46.1. En nærmere beskrivelse av tunneltverrsnittene er gitt i vegnormalenes del: Vegbygging (Håndbok-018)



Vegklasse	Tunnel- tverrsnitt- type	Tunnel- bredde T m	Største kjøre- bane- bredde K m	Bredde utenfor K med fri høyde $\geq 2,50$ m b m	Radius R m	Høyde til sirkel- sentrum a m	Areal over veg- dekket F m ²
Ia, Ib, IIb, IIc m/breddeutv.	A	10,20	7,50	1,25	5,22	1,01	53
IIc, IId m/breddeutv.	B	8,50	6,50	1,00	4,51	1,52	45
IId, IIe IIe red'	C	8,00	6,00	1,00	4,30	1,57	42
III og forbi- kjøringsfelt	D	5,50	3,50	1,00*	3,29	1,81	28

★) Tunneltverrsnitt D har et 5,5 m bredt felt midt i tunnelen med fri høyde $\geq 3,50$. Tunnelen (for vegklasse III) bygges med møteplasser. Møteplassene plasseres fortrinnsvis i stabilt, tørt fjell og kan da utformes med flatt tak.

Figur 46.1 Utforming av tunneltverrsnitt.

5. LINJEFØRING

51.	Elementene	59
.0	Generelt	59
.1	Siktforholdene	59
.2	Horisontaltraseen	59
.3	Vertikaltraseen	60
.4	Koordinering av horisontal- og vertikalkurver	60
.5	Endring av dimensjonerende fart	60
52.	Siktforhold og siktlengder	61
.0	Siktkrav generelt	61
.1	Stopplengde/stoppsikt	61
.2	Møtesikt	61
.3	Forbikjøringssikt	63
.4	Kriterier for måling av sikt	63
.5	Siktkontroll	64
53.	Horisontaltraseen	69
.1	Overhøyde	69
.2	Horisontalkurver	71
.3	Overgangskurver	72
	Generelt	72
	Enkel overgangskurve	75
	Vendeklotoide	75
	Eggkurve	76
	Sammenstøtende klotoider	76
	Sammensatte klotoider	77
.4	Oppbygging av overhøyde	77
.5	Breddeøkning i kurver	81
	2-felts veg	81
	4-felts veg	81
	1-felts veg	81
54.	Slyng	83
.0	Generelt	83
.1	Slyngklasser	83
.2	Horisontalkurvatur	84
.3	Bredden	86

.4	Overhøyde	87
.5	Stigninger og vertikalkurvatur	87
55.	Vertikal linjeføring	90
.1	Stigninger	90
.2	Vertikalkurver	90
	Generelt	90
	Vertikalkurvens geometri	90
	Krav til vertikalkurven	92
.3	Forbikjøringsfelt	95
	Hovedplanlegging.....	95
	Detaljplanlegging	96
	Geometrisk utforming av forbikjøringsfelt	99
	Anlegg av ekstra kjørefelt i uoversiktlig terreng	100

5. LINJEFØRING

51. Elementene

51.0 GENERELT

Linjeføringen bør resultere i en harmonisk romkurve hvor de enkelte elementer er innbyrdes avstemt og tilpasset vegens transportoppgave og dens omgivelser. Vegens dimensjonerende fart tjener som mål på denne tilpasning.

Det er viktig med en naturlig samhörighet mellom linjeføringsselementene. Detaljplanleggeren må derfor tegne opp et fartsprofil som viser kjørefarten bestemt av vegens form for å kontrollere hvorvidt den valgte utforming resulterer i et jevnt fartsnivå. Raske endringer i fartsnivå reduserer vegens sikkerhetsmessige standard, og den geometriske utforming må derfor revideres der fartsprofilet eventuelt avslører slike endringer. Dimensjonerende fart er nærmere beskrevet i kapittel 3.

51.1 SIKTFORHOLDENE

Den fastlagte verdi for dimensjonerende fart avgjør, sammen med vegtype og vegklasse, hvilke siktkrav som må tilfredsstilles. For vegklasse I må stoppsikt sikres. For vegklasse III må møtesikt sikres. På strekninger der det pga. topografien er vanskelig å oppnå møtesikt, bør vegen utvides til to felt. For vegklasse II må stoppsikt sikres. Forbikjøringssikt må sikres langs deler av strekningen.

På en veg som er dimensjonert for en relativt lav fart, vil det være strekninger hvor kjørefarten kan bli vesentlig høyere enn dimensjonerende fart. Dersom linjeforløpets karakter endres vesentlig langs en vegstrekning, for eksempel ved overgang til skarpere kurvatur, bør siktforholdene og den optiske linjeføring være så god at trafikantene kan oppdage endringer i linjeforløpet i god tid.

51.2 HORIZONTALTRASEEN

Så langt det er mulig skal vegen føyes etter terrengformasjonene slik at den ikke dominerer landskapet. Ustrakt bruk av lange rettstrekninger kan lett føre til et uharmonisk linjeforløp. I flatt terreng, brede dalfører o. l. er imidlertid rettstrekninger mer anvendbare enn i andre landskapsformasjoner.

Vanligvis skal kurver med størst mulig radius eller klottoide parametre benyttes, men over en gitt vegstrekning bør kurvene ha noenlunde samme krumning og lengde.

5. LINJEFØRING

Hvor retningsendringen er liten (liten brytningsvinkel), må kurvene gjøres lange nok til at inntrykket av en knekket linje unngås.

51.3 VERTIKALTRASEEN

Stigninger har størst innvirkning på tunge bilers fartsnivå. Fartsreduksjonen er avhengig av stigningsgrad og stigningslengde, og av forholdet mellom morotstyrke og totalvekt. Fra diagrammer som viser tunge bilers fartsforløp i stigninger kan det konstrueres fartsprofiler for det aktuelle veganlegg. Det forutsettes at lette biler holder uendret fart i stigninger, såfremt stigningene ikke er for lange og bratte.

Dersom en stigning reduserer vegens kapasitet så meget at det oppstår uakseptable trafikkavviklingsforhold, må det bygges krabbefelt for tungtrafikken.

51.4 KOORDINERING AV HORIZONTAL- OG VERTIKALKURVER

Det er meget viktig å sørge for en gjensidig tilpasning av linjeføringen i det horisontale og vertikale plan. Kurvepunkt i horisontal- og vertikalkurven bør mest mulig være sammenfallende. I høybrekk og lavbrekk bør horisontalkurven være lenger enn vertikalkurven.

Det må likeledes kontrolleres at romkurven gir tilfredsstillende siktforhold og at resulterende fall ikke overskrider de tillatte grenseverdier.

51.5 ENDRING AV DIMENSJONERENDE FART

Ved overgang fra én landskapstype til en annen kan det være nødvendig å endre dimensjonerende fart. Plutselig reduksjon i geometrisk standard vil kunne medføre ulykker, og det er følgelig nødvendig å innføre overgangsparseller. Over slike parseller bør kurvaturen gjøres gradvis skarpere og endringene i linjeføringen bør eventuelt understrekes ved bruk av skilt og oppmerking. Det er videre meget viktig at siktforholdene utbedres slik at kurvenes skarpere krumming blir lett iøynefallende.

52. Siktforhold og siktlengde

52.0 SIKTKRAV GENERELT

Med sikt menes avstanden fra en vognførers øyne og fram til et nærmere angitt punkt i synsfeltet. Minimum sikt, stoppsikt, må være stor nok til at kjøretøyet kan stoppes før det når et uventet hinder i kjørebanelen. Andre siktkrav er møtesikt og forbikjøringssikt. Kriterier for måling av sikt er gitt under punkt 52.4.

52.1 STOPPLENGDE/STOPPSIKT

Stopplengden er den teoretisk minste lengde som medgår til reaksjon og bremsing for å stoppe et kjøretøy. Sikt som tilsvarer stopplengden kalles stoppsikt. Minimum stopplengder for ulike fart og stigningsgrad er gitt i figur 52.2. Ved bestemmelse av stopplengde i vertikalkurver nyttes ugunstigste verdi for stigningsgraden i tilstøtende stigninger.

52.2 MØTESIKT

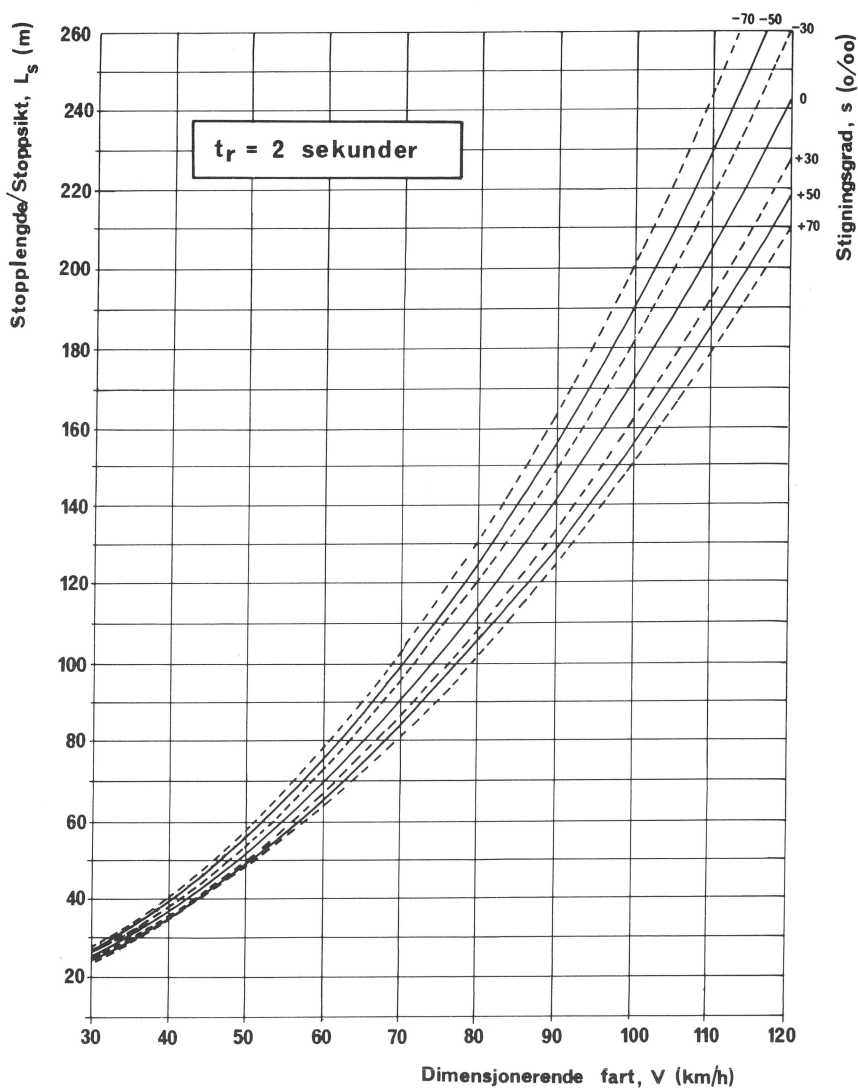
Møtesikt er sikt frem til et kjøretøy som kjører i motsatt retning i samme kjørefelt. Dimensjonerende møtesikt er summen av de to vogners stopplengde på horisontal veg pluss 10 meter som sikkerhetsavstand.

Figur 52.1 angir verdier av dimensjonerende møtesikt for ulike fart.

Dimensjonerende fart (km/h)	Dimensjonerende møtesikt (m)
30	60
40	80
50	110
60	150
70	190
80	240

Figur 52.1 Dimensjonerende møtesikt ved ulike verdier av dimensjonerende fart.

5. LINJEFØRING

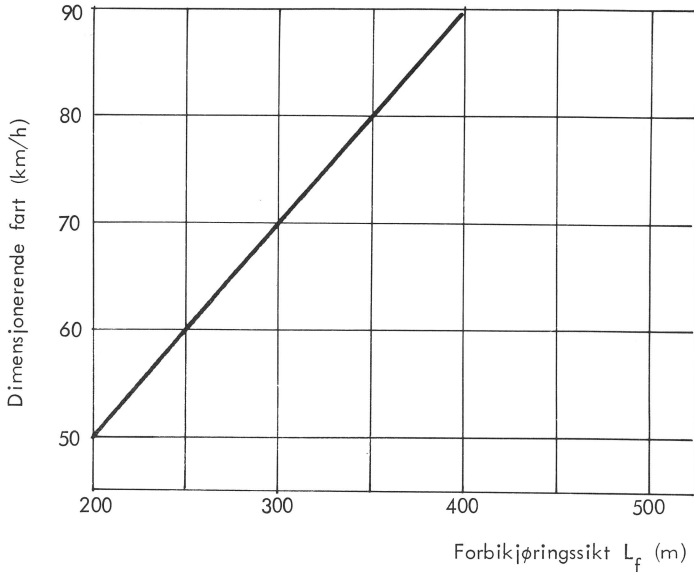


Figur 52.2 Minste stopplengde/stoppsikt ved ulike stigningsgrad og fart.

52.3 FORBIKJØRINGSSIKT

Med forbikjøringssikt menes nødvendige sikt til møtende kjøretøy i det øyeblikk en trygg forbikjøring starter.

Figur 52.3 viser nødvendig siktlengde for forbikjøring ved ulike fartsnivå.



Figur 52.3 Nødvendig siktlengde for forbikjøring

52.4 KRITERIER FOR MÅLING AV SIKT

Siktlengder måles fra kjøretøfyførerens øye til et hinder eller et annet kjøretøy i fart i det øyeblikket det kommer til syne. Kriterier som er brukt for bestemmelse av stoppsikt, møtesikt og forbikjøringssikt er:

Øyehøyde	=	1,1 m over kjørefeltet og midt i dette
Hinderhøyde	=	0,2 m
Kjøretøyhøyde	=	1,35 m (Brukes ved henholdsvis møte- og forbikjørings-sikt)

Ved beregning av vertikalradien er hinderhøyde og kjøretøyhøyde redusert med et bueminutt ganger siktlengden.

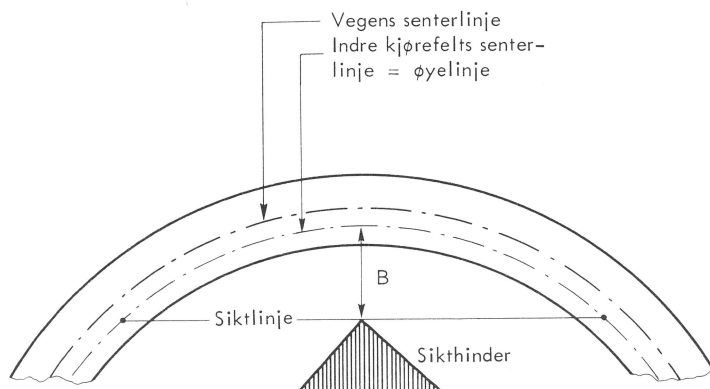
Figur 52.4, 52.5 og 52.6 viser hvorledes kriterier brukes for siktkontroll og siktberegninger i horisontal- og vertikalkurver.

5. LINJEFØRING

52.5 SIKTKONTROLL

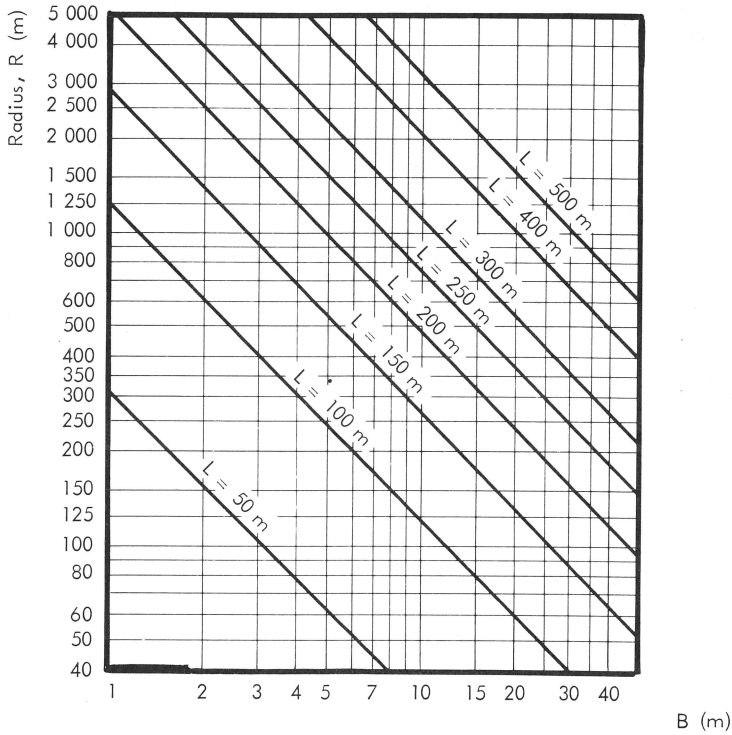
I det praktiske arbeid tilfredsstilles siktkravene i horisontal- og vertikaltraseen hver for seg. Siktkravene i horisontalkurver må tilfredsstilles som vist i figur 52.4 og 52.5. Siktkravene i vertikaltraseen må tilfredsstilles som vist i figur 52.6. De siste kravene er innebygd i dimensjoneringsverdiene for vertikalkurvene, se under pkt. 55.2.

Ikke alle kombinasjoner av element i horisontal- og vertikaltraseen gir akseptable siktforhold. Der siktlinsen ligger utenfor kjørebanelen, som vist i figur 52.4, må det ikke forekomme sikthindrende partier. Siktkontroll i forbindelse med rekkverk må utføres. Største tillatte høyde på terrenget, skråningshøyde, dvs. siktlinsens høyde over vegbanen, h , for stoppsikt og møtesikt er gitt i figurene 52.7, 52.8 og 52.9.



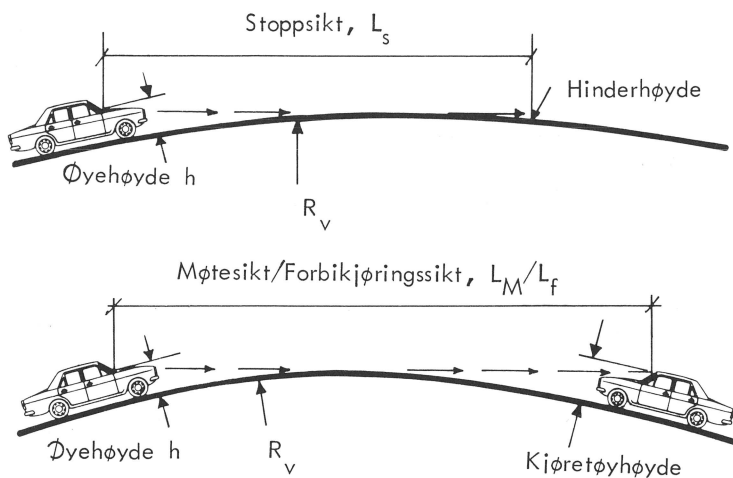
Figur 52.4 Sikthinder og siktlinje i kurver. (Siktlengden måles langs indre kjørefelts senterlinje.) Figur 52.5 viser verdier for B ved ulike siktlengder og radier.

52. Siktforhold og siktlengde

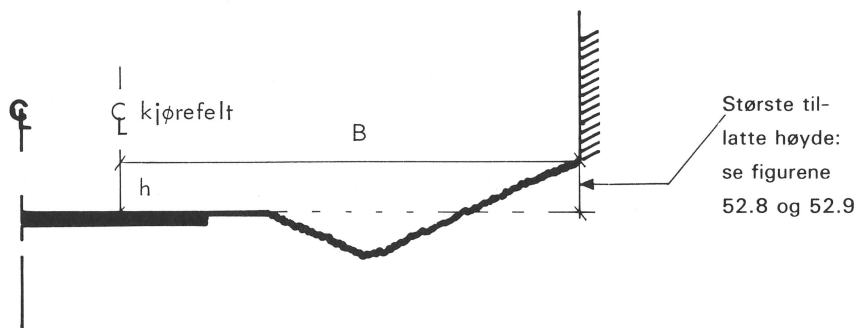


Figur 52.5 Nødvendig afstand B fra indre kørefelts senterlinje til sidehinder ved forskjellige kurveradier R og siktkrav L .

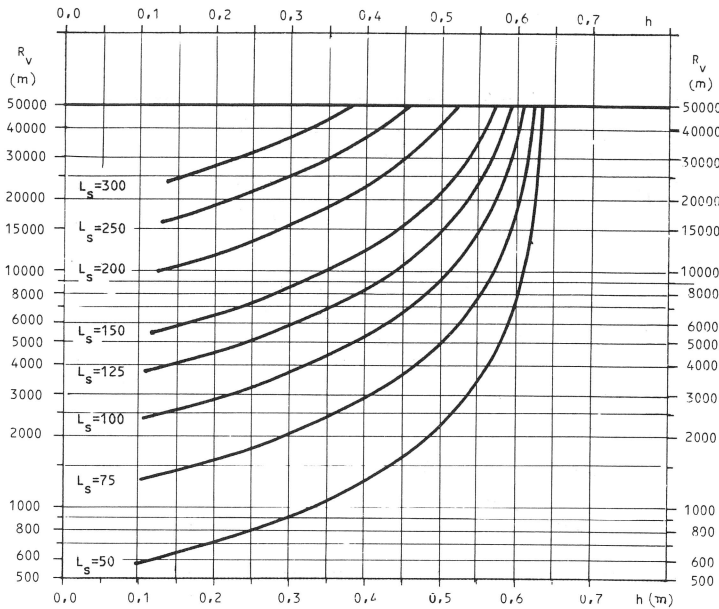
5. LINJEFØRING



Figur 52.6 Kriterier for siktlíne i vertikalkurver

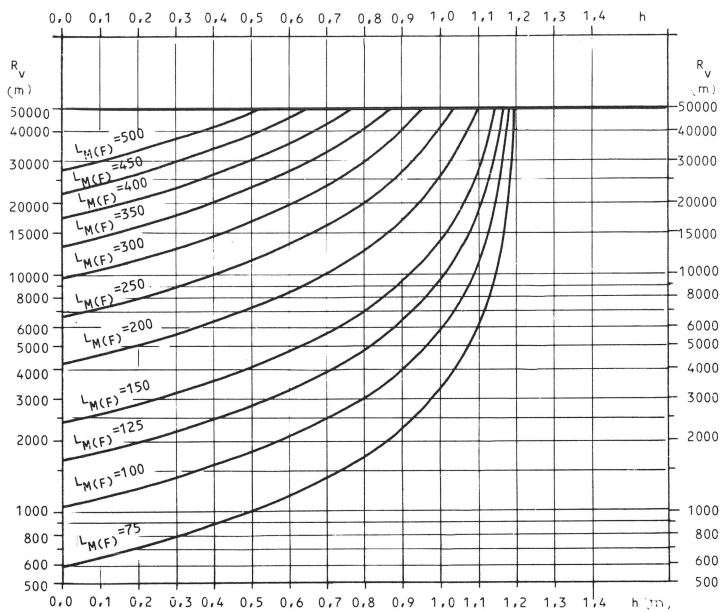


Figur 52.7 Sideutforming med hensyn til siktkrav i horisontal- og vertikalkurver. Se figur 52.4, 52.5, 52.8 og 52.9.



Figur 52.8 Største tillatte høyde, h , for skråning eller terreng (ved sikthinder) i avstand B fra indre kjørefelts senterlinje når krav til stoppsikt skal oppfylles i ulike vertikalkurver, R_v

5. LINJEFØRING



Figur 52.9 Største tillatte høyde, h , for skråning eller terreng (ved sikthinder) i avstand B fra indre kjørefelts senterlinje når krav til møtesikt og forbikjøringsikt skal oppfylles i ulike vertikalkurver, R_v .

53. Horisontaltraseen

53.1 OVERHØYDE

Et kjøretøy blir ved kjøring i kurve utsatt for en tverrkraft som virker inn på kjøretøyets føring og kjørekomforten. En veg legges med overhøyde gjennom kurver for delvis å motvirke den horisontale komponent av tverrkraften. Resten må opptas ved sidefriksjon. Overhøyde er vegens ensidige tverrfall i kurve (regnet fra horisontalt nivå).

Betingelsen for at sideglidning ikke skal opptre er at:

$$e + f_k \geq \frac{V^2}{127 R}$$

hvor

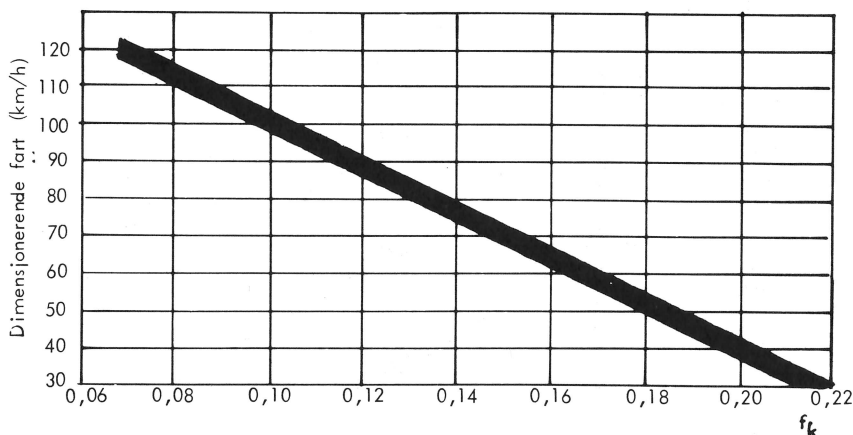
V = dimensjonerende fart (km/h)

R = kurveradius (m)

e = overhøyde (m/m)

f_k = sidefriksjonsfaktor

Figur 53.1 viser dimensjonerende verdier for f_k ved ulike dimensjonerende fart.

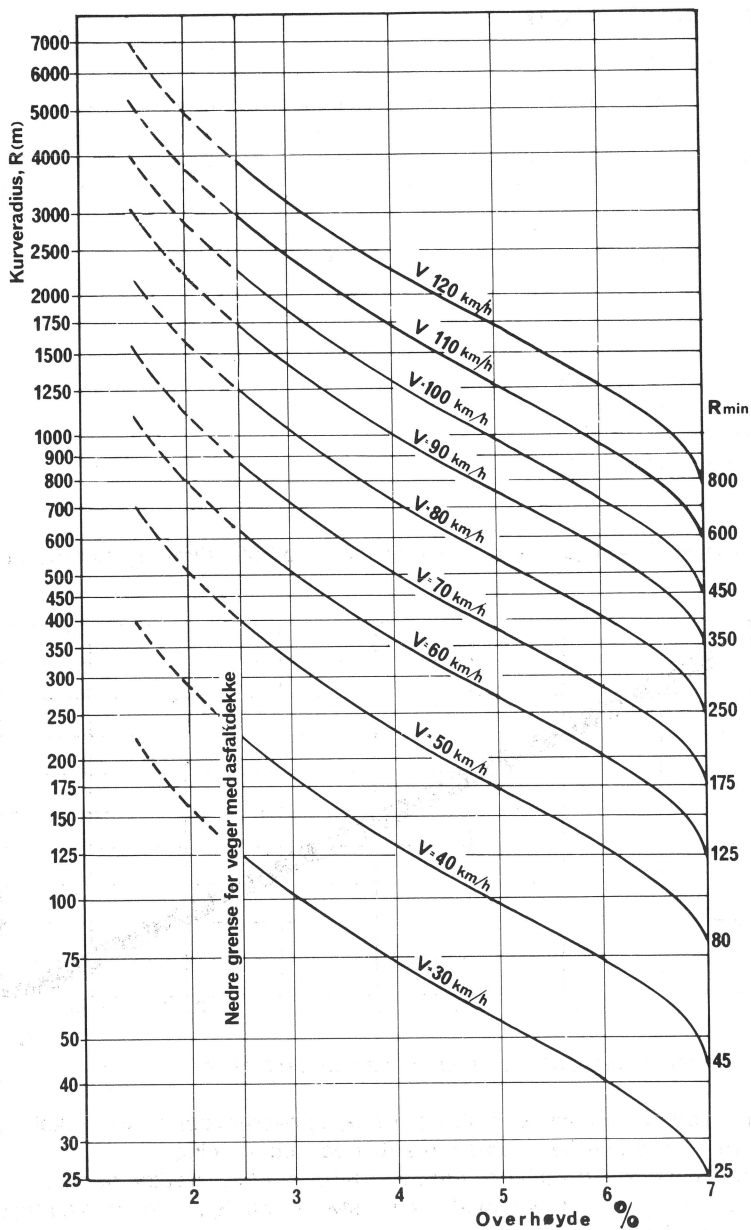


Figur 53.1 Sidefriksjonsfaktor ved ulike dimensjonerende fart.

Største tillatte overhøyde er fastsatt til 7 %, og overhøyden i kurver skal ingen steder være mindre enn det normale tverrfall på rettstrekning.

Den skal ha sin største tillatte verdi, $e = 0,07$, når kurveradien har sin minste tillatte verdi, $R_{\min}$. For kurver med radius større enn $R_{\min}$ finnes overhøyden direkte fra figur 53.2.

5. LINJEFØRING



Figur 53.2 Overhøyde i kurver ved ulike verdier for dimensjonerende fart.

I kurver med store radier er det ikke nødvendig å legge vegen med overhøyde. Figur 53.3 angir de minste kurveradier som kan brukes når vegen bygges med takprofil gjennom kurven.

Dimensjonerende fart V (km/h)	Minste kurveradius uten overhøyde (m)
≤ 60	1200
70	1500
80	2000
90	3000
100	4000
110	5000
120	7000

Figur 53.3 Minste kurveradius uten overhøyde for ulike verdier av dimensjonerende fart.

53.2 HORISONTALKURVER

Med utgangspunkt i dimensjonerende verdier for overhøyde og sidefriksjonsfaktor kan det minste tillatte kurveradius, $R_{\min}$, ved ulike dimensjonerende fart beregnes etter formelen

$$R_{\min} = \frac{V^2}{127(e + f_k)}$$

Figur 53.4 angir avrundede verdier av $R_{\min}$.

Dimensjonerende fart V (km/h)	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Minste tillatte kurveradius, $R_{\min}$ (m)	25	45	80	125	175	250	350	450	600	800

Figur 53.4 Minste tillatte kurveradius ved maksimal overhøyde 7 % ved ulike verdier av dimensjonerende fart.

Disse grenseverdier er fastlagt ut fra kjøredynamiske vurderinger og sikrer ikke nødvendigvis tilfredsstillende siktforhold. En siktkontroll, som omtalt under pkt. 52.5, er nødvendig i alle horisontalkurver.

5. LINJEFØRING

53.3 OVERGANGSKURVER

Generelt

Overgangskurvene benyttes i første rekke for å oppnå en gradvis overgang fra en krumning til en annen. Overganger mellom ulike krumninger fører også til et behov for gradvis endring av overhøyden. Overhøydeendringen gjennomføres normalt i overgangskurven. Overgangskurver vil også bidra til en mykere og estetisk godt utformet veglinje.

Klotodien egner seg godt som overgangskurve fordi krumningen tiltar (eller avtar) lineært med kurvelengden. Klotoidens formel er:

$$A^2 = R \cdot L$$

hvor

A = klotoidens parameter

R = sirkelkurvens radius (eller klotoidens krumningsradius i dens slutt punkt)

L = klotoidens lengde

Parameteren A er et uttrykk for krumningsforløpet langs kurven. Store verdier av A indikerer en langsom krumningsendring og små verdier av A en hurtigere krumningsendring. For en gitt klotoid er produktet av R og L konstant (A^2) for et hver punkt på kurven. Dersom parameteren endres, endres selve klotoidens størrelse. Dens form er imidlertid uendret for alle verdier av A. Normalt velges $A < R$.

Den hurtigste krumningsendring som tillates uttrykkes gjennom en minste verdi for klotoidparameteren, $A_{\min}$. Til grunn for beregninger av $A_{\min}$ legges vurderinger av

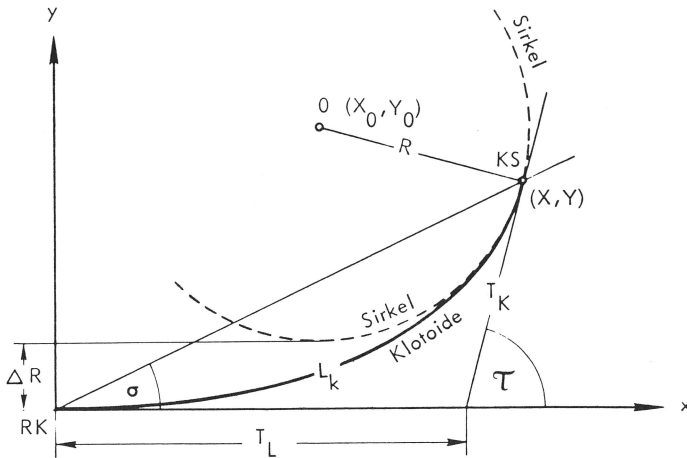
- kjøredynamikk
- overhøydeoppbygging
- optisk linjeføring

Alle kravene til $A_{\min}$ fremgår av figur 53.6. Det er forutsatt at overhøyden er null ved klotoidens startpunkt.

Av kjøredynamiske grunner bør $A \leq R$.

Av estetiske grunner bør $A \geq \frac{R}{3}$.

Ved R mye større enn $R_{\min}$ ($R \geq 1\,000$ — $2\,000$) kan klotoiden benyttes som et rent trasseringselement uten bestemte krav til klotoidparameter.

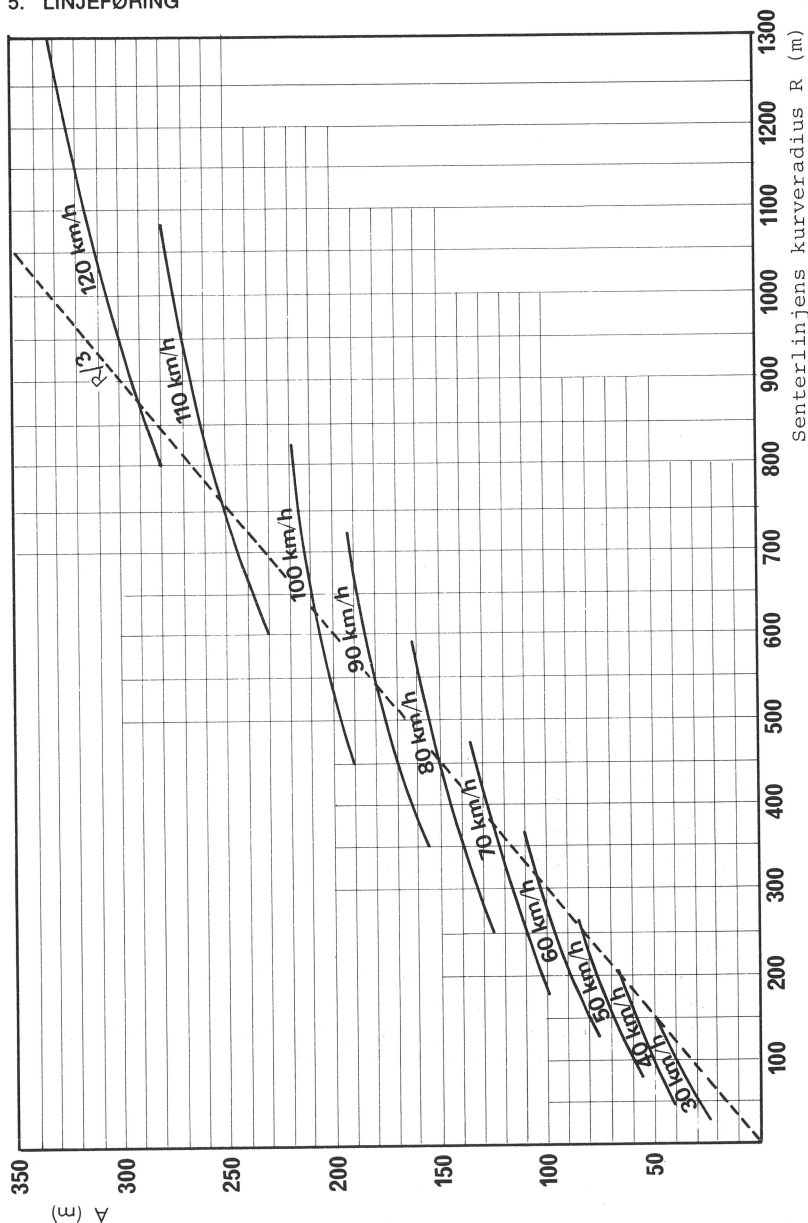


Figur 53.5 Klotoidens konstruksjonselementer

Tegnforklaring til figur 53.5:

RK	=	overgangspunkt rettlinje — klotoider
KS	=	overgangspunkt klotoider — sirkel
L_k	=	klotoidens kurvelengde
O	=	sirkelkurvens sentrum
R	=	sirkelkurvens (hovedkurvens) radius
ΔR	=	tangentavsett
T_K	=	den korte tangent
T_L	=	den lange tangent
X, Y	=	koordinater for overgangspunkt fra klotoider til sirkel
X_0, Y_0	=	koordinater for sirkelkurvens sentrum
σ	=	retningsvinkel for klotoidens hovedkorde (korde fra RK til KS)
τ	=	klotoidens brytningsvinkel (retningsendring)

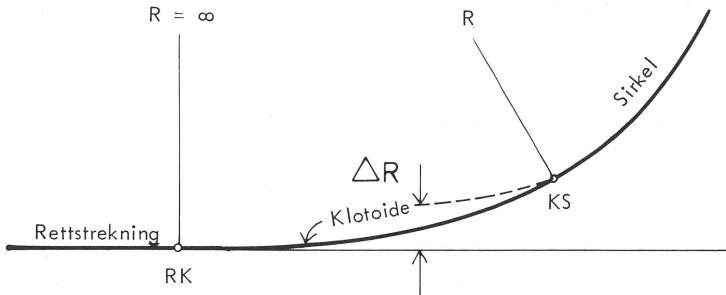
5. LINJEFØRING



Figur 53.6 Anbefalte minimumsverdier for klotoidparameteren A , for $A \leq R$.
Alle kravene til $A_{\min}$ er dekket av kurveskaren

Enkel overgangskurve

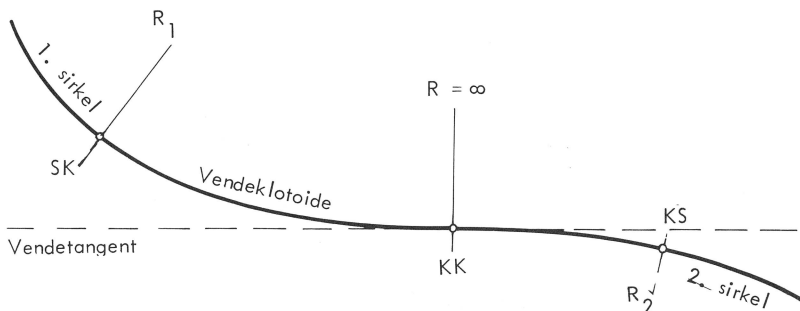
Når klotoiden benyttes som enkel overgangskurve mellom rettstrekning og sirkelkurve, skal størst mulig parameter benyttes.



Figur 53.7 Klotoiden som enkel overgangskurve

Vendeklotoider

Venteklotoiden, S-kurven, benyttes som overgangskurve mellom to motsatt rettede sirkelkurver, og kommer ofte til anvendelse i kupert terreng og på steder hvor det er nødvendig å skifte retning relativt hyppig. Et eksempel er vist på figur 53.8 hvor overgangskurven består av to motsatt rettede klotoider av forskjellig lengde og parameter. I vendepunktet KK er $R = \infty$. Begge klotoider må tilfredsstille kravene til $A_{\min}$. Normalt bør størrelsen på klotoidparametrene harmonere med de respektive sirkelradier.



Figur 53.8 Vendeklotoider.

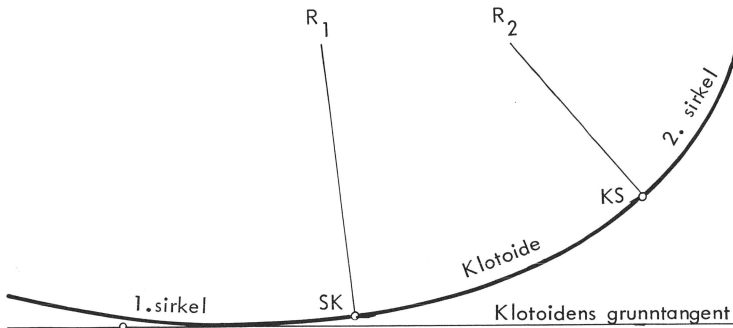
5. LINJEFØRING

Eggkurve

Eggkurve er kurvekombinasjon av 2 ensrettede sirkler forbundet med klotoide. Det bør utvises forsiktighet ved bruk av eggkurver, spesielt ved kurvatur i nærheten av minimumskravene kombinert med fall. Videre anbefales det at parameteren er av størrelsesorden:

$$\frac{R_2}{2} < A < R_2 \text{ (m)}$$

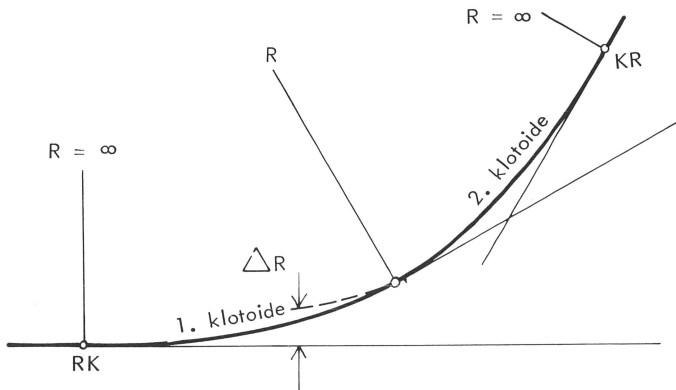
hvor R_2 er den minste av de to radier.



Figur 53.9 Eggkurve

Sammenstøtende klotoider

I punktet hvor klotoidene støter sammen må $R \geq R_{\min}$. Kravene til $A_{\min}$ er uforandret.



Figur 53.10 Sammenstøtende klotoider

Sammensatte klotoider

Sammensatte klotoider på fri vegstrekning er kjøredynamisk uheldig og bør om mulig erstattes med eggkurve eller enkel overgangskurve. Det anbefales at $A_1/A_2 < 1,3$. Kravene til $A_{\min}$ gjøres gjeldende for den minste klotoiden med parameter A_2 .

53.4 OPPBYGGING AV OVERHØYDE

Overhøyden skal helt eller delvis bygges opp over overgangskurvens lengde. Full overhøyde skal være etablert i det punkt sirkelen begynner.

For overgangskurver med parameter $A_{\min}$ og nær ned mot $A_{\min}$ må oppbyggingen fra takfall på rettlinj til ensidig tverrfall i kurve skje med at ytre kjørefelt bygges opp til $e = 0$ på rettlinjen.

Primært bør overhøydeoppbyggingen utføres over overgangskurvens lengde. Klotoidens lengde må følgelig være lik eller større enn overhøyderampens minste lengde L_0 som er gitt i figur 53.11.

V km/h 1) $e - e_0$	Lengde av overhøydeoppbygging L_0 (m)									
	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
< 0,050	17	22	28	33	39	44	50	56	61	67
0,075	24	32	40	48	56	64	72	80	88	96
0,095	30	40	50	60	70	81	91	101	111	121

1) e = overhøyde ved oppbyggingens slutt (m/m)

e_0 = tverrfall ved oppbyggingens begynnelse

Tverrfall og overhøyde regnes i forhold til horisontalt nivå

Figur 53.11 Minste tillatte lengde (L_0) for oppbygging av overhøyde ved ulike fartsnivå (V) og tverrfallsforandring ($e - e_0$). ($L_0 = 10,6 \cdot V \cdot (e - e_0)$)

Ved svært slake overgangskurver er det ønskelig å bygge overhøyden opp i to etapper. Dette for å unngå lange strekninger med svært liten overhøyde. Først dreies ytre kjørefelt så raskt som mulig til ensidig overhøyde lik takfallet. Videre bygges overhøyden opp over resten av overgangskurven (hele oppbyggingen innen overgangskurvens lengde).

Oppbyggingen skjer ved dreining om senterlinjen for 1 og 2-felts veger.

Flerfeltsveger behandles i prinsippet på samme måte som 2-felts veger. Hver kjørebane dreies samlet (som felt på 2-felts veg) om kjørebane kant mot midtdeler (tilsvarer C_L for 2-felts veger). Figur 53.12.

Det bør vurderes i hvert enkelt tilfelle hvorvidt flerfelts veger bør behandles som to helt adskilte 2-felts veger. Spesielt er dette aktuelt der kun 1 kjørebane bygges ut i første omgang og forutsettes benyttet til 2-vegs-trafikk i lengre tid.

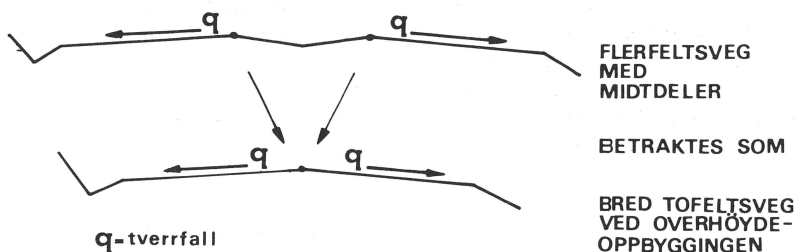
Oppbyggingen av overhøyde er prinsipielt vist i figur 53.13—53.17.

5. LINJEFØRING

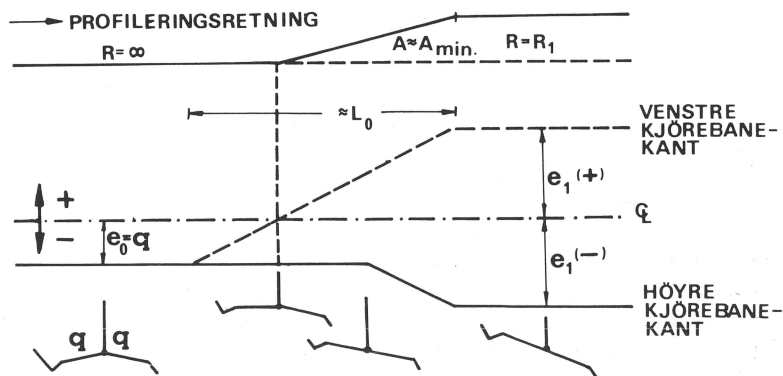
I en vendekurve med en kort rettlinje betraktes rettlinjen som en del av klotoidene når lengden på rettlinjen er mindre enn 10 m eller

$$L < \frac{A_1 + A_2}{20}$$

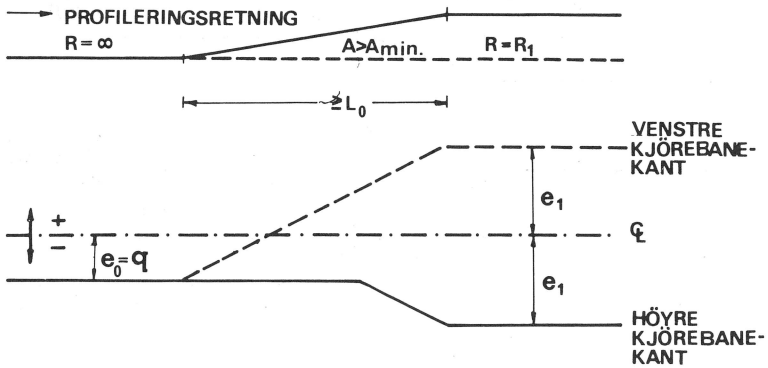
Tverrfallet bygges ikke ned til takfall på slike kort rettlinjer.



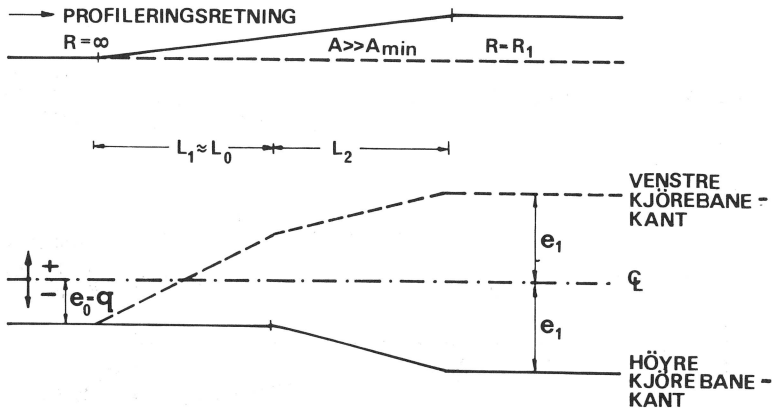
Figur 53.12 Prinsippskisse for overhøydeoppbygging for flerfeltsveger



Figur 53.13 Overhøydeoppbygging med overgang rettlinje-sirkel, der parameter A er tilnærmet lik A_{min}

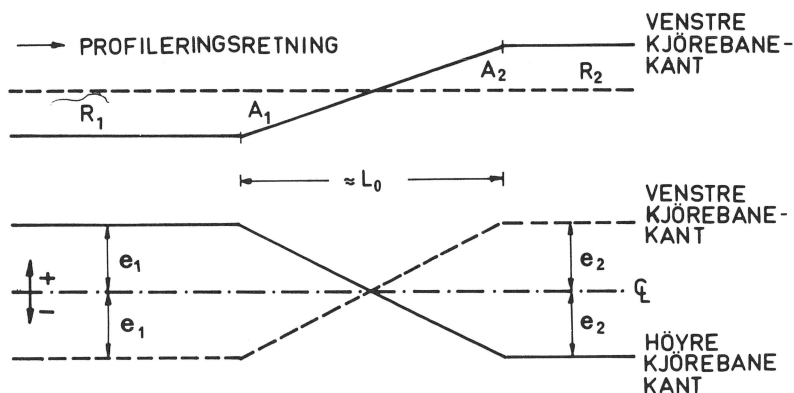


Figur 53.14 Overhøydeoppbygging ved overgang rettlinje-sirkel, der parameter A er endel større enn A_{min}

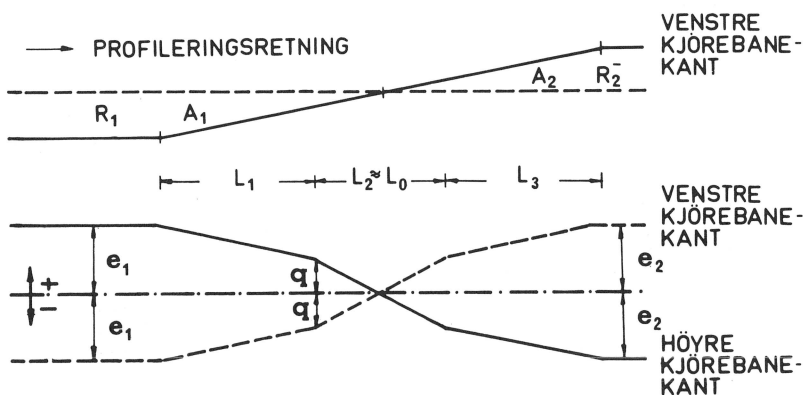


Figur 53.15 Overhøydeoppbygging ved overgang rettlinje-sirkel, med paramter A mye større enn A_{min}

5. LINJEFØRING



Figur 53.16 Overhøydeoppbygging i vendekurve med parameter A tilnærmet lik A_{min}



Figur 53.17 Overhøydeoppbygging i vendekurve med parameter A mye større enn A_{min}

53.5 BREDDEØKNING I KURVER

Kjørebredden i kurver på fri veg kan beregnes etter formlene:

$$F_{kl} = b + b_x$$

$$F_{kll} = b + b_x + b_o$$

hvor

$$F_{kl} = \text{bredden av et separat kjørefelt eller ytre kjørefelt på kjørebane med flere kjørefelter}$$

$$F_{kll} = \text{bredden av andre kjørefelter enn angitt over}$$

$$b = \text{kjørefeltets bredde på rettlinje}$$

$$b_x = \text{økningen av hjulsporavstanden}$$

$$b_o = \text{breddeøkningen pga. overheng}$$

2-felts veg

For å forenkle arbeidet, er det utarbeidet diagram, figur 53.18 for beregning av breddeutvidelse i kurver på 2-felts veg. Det brukes slik:

1. Det bestemmes hvilket typekjøretøy, SP eller L, som skal være dimensjonerende for kurven.
2. I diagrammet finnes nødvendig breddeutvidelse for 2-felts veg. Verdien av rundes til nærmeste 0,10 m.
3. Breddeutvidelsen fordeles med én halvpart på hver side av vegen. Breddeutvidelsen utføres normalt over overgangskurvens lengde. Ved lange overgangskurver kan breddeutvidelsen utføres over en kortere strekning. I så tilfelle må det kontrolleres at breddeutvidelsen på det punkt hvor overgangskurvens krumning tilsvarende $R = 350$ m får en breddeutvidelse lik 0,4 m.

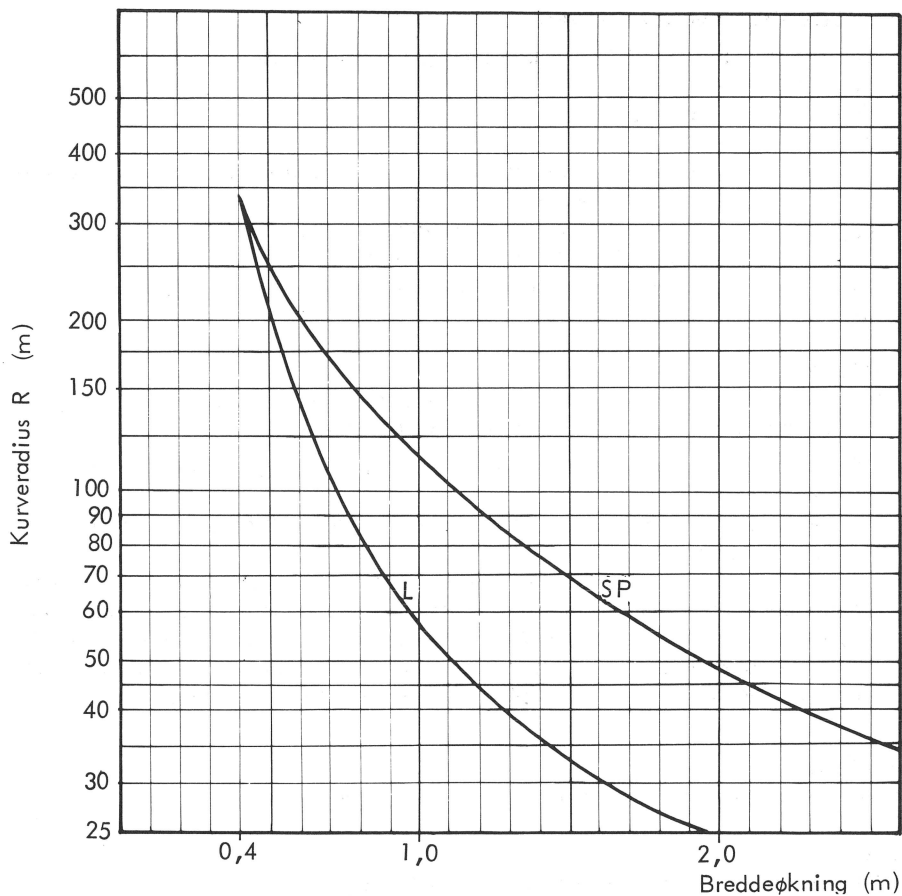
4-felts veg

4-felts veger med midtdeler behandles som to 2-felts veger.

1-felts veg

1-felts veg gis halve breddeøkningen av 2-felts veg.

5. LINJEFØRING



Figur 53.18 Breddeutvidelse i kurver på 2-felts veg for dimensjonerende kjøretøy L og SP. Kurver med horisontalradius større enn 350 m skal ikke ha breddeutvidelse.

54. Slyng

54.0 GENERELT

En slyng er et linjeføringselement med liten horisontalkurveradius ($R_L \leq 40$ m) og som har en retningsendring vesentlig større enn 90° .

I en slyng fravikes bevisst kravene i henhold til dimensjonerende fart for tilstøtende veg.

Bruk av slyng gjør det mulig å anlegge veg i vanskelige terrengpartier.

Slyng kommer vanligvis til anvendelse for å overvinne store høydeforskjeller. Slyng er ofte et alternativ til kostbare tiltak som større bruer og tunneler.

For ikke å gjøre en slyng til et spesielt ulykkesbelastet punkt, må det legges stor vekt på gode siktforhold, visuell føring, skilting og oppmerking slik av vegens utforming oppfattes av trafikantene.

54.1 SLYNGKLASSER

Slyngklassen knyttes til tilstøtende vegs vegklasse i henhold til fig. 54.1.

Slyng anses uaktuelt på veger med mer enn 2 kjørefelt.

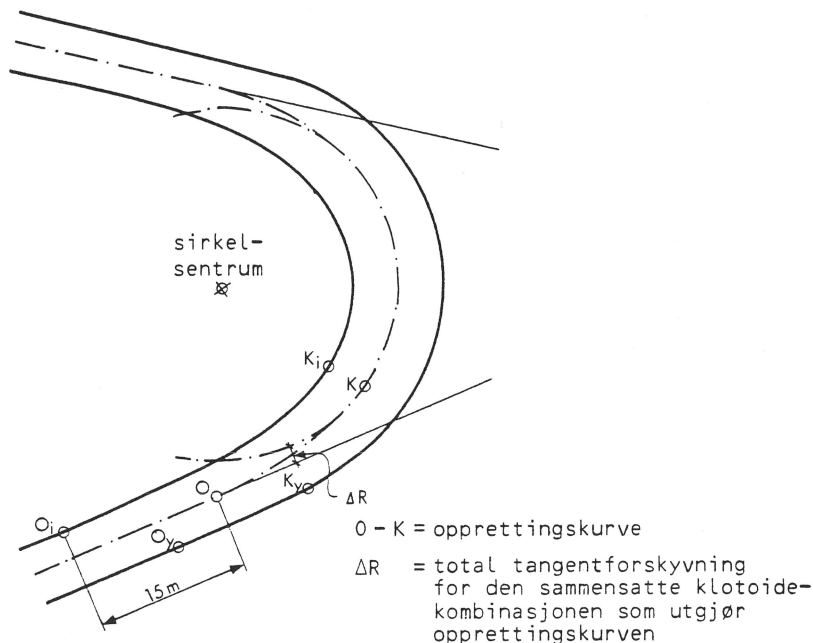
Vegklasse	Slyngklasse	Dimensjoneres for møteing mellom	Minste radius i $\varnothing$	Merknader
IIb og IIc	1	2SP	12 m	SP og P kan møtes Konstrueres med L i indre kjørefelt, SP kan trafikere slyngen.
IId og IIe	2	2L	12 m	
Ile og Ile red.	3	L og P	12 m	
III	4	2P	10 m	10 m er minsteradius for brøyting med lastebil. SP kan trafikere slyngen med redusert fart.

Figur 54.1 Slyngklasser

5. LINJEFØRING

54.2 HORISONTALKURVATUR

Senterlinjen består av en sirkelkurve og opprettingskurve mot tilstøtende elementer, se fig. 54.2.



Figur 54.2 Horisontalkurvatur i slyng

Opprettingskurven O—K består av 1—3 sammensatte klotoider, avhengig av minsteradien i slyngens senterlinje.

Fig. 54.3 viser opprettingskurvens sammensetning, for varierende slyngklasse og senterlinjens minste horisontalkurveradius.

Til hjelp ved konstruksjon av slyng er det totale tangentinnrykket for den sammensatte klotoiden (ΔR) og kurvens lengde tabellert i fig. 54.4.

Slyng- klasser	R_{dL}	1. klotoide		2. klotoide		3. klotoide	
		A		A		A	
		$R_{beg.}$	R_{slutt}	$R_{beg.}$	R_{slutt}	$R_{beg.}$	
1	$R < 20$	$A = 40$		$A = 15$		$A = 8$	
		$R = \infty$	$R = 70$	$R = 70$	$R = 20$	$R = R_q$	
	$40 > R \geq 20$	$A = 40$		$A = 15$			
		$R = \infty$	$R = 70$	$R = 70$	$R = R_q$		
2 og 3	$R < 30$	$A = 40$		$A = 17,5$		$A = 8$	
		$R = \infty$	$R = 100$	$R = 100$	$R = 30$	$R = 30$	$R = R_q$
	$40 > R \geq 30$	$A = 40$		$A = 17,5$			
		$R = \infty$	$R = 100$	$R = 100$	$R = R_q$		
4	$R < 30$	$A = 13$		$A = 6,5$			
		$R = \infty$	$R = 30$	$R = 30$	$R = R_q$		
	$40 > R \geq 30$	$A = 13$					
		$R = \infty$	$R = R_q$				

Figur 54.3 Opprettingskurvenes sammensetning.

Slyngklasse	1		2 og 3		4	
R_q	ΔR	$L_{opp.k.}$	ΔR	$L_{opp.k.}$	ΔR	$L_{opp.k.}$
10					0,26	8,45
12	2,51	33,03	1,39	26,35	0,20	8,45
14	2,23	32,26	1,24	25,58	0,16	7,24
16	2,00	31,69	1,12	25,01	0,14	6,87
18	1,80	31,25	1,03	24,57	0,12	6,57
20	1,62	30,89	0,94	24,21	0,10	6,34
22,5	1,43	29,64	0,85	23,86	0,08	6,10
25	1,29	28,64	0,77	23,51	0,07	5,92
27,5	1,17	27,82	0,70	23,34	0,06	5,76
30	1,08	27,14	0,63	23,15	0,04	5,63
35	0,92	26,07	0,51	21,69	0,03	4,83
40	0,80	25,27	0,44	20,59	0,02	4,23

Figur 54.4 Verdier for total ΔR og opprettingskurvens lengde (mål i m).

5. LINJEFØRING

Indre kjørefeltkant utformes som en sirkelkurve over samme vinkel og med samme senter som senterlinjens sirkelkurve. Breddeutvidelsen (feltbredde i slyngen framgår av fig. 54.6), foretas over en strekning lik opprettingskurvens lengde + 15 m (se fig. 54.4) og i henhold til fig. 54.5.

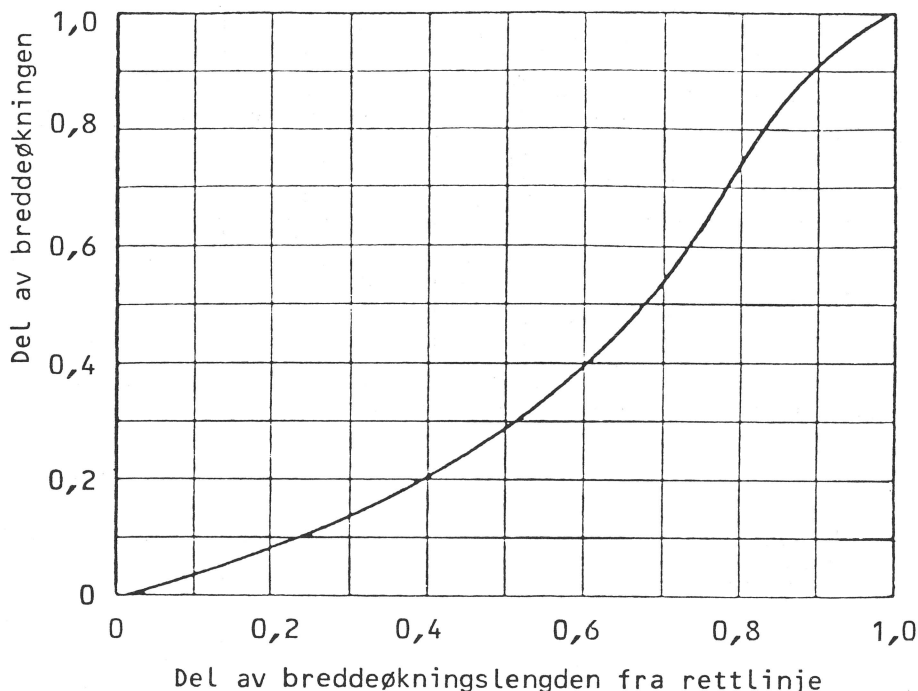


Fig. 54.5 Breddeøkningens forløp i indre kjørefelt i slynje

Ytre kjørefeltkant består av en sirkelkurve med samme senter som senterlinjens sirkelkurve. En eventuell retningsforandring på ytre kjørefeltkant fra tilstøtende element til sirkelkurven jevnes ut over en strekning på 15 m fra det pkt. hvor tangenten til sirkelkurven er parallell med tilstøtende element. (O_Y-K_Y på fig. 54.2)

54.3 BREDDER

Kjørefeltsbredden i slyngens sirkelkurver framgår av fig. 54.6. I slyngen reduseres skulderbredden til 0,40 m.

Vegklasse	Slyng- klasse	Kjøre- felt	Radius i $\varnothing$ (m)									
			10	12	14	16	18	20	25	30	35	40
I Ib	1	Indre		8,80	7,80	7,10	6,60	6,20	5,60	5,30	5,00	4,80
		Ytre		6,20	5,90	5,70	5,50	5,30	5,00	4,80	4,60	4,80
I Ic	1	Indre		8,50	7,50	6,90	6,30	6,00	5,30	5,00	4,80	4,60
		Ytre		6,00	5,70	5,50	5,30	5,10	4,80	4,60	4,40	4,30
I Id	2	Indre		6,00	5,50	5,20	4,90	4,70	4,40	4,20	4,00	3,90
		Ytre		4,30	4,20	4,10	4,00	3,90	3,70	3,60	3,60	3,50
I Ie	2	Indre		5,80	5,30	5,00	4,70	4,50	4,20	3,90	3,70	3,60
		Ytre		4,10	4,00	3,90	3,80	3,70	3,50	3,40	3,40	3,30
I Ie	3	Indre		5,80	5,30	5,00	4,70	4,50	4,20	3,90	3,70	3,60
		Ytre		3,10	3,00	3,00	3,00	3,00	2,90	2,90	2,90	2,90
I Ie _{red}	3	Indre		5,50	5,00	4,70	4,40	4,20	3,90	3,70	3,50	3,40
		Ytre		3,10	3,00	3,00	3,00	3,00	2,90	2,90	2,90	2,90
III	4	Indre	3,90	3,20	3,00	3,00	2,90	2,90	2,80	2,70	2,70	2,70
		Ytre	2,80	2,80	2,80	2,70	2,70	2,70	2,70	2,60	2,60	2,60

Figur 54.6 Kjørefeltbredder (m) for kjørefeltene i slyng.

54.4 OVERHØYDE

Overhøyden i slyngen gis samme tallverdi som takfallet på rettlinje. Senterlinjen nyttes som dreiningsakse for overhøydeoppbyggingen.

54.5 STIGNINGER OG VERTIKALKURVATUR

Maksimal stigning i indre kjørefeltkant skal ikke overstige maksimal tillatt stigning for vegen forøvrig. Dette sammen med en del kjøretøYTEKNISKE forhold ved kjøring i krappe kurver gjør at tillatt stigning langs senterlinjen i slyngen må reduseres vesentlig. Fig. 54.7 gir maksimale stigningsverdier for slyngens senterlinje.

I slyng hvor maksimalstigningen i henhold til dimensjonerende fart ikke benyttes på tilstøtende vegstrekning, bør anvendt maksimalstigning benyttes som $S_{\max}$ i fig. 54.7 for ikke å gi skjerpet stigning gjennom slyngen.

I slyngen skal stigningen reduseres fra sirkelkurvens begynnelse til det profil der indre kjørefelt har normal vegbredde iflg. vegklassen, slyngen betraktet ved kjøring oppover. Fig. 54.8 viser hvordan avslakingen skal utføres.

5. LINJEFØRING

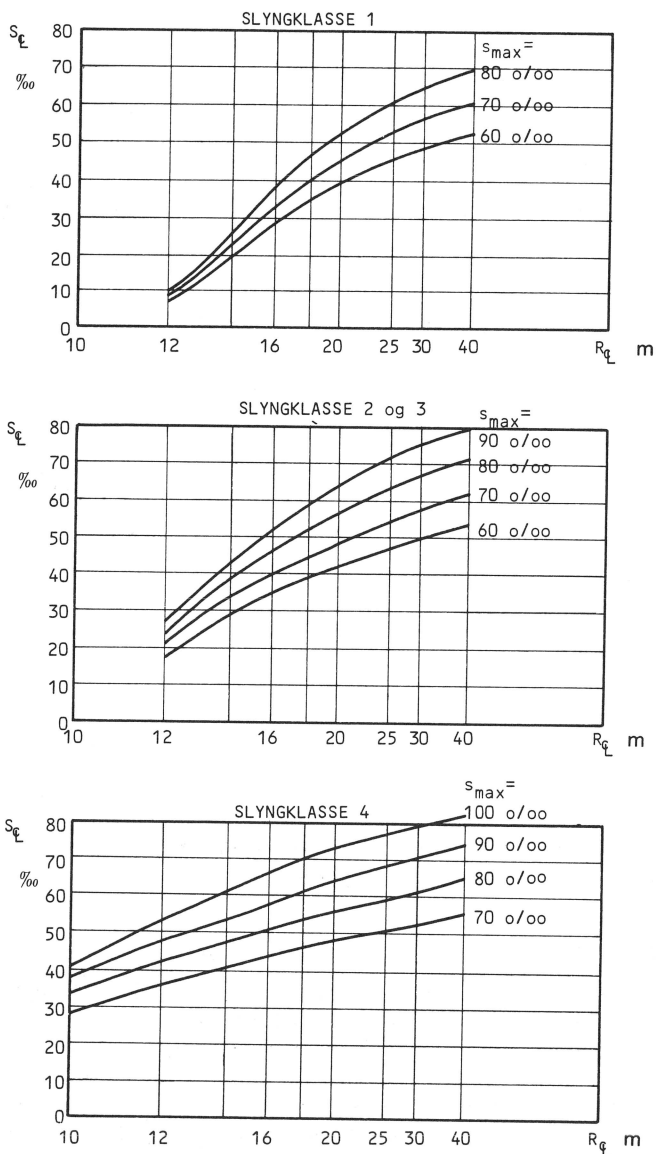


Fig. 54.7 Maksimal tillatt stigning (‰) i senterlinjen i slyng (s_L) avhengig av maksimal tillatt stigning på tilstøtende vegstrekning og slyngens horisontal-kurveradius i senterlinjen.

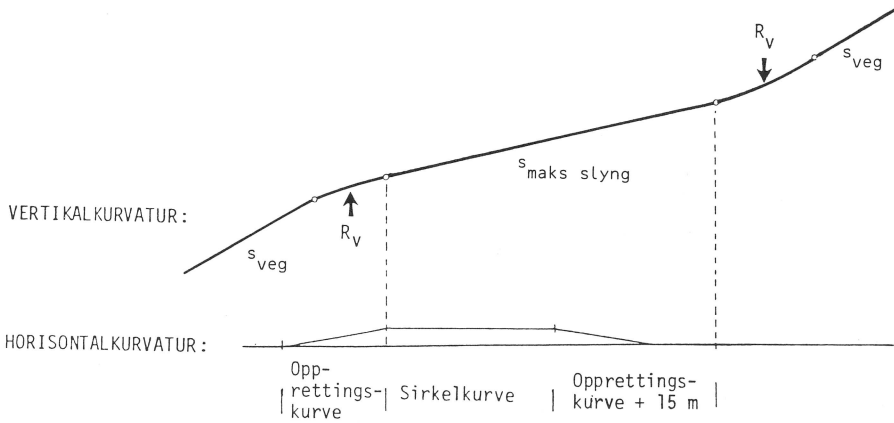


Fig. 54.8 Avslaking av senterlinjens stigning i slyng

Minste vertikalkurveradius i tilknytning til slyng framgår av figur 54.9

Slyngklasse	1	2	3	4
$R_{v_{min}}$	1000	800	600	400

Figur 54.9 Minste vertikalradius i slyng.

55. Vertikal linjeføring

55.1 STIGNINGER

Øvre grense for senterlinjens stigningsgrad relateres til dimensjonerende fart, som vist i figur. 55.1.

Ved lav dimensjonerende fart er det nødvendig å sette visse krav til resulterende fall

$$S_r = \sqrt{s^2 + e^2}$$

Dette kravet knyttes også til forholdene langs senterlinjen.

For å sikre avrenning fra vegbanen, må en sørge for at det ingen steder i vegbanen er et resulterende fall mindre enn en viss minsteverdi.

Største og minste verdi for resulterende fall S_r skal være henholdsvis 105 ‰ og 5 ‰.

Dimensjonerende fart - km/h	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Største tillatte stigningsgrad for ℓ , s (‰)	100	95	90	80	70	60	55	50	45	40

Figur 55.1 Krav til stigning

55.2 VERTIKALKURVER

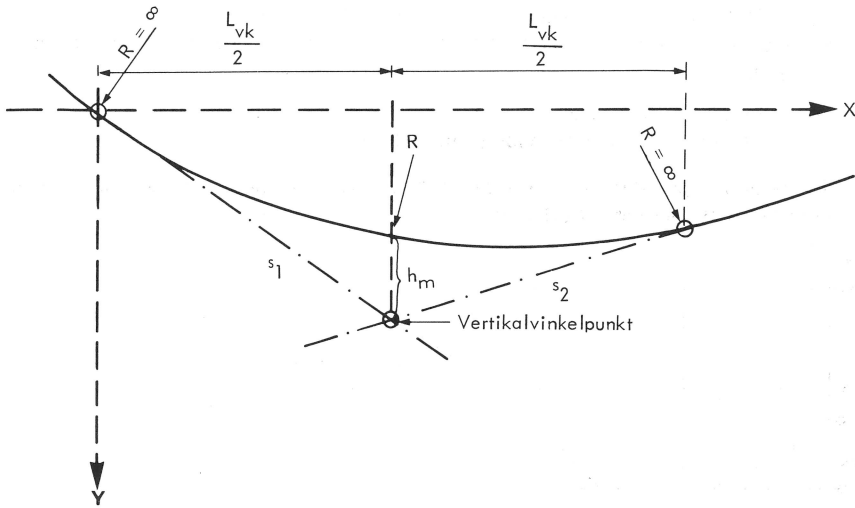
Generelt

Overgang fra en stigning til en annen utjevnes med en vertikalkurve. Når vertikal-kurven skal velges, er hensynet til siktkravene avgjørende, men det må også tas hensyn til kjørekomfort, estetikk og drenasje.

Vertikalkurvene utformes som parabelbuer. Når stigningslinjenes teoretiske skjæringspunkt (vertikalvinkelpunktet) ligger over vegbanen, betegnes kurven som høybrekkskurve, mens den betegnes som lavbrekkskurve når skjæringspunktet ligger under vegbanen.

Vertikalkurvens geometri

Figur 55.2 viser en parabelbue som forbinder to stigningslinjer. I koordinatsystemet representerer X-aksen vegens lengderetning og Y-aksen høyden.



Figur 55.2 Parabelkurvens geometri.

R = Radius i parabelbuens toppunkt

$s_d = s_2 - s_1$ (i m/m)

$L_{vk} = R \cdot s_d$

$h_m = \frac{R \cdot s_d^2}{8}$

5. LINJEFØRING

Krav til vertikalkurven

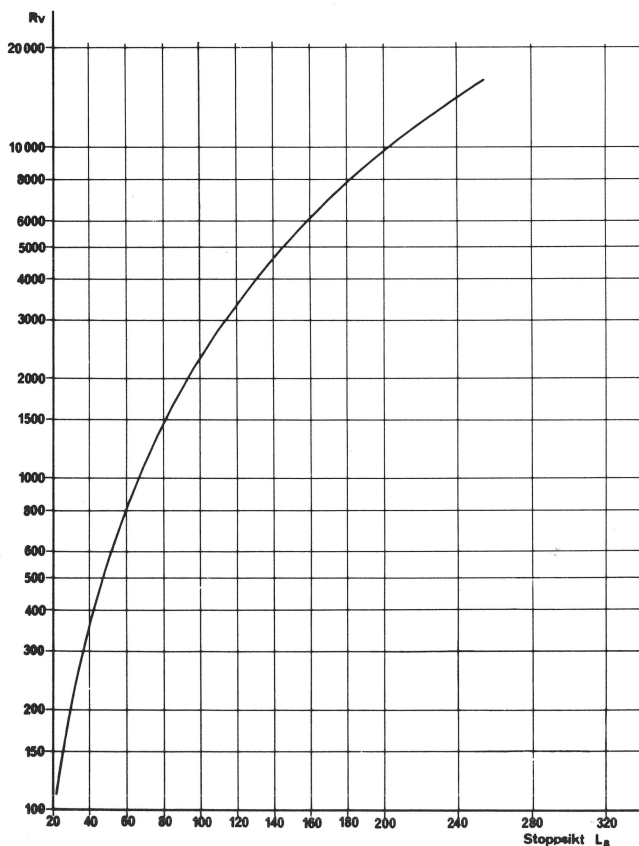
1. Høybrekkskurver

Det siktkrav som stilles til vegen er angitt (som en funksjon av dimensjonerende fart) i figur 52.1, figur 52.2 og figur 52.3.

Med utgangspunkt i siktkravet kan minste radius i parabelbuens toppunkt finnes for

- stoppsikt i figur 55.3
- møtesikt og forbikjøringssikt i figur 55.4

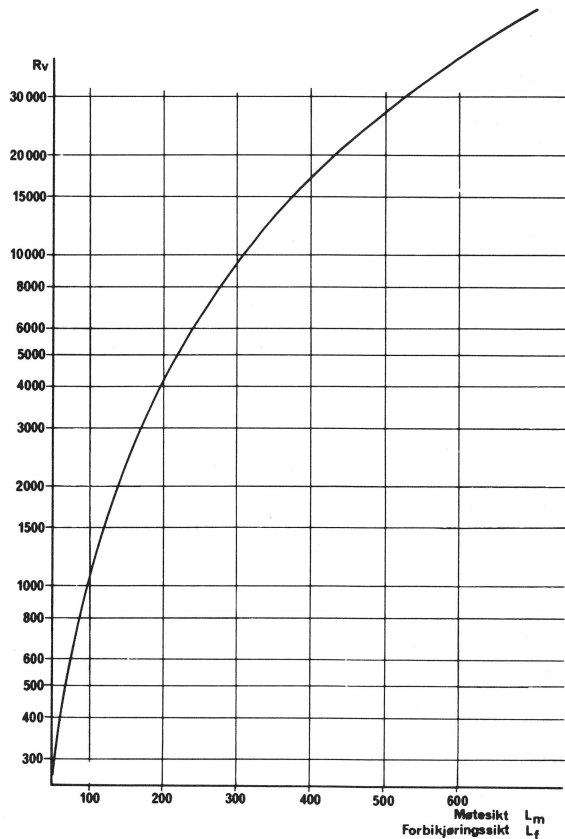
Av estetiske grunner bør ikke minimums verdier velges i små stigningsbrekk, selv om siktkravene tilfredsstilles.



Figur 55.3 Minste tillatte radier for høybrekkskurver ved forskjellige krav til stoppsikt

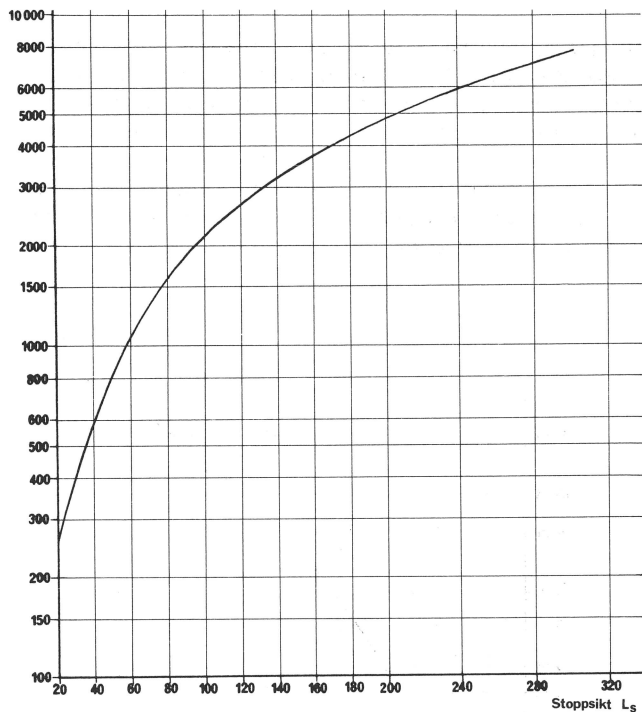
2. Lavbrekkskurver

Av hensyn til sikt ved kjøring i mørke, settes krav til minste radius i parabelbuens toppunkt i lavbrekkskurver. Med utgangspunkt i kravene til stoppsikt finnes minimumsverdiene i figur 55.5. Krav til minste radius i parabelbuens toppunkt utledes også av krav til kjørekomfort (vertikalakselerasjon) og finnes i figur 55.6. Dette kan komme til anvendelse ved små stigningsbrekk hvor stoppsiktkravet tilfredsstilles ved lavere verdier enn angitt i figur 55.5. Av estetiske grunner bør normalt større verdier benyttes. Spesielt må det kontrolleres at stoppsikt sikres ved brokonstruksjoner i lavbrekkskurver.

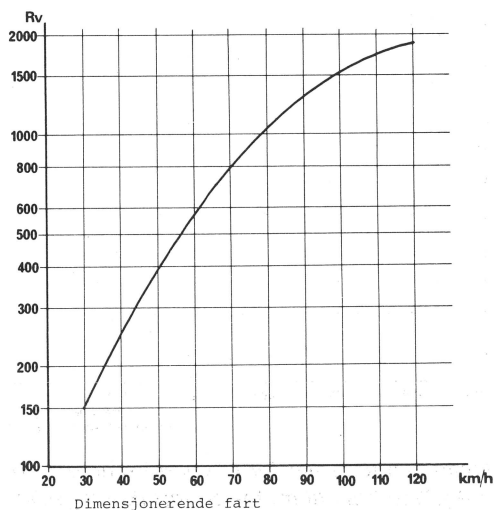


Figur 55.4 Minste tillatte radier for høybrekkskurver ved forskjellige krav til møte- og forbikjøringsikt.

5. LINJEFØRING



Figur 55.6
Minste tillatte radier
for lavbrekkskurver
ved forskjellige krav
til stoppsikt.



Figur 55.5
Minste tillatte vertikalkurver
for lavbrekkskurver med
hensyn på kjørek komfort.

55.3 FORBIKJØRINGSFELT

En vegs kapasitet og sikkerhetsmessige standard reduseres i stigninger som er lange og bratte nok til at de tunge bilenes fart synker under et visst minimumsnivå. Problemet kan løses på flere måter: Justering av vertikalkurvaturen, omlegging av veglinja, bygging av ekstra kjørefelt.

Bygging av ekstra kjørefelt vil som regel være det mest aktuelle. På tofelts veger skal høyre felt være gjennomgående, det ekstra kjørefeltet betegnes som forbikjøringsfelt. Retningslinjer for ekstra kjørefelt på firefeltsveger er under utarbeidelse, og vil ikke bli behandlet her.

Behovet for ekstra felt i stigninger beregnes etter retningslinjene nedenfor, der behovet uttrykkes som funksjon av trafikkmengder, trafikksammensetning, stigningsgrad og stigningslengde.

Hovedplanlegging

For hovedplanleggingen og for preliminære kostnadsoverslag er det for tidkrevende å arbeide seg gjennom nøyaktige beregninger for hver enkelt stigning. I fig. 55.7 er derfor angitt de største tillatte stigningslengder uten forbikjøringsfelt, relatert til vegtyper og alternative verdier av dimensjonerende fart.

Stigningsgrad	Vegtype C og D			Vegtype A og B	
	V = 70 km/h	V = 80 km/h	V = 90 km/h	V = 80 km/h	V = 100 km/h
30 ‰	—	—	—	—	800
40 ‰	—	—	700	600	400
50 ‰	—	500	400	300	—
60 ‰	400	300	250	—	—
70 ‰	225	—	—	—	—

Figur 55.7 Største tillatte stigningslengde (m) uten forbikjøringsfelt når $M \geq 700 \cdot F_h \cdot F_s$ (kj/h).

5. LINJEFØRING

Beregning av verdiene i fig. 55.7 er utført under følgende forutsetninger:

1. Dimensjonerende fartsreduksjon settes lik 15 km/h for vegtype A og B og 20 km/h for vegtype C og D.
2. Tungtrafikkens begynnelsefart antas å være ca. 10 km/h lavere enn vegens trafikkfart.
3. Tungtrafikkens prosentvise andel antas å være ca. 5—10 % i dimensjonerende time. Herav følger at for veger med en dimensjonerende kapasitet på 900 personbilenheter pr. time vil 700 kjøretøyer pr. time være den kritiske trafikkmengde. Hvor vegbredde, avstand til sidehinder og siktforholdene virker kapasitetsreducerende, må den kritiske trafikkmengde multipliseres med reduksjonsfaktorene F_H og F_S . F_H og F_S angis i kapittel 7.

Detaljplanlegging

KRITISK TRAFIKKBELASTNING

Når behovet for ekstra kjørefelt i stigninger skal undersøkes må vegens dimensjonerende kapasitet ved bakketoppen beregnes. Hvis kapasiteten er mindre enn dimensjonerende timetrafikk, skal forbikjøringsfelt anlegges.

Den kritiske trafikkbelastning, dvs. den trafikkmengden som nødvendiggjør anlegg av forbikjøringsfelt, kan bestemmes ved å multiplisere vegens dimensjonerende kapasitet med den aktuelle reduksjonsfaktor fra figur 55.8. Bare stigningens og tungtrafikkens kapasitetsreducerende virkning er tatt hensyn til her. For veger hvor vegbredde, avstand til sidehinder eller siktforholdene virker kapasitetsreducerende, må trafikktallene reduseres ytterligere med de aktuelle reduksjonsfaktorer F_H og F_S som angitt i kapittel 7.

KRITISK FARTSDIFFERANSE

Forbikjøringsfeltets begynnelse skal være i det punkt der fartsdifferansen mellom en personbil og en tung bil er lik en kritisk verdi. Beliggenheten av dette punkt bestemmes av de to biltypers trekkraftsforhold og fart ved bakkefoten. Nedenfor angis en tilnærmet metode for å bestemme feltets begynnelse. Her nyttes en fast hastighetsreduksjon for tunge biler og en resulterende verdi for kritisk stigningslengde.

KRITISK FARTSREDUKSJON

Den kritiske eller dimensjonerende fartsreduksjon, V_D , som legges til grunn for detaljplanleggingen knyttes generelt til vegtypen.

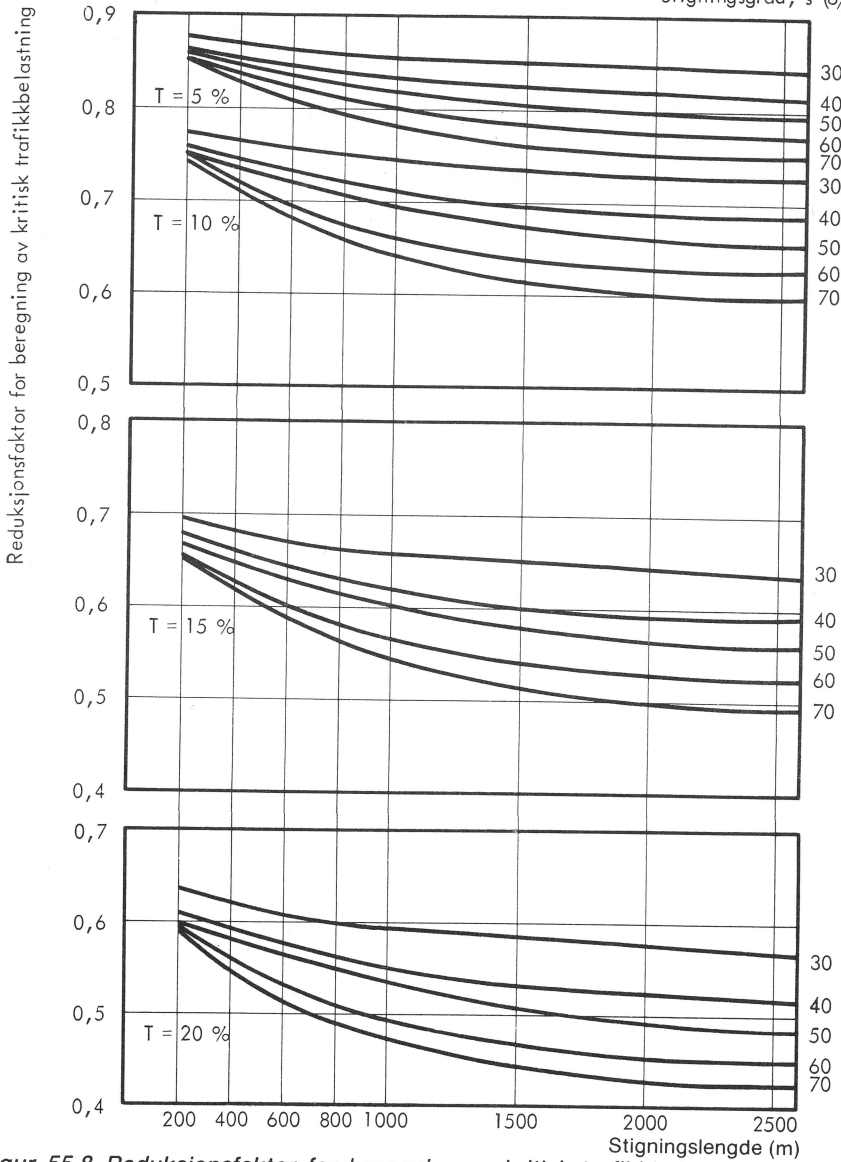
$V_D = 15$ km/h for vegtype A og B

$V_D = 20$ km/h for vegtype C og D

Sterkt trafikerte veger av type C og D bør dimensjoneres for $V_D = 15$ km/h, spesielt der hvor tungtrafikken er relativt betydelig.

55. Vertikal linjeføring

Stigningsgrad, s (o/oo)



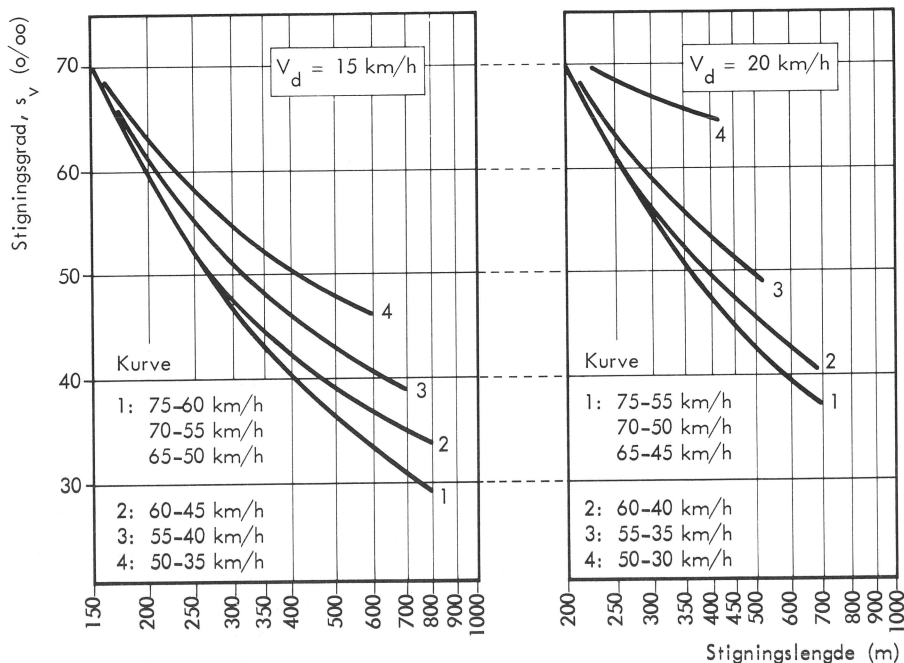
Figur 55.8 Reduksjonsfaktor for beregning av kritisk trafikkbelastning ved forskjellige verdier av stigningsgrad, stigningslengde og prosentandel tunge biler, T .

5. LINJEFØRING

STIGNINGENES KRITISKE LENGDE

En stignings kritiske lengde er den veglengde en tung bil tilbakelegger før fartsreduksjonen når sin kritiske (dimensjonerende) verdi. For dimensjoneringsarbeidet regnes den typiske tunge bil å ha et forhold mellom motorstyrke og totalvekt på 1:90 (90 kg/Hk). Figur 55.9 angir kritisk veglengde (m) for $v_d = 15$ og 20 km/h på ulike fartstrinn.

Hvor stigningsendringen er liten regnes stigningens lengde fra tangentenes skjæringspunkt. Ved større verdier av stigningsendringen, f. eks. s_d større enn 80 ‰, bør bare ca. $\frac{1}{4}$ av vertikalkurven regnes å tilhøre stigningen.



Figur 55.9 Stigningenes kritiske lengder ved 15 og 20 km/h fartsreduksjon på ulike fartstrinn.

Geometrisk utforming av forbikjøringsfelt.

Forbikjøringsfeltet skal ha full bredde i det punkt hvor kritisk stigningslengde er nådd. Forut for dette punktet bygges en overgang.

Forbikjøringsfeltet gis samme bredde som det gjennomgående kjørefeltet. Skulderen skal være like bred som langs vegen forøvrig, men ikke bredere enn 0,75 m.

2-felts-vegens midtlinje må være tydelig oppmerket.

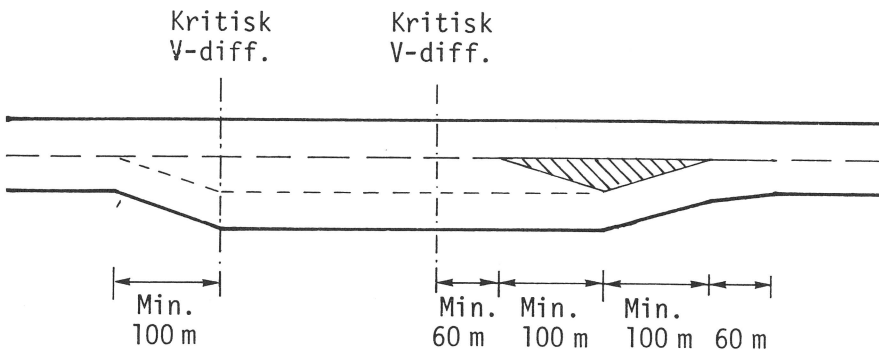
Forbikjøringsfeltet har sin teoretiske slutt i det punkt hvor dimensjonerende fartsdifferanse igjen realiseres. Fra dette punktet videreføres feltet med en tilpasningslengde på min. 60 m. Deretter følger overgangsstrekningen.

Ved feltets avslutning må siktforholdene være slik at en sikker sammenføring av trafikken oppnås.

Det vises forøvrig til oppmerkingsreglene og skiltforskriftene.

Fig. 55.10 viser prinsippskisse for utforming av forbikjøringsfelt.

Figur 55.10 viser:



Figur 55.10 Geometrisk utforming av forbikjøringsfelt.
Prinsippskisse.

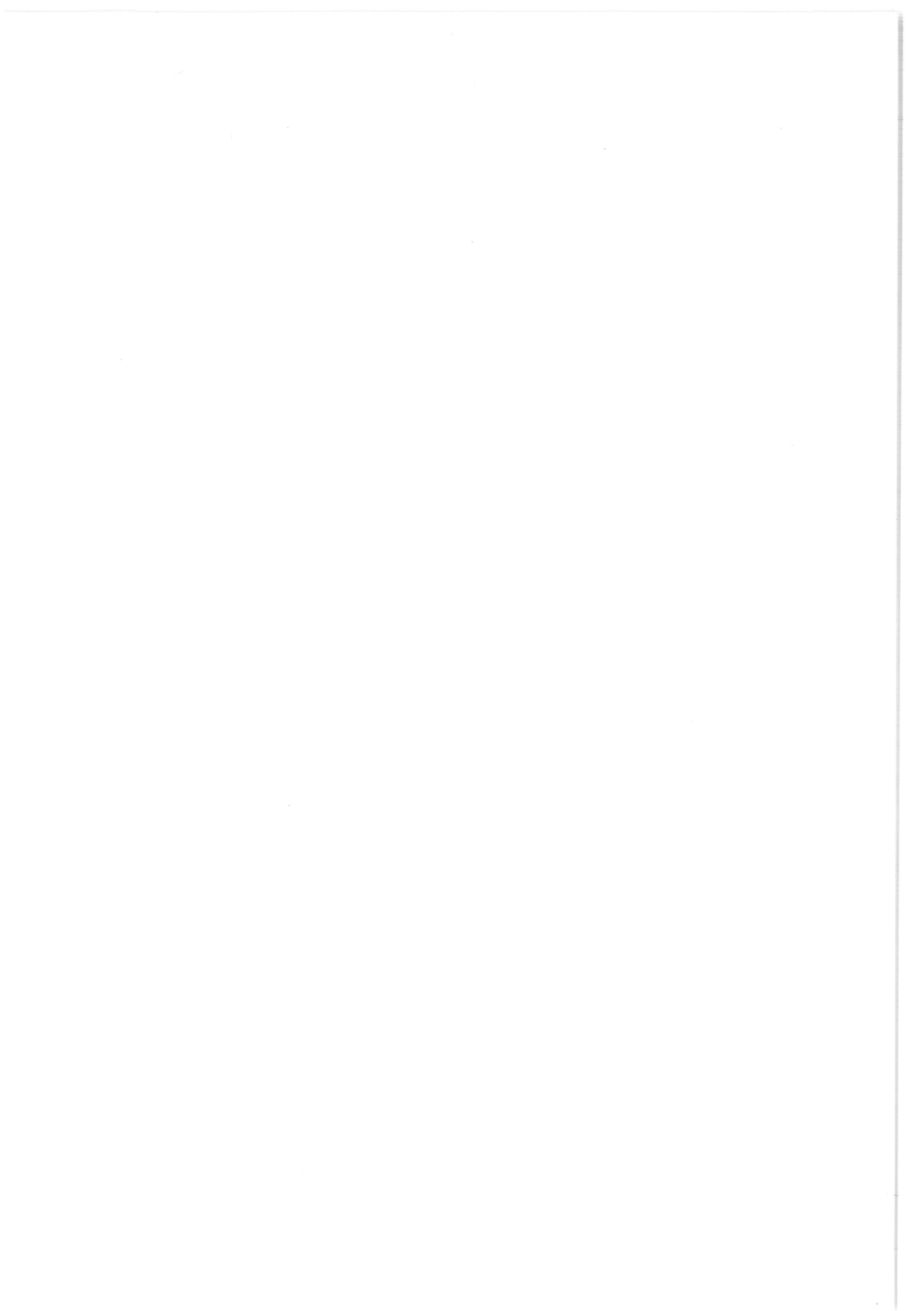
5. LINJEFØRING

Anlegg av ekstra kjørefelt i uoversiktlig terreng

Det er ønskelig å sikre tilstrekkelig forbikjøringssikt langs 2-feltsveger. I kupert terreng kan dette føre til store anleggskostnader. Forbikjøringsfelt kan da være et gunstig alternativ. Veglinjen kan føyes bedre i terrenget, og til tross for bredere tverrprofil kan det oppnås besparelser.

Dersom kravet til møtesikt skal tilfredsstilles overalt langs en 1-feltsveg, kan dette føre til betydelige masseflyttinger. En rimeligere løsning kan være å utvide til 2-feltsveg på kritiske strekninger, fordi bare stoppsikt må sikres. Veglinjen blir smidigere og kan lettere tilpasses terrenget.

En 2-feltsveg som senere skal utvides til 4-feltsveg skal dimensjoneres for stoppsikt. Av hensyn til vegens kapasitet og dermed framtidig utbyggingsår er det nødvendig å undersøke i hvilken grad møte- og forbikjøringssikt er til stede. Det vises til beregningsmetoden for vegers kapasitet i kap. 7.



6. VEGKRYSS

61.	Prinsipper for plassering og utforming	105
.0	Generelt	105
	Generelle krav	105
	Vegfunksjon og trafikkforhold	105
	Markering av kryssområdet	106
	Konfliktpunkter og konfliktområder	106
.1	Plassering av vegkryss	107
	Generelt	107
	Kryssavstander	107
	Siktforhold	108
.2	Utforming	110
	Grunnformer	110
	Plankryss	111
	Planskilte kryss	112
	Valg mellom krysstyper, plankryss og planskilte kryss	114
62.	Detaljutforming av kryss i plan	115
.0	Generelt	115
	Dimensjoneringskrav med hensyn på kjøretøytype	115
	Primærvegens linjeføring	115
	Sekundærvegens linjeføring	116
	Hjørneavrunding	117
	Kjørefeltordning	118
	Kanalisering	120
.1	Ukanaliserte kryss og avkjørsler	122
	Ukanaliserte kryss	122
	Standardutforming av ukanalisert kryss	123
	Avkjørsler	123
.2	Kanalisering i sekundærvæg	125
	Konstruksjon av trafikkøyr i delvis kanalisert kryss	125
	Konstruksjon av trafikkøyr i fullkanalisert kryss	126
	Utvidelse av sekundærvæg	128
.3	Kanalisering i primærvæg	129
	Venstresvingfelt/utvidelse av primærvæg	129
	Anlegg av delende trafikkøyr	131
	Høyresvingfelt	132
	Dimensjonering av trekantøyr	133

6. VEGKRYSS

Kontroll av oversikten i et kanalisert kryss	134
Spesiell løsning i sterk stigning	135
.4 Utforming med hensyn til de gående og syklende	135
Generelt	135
Plassering og utforming av overgangssted	136
Oppmerking av overgangssted	137
63. Detaljutforming av planskilte kryss	138
.0 Generelt	138
Krysselementer	138
Dimensjonerende fart	138
.1 Primærvegens utforming i kryssområdet	139
Tverrprofil/antall kjørefelt	139
Horisontal linjeføring	139
Vertikal linjeføring	140
.2 Sekundærvegens utforming i kryssområdet	140
.3 Av- og påkjøringsramper	140
Tverrprofil	140
Horisontal linjeføring	141
Vertikal linjeføring	141
.4 Utforming av rampetilslutninger	142
Avkjøringsrampe/retardasjonsfelt	142
Akselerasjonsfelt	143
Overhøydeutjevning	144
Avstand mellom rampetilslutninger	144
Vekslingsstrekning	145
Tilslutning til sekundærveg	146
Hank-kryss	147

6. VEGKRYSS

61. Prinsipper for plassering og utforming

61.0 GENERELT

Generelle krav

Vegkryss skal plasseres og utformes slik at de er

- tidsnok synlige
- oversiktlige
- lette å oppfatte
- farbare

Vegfunksjon og trafikkforhold

Vegkryssene formidler to funksjoner

- 1) kryssing av trafikkstrømmer — og
- 2) tilknytning mellom trafikkstrømmer

Ut fra de trafikkmessige forhold som trafikkenes sammensetning, størrelse og retningsfordeling, må det først fastlegges om kryssets primære oppgave er å tilfredsstille behov for kryssing eller for tilslutning.

Utformingen er videre avhengig av fartsnivå og kjøreruter.

Vegkryss skal utformes slik at de kryssende vegers innbyrdes status er umiddelbart klar for trafikantene. Vurdering av hvilken av vegene i et kryss som skal betraktes som primærveg, kan foretas etter følgende retningslinjer:

- (i) I et funksjonsdelt vegnett er høyere vegtype alltid primærveg i forhold til lavere vegtype.
- (ii) En forkjørsvveg er alltid primærveg i forhold til kryssende veger.
- (iii) Når vegens status ikke følger av funksjon eller vikepliktregulering, bør den veg velges som primærveg som har
 - størst grad av gjennomfartstrafikk
 - størst trafikkbelastning
 - høyest fartsnivå
 - funksjon som primærveg over lengst strekning til begge sider av det aktuelle kryss.
- (iv) Det må legges vekt på ensartet standard og unngås at en vegs status veksler fra kryss til kryss.

6. VEGKRYSS

Dimensjonerende kjøretøy skal kunne kjøre gjennom krysset med kjøremåte A. Større kjøretøy enn dette skal kunne kjøre gjennom krysset med kjøremåte B. Se underpkt. 62.0.

Det er viktig å få så små fartsforskjeller som mulig i krysset. Minskning av fartsforskjellene kan gjøres ved anlegg av høyre- og venstresvingfelt. Farten på sekundærvegen inn mot krysset begrenses ved avbøyende linjeføring og anlegg av trafikkøyr.

Sikkerheten og fremkommeligheten for gående og syklende trafikanter må vies spesiell oppmerksomhet. Et hovedkrav til gang- og sykkelvegssystemet er at det skal være sammenhengende og gi mest mulig direkte og bekvemme forbindelser for denne trafikken. Eventuelle gang- og sykkelveganlegg skal planlegges som en integrert del av kryssutformingen, likeså behov for og plassering av buss-holdeplasser.

Markering av kryssområdet

Trafikantene skal se at de kommer til et kryssområde tidsnok til å avpasse kjøringen og de skal oppfatte hvilken av de kryssende veger som er den primære. Dette kan oppnås ved å legge vekt på følgende tiltak:

- Krysset bør anlegges i lavbrekk der dette er mulig eller i primærvegens nivå, slik at i det minste dennes linjeføring i krysset er tydelig.
- Fremhevelse av primærvegen ved at dens kjørefelt gis en naturlig og direkte linjeføring gjennom krysset.
- Markering av sekundærvegen ved at den avbøyes og føres tilnærmet vinkelrett på primærvegen og ved anlegg av trafikkøyer.
- Fremhevelse av vegens innbyrdes status ved skilting og oppmerking. Spesielt bør det legges vekt på at det er samsvar mellom kryssutforming og vikepliktsregulering.
- Bruk av optisk linjeføring ved å fremheve den kryssende veglinje med beplanting eller kunstige optiske siktemål. Dette er spesielt viktig når krysset ligger i høybrekk.

Konfliktpunkter og konfliktområder

Vegkrysset skal utformes slik at trafikantene uten vanskelighet kan forstå hvor i kryssområdet konflikt kan oppstå og slik at beslutningsprosessen blir enklest mulig. Helst skal trafikantene bare stilles overfor én beslutning av gangen. Dette kan oppnås ved at:

- kryssområdet innskrenkes til det som er nødvendig for sikker og bekvem manøvrering av dimensjonerende kjøretøy.
- kjørefelt krysser hverandre mest mulig rett vinklet (80° 120°).
- kjøreruter defineres ved hjelp av kanalisering.
- kryssformen er slik at den gir færrest mulig konfliktpunkter.

61.1 PLASSERING AV VEGKRYSS

Generelt

De forhold som legger begrensninger på detaljplasseringen av vegkryss er i første rekke følgende:

- Arealbruk og eventuelle byggverk i omgivelsene til det påtenkte kryssområde
- Hensynet til kontinuitet i gang- og sykkelvegssystemet og til eventuelle buss-stoppested
- Avstanden til nærliggende eksisterende eller fremtidige kryss
- Fremtidig videre utbygging av krysset med eventuell signalregulering eller ombygging til planskilt kryss
- Krav til fri sikt i krysset
- Krav til detaljutformingen av krysset og til vegenes linjeføring i kryssområdet
- Spesielle terrengmessige og geotekniske forhold på stedet.

Ved utbedring av trafikksystemet i allerede utbygde områder er kryssplasseringene stort sett fastlagt gjennom det eksisterende veg- og gatenett. Det må imidlertid foretas et valg av hvilke kryss som med rimelighet kan utbygges til hovedknutepunkter, og for denne vurderingen gjelder prinsipielt de samme begrensende forhold som er angitt.

Kryssavstander

Trafikktekniske krav legger begrensninger på avstanden mellom nærliggende kryss. Forhold som særlig må vurderes er:

- Tilstrekkelig lengde for ordning av trafikkstrømmen på krysstillfartene (feltskifte, veksling).
- Tilstrekkelig oppstillingsplass for ventende kjøretøyer, slik at disse ikke blokkerer bakenforliggende kryss.
- Tilstrekkelig avstand for tilfredsstillende geometrisk utforming av kryssene.

Figur 61.1 gir veiledende minimumsavstander mellom kryss for bruk i oversiktsplanlegging. For de enkelte vegtyper i et område bør en tilstrebe mest mulig enhetlige kryssavstander.

6. VEGKRYSS

Vegtype/ Standard	Vegtype/ Funksjon (Jfr. Gatenormalene)	Anbefalt vegnettstandard ¹⁾	
		Største tetthet pr 10 km	Minste avstand (m)
A (Motorveg)	Fjernveg/Hovedveg	5	500 ²⁾
B (Avkjørselsfri)		8	300 ³⁾
C (Avkjørselsregulert)	Hovedveg/Samleveg	20	200
D (Adkomstveg)	Samleveg/Adk.veg	50	100

¹⁾ Avkjørsler er unntatt. For vegnett innenfor tettbygd strøk, se Gatenormaler. (Håndbok - 019)

²⁾ Minste vekslingsstrekning er 300 m.

³⁾ Anbefalte avstander for forskjøvede T-kryss er 50-100 m, ved anlegg av venstresvingfelt kan avstanden økes.

Figur 61.1 Veiledende minimumsavstander mellom kryss for vegnett utenfor tettbygd strøk.

Siktforhold

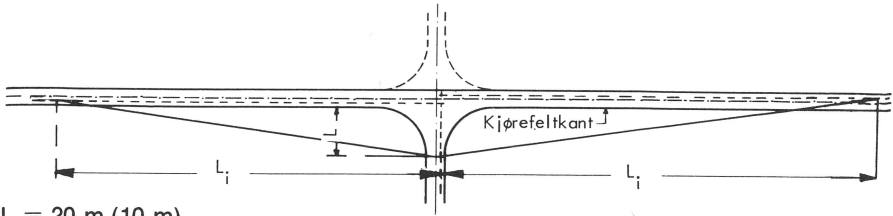
Trafikantene skal ha uhindret sikt over de nærmeste hjørneområdene utenfor kjørebanelen som ligger mellom kryssende vegarmer. Størrelsen på områdene som skal være fri for siktthindrende gjenstander bestemmes ved konstruksjon av sikt-trekanter. Sikt-trekanter dannes ved å avsette sikt-lengder langs senterlinjene på hvert kjørefelt og forbinde endepunktene med rette linjer som vist i figur 61.2.

I forkjørsregulerte kryss med vikeplikt, bør en kjøretøysfører i sekundærvegen (vikepliktig vegarm) se så langt bortover primærvegen at han kan svinge inn på eller krysse denne uten å sjenere trafikken på primærvegen nevneverdig. Dette kalles innsvingssikt (L_i) og avsettes langs primærvegen som den ene side i sikt-trekanten. Ved spesielt vanskelige forhold kan denne reduseres til stopplengden pluss 20 %. I ekstreme tilfeller kan stopplengden benyttes som side. Dette betyr at primærvegtrafikken kan bli hindret av innsvingende og kryssende trafikk. Langs sekundærvegen avsettes 20 m, i nødsfall 10 m, fra kjørefeltkant på primærvegen som andre side i sikt-trekanten. En størst mulig sikt-trekantside langs sekundærvegen vil kunne fremme en smidigere trafikkavvikling og derfor virke kapasitetsfremmende. Dersom disse kravene ikke kan oppfylles, bør en vurdere å innføre stopp-plikt, og i dette tilfelle skal avstanden fra kjørefeltkant være 4 m.

I uregulerte X-kryss (høyre-regel) skal det brukes stopplengder som sider i sikt-trekanten. Dersom primærveg kan bestemmes, kan det i tillegg brukes samme krav til sikt-trekantenes sider som for forkjørsregulerte kryss. I uregulerte T-kryss er det ønskelig å bruke samme krav som i forkjørsregulerte kryss.

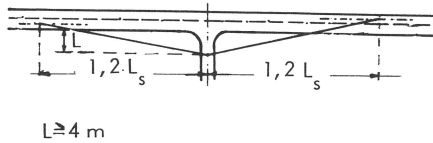
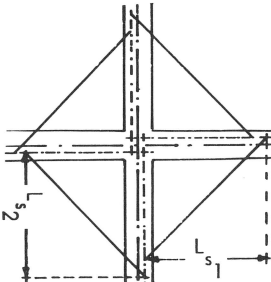
Ved avkjørsler skal sikt-trekantens sider bestå av minst 4 m langs avkjørsel og stoppsikt langs primærvegen. Avkjørsler med stor trafikk eller andre spesielle forhold bør ha sikt-trekantside lik stopplengden pluss 20 %, eller behandles som uregulert T-kryss.

61. Prinsipper for plassering og utforming



$L = 20 \text{ m (10 m)}$
 $= 4 \text{ m ved stopp}$

a) Siktkrav i forkjørsregulerte kryss. Se tekst vedrørende uregulerte T-kryss



b) Siktkrav i kryss med lik forkjørsrett. Se tekst vedrørende T-kryss

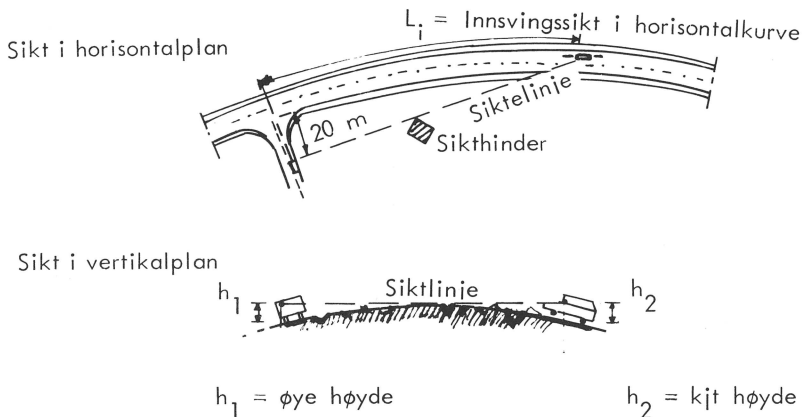
c) Siktkrav ved avkjørsler

Dimensjonerende Fart 1) km/h	Dimensjonerende stoppsikt L_s (m)			Dimensjonerende innsvingssikt L_i (m)		
	Stigningsgrad			Primærvegens stigning		
	+ 0,05	0	- 0,05	+ 0,05	+ 0,03	≤ 0
30	25	25	30	60	60	60
40	35	40	40	85	80	80
50	50	55	60	110	105	100
60	65	70	75	145	135	125
70	80	90	100	175	165	155
80	105	115	125	220	205	190
90	130	140	155	260	245	230
100	155	170	190	310	290	270

Figur 61.2 Dimensjonerende siktkrav i plankryss og avkjørsler

¹⁾ Gjelder primærvegen.

6. VEGKRYSS



Figur 61.3 Eksempel på siktkontroll i kryss

På veger der dimensjonerende fart ikke er entydig over lengre strekninger, beregnes sikttrekantene etter den fart som ikke overskrides av 85 % av bilførerne på stedet. Dersom krav til sikttrekantene ikke kan oppfylles, kan kravene reduseres ved å innføre fartsbegrensning.

For kontroll av sikten brukes kjøretøyhøyde 1,35 m og bilførers øyehøyde 1,10 m. Dette gir de forskjellige høydemessige begrensninger i sikttrekanten. Spesielt bør det av hensyn til snø og vegetasjon være fritt for sikthindringer høyere enn 0,5 m over tilstøtende vegers nivå. I avkjørsler bør kontrollpunktet være 0,5 m over avkjørselens overflate. Minimumskrav til siktlengde og utførelse av siktkontroll er vist i figur 61.2 og 61.3. Se også under pkt. 52.2 om siktkontroll.

61.2 UTFORMING

Grunnformer

Utifra trafikkmessige forhold som trafikkenes størrelse, retningsfordeling og sammensetning, fastsettes utformingens hovedtrekk. Grunnleggende utforming kan deles i tre typer:

- kryss som forbinder 3 vegarmer
- kryss som forbinder 4 vegarmer
- kryss som forbinder 5 eller flere vegarmer

Hovedtypen modifiseres ved hjelp av vegtekniske og trafikktekniske tiltak.

Vegtekniske tiltak medfører i første omgang at hovedtypene faller i to utføringsgrupper:

- 1) Plankryss
- 2) Planskilte kryss

Plankryss

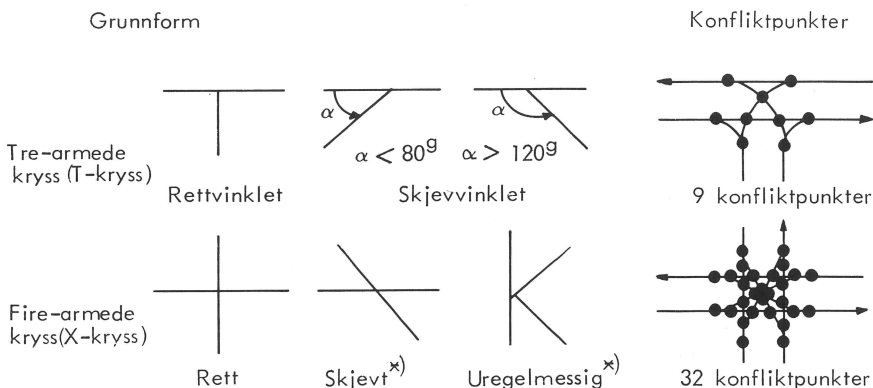
Plankryss utformes som

- T-kryss
- X-kryss

T-kryss benyttes der tilknytning mellom trafikkstrømmene er det primære. Det er den enkleste kryssform med færrest konfliktmuligheter, og er derfor også den sikreste krysstypen. En bør generelt tilstrebe at kryss utformes som T-kryss. Kryssvinkelen bør være 80° — 120° . To T-kryss som ligger i en avstand 50—100 m fra hverandre, betraktes som ett kryssområde.

X-kryss bør bare anlegges når kryssing av trafikkstrømmen er det primære. Kryss mellom gjennomgående veger kan utformes som forskjøvede kryss, d. v. s. to T-kryss. X-kryss kan være tilfredsstillende der trafikkmengden på sekundærvegen er liten. Store kryssende trafikkstrømmer kan planskilles ved bruk av hank-kryss.

Figur 61.4 viser karakteristiske trekk ved hovedtypene. Flerarmede kryss og skjevinklede kryss, d. v. s. der kryssvinkelen ikke er mellom 80° — 120° , skal ikke benyttes ved nyanlegg. Eksisterende kryss av denne typen bør ombygges til enklere former, som vist i figur 61.5 — 61.6. Kryssvinkel mellom 80° — 100° er gunstigere enn vinkelområdet 100° — 120° . Rundkjøringer kan brukes der slik utforming vil være gunstig.

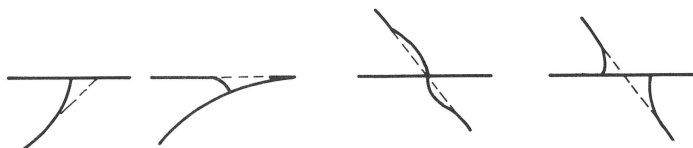


*) Skal ikke benyttes for nyanlegg. Eksisterende kryss bør ombygges. Se figur 61.5 — 61.6.

Figur 61.4 Former for plankryss

6. VEGKRYSS

Ved stor kryssende trafikk og der terrengforholdene ligger til rette for det, kan den kryssende trafikken føres i adskilte plan, mens tilslutningen utføres via en 2-vegs kjørt rampe og vanlig T-kryss. Denne spesielle løsningen kalles for Hankryss og blir nærmere behandlet under planskilte kryss, se pkt. 63.4.



Figur 61.5 Eksempler på forbedring av skjevinklede kryss

Opprinnelig



Anbefalt utforming



Figur 61.6 Eksempler på løsning av kompliserte kryss i enklere former (Primærvegen angitt med tykk strek)

Planskilte kryss

Planskilte kryss skal normalt utformes slik at det ikke forekommer kryssende bevegelser på primærvegen. De skal videre normalt ha énvegs kjørte rampeforbindelser og fartsendringsfelt ved tilslutning til primærveg. Ved valg av krysstype og rampeplassering, må en bl. a. vurdere:

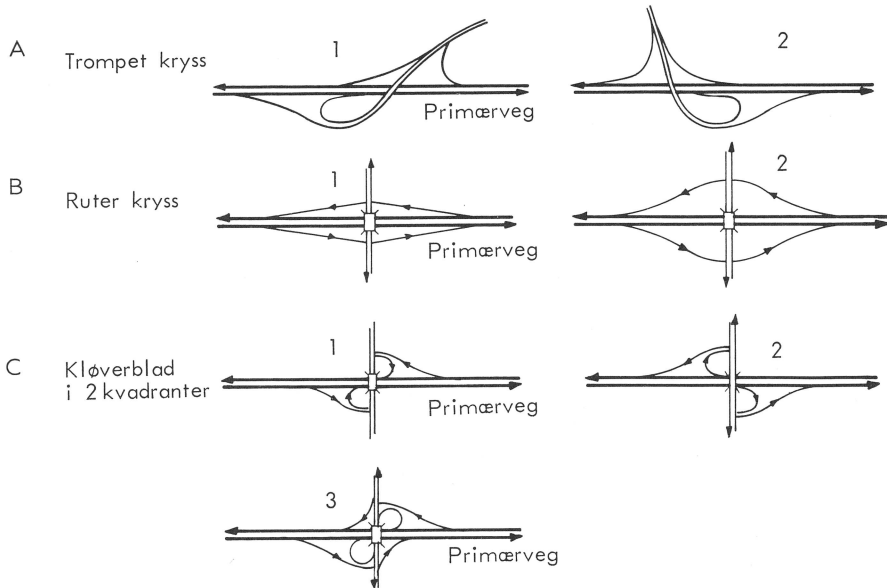
- krysstypens kapasitet
- trafikkfordeling m h p blant annet dominerende svingbevegelser
- terrengtilpasning og disponibelt areal
- hensynet til ensartet utforming

Sekundærveg bør fortrinnsvis føres over primærveg, om terrengforholdene tillater det.

Etter at kryssets grunnleggende form er blitt fastlagt som 3-armet, 4-armet eller flerearmet, er utformingen videre klassifisert ifølge det geometriske mønster som rampenes linjeføring danner. Figur 61.7 viser typiske løsninger.

For 3-armet kryss er trompet-typen den vanligste løsningen, figur 61.7.A. Den kan utformes på to måter og de største trafikkmengdene bør føres på ramper med best linjeføring. Ruter-typer, figur 61.7.B er også brukbar om trafikken til/fra sekundærvegen er forholdsvis liten og fordelingen jevn på begge retninger av primærvegen.

For 4-armet kryss er ruter-typen den enkleste og minst plasskrevende løsningen, figur 61.7.B. Når sekundærvegen føres opp og over primærvegen, bør rampene ofte legges lenger fra hverandre for å skaffe tilfredsstillende sikt og stigningsgrad i kryssområdet, figur 61.7.B.2. Det er spesielt viktig å påse at brurekkverket ikke vil hindre sikt til/fra rampene. Denne løsningen gir forholdsvis liten stigningsgrad på rampene og mulighet til å bygge sløyferamper senere dersom det kreves for å avvikle trafikkmengdene.



Figur 61.7 Typiske utforminger av planskilte kryss.
Tilslutning mellom primær- og sekundærveg.

6. VEGKRYSS

Kløverbladkryss bør normalt utføres i et halvt kløverblad og består av ramper i to kvadranter, figur 61.7.C. Krysstypen bør fortrinnsvis brukes når det ikke er ønskelig å bruke ruter-kryss p. g. a. spesielle terrengforhold eller for å unngå venstresvingbevegelser på sekundærvegen.

Ekstra påkjøringsramper i tillegg til direkte forbindelser er passende for store, svingende trafikkmengder, figur 61.7.C.3.

Flerarmet kryss som skal planskiltes, utføres ofte best som halvt kløverblad. En deling av kryssområdet kan være nødvendig for å skille visse trafikkløpstrømmer og for å få bedre kapasitet.

Hank-kryss er en spesiell planskilt utforming med tovegskjørt ramper og tilslutning til primærveg uten akselerasjonsfelt. Utformingen bør ha ramper i to kvadranter dersom dette ikke forhindres av fysiske forhold. Ved bruk av én rampe bør denne plasseres slik at den største tilsluttende trafikkmengden unngår venstresving inn på primærveg.

Ved bruk av fullt utbygde planskilte kryss på 2-felts veger, d. v. s. kryss med énvegskjørt ramper og akselerasjonsfelt langs primærveg, såvel som ved bruk av hank-kryss med to ramper, skal det anlegges fysisk midtdeler på primærveg i kryssområdet.

Valg mellom krysstyper, plankryss og planskilte kryss

Ved valg mellom krysstyper, plankryss og planskilte kryss, må en ta hensyn til kryssets hensiktsmessighet i hvert enkelt tilfelle, såvel som:

- terrengtilpasning, disponibelt areal og økonomi,
- krysstypens sikkerhetsgrad og kapasitet med hensyn på trafikkbelastning og trafikfordeling og
- ensartet tilslutningsutforming langs primærvegen.

Motor-A-veg skal utformes med fullt utbygde planskilte kryss. Motor-B-veg bør fortrinnsvis også utføres med fullt utbygde planskilte kryss, men mindre trafikerte offentlige veger kan i spesielle tilfeller tilknyttes i plan.

Kryss på vanlige 2-felts veger, vegtype B og lavere, utføres normalt i plan og fortrinnsvis som T-kryss. Dersom sekundærvegens kryssingsbehov er minst like stort som behovet for tilslutning til primærveg, bør anlegg av X-kryss vurderes. Er i tillegg trafikkmengdene så store i krysset (ca. 15 000 ÅDT eller større), eller andre forhold gjør planskilt kryssing aktuelt, bør det i første omgang vurderes å anlegge fullt utbygd planskilt kryss med formen halvt kløverblad.

Hank-kryss med ramper i to kvadranter, som tilsvarer kryssformen halvt kløverblad uten akselerasjonsfelt, bør fortrinnsvis bare benyttes ved utbedring på eksisterende veg og dersom anlegg av halvt kløverblad forhindres av andre hensyn. Bruk av hank-kryss med én rampe kan unntaksvis benyttes dersom tilsluttende (svingende) trafikkmengder er små.

62. Detaljutforming av kryss i plan

62.0 GENERELT

Dimensjoneringskrav med hensyn på kjøretøytype.

Kryssutformingen bestemmes på grunnlag av dimensjonerende kjøretøytypers arealbehov. Fremkommeligheten kontrolleres ved hjelp av hjulsportegninger, som fremstilt i kapittel 3, se pkt. 31. Disse kurvene forutsetter en kjørefart på minst 15 km/h (kjøremåte A).

Fremkommeligheten for enkelte større kjøretøy må vurderes når krysset dimensjoneres for en mindre kjøretøytype. Ved dimensjoneringen er det nødvendig å vurdere to ulike kjøremåter:

- Kjøremåte A — manøvrering med full grad av frihet
- Kjøremåte B — manøvrering med begrenset grad av frihet

Kjøremåte A innebærer at kjøretøyet under normale forhold bare bruker eget kjørefelt. Kjøremåte B innebærer at kjøretøyet må bevege seg med redusert fart (< 15 km/h) samt at det ofte må bruke en del av øvrig kryssareal, slik som andre kjørefelt og skuldre, i tillegg til sitt eget kjørefelt for manøvrering.

Ved dimensjonering for kjøretøytype «L», kjøremåte A, skal krysset være fremkommelig for kjøretøytype «SP» etter kjøremåte B. Når det kjøres med redusert fart (< 15 km/h), resulterer dette i andre kjøresportegninger enn de normerende, men maksimalt breddebehov er omtrent det samme.

Primærvegens linjeføring

Normalt skal primærvegens gjennomgående felter føres gjennom kryssområdet med samme standard som for fri vegstrekning. For vegkryss i kurver på høyklasses veger kan det imidlertid være ønskelig at primærvegen ikke har større overhøyde enn 4—4,5 % i kryssområdet. Primærvegen bør i slike tilfeller ikke ha mindre radius enn angitt i figur 62.1 nedenfor. Dersom krappere kurver benyttes, bør det sjekkes at antatt utnyttet sidefriksjonsfaktor ikke blir for stor ($F_K \leq 0,10$), se pkt. 53.2.

	Dimensjonerende fart for primærveg (km/h)				
	60	70	80	90	100
$R_{\min}$ (m)	300	450	600	850	1100

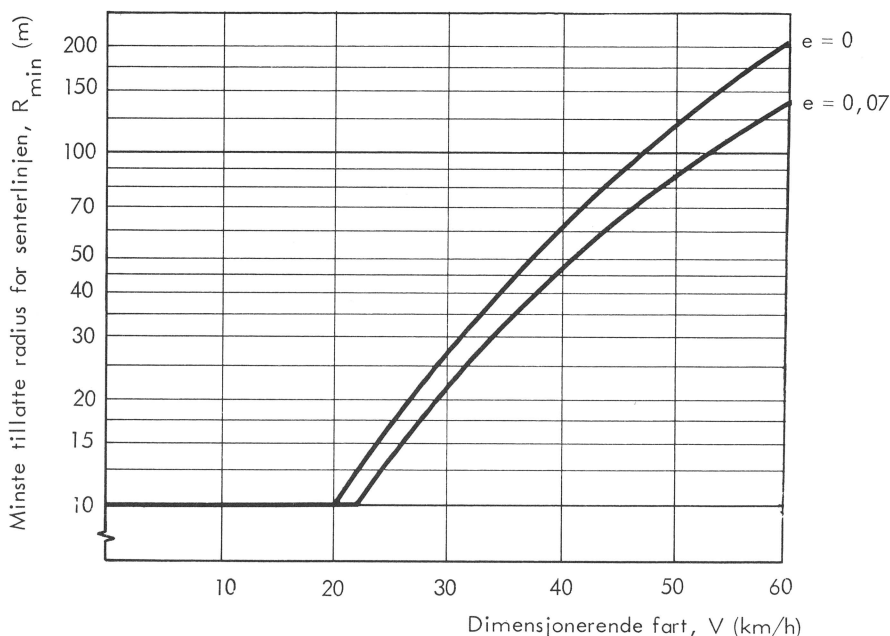
Figur 62.1 Minste ønskelige horisontalradius for primærveg i kryss

6. VEGKRYSS

Stigningsgraden for primærvegen i kryssområdet skal normalt ikke være større enn $\frac{2}{3}$ av primærvegens største tillatte stigningsgrad på fri vegstrekning som fremstilt i figur 55.1. Ikke i noen tilfeller skal stigningsgraden overskride 70 %. Kryss i så stor stigning vil på viktige veger kreve spesielle utforminger, som vist i figur 62.23.

Sekundærvegens linjeføring

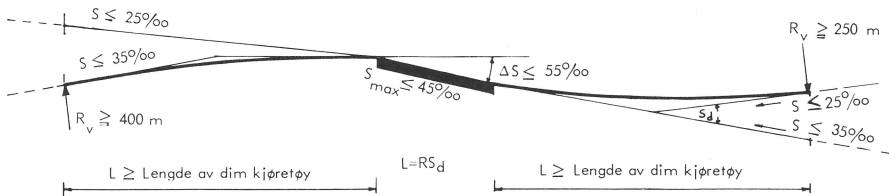
Dersom sekundærvegen ikke tilsluttes primærvegen rettvinklet, er det mest fordelaktig med kryssvinkel $80^\circ < \alpha < 100^\circ$ (se figur 61.4). Må sekundærvegens linjeføring avbøyes før krysstilslutningen, bør kurveradius som benyttes ikke være for liten ($R \geq 50$ m). Kantføringsradius og radier for kurver som følges ved forskjellige svingbevegelser i et kryss (spesielle svingfelt etc), bør generelt velges med tanke på rimelig kjørefart gjennom krysset. De anbefalte kantføringsradier forutsetter at dimensjonerende kjøretøy kan holde minst 15 km/h. Dersom større fart for spesielle svingfelt og svingbevegelser er ønskelig, bør kjøretøyet følge en kurveradius som ikke er mindre enn vist i figur 62.2.



Figur 62.2 Minste tillatte kurveradius i kryss ved ulike dimensjonerende fart og overhøyde (basert på kjøremåte A).

62. Detaljutforming av kryss i plan

I retning mot primærvegens skulder skal sekundærvegen over en strekning som minst tilsvarer dimensjonerende kjøretøys lengde ha en stigningsgrad som ikke overskrider 25 ‰ fall eller 35 ‰ stigning. Normalt skal sekundærvegens lengdefall tilsluttes primærvegens tverrfall tangentielt med bruk av vertikalkurve. Dersom dette ikke lar seg gjøre, kan sekundærvegens tilslutning danne en knekk, som vist i figur 62.3. I dette tilfelle bør forskjellen mellom primærvegens tverrfall og sekundærvegens lengdefall, Δs , ikke overskride 55 ‰. Vertikalkurven i høybrekk bør være stor nok til å sikre stoppsikt frem mot krysset. Kurven skal i alle tilfelle være minst 400 m. I lavbrekk skal vertikalkurven være minst 250 m.



Figur 62.3 Krav til sekundærvegens vertikale linjeføring

Hjørneavrunding

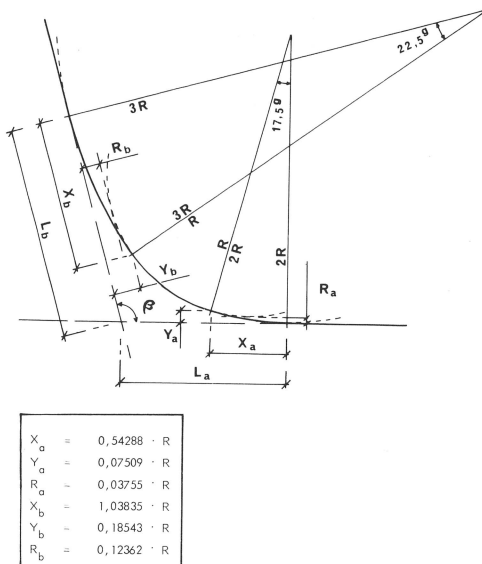
Avrundingen mellom kjørebane kantene til sekundærvegen og primærvegen kan utformes med enkel sirkelkurve eller med en kombinasjon av kurver som kan bestå av kombinasjonen 2 R — R — 3 R, regnet i kjøreretningen. Valget av R bør i noen grad tilpasses kryssvinkelen α .

Enkle sirkelkurver der $R < 20$ m bør normalt kun brukes i ukanaliserte kryss, med unntak av utforming i forbindelse med høyresvingfelt.

I kanaliserte kryss utføres hjørneavrundingen best med en kurvekombinasjon 2R — R — 3R ifølge figur 62.4.

6. VEGKRYSS

β (g)	L_a	L_b	β (g)	L_a	L_b
70	2,06116	2,42931	100	1,39506	1,72978
71	2,03098	2,39805	101	1,37890	1,71226
72	2,00148	2,36765	102	1,36301	1,69498
73	1,97275	2,33797	103	1,34738	1,67794
74	1,94474	2,30899	104	1,33200	1,66114
75	1,91740	2,28068	105	1,31688	1,64456
76	1,89071	2,25301	106	1,30199	1,62819
77	1,86466	2,22596	107	1,28784	1,61203
78	1,89920	2,19950	108	1,27292	1,59608
79	1,81432	2,17361	109	1,25872	1,58032
80	1,79000	2,14826	110	1,24473	1,56475
81	1,76522	2,12344	111	1,23096	1,54936
82	1,74295	2,09912	112	1,21740	1,53415
83	1,72019	2,07529	113	1,20403	1,51910
84	1,69790	2,05193	114	1,19087	1,50422
85	1,67608	2,02902	115	1,17789	1,48950
86	1,65470	2,00654	116	1,16511	1,47494
87	1,68876	1,98448	117	1,15251	1,46052
88	1,61324	1,96283	118	1,14008	1,44624
89	1,59312	1,94157	119	1,12784	1,43210
90	1,57340	1,92068	120	1,11576	1,41809
91	1,55405	1,90015	121	1,10386	1,40421
92	1,53596	1,87997	122	1,09212	1,39044
93	1,51643	1,86013	123	1,08054	1,37680
94	1,49814	1,84062	124	1,06913	1,36327
95	1,48019	1,82142	125	1,05787	1,34985
96	1,46256	1,80252	126	1,04677	1,33653
97	1,44524	1,78892	127	1,03581	1,32330
98	1,42822	1,76560	128	1,02501	1,31018
99	1,41150	1,74756	129	1,01436	1,29714
			130	1,00385	1,28419



Figur 62.4 Konstruksjon og dimensjoneringsverdier for hjørneavrunding med kruvekombinasjon $2R - R - 3R$. Tallverdien er utregnet for $R = 1$ m.

Kjørefeltordning

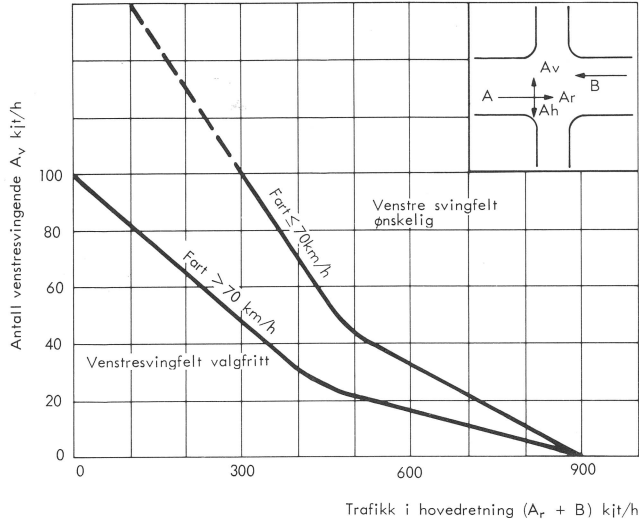
I kryss med eksisterende eller beregnet stor trafikkbetlastning bør det foretas kapasitetsberegning for bestemmelse av kjørefeltenes antall og disponering og nødvendig lengde for oppstilling av ventende kjøretøy. Normalt gjelder det at antall gjennomgående kjørefelt foran og gjennom krysset skal være det samme og at totalt antall felt etter krysset bør være minst like stort som gjennomgående felt i krysset. Ved bruk av flere felt i én retning, bør krysset normalt kanaliseres. Av hensyn til sikt bør det unngås å bruke flere felt på sekundærvegen i retning mot krysset dersom krysset ikke er signalregulert.

Venstre- og høyresvingfelt benyttes dels til å oppnå retardasjon utenfor gjennomgående kjørefelt, dels som areal for kjøretøy som må vente på å svinge. Anlegg av svingfelt vil generelt bedre kapasiteten og kvalitetsnivået på avviklingen.

Venstresvingfelt anlegges normalt i primærvegen for å beskytte venstresvingende kjøretøy og for å unngå forsinkelser forårsaket av kjøretøy som venter på å svinge. Det bør anlegges ifølge kriteriene i figur 62.5. Motor-B veger skal alltid ha eget kjørefelt for venstresvingende trafikk. Dersom det langs en vegstrekning er anlagt venstresvingfelt i noen kryss, bør det av hensyn til ensartethet/sikkerhet i utformingen anlegges i alle kryss på strekningen selv om trafikkmengdene ikke

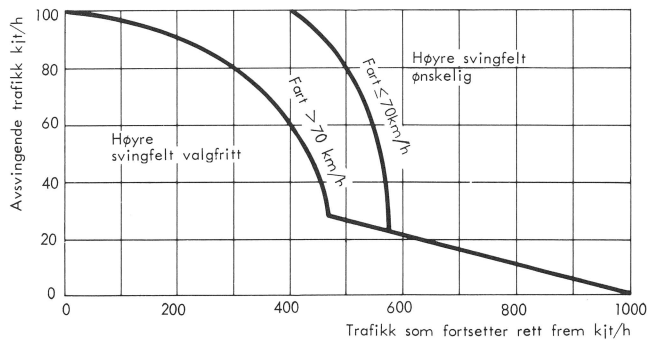
62. Detaljutforming av kryss i plan

tilsier det. Dette er spesielt viktig på veger med høyt fartsnivå og høy utformingsstandard. I X-kryss behandles hver kjøreretning hver for seg. Dersom én retning krever venstresvingfelt, skal det anlegges for den andre også.



Figur 62.5 Kriterier for bruk av venstre svingfelt på primærveg

Høyresvingfelt kan være parallellført eller kileformet. Parallellført felt er ønskelig dersom retardasjon før avsving er viktig eller det er behov for oppstilling av ventende kjøretøy.



Figur 62.6 Bestemmelse av bruk av høyresvingfelt på primærveg

6. VEGKRYSS

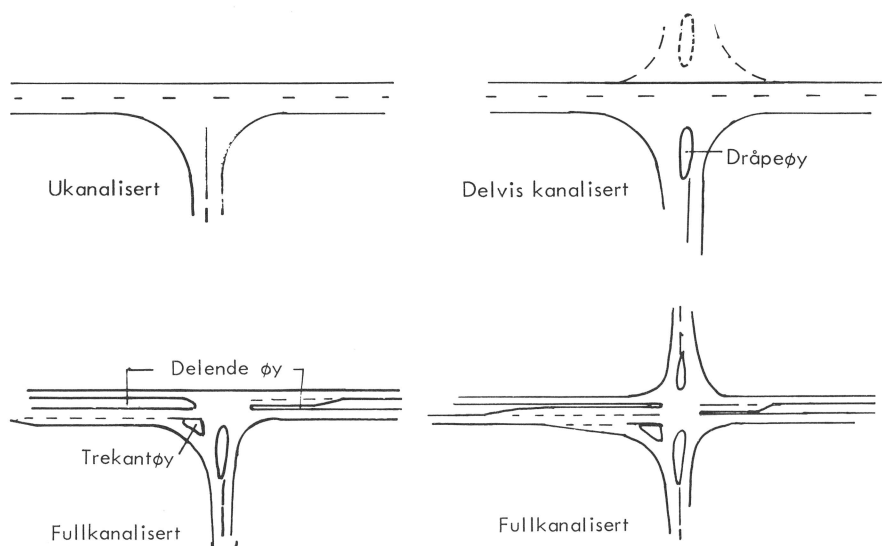
Akselerasjonsfelt skal normalt kun anvendes på flerfeltsveger eller i forbindelse med planskilte kryss.

Kanalisering

Kanalisering utføres ved hjelp av fysiske eller oppmerkede trafikkøyer og oppmerkede sperreområder (se Retningslinjer for vegoppmerking). Kanalisering anvendes vanligvis for å:

- adskille konfliktpunkter eller redusere konfliktområdet størrelse
- kontrollere trafikstrømmens krysningsvinkel
- vise hvilken veg eller hvilke kjørefelt som er de primære
- beskytte gående og syklende og svingende eller kryssende kjøretøy
- oppnå fartsreduskjon.

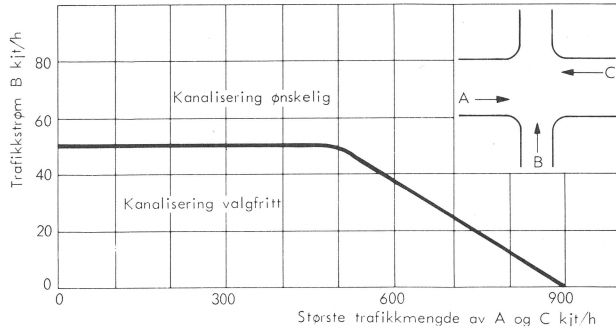
Plankryss utføres enten ukanalisert, delvis kanalisert eller fullt kanalisert. Kanalisering utføres enten kun i sekundærvegen eller også både i primær- og sekundærvegen. Se figur 62.7. Sekundærvegen skal alltid kanaliseres dersom primærvegen kanaliseres. Kanaliseringen i sekundærveg skal i alle tilfelle utføres med fysisk trafikkøy.



Figur 62.7 Eksempler på kanaliseringsgrad

62. Detaljutforming av kryss i plan

Delvis kanalisering bør utføres ifølge kriteriene i figur 62.8. Det bør også utføres ved skjevinklede kryss eller når andre spesielle trafikkforhold tilsier det, uavhengig av trafikkmengder.



Figur 62.8 Kriterier for bruk av kanalisering i sekundærveg

Fullt kanaliserte kryss bør anlegges i kryss med behov for venstresvingfelt. Dette er særlig viktig når primærvegen ligger i kurve. Ved bruk av fysiske øyer i primærvegen er det ønskelig at krysset er belyst, og minstekravet er installasjon av særskilt belyste skilt på øypissene. Når fartsnivået er > 70 km/h, er det ønskelig med oppmerket øy dersom ikke andre trafikkavviklingshensyn tilsier noe annet. Ved anlegg av høyresvingfelt i primærvegen bør det normalt brukes trekantøy for å lede trafikken.

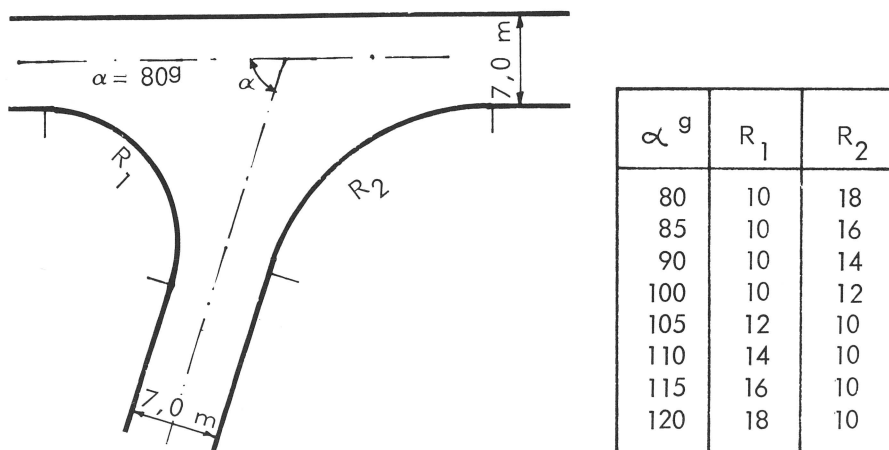
Fysiske trafikkøyer skal brukes for beskyttelse av fotgjengere, skilt, lysmaster o. l. Spesielt bør det være fysisk trafikkøy til stede der gangfelt krysser mer enn to kjørefelt, slik at maksimalt to kjørefelt krysses av gangen.

6. VEGKRYSS

62.1 UKANALISERTE KRYSS OG AVKJØRSLER

Ukanaliserte kryss

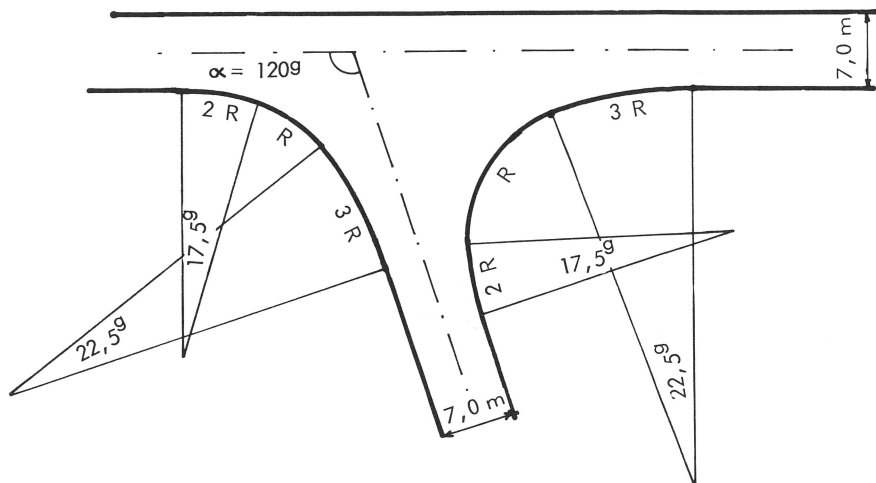
Kryss som dimensjoneres for kjøretøytype P bør samtidig ha fremkommelighet for kjøretøytype L etter kjøremåte B, se underpkt. 62.0, når en viss mengde trafikk av større kjøretøy kan ventes. Innsvingende kjøretøy fra sekundær- til primærveg bør imidlertid i minst mulig grad komme over i kjørefelt for motgående primærtrafikk. Hjørneavrundinger utført med enkle sirkelkurver som vist i figur 62.9, vil ivareta ovennevnte krav når skuldrene i kryssområdet utformes ifølge figur 62.15.



Figur 62.9 Utformingskrav for hjørneavrunding i ukanalisert kryss
Dimensjonerende kjøretøy P.

Dersom det dimensjoneres for kjøretøytype L eller SP, bør hjørneavrundingene utføres med tredelt sirkelkurve ifølge figur 62.4, og radius bør være henholdsvis $R = 10$ m og $R = 12$ m. Figur 61.10 viser en slik utforming.

Standardutforming av ukanalisert kryss



Figur 62.10 Eksempel på utforming av ukanalisert kryss for dimensjonerende kjøretøy SP ($R = 12$ m)

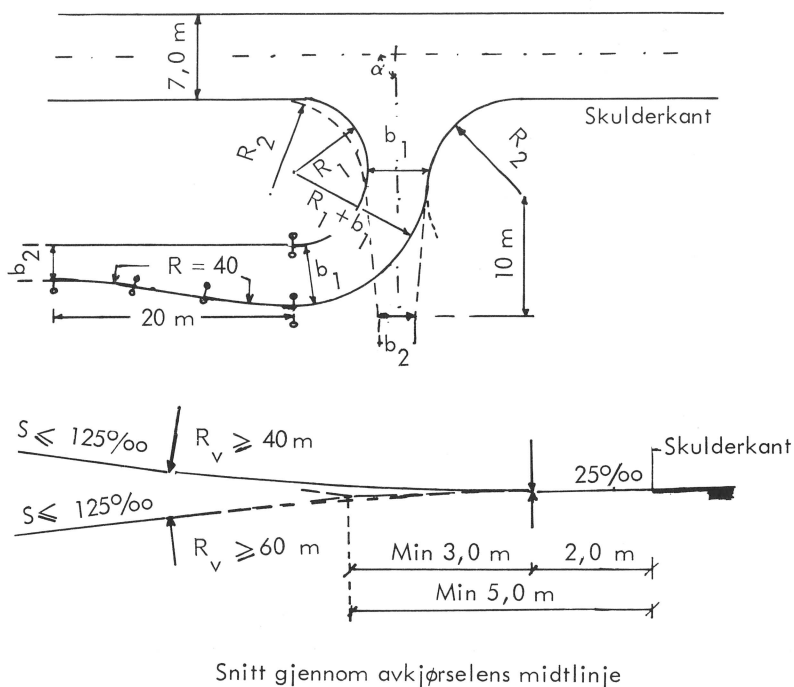
Avkjørsler

De krav som stilles til avkjørslers utforming må samsvare med kravene til den offentlige vegs utforming. Avkjørsler utformes og dimensjoneres avhengig av terengforhold og bruksforhold.

Vanlige avkjørselstyper ifølge bruksmåter er jordbruks-/skogbruksavkjørsel, bolig- og gårdsavkjørsel. I mange tilfeller kan det være blandet bruk. Dimensjonerende kjøretøytype varierer ifølge bruksmåten og normalt kan det følge dimensjonerende kjøremåte B, d. v. s. at kjøretøyene f. eks. vil benytte hele vegbredden i avkjørselen. Ved større produksjonsheter, hvor det er behov for adkomst med kjøretøytype SP, bør avkjørselen utformes som ukanalisert kryss ifølge figur 62.9.

6. VEGKRYSS

Figur 62.11 gir eksempler på hvilke minste dimensjoneringskrav som bør oppfylles ved utforming av avkjørsler.



Kjøretøytype	R_1	R_2	b_1	b_2	Type avkjørsel
P, T	3,5	5,0	4,0	3,0	Bolig, jordbruks-/skogbruk
P, T, (LL)	5,0	8,0	5,0	3,0	Gårdsavkjørsel, boligområde
P, T, LL	6,0	8,0	5,0	3,0	Gårdsavkjørsel, boligområde

(LL) Kjøretøyet benytter en del av motsatt kjørefelt ved innsving til avkjørsel.
Når kryssvinkel er $90^\circ < \alpha < 110^\circ$, benyttes stiplet utforming.

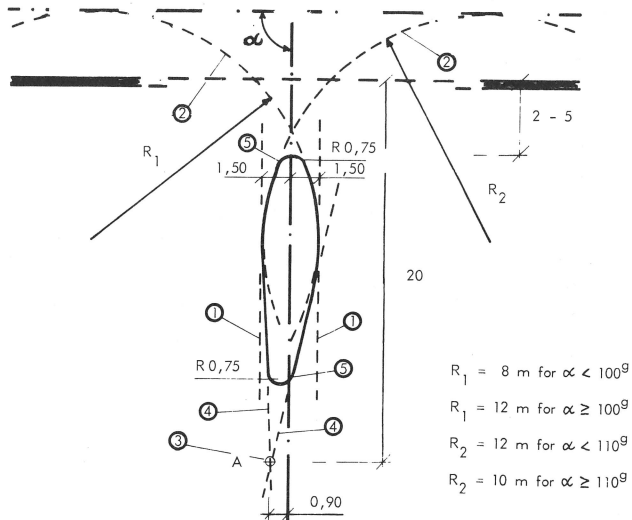
Figur 62.11 Utforming av avkjørsler

62.2 KANALISERING I SEKUNDÆRVEG

Konstruksjon av trafikkøy i delvis kanalisert kryss

Utførselen av kanaliseringen i sekundærvegen avhenger av om det samtidig utføres kanalisering i primærvegen eller ikke og av kryssvinkelen α .

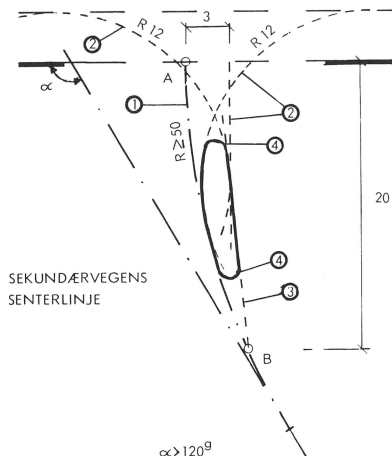
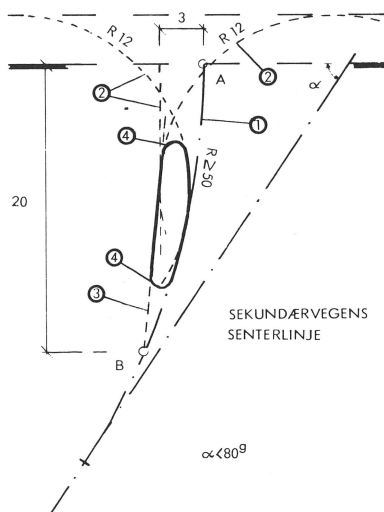
Når det kanaliseres bare i sekundærvegen og krysningsvinkelen α ligger mellom 80° og 120° , skal konstruksjonen av trafikkøya (dråpeøy) foretas som vist på figur 62.12. Når krysningsvinkelen faller utenfor dette området, skal konstruksjonen utføres som vist på figur 62.13. Ved kryssvinkel $> 120^\circ$ er det spesielt viktig å kontrollere at den optiske linjeføringen er god nok, se under pkt. 62.3. Dråpeøya bør ved delvis kanalisering være 10—12 m lang og ca. 3 m på det bredeste.



1. Konstruér en parallell hjelpelinje på hver side av sekundærvegens senterlinje i avstand 1,50 m.
2. Slå sirkelbuer med radius R_1 og R_2 som tangerer den ene hjelpelinjen og primærvegens senterlinje.
3. Bestem punkt A i avstand 20 m fra primærvegens kjørebaneant og 0,90 m til venstre for sekundærvegens senterlinje, sett mot primærvegen.
4. Trekk tangenter gjennom A til sirkelbuene med radius R_1 og R_2 .
5. Legg inn en sirkelkurve med $R = 0,75$ m mellom tangentene ved øyhodet lengst fra krysset og avrund øyhodet nærmest krysset med en sirkelbue på $R = 0,75$.

Figur 62.12 Konstruksjon av trafikkøy («dråpe») i sekundærveg ved delvis kanalisering ($80^\circ \leq \alpha \leq 120^\circ$). Mål i m.

6. VEGKRYSS



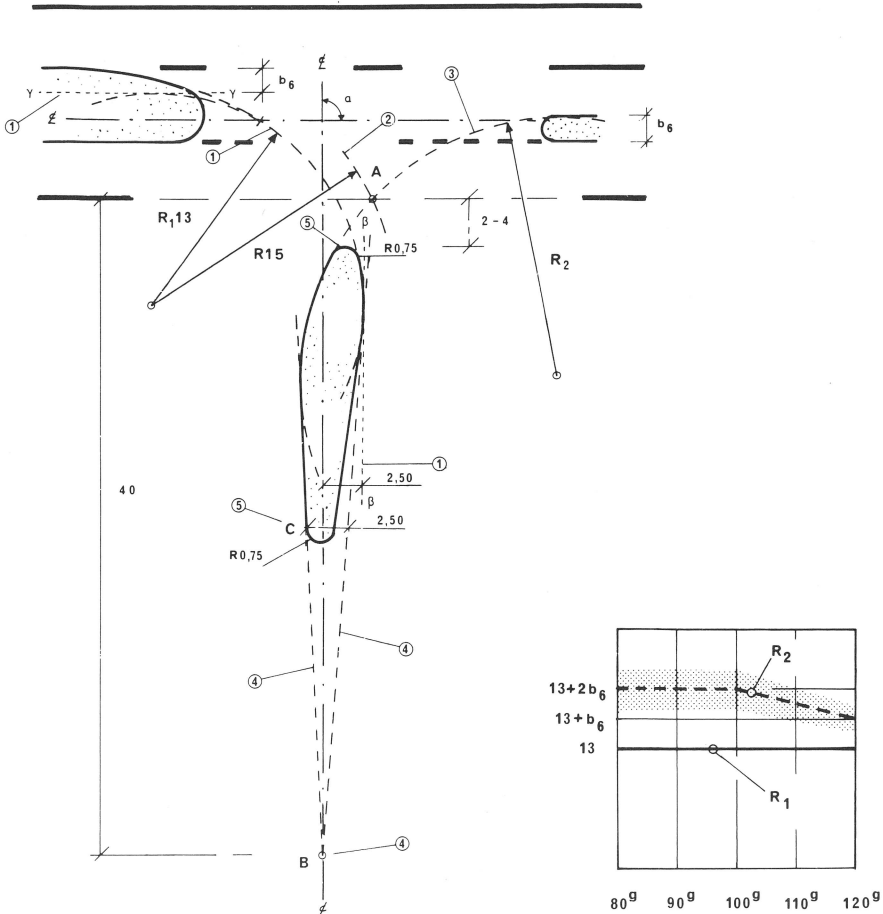
1. Sekundærvegens senterlinje bøyes av hvis $R \geq 50$ m, slik at den treffer primærvegens kjørebnekant under rett vinkel, punkt A. I 4-armete kryss må senterlinjene i de fleste tilfellene flyttes omtrent en dråpebredde i forhold til hverandre for at dråpene skal bli liggende rett overfor hverandre.
2. Tegn en hjelpelinje vinkelrett på primærvegens senterlinje i 3 m's avstand til venstre ($\alpha < 80^\circ$) eller til høyre ($\alpha > 120^\circ$) for punktet A. Slå sirkelbuer med $R = 12$ m for innsvingende og avsvingende trafikk som skal tangere primærvegens senterlinje. Sirkelbuen for innsvingende trafikk ($\alpha < 80^\circ$) eller innsvingende trafikk ($\alpha > 120^\circ$) skal også tangere den avbøyde senterlinjen på sekundærvegen. Sirkelbuen for avsvingende trafikk ($\alpha < 80^\circ$) eller innsvingende trafikk ($\alpha > 120^\circ$) fra primærvegen skal tangere hjelpelinjen.
3. Tegn en rettlinje fra punkt B til tangeringspunktet med sirkelbuen for avsvingende trafikk ($\alpha < 80^\circ$) eller innsvingende trafikk ($\alpha > 120^\circ$).
4. Avrund øyhodene med sirkelbue $R = 0,75$ m.

Figur 62.13 Konstruksjon av trafikkøy («dråpe») ved delvis kanalisering
a) $\alpha < 80^\circ$ og b) $\alpha > 120^\circ$. Mål i m.

Konstruksjon av trafikkøy i fullkanalisert kryss

Ved kanalisering i både primærveg og sekundærveg bør dråpeøya være 8—25 m lang og inntil 4,00 m på det bredeste.

Konstruksjonen av dråpen foretas som vist på figur 62.14 og kryssvinkelen (α) må være $80^\circ \leq \alpha \leq 120^\circ$. Under vanskelige terrengforhold kan dråpen konstrueres som angitt under pkt. 62.3.



1. Konstruer hjelpelinjene $\beta-\beta$ og $\gamma-\gamma$ og slå en sirkelbue, $R_1 = 13$ m, som tangerer disse.
2. Om samme sirkelsentrum slås en sirkelbue med radius 15 m. Hjelpepunkt A er skjæringspunktet mellom denne sirkelbuen og kjørebane-kanten.
3. Konstruer sirkelbuen R_2 som går gjennom hjelpepunkt A og samtidig tangerer venstre kjørebane-kant på venstresvingfelt. Størrelsen på denne radien avhenger av krysningsvinkelen (α) og bredden (b^6) av trafikkdeleren.
4. Bestem punkt B på sekundærvegens senterlinje i avstand 40 m fra primærvegens kjørebane-kant og trekk tangenter gjennom B til sirkelbuene med radius R_1 og R_2 .
5. Bestem snitt C hvor avstanden mellom tangentene er 2,50 m. Dette punkt markerer øyhode lengst fra krysset. Avrund øyhodet med en sirkelbue, $R = 0,75$ m, og forbind det med en ny tangent til sirkelbuen R_1 . Avrund øyhodet nærmest krysset med en sirkelbue som plasserer det 2–4 m fra primærvegens kantmarkering.

Figur 62.14 Konstruksjon av trafikkøy i sekundærveg ved full kanalisering ($80^\circ \leq \alpha \leq 120^\circ$). Mål i m.

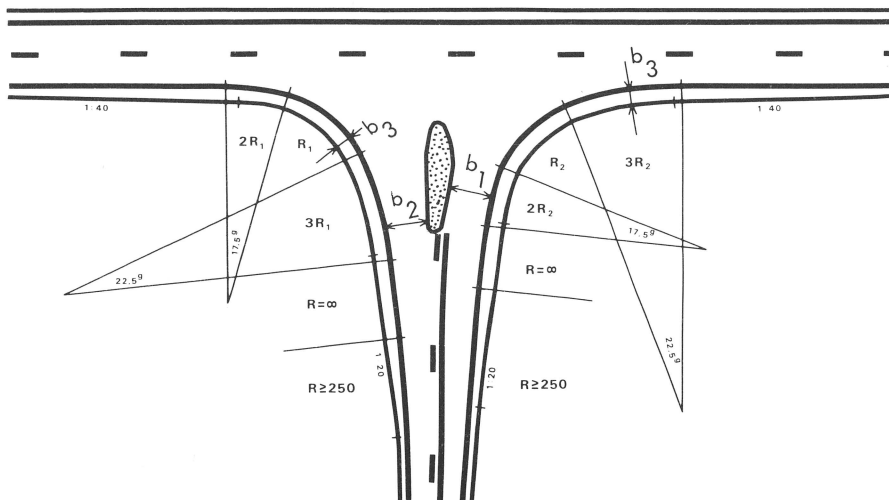
6. VEGKRYSS

Utvidelse av sekundærveg

Ved anlegg av trafikkøyr («dråpe») kan utvidelsen av normalprofilen av sekundærvegen bygges opp av utvidelseskurver som tangerer sekundærvegens kjørebane-kant. Ved en kryssvinkel på $\alpha = 100^\circ$, kan benyttes $R \geq 250$ m. Utvidelsen kan også bygges opp som vist på figur 62.15 ved hjelp av rettlinje mellom kurvene.

Total bredde av kjørefelt og skulder bør alltid være stor nok til at største forventede kjøretøy kan komme gjennom krysset. På figur 62.15 er det angitt de bredder som det må stilles krav til ved anlegg av dråpeøyr. De normerte breddekrav er kvalitetsgraderte ifølge primærvegens klassifisering. De anviste breddene b_1 og b_2 er regnet fra kantstein på dråpeøya til kjørefeltkant og inkluderer eventuell oppmerking som bør ligge minst 0,25 m fra kantstein.

Skulderutjevningen kan utføres som vist med rettlinje som heller 1:40 langs primærveg og 1:20 langs sekundærveg.



	Avkjørselsfri veg		Avkjørselsreg. veg		Adkomstveg	
	Norm	Min	Norm	Min	Norm	Min
b_1	4,50	4,50	4,50	4,00	4,00	3,50
b_2	5,00	5,00	5,00	4,50	4,50	4,00
b_3	1,50	1,50	1,50	1,00	1,00	0,50

Figur 62,15 Utvidelse av sekundærveg ved anlegg av "dråpe".

Dersom det kan forventes liten trafikk med tunge kjøretøyer, kan det for å kanalisere personbiltrafikken bedre og for å spare kryssareal være fordelaktig om summen av breddene b_1 og b_3 blir holdt til et minimum. Oppmerkingen bør i størst mulig grad utføres slik at personbiltrafikken blir kanalisert best mulig.

62.3 KANALISERING I PRIMÆRVEG

Venstresvingfelt/utvidelse av primærveg

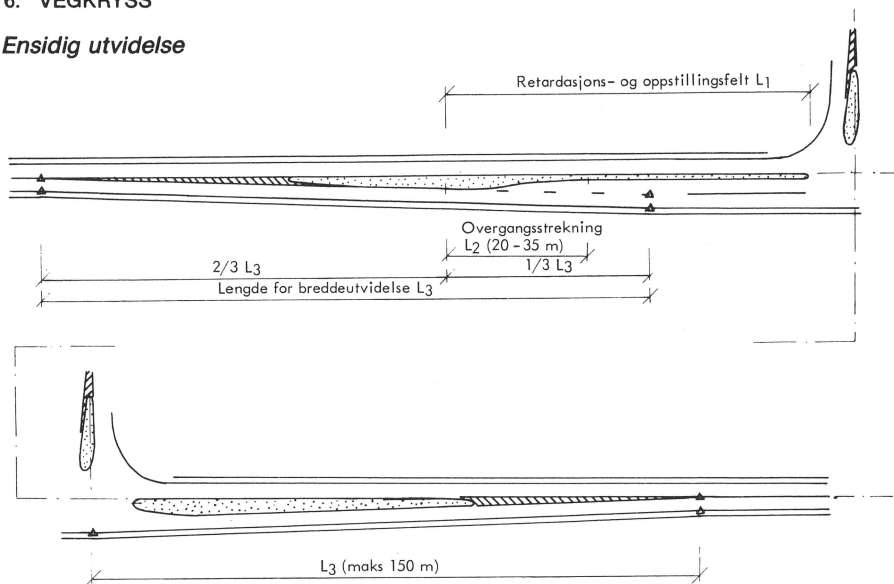
Foruten å gi oppstillingsmulighet for svingende kjøretøy, bidrar også et svingfelt til at en del av retardasjonen før avsving kan utføres utenfor gjennomgående kjørefelt. Ved anlegg av venstresvingfelt bør vegen fortrinnsvis utvides til begge sider på rettstrekninger, og innover i kurver. Utvidelsen kan foretas med en kurvekombinasjon. Det må påses at minimumskurvaturen tilpasses linjeføringen på vegen forøvrig, samt at det ikke oppstår uønskede kontrakurver.

Konstruksjonsprinsippet for venstresvingfelt (ensidig/tosidig) og for breddeutvidelse er vist på figur 62.16. Konstruksjonen viser kjørefeltkant når det benyttes oppmerket kanalisering, kantstein settes innenfor (se side 132). Breddeutvidelsen utføres lineært over lengden (L_3) som angitt i figur 62.17. Overgangslengden for start av svingfelt kan varieres mellom 20 og 35 m. Utviklingen til full bredde av svingfeltet konstrueres som en avbøyd rettlinjé i forhold til kjørebane kant og avsluttes med en sirkelbue i hver ende. Kurveradier på $R = 50\text{—}80$ m anbefales brukt.

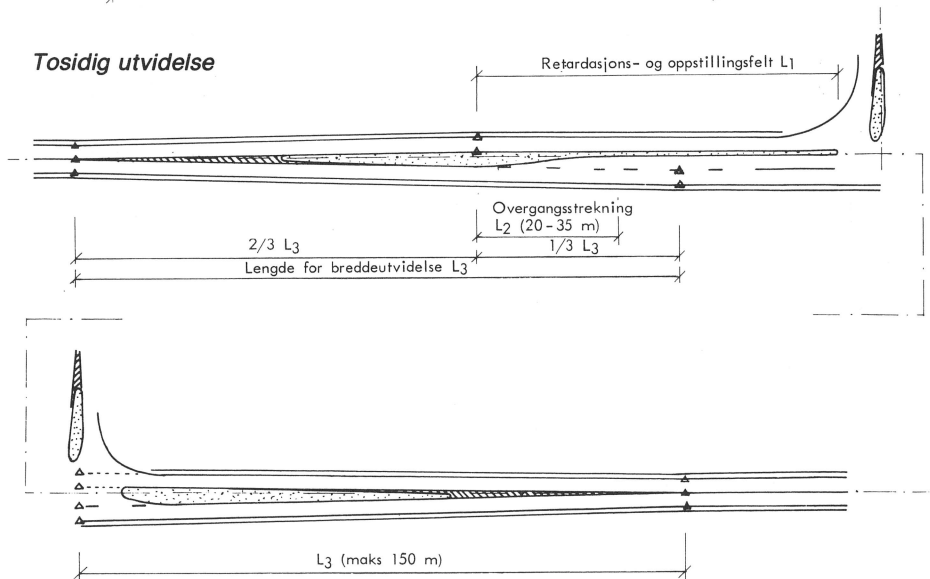
Lengden (L_1) av svingfeltet er gitt ut fra vegens funksjon og fartsnivå. De angitte verdier av L_1 i fig. 62.17 bør ansees som minsteverdier. Består den venstresvingende trafikken av mer enn 30 % tunge kjøretøyer, bør lengden L_1 økes med minst 20 m. I tilfeller hvor det kan antas at avsvingende kjøretøy får en vesentlig ventetid, må oppstillingsfeltets lengde dimensjoneres ut fra beregning av antall ventende kjøretøy.

6. VEGKRYSS

Ensidig utvidelse



Tosidig utvidelse



Figur 62.16 Prinsippskisse for breddeutvidelse og anlegg av venstresvingfelt i primærveg.

Primærvegens dimensjonerende fart (km/h)	Total lengde av svingfelt L_1 (m)	Nødvendig lengde L_3 av breddeutvidelse d (m) ¹⁾					
		$d = 2,50$	$d = 3,00$	$d = 3,50$	$d = 4,00$	$d = 4,50$	$d = 5,00$
50	60	90	95	110	125	140	150
60	70	95	110	130	150	150	
70	80	110	130	150			
80	90	125	150				
90	110	140					
100	135	150					

¹⁾ d = breddeutvidelsen (m). Ved ensidig utvidelse er d lik bredden av venstresvingfeltet b pluss eventuell trafikkø i primærvegen, mens ved lik utvidelse til begge sider er $d = b/2$

Figur 62.17 Dimensjoneringsverdier for total lengde av svingfelt (L_1) og av breddeutvidelse (L_3)

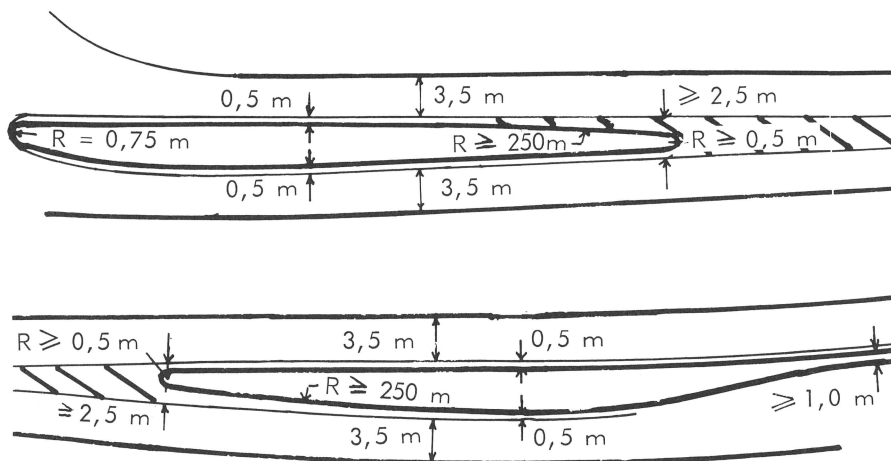
Gjennomgående kjørefelt skal normalt være 3,5 m brede eller ha minst samme bredde som på tilstøtende strekninger, men ikke mindre enn 3,25 .

Venstre svingfelt skal normalt være 3,5 m bred, men bredden kan reduseres dersom dette er nødvendig for å få anlagt et svingfelt. Det er bedre med et svingfelt med redusert standard enn ikke noe svingfelt i det hele tatt. Minste bredde på svingfeltet skal imidlertid ikke underskride 2,75 m.

Anlegg av delende trafikkø

Trafikkø i primærvegen utføres enten fysisk med kantstein eller oppmerket på kjørebane. Bredden av fysisk trafikkø langs venstresvingfelt bør normalt være 1,50 m og ikke mindre enn 1,00 m. I signalregulerte kryss hvor signalstolpe plasseres på trafikkøya, må bredden være 1,50 m og ved gangfelt minst 2,00 m. Konstruksjon av øyhode fremgår av figur 62.18. Øyhodet avrundes med en sirkel med R minst 0,50 m. Avstand fra kantstein til oppmerket kjørefeltkant for gjennomgående kjørefelt bør være minst 0,50 m. Kantlinjer for selve venstresvingfeltet kan legges umiddelbart inntil kantsteinen.

6. VEGKRYSS



Figur 62.18 Anlegg av delende trafikkø

Høyresvingfelt

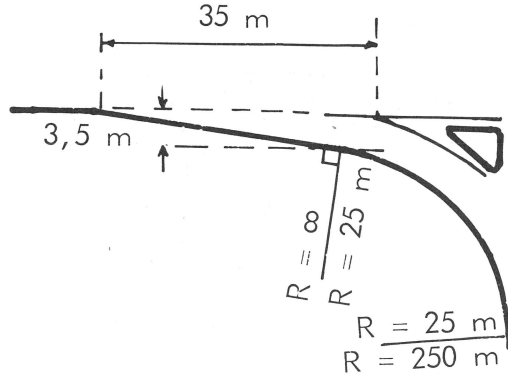
Høyresvingfelt skal anlegges ifølge kriteriene i figur 62.6 og det kan være parallellført eller kileformet. Parallellført høyresvingfelt bør benyttes etter følgende kriterier:

- Når høyresvingende trafikk regelmessig må vente for gående og syklende og i signalregulerte kryss.
- Når antatt fartsnivå på primærvegen i krysset er $> 70 \text{ km/h}$.
- Når det er nødvendig for å bedre markeringen av avkjøring til sekundærveg.
- Ved hank-kryss.

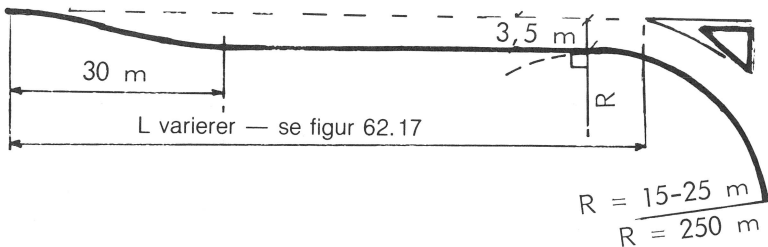
Høyresvingfelt anlegges normalt med trekantøy, som vist i figurene 62.19 til 62.21. Kileformet svingfelt skal alltid ha trekantøy og utformes som vist i figur 62.19 med overgangslengde på 35 m.

Parallellført svingfelt dimensjoneres vanligvis etter samme krav som venstresvingfelt og utformes som vist i figur 62.20. Kantføringsradien bør normalt være 25 m, men kan unntaksvis reduseres til 15 m. Overgangsstrekingen skal være 30 m og konstrueres med rettlinje og sirkelbuer med $R = 50\text{—}80 \text{ m}$ i hver ende. Dersom parallellført høyresvingfelt anlegges uten trekantøy, skal hjørneavrundingen utføres med tredelt sirkelkurve, som vist i figur 62.4 og 62.10.

62. Detaljutforming av kryss i plan



Figur 62.19 Utforming av kileformet høyresvingfelt



Figur 62.20 Utforming av parallellformet høyresvingfelt

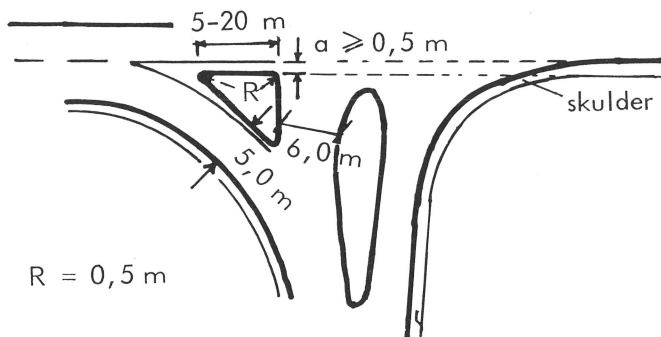
Dimensjonering av trekantøy

Normalt bør trekantøya være fysiske, men i noen tilfeller kan oppmerket øy være gunstig p. g. a. snørydding og redusert fare for påkjørsel. Om oppmerket øy skal brukes, bør vurderes i hvert enkelt tilfelle.

Typiske dimensjoner ved anlegg av trekantøy er vist i figur 62.21. En fysisk trekantøy må trekkes tilbake fra primærvegens kjørefeltkant med en avstand (a) minst lik skulderbredden og ikke mindre enn 0,5 m dersom dimensjonerende fart (skiltet eller 85 % fraktilen) ikke er større enn 70 km/h. For fart større enn 70 km/h skal $a = 1,00$ m.

Sidene på den fysiske trekantøya skal ikke være kortere enn 5,0 m og ikke lenger enn 20 m for å redusere konfliktområdet for høyresvingende og venstresvingende trafikk fra primærvegen. Hjørnene avrundes med $R = 0,50$ m.

6. VEGKRYSS



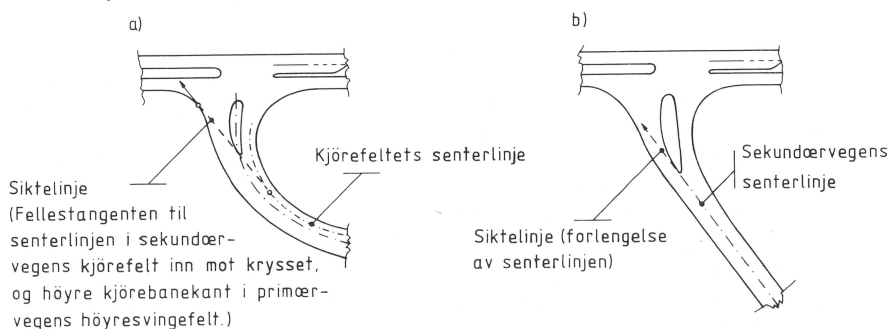
Figur 62.21 Dimensjonering ved anlegg av trekantøy

Avstand mellom kantstein på trekantøy til nærmeste side av dråpeøy bør være minst 6,0 m. Avstanden mellom kjørefeltkant i høyresvingfeltets hjørneavrunding og kantstein på trekantøy må være minst 5,0 m.

Kontroll av oversikten i et kanalisert kryss

Ligger sekundærvegen i høyrekurve, bør trafikføya forlenges uavhengig av utformingen for å redusere faren for misforståelser (forbikjøring til venstre for dråpen). Faren for feilkjøring er særlig til stede ved små kurveradier. Kontrollen av trafikføyas lengde kan foretas på følgende måte, se figur 62.22 a—b.

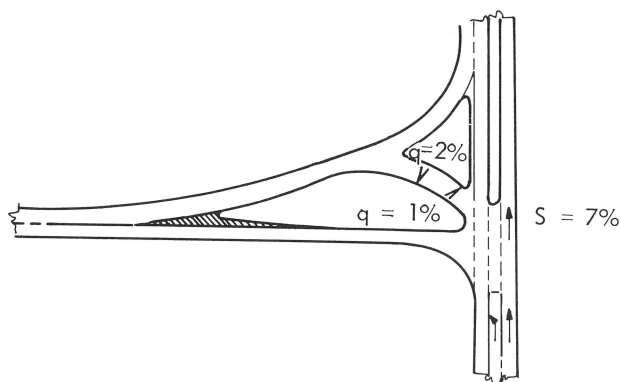
- Ligger sekundærvegen i en kurve med stor radius, skal fellestangenten (se fig. 62.22 a) berøre eller skjære dråpens bakre kant. Hvis det blir en åpen sektor mellom tangenten og dråpens bakre kant, må dråpen forlenges.
- Avbøyes sekundærvegen i umiddelbar nærhet av krysset, skal forlengelsen av rettlinja treffe dråpen, figur 62.22. b.



Figur 62.22 Kontroll av oversikt i sekundærvegen mot krysset

Spesiell løsning i sterk stigning

Ved spesielt sterk stigning på primærvegen kan det oppstå store tverrfallsforskjeller for venstresvingende trafikk. Gjennom en bredere (og dermed lengre) trafikkøye etter figur 62.23 kan det sørges for trinnvise tverrfallsoverganger.



Figur 62.23 Utformingen av «dråpe» ved ugunstig tverrfallsforhold

62.4 UTFORMING MED HENSYN TIL DE GÅENDE OG SYKLENDE

Generelt

Trafikksikkerhetsmessig er det fordelaktig å bygge planskilt kryssing av hovedvegen for de gående og syklende trafikantene. Imidlertid vil kostnadene og terrengmessige forhold medføre at det ofte må benyttes kryssing i plan. For å få en best mulig løsning, må det ved planleggingen av overgangsstedet i kryssområdet tas hensyn til blant annet:

- det tilstøtende gang- og sykkelvegssystem og lokaliseringen av aktivitetssentra
- siktforhold og synbarhet av overgangsstedet
- fartsnivå
- terrengforhold
- trafikkvolum, gående og kjørende
- vegbredde
- ulike trafikantgrupper

Det må legges vekt på at gang- og sykkelvegssystemet i kryssområdet virker attraktivt på trafikantene, slik at kryssing skjer ved overgangstedene. Overgangsstedene må være slik plassert at de faller naturlig inn i gang- og sykkelvegssystemet, og ikke representerer en vesentlig omveg.

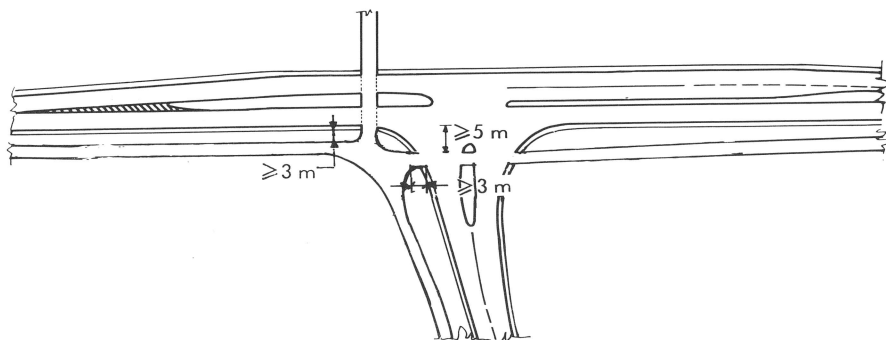
6. VEGKRYSS

Plassering og utforming av overgangssted

Overgangsstedet i sekundærvegen bør trekkes minst 5,0 m vekk på primærvegens gjennomgående kjørefeltkant for at svingende kjøretøy som stopper foran overgangsstedet skal kunne passeres av kjøretøy som skal rett frem. Dette vil også bidra til at trafikkstrømmenes kryssing kan foregå mest mulig rettvinklet.

I kanaliserte kryss bør kryssing av bilveg i alle tilfelle foregå over den bredeste delen av trafikkøylene.

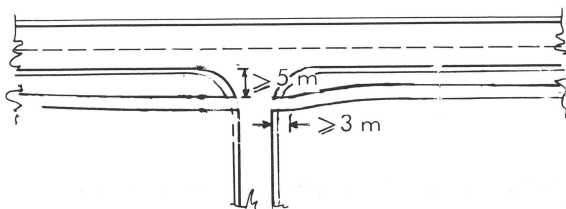
Eksempel på plassering av overgangssted i et kanalisert T-kryss er vist på figur 62.24.



Figur 62.24 Eksempel på en gang-/sykkelwegs føring gjennom et kanalisert kryss-område

Kantstein i hjørneavrunding og på trafikkøyer skal alltid senkes i overgangsstedet. Foran overgangsstedet bør gang- og sykkelvegen være ført rettlinjert og tilnærmet vinkelrett på bilvegen i en viss lengde av minst 3 m.

Figur 62.25 viser føringen av en gang-/sykkelveg gjennom et ukanalisert T-kryss.



Figur 62.25 Eksempel på en gang-/sykkelwegs føring gjennom et ukanalisert kryss

Oppmerking av overgangssted

Overgangsstedet markeres ved hjelp av oppmerking på kjørebanen og trafikk-skilt. Oppmerking på kjørebanen utføres i henhold til Vegdirektoratets «Retningslinjer for vegoppmerking». Skiltingen utføres i henhold til vegnormalens del: Trafikkavvikling (Håndbok 050).

63. Detaljutforming av planskilte kryss

63.0 GENERELT

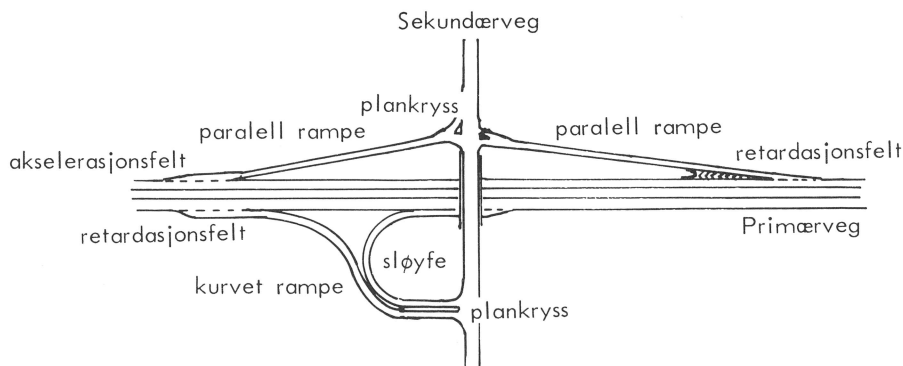
Krysselementer

Krysselementene er vist i figur 63.1. Forbindelsene mellom de kryssende vegene består av ramper. Rampenes tilslutning til primærvegen kalles henholdsvis retardasjonsfelt og akselerasjonsfelt. Tilslutningen mellom ramper og sekundærveg utføres normalt som i plankryss.

Dimensjonerende fart

Dimensjonerende fart på primærvegen beholdes gjennom kryssområdet. Dimensjonerende fart på rampene brukes m. h. p. horisontal linjeføring og siktkrav. Fremsatte krav til rampenes stigningsforhold er basert på kjøretøyenes yteevne i stigninger. Kurvede ramper og sløyfer bør dimensjoneres for 30—60 km/h og påkjøringsramper kan generelt dimensjoneres for lavere fart enn avkjøringsramper. Ramper i hankryss kan dimensjoneres for 30 km/h. Rette ramper kan dimensjoneres for 40—80 km/h.

Påkjøringsramper bør utformes slik at farten kan økes utover dimensjonerende fart før akselerasjonsfeltets begynnelse til minst 50 km/h. Dersom avkjøringsrampens horisontale kurvatur tillater høyt fartsnivå, bør vertikal kurvaturen dimensjoneres for minst 70 km/h.



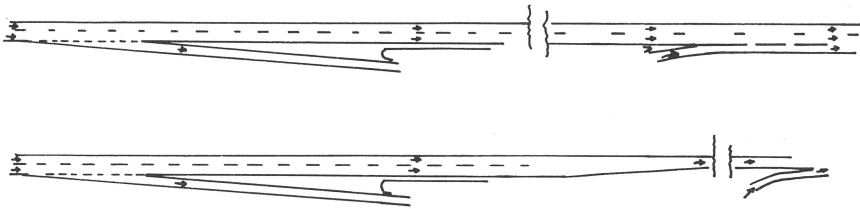
Figur 63.1 Skisse av krysselementer for planskilt kryss

63.1 PRIMÆRVEGENS UTFORMING I KRYSSOMRÅDET

Tverrprofil/antall kjørefelt

Tverrprofil for primærvegen på fri vegstrekning skal beholdes gjennom kryssområdet. Generelt gjelder følgende retningslinjer for forandring av antall kjørefelt (se figur 63.2):

- Antall gjennomgående kjørefelt bør beholdes gjennom kryssområdet
- Kjørefelt skal ikke avsluttes ved å føre direkte ut til avkjøringsrampe
- Økning av antall felt på primærvegen etter påkjøringsrampe bør foretas ved å føre påkjøringsfeltet videre som eget kjørefelt.



Figur 63.2 Typiske løsninger ved økning og minskning av antall kjørefelt i et kryssområde

Horisontal linjeføring

Primærvegen føres normalt gjennom kryssområdet med samme standard for linjeføring som på fri vegstrekning. Minimumskravene til horisontal linjeføring der ramper tilsluttes primærvegen, er vist i figur 63.3. Av hensyn til siktforholdene for større kjøretøy i akselerasjonsfeltet bør primærvegen ikke ha mindre radius i høyrekurver enn angitt i fig. 63.3. Av hensyn til kjøredynamikk bør overhøyden begrenses til 4—4,5 % i kryssområdet hvor av- og påkjøringsramper tilsluttes. Minste horisontalradius basert på dette kriteriet er også vist i figur 63.3.

Primærvegens dim. fart km/h	70	80	90	100
Minste horisontalradius m h p sikt i høyrekurver			900	1200
Minste horisontalradius m h p kjøredynamikk	450	600	850	1100

Figur 63.3 Minste tillatte horisontalradius ifølge krav til sikt eller kjøredynamikk.

6. VEGKRYSS

Vertikal linjeføring

Ved akselerasjonsfelt er det spesielt viktig at primærvegen har så liten stigning som mulig for å gi de gunstigste forhold for akselererende kjøretøy. Tunge kjøretøy akselererer f. eks. meget dårlig i stigninger over 30 ‰ og tilsvarende grense for lette kjøretøy er 50 ‰. Primærvegens helning bør derfor dimensjoneres ut fra den av disse verdiene som er den kritiske i hvert tilfelle. Dersom større stigning ikke kan unngås, bør akselerasjonsfeltets lengde økes ifølge kriterier for forbikjøringsfelt (se pkt. 55.3). Primærvegens største tillatte stigningsgrad kan tillates når akselerasjonsfelt tilknyttes fallende retning, for retardasjonsfelt i stigende retning og unntaksvis i fallende retning.

Minste tillatte vertikalkurveradius for primærvegen ifølge pkt. 55.2 er vist i figur 63.4.

Primærvegens dim fart (km/h)	70	80	90	100
Miste tillatte vertikalradius	2500	3500	5500	9000

Figur 63.4 Minste tillatte vertikalradius for primærveg.

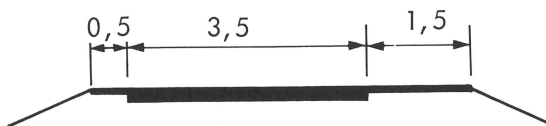
63.2 SEKUNDÆRVEGENS UTFORMING I KRYSSOMRÅDET

Sekundærvegen skal betraktes som primærveg i forhold til rampene. Den skal oppfylle de samme krav til utforming som primærveg gjennom kryss i plan. Se under pkt. 62.

63.3 AV-OG PÅKJØRINGSRAMPER

Tverrprofil

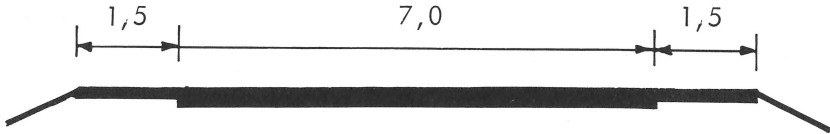
Ramper skal normalt ha ett kjørefelt. Utvidelse til to eller flere felt kan bli nødvendig ved tilslutning til sekundærveg av avviklingsmessige hensyn. Normal tverrprofil for ramper er vist i figur 63.5.



Figur 63.5 Normal tverrprofil i 1-felts rampe (mål i m)

63. Detaljutforming av planskilte kryss

Hank-kryss består av tovegskjørte 2-felts ramper og skal normalt ha en tverrprofil som vist i figur 63.6.



Figur 63.6 Normalt tverrprofil for tovegs 2-felts rampe i hank-kryss (mål i m)

Ramper med kurveradius mindre enn 350 m bør ha breddeutvidelse som utføres ifølge figur 53.18.

Horisontal linjeføring

Linjeføringen på rampen før et akselerasjonsfelt og etter et retardasjonsfelt bør bestå av overgangskurver. Minste kurveradius velges i overensstemmelse med dimensjonerende fart som normalt bør variere mellom 40—60 km/h (se under pkt. 53.3 og 63.0.) Standardutforming for rampetilslutning til primærveg ved akselerasjons- og retardasjonsfelt er vist i figurene 63.7 og 63.8. I de tilfeller der ramper tilknyttes primærvegen i venstre kurve, må det påses at rampenes linjeføring ikke forstyrrer den optiske linjeføring for primærvegens gjennomgående kjørefelt.

Vertikal linjeføring

Valg av rampens vertikale linjeføring er til en viss grad avhengig av om det er en påkjørings- eller avkjøringsrampe og av primærvegens stigningsforhold, se under pkt. 63.1 side 139. Påkjøringsramper med fall og avkjøringsramper med stigning kan i noen grad utformes med stigningsforhold større enn normalkravet for ramper.

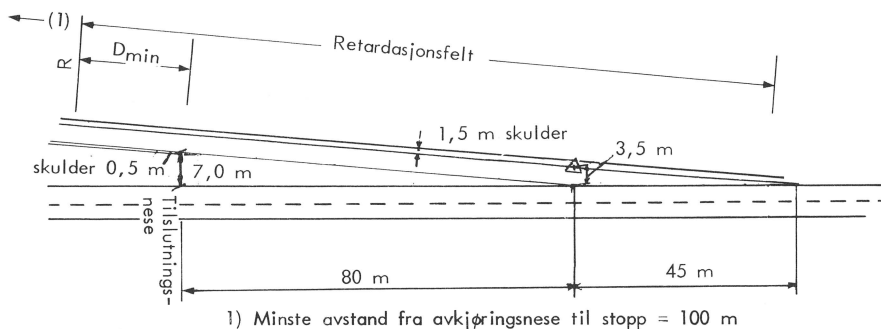
Påkjøringsramper bør normalt ikke ha større stigning enn 60 ‰. Under vanskelige forhold kan stigningsgrad inntil 70 ‰ tillates. For påkjøringsramper med stor andel tunge kjøretøy bør stigningen begrenses til 40 ‰. Det skal benyttes vertikalkurver som sikrer stoppsikt for ulike verdier av dimensjonerende fart (se under pkt. 55.2)

6. VEGKRYSS

63.4 UTFORMING AV RAMPETILSLUTNINGER

Avkjøringsrampe/retardasjonsfelt

Alle avkjøringer skal være til høyre for gjennomgående trafikk. Retardasjonsfelt bør plasseres på rettstrekning i størst mulig grad. Dersom plassering i kurve er nødvendig, skal retardasjonsfeltet følge kurvaturen til gjennomgående felt med omtrent samme radius som ytre kjørefelt for å få samme vinkelfravik som standardutformingen. Standardutformingen er vist i figur 63.7.



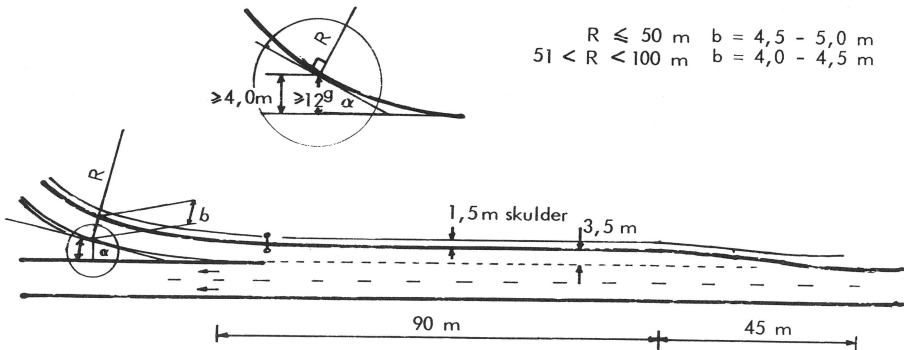
Anbefalte minsteverdier	
R	D_{min}
< 50	30 m evt. klotoide
50 – 125	20 " " "
> 125	0 " " "

Figur 63.7 Standard utforming for avkjøringsrampens retardasjonsfelt

Parallellført retardasjonsfelt bør benyttes ved hank-kryss-utforming der feltet normalt kan ende i en forholdsvis skarp kurve, $R = 25$ m, se også under pkt. 62.3.

Det bør også vurderes å benytte parallellført retardasjonsfelt der stedlige forhold ligger bedre til rette for en slik utforming enn for direkte ført felt og der rampegeometrien må utformes etter lav dimensjonerende fart. Anbefalt utforming av parallellført retardasjonsfelt er vist i figur 63.8.

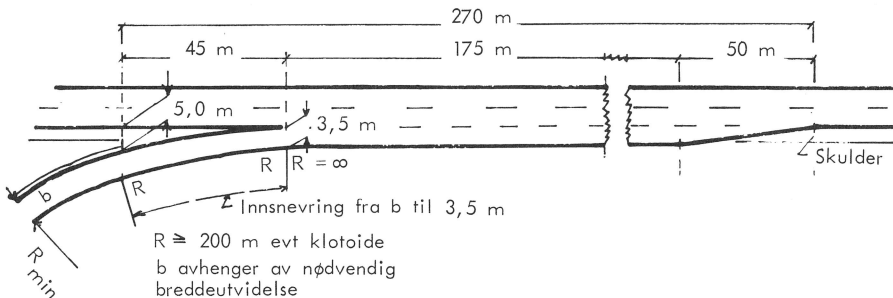
63. Detaljutforming av planskilte kryss



Figur 63.8 Anbefalt utforming av parallellført retardasjonsfelt

Akselerasjonsfelt

All påkjøring skal være til høyre for gjennomgående trafikk. Akselerasjonsfelt utformes ifølge standardutformingen vist i figur 63.9. Det er ønskelig at rampenes dimensjonerende fart er minst 50 km/h ved tilslutningsnesen. Under gunstige forhold som f. eks. når akselerasjonsfeltet har fall, kan tilpasningslengden (175 m) reduseres om det av forskjellige grunner er behov for reduksjon. Minste verdi av denne lengden skal være 100 m. En slik reduksjon bør ikke foretas uten spesiell vurdering.

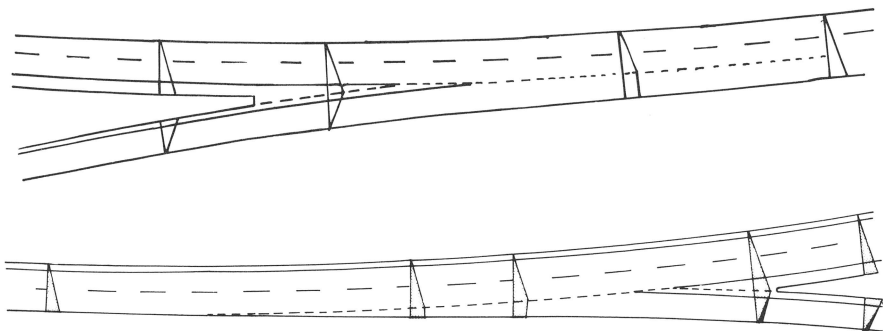


Figur 63.9 Standard utforming av akselerasjonsfelt på vegtype A og B.

6. VEGKRYSS

Overhøydeutjevning

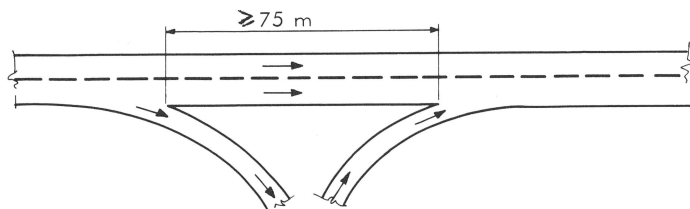
Figur 63.10 gir et eksempel på en måte å utjevne overhøyden på i områder der retardasjons- og akselerasjonsfelt tilknyttes primærvegen. Av kjøredynamiske grunner bør forskjellen i tverrfall over kjørefeltkanten mellom gjennomgående felt og fartsendringsfeltet begrenses til 0,045.



Figur 63.10 Eksempel på overhøydeutjevning i kurve

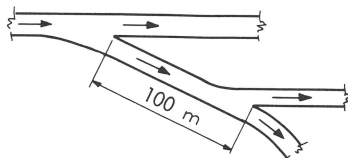
Avstand mellom rampetilslutninger

Avstanden mellom rampene langs primærveg, der avkjøringsrampen kommer først, bør være minst 75 m, se figur 63.11.



Figur 63.11 Avstand mellom av- og påkjøringsrampe langs primærveg

Dersom det er oppsplitting av eller tilslutning til en rampe, bør avstanden mellom påfølgende rampe være minst 100 m, se figur 63.12.

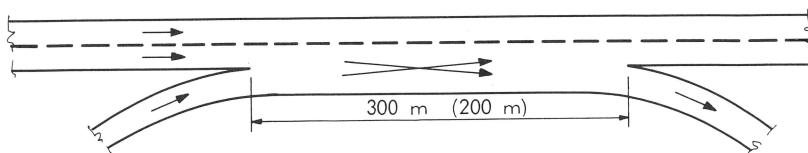


Figur 63.12 Avstanden mellom tilknytninger og forgreninger på ramper

Vekslingsstrekning

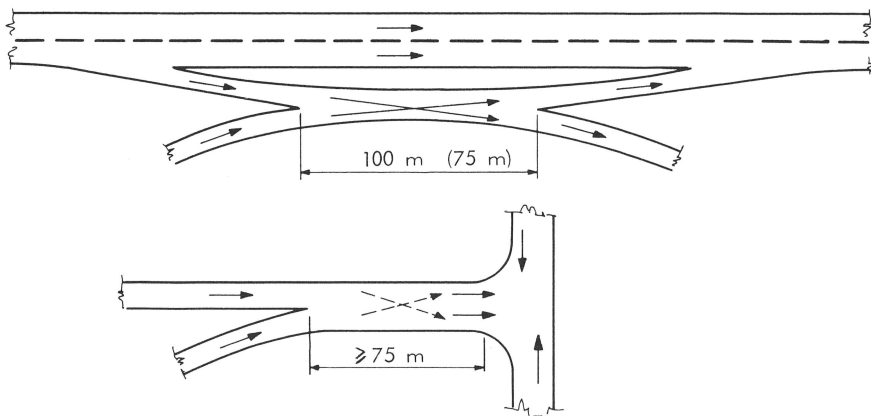
Dersom påkjøringsrampen ligger før avkjøringsrampen, må avkjørende og påkjørende trafikk til en viss grad krysse kjørespor med hverandre mellom rampetilknytningene til primærvegen. Strekninger som innebærer slik kryssende trafikk, kalles vekslingsstrekninger. Anbefalte utforminger unngår slike løsninger.

Minste anbefalte lengde av vekslingsstrekninger på primærveg, henholdsvis rampe, er vist i figur 63.13 og 63.14. Der to ramper kommer sammen før tilknytning til sekundærveg, bør avstanden være minst 75 m fra rampens tilknytningspunkt til vegkrysset. Tall i parentes angir dimensjoner som unntaksvis kan benyttes. Dersom store trafikkmengder kan forventes, bør vekslingsstrekningenes kapasitet kontrollberegnes.



Figur 63.13 Vekslingsstrekning på primærveg

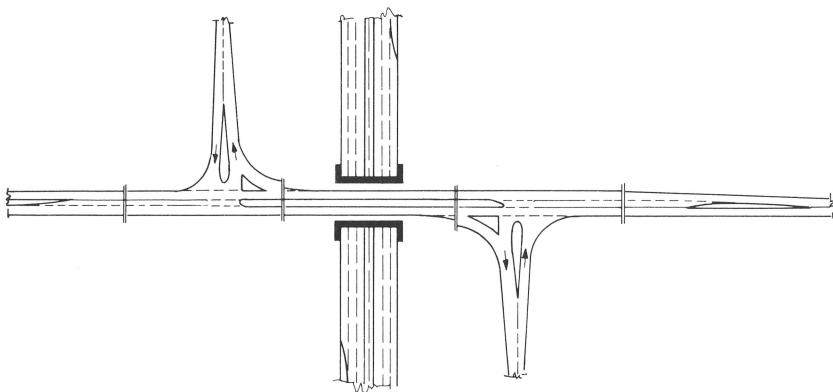
6. VEGKRYSS



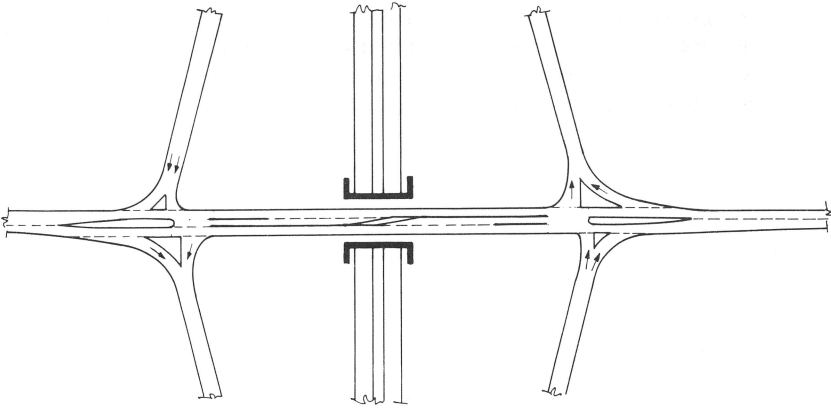
Figur 63.14 Vekslingsstrekning på rampe

Tilslutning til sekundærveg

Tilslutning til sekundærveg bør utføres i henhold til regler som er fremsatt for detaljutforming for kryss i plan, pkt. 62.3. Typiske tilslutninger er vist i figur 63.15 og 63.16.



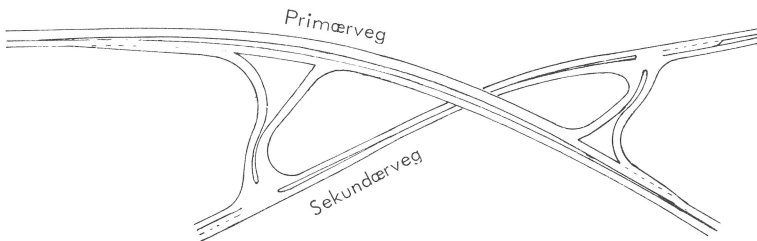
Figur 63.15 Eksempel på tilslutning til sekundærveg ved 1/2-kløverblad-kryss.



Figur 63.16 Eksempel på tilslutning til sekundærveg ved ruterkryss.

Hank-kryss

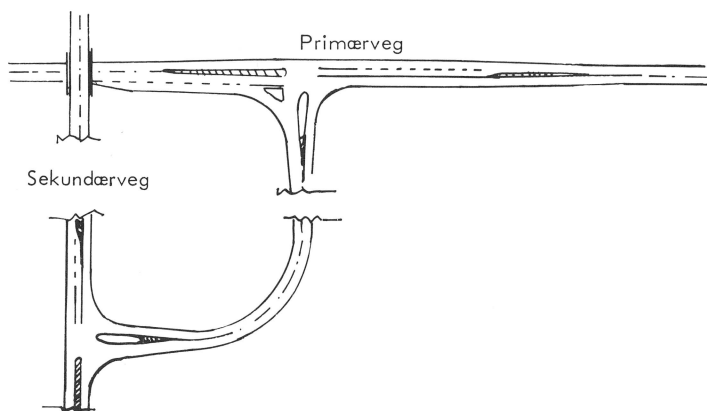
Hank-kryss er omtalt under pkt. 61.2 side 114. Typisk utforming av et hank-kryss med ramper i to kvadrater er vist i figur 63.17. Tilslutningene til primærveg må utføres slik at feilkjøring ved primærvegen i størst mulig grad kan unngås. Dette kan bl. a. oppnås ved å benytte fysisk midtdeler som føres forbi høyresvingfeltene.



Figur 63.17 Typisk utforming av hank-kryss med ramper i to kvadranter

6. VEGKRYSS

Eksempel på utforming av hank-kryss med én rampe er vist i figur 63.18. Tilslutningene til både primær- og sekundærveg utføres som normalt fullkanalisert T-kryss i plan. Svingfeltene dimensjoneres ifølge figur 62.17 og høyresvingfeltet utføres med trekantøy ifølge figur 62.21.



Figur 63.18 Typisk utforming av hank-kryss med én rampe og oppmerket kanalisering i primærveg.

7. VEGERS KAPASITET

71.	Kapasitet under ideelle forhold	151
.1	Kapasitet ved uforstyrret trafikkstrøm	151
	Teoretisk kapasitet	151
	Mulig kapasitet	152
	Dimensjonerende kapasitet	152
72.	Kapasitetsberegning	156
.1	Beregningsmetode	156
.2	Kapasitetsreduserende forhold	156
	Kjørebane- og skulderbredder, samt avstand til sidehinder	157
	Siktforhold	160
	Stigninger og tungtrafikk	161
	Samlet reduksjonsfaktor for en parsell	164
.3	Kontrollregning	164
73.	Vegkryssets kapasitet	165
.1	Konfliktpunkter og kritisk tidsluke	165
.2	Mulig kapasitet	165
.3	Dimensjonerende kapasitet	166
.4	Vekslingsstrekningens kapasitet	170
.5	Toplankryssenes kapasitet	171

7. VEGERS KAPASITET

71. Kapasitet under ideelle forhold

71.1 KAPASITET VED UFORSTYRRET TRAFIKKSTRØM

Med begrepet kapasitet menes generelt det største antall kjøretøyer som under gitte betingelser kan passere en vegstrekning eller et snitt av en veg i løpet av en tidsenhet. Kapasiteten måles i personbilenheter pr. time, dersom annen benevning ikke er angitt. Andre kjøretøyer enn lette biler omregnes til personbilenheter.

Det benyttes følgende spesielle kapasitetsdefinisjoner:

1. *Teoretisk kapasitet* er den største trafikkmengde, uttrykt i personbilenheter pr. time, som en kjørebane eller et kjørefelt kan avvikle under ideelle veg- og trafikforhold.
2. *Mulig kapasitet* er den største trafikkmengde, uttrykt i personbilenheter pr. time, som en kjørebane eller et kjørefelt kan avvikle under eksisterende veg- og trafikforhold.
3. *Dimensjonerende kapasitet* er den største trafikkmengde, uttrykt i personbilenheter pr. time, som en kjørebane eller et kjørefelt kan avvikle under eksisterende eller planlagte veg- og trafikforhold, slik at nærmere angitte krav til trafikkavviklingens kvalitet i dimensjonerende time tilfredsstilles.

Teoretisk kapasitet

Fler-felts veger (2 eller flere kjørefelter i hver retning) har en teoretisk kapasitet på 2 000 personbilenheter pr. time og kjørefelt. Teoretisk kapasitet vil kunne oppnås dersom følgende betingelser for ideelle veg- og trafikforhold er oppfylt:

1. Trafikken i hver kjøreretning må disponere minst 2 kjørefelter og være adskilt med fysisk midtdeler.
2. Trafikkfarten må ligge mellom 50 og 65 km/h, og fartsspredningen må være liten.
3. Trafikkstrømmen må nesten utelukkende bestå av lette biler.
4. Kjørefeltene må ha jevnt dekke og være oppmerket med bredde på minst 3,75 m. Skulderbredden og avstanden til sidehindre må være minst 1,8 m.
5. Det må ikke forekomme sikthindrende partier, stigninger, dårlig utformede kurver, kryss eller gangtrafikk som kan virke forstyrrende på trafikkavviklingen.

7. VEGERS KAPASITET

2-felts veger har en teoretisk kapasitet på 2 000 personbilenheter pr. time for begge kjøreretninger tilsammen, uansett trafikkenes fordeling på kjøreretning. Teoretisk kapasitet vil kunne oppnås dersom ovenstående betingelser 2, 3, 4 og 5 for ideelle veg- og trafikkforhold er oppfylt.

1-felts veger med trafikk i begge retninger har et teoretisk kapasitet på ca. 400 personbilenheter pr. time. Teoretisk kapasitet vil kunne oppnås dersom følgende betingelser for ideelle veg- og trafikkforhold er oppfylt.

1. Alle kjøretøyer må bevege seg med en fart på ca. 50 km/h.
2. Trafikkstrømmen må nesten utelukkende bestå av lette biler.
3. Kjørefeltet må ha jevnt dekke og være oppmerket med bredde på minst 3,5 m. Skuldrene må være minst 0,5 m brede og fri for sidehindre.
4. Siktforholdene må være så gode at det er full oversikt over vegen fra ett møtested til det neste.
5. Det må ikke forekomme stigninger, dårlig utformede kurver, kryss eller gangtrafikk som kan virke forstyrrende på trafikkavviklingen.

Mulig kapasitet

Når veg- og trafikkforholdene er ideelle, vil en veks mulige kapasitet være lik vegens teoretiske kapasitet. Vanligvis er imidlertid forholdene ikke ideelle, og den mulige kapasitet finnes ved å multiplisere den teoretiske kapasitet med reduksjonsfaktorer som bestemmes av de eksisterende veg- og trafikkforhold.

Dimensjonerende kapasitet

Størrelsen av en veks dimensjonerende kapasitet avhenger av veg- og trafikkforholdene og de krav som stilles til trafikkavviklingens kvalitet i dimensjonerende time. Trafikkavviklingens kvalitet uttrykkes ved den trafikkfart som oppnås i dimensjonerende time, slik at en høy trafikkfart tilsvarer høy kvalitet og lav trafikkfart et lavt kvalitetsnivå for trafikkavviklingen. Resultatet er at krav om høy trafikkavviklingskvalitet resulterer i lav dimensjonerende kapasitet.

Stabile trafikkforhold i dimensjonerende time, og derved høy kvalitet på trafikkavviklingen, oppnås når $V_T \geq 60$ km/h. Når $V_T = 50$ km/h er vegens mulige kapasitet nådd, og trafikkforholdene er ustabile.

I figurene 71.1—71.8 angis dimensjonerende kapasitet for ulike vegklasser ved alternative verdier for dimensjonerende hastighet og trafikkfart. Det forutsettes at vegen er ideelt utformet bortsett fra kjørebane- og skulderbredder. Dersom andre kapasitetsreducerende forhold er tilstede, må kapasitetstallene reduseres i henhold til retningslinjene under pkt. 72.

Figurene 71.1—71.4 gjelder for 2-felts veger. Kapasitetstallene angir den samlede trafikkmengde pr. time for begge kjøreretninger, uttrykt i personbilenheter (Pe/h).

Figurene 71.5—71.8 gjelder for 4-felts veger. I disse tabeller angir kapasitetstallene trafikkmengden pr. time pr. kjørefelt, uttrykt i personbilenheter (Pe/h).

For 1-felts veger av ideell utforming nyttes 180 Pe/h som dimensjonerende kapasitet ved en trafikkfart på 50 km/h.

71. Kapasitet under ideelle forhold

$V_T = 65 \text{ km/h}$

Vegklasse	Dimensjonerende fart (km/h)		
	90	100	110
IIb: 1,5 m skulder	880	930	970
0,75 m skulder	780	820	850
IIc: 1,0 m skulder	730	770	800
0,5 m skulder	660	700	730
IIId:	600	640	670

Figur 71.1 Dimensjonerende kapasitet i Pe/h for ulike 2-felts veger ved alternative verdier av dimensjonerende fart. $V_T = 65 \text{ km/h}$.

$V_T = 60 \text{ km/h}$

Vegklasse	Dimensjonerende fart (km/h)			
	80	90	100	110
IIb: 1,5 m skulder	970	1100	1200	1230
0,75 m skulder	850	970	1050	1080
IIc: 1,0 m skulder	800	900	980	1020
0,5 m skulder	730	830	890	920
IIId:	670	760	820	850

Figur 71.2 Dimensjonerende kapasitet i Pe/h for ulike 2-felts veger ved alternative verdier av dimensjonerende fart. $V_T = 60 \text{ km/h}$.

$V_T = 55 \text{ km/h}$

Vegklasse	Dimensjonerende fart (km/h)				
	70	80	90	100	110
IIb: 1,5 m skulder	1150	1320	1400	1450	1500
0,75 m skulder	1000	1160	1240	1280	1320
IIc: 1,0 m skulder	950	1100	1170	1200	1240
0,5 m skulder	850	990	1060	1100	1120
IIId:	780	920	980	1020	1040

Figur 71.3 Dimensjonerende kapasitet i Pe/h for ulike 2-felts veger ved alternative verdier av dimensjonerende fart. $V_T = 55 \text{ km/h}$.

7. VEGERS KAPASITET

$V_T = 50 \text{ km/h}$

Vegklasse	Dimensjonerende fart (km/h)					
		70	80	90	100	110
IIb: 1,5 m skulder	≤ 1800					
0,75 m skulder	≤ 1650					
IIc: 1,0 m skulder	≤ 1550					
0,5 m skulder	≤ 1450					
IIId:	≤ 1200					

Figur 71.4 Dimensjonerende kapasitet i Pe/h for ulike 2-felts veger ved alternative verdier av dimensjonerende fart. $V_T = 50 \text{ km/h}$.

$V_T = 80 \text{ km/h}$

Vegklasse	Dimensjonerende fart (km/h)	
	110 - 120	
Ia:	700	
Ib: 1,5 m skulder	600	
0,75 m skulder	560	

Figur 71.5 Dimensjonerende kapasitet i Pe/h for 4-felts veger ved alternative verdier av dimensjonerende fart. $V_T = 80 \text{ km/h}$.

$V_T = 70 \text{ km/h}$

Vegklasse	Dimensjonerende fart (km/h)		
	90	100	110 - 120
Ia:	500	800	1000
Ib: 1,5 m skulder	400	700	1000
0,75 m skulder	370	650	930

Figur 71.6 Dimensjonerende kapasitet i Pe/h for 4-felts veger ved alternative verdier av dimensjonerende fart. $V_T = 70 \text{ km/h}$.

71. Kapasitet under ideelle forhold

$V_T = 60 \text{ km/h}$

Vegklasse	Dimensjonerende fart (km/h)			
	80	90	100	110 - 120
Ia:	900	1400	1650	1800
Ib: 1,5 m skulder	500	950	1250	1500
0,75 m skulder	470	880	1160	1400

Figur 71.7 Dimensjonerende kapasitet i Pe/h for 4-felts veger ved alternative verdier av dimensjonerende fart. $V_T = 60 \text{ km/h}$.

$V_T = 50 \text{ km/h}$

Vegklasse	Dimensjonerende fart (km/h)			
	80	90	100	110 - 120
Ia:	≤ 2000			
Ib: 1,5 m skulder	≤ 2000			
0,75 m skulder	≤ 1850			

Figur 71.8 Dimensjonerende kapasitet i Pe/h for 4-felts veger ved alternative verdier av dimensjonerende fart. $V_T = 50 \text{ km/h}$.

72. Kapasitetsberegning

72.1 BEREGNINGSMETODE

Før kapasitetsberegningene kan utføres må veglinjen deles inn i parseller med noenlunde ens sikt- og stigningsforhold. Parsellene skal være så lange som mulig og bør ikke være kortere enn 5 km.

Vegens dimensjonerende kapasitet beregnes og angis for hver parsell. Den kapasitetsreduserende virkning av sidehindre, siktforhold og stigninger innen en parsell utjevnes over hele parsellen.

For mulig kapasitet kan ikke virkningen av kapasitetsreduserende forhold utjevnes over hele parsellen, og «flaskehalsens» kapasitet blir derfor bestemmende.

Inndelingen av en vegstrekning i parseller med noenlunde ens stignings- og siktforhold, må for en stor del hvile på den enkelte ingeniørs skjønn. For å komme frem til pålitelige kapasitetstall er det meget viktig at veglinjen studeres inngående med tanke på kapasitet før en endelig oppdeling i parseller foretas.

I figurene 71.1—71.8 er det allerede tatt hensyn til kjørefelt- og skulderbredder. Det er her forutsatt at ytre kant av skulderen representerer et sidehinder, dvs. skuldrene er fri for sidehinder.

For veger under planlegging hvor skulderbredden kan holdes uendret og fri for sidehindre kommer derfor ingen ytterligere reduksjonsfaktor for kjørebane- og skulderbredder til anvendelse. Reduksjonsfaktorer for siktforhold og stigninger sammenholdt med tungtrafikk beregnes på vanlig måte, og kapasitetstallet for den aktuelle vegklasse (fra figurene 71.1—71.8) multipliseres til slutt med en samlet reduksjonsfaktor for hele parsellen.

$$K_D = K_D' \cdot F_t$$

hvor K_D = dimensjonerende kapasitet for parsellen

K_D' = dimensjonerende kapasitet for vegklassen fra tabellene 71.1—8.

F_t = samlet reduksjonsfaktor for en parsell

For eksisterende veger er som regel skulderbredden vekslende, og det forekommer ofte sidehindre på skuldrene. I slike tilfeller må reduksjonsfaktoren, f_h , slik den defineres nedenfor, beregnes etter de retningslinjer som angis.

72.2 KAPASITETSREDUSERENDE FORHOLD

Det tas hensyn til 3 kapasitetsreduserende forhold:

1. Kjørebane- og skulderbredder, samt avstand til sidehinder.
2. Siktforholdene.
3. Stigninger sammenholdt med prosentandel tunge biler.

*Kjørebane- og skulderbredder, samt avstand til sidehinder***REDUKSJONSFAKTORENS STØRRELSE**

Reduksjonsfaktorens størrelse f_h er avhengig av kjørebanebredde, avstand fra kjørebane kant til sidehinder og hvorvidt sidehinder gjør seg gjeldende på begge sider eller bare på den ene siden av vegen.

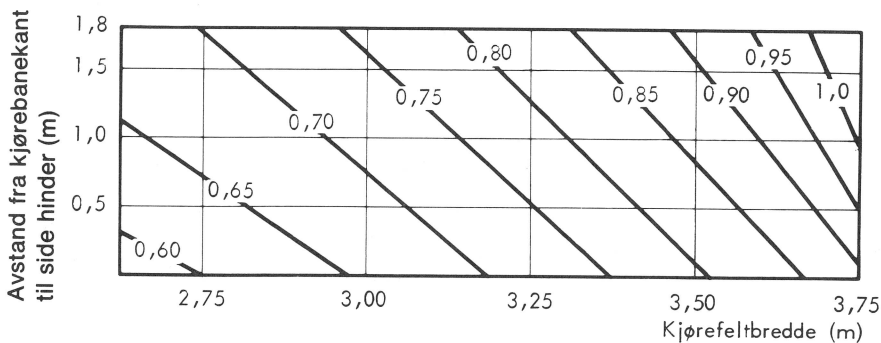
Figurene 72.1—72.7 angir reduksjonsfaktorens størrelse for mulig og dimensjonerende kapasitet for 2- og 4-felts veger. Reduksjonsfaktorene for 1-felts veg, hvor også avstand mellom møtesteder inngår, angis i figur 72.1.

Som møtested regnes foruten utbygde møteplasser også alle steder hvor 2 personbiler kan passere hverandre, dvs. avkjørsler, breddeutvidelser i kurver m.m. hvor kjørbane er over 4,0 m bred. Avstanden D mellom møtesteder måles fra endepunkt til begynnelsespunkt, dvs. at møtestedets lengde holdes utenfor. Gjennomsnittlig avstand D mellom møtesteder er da

$$\bar{D} = \sum_{i=1}^n \frac{D_i}{n}$$

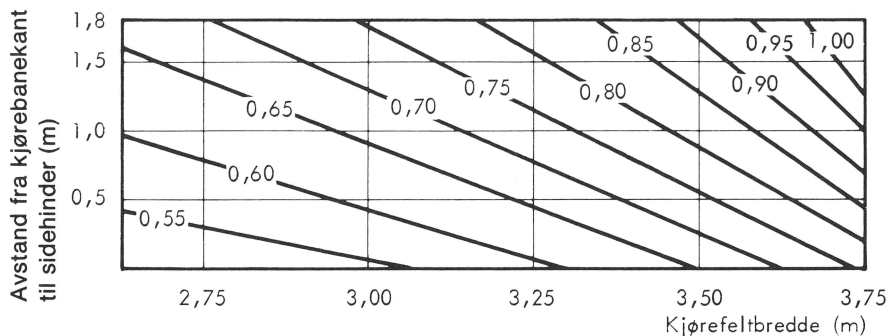
Kjørebanebredde	Gjennomsnittlig avstand mellom møtesteder		
	Under 30 m	30–50 m	50–100 m
Over 3,5 m	1,00	0,96	0,90
3,0 – 3,5 m	0,83	0,80	0,72
Under 3,0 m	0,62	0,58	0,50

Figur 72.1 Reduksjonsfaktor f_h for 1-felts veger.

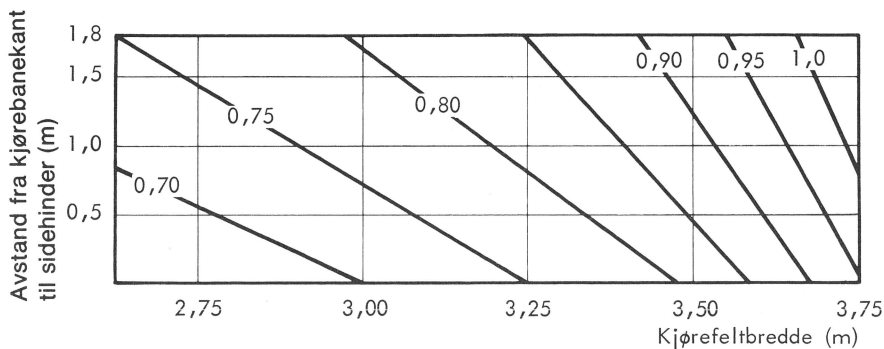


Figur 72.2: Reduksjonsfaktor f_h for dimensjonerende kapasitet pga. sidehinder på en side av 2-felts veg.

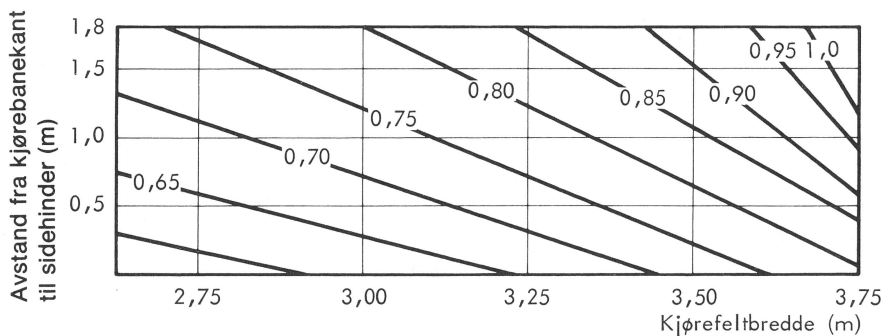
7. VEGERS KAPASITET



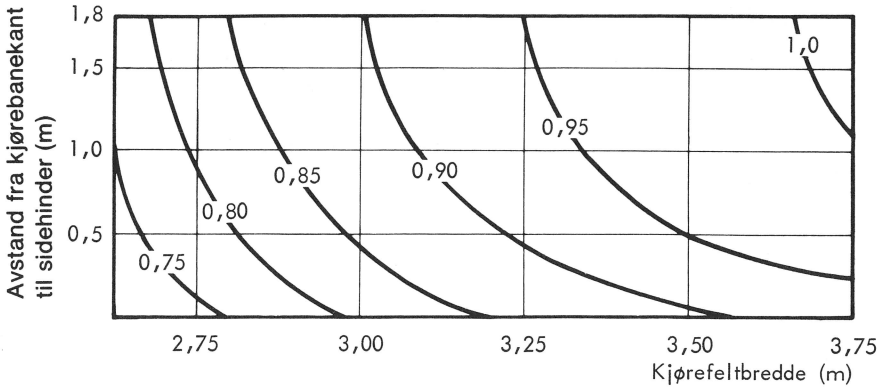
Figur 72.3: Reduksjonsfaktor f_h for dimensjonerende kapasitet pga. sidehinder på begge sider av 2-felts veg.



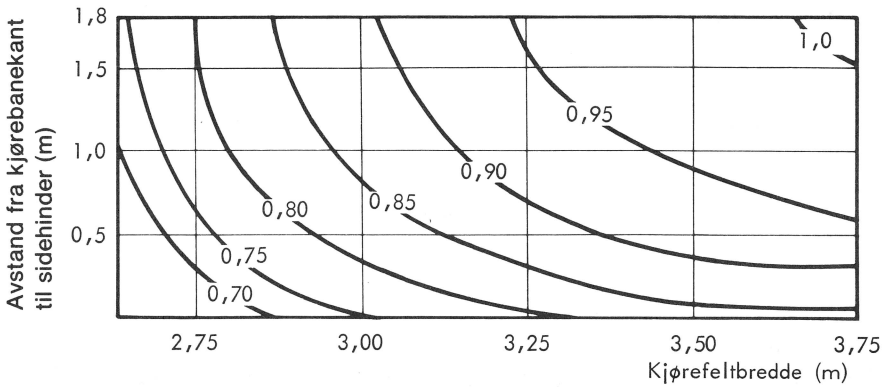
Figur 72.4: Reduksjonsfaktor f_h for mulig kapasitet pga. sidehinder på en side av 2-felts veg.



Figur 72.5: Reduksjonsfaktor f_h for mulig kapasitet pga. sidehinder på begge sider av 2-felts veg.



Figur 72.6: Reduksjonsfaktor f_h for mulig og dimensjonerende kapasitet pga. sidehinder på en side av 4-felts veg.



Figur 72.7: Reduksjonsfaktor f_h for mulig og dimensjonerende kapasitet pga. sidehinder på begge sider av 4-felts veg.

7. VEGERS KAPASITET

VEGLENGDE SOM PÅVIRKES AV REDUKSJONSFAKTOREN

Den totale veglengde, l_t , som påvirkes av sidehindre, er sammensatt av sidehindrets egen lengde, l_h , i kjøreretningen og dets influenslengde, l_v .

$$l_t = l_h + l_v$$

Det antas at sidehinderet påvirker trafikken i en avstand på ca 4,5 sekunder og influenslengden kan følgelig beregnes fra

$$l_v = v \cdot \frac{1000}{3600} \cdot 4,5 = \frac{5}{4} V_T$$

hvor l_v = influenslengde, m

V_T = trafikkfart, km/h

Herav følger at

$$l_t = (l_h + \frac{5}{4} V_T) \quad (\text{m})$$

Hvor sidehinderet er telegrafstolper e l av ubetydelig lengde i kjøreretningen, settes $l_h = 0$ og uttrykket forenkles til

$$l_t = (n \cdot \frac{5}{4} V_T) \quad (\text{m/km})$$

hvor n = antall sidehindre pr km.

Virkningen av sidehindre utjevnes deretter over den parsell som kapasiteten skal beregnes for, og en samlet reduksjonsfaktor, F_h , for hele parsellen beregnes etter formelen

$$F_h = \frac{(L - \Sigma l_t) + \Sigma (l_t \cdot f_h)}{L}$$

hvor L = parsellens lengde, m

l_t = veglengde som påvirkes av sidehindre, m

f_h = reduksjonsfaktor for de enkelte sidehindre

F_h = samlet reduksjonsfaktor for hele parsellen

Siktforhold

Manglende forbikjøringssikt reduserer en 2-felts vegs dimensjonerende kapasitet. I fig. 72.8 vises hvordan reduksjonsfaktoren, F_s , varierer i henhold til hvor stor del av vegen som har mindre sikt enn forbikjøringssikt. Reduksjonsfaktorens størrelse relateres også til den trafikkfart som forutsettes i dimensjonerende time ved alternative verdier for dimensjonerende fart.

72. Kapasitetsberegning

Dimensjonerende fart km/h	Prosent veglengde med kortere sikt lengde enn nødvendig forbikjøringssikt						Trafikk- fart km/h
	0	20	40	60	80	100	
110	1,0	0,95	0,85	0,75	0,65	0,55	65
100	1,0	0,93	0,83	0,73	0,60	0,50	
90	1,0	0,90	0,80	0,70	0,55	0,45	
110	1,0	0,97	0,93	0,89	0,84	0,77	60
100	1,0	0,96	0,90	0,82	0,72	0,60	
90	1,0	0,95	0,86	0,77	0,67	0,50	
80	1,0	0,94	0,84	0,70	0,50	0,30	
110	1,0	0,99	0,98	0,97	0,95	0,94	55
100	1,0	0,98	0,96	0,93	0,90	0,87	
90	1,0	0,97	0,94	0,91	0,86	0,80	
80	1,0	0,96	0,92	0,88	0,80	0,68	
70	1,0	0,93	0,85	0,78	0,65	0,45	

Figur 72.8 Reduksjonsfaktor F_s for 2-felts vegers dimensjonerende kapasitet.

For 1-felts veger vil manglende møtesikt føre til kapasitetsreduksjon, og reduksjonsfaktorens størrelse angis i fig. 72.9.

Møtesikt m	Trafikkfart	
	30 km/h	40 km/h
Over 200	1,00	0,96
150 – 200	0,88	0,84
100 – 150	0,75	0,72
50 – 100	0,50	0,45
Under 50	0,30	0,25

Figur 72.9 Reduksjonsfaktor F_s for 1-felts vegers dimensjonerende kapasitet.

Stigninger og tungtrafikk

Den kapasitetsreduserende virkning av tunge biler i stigninger kan kvantifiseres ved å angi hvor mange personbilenheter en tung bil representerer. Denne ekvivalentverdien E er satt til 2,5 P_e ved kjøring på flat 2-felts veg og 2,0 P_e på flat 4-felts veg. I stigninger vil ekvivalentverdien variere i henhold til stigningsgrad og stigningslengde, som vist i fig. 72.10.

7. VEGERS KAPASITET

Vegklasse	Stignings- lengde (m)	Tunge bilers ekvivalentverdi i ulike stigninger				
		30 ‰	40 ‰	50 ‰	60 ‰	70 ‰
1- og 2-felts veger	150	3,9	4,1	4,2	4,2	4,3
	300	4,1	4,3	4,5	4,6	4,9
	600	4,3	4,6	4,8	5,5	5,5
	1000	4,4	4,8	5,3	6,1	6,6
	1500	4,6	5,3	5,9	6,6	7,3
	2000	4,7	5,5	6,2	6,9	7,6
	3000	5,0	5,8	6,4	7,2	7,9
	5000	5,0	6,0	6,6	7,3	8,2
	7000	5,1	6,0	6,7	7,4	8,3
	10000	5,1	6,0	6,8	7,6	8,3
4-felts veger	150	3,1	3,3	3,4	3,4	3,4
	300	3,3	3,4	3,6	3,7	3,9
	600	3,4	3,7	3,8	4,4	4,5
	1000	3,5	3,8	4,2	4,9	5,3
	1500	3,7	4,2	4,7	5,3	5,8
	2000	3,8	4,4	5,0	5,5	6,1
	3000	4,0	4,6	5,1	5,8	6,3
	5000	4,0	4,8	5,3	5,8	6,6
	7000	4,1	4,8	5,4	6,0	6,6
	10000	4,1	4,8	5,4	6,1	6,6

Figur 72.10 Tunge bilers ekvivalentverdi E i ulike stigninger.

For en parsell beregnes den gjennomsnittlige E-verdi for alle stigninger fra formelen

$$E = \frac{1}{L} \sum_{i=1}^n (E_i \cdot l_i)$$

hvor E = gjennomsnittlig ekvivalentverdi

E_i = ekvivalentverdi for stigningen i

l_i = lengde av stigningen i, m

L = parsellens lengde, m

n = antall stigninger

Reduksjonsfaktoren, F_e , beregnes fra formelen

$$F_e = \frac{100 + T(E_0 - 1)}{100 + T(E - 1)}$$

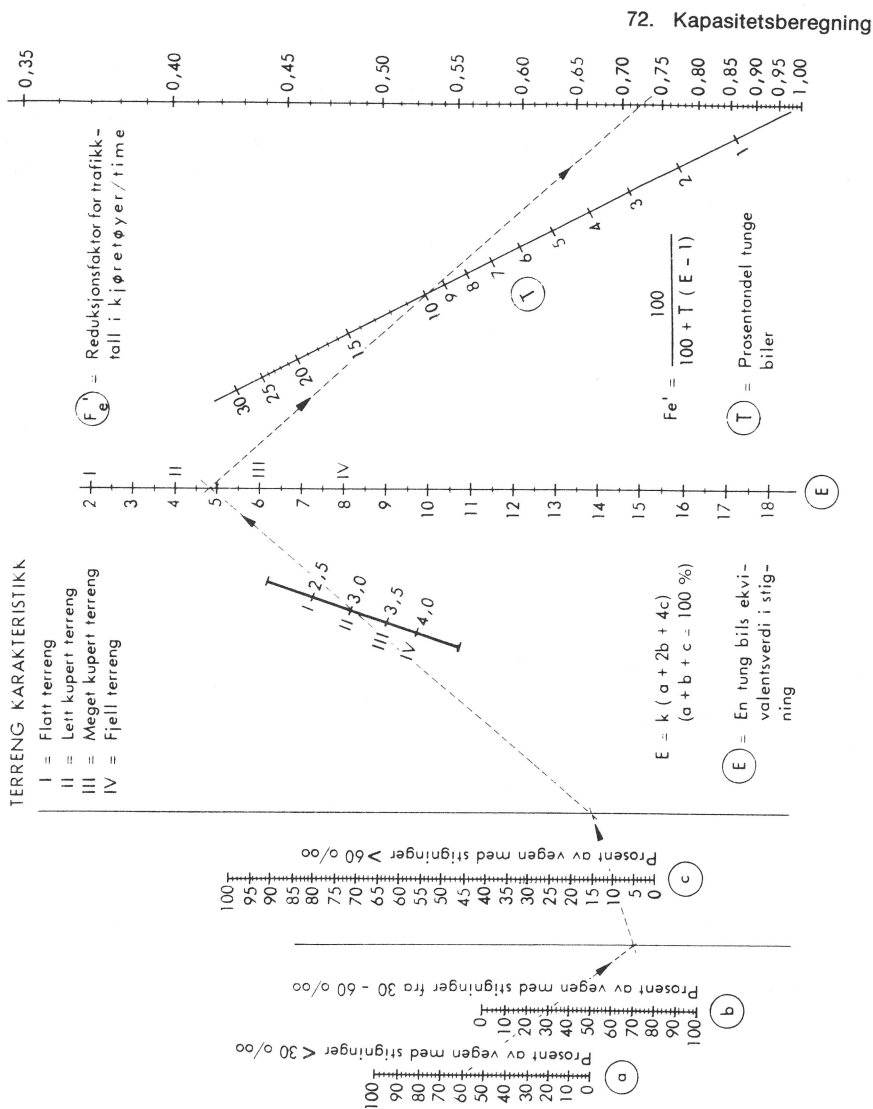
hvor F_e = reduksjonsfaktor m h p kapasitet

T = prosentandel tunge biler

E = gjennomsnittlig ekvivalentverdi for parsellen

E_0 = ekvivalentverdi på flat veg

(2,5 for 2-felts veg, 2,0 for 4-felts veg)



Figur 72.11 Nomogram for beregning av stigningers og tungtraffikkens virkning på vegens kapasitet.

7. VEGERS KAPASITET

For hovedplanleggingen er det for tidkrevende å beregne stigningenes kapasitets-reducerende virkning etter de retningslinjer som er angitt foran. Ved hjelp av nomogrammet i figur 72.11 er det mulig å foreta en grov beregning av reduksjonsfaktoren F_e' for en parsell. Trafikktallene som nyttes på dette planleggingsstadium uttrykkes oftest i kjøretøyer pr time, og F_e' er derfor reduksjonsfaktoren for slike trafikktall. Forholdet mellom F_e (som nyttes når trafikktallene uttrykkes i P_e) og F_e' er

$$F_e = F_e' \cdot \frac{100 + T(E_0 - 1)}{100}$$

Samlet reduksjonsfaktor for en parsell

Den samlede reduksjonsfaktor F_t kan nå beregnes fra

$$F_t = F_h \cdot F_s \cdot F_e$$

Kapasitetstallene multipliseres med F_t etter de regler som er nevnt under pkt. 72.1.

72.3 KONTROLLREGNING

Når resultatet av kapasitetsberegningene foreligger, må dette sammenlignes med dimensjonerende trafikkmengde. Forholdet mellom dimensjonerende trafikk, M_D , og dimensjonerende kapasitet, K_D , bør ikke overstige 1,25.

$$\frac{M_D}{K_D} \leq 1,25$$

Derved sikres gode kjøreforhold i dimensjonerende time.

Det må også undersøkes at vegens mulige kapasitet ikke overstiges i de sterkest trafikkerte timer i året. Vegens mulige kapasitet må derfor beregnes og sammenlignes med den største forventede timetrafikk i året.

$$K_m \geq M_{\text{maks}}$$

73. Vegkryssets kapasitet

73.1 KONFLIKTPUNKTER OG KRITISK TIDSLUKE

Et vegkryss utformes med sikte på at de ulike kjøreruter skal ha størst mulig kapasitet uten at sikkerheten reduseres under en rimelig akseptert grense. Den kritiske faktor for kapasiteten i kryss er konfliktpunktene. Av konfliktforhold er det tre typer:

- A Konfliktpunkt mellom kryssende trafikkstrømmer.
- B Konfliktpunkt mellom konvergerende trafikkstrømmer.
- C Konfliktstrekning mellom divergerende trafikkstrømmer.

I plankryss vil samtlige konfliktforhold oppstå. I toplanskryss unngås konfliktpunkter av type A for de gjennomgående trafikkstrømmer.

Et konfliktområde består av ett eller flere konfliktpunkter og oppstår der to eller flere trafikkstrømmer benytter en felles del av kjørebanelen. En trafikkstrøm kan enten være forkjørsberettiget eller være vike- eller stoppepliktig. I det etterfølgende betegnes strømmene som henholdsvis berettigede eller forpliktete. Når et kjøretøy i en berettiget trafikkstrøm blokkerer konfliktpunktet, må den forpliktete trafikkstrøm vente. Kapasiteten av et forpliktet kjørefelt bestemmes derfor av:

1. trafikkbelastningen i berettigede kjørefelter.
2. den tidsavstand mellom to etterfølgende kjøretøyer i de berettigede trafikkstrømmer som vognførerne i den forpliktete trafikkstrøm antar de behøver for å kjøre over konfliktpunktet.

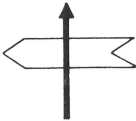
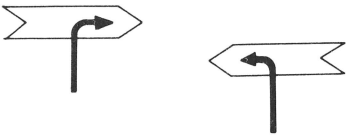
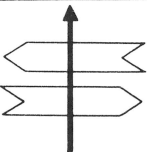
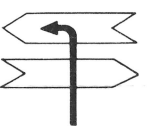
Denne nødvendige tidsavstand varierer med situasjon, tid og person. I kapasitetsberegninger nyttes en kritisk tidsluke, t_K , og passeringstid som bestemmes ut fra målinger. Den kritiske tidsluke kjennetegnes ved at antallet lengre tidsluker som forkastes av trafikantene på det forpliktete kjørefelt er lik antallet kortere tidsluker som aksepteres. Passeringstiden er tidsavstanden mellom etterfølgende kjøretøyer på det forpliktete kjørefelt som velger å krysse konfliktpunktet i samme tidsluke.

Kritisk tidsluke og passeringstid er avhengig av vikepliktsregelen. Det skilles her mellom vikeplikt (alminnelig vikeplikt og vikepliktsskilt) og stoppeplikt (stoppskilt). For alle konfliktssituasjoner regnes passeringstiden lik 3 sek ved vikeplikt og 6 sek ved stoppeplikt. Figur 73.1 viser verdier for t_K for ulike konfliktsituasjoner både for vikeplikt og stoppeplikt.

73.2 MULIG KAPASITET

Plankryssets mulige kapasitet er den største samlede trafikkmengde uttrykt i $P_e/15$ min som kan avvikles på de forkjørsberettigede og de vikepliktige kjørefelter. Dette betinger at samtlige akseptable tidsluker i de berettigede trafikkstrømmer nyttes til kryssing og forutsetter derfor at det alltid er ventende vikepliktige kjøretøyer foran konfliktpunktene i dimensjonerende kvarter.

7. VEGERS KAPASITET

Konfliktsituasjon	Vikeplikt	Stoppeplikt
	$t_k = 4 \text{ sek}$	$t_k = 6 \text{ sek}$
	$t_k = 5 \text{ sek}$	$t_k = 6 \text{ sek}$
	$t_k = 6 \text{ sek}$	$t_k = 8 \text{ sek}$
	$t_k = 7 \text{ sek}$	$t_k = 8 \text{ sek}$

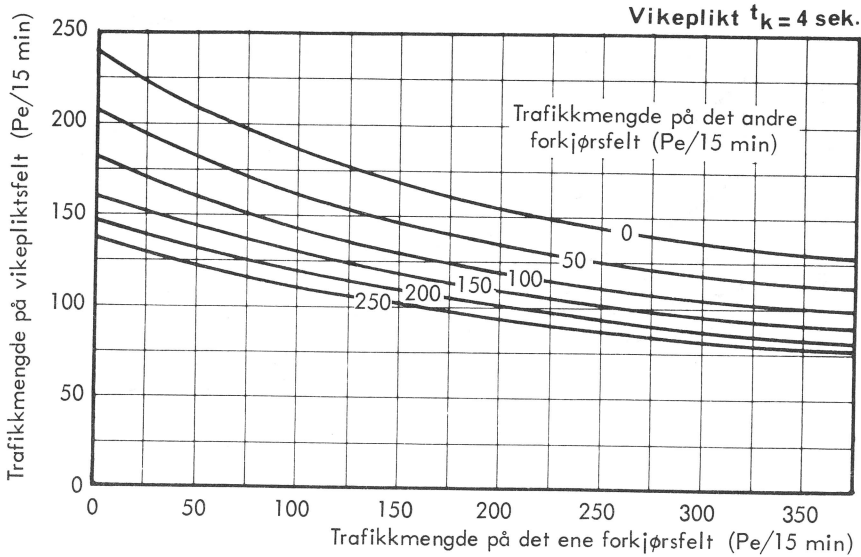
Figur 73.1 Kritisk tidsluke for ulike konfliktsituasjoner.

73.3 DIMENSJONERENDE KAPASITET

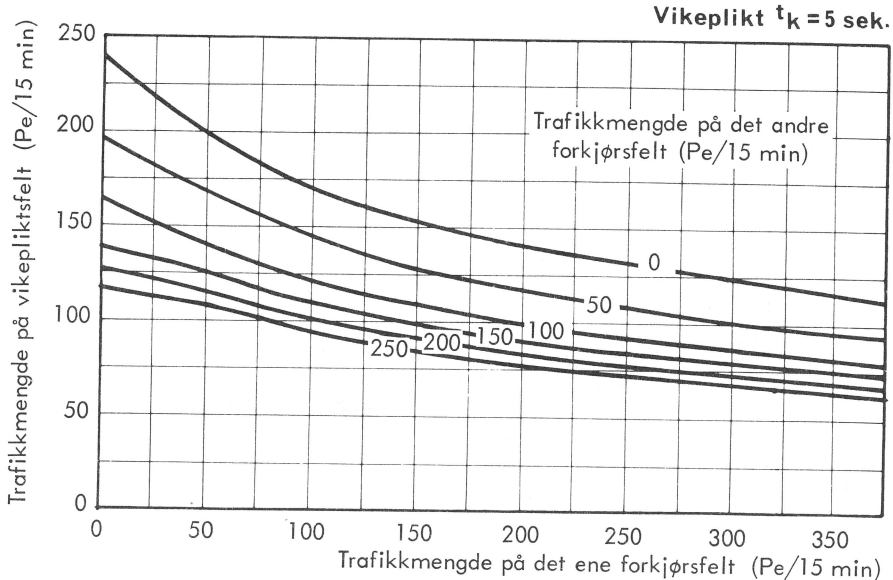
Et plankryss skal planlegges ut fra dimensjonerende kvartertrafikk i åpningsåret. Vegene som fører mot krysset er normalt utbygd på grunnlag av dimensjonerende timetrafikk, og en må derfor gjennomføre spesielle undersøkelser for å finne hvordan trafikken varierer og fordeler seg på de ulike kjøreruter i de sterkest trafikerte timer. Dimensjonerende kvartertrafikk er da den største samlede trafikk på de forkjørsberettigede og de vikepliktige kjørefelter som skal avvikles i løpet av 15 sammenhengende minutter innen dimensjonerende time uten at ventetiden for vikepliktige kjøretøyer blir urimelig lang. Se forøvrig kapittel 6. Dimensjonerende trafikkmengde på et vikepliktig felt finnes ved å sette trafikkmengden på dette felt lik 0,8 av mulig kapasitet.

Figurene 73.2—73.7 viser dimensjonerende kapasitet for ikke-signalregulerte plankryss. Den minst gunstige kombinasjon av trafikdens fordeling på kjørefelter legges til grunn for dimensjoneringen. Hvis trafikken på vikepliktsfeltet bare skal krysse trafikken i et forkjørsfelt, settes trafikken i det andre lik 0 i figurene 73.2—73.7.

73. Vegkryssets kapasitet



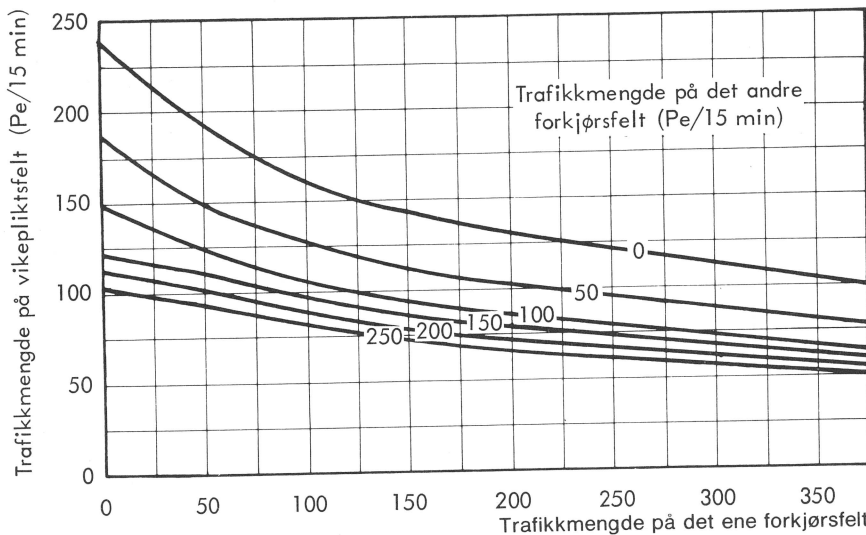
Figur 73.2 Dimensjonerende kapasitet for plankryss ved $t_k = 4$ sek og vikeplikt på sekundærfeltet.



Figur 73.3 Dimensjonerende kapasitet for plankryss ved $t_k = 5$ sek og vikeplikt på sekundærfeltet.

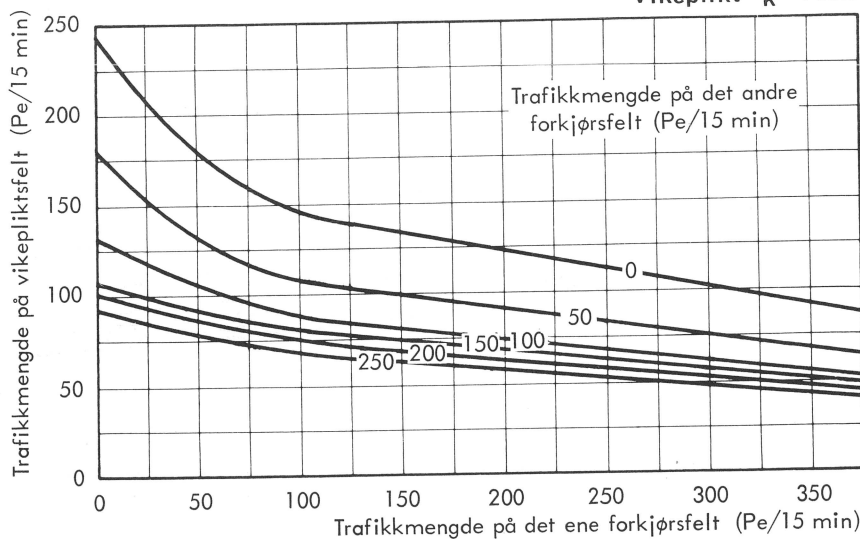
7. VEGERS KAPASITET

Vikeplikt $t_k = 6$ sek.



Figur 73.4 Dimensjonerende kapasitet for plankryss ved $t_k = 6$ sek og vikeplikt på sekundærfeltet.

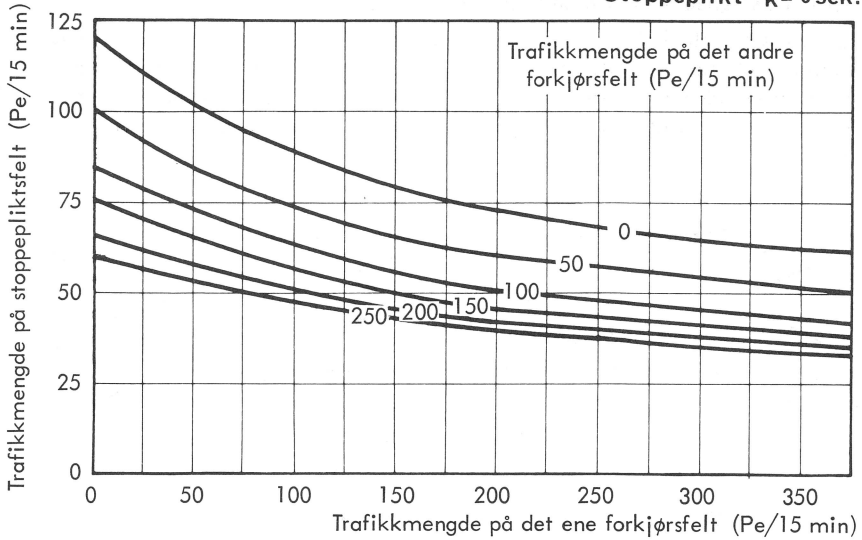
Vikeplikt $t_k = 7$ sek.



Figur 73.5 Dimensjonerende kapasitet for plankryss ved $t_k = 7$ sek og vikeplikt på sekundærfeltet.

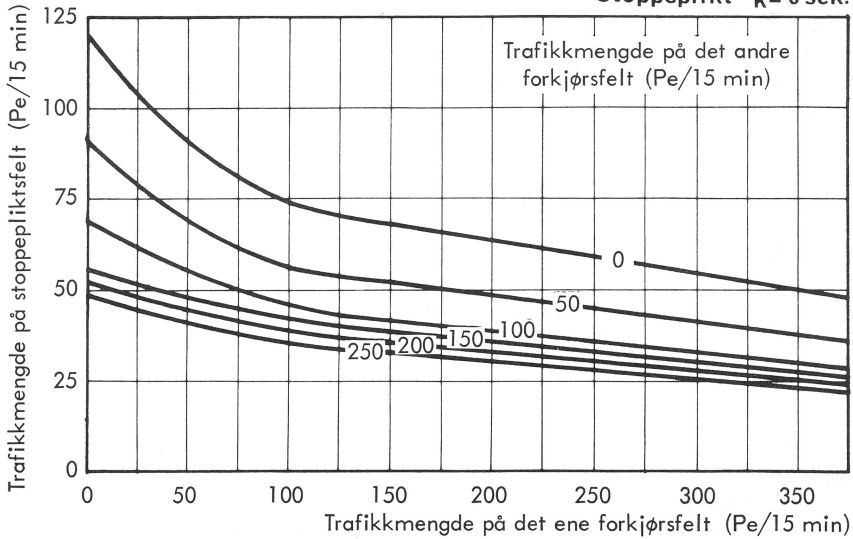
73. Vegkryssets kapasitet

Stoppeplikt $t_k = 6$ sek.



Figur 73.6 Dimensjonerende kapasitet for plankryss ved $t_k = 6$ sek og stoppeplikt på sekundærfeltet.

Stoppeplikt $t_k = 8$ sek.

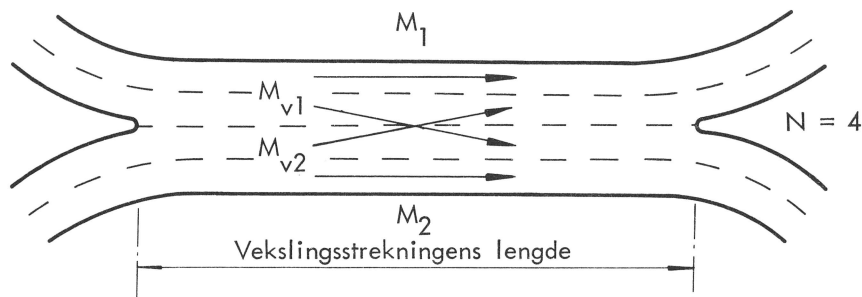


Figur 73.7 Dimensjonerende kapasitet for plankryss ved $t_k = 8$ sek og stoppeplikt på sekundærfeltet.

7. VEGERS KAPASITET

73.4 VEKSLINGSSTREKNINGENS KAPASITET

En vekslingsstrekning er en vegstrekning med minst to parallelle kjørefelter i samme retning, hvor det forutsettes at kjøretøyet skal kunne bytte kjørefelt. På vekslingsstrekningen foregår en konvergering mellom to trafikkstrømmer etterfulgt av en divergering mellom de samme to trafikkstrømmer som vist på figur 73.8.



Figur 73.8 Vekslingsstrekning med 4 kjørefelter.

Mulig kapasitet på en gitt vekslingsstrekning oppnås når trafikkkarten er ca. 35 km/h. Når den trafikkmengde som skal veksle (vekslende trafikkmengde) avtar eller vekslingsstrekningens lengde øker, vil trafikkkarten for vekslen trafikkk øke til ca. 65 km/h. Vekslingsstrekningens kapasitet ved en gitt trafikkkart er gitt ved figur 73.9.

Nødvendig antall kjørefelter på vekslingsstrekningen dersom tilfredsstillende trafikkforhold skal oppnås er gitt av nedenstående formel.

$$N = \frac{M_{v1} + k \cdot M_{v2} + M_1 + M_2}{K_d}$$

hvor M_{v1} = største vekslen trafikkkstrøm, Pe/15 min.

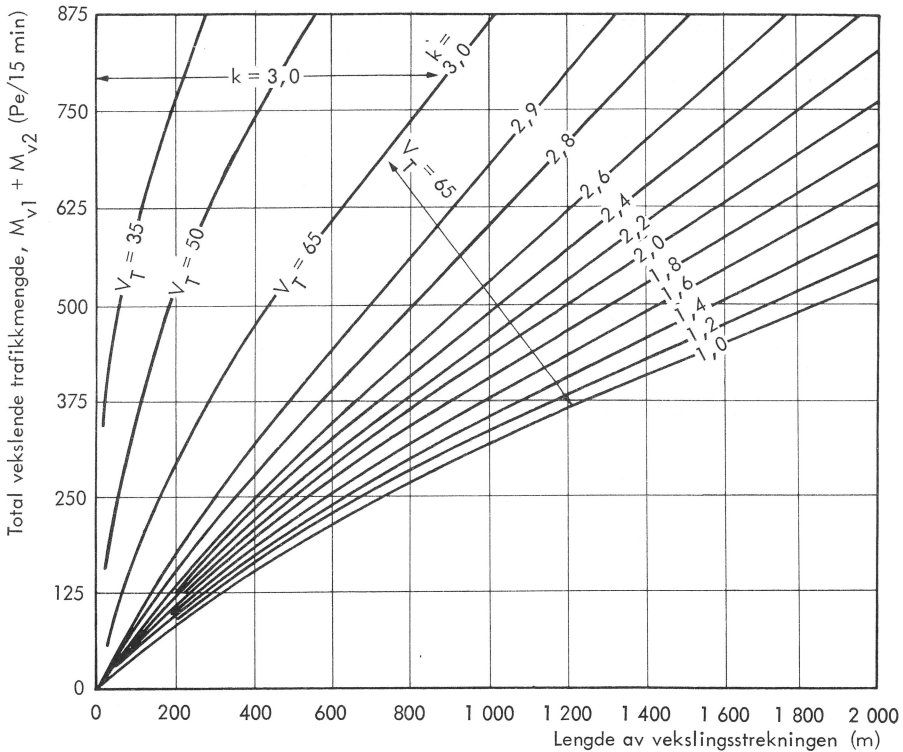
M_{v2} = minste vekslen trafikkkstrøm, Pe/15 min.

M_1 og M_2 = ikke vekslen trafikkkstrømmer, Pe/15 min.

K_d = et kjørefelts dimensjonerende kapasitet, Pe/15 min.

k = en parameter som under visse forutsetninger er avhengig av vekslingsstrekningens lengde.

Verdien for k fremgår av figur 73.9. Dersom trafikkforholdene ikke er tilfredsstillende ($V_T < 65$ km/h) er k lik 3,0. Tilfredsstillende trafikkforhold oppnås når trafikkkarten for vekslen trafikkk er ca. 65 km/h, og k kan da anta verdier fra 1,0 til 3,0. Det er således en sammenheng mellom vekslingsstrekningens lengde og antall felter bare ved gode trafikkforhold. Kurven for $k = 1,0$ betegner grensen for hva en vil betrakte som vekslingsstrekning.



Figur 73.9 Nødvendig lengde av vekslingsstrekningen som funksjon av vekslede trafikkmengde.

73.5 TOPLANKRYSSENES KAPASITET

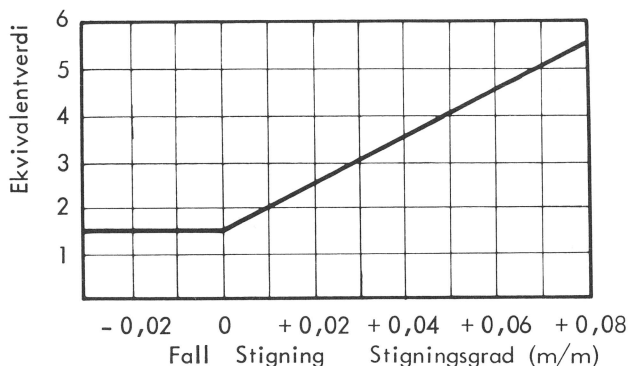
Toplankryssenes kapasitet er vanligvis avhengig av utforming av

1. akselerasjonsfeltenes sammenføring med de gjennomgående kjørefelter.
2. de avsvingende rampene.
3. de avsvingende rampenes sammenføring med den kryssende veg.
4. vekslingsstrekningene.
5. de vikepliktsregler som gjelder.

Et akselerasjonsfelts kapasitet kan ikke bli større enn reservekapasiteten på det nærmeste gjennomgående kjørefelt. Et fullt utbygget akselerasjonsfelt gjør det mulig for innsvingende trafikk å benytte de aller fleste akseptable tidsluker på det gjennomgående felt. Dersom trafikkmengden på de gjennomgående felter er så stor at det ikke er tilstrekkelig mange akseptable tidsluker for innsvingende trafikk, må det bygges et nytt gjennomgående kjørefelt.

7. VEGERS KAPASITET

En rampes kapasitet er avhengig av fart og stigningsgrad på tilsvarende måte som på fri veg. Tunge biler omregnes til personbilenheter, P_e , ved å multiplisere med ekvivalentfaktorene fra figur 73.10.



Figur 73.10 Ekvivalentverdi for tunge biler på ramper med ulike stigningsgrad.

Sammenføringen mellom rampene og den kryssende veg bør ha en kapasitet som tilsvarer rampens akselerasjonsfelts kapasitet. Dersom sammenføringen har form av et vanlig plankryss, beregnes kapasiteten som for plankryss. Før rampen inn på den kryssende veg via et akselerasjonsfelt, må kapasiteten vurderes etter tilpasningslengden på feltet.

Dersom vekslingsstrekningen inngår, må deres kapasitet vurderes.

8. LANDSKAPSARKITEKTUR

81. Innledning	175
82. Vegen i landskapet	176
.1 Forklaring av begreper	176
.2 Vegen sett fra landskapet	178
.3 Landskapet sett fra vegen	181
83. Sideterrenget	183
.1 Jordskråninger	185
.2 Fjellskjæringer	185
.3 Steinfyllinger	188
.4 Massetak og massedeposering i vegområdet	188
.5 Utforming av grøfter	189
84. Vegetasjon	190
.1 Bruk av vegetasjon	190
.2 Beplantningsavstand	190
.3 Trær i vegkryss	191
.4 Trær i horisontalkurver	191
85. Veggeometri og visuell føring	192
.0 Generelt	192
.1 Rettstrekninger	192
.2 Kurver	192
.3 Kurvesammensetning	193
.4 Romkurvaturen	194
.5 Overhøyde	196
.6 Visuell føring	196
86. Byggverk og vegutstyr	198
.1 Bruer	198
.2 Tunnelportaler	198
.3 Støttemurer og kledningsmurer	199
.4 Vegutstyr	200

8. LANDSKAPSARKITEKTUR

81. Innledning

En god innpasning av vegen i landskapet er viktig ved all vegbygging. Skal det oppnås, må linjeføringen harmonere med de naturgitte linjene i terrenget. Av vesentlig betydning er det også å få mest mulig av vegens sideterreng til å inngå som en naturlig del av landskapet omkring.

Tiltak som kan bedre vegens innpasning i landskapet vil normalt også bedre trafikk sikkerheten.

Kapitlet om landskapsarkitektur skal brukes ved planlegging, anlegg og vedlikehold av veger. Det er også lagt vekt på at kapitlets innhold skal kunne brukes ved utbedring av eksisterende veger.

82. Vegen i landskapet

82.1 FORKLARING AV BEGREPER

Landskapet



Landskapsrommet



Linjer i landskapet

Landskapsrommet er dannet av vegetasjon og terrengformasjoner. Vegetasjon og den vertikale delen av terrenget danner «veggene». Vann og de flatere partier danner «gulvet» i landskapsrommet. Innenfor det store, overordnede landskapsrom finnes flere mindre rom. Disse avgrenses av vegetasjon, byggverk eller mindre terrengformasjoner.

Linjer i landskapet dannes av terrengformer alene eller i kombinasjon med vegetasjon og vann. Følgende linjer har særlig betydning for vegens plassering:

1. HORISONTLINJER

— avgrensing av terreng mot himmelen

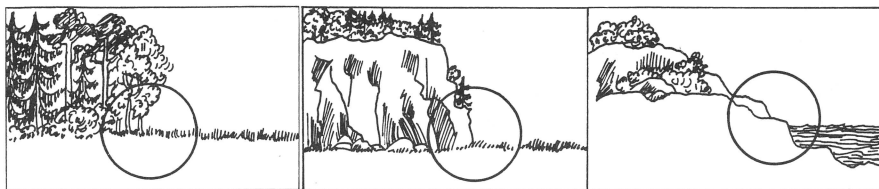
2. ÅSRYGGER

— avgrensing av terrengformer

3. RANDSONER

— overgangen mellom områder med forskjellig karakter. De kan være dannet av geologiske formasjoner, vann og vegetasjon.

De viktigste randsonene er:



a) Overgang mellom høy vegetasjon og åpen mark (ofte dyrket mark) vil i de fleste tilfeller kunne flyttes uten store konsekvenser for landskapet

b) Overgang mellom flatt og bratt terreng

c) Overgang mellom vann og land

Terrengformasjonenes størrelse er en viktig faktor ved bestemmelse av landskapets karakter. De tre mest vanlige landskap er:

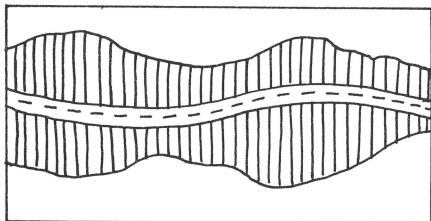


a) Landskap med bare store terrengformasjoner

b) Landskap med bare små terrengformasjoner

c) Landskap med store, overordnede og mindre, underordnede terrengformasjoner

8. LANDSKAPSARKITEKTUR

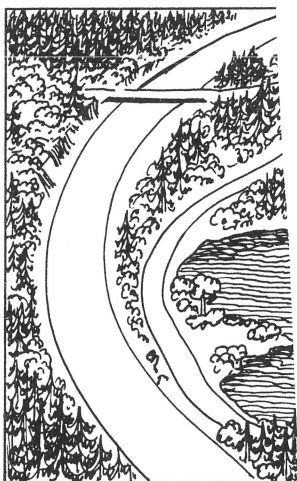


Vegen

Vegens dimensjon bestemmes gjennom valg av vegklasse og linjeføringsstandard.

Vegen som inngrep markeres av vegbanen og sideterrenget. Sett på avstand vil skjærings- og fyllingsutslagene i de fleste tilfellene være det som markerer vegen i landskapet.

82.2 VEGEN SETT FRA LANDSKAPET

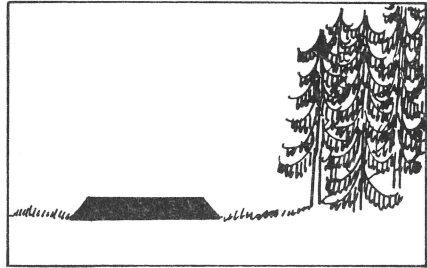


Forankring i linjer og terrengformer

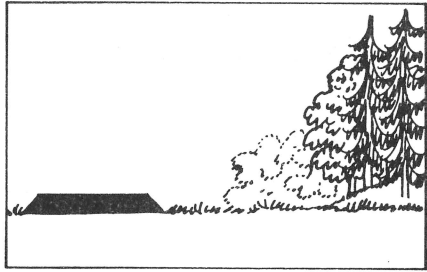
Vegen bør følge linjer og terrengformer i landskapet og finne støtte i de formasjoner som står i forhold til vegens dimensjon. Ved planlegging av høyklassig veg overses mindre terrengdetaljer og støtte søkes i større formasjoner.

Noen typiske eksempler på hvordan vegen bør lokaliseres er vist:

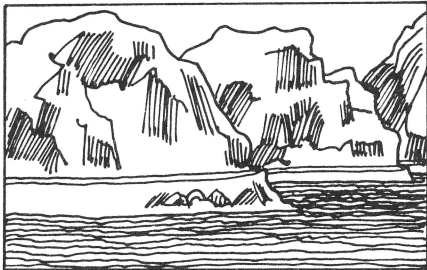
Randsoner bør følges, men vegen skal legges inntil sonen, ikke i sonen.



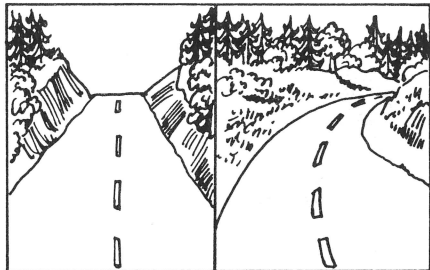
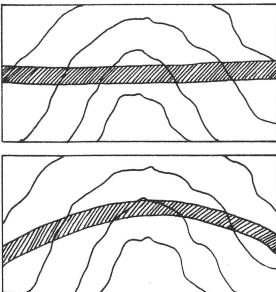
En ny *randson* bør etableres der vegen ikke kan legges inntil eksisterende soner.



Veg langs større elver og vann bør føres tilnærmet horisontalt når masseinngrepene ikke blir for store for å hindre at vegen betraktet på avstand bryter med den dominerende randsonen mellom land og vann.



Silhuetter i landskapet bør holdes intakte. Vegen bør f. eks. passere åsrygger i kurve.



Galt

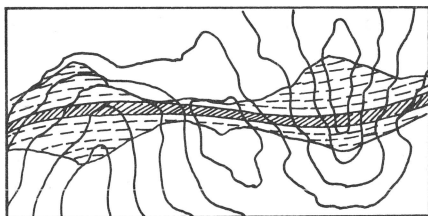
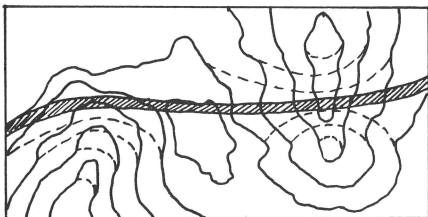
Riktig

8. LANDSKAPSARKITEKTUR

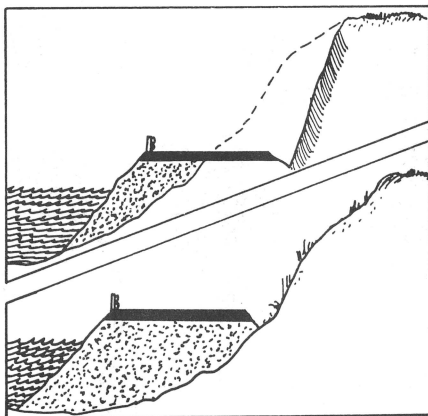
Vegen som inngrep

Bratte skjæringer og fyllinger vil i de fleste tilfeller skille seg ut og fremtre som «sår» i landskapet. En god sideterreng-utforming er derfor nødvendig for å oppnå en best mulig tilpassing mellom veg og landskap.

Hovedregelen bør være at terrenginngrep skal gjøres så små som mulig, men dette må ikke skje for en hver pris. For å få til et best mulig formet sideterreng, kan det i visse tilfeller være riktig å gjøre inngrepene større enn det som teknisk er nødvendig. Ofte kan f. eks. en lang fylling være bedre enn mange korte skjæringer.



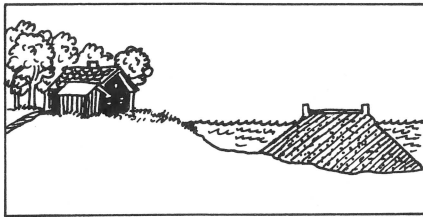
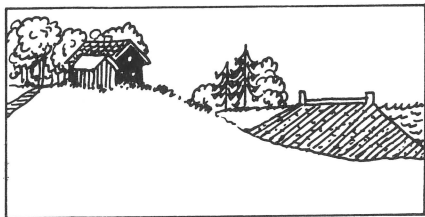
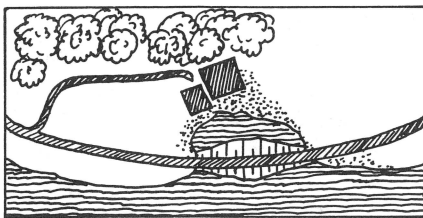
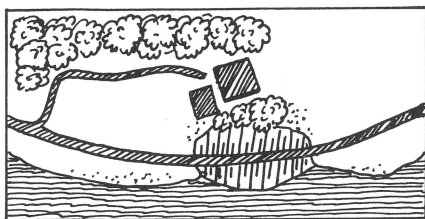
Ved å forme sideterrenget som en del av de naturlige terrengformasjoner, dempes inntrykket av inngrepene. Koteplaner er et viktig hjelpemiddel, fordi koter uttrykker terrengets tredimensjonale form.



Når vegen må følge en strandsone, bør den legges lavest mulig og ned mot vannet. Den bør også legges på hel fylling der det på en rimelig måte kan skaffes masser og grunnforholdene tillater en slik løsning.

En fylling som i hovedsak ligger under vann, vil kun i liten grad markere inngrepet.

Når vegen følger strandlinjer, skjærer den ofte over mindre bukter og vikker. Disse bør fylles igjen og formes etter vegen og terrenget.

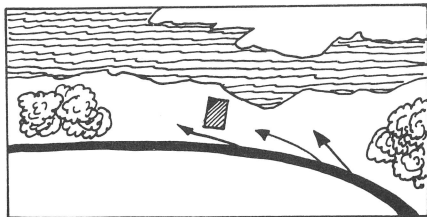


Skjemmende terrenginngrep kan skjules ved å:

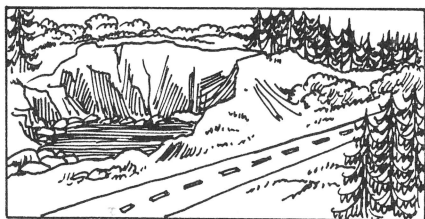
- bygge opp nye terrengformasjoner som skjerner inngrepet,
- plante vegetasjon som knytter arealet visuelt sammen med de tilgrensende arealer, og/eller plante kraftig vegetasjon som en visuell skjerm.

82.3 LANDSKAPET SETT FRA VEGEN

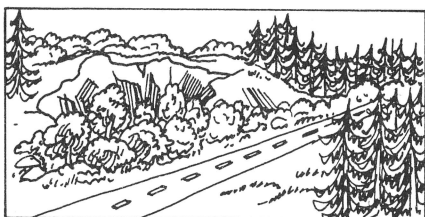
Veger må planlegges med tanke på å unngå ensformighet og å skape varierte synsinntrykk. Verdifulle utsikter bør åpnes ved hjelp av uthogging og/eller planering av sideterreng. Fordi utsikten skal oppleves under fart, må siktåpningen være større jo høyere fartsnivået er.



8. LANDSKAPSARKITEKTUR



Skjemmende utsikter, og utsikter mot objekter som kan virke distraherende på bilføreren, bør skjermes.



83. Sideterrenget

I sideterrenget inngår skjærings- og fyllingsskråninger, grøfter, massetak og massedepoter i umiddelbar tilknytning til vegen.

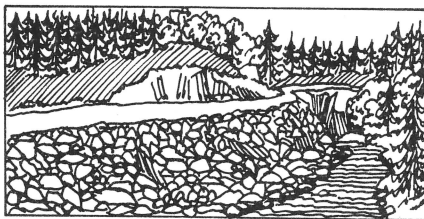
Sideterrenget bør helst utformes som en naturlig del av landskapet ved form (hellinger og avslutninger) og vegetasjon som er stedtypisk (art og farge).

Ved utbedring og mindre omlegginger bør rester av den gamle vegen, dersom den ikke lenger får noen funksjon, føres tilbake til landskapet.

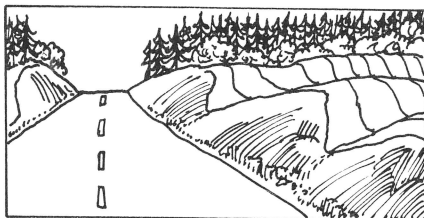
Ved bevisst å utforme skråningene slik at risikoen for skader ved utforkjøring blir liten, kan rekkverk sløyfes. Dette sikres når hellingen begynner i en avstand fra kjørebane kant som er større enn verdien vist i kapittel 10 Vegutstyr figur 102.2. Økonomisk sett kan det være lønnsomt å utforme skråningen slik at det ikke er nødvendig å sette opp rekkverk.

Sideterrenget bør ikke skille seg visuelt fra omgivelsene. Avvikende form, farge og overflate bør unngås der det er mulig.

Avvikende farge og overflate. (Se pkt. 84 vegetasjon.)

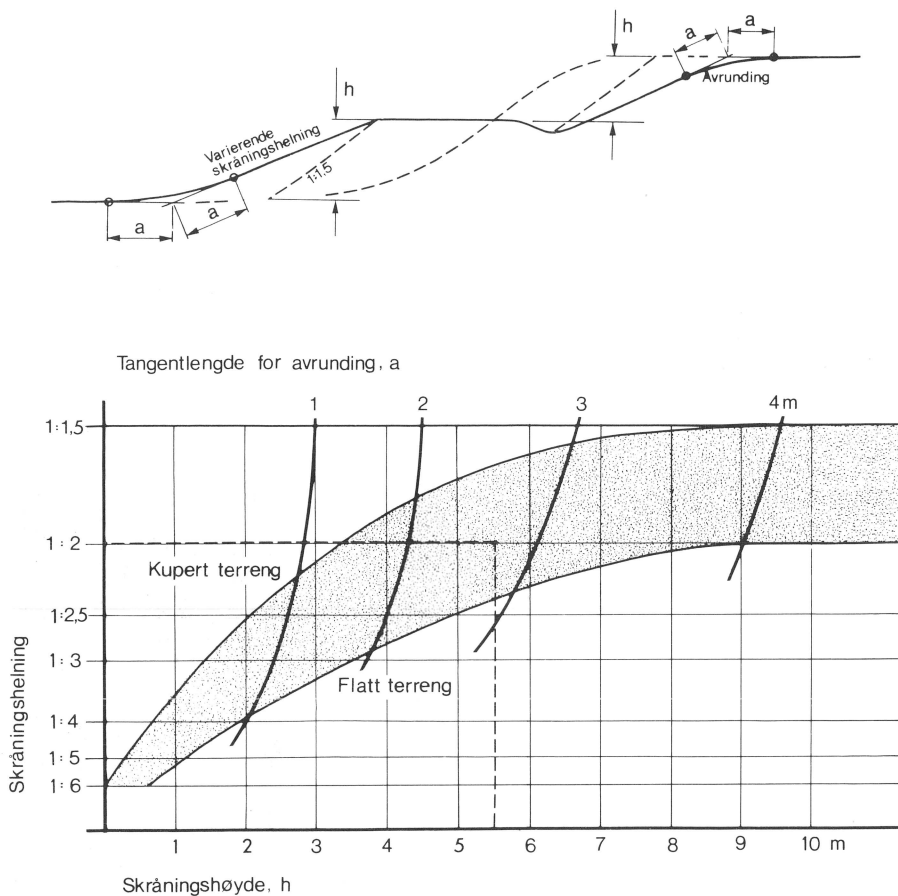


Avvikende form



I figur 83.1 er det gitt veiledende verdier for skråningshelling og avrunding av skråningene til opprinnelig terreng.

8. LANDSKAPSARKITEKTUR



Figur 83.1 Anbefalt skråningsutforming.

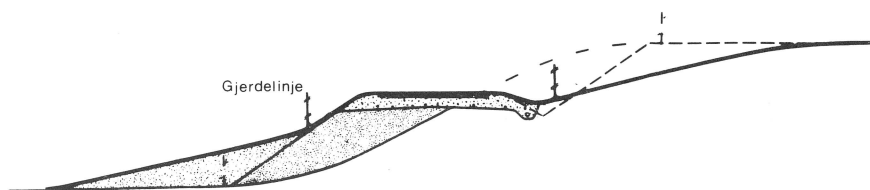
Eksempel: Middels kupert terreng. Skråningshøyde = 5,5 m. (Målt for skråningshelning = 1:1,5.) Anbefalt skråningshelning = 1:2 som vist med stiptet strek. Tangentlengde for avrunding av skråning mot terreng = 2,7 m.

83.1 JORDSKRÅNINGER

I morener og usorterte friksjonsmaterialer vil helling 1:1,5 være tilstrekkelig. I leire, silt og finsand må ikke helling brattere enn 1:2 velges.

I områder med dyrket mark og skog bør det være et viktig mål at vegskråningene av estetiske, ressurs- og vedlikeholdsmessige grunner utformes slik at de kan gå inn i de produktive arealene. I samarbeid med grunneierne bør en søke å skape større eller mer lettdrevne arealer.

En mulig skråningsutforming i landbruksområder er vist i figur 83.2.



Figur 83.2 Ønsket skråningsutforming i landbruksområder.

Krav til terrenghelling for ulik produksjon vil variere i forskjellige deler av landet. Skråningene må derfor planlegges i samarbeide med herredsagronomen på stedet.

I relativt flatt jordterreng bør sideterrenget utformes slik at gjerdelinjen kan gis en jevn avstand fra vegkanten.

83.2 FJELLSKJÆRINGER

Større fjellskjæringer gir ofte et skjemmende inntrykk. Dette gjelder spesielt skjæringer i lyst fjell. I mørke bergarter vil skjæringens farge harmonere bedre med landskapets farger for øvrig. Dessuten er de mørke bergartene som regel mer næringsrike enn de lyse og vil derfor gi bedre grunnlag for vegetasjonsetablering.

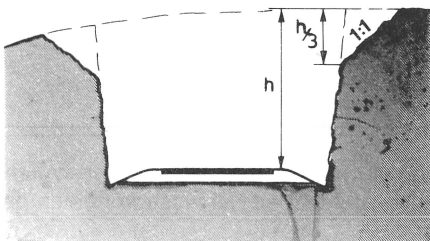
Det negative inntrykket av en fjellskjæring forsterkes dersom skjæringsmassene tippes eller sprenges i terrenget nedenfor vegen. Dette kan også føre til at verdifull vegetasjon ødelegges.

8. LANDSKAPSARKITEKTUR



Fjellskjæringens form vil også bestemme hvordan skjæringen visuelt innordner seg i landskapet. Imidlertid vil fjellkvaliteten (oppsprekningsgrad og sleppe/sprekkeretningen) i de fleste tilfeller bestemme skjæringens form og i mange tilfeller også skjæringshellingen.

I større fjellskjæringer vil helling 10:1 eller vertikale skjæringsvegger normalt være å foretrekke både av økonomiske og estetiske hensyn.



Anbefalt utforming av fjellskjæring.

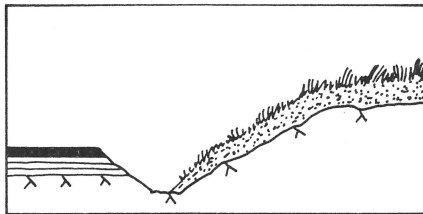
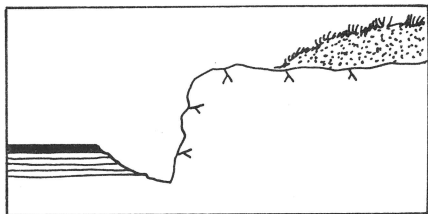
Hvis terrenget ikke stiger for bratt, kan likevel toppen av skjæringen gis en slakere helling, eventuelt en avrunding. Dette vil i mange tilfeller bedre innpassingen av skjæringen i landskapet. En slik løsning vil i første omgang være aktuell for anlegg med tosidig skjæring. Eksempel på slik utforming er vist på skissen. Et problem vil imidlertid ofte være at stein som løsner i toppen av skjæringen vil kunne få et større fremkast og øke faren for nedfall i vegbanen. En slik utforming bør derfor fortrinnsvis velges der fjellet ikke er for oppsprukket og ustabilt.

På anlegg der det er behov for tilskuddsmasser av stein, kan disse ofte med fordel tas ut av fjellskjæringene. Massene tas først og fremst ut gjennom en utvidelse av skjæringen. Nedfall fra skjæringsveggene vil da fanges opp av de ekstra brede grøftene. De landskapsmessige forhold ved slike masseuttak må undergis en spesiell vurdering.

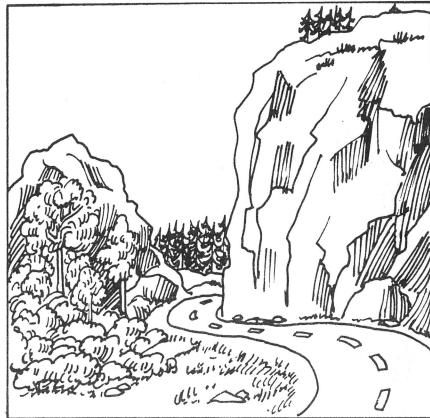
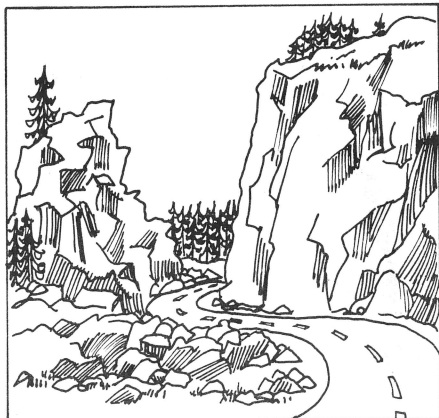
Ved utsprenging av fjellskjæringer bør følgende regler tilstrebes:

- I solid, uoppsprukket fjell utføres normalt ingen kontursprengning.
- I middels oppsprukket fjell utføres normalt ingen form for kontursprengning i lave skjæringer (under 5 m). For høyere skjæringer utføres kontursprengning (presplitt eller slettsprengning) der vanlig sprengning vil gi stor rasfare og behov for omfattende sikringsarbeider. (Bred fang-grøft kan redusere behovet for sikringsarbeider).
- I oppsprukket fjell bør slettsprengning benyttes når sikringsarbeidene ellers ville bli omfattende.

Ved særlig ugunstig sleppe/sprekkeretning vil utfall (eventuelt ras) bestemme skjæringshellingen uavhengig av sprengningsmetoden.



Korte, lave skjæringer (under 1,5 m) bør derimot formes med samme helling som tilstøtende jordskråning der dette er mulig. Deretter bør skråningen dekket med stabile jordarter og tilsås eller beplantes.



8. LANDSKAPSARKITEKTUR

Mindre og skjemmende fjellskjæringsrester på utsiden av vegen bør så langt som mulig fjernes eller omformes.

Store fjellrester på utsiden av vegen vil ofte i fjernvirkning skjerme for innsyn mot skjæringen på innsiden av vegen. Det vil derfor som regel være ønskelig å beholde fjellrestene som en skjerm.

For å bedre nærvirkningen av fjellrestene, kan disse formes gjennom avrunding av toppen og eventuelt oppfylling på utsiden (skrapmasser). I tillegg bør området beplantes.

83.3 STEINFYLLINGER

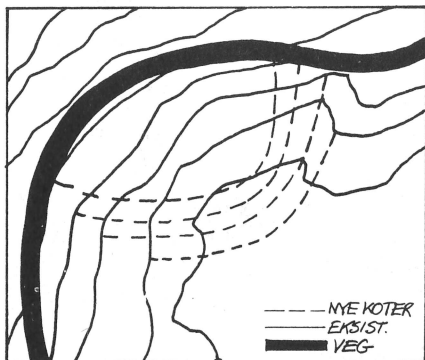
Ubehandlede steinfyllinger får ofte svært bratte skråninger (1:1,25), hvor naturlig vegetasjon vanskelig kommer inn fordi massene er for grove. Dette gjelder spesielt nær fyllingsfoten hvor de største steinene lett samles under tippingen. Finstoffet (subusen), som er en forutsetning for innvandring av naturlig vegetasjon, blir lett liggende igjen øverst i fyllingen.

Fyllingsskråningene bør, om mulig, gjøres slakere enn den naturlige rasvinkel, og massene bør legges ut på en måte som gir en jevn fordeling av finstoffet i skråningen. Det kan da etableres vegetasjon gjennom tilsåing og/eller beplantning. (Gjødsling vil være nødvendig.)

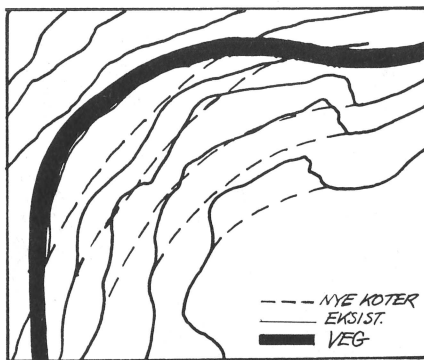
Det bør også vurderes å dekke fyllingen med jordmasser (skrapmasser) som tilsåes og/eller beplantes.

83.4 MASSETAK OG MASSEDEPONERING I VEGOMRÅDET

Massetak nær vegen skal formes som en naturlig del av vegens sideterreng. Hvor det er hensiktsmessig, bør tilskuddsmasser tas gjennom en utslaking av skjæ-



Galt



Riktig

ringsskråningen. Det samme gjelder ved deponering av overskuddsmasser. Disse bør brukes til utslaking av fyllingsskråningene. Under alle omstendigheter skal massedepoet gis en form som harmonerer best mulig med landskapet.

83.5 UTFORMING AV GRØFTER

Teknisk utforming av grøfter er beskrevet i håndbok-018 «Vegbygging», kapittel 5 Drenering. Grøftene binder vegen sammen med det øvrige sideterrenget eller landskapet. Estetisk sett vil derfor flate grøfter som er grasbevokst også i fjellterreng gi det beste inntrykket. De vil også gi best trafikksikkerhet, særlig der sideterrenget er utformet slik at ikke store skader oppstår ved utforkjøring. I forbindelse med støttemurer eller byggverk kan steinsatte eller støpte grøfter gi et godt inntrykk.

84. Vegetasjon

84.1 BRUK AV VEGETASJON

Bruk av vegetasjon er et viktig virkemiddel for å innpasse vegen i landskapet. Vegetasjon vil forskjønne veganlegget, samtidig som den har praktiske og trafikk-tekniske oppgaver. På linje med andre virkemidler må vegetasjonen inngå i planene for veganlegg. Eksisterende vegetasjon bør derfor normalt bevares og ny-planteringer må brukes bevisst for å underbygge de forhold som vil oppnås.

Blant fordelene ved vegetasjon kan nevnes at den kan

- skape eller gjenskape grønne områder og binde sammen vegen og dens om-givelser,
- skjule sår etter større terrenginngrep,
- skjerme mot innsyn og lys samt skjule skjemmende utsikt,
- gi visuell føring og motvirke monotoni og tretthet,
- forenkle bestemmelse av fart og avstand,
- angi kryssenes plassering og vegenes viktighet,
- skjule støykilder og til en viss grad også dempe støyen,
- medvirke til å dempe støvplagen,
- gi léskjerming og stabilisere sideterrenget.

Vegetasjonen kan imidlertid i enkelte tilfeller skape uønskede situasjoner for trafikken og vedlikeholdet:

- Feil bruk og plassering av vegetasjon kan føre til redusert sikt og dermed svekke trafiksikkerheten.
- Trær nær vegen utgjør et faremoment ved utforkjøringer, og antas å være farlige ved kollisjon når stammediameteren er over 0,15 m.
- Feil plassert kan vegetasjonen under bestemte forhold hindre en rasjonell bruk av maskinelt utstyr.
- Vegetasjon kan gi skyggefulle partier med glatt vegbane i overgangsperioder.

Løv på vegen kan medvirke til glatt kjørebane i regnvær. Fordi løvet oftest blåser bort, vil det imidlertid sjelden føre til ulykker.

Vegetasjonens tekniske oppgaver (bl. a. erosjonssikring) er beskrevet i hånd-bok-018 «Vegbygging» kapittel 8 — «Vegskråninger».

84.2 BEPLANTNINGSAVSTAND

Trær kan plantes som enkelttrær, i grupper, rekker, lunder eller som skogbryn.

Trær skal normalt ikke plasseres slik at det blir behov for oppsetting av rekk-verk. Det betyr at de bør settes i en avstand som angitt i figur 102.2 side 229, med tillegg av én meter. I ytterkurver bør avstandene økes med 2 meter. I spesielle tilfeller kan allikevel rekkverk benyttes for å verne nye eller eksisterende trær.

Der det allerede er satt opp rekkverk, må trær ikke plantes nærmere enn to meter fra rekkverket, og ikke slik at den frie sikt langs vegen og i vegkryss begrenses.

I skjæringer kan trær plasseres når det er en høydeforskjell på 1,50 m mellom kjørebane og rotfestet.

Der det allerede er satt opp rekkverk kan trær plantes i midtdelere.

84.3 TRÆR I VEGKRYSS

I vegkryss kan busker (høyde under 0,5 m) og enkeltstående høystammede trær (løvverket må ikke hindre sikten) tillates plassert i sikttrekantene. Riktig bruk av trær vil kunne fremheve kryssets plassering, reguleringsform, vegenes viktighet og vegarmenes føring. Siktforhold i vegkryss er behandlet i kapittel 6 under pkt. 61.1. I planskilte kryss kan trær med fordel benyttes på åpne arealer utenom sikt-trekanter.

84.4 TRÆR I HORISONTALKURVER

Trær må ikke plantes slik at løvverket hindrer sikten i horisontalkurver. Nødvendig siktareal i kurver er behandlet i kapittel 5 «Linjeføring», under pkt. 52.5.

85. Veggeometri og visuell føring

85.0 GENERELT

Vegen følger en romkurve som av praktiske grunner beskrives ved hjelp av projeksjonene i horisontal- og vertikalplanet. Estetisk sett er det utformingen av den tredimensjonale romkurven som har interesse. Horisontal- og vertikalkurvaturen skal derfor planlegges slik at de i kombinasjon danner en romkurve som har en jevn og rytmisk form. Romkurven skal også være formet slik at den gir trafikantene god visuell informasjon om vegens geometri og videre forløp. Normalt bør romkurven kontrolleres ved perspektivtegninger.

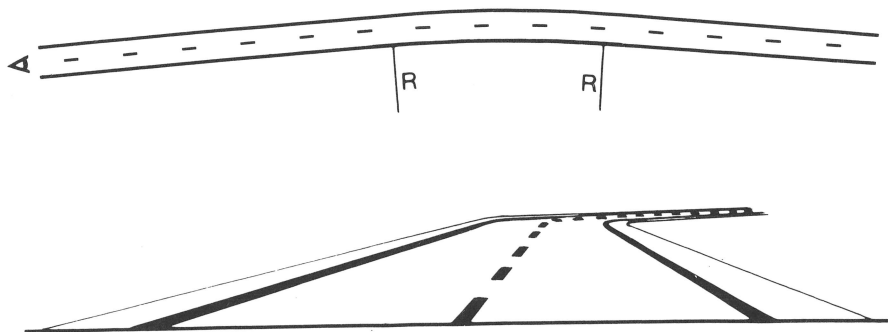
85.1 RETTSTREKNINGER

Lange rettstrekninger kan sjelden tilpasses landskapet og bør derfor unngås. En rettlinjett veg gir dessuten usikker trafikkavvikling, bl. a. fordi avstandsbedømmelse til motkommende kjøretøy er vanskelig. Rettstrekningenes lengde bør derfor anslagsvis ikke overstige to ganger forbikjøringssikten.

85.2 KURVER

En kurvet linjeføring vil oftest gi best tilpasning mellom veg og landskap. En slik linjeføring gir også den sikreste trafikkavvikling, under forutsetning av at kurvene er tilpasset vegens fartsnivå og at siktforholdene er tilfredsstillende.

Dersom trafikantene skal oppfatte kurvene som buer, må kurvene være tilstrekkelig lange. Korte kurver vil uavhengig av radius oppfattes som knekk i linjeføringen.



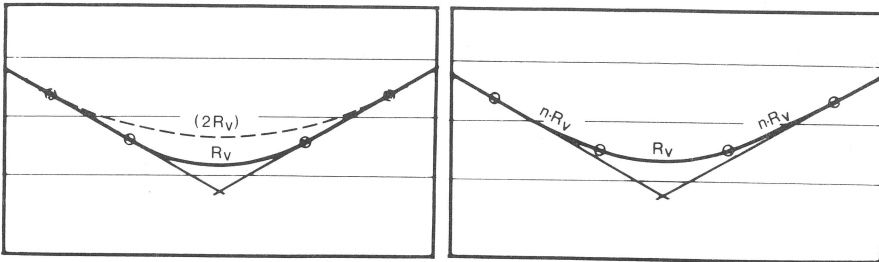
Figur. 85.1 Korte kurver oppfattes som en knekk i linjeføringen.

Det kan ikke gis generelle regler for hvor lange kurvene må være for å gi et tilfredsstillende visuelt inntrykk. Stedlige forhold vil være avgjørende. Blant annet må retningsendringer som kan observeres på lang avstand skje ved kurver som er lenger enn tilsvarende kurver som først kommer til syne på nært hold. Regler for å sikre god kjøredynamikk og optiske forhold er behandlet i kapittel 5, Linjeføring.

Problemer opptrer først og fremst når vinkelendringen mellom rettlinjene er liten. Ved større vinkelendringer vil de kurver det er behov for ut fra kjøredynamiske hensyn bli tilstrekkelig lange til at inntrykket av en knekket linjeføring unngås.

Ved bruk av overgangskurve mellom rettlinje og sirkel i horisontalplanet, økes buelengden uten at vegens beliggenhet i forhold til linjen uten overgangskurver endres nevneverdig.

Korte vertikalkurver vil også oppfattes som en knekk. Som regel vil det koste for mye å øke kurvelengden ved å øke radius. Ved hjelp av sammensatte kurver kan lengden av det krumme partiet økes så mye at vertikalkurven oppfattes som en bue i perspektivet.



Figur 85.2 Ved hjelp av sammensatte kurver kan vertikalkurven gjøres så lang at den oppfattes som en bue i perspektivet uten at vegens beliggenhet endres nevneverdig i forhold til en trase med en kort vertikalkurve.

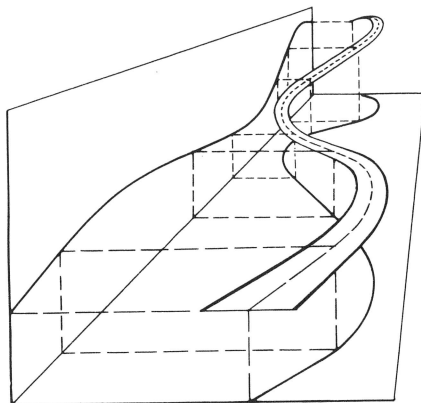
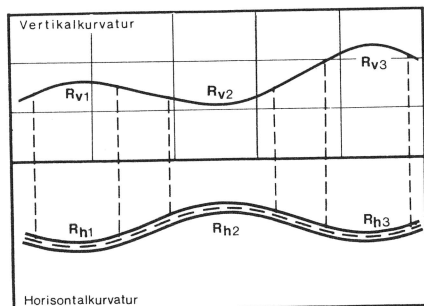
85.3 KURVESAMMENSETNING

Veglinjen skal settes sammen av kurver med tilnærmet samme radius og lengde, og kurvene bør følges av motsatt rettede kurver. Dette gir en balansert og rytmisk linjeføring. Ensrettede kurver bundet sammen med en kort rettlinje bør unngås.

8. LANDSKAPSARKITEKTUR

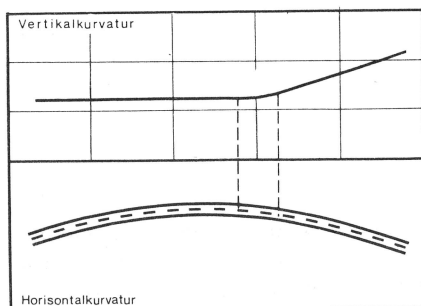
85.4 ROMKURVATUREN

Når kurvepunktene i horisontal- og vertikalplanet faller sammen, oppnås ideell linjeføring både ut fra hensynet til estetikk, visuell føring, planeringsarbeid og vannavrenning.

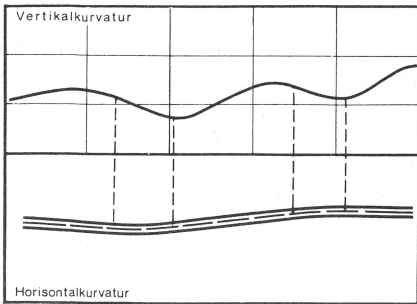


Figur. 85.3 Når horisontal- og vertikalkurvepunktene faller sammen oppnås en jevn romkurvatur.

Eksempler på kurvekombinasjoner som bør unngås er vist i figurene 85.4—85.7.



Figur 85.4 En kort vertikalkurve i en lang horisontalkurve gir en skjemmende uregelmessighet i linjeføringen. Horisontalkurven fremtrer ikke som sammenhengende.



Figur 85.5 Dersom endringene i vertikalplanet er store, vil trafikantene se vegen stykkvis. Dette kan gi trafikkfarlige situasjoner.

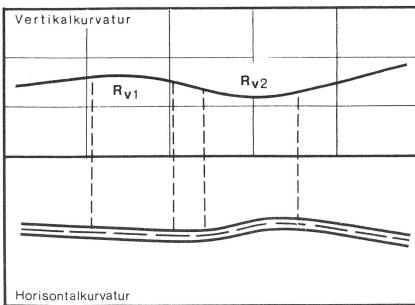
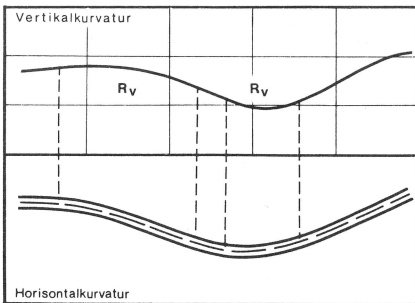


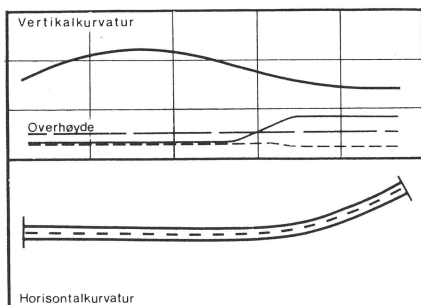
Fig. 85.6 og fig. 85.7. Eksempler på linjeføring som gir «sprang» i perspektivet.

8. LANDSKAPSARKITEKTUR

85.5 OVERHØYDE

Vegens geometriske form beskrives først og fremst av vegkantene og markert ved kantlinjer/rekkverk. Ved bruken av overhøyde får disse forskjellige vertikalgeometri.

På denne måten kan overhøydeoppbygging gi et skjemmende inntrykk, og den kan komme til å forsterke en ellers uheldig linjeføring. Slike feil kan være spesielt uheldige på bruer eller andre faste byggverk. Vi bør derfor ta hensyn til overhøyden når vegens vertikaltrasé bestemmes.



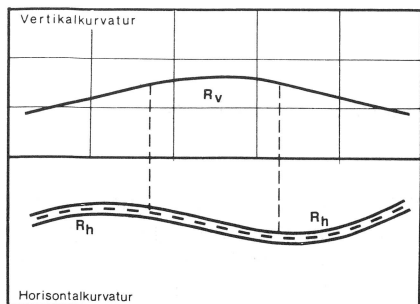
Figur 85.8 Overhøydeoppbyggingen vil kunne gi et skjemmende inntrykk

85.6 VISUELL FØRING

Ved visuell føring menes det inntrykk trafikanten får av vegens forløp. Selve vegen, omgivelsene med vegetasjon, vegoppmerking, kantstolper, lysmaster og andre stolper, vegrekkverk og retningsmarkeringer (skilt etc.) er alt sammen med og avgjør hvordan den visuelle føringen blir.

Vegen

En riktig utformet veg hvor kjørebane kantene føres synlig og symmetrisk om vegens senterlinje vil normalt gi en tilfredsstillende visuell føring uten overraskelser. Horisontalkurver må da for eksempel startes før bakketopp slik at trafikantene oppfatter vegens videre forløp. Spesielt bør det unngås å legge overgangen mellom to motsatt rettede horisontalkurver i et høybrykk.



Figur. 85.9 Høybrekk i overgangen mellom motsatt rettede horisontalkurver bør unngås.

Omgivelser og vegetasjon

En veg som er knyttet til naturlige linjer i landskapet vil normalt få en god føring fordi vegen og landskapet da virker sammen. Selv om veggeometrien skulle være misvisende, vil vegetasjon, skråninger eller bebyggelse kunne medvirke til å gi trafikanten en tilfredsstillende visuell føring. Det er derfor viktig at utforming av sideterrenget og vegetasjonen forsterker det inntrykk vegen gir.

Støttemurer og støyskjermer langs vegen bør ha samme avstand fra vegen og om mulig, ha noenlunde lik høyde.

I vegkryss er det viktig at trafikanten aldri er i tvil om hovedvegens føring gjennom krysset.

Masterekker

Kriterier for vegbelysning er gitt i kapittel 11. Veglysanlegg er et viktig element som bidrar til forståelse av vegrommet både om dagen og natten. Belysningstekniske og -økonomiske hensyn må derfor være avstemt arkitektoniske og estetiske. Dette gjelder armaturer så vel som plassering av master i forhold til vegens forløp. Anleggets enkelte bestanddeler må avstemmes og plasseringer må koordineres med signalanlegg og trafikkskilt. Lysmaster bør som regel ha en bakgrunn av vegetasjon.

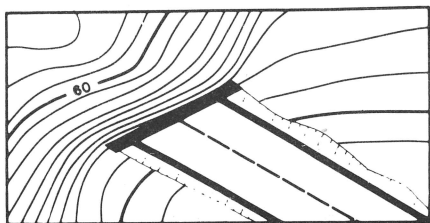
86. Byggverk og vegutstyr

86.1 BRUER

Bruer vil bli behandlet i et hefte fra Vegdirektoratet, bruavdelingen.

86.2 TUNNELPORTALER

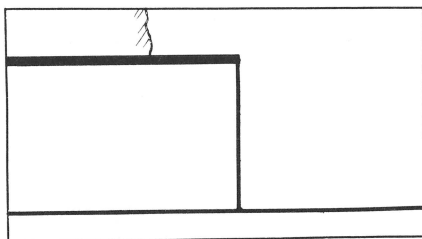
Tunnelportalen skal skjerme vegen mot nedfall av stein og blokker samt sikre mot vann og is. Portalen skal også være en visuell overgang mellom vegen i dagen og tunnelen. Den skal ikke være en skjerm som skjuler eller tjene til å forskjønne uheldige terrenginngrep. Portalens form må harmonere med det sirkelformede tunneltverrsnittet og med de naturlige terrengformene. Terrenginngrep og frontmurer må begrenses til det minimale, da dette er fremmedelementer i landskapet.



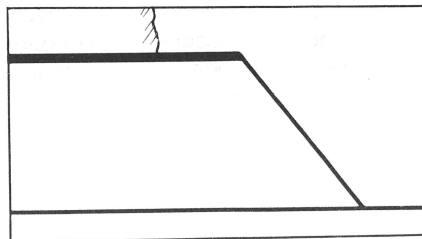
Retningen på påhugget bør i størst mulig grad følge retningen på fjellet der fjellkvaliteten tillater en slik løsning. I mange tilfeller vil da påhugget ikke bli liggende vinkelrett på veglinjen (skjevt påhugg). Skjev portalfront kan med fordel benyttes der påhugget er skjevt.

Eksempler på utforming

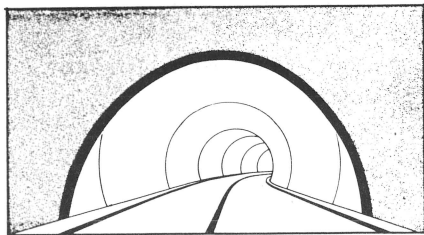
1) Der faren for nedfall er liten.



Rett avskåret tunnelhvelv.

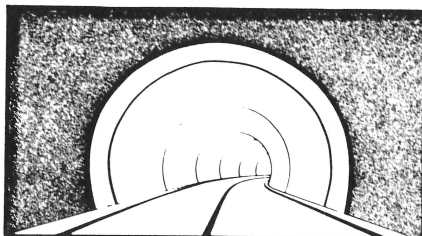
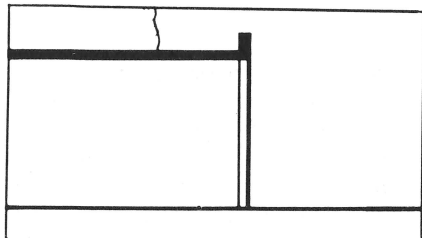


Skrått avskåret tunnelhvelv vil virke mer åpent enn det rette.



2) Der det er nødvendig med støtpute for beskyttelse av hvelvet.

For å skjerme portalen mot mekanisk skade ved f. eks. steinsprang, må betonghvelvet beskyttes. Dette kan skje ved hjelp av en sandpute, gamle jernbanesviller, telefonstolper eller trykkimpregnerte stokker.



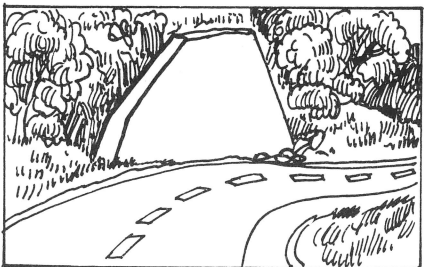
Smal bord som følger hvelvets form.

Hvis portalen også i vesentlig grad blir sett fra siden, bør den gis en helhetlig virkning også her. Det kan være aktuelt å fylle masse over portalen.

86.3 Støttemurer og kledningsmurer

Støttemurer og kledningsmurer oppføres i plasstøpt betong, av betongelementer, gabioner, steinblokker etc.

Form



Forholdet mellom høyde og bredde er viktig for formen. En lang, lav mur vil normalt være penere enn korte, høye murer. Muligheten for å planere siderrelleget i kombinasjon med oppsetting av mur bør derfor vurderes. Avslutningen på toppen og i endene må være slik at den gir muren en forankring i terrenget. Plasstøpt betongmur gir normalt mulighet for god tilpasning. I vanskelig topografi og i byområder kan den derfor være å foretrekke.

8. LANDSKAPSARKITEKTUR

Farge og overflatebehandling

I de fleste tilfeller vil man ønske å dempe inntrykket av murer i sideterrenget. Mønster eller annen overflatebehandling av muren kan være et godt virkemiddel for å gi muren et «mykere uttrykk». Murer som står i samme område bør ha samme preg. Ved veg med noe stigning bør horisontale fuger unngås.

86.4 VEGUTSTYR

Vegutstyret innbefatter de innretninger som er satt opp langs vegen med det formål å sikre trafikantene, informere trafikantene eller for å yte service til trafikanter. Av vegutstyr kan nevnes: vegrekkverk, stolper til belysning, signaler og skilt, portaler, léskur, bord og stoler, søppeldunker etc. Utstyr til trafikkavvikling som lyssignaler, trafikkskilt, vegoppmerking etc. må utformes slik at det påkaller trafikantenes oppmerksomhet, mens belyningsanlegg, skiltportaler, skiltstolper o. l. bør ha en diskret utforming.

Utover disse krav er det også nødvendig at utstyret virker tiltalende i sin utforming og at det er tilpasset det landskap det står i. Dette betyr at utstyr i byer og på landsbygden ofte bør ha ulik utforming. Videre betyr det at utstyr som settes opp ved parker, minnesmerker, kirker, fornminner etc. bør ha en lite dominerende form.

I visse tilfeller vil det også være nødvendig å tilpasse utstyrets utforming til en passende tidsepoke. Visse typer vegutstyr kan med fordel stå mot en bakgrunn av vegetasjon.

Farge

Fargeforskjeller mellom utstyr og omgivelser vil ofte føre til at vegutstyret skiller seg ut. Eksempler på dette er galvaniserte stålskinner og gjerder. Andre farger, eksempelvis grønt, vil også ofte være vanskelig å tilpasse. Utstyrets farge er ofte bestemt av at det skal klare seg uten vedlikehold i lengre tid.

Tilstand

Vegutstyrets tilstand har også betydning for utseendet. Vanligvis vil riktig oppsatt og godt vedlikeholdt utstyr også være pent. Når det gjelder stolper og trafikkskilt, bør disse være symmetriske.

Stolper bør stå i samme avstand. Det samme gjelder armaturer for utvendig belysning av skilt.

Skilt på portaler bør være symmetriske og ha samme høyde.

Skilt som er tilgriset av maling, er ødelagte eller er stygge, bør utbedres snarest.

9. STØYSKJERMING

90. Generelt	203
91. Retningslinjer for vegtrafikkstøy	205
.1 Grunnlag	205
.2 Beboermedvirkning	207
92. Skjermer og voller	208
.1 Valg mellom voll og skjerm	208
.2 Plassering og utforming av skjermer og voller	208
.3 Utseende	211
.4 Plassering i tverrprofilet	211
93. Vegetasjon	214
94. Vegers utforming	215
95. Beregning av støy	216

9. STØYSKJERMING

90. Generelt

De aktuelle tiltak for demping av vegtrafikkstøy er:

- a) Tiltak på kilden
 - Reduksjon av emisjonsnivået for motorstøy
 - Reduksjon av rullestøy
- b) Arealplanlegging
 - Lokalisering av virksomheter
 - Plassering av støyømfintlige funksjoner i forhold til vegen
 - Bruksendring av støybelastede bygninger og arealer
 - Endring av leiligheters planløsning
 - Sanering av boliger
- c) Trafikkregulerende tiltak
 - Trafikksanering
 - Avlastingsveger
 - Fartsgrenser
 - Restriksjoner for tungtrafikk (spesielt nattregulering)
 - Samkjøring av signalanlegg
- d) Vegers utforming
 - Nedsenket veglinje
 - Plassering av vegkryss
 - Valg av stigninger
 - Avstand til bebyggelse
 - Vegdekketype
- e) Trafikkpolitiske tiltak
 - Restriksjoner på bilbruk
 - Tilrettelegging for kollektivtrafikk
- f) Spesielle tiltak mot støyutbredelse
 - Mindre støyømfintlig bebyggelse plassert mellom veg og boliger
 - Skjermer og voller
 - Vegetasjon og markdemping
 - Utbedring av vinduer
 - Isolering av yttervegg

9. STØYSKJERMING

De fleste av disse tiltakene ligger innenfor vegplanleggerens arbeidsområde. Disse normalene behandler spesielt tiltak under punktene d og f.

Ved all arealplanlegging må det tas hensyn til støyulemper. De tiltak som velges for å dempe støyen, vil avhenge av hvor i planprosessen det gripes inn. De gunstigste løsninger kan oppnås ved koordinert utbygging av nye områder og/eller nye veger.

91. Retningslinjer for vegtrafikkstøy

91.1 GRUNNLAG

Retningslinjer for vegtrafikkstøy til bruk ved arealplanlegging er fastlagt av Miljøverndepartementet i Rundskriv T—8/79. Se også Vegdirektoratets NA-rundskriv nr. 82/79 Plan. Retningslinjene skal legges til grunn ved planlegging av veger med hjemmel i bygningsloven og vegloven.

I følgende situasjoner skal retningslinjene benyttes:

- Planlegging av nye veger og utvidelse av eksisterende veger i nærheten av støyømfintlige områder (boligområder, friområder, skoler, helseinstitusjoner, m. v.)
- Planlegging av boliger, skoler og annen støyømfintlig bebyggelse inntil eksisterende veger.
- Arealplanlegging som omfatter samtidig planlegging av veger, boliger, skoler, m. v.

Retningslinjene danner også grunnlag for vurdering av støymessige konsekvenser ved trafikksaneringsplaner og ved utbedring av eksisterende veger som ikke medfører reguleringsbehandling.

Veiledende støygrenser til bruk ved analyse av støymessige konsekvenser og som utgangspunkt for vurdering av aktuelle støydempende tiltak er gitt i figur 91.1.

	Ekvivalent støynivå, døgn	Maksimalt støynivå, natt (22-06)
I. Innendørsforhold		
a) Beregnet utenfor fasade		
– Boliger	55–60 dBA	70–80 dBA
– Helseinstitusjoner	50–55 dBA	65–75 dBA
– Skoler, barnehager	50–55 dBA	
b) Beregnet innendørs (lukkede vinduer)		
– Boliger	30–35 dBA	45–55 dBA
– Helseinstitusjoner	25–35 dBA	40–50 dBA
– Skoler, barnehager	30–35 dBA	
– Arbeidslokaler m/ begrenset bakgrunnsstøy	40–45 dBA	
II. Utendørsforhold		
– Bolignære oppholdsområder (inkl verandaer)	55–60 dBA	
– Helseinstitusjoner	50–55 dBA	
– Skoler, barnehager	50–55 dBA	
– Områder for fritidsbebyggelse	50–55 dBA	

Figur 91.1 Veiledende støygrenser – vegtrafikkstøy.

9. STØYSKJERMING

Støygrensene er angitt i dBA, og er gitt som ekvivalent støy nivå i gjennomsnitt for døgnet. I tillegg er det anført maksimalnivåer om natten som bør benyttes som et supplement ved vurdering i tilfeller der det er spesielt stor natt-trafikk.

Støygrenser er fastlagt for (I): innendørsforhold og (II): utendørsforhold. For innendørsforhold er det angitt støygrenser utenfor fasade (a) og innendørs med lukkede vinduer og ventiler (b).

I utgangspunktet er det kravene til støy nivået utenfor fasaden som skal brukes for å ivareta tilfredsstillende støy nivåer innendørs. Herved oppnås tilfredsstillende innendørsnivå, uten å måtte forutsette spesiell lydisolering av fasadene. Det er av betydning at vinduene kan brukes til lufting uten at støy nivået innendørs blir uakseptabelt.

Bruken av retningslinjene er nærmere beskrevet i NA-rundskriv nr. 82/79 Plan.

«Retningslinjene bygger på at konsekvenser med omsyn til støy må tas med i vurderingene på et tidlig stadium i planleggingen. Avhengig av situasjonen i det enkelte tilfelle, er det i retningslinjene forutsatt at tiltak for å motvirke støyulempere skal innarbeides i planforslaget. Som utgangspunkt for vurdering av hvilke og hvor omfattende støytiltak som skal legges til grunn, inneholder retningslinjene *veiledende støygrenser*. Støy nivå som følge av en plan skal i utgangspunktet ikke overskride den laveste grense som er gitt i retningslinjene.

Retningslinjene åpner likevel for at det i visse tilfeller kan vedtas planer hvor støygrensene blir overskredet. Forutsetningen er at andre planhensyn taler for en slik løsning, eller at merkostnadene ved en løsning som tilfredsstiller støygrensene, ikke står i rimelig forhold til den bedring som derved kan oppnås. Dersom en slik vurdering gir som svar at grensene for utendørsnivå ikke kan overholdes, bygger retningslinjene på at tiltak på bygningsfasaden i størst mulig grad skal gi tilfredsstillende forhold innendørs.

Ved vegplanlegging vil det foreligge svært varierende muligheter for å overholde de veiledende støygrensene. Selve retningslinjene vil også måtte anvendes på noe forskjellig måte, avhengig av hvilke tiltak som er under planlegging. Det er for eksempel grunnlag for å stille mindre strenge krav i forhold til støy ved utbedring av eksisterende veg enn ved bygging av ny veg. Retningslinjene vil komme direkte til anvendelse i det siste tilfellet, mens man ved utbedringstiltak vanligvis vil stå overfor en mer nyansert vurdering. Også for støy kan det ved utbedring være rimelig å benytte lavere krav til standard enn ved bygging av ny veg.

Av dette følger at hensynet til støy må inngå som et element i planleggingsprosessen. Retningslinjene fører til at det, med utgangspunkt i de veiledende støygrensene, vil være behov for å vurdere konkret hvilket hensyn man skal ta til støy.

Yttergrensene for denne vurderingen vil foreligge ved planlegging av ny veg og gang-/sykkelveg langs eksisterende veg. Som nevnt må støygrensene legges

til grunn i det første tilfellet, mens utgangspunktet ved planlegging av gang-/sykkelveg bør være at støytiltak ikke skal inngå i planen. Man vil imidlertid ved bygging av gang-/sykkelveg langs eksisterende veg også kunne stå overfor tilfeller hvor støytiltak bør vurderes. Beboernes *opplevelse* av støysituasjonen kan bli forverret på grunn av at gjerde eller hekk og andre beplantninger blir fjernet. Dersom en eller annen form for tiltak ikke blir innarbeidet i planen, vil slike inngrep kunne få erstatningsmessige konsekvenser.

Vegtrafikkstøy er i første rekke et by- og tettstedsproblem. Det er knyttet til den del av vegnettet som har størst trafikk. Oppfatningen av støy som problem ser ikke ut til bare å ha sammenheng med støynivået, men til en viss grad også med trafikkmengden.

Ved vegplanlegging i spredtbygde strøk med forholdsvis liten trafikk, kan det være aktuelt å legge til grunn et høyere støynivå enn det som følger av retningslinjene, når man skal vurdere spesielle tiltak mot støy. Dette vil i første rekke gjelde utbedring, men også delvis ombygging av eksisterende veg. Utgifter til skjerming kan i slike områder bli uforholdsmessig store.»

Dersom den laveste støygrensen overskrides, skal det i alle tilfeller gjøres rede for støykonsekvensene ved gjennomføring av planen.

91.2 BEBOERMEDVIRKNING

Ved planlegging av støydempende tiltak må beboerne trekkes inn på et tidlig stadium. Erfaringer har vist at denne kontakten er av avgjørende betydning for et godt resultat. Det bør derfor legges vekt på å presentere planleggenes forslag og vurderinger på en hensiktsmessig måte.

92. Skjermer og voller

92.1 VALG MELLOM VOLL OG SKJERM

Voller vil i de fleste tilfeller være å foretrekke av estetiske grunner.

Skjermer er særlig aktuelle i følgende situasjoner:

- avstanden mellom veg og hus er mindre enn 20 m,
- arealene er kostbare eller hensiktsmessige for bebyggelse,
- massetilgangen er dårlig,
- grunnen har dårlig bæreevne,
- ledningsnettet må være tilgjengelig,
- vegetasjon ønskes bevart,
- for å hindre personer i å komme ut på vegen.

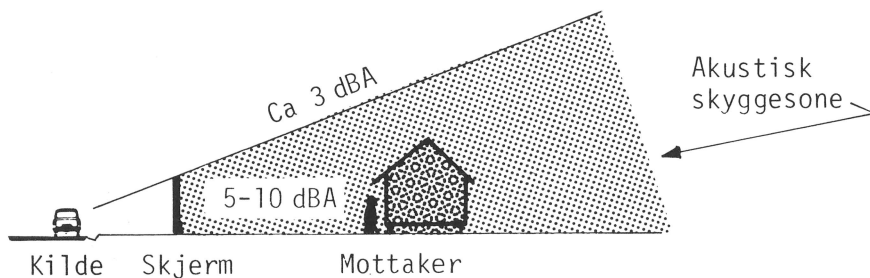
Der det er ønskelig med åpninger i skjermen eller vollen, kan skjermingseffekten sikres ved støysluser, se fig. 92.4.

92.2 PLASSERING OG UTFORMING AV SKJERMER OG VOLLER

Dimensjonering og fundamentering av skjermer og voller er behandlet i «Støyskjermer», Statens vegvesen — håndbok-084.

Da voller og skjermer stort sett har de samme dempingsegenskaper, er de behandlet samlet.

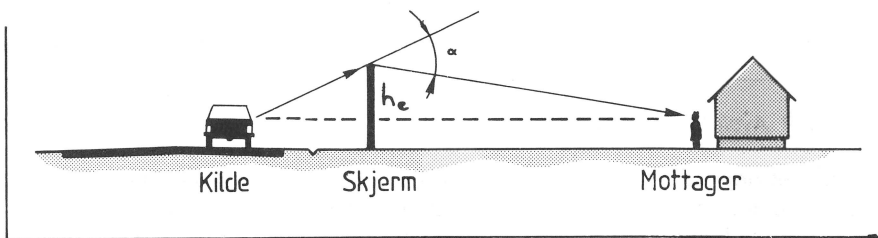
For at et skjermingstiltak skal gi demping, må mottakeren komme i den akustiske skyggesonen, som vist i figur 92.1. Støydempingen vil som oftest variere mellom 5 og 10 dBA. Selv i siktlinjen vil det imidlertid kunne oppnås en viss støydempende effekt (ca. 3 dBA).



Figur 92.1 Akustisk skyggesone

Markdempingen er av betydning for tiltakets effekt. Gresskleddede arealer gir god markdemping, mens harde overflater (asfalt, betong og vannflater) gir liten. Skjermingseffekten av tiltak på hard mark vil ofte være større enn på myk mark, fordi markdempingen tapes ved skjermingen.

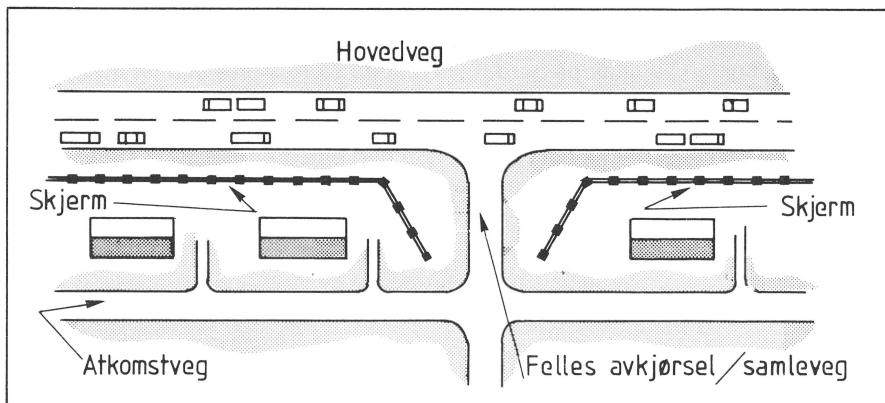
Skjermens høyde bør av estetiske grunner ikke overstige 2,5—3,0 m, mens voller lettere kan eksepteres høyere. For å gi god effekt og beskytte størst mulig område, bør tiltak normalt plasseres nær veg (i enkelte tilfeller kan skjermplassering nær mottaker være beste løsning). Dette er illustrert i figur 92.2. Stor effektiv skjermhøyde, h_e , gir best demping.



Figur 92.2 Plassering av skjerm i tverrprofilet

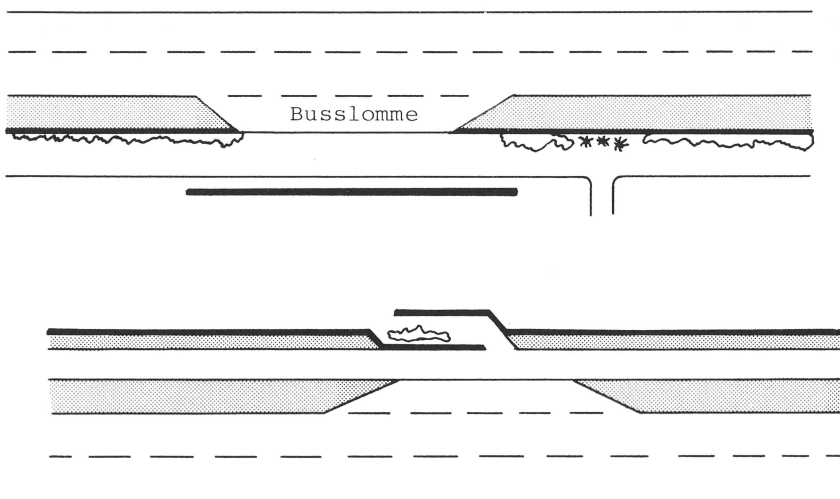
Skjermen/vollen bør ideelt være så lang at støykilden ikke kan sees fra mottakeren. Ved å knekke skjermen i endene, kan nødvendig lengde reduseres. Det er også viktig for å få full skjerming ved avkjørsler/vegkryss. Dette er illustrert i figur 92.3.

9. STØYSKJERMING



Figur 92.3 Avslutning av skjermen

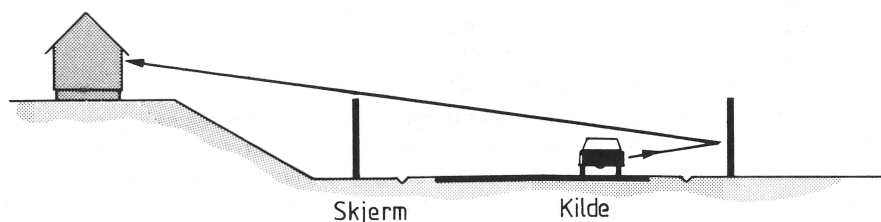
Tiltaket bør være sammenhengende og må slutte tett mot bakken. Der voller ikke kan gjøres sammenhengende, bør de suppleres med skjerm. Støysluser eller dører må bygges der adgang til vegen er nødvendig. Der bilvegen og gang-/sykkelveg går parallelt, bør skjermen normalt plasseres mellom de to. Dette vil være lettest å få til når støyskjermingen etableres samtidig med gang-/sykkelvegen, vanskeligere i eksisterende situasjon der arealet ofte er begrenset. På figur 92.4 er vist to eksempler på støyskjerming ved busslomme.



Figur 92.4 Skjerming ved gang-/sykkelveg og busslomme.

Ut fra akustiske betraktninger er materialet i skjærmer av mindre betydning, en flatevekt på 10—20 kg/m² ansees tilstrekkelig. Dette kravet vil være oppfylt ved bruk av de vanlige treskjermtypene. I de fleste tilfeller er lyden som går over eller rundt skjærmen av større betydning enn lyden som går gjennom skjærmen.

Harde skjærmer vil, i motsetning til absorberende skjærmer og gresskledde voller, reflektere støy. Støynivået på motsatt side av vegen kan derfor øke, se fig. 92.5.



Figur 92.5 Skjærmer reflekterer støy

En kombinasjon av skjerm på voll vil ofte være en aktuell løsning med flere fordeler, se figur 92.7.

Der bygninger med to eller flere etasjer står nær vegen, vil skjærmer eller voller sjelden gi tilstrekkelig støydemping i de øverste etasjene. Her vil det ofte være nødvendig å vurdere utbedring av vinduer, isolering av yttervegg eller andre tiltak.

92.3 UTSEENDE

Skjærmer og voller kan ikke alene vurderes ut fra akustiske forhold. De kan representere betydelige inngrep i landskap eller bygningsmiljø og må underordnes en estetisk vurdering. Det er derfor av stor betydning at de tilpasses bebyggelsens arkitektur, samt landskapsformer og vegetasjon på stedet. Av betydning for utseendet er materialvalg, farge, dimensjoner og skjermavslutninger. Det må tas hensyn til utseendet også etter flere års bruk.

Aktiv bruk av vegetasjon (eksisterende og/eller nyetablert) vil kunne medvirke til en bedre tilpassing av skjermingstiltak til eksisterende miljø.

92.4 PLASSERING I TVERRPROFILET

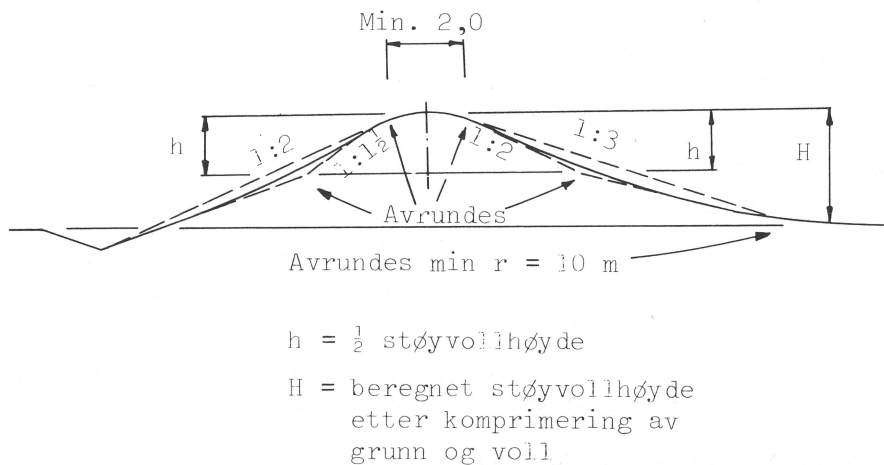
Plassering av skjerm eller voll i vegens tverrprofil krever at en rekke forhold vurderes utover selve støydempingen.

9. STØYSKJERMING

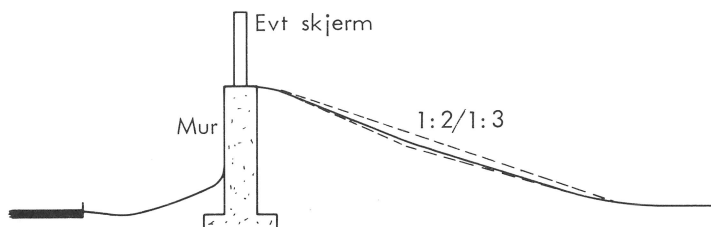
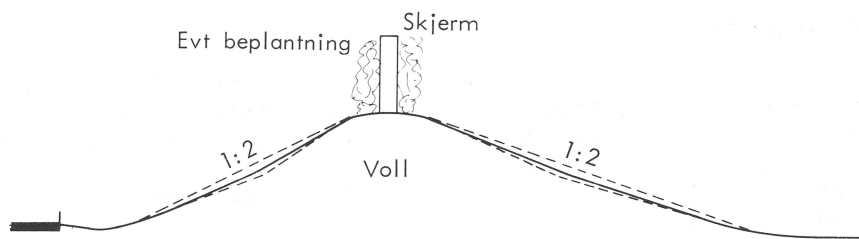
- A. *Sidehinder* — Skjermer må ikke plasseres eller utformes slik at de representerer et farlig sidehinder, jfr. kap. 9 i «Vegbygging» (håndbok -018).
- B. *Sikt* — Skjermer eller voller må ikke plasseres slik at de reduserer sikten i kurver, sikt-trekanter i vegkryss, avkjørsler eller busslommer (se kap. 6 «Vegkryss» under pkt. 61.1).
- C. *Skilting* — Sikten til trafikkskilt må vurderes.
- D. *Vegvedlikehold* — Plasseringen må ta hensyn til nødvendig areal til snøopplag og vegens drenering.
- E. *Skyggevirkning* — På skjermens skyggeside vil skjermer kunne medvirke til at vegen blir glatt.
- F. *Bruføring/Undergang* — Overgang mellom veg og bru må vises spesiell oppmerksomhet.

Skjermer og voller vil ofte redusere de gåendes og syklendes muligheter for å krysse vegen på uregulerte steder og vil således kunne øke trafikksikkerheten.

Voller bør gis en utforming som vist i eksemplet på figur 92.6. På figuren er vist åpen grøft, lukket drenering vil også kunne være aktuelt. For å redusere arealbehovet, kan det være aktuelt å kombinere skjerm og voll, se figur 92.7.



Figur 92.6 Anbefalte utforming av støyvoll med høyde 3,0 m.



Figur 92.7 Kombinerte løsninger voll/skjerm og mur/voll.

93. Vegetasjon

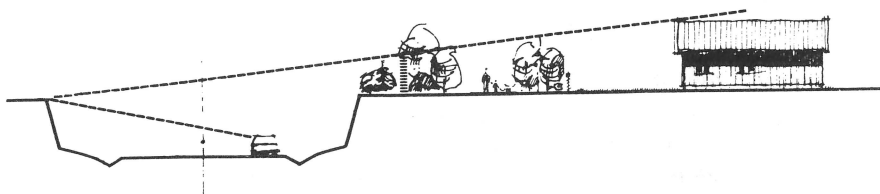
Vegetasjon kan sjelden brukes som støyskjerm alene, da det kreves store avstander mellom støykilde og mottaker. Vegetasjon har imidlertid den fordel at den skjerner utsikt til støykilden, reduserer støv- og eksosplager og vil kunne mildne inntrykket av massive skjermes og voller.

Bruk av vegetasjon er beskrevet i «Skjerming mot vegtrafikkstøy», Statens vegvesen — håndbok-052.

94. Vegers utforming

Støydempende tiltak kan ofte gjøres overflødige ved en hensiktsmessig plassering av veglinjen og riktig utforming av vegen.

En nedsenket eller delvis nedsenket veg vil ofte være en god løsning. Nedsenket veg vil imidlertid ikke redusere arealbehovet til støyskjermingstiltak vesentlig. Dersom ikke skjæringen ned mot vegen er riktig utformet, vil støy kunne reflekteres mot bebyggelsen, se figur 94.1.



Figur 94.1 Nedsenket veg

Vegkryss er et spesielt problem, pga. oppbremsing og akselerasjon. Plasseringen i forhold til bebyggelse bør derfor tillegges vekt. Tilfarter bør ha god sikt og klar regulering, slik at plutselige retardasjoner og oppbremsinger i størst mulig grad kan unngås. I signalregulerte vegkryss med liten trafikk vil gulblink gi lavere støynivå om natten (f. eks. mellom kl. 23 og 06.).

Støynivået øker med vegens stigning. I et større område vil således en lengre slakere stigning kunne medføre en gunstigere støysituasjon enn om vegen stiger sterkt. Ved beslutning om vegers stigningsforhold bør imidlertid bebyggelsens beliggenhet og plassering være bestemmende, ved siden av de naturgitte forhold.

95. Beregning av støy

Metoder for beregning av støy og skjermingseffekt er gitt i:

- A. Nordisk beregningsmetode for vegtrafikkstøy, Statens vegvesen og Miljøvern-departementet, Veiledning — håndbok-064.

Denne metoden skal normalt brukes ved vegplanlegging.

- B. EDB-program for prognosering av vegtrafikkstøy
Bruker- og kjøreanvisning
ELAB-rapport STF 44 A 78067
Akustisk laboratorium, NTH 1978

En enklere metode er gitt i:

- C. Vegtrafikkstøy — metode for registrering
Statens vegvesen — håndbok-040.

Denne metoden vil kunne gi antydning om behovet for mer detaljerte beregninger.

I planleggingssituasjoner skal trafikkprognoser 10 år frem i tiden legges til grunn for støyberegningene.

Litteratur:

- Rundskriv T-8/79, Miljøverndepartementet
- NA-rundskriv 82/79 Plan, Vegdirektoratet
- Skjerming mot vegtrafikkstøy, Statens vegvesen, håndbok-052
- Støyskjærmer, Statens vegvesen, håndbok-084
- Highway Noise — a guide to visual quality in noise barrier design, Federal Highway Administration, USA, 1979
- Støyskjærmer — et fremmedelement eller del av et bygningsmiljø, Ingerlise Mengshoel, Våre Veger 1/1980
- Se forøvrig pkt. 95 over

10. VEGUTSTYR

101.	Kantstein	219
.0	Generelt	219
a	Materialer	219
.1	Utforming og anvendelse	219
	Avvisende kantstein	219
	Ikke-avvisende kantstein	221
	Kantstein ved gangfelt og gang-/sykkelveg	221
	Kantstein ved avkjørsler	226
102.	Vegrekkverk	227
.1	Innledning	227
.2	Kriterier for oppsetting	227
	Vertikale fall og skråninger	229
	Skjæringer	230
	Grøfter	230
	Vann ved fyllingsfoten	231
	Uderformerbare og delvis derformerbare gjenstander	231
	Midtdelere	231
	Andre rekkverksbehov	232
.3	Rekkverkstyper	232
	Rekkverk mot gang- og sykkelveger	232
.4	Plassering og lengde	234
	Plassering	234
	Forlengelse av rekkverk	236
.5	Forankring av rekkverk	238

10. VEGUTSTYR

101. Kantstein

101.0 Generelt

Kantstein brukes for å lede bort overvann, for å forenkle gaterenhold og for å avgrense vegarealer fra kjøretøytrafikk. Synshemmede har bruk for kantstein til å ta ut retningen ved kryssing av veg.

Kantstein er inndelt i to hovedtyper; avvisende og ikke-avvisende. Dersom kantstein skal brukes til å oppfylle flere krav samtidig, vil det ofte oppstå motstridende interesser mellom effektivt vegvedlikehold og trafikksikkerhet. En høy kantstein kan være mest effektiv m. h. t. gaterenhold, mens samme kantstein kan være et farlig sidehinder for kjøretøytrafikken. Ved gangfelt oppstår ofte motstridende interesser mellom ulike brukergrupper m. h. t. kantsteinens høyde (kantsteinvis). Kantstein bør derfor velges med utgangspunkt i det trafikkmiljø den skal brukes.

Materialer

Det vanligste kantsteinmaterialet er betong og granitt. Kantstein kan også utføres i asfalt. Asfalt-kantstein bør kun brukes til midlertidige løsninger, fordi den lett får skader fra brøyteutstyr. Asfalt-kantstein bør males eller på annen måte overflatebehandles slik at den blir lettere synlig for trafikantene.

Krav til egenskaper og prøvingsmetoder for betongkantstein er fastlagt i henholdsvis NS 3133 og NS3134. Betongstein blir vesentlig billigere enn granittstein, og førstnevnte bør derfor brukes hvor det ikke stilles helt spesielle estetiske krav. Alminnelige bestemmelser for granitt-kantstein er fastlagt i NS 3006.

101.1 UTFORMING OG ANVENDELSE

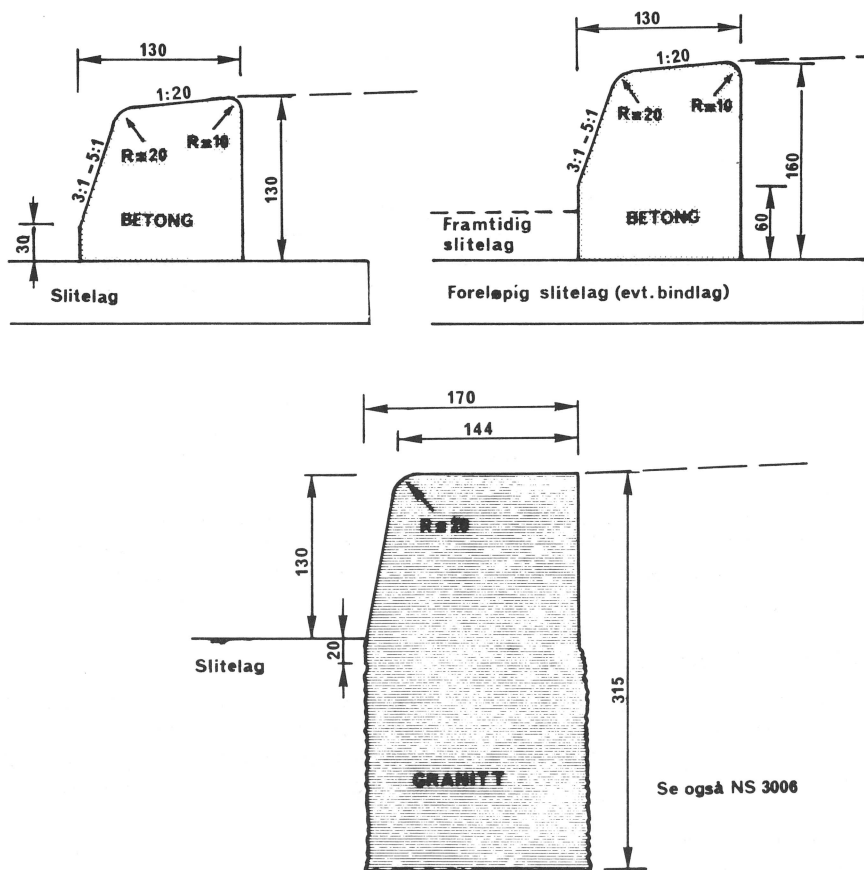
For hver type er det angitt normalhøyder (kantsteinvis), som måles fra overkant vegdekke ved kantsteinen til topp av kantstein. Rette kantsteinselementer med lengde under 0,90 m bør unngås. Avrunding av trafikkøyhoder eller lignende skal skje med buet kantstein. Buens radius er avhengig av bredden på trafikkøya.

Avvisende kantstein

Avvisende kantstein er utformet med en rett eller tilnærmet rett kant (3:1—5:1) mot kjørebanelen. Avvisende kantstein skal normalt være 130 mm høy (kantsteinvis). På vegger med mye trafikk eller på vegger utført med foreløpig slitelag, kan

10. VEGUTSTYR

kantstein være 160 mm høy (kantsteinvis), slik at kantsteinjustering ved nyasfaltering kan unngås. Ellers kan 160 mm kantstein brukes der det ønskes bedre innspenning av steinen ved å sette den på bindlaget. Normalprofiler for avvisende kantstein i betong og granitt er vist på figur 101.1.



Figur 101.1 Utforming av avvisende kantstein i betong og granitt — alle mål i mm.

Avvisende kantstein brukes normalt mot fortau eller andre arealer som ønskes skjermet fra biltrafikken. Der fullstendig avvisning ønskes (f. eks. mot gang-/sykkelveg), brukes rekkverk. Trafikkøyer og midtdelelere på veger med fartsnivå 60 km/h eller lavere kan, dersom hensyn til trafikksikkerheten ikke tilsier vegrekkverk, også utformes med avvisende kantstein.

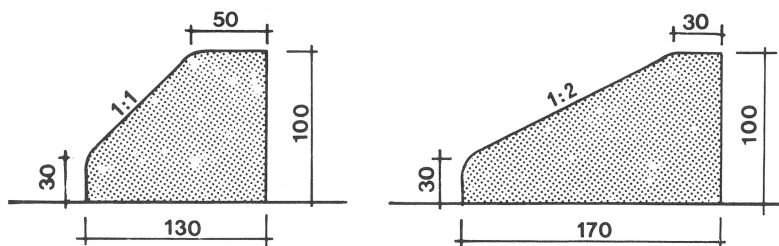
Ikke-avvisende kantstein

Ikke-avvisende kantstein brukes der det ikke er nødvendig å bruke avvisende kantstein.

Der det anvendes vegrekkverk i midtdeleeren, bør kantstein unngås. Dersom kantstein allikevel må anvendes i kombinasjon med vegrekkverk, skal kantstein være av ikke-avvisende type.

Kantsteinen bør generelt gi god visuell føring. Den må også ha en utforming som hindrer at føreren av et kjøretøy, som ved uhell eller unnvikende manøverkjører på kantsteinen, mister kontrollen. Dette kan oppnås ved at kantsteinen ordinært ikke gjøres høyere (kantsteinvis) enn 100 mm. Høydeoppbygging bør være 1:1—1:2. Dersom vegen er utført med foreløpig slitelag, kan en høyde (kantsteinvis) på 130—140 mm aksepteres.

Eksempler på utforming av ikke-avvisende kantstein er vist i figur 101.2.

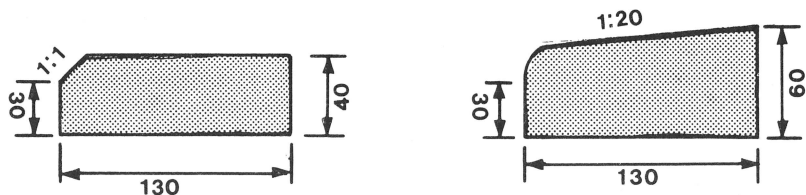


Figur 101.2 Eksempler på utforming av ikke-avvisende kantstein — mål i mm.

Kantstein ved gangfelt og gang-/sykkelveg

Ved gangfelt skal kantsteinshøyden (kantsteinvis) reduseres. Normalt bør kantsteinshøyden (kantsteinvis) være 40 mm. Dersom det skal tas spesielt hensyn til syklende, rullestolbrukere o. l. bør kantsteinshøyden være 0—20 mm. Ideell kantsteinshøyde for synshemmede er 50—60 mm. Den aktuelle kantsteinshøyden bør fastlegges etter vurdering i det enkelte tilfellet. For betong-kantstein finnes til dette spesielle profiler, se fig. 10.1.3.

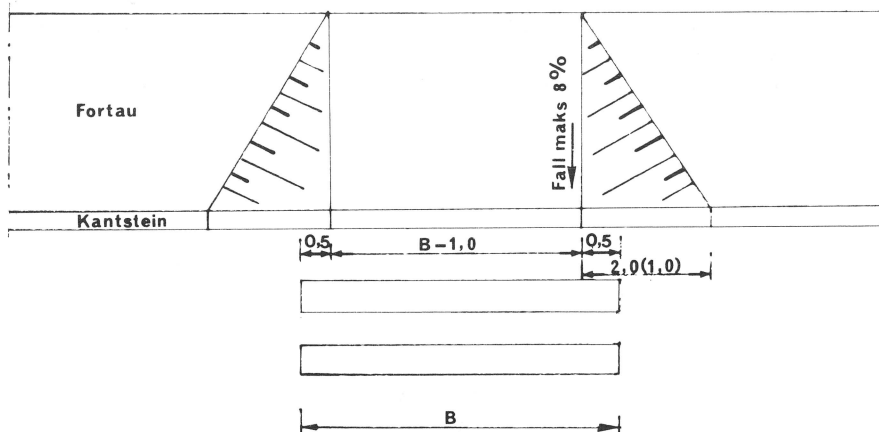
10. VEGUTSTYR



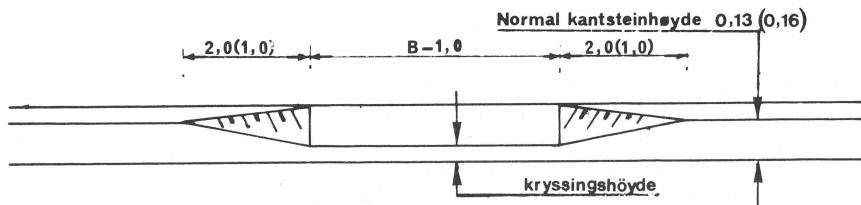
Figur 101.3 Eksempel på utforming av kryssingsstein i betong til bruk ved gangfelt evt. gang- og sykkelveg — mål i mm.

Langs fortau utjevnes høydeforskjellen ved å senke kantsteinen med maks fall 10 %. For betongkantstein brukes til dette spesielle overgangsprofiler. Fortauets dekke utjevnes tilsvarende langs kantsteinen, mens den nødvendige utjevning på tvers av kantsteinen ikke får overstige 8 %.

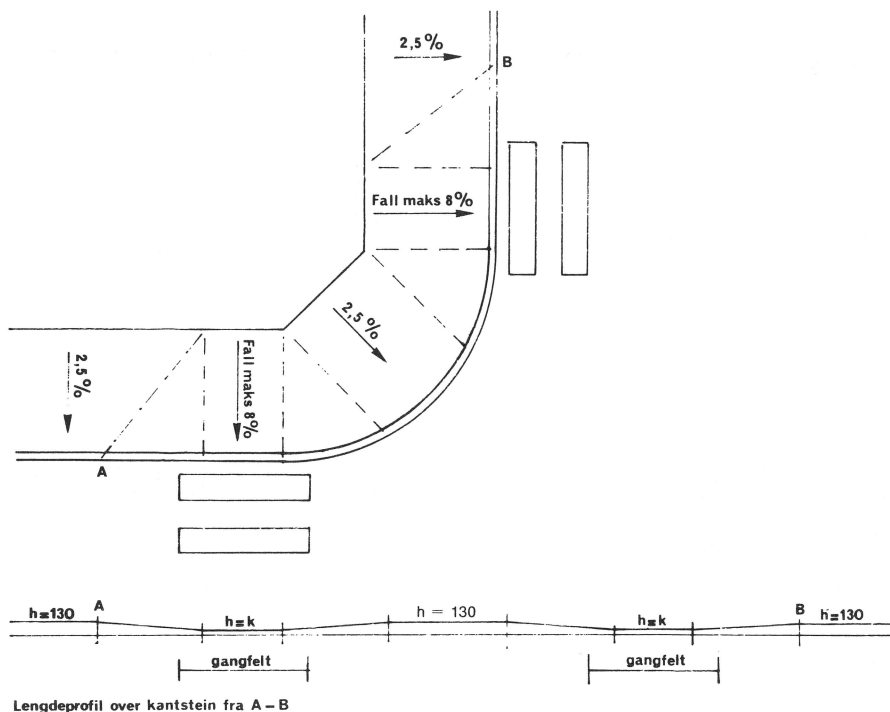
Eksempler på kantstein ved gangfelt er vist i figurene 101.4 og 101.5.



B = Gangfeltbredde



Figur 101.4 Eksempel på kantstein langs fortau ved gangfelt mellom kryss — mål i m

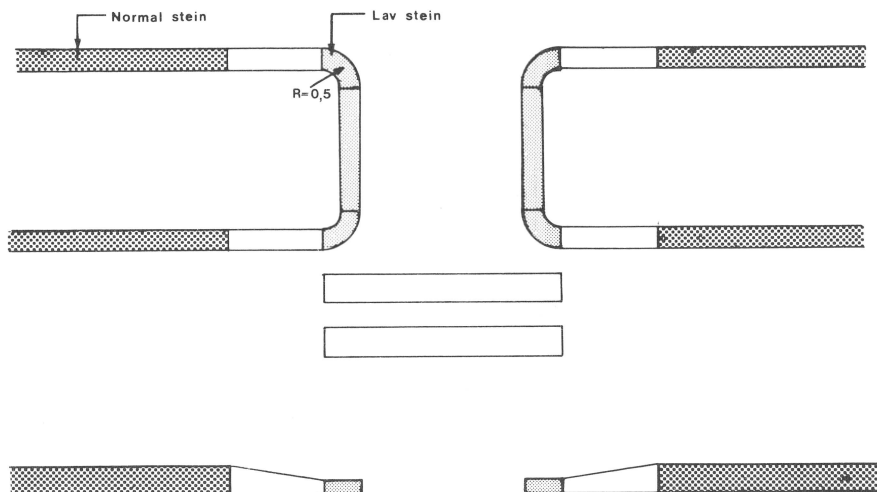


Figur 101.5 Eksempel på kantstein langs fortau ved gangfelt i vegkryss. k angir kantsteinshøyden (kantsteinsvis) ved kryssingsstedet.

Gangfelt over trafikkøy/middeler kan utføres uten høydeforskjell.

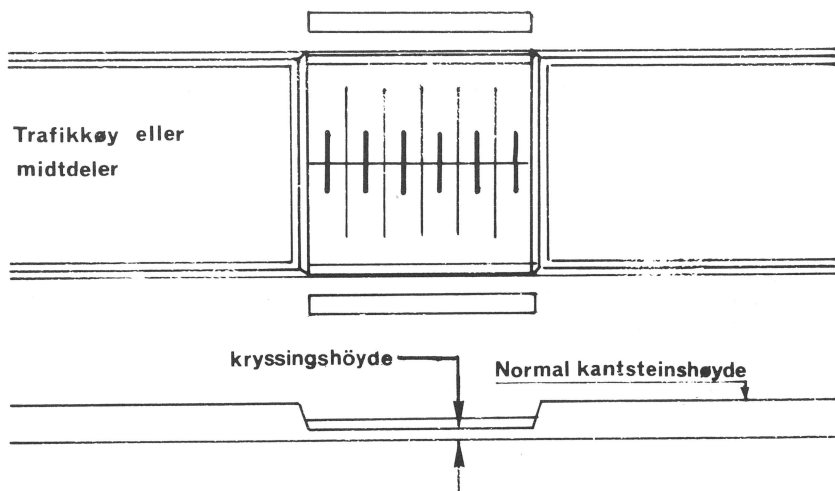
Hjørnet på trafikkbøya/midtdeleren avrundes slik figur 101.6 viser. Kantsteinen kan eventuelt også senkes.

10. VEGUTSTYR



Figur 101.6 Eksempel på gangfelt over midtdeler eller trafikkøy uten kantstein — mål i m

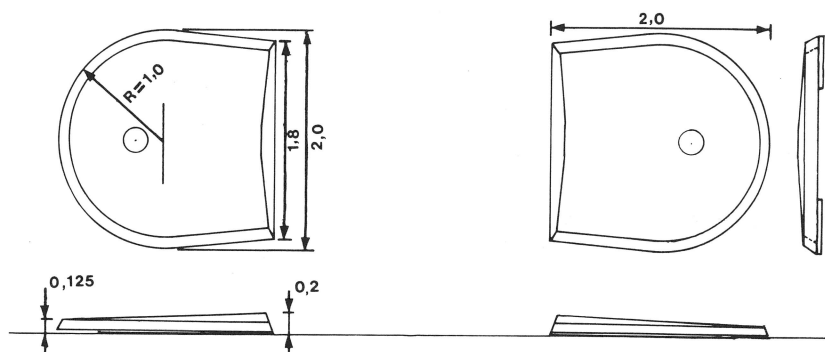
Dersom det anlegges gjennomgående kantstein ved åpninger i trafikkøya, kan høydeforskjellen tas i ett sprang, se figur 101.7.



Figur 101.7 Eksempel på kantstein ved gangfelt over trafikkøy eller midtdeler.

Av hensyn til synshemmede bør dekket på midtdeleren eller trafikkøya skille seg klart fra dekket på kjørebanelen. Dette kan eksempelvis gjøres ved å sprøyte åpningen med bitumen og bestre den med farget (hvit) singel. Åpningen kan eventuelt dekket med betongstein. Dette er særlig viktig dersom kantsteinen er lavere enn 50—60 mm. Eventuell kantstein bør males hvit.

Trafikkøy ved gangfelt kan også bestå av 2 prefabrikkerte elementer som plasseres på hver side av gangfeltet. Et eksempel er vist i figur 101.8. Elementene finnes i flere størrelser.

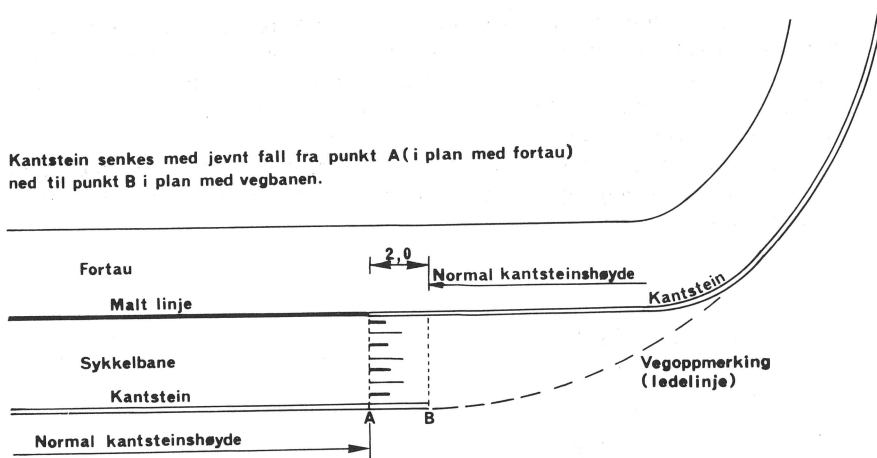


Figur 101.8 Prinsippskisse som viser prefabrikkert trafikkøy (mål i m).

Gang-/sykkelveger som er adskilt fra kjørebanelen med bare kantstein og/eller vegrekkverk bør normalt føres noen meter inn på kryssende veg og kryssingssted etableres der. Kantsteinen på kryssingsstedet senkes til 40 mm høyde (kantsteinvis) eller lavere over kjørebanelen på samme måte som vist i figur 101.5. På steder der det ikke er mulig å trekke sykkelvegen noen meter tilbake fra kryssområdet, avsluttes gang-/sykkelvegen som vist i figur 101.9.

10. VEGUTSTYR

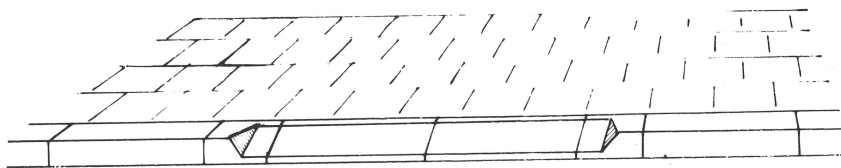
Kantstein senkes med jevnt fall fra punkt A (i plan med fortau) ned til punkt B i plan med vegbanen.



Figur 101.9 Eksempel på kantsteinsføring i vegkryss der sykkelbane krysser sideveg i direkte tilknytning til krysset (mål i m).

Kantstein ved avkjørsler

Ved avkjørsler settes kantstein som beskrevet for kantstein ved gangfelt. Ved avkjørsler med liten trafikk kan imidlertid kantstein utformes med spesielle kantsteinsprofiler, slik at det blir unødvendig å tilpasse fortauets e. l. faste dekke. Kantsteinsutforming ved avkjørsel med liten trafikk er vist i figur 101.10 og kan ha høydeoppbygging, f. eks. 1:1.



Figur 101.10 Eksempel på kantstein ved avkjørsel med liten trafikk.

102. Vegrekkverk

102.1 INNLEDNING

Vegrekkverk er ett blant mange tiltak som kan brukes for å redusere trafikkulykker og ulykkenes omfang. Før rekkverk settes opp, bør det foretas en samlet vurdering av hvilke tiltak som vil gi den beste effekten m h. p. reduserte ulykker pr. investert krone.

Vegrekkverkets formål er å redusere antallet og skadeomfanget av eventuelle utforkjørings- og påkjøringsulykker. En hovedregel er at rekkverk kun må settes opp der det er farligere å kjøre utfor vegen enn å kjøre inn i rekkverket.

Vegrekkverket bør så langt det er mulig tilfredsstillende følgende forhold:

- Et kjøretøy skal ved påkjørsel av rekkverket fanges opp av dette, slik at det ledes tilbake til kjørebanelinjen under en svært liten vinkel med kjørebanelinjen eller helst ledes langs rekkverket til kjøretøyet stopper.
- Rekkverket skal være oppsatt slik at fare for skade på personer i kjøretøyet som følge av retardasjoner m. v. under påkjørsel blir minst mulig og slik at skadene på kjøretøy og rekkverk får et begrenset omfang.
- Rekkverket må ikke settes opp slik at det gir villedende optisk linjeføring.
- Ved oppsetting av rekkverk må det påses at ikke sikten reduseres (spesielt i vegkryss).

Kriteriene for oppsetting av vegrekkverk bygger på en vurdering av sannsynlig antall utforkjøringsulykker, samt konsekvensene ved eventuelle ulykker på det sted rekkverk vurderes oppsatt.

På steder der kjørefarten er vesentlig lavere enn fartsgrensen kan kjørefarten brukes istedenfor fartsgrensen som utgangspunkt for beregningene.

Rekkverk skal normalt ikke settes opp bare for å bedre den optiske linjeføring på steder der rekkverk ut fra kriteriene ikke er påkrevet. I slike tilfeller må andre tiltak som kantstolper, bakgrunnsoppmerking etc. vurderes.

Et vegrekkverk er i seg selv et faremoment, og andre trafiksikkerhetsfremmende tiltak må vurderes først. Som alternative tiltak nevnes:

- Justering, eventuell flytting av veglinje
- Utflating av fyllingsskråningen
- Oppfylling av vegens sideområde
- Utvidelse av fjellskjæring, opplegg av ufarlig jordvoll mot fjellskjæring
- Lukking av grøft.

Hvis alternative tiltak ikke kan gjennomføres eller er vesentlig dyrere enn vegrekkverk, bør vegrekkverk settes opp dersom kriteriene i avsnitt 102.2 er oppfylt.

102.2 KRITEIRER FOR OPPSETTING

Enkelte faremomenter kan gi større risiko ved påkjørsel enn vegrekkverk. Disse er skråninger og vertikale fall, skjæring, grøfter, vann og udeformerbare og delvis deformerbare gjenstander.

10. VEGUTSTYR

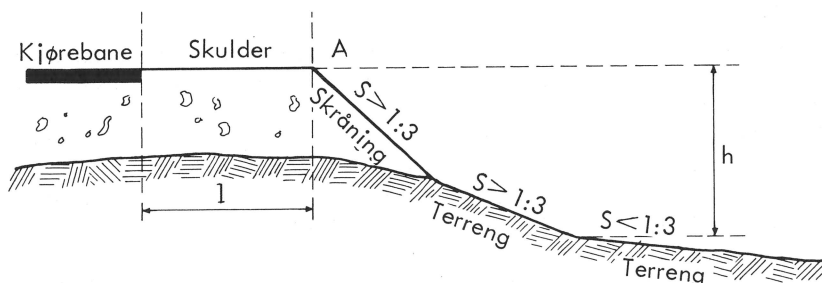
Avgjørende for hvorvidt vegrekkverk bør settes opp, er den dimensjonerende horisontale avstand fra kjørebane-kanten (evt. kantlinjen) til det faremoment vegrekkverket skal beskytte trafikantene mot. For skråninger og vertikale fall er også dimensjonerende høyde avgjørende. Dimensjonerende avstand og høyde må beregnes særskilt, som vist nedenfor.

Dimensjonerende skråningshøyde h regnes som høydeforskjell mellom kjørebane-kant og nedenforliggende ufarlig terreng som er slakere enn 1:3. Som ufarlig terreng regnes areal med jevn overflate, uten større trær, stubber, steiner eller udeformerbare gjenstander innenfor dimensjonerende avstand l . Mindre partier med skråning slakere enn 1:3 kommer i fradrag i h .

Dimensjonerende horisontal avstand l til et faremoment er avgjørende for hvor stor sannsynlighet det vil være for at et kjøretøy som kjører av vegen vil treffe et faremoment utenfor kjørebanen.

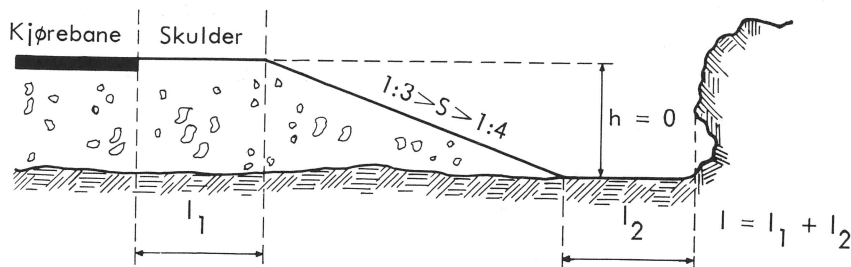
Hellinger på 1:4 eller slakere regnes i denne sammenheng som horisontale og inngår i l .

En skråning med fall brattere enn 1:3 gir stor fare for velt. I figur 102.1a er et eksempel på slik skråningsutforming vist. Faremomentet rekkverket skal beskytte trafikantene mot, ligger da ved A.



Figur 102.1a Eksempel på fastsettelse av dimensjonerende skråningshøyde (h) og dimensjonerende horisontal avstand (l) når skråningen er 1:3 eller brattere.

Har skråningen et fall brattere enn 1:4, men slakere enn 1:3, vil det være vanskelig eller umulig for føreren å gjenvinne kontrollen over kjøretøyet, dvs. skråningen gir tvungen føring. En slik skråning krever kun rekkverk når det står andre faremomenter på skråningen eller i nærheten av denne, som vist i figur 102.1b.



Figur 102.1b Eksempel på fastsettelse av dimensjonerende skråningshøyde (h) og dimensjonerende horisontal avstand (l).

Rekkverk settes kun opp når den dimensjonerende horisontale avstand til faremomentet er mindre enn de verdier som er gitt i figur 102.2. Avstanden varierer her med fartsgrensen (km/h) og trafikkmengden (ÅDT). Hvis kjørefarten er vesentlig lavere enn fartsgrensen kan kjørefarten benyttes.

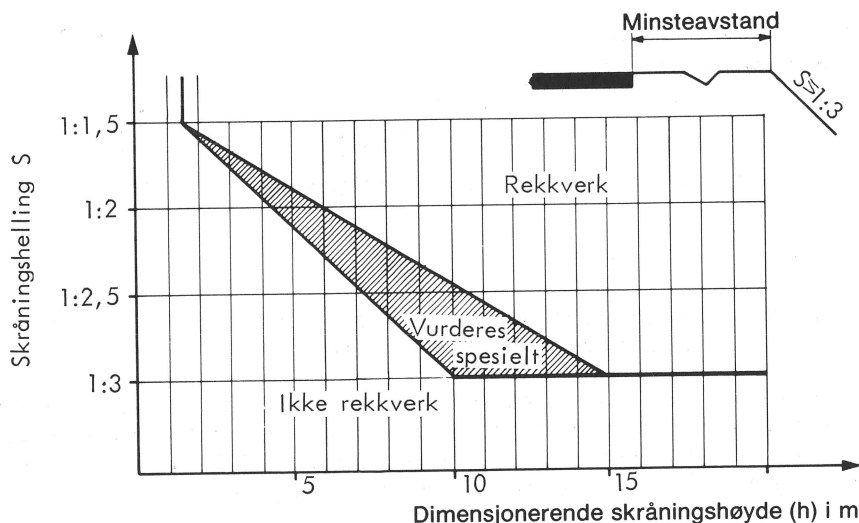
ÅDT	Vegklasse	Horisontal avstand til hinder (m)			
		50 km/h og lavere	60 km/h	70 og 80 km/h	90 km/h
Under – 300	III	2	2	3	–
300 – 1500	Ile	2	3	3	–
1500 – 4000	IId	3	3	4	–
4000 – 8000	IIc	3	4	4	5
8000 – 12000	IIb	4	4	5	6
12000 – 25000	Ia, Ib	4	5	5	6
Over 25000		5	5	6	6

Figur 102.2 Minste horisontale avstand (l) til hinder der rekkverk ikke er påkrevd ved fartsgrense 50–90 km/h.

Vertikale fall og skråninger

Vegrekkverk er aktuelt ved vertikale fall og på skråninger med fall lik 1:3 eller brattere. Rekkverk settes kun opp når avstanden mellom kjørebane kant og skråningstopp er mindre enn som vist i figur 102.2. Minsteavstanden økes med 2 m på steder der horisontalradius $R \leq 1,5 R_{\min}$, og ellers der risikoen for utforkjøring er stor. I tillegg kommer de krav til skråningshøyde (h) som er gitt i figur 102.3.

10. VEGUTSTYR



Figur 102.3 Rekkverkbehovets avhengighet av skråningshell (s) og -høyde (h).

I det skraverte området må rekkverksbehovet vurderes spesielt. Faktorer av interesse er kjørefart, trafikkmengde, type masser som ligger under skråningen, om skråningen er lagt opp av store steiner e. l. og klimaforhold.

Der skråningen er brattere enn 1:1,5, må den høyde som krever rekkverk vurderes spesielt. Ofte vil murer som er en meter høye kunne kreve rekkverk.

Skjæringer

Jordskjæring er normalt ikke farligere enn vegrekkverk. *Fjellskjæring* med utstikkende partier 0,5 m eller mer, vil forårsake sterke retardasjoner ved en påkjørsel. Her skal normalt de utstikkende partier sprenge bort. Dersom dette er kostbart, kan rekkverk settes opp på veger bygget etter klasse I, IIb og IIc, når dimensjonerende avstand er mindre enn som vist i figur 102.2. Minsteavstand økes med 2 m på steder der $R \leq 1,5 R_{\min}$ og ellers der risikoen for utforkjøring er stor.

Grøfter

Grøfter i jord regnes normalt som mindre farlige enn et vegrekkverk. Dype og sterkt skrånende grøfter kan imidlertid være farligere enn vegrekkverk. Dersom det i eller over grøften er gjenstander eller annet som vil virke sterkt retarderende på et kjøretøy, f. eks. betongrør, bruer, stolper, større steiner etc., vil rekkverk kunne være berettiget etter kravene for helt udeformerbare gjenstander.

Grøfter i fjell, der fjellskjæringen utgjør grøftens bakkant, behandles som under skjæringer

Vann ved fyllingsfoten

Vann regnes som farlig dersom kjøretøyet uten å velte vil kunne havne på et dyp som overstiger 1,0 m der bilen kan falle ned (eller dybde 0,5 m der det er fare for velt). Dersom hellingen er 1:3 eller brattere, er det fare for velt. Elver med sterk strøm, som vil kunne føre kjøretøyet eller passasjerer med seg, vil også kunne betinge vegrekkverk. Rekkverk settes kun opp når den dimensjonerende horisontale avstand l mellom vannet og kjørebane-kanten, slik den er angitt målt på side 228 er mindre enn som vist i figur 102.2. Minsteavstand økes med 2 m på steder der horisontalradius $R \leq 1,5 R_{\min}$ og ellers der risikoen for utforkjøring er stor.

Udeformerbare og delvis deformerbare gjenstander

Udeformerbare og delvis deformerbare gjenstander kan inndeles i to kategorier:

- de som normalt krever rekkverk og de som krever rekkverk i spesielle tilfeller.

Følgende udeformerbare gjenstander krever normalt rekkverk, dersom avstanden (l) slik den er angitt målt under punkt 102.2 side 228 (figur 102.1a og b) er mindre enn angitt i figur 102.2.

- brupillarer
- landkar
- vingemurer
- støyskjermer med utstikkende partier
- store fagverksstoler (høyspent etc.)
- portalfot/tunnelmunninger

Ved delvis deformerbare gjenstander kan det settes opp rekkverk dersom gjenstandene står slik plassert at de kan være særlig utsatt for påkjørsel, selv der rekkverk etter figur 102.2 ikke er berettiget. Dette kan være overraskende eller spesielt skarpe kurver ($R \leq 1,5 R_{\min}$), steder med klimatiske forhold som kan skape overraskende glatt veg etc. Der det er mulig, bør gjenstandene fjernes innen et belte langs vegen som gitt i figur 102.2, eller erstattes med mindre farlige gjenstander, f. eks. ettergivende lysmaster.

Følgende gjenstander krever rekkverk i spesielle tilfeller:

- store eller jordfaste steiner med høyde over 200 mm, og en form som vil kunne stoppe et kjøretøy brått.
- fundamenter for lyktstolper og skilt med høyde over 200 mm.
- stubber med høyde over 200 mm.
- trær og trestolper med diameter over 150 mm målt 200 mm over bakken, og stålrørstolper med diameter over 100 mm.

Midtdelere

Dersom det befinner seg udeformerbare gjenstander på midtdeleren, skal rekkverket settes opp etter samme krav som i figur 102.2.

10. VEGUTSTYR

På smale midtdelere kan rekkverk være aktuelt for å hindre kjøretøy i å komme over i kjørebane med motsatt rettet trafikk. Risikoen for å krysse midtde-
leren er avhengig av midtdelerens bredde, tverrfall og av trafikkmengde.

Rekkverk settes opp når dimensjonerende avstand til kjørebanekanten for
motsatt rettet trafikk, som målt på figur 102.1, er mindre enn 6 m når fartsgrensen
er 70 km/h eller høyere, og når avstanden er under 4 m når fartsgrensen er 60
km/h eller lavere.

Andre rekkverksbehov

Vegrekkverk kan også settes opp for å skjerme andre trafikkareal mot utforkjø-
rende kjøretøyer, f. eks. ved gang- og sykkelveger, eller for å hindre kjøretøy i å
kollidere med jernbane og forstadsbane. På steder hvor det kan medføre spesielle
farer ved utbøying av rekkverket, bør det anvendes betongrekkverk eller et sti-
vere rekkverk enn de øvrige som er gitt i figur 102.4.

Der bruerekkverk går over til vanlig rekkverk, trengs spesiell overgangssone.
Dette blir beskrevet i Bruhåndboka. (Håndbok—001)

102.3 REKKVERKSTYPER

Et vegrekkverk karakteriseres av den utbøying det gir ved en påkjørsel. Et stål-
rekkverk vil normalt gi mindre skade på personer og kjøretøy jo større utbøying
det gir.

Ved valg av rekkverstyper må det tas hensyn til følgende forhold:

- tilgjengelig rom for utbøying mellom rekkverk og faremoment (utbøyingsrom).
- fartsgrensen på stedet (evt. kjørefarten).

Der det er mulig bør rekkverk som gir stor utbøying brukes.

Rekkverket kan være enkelt eller tosidig etter behov. De aktuelle rekkverks-
typer er gitt i figur 102.4. Høyden fra kjørebanen til overkant av skinnen skal
normalt være 0,75 m (gjelder stålrekkverk).

Betongrekkverk skal være utformet med New Jersey eller annen godkjent
profil som har vist seg å være tilfredsstillende. Der fartsgrensen er 60 km/h eller
lavere, skal høyden minst være 0,65 m. Der fartsgrensen er høyere, skal høyden
minst være 0,8 m. Betongrekkverk brukes der det er lite utbøyingsrom på smale
midtdelere, foran råsprengte fjellvegger; som nedre del av forstøtningsmur, på
forstøtningsmur eller langs strekninger med liten plass til rekkverk. Betongrekk-
verket reduserer sikten og bør ikke brukes ved avkjørsler.

Rekkverk med firkantør har normalt en høyde på 0,75 m og brukes der det
er lite rom til rekkverk, f. eks. på smale midtdelere.

Rekkverk mot gang- og sykkelveger

Vegrekkverk kan brukes som skille mellom motortrafikk og gang- og sykkeltra-
fikk, f. eks. der det ikke er mulig å etablere en tilstrekkelig bred trafikdeler mel-
lom en gang- og sykkelveg og bilvegen. Kriteriene for når vegrekkverk skal brukes
mellom kjøreveg og gang-/sykkelveg er gitt i Gatenormalene (Håndbok 019).

10. VEGUTSTYR

De anbefalte typer i figur 102.4 er da anvendbare, med visse modifikasjoner. Betongrekkverk kan uten videre benyttes.

For gang- og sykkeltrafikken vil rekkverkstolpene være et problem. Sykkelpedalen vil lett komme inn i stolpen, og for gående vil stål Stolpenes skarpe kanter kunne skade fotgjengeren, klær, vesker etc. Det bør derfor monteres en rekkverksskinne, plank e.l. mot de gående og syklende som beskyttelse.

Rekkverk med firkanttrør kan også benyttes, men en forutsetning er da at profilen er minst 25 mm bredere enn stolpene på hver side.

Frittstående gjerde skal være ca. 1,1 m høyt. Der de gående ikke skal kunne forsure rekkverket, bør det utstyres med nettinggjerde eller lignende, slik at høyden over rekkverket blir ca. 1,0 m. Enklere rekkverkstyper kan benyttes der formålet er å hindre gående og syklende i å komme ut på kjørebane.

102.4 PLASSERING OG LENGDE

Plassering

Et vegrekkverk skal normalt plasseres minst 0,5 m fra kjørebane kanten. Enkelt-sidig vegrekkverk på vegens ytterside plasseres slik at vegrekkverkets forkant flukter med eller kommer utenfor skulderens ytterkant. I spesielle tilfeller kan rekkverket plasseres nærmere enn de angitte 0,5 m, f. eks. for å oppnå tilstrekkelig innspenning av rekkverkstolpen på en fylling.

Det skal være minst 0,4 m fra bakkant stolpe til skråningskanten der denne er 1:3 eller brattere. Der denne avstanden av praktiske årsaker må være mindre, må rekkverket avstives.

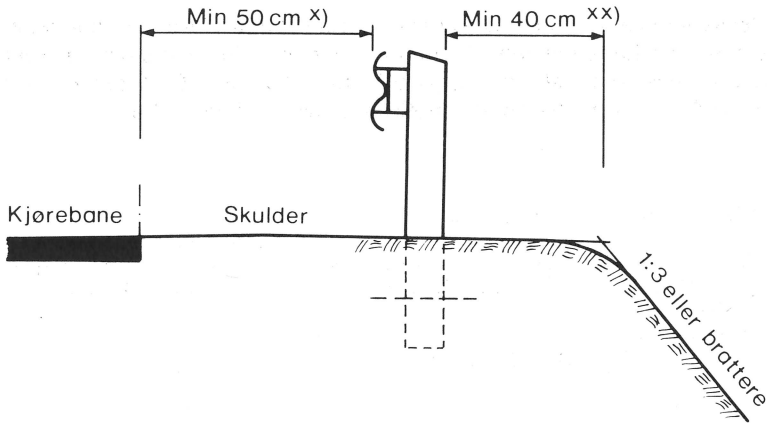
Nødvendig utbøyingssrom, dvs. avstand mellom rekkverk og faremoment, er avhengig av rekkverktypen, som vist i figur 102.4.

Høy kantstein foran vegrekkverket bør unngås fordi det kan forårsake at kjøretøyet kastes opp i og over rekkverket.

Dobbelsidig rekkverk i midtdelere plasseres normalt sentrisk. Unntak kan gjøres dersom sentrisk plassering medfører omfattende flytting av kabler, drensledninger etc. Det må påsees at avstanden fra rekkverket til kanten av nærmeste kjørebane med motsatt rettet trafikk ikke er mindre enn kravet til utbøyingssrom tilsier.

På skrå midtdelere med høydeforskjell over 0,3 m mellom de motsatt rettede kjørebane, skal et midtplassert, dobbelt rekkverk enten deles i to enkle, eller det dobbelte føres opp mot den høyeste plasserte kjørebane, som vist i figur 102.6.

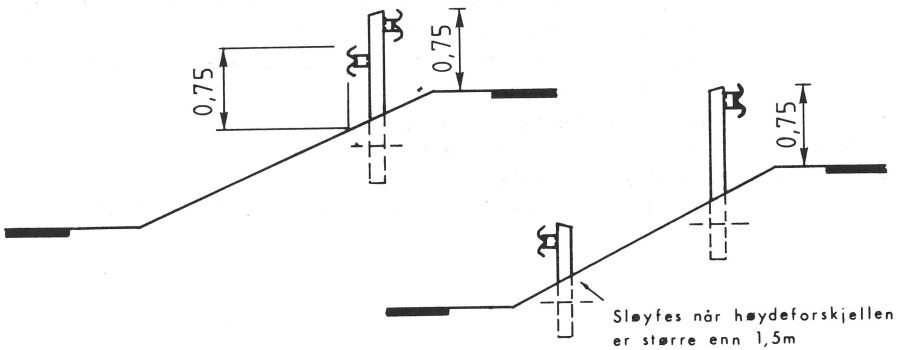
Ved hindringer i midtdelere, som brupillarar, farlige master og stolper etc, skal dobbelt midtdelerrekkverk splittes opp i to enkle vegrekkverk. Kravene til nødvendig utbøyingssrom er her meget viktige. Når det i en smal midtdeler er plassert skiltstolper, lysmaster eller andre delvis deformerbare gjenstander, kan dobbelt midtdelerrekkverk med utblokkning anvendes, slik at hinderet kommer mellom rekkverksskinnene. En forutsetning er at fartsgrensen ikke overstiger 70 km/h, samt at avstanden mellom rekkverkstolpene reduseres på begge sider av hinderet, som vist i figur 102.7. Ellers må det settes opp en betongkonstruksjon eller stivt rekkverk med ubetydelig utbøying.



*) Avstanden bør økes der kostnadene ikke blir for store.

**) Kan reduseres dersom stolpene gjøres lengre eller plasseres tettere

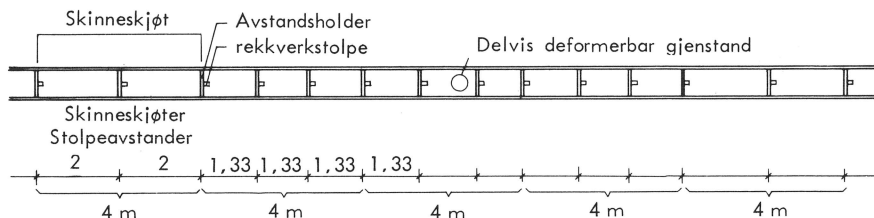
Figur102.5 Plassering av rekkverk på skråning



Figur 102.6 Rekkverk på midtdeler med høydeforskjell $h > 0,3$ m mellom kjørebane-kantene.

10. VEGUTSTYR

Rekkverk skal normalt plasseres i konstant avstand fra kjørebaneanten. Når rekkverket må føres i en vinkel med kjørebanen, f.eks. ved deling av rekkverket, anvendes maksimalt et utsvingsforhold på 1:10, dvs. 6° . Slakere utsvingning, f. eks. 1:20 (3°), er imidlertid av estetiske årsaker å foretrekke.

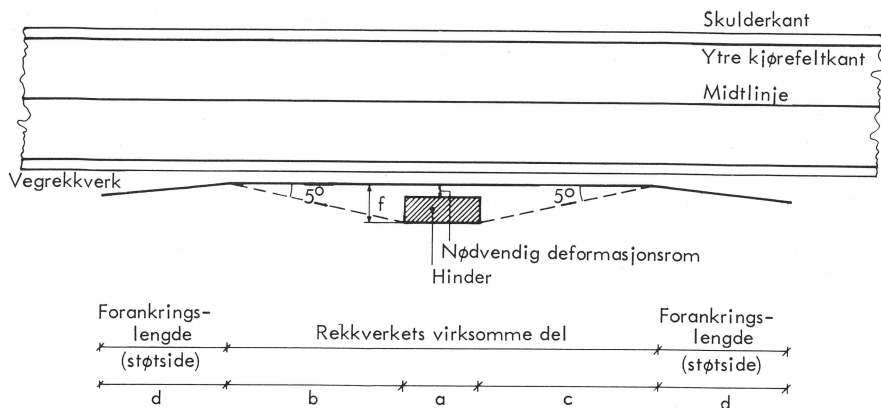


Figur 102.7 Forsterking av dobbelt rekkverk ved delvis deformerbar gjenstand

Forlengelse av rekkverk

For å kunne fungere over hele sin lengde, er det nødvendig å forlenge rekkverket, dels for at kjøretøyet som forlater vegen i en viss vinkel (5°) ikke skal treffe hinderet og dels for å forankre rekkverket. Dette er vist i figur 102.8 hvor følgende symboler er brukt:

- a = Hinderets lengde målt parallelt med kjørebanen.
- b, c = Lengde av rekkverk som skjermer mot kjøretøyer som forlater kjørebanen i en viss vinkel, normalt ca. 5° . $C = b$ på enfelts veger, $c = \frac{1}{2}b$ på tofelts veger, $c = 0$ på firefelts veger og veger med ensrettet trafikk.
- d = Forankringslengde (normalt 12 m).
- $a + b + c$ = Rekkverkets virksomme del.
- $a + b + c + 2d$ = Rekkverkets samlede lengde.
- f = Avstand fra rekkverkets innerkant til hinderets ytterkant.



Figur 102.8 Rekkverkets samlede lengde

Nødvendig forlengelse av rekkverket beregnes på to måter til bruk når

- rekkverket er satt opp for å skjerme mot faremoment og kravene i figur 102.2 er oppfylt. Forlengelsen b (m) er da gitt som $b = 10 f$
- rekkverket er satt opp for å skjerme mot farlig skråning og kravene i figur 102.3 er oppfylt. I dette tilfelle beregnes forlengelsen etter figur 102.9.

Skråningshelling	Forlengelse b (m)
1 : 1,5 eller brattere	10
1 : 2	30
1 : 2,5	50
1 : 3	60

Figur 102.9 Rekkverksforlengelse ved skråning.

Forlengelse av rekkverk kan være nødvendig for å skjerme grøfter, jordvoller m. v. som i seg selv ikke krever rekkverk, men som vil kunne føre til at kjøretøyer som kjører utfor vegen blir ledet mot rekkverksbetingende hindere.

En ekstra forlengelse er også nødvendig når avstanden fra ytterkant vegrekkverk til skråningstopp er større enn 1 m. En forlengelse på ca. 20 m vil da hindre kjøretøy i å komme inn bak rekkverket.

Dersom avstanden mellom to rekkverkseksjoners virksomme deler ($a+b+c$, figur 102.8) er mindre enn 50 m, bør rekkverket også settes opp på det mellom-

10. VEGUTSTYR

liggende felt. Dette rekkverket kan være av en mykere type enn de tilstøtende rekkverk, avhengig av tilgjengelig utbøyningsrom på stedet.

102.5 FORANKRING AV REKKVERK

Et vegrekkverk må forankres. Forankringen utgjør et tillegg til den nødvendige rekkverklengde (se pkt. 102.4), og gis en spesiell utforming.

Følgende prinsipper for utformingen av rekkverkets forankring anvendes:

- a) Rekkverkets endepunkter føres vekk fra vegkanten, og nedsenkes over en strekning på minst 12 m, og helst til en avstand på minst 1 m bak monteringslinjen.
- b) Rekkverkets endepunkter føres i sin opprinnelige høyde til forankring i jordskråninger, bergvegger, betongkonstruksjoner etc.

Forankring av rekkverk og utforming av katastrofeåpninger og driftsavkjørsler er beskrevet mer detaljert i vegnormalenes del om «Vegbygging» (Håndbok 018), kapittel 9.

11. VEGLYS

110.	Generelt	241
.1	Veglysets funksjon	241
.2	Synsfelt og synsforhold	241
.3	Blending	242
.4	Visuell føring	243
111.	Lysanleggets hovedelementer	244
.1	Lyskilder	244
.2	Armaturer	244
.3	Vegdekker	245
112.	Kvalitetskrav	247
.1	Generelle krav	247
.2	Luminansberegning og -måling	247
113.	Armaturoplassering	249
.1	Lysinstallasjonenes geometri	249
.2	Armaturoplassering	250
Ensidig plassering	250	
Midtplassering	250	
Sik-sak-plassering	251	
To-sidig plassering	251	
Flerfelts veg med midtdeler	251	
Armaturoplassering i spesialtilfeller	252	
.3	Ettergivende master	253
Avskjæringsmaster	254	
Deformasjonsmaster	255	
Valg av mastetype	256	
Flytting av master	256	
.4	Overgang belyst-ubelyst veg	256
114.	Spesielle lysanlegg	258
.1	Gang- og sykkelveger	258
Generelt	258	
Lystekniske krav	258	
Armatur	258	
.2	Gangfeltbelysning	259
Forsterket belysning	259	
Intensivbelysning	259	
		239

11. VEGLYS

.3 Vegkryss	261
.4 Tunnelbelysning	263
Generelt	263
Inngangssonen	266
Overgangssoner	266
Indre sone	267
Flimmereffekt	267
.5 Trafikkskilt	267
Generelt	267
Behov for skiltbelysning	268
Luminansnivå og luminansjevnhet	269
Belysningsarmatur	269
Plassering av skilt på belyste veger	270

11. VEGLYS

110. Generelt

110.1 VEGLYSETS FUNKSJON

Anlegg av veglys er i første rekke motivert ut fra hensynet til sikkerhet og trivsel og for at vegens linjeføring og nære omgivelser skal være lettere å oppfatte etter mørkets frambrudd. Veglyset bidrar til å opprettholde trafikkavviklingen i mørke og bedrer trafikantenes synskomfort. De kjørende må kunne se andre trafikanter som ferdes på vegen og farlige gjenstander på vegbanen. De gående må kunne se fortauets begrensninger, kjøretøyer og eventuelle gjenstander på gangbanen.

Foruten at veglyset har betydning for sikkerhet og trafikkavvikling, har det også betydning for de estetiske forhold i trafikkmiljøet. Det må legges spesiell vekt på å oppnå god visuell føring også etter mørkets frembrudd. Samtidig må det unngås at lysanleggene virker skjemmede eller for dominerende i dagslys.

110.2 SYNSFELT OG SYNSFORHOLD

De kjørendes synsfelt omfatter:

- kjørebanen
- vegens nærmeste omgivelser, inklusive fortau, gang- og sykkelveger, sideveger, skilte, vegoppmerking og trafikksignaler
- horisonten, også omfattende armaturene

Alle mulig hindre må tre klart frem i synsfeltet. Luminansen og kontrasten i synsfeltet virker inn på nøyaktighet og raskhet i synsoppfattelsen. Det er derfor nødvendig å forstå betydningen av tilfredsstillende luminansforskjeller. Både vegbanens, omgivelsenes og armaturenes luminans må vurderes når lysanlegg skal prosjekteres.

Veglyset skal gi tilfredsstillende synsforhold for kjørende og gående. Som regel vil hensynet til de kjørendes muligheter til å se bli bestemmende for lysanleggenes dimensjonering.

Synsforholdene er direkte avhengig av kontrastene i synsfeltet. Gode synsforhold for bilførere krever god kontrast mellom:

- vegbanen og alle gjenstander som fremhever dens begrensning,
- enhver gjenstand på vegbanen og dens umiddelbare nærhet og den bakgrunn gjenstanden sees mot.

11. VEGLYS

Flater som danner bakgrunn for gjenstander som skal sees, bør ha så høy og jevn luminans at de gir god kontrast. Normalt bør alle faktorer som bidrar til å øke kontrasten utnyttes.

På åpne strekninger eller der hvor omgivelsesluminansen er utilstrekkelig kommer bare vegbaneluminansen i betraktning. I bebyggede områder spiller fasedeluminanser en stor rolle, likeså beplantning, om slik finnes.

Gjenstander som er eller kan bli farlige må kunne bli sett i en avstand som minst tilsvarer stoppsikt for den kjørefart vegen er dimensjonert for. Synsforholdene skal være så gode at gjenstanden kan bli oppfattet i bilførerens synsfelt. Er vegbanen fri, skal den kjørende i kunstig lys kunne være sikker på at dette er tilfelle. Normalt skal en vegstrekning være ensartet belyst, men ved farlige punkter langs veglinjen kan det være påkrevet med spesiell belysning for å skjerpe trafikantenes oppmerksomhet. Dette gjelder særlig ved gangfelt, viktige og uoversiktlige kryss o. l.

Når det brukes stasjonært veglys, skal retningsvisere og trafikkøyer være klart synlig og om nødvendig markeres med skilt, spesielt av hensyn til vinterforhold. De kan om nødvendig særbelyses. Dersom særbelysning nyttes, skal den ikke virke blendende. Særbelysningens styrke må avpasses etter og harmonere med det generelle luminansnivå på vegen (se pkt. 114). På veger med monokromatisk lys er det nødvendig å vurdere behovet for særbelysning av trafikkskilt dersom disse er slik plassert at de ikke belyses av billyset i tilstrekkelig avstand.

Vegbanens luminans skal være så jevn at gjentagende mørke og lyse felter på vegbanen mest mulig unngås. Flekkbelysning gjør det vanskelig å oppfatte og identifisere objekter tilstrekkelig godt i de mørke områder. Nødvendigheten av kontinuerlig lys er større i bilførerens synsretning, dvs. i trafikkretningen, enn på tvers av denne. Jevnt lys på tvers av vegen gjør det imidlertid lettere å oppfatte mulige hindringer og må derfor søkes oppnådd. I figur 112.1 er det angitt krav til lysets jevnhet.

Det må videre påses at løvverk nær armaturene ikke gir skygge på vegen.

110.3 BLENDING

Det må sørges for at de kjørende ikke får så anstrengende synsforhold at det resulterer i synstretthet etter en tids forløp. Gunstige synsforhold oppnås ved høyt luminansnivå og liten *blending*. Det må også være kontinuitet i synsintrykkene både fra stillestående og bevegelige observatører.

Blending fra veglyset avhenger i første rekke av det lys armaturene retter mot øyet. Det er derfor angitt bestemte begrensninger for armaturenes lysstyrker i retninger omkring horisontalplanet, jfr. figur 111.1.

For en armatur med en gitt lysfordeling, har en følgende forhold:

- a) Blendingen blir mindre dersom den lysende flates tilsynelatende areal blir større og lysstyrken er den samme. Blendingen blir også mindre dersom den lysende flate blir observert lengre ut i synsfeltet.

- b) Blendingen reduseres dersom armaturens bakgrunn blir lysere. Med bakgrunn menes her ikke bare armaturens umiddelbare omgivelser, men hele synsfeltet, altså vegbanen, dens omgivelser og mulige fasader. Kravet om begrensninger av armaturenes lysstyrker kan lempes dersom vegbaneluminansen øker, eller om det finnes tilstrekkelig belyste fasader som danner bakgrunn for armaturene.

Dersom mange armaturer ligger innenfor synsfeltet, blir den totale blendingen summen av hver enkelt armaturs blending. Ved en gitt blendingsgrad kan tillatt lysfordeling for armaturene henføres til den belysningsklasse som er anbefalt, jfr. figur 112.1.

Blending kan også forårsakes av andre faktorer enn armaturene, f. eks. store flater med høy refleksjonsfaktor, speilende flater, sterkt opplyste butikkvinduer, lysreklamer, belyste idrettsanlegg. Spesielt synsirriterende blir blendingen dersom trafikantens synsfelt forøvrig er hovedsaklig mørkt. Slikt lys kan forlanges skjermet eller fjernet.

110.4 VISUELL FØRING

Med visuell føring menes alle de forhold som gir trafikantene et korrekt, hurtig og orienterende bilde av vegens forløp så langt foran kjøretøyet at synsvidden tilfredsstiller den fart vegen er bygget for. Både i mørke og i dagslys vil en vegs lysanlegg kunne være et viktig ledd i den visuelle føring. Både armaturer og master vil, når de er riktig plassert, kunne gi trafikantene orientering om veglinjens forløp før eventuelle anvisninger som måtte finnes langs vegbanen. Retningsanvisningen kan forsterkes på forskjellige måter, f. eks. med lysets farge. Dette er av primær betydning for veger med hurtig og stor trafikk og hvor vegen er slik trasert at kjørebane og lysinstallasjonen helt dominerer synsfeltet.

111. Lysanleggenes hovedelementer

111.1 LYSKILDER

De vanlige lyskilder som anvendes i offentlige veglys er følgende:

- høytrykk natriumlamper
- lavtrykk natriumlamper
- kvikksølvlamper
- metall-halogen lamper
- lysrør

Blandingslys-lamper nyttes i enkelte tilfeller for modernisering av eksisterende glødelampeinstallasjoner. Derved oppnås på en enkel måte et høyere belyningsnivå.

Utladningslamper nyttes nå vanligvis for veglysanlegg. Slike lamper har høyere lysutbytte og lengre levetid enn glødelamper og blandingslys-lamper. Klimatiske forhold, kostnader, vegtype, estetikk og energiforbruk avgjør vanligvis hvilken lampetype som skal nyttes. Lavtrykk natriumlamper gir et monokromatisk lys og alle farger innenfor det belyste området fortoner seg derfor som nyanser av gulbrunt. Lysutbyttet fra denne type lyskilde er imidlertid høyest, og lyskilden er egnet utenfor tettsteder og på hovedveger. Høytrykk natriumlamper gir et noe lavere lysutbytte, men har en bedre fargegjengivelse. Det konsentrerte lyslegemet (ved klarglassutførelsen) gir særlig gode muligheter til dirigering av lyset ved hjelp av reflektorer.

111.2 ARMATURER

Armaturene skal dirigere lysfluksen fra lyskildene og dessuten beskytte lyskildene mot ytre påvirkninger.

Armaturenes lysfordeling, spesielt den del som er rettet mot synsretningen er av vesentlig betydning for lysanleggets kvalitet. I overensstemmelse med akseptabel blendingsgrad inndeles armaturene i følgende to hovedtyper:

- avskjermede armaturer
- delavskjermede armaturer

Armaturtypene defineres i figur 111.1. Bruksområdet er angitt i figur 112.1.

Av hensyn til en god utnyttelse av vegdekkets refleksjonsegenskaper anbefales at retningen for maksimal lysstyrke vanligvis ikke er mindre enn 50° med normalen på vegbanen. Av hensyn til blendingsforholdene bør ikke retningen for maksimal lysstyrke være større enn 70° med normalen på vegbanen.

111. Lysanleggenes hovedelementer

Armaturtype	Maksimal lysstyrke i retning langs vegen	
	80° med normalen på vegbanen	90° med normalen på vegbanen
Avskjermede	10 cd/1000 lm høyst 500 cd	30 cd/1000 lm høyst 1500 cd
Delavskjermede	50 cd/1000 lm høyst 1000 cd	100 cd/1500 lm høyst 2000 cd

Figur 111.1 Armaturers maksimale tillatte lysstyrke.

Hensyn til lysfordeling og estetikk fører ofte til at armaturer på master monteres i en viss vinkel med vegbanen. I bestemte situasjoner (f. eks. ved kjørebaneer i flere plan, svinger, rundkjøringer etc.) kan en overdreven skråstilling resultere i utforutsett blanding. Skråstillingen bør derfor vanligvis ikke være større enn 15°.

111.3 VEGDEKKER

Refleksjonsegenskapene for vegdekker varierer meget. De faktorer som forårsaker dette er

- dekketype (grus, oljegrus, asfalt, betong)
- utførelse og sammensetning
- grad av slitasje
- grad av fuktighet
- tilsmussing

Refleksjonsegenskapene har direkte betydning for både luminansnivå og luminansfordeling. Det er derfor nødvendig å ta hensyn til vegdekkets refleksjonsegenskaper under planlegging av lysanlegg. Tallene i figur 112.1 refererer seg til tørr vegbane. For å oppnå tilfredsstillende lystechniske resultater på våt og fuktig vegbane, bør vegdekket ha en mest mulig grovkornet, ru overflate.

Refleksjonsegenskapene beskrives av tre faktorer; Q0 luminansfaktor, S1 speilingsfaktor 1 og S2 speilingsfaktor 2. Faktorene er definert og beskrevet i CIE-rapport nr. 30 (TC-4,6) 1976 «Calculation and Measurement of Luminance and Illuminance in Road Lighting».

11. VEGLYS

Vegdekkene er klassifisert i en N-serie som vist i oversikten:

N1	–	$Q0 = 0,10$	$S1 = 0,18$	$S2 = 1,30$
	–	Asfaltdekker med minst 15% kunstig lyst tilslag eller minst 30% meget lys naturstein, (f eks anortositt).		
	–	Overflatebehandling med finpukk som dekker minst 80% av overflaten og hvor finpukken for en stor del består av kunstig lyse stener eller av 100% lys anortositt.		
	–	Betongdekker		

N2	–	$Q0 = 0,07$	$S1 = 0,41$	$S2 = 1,48$
	–	Overflatebehandling med grov stuktur og vanlige steinmaterialer.		
	–	Asfaltdekker med 10% til 15% kunstig lyst tilslag.		
	–	Grov asfaltbetong rik på grus (> 60%) og med kornstørrelse opp til og større enn 10 mm.		
	–	Mørtelrik asfalt (avstrødd) i ny tilstand.		

N3	–	$Q0 = 0,07$	$S1 = 0,88$	$S2 = 1,98$
	–	Asfaltbetong med kornstørrelse opp til 10 mm, men ru struktur.		
	–	Overflatebehandling med grov struktur, men slitt.		

N4	–	$Q0 = 0,08$	$S1 = 1,61$	$S2 = 2,84$
	–	Mørtelrik asfalt etter en tids bruk.		
	–	Vegdekker med glatt overflate.		

Figur 111.2 Klassifisering av vegdekker.

112. Kvalitetskrav

112.1 GENERELLE KRAV

I figur 112.1 angis krav til midlere- og minimum luminansnivå og luminansjevnhet for ulike belysningsklasser på vanlige offentlige veger, dersom offentlig belysning skal anvendes. Belysningsklassene i figur 112.1 er knyttet til ulike trafikkmengder på vegen og graden av gangtrafikk. I figuren angis også hvilke armaturtyper som tillates for de ulike belysningsklasser. Det vises i denne forbindelse også til figur 111.1.

Luminansverdien i figur 112.1 er driftsverdier. Det må tas hensyn til lyskildenes aldring og tilsmussing av armaturen. Med et rimelig vedlikehold kan driftsverdiene ligge på om lag $3/4$ av nyverdien. Derfor bør installasjonen som ny ha et luminansnivå $4/3$ ganger de verdier som angis i figur 112.1.

Veglys anlegges når sikkerhetsmessige forhold gjør det ønskelig. Detaljerte kriterier for når veglys skal anlegges, vil bli utgitt av Vegdirektoratet.

112.2 LUMINANSBEREGNING OG -MÅLING

De angitte verdier for midlere luminans refererer seg til en flate som ligger mellom 60 og 160 m foran en bilfører. Midlere luminans (flateluminans) måles for hele denne vegflate, og lokale luminansverdier (punktuminans) måles innenfor flaten. Ved beregning av luminans og jevnhet skal CIE-rapport nr. 30 følges.

Midlere luminans beregnes som middeltallet av et tilstrekkelig antall punktuminanser, minimum 20, jevnt fordelt innen flaten. Hvis luminansmeteret et utstyrt med blender som tilsvarende det perspektive bildet av flaten, kan midlere luminans avleses direkte.

Ved alle luminansmålinger skal instrumentet være plassert i bilførerens observasjonspunkt, dvs. 60 m foran den aktuelle vegflate. Instrumenthøyden skal være 1,5 m.

11. VEGLYS

Vegkategori		Belysnings- klasse	Gang-/sykkel- trafikk	Midlere ¹⁾ (L mid) luminansnivå cd/m ² ²⁾	Luminans- jevnhet L min/L mid	Anbefalt armaturtype ³⁾
Fjern- veger Hoved- veger Samle- veger	ADT > 12000 kjt (Ia, Ib)	A	Stor	2,0	0,4	Avskjermende
		B	Liten eller ingen	1,5	0,4	
	ADT = 4000 kjt 12000 » (IIb, IIc)	B	Stor	1,5	0,4	Avskjermende
		C	Liten eller ingen	1,0		
	ADT < 4000 kjt (IIId, IIe, IIe red., III)	C	Stor	1,0	0,4	Delav- skjermende
		D	Liten eller ingen	0,5		
Atkomstveg(er) i boligområde ⁴⁾ Lokale veger		E	–	Midlere be- lysningsstyrke min 5 lux	–	Avskjermende eller delav- skjermende

1) Angitte verdier er driftsverdier og gjelder tørt vegdekke.
(Nyverdi = 4/3 · driftsverdi)

2) I viktige vegkryss på belyst veg bør luminansnivået økes med
med 0,5–1,0 cd/m². I belyste vegkryss på ubelyst veg bør
verdiene i tabellen benyttes.

3) Se figur 111.1

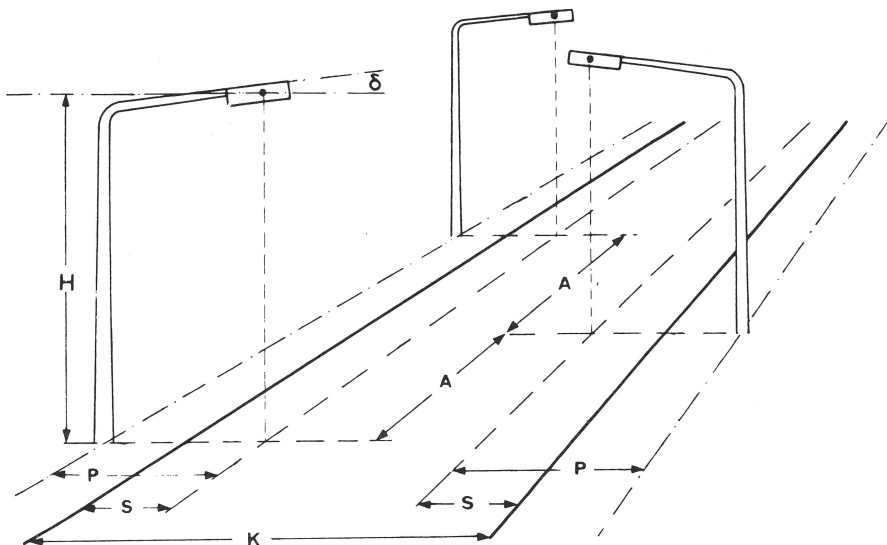
4) I boligområder må det tas hensyn til mastehøyde, lysfarge og
blending.

Figur 112.1 Kjørebanelens luminansnivå og luminansjevnhet og armaturenes av-
skjerming for forskjellige vegkategorier.

113. Armaturplassering

113.1 LYSINSTALLASJONENES GEOMETRI

På figur 113.1 angis karakteristiske dimensjoner som nyttes i forbindelse med veglysanlegg.



Figur 113.1 Karakteristiske dimensjoner som nyttes i forbindelse med veglysanlegg.

Symbolene på figur 113.1 har følgende betydning:

- H = armaturens monteringshøyde
- A = armaturavstand
- S = overheng
- P = utliggerlengde
- K = kjørebanebredde
- δ = armaturens helningsvinkel med horisontalplanet

Monteringshøyden (H) er lyskildens høyde over kjørebanen. Vanlig monteringshøyde er 8—12 meter. Mindre monteringshøyde enn 8 m er uønsket, unntatt i helt spesielle tilfeller, som f. eks. belysning av villagater og gater bekranset med vegetasjon. Større monteringshøyde enn 12 m anbefales ikke for vanlig veglys. For sideplasserte, meget kraftige armaturer kan monteringshøyde over 12 m være aktuelt. Monteringshøyde over 12 m kan være fordelaktig for belysning av større områder og knutepunkter i flere plan.

11. VEGLYS

Armaturavstand (A) er alltid avstanden mellom to påfølgende lysmaster eller to påfølgende armaturer, målt etter linje parallelt med vegens senterlinje. For å oppnå tilstrekkelig langsgående jevnhet, skal armaturavstand og monteringshøyde avpasses til hverandre.

Overhengen (S) bør normalt ikke overskride en fjerdedel av monteringshøyden. Overdrevet overheng kan medføre mørke felt ved vegkant og fortau.

Utliggerlengden (P) er avstanden fra mast til lyspunkt målt horisontalt.

Helningsvinkelen (δ) måles i forhold til horisontalplanet. Helningsvinkel over 15° bør i alminnelighet unngås.

Master bør ikke plasseres nærmere vegkanten enn 3 m (jfr. veglovens § 32).

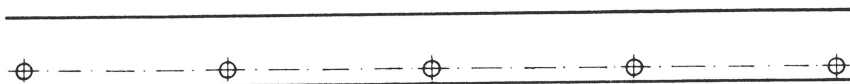
113.2 ARMATURPLASSERING

Vanligvis nyttes én av følgende fire armaturplasseringer:

- ensidig plassering
- midtplassering
- sik-sak-plassering
- i én rekke over midtdeler

Ensidig plassering

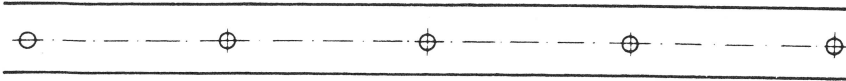
Ensidig plassering bør bare nyttes når kjørebanelen er smalere enn 1,0 ganger armaturens monteringshøyde. Vegbaneluminansen for den motsatte halvdel av vegen blir alltid lavere enn for den nærmeste halvdel. Bruk av overheng kan delvis utjevne dette.



Figur 113.2 Ensidig plassering av armaturer.

Midtplassering

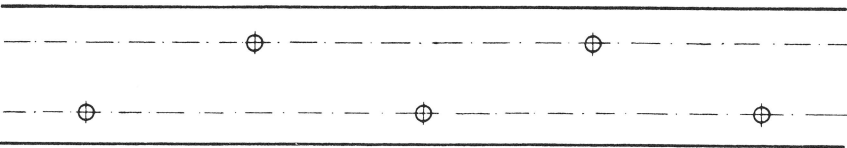
Midtplassering av armaturene resulterer vanligvis i bedre lysforhold på tvers av kjørebanelen enn ensidig plassering. Midtplassering anbefales for bebyggede gater når kjørebanelbredden ikke overskrider armaturenes monteringshøyde. Dersom midtplassering nyttes for bredere veger, vil trafikantenes oppmerksomhet henledes mot midten av gaten. Videre blir luminansene ved kjørebanelkantene mindre, dvs. der trafikkhindringene vanligvis kan forekomme.



Figur 113.3 Midtplassering av armaturer (Wire oppheng)

Sik-sak-plassering

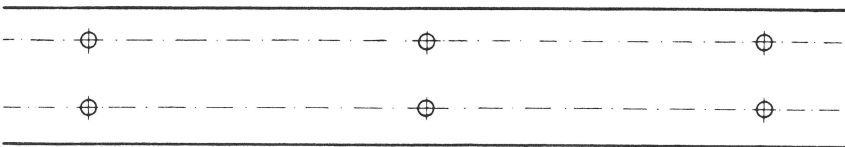
Sik-sak-plassering med armaturene arrangert vekselvis på hver side av vegen kan anvendes når kjørebanebredden er større enn den som anbefales for ensidig eller midtplasserte armaturer. For å tilfredsstille kravene til luminansjevnhet, anbefales sik-sak-plassering bare for kjørebanebredder inntil 1,5 ganger armaturenes monteringshøyde.



Figur 113.4 Sik-sak-plassering av armaturer

To-sidig plassering

To-sidig plassering med armaturene arrangert rett overfor hverandre på hver side av vegen anbefales når kjørebanebredden overskrider 1,5 ganger armaturenes monteringshøyde.



Figur 113.5 To-sidig plassering av armaturer

Flerfelts veger med midtdeler

Plassering av en rekke armaturer opphengt på langsgående wire over midtdeler kan nyttes. Dersom andre armaturplasseringsmåter nyttes, må hver kjørebane vurderes separat, dvs. som veger med trafikk i bare én retning.

Dersom master nyttes i midtdeleren, oppstår vanligvis behov for vegrekkverk, jfr. pkt. 102.

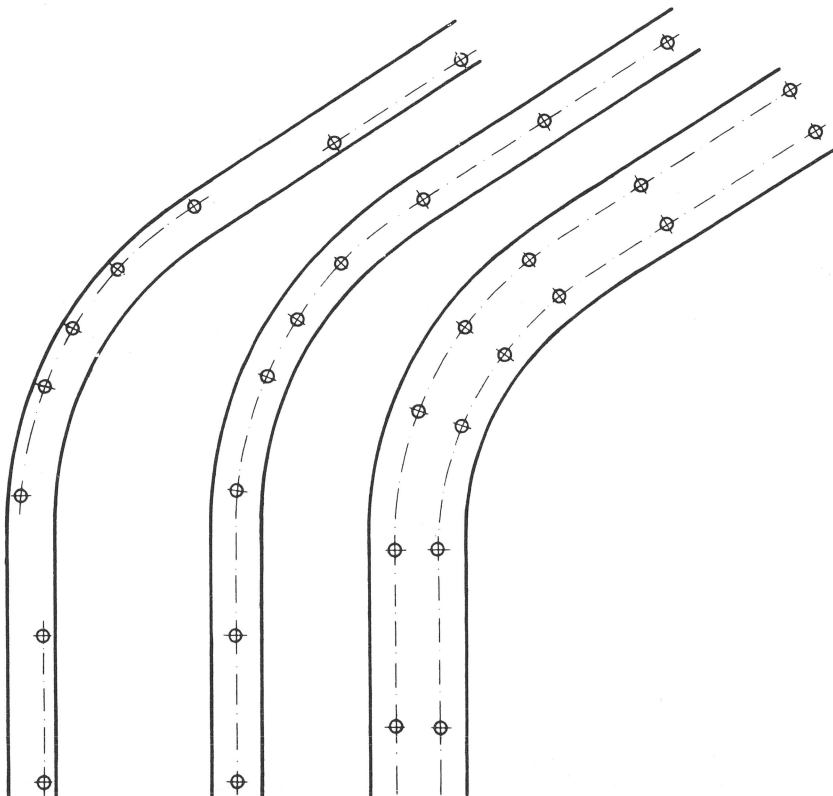


Figur 113.6 Plassering av armaturer i én rekke over midtdeler

Armaturplassering i spesialtilfeller

HORISONTALKURVER

Horisontalkurver med større radius enn 600 m kan lysteknisk betraktes som rette strekninger. I kurver med mindre radius må armaturavstanden justeres i forhold



Figur 113.7 Eksempler på armaturplassering i horisontalkurve.

til plassering på rett strekning, avhengig av armaturens lysfordeling. Dette gjelder uansett hvilken generell armaturplassering som velges. Tillater vegbredden en ensidig armaturplassering, bør armaturene plasseres langs kurvens utside. En slik plassering er ikke bare lysteknisk begrunnet, men vil også resultere i god visuell føring. Sik-sak-plassering i kurver frarådes pga. dårlig visuell føring. Jo krappere kurven er, desto mer nødvendig er det å justere armaturavstanden for å oppnå samme bidrag fra hvert enkelt armatur. Av samme grunn må overhenget reduseres i forhold til overhenget som nyttes på rett strekning. Der det for vegbredder over 1,5 ganger monteringshøyden er valgt tosidig plassering av armaturene, bør overhenget ikke justeres i kurver.

VERTIKALKURVE

For å unngå blending ved bakketopper, må det nyttes dyptstrålende armaturer på begge sider nærmest toppen, og da med redusert armaturavstand for å oppnå tilfredsstillende luminansjevnhet.

For å kunne tilfredsstille luminanskravene der vegen ligger i stigning, må armaturene monteres parallelt med kjørebanelen.

113.3 ETTERGIVENDE MASTER

Dersom fartsgrensen er 60 km/t eller høyere og lysmastene må plasseres innenfor de avstander til kjørebanelikanten som er angitt i figuren nedenfor, bør ettergivende master brukes. Det gjelder imidlertid ikke hvis mastene er beskyttet av vegrekkverk eller dersom trestolper benyttes. Et rimelig alternativ til trestolper og luftledning vil være luftledning på stålstoiler som også kan gjøres ettergivende.

ÅDT	Avstand til lysmast (m) ved fartsgrensene		
	60 km/t	70–80 km/t	90 km/t
Under 300	3	3	–
300 – 4000	4	4	5
4000 – 8000	4	5	6
Over 8000	5	6	7

Figur 113.8 Minste horisontalavstand i meter mellom kjørebanelikant og vanlig lysmast.

På veger med høy trafikkbelastning og høyt fartsnivå, vil det i alle tilfelle være en fordel å benytte ettergivende master.

Av hensyn til vintervedlikeholdet bør ettergivende master ikke plasseres nærmere kjørebanelikanten enn 3 meter.

11. VEGLYS

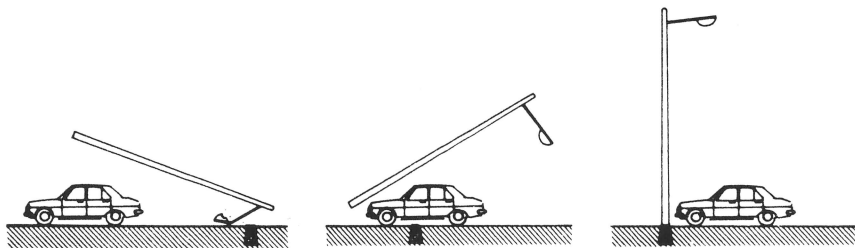
Der det av lystekniske, terrengmessige eller andre grunner er vanskelig å plassere mastene utenfor minsteavstanden angitt i figur 113.8 skal ettergivende master brukes. To typer master regnes som ettergivende:

- a) master med avskjæringsledd og
- b) master som deformeres.

Avskjæringsmaster

Avskjæringsmaster kan enten ha et avskjæringsledd eller mellomledd av sprøtt materiale (støpejern, aluminium etc.). Hele masten kan i seg selv være laget av et sprøtt materiale (glassfiber). Prinsippet er at masten brytes av ved påkjørsel uten at bilens fart reduseres vesentlig.

Ved påkjørsel med høyere fart (over ca. 35 km/t), vil den fallende masten normalt ikke skade den bilen som har forårsaket bruddet. Masten skyves da normalt fremover og oppi luften vekk fra vegbanen, og faller ned etter at kjøretøyet har passert.



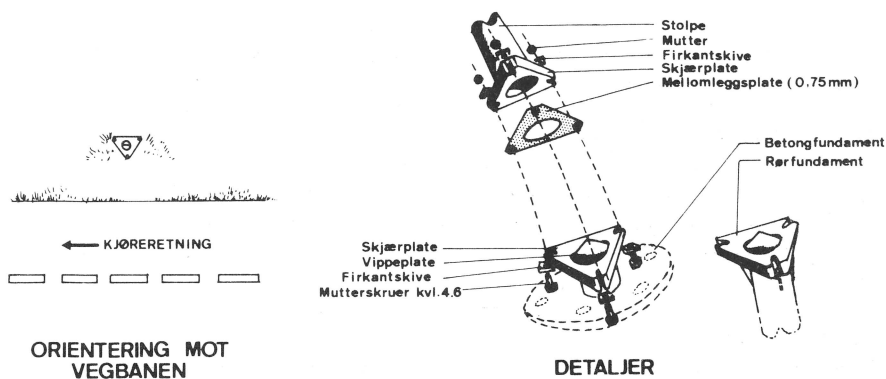
Figur 113.9 Avskjæringsmast

Når masten faller ned, kan den imidlertid skape problemer for gående, syklende, motorsyklister og øvrige kjørende. Av hensyn til den øvrige trafikk bør derfor ikke master med avskjæringsledd benyttes i tettbygd strøk.

For at de skal fungere etter hensikten, bør avskjæringsmastene ikke være høyere enn ca. 12 m og ikke veie mer enn 250—300 kg. Avskjæringsleddet bør ikke stå høyere enn ca. 0,10 m over bakken.

Avskjæringsleddet kan utformes som i figur 113.10, som viser den mest vanlige utforming. En galvanisert plate med tre hull til gjennomgående bolter skal plasseres i leddet. Til leddbolten skal benyttes rektangulære underlagsskiver.

Det må monteres kontaktbryter for den elektriske kabel i foten av masten.



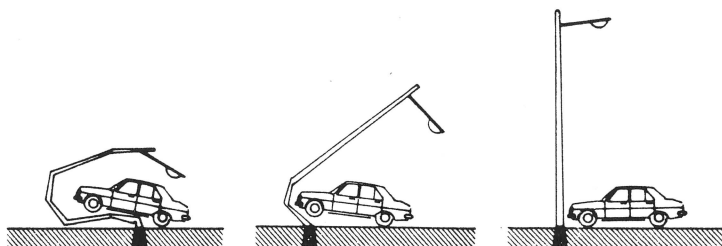
Figur 113.10 Avskjæringsledd for lysmaster.

Deformasjonsmaster

Deformasjonsmaster er konstruert slik at de ved påkjørsel blir «myke» og dermed gir etter noe ved påkjørsel. Derved reduseres retardasjonskreftene på kjøretøyet vesentlig, slik at påkjenningen på fører og passasjer blir mindre. Mastene forblir forankret til fundamentet.

Av deformerbare master er lettvektsmaster (tynt gods og armering), gittermaster og aluminiumsmaster de mest vanlige.

For at mastene ikke skal bli for stive for å kunne virke etter hensikten, bør deformasjonsmasten ikke være høyere enn 12 m over vegbanen.



Figur 113.11 Deformasjonsmast

Disse mastene vil sjelden falle ned på vegen og er derfor også spesielt aktuelle på steder med stor gang- og sykkeltrafikk.

11. VEGLYS

Valg av mastetype

Avskjæringsmaster vil normalt forårsake mindre retardasjoner og derved mindre skader på ulykkeskjøretøyet enn deformasjonsmaster. De bør benyttes på steder der få eller ingen fotgjengere og syklistar ferdes og der det ikke finnes farlige hindere i terrenget bak masten.

Deformasjonsmaster bør benyttes på steder hvor det er å foretrekke at kjøretøyet «fanges opp» og stanses av masten. Dette gjelder bl. a. på steder hvor det ferdes fotgjengere og syklistar, i midtdeler uten rekkverk når det ikke er hensiktsmessig å plassere masten i vegens ytterkant, samt foran fjellskjæringer og andre farlige hindere.

Flytting av master

Av sikkerhetsmessige grunner bør master ikke plasseres nærmere kjørebaneannten enn de avstander som er gitt i fig. 113.8. Der det er økonomisk forsvarlig, bør masten som står nærmere vegen enn angitt i figur 113.8, flyttes eller erstattes med ettergivende master.

Sikkerhetsmessig, vil det være ønskelig å ha master plassert på innsiden i horisontalkurver fremfor på utsiden. Av lystekniske grunner vil det imidlertid ofte være nødvendig med plassering på utsiden (kurveradius under 600 m).

På veger med midtdelere vil én masterekke i midtdeleren sannsynligvis gi bedre optisk føring enn to masterekker, én på hver side av vegen.

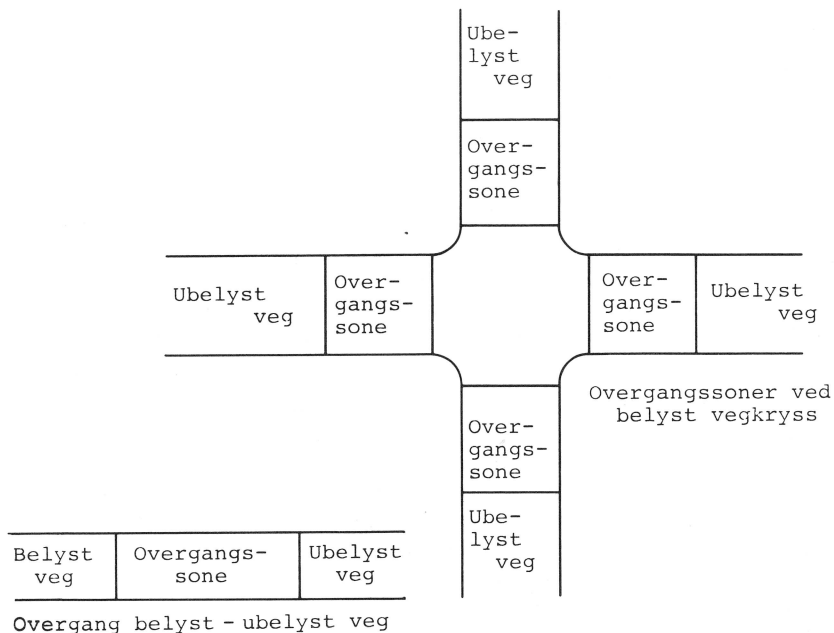
Lysmaster bør aldri plasseres på trafikkøyer eller på andre steder der faren for påkjørsel er stor.

113.4 OVERGANG BELYST — UBELYST VEG

I overganger fra belyst til ubelyst veg må det foretas en gradvis nedtrapping av luminansnivået. Det anbefales å nytte uendret armaturavstand og helst også samme lysfordeling som på den belyste vegstrekning, mens det i armaturene nyttes lyskilder med mindre og mindre lysstrøm. Det er viktig at den nærmeste vegstrekning etter det sted det stasjonære veglys opphører, ikke inneholder trafikkmessig farlige punkter som vegkryss, avkjørsel, sving, bakketopp e. l. Overgangssonenes lengde er avhengig av luminansnivå og dimensjonerende fart.

Dersom det er spesielle steder på en ubelyst veg som av trafiksikkerhetsmessig eller andre grunner ønskes belyst, må reglen om bruk av overgangssone også her komme til anvendelse. Gjelder dette for eksempel et vegkryss, må alle belyste vegarmer i krysset ha sin overgangssone. Figur 113.12 viser eksempler på overganger fra belyste til ubelyste vegstrekninger.

Dersom den innbyrdes avstand mellom to belyste vegstrekninger inkludert overgangssonen er mindre enn 700 meter, bør den mellomliggende vegstrekning også belyses.



Figur 113.12 Eksempler på overgangssoner fra belyst til ubelyst veg.

Der luminansnivået på belyst veg er 1 cd/m^2 eller høyere, må det benyttes overgangssone. Luminansen i overgangssonen skal være 0,3 til $0,4 \text{ cd/m}^2$.

I figur 113.13 angis overgangssonens lengde ved ulike fartsgrenser.

Fartsnivå evt. fartsgrense	Overgangssonens lengde i m ved luminansnivå på belyst veg – cd/m^2
	1,0 cd/m^2 eller større
50 km/h	80
60 km/h	100
70 km/h	120
80 km/h	140
90 km/h	160

Figur 113.13 Overgangssonens lengde ved ulike fartsgrenser.

114. Spesielle lysanlegg

114.1 GANG- OG SYKKELVEGER

Generelt

Eventuell belysning av gang- og sykkelveger må vurderes i hvert enkelt tilfelle. Belysning av gang- og sykkelveger som føres inntil kjørevege, må alltid sees i sammenheng med eventuelt lys for kjørevegen.

Tunneler for gående og syklende, som enten er lange, eller hvor dagslyset ikke slipper igjennom, skal ha belysningsanlegg. Hærverk på lysarmaturer i gangtunneler er et problem og som et alternativ kan lysarmaturer som kaster lys inn i tunnelen plasseres utenfor. Det må påses at slikt lys ikke blander de kjørende.

For belysning av gang- og sykkelveger langs kjøreveger bør følgende prinsipp følges:

Der kjørevegen er belyst, må det sørges for at gang- og sykkelvegen får tilstrekkelig lys, slik at de gående og syklende vil benytte gang- og sykkelvegen. For at gang- og sykkelvegen skal fremtre som tilstrekkelig attraktiv, bør belysningsnivået ikke ligge under 50 % av belysningsnivået på kjørevegen. Dette skal også gjøre gående og syklende på gang- og sykkelvegen, som ønsker å krysse kjørevegen, tilstrekkelig synlige for bilførerne.

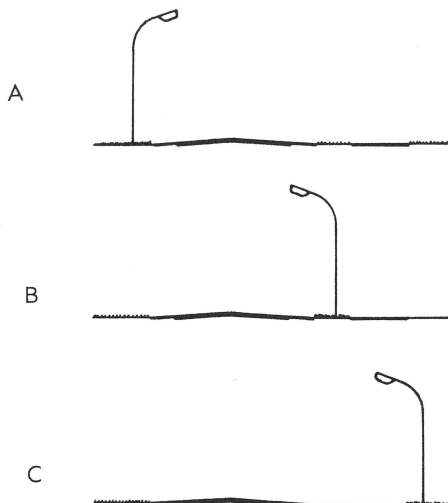
Ved belysning av gang- og sykkelveg inntil ubelyst kjørevege må det påses at lyset ikke medfører synsnedsettelse for bilførere ved at deres syn tilpasser seg lyset fra gang- og sykkelvegen. Dette kan redusere bilføreres evne til å se gående og syklende som krysser kjørevegen.

Lystekniske krav

Midlere belysningsstyrke på gang- og sykkelveger bør være minst 5 lux (midlere luminansnivå 0,3—0,4 cd/m²), men bør samtidig ikke være mindre enn 50 % av midlere belysningsstyrke på kjørevegen. Belysningsjevnhet er definert som forholdet mellom minste og midlere belysningsstyrke, og skal minst være 0,2.

Armaturer

Der kjørevege og gang- og sykkelveg ligger nær hverandre, vil det være tilstrekkelig å benytte én rekke med armaturer. Avhengig av armaturtyper og trafikkdelerens bredde kan armaturene plasseres som på tegning A, B eller C, som vist i figur 114.1.



Figur 114.1 Eksempler på belysning av gang- og sykkelveg langs kjøreveg.

Er trafikkdelerens bredde 2,75 m eller smalere, bør armaturene plasseres som på tegning A eller C. Er trafikkdeleren bredere enn 2,75 m, men smalere enn 4 m, bør armaturene plasseres som på tegning A eller B. Er trafikkdeleren 4 m eller bredere, bør armaturene plasseres som på tegning B. Dersom trafikkdeleren er bredere enn 7 m, må de to anlegg belyses hver for seg.

114.2 GANGFELTBELYSNING

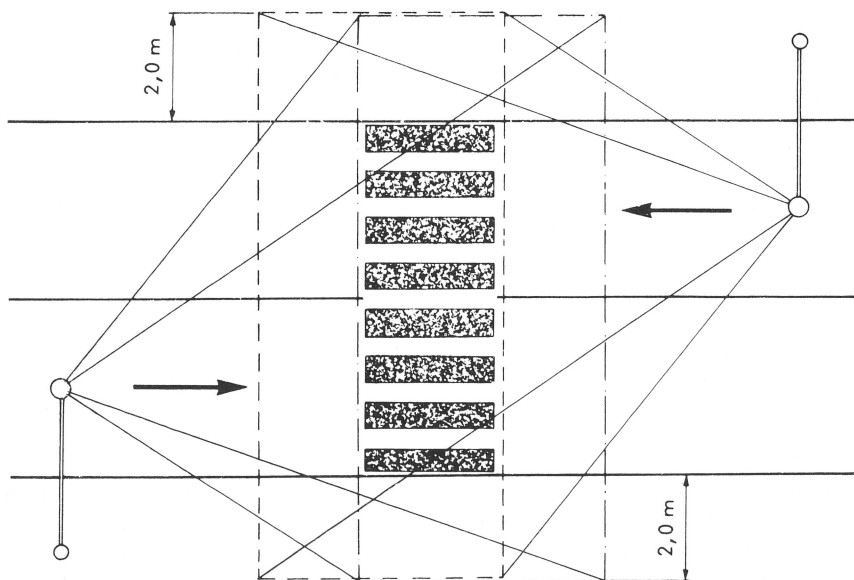
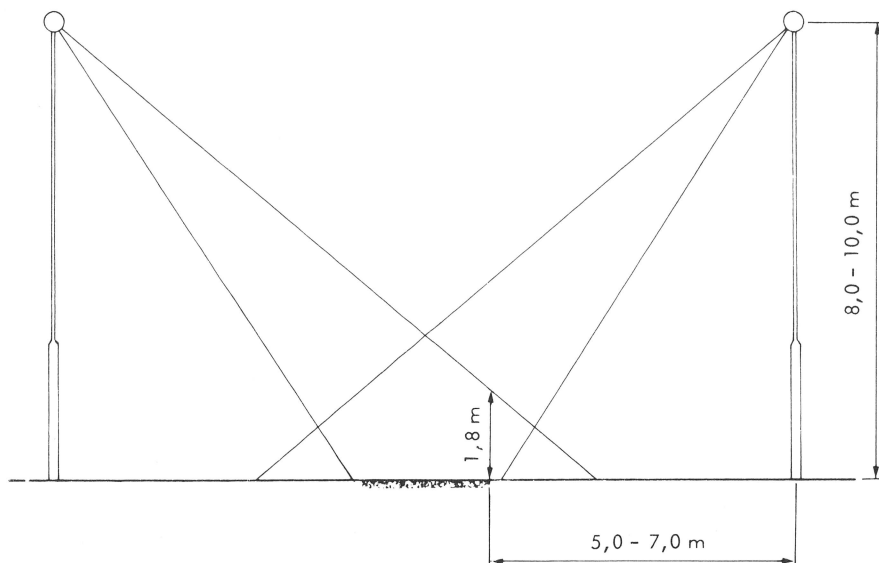
Forsterket belysning

Gangfelt bør fortrinnsvis belyses ved å heve luminansnivået i en avstand av 50—100 m til hver side. Dette kan oppnås ved å benytte tettere master eller sterkere armaturer i de to nærmeste mastene til hver side for gangfeltet. Økningen i luminansnivå i forhold til vegen for øvrig bør være 50—100 %. Luminansnivået må imidlertid minst være 1 cd/m².

Intensivbelysning

Intensivbelysning av gangfelt har tidligere vist seg å gi liten effekt. Det vil derfor vanligvis være å foretrekke å forsterke belysningen på begge sider av gangfeltet. Intensivbelysning av gangfelt utføres slik at fotgjengere belyses av armaturer som dirigerer relativt kraftig lys i kjøreretningen. På denne måten blir de gåendes luminansnivå høyere enn bakgrunnsluminansen. Det oppnås derved lyst objekt på

11. VEGGLYS



Figur 114.2 Belysning av gangfelt.

mørk bakgrunn. Den vertikale belysningsstyrke på fotgjengere bør være av størrelsesorden 50—100 lux, avhengig av kjørebans luminansnivå.

Lyset fra armaturer til spesiell belysning av gangfelt skal dekke et område som vertikalt er begrenset av gangfeltets nærmeste kant og 1,8 m over gangfeltets bakre kant. Horisontalt skal lyset dekke hele gangfeltets bakre kant. Horisontalt skal lyset dekke hele gangfeltet samt 2 m utenfor kjørbanen på hver side. Armaturen bør plasseres 5—7 m foran gangfeltet og 8—10 m over kjørbanen. Plasseringen er illustrert på figur 114.2.

Gangfelt skal belyses med lyskilder som har en lysfarge som klart skiller seg fra det lys som er brukt til belysning av kjørbanen.

Denne form for belysning av gangfelt bør kun benyttes der det kan sikres at gående ikke krysser vegen utenfor gangfeltet og skal ikke benyttes på ubelyste veger eller på belyste veger med luminansnivå under $0,5 \text{ cd/m}^2$.

114.3 VEGKRYSS

I vegkryss på ubelyste veger bør luminansnivået være som angitt i figur 112.1. På primærvegen skal det være fullstendig belysning innenfor stoppsiktstrekningen, eventuelt den kanaliserte strekningen i hver retning fra sekundærvegen (se figur 114.10).

I viktige og uoversiktlige vegkryss på belyste veger bør luminansnivået heves med $0,5$ — $1,0 \text{ cd/m}^2$. Luminansøkningen bør foretas over den samme strekningen som for veglys i figur 113.12. Økningen i luminansnivået oppnås enten ved å nytte armaturer med sterkere lamper eller å nytte flere armaturer på hver mast.

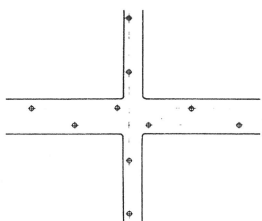
Lysmaster skal ikke plasseres på trafikkøyer av hensyn til fare for påkjørsel.

Plassering av armaturer i midten av krysset bør unngås, da dette ofte reduserer mulighetene til god observering av hindringer på den kryssende veg og på tilhørende gangfelt.

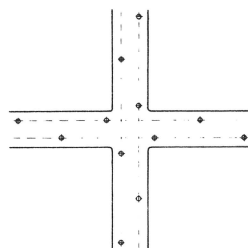
I T-kryss er det imidlertid viktig at det er lys bakgrunn på motsatt side av sidevegens innmunning, belyst av nærmeste armatur. Om ikke den ønskede bakgrunns luminans kan skaffes tilveie av nærliggende husfasader, anbefales å nytte en kunstig bakgrunn i form av hekker, gjerder o. l.

Figurene 114.7 .8 og .9 viser eksempler på armaturplasseringer i større kryss. Høymastanlegg er her aktuelle alternativer til de skisserte armaturplasseringer.

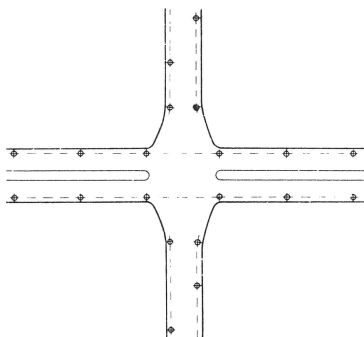
11. VEGLYS



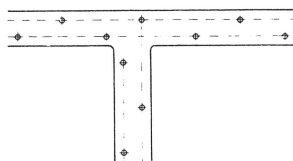
Figur 114.3



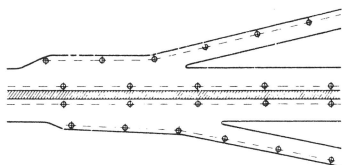
Figur 114.4



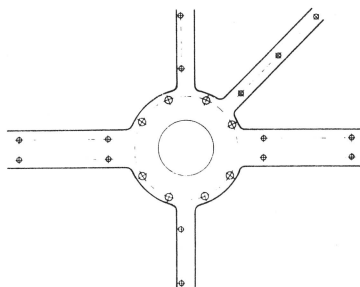
Figur 114.5



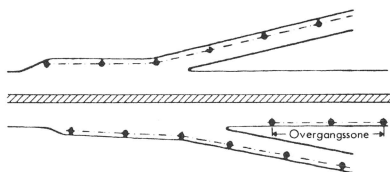
Figur 114.6



Figur 114.7

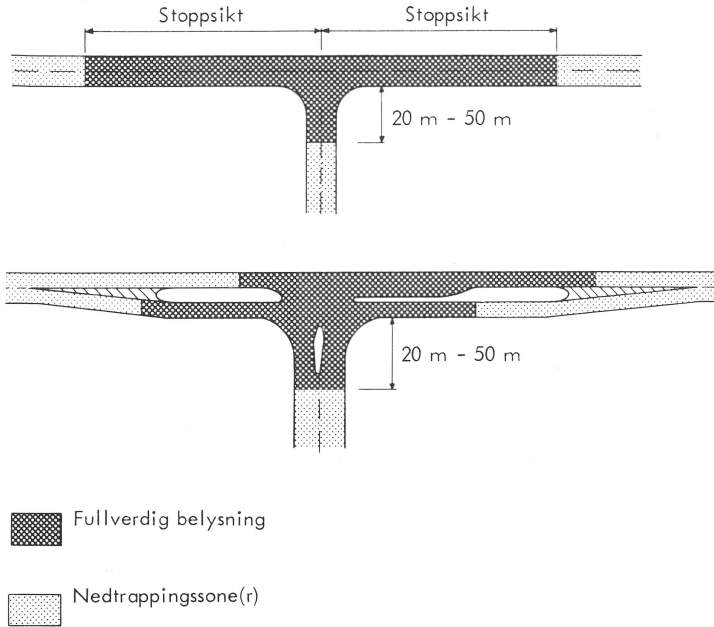


Figur 114.8



Figur 114.9

Figur 114.3—114.9 Eksempler på armaturplasseringer i kryss.



Figur 114.10 Belysning av ukanalisert og kanalisert kryss

114.4 TUNNELBELYSNING

Generelt

Belysning av tunneler er primært et dagslyspproblem. Bilførernes øyne vil om dagen være tilpasset et høyt luminansnivå i synsfeltet utenfor tunnelen. For å skape den nødvendige sikkerhet og synskomfort for bilføreren ved innkjøring i tunneler, må luminansnivået i tunnelens inngangssone være så høyt at forskjellen mellom dette og luminansnivået utenfor tunnelen ikke er større enn at bilførerens øyne tilpasses dette. Dette betinger at luminansnivået i inngangssonen står i et bestemt forhold til luminansnivået utenfor tunnelen. Dette finnes ved å måle luminansene i den avstand som er gitt i figur 114.11, horisontalt mot tunnelen og i en åpningssvinkel på 20° (sirkulært tverrsnitt).

11. VEGLYS

Fartsgrense	Avstand fra tunnelåpning til målepunkt for adaptasjonsluminans
50 km/h	45 m
60 km/h	60 m
70 km/h	80 m
80 km/h	100 m
90 km/h	130 m

Figur 114.11 Avstand fra tunnelåpning til målepunkt for adaptasjonsluminans.

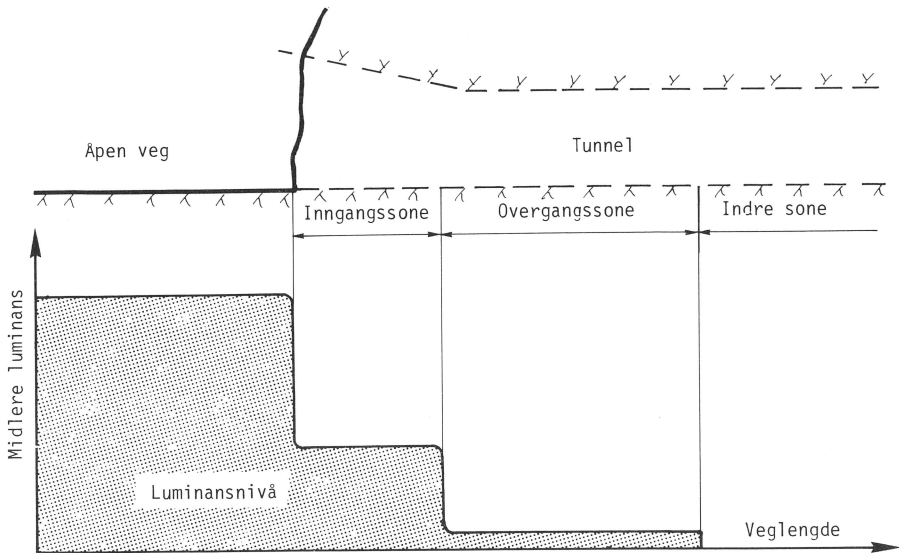
Verdiene i figur 114.11 gjelder for flat veg. Avstandene vil være mindre i stigning og større i fall.

Luminansnivået utenfor en tunnel er avhengig av den gjennomsnittlige refleksjonskoeffisient for alle flater i synsfeltet. Disse refleksjonskoeffisienter kan variere med årstidene og i hvilken himmelretning tunnelåpningen ligger. I en lengde av 150—200 meter foran tunnelinngangen bør vegdekket være mørkt, $Q_0 \leq 0,06$ og dersom det er mulig, bør nærmeste tilstøtende flater rundt tunnelåpningen mørkmales. Et passende felt kan være en halvsirkel med radius 10 m og sentrum på vegbanen. Flatene bør av hensyn til lysforholdene dessuten være mest mulig loddrette og gi minst mulig feste for snø. Luminansnivået i inngangssonen må beregnes etter de vanlige forhold på stedet. Dersom luminansnivået i synsfeltet foran tunnelinngangen kan reduseres gjennom f. eks. traséring, kunstig oppbygget avskjerming etc., fører dette til redusert lysbehov i inngangssonen og følgelig rimeligere belysning.

Lysanlegg skal ikke dimensjoneres for adaptasjonsluminanser høyere enn $10\,000\text{ cd/m}^2$ eller lavere enn 1000 cd/m^2 . En tunnel som ligger i åpent terreng med flere lyse flater, vil vanligvis ha en luminans foran tunnelen på 5000 cd/m^2 eller mer. Der det er færre lyse flater og høye terrengformasjoner over tunnelåpninger, kan luminansen foran tunnelen være fra 2000 til 4000 cd/m^2 . Der vegen ligger i fjellskjæring og lite lys slipper til, vil luminansen foran tunneler kunne være så lav som 1000 cd/m^2 .

Belysningsbehovet i tunnelen reduseres dersom vegger, tak og kjørebaner gjøres lyse. Men da må det forutsettes at de lyse flatene vedlikeholdes. Det blir et økonomisk spørsmål å avgjøre hva som er mest lønnsomt: mørke flater, sterke lysinstallasjoner og en rengjøringsrutine som bare omfatter armaturene, eller lyse flater, svakere lysinstallasjon og en rengjøringsrutine som omfatter de lyse flatene. Luminans jevnheten ($L_{\min}/L_{\text{mid}}$) bør under normale omstendigheter minst være 0,4.

Øyets tilpasningsevne er tidsavhengig, og den nedgang i luminans som kan tillates uten å redusere synsforholdene er følgelig avhengig av kjørefarten. I figur 114.12 vises en skisse av en tunnels forskjellige soner, med tilhørende diagram der endringene i luminansnivå er anført.



Figur 114.12 *Prinsskisse av soner og luminansforløp i tunneler. Kravene til midlere luminans i de forskjellige tunnelsoner fremgår av figur 114.13.*

Tunnelsone	ÅDT > 8000		ÅDT 4000–8000	
	80 km/h	50 km/h	80 km/h	50 km/h
Inngangssone	5,0%	2,5%	3,0%	1,5 %
Overgangssone	1,0%	0,5%	0,5%	0,25%
Indre sone*	1 cd/m ²	1 cd/m ²	1–0,5 cd/m ² **	1–0,5 cd/m ² **

* Der vegen utenfor tunnelen er belyst, bør tunnelen ha samme luminansnivå som vegen forøvrig.

** Der det er tillatt for gående og syklende å ferdes i tunnelen, bør luminansnivået være 1 cd/m².

Figur 114.13 *Minste midlere luminans om dagen uttrykt som prosenten av adaptasjonsluminansen målt foran tunnelen som funksjonen av fartsgrense og ÅDT. Indre sone i cd/m². Ved andre fartsgrenser interpoleres mellom tallene i figuren.*

11. VEGLYS

Luminansnivået i belyste tunneler bør kunne reduseres om natten. På belyste veger bør tunnelen ha samme luminansnivå som tilstøtende veg. Siden tidsrommet fra dagslys til nattemørke er relativt langt, er det behov for en gradvis reduksjon av belysning i inngangs- og overgangssone i dette tidsrom.

På ubelyste veger må det i tilknytning til en belyst tunnel (luminansnivå over 1 cd/m^2) anlegges belyste overgangsstrekninger utenfor tunnelen. Overgangsstrekningens lengde beregnes som angitt i punkt 113.4 Overgang belyst — ubelyst veg. Inntil 50 % av overgangsstrekningen kan trekkes innenfor tunnelåpningen. Det gjennomgående luminansnivå i tunnelen om natten skal normalt tilfredsstillende kravene i figur 112.1.

Tunneler med ÅDT lavere enn 4000 kan gis en belysning bestående av 35 W NaI lamper med innbyrdes avstand 30 m. Når 4 armaturer sees samtidig, vil de gi tilstrekkelig visuell føring. Dette luminansnivået endres ikke om natten. Der en spesiell inngangssone om dagen er ønsket, kan denne lages av 4 stk. 250 W NaI lamper med innbyrdes avstand 15 m. Den første armaturen plasseres ca. 15 m innenfor tunnelåpningen.

I korte tunneler er belysning vanligvis ikke påkrevet. En tunnel er kort hvis en under normale forhold kan se utgangen og dens bakgrunn i en avstand av 50 m foran tunnelinngangen. Hvorvidt utgangen er synlig, avhenger ikke bare av tunnelens lengde, men også av dens bredde, hvorvidt tunnelen er rett eller kurvet og av geometrien på vegen foran tunnelen. I disse normaler angis 100 m som største lengde for en kort, rett tunnel.

Inngangssonen

Inngangssonens lengde, relatert til fartsgrensen, er angitt i figur 114.14.

For tunneler med trafikk i én retning er det ikke nødvendig med spesiell belysning ved tunnelens avslutning dersom utkjøringsåpningen kommer gradvis til syne. Dersom åpningen kommer plutselig til syne, for eksempel etter en kurve i tunnelen, og tunnelen er så lang at belyningsnivået for indre sone nyttes, bør luminansnivået i utgangssonen opptrappes over en kort strekning. Luminansnivået skal være som for overgangssonen. Luminansbidraget fra utkjøringsåpningen skal ikke medregnes i denne økningen. Utgangssonens lengde kan beregnes til $1/5$ av lengden for overgangssonen.

I tunneler på inntil 130 meters lengde og med trafikk i begge kjøreretninger kan det, avhengig av fartsnivået, bli nødvendig å belyse hele tunnelen som inngangssone (jfr. figur 114.14).

Overgangssoner

Luminansnivået i en tunnel nedtrappes noenlunde i takt med øyets tilpasningsevne, som anført i figur 114.12. Overgangssonens lengde, relatert til fartsgrensen, er angitt i figur 114.14.

Fartsgrense km/h	Inngangssonens lengde (m)	Overgangssonens lengde (m)
50	30	60
60	40	80
70	50	100
80	55	110
90	60	120

Figur 114.14 Inngangssonens og overgangssonens lengde i meter, relatert til fartsgrensen på stedet.

Indre sone

I tunnelens indre sone skal den midlere luminans på kjørebane ikke være mindre enn 1 cd/m^2 (evt. $0,5 \text{ cd/m}^2$) der ÅDT er større enn 4000. Det forutsettes en lysfordeling som resulterer i at også lyse tunnelvegger blir belyst i ca. 1,5 meters høyde over kjørebane.

Det fremgår av figur 114.14 at bare lange tunneler får en indre sone. For et fartsnivå på 60 km/h må eksempelvis en tunnel med trafikk i begge retninger være over 240 meter lang før en indre sone blir aktuell.

Flimmereffekt

Dersom armaturene i noen del av tunnelen er montert med innbyrdes avstand i lengderetningen, kan det for bilførere være fare for generende flimring i synsfeltet. Denne flimmervirkning er avhengig av både armaturavstanden og kjørefarten. For de fleste aktuelle fartsnivåer oppstår ikke flimmereffekt dersom armaturavstanden gjøres enten større enn 9 m eller mindre enn 0,7 m.

114.5 TRAFIKKSKILT

Generelt

Trafikkskiltene har til formål å veilede trafikantene om farer, reguleringer og gi spesiell informasjon utover det som vegen selv og trafikkreglene gir. En forutsetning er at skiltene sees og forstås. For å gjøre skilt godt synlig, er det viktig at de er iøynefallende plassert, at de er tilstrekkelig store, at det ikke er for mye annen informasjon på stedet og at det er god lyskontrast mellom skilt og bakgrunn. Videre er det viktig at skiltene har tilnærmet samme farge dag og natt.

Siden vegen er mindre synlig om natten, er skiltene viktigere ved kjøring i mørke. I mørke er det derfor av stor betydning at skiltene enten belyses separat eller fra bilens lys, og at de reflekterer tilstrekkelig lys, slik at skiltet med tekst, symboler og farge blir godt synlig for trafikantene.

Skiltets lystekniske kvalitet bestemmes av dets luminansnivå og luminansjevnhet, som er avhengig av dets refleksjonsevne og lyskildens lysytelse. Muligheten til å oppdage et skilt er avhengig av at det er tilstrekkelig kontrast mellom

11. VEGLYS

skiltets og omgivelsens luminans. For å skjelve detaljer i skiltet, gjelder imidlertid at et optimalt luminansnivå gir bedre lesbarhet enn for lavt eller for høyt luminansnivå. Dette optimale luminansnivå avhenger av belysningen i skiltets omgivelser. Nødvendig luminansnivå for belyste skilter er derfor delt i tre klasser:

- Sterkt belyste butikk-gater
- Andre belyste veger og gater
- Ubelyst veg

Behov for skiltbelysning

Kunstig belysning av skilt brukes når skiltet ellers ikke blir tilstrekkelig belyst av bilens lys. I det følgende er angitt regler for belysning av trafikkskilt.

- 1) Påbudsskilt på trafikkkøyspiss og øymarkering (910) belyses dersom det ikke på annen måte kan sikres at skiltene reflekterer tilstrekkelig lys (se figur 114.16). Avkjøringsmarkeringer (912) på ramper fra motorveger skal normalt belyses.
- 2) Ved intensiv belyste gangfelt skal gangfeltsskilt (516) alltid belyses.
- 3) Skilt på portaler skal normalt belyses. Unntak kan gjøres på godt belyste steder, ferjekaier etc.
- 4) Langs veger av klasse II b eller der ÅDT er større enn 8000 kjøretøyer pr. døgn, bør det vurderes om belysning av trafikkskilt for øvrig er nødvendig. I så fall er det ønskelig å få belyst skiltene i figur 114.15. De øverste skilt er viktigst osv. osv.
- 5) Utover reglen om trafikkmengde, kan skilt belyses når de er spesielt ugunstig plassert, ved vegarbeid eller vegomlegging, hvis trafikken er spesielt stor om natten.

I tettbygd strøk		Utenfor tettbygd strøk	
516	Gangfelt	516	Gangfelt
140	Avstand til gangfelt	140	Avstand til gangfelt
202	Vikeplikt	502.1	
204	Stopp	og 502.2	Motorveg
302	Innkjøring forbudt	302	Innkjøring forbudt
		306.6	Forbudt for syklende
		306.7	Forbudt for gående
		362	Fartsgrense
		106.1,	
		106.2 og	
		106.3	Smalere veg
		132	Trafikksignal

Figur 114.15 Behov for kunstig belysning av skilt.

Luminansnivå og luminansjevnhet

Krav til luminansnivå på skiltets bakgrunnsfarge er gitt i figur 114.16. Kun belysningsarmaturer godkjent av Vegdirektoratet kan brukes til belysning av trafikk-skilt. Belysningen skal ved kontroll i marken tilfredsstillende de krav til luminans som er gitt i figuren. Luminans måles vinkelrett på skiltet og det må påseses at fargene måles hver for seg.

Farge	Ubelyst veg	Belyst veg	Butikkgate etc
Hvit	15	60	150
Gul	10	40	100
Rød	2,5	10	25
Grønn	2	8	20
Blå	1,5	6	15

Figur 114.16 Krav til min luminansnivå for forskjellige skiltfarger (cd/m^2).

Verdiene i figur 114.16 må ikke overskrides med mer enn 100 %.

Med luminansjevnhet menes forholdet mellom det maksimale og det minimale luminansnivået (dvs. forholdet mellom lyseste og mørkeste punkt) innenfor én og samme farge.

Luminansjevnheten er i figur 114.17 gitt for tre forskjellige skiltplater innen samme farge. Luminansjevnheten er i figuren gitt avhengig av skiltplatens høyde. For brede skilt (over 1,5 m) skal luminansjevnheten være 4:1 eller bedre i horisontalretningen.

Skiltplatens høyde	Luminansjevnhet
Under 1 m	6 : 1
1 – 3 m	8 : 1
Over 3 m	10 : 1

Figur 114.17 Krav til luminansjevnhet.

Belysningsarmatur

Trafikkskilt kan være utvendig eller innvendig belyst. Det skal kontrolleres at alle belysningsarmaturer som brukes tilfredsstiller kravene i figurene 114.16 og 114.17. Vegdirektoratet vil utarbeide nærmere spesifikasjoner for godkjenninger.

For vanlige trafikkskilt (enkle skilt med symboler) plasseres belysningsarmaturen i en avstand av ca. 0,65 m fra senter hovedskilt. 50 W Hg (kvikksølv) lampe gir normalt tilstrekkelig lys på skilt langs ubelyst veg, 80 W Hg lampe er tilstrekkelig på andre belyste veger og gater og 125 W Hg lampe brukes i sterkt belyste butikkgater.

11. VEGLYS

På andre skilt langs vegen må armaturene plasseres slik at de gir tilstrekkelig jevn belysning på hele skiltet.

Skilt over vegbanen bør være belyst nedenfra med lysrør, fra siden eller ha innvendig belysning. Brukes utvendig belysning, må jevnheten kontrolleres og det må påses at lyset ikke blander trafikantene.

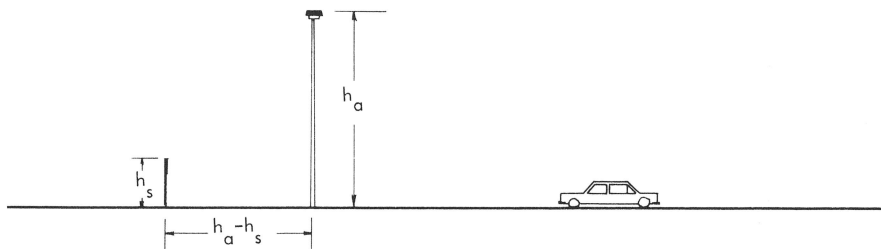
Innvendig belysning med lysrør kan gi god luminansjevnhet og energiøkonomi og bør vurderes. Spesielt er dette ønskelig for belysning av overhengende skilt. Innvendig belyste skilt skal normalt være reflekterende når de står lavere enn ca. 3 m over kjørebanelen.

Bruk av innvendig belyste skilt forutsetter hyppig vedlikehold. Følgende skilt kan belyses innvendig:

516	Gangfelt
140	Avstand til gangfelt
404.1 og 404.2	Påbudsskilt på trafikkøyr
	Andre påbudsskilt og skilter på portaler.

Plassering av skilt på belyste veger

På belyste veger er det viktig at trafikkskilt plasseres riktig i forhold til belysningsarmaturene. Dersom skiltene er særskilt belyst, kan skiltene plasseres etter behov. Ubelyste skilt på belyst veg bør imidlertid plasseres i en avstand lik armaturhøyden h_a minus skilthøyden h_s i kjøreretningen etter veglyssarmaturen. Dette er vist i figur 114.18.



Figur 114.18 Skiltplassering i forhold til belysningsarmatur

12. VENTILASJON

121.	Krav til atmosfæren i tunneler	273
.0	Generelt	273
.1	Grenseverdier for karbonmonoksyd	273
.2	Grenseverdier for nitrogendioksyd	274
.3	Grenseverdi for tillatt siktforurensning	275
122.	Luftbehov	276
.1	CO-produksjon	276
	Basisverdi for CO-produksjon, q_{0CO}	276
	Trafikkmengden, M	276
	Korreksjonsfaktor for høyde over havet, k_{hh}	277
	Korreksjonsfaktor for kjøring i stigning, k_s	277
	Korreksjonsfaktor for kjøring med redusert fart, k_f	277
	CO-produksjon ved tomgangskjøring	277
.2	NO_x -produksjon	277
	Korreksjonsfaktor for stigninger, k_s	278
.3	Siktreduserende forurensninger	278
	Korreksjonsfaktor for høyde over havet, k_{hh}	279
	Korreksjonsfaktor for stigninger, k_s	279
123.	Ventilasjonssystemer	280
.0	Generelt	280
.1	Langslufting	280
.2	Halvtverrlufting	282
.3	Tverrlufting	283
124.	Ventilasjonskrefter	284
.0	Generelt	284
.1	Naturlig ventilasjon	284
	Meteorologiske ventilasjonskrefter	284
	Temperaturkrefter	284
	Stempeleffekten fra kjøretøy	285
.2	Mekanisk ventilasjon	286
.3	Samvirkning av naturlige og mekaniske ventilasjonskrefter	287
125.	Sikkerhetsforhold	288
.1	Ved langslufting	288
	Tunneler med trafikk i begge retninger	288
	Eksempel	289
	Tunneler med envegstrafikk	289
.2	Ved halvtverrlufting	290
.3	Ved tverrlufting	290
.4	Anbefaling	290

12. VENTILASJON

121. Krav til atmosfæren i tunneler

121.0 Generelt

Hovedoppgavene til et ventilasjonsanlegg i en vegtunnel er til enhver tid å sørge for at konsentrasjonen av giftige og ubehagelige gasser holdes på et ufarlig nivå, og at konsentrasjonen av støv og sot ikke gir for dårlige siktforhold i tunnelen.

Med den normale sammensetning av gassene i eksosen, er det bare nødvendig å sette grenser for tillatt konsentrasjon av karbonmonoksyd (CO-gass) og nitrogendioksyd (NO₂-gass). Konsentrasjonen av de øvrige giftige gassene byr ikke på helsemessige faremomenter hvis en sikrer tilstrekkelig uttynning av CO- og NO₂-gassen.

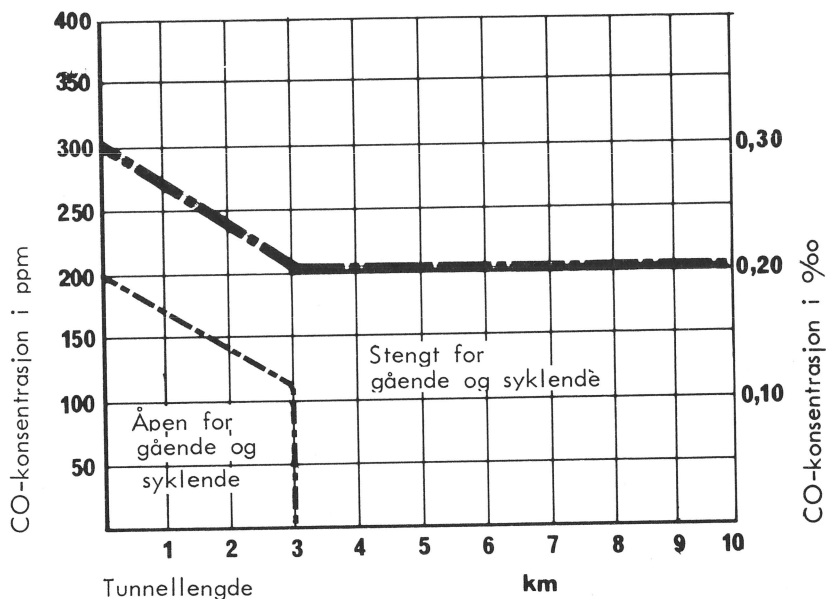
121.1 GRENSEVERDIER FOR KARBONMONOKSYD

Tillatte CO-konsentrasjoner i tunneler, som funksjon av tunnellengden, er gitt i figur 121.1.

Det er knyttet følgende forutsetninger til de foreslåtte grenseverdier:

- 1) Konsentrasjonen 200—300 ppm skal bare nås unntaksvis og må ikke overskrides selv ved ugunstige trafikkforhold.
- 2) Ved normal trafikk skal CO-innholdet i luften være vesentlig lavere.
- 3) Ved arbeid i tunnelen må CO-innholdet ikke overskride 50 ppm. Se for øvrig krav fra arbeidstilsynet.
- 4) I tunneler lengre enn 3 km må gående og syklende kun unntaksvis slippes igjennom. Alternativ fremkomstmulighet må da vurderes.

12. VENTILASJON



Figur 121.1 Grenseverdier for CO-gass i vegtunneler, c:

121.2 GRENSEVERDIER FOR NITROGENDIOKSYD

Nitrogenoksyd (NO) dannes ved forbrenning i bilmotoren. Denne gassen blir om-dannet til nitrogenendioksyd (NO_2) ved oksydasjon i luften. Oksydasjonshastigheten er avhengig av konsentrasjon av NO. I praksis vil nitrogenendioksyd være den far-ligste av de to gassene i en vegtunnel. Hvis uttynningen av NO_2 -gassen er tilstrek-kelig, vil alltid NO-konsentrasjonen ligge på et ufarlig nivå.

Utluftningstid	Tillatt konsentrasjon av nitrøse gasser (NO_x) C_{NO_x}
Mindre enn 1/3 time	30 ppm
1/3 – 1/2 time	25 ppm
1/2 – 1 time	20 ppm
1 – 2 timer	15 ppm
2 – 5 timer	10 ppm
Over 5 timer	8 ppm

Figur 121.2 Tillatt konsentrasjon av nitrøse gasser (NO_x)

121. Krav til atmosfæren i tunneler

For nitrogendioksyd (NO_2) er det satt en yrkeshygienisk grenseverdi på 2 ppm. I en periode på opptil 15 minutter kan det aksepteres at NO_2 -konsentrasjonen i en tunnel overskrides med 200 % av normen.

Grenseverdien (takverdien) gjelder enten tunnelen har, eller ikke har, gang- og sykkeltrafikk.

Ut fra utluftningstiden kan det settes krav til konsentrasjonen av nitrøse gasser (NO_x) i tunnelen, figur 121.2.

121.3 GRENSEVERDI FOR TILLATT SIKTFORURENSNING

Grenseverdien for tillatt siktforurensning beregnes ut fra høyeste trafikkfart ved dimensjonerende trafikkmengde, se figur 121.3. Partikkelinnholdet i luften er sammensatt av støv og sot fra forbrenningen. Støvet utgjør her kun ca. 1/50 av den siktreduksjon soten gir.

Trafikkfart (km/h)	50	60	70	80	90
Høyeste partikkelinnhold i luften mg/m^3 : ρ_{sot}	1,4	1,25	0,9	0,7	0,5

Figur 121.3 Grenseverdi for tillatt siktforurensning (partikkelforurensning) – ρ_{sot} .

122. Luftbehov

122.1 CO-PRODUKSJON

Beregningsmodell for CO-produksjon fra biltrafikken:

$$Q_{0CO} = q_{0CO} \cdot M \cdot k_{hh} \cdot k_s \cdot k_f \cdot L$$

Q_{0CO} = totalt produserte CO-mengder, m^3/h

q_{0CO} = basisverdi, CO-produksjon pr bil, $m^3/km \cdot kjt$

M = trafikkmengde, kjt/h

k_{hh} = korreksjonsfaktor for høyde over havet, se figur 122.1

k_s = korreksjonsfaktor for kjøring i stigning, se figur 122.2

k_f = korreksjonsfaktor for kjøring med redusert fart, se figur 122.3

L = tunnellengde, km

Friskluftbehovet Q_0 luft finnes på grunnlag av produserte CO-mengder (Q_{0CO}) og tillatt CO-konsentrasjon i tunnelen c , (ppm). c finnes fra figur 121.1.

$$Q_{0luft} = \frac{Q_{0CO} \cdot 10^6}{c} m^3/h$$

Dette friskluftbehovet som forutsetter normaltrykk (760 mmHg) og temperatur på $0^\circ C$ omregnes til friskluftbehov ved ugunstigste atmosfæriske forhold ved dimensjonerende trafikkbeklastning.

$$Q_{luft} = Q_{0luft} \cdot \frac{P_0}{P} \cdot \frac{T_t}{T_0}$$

P_0 = normaltrykk 760 mmHg

P = aktuelt trykk

T_0 = normaltemperatur $273^\circ K$

T_t = aktuell middellufttemperatur i tunnelen, $^\circ K$

Basisverdi for CO-produksjon, q_{0CO}

q_{0CO} settes lik $0,013 m^3/km \cdot kjt$. ved kjøring på horisontal veg og fart 60 km/h. Høyden forutsettes lavere enn 400 m. o. h. CO-produksjonen settes lik for alle kjøretøy.

Trafikkmengden, M

Dimensjonerende trafikkmengde angis vanligvis i kjt/h . Ved korte og intense trafikkstopper kan det brukes kortere intervall. Det kan ikke regnes med kortere tider enn utluftningstiden for tunnelen.

Som dimensjonerende timetrafikk benyttes samme beregningsmetode som angitt i kapittel 3.

Korreksjonsfaktor for høyde over havet, k_{hh}

Høyde over havet i meter	500	600	700	800	900	1000	1100	1200
Korreksjonsfaktor k_{hh}	1,06	1,12	1,18	1,24	1,29	1,35	1,41	1,47

Figur 122.1 CO-produksjon. Korreksjonsfaktor for høyde over havet, k_{hh} .*Korreksjonsfaktor for kjøring i stigning, k_s*

	Fall i %					Stigning i %			
	8	6	4	2	0	2	4	6	8
k_s 5–30 km/h	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,1	1,2	1,2	1,2
40–60 km/h	0,3	0,5	0,7	0,8	1,0	1,2	1,3	1,5	1,7

Figur 122.2 CO-produksjon. Korreksjonsfaktor for kjøring i stigninger, k_s .

Dersom ikke trafikkenes fordeling på de to kjøreretninger er kjent, antas $\frac{2}{3}$ å kjøre i stigning.

Korreksjonsfaktor for kjøring med redusert fart, k_f

Trafikkfart i km/h	0	10	20	30	40	50	60	70	80
k_f	6,3	3,5	2,0	1,5	1,2	1,1	1,0	0,9	0,9

Figur 122.3 CO-produksjon. Korreksjonsfaktor for kjøring med redusert fart, k_f .*CO-produksjon ved tomgangskjøring*

Ved tomgangskjøring kan det regnes med en midlere CO-produksjon på 0,5 m³/h · kjt. Denne verdien tilsvarer et bensinforbruk på ca. 1 liter pr. time og 6 % CO i eksosgassen.

122.2 NO_x-PRODUKSJON

Beregningsmodell for produksjon av nitrose gasser (NO_x):

$$Q_{NO_x} = q_{NO_x} \cdot (M_l + 10 M_t) \cdot k_s \cdot L$$

Q_{NO_x} = produserte mengder NO_x-gass i tunnelen, m³/h

12. VENTILASJON

q_{NO_x} = basisverdi for personbil, $0,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{km} \cdot \text{kjt}$

M_l = trafikkmengde, lette kjøretøyer, kjt/h

M_t = trafikkmengde, tunge kjøretøyer, kjt/h

k_s = korreksjonsfaktor for kjøring i stigninger, se figur 122.4

L = tunnellengde, km

Konsentrasjonen av de nitrøse gassene finnes av:

$$C_{\text{NO}_x} = \frac{Q_{\text{NO}_x}}{Q_{\text{lufft}}}$$

Q_{lufft} er nødvendig friskluftmengde for uttynning av CO-gass eller siktfurensninger i tunnelen. Ut fra dette friskluftbehovet kan utluftningstiden beregnes. NO_x -konsentrasjonen kontrolleres i forhold til de oppsatte krav i punkt 121.2.

Korreksjonsfaktor for stigninger, k_s

	← Fall %				% Stigning →		
	6	4	2	0	2	4	6
Korreksjonsfaktor	0,5	0,5	0,5	1	1,7	2,2	2,8

Figur 122.4 Korreksjonsfaktor for stigninger, k_s .

Dersom ikke trafikens fordeling på de to kjøreretninger er kjent, antas 2/3 å kjøre i stigning.

122.3 SIKTREDUSERENDE FORURENSNINGER

Beregningsmodell for siktreduserende forurensninger:

$$P_{\text{sot}} = p_{\text{sot}}(M_t + 0,08M_l)k_{hh} \cdot k_s \cdot L$$

P_{sot} = produserte mengder sot i tunnelen, mg/h

p_{sot} = basisverdi for sotproduksjon fra tunge kjøretøyer 750 mg/kjt. · km

M_t = trafikkmengde, tunge kjøretøy, kjt/h

M_l = trafikkmengde, lette kjøretøy, kjt/h

Det regnes med at et lett kjøretøy gir 8% av den siktfurensning som et tungt kjøretøy gir.

k_{hh} = korreksjonsfaktor for høyde over havet, når tunnelen ligger mer enn 400 m over havet, se figur 122.5

k_s = korreksjonsfaktor for kjøring i stigninger, se figur 122.6

L = tunnellengde i km

Korreksjonsfaktor for høyde over havet, k_{hh}

	Høyde over havet i meter							
	500	600	700	800	900	1000	1100	1200
Korreksjonsfaktor k_{hh}	1,12	1,24	1,35	1,47	1,58	1,69	1,81	1,93

*Figur 122.5 Korreksjonsfaktor for høyde over havet, k_{hh} .**Korreksjonsfaktor for stigninger, k_s*

	← Fall i %					Stigning i % →			
	8	6	4	2	0	2	4	6	8
Korr.faktor k_s	0,5	0,5	0,7	0,8	1,0	1,8	2,7	3,6	4,5

Figur 122.6 Korreksjonsfaktor for stigninger, k_s .

Friskluftbehovet for uttynning av siktreduserende forurensninger:

$$Q_{\text{luft}} = \frac{P_{\text{sot}}}{\rho_{\text{sot}}} \text{ m}^3/\text{h}$$

P_{sot} = sotproduksjonen i tunnelen, mg/h

ρ_{sot} = krav til høyeste sotkonsentrasjon, mg/m³, figur 121.3.

12. VENTILASJON

123. Ventilasjonssystemer

123.0 GENERELT

Vegttunneler kan ventileres etter tre forskjellige hovedprinsipp:

- langslufting
- halvtverrlufting
- tverrlufting

123.1 LANGSLUFTING

Figur 123.1 viser eksempel på virkemåter ved langslufting. Et slikt system kan bygges med eller uten sjakter/tverrslag. Luftstrømningen kan regnes som rørstrømning, og det kan settes opp enkle ligninger for luftbevegelsen gjennom tunnelen.

For tilfellet i figur 123.1 fås:

$$\Delta p = \frac{\rho}{2} \left(\zeta_i + \lambda \frac{L}{D} + 1 \right) u^2 + \rho L \frac{du}{dt} \quad (1)$$

her er

Δp = trykktapet gjennom tunnelen, N/m²

ρ = luftens tetthet, kg/m³

ζ_i = koeffisient for innløpstap 0,5

λ = koeffisient for strømingstap. For en råsprengt tunnel kan denne settes til ca 0,09

L = tunnellengde i m

D = hydraulisk diameter, m

u = lufthastighet, m/sek

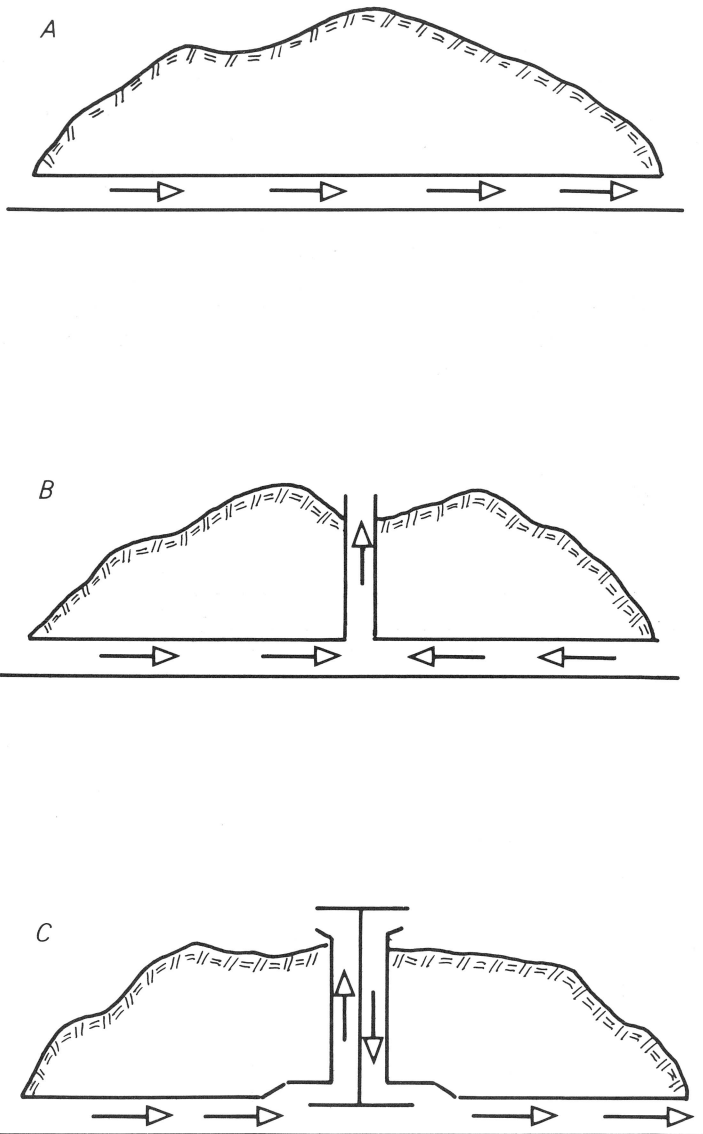
Tapsleddet (friksjonsleddet) vil oftest være dominerende i denne ligningen. Akselerasjonsleddet vil mest virke som utjevning av lufthastigheten. I praksis kan det antas at luftstrømningen er stasjonær og ligningen kan forenkles til:

$$\Delta p = \frac{\rho}{2} \left(\zeta_i + \lambda \frac{L}{D} + 1 \right) u^2 \quad (2)$$

Singulærtap i forbindelse med strømning gjennom bend, innsnevringer etc. i forbindelse med sjakter o. l. kan uttrykkes som funksjon av hastighetshøyden i tunnelen.

$$\Delta p_{\text{sing}} = k \frac{\rho}{2} u^2 \quad (3)$$

Faktoren k er avhengig av geometriske forhold og finnes i håndbøker.



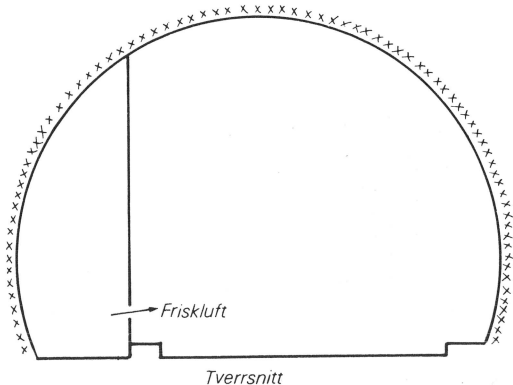
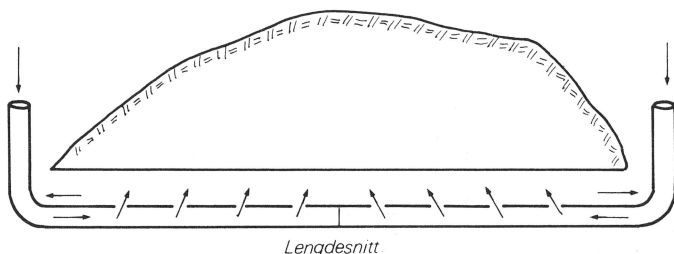
Figur 123.1 Virkemåten for ulike langsluftings-system.
Ventilatorene vil oftest være reverserbare.

12. VENTILASJON

123.2 HALVTVERRLUFTING

Figur 123.2 viser virkemåten for halvtverrlufting. Friskluft føres inn i tunnelen via en separat kanal hvor den fordeles jevnt langs tunnelen gjennom sideventiler. Friskluftkanalen kan plasseres over, under eller ved siden av trafikkkrommet, alt etter det som er mest praktisk. Ventilåpningen for luftinntaket til trafikkkrommet bør alltid plasseres lavt i tunnelen. Luftventilene vil også kunne benyttes som forholdsvis sikre tilfluktsplasser ved brann hvis trafikantene kan lokalisere dem. Luftinntakene bør derfor markeres med lyspunkter i ventilåpningen.

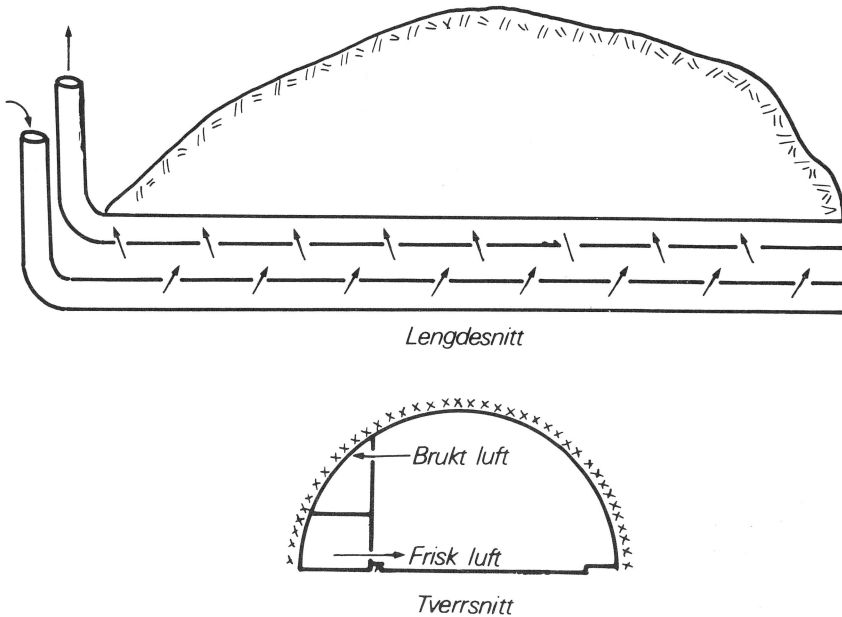
Ved halvtverrlufting kan friskluftkanalen også brukes til utsuging, slik at tilførselen av friskluft skjer gjennom portalene. En slik løsning er uønsket fordi det lett kan oppstå soner i tunnelens midtparti som får svært dårlig utlufting (vanskeligere å regulere i jevnt sug enn jevn utblåsing fra ventiler). I en brannsituasjon er det sikkerhetsmessig gunstigere med jevnt fordelt frisklufttilførsel enn utsuging fra tunnelen.



Figur 123.2 Halvtverrlufting

123.3 TVERRLUFTING

Ved tverrlufting blir friskluft tilført tunnelen gjennom ventiler i en separat luftkanal og den forurensete luften tatt ut gjennom tilsvarende ventiler og ført bort i luftkanal adskilt fra trafikkrommet, se figur 123.3. Hvis det ikke er naturlig ventilasjon i tunnelen, vil all luftstrømning foregå på tvers. Også ved full tverrlufting er det viktig at frisklufttilførsel til tunnelen skjer nær vegbanen. Eksosgassene er varmere enn tunnel luften og vil stige opp mot taket, utsugingsventilene bør derfor plasseres høyt i tunnelen. Ventilene for tilførsel av friskluft og utsuging av forurenset luft må plasseres slik i tverrsnittet at friskluften blandes godt i tunnelen. Ventilene bør plasseres vekselvis i lengderetningen slik at en utsugingsventil kommer omtrent midt mellom to tilførselspunkter.



Figur 123.3 Tverrlufting

124. Ventilasjonsskrefter

124.0 GENERELT

De kreftene som forårsaker ventilasjon i en tunnel kan inndeles i tre:

- meteorologiske ventilasjonsskrefter
- stempeleffekt fra kjøretøyer
- mekaniske ventilasjonsskrefter

En tunnel vil vanligvis være utsatt for to eller alle ventilasjonsskreftene samtidig, avhengig av om det er installert mekanisk ventilasjonsanlegg i tunnelen.

Ventilasjonen som skyldes meteorologiske krefter og stempeleffekt fra kjøretøyer betegnes som naturlig ventilasjon.

124.1 NATURLIG VENTILASJON

Meteorologiske ventilasjonsskrefter

De meteorologiske ventilasjonsskreftene er oftest ustabile og det kan være vanskelig å forutsi styrke og fordeling av de ulike bidragene. Dette gjelder spesielt for vindkrefter og innvirkning fra klimaskiller. Temperaturkreftene kan være noe mer stabile og lettere å få oversikt over. Måling av naturlig trekk anbefales der dette er mulig.

Temperaturkrefter

Forutsetningen for denne effekten er at tunnelinnslagene (evt. tverrslag og sjaktåpninger) ligger i ulik høyde og at det er en temperaturforskjell mellom luften i og utenfor tunnelen. Trykkdifferansen mellom tunnelinnslagene blir

$$\Delta p_T = \gamma_u \frac{\Delta T}{T_t} \Delta H (\text{N/m}^2) \quad (4)$$

hvor

T_t = midlere lufttemperatur i tunnelen, °K

γ_u = luftens spesifikke vekt ved nedre innslag, N/m³

ΔT = differansen mellom midlere lufttemperatur i tunnelen og lufttemperatur ved nedre innslag, °K

ΔH = høydeforskjell mellom tunnelinnslagene evt mellom innslag og sjaktåpninger, m

Trykkgradienten er rettet mot den høyeste av geo- eller lufttemperaturen. Når temperaturene er like, oppstår det labile tilstander. Dette er ofte tilfelle vår og høst.

Stempeleffekten fra kjøretøy

Når biler trafikerer en tunnel med en fart som er forskjellig fra lufthastigheten i tunnelen, vil de utøve et trykk (skyvekraft) mot luftmassene i tunnelen.

Den kraften som bilene utøver på luften i tunnelen (luftmotstanden) uttrykkes som

$$P_F = \frac{\rho}{2} \frac{\zeta_F \cdot A_F}{\left(1 - \frac{A_F}{A_T}\right)^2} (N_+(V_t - u)^2 - N_-(V_T + u)^2) \quad (6)$$

hvor

P_F = "stempelkraft", N

ρ = luftens tetthet, kg/m³

A_T = tunneltverrsnitt, m²

A_F = biltverrsnitt

personbiler $A_F \sim 2 \text{ m}^2$

lastebiler og busser $A_F \sim 4-8 \text{ m}^2$

ζ_F = formfaktor for å finne effektiv motstandsflate

personbiler $\zeta_F \sim 0,5$

lastebiler og busser $\zeta_F \sim 1,0-1,7$

N_+ og N_- = antall biler inne i tunnelen på et gitt tidspunkt i dimensjonerende time som kjører med dimensjonerende fart, med (+) og mot (-) luftstrømmen

V_T = trafikkfart, m/sek

u = lufthastighet, m/sek

A. Tunneler med énvegs trafikk.

For énvegstrafikerte tunneler kan formelen for den kraft som bilene utøver på luften i tunnelen forenkles til:

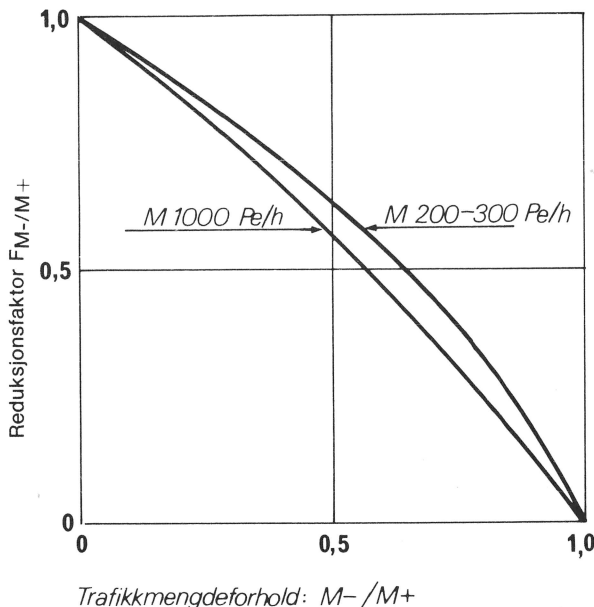
$$P_F = \frac{\rho}{2} \frac{\zeta_F \cdot A_F}{\left(1 - \frac{A_F}{A_T}\right)^2} N(V_T - u)^2 \quad (7)$$

Stempeleffekten kan redusere den naturlige utlufning når kjøreretningen er motsatt trekkretningen.

B. Tunneler med trafikk i begge retninger.

Når det går trafikk i begge retninger, blir stempeleffekten helt eller delvis eliminert. Figur 124.1 viser den reduksjonsfaktor f_{M-}/M_+ som lufthastighet, u , må multipliseres med når det går trafikk i begge retninger. Det er forutsatt at trafikkfarten er den samme i begge kjøreretninger.

12. VENTILASJON



Figur 124.1 Reduksjonsfaktor for lufthastigheten ved trafikk i begge retninger $f_{M-/M+}$

124.2 MEKANISK VENTILASJON

Mekanisk langsugning baseres hovedsakelig på bruk av impulsventilatorer. I lange eller sterkt trafikkerte tunneler, eller hvor bestemte forurensningskrav gjøres gjeldende i områdene rundt tunnelåpningene, vil ventilasjon ved hjelp av sjakt(er) være aktuelt. Selv om det bygges sjakt(er), vil det ofte være nødvendig å installere impulsventilatorer for å få ønsket lufthastighet eller kontroll med luftmassene.

A — Impulsventilatorer

Ved beregning av strømningsstapet etter ligning (2) side 280 er det forutsatt jevn lufthastighet gjennom tunnelen. Impulsventilatoren gir vesentlig høyere lufthastighet og større turbulenstap enn ved jevnt hastighetsprofil i tunnelen. Dette tas hensyn til i beregningene ved at det innføres en virkingsfaktor for impulsventilatorene.

Ventilatorene vil normalt bli montert i hengen, én og én eller flere sammen hvis plassforholdene tillater det. Resirkulasjon (tilbakestrømning) av luft under viftene bør unngås. Avstanden mellom ventilatorene i tunnelens lengderetning bør være så stor at det oppnås stabil og jevn hastighetsprofil mellom hver vifte evt. viftegruppe, ca. 60 m vil normalt være tilstrekkelig avstand.

I tunneler med trafikk i begge retninger bør impulsventilatorene være reversible slik at de kan kjøres i samme retning som de naturlige ventilasjonsskrefter. Ved branntilfeller i tunnelen bør brannstedet kunne luftes ut mot den nærmeste tunnelåpningen, slik at ikke mesteparten av tunnelen blir røykfyllt.

I tunneler med trafikk i én kjøreretning, vil ventilasjonsretningen normalt være den samme som trafikketretningen. Det er derfor ikke så viktig med reversible impulsventilatorer i slike tunneler.

B — Ventilatorer plassert i sjakter eller tverrslag.

Ved å dele en tunnel opp i flere avsnitt ved hjelp av sjakter eller tverrslag skapes mulighet til å fornye luften i et langsluftingssystem. Anlegg av sjakter og tverrslag fører imidlertid til at luftbevegelsene gjennom tunnelen blir mer komplisert og det kan være vanskelig å få en slik tunnel til å virke tilfredsstillende under alle vær- og trafikforhold.

Tunneler kan i lange tidsrom ha store naturlige ventilasjonsskrefter, og et mekanisk ventilasjonsanlegg må utformes slik at naturlig og mekanisk ventilasjon ikke oppveier hverandre i noen del av tunnelen (skaper ventilasjonsskygger). Dette unngås ved å bygge et fleksibelt system med reverserbare vifter, doble sjakter o. l.

124.3 Samvirkning av naturlige og mekaniske ventilasjonsskrefter

Ved dimensjonering av et mekanisk langsluftingsanlegg, må det tas hensyn til naturlige ventilasjonsskrefter. Dette kan gjøres på flere måter.

- A. Ventilasjonsretningen kan styres automatisk etter den naturlig ventilasjonsretningen.
- B. Ventilasjonsretningen kan gjøres uavhengig av de naturlige ventilasjonsforholdene i tunnelen.
- C. Ventilasjonsretningen kan forandres manuelt i takt med periodisk eller sesongvis dominerende naturlig ventilasjonsretning.

125. Sikkerhetsforhold

125.1 VED LANGSLUFTING

Langslufting søkes brukt så langt det er sikkerhetsmessig forsvarlig. Ved et bilhavari med brannutbrudd vil en slik tunnel få trafikkopphopninger på begge sider av brannstedet og de personene som får ført brannavgassene mot seg kan komme i en farlig situasjon. Dette begrenser bruken av denne ventilasjonsmetoden.

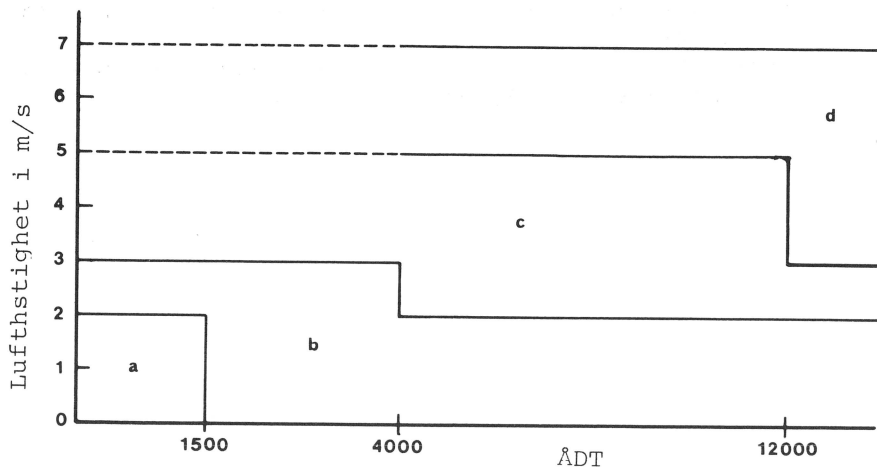
For langsluftede tunneler skilles det mellom tunneler med trafikk i begge retninger og énvegstrafikkerte tunneler.

Et bilhavari i en énvegstrafikkert tunnel gir normalt bare trafikkopphopninger bak ulykkesstedet. Trafikanter som oppholder seg her vil normalt ha frisklufttilførsel i ryggen og vil ikke bli utsatt for fare i tilfelle det oppstår brann i havariet. Foran ulykkesplassen vil det ikke dannes trafikkopphopninger da disse bilene har fri veg ut av tunnelen.

De angitte kravene til sikkerhetsforhold i vegtunneler må anses som minsteverdier. Hvor forholdene tillater det, må det tilstrebes å forbedre sikkerhetsforholdene, både når det gjelder ventilasjonsanlegg, ekstra sikkerhetstiltak og vedlikeholdsrutiner.

Tunneler med trafikk i begge retninger

Langslufting i tunneler med to-vegs trafikk aksepteres når de angitte sikkerhetstiltakene a—d følges. Tiltakene er beskrevet på neste side. Dimensjonerende luft-hastighet bør ikke overskride 7 m/s.



Figur 125.1 Grenser for lufthastighet ved langslufting av tovegskjørtede tunneler.

I tovegskjærte tunneler velges ÅDT-grensene 1500, 4000 og 12 000, som stemmer med de nyreviderte vegklassene. ÅDT-verdiene gjelder for åpningsåret.

Sammenheng ÅDT—lufthastighet for tovegskjærte tunneller er vist i figur 125.1.

- a) Tunneler lengre enn 1 km må være belyst (min 0,2 cd/m²).
- b) For hver 500 m må det være plassert: nødtelefon, brannslukningsapparat og brannmelder som aktiverer trafikklys og informasjonsskilt ved innkjøringen i hver ende av tunnelen.
- c) som b), men med avstand 250 m.
I tillegg må brannalarmen få ventilasjon til å redusere lufthastigheten til 2 m/s. Arealer hvor personbiler kan snu må anordnes med avstand 750—1000 m og merkes med skilt. Disse arealer bør kombineres med trafo-nisjer. Trafikklys kan eventuelt monteres ved snuarealene etter spesiell vurdering av virkemåte (betjening etc.) og behov.
- d) som c) og i tillegg:
 - fjernsynsovervåking
 - nødutgang for hver 750—1000 m
 - brannbil stasjonert ved tunnel

Eksempel

Tunnellengde 2 km. Stigning 20%. Høyde over havet under 400 m.

Friskluftsbehov for køsituasjon undersøkes. I dimensjonerende time antas feltet med stigning å avvike 1000 kjørt. (høyt anslått) med gjennomsnittsfart 10 km/h. Motsatt retning 300 kjørt. med fart 60 km/h. Eksemplet avgrenses til å omfatte CO.

$$Q_{\text{OCO}} = 0,013 \cdot ((1000 \cdot 1,1 \cdot 3,5) + (300 \cdot 0,8 \cdot 1,0)) \cdot 2$$

$$= 106,3 \text{ m}^3/\text{time}$$

$$Q_{\text{luft}} = \frac{106,3 \cdot 10^6}{233 \cdot 3600} = 127 \text{ m}^3/\text{sek}$$

Korrigert for et aktuelt trykk og temperatur, kan dimensjonerende friskluftsbehov settes lik

$$Q_{\text{luft}} = 136 \text{ m}^3/\text{sek}$$

For beregning av lufthastighet velges tunneltverrsnitt $A = 52 \text{ m}^2$, det gjør dimensjonerende lufthastighet for ventilasjonsanlegget

$$V_{\text{dim}} = \frac{Q_{\text{luft}}}{A} = \frac{136}{52} = 2,6 \text{ m/sek}$$

Konklusjon: Når ÅDT er større enn 4000, må sikkerhetsutrustning c som beskrevet over velges.

Tunneler med envegstrafikk

Dimensjonerende lufthastighet for ventilasjonsanlegget bør ikke overstige 10 m/s. Sikkerhetsutrustningen må vurderes i hvert enkelt tilfelle.

12. VENTILASJON

125.2 VED HALVTVERRLUFTING

Ved brann i en tunnel med halvtverrlufting, vil gass og røyk fra en brann spre seg langs trafikkkrommet. For slike tilfeller reverserer anlegget fra blåsende til sugende ventilasjon. Friskluftkanalen langs hengen bør med jevne mellomrom være forsynt med åpninger dekket med et materiale med lavt smeltepunkt. Den høye temperaturen i brannavgassene resulterer i at avdekkningene smelter og avsuget vil konsentreres til områdene i nærheten av brannstedet. Dermed vil røygassene spres over mindre lengder.

Dette gjør at et halvtverrluftingssystem generelt må ansees for å ha bedre sikkerhetsegenskaper enn et langsluftingsanlegg i en tunnel med trafikk i begge retninger. Sikkerhetsgevinstene i forhold til langslufting vil være større jo sterkere anlegget er dimensjonert.

For envegstrafikkerte tunneler vil sikkerhetsforholdene bli dårligere ved halvtverrlufting enn ved langslufting.

125.3 VED TVERRLUFTING

Et tverrluftingssystem gir generelt det sikreste ventilasjonsanlegget i en vegtunnel. Ved brann blir friskluft tilført bak brannstedet og brannavgassene vil etter hvert bli sugd ut av tunnelen. Det oppnås derfor en dobbel fortynningseffekt av de farlige gassene. Hvor raskt denne uttynningen skal skje, er avhengig av kapasiteten til ventilasjonsanlegget og hastigheten av den langsgående luftstrømmen. Sikkerheten er derfor best i tunneler med kraftig dimensjonerte ventilasjonsanlegg.

125.4 ANBEFALING

På bakgrunn av våre norske forhold med mange og lange tunneler med relativt små trafikkmengder, bør det satses på langsluftingsanlegg. En vurdering av den generelle sikkerhetsstandarden på det øvrige vegnettet og ulykkesrisikoen tilsier ikke bruk av de mer trafikksikre, men lagt mer kostbare ventilasjonssystemene.

I tettbygde strøk eller på veger med høy trafikkbelastning (over 12 000 ÅDT), vil sikkerhetsspørsmålet være så stort at andre og mer kompliserte løsninger må vurderes.

DEFINISJONER

Veg

1.1 TVERRPROFILET

Veg

Område som er bestemt for trafikk.

Vegbredde

Summen av breddene for alle deler av vegen, målt vinkelrett på vegens lengdeakse.

Vegkant

Skjæringslinjen mellom skulder og fyllingsskråning eventuelt indre grøfteskråning.

Kjørefelt

Den del av en veg som er bestemt for en vognrekke.

Kjørebane

Den del av en veg som består av ett eller flere kjørefelter som ligger inntil hverandre og i samme plan.

Skulder

den del av en veg som er kjørbær og ligger utenfor en kjørebane.

Gang og sykkelveger

Veger for fotgjengere og syklist, adskilt fra motorisert trafikk.

Gangfelt

Oppmerket krysningssted for gangtrafikk som skal krysse kjørebane.

Forbikjøringsfelt

Ekstra kjørefelt for forbikjøring, f.eks. i stigninger.

Møteplass

Spesielt anlagt og merket breddeutvidelse hvor kjøretøyet kan passere hverandre på 1-felts veger.

Møtested

Et sted hvor 2 personbiler kan møte hverandre på 1-felts veger (møteplass, avkjørsel, breddeutvidelse i kurve m. m.).

DEFINISJONER

Trafikkøy

En del av en veg som ikke er bestemt for kjøretrafikk.

Midtdeler

En trafikkøy som skiller kjørebaner bestemt for trafikk i motsatt kjøreretninger.

Trafikkdeler

En trafikkøy som skiller andre deler av en veg enn motsatt rettede kjørebaner.

1.2 LINJEFØRING

Vertikalkurve

Overgang fra en stigning til en annen. Vertikalkurvene utformes vanligvis som parabelbuer.

Høybrekkskurve

En konveks vertikalkurve med stigningenes tenkte brytningspunkt over vegbanen.

Lavbrekkskurve

En konkav vertikalkurve med stigningenes tenkte brytningspunkt over vegbanen.

Dimensjonerende fart

Den fart som velges for samordning og dimensjonering av de forskjellige elementer i vegens geometriske utforming. Det er den høyeste sikre fart på en veg med så gode veg- og trafikkforhold i barmarkstiden at vegelementene er avgjørende for sikkerheten.

Sikt

Sikt er avstanden fra en vognførers øyne (øyehøyde 1,1 m) og fram til et nærmere angitt punkt i synsfeltet.

Stoppsikt

Stoppsikt er fri sikt frem til et hvilende 0,2 m høyt objekt på det benyttede kjørefelt, når avstanden frem til objektet tilsvarer den lengde som er nødvendig for å bremse vognen til stopp.

Forbikjøringssikt

Forbikjøringssikt er minste fri sikt en motorvognfører må ha fremover en veg mot møtende trafikk i det øyeblikk han ønsker å begynne en forsvarlig og trygg forbikjøring av et annet kjøretøy.

Møtesikt

Møtesikt er fri sikt frem til en 1,35 m høy vogn som kjører i motsatt retning i samme kjørefelt, og avstanden er summen av de to vogners stoppsikt pluss 10 meters sikkerhetsavstand.

Stigningsgrad

Kjørebansens helning i lengderetningen. Sett fremover i kjederetningen regnes stigningsgraden som positiv i stigning og negativ i fall. Stigningsgraden uttrykkes i ‰.

Stigningsendring

Den algebraiske differanse mellom stigningsgraden i to etterfølgende stigninger.

Tverrfall

Kjørebansens helning på tvers av vegens lengdeakse.

Overhøyde

Kjørebansens tverrfall i eller i forbindelse med en kurve.

Resulterende fall

Kjørebansens fall som følge av tverrfall og stigningsgrad.

Trafikk

2.1 KJØRETØYER

Dimensjonerende kjøretøy

Et representantivt kjøretøy med dimensjoner som er typisk for den gruppen det representerer.

Dimensjonerende kjøretøy personbilgruppe («P»)

Personbiler, varebiler og minste type lastebiler med kjøreegenskaper lik personbilens.

Dimensjonerende kjøretøy lastebilgruppen («L»)

Vanlige lastebiler og busser.

Dimensjonerende kjøretøy spesialgruppen («SP»)

De største busser, semitrailere av inntil 15 m lengde, samt vogntog av inntil 22 m lengde, men med sporingsegenskaper ikke dårligere enn angitt i figur 31.4.

Lett bil

Personbil, varebil og minste type lastebil med kjøreegenskaper lik personbilens. Alle typer uten tvillinghjul på bakakselen kan vanligvis regnes som lette biler.

Personbilenheter (Pe)

Et motorkjøretøy med samme virkning på trafikkavviklingen som en lett bil.

Tung bil

Busser og lastebiler med tvillinghjul på bakakselen. Tunge biler kan omregnes til personbilenheter.

Trailere

Vogntog og trailerkombinasjoner. Trailere kan omregnes til personbilenheter.

Blandet motorvogntrafikk

En trafikkstrøm sammensatt av lette biler, tunge biler og trailere.

2.2 FART OG TID

Kjørefart

Gjennomsnittsfart for den enkelte bil over en gitt vegstrekning.

Punktfart

Farten for et enkelt kjøretøy i et gitt punkt eller snitt på en veg.

Relativ fart

Differansen mellom to trafikkstrømmers eller kjøretøyers hastighetsvektorer.

Trafikkfart

Gjennomsnittsfart for kjøretøyene i en trafikkstrøm over en gitt vegstrekning.

Reaksjonstid

Den tid en bilfører trenger fra en forhindring kommer tilsyne og til bremsene settes på.

Reaksjonslengde

Den veglengde et kjøretøy tilbakelegger i løpet av reaksjonstiden.

Bremselengde

Den veglengde et kjøretøy tilbakelegger fra det øyeblikk bremsene blir satt på og til det øyeblikk kjøretøyet stopper.

Tidsluke

Tidsintervallet mellom to påfølgende kjøretøyer.

2.3 TRAFIKKSTRØM

Trafikkmengde

Antall kjøretøyer eller personbilenheter som passer et nærmere definert snitt av en veg i løpet av et angitt tidsrom.

Årsdøgntrafikk (ÅDT)

Den totale trafikkmengde (kjt.) som passerer et snitt av en veg i løpet av ett år, med 365.

Sommerdøgntrafikk (SDT)

Den totale trafikkmengde (kjt.) som passerer et snitt av en veg i tidsrommet mai—oktober, dividert med 365/2.

Timetrafikk

Den trafikkmengde som passerer i løpet av en time. Andre tidsenheter kan brukes slik at man får kvartertrafikk, 6 min. trafikk osv.

Dimensjonerende timetrafikk

Den timetrafikk, uttrykt i personbilenheter, som en veg er dimensjonert for.

DEFINISJONER

Dimensjonerende kvartertrafikk ¹

Den største kvartertrafikk innen dimensjonerende time.

Teoretisk kapasitet

Den største trafikkmengde, uttrykt i personbilenheter pr. time, som en kjørebane eller et kjørefelt kan avvikle under ideelle veg- og trafikkforhold.

Mulig kapasitet

Den største trafikkmengde, uttrykt i personbilenheter pr. time, som en kjørebane eller et kjørefelt kan avvikle under eksisterende veg- og trafikkforhold.

Dimensjonerende kapasitet

Den største trafikkmengde, uttrykt i personbilenheter pr. time, som en kjørebane eller et kjørefelt kan avvikle under eksisterende eller planlagte veg- og trafikkforhold, slik at nærmere angitt krav til trafikkavviklingens kvalitet i dimensjonerende time tilfredsstilles.

Veglys

Lysytelse (lumen)

Lysytelse i lm er den totale mengde lys som stråler fra lyskilden.

Lysstyrke (candela)

Lysstyrken i cd er lysytelsen i en absolutt bestemt retning.

Luminansverdi (cd/m²)

Luminansverdi (nivå) er forholdet mellom lysstyrken mot øyet og flaten øyet oppfatter at lyset kommer fra.

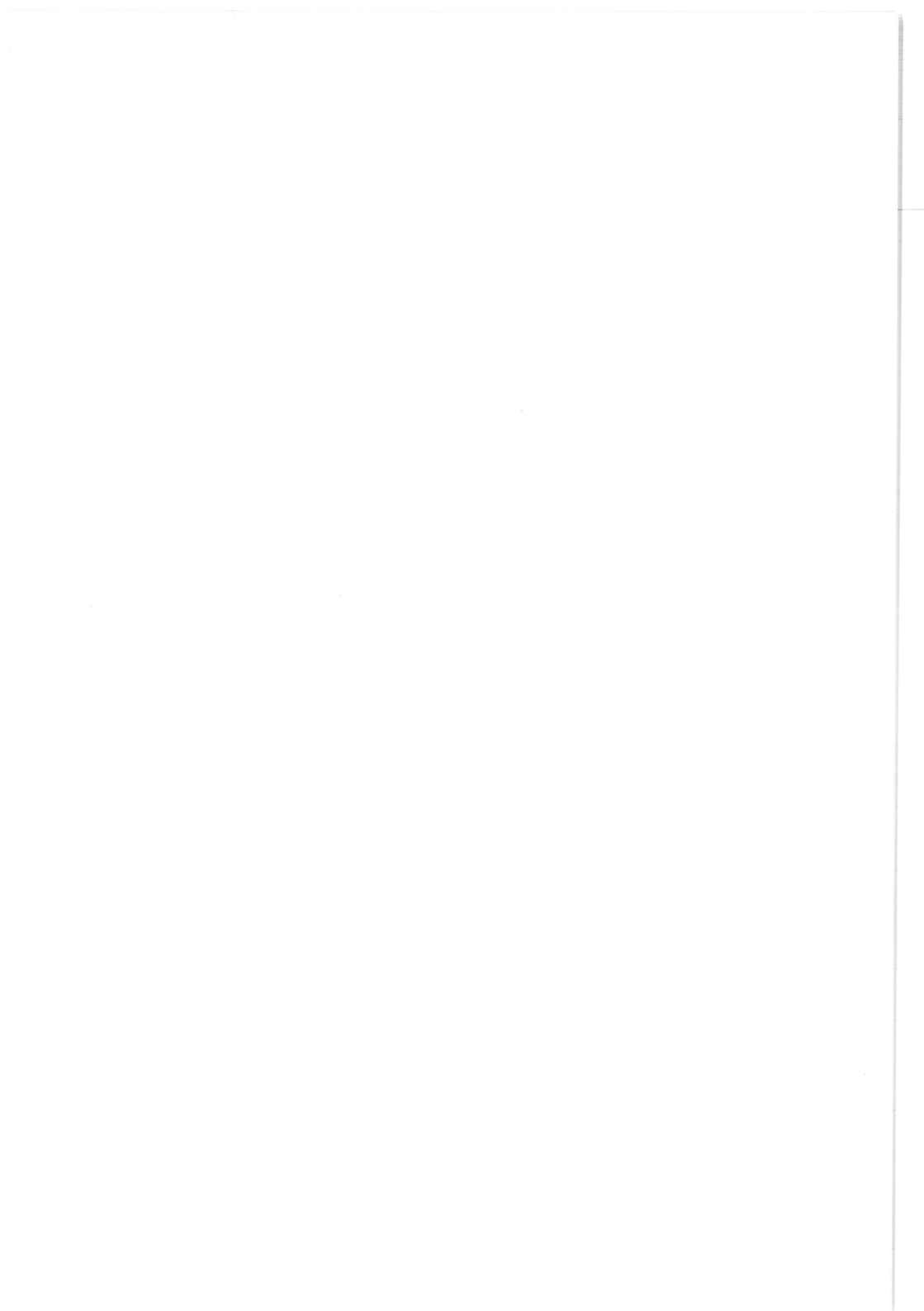
Belysningsstyrke (lux)

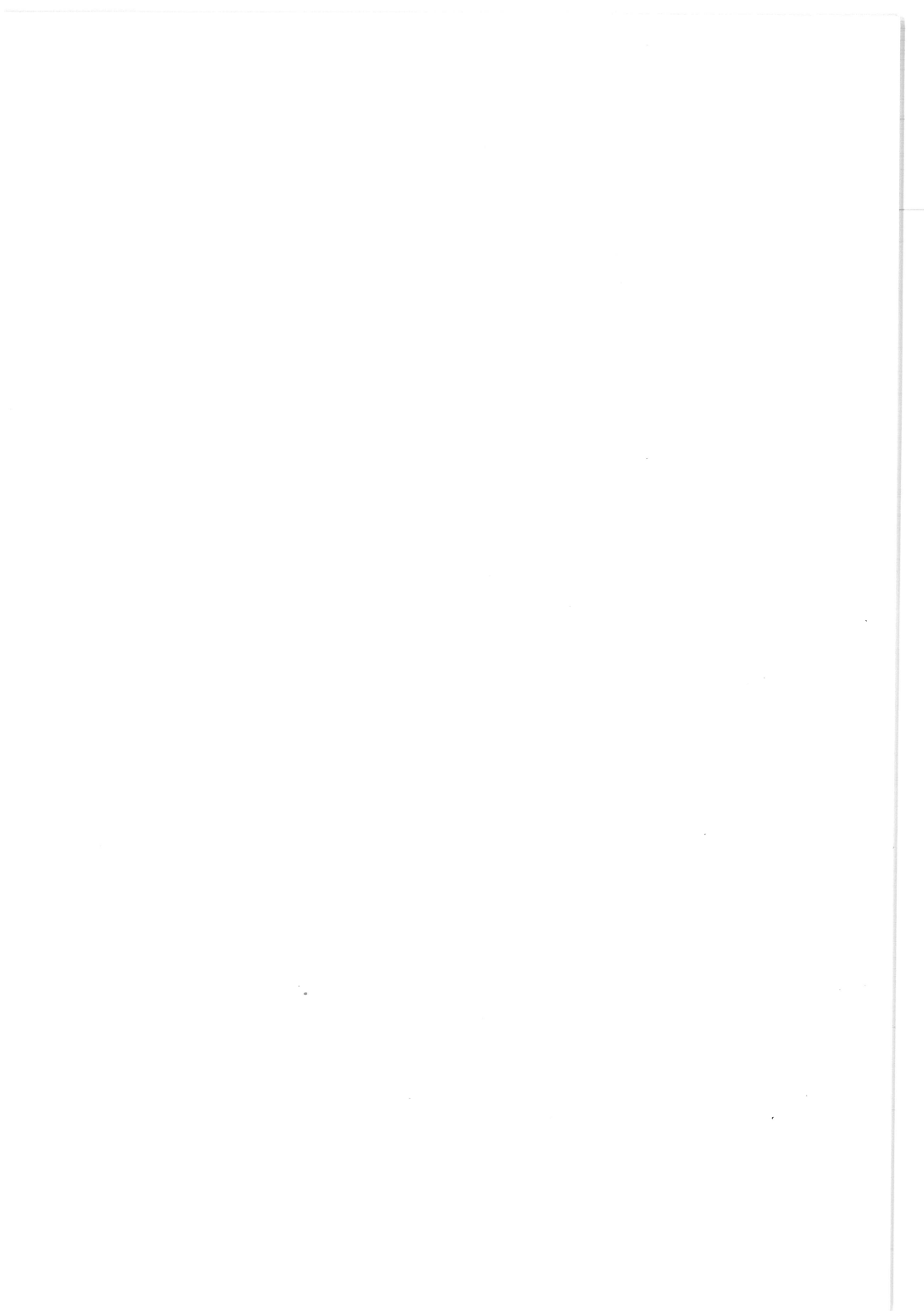
Belysningsstyrken er forholdet mellom den totale lysytelse (mengde) som treffer en flate og flatens størrelse angitt i m².

Bokstavsymboler

SYMBOL	BETEGNELSE	ENHET
A	= klotoideparamter	(m)
B	= skulderbredde	(m)
B _m	= midtdeler	(m)
B _t	= trafikkdelar	(m)
b	= bredde av dimensjonerende kjøretøy	(m)
b _k	= kjøretøyets klaring til kjørefeltkant	(m)
b _o	= avstanden mellom ytre forhjuls spor og overhengets sport	(m)
b _x	= økning av hjulsporavstanden i kurve	(m)
c	= parameter for vertikalkurver	(m)
cd	= lysstyrke i candela	
<u>D</u>	= avstand mellom møtesteder	(m)
D	= gjennomsnittlig avstand mellom møtesteder	(m)
E	= en tung bils ekvivalentverdi i stigninger innen en parsell	
E _i	= en tung bils ekvivalentverdi for den enkelte stigning innen en parsell	
E _o	= en tung bils ekvivalentverdi på flat veg	
e	= overhøyde	(% eller desimalform)
F	= kjørefeltbredde på rettlinje	(m)
F _e	= reduksjonsfaktor for stigningsforhold når trafikkmengde angis i antall personbilenheter	
F _{e'}	= reduksjonsfaktor for stigningsforhold når trafikkmengde angis i antall kjøretøyer	
F _h	= samlet reduksjonsfaktor for kjørebane- og bankettbredder samt avstand til sidehinder utlignet over en parsell	
F _k	= kjørefeltbredde i kurve.....	(m)
F _s	= reduksjonsfaktor for manglende forbikjøringssikt langs en vegparsell	
F _t	= samlet reduksjonsfaktor for alle kapasitetsreduserende forhold langs en vegparsell	
f	= friksjonsfaktor for bremsing	
f _h	= reduksjonsfaktor for kjørebane- og skulderbredder og avstand til sidehinder	
f _k	= sidefriksjonsfaktor	
HT	= høyeste time	
h	= time	
K	= kjørebanebredde	(m)
K _D	= dimensjonerende kapasitet for en vegparsell	
K _{D'}	= dimensjonerende kapasitet for en vegklasse	
K _M	= mulig kapasitet for parsellen	
K _T	= teoretisk kapasitet	
km	= kilometer	

L	= lengde	(m)
L _f	= forbikjøringssikt	(m)
L _m	= møtesikt	(m)
L _m	= lysytelse i lumen	
L _o	= overhøyrampens lengde	(m)
L _s	= stoppsikt	(m)
lux	= belysningsstyrke	
L _{vk}	= vertikalkurvens lengde	(m)
l _h	= et sidehinders lengde i kjøreretningen	(m)
l _i	= lengde av den enkelte stigning «i»	(m)
l _t	= veglengde som påvirkes av et sidehinder	(m)
l _v	= et sidehinders influenslengde	(m)
M	= trafikkmengde	(Pe eller kjøretøyer/tidsenheter)
M _D	= dimensjonerende timetrafikk	(Pe eller kjt/time)
M _{maks}	= største forventede timetrafikk	(Pe eller kjt/time)
m	= meter	
n	= antall	
Pe	= personbilenhet	
q	= normalt tverrfall	(% eller deismalform)
R	= horisontalkurveradius	(m)
R _i	= radius for indre kant av kjørebanen eller kjørefelt	(m)
R _{min}	= minste tillatte horisontalkurveradius	(m)
R _v	= vertikalkurve radius	(m)
R _y	= radius for ytre kant av kjørebane eller kjørefelt	(m)
Δ	= tangentavsett	(m)
SDT	= sommerdøgntrafikk	(kjt)
s	= stigningsgrad	(‰)
s _d	= stigningsendring	(s ₁ -s ₂)
s _r	= resulterende fall	(‰ eller desimalform)
s ₁	= stigningsgrad på den side av vertikalkurven hvor kjedingen er lavest	(‰)
s ₂	= stigningsgrad på den side av vertikalkurven hvor kjedingen er høyest	(‰)
T	= andel tunge biler	(%)
t	= tid	(sek)
t _r	= reaksjonstid	(sek)
V	= dimensjonerende fart	(km/h)
V _T	= trafikkfart	(km/h)
v	= fart, generelt	
(X,Y)	= koordinater	(m,m)
og		
(x,y)		
ÅDT	= årsdøgntrafikk	(kjt)
α	= sentralvinkel for en horisontalkurve = brytningsvinkel	(g eller °)





**Vegdirektoratet
Håndboksekretariatet
Boks 8109
Dep.,
OSLO 1
Tlf. (02) 20 60 50**

ISBN 82-7207-087-1

06-81