

Elektroveileder

Foreløpig utgave – nødstrømsforsyning i vegtunneler

VEILEDNING

Håndbok V630



Håndbøker i Statens vegvesen

Dette er en håndbok i Statens vegvesens håndbokserie. Vegdirektoratet har ansvaret for utarbeidelse og ajourføring av håndbøkene.

Denne håndboka finnes kun digitalt (PDF) på Statens vegvesens nettsider, www.vegvesen.no.

Statens vegvesens håndbøker utgis på to nivåer:

Nivå 1: ● **Oransje** eller ● **grønn** fargekode på omslaget – omfatter *normal* (oransje farge) og *retningslinje* (grønn farge) godkjent av overordnet myndighet eller av Vegdirektoratet etter fullmakt.

Nivå 2: ● **Blå** fargekode på omslaget – omfatter *veiledning* godkjent av den avdeling som har fått fullmakt til dette i Vegdirektoratet.

Elektroveileder

Foreløpig utgave – nødstrømsforsyning i vegtunneler
V630 i Statens vegvesens håndbokserie

Forsidefoto: Statens vegvesen

ISBN: 978-82-7207-736-4

Forord

Håndbok V630 Elektroveileder gir utfyllende veiledning og anbefalinger mv. til kravene i håndbok N601 Elektriske anlegg.

Denne utgaven av håndbok V630 er en foreløpig versjon og inneholder veiledningstekst og skisser til kravene om nødstrømsforsyning i håndbok N601 Elektriske anlegg.

Ansvarlig avdeling:
Vegavdelingen

Statens vegvesen Vegdirektoratet
30. mai 2018

Innhold

	Forord	3
1	Innledning	5
2	Definisjonsliste	6
3	Regelverk og krav til nødstrømsforsyning	7
4	Utforming av nødstrømssystem	8
	4.1 Generelt	8
	4.2 Tilgjengelighet og omkoblingstid	9
	4.3 Sentral UPS og hovedfordeling for nødstrøm	9
	4.3.1 Etablering av nøytralpunkt	10
	4.4 Fordelinger for nødstrøm	10
	4.5 Kursopplegg til utstyr klasse II	11
	4.6 Kursopplegg til utstyr klasse I	11
	4.7 Alarmer og overvåkning	11
	4.8 Verifikasjon	12
	4.9 Service og vedlikehold	12
5	Risikovurdering	13
6	Vedlegg	15
	6.1 Vedlegg 1: Risikomatrise akseptkriterier	15
	6.2 Vedlegg 2: Risikokartlegging	16

1 Innledning

Denne utgaven av håndbok V630 Elektroveileder beskriver hvordan nødstrømsforsyning til nødstrømssystemer i tunnel kan utformes for å ivareta krav i håndbok N601 Elektriske anlegg.

Veilederen beskriver prinsipper for oppbygning av nødstrømsforsyning samt hvilke sikkerhetstiltak som kan benyttes. Håndbok V630 Elektroveileder omtaler ikke alle enkelt-anlegg eller utstyr som forsynes i en tunnel, men beskrevne prinsipper vil kunne brukes for hele installasjonen.

Veilederen beskriver et minimumsnivå og omtaler ikke alle faresituasjoner som kan være aktuelle å ivareta. Lokale forhold kan kreve forsterket sikkerhet og behov for ytterligere tiltak. For å dokumentere at tilstrekkelige tiltak etableres i tråd med sikkerhetskrav, utføres det en tverrfaglig risikovurdering for hvert enkelt anlegg.

Beskrevet løsning, barrierer og sikkerhetstiltak er basert på den vedlagte risikovurderingen.

2 Definisjonsliste

Termene er i hovedsak hentet fra IEC 60050 International Electrotechnical Vocabulary, ITS Terminology fra Nordisk vegforum (NVF) og nasjonale standarder. For enkelte termer som ikke er definert i disse publikasjonene eller andre nasjonale publikasjoner er det utviklet egne definisjoner.

Fordeling

(NEK 400:2014 Elektriske lavspenningsinstallasjoner)

Sammenkobling av utstyr som benyttes for å fordele elektrisk energi til forskjellige kurser.

Hovedfordeling

(NEK 400:2014 Elektriske lavspenningsinstallasjoner)

En fordeling i en installasjon som ikke er forsynt fra andre fordelinger i installasjonen.

Hovedfordeling nødstrøm

Første fordeling i en installasjon som er forsynt fra en (sentralisert) nødstrømsskilde (UPS) i installasjonen.

Installasjon

Montering og tilkobling av elektrisk utstyr.

Nødstrømsforsyning

(ITS Terminologi-2528)

En uavhengig strømforsyning som sikrer vitale funksjoner når den normale strømforsyningen svikter.

Nødstrømsskilde

(NEK 400:2014 Elektriske lavspenningsinstallasjoner)

Strømkilde beregnet på å bli brukt som en del av nødstrømsforsyningen.

Nødstrømskurs

(NEK 400:2014 Elektriske lavspenningsinstallasjoner)

Kurs beregnet på å bli brukt som del av nødstrømsforsyning.

Nødstrømssystem

(NEK 400:2014 Elektriske lavspenningsinstallasjoner)

Elektrisk system for elektrisk utstyr som skal beskytte eller varsle personer i tilfelle fare, eller som er vesentlig for evakuering av personer fra et sted.

Nødstasjon (SOS)

(ITS Terminologi-2506)

Et anlegg langs en tunnel, bro eller annet sted som er utrustet med nødtelefon, brannslukker, førstehjelp etc.

Veiledning

Nødstasjoner stiller forskjellig sikkerhetsutstyr til rådighet, særlig nødtelefoner og brannslukkingsapparater.

Nødstasjoner kan bestå av et skap på tunnelens sidevegg eller helst i en nisje i vegg eller en kiosk.

Nødstasjoner utstyres minimum med en nødtelefon og to brannslukkingsapparater.

Nødstasjoner plasseres i nærheten av portalene og innvendig i tunnel.

Rømningslys

Evacuation lighting (NS-EN 16276:2013 Rømningslys i vegtunneler)

Lys som skal lede trafikanter slik at de, ved egen hjelp, kan evakuere tunnelen i en nødsituasjon for eksempel ved brann.

3 Regelverk og krav til nødstrømsforsyning

Krav til hvilket utstyr som tilknyttes et nødstrømssystem er beskrevet i håndbok N500 Vegtunneler.

Der det er krav til nødstrømssystem utformes dette i samsvar med sikkerhetskravene i FEL, NEK 400 og håndbok N601 Elektriske anlegg.

4 Utforming av nødstrømssystem

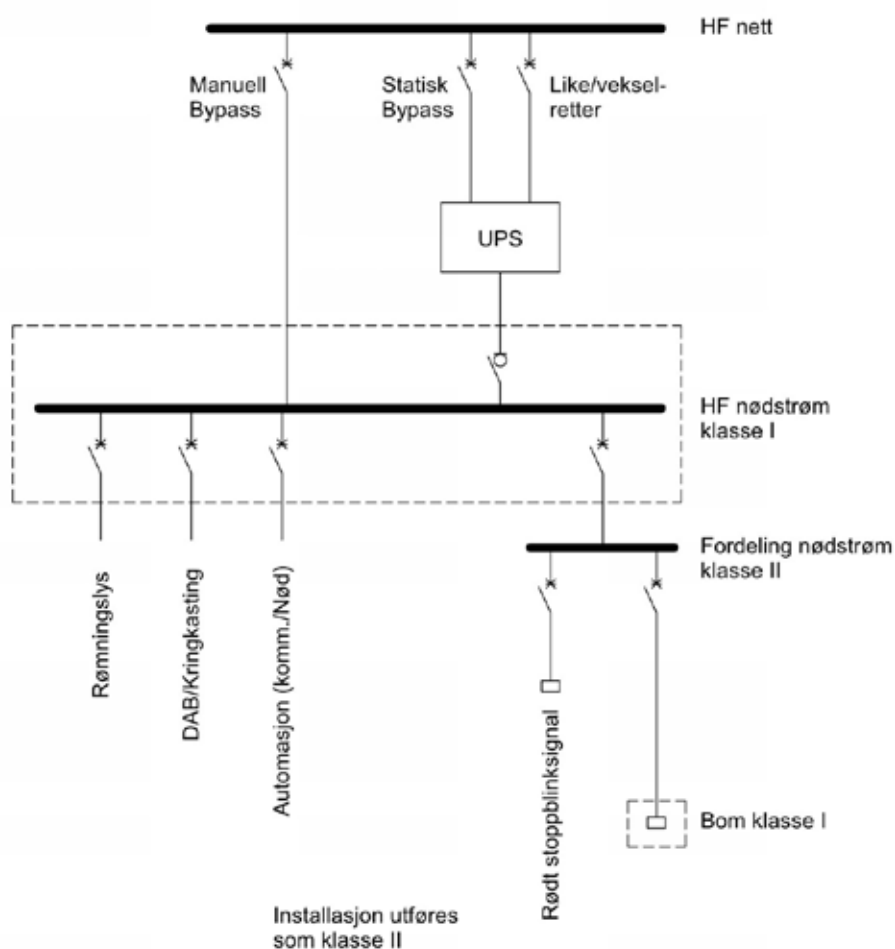
4.1 Generelt

Krav til spenningssystem samt akseptable metoder for beskyttelse mot elektrisk sjokk er beskrevet i håndbok N601 Elektriske anlegg. I håndbok V630 Elektroveileder er nødstrømsforsyningen basert på TN-C-S.

Ved planlegging av nødstrømssystem vurderes sannsynlighet for avbrudd i forsyningsnettet, sannsynlighet for feil i installasjon og utstyr, samt mulighet for drift og vedlikehold. Det kan oppstå ulike feil i installasjonen som kortslutning, jordfeil, utstyrssvikt, skade grunnet ytre påvirkning, varmgang og brann. For å belyse alle problemstillinger og dokumentere at tilstrekkelige tiltak er iverksatt gjennomføres en tverrfaglig risikovurdering av behov for strømforsyning for hvert enkelt anlegg.

Vedlagte risikovurdering (vedlegg 2) har kartlagt aktuelle farer og uønskede hendelser som kan gi feil i nødstrømssystemet samt dokumenterte barrierer som må etableres for å få en akseptabel forsyningssikkerhet.

Nødstrømssystemet for tunnel bygges opp i tråd med forsyningsprinsipp vist i figur 1.



Figur 1: Prinsipp for nødstrømssystem

Beskyttelse mot elektrisk sjokk ivaretas i hovedsak ved bruk av beskyttelsesmetode dobbel eller forsterket isolasjon (NEK 400-4-41, kapittel 412). Dette vil sikre mot jordfeil og vurderes som tilstrekkelig for å ivareta forsyningssikkerhet.

Det aksepteres at hovedfordeling som ikke kan leveres som klasse II, leveres som klasse I. I slike tilfeller forutsettes det etablering av tilleggsbarrierer som nevnt i kapittel 4.3. Den vedlagte prinsipielle risikovurderingen dokumenterer at risiko for utkobling grunnet feil i hovedfordeling vurderes som akseptabel.

Utstyr som kun leveres som klasse I kan benyttes, men i slike tilfeller forutsettes det etablering av tilleggsbarrierer som nevnt i kapittel 4.6.

Det vil også kunne oppstå andre feil som kan gi bortfall av nødstrømsforsyningen. Eksempler på dette er kortslutning, utstyrssvikt, støy og skade pga. ytre påvirkning. Det er gjennom håndbok N601 Elektriske anlegg og NEK400 stilt flere krav til barrierer som redusere risiko for denne type feil. Dette kan blant annet være krav til sakkyndig betjening, separate tekniske rom for hovedfordeling nødstrøm, beskyttelse av føringsveier og drift og vedlikeholdsrutiner inklusive termografering. Barrierene er vurdert i risikovurderingen i vedlegg 2, og det er konkludert med at kombinasjon av tiltakene ivaretar et akseptabel nivå for resterende risiko.

4.2 Tilgjengelighet og omkoblingstid

Definert evakueringstid iht. N500 er bestemmende for kapasiteten til nødstrømsforsyningen. Det anbefales å benytte uavbrutt (online UPS), eventuelt meget kort avbrudd med automatisk forsyning tilgjengelig innen 0,15 s.

Der bruk av avbruddsfri forsyning med UPS ikke er egnet, f.eks. til kraftkrevende installasjoner i tunnel som ventilasjonsanlegg eller pumpeinstallasjoner, vurderes omkoblingstid i hvert enkelt tilfelle.

4.3 Sentral UPS og hovedfordeling for nødstrøm

Som nødstrømskilde etableres en sentral online UPS i tekniske bygg forsynt direkte fra hovedfordeling.

For å redusere fare for utstyrssvikt anbefales separat forsyning til like-/vekselretter og statisk bypass. Parallelt med UPS etableres egen manuell bypass for å muliggjøre forbikobling.

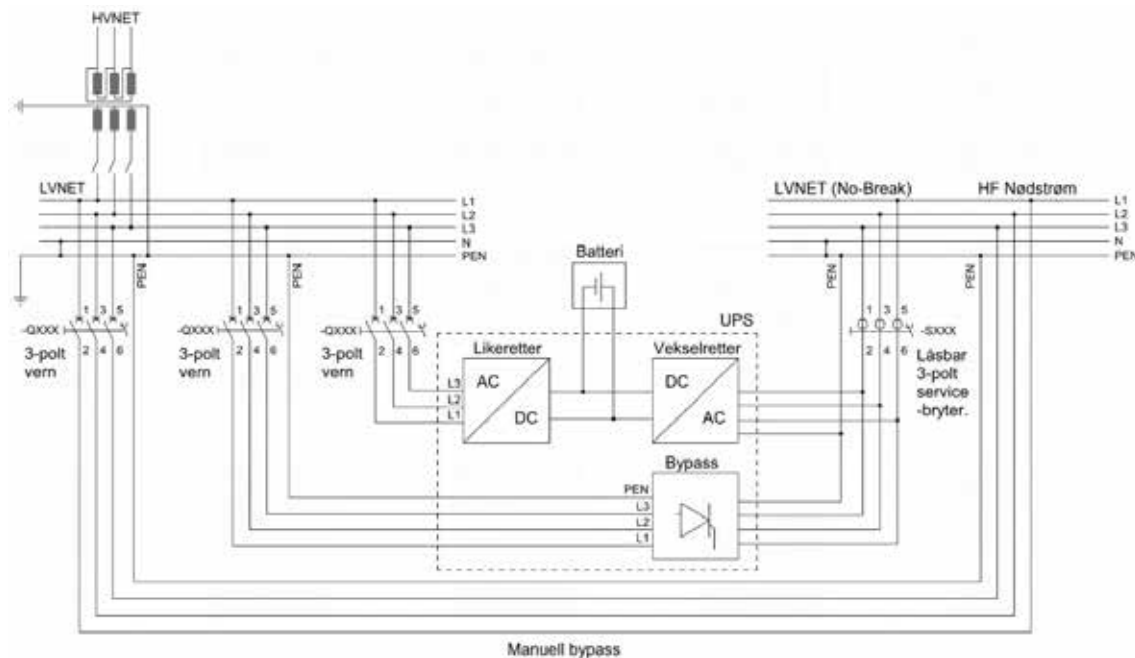
Elektrotekniske beregninger samt dokumentasjon av selektivitet utføres for alle driftsformer (nettdrift og batteridrift). Det gjøres spesielt oppmerksom på at det utarbeides dokumentasjon av tilstrekkelig kortslutningsytelse i batteridrift samt tåleevne for statisk bypass.

Tekniske rom for hovedfordeling nødstrøm og UPS-anlegg etableres i henhold til håndbok N500. Det etableres egne batterirom. Batteribryter plasseres i samme rom som UPS.

Ved valg av beskyttelsesmetode iht. NEK 400-4-412 anses det som akseptabel risiko at hovedfordeling for nødstrøm utføres som klasse I. Tilkoblingspunkter i fordeling utføres med strekkavlastning og med beskyttelsesgrad IP2X. Ledninger og kabler utføres som klasse II. All kabling mellom hovedfordeling normalkraft, UPS og hovedfordeling nødstrøm utføres som klasse II. I tillegg utføres batteriinstallasjonen i jord- og kortslutningssikker forlegning.

4.3.1 Etablering av nøytralpunkt

Prinsipp for etablering av nøytralt punkt i hovedfordeling nødstrøm kan utføres i samsvar med figur 2. Dette prinsippet gjelder for anlegg med korte avstander hvor hovedfordeling for normalkraft, sentral UPS og hovedfordeling nødstrøm er plassert i tilstøtende rom i samme tekniske bygg.



Figur 2: Prinsipper for fremføring av nøytralleder

For å sikre at det ikke blir flytende N-punkt utføres forsyning frem til hovedfordeling nødstrøm som TN-C. Splitt mellom PE og N-leder etableres i hovedfordeling nødstrøm. Nødstrømsanlegget fra HF Nødstrøm utføres som TN-S.

TN-C som forsyning fra HF normalkraft til HF nødstrøm er valgt som tilfredsstillende løsning. Begrunnelsen for dette er at risikoen for støy (EMI) er vurdert som svært liten da jordingsystemet er strukturert og det ikke plasseres utstyr i omgivelsene som ikke har tilstrekkelig immunitet. Prinsippet begrenser antall brytere til et minimum og reduserer risikoen for brudd i nøytralledere ved feilbetjening- og koblingsfeil.

4.4 Fordelinger for nødstrøm

Fordelinger for nødstrømsanlegg inklusive nødstasjoner utføres i kl. II.

Tilkoblingspunkter og utstyr utføres med kapslingsgrad minimum IP2X.

Føringsveier for kabler til fordelinger legges brannsikket og bak veggelement/føringskant, hvelv eller i grunn for å begrense mulighet for skade grunnet påkjørsel eller brann. Det føres ikke nødstrømsforsyning på kabelstige i tunneltak dersom det ikke er etablert tilleggsbeskyttelse som gir tilsvarende eller høyere brannbeskyttelse.

Nødstasjoner kan forsynes direkte fra hovedfordeling nødstrøm med en kurs pr. stasjon. Alternativt kan det benyttes to kurser (fra felles hovedfordeling) som forsyner annenhver stasjon.

Rømningslys kan forsynes fra fordelinger for nødstrøm i tunnel.

Sikkerhetslys i henhold til håndbok N500 er ikke en del av nødstrømssystemet, men kan forsynes fra samme UPS dersom det dokumenteres at feil på sikkerhetslys eller forsyning til disse ikke gir avbrudd i nødstrømskurser.

4.5 Kursopplegg til utstyr klasse II

Total selektivitet mellom alle kursvern for nødstrømsforsyning under alle driftsformer er krav i håndbok N601 Elektriske anlegg (nett-UPS-generator etc.).

Kurser som forsyner utstyr utført etter beskyttelsesmetoder i samsvar med NEK400-4-41, avsnitt 412, 413 eller 414 slik som rødt stoppblinksignal, rømningslys etc., kan forsynes direkte fra HF nødstrøm eller annen fordeling for nødstrøm.

Kursopplegg utføres som klasse II. Ledningssystemer med separat lederisolasjon for jordledere og faseledere tilfredsstiller kravene til klasse II. Annet utstyr i klasse II skal være merket med symbolet , referanse IEC 60417-5172.

4.6 Kursopplegg til utstyr klasse I

Utstyr klasse I benyttes kun der utstyr ikke kan leveres i klasse II eller III.

Utstyr klasse I som inngår i nødstrømssystemet slik som bom, skilt etc. forsynes tilsvarende utstyr klasse II.

Jordfeil på et enkeltutstyr klasse I vil gi utkobling av vern. Utstyr som kun leveres i klasse I kan benyttes dersom følgende sikkerhetstiltak etableres:

- Det dokumenteres total selektivitet samt at feil på en enkelt kurs ikke gir avbrudd i andre nødstrømskurser, og
- Kursopplegget utført som klasse II; og
- Strekkavlastning på ledere ved tilkoblingspunkter i fordeling og ved alle tilkoblingspunkter

I tillegg vurderes det å etablere et alternativt sikkerhetsutstyr som ivaretar ønsket sikkerhetsfunksjon. Eksempel på slikt sikkerhetsutstyr kan være sikkerhetstrafo som gir elektrisk adskillelse i henhold til NEK 400-4-41, kapittel 413. Ved bom monteres rødt stoppblinksignal. Bom og rødt stoppblinksignal forsynes fra forskjellige nødstrømskurser.

4.7 Alarmer og overvåkning

Vern som forsyner flere kurser (hoved- og gruppevern) utføres med separat alarm, mens kursvern kan overvåkes med felles alarm til VTS.

Nødstrømsforsyning for nødnettrelatert utstyr gir følgende alarmer som automatisk vil bli overført til NOC (Network operation control):

- Strømutfall til nødstrømsforsyning (UPS)
- Feil på nødstrømsforsyning (UPS)
- Lavt batterinivå

VTS mottar øvrige alarmer for nødstrømsanlegg.

4.8 Verifikasjon

Ved nye eller endrede anlegg vil verifikasjon inkludert sluttkontroll med tilhørende dokumentasjon være viktige barrierer for å redusere risiko for montasje- og utstyrsfeil. Det er derfor vesentlig at dokumentasjon fra verifikasjonen overleveres før anlegget settes i drift.

For krav henvises til håndbok N601 Elektriske anlegg, kapittel 6 Verifikasjon.

4.9 Service og vedlikehold

Nødstrømsforsyning til nødnettrelatert utstyr utføres slik at utstyr ikke mister driftsspenning ved vedlikehold. Dette kan løses med at forsyning forbikobles med vender.

Tilstrekkelig drift- og vedlikeholdsrutiner med renhold og faste serviceintervaller er en forutsetning for å ivareta forsyningssikkerheten for nødstrømssystemet. FDV dokumentasjon utarbeides slik at det klart fremgår hvordan installasjon og utstyr driftes og vedlikeholdes.

For å ivareta sikkerhet mot farlig strømgjennomgang, utføres alt arbeid av sakkyndig personale i tråd med forskrift om sikkerhet ved arbeid i og drift av elektriske anlegg (FSE) og ved bruk av sikker jobbanalyse (SJA).

5 Risikovurdering

Som en del av denne veilederen er det utformet en prinsipiell risikovurdering som omtaler nødstrømssystem for vegtunneler. Denne kan benyttes som grunnlag for den videre vurderingen av hvert enkelt anlegg.

Et nødstrømssystem består av flere systemkomponenter. For å sikre en systematisk gjennomgang ved kartlegging av farer og uønskede hendelser er det valgt å dele risikovurderingen opp i følgende systemkomponenter:

- 1 UPS
- 2 Hovedfordeling for nødstrøm (HF Nødstrøm)
- 3 Fordeling for nødstrøm (nødstasjon)
- 4 Føringsveier for nødstrøm
- 5 Kursopplegg frem til nødutstyr

Prinsipiell forsyningsstruktur er vist i figur 1.

Det er kartlagt aktuelle uønskede hendelser som kan medføre følgende faresituasjoner:

- Avbrudd i nødstrømsforsyning
- Elektrisk støt / Farlig strømgjennomgang
- Varmgang og/eller brann
- Elektriske og elektromagnetiske forstyrrelser

Ytterligere tiltak for å forhindre og redusere skadevirkninger av uønskede hendelser graderes ut fra akseptkriteriene i Tabell 1. Akseptkriteriene ligger til grunn for å vurdere om tiltak må iverksettes, og graderer det som ansees som akseptabel risiko. Risikomatrise vist i vedlegg 1 viser hvilke kriterier som ligger til grunn for vurdering av frekvens, konsekvens og samlet risiko.

Tabell 1 Akseptkriterier

Høy risiko	Ikke akseptabelt
Risiko ≥ 9	Risikoreduserende tiltak iverksettes
Middels risiko	Akseptabel, men vurdering kreves
$4 \leq \text{Risiko} < 9$	Risikoreduserende tiltak vurderes
Lav risiko:	Akseptabel
Risiko < 4	Aksepteres uten spesielle tiltak, (åpenbare risikoreduserende tiltak vurderes)

Aktuelle uønskede hendelser med vurdering av frekvens, konsekvens og samlet risiko er dokumentert i vedlegg 2 Risikokartlegging.

Kartlegging viser at flertallet av de påtenkte uønskede hendelsene er vurdert til å ha akseptabel risiko (grønt nivå). Dette avhenger av at det implementeres barrierer i anlegget som ivaretar robustheten i systemet. Anleggsbarrierer er beskrevet for hver systemkomponent i vedlegg 2 samt kapittel 4.

Det påpekes at for flere av de uønskede hendelsene reduseres risikoen fra uakseptabelt nivå (rødt) til akseptabelt nivå (grønn). Dette forutsetter at tilstrekkelig verifikasjon, sluttkontroll, renholdsrutiner og drift- og vedlikeholdsrutiner med faste service- og rengjøringsintervaller ivaretas. For å ivareta sikkerhet mot farlig strømgjennomgang, utføres alt arbeid av sakkyndig personell i tråd med forskrift

om sikkerhet ved arbeid i og drift av elektriske anlegg (FSE) og ved bruk av sikker jobbanalyse (SJA). Det er identifisert noen uønskede hendelser (gult nivå) som er vurdert akseptable under forutsetning av at det etableres tilleggsbarrierer som vist i tabell 2, og at det gjennomføres en vurdering av behov for flere barrierer for hvert enkelt anlegg.

Tabell 2: Uønskede hendelser med middel risiko

Uønsket hendelse	Risiko	Barriere anlegg	Barrierer drift
Kortslutning på kabel eller i tilkobling før eller etter UPS.	5	Batterikabel utføres som jord- og kortslutnings-sikkert forlagt og kabelføringene utføres som klasse II. Tilkoblingspunkter i tavlen utføres med kapslingsgrad minimum IP2X. Egne tekniske rom. Sluttkontroll og verifikasjon.	Sakkyndig betjening. Arbeider i tavlen under drift følger FSE og det gjennomføres en SJA.
Jordfeil/kortslutning på samleskinne i HF nødstrøm	5	Tilkoblingspunkter i tavlen utføres med kapslingsgrad minimum IP2X og strekkavlastning monteres. Egne tekniske rom. Total selektivitet for nødstrømsforsyning. Sluttkontroll og verifikasjon.	Sakkyndig betjening. Arbeider i tavlen under drift følger FSE og det gjennomføres en SJA. Service av brytermateriell iht. leverandørens anvisning
Varmegang/brann i HF	5	Termografering før anlegget er satt i drift og før SAT. Forventet temp. stigning beregnes av tavleprodusent. Innvendig temperatur maksimalt 40 grader. Det monteres temperaturstyring i tekniske rom, fordelinger plasseres i egne tekniske rom.	Termografering foretas innen 12 mnd. etter oppstart av drifts- og vedlikeholdskontrakter og deretter iht. kontraktsrutiner. Service av brytermateriell iht. leverandørens anvisning.
Utkobling i forbindelse med vedlikehold/service/betjening i UPS eller HF nødstrøm	5		Sakkyndig betjening. Arbeider i tavlen under drift følger instruks og FSE og det gjennomføres SJA.

6 Vedlegg

6.1 Vedlegg 1: Risikomatrise akseptkriterier

NR	Betegnelse	Konsekvenser	Usannsynlig - Ingen kjente tilfeller	Lite sannsynlig - Kjenner tilfeller	Mindre sannsynlig - Flere enkelttilfeller	Sannsynlig - periodevis lengre varighet	Svært sannsynlig - Kontinuerlig
5	Svært alvorlig	Selvredning ikke mulig, personer har ikke mulighet til å orientere seg i tunnel. Tilfeller av alvorlig skade og en eller flere døde.	5	10	15	20	25
4	Alvorlig	Mulighet til selvredning er sterkt redusert, personer har liten mulighet til å orientere seg i tunnel. Enkelttilfeller av alvorlig skade og mulig død.	4	8	12	16	20
3	Betydelig	Flere enkelttilfeller av mindre alvorlige skade. Enkeltstående klager. Brudd på regler og prosedyrer det må etableres tiltak	3	6	9	12	15
2	Mindre alvorlig		2	4	6	8	10
1	Ubetydelig	Ingen	1	2	3	4	5

6.2 Vedlegg 2: Risikokartlegging

Vedlegg 2:		Risikokartlegging		SSV - nødstrømsforsyning											
Delsystem 1:		UPS													
Driftsavrudd nødstrømsforsyning						Barrierer									
Nr	Utmærket hendelse	Hendelsesbeskrivelse/årsak		F	K	Risiko	Anlegg	Driftutøver		F	K	Risiko	Metnad samspilighet	Metnad konsekvens	
Faresituasjon: Driftsavrudd nødstrømsforsyning															
	Jordfeil på kabel føreretter UPS/Bypass	Isolasjonssvikt på kabel fra batteri til UPS. Isolasjonssvikt på kabel fra UPS/Bypass til HF-UPS		2	5	10	Batteri- og konstruksjonssikker forlenging. Kabelledninger i klasse II. Sluttkontroll og verifikasjon.			2	1	2		Isolasjonssvikt vil ikke føre til utkobling	
	Kontrollring og fordeling på kabel og i tilkobling føreretter UPS/Bypass	Kabelfeil, mekanisk ytre påvirkning på kabelinstallasjon, miste verkøys i fordeling, seriellslutte grunnet dårlig kontakt i tilkobling		2	5	10	Batteri- og konstruksjonssikker forlenging. Kabelledninger i klasse II. Tilkoblingspunkter i lavt med koblingsgrad minimum IP2X. Egne tekniske rom. Sluttkontroll og verifikasjon.			1	5	5			
	Utsysssvikt	UPS kan feil pga støv og manglende vedlikehold (filter, filter ol)		3	5	15	Separat forsyning til statisk bypass og manuell bypass. Det er satt egne krav til tekniske rom. UPS plasseres i eget teknisk rom. Batteri plasseres i egne rom. Se egne tegningsmaler (NB00). Sluttkontroll og verifikasjon.			1	3	3		Der som UPS feiler vil statisk bypass overta forsyningen gitt at overordnet nett er tilstede.	
	Driftsavrudd grunnet ytre påvirkning	som over. Ved miljøpg av anlegget er det utfordrende å ha tilstrekkelig rent miljø for utstyret under installasjon. Varmtintegning		3	5	15	som over. Tekniske bygg plassert i lavbrett med golv minimum 1 m over klarebanenivå (NB00). NB00 setter krav til byggetekniske konstruksjoner og pumpestasjoner.			1	3	3			
	Driftsavrudd grunnet feilgjøreskade	Brann i batteriinstallasjon, Uthall av kjøleanlegg til nødstrømsrom. Brann i automasjonsskuffer som er plassert i nødstrømsrom.		2	5	10	Egne batterirom (egen brannølle og brannslukkeapparat). Batteribruker plasseres i nødstrømsrom. Kjøleanlegg for nødstrømsrom og automasjonsskuffer tilkobles nødstrømsforsyning (NB01). Brannvarslingsanlegg er installert i alle rom.			2	2	4		Der som batteri feiler vil statisk bypass overta forsyningen gitt at overordnet nett er tilstede.	
	Utmærket utkobling i forbindelse med vedlikeholdsarbeid	Fare for feilkobling av byttene da det må legges ut flere byttene i koordinert rekkefølge		2	5	10				1	5	5			
	Utkobling pga overstrøm (overlast eller kortslutning nødstrøms UPS)	Utkobling av UPS pga høye strømsstrømmer fra nødligsanlegg (lednings og sikkerhetslig) Utkobling av UPS pga manglende selektivitet i batteridrift. Utkobling av verifikasjon for statisk bypass ved overstrøm.		2	5	10	Beregninger av anlegget i alle driftsformer må gjennomføres. Dette inkluderer konstruksjons- og selektivtetsberegninger. Total selektivitet mellom vernet i nødstrømsforsyningen.			2	1	2			
	Faresituasjon: Elektrisk støt														
	Indirekte berøring	Kan ikke se aktuelle hendelser som kan gi indirekte berøring.													
	Direkte berøring	Skade på kabelisolasjon grunnet mekanisk påkjenning under bygging eller i drift. Direkte berøring ved arbeid under spenning.		2	4	8	Verifikasjon av installasjon ved miljøbegrensninger.			1	4	4			
	Faresituasjon: Vannang / brann														
	Brann i UPS	Ved miljøpg av anlegget er det utfordrende å ha tilstrekkelig rent miljø for utstyret under installasjon.		2	5	10	Separat forsyning til statisk bypass og manuell bypass. Det er satt egne krav til tekniske rom. UPS plasseres i eget teknisk rom. Batteri plasseres i egne rom. Se egne tegningsmaler (NB00).			1	3	3			
	Elektriske og elektromagnetiske														
	Manglende EMC	Kjemner ikke til konkrete feilfunksjoner knyttet til støy		1	1	1	1	1		1	1	1			

Vedlegg 2: Delsystem 2:		Risikokartlegging Hovedfordeling HF Nødstrøm		SSV - nødstrømsforsyning															
						Før barrierer		Barrierer		Etter barrierer									
						F		K		Risiko		F		K		Risiko		Merknad konsekvens	
Nr		Uønsket hendelse		Hendelsesbeskrivelse/førsak		F		K		Risiko		F		K		Risiko		Merknad konsekvens	
Faresituasjon: Driftsavbrudd																			
Jordfeil samleskinner eller bryter		Skadede. Feil grunnet service for eksempel feilsøking, miste verktøy, feil kobling ved ny installasjon, feil på brytermateriell		2		5		10		Tilkoblingspunkter i tavler med kapslingsgrad minimum IP2X. Egne tekniske rom. Sluttkontroll og verifikasjon.		Sakkyndig betjening. Arbeider i tavlen under drift gjennomføres iht. FSE, SUA gjennomføres før arbeidet påbegynnes. Service av brytermateriell iht leverandørens anvisning		1		5		5	
Kortslutning		Skadede. Feil grunnet service for eksempel feilsøking, miste verktøy, feil kobling ved ny installasjon, feil på brytermateriell		2		5		10		Tilkoblingspunkter i tavler med kapslingsgrad minimum IP2X. Egne tekniske rom. Sluttkontroll og verifikasjon.		Sakkyndig betjening. Arbeider i tavlen under drift gjennomføres iht. FSE, SUA gjennomføres før arbeidet påbegynnes. Service av brytermateriell iht leverandørens anvisning		1		5		5	
Ustyrssvikt		Feil på hovedbryter, feil på avgangssvern.		2		4		8				Service av brytermateriell iht leverandørens anvisning		1		4		4	
Varmegangbrann		Dårlig kontakt i koblingspunkt. Feil på utstyr. Samlet for høy varmeutvikling eller for høy omgivelsestemperatur		3		5		15		Termografiering før anlegget er satt i drift og før SAT. Forventet temp.stigning beregnes av tavleprodusent. Innvendig temperatur maksimalt 40 grader. Krav til temperatursjugging i tekniske rom, fordelinger plasseres i egne tekniske rom. Sluttkontroll og verifikasjon.		Termografiering innen 12 mnd etter oppstart av drifts- og vedlikeholdskontrakter og deretter iht. kontraktsrutiner. Service av brytermateriell iht leverandørens anvisning.		1		5		5	
Driftsavbrudd grunnet ytre påvirkning		Ser ingen aktuelle hendelser da det er forutsatt at ytre påvirkninger ikke er utover normale (se tab 51A NEX400)		1		1		1											
Driftsavbrudd grunnet følgeskade		Kan ikke se aktuelle hendelser som kan gi følgeskader																	
Uønsket utkobling i forbindelse med vedlikehold/service/betjening		Fare for feilkobling av brytere da det må legges ut flere brytere i koordinert rekkefølge		2		5		10				Sakkyndig betjening. Arbeider i tavlen under drift gjennomføres iht. FSE, SUA gjennomføres før arbeidet påbegynnes.		1		5		5	
Faresituasjon: Elektrisk sjokk																			
Indirekte berøring		Kan ikke se aktuelle hendelser som kan gi indirekte berøring.																	
Direkte berøring		Skade på kabelisolasjon grunnet mekanisk påkjenning under bygging eller i drift. Direkte berøring ved arbeid under spenning.		2		4		8		Verifikasjon av installasjon ved nybygg/tillegninger.		Sakkyndig betjening. Arbeider i tavlen under drift gjennomføres iht. FSE, SUA gjennomføres før arbeidet påbegynnes.		1		4		4	
Faresituasjon: Varmgang / brann																			
Brann i HF nød		Ved nybygg av anlegget er det utfordrende å ha tilstrekkelig rent miljø for utstyret under installasjon.		2		5		10		Separat forsyning til statisk bypass og manuell bypass. Det er satt egne krav til tekniske rom. UPS plasseres i eget teknisk rom. Batteri plasseres i egne rom. Se egne tegningsmaler (N500).		Vedlikeholdsrutiner etableres (inkl rengjøring) i faste serviceintervall iht den spesifikke kontrakt for drift og vedlikehold av elektriske anlegg. Det sikres tilstrekkelig renholdrutiner under bygging.		1		3		3	
Elektriske og elektromagnetiske																			
Manglende EMC		Det etableres TN-C frem til HF nødstrøm som kan gi mulighet for sirkulerende strømmer i jord mellom HF normal og HF Nød. (Det er ikke tillatt med TN-C etter første hovedfordeling i samme bygg av denne grunn, her avvikes det fra NEX400-303.2.1). Ser ikke at teknisk løsning vil kunne gi uønskede hendelser med EMI og det vurderes akseptabelt å avvike fra NEX400.								Tavlerom for normal kraft og Nødstrøm ligger i tilstøtende rom, korte avstander mellom jordskinner i fordeling som vil begrense strømmer i jord. Begge fordelinger er tilknyttet felles ringjord som sikrer god potensialjevning. Det vil ikke forekomme støy som vil påvirke EKDM utstyr i arealene. Radio og nødnett samt mobil utstyr plasseres i egne rom.				1		1		1	

Vedlegg 2: Delsystem 3:		Risiko Kartlegging Underfordeling UF nødstrøm		SSV - nødstrømsforsyning													
Driftsarebredd nødstrømsforsyning				Før barrierer		Barrierer		Etter barrierer									
Mr	Uønsket hendelse	Hendelsesbeskrivelse/Årsak	F	K	Risk	Antag	Driftstiltak	F	K	Risk	Metode	Sansynlighet	Metode	Konsekvens			
Faresteinsjon: Driftsarebredd nødstrømsforsyning																	
	Jordfeil anleddene eller bryter	Skadede/- Feil grunnet service for eksempel felleskabeling, melle verkøy, feil kobling ved ny innstallasjon, feil på brytermateriell	3	4	12	Tilkoblingspunkter i tverr med kobling ved ny innstallasjon, feil på brytermateriell	Sakkyndig betjening. Arbeider i tverr under drift gjennomføres ikke. FSE, SJA, gjennomføres før arbeidet påbegynnes. Service av brytermateriell ikke leverandørens anvisning	1	4	4							
	Kortslutning	Skadede/- Feil grunnet service for eksempel felleskabeling, melle verkøy, feil kobling ved ny innstallasjon, feil på brytermateriell	3	4	12	Tilkoblingspunkter i tverr med kobling ved ny innstallasjon, feil på brytermateriell	Sakkyndig betjening. Arbeider i tverr under drift gjennomføres ikke. FSE, SJA, gjennomføres før arbeidet påbegynnes. Service av brytermateriell ikke leverandørens anvisning	1	4	4							
	Utsyrsikt	Feil på hovedbryter, feil på svangssvenn.	2	4	8	Sluttkontroll og verifisering.	Service av brytermateriell ikke leverandørens anvisning. Funksjonstest hver 6 eller hver 12 måned utheving av trafikkbelastning (ADT)	1	4	4							
	Varmgangsbrem	Varmgang i koblingspunkt	3	4	12	Det sikres tilstrekkelig retningsindikator under bygging. Lav belastning i fordeling reduserer fare for varmgang. Verifisering av innstallasjon ved nøydg / endringer. Forventet temp-stigning beregnes av tverrproduzent. Innvendig temperatur maksimalt 40 grader.	Innvendig retningsindikator ved behov og minst hver 12 måned ikke den spesifikke kontroll for drift og vedlikehold av elektriske anlegg.	1	4	4							
	Driftsarebredd grunnet type påvirkning	Slik, støy og skitt vil gi økt korrosjon på utsyr og øker faren for feilfunksjon og kortslutning av utsyr.	3	4	12	Minimum IP65 for nødskap og metallisk kabling i rustfritt stål. Total ledelstet for nødstrømsforsyning.	Utvendig retningsindikator ikke, indiker i vegdriftskontrakt. Anvisning av ADT 1-12 ganger pr år.	1	4	4							
	Driftsarebredd grunnet felgeskade	Trafikkendelse kan gi skade på nødstrømskap. Utsyr blir pålyst, utsatt for brann.	3	4	12	Slapp plasseres i merke, innsett i vegplaten eller alternativer etableres det hinder mot pålysting.		1	4	4							
	Uønsket utkobling i forbindelse med vedlikehold/servicebehandling	Faltpening ved drift og vedlikehold	2	3	6		Sakkyndig betjening. Arbeider i tverr under drift gjennomføres ikke. FSE, SJA, gjennomføres før arbeidet påbegynnes.	2	2	4							
	Faresteinsjon: Elektrisk sjokk																
	Indirekte berøring	Kan ikke se aktuelle hendelser som kan gi indirekte berøring.															
	Direkte berøring	Skade på koblingsisjon grunnet mekanisk pålysting under bygging eller i drift. Direkte berøring ved arbeid under åpning.	2	4	8	Verifisering av innstallasjon ved nøydg/ endringer.	Sakkyndig betjening. Arbeider i tverr under drift gjennomføres ikke. FSE, SJA, gjennomføres før arbeidet påbegynnes.	1	4	4							
	Faresteinsjon: Varmgang i brann																
	Brann i fordeling	Ved åpning av anlegget er det utfordrende å ha tilstrekkelig rent miljø for utsyret under innstallasjon.	2	3	6	Det sikres tilstrekkelig retningsindikator under bygging. Lav belastning i fordeling reduserer fare for varmgang. Verifisering av innstallasjon ved nøydg / endringer. Forventet temp-stigning beregnes av tverrproduzent. Innvendig temperatur maksimalt 40 grader.	Innvendig retningsindikator ved behov og minst hver 12 måned ikke den spesifikke kontroll for drift og vedlikehold av elektriske anlegg.	1	3	3							
	Elektriske og elektromagnetiske forstyrrelser																
	Magnetisk EMC	Kjører ikke til konsekvent feilinnførsel knyttet til støy	1	1	1			1	1	1							

Vedlegg 2: Delsystem 4:		Risikokartlegging Føringsvei		SSV - nødstrømsforsyning															
Driftsbrudd nødstrømsforsyning				Før barrierer		Barrierer				Etter barrierer									
Nr	Unglasket hendelse	Hendelsesbeskrivelse /årsak		F		K		Risiko		Driftsvurder		F		K		Risiko		Merknad konsekvens	
		Fareutsjølson		F		K		Risiko											
	Driftsbrudd nødstrømsforsyning																		
	Jordfall	Pløjesel eller kabelfell kan gi jordfall.		0	0	0	0	0	0			1	3	3	Har ikke vurdert frekvens og konsekvens for barrierer da dette ikke er en alternativ løsning.				
	Kortslutning	Pløjesel eller kabelfell kan gi kortslutning		0	0	0	0	0	0			1	3	3	Har ikke vurdert frekvens og konsekvens for barrierer da dette ikke er en alternativ løsning.				
	Varmgang/brann	Overlast		0	0	0	0	0	0			1	3	3	Har ikke vurdert frekvens og konsekvens for barrierer da dette ikke er en alternativ løsning.				
	Driftsbrudd grunnet ytre påvirkning (pløjesel, breyting, salting, flom/nedbør, sol) omgivelsene	Kollisjon og eller brann i kjørevei kan ødelegge utstyr i omgivelsene		0	0	0	0	0	0			1	3	3	Har ikke vurdert frekvens og konsekvens for barrierer da dette ikke er en alternativ løsning.				
	Driftsbrudd grunnet feilaktige Vedlikehold Service Begjæring	Ser ingen aktuelle hendelser																	
	Fareutsjølson	Ser ingen aktuelle hendelser																	
	Elektrisk sjokk																		
	Indirekte berøring	Kan ikke se aktuelle hendelser som kan gi indirekte berøring.																	
	Direkte berøring	Kan ikke se aktuelle hendelser som kan gi indirekte berøring.																	
	Fareutsjølson																		
	Varmgang / brann																		
	Brann	Kan ikke se aktuelle hendelser som kan gi indirekte berøring.																	
	Elektriske og elektromagnetiske forstyrrelser																		
	Manglende EMC	Kjenner ikke til konkrete feilfunksjoner knyttet til støy																	

SSV - nødstrømsforsyning

		Barrierer				Elev-barrierer		Merknad samspilsmålt		Metode/ kommentar	
Nr	Uønskert hendelse	Hendelsesbeskrivelse/årsak	F	K	Risiko	Driftstiltak	F	K	Risiko		
	Faretilsjon: Driftsavbrudd nedstrømsforstyrreling										
	Driftsavbrudd grunnet jordeil på kurs til klasse I utstyr	Klasse I utstyr (Fæls Bom, MV slutt, Kilmantegs) forsynt fra nedstrøm) stoppsforstyrreling til kamra, kringkastning forstyrrelse er utsett for jordeil som vil gi utfall av kursen. Kildeopprør er ikke forsynt med nedstrøm.	3		9	Klasse II kabelfremføring. Tilkobling av utstyr med strøklavslutning for å redusere mulighet for jordeil. Venn er overnøyd og det gis alarm til VTS ved utløpning. Det etableres to (tre) barrierer for varsling av trafikanter (Bom, nedlink og evt slutt i tilleggs). Total selektivitet for nedstrømsforstyrreling kabelfremføring i nedgravede rør. Færingsvei i segg sak veggelement/forplantet eller hvelv slutt at biter ikke kan hylre på føringsveiene. Det fjernes ikke nedstrøm i tak. Medlys forsynt fra underfordelinger (nedsjap) i tunnel. Total selektivitet for alle nedstrømsstørrelser	2		2	4	For nye anlegg må vi forenne enkelttilfeller over tid men forenne ikke kombinert eller kamra) vil bli berørt. Sikkerhetsstyr for evaluering (ramming) i nedstrøm etc) blir ikke påvirket av utløpning av bom eller slutt.
	Driftsavbrudd grunnet jordeil på kurs til klasse II utstyr	Klasse II utstyr er sikret mot jordeil	2		6	Klasse II kabelfremføring. Stasjonsskilt og verifisering.	1		3	3	
	Driftsavbrudd grunnet kortslutning	Kabelfeil, mekanisk ryst påføring på kableinstallasjon eller utstyr, serienyltub grunnet delflig kontakt i tilkobling	2		9	Verifisering av ny/andert installasjon. Venn er overnøyd og det gis alarm til VTS ved utløpning. Det etableres to (tre) barrierer for varsling av trafikanter (Bom, nedlink og evt slutt i tilleggs). Total selektivitet for nedstrømsforstyrreling kabelfremføring i nedgravede rør. Færingsvei i segg sak veggelement/forplantet eller hvelv slutt at biter ikke kan hylre på føringsveiene. Det fjernes ikke nedstrøm i tak. Medlys forsynt fra underfordelinger (nedsjap) i tunnel.	1		3	3	
	Driftsavbrudd grunnet ryst påføring	Sak, ryst og slutt vil gi økt korrosjon på utstyr og øke faren for jordeil og kortslutning av utstyr.	3		9	Minimum 1985 for alt utstyr plassert i tunnel, bom og slutt i tunnel benyttes metallisk kapping i rustfritt stål. Total selektivitet for nedstrømsforstyrreling.	1		3	3	
	Driftsavbrudd grunnet fjellsluttede	Trafikkhendelse kan gi slutt på nedstrømsforstyrreling. Utstyr blir påført, utsett for brann.	3		9	Kabel i segg forplantet i nedgravede rør. Færingsvei i segg sak veggelement/forplantet eller hvelv slutt at biter ikke kan hylre på føringsveiene. Det fjernes ikke nedstrøm i tak. Medlys forsynt fra underfordelinger (nedsjap) i tunnel. Total selektivitet for alle nedstrømsstørrelser	2		2	4	
	Uønskede utløpning i forbindelse med vedlikehold/service/berøring	Felleberøring ved drift og vedlikehold	2		6	Sakkyndig berøring, arbeider i tavlen under drift gjennomføres iht. FSE, MA gjennomføres før arbeidet påbegynnes.	2		2	4	
	Faretilsjon: Elektrisk sjokk										
	Inndrekte berøring	Jordeil på klasse I utstyr	2		4	Barriere som reduserer mulighet for jordeil ss hendelse er 1. Minimum utløpning av venn.	1		1	1	
	Direkte berøring	Fell på kabelfremføring eller kapping på utstyr	2		8	Det benyttes kabel i klasse II	1		4	4	
	Faretilsjon: Vannspilling / brann										
	Brann i utstyr	Kan ikke se aktuelle hendelser som kan gi brann i utstyr	1		1						
	Elektriske og elektromagnetiske forstyrrelser										
	Mengde EMC	Ikke er til konvertere feilfunksjoner knyttet til ryst	1		1						



www.vegvesen.no/Fag/Publikasjoner/Handboker

ISBN 978-82-7207-736-4

Trygt fram sammen