

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) nødstrømskilde (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.

Nødstrømskilde

(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 brannsløkkingsapparater.

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 brannsløkkingsapparater.

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

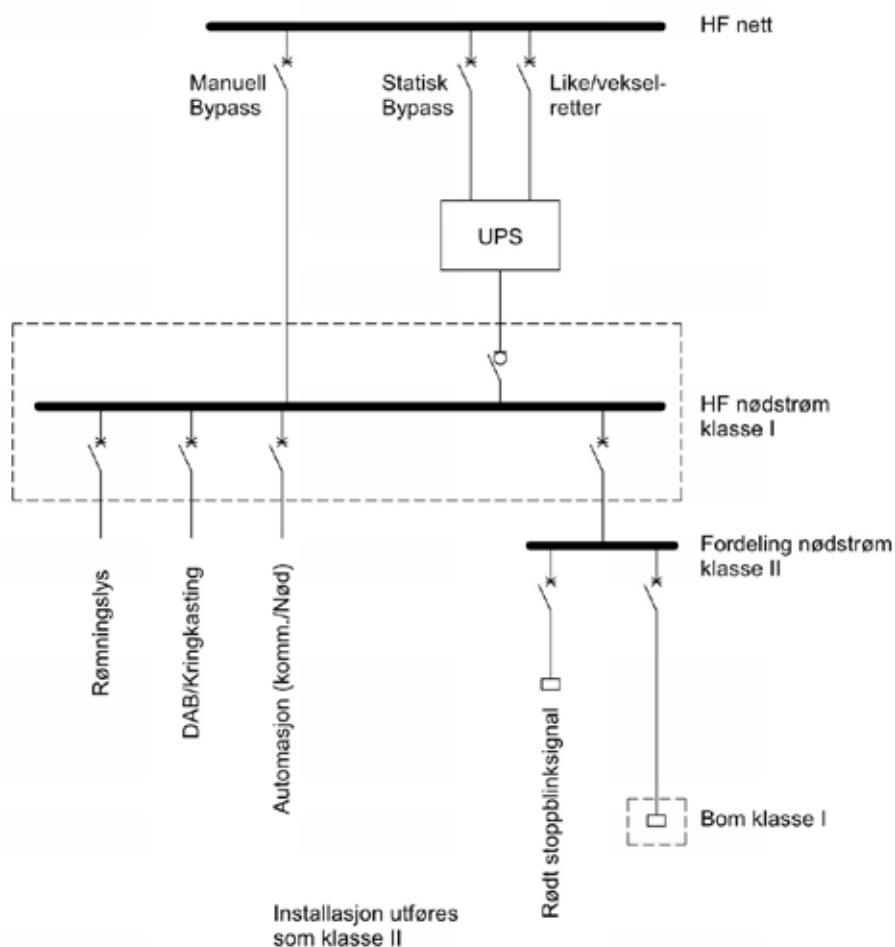
4.1 Generelt

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, utstyrsvikt, 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 utstyrsvikt anbefales separat forsyning til like-/vekselretter og statisk bypass. Parallelt med UPS etableres egen manuell bypass for å muliggjøre forbikobling.

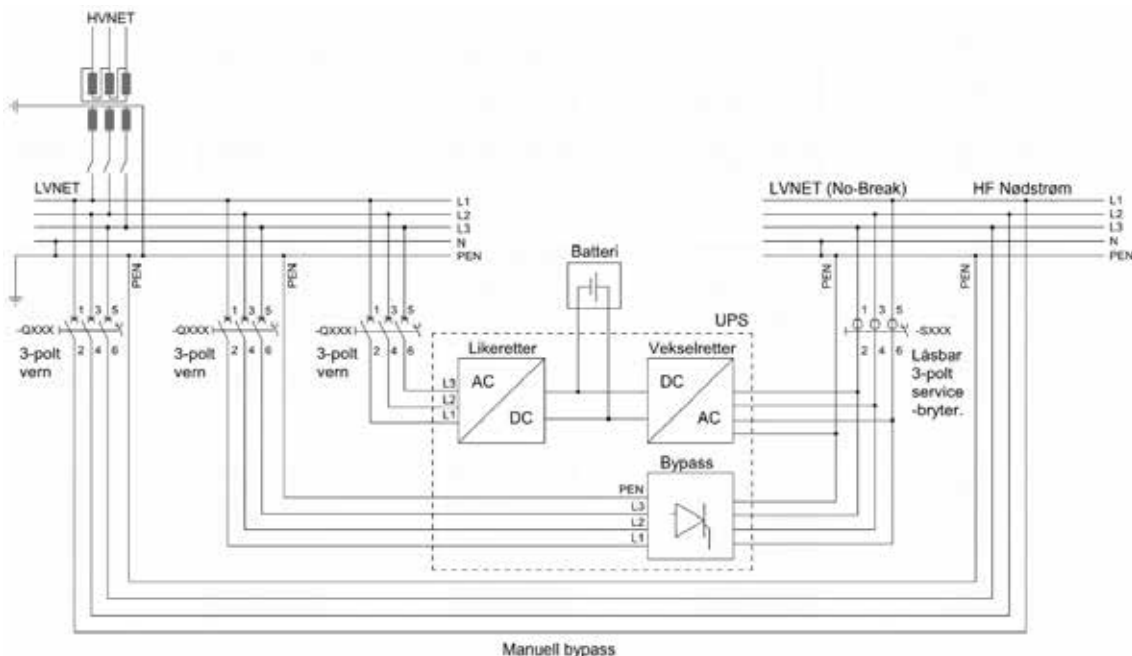
Elektrotekniske beregninger samt dokumentasjon av selektivitet utføres for alle driftsformer (nettdrift og batteridrift). Det gjøres spesielt oppmerksom på at det utarbeides dokumentasjon av tilstrekkelig kortslutningsytelse i batteridrift samt tåleevne for statisk bypass.

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 nøytralpunkt 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: Prinsipp 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 brannsikkert og bak veggelement/føringskant, hvelv eller i grunn for å begrense mulighet for skade grunnet påkjørsel eller brann. Det føres ikke nødstrømsforstyrrelse 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 utstysfeil. 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. Risikomatrix 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	Risikoreducerende tiltak iverksettes
Middels risiko	Akseptabel, men vurdering kreves
$4 \leq \text{Risiko} < 9$	Risikoreducerende tiltak vurderes
Lav risiko:	Akseptabel
Risiko < 4	Aksepteres uten spesielle tiltak, (åpenbare risikoreducerende 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 vedlikeholds kontrakter 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: Risikomatrix 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 skadde. Enkeltstående klager. Brudd på regler og prosedyrer det må etableres tilleggstiltak	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			Etter barrierer		Merknad					
Delsystem 1:		UPS				F	K	Risiko	Merknad				
Drittsubrudd nødstrømsforsyning		Før barrierer		Barrierer		Drittrutiner		Etter barrierer					
Nr	Utsættelse/hendelse	Hendelsesbeskrivelse/årsak	F	K	Risiko	Anlegg	Drittrutiner	F	K	Risiko	Merknad	sammulighet	Merknad
Farestsituasjon: Drittsubrudd nødstrømsforsyning													
	Jordfeil på kabel førerleder UPS/Bypass	Isolasjonssvikt på kabel fra batteri til UPS. Isolasjonssvikt på kabel fra UPS/Bypass til HF-UPS	2	5	10	Batteri skapell i jord- og konsolunings sikker fordeling. K-abletninger i klasse II. Tilkoblingspunkter i ladet med kapasitansgrad minimum IPXX. Egne tekniske rom. Sluttkontroll og verifikasjon.	Sakkyndig beredning. Arbeider i tavlen under drift gjennomføres iht. FSE, SJA, gjennomføres før arbeidet påbegynnes.	2	1	2	Isolasjonssvikt vil ikke føre til utkobling		
	Kontslutning og jordslutning på kabel og i tilkobling førerleder UPS/Bypass	K-ablett, mekanisk ytre påvirkning på kabelinstallasjon, miste vektlopp i fordeling, serielystilbue grunnet dårlig kontakt i tilkobling	2	5	10	Batteri skapell i jord- og konsolunings sikker fordeling. K-abletninger i klasse II. Tilkoblingspunkter i ladet med kapasitansgrad minimum IPXX. Egne tekniske rom. Sluttkontroll og verifikasjon.	Sakkyndig beredning. Arbeider i tavlen under drift gjennomføres iht. FSE, SJA, gjennomføres før arbeidet påbegynnes.	1	5	5			
	Utsyrsvikt	UPS kan fell pga støv og manglende vedlikehold (vifter, 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 tegningsmater (M500). Sluttkontroll og verifikasjon.	Vedlikeholdsrutiner etableres (inkl rengjøring i siste serviceintervall iht den spesifikke kontakt for drift og vedlikehold av elektriske anlegg. Det sikres tilstrekkelig renholdt utviter under bygging	1	3	3	Der som UPS faller vil statisk bypass overta forsyningen gitt at overordnet nett er tilstede.		
	Drittsubrudd grunnet ytre påvirkning	som over. Ved nylig av anlegget er det utfordrende å ha tilstrekkelig renn miljø for utstyret under installasjon. Vanninnetegning	3	5	15	som over. Tekniske bygg plassert i lavtrykk med gulv minimum 1 m over klørbane nivå (M500). M500 setter krav til byggetekniske konstruksjoner og pumpestasjoner.	Vedlikeholdsrutiner etableres (inkl rengjøring i siste serviceintervall iht den spesifikke kontakt for drift og vedlikehold av elektriske anlegg. Det sikres tilstrekkelig renholdt utviter under bygging	1	3	3	Der som batteri faller vil statisk bypass overta forsyningen gitt at overordnet nett er tilstede.		
	Drittsubrudd grunnet ledigsek ade	Batteri batteriinstallasjon, Uthall av kjøleanlegg til nødstrømsrom. Batteri i autonomasjonstavl som er plassert i nødstrømsrom.	2	5	10	Egnet batterirom (egen brannølle og brannsikre gjennomføringer). Batteribruyer plasseres i nødstrømsrom. Kjøleanlegg for nødstrømsrom og autonomasjonstavl tilbodels nødstrømsforsyning (M601)	Sakkyndig beredning. Arbeider i tavlen under drift gjennomføres iht. FSE, SJA, gjennomføres før arbeidet påbegynnes.	2	2	4	Der som batteri faller vil statisk bypass overta forsyningen gitt at overordnet nett er tilstede.		
	Løstsket utkobling i forbindelse med vedlikeholdsarbeidsberedning	Fare for feiltkobling av byttere da det må legges ut flere byttere i koordinert rekkefølge	2	5	10	Egnet batterirom (egen brannølle og brannsikre gjennomføringer). Batteribruyer plasseres i nødstrømsrom. Kjøleanlegg for nødstrømsrom og autonomasjonstavl tilbodels nødstrømsforsyning (M601)	Sakkyndig beredning. Arbeider i tavlen under drift gjennomføres iht. FSE, SJA, gjennomføres før arbeidet påbegynnes.	2	1	2			
	Utkobling pga overstrom (overlast eller konsolunings nedstrøms UPS)	Utkobling av UPS pga høye startstrømmer fra nødligsanlegg (bedre og sikkerings) Utkobling av UPS pga manglende selektivitet i lasteridit. Utkobling av ventilasjon for statisk bypass ved overstrom.	2	5	10	Egensnitter av anlegget i alle driftsformer må gjennomføres. Dette inkluderer konsolunings- og selektivtetsberedninger. Total selektivitet mellom vernet i nødstrømsforsyningen.	Sakkyndig beredning. Arbeider i tavlen under drift gjennomføres iht. FSE, SJA, gjennomføres før arbeidet påbegynnes. Arbeid på spenningsatte anlegg (AUS)	1	4	4			
Farestsituasjon: Elektrisk støkk													
	Indirekte berøring	Kan ikke se aktuelle hendelser som kan gi indirekte berøring.											
	Direkte berøring	Skade på kabelforsikning grunnet mekanisk påklemning under bygging eller i drift. Direkte berøring ved arbeid under spenning.	2	4	8	Verifikasjon av installasjon ved nyligbygginger.	Sakkyndig beredning. Arbeider i tavlen under drift gjennomføres iht. FSE, SJA, gjennomføres før arbeidet påbegynnes. Arbeid på spenningsatte anlegg (AUS)	1	4	4			
Farestsituasjon: Vanngang / brann													
	Briann i UPS	Ved nylig av anlegget er det utfordrende å ha tilstrekkelig renn miljø for utstyret under installasjon.	2	5	10	Separat forsyning til statisk bypass og manuell bypass. Det er satt egne krav til tekniske rom. Batteri plasseres i egne rom. Se egne tegningsmater (M500).	Vedlikeholdsrutiner etableres (inkl rengjøring i siste serviceintervall iht den spesifikke kontakt for drift og vedlikehold av elektriske anlegg. Det må sikres tilstrekkelig renholdt utviter under bygging	1	3	3			
Elektriske og elektromagnetiske													
	Manglende EMC	Kjerner like til konkrete feilfunksjoner knytter til støy	1	1	1	1	1	1	1	1			

Vedlegg 2: Risikokartlegging		SSV - nødstrømsforsyning		Hovedfordeling HF Nødstrøm							
Nr	Uønsket hendelse	Foresituasjon:	Før barrierer		Barrierer		Etter barrierer		Merknad	samsynlighet	Merknad konsekvens
			F	K	F	K	F	K			
Hendelsesbeskrivelse/årsak		Anlegg		Drifrutiner							
	Driftsavbrudd	Jordfeil i smleskinn eller byter	2	5	10	Tilkoblingspunkter i tavlen 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 bytermateriell iht leverandørens anvisning	1	5	5	
	Kortslutning	Skadede/r. Feil grunnet service for eksempel feilsøking, miste verkøyt, feil kobling ved ny innstallasjon, feil på bytermateriell	2	5	10	Tilkoblingspunkter i tavlen 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 bytermateriell iht leverandørens anvisning	1	5	5	
	Ustyrsvikt	Feil på hovedbytere, feil på avgangsværn.	2	4	8		Service av bytermateriell iht leverandørens anvisning	1	4	4	
	Varmegang/brann	Dårlig kontakt i koblingspunkt. Feil på utstyr. Samlet for høy varmeutvikling eller for høy omgivelsestemperatur	3	5	15	Termografering før anlegget er satt i drift og før SAT. Forventet temp.stigning beregnes av tavleprodusent. Innvendig temperatur maksimalt 40 grader. Krav til temperaturutrustning i tekniske rom, fordelinger plasseres i egne tekniske rom. Sluttkontroll og verifikasjon.	Termografering innen 12.mnd etter oppstart av drifts- og og vedlikeholdskontrakter og deretter iht. kontraktsrutiner. Service av bytermateriell 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 (ref tab 51A, MEK400)	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 bytere da det må legges ut flere bytere 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/endringer.	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 bygging 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. UFS plasseres i eget teknisk rom. Batteri plasseres i egne rom. Se egne tegningsmaker (NE000).	Vedlikeholdsrutiner etableres (inkl rengjøring i) 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 TMLC frem til HF nødstrøm som kan gi mulighet for sikulerende strømmer i jord mellom HF normal og HF Nød. (Det er ikke tillatt med TMLC etter første hovedfordeling i samme bygg av denne grunn, her utvikles det fra MEK400-303.2.1.1). Ser ikke at teknisk løsning vil kunne gi uønskede hendelser med EMI og det vurderes akseptabelt å avvikle fra MEK400.				Tavlerom for normal kraft og Nødstrøm ligger i tilstøtende rom. Korte avstander mellom jordskinner i fordeling som vil begrense stømmen 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.					

Vedlegg 2: Delsystem 3:		Risikokartlegging Underfordeling UJ nedstrøm	SSV - nødstrømsforsyning								
Driftsberedd nødstrømsforsyning		Før barrierer		Barrierer		Etter barrierer					
M	Uanset kodelse	F	K	Risiko	Aleqg	Driftstimer	F	K	Risiko	Metnod	Konsekvens
	Driftsberedd nødstrømsforsyning										
	Faretegnisjoner: Driftsberedd nødstrømsforsyning										
	Jordfeil samlebane eller bryter		3	4	12	Tilkoblingspunkt i tavel med koplingsgrad minimum IP2X. Sluttkontroll og verifikasjon.		1	4	4	
	Sheddyr. Feil grunnet service for aksempel foldekling - makte workkey, feil kobling ved ny innstallasjon, feil på brytermateriell					Sakkyndig bedømming. Arbeider i tavlen under drift gjennomføres ikke. FSE, SJA, gjennomfører før arbeidet påbegynnes. Service av brytermateriell ikke leverandørens anvisning		1	4	4	
	Konkludning		3	4	12	Tilkoblingspunkt i tavel med koplingsgrad minimum IP2X. Sluttkontroll og verifikasjon.		1	4	4	
	Sheddyr. Feil grunnet service for aksempel foldekling - makte workkey, feil kobling ved ny innstallasjon, feil på brytermateriell					Sakkyndig bedømming. Arbeider i tavlen under drift gjennomføres ikke. FSE, SJA, gjennomfører før arbeidet påbegynnes. Service av brytermateriell ikke leverandørens anvisning		1	4	4	
	Utsyrsøkt		2	4	8	Sluttkontroll og verifikasjon.		1	4	4	
	Feil på hovedbryter, feil på svangssystem.					Service av brytermateriell ikke leverandørens anvisning. Funksjonstest hver 6 eller hver 12 måned avhengig av trafikkbelastning (ADT)		1	4	4	
	Varmgangsbrynn		3	4	12	Det siktes tilstrøkningsrenholdninger under bygging. Lav berøring i fordeling reduserer fare for varmgang. Verifikasjon av innstallasjon ved opplygg / endringer. Forventet temp-stigning beregnes sv tavelprodusent. Innverdig temperatur maksimalt 40 grader.		1	4	4	
	Varmgangsbrynn					Innverdig renhold ved below og minst hver 12 måned ikke den spesifikke kontrakt for drift og vedlikehold av elektriske anlegg.		1	4	4	
	Driftsbrudd grunnet type påvirkning		3	4	12	Minimum IP55 for nedskap og metallisk kopling i rustfritt stål. Total ledelstivitet for nødstrømforsyning.		1	4	4	
	Sik. søy og skilt til gir økt korrosjon på utsyr og øker fare for jordfeil og kortslutning av utsyr.					Utverdig renhold gjøres ikke, redner i veddriftskontrakt. Avhengig av ADT 1-12 ganger pr år.		1	4	4	
	Driftsbrudd grunnet felgskade		3	4	12	Slipp plasseres innle, innle i vespeplanet eller alternatve, etablerer det hinder mot påkjøring.		1	4	4	
	Trafikkendeler kan gi skade på nedstrømskap. Utsyr blir pålygert, usøkt for brann.					Sakkyndig bedømming. Arbeider i tavlen under drift gjennomføres ikke. FSE, SJA, gjennomfører før arbeidet påbegynnes.		2	2	4	
	Uønsket utkobling i forbindelse med vedlikeholdsservicebehandling		2	3	6			2	2	4	
	Faldbetoning ved drift og vedlikehold										
	Faretegnisjoner: Elektrisk sjokk										
	Indirekte berøring										
	Kan ikke se skuddlike konditor som kan gi indirekte berøring.										
	Direkte berøring		2	4	8	Verifikasjon av innstallasjon ved opplygg/ endringer.		1	4	4	
	Skade på kabelløsløslon grunnet mekanisk påkjøring under bygging eller i drift. Direkte berøring ved arbeid under spenning.					Sakkyndig bedømming. Arbeider i tavlen under drift gjennomføres ikke. FSE, SJA, gjennomfører før arbeidet påbegynnes.		1	4	4	
	Faretegnisjoner: Varmgang i brann										
	Brann i fordeling		2	3	6	Det siktes tilstrøkningsrenholdninger under bygging. Lav berøring i fordeling reduserer fare for varmgang. Verifikasjon av innstallasjon ved opplygg / endringer. Forventet temp-stigning beregnes sv tavelprodusent. Innverdig temperatur maksimalt 40 grader.		1	3	3	
	Ved opplygg av anlegg er det utfordrende å ha tilstrekkelig rent miljø for utsyret under innstallasjon.					Innverdig renhold ved below og minst hver 12 måned ikke den spesifikke kontrakt for drift og vedlikehold av elektriske anlegg.		1	3	3	
	Elektriske og elektromagnetiske forstyrrelser										
	Magnetiske EMC		1	1	1			1	1	1	
	Kjennet ikke til konkretes fall/utførelse knyttet til søy										

Vedlegg 2: Risikokartlegging		SSV - nødstrømsforsyning											
Delssystem 4: Føringstvet													
Nr.	Driftsbrudd nødstrømsforsyning	Før barrierer		Barrierer		Etter barrierer		Driftsfunn		Merknad samsynlighet		Merknad konsekvens	
		F	K	F	K	F	K	F	K	F	K	F	K
	Ujordnet hendelse	Hendelse/bakgrunn/årsak											
	Faretilstanden	Anlegg											
	Driftsbrudd nødstrømsforsyning	Barrierer											
	Jordfall	0	0	0	0	0	0	1	3	3	3	3	3
		Påkørsel eller kabelfall kan gi jordfall. Kabel ligger forlagt nedgravede rør, føringstvet ligger bak vegglems/føringstvet eller hvelv slik at biler ikke kan kjøre på føringstvene. Det føres like nedstrøm i tak. Nødløys fornyes fra underfordelinger (nedskap) i tunnel. Kabeling utføres som klasse II. Total selektivitet i anlegget. Produksjonsfeil avdekkes som en del av verifisering av nytt anlegg.											
	Kortslutning	0	0	0	0	0	0	1	3	3	3	3	3
		Påkørsel eller kabelfall kan gi kortslutning Kabel ligger forlagt nedgravede rør, føringstvet ligger bak vegglems/føringstvet eller hvelv slik at biler ikke kan kjøre på føringstvene. Det føres like nedstrøm i tak. Nødløys fornyes fra underfordelinger (nedskap) i tunnel. Total selektivitet i anlegget. Produksjonsfeil avdekkes som en del av verifisering av nytt anlegg.											
	Varmgang/brann	0	0	0	0	0	0	1	3	3	3	3	3
		Anlegg er godt dimensjonert og habler går ikke med høy last.											
	Driftsbrudd grunnet ytre påvirkning (påkørsel, brenning, salting, flom/nedbør, sol)	0	0	0	0	0	0	1	3	3	3	3	3
		Kollisjon eller brann i kjørstøy kan ødelegge utstyr i omgivelsene											
	Driftsbrudd grunnet tregassade	Ser ingen aktuelle hendelser											
	Vedlikehold Service Begjering	Ser ingen aktuelle hendelser											
	Faresituasjon												
	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.											
	Faresituasjon												
	Varmgang / brann												
	Brann	Kan ikke se aktuelle hendelser som kan gi indirekte berøring.											
	Elektriske og elektromagnetiske forstyrrelser												
	Manglende EMC	Kjenner ikke til konkrete feil/funksjoner knyttet til støy											

Vedlegg 2: Risikokartlegging Kursoplegg utstyr Klasse I og Klasse II

SSV - nødstrømsforsyning

Nr	Uønskete hendelse	Hendelsesbeskrivelse/Årsak	Før barrierer			Barrierer			Etter barrierer			Merknad samspilighet	Merknad konsekvens
			F	K	Risiko	Anlegg	Driftutøver	F	K	Risiko			
	Faretilstand: Driftsuheld nødstrømsforsyning												
	Driftsuheld grunnet jordfeil på kurs til Klasse I utstyr	Klasse I utstyr (f.eks. Bom, MW stilt, klimaanlegg) forsynt fra nødstrøm) strømforstyrrelse til kamera, kringkasting forsterker er utsatt for jordfeil som vil gi utfall av kursen. Kuldøpener er ikke forsynt med nødstrøm.	3	3	9				2	2	4	For nye anlegg må vi forvente enkelttilfeller over tid men forventer ikke konhuering eller periodens varige jordfeil i anlegget	Uten samspilighet for samtidig jordfeil og lun enkeltstående sikkerhetsutstyr (bom, stilt, kamera) vil bli berørt. Sikkerhetsstyr for evaluering (fremtidsvis, nedetaton etc) blir ikke påvirket av utsløsing av bom eller stilt.
	Driftsuheld grunnet jordfeil på kurs til Klasse II utstyr	Klasse II utstyr er sikret mot jordfeil	2	3	6				1	3	3		
	Driftsuheld grunnet kortslutning	Kabelfeil, melansis ytre påvirkning på kabelinstallasjon eller utstyr seredyktige grunnet dårlig kontakt i tilkobling	2	3	6				1	3	3		
	Driftsuheld grunnet ytre påvirkning	Sitt, støy og støtt vil gi økt korrosjon på utstyr og sikre føre for jordfeil og kortslutning av utstyr.	3	3	9				1	3	3		
	Driftsuheld grunnet følgerisade	Feilaktende kan gi risade på nødstrømsforsyning. Utstyr blir pålagt, utsatt for brann.	3	3	9				2	2	4		
	Uønskede utsløsing, feilbenede med vedlikehold/ service/berøring	Feilberøring ved drift og vedlikehold	2	3	6				2	2	4		
	Faretilstand: Elektrisk støkk												
	Indirekte berøring	Jordfeil på Klasse I utstyr	2	2	4				1	1	1		
	Direkte berøring	Feil på kabelisolasjon eller kabling på utstyr	2	4	8				1	4	4		
	Faretilstand: Vanngang / brann												
	Brann i utstyr	Kan ikke se aktuelle hendelser som kan gi brann i utstyr	1	1	1								
	Målgående EMC	Kjemer ikke til konkrete feilfunksjoner knyttet til støy	1	1	1								



www.vegvesen.no/Fag/Publikasjoner/Handboker

ISBN 978-82-7207-736-4

Trygt fram sammen