

NEK TS 600:2022

Teknisk spesifikasjon og veileder for NEK 600:2021

Norsk elektroteknisk spesifikasjon



Teknisk spesifikasjon og veileder for NEK 600:2021

Norsk elektroteknisk spesifikasjon



© NEK har opphavsrett til denne publikasjonen.

Ingen del av materialet må reproduseres på noen form for medium uten skriftlig avtale med NEK.

FORORD

NEK TS 600 erstatter Statens vegvesens håndbok V630 Elektroveileder, foreløpig utgave - Nødstrømsforsyning i vegtunneler. NEK TS 600 er en teknisk spesifisering som kan brukes i tillegg til NEK 600. Denne spesifiseringen gir forslag til preaksepterte metoder for å oppnå enkelte funksjonskrav samt veiledning til kravene i NEK 600:2021 EI og ekom i vegtrafikksystem.

Med utgangspunkt i håndbok V630 Elektroveileder er NEK TS 600 utarbeidet av, og forankret i NEKs normkomite for EI- og ekom i samferdsel - NK 300. Det gjøres oppmerksom på følgende:

Den tekniske spesifiseringen «NEK TS 600 bygger på kravene i «NEK 600».

Som andre relevante normative referanser kan nevnes:

- NEK 400 retter seg mot byggherre, prosjekterende og utførende;
- NEK EN 60204-1 stiller krav i forbindelse med elektrisk utstyr på maskiner;
- NEK 405 stiller krav til hvordan elkontroll skal utføres dersom en slik kontroll skal utføres av en uavhengig tredjepart;
- NEK 420 stiller krav til installasjoner i eksplosjonsfarlige områder der dette er aktuelt;
- NEK 439 stiller krav til hvordan elektriske lavspenningstavler skal utføres. Vær imidlertid oppmerksom på at NEK 600 stiller strengere krav til tavler ved spesifisering av avtalepunkter nevnt i NEK 439 Del C;
- NEK 485 Krav til sikkerhet for sekundærbatterier og batteriinstallasjoner-Stasjonære batterier;
- NEK 700-serien stiller krav til utførelse av ekom-anlegg.

Tekst fra NEK 600 som er ordrett gjengitt i TS 600 er skyggelagt i grått.

Avsnittsinndelingen (nivå 1) følger avsnittsnummerering i NEK 600 EI og ekom i vegtrafikksystem. Kapitler i NEK 600 det ikke er knyttet veiledninger til, er merket med teksten «ingen veiledning».

Lilleaker 15.12 2022

Norsk Elektroteknisk Komite

Utforming av krav

Den tekniske spesifikasjonen NEK TS 600 er utformet med krav som skal tilfredsstilles for å kunne erklære samsvar med NEK TS 600. I utformingen av kravene benyttes tre adverb for å signalisere betydningen av kravet:

skal Formuleringer med «skal» innebærer at formuleringen angir et krav som ikke kan fravikes. Det kan forekomme betingelser knyttet til kravet, men er disse betingelsene til stede, så skal kravet følges.

bør Formuleringer med «bør» innebærer at formuleringen angir en spesielt anvendelig løsning, metode, utstyr eller installasjon. Det er underforstått at andre likeverdige alternativer kan anvendes forutsatt at de er teknisk begrunnet og at begrunnelsen er dokumentert.

kan Formuleringer med «kan» innebærer at formuleringen angir en akseptabel mulighet og ikke et krav som skal/må/bør etterleves.

Innholdsfortegnelse

1	Omfang	6
2	Referanser – Ingen veiledning	6
3	Termer, definisjoner og forkortelser – Ingen veiledning.....	6
4	Generelle krav	6
4.1	Forutsetninger for prosjektering, utførelse og forvaltning.....	6
4.2	Elektrisk utstyr	6
5	Risikovurdering og dokumentasjon	7
5.1	Risikovurdering	7
5.1.1	Veiledning til risikovurdering av elektriske lavspenningsanlegg.....	7
5.1.2	Termer og definisjoner	8
5.1.3	Planlegging av risikovurdering	8
5.1.4	Problembeskrivelse og målformulering	9
5.1.5	Organisering av arbeidet	9
5.1.6	Beskrive analyseobjektet	10
5.1.7	Gjennomføre risikoanalyse	13
5.1.8	Risikoevaluering og dokumentasjon	14
5.2	Risikovurdering av maskiner	14
5.3	Dokumentasjon	14
6	Verifikasjon	15
7	Elektriske installasjoner	15
7.1	Generelt – ingen veiledning	15
7.2	Fordelingssystem – ingen veiledning.....	15
7.3	Ytre påvirkninger og omgivelsestemperatur – ingen veiledning	15
7.4	EMC	15
7.5	Tilgjengelighet – ingen veiledning	15
7.6	Krav til spenningsfall – ingen veiledning	15
7.7	Beskyttelse mot elektrisk sjokk og overstrøm	15
7.8	Beskyttelse mot overspenninger – ingen veiledning	16
7.9	Jordingssystemer – ingen veiledning.....	16
7.10	Føringsveier.....	16
7.11	Kabler og luftledninger – ingen veiledning.....	16
7.12	Vern.....	16
7.12.1	Strømstyrt jordfeilvern	16
8	Elektrisk kommunikasjonsnett – ingen veiledning.....	17
9	Nødstrømsforsyning – ingen veiledning	17
10	Maskiner – ingen veiledning	17
11	Tunnel	17
11.1	Generelle krav – ingen veiledning	17
11.2	Materialvalg og kapslingsgrad – ingen veiledning.....	17
11.3	Krav til spenningsfall – Ingen veiledning	17
11.4	Jording	17
11.5	Føringsveier	17
11.6	Kabler	17
11.7	Jordfeilvarsling	18
11.8	Nødstrømssystemer	18
11.8.1	Nødstrømsforsyning	18

11.8.2	Nødlys	22
	Veiledning til forsyning og montering av sammenhengende evakueringslys ..	22
11.9	Tekniske bygg	23
11.10	Styrestrømssystem – ingen veiledning	23
11.11	Automasjons- og ekomnett – ingen veiledning	23
11.12	Brannsikkerhet	23
11.13	Overvåkingssystemer – ingen veiledning	24
11.14	Ventilasjon/kjøling av tekniske rom – ingen veiledning	24
11.15	Ventilasjon i tunnel – ingen veiledning	24
11.16	Pumpeanlegg i tunnel – ingen veiledning	24
12	Veg- og tunnelbelysning	24
12.2	Ytre påvirkning	24
13	Bruer og ferjekaier – ingen veiledning	25
14	Tillegg	25
14.1	Fordelinger – ingen veiledning	25
14.2	Testprosedyrer – ingen veiledning	25
14.3	Tverrfaglig merkesystem TFM (Informativt)	25
15	Vedlegg	28
15.1	Vedlegg 1, Eksempel på risikovurdering	29
15.2	Vedlegg 2, Eksempel på risikovurdering maskin – EN ISO 12100	29

1 Omfang

NEK TS 600 er en teknisk spesifikasjon med veiledning til NEK 600 EI- og ekom i vegtrafikksystem.

Bruk av metodene beskrevet i NEK TS 600 vil tilfredsstille de funksjonelle kravene i NEK 600 og tar noen steder spesifikke valg der det er åpning for det i andre standarder som f.eks. NEK 400 og NEK 700.

2 Referanser – Ingen veiledning

3 Termer, definisjoner og forkortelser – Ingen veiledning

4 Generelle krav

4.1 Forutsetninger for prosjektering, utførelse og forvaltning

Dimensjonerende levetid skal være minimum:

- 50 år for føringsveier og kabler
- 30 år for fiberoptiske kabler
- 25 år for øvrige elektrotekniske installasjoner

For utstyr hvor det teknologisk ikke er mulig å oppnå dimensjonerende levetid, skal valg av utstyr med kortere levetid vurderes spesielt. Det aksepteres at enkeltkomponenter har kortere levetid, men systemet som helhet skal designes for minst 25 års brukstid.

For valg av løsninger og utstyr skal det legges til grunn vedlikeholdssyklus i aktuell driftskontrakt for anlegget.

Bygging og forvaltning av elektrotekniske anlegg systematiseres og optimaliseres gjennom bruk av:

- Risiko- og sårbarhetsanalyser (ROS)
- Analyse av levetidskostnader (LCC)
- Systematisk opplegg for tilstands- og avviksregistrering og håndtering av avvik

LCC analyser skal benyttes for å vurdere årskostnader, eller til alternativanalyser som beslutningsgrunnlag. Årskostnadsanalyser er anleggets kostnader fordelt på levetiden (annuiteten) av anleggets levetidskostnader.

LCC analyser av alternativer baseres på å sammenligne levetidskostnader som en nåverdi av fremtidige livssyklus-kostnader. For elektrotekniske løsninger som har et større energitap eller betydelige vedlikeholdskostnader, vil alternativanalyser basert på levetidskostnader være et egnet verktøy. Eksempler på anlegg hvor dette kan være aktuelt er:

- design av lysanlegg;
- tekniske løsningsprinsipp for større UPS anlegg;
- ventilasjonsanlegg;
- pumpeanlegg;
- telefonisystem;
- overvåkningsanlegg.

4.2 Elektrisk utstyr

For utendørs LED armaturer har Statens vegvesen i samarbeid med vegeiere i Sverige, Danmark og Finland utviklet en teknisk spesifikasjon for utendørs LED armaturer (NMF 01 LED luminaires – requirements). Dette dokumentet legges til grunn ved valg av LED armaturer for veg- og tunnelbelysning.

Elektrisk utstyr skal velges slik at det med sikkerhet vil tåle de ytre påkjenninger det kan bli utsatt for under normal drift.

Dette gjelder for alt utstyr som benyttes i installasjonen. Installasjoner i veginfrastruktur er utsatt for tøffe påkjenninger, særlig når utstyret plasseres inne i tunnel eller i nærhet til sjø. Det skal gjøres vurderinger med hensyn til ytre påkjenninger for alt utstyr som velges, inklusive feste- og koblingsmateriell. Bildene nedenfor viser nyere anlegg hvor det i sammenkoblinger er benyttet ulike metaller, noe som er uheldig med hensyn til korrosjon og irrdannelse.



Bilde 1: Eksempel på korrosjon

5 Risikovurdering og dokumentasjon

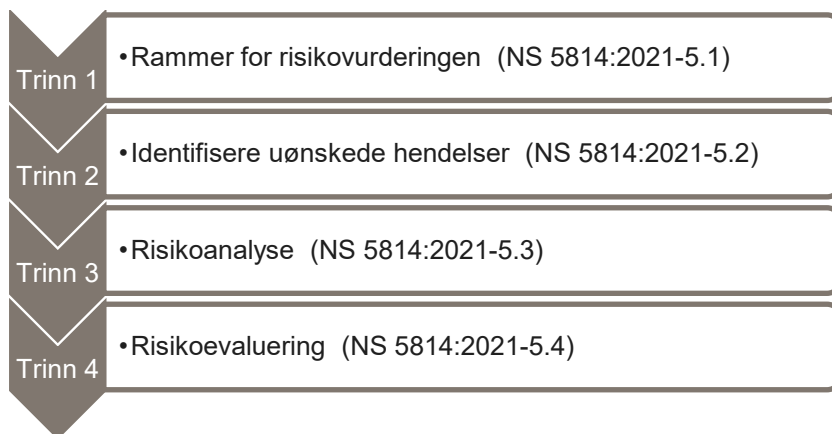
5.1 Risikovurdering

5.1.1 Veiledning til risikovurdering av elektriske lavspenningsanlegg

Innledning

Dette er en veiledning til utførelse av risikovurderinger for elektroprosjekter. Veiledningen er basert på NS 5814:2021, Krav til Risikovurderinger og gir en beskrivelse av hvordan en risikovurdering kan gjennomføres, hva som beskrives og hvordan det kan dokumenteres.

NS 5814:2021 beskriver risikovurdering som en prosess delt inn i fire trinn. Hver av trinnene beskrives nærmere i NS 5814:2021, angitte kapitler.



Figur 1 – Forenklet risikovurderingsprosess

NEK TS 600 beskriver forslag til akseptkriterier som kan benyttes som utgangspunkt for spesifikke risikovurderinger. Det er også utarbeidet en risikomatrix som kan benyttes til kartlegging av hendelser og beskrivelse av samlet risiko, se Vedlegg 1. Denne kan lastes ned og tilpasses det enkelte anlegg fra www.nek600.no → Nyttige linker NEK TS 600.

5.1.2 Termer og definisjoner

Definisjonene er hentet fra NS 5814:2021 Krav til risikovurderinger.

Analyseobjekt

Fysisk eller organisatorisk system, enhet, fenomen eller aktivitet som omfattes av risikovurderingen.

Fare

Forhold som kan føre til en uønsket hendelse.

Konsekvens

Tap av verdier som følge av en uønsket hendelse.

Risiko

Usikkerhet knyttet til om en uønsket hendelse vil inntreffe og hvilke konsekvenser den kan få.

MERKNAD 1: Usikkerhet kan uttrykkes gjennom sannsynlighet.

Risikoanalyse

Systematisk framgangsmåte for å beskrive risiko.

Risikoevaluering

Prosess for å vurdere om sikkerhetsmålene er nådd ved å sammenholde resultatene fra risikoanalysen med evalueringskriteriene, og å gi beslutningstaker en anbefaling om risikohåndtering.

Risikovurdering

Samlet prosess som består av å etablere rammer for risikovurderingen, identifisere uønskede hendelser samt risikoanalyse og risikoevaluering.

Sannsynlighet

Hvor trolig det er at en hendelse vil inntreffe.

Sårbarhet

Analyseobjektets manglende evne til å motstå uønskede hendelser eller varige påkjenninger, samt å opprettholde eller gjenoppta sin funksjon etterpå.

MERKNAD 1: Et analyseobjekt kan være sårbart mot at en uønsket hendelse inntreffer og mot at hendelsen får negative konsekvenser.

MERKNAD 2: Robusthet er det motsatte av sårbarhet.

Uønsket hendelse

Hendelse som kan medføre tap av verdier.

5.1.3 Planlegging av risikovurdering

Risikovurdering gjennomføres i hovedsak som del av prosjekteringen og brukes som beslutningsgrunnlag for valg av løsninger.

Det er utarbeidet standarder som definerer preaksepterte metoder for å oppfylle de gjeldende relevante forskriftene. I tillegg har Statens vegvesen - Vegdirektoratet utgitt vegnormaler som beskriver minimumskrav til løsninger. Standarder og vegnormaler er

utarbeidet for å sikre minimumskrav til sikkerhet og kvalitet. Risikovurdering gjennomføres for å kartlegge om det er forhold som krever tiltak i tillegg til preaksepterte og standardiserte løsninger.

Risikovurderingen benyttes som grunnlag for å velge sikkerhetstiltak. Dette kan for eksempel være (ikke uttømmende):

- valg av egnede beskyttelsesmetoder;
- krav til redundans eller alternative forsyninger;
- krav til sikker strømforsyning eller nødstrømsforsyning;
- krav til beskyttelse mot ytre påvirkning;
- krav til utstyr;
- krav til selektivitet og back-up;
- krav til drift og vedlikehold;
- krav til betjening og opplæring;
- krav til tilgjengelighet og fleksibilitet.

Vesentlige endringer i forutsetninger og betingelser kan medføre behov for å oppdatere risikovurderingen.

5.1.4 Problembeskrivelse og målformulering

Bakgrunnen for risikovurdering beskrives. Det omtales hvilke parter som berøres og hvordan de blir berørt. Dette vil typisk være eiere, trafikanter og eventuelle andre brukere av anlegget.

Risikovurderingens mål og hensikt beskrives tydelig og eventuelle begrensninger dokumenteres. Det er også naturlig å ta med i hvilken sammenheng vurderingene er utført, for eksempel forprosjekt, detaljprosjekt, rehabilitering eller nytt anlegg. Detaljnivå på analysen vil avhenge av i hvilken fase av prosjektet den er utført.

I problembeskrivelsen og målformuleringen beskrives hvilke tekniske anlegg og driftsformer som er vurdert. Krav til et spesifikt prosjekt og behov for tekniske anlegg vil være definert av prosjekteier gjennom beskrivelser og kontraktsunderlag. For enkelte prosjekter vil det være behov for nødstrømsforsyning til systemer som skal sikre liv og helse.

Målet for risikovurderingen vil være å kartlegge risikoforhold og vurdere nødvendige tiltak for å sikre at tekniske anlegg fungerer etter hensikten. Vurdering vil gi en dokumentasjon av aktuelle risikoforhold og forventet restrisiko for planlagte installasjoner. Resultatet av vurderingen vil gi føringer for videre detaljering av prosjektet gjennom å kartlegge hvilke tiltak og barrierer som må etableres for å sikre at anlegget fungerer etter hensikten og har akseptabel restrisiko.

5.1.5 Organisering av arbeidet

Større komplekse risikovurderinger gjøres i arbeidsgrupper hvor alle berørte fag deltar. Det er også viktig med god kommunikasjon med aktuelle interne og eksterne interesser. Dette gjør at alle involverte får all relevant informasjon og sikrer et bedre grunnlag for analyser og anbefalinger.

Den tverrfaglige arbeidsgruppen bør bestå av personer med en samlet kompetanse som dekker:

- kunnskap om og erfaring med bruk av risikoanalytiske metoder;
- kunnskap om analyseobjektet og aktuelle farer;
- kunnskap om samspillet mellom analyseobjektet og andre forhold, internt og eksternt;

- f.eks. ferjekai som kan involvere kai, ferjekaibro, ladeutstyr, fortøyningsutstyr, kystverket, rederi osv;
- nødvendig kjennskap til relevante fag, (eks. elektriske anlegg, automasjon, maskiner, EMC, kringkasting).

Anbefalt størrelse på arbeidsgruppen er 6-8 personer. Ansvarsområdet eller rollen til den enkelte person beskrives. For enklere anlegg kan antallet personer tilpasses dersom overnevnte kunnskap ivaretas.

5.1.6 Beskrive analyseobjektet

Det lages en beskrivelse av analyseobjektet og følgende punkter omtales:

- fysiske avgrensninger;
- funksjonelle avgrensninger;
- organisatoriske avgrensninger;
- faser som analyseres;
- relevante omgivelser;
- eksisterende barrierer og beredskap.

Beskrivelsen tilpasses avgrensninger, omfang og fase som analysen utføres i. Ofte kan det være godt nok å henvise til beskrivelsen av anlegget/arbeidene i prosjektet. Viktige forutsetninger, antagelser eller forenklinger dokumenteres. En forutsetning kan typisk være at anlegget er prosjektert etter NEK 400 som er en akseptert metode for å ivareta kravene i FEL. I vurderingen kan det gjøres antakelser angående temperaturer, tordenvær og andre menneskelige eller ytre forhold.

Det spesifiseres hvilke typer risiko som vurderes, for eksempel fare for liv og helse, miljø, funksjonssvikt, omdømme og/eller økonomiske tap.

Risiko

Risiko er et uttrykk for den fare som uønskede hendelser representerer for mennesker, miljø eller materielle verdier, og er uttrykt ved sannsynligheten for og konsekvensen av uønskede hendelser.

Akseptkriterier

Akseptkriteriene knyttes sammen med sannsynlighet og konsekvenskriteriene i en risikomatrix, se Tabell 1. Eksempel på akseptkriterier. En kan velge å plassere de gule og røde feltene annerledes om det er behov for strengere eller mindre strenge krav til hva en anser som akseptabel risiko ut fra de tre sikkerhetsnivåene.

Tabell 1 – Eksempel på akseptkriterier

Høy risiko	Ikke akseptabelt
Risiko $\geq$ 10	Risikoreduserende tiltak skal iverksettes
Middels risiko	Akseptabel, men vurdering kreves
5 $\leq$ Risiko<10	Risikoreduserende tiltak skal vurderes
Lav risiko:	Akseptabel
Risiko<5	Aksepteres uten spesielle tiltak, (åpenbare risikoreduserende tiltak vurderes)

Det henvises videre til Vedlegg 1 – Eksempel på risikovurdering

For å plassere en uønsket hendelse inn i risikomatrisen må det defineres kriterier for å bestemme sannsynlighet og konsekvens av hendelsen.

Sannsynlighet

Sannsynlighet sier noe om hvor trolig det er at en hendelse inntreffer og kan uttrykkes med ord eller som en tallverdi.

Sannsynlighet av hendelser for et analyseobjekt kan karakteriseres etter en av de foreslåtte inndelingene av sannsynlighetsklassene i Tabell 2.

Tabell 2 – Kriterier for sannsynlighet

	Sannsynlighetsklasser	Eksempler
F5	Svært sannsynlig (svært ofte)	Flere enn 2 hendelser årlig
F4	Meget sannsynlig (ofte)	I gjennomsnitt 1-2 hendelser årlig
F3	Sannsynlig (kan skje)	I gjennomsnitt 1 hendelse pr. 1-10 år
F2	Mindre sannsynlig (sjelden)	i gjennomsnitt 1 hendelse pr. 10-100 år
F1	Lite sannsynlig (svært sjelden)	Sjeldnere enn 1 hendelse pr. 100 år

Konsekvens

Konsekvens er en mulig følge av en uønsket hendelse. Konsekvens kan vurderes innen ulike kategorier og må tilpasses målsetningen med risikovurderingen. Det vil typisk være aktuelt å vurdere konsekvens for liv og helse, funksjonalitet, materielle verdier og/eller ytre miljø. Regelverk setter krav til at sikkerhet skal ivaretas for liv og helse samt at anlegget skal fungere etter hensikten. Det kan også være aktuelt å benytte både omdømme, miljø og økonomi som konsekvenskategorier avhengig av prosjektet.

Alvorligheten av konsekvenser innenfor målområdene for uønskede hendelser er definert slik at de kan måles. Konsekvensene avhenger sterkt av prosjektets omfang og karakter, og det er derfor ikke utarbeidet krav, kun et forslag til konsekvenskriterier for dette i Tabell 3.

Konsekvensen for menneskers liv og helse vurderes alltid, mens de øvrige kategoriene vurderes dersom det ansees relevant og nødvendig ut fra målsetning til risikovurderingen.

Tabell 3 – Konsekvenskriterier

	Konsekvens				
	Betegnelse	Menneskers liv og helse	Funksjon	Ytre miljø	Omdømme
K5	Katastrofal	Kan medføre flere dødsfall og/eller mange alvorlige personskader.	Tjenesten kan ikke gjennomføres. Hovedsystem og avhengige systemer settes permanent ut av drift. Selvredning ikke mulig og personer har ikke mulighet til å orientere seg. Fremkommelighet ikke mulig for nødetater.	Stort ukontrollert utslipp. Regionale og lokale konsekvenser med restaureringstid >10 år.	
K4	Meget kritisk	Mulig dødsfall/ flere alvorlige personskader eller alvorlig sykdom og fare for varig mén. Mulighet til selvredning sterkt redusert.	Tjenesten er kraftig redusert over lengre tid. Hovedsystem settes ut av drift over lengre tid. Avhengige systemer rammes midlertidig. Fremkommelighet vesentlig redusert for nødetater.	Stort utslipp med behov for tiltak. Lokale konsekvenser med restaureringstid 3 - 10 år.	Betydning for fremtidige prosjekter og utbygginger. Nasjonal og internasjonal oppmerksomhet.
K3	Kritisk	Få, men alvorlige personskader eller alvorlig sykdom.	Tjenesten utføres, men ikke iht. prosedyren. Sammenbrudd ved varighet over flere dager. Fremkommelighet redusert for nødetater	Betydelig utslipp med behov for tiltak. Restaureringstid 1 – 3 år, forurenset grunn krever oppgraving.	Forårsaker myndighetsgranskning, stor oppmerksomhet fra nasjonale media.
K2	Farlig	Få og små personskader.	Tjenesten utføres med kvalitetsforringelse. Hovedsystemet virker midlertidig. Kan føre til skade hvis det ikke finnes alternativer eller Støtte-systemer. Fremkommelighet delvis redusert for nødetater.	Mindre uønsket utslipp. Registrerbar skade (pH, farge), Restaureringstid < 1 år.	Mulig oppmerksomhet fra myndigheter, oppmerksomhet fra lokale media.
K1	Ufarlig	Ingen eller ubetydelige personskader.	Tjenesten utføres med mindre forstyrrelser. Fremkommelighet ikke redusert for nødetater.	Mindre utslipp, men ikke registrerbar i resipient.	Begrenset lokal oppmerksomhet - kun internt i prosjektet.

5.1.7 Gjennomføre risikoanalyse

Fareidentifisering

Kvaliteten på risikoanalyser er sterkt avhengig av at mulige uønskede hendelser kartlegges. Ved å kartlegge mulige farer for analyseobjektet kan det bestemmes aktuelle uønskede hendelser. Detaljeringsgrad tilpasses målsetning for vurderingen. Dette er en viktig prosess for arbeidsgruppen, og det er nødvendig at gruppen som helhet har god kunnskap om anlegget slik at alle mulige farer blir inkludert. Alle relevante farer for analyseobjektet listes opp. Dette tilpasses hvilken type risiko (liv og helse, funksjon, omdømme mv.) som skal vurderes. Videre etableres det en oversikt over aktuelle uønskede hendelser.

Tabell 4 viser eksempler på aktuelle farer for elektrotekniske anlegg og tilhørende uønskede hendelser. Listen er ikke uttømmende, men kan benyttes som et utgangspunkt.

Tabell 4 - Eksempler på farer og uønskede hendelser for elektroinstallasjoner

Farer	Uønskede hendelser
• kortslutning eller lysbue; • jordfeil; • indirekte berøring av spenningsførende del; • direkte berøring av spenningsførende del; • varmgang • ytre påvirkning (temperatur, fukt, mekaniske påkjenninger overspenninger osv.); • innbyrdes skadelig påvirkning; • hulltaking av bærende konstruksjoner; • trafikk; • konstruksjonsmessig sammenbrudd (tunnel); • oversvømmelse;	• brann; • strømutfall; • elektrisk sjokk; • manglende EMC; • feilbetjening; • utstyrssvikt; • svekkelse/reduksjon av forutsatte bygningsmessige egenskaper; • påkjørsel av personell eller utstyr.

Sjekklistene, tidligere risikovurderinger, avviksrappporter, befaringsrapporter eller informasjon om tidligere hendelser kan benyttes som underlag for å sikre at alle relevante farer og uønskede hendelser inkluderes.

Det kan være hensiktsmessig å dele opp analyseobjektet i ulike områder for å strukturere kartleggingen av farer og uønskede hendelser. Dette gjør det enklere å bryte ned vurderingene og det blir enklere å identifisere relevante farer og uønskede hendelser. Dersom objektet blir for stort kan hendelser lettere bli uteglemt.

Vurdering av årsaker

Det kan være flere årsaker til at en uønsket hendelse inntreffer. Vurdering av årsaker kan gjøres ved å beskrive mulige farer og årsakskjeder til de enkelte uønskede hendelsene. Dette vil være grunnlaget for å vurdere hvor ofte en uønsket hendelse forventes å oppstå. Dette beskrives gjennom å bestemme sannsynligheten for hver hendelse. Menneskelige og organisatoriske forhold som berører årsaker til uønskede hendelser, skal vurderes. Dette kan for eksempel være menneskelige feil eller dårlig kommunikasjon grunnet mangel på arbeidsrutiner eller lignende.

Innebygde tiltak (barrierer) som er sannsynlighetsreduserende tiltak, og andre tiltak som innvirker på årsakskjedene skal også hensyntas. Som tidligere påpekt vil krav i forskriftsverk, standarder, håndbøker og prosjektbeskrivelser definere tiltak/

sikkerhetsbarrierer. Dette vil representere allerede innebygde tiltak for analyseobjektet. Relevante tiltak synliggjøres i vurderingene.

Konsekvensvurderinger

Innebygde tiltak (barrierer) og andre forhold som er konsekvensreduserende inkluderes i vurderingene.

Eksisterende tiltak kan for eksempel være jordfeilvern, isolasjonsovervåkning, funksjonssikker kabel i anlegget, eller pålagte sikkerhetstiltak. Konsekvens- og sannsynlighetsreduserende tiltak tas hensyn til i Vedlegg 1 "Barrierer" i prosjekteringen og ved drift.

Ved vurdering av konsekvens angis umiddelbare konsekvenser samt konsekvenser som viser seg etter en viss tid. Overbelastning av komponenter og slitasje er for eksempel konsekvenser som ikke vises umiddelbart, mens en kortslutning som løser ut vern og fører til strømbryt er en umiddelbar konsekvens.

På grunnlag av graderingen av sannsynlighet og konsekvens av de uønskede hendelsene skal det utarbeides en beskrivelse av risiko. Dette presenteres i en risikomatrise. Det er utarbeidet et forslag til mal for dokumentasjon av fareidentifisering, årsak og konsekvensvurderinger, se Vedlegg 1.

5.1.8 Risikoevaluering og dokumentasjon

Risikoen for anlegget beskrevet gjennom risikoanalysen sammenlignes mot kriteriene for akseptabel risiko. Sammenligningen skal ikke tolke kriteriene. For hendelser som har middels eller høy risiko skal det identifiseres tiltak som kan eliminere eller redusere risikoen (både sannsynlighet og konsekvens). Effekt av tiltakene dokumenteres. Dette kan være tiltak knyttet til mennesker (for eksempel kompetanse), tekniske løsninger og organisatoriske forhold (for eksempel rutiner). For hendelser med akseptabel risiko vurderes likevel åpenbare risikoreduserende tiltak.

Tiltak prioriteres etter følgende:

- eliminere farer og uønskede hendelser;
- redusere sannsynlighet for uønskede hendelser;
- redusere konsekvens av uønskede hendelser.

Tiltak vurderes med hensyn på:

- funksjonalitet (om tiltaket påvirker analyseobjektets funksjon samt funksjonalitet);
- integritet (om tiltaket er pålitelig);
- robusthet (om tiltaket er effektivt under nye rammebetingelser og over tid);
- mulige andre effekter, herunder nye risikoforhold.

Resultater og dokumentasjon på prosessen, vurderinger, tiltak og konklusjoner presenteres i en rapport.

I rapporten for risikovurderingen beskrives analyseobjektet, akseptkriterier, fareidentifisering, sannsynlighet- og konsekvensevaluering, risikoevaluering, resultater, beslutninger og plan for oppfølging.

5.2 Risikovurdering av maskiner

Vedlegg 2 viser eksempel på risikovurdering basert på metodene i NS-EN ISO 12100:2010 Maskinsikkerhet – Hovedprinsipper for konstruksjon - Risikovurdering og risikoreduksjon.

5.3 Dokumentasjon

Dokumentasjon skal utarbeides slik at det tydelig fremgår hvem som har utført denne og hvilke anleggsdeler dokumentasjonen gjelder for. Det klarlegges og dokumenteres hvem

som har ansvar for beregningene dersom ansvarsforholdet overføres gjennom ulike faser av prosjektet.

Beregningene inkludert forutsetninger og resultater presenteres slik at de kan kontrolleres av andre. Det angis hvilke dataprogram som er benyttet og henvises til dokumentasjon av disse. Datautskrifter skal være informative med tilstrekkelige forklaringer. Beregninger skal dokumentere at sikkerhetskrav er ivaretatt. Dette vil for eksempel innebære beregninger av akseptabelt spenningsfall, aktuelle feilstrømmer, tilstrekkelig utkobling, akseptabelt selektivitetsnivå og jordingsprinsipp.

Valg av riktig utstyr og nødvendig beskyttelse krever at det tas hensyn til de ytre påkjenninger installasjonene utsettes for. For å sikre at dette blir tatt hensyn til ved drift, vedlikehold og evt. endringer i installasjonen er det viktig at dokumentasjon viser hvilke ytre påvirkninger som er dimensjonerende.

Anleggsdokumentasjonenes omfang og innhold vil variere fra anlegg til anlegg med hensyn til størrelse, omfang/innhold og kompleksitet. Begrepet anleggsdokumentasjon omfatter tegninger og prinsipper, datablader og dokumentasjon på utstyr som er benyttet i forbindelse med prosjekteringen. Videre beregninger som effektbudsjetter, kjølebehov, med videre. Overnevnte punkter er eksempler og oppsettet er ikke uttømmende.

6 Verifikasjon

NEK 400 avsnitt 6 Verifikasjon har utarbeidet omfattende veiledninger for hvordan normative krav til verifikasjon skal forstås og oppfylles/utføres. Verifikasjon av belysningsanlegg utføres i tråd med V124 Teknisk planlegging av veg- og tunnelbelysning, publisert av Statens vegvesen.

7 Elektriske installasjoner

7.1 Generelt – ingen veiledning

7.2 Fordelingssystem – ingen veiledning

7.3 Ytre påvirkninger og omgivelsestemperatur – ingen veiledning

7.4 EMC

Utstørsleverandør har ansvar for at utstyr tilfredsstiller det grunnleggende EMC kravet i henhold til NEK 600:2021 avsnitt 7.4. Entreprenør som velger og sammenstiller utstyr har ansvar for at det sammenstilte anlegget også tilfredsstiller EMC-krav til immunitet fra andre støykilder. Eksempel på andre støykilder kan være utrykningskjøretøy med blinkende blålys.

Byggherre kan kreve at det skal utføres EMC målinger.

7.5 Tilgjengelighet – ingen veiledning

7.6 Krav til spenningsfall – ingen veiledning

7.7 Beskyttelse mot elektrisk sjokk og overstrøm

Kravene i NEK 600:2021, avsnitt 7.7 stiller krav til at termomagnetisk vern skal gi elektromagnetisk utkobling ved kortslutning. Det innebærer at lavest forekommende kortslutningsstrøm i kursen må være lik eller høyere enn kortslutningsvernets laveste garanterte verdi for elektromagnetisk utkobling (f.eks. I_s for automatsikringer).

Ved bruk av elektroniske vern skal en av vernets kortslutningsutløsere gi utkobling ved kortslutning.

Det stilles ingen tidsangivelse for utkobling av kortslutningsvern i NEK 600.

7.8 Beskyttelse mot overspenninger – ingen veiledning**7.9 Jordingssystemer – ingen veiledning****7.10 Føringsveier**

Ved etablering av rørsystemer kan det for enkelte løsninger, som vegkryssing og mellom lysmaster, være utfordrende å overholde kravet til at det ikke skal samles opp vann i rørsystemet. Aksepterte løsninger for dette kan for eksempel være å velge dypere kummer eller å etablere drenering ved lavbrekk.

7.11 Kabler og luftledninger – ingen veiledning**7.12 Vern**

Selektivitet innebærer at overstrømsvern i serie er koordinert slik at overstrømsvern nærmest feilstedet kobler ut feilen, uten at det har innvirkning på oppstrøms overstrømsvern. Et anlegg kan ha total selektivitet eller delvis selektivitet. Ved total selektivitet vil kun vernet nærmest feilstedet koble ut feilen, uten at foran-koblede vern (og installasjon) blir berørt av feilen (for alle aktuelle feilstrømmer).

Ved delvis selektivitet vil vernet nærmest feilstedet løse ut feilen uten innvirkning på oppstrøms (forankoblede) vern opp til en definert strømgrense.

Kravet i NEK 600 til bruk av vern fra samme fabrikat for å kunne dokumentere selektivitet gjennom bruk av fabrikantens underlag, gjelder kravet for en installasjon, og ikke til det enkelte utstyr. Design av utstyr som eksempelvis LED-armaturer er underlagt kravene i forskrift om elektrisk utstyr (feu).

Det gjøres oppmerksom på at det stilles tilleggskrav til selektivitet i NEK 600:2021 avsnitt 12.7, mellom vern i veglysmaster i dagen og oppstrøms vern.

Ved bruk av back-up beskyttelse (kaskade) benyttes forankoblet vern som overstrømsbeskyttelse uten, eller ved hjelp av, etterkoblet vern og begrenser påkjenning på vernet nærmest feilen. I dette tilfellet kan delvis selektivitet oppnås, men man må påse at kravet til selektivitet ivaretas.

7.12.1 Strømstyrt jordfeilvern

Et jordfeilvern skal detektere jordfeilstrømmer og sørge for utkobling av feilen. Det består av en mekanisk bryteranordning som skal kunne føre, bryte og legge inn strømmer under normale driftsforhold, samt sikre utkobling når reststrømmen når en gitt verdi (for eksempel 30mA eller 100mA). Reststrømmen er den vektorielle summen av strømmene i kretsen. Det finnes ulike typer jordfeilvern som kan detektere ulike jordfeilsstrømmer. Tabell 5. viser aktuelle typer og bruksområder.

Tabell 5 - Jordfeilvern – aktuelle typer og bruksområder

Type	Funksjon	Bruksområde
AC	Detektere sinusformede strømmer. Dekkes av IEC 61008/61009 Pulsstrømsikker til 250A (8/20 kurveform)	Løser ikke ut ved likestrøm eller annen bølgeformspåvirkning. Ikke egnet i anlegg med halvlederstyringer (dimmere, vaskemaskiner etc.) IKKE TILLATT I NORGE
A	Detekterer sinusformede strømmer samt pulserende likestrømmer. Dekkes av IEC 61008/61009 Pulsstrømsikker til 250A (8/20 kurveform)	Elektrisk utstyr med likeretter
B	Detekterer sinusformede strømmer opp til 1000 Hz samt pulserende likestrømmer og ren DC-strøm Ikke dekket av IEC 61008/61009 men av IEC 62423. Denne bør refereres til sammen med IEC 61008/61009.	Frekvensomformere og motordrifter som forsyner pumper, heiser, maskiner etc.

F	Detekterer sinusformede strømmer samt pulserende likestrømmer + ren DC strøm Støtstrømsikker til 3000A (8/20 kurveform)	Enfase likeretterutstyr
B+	Detekterer sinusformede strømmer samt pulserende likestrømmer + ren DC strøm Dekker strømmer opp til 20 kHz	Trefase likeretterutstyr

8 Elektrisk kommunikasjonsnett – ingen veiledning

9 Nødstrømsforsyning – ingen veiledning

10 Maskiner – ingen veiledning

11 Tunnel

11.1 Generelle krav – ingen veiledning

11.2 Materialvalg og kapslingsgrad – ingen veiledning

11.3 Krav til spenningsfall – Ingen veiledning

11.4 Jording

NEK 600:2021, avsnitt 11.4 beskriver minimumskrav til jordingsanlegg i tunnel. Utformingen av jordingsanlegget baseres på en risikovurdering, ut fra forholdene i anlegget.

Det stilles krav i standarden til to ulike jordledere, en gjennomgående jordleder som kan føres sammen med nettselskapets forsyningskabel, og en isolert jordleder forlagt på kabelstige som tilleggbeskyttelsestiltak mot elektrisk sjokk.

Den gjennomgående jordleder som beskyttelsestiltak mot elektrisk sjokk og jordleder som føres sammen med forsyningskabel kan, dersom det er formålstjenlig, kombineres i en leder.

Dersom beskyttelseslederens tverrsnitt i forsyningskabelen sammen med valg av vern tilfredsstiller kravene i NEK 600:2021, avsnitt 7.7 til utkobling, vil kravet til berøringsspenning være ivaretatt. Det stilles derfor ikke krav til fremføring av tilleggsutjevningsforbindelse til hvert enkelt utstyr, f.eks. nødstasjoner.

Det kan være andre faktorer som gjør at tilleggsutjevningsforbindelser må etableres. Dette kan for eksempel være med hensyn til EMC.

11.5 Føringsveier

Vegnormal N200 stiller flere krav til utførelse av føringsveier som trekkerør og trekkekummer.

11.6 Kabler

Krav til kabler og føringsveier er beskrevet i vegnormal N601-8, avsnitt 8.3, og stiller krav til drift også under uønskede hendelser i anleggene. Kablene i nødstrømssystemer skal være tilstrekkelig og pålitelig adskilt eller avskjermet fra andre kabler, og være funksjonssikre med tilstrekkelig motstand mot brann.

Krav til kabler som skal fungere i en nødssituasjon gjelder også gjennom eventuelle trekkekummer.

N601 viser til NEK 600 som en preakseptert metode for hvordan kravene kan ivaretas. Denne veiledningsteksten ivaretar i hovedsak kabelkrav for tunnel i NEK 600:2021, avsnittene 11.6 og 11.8.

Eksempel på metoder som tilfredsstiller kravene til brannsikkerhet for ledningssystemer til nødstrømssystemer, og til utstyr som skal fungere under en brann:

- bruk av funksjonssikker kabel (kabelklasse 3) fra fordeling til tilkobling av utstyr; eller
- bruk av kabel som ikke er funksjonssikker (kabelklasse 1 og 2), men brannsikket forlagt og tilstrekkelig adskilt fra andre kabler.

NEK 600:2021, avsnitt 11.8.1 stiller krav til at kabler til nødstrømsforsyning skal ha oransje ytterkappe. Intensjonen med dette kravet er at kabler til nødstrømsforsyning skal være enkle å identifisere. Kravet er derfor relevant der kablene er allment tilgjengelig for inspeksjon, drift og vedlikehold. Der kablene kun er tilgjengelig for inspeksjon, drift og vedlikehold i begrenset område, f. eks i trekkekummer, er kravet ivare tatt etter hensikten om kablenes ytterkappe er varig farget oransje med f.eks. strømpe der de er synlige/tilgjengelige for inspeksjon, drift og vedlikehold. Kravet til brannsikket må i alle tilfeller være tilfredsstillende

11.7 Jordfeilvarsling

Det skal etableres jordfeilvarsling (RCM) i TN-nett. Der jordfeilvarsling i TN- og TT-nett, eller isolasjonsovervåkning i IT-nett benyttes skal alarmsignal overføres til sentralt system for overvåkning.

Der utgående forbrukercurser er gruppert med felles oppstrøms vern skal jordfeilvarslingsutstyr monteres for hver enkelt gruppe.

Jordfeilvarsling etableres på inntak. Videre etableres det retningsbestemt jordfeilvarsling for hver gruppering. Eksempler på grupperinger er lys og ventilasjon. Det anses ikke som nødvendig med jordfeilvarsling på kursnivå.

Når det i TN-nett skal velges jordfeilvarsler (RCM), skal denne være i samsvar med NEK EN IEC 62020-1:2021.

Når det i IT-nett skal velges utstyr for isolasjonsovervåkning (IMD) skal dette være i samsvar med NEK EN IEC 61557-1:2021, avsnitt 8, og utstyr for lokalisering av isolasjonsfeil (IFLS) skal være i samsvar med NEK EN IEC 61557-1:2021, avsnitt 9.

11.8 Nødstrømssystemer

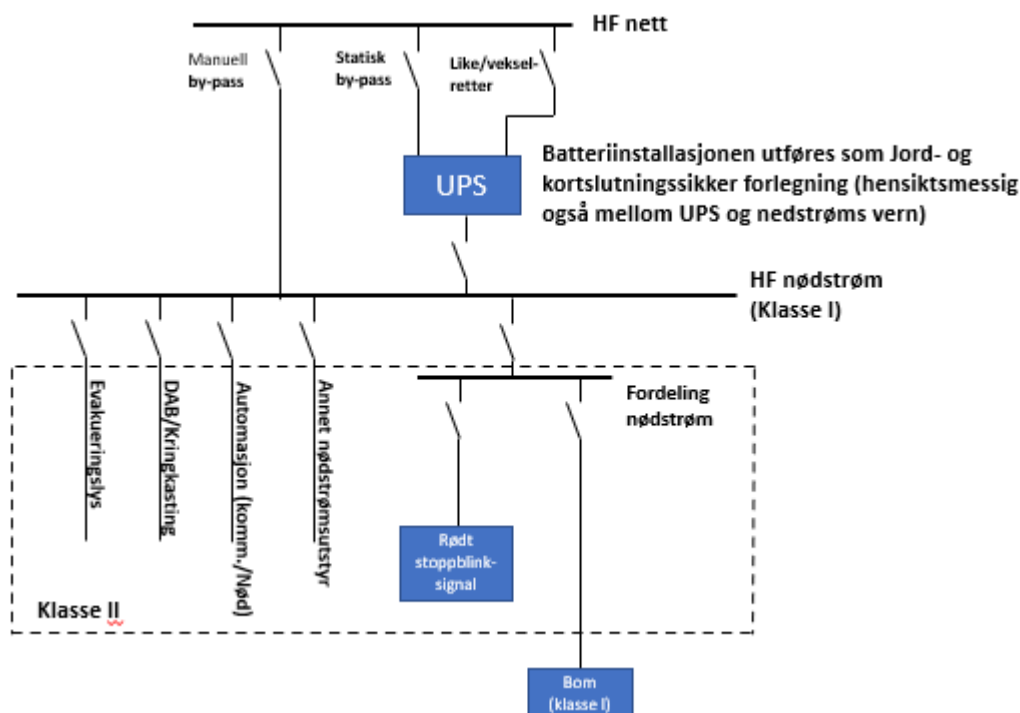
11.8.1 Nødstrømsforsyning

NEK TS 600 gir veiledning og krav til hvordan nødstrømsforsyning til nødstrømssystemer i tunnel kan utformes for å ivareta krav stilt i NEK 600. Prinsipper for oppbygning av nødstrømsforsyning samt hvilke sikkerhetstiltak som kan benyttes beskrives. NEK TS 600 omtaler ikke alle enkeltanlegg eller utstyr som skal ha strømforsyning i en tunnel, men beskrevne prinsipper vil kunne brukes for hele installasjonen. NEK TS 600 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 risikovurdering for hvert enkelt anlegg.

Krav til hvilket utstyr som skal tilknyttes nødstrømssystemer er beskrevet i håndbok N500 Vegtunneler.

Nødstrømsforsyningen er basert på bruk av TN-system. Ved planlegging av nødstrømssystemer skal det tas hensyn til sannsynlighet for avbrudd i forsyningsnettet, sannsynlighet for feil i installasjonen og utstyr, samt mulighet for vedlikehold av utstyr i nødstrømsforsyningen. Nødstrømssystemer bygges opp slik at forsyningssikkerheten er ivare tatt.

Nødstrømssystemer for tunnel kan bygges opp i tråd med forsyningsprinsipp vist i Figur 2.



Figur 2 – Eksempel på prinsipp for nødstrømssystemer i vegtunnel

Fordelinger for nødstrøm bygges normalt ikke som funksjonssikre fordelinger. Det aksepteres at underfordelinger av typen styreskap, fordeling for nødstasjoner og lignende ikke bygges funksjonssikre. Forutsetning for dette er at de utrustes med egen tilførsel og at fordelingen kun forsyner utstyr internt i skap eller i nærhet til skap. Med nærhet til skap menes det i dette tilfellet inntil 100 meter.

Beskyttelse mot elektrisk sjokk løses i hovedsak ved bruk av beskyttelsesmetode dobbel eller forsterket isolasjon. Dette vil også sikre mot uønsket utkobling grunnet jordfeil, og ivareta tilstrekkelig forsyningssikkerhet.

Det vil også kunne oppstå andre feil som gir bortfall av nødstrømsforsyningen. Eksempler på dette er kortslutning, utstyrssvikt, støy, og skade pga. ytre påvirkning. NEK 600 og NEK 400 stiller flere krav til barrierer som reduserer risiko for denne type feil. Slike sikkerhetsbarrierer kan blant annet være krav til sakkyndig betjening, adskillelse av hovedfordeling og nødstrømsfordeling, beskyttelse av føringsveier og drift- og vedlikeholdsrutiner inklusive termografering.

Definert evakuerings tid, iht. vegnormal N500, er bestemmende for kapasiteten til nødstrømsforsyningen. For nødstrømsforsyning til Nødnett stilles egne krav i vegnormal N500.

Det anbefales i utgangspunktet å benytte avbruddsfri strømforsyning. 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.

Fordelinger for nødstrøm:

Ved valg av beskyttelsesmetode dobbel eller forsterket isolasjon anses det som akseptabel risiko at hovedfordelinger for nødstrøm utføres som klasse I. Tilkoblingspunkter i fordeling utføres med tiltak som hindrer løse ledninger fra klemmeforbindelser å falle ned på ledende deler, og med beskyttelsesgrad IP2X. Ledninger og kabler utføres som klasse II. Kabling mellom hovedfordeling normalforsyning, UPS og hovedfordeling nødstrøm utføres som klasse II. I tillegg skal kabler i batteriinstallasjoner utføres som jord- og kortslutningssikker forlegning i samsvar

med kravene i NEK 400:2022-5-52, avsnitt 521.14. Tilkoblingspunkter og utstyr utføres med kapslingsgrad minimum IP2X.

Føringsveier for kabler til fordelinger legges brannsikket bak veggelement/føringskant, hvelv, eller i grunnen for å begrense mulighet for skade grunnet påkjørsel. Kabler til nødstrømsforsyning bør ikke føres på kabelstige i tunneltak.

Evakueringslys og skilt m.m. kan forsynes fra nødstrømsfordelinger i tekniske bygg eller fordelinger for nødstrøm i tunnel i samsvar med kravene i NEK 400:2022-5-56.

Sikkerhetsbelysning i henhold til vegnormal N500 kan forsynes fra nødstrømssystemet dersom det dokumenteres at feil på sikkerhetsbelysning eller forsyning til disse ikke gir avbrudd i kurser for nødstrømssystem.

Eksempel på utførelse av nødstrømsfordeling for nødstasjon/kiosk

Fordelinger kan for eksempel bygges etter metode dobbel eller forsterket isolasjon. Formålet med denne løsningen, i tillegg til beskyttelse mot elektrisk sjokk, er å hindre utkobling ved første feil.

Det plasseres ofte utstyr med behov for tilknytting til utjevningsforbindelser for funksjonsformål (FEBS) i fordelinger. Dette gjør at fordelingene i sin helhet ikke bygges i Klasse II.

Alternativt kan fordelinger bygges som klasse I med en intern isolerende kapsling. I tillegg kreves det øvrige tiltak, se NEK 600:2021, avsnitt 11.8.1 om kursopplegg til utstyr klasse I.

Følgende beskyttelsesledere og utjevningsforbindelser tilkobles utjevningsforbindelsesskinne:

- utjevningsleder for beskyttelses- og funksjonsformål til klasse I utstyr;
- beskyttelsesleder i tilførselskabel;
- beskyttelsesledere i utgående kabler;
- isolert jordleder forlagt på kabelstige;
- eventuelt langsgående jordleder i bankett om dette er etablert.

Sikkerhetsbelysning

Sikkerhetsbelysning og forsyning til disse anses ikke som en del av nødstrømsforsyningen. Det innebærer at det ikke stilles generelle krav til funksjonssikre kabler eller lysarmaturer til sikkerhetsbelysningen.

Kursopplegg til utstyr klasse II

Kurser som forsyner utstyr utført etter beskyttelsesmetode dobbel eller forsterket isolasjon, elektrisk adskillelse, eller ekstra lav spenning SELV og PELV kan forsynes direkte fra hovedfordeling nødstrøm eller annen nødstrømsfordeling. Dette kan for eksempel være kurser til rødt stoppblinksignal, rømningslys etc.

Kursopplegg utføres som klasse II. Ledningssystemer med separat lederisolasjon for jordledere og faseledere vil tilfredsstille kravene til klasse II.

Stikkontakter kun beregnet til europlugger tilfredsstiller kravene til utstyr klasse II.

Kursopplegg til utstyr klasse I

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

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

Utstyr som kun leveres i klasse I kan benyttes dersom følgende sikkerhetstiltak er etablert:

- total selektivitet samt at feil på en enkelt kurs ikke gir avbrudd i andre nødstrømskurser, og;
- kursopplegget er utført som klasse II, og;
- det etableres egen kurs til hver klasse I utstyrsenhet, og;
- det etableres ekstra tiltak som hindrer løse ledere å falle ned på ledende deler; eller
- elektrisk adskillelse i henhold til NEK 400:2022-41, avsnitt 413.

Alarmer og overvåkning:

Vern som beskytter flere kurser (hoved- og gruppevern) utføres med separat alarm, mens kursvern overvåkes med felles alarm til kontrollsentral ved utkobling.

Nødstrømsforsyning for nødnettrelatert utstyr skal gi følgende alarmer til utstyret for Nødnett.

Alarmer overføres automatisk til NOC (Network operation control):

- strømutfall til nødstrømsforsyning (UPS);
- feil på nødstrømsforsyning (UPS);
- lavt batterinivå;

VTs mottar alle øvrige alarmer for nødstrømsanlegg.

Verifikasjon av nødstrømssystemer

Ved nye eller endrede anlegg vil verifikasjon, inkludert sluttkontroll med tilhørende dokumentasjon, være viktige barrierer som reduserer risiko for montasje- og utstyrsfeil. Det er derfor vesentlig at dokumentasjon av verifikasjon overleveres før anlegget tas i bruk.

Service og vedlikehold

Nødstrømsforsyningen utformes slik at utstyr ikke mister driftsspenning ved vedlikehold. Dette løses ved at nødstrømsforsyningen forbikobles med manuelt bypass. Det aksepteres ikke løsninger som gir brudd i forsyningen ved omkobling.

Tilstrekkelig renholdsrutiner, vedlikeholdsrutiner 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.

Avbruddsfri forsyning - UPS

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

dokumentasjonsbehovet for tilstrekkelig kortslutningsytelse i batteridrift, og tåleevne for statisk switch og statisk bypass.

Det skal utarbeides følgende betjeningsprosedyrer:

- betjeningsprosedyre for å gjøre UPS spenningsløs ved omkobling fra normaldrift til drift i manuell bypass; og
- betjeningsprosedyre for omkobling fra drift i manuell bypass tilbake til normal drift.

Berørte vern og brytere skal merkes.

Tekniske rom for hovedfordeling nødstrøm og UPS-anlegg etableres i henhold til håndbok N500.

Det etableres egne rom for eksterne batteribanker (løse celler plassert på stativ eller i batteriskap). Det bør etableres to batteribrytere, den ene plasseres i umiddelbar nærhet til UPS og den andre i umiddelbar nærhet til batteri.

Kabling mellom hovedfordeling normalforsyning, UPS og hovedfordeling nødstrøm utføres som klasse II. Det kan være hensiktsmessig å benytte jord- og kortslutningssikker kabelforlegning mellom UPS og nedstrøms vern.

Dersom kabling mellom UPS og batteripakke ikke er kortslutningssikret på annen måte skal den utføres som jord- og kortslutningssikker forlegning.

11.8.2 Nødlys

Rom med installert normalbelysning skal også ha nødlys. Allment belysningsutstyr skal benyttes og nødlys skal tilfredsstillende NS1838 Nødbelysning. Der belysningen ikke er tilstrekkelig til opplading av fluoriserende skilt skal det benyttes nødlysarmaturer. NS EN 16276 skal benyttes for rømningslys i vegtunneler.

De lystekniske egenskapene til sammenhengende evakueringslys skal være i samsvar med kravene i NMF01 Technical Specification, LED luminaires – requirements. Kravet til lysfluks per meter gjelder ut av armaturen. Sammenhengende evakueringslys monteres med redundant nødstrømsforsyning.

Veiledning til forsyning og montering av sammenhengende evakueringslys

Evakueringsbelysning monteres i henhold til gjeldende versjon av N500. Følgende løsning er akseptabel for sammenhengende evakueringsbelysning i henhold til N500 2022:

Evakueringsbelysningen deles inn i segmenter på maksimalt 150 meter. Et segment defineres som strømforsynt lys fra sekundærside på driver. Hvert segment skal være utstyrt med egen strømforsyning fra begge sider, disse etableres i et tilkoblingspunkt. Et tilkoblingspunkt defineres som punktet hvor drivere for to segmenter monteres (en for hver retning). Ved bortfall av forsyning fra en side skal hele segmentet lyse med tilfredsstillende styrke med henvisning til NMF01.

Eksempler på anerkjente forsyningsprinsipper:

- egne kurser fra nødstrømsfordeling i teknisk rom til hvert tilkoblingspunkt (stjernestruktur);
- to kurser fra nødstrømsfordeling som forsyner annethvert tilkoblingspunkt (stigestruktur);
- forsyning fra nødstasjon (SOS) (Forutsetter at nødstasjoner er forsynt med stjernestruktur).

11.9 Tekniske bygg

NEK 600 stiller krav til at tekniske bygg som etableres i dagen skal ha maksimal forsyningslengde på 600 meter. Det beregnes da maksimal avstand fra teknisk bygg til tunnelportal på 100 meter. NEK 600 stiller ikke spesifikke krav til to tekniske bygg dersom maksimal avstand fra bygg til tunnelportal overstiger 100 m, alternative løsninger kan avtales mellom byggherre og leverandørene i et prosjekt.

Kravet til forsyningslengde gjelder også for forsyning fra tekniske bygg i dagen til styreskap/underfordelinger plassert i dagsone. Videre forsyning fra eventuelle underfordelinger er ikke regnet med i kravet til forsyningslengde fra teknisk bygg.

Det skal monteres servicetelefon med tastatur og direktelinje til VTS i tilknytning til tekniske bygg. I tunneler hvor teknisk bygg er plassert i et bergrom skal servicetelefon plasseres i skap på vegg utenfor teknisk bygg. Rom i tekniske bygg i tunnelrom og i dagen skal være utstyrt med servicetelefon.

I tunnelsikkerhetsforskriften beskrives det kontrollsentral. VTS er en type kontrollsentral.

Høyspentrom/nettstasjon omfattes ikke av dette kravet. Tekniske rom i dagsoner omfattes.

Telefon kan defineres som en servicetelefon med mulighet for også å ringe på eksterne linjer.

En servicetelefon i teknisk rom skal være en sikkerhet for personell som er i rommet, og som ved behov kan benyttes til å sette opp en samtale mellom bygg/rom/nødstasjoner og kontrollsentral. Servicetelefonen skal også kompensere for eventuell manglende mobildekning i fjellrom. Det betyr at de må ha numerisk tastatur, og siden de står i et mer beskyttet miljø trenger de ikke være i IP65 utførelse. De må likevel tåle miljøet i teknisk rom. Lokaliseringen til en servicetelefon vil være i telefonisystemet til kontrollsentral der hvert telefonnummer er registrert og knyttet opp mot sted.

Følgende løsninger for oppkobling mot kontrollsentral aksepteres:

- telefon styres med hurtigtast for oppringing til kontrollsentral;
- telefon settes opp slik at «rør av» gir automatisk oppringing til kontrollsentral dersom ingen knapp trykkes innen 5 sekunder.

Når tunnel nødstenges, eller ved en hendelse, skal personell i tekniske rom varsles med takmontert blinkende rød varsellampe og lokalt utkoblingsbart akustisk signal. Dette gjelder bergrom og alle rom i fm. teknisk bygg, samt i øvrige tekniske bergrom som pumpestasjoner.

Høyspentrom/nettstasjon omfattes ikke av dette kravet. Tekniske rom i dagsoner omfattes.

Rød varsellampe skal blinke og det skal gis akustisk signal når tunnel går i brannstengning eller nødstengning. Det etableres lokal avstillingsknapp per rom som lokalt kvitterer ut/skrur av akustisk signal. Ved aktivering av lokal avstillingsknapp endres tilstand til den røde varsellampe fra blinking til konstant lys. Lokalt avstilte signaler reaktiveres om ny stengekommando gis. Lamper slukkes når tunnel går tilbake til normal tilstand uavhengig om de er kvittert ut eller ikke.

11.10 Styrestrømssystem – ingen veiledning

11.11 Automasjons- og ekomnett – ingen veiledning

11.12 Brannsikkerhet

Brannvarsling:

Rom i tekniske bygg skal utstyres med detektor tilknyttet et adresserbart brannvarslingsanlegg. Brannvarslingsanlegget skal tilfredsstillere kravene i NS 3960 og

være koblet til styringssystemet mot overvåkningssentral slik at operatør som minimum får varsel om i hvilke bygg alarm er utløst.

Alle tekniske bygg skal ha minimum en manuell brannmelder

I tunneler hvor teknisk bygg er plassert i et bergrom kan manuell brannmelder plasseres på vegg utenfor teknisk bygg. Der hvor rom i tekniske bygg er i direkte tilknytning til tunnelrom eller i dagen, etableres manuell brannmelder i hvert rom.

I NS 3960:2019 skilles det mellom brannalarmanlegg og brannvarslingsanlegg. N601 krever adresserbart brannvarslingsanlegg. De fleste tekniske bygg vil kunne defineres som i risikoklasse 2 i henhold til TEK 17, §11.2 Risikoklasser. Videre vil alle tekniske bygg med én etasje defineres innenfor brannalarmkategori 1. Følgelig vil NS 3960 Tillegg C være gjeldende. Følgende kapitler i NS 3960:2019 vil også være gjeldende:

- avsnitt 3 Termer og definisjoner;
- avsnitt 4 Symboler og forkortelser (legges til grunn for prosjektering og dokumentasjon);
- avsnitt 5.3 Utstyr og komponenter (legges til grunn for aktuelle detektorer, manuelle meldere og alarmorganer). Anleggets PLS benyttes som sentralapparat. Nødstyrepanel etableres i kontrollsentral;
- avsnitt 5.3.9 Alarmoverføringssystem (etableres gjennom automasjonsnettet til VTS);
- avsnitt 6 Prosjektering (legges til grunn for prosjektering av plassering, i fjellhall, rom, under datagulv m.m.) Krav til kraftforsyning løses ved at automasjonsanlegget forsynes fra anleggets nødstrømsforsyning. Som eksempler på aksepterte løsninger se standardtegninger og prinsipper, avsnitt 14 Henvisninger og vedlegg;
- avsnitt 8 Installasjon (legges til grunn for kabling, merking og dokumentasjon. Trådløse anlegg aksepteres ikke);
- avsnitt 9 Drift og vedlikehold (legges til grunn ved egenkontroll, idriftsettelse, samt utarbeidelse av drift og vedlikeholdsrutiner).

11.13 Overvåkingssystemer – ingen veiledning

11.14 Ventilasjon/kjøling av tekniske rom – ingen veiledning

11.15 Ventilasjon i tunnel – ingen veiledning

11.16 Pumpeanlegg i tunnel – ingen veiledning

12 Veg- og tunnelbelysning

12.2 Ytre påvirkning

Det skal gjøres tiltak for å hindre jordvarme fra å stige opp i mast.

Eksempel på aksepterte metoder for å hindre jordvarme fra å stige opp i mast:

- Jordvarmesperre monteres i topp av fundament.

13 Bruer og ferjekaier – ingen veiledning**14 Tillegg****14.1 Fordelinger – ingen veiledning****14.2 Testprosedyrer – ingen veiledning****14.3 Tverrfaglig merkesystem TFM (Informativt)****Tabell 6 - Veiledninger i forhold til TFM**

Komponent merking i sammenheng med system		
Ventilator	=365.XXX - JVXXX	NEK 600
Servicebryter	=365.XXX - XQXXX	NEK 600
Vibrasjonsvakt	=365.XXX - RBXXX	NEK 600
Koblingsboks	=365.XXX - UXXXX	NEK 600
Gass-sensor	=365.XXX - RYXXX	NEK 600
Siktmåler	=365.XXX - RYXXX	NEK 600
Vindmåler	=365.XXX - RSXXX	NEK 600
Klimaanlegg, innedel	=353.XXX - LBXXX	Komponentkoden er definert i PA0802
Klimaanlegg, utedel	=353.XXX - IKXXX	NEK 600
Avfuktingsanlegg	=365.XXX - MTXXX	Komponentkoden er definert i PA0802
Nødstyrepanel	=439.XXX - UKXXX	NEK 600
Lysarmatur	=442.XXX - UPXXX	NEK 600
Lysarmatur nød	=443.XXX - UNXXX	NEK 600
Armatur til evakueringsbelysning	=443.XXX - UNXXX	NEK 600
Lysmåler	=442.XXX - RJXXX	
Brannvarslingssentral	=542.XXX - OSXXX	NEK 600
Brannmelder	=542.XXX - XSXXX	NEK 600
Branndetektor	=542.XXX - RYXXX	NEK 600
Temperaturmåler rom	=574.XXX - RTXXX	NEK 600

Rutere og switcher	=522.XXX - ORXXX	NEK 600
OPC server	=523.XXX - OSXXX	NEK 600
Telesentral PBX	=532.XXX - OPXXX	NEK 600
Servicetelefon	=532.XXX - OTXXX	NEK 600
Radiosentral	=554.XXX - OSXXX	NEK 600
Undersentral radio	=554.XXX - OUXXX	NEK 600
Hoved PLS	=563.XXX - OSXXX	NEK 600
PLS i anlegget	=563.XXX - OUXXX	NEK 600
RIO og DIO	=563.XXX - XZXXX	NEK 600
Dørbryter fordelingsrom	=549.XXX - RRXXX	NEK 600
Nøkkelsafe	=549.XXX - RRXXX	NEK 600
Blinklys i teknisk rom	=549.XXX - UAXXX	NEK 600
UPS	=462.XXX - IGXXX (NBXXX)	NEK 600
Skilletrafo	=462.XXX - XTXXX	NEK 600
Bypass bryter	=462.XXX - XQXXX	NEK 600
Batteri	=462.XXX - NBXXX	NEK 600
Systemene 725 og 763, samt komponentkode FS for skiltstyreskap og nødstyreskap (selve nødstyrepanelet har kode UK)		
Bomstyreskap	=725.XXX - FSXXX	
Vegbom	=725.XXX - VMXXX	NEK 600
Sløyfe ved vegbom	=725.XXX - RBXXX	NEK 600
Kamera ved vegbom	=553.XXX - RAXXX	NEK 600
Skiltstyreskap	=763.XXX - FSXXX	NEK 600
Skilt	=763.XXX - VSXXX	NEK 600
Rødblink	=763.XXX - VSXXX	NEK 600

Arbeidsvarslingsskilt	=763.XXX - VSXXX	NEK 600
Oljeutskiller	=382.XXX - MOXXX	NEK 600
Nivåmåler oljeutskiller	=382.XXX - RNXXX	NEK 600
Pumpe	=389.XXX - JPXXX	
Nivåmåler vannbasseng	=389.XXX - RNXXX	
Hovedfordeling i dagen	=7432.XXX	NEK 600
Underfordeling i dagen	=7433.XXX.X	NEK 600
Eksempel		
HF i dagen	=7432.501	
UF1 av samme HF i dagen	=7433.501.1	Dette viser et eksempel som Statens vegvesen ønsker å bruke
UF2 av samme HF i dagen	=7433.501.2	Dette viser et eksempel som Statens vegvesen ønsker å bruke
Veglysmast	=442.XXX - KMXXX	Alle veglysmaster skal merkes KM (blir i dag merket UP slik eksempel 9 viser)
Veglysarmatur	=442.XXX - UPXXX	Det er selve lysarmaturene som skal merkes med UP
Komponent i fordeling:		
Automatsikring	-XFXXX	Komponentkoden er definert i PA0802
Effektbryter	-XQXXX	Komponentkoden er definert i PA0802
Lastbryter	-XQXXX	
Overspenningsvern	-QEXXX	Komponentkoden er definert i PA0802
Jordfeilbryter	-QEXXX	Komponentkoden er definert i PA0802
		I eksempel 5 og 14 i NEK 600 er det gitt eksempel på tilleggsinformasjon som da skal gis innenfor en parentes. Informasjonen i eksemplene er hensiktsmessig med tanke på drift. Også andre komponenter enn det som er vist i eksemplene kan ha tilleggsinformasjon.
		I et teknisk rom er kun hovedfordelingen med inntaksfelt med hovedbryter, målerfelt og avganger som er 432. Selv om for eksempel ventilatorfeltet henger fysisk sammen med hovedfordeling skal dette merkes som driftsteknisk tavle 434.
		Kabelen tilhørende eksempel 5 i NEK 600 vil få merkingen: +S18TUDUM.TB3L =434.301 -KW014

		I eksempel 6 i NEK 600 er det ikke gitt tilleggsinformasjon som forteller hvor denne ventilatoren får sin forsyning fra eller hvilket vern den er tilknyttet. Tenkt eksempel kan da være forsyning fra +TB4L og effektbryter -XQ107 (som da skal stå i parentes). Da vil kabelen til denne ventilatoren få følgende tag: +S50TUDUM.TB4L =434.401 -KW107
--	--	---

I eksempel 5 og 14 i NEK 600 er det gitt forklaring på tilleggsinformasjon som skal gis innenfor en parentes: Informasjonen i eksemplene er hensiktsmessig med tanke på drift. Dette kan også være hensiktsmessig for andre komponenter enn det som er vist i eksemplene. Kabelen tilhørende eksempel 5 vil få merkingen: +S18TUDUM.TB3L =434.301 -KW014

I eksempel 6 i NEK 600 er det ikke gitt tilleggsinformasjon som forteller hvor ventilatoren får sin forsyning fra eller hvilket vern den er tilknyttet. Tenkt eksempel kan da være forsyning fra +TB4L og effektbryter -XQ107 (som da skal stå i parentes). Da vil kabelen til denne ventilatoren få følgende tag: +S50TUDUM.TB4L =434.401 -KW107

Systemtype 432: I et teknisk rom er det kun hovedfordelingen med inntaksfelt med hovedbryter, målerfelt og avganger som skal ha systemtype 432. Selv om for eksempel ventilatorfeltet henger fysisk sammen med hovedfordeling skal dette merkes som driftsteknisk tavle 434.

15 Vedlegg

Tabell 7, Akseptkriterier fra Vedlegg 1.

			Sannsynlighet				
Konsekvens			1	2	3	4	5
	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 alvorlig skade. Enkeltstående klager. Brudd på regler og prosedyrer det må etableres tilleggstiltak	3	6	9	12	15
2	Mindre alvorlig	Få enkelttilfeller av kun mindre alvorlig skade	2	4	6	8	10
1	Ubetydelig	Ingen kjente skadetilfeller	1	2	3	4	5

	Risiko- forhold	Tallfestet	Farge i matrise	
	Høy risiko	Risiko ≥ 10		
	Middels risiko	$5 \leq \text{Risiko} < 10$		
	Lav risiko	Risiko < 5		

15.1 Vedlegg 1, Eksempel på risikovurdering

For skjema med eksempler som kan lastes ned og tilpasses det enkelte anlegg, se:
www.nek600.no → Nyttige linker NEK TS 600.

15.2 Vedlegg 2, Eksempel på risikovurdering maskin – EN ISO 12100

For skjema med eksempler som kan lastes ned og tilpasses det enkelte anlegg, se:
www.nek600.no → Nyttige linker NEK TS 600.

Om NEK TS 600:2022

NEK TS 600 Teknisk spesifikasjon og veileder for NEK 600:2021 erstatter Statens vegvesens håndbok V630 Elektroveileder, foreløpig utgave - Nødstrømsforsyning i vegtunneler.

NEK TS 600 er en teknisk spesifikasjon som kan brukes i tillegg til NEK 600. Denne spesifikasjonen gir forslag til preaksepterte metoder for å oppnå enkelte funksjonskrav samt veiledning til kravene i NK 600:2021 EI og ekom i vegtrafikksystem.

Med utgangspunkt i håndbok V630 Elektroveileder er NEK TS 600 utarbeidet av, og forankret i NEKs normkomite for EI- og ekom i samferdsel - NK 300.

Den tekniske spesifikasjonen «NEK TS 600 bygger på kravene i «NEK 600».

