Norsk
Elektroteknisk
Komite

NEK 400 Studentkompendium

Elektroinstallasjoner

Emnekoder: TET4170, IELET2119, IELEG2119

Norsk Elektroteknisk Standard



NORSK ELEKTROTEKNISK KOMITE

_____

ELEKTRISKE LAVSPENNINGSINSTALLASJONER

NASJONALT FORORD

1) Norsk Elektroteknisk Komite (NEK) er det norske medlemmet i IEC (International Electrotechnical Commission)og CENELEC (European Committee for Electrotechnical Standardization). NEKs formål er å fremme internasjonalt, europeisk og nasjonalt samarbeid knyttet til standardisering. NEK publiserer standarder og andre teknisk relaterte dokumenter utviklet av NEK, IEC og/eller Cenelec, heretter kalt NEK-publikasjoner. Enhver person med interesse g kompetanse kan delta i utvikling av NEK-publikasjoner. Myndigheter, industri og ikke-offentlige organisasjoner kan delta.
2) De formelle beslutningene i NEK som gjelder tekniske saker, er så langt det er praktisk mulig, basert på konsensus mellom interessentene organisert i NEKs tekniske komiteer.
3) Denne publikasjonen har krav, anbefalinger og/eller informasjon for nasjonalt bruk. Selv om det gjøres mye for å sikre at innholdet i NEK-publikasjoner er korrekt, kan NEK ikke holdes ansvarlig for måten de benyttes på, eventuelle feil, eller feiltolkninger gjort av brukeren.
4) For å bidra til internasjonal harmonisering brukes EN IEC-publikasjoner når dette er mulig. Eventuelle forskjeller mellom EN IEC-publikasjoner og NEK-publikasjoner som NEK er gjort kjent med, synliggjøres for brukeren.
5) NEK utfører ikke samsvarsvurderinger. Selvstendige sertifiseringsorganisasjoner utfører slike tjenester. NEK er ikke ansvarlig for tjenester utført av tredjepart, eksempelvis et sertifiseringsselskap.
6) Alle brukere bør forsikre seg om at de har anskaffet den korrekte versjonen av denne publikasjonen.
7) NEK eller dets ledere, ansatte, innleide, hjelpere, individuelle eksperter og medlemmer av standardiseringsgrupper, er ikke ansvarlig for personskade, materiellskade eller annen skade av noe slag, direkte eller indirekte, eller for kostnader (inkludert saksomkostninger) og utlegg relatert til, bruk av, eller referanse til, denne NEK-publikasjonen eller andre NEK-publikasjoner.
8) Merk at eventuelle normative referanser referert i denne publikasjonen er nødvendige for riktig forståelse av denne publikasjonen.

9i) Merk muligheten for at elementer i denne NEK-publikasjonen kan være gjenstand for patentrettigheter. NEK kan ikke holdes ansvarlig for å identifisere patentrettigheter.

Dette kompendiumet er et utdrag av NEK 400:2022 Elektriske lavspenningsinstallasjoner. Kompendiet er utviklet for studenter i faget Elektroinstallasjoner med emnekodene TET4170, IELET2119, IELEG2119.

Utdragene kan ikke erstatte NEK 400:2022 Elektriske lavspenningsinstallasjoner for de kapitlene som er inkludert, og kan ikke legges til grunn for samsvarserklæring.

Kompendiet kan ikke brukes i andre sammenhenger enn ved løsning av oppgaver i faget Elektroinstallasjoner ved NTNU. Dette inkluderer både prosjektering og installasjonsarbeid.

Studentene vil ha digital tilgang til kompendiet. Det er bare tillatt med lesing av innholdet, og det er ikke tillatt å printe eller kopiere noen deler.

Studentene mister tilgangen til kompendiet etter sin avslutning av Elektroinstallasjoner. For studenter som består eksamen stopper tilgangen etter avlagt eksamen. Studenter som er forhindret fra å gjennomføre eksamen eller av andre grunner må avlegge ny eksamen kan motta ny tilgang etter nærmere avtale med NEK

Kompendiet består av følgende kapitler fra NEK 400:2022:

NEK 400 Del 1 i sin helhet

NEK 400 4-41

NEK 400 4-42

NEK 400 4-43

NEK 400 5-51

NEK 400 5-52

NEK 400 5-531

NEK 400 5-532

NEK 400 5-533

NEK 400 5-534

NEK 400 5-541

NEK 400 5-542

NEK 400 5-543

NEK 400 5-544

NEK 400 7-701

NEK 400 7-722

NEK 400 8-823

Del 2, 3 og 6 er ikke inkludert i kompendiet. Øvrige kapitler av del 4, 5, 7 og 8 er også utelatt.

NEK 400-1
Omfang og hensikt

1 Omfang

NEK 400 spesifiserer krav til prosjektering, utførelse og verifikasjon av elektriske lavspenningsinstallasjoner.

Kravene har til hensikt:

- å sikre mennesker (personer), husdyr og eiendom mot farer og skader som kan oppstå ved forutsatt bruk av elektriske lavspenningsinstallasjoner, og
- å sikre at disse installasjonene fungerer som forutsatt, og
- å bidra til at installasjoner ikke medfører uakseptable ulemper.

EKSEMPLER: En ufullstendig liste av elektriske installasjoner omfatter de for:

- boliger
- kommersielle virksomheter (kontorer, butikker, verksteder mv.),
- offentlige virksomheter,
- industrivirksomheter,
- jord- og hagebruksområder,
- prefabrikkerte bygninger,
- campingvogner, campingplasser og tilsvarende,
- byggeplasser, utstillinger, messer,
- festivaler, fornøyelsesparker og tilsvarende underholdningsformål,
- marinaer,
- utendørs belysning og tilsvarende installasjoner,
- medisinske områder,
- mobile eller transportable enheter,
- solcelleanlegg,
- jernbaneinfrastruktur og rullende materiell,
- veitunneler,
- havbruksanlegg

NEK 400 omfatter:

a) strømkretser med nominell spenning ≤ 1000 V AC eller ≤ 1500 V DC. For AC er det i standarden tatt utgangspunkt i de anbefalte frekvensene 50 Hz, 60 Hz og 400 Hz. Bruk av andre frekvenser for spesielle formål er likevel ikke utelukket,

b) strømkretser, unntatt interne strømkretser i utstyr, med spenning høyere enn 1000 V AC eller 1500 V DC, frembrakt fra en installasjon som har en spenning ikke høyere enn 1000 V AC eller 1500 V DC.

   EKSEMPLER: Utladningslamper, elektrostatiske filteranlegg.

c) ledningssystemer og kabler som ikke er spesifikt dekket av standarder for utstyr,

d) fast installerte ledningssystemer for ekom, signalanlegg, styring o.l. (unntatt interne strømkretser i utstyr), og

e) utvidelser og endringer av en installasjon,

f) de deler av en bestående installasjon som blir påvirket ved en utvidelse eller endring,

NEK 400 gjelder for lavspennings distribusjonsnett.

Elektrisk utstyr er bare omhandlet med hensyn til valg og bruk i den aktuelle installasjonen. Dette gjelder også for sammensatte enheter hvor sammensetningen er i samsvar med relevante utstyrsstandarder.

NEK 400 gjelder for alle typer elektriske lavspenningsinstallasjoner med unntak av:

1) elektriske kurser og utstyr for kjøreformål i motorkjøretøyer, unntatt de som omfattes av delstandarder i NEK 400-7 og NEK 400-8,
2) utstyr for elektrisk fremdrift, inklusive det rullende materiellet (for eksempel togvogn, trikk) som slikt utstyr inngår i og signaleringsutstyr i slikt materiell,
3) elektriske installasjoner om bord i skip, flyttbare og stasjonære innretninger til sjøs (offshore-innretninger),
4) elektriske installasjoner i luftfartøyer,
5) offentlige belysningsinstallasjoner som inngår som en integrert del av det allmenne distribusjonsnettet,
6) elektriske installasjoner i steinbrudd og gruver, unntatt kullgruver,

NEK 400 gjelder ikke for valg og montasje av følgende elektrisk utstyr:

i) utstyr for støydemping, unntatt når dette utstyret påvirker installasjonens sikkerhet,
ii) elektriske gjerder,
iii) lynvernanlegg i bygninger (LPS),

MERKNAD – NEK 400 omhandler bare atmosfæriske overspenninger i den grad disse påvirker den elektriske installasjonen (for eksempel når det gjelder plassering av overspenningsvern).

iv) spesielle forhold ved heisinstallasjoner, og
v) elektrisk utstyr for maskiner.

VEILEDNING - Elektrisk utsyr som inngår som en del av en maskin, er omfattet av kravene i NEK EN 60204-1.

2 Normative referanser

For normative referanser, se NEK 400 Tillegg A.

3 Termer og definisjoner

For termer og definisjoner, se NEK 400-2.

4 NEK 400 struktur

NEK 400 er en serie av standarder og består av 8 hoveddeler:

- NEK 400-1 "Omfang og hensikt",
- NEK 400-2 "Termer og definisjoner",
- NEK 400-3 "Generelle forhold"
- NEK 400-4 "Beskyttelse for sikkerhet",
- NEK 400-5 "Valg og montasje av utstyr",
- NEK 400-6 "Verifikasjon",
- NEK 400-7 "Krav til spesielle installasjoner eller områder",
- NEK 400-8 "Krav til andre spesielle installasjoner eller områder".

Med unntak av NEK 400-1, NEK 400-2, NEK 400-3 og NEK 400-6, består de andre delene av et sett av standarder.

NEK 400-1 definerer virkeområdet for standardserien NEK 400.

NEK 400-2 inneholder termer og definisjoner som benyttes i NEK 400. Definisjoner og termer er helt grunnleggende for en riktig forståelse av standardserien.

VEILEDNING 1 - NK64 anbefaler at NEK 400-2 leses i sin helhet.

NEK 400-3 spesifiserer de fundamentale sikkerhetskravene.

Standardene i NEK 400-4 spesifiserer de funksjonelle krav til sikkerhet, basert på de fundamentale sikkerhetskravene spesifisert i NEK 400-3.

NEK 400-4-41 spesifiserer de funksjonelle krav til beskyttelse mot elektrisk sjokk,

NEK 400-4-42 spesifiserer de funksjonelle krav til beskyttelse mot farlige termiske virkninger,

NEK 400-4-43 spesifiserer de funksjonelle krav til beskyttelse mot overstrøm, og

NEK 400-4-44 spesifiserer de funksjonelle krav til beskyttelse mot overspenninger og elektromagnetiske forstyrrelser.

Standardene i NEK 400-5 spesifiserer krav vedrørende valg og montasje av elektrisk utstyr for å tilfredsstille:

- de funksjonelle sikkerhetskravene spesifisert i NEK 400-4, og
- de fundamentale sikkerhetskravene spesifisert i NEK 400-3.

NEK 400-5-51 spesifiserer generelle krav til valg og montasje av utstyr,

NEK 400-5-52 spesifiserer de spesielle kravene til valg og montasje av ledningssystemer,

NEK 400-5-53 spesifiserer de spesielle kravene til utstyr for beskyttelse for sikkerhet, frakobling, bryting, kontroll/styring og overvåkning,

NEK 400-5-54 spesifiserer de spesielle kravene til jordingssystemer og beskyttelsesledere,

NEK 400-5-55 spesifiserer de spesielle kravene til valg og montasje av annet elektrisk utstyr, og

NEK 400-5-56 spesifiserer de spesielle kravene til valg og montasje av nødstrømsystemer.

NEK 400-6 spesifiserer krav til verifikasjon og prøving for å vise samsvar med kravene i de andre standardene i NEK 400. Det er også spesifisert krav til rapportering av verifikasjonen.

Standardene i NEK 400-7 spesifiserer spesifikke krav til spesielle installasjoner, eller til installasjoner i spesielle områder. Disse kravene vil enten endre, erstatte eller utfylle kravene i de andre standardene i NEK 400.

Standardene i NEK 400-8 spesifiserer spesifikke krav til spesielle installasjoner, eller til installasjoner i spesielle områder som ikke er dekket av standardene i NEK 400-7. Disse kravene vil enten endre, erstatte eller utfylle kravene i de andre standardene i NEK 400.

VEILEDNING 2 - Delstandardene i NEK 400-8 er utarbeidet av NK64 og er ikke basert på kjente IEC eller CENELEC standarder. Delstandardene kan imidlertid vise til andre kjente standarder for å gjøre dem til en del av kravene i NEK 400.

NEK 400-4-41
Beskyttelse for sikkerhet -
Beskyttelse mot elektrisk sjokk

410 Generelt

410.0 Innledning

NEK 400-4-41 omhandler beskyttelse mot elektrisk sjokk i elektriske installasjoner. Kravene er basert på NEK EN 61140, som er en grunnleggende sikkerhetsstandard for beskyttelse av personer og husdyr mot elektrisk sjokk. NEK EN 61140 angir grunnleggende prinsipper og krav som er felles for elektriske installasjoner og utstyr, eller som er nødvendige for deres koordinasjon.

Grunnleggende prinsipper for beskyttelse mot elektrisk sjokk iht. NEK EN 61140 er at farlige spenningsførende deler ikke må være tilgjengelige for berøring og at tilgjengelige ledende deler ikke må utgjøre en fare dersom de blir spenningssatt, hverken i normal drift eller ved en enkelt feil.

I henhold til NEK EN 61140, avsnitt 4.2, skal beskyttelse ved normal drift være utført ved grunnleggende beskyttelse, og beskyttelse ved én enkelt feil skal være utført ved beskyttelsestiltak mot feil. Alternativt kan beskyttelse være utført ved en forbedret beskyttelse, som gir beskyttelse både under normal drift og ved én enkelt feil.

Denne delstandarden har status som ”Group Safety Publication” (GSP) for beskyttelse mot elektrisk sjokk.

410.1 Omfang

NEK 400-4-41 spesifiserer nødvendige krav til beskyttelse av mennesker og husdyr mot elektrisk sjokk ved hjelp av grunnleggende beskyttelse ved normal drift og ved hjelp av beskyttelse ved feil. NEK 400-4-41 omhandler anvendelse og samordning av disse kravene ut fra ytre påvirkninger.

I spesielle tilfeller er det også stilt krav om tilleggsbeskyttelse.

410.3 Generelle krav

410.3.1 I NEK 400-4-41 legges følgende forhold til grunn for spenning hvis ikke annet er oppgitt:

- AC-spenninger er effektivverdier
- DC-spenninger er rippelfrie

410.3.2 En beskyttelsesmetode skal bestå av:

- en formålstjenlig kombinasjon av et grunnleggende beskyttelsestiltak og et uavhengig beskyttelsestiltak ved feil, eller
- et utvidet beskyttelsestiltak som omfatter både grunnleggende beskyttelse og beskyttelse ved feil.

Tilleggsbeskyttelse er spesifisert som en del av en beskyttelsesmetode som er nødvendig under visse ytre påvirkninger og i visse spesielle områder (se NEK 400-7 og NEK 400-8).

MERKNAD 1 - For spesielle installasjoner kan beskyttelsesmetoder som ikke er i samsvar med dette prinsippet benyttes. (Se avsnittene 410.3.5 og 410.3.6).

MERKNAD 2 - Et eksempel på et utvidet beskyttelsestiltak er forsterket isolasjon.

410.3.3 I hver del av en installasjon skal én eller flere beskyttelsesmetoder anvendes. Ved valg av beskyttelsesmetode skal det tas hensyn til aktuelle ytre påvirkninger.

Følgende beskyttelsesmetoder kan vanligvis benyttes:

- automatisk utkobling av strømtilførselen (se avsnitt 411),
- dobbel eller forsterket isolasjon (se avsnitt 412),
- elektrisk adskillelse ved forsyning til én utstyrsenhet (se avsnitt 413), eller
- ekstra lav spenning (SELV og PELV) (se avsnitt 414).

Ved valg og montasje av utstyr skal det tas hensyn til de valgte beskyttelsesmetodene i installasjonen.

MERKNAD - Den mest benyttede beskyttelsesmetoden i elektriske installasjoner er automatisk utkobling av strømforsyningen.

410.3.4 For spesielle installasjoner, eller spesielle områder, skal kravene spesifisert i NEK 400-7 og NEK 400-8 også ivaretas.

410.3.5 Beskyttelsesmetodene spesifisert i Tillegg 41B, hindre og plassering utenfor rekkevidde, skal kun benyttes i installasjoner som kun er tilgjengelige for:

- sakkyndig eller instruert personell, eller
- personer under tilsyn av sakkyndig eller instruert personell

Plassering utenfor rekkevidde kan benyttes for luftledninger i et allment lavspennings distribusjonsnett.

410.3.6 Beskyttelsesmetodene, spesifisert i Tillegg 41C:

- ikke-ledende omgivelser,
- ujordet lokal utjevningsforbindelse, og
- elektrisk adskillelse ved forsyning av flere utstyrsenheter,

kan bare benyttes når installasjonen drives, eller er underlagt tilsyn, av en sakkyndig eller instruert person, slik at endringer i strid med sikkerhetskravene ikke kan foretas.

410.3.7 Dersom visse krav knyttet til en beskyttelsesmetode ikke kan oppfylles, skal det benyttes tilleggsbeskyttelsestiltak, slik at det oppnås samme grad av sikkerhet.

MERKNAD - Et eksempel på anvendelse av dette avsnitt er gitt i avsnitt 411.7.

410.3.8 Ulike beskyttelsesmetoder benyttet i samme installasjon, eller i samme del av en installasjon, eller i utstyr, skal ikke innbyrdes kunne påvirke hverandre slik at en feil ved en beskyttelsesmetode forringer de andre beskyttelsesmetodene.

410.3.9 Beskyttelsestiltak ved feil kan utelates i følgende tilfeller:

- veggfeste for luftledningsisolatorer og metalldeler forbundet med disse (luftledningsfester) når de er plassert utenfor rekkevidde,
- stålarmerte betongmaster for luftledninger der armeringen ikke er tilgjengelig for berøring,
- utsatte ledende deler som pga. sine små dimensjoner (ca. 50 x 50 mm), eller som pga. sin plassering, ikke kan gripes med hånden eller komme i god kontakt med noen del av menneskekroppen, og hvor tilkoblingen av beskyttelsesleder er vanskelig eller vil bli upålitelig, eller

  MERKNAD - Dette gjelder for eksempel nagler, bolter, merkeskilt og kabelklammer.

- Metallrør, eller andre metallkapslinger, som beskytter slikt utstyr i samsvar med 412.

411 Beskyttelsesmetode: automatisk utkobling av strømtilførselen

411.1 Generelt

Automatisk utkobling av strømtilførselen er en beskyttelsesmetode hvor:

- grunnleggende beskyttelse er ivaretatt ved grunnleggende isolasjon av spenningsførende deler eller ved avskjerminger eller kapslinger i samsvar med Tillegg 41A, og
- beskyttelse ved feil er ivaretatt ved utjevningsforbindelser og automatisk utkobling av en feil i samsvar med avsnittene 411.3 til 411.6.

MERKNAD 1 - Hvor denne beskyttelsesmetoden er tatt i bruk, kan elektrisk utstyr i klasse II også benyttes.

Hvor det er spesifisert, skal det være etablert tilleggsbeskyttelse i samsvar med avsnitt 415.1.

MERKNAD 2 - Strømstyrte jordfeilvarslere (RCM) kan benyttes i tillegg til de spesifiserte beskyttelsestiltakene for å overvåke jordfeilstrømmer i elektriske installasjoner. Dette utstyret kan gi enten hørbar, eller både hørbar og synlig, varsling når jordfeilstrømmen er høyere enn en forhåndsinnstilt verdi.

411.2 Krav til grunnleggende beskyttelse

Alt elektrisk utstyr skal tilfredsstille ett av tiltakene for grunnleggende beskyttelse i Tillegg 41A, eller hvor dette er relevant, i Tillegg 41B.

411.3 Krav til beskyttelsestiltak ved feil

411.3.1 Beskyttelsesjording og utjevningsforbindelse for beskyttelsesformål

411.3.1.1 Beskyttelsesjording

Utsatte ledende deler skal være forbundet til en beskyttelsesleder i samsvar med de krav som er spesifisert for de enkelte fordelingssystem i avsnittene 411.4 til 411.6.

Utsatte ledende deler som kan berøres samtidig skal, hver for seg, i grupper eller samlet, være forbundet til det samme jordingssystemet.

Ledere for beskyttelsesjording skal være valgt og installert i samsvar med NEK 400-5-54.

Hver kurs skal ha en beskyttelsesleder som skal være koblet til den aktuelle jordingsskinnen.

411.3.1.2 Utjevningsforbindelse for beskyttelsesformål

I hver bygning (hvert byggverk) skal det etableres en hovedjordingsskinne.

Følgende deler skal være koblet til hovedjordingsskinnen vha. utjevningsforbindelser for beskyttelsesformål:

- andre ledende deler som føres inn i eller ut av bygningen/byggverket (for eksempel gassrør, vannrør, fjernvarme),
- andre ledende deler av bygningskonstruksjon, andre ledende deler som inngår som en del av konstruksjonen av byggverket
- tilgjengelig armering av armert betong.

MERKNAD 1 - Slike metalliske deler kan med sannsynlighet introdusere en farlig spenningsforskjell mot utsatte ledende deler i installasjonen.

Når slike ledende deler kommer utenfra, skal utjevningsforbindelsen etableres så nær som mulig det punktet hvor de føres inn i bygningen.

Metalliske tilførselsrør til bygningen som har montert en isolerende seksjon nær ved det punktet hvor de føres inn i bygningen, behøver ikke å bli koblet til utjevningsforbindelsen for beskyttelsesformål.

MERKNAD 2 - NEK 400-5-54, avsnitt 542.4 inneholder en liste over andre elementer som kobles til utjevningsforbindelsen for beskyttelsesformål. Se også NEK 400-5-54, avsnitt 545.3 vedrørende dens utforming.

For installasjoner hvor tilknytningen til et distribusjonsnett er utført i samsvar med NEK 399, skal utjevningsforbindelsen for beskyttelsesformål være utført i samsvar med NEK 399.

411.3.2 Automatisk utkobling ved feil

411.3.2.1 Et vern skal automatisk koble ut strømtilførselen til en faseleder i en kurs eller et utstyr ved en feil med ubetydelig impedans mellom denne faselederen og

- en utsatt ledende del, eller
- en beskyttelsesleder i kursen, eller
- en beskyttelsesleder i et utstyr,

innen den utkoblingstid som er krevd i avsnittene 411.3.2.2, 411.3.2.3 eller 411.3.2.4.

Vernet skal være egnet for frakobling.

MERKNAD - For lokale IT-systemer kreves vanligvis ikke utkobling ved 1. jordfeil. For kravene til utkobling ved 2. jordfeil, se 411.6.4. For IT-systemer benyttet som distribusjonsnett, se avsnitt 411.6.

411.3.2.2 De maksimale utkoblingstider som er definert i Tabell 41A, skal anvendes for forbrukerkurser med vern med merkestrøm:

- ≤ 63 A for kurser med stikkontakter, og
- ≤ 32 A for kurser med fast tilkoblete forbruksapparater.

Tabell 41A - Maksimal utkoblingstid

System	$50V < U_0 \leq 120V$ s		$120V < U_0 \leq 230V$ s		$230V < U_0 \leq 400V$ s		$U_0 > 400V$ s	
	AC	**DC**	**AC**	**DC**	**AC**	**DC**	**AC**	**DC**
TN	0,8	a)	0,4	1	0,2	0,4	0,1	0,1
TT	0,3	a)	0,2	0,4	0,07	0,2	0,04	0,1
IT	0,8	a)	0,4	1	0,3	0,4	0,1	0,1

Hvor overstrømsvern er benyttet til utkobling i TT-systemer og utjevningsforbindelsen for beskyttelsesformål er koblet til alle andre ledende deler i installasjonen, kan de maksimale utkoblingstidene for TN-systemer benyttes.

U_0 er nominell AC- eller DC-spenning mellom fase og jord.

For IT-systemer skal det for U_0 benyttes nominell AC- eller DC-linjespenning.

a) Utkobling kan være nødvendig av andre årsaker enn for beskyttelse mot elektrisk sjokk.

411.3.2.3 I TN-systemer skal utkoblingstiden være ≤ 5 s for hovedkurser og for kurser som ikke omfattes av avsnitt 411.3.2.2.

For mateledninger i et allment TN lavspennings distribusjonsnett, kan utkoblingstiden være > 5 s dersom det er anordnet lokal utjevningsforbindelse mellom PEN-leder, utsatt ledende deler og andre ledende deler. For stikkledninger skal utkoblingstiden være ≤ 5 s.

For gate- og veibelysning som inngår direkte i et TN lavspennings distribusjonsnett, tillates utkoblingstider > 5 s så lenge utsatte ledende deler kun er tilgjengelige for sakkyndige personer og/eller instruerte personer.

411.3.2.4 I TT-systemer skal utkoblingstiden være ≤ 1 s for hovedkurser og for kurser som ikke omfattes av avsnitt 411.3.2.2.

411.3.2.301 I IT-systemer skal utkoblingstiden for utkobling av 2. jordfeil være ≤ 5 s for hovedkurser og for kurser som ikke omfattes av avsnitt 411.3.2.2.

For mateledninger i et allment IT lavspennings distribusjonsnett kan utkoblingstiden være > 5 s dersom det er anordnet med lokal utjevningsforbindelse mellom utsatt ledende del, andre ledende deler og en eventuell PE-leder. For stikkledninger skal utkoblingstiden være ≤ 5 s.

For gate- og veibelysning som inngår direkte i et IT lavspennings distribusjonsnett kan utkoblingstid ved 2. jordfeil være > 5 S dersom utsatte ledende deler kun er tilgjengelige for sakkyndige personer og/eller instruerte personer.

411.3.2.5 Der det ikke er mulig for et overstrømsvern å koble ut strømtilførselen i samsvar med 411.3.2 og hvor det ikke er hensiktsmessig å benytte et strømstyrt jordfeilvern, se Tillegg 41D.

Det kan, imidlertid, være nødvendig med utkobling av andre grunner enn for beskyttelse mot elektrisk sjokk.

411.3.3 Spesifikke krav til tilleggsbeskyttelse

Det være etablert tilleggsbeskyttelse ved hjelp av strømstyrt jordfeilvern i samsvar med i samsvar med avsnitt 415.1 for:

- flyttbart utstyr, stikkontakter og utstyr for belysning for bruk utendørs med merkestrøm ≤ 32 A, og
- stikkontakter med merkestrøm ≤ 20 A og som er:
  - beregnet til allmenn bruk av ikke sakkyndige, eller
  - montert i BA2-områder.

Kravet til tilleggsbeskyttelse gjelder ikke for stikkontakter som kun er tilgengelig for sakkyndige eller instruerte personer og som er dedikert for tilkobling av spesielt utstyr.

Kravene i dette avsnittet gjelder ikke for IT-systemer hvor jordfeilstrømmen ved 1. jordfeil er ≤ 15 mA.

411.4 TN-systemer

Utsatte ledende deler i installasjonen skal forbindes via en beskyttelsesleder til hovedjordingsskinnen som igjen skal være forbundet til det jordede punktet i fordelingssystemet.

Hvis andre effektive jordforbindelser finnes, anbefales at beskyttelseslederne forbindes med disse. Jording av tilleggspunkter, så jevnt fordelt som mulig, kan også være nødvendig for å sikre at beskyttelsesledernes potensial ved feil forblir så nær jordpotensial som mulig.

I store bygninger som for eksempel høyhus, er tilleggsjording av beskyttelsesledere av praktiske grunner ikke mulig. I slike tilfeller vil utjevningsforbindelse mellom beskyttelsesledere og andre ledende deler ha en tilsvarende funksjon.

411.5 TT-systemer

VEILEDNING - Dersom netteier har etablert en lokal jordelektrode ved sitt kabelfordelingsskap, bør denne føres frem til installasjonen og kobles sammen med installasjonens jordingssystem.

Alle utsatte ledende deler som beskyttes av ett og samme vern, skal være forbundet med beskyttelsesledere til en felles jordelektrode. Hvor flere vern er benyttet i serie, gjelder dette kravet separat for de utsatte ledende deler som er beskyttet av hvert enkelt vern.

411.6 IT-systemer

411.6.1 Generelt

411.6.1.1 En feilstrøm som følge av én enkelt feil mellom en fase og en utsatt ledende del eller jord (dvs. en jordfeil) vil være lav, og automatisk utkobling i samsvar med 411.3.2 er ikke nødvendig forutsatt at kravene i 411.6.1.2 er tilfredsstilt. Imidlertid vil en jordfeil i en installasjon galvanisk tilknyttet et IT-distribusjonsnett medføre økt berøringsfare i samtlige installasjoner som er direkte/galvanisk tilknyttet det samme distribusjonsnettet. Stående jordfeil vil også representere en økt brannrisiko. Som følge av dette er det nødvendig å stille andre krav til installasjoner som er galvanisk tilknyttet et allment distribusjonsnett, se 411.6.2, enn til dem som er forsynt lokalt via en egen transformator, se 411.6.3.

411.6.1.2 Utsatte ledende deler skal være jordet hver for seg, i grupper eller under ett.

VEILEDNING - Netteiers beskyttelsesleder anbefales ført frem slik at den kan kobles til installasjonens jordingssystem.

411.6.1.3 Hvor et IT-system anvendes for å opprettholde strømforsyningen ved første feil, skal utkobling av 1. jordfeil ikke benyttes som et tiltak, og kravene i 411.6.4 skal tilfredsstilles.

411.6.2 Installasjoner galvanisk tilknyttet et allment IT-distribusjonsnett

411.6.2.1 Generelle krav

For installasjoner som er galvanisk tilknyttet et allment distribusjonsnett, og hvor flere installasjoner er tenkt tilknyttet det samme distribusjonsnettet, skal:

a) forbrukerkurser:
- kobles ut ved enhver jordfeil innen de tider som er spesifisert i 411.3.2, eller
- beskyttes av et strømstyrt jordfeilvern med merkeutløsestrøm ≤ 30 mA når feilstrøm ved 1. jordfeil i kursen er < 30 mA, samtidig som kravet i 411.6.5 er tilfredsstilt, eller

  VEILEDNING - Dette vil sikre utkobling ved 2. jordfeil i det allmenne distribusjonsnettet.
- være beskyttet i samsvar med 411.6.2.3.

b) hovedkurser beskyttes i samsvar med 411.6.4.

411.6.2.2 Forsyning til elektromedisinsk utstyr

Når utkobling av elektromedisinsk utstyr kan medføre fare for liv og helse, skal beskyttelsesmetodene for beskyttelse mot elektrisk sjokk spesifisert i avsnittene 412, 413 eller 414 benyttes.

VEILEDNING - Elektromedisinsk utstyr er definert i NEK 400-7-710.

411.6.2.3 Installasjoner hvor andre beskyttelsesmetoder mot elektrisk sjokk ikke er praktisk realiserbare

411.6.2.3.1 I installasjoner hvor de andre beskyttelsesmetodene for beskyttelse mot elektrisk sjokk, spesifisert i 410.3.3, ikke lar seg praktisk realisere, kan beskyttelse ved automatisk utkobling av strømtilførselen anordnes i samsvar med 411.6.2.3.2 eller 411.6.2.3.3.

411.6.2.3.2 Hvis utkoblingstidene gitt i 411.3.2 ikke lar seg tilfredsstille og kursen ikke forsyner utstyr i BA2-områder, skal enhver jordfeil kobles ut innen 5 sekunder.

411.6.2.3.3 Hvis utkobling av utstyr vil skape alvorlige driftsmessige problemer og kursen ikke forsyner utstyr i BA2-områder, skal sikkerheten i stedet ivaretas ved at:

- kursen overvåkes i samsvar med avsnitt 411.6.6,
- kursen er omfattet av et internkontrollsystem, og
- kursen er beskyttet av et vern som sikrer utkobling av kursen iht. 411.3.2, når jordfeil i denne opptrer samtidig med en annen jordfeil i det allmenne distribusjonsnettet eller andre installasjoner tilknyttet det samme distribusjonsnettet (dvs. samme transformatorkrets).

  VEILEDNING - For å sikre og dokumentere slik utkobling kreves omfattende beregninger og/eller målinger. I normale tilfeller kan følgende forenklede metode legges til grunn:

$$I_a \leq \frac{U_n}{R_a + R_b}$$

hvor:

I_a er vernets nominelle utløsestrøm eller strømstyrt jordfeilverns merkeutløsestrøm som gir utkobling [A].

U_n er distribusjonsnettets nominelle linjespenning [V].

R_a er overgangsmotstand for jordelektroden i egen installasjon [Ω].

R_b er overgangsmotstand for jordelektroden i en annen installasjon tilknyttet distribusjonsnettet [Ω]. R_b kan fastsettes i samsvar med NEK 400-5-53, avsnitt 531.2.3.6.3.2 basert på en antagelse om maksimal lekkasjestrøm i distribusjonsnettet (se merknad 3 i NEK 400-6, avsnitt 6.4.3.7.1 punkt c)).

$$R_b \leq \frac{50000}{2S_n}$$

S_n er fordelingstransformatorens ytelse [kVA].

Dersom distribusjonsnettet har liten utstrekning, er det nødvendig å foreta en nærmere vurdering av den kapasitive lekkasjestrømmen.

Bruk av dette beskyttelsestiltaket vil ofte kreve bruk av strømstyrt jordfeilvern. Hvor forholdene tillater det, bør merkeutløsestrømmen begrenses til 300 mA.

411.6.3 Installasjoner galvanisk adskilt fra et allment IT-distribusjonsnett

Når et distribusjonsnett (inklusive fordelingstransformatorene) og alle installasjoner som er tilknyttet distribusjonsnettet er omfattet av ett eller flere internkontrollsystemer og alle de tilknyttede installasjonene har et felles beskyttelsesjordingssystem, kan forbrukerkurser overvåkes i samsvar med 411.6.6 når distribusjonsnettet og installasjonene tilfredsstiller kravene i 411.6.4.

Hvis forbrukerkurser ikke overvåkes i samsvar med 411.6.6, skal de beskyttes i samsvar med 411.6.2.

411.6.4 Kurser hvor utkobling av 1. jordfeil ikke er krevd

For hovedkurser, og forbrukerkurser hvor beskyttelse ved automatisk utkobling av strømtilførselen i samsvar med 411.6.3 kreves, skal:

- berøringsspenning ved 1. jordfeil være i samsvar med 411.6.5, og
- kursen være isolasjonsovervåket i samsvar med 411.6.6, og
- feilstrømmen som følge av én jordfeil på en kurs og en annen jordfeil på en annen fase på en identisk kurs automatisk kobles ut, og:

  a) hvor utsatte ledende deler er forbundet med hverandre via en beskyttelsesleder og jordet til et felles jordingssystem, skal utkoblingstiden være ≤ tidene spesifisert for et TN-system i Tabell 41A eller avsnitt 411.3.2.3, eller

  b) hvor utsatte ledende deler er jordet gruppevis eller individuelt, skal utkoblingstiden være ≤ tidene spesifisert for et TT-system i Tabell 41A eller i avsnitt 411.3.2.4, og forventet berøringsspenning over motstanden mellom utsatt ledende del og jord skal ikke overstige 50 V AC eller 120 V DC.

  VEILEDNING - Motstanden mellom utsatt ledende del og jord omfatter overgangsmotstanden til jordelektroden og beskyttelsesledere fra jordelektroden til den utsatte ledende delen.

411.6.5 Berøringsspenning når 1. jordfeil ikke kobles ut

Hvor det ikke anvendes utkobling av 1. jordfeil, skal forventet berøringsspenning som opptrer ved 1. jordfeil ikke overstige:

- 50 V AC i AC-systemer, og
- 120 V DC i DC-systemer.

VEILEDNING - Dersom inntakskabel/stikkledning hverken blir utkoblet ved 1. jordfeil eller er utført i samsvar med avsnitt 412, vil kravet til jordelektrodens overgangsmotstand måtte fastsettes iht. dette avsnittet. Tilsvarende vil gjelde også for hovedfordeling (sikringsskap).

411.6.6 Isolasjonsovervåkning

For forbrukerkurser og hovedkurser nedstrøms installasjonens hovedfordeling, hvor det ikke anvendes utkobling ved 1. jordfeil, skal forekomsten av en første feil bli indikert, enten:

- ved et isolasjonsovervåkningsutstyr (IMD), som kan være kombinert med et utstyr for lokalisering av isolasjonsfeil (IFLS), eller
- ved et strømstyrt jordfeilovervåkningsutstyr (RCM), forutsatt at sumstrømmen er tilstrekkelig høy til å bli detektert.

  MERKNAD - Strømstyrt jordfeilovervåkningsutstyr (RCM) er ikke i stand til å detektere symmetriske isolasjonsfeil.

VEILEDNING 1 - Den delen av installasjonen som ligger foran hovedfordelingen og selve hovedfordelingen er ikke omfattet av dette kravet.

Utstyret skal initiere et hørbart og/eller synlig signal som skal opprettholdes så lenge feilen vedvarer. Signalet kan initieres via en relékontakt, en elektronisk bryter eller en kommunikasjonsprotokoll.

VEILEDNING 2 - Det anbefales sterk at isolasjonsovervåkingen (jordfeilvarsleren) initierer både hørbart og synlig signal.

Et synlig og/eller et hørbart alarmsystem skal anordnes på et hensiktsmessig sted slik at signalet oppfattes av ansvarlige personer.

Dersom det er både hørbart og synlig signal, kan det hørbare signalet avstilles. Det synlige signalet skal imidlertid ikke kunne avstilles så lenge feilen eksisterer.

Det anbefales at 1. jordfeil fjernes så raskt som mulig. Det bør derfor installeres et utstyr for lokalisering av isolasjonsfeil (IFLS) i samsvar med NEK EN 61557-9 for å indikere en første feil mellom en spenningsførende del og utsatte ledende deler, jord eller andre referansepunkter.

411.7 FELV

411.7.1 Generelt

Der det, av funksjonsmessige grunner, benyttes en spenning ≤ 50 V AC eller 120 V DC, og kravene i avsnitt 414 med tanke på SELV og PELV ikke er oppfylt, og der SELV og PELV ikke er nødvendig, skal tilleggstiltakene i 411.7.2 og 411.7.3 benyttes for å sikre både grunnleggende beskyttelse og beskyttelse ved feil. Denne kombinasjonen av tiltak kalles FELV.

MERKNAD - Slike forhold kan man finne der kurser inneholder utstyr (som transformatorer, releer, fjernkontroll, brytere, kontaktorer) som ikke er isolert i samsvar med kravene til elektrisk adskillelse.

411.7.2 Krav til grunnleggende beskyttelse

Grunnleggende beskyttelse skal utføres med enten:

- grunnleggende isolasjon i samsvar med Tillegg 41A.1 i samsvar med primærkretsens nominelle spenning, eller
- avskjerminger eller kapslinger i samsvar med Tillegg 41A.2.

411.7.3 Krav til beskyttelse ved feil

Utsatte ledende deler i utstyr i FELV-kretsen skal være forbundet til beskyttelsesleder i primærkretsen, så fremt denne er beskyttet med automatisk utkobling av strømtilførselen som beskrevet i avsnittene 411.3 til 411.6.

411.7.4 Strømkilder

FELV-systemets strømkilde skal enten være en transformator med adskilte viklinger, eller den skal tilfredsstille kravene til SELV eller PELV strømkilder.

MERKNAD - Dersom systemet forsynes fra et system med høyere spenning, med utstyr som ikke sørger for enkel adskillelse mellom dette systemet og ELV-systemet, slik som autotransformatorer, potensiometer, halvlederutstyr etc., anses utgangskretsen som en utvidelse av primærkretsen og skal beskyttes av vernet i primærkretsen.

411.7.5 Plugger og stikkontakter

Plugger og stikkontakter for FELV-kurser skal tilfredsstille følgende krav:

- plugger skal ikke kunne plugges i stikkontakter for andre spenningssystemer, og
- stikkontakter skal ikke kunne tilkobles plugger for andre spenningssystemer, og
- stikkontakter skal være utstyrt med kontakt for beskyttelsesleder.

412 Beskyttelsesmetode: dobbel eller forsterket isolasjon

412.1 For beskyttelse mot elektrisk sjokk ved dobbel eller forsterket isolasjon, skal:

- grunnleggende beskyttelse være ivaretatt ved grunnleggende isolasjon og beskyttelse ved feil være ivaretatt ved tilleggsisolasjon, eller
- grunnleggende beskyttelse og beskyttelse ved feil være ivaretatt ved forsterket isolasjon mellom spenningsførende deler og tilgjengelige deler.

MERKNAD - Beskyttelsesmetoden skal hindre at det oppstår farlige spenninger i tilgjengelige deler på elektrisk utstyr ved en feil på grunnleggende isolasjon.

412.2 Beskyttelsesmetoden skal anordnes ved å:

- velge utstyr og ledningssystemer som gir dobbel eller forsterket isolasjon, eller
- anordne med tilleggsisolasjon ved montering slik at utstyr og ledningssystemer får en likeverdig beskyttelse som dobbel eller forsterket isolasjon.

412.3 Beskyttelse ved dobbel eller forsterket isolasjon kan benyttes i alle situasjoner, bortsett fra enkelte begrensninger spesifisert i NEK 400-7 og NEK 400-8.

412.4 Der dette tiltaket skal benyttes som eneste beskyttelsesmetode (dvs. hvor hele installasjonen eller kursen består av utstyr med dobbel eller forsterket isolasjon) skal elektrisk utstyr enten være:

- fast tilkoblet, eller
- tilkobles via stikkontakt og plugg som kun tillater tilkobling av utstyr klasse II.

VEILEDNING - For eksempel kan stikkontakter kun beregnet til europlugger benyttes.

413 Beskyttelsesmetode: elektrisk adskillelse

413.1 Generelt

413.1.1 For beskyttelse mot elektrisk sjokk ved elektrisk adskillelse, skal:

- grunnleggende beskyttelse være ivaretatt ved grunnleggende isolasjon av spenningsførende deler eller ved avskjerminger og kapslinger i samsvar med Tillegg 41A, og
- beskyttelse ved feil være ivaretatt ved enkel adskillelse av kretsen fra andre kretser og fra jord.

413.1.2 Bortsett fra når 413.1.3 gjelder, skal denne beskyttelsesmetoden være begrenset til forsyningen av ett enkelt utstyr forsynt fra en ujordet strømkilde med enkel adskillelse.

MERKNAD - Når denne beskyttelsesmetoden benyttes, er det spesielt viktig å påse at den grunnleggende isolasjonen er i samsvar med utstyrsstandardene.

413.1.3 Hvor mer enn ett elektrisk utstyr er forsynt fra en ujordet strømkilde med enkel adskillelse, skal kravene i Tillegg 41C.3 være tilfredsstilt.

413.2 Krav til enkel adskillelse

413.2.1 Kursen skal forsynes fra en strømkilde med minst enkel adskillelse og spenningen i den adskilte kursen skal være ≤ 500 V.

413.2.2 Spenningsførende deler i en elektrisk adskilt krets skal ikke på noe sted være forbundet med en annen krets, med jord eller til en beskyttelsesleder.

For å sikre elektrisk adskillelse for beskyttelsesformål, skal installasjonen være slik at det oppnås minst grunnleggende isolasjon mellom kretsene.

414 Beskyttelsesmetode: ekstra lav spenning SELV og PELV

414.1 Generelt

414.1.1 For beskyttelse mot elektrisk sjokk ved SELV eller PELV, skal:

- Nominell spenningen være ≤ til øvre grense for spenningsbånd ELV (se NEK 400-3, Tillegg 3B) 50 V AC og 120 V DC, og
- SELV- og PELV-systemer være elektrisk adskilt for beskyttelsesformål fra alle andre kretser enn SELV- og PELV- systemer,
- SELV- og PELV- systemer ha grunnleggende isolasjon mot andre SELV- og PELV-systemer, og
- SELV- systemer har grunnleggende isolasjon mot jord.

MERKNAD 1 - Hvis et SELV- eller PELV-system er forsynt fra et system med høyere spenning ved hjelp av utstyr som minst sørger for enkel adskillelse mellom dette systemet og SELV- eller PELV-systemet, men som ikke tilfredsstiller kravene til SELV- og PELV-strømkilder i samsvar med NEK 400-5-51, avsnitt 517.3.1, kan kravene til FELV benyttes, se 411.7.

MERKNAD 2 - Elektrisk adskillelse for beskyttelsesformål vil være nødvendig mellom spenningsførende deler i elektrisk utstyr, for eksempel releer, kontaktorer, hjelpekontakter, og en hvilken som helst del av en krets med høyere spenning eller en FELV-krets.

VEILEDNING - Krav til valg og montasje av utstyr ved anvendelse av SELV eller PELV som beskyttelse mot elektrisk sjokk er gitt i NEK 400-5-51.

414.1.2 Bruken av SELV eller PELV i samsvar med avsnitt 414 anses som en beskyttelsesmetode for alle situasjoner.

MERKNAD - I visse situasjoner, spesifisert i NEK 400-7, begrenses verdien av den ekstra lave spenningen til verdier lavere enn 50 V AC eller 120 V DC.

414.2 Krav til grunnleggende isolasjon

414.2.1 Dersom SELV- eller PELV-systemet nominelle spenning er ≤ 12 V AC eller ≤ 30 V DC, er grunnleggende isolasjon ikke nødvendig.

414.2.2 Grunnleggende isolasjon er generelt ikke nødvendig under normalt tørre forhold for:

- SELV-kretser med nominell spenning ≤ 25 V AC eller ≤ 60 V DC, eller
- PELV-kretser med nominell spenning ≤ 25 V AC eller ≤ 60 V DC, og hvor utsatte ledende deler og/eller spenningsførende deler er forbundet via en beskyttelsesleder med hovedjordingsskinnen.

414.2.3 Dersom nominell spenning er > 25 V AC eller > 60 V DC, eller dersom utstyret er neddykket, skal grunnleggende isolasjon for SELV- og PELV-kretser minst være ivaretatt ved:

- isolasjon i samsvar med Tillegg 41A.1, eller
- avskjerminger eller kapslinger i samsvar med Tillegg 41A.2.

414.3 Krav til beskyttelse ved feil

Utsatte ledende deler i SELV-kretser skal ikke være tilkoblet jord, beskyttelsesledere eller utsatte ledende deler i andre kretser.

MERKNAD - Hvis det er muligheter for at utsatte ledende deler i SELV-kretser kan berøre utsatte ledende deler i andre kretser, vil beskyttelsen mot elektrisk sjokk ikke utelukkende være avhengig av SELV som beskyttelsestiltak, men også av beskyttelsestiltaket knyttet til utsatte ledende deler i aktuelle kretser.

415 Metoder for tilleggsbeskyttelse

415.0 Generelt

Tilleggsbeskyttelse kan bli krevd som en del av beskyttelsesmetodene ved visse spesielle forhold knyttet til ytre påvirkninger og i visse spesielle omgivelser (se relevante avsnitt i NEK 400-7 og NEK 400-8).

415.1 Strømstyrt jordfeilvern som tilleggsbeskyttelse

Hvor det kreves tilleggsbeskyttelse ved anvendelse av et strømstyrt jordfeilvern, skal merkeutløsestrømmen for det strømstyrte jordfeilvernet være:

- ≤ 30 mA i AC-systemer, og
- ≤ 80 mA i DC-systemer.

415.2 Tilleggsutjevningsforbindelse som tilleggsbeskyttelse

MERKNAD 1 - Tilleggsutjevningsforbindelse betraktes som en tilleggsforanstaltning ved beskyttelse ved feil.

MERKNAD 2 - Bruk av tilleggsutjevningsforbindelse utelukker ikke behovet for utkobling av strømtilførselen av andre grunner, for eksempel beskyttelse mot brann, termisk påkjenning på utstyr osv.

MERKNAD 3 - Tilleggsutjevningsforbindelse kan omfatte hele installasjonen, en del av installasjonen, en utstyrsenhet eller et område.

MERKNAD 4 - Tilleggsutjevningsforbindelse kan også være krevd for spesielle områder (se NEK 400-7 og NEK 400-8) eller av andre grunner.

VEILEDNING - Se illustrasjon i NEK 400-5-54, Tillegg 54B.

415.2.1 Tilleggsutjevningsforbindelser skal omfatte alle samtidig tilgjengelige utsatte ledende deler på fastmontert utstyr og alle andre ledende deler inkludert metallarmering i betongkonstruksjoner der hvor dette er praktisk mulig. Utjevningsforbindelsene skal være forbundet med beskyttelseslederne for alt utstyr inkludert stikkontakter.

415.2.2 Resistansen R mellom samtidig tilgjengelige utsatte ledende deler og andre ledende deler skal tilfredsstille følgende krav:

- i AC-systemer: $R \leq \frac{50\,V}{I_a}$
- i DC-systemer: $R \leq \frac{120\,V}{I_a}$

hvor

I_a er utløsestrømmen for vernet i ampere (A):

- for strømstyrt jordfeilvern, merkeutløsestrøm ($I_{\Delta n}$),
- for overstrømsvern, utkoblingsstrømmen ved 5 s utkoblingstid.

VEILEDNING - I områder hvor maksimalt tillatt berøringsspenning er 25 V AC og 60 V DC, erstattes 50 V med 25 V, og 120 V med 60 V i formlene ovenfor.

Tillegg 41A
(normativt)

Grunnleggende beskyttelsestiltak

MERKNAD - Grunnleggende beskyttelse ivaretar beskyttelse under normal drift og anvendes hvor dette er krevd som en del av de valgte beskyttelsesmetodene.

41A.1 Grunnleggende isolasjon av spenningsførende deler

MERKNAD - Isolasjonen har til hensikt å forhindre berøring med spenningsførende deler.

Spenningsførende deler skal være fullstendig dekket med isolasjon som kun kan fjernes ved å ødelegge isolasjonen.

For utstyr skal isolasjonen være i samsvar med den relevante standarden for utstyret.

41A.2 Avskjerming eller kapsling

MERKNAD - Avskjerming eller kapslinger har til hensikt å forhindre berøring med spenningsførende deler.

41A.2.1 Spenningsførende deler skal være innenfor en kapsling eller bak en avskjerming, slik at kapslingsgraden minst tilsvarer IP2X eller IPXXB. Unntatt er spenningsførende deler som bare blir tilgjengelig ved utskifting av deler, slik som ved visse lampeholdere eller sikringer, eller hvor større åpninger i kapslinger er nødvendig av funksjonelle grunner i samsvar med krav til utstyret, hvor:

- hensiktsmessige tiltak skal være iverksatt for å forhindre mennesker og husdyr fra utilsiktet å berøre spenningsførende deler, og
- det påses så langt som praktisk mulig at personer blir seg bevisst at spenningsførende deler blir tilgjengelige gjennom åpningene og at en tilsiktet berøring med de spenningsførende lederne bør unngås, og
- åpningen skal være så liten som det er forenelig med funksjonskravene og mulighetene for utskifting av deler.

41A.2.2 Lett tilgjengelige horisontale overflater på toppen av avskjerminger og kapslinger skal ha en kapslingsgrad som minst svarer til IP4X eller IPXXD.

41A.2.3 Avskjerminger og kapslinger skal være festet på betryggende måte, og ha tilfredsstillende stabilitet og holdbarhet til å opprettholde kapslingsgraden og sikker adskillelse fra spenningsførende deler under normal drift, ytre påvirkninger tatt i betraktning.

41A.2.4 Hvor det er nødvendig å fjerne avskjerminger, eller å åpne eller fjerne deler av kapslinger, skal dette bare kunne gjøres:

- ved bruk av nøkkel eller verktøy, eller
- etter frakobling av strømforsyningen til spenningsførende deler som blir tilgjengelige når beskyttelsen fjernes, og gjeninnkobling av strømkilden bare er mulig når beskyttelsen igjen er på plass, eller
- hvor det finnes en mellomliggende avskjerming minst tilsvarende kapslingsgrad IP2X eller IPXXB, som beskytter mot berøring av spenningsførende deler, og en slik avskjerming bare kan fjernes ved hjelp av nøkkel eller verktøy.

41A.2.5 Dersom det bak avskjerminger eller kapslinger er installert utstyr som kan lagre elektrisk energi etter at utstyret er frakoblet (kondensatorer etc.), skal det settes opp varselskilt. Små kondensatorer, for eksempel slike som benyttes for å slukke lysbuer, for å forsinke releer etc., betraktes ikke som farlige.

MERKNAD - Utilsiktet berøring anses ikke som farlig dersom spenningen fra oppladningen faller under 120 V DC innen 5 s etter utkobling av strømtilførselen.

Tillegg 41B
(normativt)

Hindre og plassering utenfor rekkevidde

41B.1 Anvendelse

Beskyttelsesmetodene bruk av hindre og plassering utenfor rekkevidde ivaretar kun grunnleggende beskyttelse. De kan anvendes i installasjoner med eller uten beskyttelse ved feil, og som er under kontroll eller tilsyn av sakkyndige personer eller instruerte personer.

De forutsetninger for tilsyn og kontroll som skal være tilstede for å kunne benytte beskyttelsestiltakene i Tillegg 41B, er gitt i avsnitt 410.3.5.

41B.2 Hindre

MERKNAD - Hindre har til hensikt å forhindre utilsiktet berøring av spenningsførende deler, men vil ikke kunne forhindre berøring ved tilsiktet omgåelse av hindret.

41B.2.1 Hindre skal forhindre:

- utilsiktet fysisk tilgang til spenningsførende deler, eller
- utilsiktet berøring av spenningsførende deler under betjening av utstyr ved normal drift.

41B.2.2 Hindre kan fjernes uten bruk av nøkkel eller verktøy, men skal være sikret slik at de ikke kan fjernes utilsiktet.

41B.3 Plassering utenfor rekkevidde

MERKNAD - Plassering utenfor rekkevidde har kun til hensikt å hindre utilsiktet berøring med spenningsførende deler.

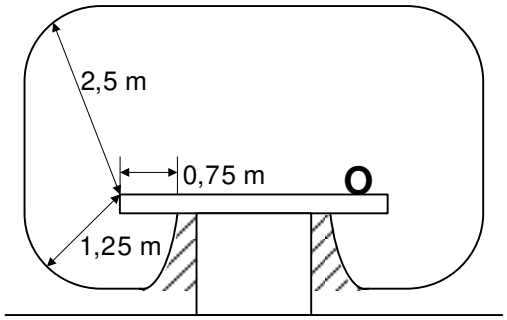
41B.3.1 Samtidig tilgjengelige deler med forskjellig potensial skal ikke være innenfor rekkevidde av hverandre.

MERKNAD - Dersom avstanden mellom to deler er ≤ 2,5 m, anses de som samtidig tilgjengelige (se Figur 41B-1).

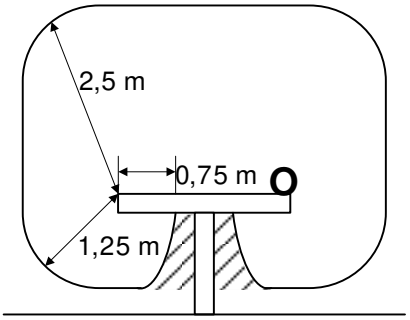
41B.3.2 Hvis et vanlig oppholdssted er avgrenset i horisontal retning av hindre som gir en beskyttelsesgrad lavere enn IP2X eller IPXXB, for eksempel et gelender eller en nettingskjerm, skal rekkevidden regnes fra dette hinderet. Vertikalt er rekkevidden 2,5 m regnet fra overflaten **O**, se Figur 41B-1. Det skal her ikke tas hensyn til noen mellomliggende hindre med lavere beskyttelsesgrad enn IP2X eller IPXXB.

MERKNAD - Rekkevidden er basert på direkte kontakt med hendene, uten bruk av for eksempel verktøy eller stige.

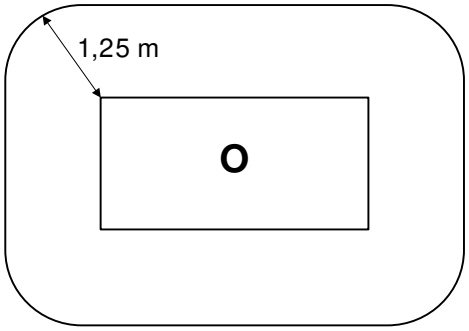
41B.3.3 På steder hvor det blir håndtert store eller lange ledende deler, skal avstandene i 41B.3.1 og 41B.3.2 økes i samsvar med dimensjonene for disse delene.



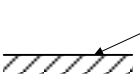
Sett fra siden



Sett fra tverrenden



Sett ovenifra



O overflate hvor person kan forventes å oppholde seg

Figur 41B-1 - Rekkevidde for utstrakt arm

Tillegg 41C
(normativt)

Beskyttelsesmetoder kun til bruk hvor installasjonen er under kontroll og tilsyn av sakkyndig eller instruert personell.

MERKNAD - De forutsetninger for tilsyn og kontroll som forutsettes være tilstede for å kunne benytte beskyttelsesmetodene i Tillegg 41C, er gitt i avsnitt 410.3.6.

41C.1 Ikke-ledende omgivelser

MERKNAD - Beskyttelsesmetoden har til hensikt å forhindre samtidig berøring av deler som kan ha forskjellig potensial på grunn av svikt i grunnleggende isolasjon.

41C.1.1 Alt elektrisk utstyr skal være i samsvar med ett av de grunnleggende beskyttelsestiltakene beskrevet i Tillegg 41A.

41C.1.2 Utsatte ledende deler skal anordnes slik at personer under normale omstendigheter ikke samtidig kan komme i berøring med:

- to utsatte ledende deler, eller
- en utsatt ledende del og en annen ledende del,

dersom det er sannsynlig at disse deler har ulikt potensial ved feil i grunnleggende isolasjon

41C.1.3 I ikke-ledende omgivelser skal det ikke forekomme beskyttelsesjordleder.

VEILEDNING - Det kan ikke forekomme uisolerte beskyttelsesledere i ikke-ledende omgivelser. Isolerte beskyttelsesledere kan likevel føres gjennom slike omgivelser, men kan ikke termineres.

41C.1.4 Avsnitt 41C.1.2 er tilfredsstilt når omgivelsene har isolerende gulv og vegger, og én eller flere av følgende krav er oppfylt:

a) Det er minst 2,5 m avstand mellom utsatte ledende deler og andre ledende deler, og mellom utsatte ledende deler innbyrdes. Denne avstanden kan reduseres til 1,25 m når alle delene er utenfor rekkevidde.

b) Det er effektive hindre mellom utsatte ledende deler og andre ledende deler. Et hinder regnes som effektivt når det medfører at avstandene i pkt. a) er tilfredsstilt. Hinderet skal ikke være forbundet med jord eller med utsatte ledende deler, og så langt som mulig være av isolerende materiale.

c) Isolasjon eller isolasjonsløsninger for andre ledende deler skal ha tilstrekkelig mekanisk styrke og skal kunne tåle en prøvespenning på minst 2000 V. Lekkstrømmen skal være ≤ 1 mA under normale bruksforhold.

41C.1.5 Resistansen i isolerende gulv og vegger skal i ethvert punkt, ved måling være:

- > 50 kΩ når den nominelle spenningen for installasjonen er ≤ 500 V, eller
- > 100 kΩ når den nominelle spenningen for installasjonen er > 500 V.

MERKNAD - Hvis resistansen i et punkt er mindre enn det som er angitt som minimumskrav, er gulv og vegger å betrakte som andre ledende deler.

41C.1.6 Tiltak som blir iverksatt skal være permanente, og det skal ikke være mulig å gjøre dem uvirksomme. Det skal også påses at beskyttelsen er tilfredsstillende der det kan forutsettes bruk av mobilt eller bærbart utstyr.

MERKNAD 1 - Faren med elektriske installasjoner som ikke er under tilsyn, kan være at det senere installeres ledende deler (for eksempel mobilt eller bærbart utstyr klasse I, eller annen ledende del som for eksempel ledende vannrør), som gjør det umulig å overholde kravene i 41C.1.6.

MERKNAD 2 - Det er viktig å påse at isolasjonsevnen i gulv og vegger ikke påvirkes av fuktighet.

41C.1.7 Det skal være tatt forholdsregler som hindrer at andre ledende deler kan føre farlig potensial ut fra det aktuelle området.

41C.2 Beskyttelse ved ujordet lokal utjevningsforbindelse

MERKNAD - Ujordet lokal utjevningsforbindelse skal forhindre at det oppstår farlig berøringsspenning.

41C.2.1 Alt elektrisk utstyr skal være i samsvar med ett av de grunnleggende beskyttelsestiltakene beskrevet i Tillegg 41A.

41C.2.2 Ledere for utjevningsforbindelser skal forbinde alle samtidig tilgjengelige utsatte ledende deler og andre ledende deler.

41C.2.3 Det lokale utjevningsforbindelsessystemet skal ikke være i elektrisk kontakt med jord gjennom utsatte ledende deler eller gjennom andre ledende deler.

MERKNAD - Dersom dette kravet ikke kan innfris, kan beskyttelsesmetoden automatisk utkobling av strømtilførselen anvendes (se 411).

41C.2.4 Det skal tas forholdsregler som sikrer at en person som går inn i et område hvor beskyttelse ved ujordet lokal utjevningsforbindelse er benyttet, ikke utsettes for farlige potensialforskjeller, spesielt der hvor et ledende gulv som er isolert fra jord er koblet til en ujordet lokal utjevningsforbindelse.

41C.3 Beskyttelse ved elektrisk adskillelse ved forsyning av mer enn ett elektrisk utstyr

MERKNAD - Elektrisk adskillelse av en individuell krets skal beskytte mot farlig strøm ved berøring av utsatte deler som kan være under spenning som følge av feil på kretsens grunnleggende isolasjon.

41C.3.1 Alt elektrisk utstyr skal være i samsvar med de grunnleggende beskyttelsestiltakene som er beskrevet i Tillegg 41A.

41C.3.2 Beskyttelse ved elektrisk adskillelse ved forsyning av mer enn én utstyrsenhet skal ivaretas gjennom samsvar med alle kravene i 413 unntatt 413.1.2 og med kravene spesifisert i avsnittene 41C.3.3 til 41C.3.8

41C.3.3 Det skal være tatt forholdsregler for beskyttelse av den elektrisk adskilte strømkretsen mot skade og mot isolasjonsfeil.

41C.3.4 Utsatte ledende deler i en elektrisk adskilt krets skal være innbyrdes forbundet med isolerte ujordede utjevningsledere. Slike ledere skal hverken være forbundet til beskyttelsesjordledere, til utsatte ledende deler i andre kretser, eller til noen annen ledende del.

41C.3.5 Alle stikkontakter skal være forsynt med kontakt for beskyttelsesleder (jordingskontakt) som skal kobles til utjevningsledere spesifisert i avsnitt 41C.3.4.

41C.3.6 Alle fleksible kabler skal ha en beskyttelsesleder som skal benyttes som utjevningsleder, unntatt når disse forsyner utstyr med dobbel eller forsterket isolasjon (utstyr klasse II).

41C.3.7 Et vern skal koble ut strømtilførselen innen de tider som er gitt i Tabell 41A dersom det oppstår isolasjonsfeil på to utsatte ledende deler og disse er forsynt fra ledere med forskjellig polaritet.

41C.3.8 Produktet av kretsens nominelle spenning i volt og lengden i meter av kretsens ledningsinstallasjon anbefales ikke å overstige 100 000. Ledningsinstallasjonens lengde bør være < 500 m.

Tillegg 41D
(normativt)

Tiltak hvor automatisk utkobling i samsvar med 411.3.2 ikke er gjennomførbart

41D.1 I tilfeller hvor:

- elektronisk utstyr med begrensede kortslutningsstrømmer er installert, eller
- den påkrevde utkoblingstidene ikke kan bli oppnådd av et vern,

medfører at automatisk utkobling av strømtilførselen ikke er gjennomførbart, kan tiltakene spesifisert i 41D.2 eller 41D.3 benyttes.

41D.2 For installasjoner med kraftelektroniske omformere med nominell spenning $U_0 > 50$ V AC eller 120 V DC og hvor automatisk utkobling av strømtilførselen ikke er hensiktsmessig, skal utgangsspenningen til strømkilden bli redusert til 50 V AC eller 120 V DC eller mindre innen de tider som er spesifisert i 411.3.2.2, 411.3.2.3 eller 411.3.2.4 (se NEK EN 62477-1) ved en feil mellom en spenningsførende leder og beskyttelseslederen eller jord.

Den kraftelektroniske omformeren skal være én hvor produsenten spesifiserer relevante metoder for verifikasjon av en ny installasjon og for periodisk verifikasjon av installasjonen.

41D.3 Unntatt hvor 41D.2 gjelder, og hvor automatisk utkobling av strømtilførselen ikke kan oppnås innen de tider som er spesifisert i 411.3.2.2, 411.3.2.3 eller 411.3.2.4, skal det anordnes med en tilleggsutjevningsforbindelse i samsvar med 415.2 og spenningen mellom samtidige tilgjengelige ledende deler skal ikke overstige 50 V AC eller 120 V DC.

VEILEDNING - I NEK 400-4-42, avsnitt 422, er det av hensyn til fare for brann, gitt krav om utkobling av feilstrømmer innen 5 s.

NEK 400-4-42
Beskyttelse for sikkerhet -
Beskyttelse mot termiske virkninger

420.1 Omfang

NEK 400-4-42 spesifiserer metoder for beskyttelse av personer, husdyr og eiendom mot:

- farlige termiske virkninger

  EKSEMPLER: Forbrenning eller nedbrytning av materialer, risiko for forbrenninger pga. elektrisk utstyr.,

- flammer pga. spredning av brann via elektriske installasjoner til andre branncelle r i nærheten, og
- svekkelse (forringelse) av driftssikkerheten til installert utstyr, herunder også nødfunksjoner.

MERKNAD 1 - Beskyttelse mot overstrømmer er omtalt i NEK 400-4-43.

MERKNAD 2 - For risiko for eksplosjonsfare, se NEK IEC 60079-14.

420.3 Generelt

Personer, husdyr og eiendom skal være beskyttet mot skade eller ødeleggelse som følge av farlige varme eller brann forårsaket av, eller spredt via, elektriske installasjoner, ved å ta hensyn til kravene i NEK 400-4-42 og montasjeanvisninger fra produsentene.

MERKNAD - Ødeleggelse, skade eller antennelse kan forårsakes av:

- akkumulering av varme, varmestråling, varme deler (feile eller løse klemmeforbindelser), eller
- reduksjon av driftssikkerheten til elektrisk utstyr, for eksempel beskyttelsesutstyr som vern, termostater, temperaturbegrensere, nipler og ledningssystemer, eller
- overstrøm, eller
- isolasjonsfeil og/eller lysbuer som forårsaker interferens, eller
- harmoniske strømmer, eller
- overspenninger, se NEK 400-4-44, avsnitt 443, eller
- uheldig valg og montasje av elektrisk utstyr.

Kurser skal anordnes med beskyttelsestiltak for å minimalisere de farlige termiske virkningene forårsaket av ledningssystem og utstyr i kursen.

Det bør anordnes med tiltak for å beskytte:

- mot brann forårsaket av elektrisk utstyr, i samsvar med 421,
- mot brann forårsaket av feilstrømmer, i samsvar med 422,
- mot brann forårsaket av isolasjonssvikt, i samsvar med 423,
- mot brann forårsaket av seriefeil, i samsvar med 424,
- mot forbrenning, i samsvar med 425,
- mot overoppheting, i samsvar med 426,
- mot interne lysbuefeil i tavler, i samsvar med 427.

Spesifikke krav for å beskytte mot farlige termiske virkninger i elektriske installasjoner i spesielle områder er gitt i 428.

421 Beskyttelse mot brann forårsaket av elektrisk utstyr

421.1 Varmeutvikling fra elektrisk utstyr skal ikke forårsake fare eller skadelige virkninger på nærliggende materiale, eller materiale som med en viss forutsigbarhet kan være i nærheten av slikt utstyr. Elektrisk utstyr skal ikke representere risiko for brann i nærliggende materialer.

Elektrisk utstyr skal velges og monteres slik at dets temperatur ved normal drift og temperaturstigning under en feil ikke kan føre til en brann.

Disse kravene kan tilfredsstilles ved konstruksjonen av selve utstyret, eller ved å anordne tiltak ved utstyrets plassering.

Hvor det er usannsynlig at temperaturen på overflater vil antenne nærliggende materialer, er det ikke nødvendig å anordne spesielle tiltak.

421.2 Når fastmontert utstyr kan anta overflatetemperaturer som kan forårsake brann i nærliggende materialer, skal utstyret enten:

- være montert på eller i materialer som kan tåle slike temperaturer og som har tilstrekkelig lav varmeledningsevne, eller
- være skjermet fra bygningskonstruksjoner ved hjelp av materiale som kan motstå slike temperaturer og som har tilstrekkelig lav varmeledningsevne, eller
- være montert slik at sikker varmeavledning kan skje i tilstrekkelig avstand fra alle materialer som kan ta skade av for høye temperaturer. Eventuelle stativ eller montasjeunderlag skal ha tilstrekkelig lav varmeledningsevne.

Kravet ovenfor gjelder ikke for utstyrt montert i en fordelingstavle o.l. som er omfattet av kravene i NEK 439-serien.

MERKNAD - Hvor temperaturen for brennbare montasjeunderlag kan bli over 80 ºC, foreligger det en brannfare.

421.3 Dersom fast tilkoblet utstyr i normal drift kan gi lysbuer eller gnister, skal utstyret enten:

- være totalt innkapslet i lysbuesikkert materiale, eller
- være skjermet med lysbuesikkert materiale fra materialer hvor lysbuer og gnister kan medføre skade, eller
- være plassert i en sikker avstand fra materialer som kan ta skade av varmestråling, slik at skadelige effekter pga. for høye temperaturer unngås.

Lysbuesikkert materiale som brukes for denne typen beskyttelse, skal ikke være brennbart, skal ha lav varmeledningsevne og skal ha tilstrekkelig tykkelse for å sikre mekanisk stabilitet.

421.4 Fastmontert elektrisk utstyr som forårsaker konsentrasjon av varme, skal være plassert i tilstrekkelig avstand fra enhver fast gjenstand eller bygningsdel, slik at disse under normale forhold ikke kan anta farlige høye temperaturer.

421.5 Når elektrisk utstyr innenfor et begrenset område inneholder en betydelig mengde brennbar væske, skal det være truffet tilstrekkelige tiltak som hindrer spredning av brennende væske, flammer og forbrenningsprodukter.

EKSEMPLER: Aktuelle forholdsregler er:

- dreneringsbrønn/grav etc. som kan samle opp eventuell væske og sikre slokking av denne ved brann, eller
- plassering av utstyret i et kammer av et materiale med brannmotstand. Kammeret bør være utstyrt med terskler o.l. som kan hindre brennende væske i å spre seg til andre deler av bygningen. Slike kammer bør ha et ventilasjonssystem som fører ut i friluft.

MERKNAD - Produkter ved forbrenning av væske er antatt å være flammer, røk og gass.

421.6 Materialet i kapslinger som benyttes til beskyttelse av utstyr, skal motstå den høyeste temperaturen som det elektriske utstyret kan forårsake.

Brennbare materialer er uegnet for konstruksjon av slike kapslinger med mindre det er iverksatt tilleggsbeskyttelse mot antennelse, som for eksempel tildekking med ikke brennbart materiale, eller tungt antennelig materiale med lav varmeledningsevne.

421.7 Det anbefales å anordne tiltak for å forhindre at det ved bruk av en elektrisk komfyr/platetopp, oppstår en brann i omgivelsene.

For en elektrisk komfyr/platetopp kan tiltaket anordnes ved installasjon av et utstyr for å hindre og undertrykke komfyrbranner.

422 Beskyttelse mot brann forårsaket av feilstrømmer

For å beskytte mot brann ved feil i installasjonen, skal enhver feilstrøm som følge av en kortslutning kobles ut innen 5 s, med unntak av:

- feilstrøm som følge av en kortslutning i en mateledning i et allment distribusjonsnett, og
- feilstrøm som følge av en 1. jordfeil i en IT- eller TT-installasjon, eller i et distribusjonsnett

VEILEDNING - Kravene i NEK 400-4-43 og NEK 400-5-53 knyttet til utkobling av kortslutningsstrømmer er gitt for å beskytte selve lederen. Kravene der tar ikke spesielt høyde for virkningen av lysbuer på selve feilstedet. Det er derfor behov for å gi krav som gir beskyttelse mot varmeutviklingen på selve feilstedet.

423 Beskyttelse mot brann forårsaket av isolasjonssvikt

Hvor beskyttelse mot brann forårsaket av isolasjonssvikt kreves, skal det:

a) i en IT-installasjon galvanisk adskilt fra et allment IT distribusjonsnett:
   - installeres et isolasjonsovervåkningsutstyr som omfatter hele installasjonen, og
   - anordnes tiltak for å sikre at 1. jordfeil i installasjonen blir rettet så fort som praktisk mulig.

   Det kan anordnes med et utstyr for lokalisering av isolasjonsfeil i forbrukerkursene.

b) i andre installasjoner installeres et strømstyrt jordfeilvern med merkeutløsestrøm:
   - ≤ 30 mA i AC-systemer (≤ 80 mA i DC-systemer) hvor isolasjonssvikten kan forekomme i en resistiv belastning (for eksempel et varmeelement), og
   - ≤ 300 mA i alle andre situasjoner.

   VEILEDNING - I IT installasjoner vil minste dimensjonerende jordfeilstrøm være førende for valg av merkeutløsestrømmens størrelse.

424 Beskyttelse mot brann forårsaket av seriefeil

Hvor beskyttelse mot brann forårsaket av en seriefeil i en kurs kreves, skal det anordnes tiltak som kobler ut kursen når slike feil detekteres.

I AC-kurser kan et lysbue-deteksjonsutstyr (AFDD) i samsvar med NEK EN 62606, plassert ved starten av kursen tilfredsstille kravene til slik utkobling.

425 Beskyttelse mot forbrenning

Deler av elektrisk utstyr som er tilgjengelig og innenfor rekkevidde, skal ikke kunne anta temperaturer som gjør at mennesker kan få forbrenninger. Temperaturen skal ikke være høyere enn det som er angitt i Tabell 42A. Enhver tilgjengelig del i en installasjon som, selv for en kortere tid, i normal drift kan tenkes å anta høyere temperatur enn gitt i Tabell 42A skal være beskyttet mot tilfeldig berøring.

Verdiene i Tabell 42A gjelder ikke for utstyr som er utført i samsvar med en NEK EN eller NEK HD for det aktuelle utstyr.

MERKNAD - Lavere temperaturer kan være aktuelt i BA2-områder (barn tilstede)

Tabell 42A - Maksimale temperaturgrenser som gjelder under normale forhold for tilgjengelige deler plassert innenfor rekkevidde

Tilgjengelig del	Materiale i berørbar overflate	Maksimal temperatur (ºC)
Håndholdt betjeningsutstyr	Metallisk	55
	Ikke metallisk	65
Deler som kan forventes å bli berørt, men som ikke kan bli holdt i hånden	Metallisk	70
	Ikke metallisk	80
Deler som ikke trenger å berøres ved normal drift	Metallisk	80
	Ikke metallisk	90

426 Beskyttelse mot overopphetning

426.1 Generelt

Personer, husdyr og eiendom skal være beskyttet mot ødeleggelse eller skade forårsaket av overoppheting av elektrisk utstyr beregnet til å produsere varme.

426.2 Elektrisk varmeanlegg med tvungen luftsirkulasjon

Elektrisk varmeanlegg med tvungen luftsirkulasjon, med unntak av sentralvarmeanlegg, skal utføres slik at varmeelementene:

- ikke kan kobles inn før den foreskrevne luftmengden er til stede, og
- kobles ut dersom luftstrømmen blir mindre enn en spesifisert verdi, og
- er anordnet med to uavhengige temperaturbegrensende utstyr som, uavhengig av hverandre, kobler ut varmeelementene dersom det oppstår for høy temperatur i luftkanalene.

Et av de temperaturbegrensende utstyrene skal være en termoutløser. Termoutløseren skal medføre allpolig utkobling og skal ha manuell tilbakestilling.

Festeanordninger og kapslinger for varmeelementene skal være av et ikke brennbart materiale.

VEILEDNING - Varmeovner er ikke å betrakte som et varmeanlegg med tvungen luftsirkulasjon, og følgelig skal disse være utformet i samsvar med relevante produktstandarder.

426.3 Apparater som produserer varmt vann eller damp

Alle apparater som produserer varmt vann eller damp, skal under alle driftsforhold være beskyttet mot overopphetning. Dersom apparatet ikke er konstruert i henhold til en relevant NEK EN eller NEK HD skal beskyttelsen ivaretas ved hjelp av utstyr uten automatisk tilbakestilling og som fungerer uavhengig av driftstermostaten.

Dersom apparatet ikke har fritt utløp, skal det også benyttes utstyr som begrenser vanntrykket.

426.4 Utstyr for romoppvarming

Ramme og kapsling for fastmontert utstyr for romoppvarming, skal være i ikke-brennbart materiale.

Sideflater i stråleovner bør ha tilfredsstillende avstand fra brennbare deler. Dersom denne avstanden reduseres ved hjelp av en ikke brennbar skillevegg, bør denne skilleveggen ha en avstand på minst 1 cm til stråleovnens kapsling og til brennbare deler.

427 Beskyttelse mot interne lysbuefeil i fordelingstavler

427.1 Beskyttelse av personer

Elektriske fordelingstavler skal utformes og monteres slik at personer, så langt det er praktisk mulig, er beskyttet mot interne lysbuer ved betjening.

Hvis:

- fordelingstavlens merkestrøm, I_{nA}, er ≥ 800 A, og
- forventet kortslutningsstrøm ved fordelingstavlens tilkoblingspunkter er ≥ 25 kA

skal det, for å beskytte mot farer som følge av intern lysbue, vurderes å anvende ett eller flere av følgende tiltak:

a) plassere enheten i et lukket elektrisk område med begrenset tilgang (BA5) og enten fjernbetjene den, eller betjene den på sikker avstand. Fordelingstavlen skal ikke utgjøre en brannfare for tilstøtende materialer i dette rommet i tilfelle intern lysbuefeil.

b) bruk fordelingstavler utformet og verifisert i samsvar med anbefalingene i NEK IEC TR 61641.

c) benytte strømbegrensende overstrømsvern på forsyningssiden av fordelingstavlen

d) redusere lysbueenergien ved å benytte:

- et internt lysbuefeilreduserende system (IAMS) som utnytter en eller flere egenskaper ved en lysbuefeil, som f.eks. lys, gasstrykk, harmoniske strømmer eller spenninger, etc., og eventuelt feilstrømmens størrelsen for å detektere en lysbuefeil inne i tavlen, eller

  MERKNAD 1 - Med lysbueslukningsenhet (AQD) begrenses lysbueenergien ved å redusere spenningen og lysbuetiden

- et overstrømsvern som kobler ut feilstrømmen momentant, plassert på forsyningssiden av fordelingstavlen.

  MERKNAD 2 - Overstrømsbeskyttelsen kan være permanent, eller brukes midlertidig når personer befinner seg i nærheten av fordelingstavlen.

Hvor en fordelingstavle er beregnet til å vedlikeholdes uten avbrudd i strømforsyningen, bør det vurderes å benytte beskyttelsestiltakene c) eller d).

MERKNAD 3 - Dette avsnittet omhandler ikke effekter av giftige gasser og høye lyder

427.2 Beskyttelse av fordelingstavler

Det skal tas hensyn til behovet for beskyttelse av selve fordelingstavlen. Utkobling av en hel fordelingstavle kan føre til uakseptable konsekvenser pga. avbrudd i strømforsyningen.

Avbrudd i strømforsyningen kan:

a) medføre biologiske, kjemiske eller radioaktive utslipp (f.eks. kjemisk industri, petrokjemisk, atomkraftverk, etc.), men også utslipp av giftige partikler forårsaket av selve lysbuen,

b) ha konsekvenser knyttet til menneskeliv (f.eks. nødstrømsystemer, medisinsk utstyr på sykehus),

c) ha konsekvenser knyttet til offentlige tjenester (f.eks. offentlige tjenester, IT-sentre og museer),

d) ha konsekvenser for kommersiell eller industriell virksomhet (f.eks. hoteller, banker, næringer, kommersielle markeder og dyrehold).

Det skal gjennomføres en risikovurdering for å fastslå om beskyttelse mot interne lysbue er nødvendig. Hvis slik beskyttelse er nødvendig, skal det i tilfellene a) eller b) benyttes et internt lysbuefeilreduserende system i fordelingstavlen.

427.3 Beskyttelse mot interne lysbuer vha. et internt lysbuefeilreduserende system

Interne lysbuefeilreduserende systemer skal være i samsvar med NEK IEC TS 63107.

MERKNAD - NEK IEC TS 63107 spesifiserer krav til integrering av interne kontrollinnretninger for lysbuefeil (se NEK EN IEC 60947-9-2) og interne lysbuefeilreduserende enheter. En AQD (se NEK EN 60947-9-1) er en lysbuefeilreduserende enhet.

428 Spesifikke krav til spesielle installasjoner

428.1 Områder klassifisert med ytre påvirkninger BD2, BD3 eller BD4 for evakueringsbetingelser i nødsituasjon

428.1.1 Generelt

428.1.1.1 Kravene i 428.1 gjelder for elektriske installasjoner som er klassifisert med ytre påvirkninger BD2 «Lav persontetthet/vanskelig rømming», BD3 «Høy persontetthet/enkel rømming» eller BD4 «Høy persontetthet/vanskelig rømming» spesifisert i NEK 400-5-51, Tabell 51A.

428.1.1.2 Installasjon av elektrisk utstyr skal begrenses til det som er strengt nødvendig.

428.1.1.3 Ledningssystemer som forsyner nødstrømkurser skal være funksjonssikre i samsvar med NEK IEC 60331-11, NEK IEC 60331-21, NEK IEC 60331-23 eller NEK IEC 60331-25, og skal være funksjonsdyktige i minst 60 min.

MERKNAD - Se NEK 400-5-56 vedrørende krav til opprettholdelse av funksjonen til ledningssystemer for nødstrømsystemer under brann.

428.1.1.4 Koblings- og kontrollutstyr, bortsett fra utstyr som skal lette evakuering, skal kun være tilgjengelig for autoriserte personer. Hvis de er plassert i ganger/korridorer skal de være plassert i kabinetter, i bokser av ikke-brennbare materialer, eller i bokser av ikke lett brennbare materialer.

MERKNAD 1 - Et materiale er antatt å være ikke-brennbart dersom det, i samsvar med NS ISO 1182 og NS ISO 1716, ikke understøtter forbrenning.

MERKNAD 2 - Dette avsnitt er ikke til hinder for å benytte kapsling av plast av et ikke lett brennbart materiale.

428.1.1.5 Termoutløser skal kun ha manuell tilbakestilling.

428.1.1.6 Unntatt for BD2 områder, skal det ikke benyttes elektrisk utstyr som inneholder brennbare væsker.

MERKNAD - Dette kravet gjelder ikke kondensatorer innebygget i apparater. Dette unntaket gjelder i hovedsak utladningslamper og kondensatorer i motorstartere.

428.1.1.7 Kabler skal minst tilfredsstille kravene til klasse D_{ca}-s2d2a2 definert i NS-EN 13501-6.

Dersom kablene er beskyttet av et automatisk brannslokkeanlegg, for eksempel et sprinkleranlegg, kan kabler som tilfredsstiller klassen E_{ca} definert i NS-EN 13501-6 benyttes.

428.1.1.8 Ledningssystemer skal ikke bidra til spredning av brann. Dette innebærer at:

- installasjonsrør skal være klassifisert som flammehemmende i samsvar med NEK EN 61386-1,
- kabelkanalsystem skal være klassifisert som flammehemmende i samsvar med NEK IEC 61084-1,
- kabelbro- og kabelstigesystemer skal være klassifisert som flammehemmende i samsvar med NEK EN 61537,
- kanalskinnesystemer skal tilfredsstille flammespredningsprøve i samsvar med NEK EN 61534-serien.

428.1.2 Rømningsveier

428.1.2.1 Ledningssystemer skal ikke føres inn i rømningsveier med mindre selve ledningene er lagt i kapslinger, eller er avskjermet mot rømningsveien, enten ved kabelføringssystemet selv, eller ved andre tilsvarende tiltak.

VEILEDNING - Hensikten med dette kravet er at kabler forlagt i rømningsveier ikke under noen omstendighet skal kunne være til hinder ved rømning. Forøvrig vises til *Forskrift om tekniske krav til byggverk (Byggteknisk forskrift, TEK)* som også har krav til elektriske installasjoner i rømningsveier.

428.1.2.2 Ledningssystemer skal ikke være innenfor rekkevidde med mindre de er beskyttet mot mekanisk skade som kan oppstå ved evakuering.

428.1.2.3 Ledningssystemer skal være så korte som praktisk mulig.

428.1.2.4 Ledningssystemer skal ha en begrenset røykutvikling.

MERKNAD - I fravær av detaljerte krav i produktstandardene for kabler, anbefales en verdi på 60 % lystransmisjon som minimum ved prøving iht. NEK EN 61034-2.

428.1.2.5 Kabler og ledninger skal, dersom de ikke er beskyttet av et automatisk brannslokkeanlegg (for eksempel et sprinkleranlegg), totalt ikke representere en brannenergi mer enn 50 MJ pr løpemeter rømningsvei.

VEILEDNING - Dette kravet er ikke en del av den sertifiserte ordningen for brannkrav til kabler under *Byggevareforordningen (CPR)*.

Informasjon om den enkelte kabels brannenergi fås av kabelleverandørene/-produsentene, se også Tillegg 42A.

428.2 Områder klassifisert med ytre påvirkning BE2 eller BE3 for egenskaper ved materialer som bearbeides eller lagres

428.2.1 Kravene i 428.2 gjelder for elektriske installasjoner som er klassifisert med ytre påvirkninger BE2 «Brannfare» eller BE3 «Eksplosjonsfare» spesifisert i NEK 400-5-51, Tabell 51A.

MERKNAD - Lignende områder som har tilsvarende risiko som beskrevet for BE2 i NEK 400-5-51, Tabell 51A bør også vurderes, for eksempel kjøkken for kommersiell bruk (hoteller, restauranter, etc.).

428.2.2 Installasjon av elektrisk utstyr skal begrenses til det som er strengt nødvendig.

428.2.3 Det skal tas forholdsregler for å hindre at en kapsling på elektrisk utstyr, som for eksempel en varmeovn, antar en temperatur over:

- 90 ºC ved normale forhold, og
- 115 ºC ved feil.

Hvor støv, fibre, eller andre tilsvarende stoffer, kan samle seg i eller på kapslingen til et elektrisk utstyr slik at det kan representere en brannfare, skal egnede tiltak settes i verk for å hindre at kapslingen får en temperatur som overstiger verdiene ovenfor.

428.2.4 Koblingsutstyr for beskyttelse, styring og frakobling skal være plassert utenfor BE2 områder, med mindre de er plassert i en kapsling med kapslingsgrad tilpasset området, men minimum IP4X, eller hvis det er støv, IP5X eller, hvis det er ledende støv, IP6X, unntatt hvor avsnitt 428.2.9 gjelder.

428.2.5 Termoutløser skal kun ha manuell tilbakestilling.

428.2.6 Unntatt hvor det benyttes mineralisolerte kabler eller strømskinnsystemer, skal forbrukerkurser og forbruksapparater være anordnet med tiltak for beskyttelse mot brann forårsaket av isolasjonssvikt i samsvar med 423.

Kabler med en jordet metallbelegg bør benyttes.

428.2.7 Unntatt hvor kabler og ledningssystemer er nedgravd, eller er innstøpt i ikke-brennbart materiale, skal kun flammehemmende ledningssystemer benyttes.

Utstyr skal, som et minimum, velges i samsvar med følgende krav:

- kabler skal minst tilfredsstille kravene til klasse E_{ca} definert i NS-EN 13501-6
- installasjonsrør skal tilfredsstille flammespredningsprøve spesifisert i NEK EN 61386-serien
- ledningskanalsystem skal tilfredsstille flammespredningsprøve spesifisert i NEK IEC 61084-serien
- kabelbro- og kabelstigesystemer skal tilfredsstille flammespredningsprøve spesifisert i NEK EN 61537-serien
- kanalskinnesystemer skal tilfredsstille flammespredningsprøve spesifisert i NEK EN 61534-serien

Der hvor faren for flammespredning er høy, for eksempel i lange vertikale føringer eller i buntede kabler, er det anbefalt å benytte kabler som minst tilfredsstiller kravene til klasse D_{ca}-s2d2a2 definert i NS-EN 13501-6.

MERKNAD - Flammespredningstester for kablingssystemer utføres alltid i en vertikal konfigurasjon.

428.2.8 Ledningssystemer som går gjennom BE2- eller BE3-områder, men som ikke er nødvendig for bruken av disse områdene, skal:

- være utført i samsvar med kravene i avsnitt 428.2.7, og
- ikke ha noen forbindelser langs føringen inne i disse områdene, med mindre disse forbindelsene er plassert i funksjonssikre kapslinger, og
- være beskyttet mot overstrøm i samsvar med kravene i avsnitt 428.2.13, og
- skal ikke bestå av uisolerte ledere.

428.2.9 I SELV- og PELV-kretser, skal spenningsførende deler:

- være beskyttet av en kapsling med kapslingsgrad minst IP2X eller IPXXB, eller
- forsynt med isolasjon som tåler en prøvespenning på 500 V DC i 1 minutt,

uavhengig av kretsens nominelle spenning. Dette kravet kommer i tillegg til kravet i NEK 400-4-41, avsnitt 413.2.

428.2.10 Motorer med automatisk styring, fjernstyring, eller som ikke er kontinuerlig overvåket, skal være beskyttet mot for stor temperaturstigning av utstyr/vern med temperaturfølere, med mindre motoren har innebygget temperaturbegrensningsutstyr.

428.2.11 Enhver belysningsarmatur skal:

- være egnet for det stedet den er plassert, og
- ha en begrenset overflatetemperatur i samsvar med NEK EN 60598-2-24, og
- være i en utførelse som hindrer lyskildekomponenter å falle ned fra belysningsarmaturen, og
- ha en kapsling med en kapslingsgrad minst:
  - IP4X, eller
  - hvis det er støv tilstede, IP5X, eller
  - hvis det er ledende støv tilstede, IP6X,

I områder hvor det kan være brannfare pga. støv og fiber, skal belysningsarmaturer være slik installert at støv og fiber ikke kan samle seg i en farlig mengde på utstyret.

428.2.12 En belysningsarmatur med en lyskilde som kan avgi brennbart materiale ved feil, skal ha installert en beskyttelsesskjerm for lyskilden i samsvar med produsentens anvisninger.

MERKNAD - Se NEK 400-5-55, avsnitt 559 angående merking av belysningsarmaturer og deres installasjon eller montering på normalt brennbare overflater.

428.2.13 Kurser som forsyner eller går gjennom BE2-områder, skal være beskyttet mot overbelastning og kortslutning med vern plassert utenfor og på forsyningssiden av dette området. Kurser som har sitt utgangspunkt i slike områder, skal være beskyttet mot overstrøm med vern plassert ved starten av kursen.

428.2.14 PEN-ledere skal ikke benyttes i BE2-områder, unntatt for kurser som kun går gjennom slike områder og hvor PEN-lederen ikke har forbindelse til ledende deler i området og som er montert slik at risikoen for en feil mellom PEN-lederen og enhver ledende del i området er redusert til et minimum.

428.2.15 Alle kurser som forsyner utstyr i BE2-områder skal ha utstyr for frakobling i samsvar med NEK 400-5-53, avsnitt 537.2.2.

428.2.16 Med mindre systemer er spesielt utformet for bruk i BE2-områder, skal luftinntaket for varmesystemer med tvungen luftsirkulasjon være på utsiden av BE2-området.

Temperaturen på utgående luft skal ikke kunne forårsake brann i området.

428.3 Områder klassifisert med ytre påvirkning CA2 for bygningskonstruksjon

428.3.1 Kravene i 428.3 gjelder for elektriske installasjoner som er klassifisert med ytre påvirkninger CA2 «Brennbare» spesifisert i NEK 400-5-51, Tabell 51A.

VEILEDNING - Avsnitt 428.3 omfatter all bebyggelse med konstruksjoner som er laget av tre.

428.3.2 Det skal tas forholdsregler som sikrer at elektrisk utstyr ikke kan forårsake antennelse av vegger, gulv og tak. Dette kan oppnås ved korrekt prosjektering, riktig valg av utstyr og riktig montasje.

For å hindre inntrengning av faste fremmedlegemer, skal installasjonsbokser og kapslinger installert i hulrom i prefabrikkerte vegger, og som det kan bores i under montering, ha en kapslingsgrad minst IP3X.

428.3.3 En belysningsarmatur med en lyskilde som kan avgi brennbart materiale ved feil, skal ha installert en beskyttelsesskjerm for lyskilden i samsvar med produsentens anvisninger.

MERKNAD - Se NEK 400-5-55, avsnitt 559 angående merking av belysningsarmaturer og deres installasjon eller montering på normalt brennbare overflater.

428.3.4 Termoutløser skal kun ha manuell tilbakestilling.

428.3.5 For å redusere risikoen for brann ved jordfeil, skal det for forbrukskurser i IT-installasjoner galvanisk tilknyttet et allment IT-distribusjonsnett og hvor flere installasjoner skal galvanisk tilknyttes det samme distribusjonsnettet, være sørget for beskyttelse i samsvar med kravene i NEK 400-4-41, avsnitt 411.6.2.

428.4 Områder klassifisert med ytre påvirkning CB2 for bygningsutforming

428.4.1 Kravene i 428.4 gjelder for elektriske installasjoner som er klassifisert med ytre påvirkninger CB2 «Brannspredning» spesifisert i NEK 400-5-51, Tabell 51A.

428.4.2 Installasjon av elektrisk utstyr skal begrenses til det som er strengt nødvendig.

428.4.3 Hvor bygningsstrukturens form og dimensjoner er slik at de muliggjør spredning av brann, skal det iverksettes tiltak for å sikre at den elektriske installasjonen ikke bidrar til brannspredningen (skorsteinseffekt).

Branndetektorer kan installeres for å hindre at tiltak mot spredning av brann forringes, for eksempel brannspjeld i kanaler, i hulrom i bygg etc. Installasjonsbokser og kapslinger i samsvar med NEK EN 60670-1 for hule vegger og kabler som minst tilfredsstiller kravene til klasse D_{ca}-s2d2a2 definert i NS-EN 13501-6 kan benyttes.

MERKNAD - NEK EN 60670-1 inkluderer merking med symbolet H for bokser og kapslinger for hule vegger.

428.4.4 Termoutløser skal kun ha manuell tilbakestilling.

428.5 Områder med uerstattelige verdier eller forretningsmessige kritiske installasjoner

428.5.1 Kravene i 428.5 gjelder for elektriske installasjoner i områder som omfatter bygninger eller rom med eiendeler av betydelig verdi eller med uerstattelige varer.

EKSEMPLER: Relevante områder er nasjonale monumenter, museer, offentlige bygninger, f.eks. jernbanestasjoner og flyplassterminaler, laboratorium, datasentre og visse industri- og lagerområder.

428.5.2 Installasjon av elektrisk utstyr skal begrenses til det som er strengt nødvendig.

428.5.3 Beskyttelse mot brann skal anordnes ved:

- bruk av mineralisolert kabel i samsvar med NEK EN 60702-1, eller
- installasjon av funksjonssikre kabler i samsvar med NEK IEC 60331-11 eller NEK IEC 60331-21 eller tilsvarende, eller
- installasjon av kabler i ikke-brennbare vegger, tak og gulv, eller
- installasjon av kabler i områder konstruert med brannmotstand på minst 90 min i områder som inneholder trapper i rømningsveier, og 30 min i andre områder, eller
- anvendelse av et aktivt brannvernsystem.

428.5.4 Unntatt hvor det benyttes mineralisolerte kabler eller strømskinnsystemer, skal forbrukerkurser og forbruksapparater i forretningsmessige kritiske installasjoner være anordnet med tiltak for beskyttelse mot brann forårsaket av isolasjonssvikt i samsvar med 423.

428.5.5 For elektriske installasjoner i områder hvor det oppbevares uerstattelige verdier, skal det anordnes tiltak for beskyttelse mot brann forårsaket av:

- isolasjonssvikt i samsvar med 423, og
- seriefeil i samsvar med 424.

EKSEMPLER: Områder hvor det oppbevares uerstattelige verdier er museer, historiske bygninger, biblioteker, og dokumentsentre.

428.5.6 Termoutløser skal kun ha manuell tilbakestilling.

428.6 Områder beregnet til sovende personer

Det anbefales å iverksette tiltak for beskyttelse mot seriefeil i samsvar med 424 i forbrukerkurser i områder beregnet til sovende personer.

Tillegg 42A
(informativt)

Fastsettelse av brannenergi for en kabel

I henhold til avsnitt 428.1.2.5 skal brannenergi for en kabel oppgis av kabelprodusentene/-leverandørene. I mangel av slik informasjon kan brannenergien for en kabel beregnes ved hjelp av følgende formel:

$$BB = \frac{A \times B}{\rho}$$

hvor

BB er brannenergi i [MJ/m].

A er summen av brennbare komponenter i kabelen pr. m. i [kg/m] (nominelle verdier kan beregnes ut ifra dimensjonskravene i aktuelle produktstandarder).

B er typiske Cone kalorimeter-verdier for kabelens brennbare komponenter, gitt i Tabell 42B-1, i [MJ/kg].

ρ er typisk densitet til kabelens brennbare komponenter gitt i Tabell 42B-1.

Tabell 42B-1 - Typiske brannverdier for brennbare komponenter i kabler

Brennbar komponent	Beskrivelse	Cone kalori ved 50 kW/m^2 [MJ/kg]	Densitet
PVC-isolasjon	Typisk compound	18	1,4
PVC-Fyllkappe	Typisk compound	15	1,8
PVC-Ytre kappe	Typisk compound med gode kulde-egenskaper	20	1,4
PE, PP, PEX	Ufyllt	41	0,9
HFFR-LS-isolasjon	Typisk compound, $CaCO_3$ + silikon	29	1,5
HFFR-LS-isolasjon	Typisk compound m/ATH, MEG	25	1,5
HFFR-LS fyllkappe	Typisk compound m/ATH, MEG	18	1,8
HFFR-LS kappe	Typisk compound, $CaCO_3$ + silikon	23	1,5
HFFR-LS kappe	Typisk compound m/ATH, MEG	20	1,5
FEP-isolasjon		6	2,1
PE-fyllkappe	Med uorganisk fyllstoff, ikke flammehemmet	38	1,5
VEILEDNING – HFFR-LS omfatter røyksvake materialer ved forbrenning			

NEK 400-4-43
Beskyttelse for sikkerhet -
Beskyttelse mot overstrømmer

430 Generelt

430.1 Omfang

NEK 400-4-43 spesifiserer krav til:

- beskyttelse av spenningsførende ledere, PEN-ledere, PEM-ledere og PEL-ledere mot skadelige virkninger forårsaket av overstrømmer,
- koordinering av metoder for beskyttelse mot overstrømmer.

MERKNAD 1 - Kravene i NEK 400-4-43 tar ikke hensyn til ytre påvirkninger.

MERKNAD 2 - Beskyttelse av ledere i henhold til NEK 400-4-43 beskytter ikke nødvendigvis utstyr som er tilkoblet lederne.

MERKNAD 3 - Fleksible kabler som er en del av et utstyr, og som benyttes for å koble utstyret til den faste installasjon ved hjelp av plugger og stikkontakter, er ikke dekket av denne standarden, og er av denne grunn ikke nødvendigvis beskyttet mot virkningene av overstrømmer.

MERKNAD 4 - I NEK 400-4-43 innebærer krav om utkobling av strømtilførselen ikke nødvendig et krav om frakobling.

430.4 Generelle krav

Kurser skal være beskyttet for å eliminere skadelige virkninger forårsaket av overstrømmer i spenningsførende ledere, PEN-ledere, PEM-ledere og PEL-ledere.

Beskyttelsen er ivaretatt ved å benytte et overstrømsvern som autmatisk kobler ut overstrømmer i kursens ledere i samsvar med 431.

Der hvor automatisk utkobling av strømtilførselen ikke er hensiktsmessig, kan beskyttelsen ivaretas med:

- andre metoder som spesifisert i Tillegg 43A, eller
- begrensning av overstrømmer vha. strømforsyningens egenskaper som spesifisert i Tillegg 43B.

I de tilfeller hvor automatisk utkobling av strømtilførselen kan medføre fare eller en økt risiko gjelder kravene i Tillegg 43C.

431 Beskyttelse mot overstrømmer ved automatisk utkobling av strømtilførselen

431.1 Generelt

En kurs skal være beskyttet av et overstrømsvern som skal bryte overstrømmer før de spenningsførende lederne, eller deres isolasjon, blir skadelig påvirket.

Overstrømsvern for beskyttelse mot overbelastningsstrømmer skal tilfredsstille kravene i 431.3.

Overstrømsvern for beskyttelse mot kortslutningsstrømmer skal tilfredsstille kravene i 431.4.

431.2 Beskyttelse av faseledere

431.2.1 Med unntak av kravene i 431.2.2, skal deteksjon av overstrøm anordnes for alle faseledere. Overstrømsdeteksjonen skal medføre utkobling av overstrømmen i faseleder med overstrøm, men ikke nødvendigvis strømmen i de andre faselederne.

VEILEDNING - NEK 400-5-53 kan inneholde krav om utkobling eller frakobling av alle spenningsførende ledere.

Dersom utkobling av én enkelt fase kan forårsake fare, for eksempel ved en trefasemotor, skal det tas egnede forholdsregler.

431.2.2 Det er ikke nødvendig med deteksjon av overstrømmer i en PEL-leder i DC-kurser.

431.3 Beskyttelse mot overbelastningsstrøm

431.3.1 Generelt

Beskyttelse mot overbelastning er anordnet dersom:

- merkestrømmen til overbelastningsvernet, I_n, er mindre enn eller lik kursens strømføringsevne, I_z, dvs. $I_n \leq I_z$, og
- strømmen som sikrer utkobling av vernet innen en fastsatt tid, I_2, er mindre enn eller lik kursens strømføringsevne multiplisert med en faktor 1,45, dvs. $I_2 \leq 1{,}45\ I_z$.

MERKNAD - For justerbare vern tilsvarer I_n den innstilte utløsestrømmen.

For ledersystemer som består av isolerte ledere og/eller kabler, skal strømføringsevnen fastsettes i samsvar med NEK 400-5-52, avsnitt 523. For ledersystemer som ikke omfattes av NEK 400-5-52, avsnitt 523, for eksempel kanalskinnesystemer, skal strømføringsevnen innhentes fra produsenten.

Beskyttelse i samsvar med dette avsnittet gir ikke alltid overbelastningsbeskyttelse, for eksempel hvor det forekommer varige overstrømmer mindre enn I_2. I slike tilfeller bør det vurderes å velge en lederløsning med større strømføringsevne.

431.3.2 Beskyttelse av nøytralleder eller midtpunktsleder

431.3.2.1 AC-kurser uten trippelharmoniske og DC-kurser

MERKNAD - AC-kurser med trippelharmoniske $THD_{i3n} < 5$ % betraktes som AC-kurser uten trippelharmoniske.

VEILEDNING - Trippelharmoniske er alle harmoniske hvor forholdet mellom den harmoniske og grunnharmoniske er et multiplum av 3, for eksempel 3., 6., 9. osv.

Hvor ledertverrsnittet for en nøytralleder eller midtpunktsleder er minst ekvivalent med ledertverrsnittet i faselederne, og strømmen i nøytrallederen eller midtpunktslederen ikke er forventet å bli større enn strømmen i faselederne, er det ikke nødvendig å anordne med deteksjon av overbelastningsstrømmer i nøytrallederen eller midtpunktslederen.

Hvor ledertverrsnittet for en nøytralleder eller midtpunktsleder er minst ekvivalent med ledertverrsnittet i faselederne, og strømmen i nøytrallederen eller midtpunktslederen er forventet å bli større enn strømmen i faselederne, er det nødvendig å anordne med deteksjon av overbelastningsstrømmer i nøytrallederen eller midtpunktslederen. Grenseverdien for deteksjon av overbelastningsstrøm i nøytrallederen eller midtpunktslederen skal være tilpasset denne lederens ledertverrsnitt. Ved deteksjon av overbelastningsstrøm skal faselederne kobles ut, men ikke nødvendigvis nøytrallederen eller midtpunktslederen.

Hvor ledertverrsnittet for en nøytralleder eller midtpunktsleder er mindre enn ekvivalent ledertverrsnitt for faselederne, skal det anordnes med deteksjon av overbelastningsstrømmer i nøytrallederen eller midtpunktslederen. Ved deteksjon av overbelastningsstrøm skal faselederne kobles ut, men ikke nødvendigvis nøytrallederen eller midtpunktslederen. Hvor lederne er av samme ledermateriale, kan grenseverdien for deteksjon av overbelastningsstrøm i nøytralledere eller midtpunktslederen settes til:

$$I_N \leq I_Z \times \sqrt{\frac{S_N}{S_L}}$$

hvor

I_N er deteksjonsgrensen for nøytrallederen eller midtpunktslederen

I_z er strømføringsevnen for faselederne i kursen

S_N er ledertverrsnittet for nøytrallederen eller midtpunktslederen

S_L er ledertverrsnittet for faselederne

VEILEDNING 1 - I énfase TN-systemer anbefales det sterkt å benytte topolt overbelastningsvern hvor både faseleder og nøytralleder beskyttes og kobles inn og ut samtidig. Dette gjelder ikke dersom kursen er beskyttet av et strømstyrt jordfeilvern.

VEILEDNING 2 - I Norge benyttes ikke nøytralleder i TT-systemer.

Med unntak for utkobling, gjelder kravene for en nøytralleder også for en PEN-leder og en PEM-leder.

431.3.2.2 Tilleggskrav for IT-systemer

I AC kurser skal det ikke benyttes er nøytralleder.

Hvor en kurs i et IT DC-system inneholder en midtpunktsleder skal det anordnes med deteksjon av overbelastningsstrømmer i midtpunktslederen. Ved deteksjon av overbelastningsstrøm skal spenningsførende ledere kobles ut.

431.3.3 AC-systemer med trippelharmoniske

Hvor de trippelharmoniske fasestrømmene gir en strøm i nøytralllederen, som fører til at kabelens maksimale tillatte ledertemperatur ved normal drift overskrides, skal det anordnes utstyr for egnet deteksjon av overbelastningsstrømmene i nøytralllederen. Ved deteksjon av overbelastningsstrøm skal faselederne kobles ut, men ikke nødvendigvis nøytralllederen.

Deteksjon av overbelastningsstrømmer i nøytralllederen er ikke nødvendig dersom ledertverrsnittet for lederne er valgt ved å benytte en reduksjonsfaktor for strømføringsevnen i samsvar med NEK 400-5-52, Tillegg 52D. I slike tilfeller er beskyttelsen av nøytralllederen ivaretatt ved beskyttelse av faselederne i samsvar med 431.3.1.

431.3.4 Overbelastningsbeskyttelse av ledere i parallell

431.3.4.1 Generelt

Der et enkelt vern beskytter parallellkoblede ledere, skal det ikke finnes avgreninger eller utstyr for frakobling eller bryting i de parallellkoblede lederne.

431.3.4.2 Jevn strømfordeling mellom parallellkoblede ledere

Der et enkelt vern beskytter parallellkoblede ledere med jevn strømfordeling, skal verdien av I_z som anvendes i avsnitt 431.3.1 være summen av strømføringsevnene for de forskjellige lederne.

Det er forutsatt at strømfordelingen er jevn hvis kravene i første strekpunkt i NEK 400-5-52 avsnitt 523.7 a) er tilfredsstilt.

431.3.4.3 Ujevn strømfordeling mellom parallellkoblede ledere

Hvor strømfordelingen mellom de parallellkoblede lederne er ujevn, skal det anordnes med beskyttelse mot overbelastningsstrømmer i samsvar med 431.3.1 for hver leder.

Det er forutsatt at strømfordelingen er ujevn hvis kravene i første strekpunkt i NEK 400-5-52 avsnitt 523.7 a) ikke er tilfredsstilt.

431.4 Beskyttelse mot kortslutningsstrømmer

431.4.1 Generelt

Beskyttelse mot kortslutningsstrømmer skal anordnes for alle relevante forsynings-konfigurasjoner for den enkelte kurs.

MERKNAD - NEK 400-4-43 behandler kun situasjoner med kortslutning mellom ledere som tilhører samme kurs.

Beskyttelse mot kortslutningsstrømmer er anordnet dersom kravene i 431.4.3, 431.4.4 og 431.4.5 er tilfredsstilt.

431.4.2 Fastsettelse av forventede kortslutningsstrømmer

Maksimal og minimal forventet kortslutningsstrøm skal fastsettes for hvert relevant punkt/sted i installasjonen.

For installasjoner som er tilknyttet et distribusjonsnett, bør maksimal og minimal forventet kortslutningsstrøm ved tilknytningspunktet innhentes ved forespørsel til distribusjonsnettets eier.

For installasjoner som ikke er tilknyttet et distribusjonsnett skal minimal og maksimal forventede kortslutningsstrømmer fastsettes med utgangspunkt i produsentenes data for de aktuelle strømkildene.

For installasjoner tilknyttet et distribusjonsnett (ekstern strømkilde), og med interne strømkilder, skal minimal og maksimal forventede kortslutningsstrømmer fastsettes for alle relevante konfigurasjoner av strømkilder.

MERKNAD - NEK IEC 60909-0 inneholder eksempler på beregningsmetoder for kortslutningsstrømmer i trefase AC-systemer

VEILEDNING - Ved beregninger skal resistansen i ledere være referert til ledertemperaturer i samsvar med NEK CLC/TR 50480.

431.4.3 Bryteevne

Ledere i kursen skal være beskyttet av et overstrømsvern, eller en kombinasjon av overstrømsvern, som er i stand til å bryte den forventete kortslutningsstrømmen der vernet er plassert.

431.4.4 Beskyttelse av kabler og isolerte ledere

Ledere i kursen skal være beskyttet av et overstrømsvern som er i stand til å bryte kortslutningsstrømmen før isolasjonen til kabel og ledere når sin maksimale tillatte temperatur ved feil.

431.4.5 Beskyttelse av kanalskinnesystemer

Kanalskinnesystemer i samsvar med NEK 439-6 eller NEK EN 61534-serien skal være beskyttet av et overstrømsvern som sørger for at kanalskinnesystemet ikke utsettes for påkjenninger som er større enn hva produsenten har spesifisert som maksimalt tillatte påkjenninger.

431.4.6 Beskyttelse av ledere i parallell

Kortslutningsbeskyttelse av flere parallellkoblede ledere skal være ivaretatt uavhengig om det benyttes kun ett vern for alle lederne, eller om det benyttes ett eller flere separate vern i hver leder.

Beskyttelsen skal være ivaretatt ved feil på det mest kritiske stedet i kursen. Det skal tas hensyn til kortslutningsstrømmens fordeling mellom de parallellkoblede lederne og at et feilsted kan forsynes fra begge ender av en parallellkoblet leder.

431.5 Koordinering av overbelastnings- og kortslutningsbeskyttelse

431.5.1 Beskyttelse ved anvendelse av ett vern

Et overstrømsvern som skal gi beskyttelse mot overbelastning og kortslutning skal tilfredsstille kravene i både 431.3 og 431.4.

431.5.2 Beskyttelse ved anvendelse av separate vern

Overstrømsvernenes egenskaper skal koordineres slik at gjennomsluppet energi og/eller gjennomsluppet strøm av overstrømsvernet for beskyttelse mot kortslutninger ikke overstiger det som overstrømsvernet for beskyttelse mot overbelastningsstrømmer tåler uten å bli skadet.

MERKNAD - Dette kravet utelukker ikke den typen koordinering som er angitt i NEK EN IEC 60947-4-1.

431.5.3 Koordinering for selektivitet og kombinert kortslutningsbeskyttelse

431.5.3.1 Selektivitet

Selektivitet innebærer høyere tilgjengelighet av strømforsyningen gjennom hele installasjonen og ved å begrense avbrudd på grunn av en feil eller en overbelastning til kun den aktuelle kursen.

Det skal tas hensyn til behovet for selektivitet. Et avbrudd i flere kurser kan føre til uakseptable konsekvenser, for eksempel for personer eller produksjonsprosesser.

VEILEDNING - Behovet for selektivitet fastsettes av eier/bruker (gjerne i samarbeid med prosjekterende/utførende), relevante forskrifter, samt andre krav i NEK 400.

Overstrømsvernenes egenskaper skal koordineres, spesielt tatt i betraktning forventede overstrømmer, for å oppnå ønsket selektivitetsnivå, se NEK 400-5-53, avsnitt 536.4.2.

MERKNAD - Informasjon om valg av overstrømsvern mht. selektivitet kan fås fra produsentene.

431.5.3.2 Kombinert kortslutningsbeskyttelse

Når et overstrømsvern for beskyttelse mot kortslutningsstrømmer (kortslutningsvern) har en bryteevne som er lavere enn den maksimale forventede kortslutningsstrømmen ved installasjonsstedet (se 431.4.3), skal:

- vernet koordineres med et overstrømsvern på forsyningssiden som har en bryteevne som ikke er mindre enn den maksimalt forventede kortslutningsstrøm ved dette vernets installasjonssted, og
- egenskapene til de to overstrømsvernene skal være koordinert, i samsvar med produsentens instruksjoner.

Se også NEK 400-5-53, avsnitt 536.4.3.

MERKNAD - I NEK EN IEC 60947-2, NEK EN IEC 60898-1 og NEK EN IEC 61009-1 brukes begrepet back-up fortsatt for kombinert kortslutningsbeskyttelse (combined short-circuit protection).

Tillegg 43A
(normativt)

Beskyttelse mot overstrømmer ved andre metoder

43A.1 Generelt

Denne beskyttelsesmetoden kan benyttes hvor automatisk utkobling av strømtilførselen ikke er hensiktsmessig.

Denne beskyttelsesmetoden skal ikke anvendes i installasjoner plassert i områder som representerer brannfare, eller fare for eksplosjon, og hvor spesielle krav for visse områder spesifiserer andre forhold.

43A.2 Beskyttelse mot overbelastning

Kursen skal utformes slik at sannsynligheten for at det skal oppstå overbelastningsstrømmer er redusert til et minimum, ved at:

- summen av maksimal belastningsstrøm fra alle belastningene som forsynes er ≤ kursens strømføringsevne, og
- kursen ikke inneholder en stikkontakt, og
- kursen er beskyttet mot kortslutninger i samsvar med 431.4 eller 43A.3.

43A.3 Beskyttelse mot kortslutningsstrømmer

Kursens ledere skal være jord- og kortslutningssikkert forlagt og beskyttet mot overbelastninger i samsvar med 431.3 eller 43A.2 .

EKSEMPEL: Denne beskyttelsesmetoden er anvendbar for kurser som forbinder:
- generatorer,
- transformator,
- likerettere,
- sekundærbatterier
- med de relevante fordelinger.

Tillegg 43B
(normativt)

Begrensning av overstrøm vha. strømforsyningens egenskaper

Ledere anses for å være beskyttet mot overbelastnings- og kortslutningsstrømmer dersom de forsynes fra en strømkilde som ikke er i stand til å levere en strøm som overstiger ledernes strømføringsevne.

EKSEMPLER: Slike strømkilder kan være noen typer av:

- ringetransformatorer,
- sveisetransformatorer,
- termoelektriske strømforsyningsenheter,
- avbruddsfrie strømforsyninger (UPS)

MERKNAD - Deteksjon av kortslutningsstrømmer og utkobling av disse strømmene kan være nødvendig av andre hensyn enn for beskyttelse av ledningssystemer mot overstrømmer.

Tillegg 43C
(normativt)

Situasjoner der automatisk utkobling av strømforsyning for beskyttelse mot overstrøm kan forårsake økt risiko

Hvor automatisk utkobling av strømforsyningen for å beskytte en kurs mot overstrøm kan forårsake fare eller økt risiko, gjelder følgende:

- det skal anordnes tiltak for å begrense sannsynligheten for at det oppstår overbelastnings- og/eller kortslutningsstrøm,
- ledningssystemet skal være jord- og kortslutningssikkert forlagt,
- det bør anordnes med en overstrømsalarm som gir en visuell og/eller akustisk alarm (fjernt og/eller lokalt),
- det er ikke nødvendig å anordne med beskyttelse ved automatisk utkobling av strømforsyningen, hverken for overbelastningsstrømmer eller for kortslutningsstrømmer.

EKSEMPLER: Slike tilfeller inkluderer:
- kurser for magnetisering av roterende maskiner,
- kurser som forsyner løftemagneter,
- sekundære kurser av strømtransformatorer,
- kurser som forsyner brannslukningsutstyr,
- kurser som forsyner nødstrømsystemer (innbruddsalarm, gassalarmer, etc.).

NEK 400-5-51
Valg og montasje av utstyr – Generelle forhold

510 Generelt

510.1 Omfang

NEK 400-5-51 omhandler valg og montasje av utstyr, og inneholder generelle krav for å etablere samsvar med:

- beskyttelsestiltakene for sikkerhet,
- kravene til riktig funksjon ved tilsiktet bruk av installasjonen, og
- relevante krav som følge av forventede ytre påvirkninger.

510.3 Generelle krav

Hvert enkelt utstyr skal velges og monteres slik at kravene fastsatt i NEK 400-5-51 og relevante krav i andre deler av NEK 400 tilfredsstilles.

511 Samsvar med standarder

511.1 Generelt

Ethvert elektrisk utstyr skal være i samsvar med relevante europastandarder (NEK EN), harmoniseringsdokumenter (NEK HD) eller NEK standarder som implementerer harmoniseringsdokument. Dersom det ikke finnes europastandarder, harmoniserings-dokumenter eller NEK standarder som implementerer harmoniseringsdokument, skal utstyret være i samsvar med en nasjonal NEK standard. Dersom det ikke finnes en slik nasjonal NEK standard skal det legges til grunn relevante standarder fra IEC eller et annet land.

VEILEDNING - Se NEK 400-3 avsnitt 302.3.1, Veiledning 1 og 2

511.2 Tilleggskrav om erklæring fra produsent

Dersom det ikke finnes noen relevant standard for det aktuelle utstyret (for eksempel et nyutviklet produkt), skal produsenten utarbeide fullstendig teknisk dokumentasjon, inkludert nødvendige prøverapporter iht. gjeldende *Forskrift om elektrisk utstyr (FEU)*. Denne dokumentasjonen skal gjøres tilgjengelig for den prosjekterende og utførende

512 Driftsforhold og ytre påvirkninger

512.1 Driftsforhold

512.1.1 Spenning

Utstyr skal være tilpasset den nominelle spenningen for den aktuelle del av installasjonen.

MERKNAD - For visse typer utstyr kan det være nødvendig å ta hensyn til den høyeste og/eller laveste spenningen som sannsynligvis kan opptre i normal drift.

VEILEDNING - Vær oppmerksom på at utstyr kan ha lavere toleransegrense for spenning enn leveringsbetingelsene fra netteier.

512.1.2 Strøm

Utstyr skal velges ut fra den dimensjonerende strømmen som det skal føre i normal drift.

Utstyr skal også være i stand til å føre strømmer som sannsynligvis vil opptre ved unormale driftsforhold i et tidsintervall gitt av utløsekarakteristikkene til overstrømsvern som benyttes.

512.1.3 Frekvens

Dersom frekvensen har innflytelse på utstyrets egenskaper, skal merkefrekvensen for utstyret være i samsvar med frekvensen for strømmen i den tilhørende kretsen.

512.1.4 Effekt

Ethvert utstyr som er valgt ut ifra utstyrets effektegenskaper, skal være egnet for normale driftsforhold. Ved fastsettelse av de normale driftsforhold skal det tas hensyn til samtidighetsfaktoren.

VEILEDNING - Ved intermitterende drift kan merkeeffekten fastsettes på grunnlag av forholdet mellom innkoblingstid og utkoblingstid. Lengste akseptable innkoblingstid avhenger av utstyrets termiske tidskonstant. For motorer vises til NEK EN 60034-serien.

512.1.5 Kompatibilitet

Med mindre det er tatt andre passende forholdsregler ved monteringen, skal utstyr velges slik at det i normal drift, inklusive bryteroperasjoner, hverken vil forårsake skadelige virkninger på annet utstyr, eller forringe strømforsyningen.

MERKNAD 1 - De forhold som skal vurderes fremgår av NEK 400-3, avsnitt 305 og i NEK 400-4-44 avsnitt 444.

Det skal utarbeides dokumentasjon som bekrefter at installasjonen er i samsvar med *Forskrift om elektromagnetisk kompatibilitet*.

MERKNAD 2 - Detaljeringsnivået på dokumentasjonen kan variere fra veldig enkel informasjon til mer detaljert dokumentasjon for komplekse installasjoner som omfatter viktige EMC aspekter. Hvor installasjoner kun består av utstyr plassert i markedet i samsvar med EMC direktivet og som er CE merket, vil kravene til dokumentasjon være tilfredsstilt ved anvendelse av installasjonsveiledninger, brukerveiledninger og vedlikeholdsinstruksjoner fra produsent av hvert enkelt utstyr.

512.1.6 Merkestøtspenningsholdfasthet

Utstyr skal velges slik at det har en støtspenningsholdfasthet som er ≥ forventet overspenning på installasjonsstedet, som spesifisert i NEK 400-4-44, avsnitt 443.

512.2 Ytre påvirkninger

512.2.1 Elektrisk utstyr skal velges og monteres i samsvar med kravene i Tabell 51A. Tabellen angir nødvendige egenskaper for utstyr i samsvar med de ytre påvirkninger som utstyret kan bli utsatt for.

Utstyrets egenskaper skal fastsettes enten ved dets beskyttelsesnivå, eller ved samsvar med prøvinger.

512.2.2 Utstyr som konstruksjonsmessig ikke har de relevante egenskaper i forhold til de ytre påvirkninger det utsettes for, kan likevel benyttes dersom det ved montasjen er anordnet passende tilleggsbeskyttelse. Slik tilleggsbeskyttelse skal ikke ha noen uheldig virkning på driften av aktuelle utstyret.

512.2.3 Effekten av forskjellige ytre påvirkninger som opptrer samtidig kan være uavhengig eller avhengig av hverandre. Samlet beskyttelsesnivå skal være i samsvar med effekten av de samlede ytre påvirkningene.

512.2.4 Valg av utstyr i samsvar med ytre påvirkninger er nødvendig både for å sikre riktig funksjon og for å sikre påliteligheten av beskyttelsestiltakene i samsvar med kravene i NEK 400. Beskyttelsestiltak gitt ved konstruksjon av et utstyr, gjelder kun for de definerte ytre påvirkningene dersom utstyrets spesifiserte prøvinger er utført ved disse ytre påvirkningene.

MERKNAD - Ordet “normale” som opptrer i kolonnen for "Nødvendige egenskaper ved valg og montasje av utstyr" i Tabell 51A, betyr at utstyr som tilfredsstiller gjeldende relevante utstyrsstandarder tilfredsstiller kravet i Tabell 51A.

VEILEDNING - I NEK 400 er følgende klasser av ytre påvirkninger å betrakte som normale:

• AA Omgivelsestemperatur	AA4
• AB Fuktighet i atmosfære	AB4
• Andre omgivelsesforhold (AC til AR)	XX1 til hver parameter
• Installasjon og konstruksjon av bygninger (B og C)	XX1 til hver parameter, unntatt XX2 for parameter BC

Tabell 51A - Klassifisering av ytre påvirkninger

Kode	Ytre påvirkning	Nødvendige egenskaper ved valg og montasje av utstyr	Referanser
A	*Miljøforhold*		
AA	*Omgivelsestemperatur* Omgivelsestemperaturen er temperaturen i luft der utstyret monteres. Det forutsettes at omgivelsestemperaturen inkluderer virkningen av annet utstyr som er montert på samme sted. Den omgivelsestemperatur som skal legges til grunn for utstyret, er temperaturen på det stedet utstyret skal installeres når det er tatt hensyn til påvirkningen fra alt annet utstyr på stedet når dette er i normal drift, men uten å ta hensyn til varmetilskuddet fra det utstyret som monteres. Nedre og øvre grense for omgivelsestemperatur:		
AA1	–60 °C +5 °C	Spesielt konstruert utstyr, eller hensiktsmessig utførelse[a].	Omfatter temperaturområdet til NEK EN 60721-3-3:1995, klasse 3K8, med høyeste temperatur begrenset til +5ºC, og en del av temperaturområdet til NEK EN 60721-3-4:1995, klasse 4K4, med laveste lufttemperatur begrenset til -60ºC og høyeste temperatur begrenset til +5ºC.
AA2	–40 °C +5 °C	Spesielt konstruert utstyr, eller hensiktsmessig utførelse[a].	Omfatter en del av temperaturområdet til NEK EN 60721-3-3:1995, klasse 3K7, med høyeste temperatur begrenset til +5ºC, og en del av temperaturområdet i NEK EN 60721-3-4:1995, klasse 4K3, med høyeste lufttemperatur begrenset til +5ºC.
AA3	–25 °C +5 °C	Spesielt konstruert utstyr, eller hensiktsmessig utførelse[a].	Omfatter en del av temperaturområdet til NEK EN 60721-3-3:1995, klasse 3K6, med høyeste lufttemperatur begrenset til +5ºC, og temperatur-området til NEK EN 60721-3-4:1995, klasse 4K1, med høyeste lufttemperatur begrenset til +5ºC.
AA4	–5 °C +40 °C	Normale (i visse tilfeller kan det være nødvendig med spesielle forholdsregler).	Omfatter en del av temperaturområdet til NEK EN 60721-3-3:1995, klasse 3K5, med høyeste lufttemperatur begrenset til +40ºC.
AA5	+5 °C +40 °C	Normale	Identisk med temperaturområdet til NEK EN 60721-3-3:1995, klasse 3K3.
AA6	+5 °C +60 °C	Spesielt konstruert utstyr, eller hensiktsmessig utførelse[a].	Omfatter en del av temperaturområdet til NEK EN 60721-3-3:1995, klasse 3K7, med laveste lufttemperatur begrenset til +5ºC og høyeste lufttemperatur begrenset til +60ºC, og temperatur-området til NEK EN 60721-3-4:1995. klasse 4K4, med laveste lufttemperatur begrenset til +5ºC.
AA7	–25 °C +55 °C	Spesielt konstruert utstyr, eller hensiktsmessig utførelse[a].	Identisk med temperaturområdet til NEK EN 60721-3-3:1995, klasse 3K6.
AA8	–50 °C +40 °C	Spesielt konstruert utstyr, eller hensiktsmessig utførelse[a].	Identisk med temperaturområde til NEK EN 60721-3-4:1995, klasse 4K3
	Disse omgivelsestemperaturklassene kan bare brukes når fuktigheten ikke har noen innvirkning. Gjennomsnittstemperaturen over en 24 timers periode skal ikke være høyere enn 5 °C under øvre temperaturgrense. Det kan være nødvendig å kombinere to klasser for å beskrive temperaturen der utstyr skal monteres. Montering i områder hvor omgivelsestemperaturen utenfor de definerte grensene krever spesielle forholdsregler.		

[a] Det kan være nødvendig med spesielle forholdsregler (for eksempel spesiell smøring).

Tabell 51A - Klassifisering av ytre påvirkninger (forts.)

Kode	Ytre påvirkning						Nødvendige egenskaper ved valg og montasje av utstyr	Referanser
AB	*Luftfuktighet*							
	Luft temperatur °C		**Relativ fuktighet %**		**Absolutt fuktighet g/m³**			
	lav	**høy**	**lav**	**høy**	**lav**	**høy**		
AB1	–60	+5	3	100	0,003	7	Innendørs og utendørs med ekstremt lave temperaturer. Hensiktsmessige tiltak skal anordnes[b].	Omfatter temperaturområdet til NEK EN 60721-3-3:1995, klasse 3K8 med høy lufttemperatur begrenset til +5°C, og del av temperaturområde til NEK EN 60721-3-4:1995, klasse 4K4, lav lufttemperatur begrenset til -60°C og høy lufttemperatur begrenset til +5°C.
AB2	–40	+5	10	100	0,1	7	Innendørs og utendørs med lave temperaturer. Hensiktsmessige tiltak skal anordnes[b].	Omfatter del av temperaturområdet til NEK EN 60721-3-3:1995, klasse 3K7, med høy lufttemperatur begrenset til +5°C, og del av temperaturområdet til NEK EN 60721-3-4:1995, klasse 4K4, lav lufttemperatur begrenset til -60°C og høy lufttemperatur begrenset til +5°C.
AB3	–25	+5	10	100	0,5	7	Innendørs og utendørs med lave temperaturer. Hensiktsmessige tiltak skal anordnes[b].	Del av temperaturområdet til NEK EN 60721-3-3:1995, klasse 3K6, med høy lufttemperatur begrenset til +5°C, og temperaturområdet til NEK EN 60721-3-4:1995, klasse 4K1, høy lufttemperatur begrenset til +5°C.
AB4	–5	+40	5	95	1	29	Værbeskyttede steder uten temperatur- eller fuktighets-styring. Oppvarming kan brukes for å heve laveste temperatur. Normale.	Identisk med temperaturområdet til NEK EN 60721-3-3:1995, klasse 3K5, høy lufttemperatur begrenset til 40°C.
AB5	+5	+40	5	85	1	25	Værbeskyttede steder med temperaturstyring. Normale.	Identisk med temperaturområdet til NEK EN 60721-3-3:1995, klasse 3K3.
AB6	+5	+60	10	100	1	35	Innendørs og utendørs med ekstremt høye omgivelses-temperaturer. Påvirkning av lav temperatur er forhindret. Sol- og varmestråling kan forekomme Hensiktsmessige tiltak skal anordnes[b].	Del av temperaturområdet til NEK EN 60721-3-3:1995, klasse 3K7, med lav lufttemperatur begrenset til +5°C og høy lufttemperatur begrenset til +60°C, og Inkluderer temperatur-området til NEK EN 60721-3-4:1995, klasse 4K4, med lav lufttemperatur begrenset til +5°C.
AB7	–25	+55	10	100	0,5	29	Innendørs værbeskyttede steder uten temperatur- eller fuktighets-styring. Det kan være åpning mot det fri, og solstråling kan forekomme. Hensiktsmessige tiltak skal anordnes[b].	Identisk med temperaturområde til NEK EN 60721-3-3:1995, klasse 3K6.
AB8	–50	+40	15	100	0,04	36	Utendørs og ikke værbeskyttede steder, med lave og høye temperaturer. Hensiktsmessige tiltak skal anordnes[b].	Identisk med temperaturområdet til NEK EN 60721-3-4:1995, klasse 4K3.

MERKNAD 1 - Alle de spesifiserte verdier er maksimalverdier eller grenseverdier med liten sannsynlighet for å bli overskredet.

MERKNAD 2 - Lav og høy relativ fuktighet er begrenset av lav og høy absolutt fuktighet slik at de gitte grenseverdiene, for eksempel for lufttemperatur og relativ fuktighet, ikke opptrer samtidig.

a Det kan være nødvendig med spesielle forholdsregler (for eksempel spesiell smøring).
b Dette innebærer at spesielle avtaler bør etableres, for eksempel mellom den som planlegger installasjonen og utstyrsleverandøren (for eksempel et spesialkonstruert utstyr).

Tabell 51A - Klassifisering av ytre påvirkninger (forts.)

Kode	Ytre påvirkning	Nødvendige egenskaper ved valg og montasje av utstyr	Referanser
AC	Høyde over havet		
AC1	≤2 000 m	Normale	
AC2	>2 000 m	Det kan være nødvendig med spesielle forholdsregler, for eksempel å redusere utstyrets merkeverdier. MERKNAD – For enkelte typer utstyr kan det være nødvendig med spesielle forholdsregler ved høyder over 1000 m.	
AD	*Tilstedeværelse av vann*		
AD1	Ubetydelig	Mulighet for tilstedeværelse av vann er ubetydelig Områder hvor vegger normalt ikke viser spor av vann, men det kan forekomme i kortere perioder, som god ventilasjon tørker ut hurtig. IPX0	NEK EN 60721-3-4:1995, klasse 4Z6 NEK EN 60529
AD2	Dråper som faller fritt	Mulighet for vertikalt fallende dråper. Områder hvor vanndamp tidvis kondenseres til dråper, eller hvor damp kan forekomme. IPX1 eller IPX2	NEK EN 60721-3-3:1995, klasse 3Z7 NEK EN 60529
AD3	Regn og dusjing	Mulighet for at vann faller som en dusj med en vinkel opp til 60º fra vertikalplanet. Områder hvor vann danner en kontinuerlig film på gulv og/eller vegger. IPX3	NEK EN 60721-3-3:1995, klasse 3Z8 NEK EN 60721-3-4:1995, klasse 4Z7 NEK EN 60529
AD4	Sprut	Mulighet for sprut fra enhver retning. Områder hvor utstyr kan bli utsatt for vannsprut, for eksempel visse belysningsarmaturer utendørs, byggeplassutstyr. IPX4	NEK EN 60721-3-3:1995, klasse 3Z9 NEK EN 60721-3-4:1995, klasse 4Z7 NEK EN 60529
AD5	Stråler/spyling	Mulighet for vannstråler fra enhver retning Områder hvor spyling med vann skjer ofte, for eksempel gårdsplasser, vaskeplass for biler. IPX5	NEK EN 60721-3-3:1995, klasse 3Z10 NEK EN 60721-3-4:1995, klasse 4Z8 NEK EN 60529
AD6	Bølger	Mulighet for bølger. Områder på kysten, for eksempel moloer, strender, kaier mv. IPX6	NEK EN 60721-3-4:1995, klasse 4Z9 NEK EN 60529
AD7	Kortvarig neddykking	Mulighet for periodisk hel eller delvis neddykking. Områder som kan bli oversvømt og/eller der utstyret er neddykket som følger: • Utstyr med høyde < 850 mm som er slik plassert at dets laveste punkt ikke er mer enn 1000 mm under vannets overflate, og • Utstyr med høyde ≥ 850 mm som er slik plassert at dets høyeste punkt ikke er mer enn 150 mm under vannets overflate. IPX7	 NEK EN 60529
AD8	Varig og fullstendig neddykking	Mulighet for varig og fullstendig neddykking. Områder som for eksempel svømmebasseng hvor utstyr er permanent og helt dekket med vann. IPX8	 NEK EN 60529

Tabell 51A - Klassifisering av ytre påvirkninger (forts.)

Kode	Ytre påvirkning	Nødvendige egenskaper ved valg og montasje av utstyr	Referanser
AE	*Tilstedeværelse av faste fremmedlegemer*		
AE1	Ubetydelig	Mengde eller størrelse av fremmedlegemer eller støv er uten betydning. IP0X	NEK EN 60721-3-3:1995, klasse 3S1 NEK EN 60721-3-4:1995, klasse 4S1 NEK EN 60529
AE2	Små gjenstander (2,5 mm)	Tilstedeværelse av fremmedlegemer med minste dimensjon ≥ 2,5 mm. IP3X Verktøy og små gjenstander er eksempler på fremmedlegemer som har minste dimensjon ≥ 2,5 mm.	NEK EN 60721-3-3:1995, klasse 3S2 NEK EN 60721-3-4:1995, klasse 4S2 NEK EN 60529
AE3	Meget små gjenstander (1 mm)	Tilstedeværelse av fremmedlegemer med minste dimensjon ≥ 1,0 mm. IP4X Ledninger er et eksempel på fremmedlegemer som har minste dimensjon ≥ 1,0 mm.	NEK EN 60721-3-3:1995, klasse 3S3 NEK EN 60721-3-4:1995, klasse 4S3 NEK EN 60529
AE4	Lett støv.	Tilstedeværelse av støv. Inntrengning av støv er ikke skadelig for funksjonen til utstyret. IP5X	NEK EN 60721-3-3:1995 klasse 3S2 NEK EN 60721-3-4:1995, klasse 4S2 NEK EN 60529
AE5	Moderat støvmengde.	Tilstedeværelse av støv. Inntrengning av støv er skadelig for funksjonen til utstyret. IP6X	NEK EN 60721-3-3:1995 klasse 3S3 NEK EN 60721-3-4:1995, klasse 4S3 NEK EN 60529
AE6	Mye støv	Tilstedeværelse av støv. Støv skal ikke trenge inn i utstyret. IP6X	NEK EN 60721-3-3:1995 klasse 3S4 NEK EN 60721-3-4:1995 klasse 4S4 NEK EN 60529
AF	*Tilstedeværelse av korrosive eller forurensende stoffer*		
AF1	Ubetydelig	Mengde og egenskaper av korrosive eller forurensende stoffer er ubetydelige. Normale	NEK EN 60721-3-3:1995, klasse 3C1 NEK EN 60721-3-4:1995, klasse 4C1
AF2	Atmosfærisk	Tilstedeværelsen av korrosive eller forurensende stoffer fra atmosfæren er betydelig. Installasjoner plassert nær sjøen, eller i nærheten av industriområder (for eksempel ved kjemiske fabrikker eller sementfabrikker) hvor det utvikles betydelige atmosfæriske forurensninger. Slike forurensninger utvikles særlig ved produksjon av slipestøv, ikke-ledende støv eller ledende støv. Tilpasset forholdene (for eksempel tilfredsstillelse av salttåkeprøving i henhold til NEK EN 60068-2-11) .	NEK EN 60721-3-3:1995, klasse 3C2 NEK EN 60721-3-4:1995, klasse 4C2
AF3	Kortvarig eller tilfeldig	Kortvarig og tilfeldig eksponering overfor korrosive eller forurensende stoffer som blir behandlet eller produsert. Områder hvor enkelte kjemiske produkter håndteres i små kvanta og hvor disse produktene bare tilfeldig kan komme i kontakt med elektrisk utstyr. Slike områder omfatter fabrikklaboratorier, andre laboratorier, eller steder hvor hydrokarboner blir benyttet (kjelerom, garasjer, etc.). Beskyttelse mot korrosjon i samsvar med utstyrsspesifikasjoner.	NEK EN 60721-3-3:1995, klasse 3C3 NEK EN 60721-3-4:1995, klasse 4C3
AF4	Kontinuerlig	Kontinuerlig eksponering overfor korrosive eller forurensende stoffer i betydelig mengde, for eksempel i forbindelse med kjemiske fabrikker. Utstyr spesielt konstruert for de aktuelle stoffer.	NEK EN 60721-3-3:1995, klasse 3C4 NEK EN 60721-3-4:1995, klasse 4C4

Tabell 51A - Klassifisering av ytre påvirkninger (forts.)

Kode	Ytre påvirkning	Nødvendige egenskaper ved valg og montasje av utstyr	Referanser
AG	*Mekaniske støt og slag*		
AG1	Liten påvirkning	Normale, for eksempel husholdningsutstyr eller lignende utstyr.	NEK EN 60721-3-3:1995, klassene 3M1/3M2/3M3 NEK EN 60721-3-4:1995, klassene 4M1/4M2/4M3
AG2	Middels påvirkning	Vanlig industrielt utstyr, der det er aktuelt, eller forsterket beskyttelse.	NEK EN 60721-3-3:1995, klassene 3M4/3M5/3M6 NEK EN 60721-3-4, klassene 4M4/4M5/4M6
AG3	Stor påvirkning	Forsterket beskyttelse.	NEK EN 60721-3-3:1995, klassene 3M7/3M8 NEK EN 60721-3-4:1995, klassene 4M7/4M8
AH	*Vibrasjoner*		
AH1	Liten påvirkning	Husholdning eller lignende forhold hvor virkningen av vibrasjoner vanligvis er neglisjerbar. Normale	NEK EN 60721-3-3:1995, klassene 3M1/3M2/3M3 NEK EN 60721-3-4:1995, klassene 4M1/4M2/4M3
AH2	Middels påvirkning	Vanlige industriforhold. Spesielt konstruert utstyr, eller hensiktsmessig utførelse.	NEK EN 60721-3-3:1995, klassene 3M4/3M5/3M6 NEK EN 60721-3-4:1995, klassene 4M4/4M5/4M6
AH3	Stor påvirkning	Industriinstallasjoner som er utsatt for betydelige vibrasjoner Spesielt konstruert utstyr, eller hensiktsmessig utførelse.	NEK EN 60721-3-3:1995, klassene 3M7/3M8 NEK EN 60721-3-4:1995, klassene 4M7/4M8
AJ	*Andre mekaniske* påvirkning *(Under overveielse)*		
AK	*Tilstedeværelse av flora og/eller sopp og råte*		
AK1	Ingen sannsynlig påvirkning	Ingen skadelige påvirkninger fra flora og/eller sopp/råte. Normale	NEK EN 60721-3-3:1995, klasse 3B1 NEK EN 60721-3-4:1995, klasse 4B1
AK2	Sannsynlig påvirkning	Skadelige påvirkninger fra flora og/eller sopp/råte. Påvirkninger er avhengig av de lokale forholdene og floraens egenskaper. Det bør skjelnes mellom skadelig vekster og forhold som fremmer sopp/råte. Spesiell beskyttelse kan være: • økt beskyttelsesgrad (se AE), eller • tiltak som holder flora borte fra lokasjonen, eller • bruk av spesielle materialer i tildekninger og kapslinger.	NEK EN 60721-3-3:1995, klasse 3B2 NEK EN 60721-3-4:1995, klasse 4B2
AL	*Tilstedeværelse av fauna*		
AL1	Ingen påvirkning	Ingen skadelig påvirkning fra fauna. Normale	NEK EN 60721-3-3:1995, klasse 3B1 NEK EN 60721-3-4:1995, klasse 4B1
AL2	Sannsynlig påvirkning	Skadelig påvirkning fra fauna (insekter, fugler, små dyr) Påvirkningene er avhengig av faunaens egenskaper. Det bør skjelnes mellom tilstedeværelsen av: • en skadelig mengde insekter eller aggressive insekter, og • aggressive små dyr eller fugler, eller i en skadelig mengde. Beskyttelsen kan omfatte: • en passende kapslingsgrad mot gjennomtrenging av fremmedlegemer (se AE), eller • tilstrekkelig mekanisk motstand (se AG), eller • tiltak for å fjerne fauna fra området (så som rengjøring, bruk av insektmidler), eller • bruk av spesielt utstyr, eller beskyttende tildekning av kapslinger.	NEK EN 60721-3-3:1995, klasse 3B2 NEK EN 60721-3-4:1995, klasse 4B2

Tabell 51A - Klassifisering av ytre påvirkninger (forts.)

Kode	Ytre påvirkning	Nødvendige egenskaper ved valg og montasje av utstyr	Referanser
AM	*Elektromagnetisk, elektrostatisk, eller ioniserende påvirkninger*		
	Lavfrekvente elektromagnetiske fenomen (ledningsbundet eller ved stråling)		
AM-1	*Harmoniske og interharmoniske*		
AM-1-1	Kontrollert nivå	Tiltak bør gjennomføres slik at de kontrollerte forholdene ikke forstyrres.	Lavere enn Tabell 1 i NEK EN 61000-2-2:2002
AM-1-2	Normalt nivå	Spesielle tiltak ved utførelsen av installasjonen, for eksempel bruk av filtre.	Samsvar med Tabell 1 i NEK EN 61000-2-2:2002
AM-1-3	Høyt nivå	Spesielle tiltak ved utførelsen av installasjonen, for eksempel bruk av filtre.	Lokalt høyere enn Tabell 1 i NEK EN 61000-2-2:2002
AM-2	*Signalspenninger*		
AM-2-1	Kontrollert nivå	Mulighet: Blokkering av kretser.	Lavere enn spesifisert nedenfor
AM-2-2	Middels nivå	Ingen tilleggskrav.	NEK IEC/TR 61000-2-1 og NEK EN 61000-2-2:2002
AM-2-3	Høyt nivå	Hensiktsmessige tiltak.	
AM-3	*Variasjoner i spenningsamplituden*		
AM-3-1	Kontrollert nivå	For eksempel kontrollert av UPS.	
AM-3-2	Normalt nivå	Samsvar med NEK 400-4-44.	
AM-4	*Spenningsubalanse*		Samsvar med NEK EN 61000-2-2:2002
AM-5	*Variasjoner i kraftfrekvensen*		±1 Hz iht. NEK EN 61000-2-2:2002
AM-6	*Induserte lavfrekvente spenninger*		
	Ingen klassifisering	Se NEK 400-4-44. Styringssystemer for koblings- og kontrollutstyr med høy motstandsevne.	ITU-T
AM-7	*Likestrøm i AC fordelingssystem*		
	Ingen klassifisering	Tiltak for å begrense tilstedeværelse med hensyn til nivå og varighet av likestrømmer i forbruksapparater, eller i deres nære omgivelser.	
AM-8	*Strålte magnetfelt*		
AM-8-1	Middels nivå	Normale	Nivå 2 i NEK EN 61000-4-8
AM-8-2	Høyt nivå	Beskyttelse ved hensiktsmessige tiltak, for eksempel skjerming eller adskillelse.	Nivå 4 i NEK EN 61000-4-8
AM-9	*Elektriske felt*		
AM-9-1	Ubetydelig nivå	Normale	
AM-9-2	Middels nivå		Se NEK IEC/TR 61000-2-5
AM-9-3	Høyt nivå		Se NEK IEC/TR 61000-2-5
AM-9-4	Meget høyt nivå		Se NEK IEC/TR 61000-2-5
AM-21	*Høyfrekvente elektromagnetiske fenomener, ledningsbundet, indusert eller strålt (kontinuerlige eller transiente)*		
	Induserte oscillerende spenninger eller strømmer		
	Ingen klassifisering	Normale	NEK EN 61000-4-6

Tabell 51A - Klassifisering av ytre påvirkninger (forts.)

Kode	Ytre påvirkning	Nødvendige av egenskaper ved valg og montasje av utstyr	Referanser
AM-22	*Ledningsbundne ensrettede transienter i nanosekundområdet*		NEK EN 61000-4-4
AM-22-1	Ubetydelig nivå	Beskyttelsestiltak er nødvendig.	Nivå 1
AM-22-2	Middels nivå	Beskyttelsestiltak er nødvendig.	Nivå 2
AM-22-3	Høyt nivå	Normale	Nivå 3
AM-22-4	Meget høyt nivå	Utstyr med høy immunitet.	Nivå 4
AM-23	*Ledningsbundne ensrettede transienter i mikro- til millisekundområdet*		
AM-23-1	Kontrollert nivå	Utstyrets støtspenningsholdfasthet og valgte beskyttelsestiltak skal tilpasses nominell driftsspenning og støtspenningsholdfasthetskategori i samsvar med NEK 400-4-44avsnitt 443.	NEK 400-4-44
AM-23-2	Middels nivå	Utstyrets støtspenningsholdfasthet og valgte beskyttelsestiltak skal tilpasses nominell driftsspenning og støtspenningsholdfasthetskategori i samsvar med NEK 400-4-44, avsnitt 443.	NEK 400-4-44
AM-23-3	Høyt nivå	Utstyrets støtspenningsholdfasthet og valgte beskyttelsestiltak skal tilpasses nominell driftsspenning og støtspenningsholdfasthetskategori i samsvar med NEK 400-4-44, avsnitt 443.	NEK 400-4-44
AM-24	*Ledningsbundne oscillerende transienter*		
AM-24-1	Middels nivå	Se NEK EN 61000-4-12.	NEK EN 61000-4-12
AM-24-2	Høyt nivå	Se NEK EN 60255-22-1.	NEK EN 60255-22-1
AM-25	*Høyfrekvent stråling*		NEK EN 61000-4-3
AM-25-1	Negligible nivå		Nivå 1
AM-25-2	Middels nivå	Normale	Nivå 2
AM-25-3	Høyt nivå	Forsterket nivå.	Nivå 3
AM-31	*Elektrostatiske utladninger*		NEK EN 61000-4-2
AM-31-1	Lavt nivå	Normale	Nivå 1
AM-31-2	Middels nivå	Normale	Nivå 2
AM-31-3	Høyt nivå	Normale	Nivå 3
AM-31-4	Meget høyt nivå	Forsterket	Nivå 4
AM-41-1	*Ionisering*		
	Ingen klassifisering	Spesiell beskyttelse ved: • avstand fra kilde, eller • plassering av mellomliggende skjermer, kapslinger av spesielle materialer.	
AN	*Solstråling*		
AN1	Lav	Styrke ≤ 500 W/m^2. Normale	NEK EN 60721-3-3:1995, klasse 3K1
AN2	Middels	500 W/m^2 < styrke ≤ 700 W/m^2. Hensiktsmessige tiltak skal anordnes[b].	NEK EN 60721-3-3:1995, Klasse 3K2 til 3K5
AN3	Høy	700 W/m^2 < styrke ≤ 1100 W/m^2. Hensiktsmessige tiltak skal anordnes[b]. Slike tiltak kan være: • materialer motstandsdyktig mot ultrafiolett stråling, eller • spesiell farget overflate, eller • bruk av mellomliggende skjermer.	NEK EN 60721-3-4:1995, Høyere enn klasse 3K5 NEK EN 60721-3-4:1995

b Dette innebærer at spesielle avtaler bør etableres, for eksempel mellom den som planlegger installasjonen og utstyrsleverandøren (for eksempel et spesialkonstruert utstyr).

Tabell 51A - Klassifisering av ytre påvirkninger (forts.)

Kode	Ytre påvirkning	Nødvendige egenskaper ved valg og montasje av utstyr	Referanser
AP	*Seismiske* påvirkninger		
AP1	Ubetydelig	Akselerasjon ≤ 30 Gal (1 Gal = 1 cm/s^2) . Normale	
AP2	Liten alvorlighetsgrad	30 Gal ≤ akselerasjon ≤ 300 Gal. Under overveielse	
AP3	Middels alvorlighetsgrad	300 Gal ≤ akselerasjon ≤ 600 Gal. Under overveielse.	
AP4	Høy alvorlighetsgrad	600 Gal ≤ akselerasjon. Vibrasjoner som kan føre til ødeleggelse av bygning er utenfor denne klassifisering. Det er ikke tatt hensyn til frekvens ved klassifiseringen. Hvis det oppstår resonans med bygningen, skal dette vurderes spesielt. Normalt er frekvensen på seismisk akselerasjon mellom 0 Hz og 10 Hz.	
AQ	*Lyn*		
AQ1	Ubetydelig	Overspenningsvern monteres i samsvar med kravene i NEK 400-4-44, avsnitt 443.	
AQ2	Indirekte nedslag	Overspenningsvern monteres i samsvar med kravene i NEK 400-4-44, avsnitt 443.	
AQ3	Direkte nedslag	Hvis lynvernanlegg er nødvendig skal beskyttelsen være i samsvar med NEK 320. Deler av installasjon plassert utenfor bygning. Områdene AQ2 og AQ3 er områder utsatt for spesielt kraftig tordenværsaktivitet.	
AR	*Luftbevegelse*		
AR1	Lav	Hastighet ≤ 1 m/s. Normale[b]	
AR2	Middels	1 m/s < Hastighet ≤ 5 m/s. Spesielle forholdsregler[b].	
AR3	Høy	5 m/s < Hastighet ≤ 10 m/s. Hensiktsmessige tiltak skal anordnes[b].	
AS	*Vind*		
AS1	Svak	Hastighet ≤ 20 m/s. Normale[b]	
AS2	Middels	20 m/s < Hastighet ≤ 30 m/s. Hensiktsmessige tiltak skal anordnes[b].	
AS3	Kraftig	30 m/s < Hastighet ≤ 50 m/s. Hensiktsmessige tiltak skal anordnes[b].	

b Dette innebærer at spesielle avtaler bør etableres, for eksempel mellom den som planlegger installasjonen og utstyrsleverandøren (for eksempel et spesialkonstruert utstyr).

Tabell 51A - Klassifisering av ytre påvirkninger (forts.)

Kode	Ytre påvirkning	Nødvendige egenskaper ved valg og montasje av utstyr	Referanser
B	*Bruk*		
BA	*Personers egenskaper*		
BA1	Vanlige personer	Ikke-sakkyndige (ukyndige). Normale[b]	
BA2	Barn	Områder tilgjengelige for barn. I barnehager, barneskoler, boliger ol. Utstyr med kapslingsgrad høyere enn IP2X. Stikkontakter skal ha beskyttelse minst IP2X eller IPXXB og med tilleggsbeskyttelse (barnesikring) i samsvar med NEK 502. Utstyr med en overflatetemperatur som overstiger 80°C (60°C i barnehager og lignende) skal ikke være tilgjengelig for berøring.	
BA3	Personer med nedsatt funksjonsevne	Personer som ikke behersker vanlige menneskers ferdigheter (syke, eldre mennesker, funksjonshemmede) . Tiltak i samsvar med type nedsatt funksjonsevne	(Se også CENELEC Smart House Guide)
BA4	Instruerte personer	Personer som er tilstrekkelig instruert eller rettledet av sakkyndig person slik at han eller hun er i stand til å oppfatte risiko og til å unngå fare som følge av elektrisitet (drifts- og vedlikeholdspersonale). Adgangsbegrensede elektriske driftsområder . Utstyr som ikke er beskyttet iht. NEK 400-4-41, avsnitt 410.3.3 skal kun benyttes i omgivelser som bare er tilgjengelig for sakkyndige eller instruerte personer.	
BA5	Sakkyndige personer	Personer med relevant utdanning og erfaring som gjør at han eller hun er i stand til å oppfatte risiko og til å unngå fare som følge av elektrisitet (ingeniører, teknikere, fagarbeidere etc.). Adgangsbegrensede elektriske driftsområder. Utstyr som ikke er beskyttet iht. NEK 400-4-41, avsnitt 410.3.3 skal kun benyttes i omgivelser som bare er tilgjengelig for instruerte personer eller sakkyndige personer.	
BB	*Elektrisk motstand i menneskekroppen (under overveielse)*		
BC	*Personers kontakt med jordpotensialet*		
		Utstyrsklasser i samsvar med NEK EN 61140:2002 **I II III**	
BC1	Ingen	Personer i ikke-ledende omgivelser. X X X	
BC2	Lav	Personer som vanligvis ikke er i kontakt med andre ledende deler, eller som står på ledende flater. X X X	
BC3	Ofte	Personer som ofte er i kontakt med andre ledende deler, eller som står på ledende flater. Områder med et stort antall andre ledende deler, eller andre ledende deler med stor overflate. X X X	
BC4	Kontinuerlig	Personer som er neddykket i vann, eller som permanent er i kontakt med metalliske omgivelser som det er begrensede muligheter til å bryte kontakten med. Under overveielse.	
		X indikerer at utstyrsklasse ikke skal benyttes	

Tabell 51A - Klassifisering av ytre påvirkninger (forts.)

Kode	Ytre påvirkning	Nødvendige egenskaper ved valg og montasje av utstyr	Referanser
BD	*Evakueringsbetingelser i nødsituasjoner*		
BD1	Lav persontetthet / enkel rømming	Lav persontetthet og enkel rømning. Normale	
BD2	Lav persontetthet / vanskelig rømming	Lav persontetthet og vanskelig rømning. Høye bygninger	
BD3	Høy persontetthet / lett rømming	Høy persontetthet og lett rømning. Områder åpne for allmennheten (teatre, kinoer, kjøpesentre etc.) .	
BD4	Høy persontetthet / vanskelig rømming	Høy persontetthet og vanskelig rømning. Høye bygninger tilgjengelig for allmennheten (hoteller, sykehus etc.) .	
BE	*Egenskaper ved materialer som bearbeides eller lagres*		
BE1	Ingen betydelig risiko	Normale	
BE2	Brannfare	Fremstilling, bearbeiding eller lagring av brennbare materialer herunder støv. Låve, trebearbeidingsbedrift, papirfabrikk o.l. Utstyr laget av materialer med brannmotstand. Arrangement for å unngå at temperaturstigning eller gnister i elektrisk utstyr kan medføre antennelse av brann i omgivelsene.	NEK 400-4-42 NEK 400-5-52
BE3	Eksplosjonsfare	Bearbeiding eller lagring av eksplosive stoffer, eller stoffer med lavt flammepunkt herunder gass og støv samt eksplosiver. Se NEK 420. Oljeraffinerier, hydrokarbonlagre, næringsmiddelindustri mv. Krav til utstyr for bruk i Ex-områder	NEK 420
BE4	Forurensningsfare	Tilstedeværelse av ubeskyttede næringsmidler, farmasøytiske produkter og tilsvarende produkter uten beskyttelse. Næringsmiddelindustri, kjøkken. Tiltak kan være nødvendig for å hindre at matvarer o.l. i en feilsituasjon blir forurenset av elektrisk utstyr, for eksempel av en ødelagt lampe. Passende tiltak som: • beskyttelse mot nedfall av deler fra lamper og annet lett knusbart utstyr, eller • skjerming mot skadelig stråling i IR og UV-området.	Under overveielse

Tabell 51A - Klassifisering av ytre påvirkninger (forts.)

Kode	Ytre påvirkning	Nødvendige egenskaper ved valg og montasje av utstyr	Referanser
C	*Bygningskonstruksjoner*		
CA	*Bygningsmaterialer*		
CA1	Ikke brennbare	Normale	
CA2	Brennbare	Bygninger primært konstruert av brennbart materiale. Trebygninger. Under overveielse.	NEK 400-4-42
CB	*Bygningsutforming*		
CB1	Ubetydelig risiko	Normale	
CB2	Brannspredning	Bygninger hvor form og størrelse muliggjør spredning av brann (for eksempel skorsteinseffekt) . Høye bygninger. Ventilasjonssystem med vifte. Utstyr laget av materialer som hemmer utbredelsen av branner, inkludert de branner som ikke har sitt opphav i den elektriske installasjonen. Kabler som hindrer brannspredning. Brannskiller[c].	NEK 400-4-42 NEK 400-5-52
CB3	Bevegelse	Risiko knyttet til bevegelse (forskyvning) mellom ulike bygningsdeler, eller mellom bygningen og bakken eller fundamentet. Bygning av betydelig lengde eller oppført på ustabil grunn. Sammentrekning- eller ekspansjons-forbindelser i elektriske ledningssystemer.	Sammentrekning- eller ekspansjonsforbindelser NEK 400-5-52
CB4	Fleksibel eller ustabil	Konstruksjoner som er svake og som er utsatt for bevegelse (for eksempel svingninger) . Telt, luftbåren struktur, falsk (nedforet) tak/himling, strukturer som lett kan fjernes. Elektriske installasjoner som er utformet til å være selvbærende. Under overveielse	Fleksible ledningssystemer NEK 400-5-52

[c] Brannalarmer kan anordnes.

513 Tilgjengelighet

513.1 Generelt

Alt utstyr, herunder ledningssystemer, skal anordnes slik at betjening, tilsyn og vedlikehold av utstyret og adkomst til dets tilkoblinger kan foregå så enkelt som mulig. Tilgjengeligheten skal ikke i vesentlig grad forringes ved at utstyret er montert i kapslinger eller skap. Unntak er gitt i NEK 400-5-52, avsnitt 526.3.

VEILEDNING - For øvrig vises til NEK 439-serien og NEK 400-8-810.

514 Merking og dokumentasjon

514.1 Generelt

Koblings- og kontrollutstyr skal utstyres med en merking, eller annen hensiktsmessig informasjon, som viser utstyrets funksjon, med mindre forveksling ikke er mulig.

Hvor virkningen av en betjening av et koblings- og kontrollutstyr ikke kan observeres av operatøren og dette kan medføre fare, skal det anordnes med en stillingsindikering i samsvar med NEK EN 60073 og NEK EN 60447. Stillingsindikeringen skal være synlig for operatøren.

514.2 Ledningssystemer

Ledningssystemer skal anordnes eller merkes slik at de kan identifiseres ved inspeksjon, prøving, reparasjon eller endring av installasjonen.

514.3 Merking av ledere

514.3.1 Generelt

Dersom annet ikke er fastlagt i avsnittene 514.3.2 til 514.3.9, skal merking av ledere være i samsvar med NEK EN 60445.

514.3.2 Nøytral- eller midtpunktsleder

Nøytral- eller midtpunktsledere skal merkes med BLÅ farge langs hele lederens lengde.

Hvor det anvendes isolerte hengeledningssystemer (for eksempel EX) behøver nøytralleder ikke fargemerkes i hele sin lengde, men skal anordnes med annen merking som entydig identifiserer nøytrallederen.

MERKNAD - For spesielle typer ledere, se avsnittene 514.3.6 til 514.3.9.

VEILEDNING - Nøytralleder merkes med fargen blå frem til den blir forbundet til beskyttelsesjordleder.

514.3.3 Beskyttelsesleder

Beskyttelsesledere skal merkes med fargekombinasjonen GRØNN/GUL, og denne fargekombinasjonen skal ikke benyttes for andre formål.

Isolerte beskyttelsesjordledere og isolerte utjevningsledere for beskyttelsesformål skal være merket som beskyttelsesledere.

Hvor det anvendes isolerte hengeledningssystemer (for eksempel EX) behøver beskyttelsesleder ikke fargemerkes i hele sin lengde, men skal anordnes med annen merking som entydig identifiserer beskyttelseslederen.

Det er ikke nødvendig å fargemerke en uisolert beskyttelsesleder dersom beskyttelseslederen er lett gjenkjennelig pga. form, konstruksjon eller forlegning. Utelatelse av merking skal ikke øke risikoen for andre farer, for eksempel elektrisk sjokk.

MERKNAD - For spesielle typer ledere, se avsnittene 514.3.6 til 514.3.9.

514.3.4 PEN-, PEL- og PEM-leder

Isolerte PEN-, PEL- og PEM-ledere skal merkes med fargekombinasjonen GRØNN/GUL gjennom hele lengden og i tillegg merkes BLÅ ved koblingspunktene.

VEILEDNING - Tilleggsmerkingen ved koblingspunktene kan utelates i ledningssystemer som benyttes i allmenne distribusjonsnett eller tilsvarende distribusjonsnett, for eksempel i industrianlegg.

Hvor det anvendes isolerte hengeledningssystemer (for eksempel EX) behøver PEN-leder ikke fargemerkes i hele sin lengde, men skal anordnes med annen merking som entydig identifiserer PEN-lederen.

514.3.5 Andre ledere

Andre ledere skal merkes med farge eller koding i samsvar med kravene i 514.3.6 til 514.3.9

514.3.6 Merking av ledere i flerlederkabel

Merking av ledere i kabler for fast forlegning og fleksible kabler med 2 til 5 ledere skal være i samsvar med NEK HD 308. Faselederne skal merkes i hele sin lengde med fargene BRUN, SORT eller GRÅ, nøytralleder med fargen BLÅ og beskyttelsesleder med fargekombinasjonen GRØNN/GUL.

VEILEDNING - Anbefalt rekkefølge: L1: SORT, L2: BRUN og L3: GRÅ. Annen rekkefølge kan anvendes.

For kabler med 2 til 5 ledere og som benyttes i styre- og kontrollkretser, skal hver leder enten være fargemerket, eller være merket med påskrift.

For kabler med flere enn 5 ledere skal hver leder fargemerkes, eller merkes med nummer i samsvar med NEK EN 60445. Ledere merket med nummer og som benyttes som beskyttelsesleder eller som nøytralleder, skal merkes med hhv. fargekombinasjonen GRØNN/GUL eller fargen BLÅ ved koblingspunktene. Ledere merket med nummer og som benyttes som PEN-, PEL- eller PEM-leder skal merkes med fargekombinasjonen GRØNN/GUL og fargen BLÅ ved koblingspunktene.

For kabler med 2 til 5 ledere beregnet til bruk i styre- og kontrollkretser, og som ikke inneholder en blå fargemerket leder, kan en annen leder benyttes som nøytralleder.

514.3.7 Merking av énlederkabler og isolerte ledere

Faseledere skal merkes i hele sin lengde med fargene BRUN, SORT, eller GRÅ. Det kan benyttes kun én av fargene for alle fasene i en kurs.

Fargene GRØNN eller GUL skal ikke benyttes.

Énlederkabler og isolerte ledere som iht. relevant produktstandard ikke utføres med isolasjon med fargekombinasjonen GRØNN/GUL eller med fargen BLÅ, for eksempel kabler med ledertverrsnitt > 16 mm^2, kan benyttes som:

- beskyttelsesleder dersom den er merket med fargekombinasjonen GRØNN/GUL ved koblingspunktene,
- PEN-, PEL- eller PEM-leder dersom den er merket med fargekombinasjonen GRØNN/GUL og fargen BLÅ ved koblingspunktene, eller
- nøytralleder dersom den er forsynt med BLÅ fargemerking ved koblingspunktene

Merkingen skal være permanent og ikke kunne forringes under installasjonen.

514.3.8 Bruk av en leder farget BLÅ for visse anvendelser

For visse anvendelser, så lenge det ikke er fare for forveksling og det ikke finnes noen nøytralleder, kan en leder farget BLÅ benyttes som en faseleder eller for annet formål, dog ikke som beskyttelsesleder.

514.3.9 Utelatelse av merking

Merking med farge eller påskrift er ikke nødvendig:

- for konsentriske ledere i kabler,
- for metallskjerm eller armering i kabler som benyttes som beskyttelsesleder,
- for uisolerte ledere hvor permanent merking ikke er mulig pga. ytre påvirkninger, som for eksempel aggressiv korrosiv atmosfære eller forurensning,
- for metalliske bygningskonstruksjoner, eller andre ledende deler som er benyttet som beskyttelsesleder,
- for utsatte ledende deler benyttet som beskyttelsesleder, og
- for uisolert luftledning.

Merking med farge er ikke nødvendig for ledere i flatkabler uten kappe, eller for kabler som har en isolasjon som ikke kan farges, for eksempel mineralisolerte kabler. For disse kablene skal ledere som benyttes som PEN-, PEL, PEM-leder eller nøytralleder merkes ved relevant farge ved koblingspunktene (se avsnitt 514.3.7).

514.4 Vern

Vern skal anordnes og merkes slik at kursene som beskyttes er lette å identifisere.

514.5 Dokumentasjon

514.5.1 Hvor det er relevant, skal det utarbeides dokumentasjon (skjemaer, diagrammer, tabeller, tegninger etc.) i samsvar med NEK EN 81346-serien og NEK EN 61082-1 som spesielt viser:

- type og sammensetning av kretsene (punkter i installasjonen som forsynes, antall ledere og ledertverrsnitt, forlegningsmåte),
- egenskaper som er nødvendige for å velge utstyr som ivaretar beskyttelses-, frakoblings- og utkoblingsfunksjon, og med angivelse av hvor dette utstyret er plassert.

For enkle installasjoner kan ovennevnte informasjon gis i en kursfortegnelse eller lignende.

Dokumentasjon skal, som minimum, inneholde følgende informasjon:

- type og tverrsnitt på ledere,
- lengde av kurser,
- type vern og vernets egenskaper,
- vernets merkestrøm eller innstilling, og
- forventede kortslutningsstrømmer og bryteevne for vern

Slik informasjon skal foreligge for hver kurs i installasjonen. Informasjonen oppdateres etter enhver endring i installasjonen. Plassering av alle komponenter og utstyrsenheter som er en del av det skjulte anlegget, skal fremgå av dokumentasjonen.

VEILEDNING 1 - Det bør på forhånd avklares hvilke dokumenter som skal utarbeides og hvordan disse skal utformes.

VEILEDNING 2 - Følgende publikasjoner fra NEK er relevante for utforming av dokumentasjon:

- NEK 144: 2017 Elektrotekniske skjemasymboler,
- NEK EN 61082-1:2006 – Elektroteknisk dokumentasjon. Del 1: Krav til utforming, og
- NEK EN 81346-1:2022 – Referansebetegnelser. Del 1: Generelle krav
- NEK EN 81346-2:2019 – Referansebetegnelser. Del 2: Klassifisering av objekter og koder for klasser.

514.5.2 Grafiske symboler som benyttes skal være i samsvar med IEC 60617.

VEILEDNING - NEK 144:2017 inneholder et utdrag av IEC 60617 og inneholder de grafiske symboler som normalt benyttes.

515 Forebyggelse av gjensidig skadelige påvirkninger

515.1 Utstyr skal velges og monteres på en slik måte at skadelig påvirkning på den ikke-elektriske installasjonen reduseres til et minimum.

Utstyr uten bakvegg skal ikke monteres på en overflate med mindre følgende krav er oppfylt:

- spenningssetting av overflaten er forhindret, og
- brannskille er anordnet mellom utstyret og en brennbar overflate.

Disse kravene kan oppfylles på én av følgende måter:

- overflaten er ikke av metall og ikke brennbar, eller
- ved en metallisk overflate skal det anordnes en forbindelse mellom denne og beskyttelseslederen, eller installasjonens hovedutjevningsforbindelse, i samsvar med NEK 400-4-41 og NEK 400-5-54, eller
- ved en brennbar overflate skal utstyret adskilles fra overflaten med et isolerende mellomlegg med brannklassifisering FH1 i samsvar med NEK EN 60695.

515.2 Utstyr med ulike spenninger og/eller strømarter som er anordnet i en felles sammenbygning (for eksempel en fordelingstavle, et tavlefelt, en kontrollpult eller en boks), skal, hvor det er nødvendig, holdes adskilt fra hverandre for å unngå gjensidige skadelige påvirkninger.

515.3 Elektromagnetisk kompatibilitet

515.3.1 Valg av immunitets- og emisjonsnivåer

515.3.1.1 Ved valg av immunitetsnivå for utstyr skal det tas hensyn til de elektromagnetiske påvirkninger (se Tabell 51A) som kan oppstå når utstyret er tilkoblet og montert for normal bruk, og tilsiktet driftssikkerhet.

515.3.1.2 Utstyret skal velges med tilstrekkelig lavt emisjonsnivå, slik at det ikke skaper elektromagnetiske forstyrrelser, ledningsbundet eller ved stråling, til annet utstyr i eller utenfor bygningen. Om nødvendig skal det iverksettes tiltak for å minske emisjonen (se NEK 400-4-44, avsnitt 444).

MERKNAD - Elektrisk utstyr bør tilfredsstille NEK EN 55011, NEK EN 55012, NEK EN 55013, NEK EN 55014-1, NEK EN 55014 2, NEK EN 55015, NEK EN 55022 og relevante standarder fra IEC TC77 (61000-serien).

516 Tiltak i forbindelse med strømmer i beskyttelsesleder

Av hensyn til sikkerhet og funksjonalitet, skal utformingen av den elektriske installasjonen ta hensyn til strømmer i beskyttelsesleder forårsaket av elektrisk utstyr ved normal drift.

Hvilke strømstyrker som kan aksepteres i beskyttelsesledere for elektrisk utstyr er spesifisert i NEK EN 61140:2007 avsnitt 7.5.2. Disse verdiene skal legges til grunn når slik informasjon ikke foreligger fra produsent.

MERKNAD 1 - Med strømmer i beskyttelsesleder menes i avsnitt 516, strømmer som flyter i beskyttelsesleder når det ikke er feil på det elektriske utstyret og utstyret fungerer normalt.

MERKNAD 2 - For å hindre uønsket utkobling av strømstyrte jordfeilvern pga. strømmer i beskyttelsesleder, se NEK 400-5-53 avsnitt 531.2.3.2.

MERKNAD 3 - Den som utfører et anlegg bør informere eieren om at det primært bør benyttes utstyr hvor det foreligger informasjon fra produsenten om størrelse på strømmer i beskyttelsesleder. Utstyr med lave verdier bør velges for å unngå uønsket utkobling.

MERKNAD 4 - Når det gjelder forsterkede beskyttelsesledere, se NEK 400-5-54, avsnitt 543.7.

516.1 Transformator

Det kan iverksettes tiltak for å redusere strømmer i beskyttelsesledere ved å forsyne avgrensede områder via transformator med adskilte viklinger.

516.2 Signalsystemer

Spenningsførende ledere sammen med beskyttelsesledere skal ikke benyttes som returvei ved signaltransmisjon.

MERKNAD - For bruk av DC-returleder, se kravene i NEK 400-5-54 avsnitt 543.5.

517 Valg av utstyr avhengig av metode for beskyttelse mot elektrisk sjokk

517.1 Utstyr ved beskyttelse ved dobbel eller forsterket isolasjon

517.1.1 Generelt

Hvor beskyttelsesmetoden dobbel eller forsterket isolasjon i samsvar med NEK 400-4-41, avsnitt 412 er benyttet for beskyttelse mot elektrisk sjokk, skal utstyr velges og monteres i samsvar med kravene i 517.1.2, 517.1.3 og 517.1.4.

517.1.2 Elektrisk utstyr

Elektrisk utstyr skal tilfredsstille følgende krav:

a) utstyr skal være merket med symbolet ⧈ (symbol IEC 60417-5172), eller

b) utstyr som i relevante produktstandarder eller av produsenten er angitt som ekvivalent til Utstyr klasse II, eller

c) utstyr med kun grunnleggende isolasjon og anordnet med tilleggsisolasjon vha. en kapsling med kapslingsgrad minst IP2X eller IPXXB, eller vha. en installasjonsmetode som gir likeverdig beskyttelsesnivå, eller

d) utstyr med uisolerte spenningsførende deler og forsterket isolasjon vha. en kapsling med kapslingsgrad minst IP2X eller IPXXB, eller vha. en installasjonsmetode som gir likeverdig beskyttelsesnivå.

Dersom det benyttes utstyr i samsvar med c) eller d), skal utstyret også tilfredsstille kravene i 517.1.3.

517.1.3 Isolerende kapslinger

517.1.3.1 En isolerende kapsling skal:

- ikke være gjennombrutt av ledende deler som kan overføre potensial, og
- ikke ha skruer eller andre festeanordninger av isolerende materiale som må fjernes eller høyst sannsynlig vil bli fjernet under installasjon og vedlikehold, og hvor isolasjonsgraden kan svekkes dersom skruene skulle bli skiftet ut med metallskruer.

Dersom den isolerende kapslingen er gjennombrutt av metalliske forbindelser, for eksempel betjeningsutstyr, skal forbindelsene være utført slik at beskyttelsen mot elektrisk sjokk ved feil ikke er svekket.

517.1.3.2 Hvor deksler eller dører i den isolerende kapslingen kan åpnes uten bruk av verktøy eller nøkkel, skal alle ledende deler som er tilgjengelige når dekselet eller døren er åpen, være plassert bak en isolerende avskjerming som minst tilsvarer kapslingsgrad IP2X eller IPXXB, og som hindrer at personer utilsiktet kommer i kontakt med de ledende delene. Denne isolerende avskjermingen skal bare kunne fjernes ved hjelp av nøkkel eller verktøy.

517.1.3.3 Ledende deler plassert innenfor den isolerende kapslingen skal ikke være tilkoblet beskyttelsesleder. Beskyttelsesleder kan likevel føres gjennom kapslingen for å forsyne annet utstyr som har tilførselsledninger som også er ført gjennom kapslingen. På innsiden av kapslingen skal enhver slik leder og tilhørende klemmer være isolert som om de var spenningsførende, og klemmene være merket som klemmer for beskyttelsesledere.

517.1.3.4 Tilgjengelige ledende deler og mellomliggende ledende deler skal ikke være tilkoblet noen beskyttelsesleder unntatt når dette er forutsatt i spesifikasjonen for vedkommende utstyr.

517.1.3.5 Kapslingen skal ikke vanskeliggjøre betjeningen av det utstyret som den beskytter.

517.1.4 Installasjon

517.1.4.1 Installasjon av utstyr nevnt i 517.1.2 (montasje, sammenkobling av ledere mv.) skal utføres på en slik måte at beskyttelsen fastsatt i utstyrsspesifikasjonen ikke svekkes.

517.2 Utstyr ved beskyttelse ved elektrisk adskillelse

517.2.1 Hvor beskyttelsesmetoden elektrisk adskillelse i samsvar med NEK 400-4-41, avsnitt 413 er benyttet for beskyttelse mot elektrisk sjokk, gjelder kravene i 517.2.2, 517.2.3 og 517.2.4.

517.2.2 Utstyr skal tilfredsstille ett av de grunnleggende beskyttelsestiltakene i NEK 400-4-41, Tillegg 41A.1, eller tilfredsstille kravene 517.1.2.

517.2.3 Utstyr som skal gi enkel adskillelse, for eksempel en skilletransformator i samsvar med NEK IEC 61558-2-6, skal minst gi enkel adskillelse mellom innkommende og utgående klemmer og den adskilte siden skal være installert slik at den er isolert fra andre kurser og jord.

517.2.4 Utsatte ledende deler i en elektrisk adskilt krets skal ikke være forbundet hverken med beskyttelsesjordledere, utsatte ledende deler i andre kretser eller med jord.

MERKNAD - Dersom utsatte ledende deler fra den adskilte krets, tilsiktet eller utilsiktet, kan komme i berøring med utsatte ledende deler fra andre kretser, er beskyttelse mot elektrisk sjokk ikke lenger kun avhengig av beskyttelsen ved elektrisk adskillelse, men av de beskyttelsestiltak som gjelder for den sistnevnte utsatte ledende delen.

517.3 Utstyr ved beskyttelse ved ekstra lav spenning SELV og PELV

517.3.1 Strømkilder for SELV- eller PELV- systemer

For å tilfredsstille kravet i NEK 400-4-41, avsnitt 414.1.1 til at SELV- og PELV-systemer skal være elektrisk adskilt for beskyttelsesformål, kan følgende strømkilder benyttes for SELV- eller PELV- systemer:

- skilletransformator i samsvar med NEK IEC 61558-2-6, eller
- en strømkilde som har samme sikkerhetsnivå som skilletransformator (for eksempel en motorgenerator med viklinger med tilsvarende isolasjonsgrad), eller
- en elektrokjemisk strømkilde (for eksempel batteri), eller en annen strømkilde, som er adskilt fra kretser med høyere spenning (for eksempel en generator drevet av en forbrenningsmotor, eller

  MERKNAD 1 - I DC systemer med batterier, kan ladespenningen og vedlikeholdsspenningen overskride nominell batterispenning, avhengig av batteritype. Dette foranlediger ingen beskyttelsestiltak utover dem som er spesifisert i dette avsnitt. Ladespenningen bør begrenses til AC 75 V eller DC 150 V i samsvar med omgivelsessituasjonen gitt i Tabell 1 i NEK IEC/TS 61201:1992.

- mobile strømforsyningsenheter forsynt med lavspenning, for eksempel skilletransformator eller motorgeneratorer, skal velges og installeres i samsvar med kravene til beskyttelsesmetoden dobbel eller forsterket isolasjon (se avsnitt NEK 400-4-41, avsnitt 412), eller
- elektroniske innretninger utført i samsvar med aktuelle standarder hvor iverksatte sikkerhetstiltak skal sikre at spenningen på utgangsklemmene ikke kan overskride de verdier som er spesifisert i NEK 400-4-41, avsnitt 414.1.1, også ved interne feil. Høyere spenninger mellom utgangsklemmer kan benyttes hvis det er sikret at spenningen på utgangsklemmene reduseres til disse verdiene eller lavere i tilfeller feil mellom en spenningsførende del og en utsatt ledende del.

  MERKNAD 2 - DC spenning for ELV-kretser fra en halvlederomformer (se NEK EN 60146-2) krever en intern vekselspenningskilde for å forsyne likeretteren. Den interne vekselspenningen overskrider likespenningen. Den interne vekselstrømkretsen blir i denne sammenhengen ikke å anse som et system med høyere spenning. Mellom interne kretser og ytre kretser med høyere spenning vil elektrisk adskillelse for beskyttelsesformål være nødvendig.

  MERKNAD 3 - Eksempler på slikt utstyr er isolasjonsprøvingsapparater utført i samsvar med aktuelle standarder.

  MERKNAD 4 - Hvis det forekommer høyere spenninger på utgangsklemmene, kan kravet i dette punkt anses oppfylt dersom spenningen på utgangsklemmene er innenfor grensene spesifisert i NEK 400-4-41, avsnitt 414.1.1, målt med et voltmeter med indre motstand på minst 3000 Ω.

517.3.2 Elektrisk utstyr

Elektrisk utstyr i SELV- og PELV-systemer skal tilfredsstille kravene til grunnleggende isolasjon spesifisert i NEK 400-4-41, avsnitt 414.2.

517.3.3 Plugger og stikkontakter

Plugger og stikkontakter for SELV- og PELV-kretser skal ha grunnleggende isolasjon i samsvar med NEK 400-4-41, avsnitt 414.2 og tilfredsstille følgende krav:

- plugger skal ikke kunne settes inn i stikkontakter for andre systemer,
- stikkontakter skal ikke kunne benyttes for plugger for andre systemer, og
- plugger og stikkontakter for SELV-kretser skal ikke ha jordingskontakt.

NEK 400-5-52
Valg og montasje av utstyr - Ledningssystemer

520 Generelt

520.1 Omfang

NEK 400-5-52 omhandler krav til valg og montasje av ledningssystemer.

MERKNAD - NEK 400-5-52 gjelder også for beskyttelsesledere, men NEK 400-5-54 gir ytterligere krav for disse.

520.4 Generelt

Ved valg og montasje av ledningssystemer skal det tas hensyn til de grunnleggende prinsippene i NEK 400-3 vedrørende:

- kabler og ledere,
- termineringer og koblinger,
- festeutstyr,
- kapslinger og beskyttelsesmetoder mot ytre påvirkninger.

521 Utforming av ledningssystemer

521.1 Ledningssystemer med kabler og/eller isolerte ledere

521.1.1 Installasjonsmetoden for et ledningssystem skal, avhengig av benyttet leder- eller kabeltype, være i samsvar med Tabell 52A, forutsatt at det er tatt hensyn til ytre påvirkninger i samsvar med avsnitt 522.

521.1.2 Installasjonsmetoden for et ledningssystem skal etter forholdene være i samsvar med Tabell 52A-2. Andre installasjonsmetoder for kabler og ledere som ikke er angitt i Tabell 52A-2 kan benyttes, forutsatt at de oppfyller alle kravene i NEK 400-5-52.

521.1.3 Tabell 52A-2 viser installasjonsmetoder sammen med referanseinstallasjonsmetoder som benyttes for finne strømføringsevner.

MERKNAD - Tabell 52A-2 angir referanseinstallasjonsmetoden hvor det anses at den samme strømføringsevnen trygt kan benyttes. Det betyr ikke at andre installasjonsmetoder ikke kan benyttes.

521.4 Kanalskinnesystemer

Kanalskinnesystemer skal være i samsvar med NEK 439-6 eller NEK EN 61534-serien. Kanalskinnesystemer skal velges og monteres i samsvar med produsentens anvisninger, og det skal tas hensyn til de ytre påvirkninger.

521.5 AC-kurser og elektromagnetiske effekter (forebygging av virvelstrømmer)

521.5.1 Alle ledere, inklusive beskyttelsesledere, i AC-kurser som er montert i kapsling/installasjonsrør av ferromagnetisk materiale, skal være forlagt inne i samme kapsling/installasjonsrør. Der slike ledere går inn i en ferromagnetisk kapsling, skal de kun forlegges slik at de samlet er omsluttet av de ferromagnetiske materialene.

521.5.2 Énlederkabler armert med ståltråder eller stålbånd skal ikke benyttes i AC-kurser.

MERKNAD - Armering av stål (tråder eller bånd) rundt énlederkabler ansees som en ferromagnetisk kapsling. Som metallarmering rundt énlederkabler anbefales aluminium.

521.6 Installasjonsrør, ledningskanalsystemer, lukkede ledningskanalsystemer, kabelbrosystemer og kabelstigesystemer

Flere kurser kan føres i samme installasjonsrør eller ledningskanalsystem forutsatt at alle ledere er isolert tilsvarende kursen med høyest nominell spenning.

Installasjonsrør skal være i samsvar med NEK EN 61386-serien, ledningskanaler og lukkede ledningskanaler skal være i samsvar med NEK IEC 61084-serien, og kabelbroer og kabelstiger skal være i samsvar med NEK EN 61537.

MERKNAD - Veiledning på valg av lukkede ledningskanalsystemer er gitt i Tillegg 52E.

521.7 Flere kurser i én kabel

Flere kurser kan føres i samme kabel forutsatt at alle ledere er isolert tilsvarende kursen med høyest nominell spenning.

VEILEDNING - Der det er fare for forveksling, anbefales det å merke frakoblingsutstyret for kursene med en advarsel om at det finnes ledere for andre kurser i kabelen.

521.8 Organisering av kurser

521.8.1 Unntatt hvor det benyttes parallelle flerlederkabler for en kurs, skal ledere fra en kurs ikke være distribuert gjennom forskjellige flerlederkabler, installasjonsrør eller ledningskanaler. Hvor det er installert parallelle flerlederkabler, skal hver kabel inneholde en leder for hver fase og eventuell nøytralleder.

521.8.2 Flere hovedkurser skal ikke benytte en felles nøytralleder.

Énfase AC-forbrukerkurser koblet mellom en og samme faseleder og nøytralleder fra en flerfase AC-kurs kan benytte en og samme nøytralleder dersom disse kursene er lett identifiserbare ved merking. Flerfase kursen skal i slike tilfeller anordnes med allpolig frakobling i samsvar med kravene i NEK 400-5-53, avsnitt 537.2.2.

MERKNAD - For bruk av en felles beskyttelsesleder for flere kurser, se NEK 400-5-54.

521.8.3 Unntatt for koblingsinnretninger i samsvar med NEK EN 60998-serien, og rekkeklemmer i samsvar med NEK EN 60947-7, skal, hvor flere kurser er koblet i samme koblingsboks, tilkoblingspunktene for hver enkelt kurs separeres med isolerende skillevegger.

521.9 Fleksible kabler eller ledere

521.9.1 Fleksible kabler kan benyttes til fast installasjon dersom kravene i NEK 400 tilfredsstilles.

MERKNAD - Isolerte fleksible ledere i samsvar med NEK HD 516 kan også bli fast installert.

521.9.2 Unntatt for utstyr forsynt av kontaktskinner, skal elektrisk utstyr som er beregnet til flytting under bruk, tilkobles ved bruk av fleksible kabler eller ledninger.

521.9.3 Stasjonært elektrisk utstyr beregnet til midlertidig flytting grunnet tilkobling, vasking etc., for eksempel komfyrer eller innfelte/integrerte enheter, skal tilkobles med fleksible kabler eller ledere.

521.9.4 Fleksible installasjonsrørsystemer kan benyttes til å beskytte fleksible isolerte ledere.

521.10 Kabelinstallasjoner

Unntatt for beskyttelsesledere i samsvar med NEK 400-5-54, skal isolerte ledere (uskjermet) som benyttes til fast installasjon, være ført i installasjonsrør eller ledningskanalsystem.

521.11 Beskyttelse mot elektrisk sjokk ved dobbel eller forsterket isolasjon

Hvor beskyttelse mot elektrisk sjokk er anordnet med dobbel eller forsterket isolasjon, skal ledningssystemet være:

- kabler som av produsenten er spesifisert til å tilfredsstille kravene til dobbel eller forsterket isolasjon mellom spenningsførende ledere og beskyttelsesleder eller jord, eller
- isolerte ledere med dobbel eller forsterket isolasjon, eller
- isolerte ledere ført i isolerte installasjonsrør, ledningskanalsystem eller et lukket ledningskanalsystem, eller
- kanalskinnesystemer som av produsenten er spesifisert til å tilfredsstille kravene til dobbel eller forsterket isolasjon mellom spenningsførende ledere og beskyttelsesleder eller jord.

MERKNAD - Slike ledningssystemer er ikke identifisert med symbolet  IEC 60417-5172 eller symbolet  IEC 60417-6032.

521.12 Beskyttelse mot elektrisk sjokk ved elektrisk adskillelse

521.12.1 Det bør benyttes adskilte ledningssystemer. Hvis adskilte kretser og andre kretser er ført i samme ledningssystem, skal det benyttes flerlederkabel uten metallkappe, isolerte ledere i isolerte installasjonsrør eller isolert kabelkanalsystem, forutsatt at:

- merkespenningen ikke er mindre enn høyeste nominelle spenning, og
- hver kurs er beskyttet mot overstrøm.

521.12.2 Fleksible ledninger skal være synlige i deres fulle lengde av hensyn til mulig mekanisk skade.

521.13 Beskyttelse mot elektrisk sjokk ved SELV eller PELV

521.13.1 Ledere i SELV- og PELV-kretser skal være anordnet med:

- grunnleggende isolasjon mellom spenningsførende deler og andre SELV- eller PELV-kretser, og
- elektrisk adskillelse for beskyttelsesformål fra spenningsførende deler i andre kretser som ikke er SELV- og PELV-kretser, i form av dobbel eller forsterket isolasjon, eller grunnleggende isolasjon og beskyttelsesskjerming, beregnet til den høyeste opptredende spenning.

521.13.2 Ledere i SELV-kretser skal ha grunnleggende isolasjon mellom spenningsførende deler og jord.

521.13.3 Ledere i PELV-kretser og/eller utsatte ledende deler i utstyr forsynt fra PELV-kurser kan være forbundet til jord.

MERKNAD - Jording av PELV-kretser kan oppnås ved en forbindelse til jord eller til en jordet beskyttelsesleder inne i strømkilden.

521.13.4 Elektrisk adskillelse for beskyttelsesformål av ledningssystemer for SELV- og PELV-kretser fra spenningsførende deler i andre kretser kan ivaretas ved ett av følgende tiltak:

- ledere i SELV- og PELV-kretser skal være omgitt av en ikke-metallisk kappe eller isolerende kapsling i tillegg til grunnleggende isolasjon, eller
- ledere i SELV- og PELV-kretser skal være adskilt fra ledere i kurser med høyere spenninger enn ELV ved en jordet metallisk kappe eller jordet metallisk skjerm, eller
- ledere i kurser med spenninger høyere enn ELV kan føres i flerlederkabel eller en annen ledergruppering, dersom lederne i SELV- og PELV-kretsene er isolert for den høyeste forekommende spenningen, eller
- ledningssystem for andre kurser er i samsvar med avsnitt 521.12, eller
- fysisk adskillelse.

521.14 Beskyttelse ved jord- og kortslutningssikker installasjon

Hvor beskyttelse mot kortslutninger er anordnet ved jord- og kortslutningssikker installasjon i samsvar med NEK 400-4-43, avsnitt Tillegg 43A, skal ledersystemet være:

- énlederkabler uten metallisk kappe/armering/omfletting, eller
- isolerte enkeltledere ført i isolerende rør med bare én leder i hvert rør, eller
- isolerte enkeltledere montert på støtter av isolerende materiale og med tilstrekkelig avstand mellom lederne innbyrdes og til underlag, unntatt til egne fester, eller
- isolerte enkeltledere montert på isolatorer, med isolatorgjennomføringer og med tilstrekkelig avstand mellom lederne innbyrdes og til underlag, unntatt til egne fester, og med tilleggsbeskyttelse mot jord- og kortslutning vha. fremmede ledende deler.

Alle termineringer av ledersystemet skal være anordnet med beskyttelse som reduserer faren for jord- og kortslutning vha. fremmede ledende deler.

522 Valg og montasje av ledningssystemer ut fra ytre påvirkninger

522.0 Generelt

Den valgte installasjonsmetoden skal sikre beskyttelse av ledningssystemet mot de forventede ytre påvirkningene. Spesiell aktsomhet skal tas ved retningsendringer og hvor ledningssystemet føres inn i utstyr.

MERKNAD - De ytre påvirkninger spesifisert i NEK 400-5-51, Tabell 51A som er av betydning for ledningssystemer, er behandlet her.

522.1 Omgivelsestemperatur (AA)

522.1.1 Ledningssystemer skal være valgt og montert slik at de er anvendbare ved høyeste og laveste omgivelsestemperatur, og for å sikre at ledernes varige driftstemperatur ikke overstiger temperaturgrensene definert i Tabell 52A. Det skal dessuten være sørget for at den høyeste tillatte temperatur i tilfeller feil ikke overskrides.

522.1.2 Ledningssystemer inkludert kabler og installasjonsmateriell, skal bare installeres eller håndteres ved temperaturer som er innenfor grenser fastsatt i aktuelle utstyrsstandarder eller spesifisert av produsent.

522.2 Ytre varmekilder

522.2.1 For å unngå skadelig oppvarming fra ytre varmekilder, skal ledningssystem være beskyttet på én eller flere av følgende måter:

- varmeavskjerming, eller
- plassering i tilstrekkelig avstand fra varmekilden, eller
- valg av ledningssystem som tåler den tilleggsoppvarming som kan forekomme, eller
- lokal forsterkning av isolasjon, for eksempel ved bruk av varmebestandig isolasjonsmateriale, eller
- tilsvarende effektive tiltak.

MERKNAD - Slik varmepåvirkning kan skje ved stråling, konveksjon eller varmeledning fra for eksempel:

- kjeler, rør, utstyr mv. for damp eller varmt vann, eller
- lyskilder og annet elektrisk eller ikke elektrisk utstyr, eller
- produksjonsprosesser, eller
- varmeoverføring ved avledning gjennom materialer, eller
- soloppvarming ved stråling, enten av omgivelsene eller av selve ledningssystemet.

522.3 Tilstedeværelse av vann (AD) eller høy luftfuktighet (AB)

522.3.1 Ledningssystem skal være valgt og montert slik at det ikke kan oppstå skader som følge av kondensering eller inntrengning av vann. Det ferdig monterte ledningssystemet skal tilfredsstille kravene til beskyttelsesgrad (IP klasse) på det aktuelle stedet.

MERKNAD - Normalt vil ledningsisolasjon og ytre kappe på kabler beregnet til vanlig fast forlegning kunne anses som tilstrekkelig sikre mot inntrengning av fuktighet. Kabler som er nedsenket i vann eller som ofte utsettes for spyling o.l., bør likevel vurderes spesielt.

522.3.2 Der samling av vann og innvendig kondens kan opptre i et ledningssystem, skal det iverksettes tiltak for at dette kan ledes vekk.

522.3.3 Ledningssystem som kan bli utsatt for bølger (AD6), skal være beskyttet mot mekanisk skade som fastsatt i ett eller flere av avsnittene 522.6, 522.7 eller 522.8.

522.4 Tilstedeværelse av faste fremmedlegemer (AE)

522.4.1 Ledningssystem skal være valgt og montert slik at den fare som kan oppstå pga. inntrengning av faste fremmedlegemer er minst mulig. Det ferdig monterte ledningssystemet skal tilfredsstille kravene til beskyttelsesgrad (IP klasse) på det aktuelle stedet.

522.4.2 I områder hvor det er betydelige mengder støv (AE4), skal det være truffet tiltak mot at det samler seg støv på ledningssystemet i så store mengder at det hindrer nødvendig varmeavgivelse.

MERKNAD - Det kan være nødvendig å velge et ledningssystem som gjør det enkelt å fjerne støv, se avsnitt 529.

522.5 Tilstedeværelse av korroderende eller forurensende stoffer (AF)

522.5.1 Hvor det er korroderende eller forurensende stoffer, inklusive vann, som kan føre til korrosjon eller nedbryting, skal de deler av ledningssystemet som kan bli påvirket, være av motstandsdyktige materialer eller være tilfredsstillende beskyttet.

MERKNAD - Egnet tilleggsbeskyttelse ved montasjen kan for eksempel være beskyttende tape, maling eller fett. Beskyttelsen bør koordineres med produsenten.

522.5.2 Ulike metaller som kan føre til en elektrolytisk reaksjon, skal ikke være i kontakt med hverandre med mindre det er truffet spesielle tiltak for å unngå følgene av slik kontakt.

522.5.3 Materialer som kan føre til nedbryting, eller skadelig svekkelse, av det ene eller begge materialer, skal ikke plasseres i berøring med hverandre.

522.6 Mekanisk slag eller støt (AG)

522.6.1 Ledningssystem skal være slik valgt og montert at skade ved mekaniske påvirkninger, for eksempel slag/støt, gjennomhulling eller sammentrykking, blir minst mulig ved installasjon, bruk og vedlikehold.

522.6.2 I faste installasjoner hvor middels kraftige (AG2) eller kraftige (AG3) mekaniske slag og støt kan oppstå, skal beskyttelsen anordnes ved hjelp av:

- ledningssystemets mekaniske egenskaper, eller
- den valgte plassering, eller
- ekstra lokal eller generell mekanisk beskyttelse, eller
- en kombinasjon av de ovennevnte.

EKSEMPLER: Områder hvor det er sannsynlig at gulvet gjennomhulles ved boring, gjennomspikring, hulltaking etc., og områder hvor det benyttes gaffeltruck.

MERKNAD - Mekanisk tilleggsbeskyttelse ved bruk av hensiktsmessige ledningskanaler, lukkede ledningskanaler eller installasjonsrør kan benyttes.

522.6.3 Kabler montert under gulv eller over himling skal monteres slik at de ikke kan skades ved kontakt med gulvet eller himlingen, eller dets tilbehør.

522.6.4 Det elektriske utstyrets beskyttelsesgrad skal være opprettholdt etter installasjon av kabler og ledere.

522.7 Vibrasjon (AH)

522.7.1 Ledningssystem som er opphengt i, eller festet til en konstruksjonsdel som kan utsettes for middels kraftige vibrasjoner (AH2) eller kraftige vibrasjoner (AH3), skal være egnet for slike forhold, spesielt med hensyn til kabler og tilkoblinger.

MERKNAD - Det tas spesielt hensyn til tilkoblinger i utstyr som vibrerer. Lokale tilpasninger kan foretas, for eksempel fleksible ledningssystemer.

522.7.2 For fast tilkobling av hengende forbruksapparater til installasjonen, for eksempel belysningsarmaturer, skal det benyttes kabler med fleksible ledere. Der det ikke forventes vibrasjoner eller bevegelser, kan det benyttes kabler uten fleksible ledere.

522.8 Andre mekaniske påvirkninger (AJ)

522.8.1 Ledningssystem skal være valgt og montert slik at det ikke oppstår skade på isolasjon, kabelkappe eller tilkoblinger under montasje, bruk og vedlikehold.

Smøremidler som inneholder silikonolje skal ikke benyttes for å trekke kabler eller ledere i installasjonsrørsystemer, ledningskanalsystemer, lukkede ledningskanalsystemer, kabelbro- og kabelstigesystemer.

522.8.2 Unntatt for systemer som er ferdigtrukket før montasje, skal Installasjonsrørsystemer og lukkede ledningskanalsystemer som monteres inne i en bygningsstruktur, være komplett ferdig montert mellom tilkoblingspunktene før isolerte ledere eller kabler blir trukket inn.

522.8.3 Ethvert bend i et ledningssystem skal ha så stor radius at ledere eller kabler ikke blir skadet og at tilkoblingene ikke blir skadelig påvirket.

522.8.4 Hvor ledere eller kabler er forlagt uten å være understøttet i hele sin lengde, skal de anordnes med egnet understøttelse i slik innbyrdes avstand og på slik måte at de ikke blir skadet pga. sin egen vekt, eller pga. elektrodynamiske krefter ved kortslutninger.

Forholdsregler pga. elektrodynamiske krefter ved kortslutning er kun nødvendig når det benyttes énlederkabler med ledertverrsnitt > 50 mm^2.

522.8.5 Når ledningssystem blir utsatt for konstant strekk (for eksempel av sin egen vekt ved vertikal forlegning), skal det benyttes egnede kabel- eller ledertype med tilfredsstillende ledertverrsnitt og monteringsmetoder slik at lederne eller kablene ikke skades pga. uakseptabel strekkbelastning.

522.8.6 Ledningssystem beregnet til inn-/uttrekking av ledere eller kabler skal ha tilstrekkelig tilgjengelighet slik at inn-/uttrekking er mulig.

522.8.7 Ledningssystem i gulv skal være beskyttet mot skader på grunn av den forventede bruk av gulvet.

522.8.8 Ledningssystem som ikke er fleksible og som er forlagt i vegger, skal løpe horisontalt eller vertikalt eller parallelt til rommets kanter.

Ledningssystemer i tak eller gulv kan følge korteste praktiske vei.

522.8.9 Ledningssystem skal være montert slik at skadelig strekk av lederne og tilkoblingene unngås.

522.8.10 Kabler, installasjonsrør og ledningskanaler i jorden skal enten være beskyttet mot mekanisk skade, eller være nedgravd tilstrekkelig dypt slik at risikoen for mekanisk skade er redusert til et minimum. Nedgravde kabler skal merkes med kabelplater eller egnet merkebånd. Nedgravde installasjonsrør og ledningskanaler skal identifiseres på en egnet måte.

MERKNAD 1 - NEK EN 61386-24 er standarden for ledere nedgravd i jorden.

MERKNAD 2 - Mekanisk beskyttelse kan utføres ved å benytte installasjonsrørsystemer nedgravd i jorden i samsvar med NEK EN 61386-24, armerte kabler, eller andre egnede metoder slik som dekkplater.

522.8.11 Kabelfester og kapslinger skal ikke ha skarpe kanter som kan skade kabler eller isolerte ledere.

522.8.12 Kabler og ledere skal ikke skades av festeutstyr.

522.8.13 Kabler, kanalskinnesystemer, eller andre elektriske ledere, som føres over ekspansjonsfuger, skal velges og monteres slik at forventede bevegelser ikke forårsaker skade på det elektriske utstyret, for eksempel ved bruk av fleksible ledningssystemer.

522.8.14 Hvor ledere passerer gjennom faste skiller, skal de være beskyttet mot mekanisk skade, for eksempel ved bruk av metallskjermede eller armerte kabler, eller ved bruk av installasjonsrør eller gjennomføringer.

MERKNAD - Ingen ledningssystemer bør føres gjennom bærende bygningsdeler dersom ikke bæreevnen er sikret etter slik gjennomføring.

522.9 Tilstedeværelse av planter og/eller sopp og mugg (flora) (AK)

522.9.1 Hvor forholdene erfaringsmessig eller forventet utgjør en risiko (AK2), skal ledningssystemet være valgt deretter, eller spesielle beskyttelsestiltak skal være etablert.

MERKNAD 1 - En installasjonsmetode som letter fjerning av slik vekst, kan være nødvendig (se 529).

MERKNAD 2 - Mulige forebyggende metoder er lukkede installasjonstyper (installasjonsrørsystemer eller lukkede ledningskanalsystemer) med tilstrekkelig avstand til planter og prosedyrer for rengjøring av det relevante ledningssystemet.

522.10 Tilstedeværelse av fauna (AL)

522.10.1 Hvor forholdene erfaringsmessig eller forventet utgjør en risiko (AL2), skal ledningssystemet være valgt deretter, eller spesielle beskyttelsestiltak skal være etablert, for eksempel ved:

- ledningssystemets mekaniske egenskaper, eller
- den valgte plassering, eller
- ekstra lokal eller generell mekanisk beskyttelse, eller
- en kombinasjon av de ovennevnte.

522.11 Solstråling (AN) og ultrafiolett stråling.

522.11.1 Hvor det oppleves eller forventes betydelig solstråling (AN2) eller ultrafiolett stråling, skal et ledningssystem egnet for disse forholdene velges og monteres, eller tilstrekkelig avskjerming skal etableres. Spesielle forholdsregler kan være nødvendig for utstyr med hensyn til ioniserende stråling.

MERKNAD - Se også 522.2.1 om temperaturstigning.

522.12 Seismiske forhold (jordskjelv) (AP)

522.12.1 Ledningssystemet skal velges og monteres med hensyn til seismiske farer i området for installasjonen.

522.12.2 Hvor de seismiske farer erfaringsmessig tilsvarer AP2, AP3 eller AP4, skal det tas spesielle hensyn til:

- festing av ledningssystemet til bygningsstrukturen, og
- forbindelsene mellom det faste ledningssystemet og alle deler av viktig utstyr, for eksempel nødstrømsystemer, skal velges ut fra fleksibilitetshensyn.

522.13 Vind (AR)

Se 522.7 og 522.8.

522.14 Egenskaper ved materialer som bearbeides eller lagres (BE)

Se NEK 400-4-42, avsnitt 428 og avsnitt 527.

522.15 Bygningsutforming (CB)

522.15.1 Hvor det er fare for skader på grunn av bevegelser i konstruksjonen (CB3), skal kabelunderstøttelsen og det anvendte beskyttelsessystemet tillate relative bevegelser slik at ledere eller kabler ikke utsettes for skadelige mekaniske påkjenninger.

522.15.2 For fleksible eller bevegelige strukturer (CB4), skal det benyttes fleksible ledningssystemer.

523 Strømføringsevne

523.1 Strømmen som skal føres i en leder i langvarige perioder ved normal drift, skal være slik at de temperaturgrenser som er spesifisert i Tabell 52A ikke overskrides. Strømverdien skal velges i samsvar med 523.2, eller fastlegges i samsvar med 523.3.

Tabell 52A - Maksimal driftstemperatur for forskjellige isolasjonstyper

Isolasjonstype	Temperaturgrenser (ºC) [a), d)]
Polyvinylklorid (PVC)	70, leder
Tverrbundet polyetylen (PEX) og etylen-propylen gummi (EPR)	90, leder [b)]
Mineral (PVC belagt eller blank som kan berøres)	70, skjerm
Mineral (blank, ikke utsatt for berøring og ikke i kontakt med brennbart materiale)	105, skjerm [b), c)]

a) Den maksimale tillatte ledertemperatur gitt i Tabell 52A, som verdiene i tabellene i Tillegg 52B er basert på, er hentet fra NEK IEC 60502 og NEK EN 60702.

b) Når en leder opererer med en temperatur som overstiger 70 ºC skal en forsikre seg om at det utstyret som lederen er tilkoblet, er tilpasset den resulterende temperaturen som oppstår i klemmene.

c) For mineralisolerte kabler kan høyere driftstemperatur tillates avhengig av kabelens temperaturmerkedata, dens tilkoblinger, miljøkrav og andre ytre påvirkninger.

d) For visse typer kabler der det kan dokumenteres at det er i samsvar med produsentens spesifikasjoner, kan det tillates en høyere temperaturer ved normal drift. Se også b)

MERKNAD 1 - Denne tabellen inkluderer ikke alle typer kabler.

MERKNAD 2 - Dette gjelder ikke for kanalskinnesystemer eller lysskinnesystemer der strømføringsevnen skal være fastsatt av produsenten i samsvar med NEK 439-6 eller NEK EN 61534-1.

MERKNAD 3 - For temperaturgrenser for andre typer av isolasjon, vises det til kabelspesifikasjon eller produsent.

523.2 Kravene i 523.1 er tilfredsstilt dersom strømmen i isolerte ledere og uarmerte kabler er ≤ verdiene gitt i Tillegg 52B med referanse til Tabell 52A-2, korrigert med korreksjonsfaktorer gitt i Tillegg 52B.

MERKNAD - Det kan være toleranse i strømføringsevner avhengig av miljøforhold og den konkrete kabelkonstruksjon.

523.3 Strømføringsevnen kan også fastsettes i samsvar med NEK IEC 60287-serien, ved prøvinger, eller ved beregninger basert på en anerkjent metode forutsatt at metoden er beskrevet. Hvor det er anvendelig, skal det tas hensyn til belastningens karakteristikk, og for kabler i jord også jordsmonnets termiske resistans.

523.4 Omgivelsestemperaturen er temperaturen i omgivelsene når kablene eller de isolerte lederne som vurderes, er ubelastet.

523.5 Grupper inneholdende mer enn en kurs

Gruppereduksjonsfaktoren (se Tabell 52B-17 til Tabell 52B-21) gjelder for grupper av isolerte ledere eller kabler som har den samme maksimalt tillatte driftstemperatur.

For grupper som inneholder kabler eller isolerte ledere som har forskjellig maksimal tillatt driftstemperatur ved normal drift, skal strømføringsevnene for kablene og/eller de isolerte lederne være basert på den laveste maksimale tillatte driftstemperatur for kablene i gruppen sammen med den relevante gruppereduksjonsfaktor.

Dersom en kabel eller isolert leder, basert på en kjent driftstilstand, forventes å føre en strøm som er ≤ 30 % av den strømføringsevnen den vil ha når en gruppereduksjonsfaktor er anvendt, kan denne kabelen ignoreres når gruppereduksjonsfaktoren skal fastsettes for resten av gruppen.

523.6 Antall belastede ledere

523.6.1 Antall ledere som skal vurderes i en kurs er de som fører belastningsstrøm. I en flerfasekurs behøver ikke nøytrallederen vurderes dersom kursen antas å føre balanserte strømmer med neglisjerbare harmoniske. Basert på disse forutsetningene vil en firelederkabel ha samme strømføringsevne som en trelederkabel når hver faseleder har det samme ledertverrsnitt. Fire- og femlederkabler kan ha høyere strømføringsevne når bare tre ledere er belastet, forutsatt at belastningsstrømmen ikke inneholder harmoniske strømmer. Hvor belastningsstrømmen inneholder harmoniske strømmer, se 523.6.4.

523.6.2 Når nøytrallederen i en flerlederkabel fører strøm som følge av en ubalanse i fasestrømmene, vil temperaturøkningen pga. strømmen i nøytrallederen bli motvirket av reduksjonen av varmeutviklingen i én eller flere faseledere. I slike tilfeller skal ledertverrsnittet fastlegges på basis av den høyeste fasestrømmen.

523.6.3 I alle tilfeller skal nøytraleder ha et tilfredsstillende ledertverrsnitt i samsvar med 523.1.

523.6.4 Når nøytralleder fører strøm uten at det er en tilsvarende reduksjon av belastning i faselederne, skal nøytrallederen tas med i vurdering ved fastsettelse av kursens strømføringsevne. Slike strømmer i nøytrallederen kan oppstå pga. harmoniske strømmer i trefasekurser. Hvis belastningsstrømmen inneholder harmoniske, skal ledertverrsnittet for nøytrallederen ikke være mindre enn ledertverrsnittet for faselederne. Den termiske virkningen pga. tilstedeværelsen av harmoniske strømmer og de tilsvarende reduksjonsfaktorer for større harmoniske strømmer er gitt i Tillegg 52D.

523.6.5 Ledere som bare har funksjon som beskyttelsesledere skal ikke tas med i vurderingen ved fastsettelse av strømføringsevner. PEN-ledere skal vurderes på samme måte som nøytralledere.

523.7 Ledere i parallell

Når to eller flere spenningsførende ledere eller PEN-ledere er koblet i parallell i et system, skal enten:

a) forholdsregler tas for å sikre en lik strømfordeling mellom dem.

   Dette kravet anses oppfylt når lederne er av samme materiale, har likt ledertverrsnitt, har omtrentlig samme lengde og har ingen avgreninger, og hvis:

   - de parallellkoblede lederne er flerlederkabler, tvunnet énlederkabler eller tvunnet isolerte ledere, eller
   - de parallellkoblede lederne er isolerte ledere som ikke er tvunnet sammen, eller énlederkabler forlagt i trekant eller i flat forlegning, og har et ledertverrsnitt mindre eller lik 50 mm^2 Cu eller 70 mm^2 Al, eller
   - de parallellkoblede lederne er énlederkabler som ikke er tvunnet sammen, eller isolerte ledere forlagt i trekant eller i flat forlegning, og har et ledertverrsnitt større eller lik 50 mm^2 Cu eller 70 mm^2 Al, og de spesielle konfigurasjonene for slike formasjoner tilpasses. Disse konfigurasjonene består av hensiktsmessige grupperinger og avstander av de forskjellige faselederne (se Tillegg 52G).

b) eller spesielle vurderinger foretas mht. strømfordelingen for å tilfredsstille kravene i 523.1.

Dette kravet utelukker ikke bruk av ringkurser, med eller uten avgreninger.

Der tilfredsstillende strømfordeling ikke kan oppnås, eller hvor fire eller flere ledere skal kobles i parallell, skal bruk av kanalskinnesystemer vurderes.

523.8 Variasjon i installasjonsforholdene langs en føringsvei

Unntatt for veggjennomføringer < 35 cm, skal, når forholdene for avledning av varme varierer langs en føringsvei, strømføringsevnen fastsettes på grunnlag av de ugunstigste forholdene.

523.9 Énlederkabler med metallisk kappe/armering

Den metalliske kappen og/eller den umagnetiske armeringen i énlederkabler i samme kurs skal sammenkobles i begge ender av kabelen. Alternativt, for å forbedre strømføringsevnen, kan kappen eller armeringen i kabler med ledertverrsnitt > 50 mm² og en ikke-ledende ytre kappe sammenkobles i den ene enden og anordnes med egnet isolasjon i den andre, og lengden av kabelen skal begrenses slik at spenningen fra kappen og/eller armeringen til jord:

a) ikke medfører korrosjon når kabelen fører full belastningsstrøm, for eksempel begrenset til 25 V, og

b) ikke medfører fare eller skade på eiendom når kabelen fører kortslutningsstrømmer.

524 Ledertverrsnitt

524.1 Av mekaniske årsaker skal ledertverrsnittet for faseledere i AC-kurser og for spenningsførende ledere i DC-kurser ikke være mindre enn verdiene gitt i Tabell 52B.

Tabell 52B - Minste ledertverrsnitt for ledere

Ledningssystem		Kurs- / kretstype	Leder	
			Materiale	Tverrsnitt mm²
Faste installasjoner	Kabler og isolerte ledere	Belysnings-, forbruker- og hovedkurser	Kobber	1,5
			Aluminium	Regulert av kabelstandard NEK IEC 60228 (10 mm²) (se merknad 1)
		Styre- og signalkurser	Kobber	0,5 (se merknad 2)
	Blanke (uisolerte) ledere	Forbruker- og hovedkurser	Kobber	10
			Aluminium	16
		Styre og signalkurser	Kobber	4
Fleksible forbindelser med isolerte ledere og kabler		For et bestemt apparat	Kobber	Som angitt i den aktuelle NEK EN eller NEK IEC-standard
		For ethvert annet formål		0,75 [a]
		ELV kretser for spesielle formål		0,75
MERKNAD 1 - Koblingsklemmer for bruk på aluminiumsledere bør være spesielt prøvet og godkjent for denne bruk. MERKNAD 2 - I signal- og styrekretser beregnet til elektronisk utstyr kan et ledertverrsnitt ≥ 0,1 mm² benyttes. MERKNAD 3 – For spesielle krav for ELV belysningskurser, se NEK 400-7-715.				
[a] For flerleder fleksibel ledning med syv eller flere ledere gjelder MERKNAD 2.				

VEILEDNING - Basert på NEK EN 60799 bør minste ledertverrsnitt for skjøteledning som skal kunne tilkobles stikkontakter med merkestrøm maksimalt 16 A, være ≥ 1,5 mm² Cu. For skjøteledninger kortere enn 2 m kan ledertverrsnittet være ≥ 1 mm² Cu. Skjøteledninger for bruk utendørs bør være egnet for dette formål.

Det anbefales å velge et ledertverrsnitt som medfører at dimensjonerende strøm, I_B (se NEK 400-5-53, avsnitt 533.2.1) ikke overstiger 80 % av ledningssystemets strømføringsevne.

524.2 Ledertverrsnitt for nøytralledere

524.2.1 Ledertverrsnittet på en eventuell nøytralleder skal være ≥ ledertverrsnittet på faseledere, i:

- énfase kurser med to ledere uansett ledertverrsnitt, og
- flerfasekurser når ledertverrsnittet på faselederne er < 16 mm^2 Cu, eller 25 mm^2 Al,

524.2.2 I trefasekurser hvor det forventes at trippelharmoniske strømmer flyter, skal ledertverrsnittet faselederne og nøytrallederen velges i samsvar med Tillegg 52D.

VEILEDNING - Trippelharmoniske er alle harmoniske hvor forholdet mellom den harmoniske og grunnharmoniske er et multiplum av 3, for eksempel 3., 6., 9. osv.

525 Spenningsfall i forbrukerens installasjon

I mangel av andre betraktningsmetoder, bør spenningsfallet mellom installasjonens leveringspunkt og det elektriske utstyret ikke være mer enn som spesifisert i Tabell 52F-1.

MERKNAD - Andre betraktninger gjelder for startforløp for motorer og annet utstyr med høye startstrømmer. Forbigående forhold, slik som spenningstransienter og spenningsvariasjoner på grunn av unormale driftssituasjoner, kan ses bort fra.

526 Elektriske sammenkoblinger

526.1 Sammenkoblinger mellom ledere innbyrdes og mellom ledere og annet utstyr skal gi god og varig kontakt og ha tilstrekkelig mekanisk styrke og beskyttelse.

526.2 Valg av utstyr for sammenkoblinger skal ta hensyn til:

- ledermaterialet og lederens isolasjonsmateriale,
- antall og form av de tråder lederen består av,
- ledertverrsnittet, og
- antall ledere som skal kobles sammen.

Loddede sammenkoblinger bør unngås unntatt i ekomkurser. Hvis det benyttes, skal sammenkoblingene utføres slik at det er tatt hensyn til vandring og mekaniske påkjenninger, og temperaturstigning ved feilsituasjoner (se avsnittene 522.6, 522.7 og 522.8).

MERKNAD 1 - Anvendelige standarder omfatter NEK EN 60998-serien, NEK EN 60947-7-serien og NEK EN 61535.

MERKNAD 2 - Koblingspunkter som ikke er merket ”r” (kun stive ledere), ”f” (kun fleksible ledere), ”s” eller ”sol” (kun massive ledere) er anvendbare for tilkobling av alle typer ledere.

526.3 Alle sammenkoblinger skal være tilgjengelige for tilsyn, prøving/måling og vedlikehold, med følgende unntak:

- kabelskjøter forlagt i grunnen,
- kompoundfylte eller innstøpte skjøter o.l.,
- sammenkoblinger mellom ”kalde ender” og varmeelement for takvarme, gulvvarme og røroppvarming,
- sammenkoblinger utført med sveising, lodding eller egnet kompresjonsverktøy, og
- sammenkoblinger som er en del av et utstyr i samsvar med tilhørende produktstandard.

MERKNAD - En kompoundfylt skjøt er for eksempel en harpiksfylt skjøt.

526.4 Der det er nødvendig, skal det tas forholdsregler slik at temperaturen på sammenkoblinger ved normal drift ikke reduserer isolasjonens effektivitet for ledere som er tilkoblet, eller til isolasjon som understøtter sammenkoblingene.

526.5 Alle lederkoblinger, f.eks. endetilkoblinger, mellomliggende koblinger, skal kun være utført i egnede kapslinger, for eksempel i koblingsbokser og uttak, eller i utstyr dersom produsenten har beregnet plass for formålet.

Hvor tilkobling skal foretas i utstyr, skal tilkoblingsutstyret benyttes der det er plassert, eller der det er laget plass for montering av tilkoblingsutstyr.

Ledere i forbrukerkurser skal termineres i en kapsling.

526.6 Tilkoblings- og skjøtepunkter for kabler og ledere skal være avlastet mot mekanisk påvirkning. Strekkavlastningsutstyr skal være utformet slik at enhver mekanisk skade på kabler og ledere unngås.

526.7 Hvor en kobling foretas i en kapsling, skal kapslingen gi tilstrekkelig mekanisk beskyttelse og beskyttelse mot relevante ytre påvirkninger.

526.8 Kobling av flertrådede, fintrådede og veldig fintrådede ledere

526.8.1 For å beskytte mot splitting og adskillelse av mangetrådede ledere, fintrådete ledere og veldig fintrådede ledere, skal det benyttes egnede tilkoblingsklemmer, eller sørges for riktig behandling av lederendene.

526.8.2 Dersom egnede tilkoblingsklemmer blir benyttet, kan hele lederenden på fintrådede ledere og veldig fintrådede ledere loddes.

526.8.3 Fortinning av lederender på fintrådede ledere og veldig fintrådede ledere ved tilkobling kan ikke benyttes der koblingspunktene er utsatt for bevegelse mellom de fortinnede og ikke-fortinnede delene av lederen.

MERKNAD - Fintrådede ledere og veldig fintrådede er i samsvar med NEK IEC 60228, klasse 5 og 6.

526.8.4 Ledere i skjermede kabler hvor skjermen er fjernet og i uskjermede kabler, skal, ved terminering av installasjonsrør, ledningskanalsystemer og lukkede ledningskanalsystemer, være kapslet i samsvar med avsnitt 526.5.

527 Valg og montasje for å begrense brannspredning

527.1 Forholdsregler innenfor branncelle i bygning

527.1.1 Risikoen for brannspredning skal minimaliseres ved valg av hensiktsmessige materialer og ved montasje i samsvar med avsnitt 527.

527.1.2 Ledningssystemer skal monteres slik at bygningskonstruksjonens mekaniske og brannsikkerhetsmessige egenskaper ikke svekkes.

527.1.3 Kabler skal minst tilfredsstille kravene til klasse E_{ca} definert i NS EN 13501-6 og utstyr som, ifølge avsnitt 527.1.6, er klassifisert som flammehemmende kan monteres uten spesielle forholdsregler.

527.1.4 Kabler som ikke tilfredsstiller kravet til klasse E_{ca} definert i NS EN 13501-6 skal, dersom de benyttes, være begrenset til korte lengder for tilkobling av utstyr til den faste installasjonen, og skal aldri føres fra en branncelle til en annen. I installasjoner hvor det er spesiell risiko, kan det være nødvendig med kabler som minst tilfredsstiller klasse D_{ca}-s2d2a2 definert i NS EN 13501-6.

527.1.5 Produkter klassifisert som flammehemmende i samsvar med NEK 439-6, NEK EN 61537 og i følgende serier: NEK IEC 61084, NEK EN 61386 og NEK EN 61534, kan installeres uten spesielle forholdsregler. Andre produkter i samsvar med standarder med tilsvarende krav til motstand mot flammespredning, kan installeres uten spesielle forholdsregler.

527.1.6 Deler av ledningssystemer foruten kabler som ikke tilfredsstiller kravet til motstand mot flammespredning spesifisert i NEK 439-6, NEK EN 60570, NEK EN 61537, NEK IEC 61084-serien, NEK EN 61386-serien eller NEK EN 61534-serien, men som i alle andre henseender er i samsvar med sine respektive produktstandarder skal, dersom de benyttes, være helt innkapslet av egnede ikke-brennbare materialer.

527.2 Tetting av gjennomføringer

527.2.1 Åpninger etter gjennomføring av ledningssystemer i bygningsdeler, så som gulv, vegg, tak, himling, skillevegg eller lignende, skal tettes til samme grad av motstand mot brannspredning som foreskrevet for den respektive bygningsdelen (se ISO 834-serien).

MERKNAD 1 - Ved montasje av ledningssystem kan det være nødvendig å bruke midlertidige tetningsmetoder.

MERKNAD 2 - Ved endringsarbeider skal tetninger gjeninnsettes så snart som mulig.

527.2.2 Ledningssystem som er ført gjennom en bygningsdel som har en spesifisert brannmotstand, skal tettes innvendig slik at det oppnås samme grad av motstand mot brannspredning som den respektive bygningsdelen. I tillegg skal ledningssystemet tettes utvendig i samsvar med avsnitt 527.2.1.

527.2.3 Installasjonsrør, ledningskanaler og lukkede ledningskanalsystemer klassifisert som flammehemmende iht. relevant produktstandard, og som ikke har større tverrsnitt enn 710 mm^2, behøver ikke tettes innvendig forutsatt at:

- systemet tilfredsstiller prøvingene i NEK EN 60529 for IP33, og
- ethvert termineringspunkt i systemet i én av branncellene, skilt av bygningsdelen som gjennomtrenges, tilfredsstiller prøvingene i NEK EN 60529 for IP33.

527.2.4 Ledningssystem skal ikke føres gjennom noen del av bærende bygningskonstruksjoner med mindre bygningskonstruksjonens bæreevne er opprettholdt etter gjennomføringen (se ISO 834-serien).

527.2.5 Tetningsmetoder som er benyttet for å tilfredsstille kravene i avsnittene 527.2.1 og 527.2.2, skal tåle de ytre påvirkningene tilsvarende ledningssystemet som er benyttet, og i tillegg skal tetningsmetodene:

- være motstandsdyktige mot forbrenningsprodukter i samme grad som bygningskonstruksjonen hvor gjennomføringen er foretatt, og
- gi samme grad av beskyttelse mot vanninntrenging som påkrevd for bygningskonstruksjonen der de er installert, og
- beskytte tettingen og ledningssystemet mot dryppende vann som kan ledes langs ledningssystemet, eller som kan samle seg rundt tetningen, med mindre materialene som benyttes er motstandsdyktig mot fuktighet når tetningen er ferdig montert.

MERKNAD 1 - De følgende krav kan bli overført til en produktstandard, dersom en slik blir utarbeidet:
- tetningsmetodene og materialene bør være egnet for bruk sammen med de deler av ledningssystemet de kommer i berøring med.
- tetningsmetodene bør tillate nødvendige termiske bevegelser av ledningssystemet uten at tetningens kvalitet blir forringet, og
- tetningsmetodene bør ha tilstrekkelig mekanisk styrke til å motstå de påkjenninger de kan bli utsatt for dersom oppheng/fester for ledningssystemet skades av brann.

MERKNAD 2 - Kravene i 527.2.5 kan tilfredsstilles ved at:
- kabelklammer eller kabelfester er plassert høyst 750 mm fra gjennomføringen, og som kan motstå de mekaniske krefter som kan forventes dersom alle andre fester på brannsiden av tettingen svikter, uten at det blir noen mekanisk påkjenning på tetningen i gjennomføringen, eller
- konstruksjonen av tetningssystemet i seg selv gir en tilstrekkelig beskyttelse.

528 Plassering av ledningssystemer nær andre installasjoner

528.1 Plassering nær elektriske installasjoner

ELV-kurser (se NEK 400-3, Tillegg 3B) og LV-kurser skal ikke føres i samme ledningssystem med mindre:

- alle kabler er isolert for den høyeste tilstedeværende spenning, eller

  VEILEDNING - Det er tilstrekkelig at kappen på en ELV-kabel gir det isolasjonsnivået som er nødvendig.
- hver leder i en flerlederkabel er isolert for den høyeste tilstedeværende spenning i kabelen, eller
- kablene er isolert for kursens nominelle spenning og montert i separate rom i ledningskanal eller lukket ledningskanal, eller
- kablene er montert på kabelbro og fysisk adskilt med skillevegg, eller
- separate installasjonsrør, ledningskanaler eller lukkede ledningskanaler er benyttet.

MERKNAD 1 - Spesiell vurdering av elektrisk interferens, både elektromagnetisk og elektrostatisk, kan være nødvendig for ekomkurser og lignende.

MERKNAD 2 - I tilfeller ledningssystemet er nært til nødbelysningssystemer, bør kravene i NEK EN 62305 vurderes.

528.2 Plassering nær ekomkabler

I tilfeller av kryssing eller nærføring av ekomkabler og kraftkabler i jorden, skal enten:

a) en minsteavstand på 100 mm opprettholdes, eller:

b) et brannsikkert skille monteres mellom kablene, eller

EKSEMPLER: Skille kan etableres ved klosser, beskyttende betongskiller, formede betongblokker, tilleggsbeskyttelse med kabelrør, gjennomføringer av materialer med brannmotstand.

c) for kryssing, anordne mekanisk beskyttelse mellom kablene.

EKSEMPLER: Kabelrør, beskyttende betongskille, formede betongblokker.

I tilfeller av nærføring av ekomkabelsystemer og kraftlinjer, bør kravene i NEK 700 vurderes.

MERKNAD - For tilkobling av kombinerte stikkontakter for ekom og strømforsyning, bør kravene i NEK EN 41003 vurderes.

528.3 Plassering nær ikke elektriske installasjoner

528.3.1 Et ledningssystem skal ikke være installert i nærheten av installasjoner som avgir varme, gass eller røyk som kan være skadelig for ledningssystemet, med mindre det er beskyttet mot skadelige påvirkninger med skjermende anordninger som er montert slik at nødvendig varmeavgivelse fra ledningssystemet ikke blir hindret.

I områder som ikke er spesielt konstruert for kabelinstallasjoner, for eksempel vedlikeholdssjakter og hulrom, skal kablene forlegges slik at de ikke utsettes for skadelige påvirkninger ved normal drift av de tilstøtende installasjoner (for eksempel gass-, vann- og damprør).

Dersom ledningssystem er ført under installasjoner som kan gi kondens (som vann-, damp- eller gassinstallasjoner), skal det være truffet forholdsregler for å beskytte ledningssystemet mot skadelige virkninger.

528.3.2 Elektriske installasjoner montert i nærheten av ikke elektriske installasjoner skal monteres slik at forutsigbare arbeider på den ikke-elektriske installasjonen ikke vil forårsake skade på den elektriske installasjonen eller omvendt.

MERKNAD - Kravet kan tilfredsstilles ved
- tilstrekkelig avstand mellom installasjonene, eller
- mekanisk eller termisk avskjerming mellom installasjonene.

528.3.3 Hvor en elektrisk installasjon er plassert i umiddelbar nærhet til en ikke elektrisk installasjon, skal:

- ledningssystemer, på egnet måte, være beskyttet mot farer som ved normal drift sannsynligvis vil oppstå pga tilstedeværelsen den ikke-elektriske installasjonen, og
- beskyttelse ved feil være anordnet i samsvar med kravene i NEK 400-4-41 hvor metalliske ikke-elektriske installasjoner skal anses som andre ledende deler.

528.3.4 Ledningssystemer skal ikke føres i heissjakter med mindre ledningssystemet er en del av heisinstallasjonen.

529 Valg og montasje av ledningssystemer med hensyn til mulighet for vedlikehold, inkludert rengjøring

529.1 Med hensyn til vedlikeholdsevne, se NEK 400-3, avsnitt 306.

529.2 Dersom det er nødvendig å fjerne beskyttelsestiltak for å utføre vedlikehold, skal det være truffet tiltak slik at beskyttelsen kan settes inn igjen uten å redusere sikkerhetsnivået i forhold til det som opprinnelig var forutsatt.

529.3 Det skal sørges for sikker og tilstrekkelig adgang til alle deler av ledningssystemet som krever vedlikehold.

MERKNAD - I noen tilfeller kan det være nødvendig å sørge for permanent utstyr for tilgang ved vedlikehold, så som stiger, gangbaner o.l.

Tillegg 52A
(normativt)

Installasjonsmetoder

Tabell 52A-1 - Installasjonsmetoder for kabler og ledere

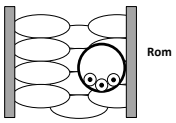
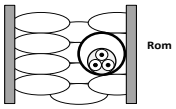
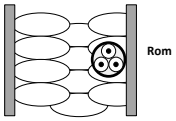
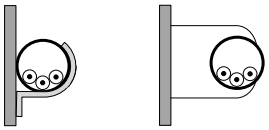
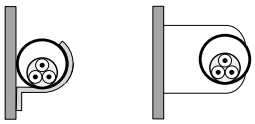
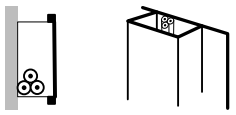
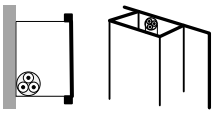
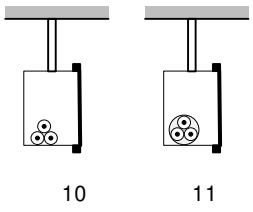
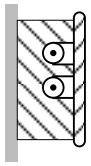
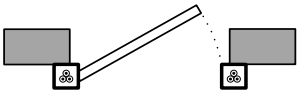
Ledere og kabler		Installasjonsmetode							
		Uten feste	**Festet direkte**	**Rør**	**Ledningskanal-systemer (inklusiv kanallister og gulvkanaler)**	**Lukkede ledningskanal-systemer**	**Kabelstiger, kabelbroer, braketter**	**På isola-torer**	**Bære-wire**
Uisolerte ledere		-	-	-	-	-	-	+	-
Isolerte ledere [b]		-	-	+	+[a]	+	-	+	-
Kabler med kappe (inkl. armerte og mineral-isolerte)	Fler-leder	+	+	+	+	+	+	0	+
	Én-leder	0	+	+	+	+	+	0	+

\+ Kan benyttes
\- Skal ikke benyttes
0 Uegnet eller ikke vanlig brukt

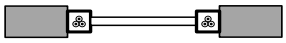
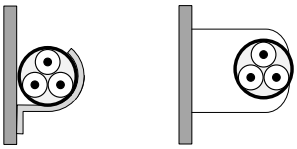
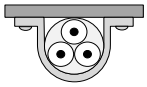
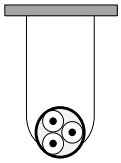
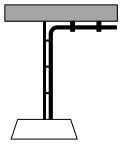
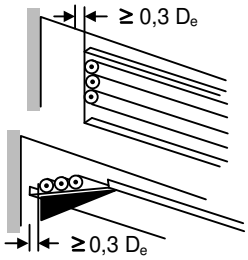
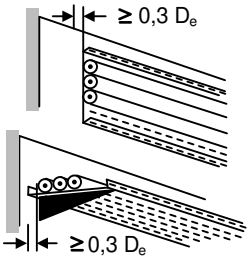
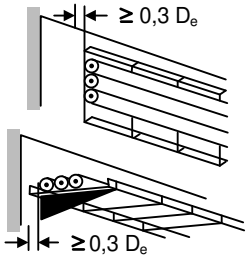
[a] Isolerte ledere kan benyttes hvis ledningskanalsystemet gir en beskyttelsesgrad minst IP4X eller IPXXD og lokket/dekslet bare kan fjernes ved hjelp av et verktøy eller en bevisst handling.

[b] For isolerte beskyttelsesledere eller utjevningsledere for beskyttelsesformål, kan egnede installasjonsmetoder benyttes. Slike ledere behøver ikke forlegges i installasjonsrør, ledningskanalsystemer eller lukkede ledningskanalsystemer.

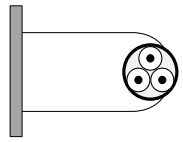
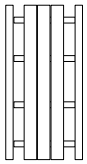
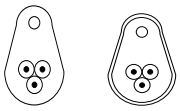
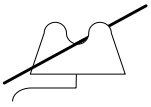
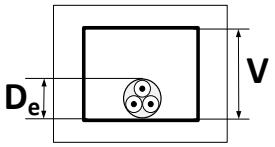
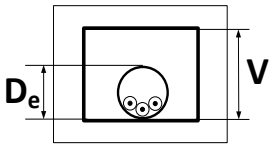
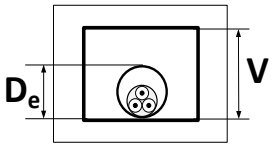
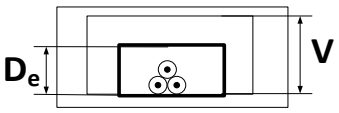
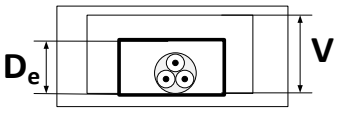
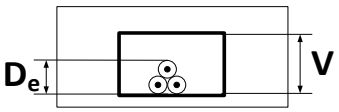
Tabell 52A-2 - Eksempler på installasjonsmetoder med instruksjoner for å finne strømføringsevne

Nr.	Installasjonsmetode	Beskrivelse	Referanseinstallasjons-metode som benyttes for å finne strømføringsevne (se Tillegg 52B)
1		Isolerte ledere eller énlederkabler forlagt i installasjonsrør i en termisk isolert vegg. a) c)	A1
2		Flerlederkabler forlagt i installasjonsrør i en termisk isolert vegg. a) c)	A2
3		Flerlederkabel forlagt direkte i en termisk isolert vegg. a) c)	A1
4		Isolerte ledere eller énlederkabler i installasjonsrør forlagt på tre- eller murvegg, eller montert < 0,3 x installasjonsrørets diameter fra dem. c)	B1
5		Flerlederkabel forlagt i installasjonsrør på tre- eller murvegg, eller montert < 0,3 x installasjonsrørets diameter fra dem c)	B2
6 7		Isolerte ledere eller énlederkabler forlagt i ledningskanal på en trevegg - ført horisontalt, b) - ført vertikal. b) c)	B1
8 9		Flerlederkabler forlagt i ledningskanal på en trevegg - ført horisontalt, b) - ført vertikal. b) c)	Metode B2 kan benyttes
10 11		Isolerte ledere eller énlederkabler forlagt i nedhengt ledningskanal. b)	B1
		Flerlederkabler forlagt i nedhengt ledningskanal. b)	B2
12		Isolerte ledere eller énlederkabler forlagt i listverk. c) d)	A1
15		Isolerte ledere forlagt i et installasjonsrør, eller én- eller flerlederkabler i en dørkarm. c) e)	A1

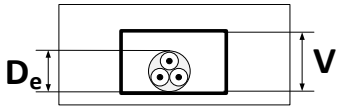
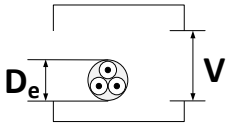
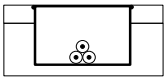
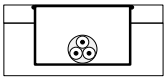
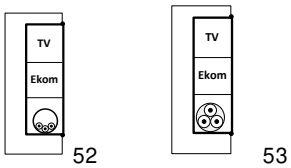
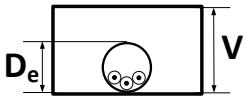
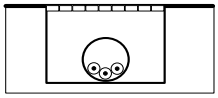
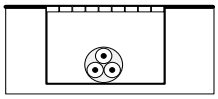
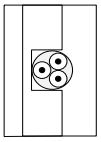
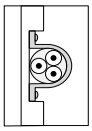
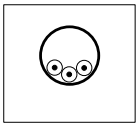
Tabell 52A-2 - Eksempler på installasjonsmetoder med instruksjoner for å finne strømføringsevne (forts.)

Nr.	Installasjonsmetode	Beskrivelse	Referanseinstallasjons-metode som benyttes for å finne strømføringsevne (se Tillegg 52B)
16		Isolerte ledere forlagt i et installasjonsrør, eller én- eller flerlederkabler i en vinduskarm. [c) e)]	A1
20		Én- eller flerlederkabler forlagt på eller < 0,3 x kabelens diameter fra en trevegg. [c)]	C
21		En- eller flerlederkabler festet direkte under et tak/himling av tre, gips eller mur.	C, med nr. 3 i Tabell 52B-17
22		Én- eller flerlederkabler forlagt i avstand fra et tak/himling.	Metode E kan benyttes
23		Fast installasjon av fritthengende elektrisk utstyr.	C, med Nr. 3 i Tabell 52B-17
30		Én- eller flerlederkabler forlagt på en uperforert kabelbro. [c) g)]	C med nr. 2 i Tabell 52B-17
31		Én- eller flerlederkabler forlagt på en perforert kabelbro. [c) g)] MERKNAD - se 52B.6.2 for beskrivelse.	E eller F
32		Én- eller flerlederkabler forlagt på braketter eller netting. [c) g)]	E eller F

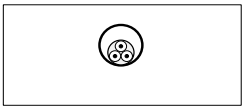
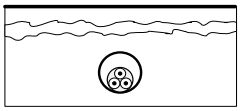
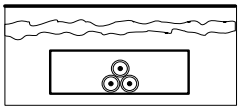
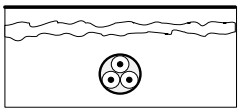
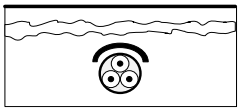
Tabell 52A-2 - Eksempler på installasjonsmetoder med instruksjoner for å finne strømføringsevne (forts.)

Nr.	Installasjonsmetode	Beskrivelse	Referanseinstallasjons-metode som benyttes for å finne strømføringsevne (se Tillegg 52B)
33		Én- eller flerlederkabler forlagt > 0,3 x kabelens diameter fra en vegg.	E, F, eller G [f]
34		Én- eller flerlederkabler forlagt på en stige. [c]	E eller F
35		Én- eller flerlederkabel festet til eller som inkluderer en festewire.	E eller F
36		Blanke eller isolerte ledere festet til isolatorer.	G
40		Én- eller flerlederkabel forlagt i hulrom i en bygning. [c] [g] [h]	1,5 D_e ≤ V < 5 D_e B2 5 D_e ≤ V < 20 D_e B1
41		Isolerte ledere forlagt i installasjonsrør i hulrom i en bygning. [c] [h] [i]	1,5 D_e ≤ V < 20 D_e B2 V ≥ 20 D_e B1
42		Én- eller flerlederkabel forlagt i installasjonsrør i hulrom i en bygning. [c] [j]	Følgende kan benyttes: 1,5 D_e ≤ V < 20 D_e B2 V ≥ 20 D_e B1
43		Isolerte ledere forlagt i lukket ledningskanal i hulrom i en bygning. [c] [h] [i] [j]	1,5 De ≤ V < 20 D_e B2 V ≥ 20 D_e B1
44		Én- eller flerlederkabel forlagt i lukket ledningskanal i hulrom i en bygning. [c] [j]	Følgende kan benyttes: 1,5 D_e ≤ V < 20 D_e B2 V ≥ 20 D_e B1
45		Isolerte ledere forlagt i lukket ledningskanal i mur som har termisk motstand ≤ 2 K· m/W. [c] [g] [h]	1,5 D_e ≤ V < 5 D_e B2 5 D_e ≤ V < 50 D_e B1

Tabell 52A-2 - Eksempler på installasjonsmetoder med instruksjoner for å finne strømføringsevne (forts.)

Nr.	Installasjonsmetode	Beskrivelse	Referanseinstallasjons-metode som benyttes for å finne strømføringsevne (se Tillegg 52B)
46		Én- eller flerlederkabel forlagt i lukket ledningskanal i mur som har termisk motstand ≤ 2 K m/W. [c]	Følgende kan benyttes: 1,5 $D_e \leq V < 20\ D_e$ B2 $V \geq 20\ D_e$ B1
47		Én- eller flerlederkabel forlagt i - i hulrom i tak, - under oppforet gulv. [g] [h]	$1,5 \leq V < 5\ D_e$ B2 $5\ D_e \leq V < 50\ D_e$ B1
50		Isolerte ledere eller énlederkabler forlagt i ledningskanal i plan med gulv.	B1
51		Flerlederkabler forlagt i ledningskanal i plan med gulv.	B2
52		Isolerte ledere eller énlederkabler forlagt i innfelt ledningskanal. [c]	B1
53		Flerlederkabel forlagt i innfelt ledningskanal. [c]	B2
54		Isolerte ledere eller énlederkabler forlagt i et installasjonsrør i en uventilert vertikal eller horisontal kabelkanal. [c] [h] [j] [l]	$1,5\ D_e \leq V < 20\ D_e$ B2 $V \geq 20\ D_e$ B1
55		Isolerte ledere forlagt i et installasjonsrør i en åpen eller ventilert kabelkanal i gulv. [k] [l]	B1
56		Énleder- eller flerlederkabel forlagt i en åpen eller ventilert vertikal eller horisontal kabelkanal. [l]	B1
57		Énleder- eller flerlederkabel forlagt direkte i mur som har termisk motstand ≤ 2 K· m/W Uten tilleggsbeskyttelse mot mekanisk skade. [m] [n]	C
58		Énleder- eller flerlederkabel forlagt direkte i mur som har termisk motstand ≤ 2 K· m/W Med tilleggsbeskyttelse mot mekanisk skade. [m] [n]	C
59		Isolerte ledere eller énlederkabler forlagt i installasjonsrør i mur. [n]	B1

Tabell 52A-2 - Eksempler på installasjonsmetoder med instruksjoner for å finne strømføringsevne (forts.)

Nr.	Installasjonsmetode	Beskrivelse	Referanseinstallasjons-metode som benyttes for å finne strømføringsevne (se Tillegg 52B)
60		Flerlederkabler i installasjonsrør i mur. [n)]	B2
70		Flerlederkabel i installasjonsrør eller i lukket ledningskanal i jord.	D1
71		Énlederkabler i installasjonsrør eller i lukket ledningskanal i jord.	D1
72		Énleder- eller flerlederkabler forlagt direkte i jord. Uten tilleggsbeskyttelse mot mekanisk skade. [p)]	D2
73		Énleder- eller flerlederkabler forlagt direkte i jord. Med tilleggsbeskyttelse mot mekanisk skade. [o)]	D2

a) Den delen av veggen som installasjonsrøret ligger mot, har en termisk konduktans ≥ 10 W/m^2·K.

b) Verdier for referanseinstallasjonsmetodene B1 og B2 i Tillegg 52B er gitt for en enkelt kurs. Hvor det er mer enn én kurs i ledningskanalen er gruppereduksjonsfaktoren gitt i Tabell 52B-17 anvendelig, uavhengig om en intern barriere eller et skille er tilstede eller ikke.

c) Det skal utvises forsiktighet hvor kabelen føres vertikalt og ventilasjonen er begrenset. Omgivelsestemperaturen i toppen av den vertikale seksjonen kan øke betydelig.

d) Kapslingens termiske ledningsevne antas å være dårlig på grunn av konstruksjonsmaterialet og mulige luftrom. Hvor konstruksjonen termisk tilsvarer installasjonsmetode 6 eller 7 kan referanseinstallasjonsmetode B1 benyttes.

e) Kapslingens termiske ledningsevne antas å være dårlig på grunn av konstruksjonsmaterialet og mulige luftrom. Hvor konstruksjonen termisk tilsvarer installasjonsmetode 6, 7, 8 eller 9 kan referanseinstallasjonsmetodene B1 eller B2 benyttes.

f) Faktorene i Tabell 52B-17 kan også benyttes.

g) D_e = ytre diameter av en flerlederkabel:
- 2,2 x kabeldiameter når tre énlederkabler er forlagt i trekantformasjon, eller
- 3 x kabeldiameter når tre énlederkabler er forlagt i en flat formasjon.

h) V er minste dimensjon eller diameter på murt kanal eller hulrom, eller vertikal dybde i en rektangulær kanal, gulv eller hulrom i tak. Dybden på kanalen er viktigere enn bredden.

i) D_e er rørets ytre diameter eller kabelkanalens ytre vertikale dybde.

j) D_e er ytre diameter for et installasjonsrør.

k) For flerlederkabel installert iht. metode 55, benytt data for referanseinstallasjonsmetode B2.

l) Det anbefales at disse installasjonsmetodene bare benyttes i områder hvor adgangen er begrenset til personell med spesiell tillatelse. Dette for å forhindre reduksjon i strømføringsevne og brannfare på grunn av oppsamling av avfall.

m) For kabler med ledertverrsnitt ≤ 16 mm^2, kan strømføringsevnen være høyere.

n) Termisk motstand i mur er ≤ 2 K·m/W. Termen mur inkluderer murstein, betong, gips og lignende (annet enn termisk isolerende materiale).

o) Referanseinstallasjonsmetode D for kabler forlagt direkte i jord er tilfredsstillende når den termiske motstanden i jordsmonnet er i størrelsesorden 2,5 K·m/W. Dersom jordsmonnet har lavere termisk motstand vil strømføringsevnen for kabler forlagt direkte i jord være vesentlig høyere enn for kabler forlagt i kanaler.

Tillegg 52B
(normativt)

Strømføringsevner

52B.1 Introduksjon

Kravene i dette tillegget er ment å gi tilfredsstillende levetid for ledere og isolasjon mht. den termiske effekten av strøm ved normal drift. Andre forhold har også innvirkning på valg av ledertverrsnitt, så som krav til beskyttelse mot elektrisk sjokk (se NEK 400-4-41), beskyttelse mot termiske virkninger (se NEK 400-4-42), beskyttelse mot overstrøm (se NEK 400-5-51), spenningsfall (se 525), og begrenset temperatur på utstyrsklemmer som lederne er tilkoblet (se 526).

Kravene i dette tillegget gjelder kun for uarmerte kabler og isolerte ledere med nominell spenning ≤ 1000 V AC eller ≤ 1500 V DC. Dette tillegget kan benyttes for armerte flerlederkabler, men gjelder ikke for armerte énlederkabler.

MERKNAD 1 - Dersom armerte énlederkabler er benyttet kan en reduksjon av strømføringsevnene gitt i dette avsnittet være påkrevd. Kabelprodusenten bør da bli konsultert. Dette gjelder også for uarmerte énlederkabler som ligger i en ettløps metallisk ledningskanal (se 521.5).

MERKNAD 2 - Dersom armerte flerlederkabler er benyttet, vil verdiene gitt i Tillegg 52B være på den sikre siden.

MERKNAD 3 - Strømføringsevne for isolerte ledere er den samme som for énlederkabler.

Verdiene i Tabell 52B-2 til Tabell 52B-13 gjelder for uarmerte kabler og er utarbeidet i samsvar med metodene spesifisert i NEK IEC 60287-serien med dimensjoner som spesifisert i NEK IEC 60502 og ledermotstand som spesifisert i NEK IEC 60228. Kjente praktiske variasjoner i kabelkonstruksjon (for eksempel form på leder) og fabrikasjonstoleranser resulterer i en spredning i mulige dimensjoner og derav også strømføringsevnen for hvert enkelt ledertverrsnitt. De tabulerte strømføringsevnene har tatt hensyn til denne spredningen med en sikkerhetsmargin, og ligger på en jevn kurve som funksjon av ledertverrsnittet.

For flerlederkabler med et ledertverrsnitt ≥ 25 mm^2 kan både sirkulære og andre lederformer benyttes. Tabellverdiene er basert på dimensjoner for ikke sirkulære ledere.

52B.2 Omgivelsestemperatur

52B.2.1 Når strømføringsevne skal velges i samsvar med tabellene gitt i dette avsnittet, er referanseomgivelsestemperatur satt til:

- for isolerte ledere og kabler forlagt i luft, uavhengig av installasjonsmetode: 30 ºC
- for nedgravde kabler, enten direkte i jord, eller i ledningskanaler i jord: 20 ºC

52B.2.2 Når omgivelsestemperaturen for den planlagte plassering av de isolerte lederne eller kablene er forskjellig fra referanseomgivelsestemperaturen, skal strømføringsevnene gitt i Tabell 52B-2 til Tabell 52B-13 korrigeres med en relevant korreksjonsfaktor spesifisert i Tabell 52B-14 og Tabell 52B-15. Det er ikke nødvendig å benytte en korreksjonsfaktor for omgivelsestemperatur for kabler i jord dersom temperaturen i jord bare overstiger 25 ºC noen få uker i året.

Korreksjonsfaktorene i Tabell 52B-14 og Tabell 52B-15 tar ikke hensyn til en eventuell økning pga. solstråling eller annen infrarød stråling. Når kabler eller isolerte ledere er utsatt for stråling, kan strømføringsevnen utledes ved metodene spesifisert i NEK IEC 60287-serien.

52B.3 Jordsmonnets termiske motstandsevne

De tabulerte strømføringsevnene for kabler forlagt i jord er basert på en termisk motstandsevne for jordsmonnet på 2,5 K • m/W. Denne verdien er antatt å gi tilstrekkelig sikkerhet for en generell anvendelse der hvor type jordsmonn og geografisk plassering ikke er spesifisert (se NEK IEC 60287-1-3).

På steder hvor den reelle termiske motstandsevne for jord er > 2,5 K • m/W, skal strømføringsevnen reduseres med en relevant reduksjonsfaktor, eller jordsmonnet rundt selve kabelen skiftes ut med et mer passende materiale. Slike forhold kjennetegnes ofte av svært tørt jordsmonn. Korreksjonsfaktorer for termisk motstandsevne for jordsmonn som avviker fra 2,5 K • m/W er gitt i Tabell 52B-16.

MERKNAD - De tabulerte strømføringsevnene for kabler forlagt i jord er kun beregnet til kabler som er forlagt i jord i eller i nærhet av bygninger. For andre installasjoner, hvor undersøkelser gir mer eksakte verdier for jordsmonnets termiske motstandsevne tilpasset den aktuelle strøm kablene skal føre, kan strømføringsevnene fastlegges etter metoder gitt i NEK IEC 60287-serien eller frembringes fra kabelprodusenten.

52B.4 Grupper som består av mer enn en kurs

52B.4.1 Referanseinstallasjonsmetode A til D i Tabell 52B-1

Strømføringsevnene gitt i Tabell 52B-2 til Tabell 52B-7 er relatert til enkeltkurser med følgende antall ledere:

- to isolerte ledere eller to énlederkabler, eller én tolederkabel, eller
- tre isolerte ledere eller tre énlederkabler, eller én trelederkabel.

Hvor flere isolerte ledere er forlagt i samme gruppe, unntatt for blanke mineralisolerte kabler som ikke kan berøres, skal gruppereduksjonsfaktorene spesifisert i Tabell 52B-17 til Tabell 52B-19 anvendes.

MERKNAD - Gruppereduksjonsfaktorene er blitt beregnet på basis av 100 % kontinuerlig belastning av alle strømførende ledere. Dersom belastningen er mindre ut fra de aktuelle driftsforhold, kan gruppereduksjonsfaktorene bli større.

52B.4.2 Referanseinstallasjonsmetode E og F i Tabell 52B-1

Strømføringsevnene i Tabell 52B-8 til Tabell 52B-13 er basert på referanseinstallasjons-metodene.

For installasjon på kabelbroer, kabelknekter og lignende, skal strømføringsevnene for både enkeltkurser og grupper finnes ved å multiplisere strømføringsevnen for den tilsvarende montasjemetoden for isolerte ledere og kabler forlagt i luft, gitt i Tabell 52B-8 til Tabell 52B-13, med gruppereduksjonsfaktorer gitt i Tabell 52B-20 og Tabell 52B-21. For blanke mineralisolerte kabler som ikke kan berøres kreves ingen gruppereduksjonsfaktorer, se Tabell 52B-7 og Tabell 52B-9.

De følgende merknader angår både avsnittene 52B.4.1 og 52B.4.2

MERKNAD 1 - Gruppereduksjonsfaktorene er beregnet som et gjennomsnitt av verdier for de forskjellige ledertverrsnitt, kabeltyper og installasjonsforhold som er vurdert. Se også merknader under hver tabell. I noen tilfeller kan det være ønskelig med mer eksakte beregninger.

MERKNAD 2 - Gruppereduksjonsfaktorene er beregnet på basis av at gruppen består av like og likt belastede isolerte ledere eller kabler. Dersom en gruppe inneholder isolerte ledere eller kabler med forskjellig ledertverrsnitt bør forholdene for belastning av de minste ledertverrsnittene vurderes (se også Tabell 52B-5).

52B.5 Grupper med forskjellige ledertverrsnitt

52B.5.1 Generelt

De tabulerte gruppereduksjonsfaktorene gjelder for like og likt belastede kabler. Gruppereduksjonsfaktorer for grupper som består av kabler eller isolerte ledere med forskjellig ledertverrsnitt, men som er likt belastet er avhengig av det totale antall i gruppen samt blandingen av ledertverrsnitt. Slike reduksjonsfaktorer kan ikke tabuleres, men skal beregnes for hver enkelt gruppe. Metoder for å beregne slike reduksjonsfaktorer faller utenfor rammen av denne standarden. Noen spesifikke eksempler hvor slike beregninger kan være ønsket, er gitt nedenfor.

MERKNAD - En gruppe som inneholder ledertverrsnitt som spenner over mer enn 3 nærliggende standardiserte ledertverrsnitt kan betraktes som en gruppe som inneholder forskjellige ledertverrsnitt. En gruppe med lignende kabler kan betraktes som en gruppe når strømføringsevnen for alle kablene er basert på samme maksimale tillatte ledertemperatur og hvor ledertverrsnittene ikke spenner over mer enn 3 nærliggende standardiserte ledertverrsnitt.

52B.5.2 Grupper i rør og kabelkanaler

Gruppereduksjonsfaktoren, som er på den sikre siden, for en gruppe som inneholder isolerte ledere eller kabler med forskjellig ledertverrsnitt forlagt i installasjonsrør eller ledningskanal, er:

$$F = \frac{1}{\sqrt{n}}$$

hvor:

F er gruppereduksjonsfaktor,

n er antall flerlederkabler eller kurser i gruppen.

Gruppereduksjonsfaktoren beregnet ved denne formelen, vil redusere faren for overbelastning av isolerte ledere eller kabler med små ledertverrsnitt, men kan føre til en dårlig utnyttelse av de med store ledertverrsnitt. Slik dårlig utnyttelse kan unngås dersom kabler eller isolerte ledere med store og små ledertverrsnitt ikke blandes i samme gruppe.

Anvendelse av en mer spesifikk beregningsmetode for grupper som inneholder kabler eller isolerte ledere med forskjellig ledertverrsnitt eller kabler i installasjonsrør, vil gi en mer eksakt gruppereduksjonsfaktor.

52B.5.3 Grupper på kabelbroer

Når en gruppe inneholder isolerte ledere eller kabler med forskjellig ledertverrsnitt, skal forholdene omkring belastning av de med minst ledertverrsnitt vurderes. Det anbefales å anvende en beregningsmetode som er beregnet for grupper som inneholder isolerte ledere eller kabler med forskjellig ledertverrsnitt.

Gruppereduksjonsfaktorer fastsatt i samsvar med 52B.5.1 gir en verdi som er på den sikre siden.

52B.6 Installasjonsmetoder

52B.6.1 Referanseinstallasjonsmetoder

Referanseinstallasjonsmetoder er de installasjonsmetoder hvor strømføringsevnene er fastsatt enten ved prøving eller ved beregning, se Tabell 52A-2.

a) Referanseinstallasjonsmetodene A1, nr. 1 i Tabell 52A-2 (isolerte ledere i installasjonsrør i en termisk isolert vegg) og A2, nr. 2 i Tabell 52A-2, (flerlederkabel forlagt i installasjonsrør i termisk isolert vegg):

   Veggen består av en vanntett yttervegg, termisk isolasjon og en innervegg av tre eller trelignende materiale som har en termisk ledningsevne ≥ 10 $Wm^2 \cdot K$. Installasjonsrøret skal være festet slik at den er nær, men ikke nødvendigvis berører innerveggen. Varme fra kablene er antatt å avledes kun gjennom innerveggen. Installasjonsrøret kan være av metall eller plast.

b) Referanseinstallasjonsmetodene B1, nr. 4 i Tabell 52A-2 (isolerte ledere i installasjonsrør på en trevegg) og B2, nr. 5 i Tabell 52A-2 (flerlederkabler i installasjonsrør på en trevegg):

   Installasjonsrør montert på en trevegg med en klaring til veggen som er < 0,3 x diameteren på røret. Installasjonsrøret kan være av metall eller plast. Dersom installasjonsrøret er festet til en murvegg kan strømføringsevnen til kabelen eller de isolerte lederne være høyere.

c) Referanseinstallasjonsmetode C, nr. 20 i Tabell 52A-2 (en- eller flerlederkabel på en trevegg):

   Kabel som er montert på en trevegg slik at avstanden mellom kabelen og veggen er < 0,3 x kabelens diameter. Dersom kabelen er montert på eller støpt i en murvegg kan strømføringsevnen for kabelen være høyere.

   MERKNAD 1 - Termen mur inkluderer murstein, betong, gips og lignende (annet enn termisk isolerende materiale).

d) Referanseinstallasjonsmetodene D1, nr. 70 i Tabell 52A-2, (flerlederkabel i ledningskanal i jord) og D2 (flerlederkabler konstruert for å kunne graves direkte ned i jorden – iht. produsentens anvisninger):

Kabel forlagt i en plastisk, keramisk eller metallisk ledningskanal med diameter 100 mm. Ledningskanalen er i direkte kontakt med jordsmonn med termisk motstandsevne lik 2,5 K • m/W og en nedgravingsdybde på 0,7 m (se også 52B.3).

MERKNAD 2 - Det er viktig å begrense temperaturen på ytterkappen når kabelen er forlagt i jorden. Dersom temperaturen på ytterkappen tørker ut jorden, kan jordens termiske motstand øke, og kabelen overbelastes. En metode for å unngå denne oppvarmingen er å benytte tabeller for kabler med 70 °C ledertemperatur også for kabler beregnet for 90 °C.

e) Referanseinstallasjonsmetodene E, F og G, nr. 32 og 33 i Tabell 52A-2 (én- eller flerlederkabel forlagt i luft).

En kabel forlagt slik at den totale varmeavledningen ikke blir hindret. Varme pga. solstråling og andre kilder skal tas hensyn til. Forholdsregler skal tas slik at den naturlige luftavkjølingen ikke blir hindret. I praksis innebærer dette at derom avstanden mellom kabel og enhver nærliggende overflate er ≥ 0,3 x kabelens ytre diameter for en flerlederkabel og ≥ 1 x kabeldiameteren for énlederkabler, kan strømføringsevner for kabler forlagt i luft benyttes.

52B.6.2 Andre installasjonsmetoder

a) Kabel på et gulv eller under tak: Dette tilsvarer referanseinstallasjonsmetode C bortsett fra at strømføringsevnen er noe redusert (se Tabell 52B-17) i forhold til strømføringsevnen for montering på vegg pga. en reduksjon i naturlig varmeavledning.

b) Kabelbrosystemer: En perforert kabelbro har et regulært mønster med hull for blant annet å muliggjøre anvendelse av kabelklammer. Strømføringsevner for kabler forlagt på perforerte kabelbroer er basert på prøvinger hvor hullene utgjør 30 % av broarealet. Hvis hullene utgjør mindre enn 30 % av broarealet skal kabelbroen betraktes som uperforert. Dette tilsvarer referanseinstallasjonsmetode C.

c) Kabelstigesystemer: Dette er en konstruksjon som gir minimum av motstand til luftstrømmen rundt kablene, dvs. en konstruksjon hvor metallet som støtter opp under kablene utgjør mindre enn 10 % av stigearealet.

d) Kabeloppheng, kabelfester: Utstyr for å feste kabler til kabelbaner eller bunte kabler sammen.

e) Kabelhengere: Kabelknekter som holder kabelen oppe, plassert med jevne intervaller langs kabelføringen og som tillater en fullstendig fri luftstrøm omkring kablene.

f) Kabler i et tak: Dette tilsvarer referanseinstallasjonsmetode A. Det kan være nødvendig å anvende korreksjonsfaktorer pga. forhøyet omgivelsestemperaturer som oppstår i takbokser og liknende.

MERKNAD - Når et takpunkt blir benyttet som lampepunkt, kan varmeavgivelsen fra lampen medføre høyere omgivelsestemperaturer enn forutsatt i Tabell 52B-2 til Tabell 52B-7, se 522.2.1, og det kan bli nødvendig å benytte reduksjonsfaktorer i henhold til Tabell 52B-14.

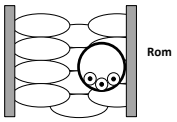
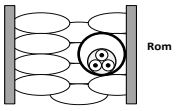
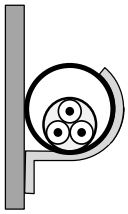
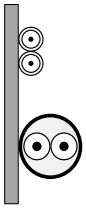
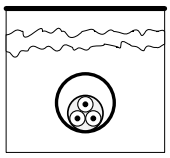
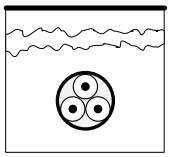
52B.7 Generelle merknader til Tabell 52B-1 til Tabell 52B-21.

MERKNAD 1 - Strømføringsevner er tabulert for de typer av isolerte ledere og kabler og installasjonsmetoder som er vanlig i bruk i elektriske installasjoner. De tabulerte strømføringsevner er relatert til kontinuerlig stasjonær drift (100 % lastfaktor) for DC eller AC, og nominell frekvens 50 Hz eller 60 Hz.

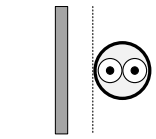
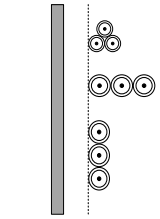
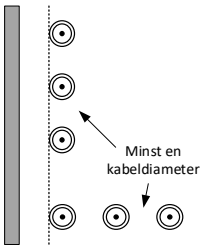
MERKNAD 2 - Tabell 52B-1 spesifiserer referanseinstallasjonsmetoder som de tabulerte strømføringsevnene refererer seg til.

MERKNAD 3 - For bekvemmelighets skyld, der hvor datamaskinassisterte konstruksjonsverktøy benyttes for prosjektering av installasjoner, kan strømføringsevnene i Tabell 52B-2 til Tabell 52B-13 relateres til ledertverrsnitt vha. en enkel formel. Denne formelen samt de tilsvarende koeffisienter er gitt i Tillegg 52C.

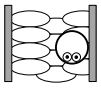
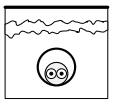
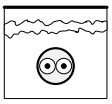
Tabell 52B-1 - Oversikt over referanseinstallasjonsmetoder som grunnlag for tabeller med strømføringsevner

Referanseinstallasjonsmetoder		Tabell og kolonne							
		Strømføringsevne for enkle kurser					Omgivelses-temperatur-faktor	Gruppe-reduksjons-faktor
		PVC isolert		PEX / EPR isolert		Mineral isolert		
		2-leder	3-leder	2-leder	3-leder	2 og 3-leder		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Isolerte ledere forlagt i installasjonsrør i en termisk isolert vegg	A1	Tabell 52B-2 kol. 2	Tabell 52B-4 kol. 2	Tabell 52B-3 kol. 2	Tabell 52B-5 kol. 2	-	Tabell 52B-14	Tabell 52B-17
	Flerlederkabel forlagt i installasjonsrør i en termisk isolert vegg	A2	Tabell 52B-2 kol. 2	Tabell 52B-4 kol. 3	Tabell 52B-3 kol. 3	Tabell 52B-5 kol. 3	-	Tabell 52B-14	Tabell 52B-17 For D brukes Tabell 52B-19
	Isolerte ledere forlagt i installasjonsrør på en trevegg	B1	Tabell 52B-2 kol. 2	Tabell 52B-4 Kol 4	Tabell 52B-3 kol 4	Tabell 52B-5 kol. 4	-	Tabell 52B-14	Tabell 52B-17
	Flerlederkabel forlagt i installasjonsrør på en trevegg	B2	Tabell 52B-2 kol. 2	Tabell 52B-4 kol. 5	Tabell 52B-3 kol. 5	Tabell 52B-5 kol. 5	-	Tabell 52B-14	Tabell 52B-17
	Én- eller flerlederkabel montert på en trevegg	C	Tabell 52B-2 kol. 2	Tabell 52B-4 kol. 6	Tabell 52B-3 kol. 6	Tabell 52B-5 kol. 6	70 °C skjerm Tabell 52B-6 105 °C skjerm Tabell 52B-7	Tabell 52B-14	Tabell 52B-17
	Flerlederkabel forlagt i en ledningskanal i jord	D1	Tabell 52B-2 kol. 2	Tabell 52B-4 kol. 7	Tabell 52B-3 kol. 7	Tabell 52B-5 kol. 7	-	Tabell 52B-15	Tabell 52B-19
	Skjermet énleder eller flerlederkabel forlagt direkte i jorden	D2	Tabell 52B-2 kol. 2	Tabell 52B-4 kol. 8	Tabell 52B-3 kol. 8	Tabell 52B-5 kol.8	-	Tabell 52B-15	Tabell 52B-18

Tabell 52B-1 - Oversikt over referanseinstallasjonsmetoder som grunnlag for tabeller med strømføringsevner (forts.)

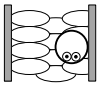
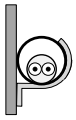
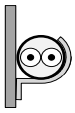
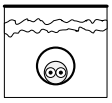
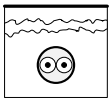
Referanseinstallasjonsmetoder			Tabell og kolonne						
			Strømføringsevne for enkle kurser					Omgivelses-temperatur-faktor	Gruppe-reduksjons-faktor
			PVC isolert		PEX / EPR isolert		Mineral isolert		
			2-leder	3-leder	2-leder	3-leder	2 og 3-leder		
1		2	3	4	5	6	7	8	9
 Avstand til vegg minst 0,3 x kabel diameter	Flerlederkabel forlagt i luft	E	Kobber: Tabell 52B-10 Aluminium: Tabell 52B-11		Kobber: Tabell 52B-12 Aluminium: Tabell 52B-13		70 °C skjerm: Tabell 52B-8 105 °C skjerm: Tabell 52B-9	Tabell 52B-14	Tabell 52B-20
 Avstand til vegg minimum en kabel diameter	Énlederkabler som berører hverandre, forlagt i luft	F	Kobber: Tabell 52B-10 Aluminium Tabell 52B-11		Kobber: Tabell 52B-12 Aluminium Tabell 52B-13		70 °C skjerm: Tabell 52B-8 105 °C skjerm: Tabell 52B-9	Tabell 52B-14	Tabell 52B-21
	Énlederkabler med avstand mellom kablene, forlagt i luft	G	Kobber: Tabell 52B-10 Aluminium: Tabell 52B-11		Kobber: Tabell 52B-12 Aluminium: Tabell 52B-13		70 °C skjerm: Tabell 52B-8 105 °C skjerm: Tabell 52B-9	Tabell 52B-14	-

Tabell 52B-2 - Strømføringsevner i ampere for referanseinstallasjonsmetoder i Tabell 52B-1, PVC isolert / to belastede ledere / kobber eller aluminium, Ledertemperatur: 70 ºC / Referanseomgivelsestemperatur: 30 ºC i luft, 20 ºC i jord

Nominelt leder-tverrsnitt mm²	Referanseinstallasjonsmetode iht. Tabell 52B-1						
	A1	A2	B1	B2	C	D1	D2
							
1	2	3	4	5	6	7	8
Kobber							
1,5	14,5	14	17,5	16,5	19,5	22	22
2,5	19,5	18,5	24	23	27	27	28
4	26	25	32	30	36	37	38
6	34	32	41	38	46	46	48
10	46	43	57	52	63	60	64
16	61	57	76	69	85	78	83
25	80	75	101	90	112	99	110
35	99	92	125	111	138	119	132
50	119	110	151	133	168	140	156
70	151	139	192	168	213	173	192
95	182	167	232	201	258	204	230
120	210	192	269	232	299	231	261
150	240	219	300	258	344	261	293
185	273	248	341	294	392	292	331
240	321	291	400	344	461	336	382
300	367	334	458	394	530	379	427
Aluminium							
2,5	15	14,5	18,5	17,5	21	22	
4	20	19,5	25	24	28	29	
6	26	25	32	30	36	36	
10	36	33	44	41	49	47	
16	48	44	60	54	66	61	63
25	63	58	79	71	83	77	82
35	77	71	97	86	103	93	98
50	93	86	118	104	125	109	117
70	118	108	150	131	160	135	145
95	142	130	181	157	195	159	173
120	164	150	210	181	226	180	200
150	189	172	234	201	261	204	224
185	215	195	266	230	298	228	255
240	252	229	312	269	352	262	298
300	289	263	358	308	406	296	336

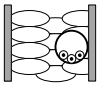
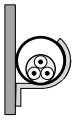
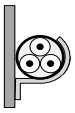
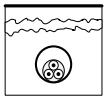
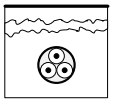
MERKNAD – I kolonnene 3, 5, 6, 7 og 8 er det forutsatt et sirkulært ledertverrsnitt for ledertverrsnitt opp til og med 16 mm². For større ledertverrsnitt er det forutsatt sektorformede ledertverrsnitt, men strømføringsevnene kan trygt anvendes for ledere med sirkulært ledertverrsnitt.

Tabell 52B-3 - Strømføringsevner i ampere for referanseinstallasjonsmetoder i Tabell 52B-1, PEX eller EPR isolert / to belastede ledere / kobber eller aluminium, Ledertemperatur: 90 ºC / Referanseomgivelsestemperatur: 30 ºC i luft, 20 ºC i jord

Nominelt leder-tverrsnitt mm²	Referanseinstallasjonsmetode iht. Tabell 52B-1						
	A1	A2	B1	B2	C	D1	D2
							
1	2	3	4	5	6	7	8
Kobber							
1,5	19	18,5	23	22	24	26	27
2,5	26	25	31	30	33	33	35
4	35	33	42	40	45	43	46
6	45	42	54	51	58	53	58
10	61	57	75	69	80	71	77
16	81	76	100	91	107	91	100
25	106	99	133	119	138	116	129
35	131	121	164	146	171	139	155
50	158	145	198	175	209	164	183
70	200	183	253	221	269	203	225
95	241	220	306	265	328	239	270
120	278	253	354	305	382	271	306
150	318	290	393	334	441	306	343
185	362	329	449	384	506	343	387
240	424	386	528	459	599	395	448
300	486	442	603	532	693	446	502
Aluminium							
2,5	20	19,5	25	23	26	26	
4	27	26	33	31	35	33	
6	35	33	43	40	45	42	
10	48	45	59	54	62	55	
16	64	60	79	72	84	71	76
25	84	78	105	94	101	90	98
35	103	96	130	115	126	108	117
50	125	115	157	138	154	128	139
70	158	145	200	175	198	158	170
95	191	175	242	210	241	186	204
120	220	201	281	242	280	211	233
150	253	230	307	261	324	238	261
185	288	262	351	300	371	267	296
240	338	307	412	358	439	307	343
300	387	352	471	415	508	346	386

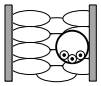
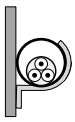
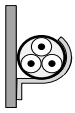
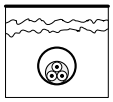
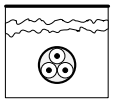
MERKNAD – I kolonnene 3, 5, 6, 7 og 8 er det forutsatt et sirkulært ledertverrsnitt for ledertverrsnitt opp til og med 16 mm². For større ledertverrsnitt er det forutsatt sektorformede ledertverrsnitt, men strømføringsevnene kan trygt anvendes for ledere med sirkulært ledertverrsnitt.

Tabell 52B-4 - Strømføringsevner i ampere for referanseinstallasjonsmetoder i Tabell 52B-1, PVC / tre belastede ledere / kobber eller aluminium, Ledertemperatur: 70 ºC / Referanseomgivelsestemperatur: 30 ºC i luft, 20 ºC i jord

Nominelt leder-tverrsnitt mm²	Referanseinstallasjonsmetode iht. Tabell 52B-1						
	A1	A2	B1	B2	C	D1	D2
							
1	2	3	4	5	6	7	8
Kobber							
1,5	13,5	13	15,5	15	17,5	18	19
2,5	18	17,5	21	20	24	24	24
4	24	23	28	27	32	30	33
6	31	29	36	34	41	38	41
10	42	39	50	46	57	50	54
16	56	52	68	62	76	64	70
25	73	68	89	80	96	82	92
35	89	83	110	99	119	98	110
50	108	99	134	118	144	116	130
70	136	125	171	149	184	143	162
95	164	150	207	179	223	169	193
120	188	172	239	206	259	192	220
150	216	196	262	225	299	217	246
185	245	223	296	255	341	243	278
240	286	261	346	297	403	280	320
300	328	298	394	339	464	316	359
Aluminium							
2,5	14	13,5	16,5	15,5	18,5	18,5	
4	18,5	17,5	22	21	25	24	
6	24	23	28	27	32	30	
10	32	31	39	36	44	39	
16	43	41	53	48	59	50	53
25	57	53	70	62	73	64	69
35	70	65	86	77	90	77	83
50	84	78	104	92	110	91	99
70	107	98	133	116	140	112	122
95	129	118	161	139	170	132	148
120	149	135	186	160	197	150	169
150	170	155	204	176	227	169	189
185	194	176	230	199	259	190	214
240	227	207	269	232	305	218	250
300	261	237	306	265	351	247	282

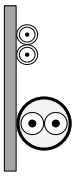
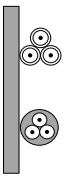
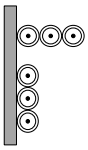
MERKNAD – I kolonnene 3, 5, 6, 7 og 8 er det forutsatt et sirkulært ledertverrsnitt for ledertverrsnitt opp til og med 16 mm². For større ledertverrsnitt er det forutsatt sektorformede ledertverrsnitt, men strømføringsevnene kan trygt anvendes for ledere med sirkulært ledertverrsnitt.

Tabell 52B-5 - Strømføringsevner i ampere for referanseinstallasjonsmetoder i Tabell 52B-1, PEX eller EPR isolert / tre belastede ledere / kobber eller aluminium, Ledertemperatur: 90 ºC / Referanseomgivelsestemperatur: 30 ºC i luft, 20 ºC i jord

Nominelt leder-tverrsnitt mm²	Referanseinstallasjonsmetode iht. Tabell 52B-1						
	A1	A2	B1	B2	C	D1	D2
							
1	2	3	4	5	6	7	8
Kobber							
1,5	17	16,5	20	19,5	22	21	23
2,5	23	22	28	26	30	28	30
4	31	30	37	35	40	36	39
6	40	38	48	44	52	44	49
10	54	51	66	60	71	58	65
16	73	68	88	80	96	75	84
25	95	89	117	105	119	96	107
35	117	109	144	128	147	115	129
50	141	130	175	154	179	135	153
70	179	164	222	194	229	167	188
95	216	197	269	233	278	197	226
120	249	227	312	268	322	223	257
150	285	259	342	300	371	251	287
185	324	295	384	340	424	281	324
240	380	346	450	398	500	324	375
300	435	396	514	455	576	365	419
Aluminium							
2,5	19	18	22	21	24	22	
4	25	24	29	28	32	28	
6	32	31	38	35	41	35	
10	44	41	52	48	57	46	
16	58	55	71	64	76	59	64
25	76	71	93	84	90	75	82
35	94	87	116	103	112	90	98
50	113	104	140	124	136	106	117
70	142	131	179	156	174	130	144
95	171	157	217	188	211	154	172
120	197	180	251	216	245	174	197
150	226	206	267	240	283	197	220
185	256	233	300	272	323	220	250
240	300	273	351	318	382	253	290
300	344	313	402	354	440	286	326

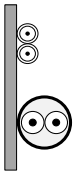
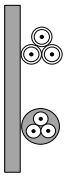
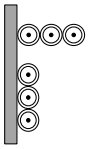
MERKNAD – I kolonnene 3, 5, 6, 7 og 8 er det forutsatt et sirkulært ledertverrsnitt for ledertverrsnitt opp til og med 16 mm². For større ledertverrsnitt er det forutsatt sektorformede ledertverrsnitt, men strømføringsevnene kan trygt anvendes for ledere med sirkulært ledertverrsnitt.

Tabell 52B-6 - Strømføringsevner i ampere for referanseinstallasjonsmetode C i Tabell 52B-1, Mineral isolert / Kobberledere og -skjerm, Med PVC-kappe, eller uten kappe og eksponert for berøring (se MERKNAD 2), Temperatur på metallkappe: 70 ºC / Referanseomgivelsestemperatur: 30 ºC

Nominelt leder-tverrsnitt mm^2	Antall og forlegning av ledere for referanseinstallasjonsmetode C iht. Tabell 52B-1		
	To belastede ledere, toleder eller énledere	Tre belastede ledere	
		flerlederkabel eller énlederkabler forlagt i trekant	Énlederkabler forlagt i flat forlegning
			
1	2	3	4
500 V			
1,5	23	19	21
2,5	31	26	29
4	40	35	38
750 V			
1,5	25	21	23
2,5	34	28	31
4	45	37	41
6	57	48	52
10	77	65	70
16	102	86	92
25	133	112	120
35	163	137	147
50	202	169	181
70	247	207	221
95	296	249	264
120	340	286	303
150	388	327	346
185	440	371	392
240	514	434	457

MERKNAD 1 - For énlederkabler er kabelskjermene forbundet med hverandre i hver ende av kablene.
MERKNAD 2 - For kabler uten kappe utsatt for berøring bør verdiene for strømføringsevne multipliseres med 0,9.
MERKNAD 3 - Verdiene 500 V og 750 V er nominell spenning for kablene.

Tabell 52B-7 - Strømføringsevner i ampere for referanseinstallasjonsmetode C i Tabell 52B-1, Mineral isolert / Kobberledere og -skjerm, Uten kappe og ikke eksponert for berøring og ikke i kontakt med brennbart materiale, Temperatur på metallkappe: 105 ºC / Referanseomgivelsestemperatur: 30 ºC

Nominelt leder-tverrsnitt mm²	Antall og forlegning av ledere for referanseinstallasjonsmetode C iht. Tabell 52B-1		
	To belastede ledere, toleder eller énledere	Tre belastede ledere	
		Flerlederkabel eller énlederkabler forlagt i trekant	Énlederkabler forlagt i flat forlegning
			
1	2	3	4
500 V			
1,5	28	24	27
2,5	38	33	36
4	51	44	47
750 V			
1,5	31	26	30
2,5	42	35	41
4	55	47	53
6	70	59	67
10	96	81	91
16	127	107	119
25	166	140	154
35	203	171	187
50	251	212	230
70	307	260	280
95	369	312	334
120	424	359	383
150	485	410	435
185	550	465	492
240	643	544	572

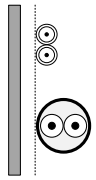
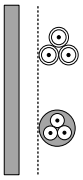
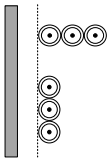
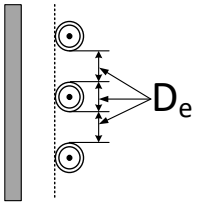
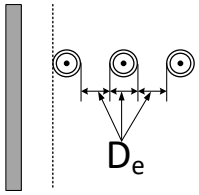
MERKNAD 1 - For énlederkabler er kabelskjermene forbundet med hverandre i hver ende av kablene.

MERKNAD 2 - Gruppereduksjonsfaktorer behøver ikke anvendes.

MERKNAD 3 - Denne tabellen gjelder for referanseinstallasjonsmetode C i en murvegg fordi høye skjermtemperaturer vanligvis ikke er akseptabelt for en trevegg.

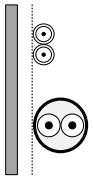
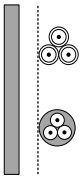
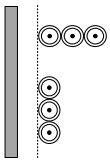
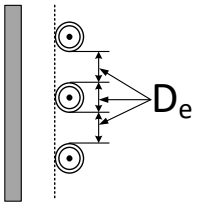
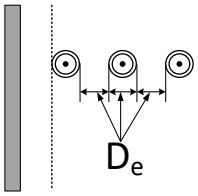
MERKNAD 4 - Verdiene 500 V og 750 V er nominell spenning for kablene.

Tabell 52B-8 - Strømføringsevner i ampere for referanseinstallasjonsmetode E, F og G i Tabell 52B-1, Mineral isolert / Kobberledere og -skjerm, PVC-isolert, eller uten kappe og eksponert for berøring (se MERKNAD 2), Temperatur på metallkappe: 70 ºC / Referanseomgivelsestemperatur: 30 ºC

Nominelt leder-tverrsnitt mm^2	Antall og forlegning av ledere for referanseinstallasjonsmetode E, F og G iht. Tabell 52B-1				
		Tre belastede ledere			
	To belastede ledere, toleder eller énledere	Flerlederkabel eller énleder-kabler forlagt i trekant	Énlederkabler som berører hverandre	Énlederkabler forlagt vertikalt med avstand mellom kablene	Énlederkabler forlagt horisontalt med avstand mellom kablene
	Metode E eller F	Metode E eller F	Metode F	Metode G	Metode G
					
1	2	3	4	5	6
500 V					
1,5	25	21	23	26	29
2,5	33	28	31	34	39
4	44	37	41	45	51
750 V					
1,5	26	22	26	28	32
2,5	36	30	34	37	43
4	47	40	45	49	56
6	60	51	57	62	71
10	82	69	77	84	95
16	109	92	102	110	125
25	142	120	132	142	162
35	174	147	161	173	197
50	215	182	198	213	242
70	264	223	241	259	294
95	317	267	289	309	351
120	364	308	331	353	402
150	416	352	377	400	454
185	472	399	426	446	507
240	552	466	496	497	565

MERKNAD 1 - For énlederkabler er kabelskjermene forbundet med hverandre i hver ende av kablene.
MERKNAD 2 - Verdiene multipliseres med 0,9 når kabler uten beskyttelseskappe er eksponert for berøring.
MERKNAD 3 - D_e er kabelens ytre diameter.
MERKNAD 4 - Verdiene 500 V og 750 V er nominell spenning for kablene.

Tabell 52B-9 - Strømføringsevner i ampere for referanseinstallasjonsmetodene E, F og G i Tabell 52B-1, Mineral isolert / Kobberledere og -skjerm, Uten kappe og ikke eksponert for berøring (se MERKNAD 2), Temperatur på metallkappe: 105 ºC / Referanseomgivelsestemperatur: 30 ºC

Nominelt leder-tverrsnitt mm^2	Antall og forlegning av ledere for referanseinstallasjonsmetode E, F og G iht. Tabell 52B-1				
		Tre belastede ledere			
	To belastede ledere, toleder eller énledere	Flerlederkabel eller énleder-kabler forlagt i trekant	Énlederkabler som berører hverandre	Énlederkabler forlagt vertikalt med avstand mellom kablene	Énlederkabler forlagt horisontalt med avstand mellom kablene
	Metode E eller F	Metode E eller F	Metode F	Metode G	Metode G
					
1	2	3	4	5	6
500 V					
1,5	31	26	29	33	37
2,5	41	35	39	43	49
4	54	46	51	56	64
750 V					
1,5	33	28	32	35	40
2,5	45	38	43	47	54
4	60	50	56	61	70
6	76	64	71	78	89
10	104	87	96	105	120
16	137	115	127	137	157
25	179	150	164	178	204
35	220	184	200	216	248
50	272	228	247	266	304
70	333	279	300	323	370
95	400	335	359	385	441
120	460	385	411	441	505
150	526	441	469	498	565
185	596	500	530	557	629
240	697	584	617	624	704

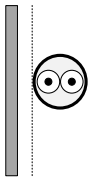
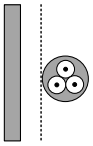
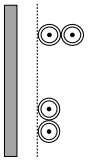
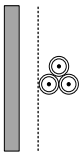
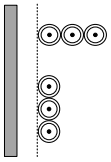
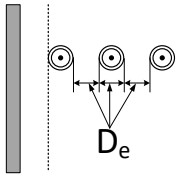
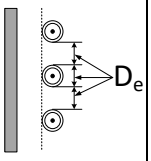
MERKNAD 1 – For énlederkabler er kabelskjermene forbundet med hverandre i hver ende av kablene.

MERKNAD 2 – Gruppereduksjonsfaktorer behøver ikke anvendes.

MERKNAD 3 – D_e er kabelens ytre diameter.

MERKNAD 4 – Verdiene 500 V og 750 V er nominell spenning for kablene.

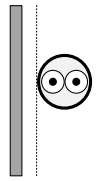
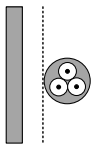
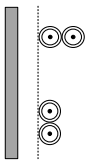
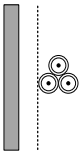
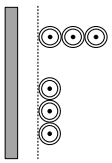
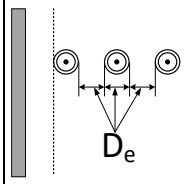
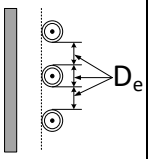
Tabell 52B-10 – Strømføringsevner i ampere for referanseinstallasjonsmetodene E, F og G i Tabell 52B-1, PVC isolert / Kobberledere, Ledertemperatur: 70 ºC / Referanseomgivelsestemperatur: 30 ºC

Nominelt leder-tverrsnitt mm²	Referanseinstallasjonsmetode iht. Tabell 52B-1						
	Flerlederkabler		Énlederkabler				
	To belastede ledere	Tre belastede ledere	To belastede ledere som berører hverandre	Tre belastede ledere forlagt i trekant formasjon	Tre belastede ledere forlagt i flat formasjon		
					Kabler berører hverandre	Kabler forlagt med avstand mellom kablene	
						Horisontalt	Vertikalt
							
	Metode E	Metode E	Metode F	Metode F	Metode F	Metode G	Metode G
1	2	3	4	5	6	7	8
1,5	22	18,5	–	–	–	–	–
2,5	30	25	–	–	–	–	–
4	40	34	–	–	–	–	–
6	51	43	–	–	–	–	–
10	70	60	–	–	–	–	–
16	94	80	–	–	–	–	–
25	119	101	131	110	114	146	130
35	148	126	162	137	143	181	162
50	180	153	196	167	174	219	197
70	232	196	251	216	225	281	254
95	282	238	304	264	275	341	311
120	328	276	352	308	321	396	362
150	379	319	406	356	372	456	419
185	434	364	463	409	427	521	480
240	514	430	546	485	507	615	569
300	593	497	629	561	587	709	659
400	–	–	754	656	689	852	795
500	–	–	868	749	789	982	920
630	–	–	1 005	855	905	1 138	1 070

MERKNAD 1 - Det er forutsatt et sirkulært ledertverrsnitt for ledertverrsnitt ≤ 16 mm². For større ledertverrsnitt er det forutsatt sektorformede ledertverrsnitt, men strømføringsevnene kan trygt anvendes for ledere med sirkulært ledertverrsnitt.

MERKNAD 2 - D_e er ytre diameter for kabelen.

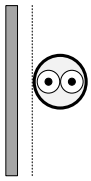
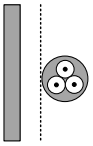
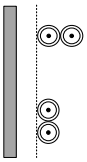
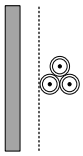
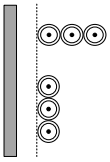
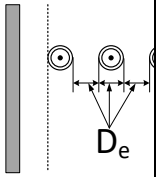
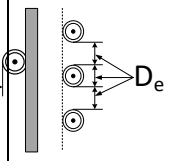
Tabell 52B-11 - Strømføringsevner i ampere for referanseinstallasjonsmetodene E, F og G i Tabell 52B-1, PVC isolert / Aluminiumsledere, Ledertemperatur: 70 ºC / Referanseomgivelsestemperatur: 30 ºC

Nominelt leder-tverrsnitt mm²	Referanseinstallasjonsmetode iht. Tabell 52B-1						
	Flerlederkabler		Énlederkabler				
	To belastede ledere	Tre belastede ledere	To belastede ledere som berører hverandre	Tre belastede ledere forlagt i trekant formasjon	Tre belastede ledere forlagt i flat formasjon		
					Kabler berører hverandre	Kabler forlagt med avstand mellom kablene	
						Horisontalt	Vertikalt
							
	Metode E	Metode E	Metode F	Metode F	Metode F	Metode G	Metode G
1	2	3	4	5	6	7	8
2,5	23	19,5	–	–	–	–	–
4	31	26	–	–	–	–	–
6	39	33	–	–	–	–	–
10	54	46	–	–	–	–	–
16	73	61	–	–	–	–	–
25	89	78	98	84	87	112	99
35	111	96	122	105	109	139	124
50	135	117	149	128	133	169	152
70	173	150	192	166	173	217	196
95	210	183	235	203	212	265	241
120	244	212	273	237	247	308	282
150	282	245	316	274	287	356	327
185	322	280	363	315	330	407	376
240	380	330	430	375	392	482	447
300	439	381	497	434	455	557	519
400	–	–	600	526	552	671	629
500	–	–	694	610	640	775	730
630	–	–	808	711	746	900	852

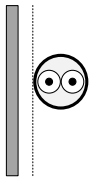
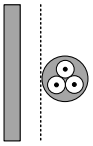
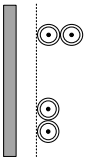
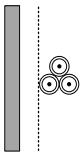
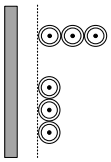
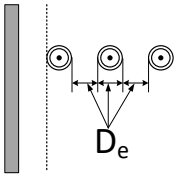
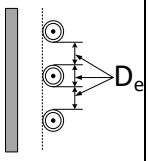
MERKNAD 1 – Det er forutsatt et sirkulært ledertverrsnitt for ledertverrsnitt ≤ 16 mm². For større ledertverrsnitt er det forutsatt sektorformede ledertverrsnitt, men strømføringsevnene kan trygt anvendes for ledere med sirkulært ledertverrsnitt.

MERKNAD 2 - D_e er ytre diameter for kabelen.

Tabell 52B-12 - Strømføringsevner i ampere for referanseinstallasjonsmetodene E, F og G i Tabell 52B-1, PEX eller EPR isolert / Kobberledere, Ledertemperatur: 90 ºC / Referanseomgivelsestemperatur: 30 ºC

Nominelt leder-tverrsnitt mm²	Referanseinstallasjonsmetode iht. Tabell 52B-1						
	Flerlederkabler		Énlederkabler				
	To belastede ledere	Tre belastede ledere	To belastede ledere som berører hverandre	Tre belastede ledere forlagt i trekant formasjon	Tre belastede ledere forlagt i flat formasjon		
					Kabler berører hverandre	Kabler forlagt med avstand mellom kablene	
						Horisontalt	Vertikalt
							
	Metode E	Metode E	Metode F	Metode F	Metode F	Metode G	Metode G
1	2	3	4	5	6	7	8
1,5	26	23	–	–	–	–	–
2,5	36	32	–	–	–	–	–
4	49	42	–	–	–	–	–
6	63	54	–	–	–	–	–
10	86	75	–	–	–	–	–
16	115	100	–	–	–	–	–
25	149	127	161	135	141	182	161
35	185	158	200	169	176	226	201
50	225	192	242	207	216	275	246
70	289	246	310	268	279	353	318
95	352	298	377	328	342	430	389
120	410	346	437	383	400	500	454
150	473	399	504	444	464	577	527
185	542	456	575	510	533	661	605
240	641	538	679	607	634	781	719
300	741	621	783	703	736	902	833
400	–	–	940	823	868	1085	1008
500	–	–	1083	946	998	1253	1169
630	–	–	1 254	1 088	1 151	1 454	1 362

Tabell 52B-13 - Strømføringsevner i ampere for referanseinstallasjonsmetodene E, F og G Tabell 52B-1, PEX eller EPR isolert / Aluminiumsledere, Ledertemperatur: 90 ºC / Referanseomgivelsestemperatur: 30 ºC

Nominelt leder-tverrsnitt mm²	Referanseinstallasjonsmetode iht. Tabell 52B-1						
	Flerlederkabler		Énlederkabler				
	To belastede ledere	Tre belastede ledere	To belastede ledere som berører hverandre	Tre belastede ledere forlagt i trekant formasjon	Tre belastede ledere forlagt i flat formasjon		
					Kabler berører hverandre	Kabler forlagt med avstand mellom kablene	
						Horisontalt	Vertikalt
							
	Metode E	Metode E	Metode F	Metode F	Metode F	Metode G	Metode G
1	2	3	4	5	6	7	8
2,5	28	24	–	–	–	–	–
4	38	32	–	–	–	–	–
6	49	42	–	–	–	–	–
10	67	58	–	–	–	–	–
16	91	77	–	–	–	–	–
25	108	97	121	103	107	138	122
35	135	120	150	129	135	172	153
50	164	146	184	159	165	210	188
70	211	187	237	206	215	271	244
95	257	227	289	253	264	332	300
120	300	263	337	296	308	387	351
150	346	304	389	343	358	448	408
185	397	347	447	395	413	515	470
240	470	409	530	471	492	611	561
300	543	471	613	547	571	708	652
400	–	–	740	663	694	856	792
500	–	–	856	770	806	991	921
630	–	–	996	899	942	1154	1077

MERKNAD – Det er forutsatt et sirkulært ledertverrsnitt for ledertverrsnitt opp til og med 16 mm². For større ledertverrsnitt er det forutsatt sektorformede ledertverrsnitt, men strømføringsevnene kan trygt anvendes for ledere med sirkulært ledertverrsnitt.

MERKNAD 2 - D_e er ytre diameter for kabelen.

Tabell 52B-14 - Korreksjonsfaktorer for omgivelsestemperaturer forskjellig fra 30 ºC, Anvendes for å finne strømføringsevnen for kabler forlagt i luft

Omgivelses-temperatur [a] °C	Isolasjon			
	PVC	PEX eller EPR	Mineral [a]	
			Med PVC-kappe eller uten beskyttelseskappe og eksponert for berøring 70 °C	Uten beskyttelseskappe og ikke eksponert for berøring 105 °C
10	1,22	1,15	1,26	1,14
15	1,17	1,12	1,20	1,11
20	1,12	1,08	1,14	1,07
25	1,06	1,04	1,07	1,04
35	0,94	0,96	0,93	0,96
40	0,87	0,91	0,85	0,92
45	0,79	0,87	0,87	0,88
50	0,71	0,82	0,67	0,84
55	0,61	0,76	0,57	0,80
60	0,50	0,71	0,45	0,75
65	–	0,65	–	0,70
70	–	0,58	–	0,65
75	–	0,50	–	0,60
80	–	0,41	–	0,54
85	–	–	–	0,47
90	–	–	–	0,40
95	–	–	–	0,32
a For høyere omgivelsestemperaturer, ta kontakt med kabelprodusenten.				

Tabell 52B-15 - Korreksjonsfaktorer for omgivelsestemperaturer forskjellig fra 20 ºC, Anvendes for å finne strømføringsevnen for kabler forlagt i jord

Temperatur i jord	Isolasjon	
°C	PVC	PEX eller EPR
10	1,10	1,07
15	1,05	1,04
25	0,95	0,96
30	0,89	0,93
35	0,84	0,89
40	0,77	0,85
45	0,71	0,80
50	0,63	0,76
55	0,55	0,71
60	0,45	0,65
65	–	0,60
70	–	0,53
75	–	0,46
80	–	0,38

Tabell 52B-16 - Korreksjonsfaktorer for kabler i jord når jordsmonnets termiske motstandsevne er forskjellig fra 2,5 K • m/W, Anvendes for å finne strømføringsevnen for referanseinstallasjonsmetodene D1 og D2

Termisk motstandsevne, K · m/W	0,5	0,7	1	1,5	2	2,5	3
Korreksjonsfaktor for kabler i nedgravde kanaler	1,28	1,20	1,18	1,1	1,05	1	0,96
Korreksjonsfaktor for direkte nedgravde kabler	1,88	1,62	1,5	1,28	1,12	1	0,90

MERKNAD 1 - De spesifiserte korreksjonsfaktorene er et gjennomsnitt av korreksjonsfaktorer for alle ledertverrsnitt definert i Tabell 52B-2 til Tabell 52B-5. Nøyaktigheten av korreksjonsfaktorene er innenfor ±5 %.

MERKNAD 2 - Korreksjonsfaktorene gjelder for kabler forlagt i ledningskanaler i jord. For kabler forlagt direkte i jord vil korreksjonsfaktorene når jordsmonnets termiske motstandsevne er < 2,5 K·m/W være større. I de tilfeller hvor det er påkrevd med mer nøyaktige verdier, kan beregningsmetoden gitt i NEK IEC 60287 anvendes.

MERKNAD 3 - Korreksjonsfaktorene gjelder for ledningskanaler nedgravd inntil 0,8 m ned i jorden.

MERKNAD 4 - Det antas at jordsmonnet er ensartet. Det er ikke tatt hensyn til toleranse for fuktighetsvandring som kan føre til områder med høyere termisk motstand rundt kabelen. Dersom delvis uttørking av jorden forventes, bør strømføringsevnen beregnes etter metoder spesifisert i NEK IEC 60287-serien.

Tabell 52B-17 - Reduksjonsfaktorer for parallellføring av kabler/kurser, Anvendes for strømføringsevner i tabellene Tabell 52B-2 til Tabell 52B-13

	Arrangement (Kabler berører hverandre)	**Antall kurser eller flerlederkabler**												**Anvendes i forbindelse med referanse-installasjons-metode:**
		1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**12**	**16**	**20**	
1	Kabler/ledere forlagt i bunt i luft, på en overflate, innstøpt eller innkapslet	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,45	0,41	0,38	Tabell 52B-2 Til Tabell 52B-13 Metodene A til F
2	Kabler/ledere forlagt i et enkelt lag på vegg, gulv eller på uperforert bro	1,00	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70	Ingen ytterligere reduksjonsfaktor for mer enn ni kurser eller flerlederkabler			Tabell 52B-2 til Tabell 52B-7 Metode C
3	Kabler/ledere forlagt i et enkelt lag festet direkte under en trehimling/tak	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61				

MERKNAD 1 - Faktorene gjelder for like grupper med likt belastede leder.

MERKNAD 2 - Når lysåpningen mellom kablene er > 2 x den ytre diameteren, er bruk av reduksjonsfaktorer ikke nødvendig.

MERKNAD 3 - De samme korreksjonsfaktorene kan benyttes for:

- grupper av to eller tre énlederkabler, og
- flerlederkabler.

MERKNAD 4 - Når et ledningsopplegg består av både to- og trelederkabler, skal det totale antallet kabler settes lik antall kurser, og korreksjonsfaktoren benyttes for strømføringstabeller for to belastede ledere ved tolederkabler og for tre belastede leder ved trelederkabler.

MERKNAD 5 - Består en gruppe av n énlederkabler, kan den enten betraktes som n/2 kurser bestående av to belastede ledere, eller n/3 kurser av tre belastede ledere.

MERKNAD 6 – De spesifiserte korreksjonsfaktorene er et gjennomsnitt av korreksjonsfaktorer for alle ledertverrsnitt definert i Tabell 52B-2 til Tabell 52B-13. Nøyaktigheten av korreksjonsfaktorene er innenfor ±5 %.

MERKNAD 7 – For noen ledningsopplegg og for forlegninger ikke nevnt i ovenstående Tabell kan det være behøvelig å anvende reduksjonsfaktorer som er utregnet for de spesielle tilfellene, se for eksempel Tabell 52B-20 og Tabell 52B-21.

Tabell 52B-18 - Reduksjonsfaktorer for parallellføring av kabler/kurser, Kabler forlagt direkte i jord, Referanseinstallasjonsmetode D2 i Tabell 52B-2 til Tabell 52B-5, Én- eller flerlederkabler

Antall kurser	Avstand mellom kabler (*a*)[a]				
	Ingen (kabler berører hverandre	En kabel-diameter	0,125 m	0,25 m	0,5 m
2	0,75	0,80	0,85	0,90	0,90
3	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85
4	0,60	0,60	0,70	0,75	0,80
5	0,55	0,55	0,65	0,70	0,80
6	0,50	0,55	0,60	0,70	0,80
7	0,45	0,51	0,59	0,67	0,76
8	0,43	0,48	0,57	0,65	0,75
9	0,41	0,46	0,55	0,63	0,74
12	0,36	0,42	0,51	0,59	0,71
16	0,32	0,38	0,47	0,56	0,68
20	0,29	0,35	0,44	0,53	0,66

[a] Flerlederkabler



[b] Énlederkabler



MERKNAD 1 - Korreksjonsfaktorene gjelder for forlegningsdybde 0,7 m og en termisk motstandsevne for jordsmonnet på 2,5 K·m/W. Korreksjonsfaktorene er et gjennomsnitt av korreksjonsfaktorer for alle ledertverrsnitt definert i Tabell 52B-2 til Tabell 52B-5. Beregning av gjennomsnittlige verdier samt avrunding kan i enkelte tilfeller medføre en feil på opptil ±10 %. I de tilfeller hvor det er påkrevd med mer nøyaktige verdier, kan beregningsmetoden gitt i NEK IEC 60287 anvendes.

MERKNAD 2 - I tilfeller termisk motstand < 2,5 K·m/W kan korrosjonsfaktoren generelt bli større, og kan beregnes etter metoden gitt i NEK IEC 60287-2-1.

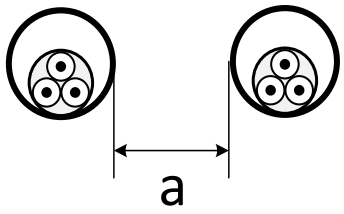
MERKNAD 3 - I kurser som av *n* antall parallelle ledere pr. fase bør, for å fastsette reduksjonsfaktoren, vurderes som *n* kurser.

Tabell 52B-19 - Reduksjonsfaktorer for parallellføring av kabler/kurser, Kabler forlagt i ledningskanal i jord, Referanseinstallasjonsmetode D1 i Tabell 52B-2 til Tabell 52B-5

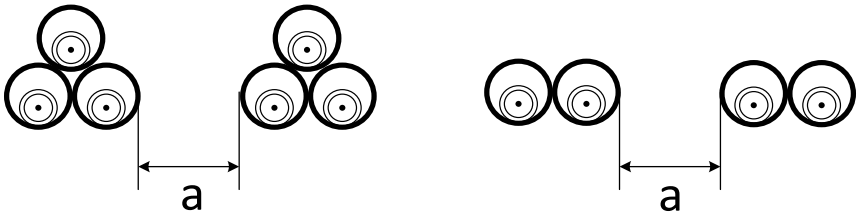
A) Flerlederkabler i ettløps ledningskanaler				
Antall kabler	Avstand mellom ledningskanaler[a]			
	Ingen (kanaler berører hverandre)	0,25 m	0,5 m	1,0 m
2	0,85	0,90	0,95	0,95
3	0,75	0,85	0,90	0,95
4	0,70	0,80	0,85	0,90
5	0,65	0,80	0,85	0,90
6	0,60	0,80	0,80	0,90
7	0,57	0,76	0,80	0,88
8	0,54	0,74	0,78	0,88
9	0,52	0,73	0,77	0,87
10	0,49	0,72	0,76	0,86
11	0,47	0,70	0,75	0,86
12	0,45	0,69	0,74	0,85
13	0,44	0,68	0,73	0,85
14	0,42	0,68	0,72	0,84
15	0,41	0,67	0,72	0,84
16	0,39	0,66	0,71	0,83
17	0,38	0,65	0.70	0,83
18	0,37	0,65	0,70	0,83
19	0,35	0,64	0,69	0,82
20	0,34	0,63	0,68	0,82

Tabell 52B-19 - Reduksjonsfaktorer for parallellføring av kabler/kurser, Kabler forlagt i ledningskanal i jord, Referanseinstallasjonsmetode D1 i (forts.)

B) Énlederkabler i ikke-magnetisk ettløps ledningskanaler				
Antall kurser med to eller tre énlederkabler	**Avstand mellom ledningskanaler[a]**			
	Ingen (kanaler berører hverandre)	**0,25 m**	**0,5 m**	**1,0 m**
2	0,80	0,90	0,90	0,95
3	0,70	0,80	0,85	0,90
4	0,65	0,75	0,80	0,90
5	0,60	0,70	0,80	0,90
6	0,60	0,70	0,80	0,90
7	0,53	0,66	0,76	0,87
8	0,50	0,63	0,74	0,87
9	0,47	0,61	0,73	0,86
10	0,45	0,59	0,72	0,85
11	0,43	0,57	0,70	0,85
12	0,41	0,56	0,69	0,84
13	0,39	0,54	0,68	0,84
14	0,37	0,53	0,68	0,83
15	0,35	0,52	0,67	0,83
16	0,34	0,51	0,66	0,83
17	0,33	0,50	0,65	0,82
18	0,31	0,49	0,65	0,82
19	0,30	0,48	0,64	0,82
20	0,29	0,47	0,63	0,81



a Flerlederkabler



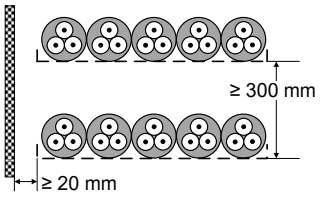
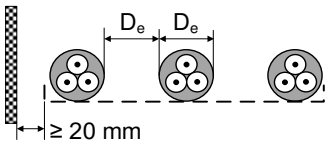
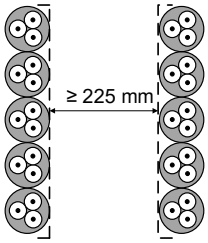
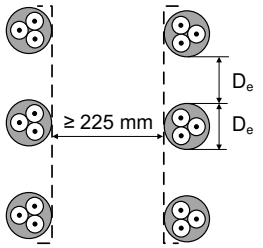
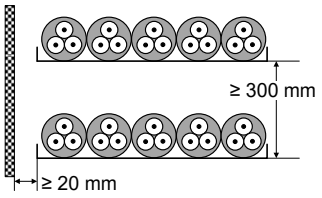
b Énlederkabler

MERKNAD 1 - Korreksjonsfaktorene gjelder for forlegningsdybde 0,7 m og en termisk motstandsevne for jordsmonnet på 2,5 K·m/W Korreksjonsfaktorene er et gjennomsnitt av korreksjonsfaktorer for alle ledertverrsnitt definert i Tabell 52B-2 til Tabell 52B-5. Beregning av gjennomsnittlige verdier samt avrunding kan i enkelte tilfeller medføre en feil på opptil ±10 %. I de tilfeller hvor det er påkrevd med mer nøyaktige verdier, kan beregningsmetoden gitt i NEK IEC 60287 anvendes.

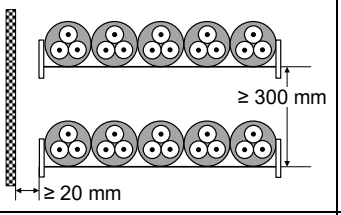
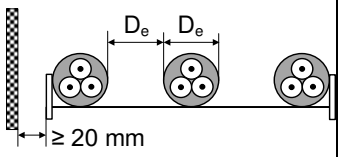
MERKNAD 2 - I tilfeller termisk motstand < 2,5 K·m/W kan korrosjonsfaktoren generelt bli større, og kan beregnes etter metoden gitt i NEK IEC 60287-2-1.

MERKNAD 3 - I kurser som av *n* antall parallelle ledere pr. fase bør, for å fastsette reduksjonsfaktoren, vurderes som *n* kurser.

Tabell 52B-20 - Reduksjonsfaktorer for parallellføring av kabler/kurser, Anvendes for strømføringsevner for flerlederkabler forlagt i luft, Referanseinstallasjonsmetode E i Tabell 52B-8 til Tabell 52B-13

Installasjonsmetode iht. Tabell 52A-2			Antall broer	Antall kabler pr. bro eller stige					
				1	2	3	4	6	9
Perforerte broer (merknad 3)	31	Kabler berører hverandre 	1 2 3 6	1,00 1,00 1,00 1,00	0,88 0,87 0,86 0,84	0,82 0,80 0,79 0,77	0,79 0,77 0,76 0,73	0,76 0,73 0,71 0,68	0,73 0,68 0,66 0,64
		Avstand mellom kablene 	1 2 3	1,00 1,00 1,00	1,00 0,99 0,98	0,98 0,96 0,95	0,95 0,92 0,91	0,91 0,87 0,85	– – –
Vertikale perforerte broer (merknad 4)	31	Kabler berører hverandre 	1 2	1,00 1,00	0,88 0,88	0,82 0,81	0,78 0,76	0,73 0,71	0,72 0,70
		Avstand mellom kablene 	1 2	1,00 1,00	0,91 0,91	0,89 0,88	0,88 0,87	0,87 0,85	– –
Uperforerte broer	31	Kabler berører hverandre 	1 2 3 6	0,97 0,97 0,97 0,97	0,84 0,83 0,82 0,81	0,78 0,76 0,75 0,73	0,75 0,72 0,71 0,69	0,71 0,68 0,66 0,63	0,68 0,63 0,61 0,58

Tabell 52B-20 - Reduksjonsfaktorer for parallellføring av kabler/kurser, Anvendes for strømføringsevner for flerlederkabler forlagt i luft, Referanseinstallasjonsmetode E i Tabell 52B-8 til (forts.)

Installasjonsmetode iht. Tabell 52A-2			Antall broer	Antall kabler pr. bro eller stige					
				1	2	3	4	6	9
Stiger, knekter, hengere, etc. (merknad 3)	32	Kabler berører hverandre 	1	1,00	0,87	0,82	0,80	0,79	0,78
			2	1,00	0,86	0,80	0,78	0,76	0,73
			3	1,00	0,85	0,79	0,76	0,73	0,70
			6	1,00	0,84	0,77	0,73	0,68	0,64
	33 34	Avstand mellom kablene 	1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	–
			2	1,00	0,99	0,98	0,97	0,96	–
			3	1,00	0,98	0,97	0,96	0,93	–

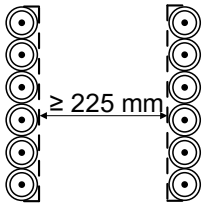
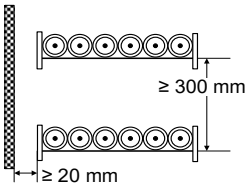
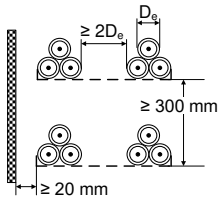
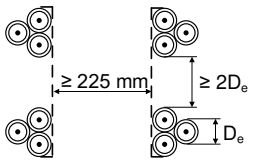
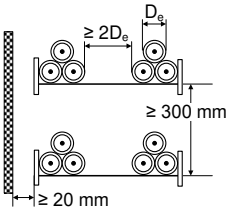
MERKNAD 1 – De spesifiserte korreksjonsfaktorene er et gjennomsnitt av korreksjonsfaktorer for alle ledertverrsnitt definert i Tabell 52B-8 til Tabell 52B-13. Nøyaktigheten av korreksjonsfaktorene er innenfor ±5 %.

MERKNAD 2 – Reduksjonsfaktorene gjelder for et enkelt lag av kabler som vist ovenfor, og kan ikke anvendes når det er forlagt flere lag med kabler som berører hverandre. Reduksjonsfaktorene for slike forlegninger er betraktelig lavere og skal fastsettes vha. en hensiktsmessig metode.

MERKNAD 3 – Reduksjonsfaktorene er fastsatt med en vertikal avstand mellom broene på 300 mm og med minst 20 mm avstand mellom bro og vegg. For mindre avstander bør reduksjonsfaktorene reduseres.

MERKNAD 4 – Reduksjonsfaktorene er fastsatt med en horisontal avstand mellom broene på 225 mm, montert bakside mot bakside. For mindre avstander bør reduksjonsfaktorene reduseres.

Tabell 52B-21 - Reduksjonsfaktorer for parallellføring av kabler/kurser, Anvendes for strømføringsevner for énlederkabler forlagt i luft, Referanseinstallasjonsmetode F i Tabell 52B-8 til Tabell 52B-13

Installasjonsmetode iht. Tabell 52A-2			Antall broer	Antall trefase kurser (merknad 5)			Anvendes som reduksjonsfaktor for å finne strømføringsevne for:
				1	2	3	
Perforerte broer (merknad 3)	31	Kabler berører hverandre 	1 2 3	0,98 0,96 0,95	0,91 0,87 0,85	0,87 0,81 0,78	Tre kabler forlagt i flat horisontal formasjon
Vertikale perforerte broer (merknad 4)	31	Kabler berører hverandre 	1 2	0,96 0,95	0,86 0,84	– –	Tre kabler forlagt i vertikal formasjon
Stiger, knekter, hengere, etc. (merknad 3)	32 33 34	Kabler berører hverandre 	1 2 3	1,00 0,98 0,97	0,97 0,93 0,90	0,96 0,89 0,86	Tre kabler forlagt i flat horisontal formasjon
Perforerte broer (merknad 3)	31		1 2 3	1,00 0,97 0,96	0,98 0,93 0,92	0,96 0,89 0,86	Tre kabler forlagt I trekant formasjon
Vertikale perforerte broer (merknad 4)	31	Avstand mellom formasjonene 	1 2	1,00 1,00	0,91 0,90	0,89 0,86	
Stiger, knekter, hengere, etc. (merknad 3)	32 33 34		1 2 3	1,00 0,97 0,96	1,00 0,95 0,94	1,00 0,93 0,90	

MERKNAD 1 – De spesifiserte korreksjonsfaktorene er et gjennomsnitt av korreksjonsfaktorer for alle ledertverrsnitt definert i Tabell 52B-8 til Tabell 52B-13. Nøyaktigheten av korreksjonsfaktorene er innenfor ±5 %.

MERKNAD 2 – Reduksjonsfaktorene gjelder for et enkelt lag av kabler (eller trekant grupper) som vist ovenfor, og kan ikke anvendes når det er forlagt flere lag med kabler som berører hverandre. Reduksjonsfaktorene for slike forlegninger er betraktelig lavere og skal fastsettes vha. en hensiktsmessig metode.

MERKNAD 3 – Reduksjonsfaktorene er fastsatt med en vertikal avstand mellom broene på 300 mm, og med minst 20 mm avstand mellom bro og vegg. For mindre avstander bør reduksjonsfaktorene reduseres.

MERKNAD 4 – Reduksjonsfaktorene er fastsatt med en horisontal avstand mellom broene på 225 mm, montert bakside mot bakside. For mindre avstander bør reduksjonsfaktorene reduseres.

MERKNAD 5 – For kurser med parallelle kabler pr. fase skal hvert sett av tre faseledere betraktes som en kurs i forbindelse med denne tabellen.

Tillegg 52C
(informativt)

Formler for å beregne strømføringsevner

Verdiene definert i Tabell 52B-2 til Tabell 52B-13 ligger på jevne kurver som relaterer strømføringsevnene til ledertverrsnitt.

Disse kurvene kan beskrives vha. følgende formel:

$$I = A\,S^m - B\,S^n$$

hvor:

I er strømføringsevne i ampere,

S er nominelt ledertverrsnitt, i kvadratmillimeter (mm^2) [2].

A og B er koeffisienter og m og n er eksponenter avhengig av kabel og referanse-installasjonsmetode.

Verdiene på koeffisientene og eksponentene er definert i Tabell 52C-1. Strømføringsevnene skal avrundes til nærmeste 0,5 A for verdier ≤ 20 A og til nærmeste ampere for verdier som er > 20 A.

Antall signifikante siffer skal ikke tas som en indikasjon på nøyaktigheten av strømføringsevnene.

For praktiske tilfeller benyttes bare det første leddet av formelen. Det andre leddet er kun benyttet for åtte store ledertverrsnitt.

Det anbefales ikke å benytte disse koeffisientene og eksponentene definert i Tabell 52C-1 utenfor de områder som er spesifisert i Tabell 52B-2 til Tabell 52B-13.

[2] For kabler med ekstrudert isolasjon, skal det for 50 mm^2 nominelt ledertverrsnitt benyttes verdien 47,5 mm^2. For alle andre ledertverrsnitt, og for ledertverrsnitt av mineralisolerte kabler er det nominelle ledertverrsnittet tilstrekkelig nøyaktig.

Tabell 52C-1 - Tabell over koeffisienter og eksponenter

Strømføringsevne-tabell	Kolonne	Kobberledere		Aluminiumsledere	
		A	***m***	***A***	***m***
Tabell 52B-2	2	11,2	0,6118	8,61	0,616
	3 ≤ 120 mm²	10,8	0,6015	8,361	0,6025
	3 > 120 mm²	10,19	0,6118	7,84	0,616
	4	13,5	0,625	10,51	0,6254
	5	13,1	0,600	10,24	0,5994
	6 ≤ 16 mm²	15,0	0,625	11,6	0,625
	6 > 16 mm²	15,0	0,625	10,55	0,640
	7	17,6	0,551	13,5	0,551
Tabell 52B-3	2	14,9	0,611	11,6	0,615
	3 ≤ 120 mm²	14,46	0,598	11,26	0,602
	3 > 120 mm²	13,56	0,611	10,56	0,615
	4	17,76	0,6250	13,95	0,627
	5	17,25	0,600	13,5	0,603
	6 ≤ 16 mm²	18,77	0,628	14,8	0,625
	6 > 16 mm²	17,0	0,650	12,6	0,648
	7	20,8	0,548	15,8	0,550
Tabell 52B-4	2	10,4	0,605	7,94	0,612
	3 ≤ 120 mm²	10,1	0,592	7,712	0,5984
	3 > 120 mm²	9,462	0,605	7,225	0,612
	4	11,84	0,628	9,265	0,627
	5	11,65	0,6005	9,03	0,601
	6 ≤ 16 mm²	13,5	0,625	10,5	0,625
	6 > 16 mm²	12,4	0,635	9,536	0,6324
	7	14,6	0,550	11,3	0,550
Tabell 52B-5	2	13,34	0,611	10,9	0,605
	3 ≤ 120 mm²	12,95	0,598	10,58	0,592
	3 > 120 mm²	12,14	0,611	9,92	0,605
	4	15,62	0,6252	12,3	0,630
	5	15,17	0,60	11,95	0,605
	6 ≤ 16 mm²	17,0	0,623	13,5	0,625
	6 > 16 mm²	15,4	0,635	11,5	0,639
	7	16,88	0,539	13,2	0,539
		Koeffisienter og eksponenter			
		A	***m***	***B***	***n***
Tabell 52B-6	500 V 2	18,5	0,56	–	–
	3	14,9	0,612	–	–
	4	16,8	0,59	–	–
	750 V 2	19,6	0,596	–	–
	3	16,24	0,5995	–	–
	4	18,0	0,59	–	–
Tabell 52B-7	500 V 2	22,0	0,60	–	–
	3	19,0	0,60	–	–
	4	21,2	0,58	–	–
	750 V 2	24,0	0,60	–	–
	3	20,3	0,60	–	–
	4	23,88	0,5794	–	–
Tabell 52B-8	500 V 2	19,5	0,58	–	–
	3	16,5	0,58	–	–
	4	18,0	0,59	–	–
	5	20,2	0,58	–	–
	6	23,0	0,58	–	–
MERKNAD – *A* og *B* er koeffisienter, mens *m, n* er eksponenter					

Tabell 52C-1 - Tabell over koeffisienter og eksponenter (forts.)

Strømføringsevne-tabell	Kolonne	*Koeffisienter og eksponenter*			
		A	***m***	***B***	***n***
Tabell 52B-8	750 V 2	20,6	0,60	–	–
	3	17,4	0,60	–	–
	4	20,15	0,5845	–	–
	5 ≤ 120 mm²	22,0	0,58	–	–
	5 > 120 mm²	22,0	0,58	1×10^{-11}	5,25
	6 ≤ 120 mm²	25,17	0,5785	–	–
	6 > 120 mm²	25,17	0,5785	$1{,}9 \times 10^{-11}$	5,15
Tabell 52B-9	500 V 2	24,2	0,58	–	–
	3	20,5	0,58	–	–
	4	23,0	0,57	–	–
	5	26,1	0,549	–	–
	6	29,0	0,57	–	–
	750 V 2	26,04	0,5997	–	–
	3	21,8	0,60	–	–
	4	25,0	0,585	–	–
	5 ≤ 120 mm²	27,55	0,5792	–	–
	5 > 120 mm²	27,55	0,5792	$1{,}3 \times 10^{-10}$	4,8
	6 ≤ 120 mm²	31,58	0,5791	–	–
	6 > 120 mm²	31,58	0,5791	$1{,}8 \times 10^{-7}$	3,55
Tabell 52B-10	2 ≤ 16 mm²	16,8	0,62	–	–
	2 > 16 mm²	14,9	0,646	–	–
	3 ≤ 16 mm²	14,30	0,62	–	–
	3 > 16 mm²	12,9	0,64	–	–
	4	17,1	0,632	–	–
	5 ≤ 300 mm²	13,28	0,6564	–	–
	5 > 300 mm²	13,28	0,6564	6×10^{-5}	2,14
	6 ≤ 300 mm²	13,75	0,6581	–	–
	6 > 300 mm²	13,75	0,6581	$1{,}2 \times 10^{-4}$	2,01
	7	18,75	0,637	–	–
	8	15,8	0,654	–	–
Tabell 52B-11	2 ≤ 16 mm²	12,8	0,627	–	–
	2 > 16 mm²	11,4	0,64	–	–
	3 ≤ 16 mm²	11,0	0,62	–	–
	3 > 16 mm²	9,9	0,64	–	–
	4	12,0	0,653	–	–
	5	9,9	0,663	–	–
	6	10,2	0,666	–	–
	7	13,9	0,647	–	–
	8	11,5	0,668	–	–
Tabell 52B-12	2 ≤ 16 mm²	20,5	0,623	–	–
	2 > 16 mm²	18,6	0,646	–	–
	3 ≤ 16 mm²	17,8	0,623	–	–
	3 > 16 mm²	16,4	0,637	–	–
	4	20,8	0,636	–	–
	5 ≤ 300 mm²	16,0	0,6633	–	–
	5 > 300 mm²	16,0	0,6633	6×10^{-4}	1,793
	6 ≤ 300 mm²	16,57	0,665	–	–
	6 > 300 mm²	16,57	0,665	3×10^{-4}	1,876
	7	22,9	0,644	–	–
	8	19,1	0,662	–	–
Tabell 52B-13	2 ≤ 16 mm²	16,0	0,625	–	–
	2 > 16 mm²	13,4	0,649	–	–
	3 ≤ 16 mm²	13,7	0,623	–	–
	3 > 16 mm²	12,6	0,635	–	–
	4	14,7	0,654	–	–
	5	11,9	0,671	–	–
	6	12,3	0,673	–	–
	7	16,5	0,659	–	–
	8	13,8	0,676	–	–

Tillegg 52D
(normativt)

Virkningen av harmoniske strømmer i symmetriske trefasesystemer

52D.1 Generelt

Avsnitt 523.6.2 konstaterer at dersom nøytralleder en fører strøm uten at det finnes en reduksjon i fasestrømmene, skal nøytralleder strømmen tas med i vurderingen for å fastsette kursens strømføringsevne.

Dette tillegget har til hensikt å dekke situasjonen hvor det flyter strøm i nøytralleder en i et symmetrisk belastet trefasesystem. Slike nøytralleder strømmer oppstår fordi fasestrømmene har et innhold av harmoniske som ikke nulles ut i nøytralleder en. Den mest signifikante harmoniske som ikke nulles ut, er vanligvis tredje harmoniske. Størrelsen av den tredje harmoniske strømmen i nøytralleder en kan overstige størrelsen av den grunnharmoniske fasestrømmen. I slike tilfeller vil nøytralleder strømmen ha en signifikant innflytelse på strømføringsevnen for kablene i kursen.

Reduksjonsfaktorene i dette tillegget gjelder for symmetrisk belastede trefase kurser. Det er anerkjent at situasjonen vil forverres dersom bare to av de tre fasene er belastet. I slike tilfeller vil nøytralleder en føre harmoniske strømmer i tillegg til en usymmetrisk strøm. Slike situasjoner kan føre til en overbelastning av nøytralleder en.

Utstyr som vanligvis vil gi en signifikant harmonisk strøm er, for eksempel, belysningsarmatur for lysrør og likestrømsforsyninger som blant annet finnes i PC'er. Ytterligere informasjon om harmoniske forstyrrelser finnes i NEK EN 61000-serien.

Reduksjonsfaktorene definert i Tabell 52D-1 gjelder kun for kabler hvor nøytralleder en er i en 4 eller 5-lederkabel og er av samme ledemateriale og har samme ledertverrsnitt som faselederne. Disse reduksjonsfaktorene er utregnet på basis av tredje harmoniske strømmer.

De tabulerte reduksjonsfaktorene vil, når de anvendes for å finne strømføringsevnen for en kabel med tre belastede ledere, gi en strømføringsevne for en kabel med fire belastede ledere hvor strømmen i den fjerde lederen er pga. harmoniske. Reduksjonsfaktorene tar også i betraktning virkningen av oppvarmingen pga. harmonisk strøm i faselederne.

52D.2 Reduksjonsfaktorer

Følgende symboler er benyttet:

I_B dimensjonerende strøm, grunnharmoniske i [A],

I_{lt} total strøm i faseleder (grunnharmoniske + THD_{i3n}),

I_z strømføringsevnen i [A],

I_{z52B} strømføringsevne i [A] I samsvar med Tillegg 52B,

k reduksjonsfaktor,

P_z tap pr. lengdeenhet i [W/m], generert kun av faselederne i kabelen,

P_{zN} tap pr. lengdeenhet i [W/m], generert av faselederne og nøytralleder en i kabelen,

r_l resistans pr. lengdeenhet i [Ω/m], for faselederne,

r_N resistans pr. lengdeenhet i [Ω/m], for nøytralleder en,

THD_{i3n} total 3n harmonisk strøminnhold i [%].

VEILEDNING - Trippelharmoniske er alle harmoniske hvor forholdet mellom den harmoniske og grunnharmoniske er et multiplum av 3, for eksempel 3., 6., 9. osv.

I det følgende er det antatt at det totale harmoniske innholdet på 3n harmonisk strøm, THD_{i3n}, ikke allerede er inkludert i den dimensjonerende strømmen.

Dersom trippelharmoniske ikke er kjent, skal THD_i brukes i stedet for THD_{i3n}.

Reduksjonsfaktorene i Tabell 52D-1 skal brukes.

Tabell 52D-1 - Reduksjonsfaktorer for harmoniske strømmer i 4 og 5-lederkabler

THD_{i3n} [%]	Reduksjonsfaktor k hvor nøytralledertverrsnittet er likt med faseledertverrsnittet	Reduksjonsfaktor k hvor nøytralledertverrsnittet er likt med halve faseledertverrsnittet
5	0,99	0,99
10	0,98	0,97
15	0,96	0,93
20	0,93	NA
25	0,89	NA
30	0,86	NA
35	0,82	NA
40	0,78	NA
45	0,74	NA
50	0,71	NA

Det minste ledertverrsnittet for lederne skal velges slik at strømføringsevnen ikke er mindre enn den dimensjonerende strømmen,

[1] $$I_B \leq I_z = k\, I_{z52B}$$

Reduksjonsfaktorene gitt i Tabell 52D-1 er basert på følgende:

Strømføringsevnen, I_{z52B}, til en trefasekabel er strømmen som kan føres i spenningsførende ledere der varmen som genereres av tapene i lederne balanseres med varmeavgivelsen fra kabelen uten at temperaturen på isolasjon av lederne overskrider maksimal tillatt temperatur under normal drift. Tapene på kabelen er da:

[2] $$P_z = 3 \cdot r_l \cdot I_{z52B}^2$$

Når en harmonisk strøm, gitt som en THD_{i3n} av strømmen i faseleder, adderes til strømmen i faselederen, vil den totale strømmen i faselederen bli:

[3] $$I_{lt} = \sqrt{I_B^2 + THD_{i3n}^2 \cdot I_B^2}$$

De totale tapene i kabelen når harmonisk strøm føres i nøytralleder og den dimensjonerende strømmen for faselederne, I_B, er satt til strømføringsevnen, I_z blir:

[4] $$P_{zN} = 3 \cdot r_l\left(I_z^2 + THD_{i3n}^2 \cdot I_z^2\right) + r_N(3 \cdot THD_{i3n} \cdot I_z)^2$$

Dersom tapene i kablene når det flyter en harmonisk strøm i nøytralllederen, ikke overstiger de maksimale tapene som kan oppstå uten harmonisk strøm i nøytralllederen, er det ikke sannsynlig at temperaturen på lederne overstiger den maksimalt tillatte driftstemperatur. Ved å introdusere en reduksjonsfaktor for strømmen i faselederne i ligning [4], kan tapene beregnes til:

[5] $$P_{zN} = 3 \cdot r_l\left(k^2 \cdot I_{z52B}^2 + k^{2 \cdot} THD_{i3n}^2 \cdot I_{z52B}^2\right) + r_N(3 \cdot THD_{i3n} \cdot k \cdot I_{z52B})^2 = P_z = 3 \cdot r_l \cdot I_{z52B}^2$$

Reduksjonsfaktoren vil da bli:

[6] $$k = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(1 + 3 \cdot \frac{r_N}{r_l}\right) \cdot THD_{i3n}^2}}$$

Dersom faselederne og nøytralllederen har same ledertversnitt og er av samme ledermateriale, vil reduksjonsfaktorene gitt i Tabell 52D-1 bli:

[7] $$k = \frac{1}{\sqrt{1 + 4 \cdot THD_{i3n}^2}}$$

Hvor ledertverrsnittet for nøytralllederen er likt med halve ledertverrsnittet for faselederne, dvs. $r_N = 2 \cdot r_l$, vil reduksjonsfaktoren bli:

[8] $$k_{half\ N} = \frac{1}{\sqrt{1 + 7 \cdot THD_{i3n}^2}}$$

MERKNAD - Hvor den dimensjonerende strømmen, I_B, inkluderer harmoniske uttrykt som THD_{i3n}, kan reduksjonsfaktorene gitt i formel [6] erstattes av følgende:

$$k = \frac{1}{\sqrt{1 + 3 \cdot \frac{THD_{i3n}^2}{1 + THD_{i3n}^2}}}$$

52D.3 Eksempel på anvendelse av reduksjonsfaktorer for harmoniske strømmer

En trefasekurs med en prosjektert belastning, I_B, på 39 A skal installeres med en fireleder, PVC isolert kabel, festet til en vegg, referanseinstallasjonsmetode C.

Fra Tabell 52B-4 finnes at en kabel med 6 mm² Cu-ledere har en strømføringsevne på 41 A og kan derfor benyttes hvis det ikke er harmoniske strømmer tilstede i kursen.

Hvis belastningsstrømmen har et tillegg med 20 % THDi3n, skal en reduksjonsfaktor på 0,93 iht. Tabell 52D-1 anvendes:

- for en kabel med 6 mm² Cu-ledere vil strømføringsevnen bli: 41 A * 0,93 = 38,1 A
- for en kabel med 10 mm² Cu-ledere vil strømføringsevnen bli: 57 A * 0,93 = 53,0 A
- dette innebærer at det skal benyttes en kabel med 10 mm² Cu-ledere.

Hvis belastningsstrømmen har et tillegg med 40 % THDi3n, skal en reduksjonsfaktor på 0,78 iht. Tabell 52D-1 anvendes:

- for en kabel 10 mm² Cu-ledere vil strømføringsevnen bli: 57 A * 0,78 = 44,5 A
- i denne situasjonen vil denne kabelen kunne benyttes.

Hvis belastningsstrømmen har et tillegg med 50 % THDi3n, skal en reduksjonsfaktor på 0,71 iht. Tabell 52D-1 anvendes:

- for en 10 mm² kabel med kobberledere vil strømføringsevnen bli: 57 A * 0,71 = 40,5 A
- for en 16 mm² kabel med kobberledere vil strømføringsevnen bli: 76 A * 0,71 = 53,9 A
- dette innebærer at det skal benyttes en kabel med 16 mm² Cu-ledere.

Alle valgene ovenfor er basert på basis av strømføringsevnen til kabelen. Spenningsfall og andre aspekter ved ledertverrsnittet er ikke vurdert.

Tillegg 52E
(informativt)

Valg av installasjonsrørsystemer

Veiledning for valg av installasjonsrørsystemer er gitt i Tabell 52E-1.

Tabell 52E-1 - Foreslåtte karakteristikker for installasjonsrør (klassifikasjon i samsvar med NEK EN 61386)

Montering/installasjon			Motstandsevne mot sammenpressing	Motstandsevne mot støt og slag	Minimum drifts-temperatur	Maksimum drifts-temperatur
Utendørs installasjoner	Utsatt installasjon		3	3	2	1
Innendørs bruk	Utsatt installasjon		2	2	2	1
	Montert under gulv		2	3	2	1
	Innfelt	Betong	3	3	2	1
		Hulmur/på treverk (ubrennbart materiale)	2	2	2	1
		I murverk				
		Hulrom i bygning				
		Hulrom over tak				
	Montert hengende		4	3	3	1
MERKNAD 1 - Disse verdiene er kun eksempler på karakteristikker for installasjonsrør gitt i NEK EN 61386. MERKNAD 2 - I samsvar med motstand mot flammespredning, kan kun installasjonsrørsystemer med oransje farge benyttes ved montering i betong. For andre installasjonsmetoder kan alle farger benyttes unntatt gul, oransje og rød.						

Forklaring på kodene benyttet i Tabell 52E-1 er gitt i Tabell 52E-2.

Tabell 52E-2 - Klassifiseringskoder jf. NEK EN 61386

Kode	Motstandsevne mot sammenpressing	Motstandsevne mot støt og slag	Minimum drifts-temperatur	Maksimum drifts-temperatur
1	Holdfast mot veldig lett sammenpressing	Holdfast mot veldig lette støt og slag	+5 °C	+60 °C
2	Holdfast mot lett sammenpressing	Holdfast mot lette støt og slag	-5 °C	+90 °C
3	Holdfast mot middels sammenpressing	Holdfast mot middels støt og slag	-15 °C	+105 °C
4	Holdfast mot kraftig sammenpressing	Holdfast mot kraftige støt og slag	-25 °C	+120 °C
5	Holdfast mot veldig kraftig sammenpressing	Holdfast mot veldig kraftige støt og slag	-45 °C	+150 °C
6	-	-	-	+250 °C
7	-	-	-	+400 °C

Tillegg 52F
(informativt)

Spenningsfall i forbrukernes installasjoner

I forhold til installasjonens nominelle spenning, bør spenningsfallet mellom leveringspunktet og belastningspunkter i anlegget ikke være høyere enn verdiene i Tabell 52F-1

Tabell 52F-1 – Spenningsfall

Type installasjon	Belysning [%]	Annet bruk [%]
A – Lavspenningsinstallasjoner direkte tilknyttet et allment forsyningssystem	3	5
B – Lavspenningsinstallasjoner som forsynes fra en privat lavspenningsforsyning [a]	6	8
[a] Så langt det er mulig anbefales det at spenningsfallet fra leveringspunktet til belastningene ikke overstiger verdiene for installasjoner type A Der hovedkursene i en installasjon er lengre enn 100 m kan spenningsfallene øke med 0,005 % pr. m for ledningssystemet som overstiger 100 m, uten at dette tillegget blir høyere enn 0,5 %. Spenningsfallet er bestemt av kravene til forbruksapparatene, med bruk av reduksjonsfaktor der det er anvendelig, eller av verdier fra prosjekterte strømmer i kursene.		

MERKNAD 1 - Høyere spenningsfall kan aksepteres for:

- startforløpet til en motor, og
- annet utstyr med høye startstrømmer,

forutsatt at det i begge tilfeller er sikret at spenningsvariasjonene er innenfor de grensene som er spesifisert i de relevante produktstandardene.

MERKNAD 2 - Følgende midlertidige forhold er unntatt:

- spenningstransienter, og
- spenningsvariasjoner forårsaket av unormale operasjoner.

Spenningsfall kan beregnes ved bruk av følgende formel:

$$u = b\left(p_1 \frac{L}{S} cos\varphi + \lambda L sin\varphi\right) I_B$$

hvor

u er spenningsfallet i volt [V],

b er koeffisienten lik 1 for trefase kurser, og lik 2 for énfase- og tofasekurser,

MERKNAD 3 Trefase kurser med ubalansert nøytralleder (énfase belastet) anses som énfasekurser.

ρ_1 er resistiviteten til lederne ved normal drift, beregnet lik resistiviteten ved driftstemperatur, dvs. 1,25 x resistiviteten ved 20 °C, eller 0,0225 Ω mm^2/m for Cu og 0,036 Ω mm^2/m for Al,

L er lengden av ledningssystemet i meter,

S er ledertverrsnittet i mm^2,

$cos\ \varphi$ er effektfaktor, i fravær av eksakte verdier kan en effektfaktor lik 0,8 benyttes ($sin\ \varphi$ = 0,6),

λ er reaktansen pr. enhetslengde av lederne, som kan settes til 0,08 mΩ/m i fravær av mer eksakte data,

I_B er beregnet strøm i ampere, [A],

U_0 er fasespenningen i volt, eller linjespenningen i volt for tofasekurser.

Det relevante spenningsfallet i prosent er lik: $\Delta u = 100\ \frac{u}{U_0}$

MERKNAD 4 - Med unntak av belysning, er det ikke nødvendig å oppfylle alle spenningsfallgrensene i Tabell 52F-1 (for eksempel klokker, kontroll, døråpnere etc.) forutsatt at utstyret er prøvet og fungerer riktig.

Tillegg 52G
(informativt)

Eksempler på innbyrdes plassering av parallelle kabler

De spesielle plasseringer det refereres til i 523.7 kan være:

a) For 4 trelederkabler med koblingsbildet: L1-L2-L3, L1-L2-L3, L1-L2-L3, L1-L2-L3, kan kablene berøre hverandre,

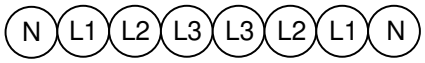
b) For 6 énlederkabler:
   1) Ved flat forlegning, se Figur 52G-1,
   2) Forlagt over hverandre, se Figur 52G-2, og
   3) I trekantforlegning, se Figur 52G-3.

c) For 9 énlederkabler:
   1) Ved flat forlegning, se Figur 52G-4,
   2) Forlagt over hverandre, se Figur 52G-5, og
   3) I trekantforlegning, se Figur 52G-6.

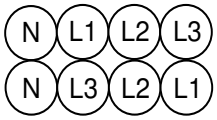
d) For 12 énlederkabler:
   1) Ved flat forlegning, se Figur 52G-7,
   2) Forlagt over hverandre, se Figur 52G-8, og
   3) I trekantforlegning, se Figur 52G-9.

De ulike avstandene i figurene skal opprettholdes.

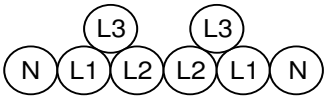
MERKNAD - Hvor det er mulig, er også forskjellen i impedansen mellom fasene begrenset i de spesielle konfigurasjonene.



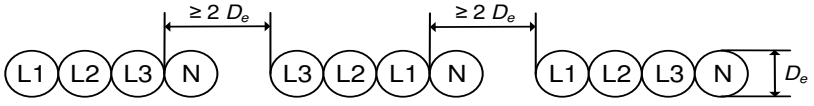
Figur 52G-1 - Plassering av 6 parallelle énlederkabler i flat forlegning



Figur 52G-2 - Forlegning av 6 parallelle énlederkabler forlagt over hverandre

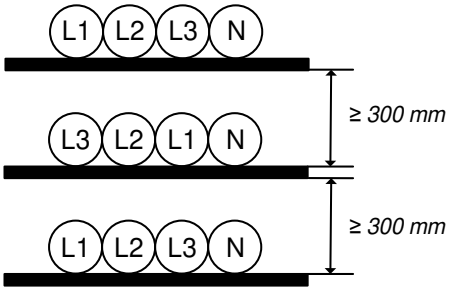


Figur 52G-3 - Forlegning av 6 parallelle énlederkabler i trekantforlegning



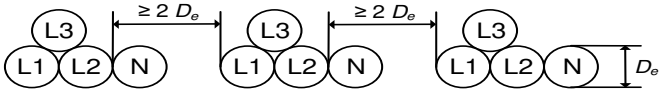
MERKNAD - D_e er ytre diameter på kablene.

Figur 52G-4 - 9 parallelle énlederkabler i flat forlegning



MERKNAD - D_e er ytre diameter på kablene.

Figur 52G-5 - 9 parallelle énlederkabler forlagt over hverandre

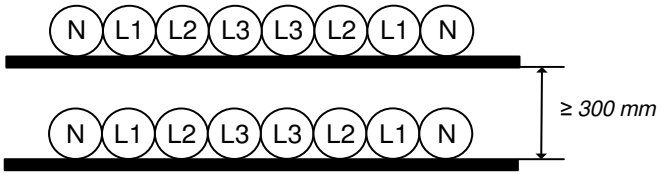


MERKNA - D_e er ytre diameter på kablene.

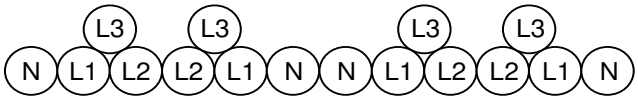
Figur 52G-6 - 9 parallelle énlederkabler forlagt i trekant



Figur 52G-7 – 12 parallelle énlederkabler i flat forlegning



Figur 52G-8 - 12 parallelle énlederkabler forlagt over hverandre



Figur 52G-9 - 12 parallelle énlederkabler forlagt i trekant

NEK 400-5-53
Valg og montasje av utstyr -
Utstyr for beskyttelse for sikkerhet, frakobling, bryting, kontroll/styring og overvåkning

530 Generelt

530.1 Omfang

NEK 400-5-53 inneholder krav til:

- frakobling, bryting, kontroll/styring og overvåkning, og
- valg og montasje av:
  - utstyr for frakobling, bryting, kontroll/styring og overvåkning, og
  - utstyr for å etablere samsvar med kravene til beskyttelse for sikkerhet.

530.4 Generelle og felles krav

530.4.1 Utstyr for beskyttelse, frakobling, bryting, kontroll/styring og overvåkning skal velges og monteres for å gi sikkerhet og riktig funksjon for den planlagte bruken av installasjonen.

Slikt utstyr skal velges og monteres i samsvar med kravene i NEK 400-5-53 og relevante krav i andre deler i NEK 400.

530.4.2 Med unntak av kravene i 537.2.2.6, skal et uavhengig énpolt vern eller bryterutstyr ikke monteres i nøytralleder.

530.4.3 Utstyr som benyttes for mer enn én funksjon, skal tilfredsstille kravene for hver av funksjonene.

530.5 Montasje av utstyr

530.5.1 Utstyr skal monteres slik at forbindelsen mellom ledningssystemet og utstyret ikke utsettes for unødige påkjenninger forårsaket av forventet bruk av utstyret.

530.5.2 Utstyr som ikke er kapslet, skal monteres i hensiktsmessige montasjebokser eller kapslinger i samsvar med relevante standarder.

MERKNAD - Eksempler på slike standarder er IEC 60670 (alle deler), IEC 62208, IEC 61439 (alle deler) og IEC 61084 (alle deler)

530.6 Utstyr for bruk i IT systemer

Utstyr i samsvar med NEK EN 60947-2 merket med en spenningsverdi etterfulgt av symbolet  (IEC 60417-6363:2016-07-16) eller av symbolet  skal ikke benyttes i IT-systemer for den angitte spenningsverdien eller høyere spenninger.

Utstyr i samsvar med NEK EN 60947-2 er merket med symbolet  (IEC 60417-6363:2016-07-16) eller av symbolet  uten noen spenningsangivelse, skal ikke benyttes i IT-systemer.

MERKNAD - Symbolet  ble tidligere benyttet og blir erstattet av det nye symbolet.

Dersom et utstyr ikke er egnet for bruk i IT systemer, skal dette fremgå av produsentens instruksjoner.

531 Utstyr for beskyttelse mot elektrisk sjokk

531.1 Tiltak for beskyttelse mot elektrisk sjokk

Avsnitt 531 omhandler krav for valg og montasje av utstyr benyttet for følgende beskyttelsesmetoder for beskyttelse mot elektrisk sjokk i samsvar med NEK 400-4-41:

- automatisk utkobling av strømtilførselen
- dobbel eller forsterket isolasjon
- elektrisk adskillelse
- ekstra lav spenning SELV og PELV

Avsnittet omhandler også krav til valg og montasje av utstyr benyttet for tilleggsbeskyttelse.

531.2 Utstyr for automatisk utkobling av strømtilførselen

531.2.1 Generelt

Utstyr benyttet for automatisk utkobling av strømtilførselen skal være plassert i begynnelsen av eller oppstrøms kursen som skal beskyttes.

Utstyret skal være egnet for frakobling (se 537.2). Følgende vern kan benyttes:

- overstrømsvern i samsvar med 531.2.2,
- strømstyrt jordfeilvern i samsvar med 531.2.3.

531.2.2 Overstrømsvern

531.2.2.1 TN-systemer

Et overstrømsvern skal velges slik at dets utløsekarakteristikk tilfredsstiller følgende krav:

$$I_a \leq \frac{U_0}{Z_s}$$

hvor

I_a er strømmen i [A] som medfører automatisk utkobling av vernet innen den tid som er angitt i NEK 400-4-41, avsnittene 411.3.2.2 eller 411.3.2.3.

Z_S er impedansen i feilsløyfen i [Ω] som omfatter:

- strømkilden,
- faselederen frem til feilstedet, og
- beskyttelsesleder mellom feilstedet og kilden.

U_0 nominell AC- eller DC-spenning mellom fase og jord i [V].

531.2.2.2 TT-systemer

Overstrømsvern kan benyttes forutsatt et det er sikret en varig og pålitelig lav verdi for sløyfeimpedansen for jordfeilen og vernets utløsekarakteristikk skal tilfredsstille følgende krav:

$$I_a \leq \frac{U_0}{Z_s}$$

hvor

I_a *er* strømmen i [A] som medfører automatisk utkobling av vernet innen den tid som er angitt i NEK 400-4-41, avsnittene 411.3.2.2 eller 411.3.2.4

Z_S *er* impedansen i feilsløyfen i [Ω] som omfatter*:*

- strømkilden,
- faselederen frem til feilstedet,
- beskyttelsesleder for utsatt ledende del,
- jordingsleder,
- jordelektroden i installasjonen, og
- jordelektroden ved strømkilden.

U_0 nominell AC- eller DC-spenning mellom fase og jord i [V].

531.2.2.3 IT-systemer

Overstrømsvern skal velges slik at dets utløsekarakteristikk tilfredsstiller følgende krav:

a) Hvor utsatte ledende deler er forbundet med hverandre via en beskyttelsesleder og jordet til et felles jordingssystem, og:

- hvor en midtpunktsleder ikke er distribuert:

$$I_a \leq \frac{U_0}{2\,Z_s}$$

- hvor en midtpunktsleder er distribuert:

$$I_a \leq \frac{U_0}{2\,Z_s'}$$

hvor

I_a er strømmen i [A] som medfører utkobling av vernet innen den tid som er angitt i NEK 400-4-41, avsnittene 411.3.2.2 eller 411.3.2.301*.*

Z_S er impedansen i feilsløyfen i [Ω] som omfatter faseleder og beskyttelsesleder i kursen.

Z'_S er impedansen i feilsløyfen i [Ω] som omfatter midtpunktsleder og beskyttelsesleder i kursen.

U_0 er nominell AC- eller DC-spenning mellom fase og jord i [V].

U er nominell AC eller DC linjespenning i [V].

MERKNAD - Faktoren 2 i begge formlene tar hensyn til at dersom to jordfeil oppstår samtidig, kan feilene ligge i forskjellige kurser.

b) Hvor utsatte ledende deler er jordet gruppevis eller individuelt:

- I AC systemer:

$$I_a \leq \frac{50\ \mathrm{V}}{R_A}$$

hvor

I_a er strømmen i [A] som gir automatisk utkobling av vernet innen en tid som samsvarer med den tid som er angitt i NEK 400-4-41, avsnittene 411.3.2.2 eller 411.3.2.301*.*

R_A er summen av jordelektrodens overgangsresistans og resistansen i beskyttelsesleder frem til utsatt ledende del i [Ω].

- I DC systemer er det i samsvar med NEK 400-4-41, avsnitt 411.6.2 ikke nødvendig med krav.

Med unntak for:

- DC-systemer med høye strømmer i industrielle anvendelser, for eksempel smelteverk, og
- AC-systemer med nominell spenning over 400 V, og
- overstrømsvern installert i fordelingsnett,

skal overstrømsvern ved utkobling av 2. jordfeil, koble ut alle spenningsførende ledere

VEILEDNING - Utkoblingen kan gjennomføres ved bruk av sikringer sammen med andre koblingsorganer

531.2.3 Strømstyrt jordfeilvern

531.2.3.1 Generelle krav

Et strømstyrt jordfeilvern skal koble ut alle spenningsførende ledere i kursen den beskytter.

For en installasjon forsynt med flere faser og hvor det etableres énfase forbrukerkurser anbefales det å benytte separate strømstyrte jordfeilvern for hver kurs.

Hvor det benyttes en MRCD skal:

- denne være i samsvar med NEK EN 60947-2:2017, Tillegg M, og
- benyttes sammen med en effektbryter i samsvar med NEK EN 60947-2.

531.2.3.2 Utilsiktet utkobling

Strømstyrte jordfeilvern skal velges og monteres slik at risikoen for utilsiktet utkobling er redusert til et minimum. Følgende forhold skal vurderes:

- oppdeling av kurser med egne strømstyrte jordfeilvern slik at den akkumulerte strømmen i beskyttelsesleder og/eller lekkstrømmer som i normal drift sannsynligvis vil opptre nedstrøms et strømstyrt jordfeilvern er < 0,3 x merkeutløsestrømmen for det strømstyrte jordfeilvernet. Se også NEK 400-3 avsnitt 302.2.18 og NEK 400-5-51, avsnitt 516,
- koordinering av generelle typer strømstyrte jordfeilvern, selektive strømstyrte jordfeilvern (dvs. S-type i samsvar med NEK EN 61008-1, NEK EN 61009-1 eller NEK EN 62423) og tidsforsinkete strømstyrte jordfeilvern (dvs. CBR, MRCD i samsvar med NEK EN 60947-2), se også avsnitt 536,
- koordinering av strømstyrte jordfeilvern med overspenningsvern, og
- harmoniske strømmer.

531.2.3.3 Type strømstyrt jordfeilvern

531.2.3.3.1 Valg av type strømstyrt jordfeilvern

Type strømstyrt jordfeilvern skal velges på grunnlag av kurveformen for de forventete AC- eller DC-komponenter i sumstrømmen som skal brytes.

Strømstyrt jordfeilvern type AC skal ikke benyttes i Norge

MERKNAD - Se Tillegg 53A for beskrivelse av forskjellige typer strømstyrte jordfeilvern og deres oppførsel ved feilstrømmer.

531.2.3.3.2 Valg av type strømstyrt jordfeilvern koblet i serie

Hvor et strømstyrt jordfeilvern Type A, Type F eller Type B er montert i serie med et annet strømstyrt jordfeilvern er følgende kombinasjoner mulige:

- nedstrøms Type A, oppstrøms Type A, Type B eller Type F
- nedstrøms Type B, oppstrøms Type B
- nedstrøms Type F, oppstrøms Type F eller Type B

531.2.3.4 Valg i forhold til installasjonens tilgjengelighet

531.2.3.4.1 I AC installasjoner hvor strømstyrte jordfeilvern er tilgjengelig for vanlige personer (BA1), barn (BA2) eller personer med nedsatt funksjonsevne (BA3), skal strømstyrte jordfeilvern være i samsvar med:

- NEK EN 61008-serien for RCCB, eller
- NEK EN 61009-serien for RCBO, eller
- NEK EN 62423 for RCCB og RCBO.

531.2.3.4.2 I AC installasjoner hvor strømstyrte jordfeilvern kun er tilgjengelig for instruerte personer (BA4) eller sakkyndige personer (BA5), skal strømstyrte jordfeilvern være i samsvar med:

- NEK EN 61008-serien for RCCB, eller
- NEK EN 61009-serien for RCBO, eller
- NEK EN 62423 for RCCB og RCBO, eller
- NEK EN 60947-2 for CBR og MRCD.

MERKNAD - RCCB er strømstyrte jordfeilvern uten integrert overstrømsbeskyttelse
RCBO er strømstyrte jordfeilvern med integrert overstrømsbeskyttelse
CBR er en effektbryter som inkluderer beskyttelse mot sumstrømmer
MRCD er et modulært strømstyrt jordfeilvern

531.2.3.4.3 I DC installasjoner skal strømstyrte jordfeilvern være i samsvar med NEK IEC TS 63053.

531.2.3.5 Forsyningsspenning

Strømstyrte jordfeilvern skal velges slik at beskyttelsen i samsvar med NEK 400-4-41, avsnitt 411.3.2 er ivaretatt så lenge forsyningsspenningen, U_s, er:

- $85\,V \leq U_s \leq 1{,}1\,U_n$ når énfase eller flerfase kurser med U_n = 230 V beskyttes, eller
- $0{,}7\,U_n \leq U_s \leq 1{,}1\,U_n$ når flerfasekurser med $U_n \neq 230$ V beskyttes.

531.2.3.6 Valg av strømstyrt jordfeilvern iht. type systemjording

531.2.3.6.1 TN-systemer

En PEN-leder skal ikke benyttes nedstrøms et strømstyrt jordfeilvern.

Strømstyrt jordfeilvern skal ikke benyttes i TN-C-systemer.

Merkeutløsestrømmen for strømstyrte jordfeilvern, med unntak av de som velges i samsvar med NEK 400-4-41, avsnitt 411.3.3, skal tilfredsstille følgende krav:

$$I_a \leq \frac{U_0}{Z_s}$$

hvor

I_a *er* strømmen i [A] som medfører automatisk utkobling av vernet innen den tid som er angitt i NEK 400-4-41, avsnittene 411.3.2.2 eller 411.3.2.3.

MERKNAD - Utkoblingstiden i samsvar med Tabell 41A i NEK 400-4-41 relaterer seg til en forventet sumstrøm som er signifikant høyere er merkeutløsestrømmen (typisk $5\,I_{\Delta n}$).

Z_S *er* impedansen i feilsløyfen i [Ω] som omfatter:

- strømkilden,
- faselederen frem til feilstedet, og
- beskyttelsesleder mellom feilstedet og kilden.

U_0 *er* nominell AC- eller DC-spenning mellom fase og jord (fasespenning) i [V].

531.2.3.6.2 TT-systemer

Merkeutløsestrømmen for strømstyrt jordfeilvern, med unntak av de som velges i samsvar med NEK 400-4-41, avsnitt 411.3.3, skal tilfredsstille følgende krav:

$$I_{\Delta n} \leq \frac{50\ \mathrm{V}}{R_A}$$

hvor

$I_{\Delta n}$ *er* merkeutløsestrømmen for det strømstyrte jordfeilvernet i [A].

MERKNAD - Utkoblingstiden i samsvar med Tabell 41A i NEK 400-4-41 relaterer seg til en forventet sumstrøm som er signifikant høyere er merkeutløsestrømmen (typisk 〖5 I〗 _∆n).

R_A *er* summen av jordelektrodens overgangsresistans og resistansen i beskyttelsesleder frem til utsatt ledende del i [Ω].

Dersom verdien på R_A er ukjent, skal den erstattes av Z_S (se 531.2.2.2)

531.2.3.6.3 IT-systemer

531.2.3.6.3.1 Utkobling ved første jordfeil

Hvor et strømstyrt jordfeilvern skal benyttes til utkobling av første jordfeil, skal merkeutløsestrømmen for det strømstyrte jordfeilvernet være ≤ strømmen som flyter til jord ved første feil.

MERKNAD - Dersom strømmen som flyter til jord ved første feil ikke er kjent eller ikke kan beregnes, kan, i installasjoner tilknyttet et allment distribusjonsnett, strømmen i mA antas å være 0,5 x transformatorens merkeytelse i [kVA].

531.2.3.6.3.2 Utkobling ved andre jordfeil

Hvor et strømstyrt jordfeilvern skal benyttes for utkobling ved andre jordfeil, skal det strømstyrte jordfeilvernet monteres i forbrukerkursen som skal beskyttes. Merkeutløsestrømmen for det strømstyrte jordfeilvernet skal være > 2 x strømmen som flyter til jord ved første jordfeil med en neglisjerbar impedans mellom en faseleder og jord.

Etter at 1. feil er inntrådt, skal merkeutløsestrømmen for strømstyrte jordfeilvern i tilfelle av en 2. jordfeil på en annen spenningsførende leder i en annen kurs tilfredsstille følgende krav:

a) Hvor utsatte ledende deler er forbundet med hverandre via en beskyttelsesleder og jordet til et felles jordingssystem, og:

- hvor en midtpunktsleder ikke er distribuert:

$$I_a \leq \frac{U}{2\,Z_s}$$

- hvor en midtpunktsleder er distribuert:

$$I_a \leq \frac{U_0}{2\,Z_s'}$$

hvor

I_a er strømmen i [A] som medfører utkobling av vernet innen den tid som er angitt i NEK 400-4-41, avsnittene 411.3.2.2 eller 411.3.2.301.

Z_S er impedansen i feilsløyfen i [Ω] som omfatter faseleder og beskyttelsesleder i kursen.

Z'_S *er* impedansen i feilsløyfen i [Ω] som omfatter midtpunktsleder og beskyttelsesleder i kursen.

U_0 *er* nominell AC- eller DC-spenning mellom fase og jord i [V].

U *er* nominell AC eller DC linjespenning i [V].

MERKNAD 1 - Faktoren 2 i formlene kommer av at når to jordfeil oppstår samtidig, ligger feilene i forskjellige kurser.

b) Hvor utsatte ledende deler er jordet gruppevis eller individuelt:

$$I_{\Delta n} \leq \frac{50\ \mathrm{V}}{R_A}$$

hvor

$I_{\Delta n}$ merkeutløsestrømmen for det strømstyrte jordfeilvernet i [A].

R_A summen av jordelektrodens overgangsresistans og resistansen i beskyttelsesleder frem til utsatt ledende del i [Ω].

MERKNAD 2 - Utkoblingstiden i samsvar med Tabell 41A i NEK 400-4-41 relaterer seg til en forventet sumstrøm som er signifikant høyere er merkeutløsestrømmen (typisk $5\,I_{\Delta n}$).

531.3 Utstyr for beskyttelse ved dobbel eller forsterket isolasjon

Bryterutstyr, betjeningsutstyr og vern for beskyttelse ved dobbel eller forsterket isolasjon skal velges i samsvar med NEK 400-5-51, avsnitt 517.1.

531.4 Utstyr for beskyttelse ved elektrisk adskillelse

Bryterutstyr, betjeningsutstyr og vern for beskyttelse ved elektrisk adskillelse skal velges i samsvar med NEK 400-5-51, avsnitt 517.2.

531.5 Utstyr for beskyttelse ved ekstra lav spenning SELV og PELV

Bryterutstyr, betjeningsutstyr og vern for beskyttelse ved ekstra lav spenning SELV eller PELV skal velges i samsvar med NEK 400-5-51, avsnitt 517.3.

531.6 Utstyr for tilleggsbeskyttelse

En PEN-leder skal ikke benyttes nedstrøms et strømstyrt jordfeilvern.

I AC-systemer skal merkeutløsestrømmen for et strømstyrt jordfeilvern benyttet for tilleggsbeskyttelse være ≤ 30 mA, og, det strømstyrte jordfeilvernet skal tilfredsstille kravene i avsnittene 531.2.3.1, 531.2.3.2, 531.2.3.3 og 531.2.3.4.

Et strømstyrt jordfeilvern med merkeutløsestrøm ≤ 30 mA som er installert i begynnelsen av en kurs kan samtidig gi beskyttelse ved feil og tilleggsbeskyttelse. I slike tilfeller skal det strømstyrte jordfeilvernet ikke koble ut alle forbrukerkurser nedstrøms en hovedkurs.

MERKNAD - Korrekt tilordning av forbrukerkurser til et felles strømstyrt jordfeilvern vil bidra til å opprettholde en kontinuerlig strømforsyning (se også 531.2.3.2).

I AC installasjoner skal et strømstyrt jordfeilvern for beskyttelse av en stikkontakt være installert i begynnelsen av kursen, med mindre denne tilleggsbeskyttelsen er anordnet med et strømstyrt jordfeilvern integrert i stikkontakten, eller montert i samme montasjeboks, eller montert i stikkontaktens umiddelbare nærhet, se NEK HD 62640.

Strømstyrte jordfeilvern for beskyttelse av belysningsarmaturer skal være installert i begynnelsen av forbrukerkursen.

I DC systemer skal merkeutløsestrømmen for et strømstyrt jordfeilvern benyttet for tilleggsbeskyttelse være ≤ 80 mA, og det strømstyrte jordfeilvernet skal velges i samsvar med kravene i 531.2.3.1, 531.2.3.2, 531.2.3.3 og 531.2.3.4.

531.7 Overvåkningsutstyr

I IT-systemer kan følgende overvåkningsutstyr benyttes til å detektere isolasjonsfeil:

- isolasjonsovervåkningsutstyr valg og montert i samsvar med 538.2, eller
- strømstyrte jordfeilvarslere valgt og montert i samsvar med 538.1.3.

532 Utstyr og tiltak for beskyttelse mot termiske virkninger

532.1 Generelt

Utstyr skal monteres slik at en sikker spredning av varme eller lysbuer/gnister oppnås ved en tilstrekkelig avstand fra materialer hvor høye temperaturer eller lysbuer/gnister kan gi en skadelig virkning.

Vern skal plasseres så nært som praktisk mulig til begynnelsen av kursen de skal beskytte.

532.2 Beskyttelse mot brann i områder hvor ytre påvirkninger medfører særlig risiko for og ved brann

532.2.1 Generelt

MERKNAD - Områder med spesiell fare for brann er beskrevet i NEK 400-4-42, avsnitt 428.

Utstyr i den faste installasjonen benyttet til beskyttelse mot termiske virkninger, skal ikke anordnes med automatisk gjeninnkobling.

532.2.2 Områder klassifisert med ytre påvirkninger BD2, BD3 eller BD4

Med unntak av utstyr som er montert for å gjøre en evakuering enklere, skal koblings- og kontrollutstyr montert i områder klassifisert med ytre påvirkninger BD2, BD3 eller BD4 kun være tilgjengelig for autoriserte personer. Hvor koblings- og kontrollutstyr er plassert i passasjer, skal utstyret være montert i kapslinger i samsvar med NEK EN 60670-24, NEK 439-2, NEK 439-3 eller IEC 62208.

532.2.3 Områder klassifisert med ytre påvirkninger BE2

532.2.3.1 Generelt

Koblingsapparater for beskyttelse, kontroll/styring og frakobling skal være plassert utenfor områder klassifisert med ytre påvirkning BE2, med mindre utstyret er plassert i en kapsling med kapslingsgrad som er egnet for slike områder og som minst tilfredsstiller:

- IP4X, eller
- IP5X ved tilstedeværelse av støv, eller
- IP6X ved tilstedeværelse av ledende støv.

Med mindre de er spesielt utformet til å være varmebegrensende, skal motorer være beskyttet mot overtemperaturer vha. et motorvern med manuell gjeninnkobling.

532.2.3.2 Valg av strømstyrt jordfeilvern

Hvor et strømstyrt jordfeilvern kreves for beskyttelse mot termiske virkninger, skal merkeutløsestrømmen for det strømstyrte jordfeilvernet være i samsvar med NEK 400-4-42, avsnitt 423.

Strømstyrte jordfeilvern skal være i samsvar med NEK EN 61008, NEK EN 61009, IEC 62423 eller NEK EN 60947-2, og skal tilfredsstille kravene i 531.2.3.

Et strømstyrt jordfeilvern skal koble ut alle spenningsførende ledere i kursen som blir beskyttet.

532.2.3.3 Valg av strømstyrt jordfeilvarsler for å varsle om fare for brann i IT-systemer

Hvor en strømstyrt jordfeilvarsler i samsvar med NEK 400-4-42, avsnitt 423 benyttes for å varsle om fare for brann i IT-systemer, skal merkevarslingsstrømmen være ≤ 300 mA og skal være ≤ forventet feilstrøm ved 1. jordfeil.

Det anbefales å sette varslingsgrensen til en fornuftig lavere verdi for å detektere en feil så tidlig som mulig.

Strømstyrte jordfeilvarslere skal være i samsvar med NEK EN 62020.

532.2.3.4 Valg av isolasjonsovervåkningsutstyr for å varsle om fare for brann i IT systemer

Hvor et isolasjonsovervåkningsutstyr i samsvar med NEK 400-4-42, avsnitt 423 benyttes for å varsle om fare for brann i IT-systemer, skal varslingsverdien:

- være ≥ 40 Ω/m i installasjoner galvanisk forsynt fra et allment distribusjonsnett,
- være ≥ 100 Ω/m i alle andre installasjoner, eller
- være ≥ 50% av isolasjonsresistansen målt i feilfri tilstand og med full last.

Det anbefales å sette varslingsgrensen til en fornuftig høyere verdi for å detektere en feil så tidlig som mulig.

Isolasjonsovervåkningsutstyr skal være i samsvar med NEK EN 61557.

532.3 Valg av lysbue deteksjonsutstyr

Hvor et lysbue-deteksjonsutstyr i samsvar med NEK 400-4-42, avsnitt 424 benyttes for beskyttelse mot lysbuer, skal deteksjonsutstyret:

- være i samsvar med NEK EN 62606, og
- plasseres i begynnelsen av kursen det skal beskytte, og
- monteres og koordineres i samsvar med produsentens instruksjoner.

MERKNAD - Lysbue deteksjonsutstyr i samsvar med NEK EN 62606 kan inneholde andre beskyttelsesfunksjoner, for eksempel overstrømsbeskyttelse og/eller beskyttelse mot sumstrømmer for å koble ut kursen.

533 Utstyr for beskyttelse mot overstrømmer

533.1 Beskyttelse ved automatisk utkobling av strømtilførselen

533.1.1 Generelt

Avsnitt 533 inneholder krav til valg og montasje av overstrømsvern som kreves i samsvar med NEK 400-4-43 avsnitt 431.

Overstrømsvern som kan bli betjent av andre enn sakkyndige personer (BA5) og instruerte personer (BA4), skal være utformet eller montert slik at tilgang til innstillinger ikke er mulig uten bruk av nøkkel, hengelås, verktøy, passord eller lignende. Innstillingene skal være synlig.

533.1.2 Samsvar med standarder

Utstyr for beskyttelse mot overstrømmer, skal være i samsvar med minst én av følgende standarder:

- NEK EN 60269-2,
- NEK EN 60269-3,
- NEK EN 60269-4,
- NEK EN 60898-serien,
- NEK EN 60947-2,
- NEK EN 60947-3 for utstyr benyttet sammen med sikringer,
- NEK EN 60947-6-2,
- NEK EN 61009-serien eller
- NEK EN 62423 for strømstyrte jordfeilvern med integrert overstrømsbeskyttelse (RCBO).

Følgende utstyr gir kun beskyttelse mot kortslutningsstrømmer, og skal derfor ikke benyttes til overbelastningsbeskyttelse:

- effektbrytere i samsvar med Tillegg O i NEK EN 60947-2:2016 som kun har momentanutløsning, og
- sikringer med aM- eller aR-karakteristikk i samsvar med NEK EN 60269-2 eller NEK EN 60269-3.

533.1.3 Sikringer

533.1.3.1 Sikringssokkelen for skrusikringer skal ha bunnkontakten tilkoblet tilførselen.

533.1.3.2 Sikringssokkelen for andre sikringer skal være plassert eller utført slik at en sikringspatron eller tilsvarende ikke kan lage forbindelse mellom spenningsførende deler for to sikringssokler plassert ved siden av hverandre.

533.1.3.3 Sikringssokler i samsvar med NEK EN 60269-3 skal anordnes med monteringsenheter som hindrer bruk av sikringspatroner med høyere merkestrøm. Monteringsenheter er ikke nødvendig hvor en sikringspatron med den høyeste merkestrømmen for sikringssystemer gir den nødvendige beskyttelsen.

533.1.3.4 For beskyttelse av DC kurser eller i DC anvendelser, skal det kun benyttes sikringssystemer (for eksempel sikringssokler, sikringsholdere) som er merket egnet for DC av produsenten.

533.1.3.5 Sikringer med sikringspatroner som kan forventes å bli fjernet eller erstattet av andre enn instruerte personer (BA4) eller sakkyndige personer (BA5), skal være i samsvar med NEK EN 60269-3.

533.1.3.6 Sikringer, eller kombinerte enheter med sikringspatroner, som kun forventes å bli fjernet eller erstattet av instruerte personer (BA4) eller sakkyndige personer (BA5), skal være montert slik at fjerning eller innsetting av sikringspatronene kan foretas uten at man utilsiktet kommer i berøring med spenningsførende deler. Slike sikringer skal monteres slik at de er utilgjengelig for ikke-sakkyndige personer.

533.2 Utstyr for beskyttelse mot overbelastningsstrømmer

533.2.1 Generelt

Overstrømsvern skal velges slik at de tilfredsstiller følgende krav:

a) vernets merkestrøm eller den innstilte verdien, I_n, skal være ≥ dimensjonerende strøm, I_B, for kursen, og

b) vernets merkestrøm eller den innstilte verdien, I_n, skal være ≤ kabelens strømføringsevne, I_z, og

c) strømmen som sikrer utkobling av vernet innen en fastsatt tid, I_2, skal være ≤ kabelens strømføringsevne, I_z, multiplisert med en faktor på 1,45.

Dette innebærer følgende formler:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1{,}45\, I_z$$

Samsvar med a), b) og c) vil ikke alltid gi overbelastningsbeskyttelse, for eksempel hvor det forekommer varige overstrømmer mindre enn I_2. I slike tilfeller bør det vurderes å velge en kabel/ledning med større ledertverrsnitt, eller å velge et overstrømsvern med $I_2 \leq I_z$.

MERKNAD 1 - Ved å tilfredsstille kravet i b) vil kravet i c) automatisk være tilfredsstilt for overstrømsvern i samsvar med NEK EN 60898-serien, NEK EN 60947-2, NEK EN 61009-serien og for RCBO i samsvar med NEK EN 62423.

Strømmen I_2 som sikrer utkobling av vernet innen en fastsatt tid, er gitt i produktstandardene, eller kan fås fra produsenten.

Strømmen, I_2, som sikrer utkobling av vernet innen en fastsatt tid kan, iht. til produktstandardene, også bli betegnet I_r, I_t eller I_f. Både I_t og I_f er multipler av I_n, og det bør vises spesiell oppmerksomhet til riktig bruk av verdier og indekser.

For et PVC-isolert ledningssystem med ledertverrsnitt ≤ 4 mm², skal vernets merkestrøm være:

- ≤ 10 A når ledningssystemets ledertverrsnitt er 1,5 mm² forlagt i samsvar med referanseinstallasjonsmetode A1 eller A2 gitt i NEK 400-5-52, Tabell 52B-1,
- ≤ 13 A når ledningssystemets ledertverrsnitt er 1,5 mm² forlagt i samsvar med en referanseinstallasjonsmetode forskjellig fra A1 og A2 gitt i NEK 400-5-52, Tabell 52B-1,
- ≤ 16 A når ledningssystemets ledertverrsnitt er 2,5 mm²,
- ≤ 20 A når ledningssystemets ledertverrsnitt er 4 mm² forlagt i samsvar med en referanseinstallasjonsmetode A1 eller A2 gitt i NEK 400-5-52, Tabell 52B-1, og
- ≤ 25 A når ledningssystemets ledertverrsnitt er 4 mm² forlagt i samsvar med referanseinstallasjonsmetode forskjellig fra A1 og A2 gitt i NEK 400-5-52, Tabell 52B-1.

Hvor det ekvivalerte ledertverrsnittet i kobber for nøytralleder er < ekvivalerte ledertverrsnittet i kobber for faselederne, skal det anordnes beskyttelse av nøytralleder i samsvar med NEK 400-4-43, avsnitt 431.3.2.1. Av hensyn til dette kravet, skal strømføringsevnen for nøytralleder fastsettes, for eksempel fra produsenten.

MERKNAD 2 - Strømføringsevnen til nøytralleder kan antas å være som for en kurs med ledere med samme ledertverrsnitt, konstruksjon og installasjonsforhold (for eksempel omgivelsestemperatur og gruppering) som nøytralleder, fastsatt i samsvar med NEK 400-5-52, avsnitt 523.

533.2.2 Tilstedeværelse av harmoniske strømmer

Hvor harmoniske strømmer er til stede, skal overstrømsvern for beskyttelse mot overbelastningsstrømmer velges i samsvar med NEK 400-4-43, avsnitt 431.3.3.

533.2.3 Overbelastningsbeskyttelse av ledere i parallell med ujevn strømfordeling

Hvor strømmen i parallelle ledere er ujevn, skal hver leder være beskyttet med et eget overstrømsvern i samsvar med 533.2.1.

533.3 Utstyr for beskyttelse mot kortslutningsstrømmer

533.3.1 Termiske påkjenninger

533.3.1.1 Kabler og isolerte ledere

For å være i samsvar med NEK 400-4-43, avsnitt 431.4.4, skal kabler og isolerte ledere være beskyttet av et overstrømsvern som, for alle kortslutningsstrømmer som følge av en kortslutning ved ethvert sted i kursen, har en utkoblingstid ≤ tiden det tar for ledernes isolasjon å nå sin maksimalt tillatte temperatur. Følgende formel skal da tilfredsstilles:

$$t \leq \frac{k^2 S^2}{I^2}$$

hvor

t *er* vernets utkoblingstid i [s],

S *er* ledertverrsnittet i [mm²],

I *er* effektivverdien av kortslutningsstrømmen i [A], og

k er en faktor som tar hensyn til spesifikk motstand, temperaturkoeffisient og varme-kapasitet for ledermaterialet og de aktuelle start- og sluttemperaturene. For vanlige isolasjonsmaterialer for ledere er verdiene av k for faseledere vist i Tabell 53A.

Hvor utløsetiden for et vern er < 0,1 s (for eksempel for strømbegrensende vern), er kravet ovenfor tilfredsstilt dersom gjennomsluppet energi av vernet, (I^2t) ≤ lederens maksimale termiske tåleevne, k^2S^2, dvs.

$$(I^2t) \leq k^2S^2$$

hvor

(I^2t) er gjennomsluppet energi for overstrømsvernet [A^2s], spesifisert av vernprodusenten

S er ledertverrsnittet, i [mm^2],

k er en faktor som tar hensyn til spesifikk motstand, temperaturkoeffisient og varme-kapasitet for ledermaterialet og de aktuelle start- og sluttemperaturene. For vanlige isolasjonsmaterialer for ledere er verdiene av k for faseledere vist i Tabell 53A.

Tabell 53A - Verdier av k for ledere

Egenskap/ forhold	**Type av lederisolasjon**							
	PVC Termoplastisk		**PVC** Termoplastisk 90 °C		**EPR** **XLPE** Herdeplastisk	**Gummi** 60 °C Varmeherdende	**Mineral** PVC kappe	**Mineral** uten kappe
Ledertverrsnitt mm²	≤ 300	> 300	≤ 300	> 300				
Starttemperatur °C	70		90		90	60	70	105
Sluttemperatur °C	160	140	160	140	250	200	160	250
Leder materiale:								
Kobber	115	103	100	86	143	141	115	135 - 115 [a]
Aluminium	76	68	66	57	94	93	-	-
Tinnloddede skjøter i kobberledere	115	-	-	-	-	-	-	-

[a] Denne verdien skal bare brukes for uisolerte ledninger som er utsatt for berøring.

MERKNAD 1 - Andre verdier av k er under overveielse for:

- små ledere (spesielt for ledertverrsnitt < 10 mm²),
- andre typer av skjøter i ledere, og
- uisolerte ledere.

MERKNAD 2 - Merkestrømmen for kortslutningsvernet kan være større enn lederens strømføringsevne.

MERKNAD 3 - Faktorene ovenfor er basert på NEK IEC 60724.

MERKNAD 4 – Se NEK 400-5-54, Tillegg 54A for beregningsmetode for faktoren *k*.

533.3.1.2 Kanalskinnesystemer

For å være i samsvar NEK 400-4-43, avsnitt 431.4.5, skal kanalskinnesystemer i samsvar med NEK 439-6 eller NEK EN 61534-serien være beskyttet av et overstrømsvern hvor:

a) for kanalskinnesystemer hvor produsenten har spesifisert et spesifikt vern, kanalskinnesystemets merkeverdi for betinget kortslutningsstrøm, I_{CC}, skal være ≥ maksimal forventet kortslutningsstrøm, I_k, dvs. $I_{CC} \geq I_k$

b) for alle andre kanalskinnesystemer skal:

- kanalskinnesystemets merkestøtstrøm, I_{pk}, skal være ≥ toppverdien til maksimal forventet kortslutningsstrøm, $\hat{I}_k$, dvs. $I_{pk} \geq \hat{I}_k$, og
- kanalskinnesystemets merkekorttidsstrøm, I_{cw}, skal være ≥ effektivverdien til maksimal forventet kortslutningsstrøm, I_k, dvs. $I_{CW} \geq I_k$, og
- overstrømsvernets utkoblingstid, t_k, skal være ≤ tiden som er definert for kanalskinnesystemets merkekorttidsstrøm, t_{cw}, dvs. $t_k \leq t_{CW}$.

533.3.2 Bryteevne

Overstrømsvernets byteevne (I_{CU} eller I_{CN}) skal være ≥ maksimal forventet kortslutningsstrøm der vernet er plassert.

Et vern med lavere bryteevne kan imidlertid velges dersom et annet vern med tilstrekkelig bryteevne er installert oppstrøms. I slike tilfeller skal vernenes egenskaper være koordinert slik at den energien som de to vernene slipper igjennom, ikke overstiger den verdien som kan tåles uten skade på nedstrøms vern og på lederne som beskyttes av disse vernene.

Hvor opprettholdelse av strømforsyningen er ansett til å være kritisk, skal det vurderes å velge et overstrømsvern på basis av dets service bryteevne (I_{CS}).

533.4 Plassering av overstrømsvern

533.4.1 Plassering av vern for beskyttelse mot overbelastningsstrømmer

Overstrømsvern for å beskytte en leder mot overbelastningsstrømmer skal plasseres:

- i begynnelsen av kursen som skal beskyttes, eller
- lenger ut i kursen så lenge den delen av kursen som er oppstrøms vernet hverken har avgreninger eller stikkontakter.

533.4.2 Plassering av vern for beskyttelse mot kortslutningsstrømmer

Overstrømsvern for beskyttelse mot kortslutningsstrømmer skal plasseres i begynnelsen av kursen som skal beskyttes.

533.5 Koordinering av overbelastnings- og kortslutningsbeskyttelse

533.5.1 Beskyttelse ved anvendelse av ett vern

Et overstrømsvern som skal gi beskyttelse mot overbelastning og kortslutning skal tilfredsstille kravene i både 533.2 og 533.3.

533.5.2 Beskyttelse ved anvendelse av separate vern

Kravene i avsnitt 533.2 og 533.3 gjelder for hhv. overstrømsvernet for beskyttelse mot overbelastningsstrømmer og for overstrømsvernet for beskyttelse mot kortslutningsstrømmer. I tillegg skal disse overstrømsvernene være koordinert iht. produsentens anvisninger, mht. deres egnethet til å bli benyttet sammen.

534 Utstyr for beskyttelse mot elektromagnetiske forstyrrelser og spenningsforstyrrelser

534.1 Generelt

Avsnitt 534 inneholder tiltak for spenningsbegrensning for å oppnå isolasjonskoordinering i samsvar med NEK 400-4-44 NEK EN 60664-1, NEK EN 62305-1, NEK EN 62305-4 og NEK CLC/TS 61643-12.

Avsnitt 534 fokuserer hovedsakelig på krav til valg og montasje av overspenningsvern (SPD) for beskyttelse mot transiente overspenninger i samsvar med kravene i NEK 400-4-44, avsnitt 443, NEK EN 62305-serien, eller spesifisert på annen måte.

Avsnitt 534 tar ikke i betraktning:

- overspenningsvern som kan være inkorporert i utstyr koblet til installasjonen, og
- bærbare overspenningsvern.

MERKNAD - Ytterligere informasjon kan finnes i NEK CLC/TS 61643-12.

Avsnitt 534 gjelder for AC effektkurser. Kravene kan benyttes for DC effektkurser i den grad de er anvendbare.

534.4 Valg og montasje av overspenningsvern

534.4.1 Plassering av overspenningsvern og type overspenningsvern

Overspenningsvern skal plasseres så nært som mulig installasjonens leveringspunkt. For beskyttelse mot virkningen av lynnedslag og koblingsoverspenninger, skal overspenningsvern Type 2 benyttes.

Hvor konstruksjonen/bygningen er anordnet med et eksternt lynvernanlegg, eller det er spesifisert krav til beskyttelse mot direkte lynnedslag, skal overspenningsvern Type 1 benyttes.

Hvor strukturen ikke er anordnet med et eksternt lynvernanlegg og hvor direkte lynnedslag på luftledninger mellom siste stolpe og installasjonens leveringspunkt skal tas i betraktning, kan overspenningsvern Type 1 plassert i eller nært til leveringspunktet velges i samsvar med Tillegg 53C.

MERKNAD 1 - Installasjonens leveringspunkt kan for eksempel være i et tilknytningsskap i samsvar med NEK 399, eller stedet hvor forsyningen går inn i bygningen, i hovedtavlen. Se for øvrig NEK 399.

For installasjoner hvor tilknytningen til et distribusjonsnett er utført i samsvar med NEK 399, skal overspenningsvernet være plassert i samsvar med kravene i NEK 399.

MERKNAD 2 - Merking av produktene er ifølge produktstandardene:

- for overspenningsvern Type 1: enten "Type 1" eller "T1",
- for overspenningsvern Type 2: enten "Type 2" eller "T2",
- for overspenningsvern Type 3: enten "Type 3" eller "T3".

Ytterligere overspenningsvern Type 2 eller overspenningsvern Type 3 kan være nødvendig for, i samsvar med 534.4.4.2, å gi tilstrekkelig beskyttelse, og skal plasseres nedstrøms i den faste elektriske installasjonen, for eksempel i underfordelinger eller stikkontakter. Disse overspenningsvernene skal ikke benyttes uten at det er montert et overspenningsvern i leveringspunktet, og skal være koordinert med oppstrøms overspenningsvern (se 534.4.4.5).

Dersom et overspenningsvern Type 1 ikke er i stand til å gi beskyttelse i samsvar med 534.4.4.2, skal et overspenningsvern Type 2 eller overspenningsvern Type 3 benyttes i Tillegg for å sikre at det nødvendige vernenivå tilfredsstilles.

Ytterligere overspenningsvern Type 2 eller overspenningsvern Type 3 kan være nødvendig for, i samsvar med 534.4.4.2, å beskytte følsomt utstyr. Slike overspenningsvern skal være plassert nært til det følsomme utstyret, og skal være koordinert med oppstrøms overspenningsvern.

MERKNAD 3 - Slike overspenningsvern kan være en del av den faste elektriske installasjonen, eller kan være pluggbare overspenningsvern.

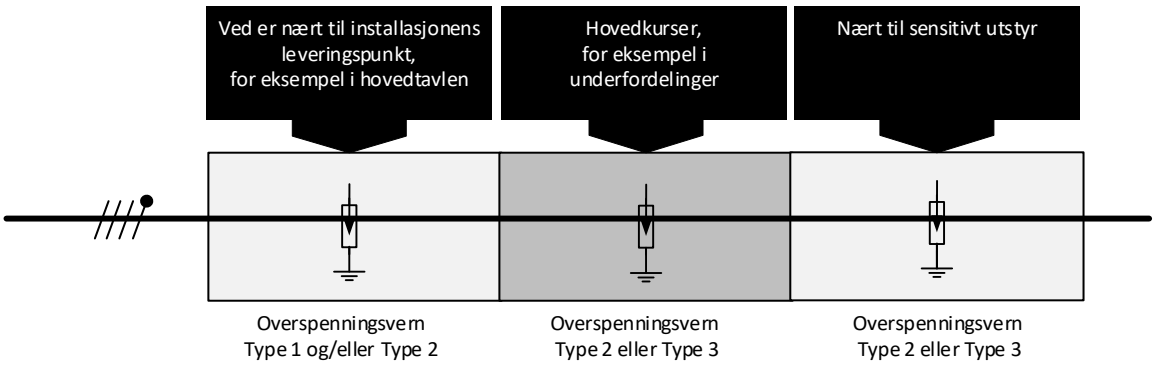
Det kan være nødvendig med ytterligere overspenningsvern for å beskytte mot transiente overspenninger fra andre kilder, for eksempel:

- koblingsoverspenninger generert av forbrukerutstyr i installasjonen,
- overspenninger på andre inngående tjenester, for eksempel telefonlinjer og ekomnett,
- overspenninger på andre tjenester som mater andre strukturer, for eksempel sekundære bygninger, utendørs installasjoner/belysning og strømforsyning til utvendige sensorer.

I slike tilfeller bør det vurderes å montere overspenningsvern så nært som mulig til disse kildene. Ytterligere informasjon er gitt i NEK CLC/TS 61643-12. Eksempler er vist i Figur 53A.

Det skal anordnes med en varig indikasjon, for eksempel ved en merking, i en fordelingstavle dersom det er montert overspenningsvern (for eksempel i en stikkontakt) nedstrøms fordelingen.

Tillegg 53B viser eksempler på montasje av overspenningsvern ved forskjellige fordelingssystemer.



Figur 53A - Eksempel på installasjon av overspenningsvern Type 1, Type 2 og Type 3

534.4.2 Krav til beskyttelse mot transiente overspenninger

Beskyttelse mot transiente overspenninger kan anordnes:

- mellom spenningsførende ledere og beskyttelsesjordleder (fellesmodus beskyttelse), eller
- mellom spenningsførende ledere (differansemodus beskyttelse).

MERKNAD 1 - Koblingstype CT1 gir primært fellesmodus beskyttelse. Dersom det også er nødvendig med differansemodus beskyttelse, vil det i de fleste tilfeller innebære overspenningsvern mellom de spenningsførende lederne i tillegg.

MERKNAD 2 - Koblingstype CT2 gir en kombinasjon av fellesmodus og differansemodus beskyttelse.

Det skal anordnes med beskyttelse mellom spenningsførende ledere og beskyttelsesleder.

Hvor nøytralleder er tilstede, anbefales å anordne beskyttelse mellom faseledere og nøytralleder for å sikre beskyttelse av utstyr.

Hvor det er flere faseledere, kan det også anordnes beskyttelse mellom faselederne.

For enkelte utstyr kan det være nødvendig med både fellesmodus beskyttelse (for støtspenningsholdfasthet) og differansemodus beskyttelse (for støtspenningsimmunitet).

MERKNAD 3 - For eksempel vil elektronisk utstyr klasse I og elektronisk utstyr klasse II kreve fellesmodus beskyttelse og differansemodus beskyttelse for å sikre en fullstendig beskyttelse mot både koblingsoverspenninger og atmosfæriske overspenninger.

534.4.3 Koblingstyper

Koblingstype CT1 (for eksempel 3+0 eller 4+0 konfigurasjoner):

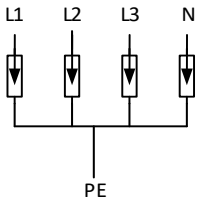
Sammensatt overspenningsvern som gir beskyttelse mellom hver spenningsførende leder og beskyttelsesleder, eller mellom hver faseleder og PEN-leder.

To eksempler på koblingstype CT1 er vist i Figur 53B og Figur 53C.

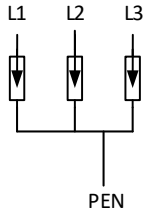
Koblingstype CT2 (for eksempel 3+1 konfigurasjon):

Sammensatt overspenningsvern som gir beskyttelse mellom hver faseleder og nøytralleder, og mellom nøytralleder og beskyttelsesleder.

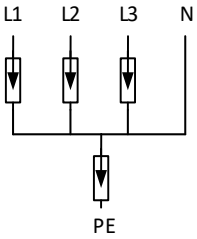
Et eksempel på koblingstype CT2 er vist i Figur 53D.



Figur 53B - Eksempel på koblingstype CT1 (4+0 konfigurasjon)



Figur 53C - Eksempel på koblingstype CT1 (3+0 konfigurasjon)



Figur 53D - Eksempel på koblingstype CT2 (3+1 konfigurasjon)

Ved montering av overspenningsvern bør det vises spesiell oppmerksomhet til egenskapene til overspenningsvern koblet mellom nøytralleder og beskyttelsesleder, avhengig av koblingstype.

I TN-S eller TN-C-S systemer kan overspenningsvern mellom nøytralleder og beskyttelsesleder utelates dersom:

- avstanden mellom stedet hvor PEN-leder deles i en beskyttelsesleder og en nøytralleder og stedet hvor overspenningsvernet er montert er ≤ 0,5 m, eller
- overspenningsvernet er montert i samme fordeling hvor PEN-leder deles i beskyttelsesleder og nøytralleder.

For valg og montasje av overspenningsvern, betraktes en jordet faseleder (PEL) som ekvivalent med en nøytralleder, men det bør vises spesiell oppmerksomhet til valg av overspenningsvernets egenskaper.

534.4.4 Valg av overspenningsvern

534.4.4.1 Generelt

Valg av overspenningsvern skal baseres på følgende parametre:

- vernenivå (U_p) og merkestøtspenningsholdfasthet (U_w) for utstyret som skal beskyttes (se 534.4.4.2),
- høyeste varige driftsspenning (U_c), dvs. forsyningssystem (TT, TN, IT) (se 534.4.4.3),
- nominell utladningsstrøm (In) and impulsutladningsstrøm (I_{imp}) (se 534.4.4.4),
- koordinering av overspenningsvern (se 534.4.4.5),
- forventet kortslutningsstrøm (se 534.4.4.6), og
- merkebrytestrøm (se 534.4.4.7).

Overspenningsvern skal være i samsvar med kravene i NEK EN 61643-11.

MERKNAD - Ytterligere informasjon vedrørende valg og anvendelse av overspenningsvern finnes i NEK CLC/TS 61643-12.

534.4.4.2 Valg av vernenivå (U_p) som funksjon av utstyrs merkestøtspenningsholdfasthet

Vernenivået, U_p, for et overspenningsvern skal velges i samsvar med nødvendig merkestøtspenningsholdfasthet, U_w, svarende til overspenningskategori II i Tabell 53B. For å gi tilstrekkelig beskyttelse av utstyr, skal, under enhver omstendighet, vernenivået, U_p, mellom spenningsførende ledere og beskyttelsesjord være ≤ merkestøtspenningsholdfastheten, U_w, for utstyret som spesifisert i Tabell 53B.

MERKNAD 1 - Hvor det kun er utstyr med overspenningskategori III eller IV som skal beskyttes, se NEK 400-4-44, Tabell 44A vedrørende nødvendig merkestøtspenningsholdfasthet.

Hvor beskyttelse mellom faseledere og beskyttelsesleder er anordnet med en seriekobling av overspenningsvern (for eksempel overspenningsvern faseleder-nøytralleder + nøytralleder-beskyttelsesleder, iht. koblingstype CT2), skal denne seriekoblingen tilfredsstille det nødvendige vernenivået spesifisert ovenfor.

Hvor et slikt kombinert vernenivå mellom faseleder og beskyttelsesleder ikke er angitt av produsenten, skal vernenivået beregnes ved summering av vernenivåene for de individuelle overspenningsvernene som er koblet i serie.

Det anbefales at vernenivået gitt av et overspenningsvern er ≤ 80 % av nødvendig merkestøtspenningsholdfasthet i samsvar med Tabell 53B svarende til overspenningskategori II, men skal, under enhver omstendighet, ikke være > utstyrets nødvendige merkestøtspenningsholdfasthet.

Denne anbefalingen behøver ikke vurderes hvor:

- utstyret er direkte koblet til klemmene til overspenningsvernet, eller
- hvor beskyttelsen er anordnet som vist i Figur 53H, eller
- hvor spenningsfallet over overstrømsvernet i avgreningskursen for overspenningsvernet allerede er inkludert i vernenivået U_p, eller
- hvor det er anordnet beskyttelse iht. overspenningskategori II og det kun er utstyr med overspenningskategori III eller IV som beskyttes.

MERKNAD 2 - NEK EN 61643-2 inneholde mer informasjon om merkestøtspenningsholdfasthet for utstyr og vernenivå, U_p, for overspenningsvern.

Tabell 53B - Nødvendig støtspenningsholdfasthet for utstyr

Nominell linje-spenning [a] [V]	Nominell fasespenning, AC eller DC ≤ [V]	Nødvendig støtspenningsholdfasthet [b] (U_w) for utstyr for	
		Overspenningskategori II (utstyr med normal merkestøtspennings-holdfasthet) [kV]	Overspenningskategori I (utstyr med redusert merkestøtspennings-holdfasthet) [kV]
	50	0,5	0,33
	100	0,8	0,5
	150	1,5	0,8
230 400 480	300	2,5	1,5
690	600	4	2,5
1000	1000	6	4
	1500 DC	8 [c]	6 [c]

[a] Iht. NEK EN 60038.
[b] Merkestøtspenningsholdfasthet mellom faseleder og beskyttelsesleder.
[c] Anbefalte verdier iht. Tillegg D i NEK IEC TR 60664-2-1:2011.

Ytterligere overspenningsvern kan være nødvendig for å unngå feilfunksjon av utstyr. Det vil være nødvendig å vurdere vernenivået basert på utstyrsimmuniteten og kravene som foreligger (se NEK CLC/TS 61643-12).

Hvor det nødvendige vernenivået ikke kan tilfredsstilles ved bruk av ett sammensatt overspenningsvern, skal ytterligere koordinerte overspenningsvern benyttes for å sikre det nødvendige vernenivået.

534.4.4.3 Valg av overspenningsvern mht. varig driftsspenning (U_c)

I AC-systemer skal høyeste varige driftsspenning, U_c, for et overspenningsvern være ≥ verdiene spesifisert i Tabell 53C.

Tabell 53C - Høyeste varige driftsspenning, U_c, som funksjon av fordelingssystem

Overspenningsvern koblet mellom	Fordelingssystem		
	TN-system	TT-system	IT-system
Faseleder og nøytralleder	$1{,}1\ U_0$	$1{,}1\ U_0$	$1{,}1\ U_0$
Faseleder og PE-leder	$1{,}1\ U_0$	$1{,}1\ U_0$	$1{,}1\ U$
Faseleder og PEN-leder	$1{,}1\ U_0$	NA	NA
Nøytralleder og PE-leder	U_0 [a]	U_0 [a]	$1{,}1\ U_0$ [a]
Faseledere	$1{,}1\ U$	$1{,}1\ U$	$1{,}1\ U$

MERKNAD 1 - NA: ikke anvendelig (not applicable).
MERKNAD 2 - U_0 er fasespenningen i et lavspenningssystem.
MERKNAD 3 - U er linjespenningen i et lavspenningssystem.

[a] Disse verdiene tar hensyn til den mest uheldige feilsituasjon. Toleransen på 10 % er derfor ikke tatt hensyn til.

Når installasjonen er galvanisk tilknyttet et allment 230 V IT-distribusjonsnett, skal høyeste varige driftsspenning, U_c, for overspenningsvern Type 1 og/eller Type 2 være ≥ 350V. For IT-installasjoner galvanisk adskilt fra et allment IT-distribusjonsnett gjelder Tabell 53C.

534.4.4.4 Valg av overspenningsvern mht. nominell utladningsstrøm, I_n, og impulsutladningsstrøm, I_{imp}

534.4.4.4.1 Generelt

For overspenningsvern plassert i eller nært ved leveringspunktet skal:

- hvor bygningen er beskyttet mot direkte lynnedslag, overspenningsvern velges i samsvar med kravene i 534.4.4.4.3 og Tabell 53E, eller
- i alle andre situasjoner, overspenningsvern velges i samsvar med 534.4.4.4.2.

Overspenningsvern installert nedstrøms overspenningsvernet montert i eller ved leveringspunktet skal også være i samsvar med koordinasjonskravene i 534.4.4.5.

Koblingsoverspenninger kan ha en lengre varighet og kan inneholde mer energi enn atmosfæriske overspenninger. Dette bør tas i betraktning ved valg av overspenningsvern mht. nominell utladningsstrøm og impulsutladningsstrøm.

534.4.4.4.2 Klasse II prøvet overspenningsvern

Hvor det er nødvendig med klasse II prøvet overspenningsvern i eller nært ved leveringspunktet, skal overspenningsvernets nominelle utladningsstrøm ≥ verdien spesifisert i Tabell 53D.

Tabell 53D - Nominell utladningsstrøm, I_n, i [kA] avhengig av fordelingssystem og koblingstype

Kobling	Fordelingssystem			
	Énfase		Trefase	
	CT1	CT2	CT1	CT2
L-N	-	5	-	5
L-PE	5	-	5	-
N-PE	5	10	5	20

534.4.4.4.3 Klasse I prøvet overspenningsvern

Hvor det er nødvendig med klasse I prøvet overspenningsvern i eller nært ved leveringspunktet, skal:

a) hvor det ikke er utført en risikovurdering i samsvar med NEK EN 62305-2, overspenningsvernets impulsutladningsstrøm, I_{imp}, ≥ verdien spesifisert i Tabell 53E.

Tabell 53E - Impulsutladningsstrøm, I_{imp}, i [kA] hvor bygning er beskyttet mot direkte lynnedslag

Kobling	Fordelingssystem			
	Énfase		Trefase	
	CT1	CT2	CT1	CT2
L-N	-	12,5	-	12,5
L-PE	12,5	-	12,5	-
N-PE	12,5	25	12,5	50
MERKNAD – Denne tabellen refererer til vernenivå mot lyn (LPL) III og IV				

b) hvor det ikke er utført en risikovurdering i samsvar med NEK EN 62305-2, overspenningsvernets impulsutladningsstrøm, I_{imp}, fastsettes i samsvar med NEK EN 62305-serien.

534.4.4.5 Koordinering av to eller flere overspenningsvern

Koordinering av overspenningsvern i installasjonen skal utføres i samsvar med produsenten instruksjoner, med referanse til NEK CLC/TS 61643-12.

Hvor det monteres overspenningsvern i serie, for eksempel overspenningsvern Type 1 eller Type 2 i en fordeling og et overspenningsvern Type 3 ved det elektriske utstyret, skal de koordineres som følger:

- overspenningsvern Type 1 eller Type 2 skal minimum ha en høyeste varig driftsspenning, U_c, i samsvar med kravene i 534.4.4.2, og
- overspenningsvern Type 3 skal plasseres så nær verneobjektet som mulig. I et 230 V IT-system skal dette overspenningsvernet ha en høyeste varig driftsspenning, U_c, mellom fase og jord på minimum 440 V. Tilsvarende verdi fase-fase skal være minimum 275 V.

534.4.4.6 Valg av overspenningsvern mht. merkekortslutningsstrøm, I_{SCCR}

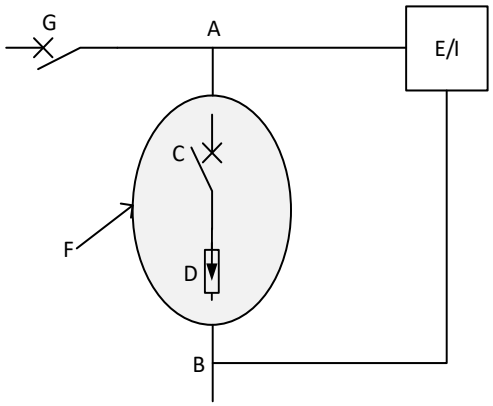
Unntatt for overspenningsvern koblet mellom nøytralleder og beskyttelsesjordeleder i TT- og TN-systemer, skal overspenningsvernets merkekortslutningsstrøm, I_{SCCR}, spesifisert av produsenten, være ≥ maksimal forventet kortslutningsstrøm ved tilkoblingspunktet for det sammensatte overspenningsvernet, se også Figur 53E.

MERKNAD – For overspenningsvern koblet mellom nøytralleder og beskyttelsesleder i TT- og TN-systemer, er krav til overspenningsvernets merkekortslutningsstrøm, I_{SCCR}, gitt i produktstandarden NEK EN 61643-11.

534.4.4.7 Valg av overspenningsvern mht. merkebrytestrøm

Unntatt for overspenningsvern koblet mellom nøytralleder og beskyttelsesjordeleder i TT- og TN-systemer, skal overspenningsvernets merkebrytestrøm, I_{fi}, dersom denne er spesifisert av produsenten, være ≥ maksimal forventet kortslutningsstrøm ved tilkoblingspunktet for det sammensatte overspenningsvernet, se også Figur 53E.

MERKNAD – For overspenningsvern koblet mellom nøytralleder og beskyttelsesleder i TT- og TN-systemer, er krav til overspenningsvernets merkebrytestrøm, I_{fi}, gitt i produktstandarden NEK EN 61643-11.



A, B	tilkoblingspunkter for det sammensatte overspenningsvernet
C	overspenningsvern
D	overstrømsvern krevd av produsenten av overspenningsvernet (skillebryter for overspenningsvern)
F	sammensatt overspenningsvern
G	overstrømsvern for installasjonen
E/I	utstyr eller installasjon som skal beskyttes

Figur 53E - Tilkoblingspunkt for et overspenningsvern

534.4.5 Beskyttelse av overspenningsvern mot overstrømmer

534.4.5.1 Generelt

Overspenningsvern skal være beskyttet mot kortslutningsstrømmer. Denne beskyttelsen kan være internt og/eller eksternt til overspenningsvernet iht. produsenten instruksjoner.

Egenskapene til et eksternt overstrømsvern (OCPD) for å beskytte et overspenningsvern skal velges:

- i samsvar med NEK 400-4-43, avsnitt 431.4, og
- med så høy merkestrøm som mulig for å gi en så høy beskyttelse som mulig av det sammensatte overspenningsvernet mot overspenningsstrømmer.

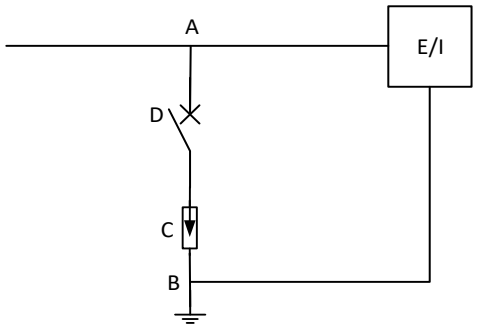
Overstrømsvernets egenskaper skal være ≤ maksimal overstrømsbeskyttelse spesifisert av produsenten av overspenningsvernet.

534.4.5.2 Arrangement av overspenningsvern i forhold overstrømsbeskyttelse

Plasseringen av overstrømsvern for beskyttelse av overspenningsvern kan påvirke den kontinuerlige strømforsyningen til installasjonen og det effektive vernenivået i installasjonen.

a) Dersom overstrømsvernet for overspenningsvernet er plassert i avgreningskretsen med overspenningsvernet, er strømforsyningen til installasjonen upåvirket ved en svikt i overspenningsvernet, men hverken installasjonen eller utstyr er beskyttet mot mulige nye overspenninger (se Figur 53F) etter utkobling av overstrømsvernet. Ved et slikt arrangement er det effektive vernenivået, U_p, i installasjonen økt pga. spenningsfallet ved det eksterne overstrømsvernet koblet i serie med overspenningsvernet.

MERKNAD - Dersom beskyttelse mot overstrømmer er internt i overspenningsvernet, er spenningsfallet i overstrømsvernet allerede inkludert i overspenningsvernets vernenivå, U_p.

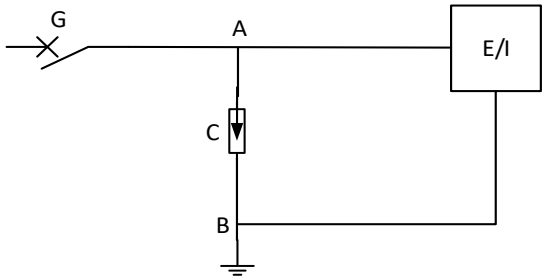


A, B tilkoblingspunkter for det sammensatte overspenningsvernet
C overspenningsvern
D overstrømsvern krevd av produsenten av overspenningsvernet (skillebryter for overspenningsvern)
E/I utstyr eller installasjon som skal beskyttes

Figur 53F - Eksempel på overstrømsbeskyttelse i overspenningsvern avgreningskrets ved et dedikert eksternt overstrømsvern

b) Dersom overstrømsvernet for overspenningsvernet er plassert oppstrøms avgreningskretsen med overspenningsvernet, vil strømforsyningen til installasjonen sannsynligvis bli avbrutt ved en svikt i overspenningsvernet, (se Figur 53G). Imidlertid vil det effektive vernenivået, U_p, i installasjonen holdes til et minimum.

Beskyttelse i samsvar med Figur 53F skal anvendes når ytelsene til oppstrøms overstrømsvern er > maksimal overstrømsbeskyttelse spesifisert av produsenten.



A, B tilkoblingspunkter for overspenningsvernet
C overspenningsvern
E/I utstyr eller installasjon som skal beskyttes
G overstrømsvern for installasjonen som også beskytter overspenningsvernet

Figur 53G - Overstrømsvern som er en del av installasjonen, også benyttet for beskyttelse av overspenningsvern

534.4.5.3 Selektivitet mellom overstrømsvern

Hvor det er krevd, skal behovet for selektivitet mellom overstrømsvern vurderes i samsvar med installasjonsforholdene på stedet der overspenningsvernet er montert og produsentens instruksjoner (se 536).

534.4.5.4 Motstandsevne mot impulsstrømmer for utstyr montert oppstrøm

De relevante produktstandardene for utstyr (for eksempel målere, klemmer, overstrømsvern, brytere, etc.) som er montert oppstrøms et overspenningsvern, spesifiserer normalt ikke motstandsevne mot impulsstrømmer.

Installasjon av overspenningsvern, i samsvar med 534.4.1, så nært som mulig til installasjonens leveringspunkt, reduserer impulsstrømmer som flyter gjennom utstyr montert nedstrøms overspenningsvernet.

For ytterligere informasjon, se NEK CLC/TS 61643-12 og produsentens instruksjoner.

534.4.6 Beskyttelse ved feil

Beskyttelse ved feil, som definert i NEK 400-4-41, skal også være effektiv for installasjonen som beskyttes ved svikt av overspenningsvernet.

Dersom beskyttelsesmetoden automatisk utkobling av strømtilførselen er benyttet for beskyttelse mot elektrisk sjokk, gjelder følgende:

- i TN-systemer skal beskyttelsen være ivaretatt av overstrømsvernet oppstrøms overspenningsvernet,
- i TT-systemer skal beskyttelsen ivaretas ved å montere overspenningsvernet:
  a) nedstrøms et strømstyrt jordfeilvern, eller
  b) oppstrøms det strømstyrte jordfeilvernet for installasjonen. Pga. muligheten for svikt av overspenningsvernet koblet mellom nøytralllederen og beskyttelseslederen, skal overspenningsvernet være montert i samsvar med koblingstype CT2.
- i IT-systemer er det ikke behov for ytterligere beskyttelse.

På grunn av fare for brann ved havari av overspenningsvern tilknyttet et allment IT- eller TT-system uten distribuert felles beskyttelsesleder (for eksempel i luftstrekk), skal overspenningsvernet (Type 1 eller Type 2) i fordelingen beskyttes mot havari ved at:

1) overspenningsvernet plasseres i en egen kapsling av ikke-brennbart materiale i fordelingen, eller
2) overspenningsvernet beskyttes av et forankoblet støtspenningssikkert tidsforsinket strømstyrt jordfeilvern (S-type eller tilsvarende) med merkeutløsestrøm ≤ 300 mA, eller
3) overspenningsvernet er konstruert slik at risikoen for havari og brann ved feil mellom høyspennings distribusjonsnett og jord i forsyningen er redusert til et minimum.

VEILEDNING - Dersom det monteres et strømstyrt jordfeilvern foran overspenningsvern i en fordeling, bør det installeres utstyr som gir lett hørbart og/eller synlig signal ved utkobling av jordfeilvernet.

Overspenningsvern montert i eller nært ved installasjonens leveringspunkt skal være koblet i samsvar med Tabell 53F.

Tabell 53F - Kobling av overspenningsvern avhengig av fordelingssystem

Fordelingssystem ved tilkoblingspunktet for overspenningsvernet	Koblingstype	
	CT1	CT2
TN-system	X	X
TT-system	Overspenningsvern kun nedstrøms et strømstyrt jordfeilvern	X
IT-system u/nøytralleder	X	X
IT-system m/nøytralleder	X	N/A
MERKNAD 1 - X kan benyttes MERKNAD 2 - N/A ikke relevant		

MERKNAD - Det kan være nødvendig med ytterligere krav for installasjon av overspenningsvern i installasjoner påvirket av jernbanesystemer, høyspenningslinjer, mobile enheter, etc.

534.4.7 Montasje av overspenningsvern i sammenheng med strømstyrt jordfeilvern

Hvor overspenningsvern er montert i samsvar med 534.4.1 og er plassert nedstrøms et strømstyrt jordfeilvern, skal det strømstyrte jordfeilvernet ha motstandsevne mot impulsstrømmer ≥ 3 kA 8/20, og kan være anordnet med tidsforsinkelse.

MERKNAD 1 - Strømstyrte jordfeilvern type S i samsvar med NEK EN 61008-1 eller NEK EN 61009-1 tilfredsstiller dette kravet.

MERKNAD 2 - Ved impulsstrømmer > 3 kA 8/20 kan et strømstyrt jordfeilvern løse ut og medføre avbrudd i forsyningen.

MERKNAD 3 - Dette behøver ikke være anvendelig for strømstyrte jordfeilvern montert oppstrøms overspenningsvern som anordnet for å beskytte sensitivt utstyr.

Det er ikke anbefalt å montere et overspenningsvern Type 1 nedstrøms et strømstyrt jordfeilvern

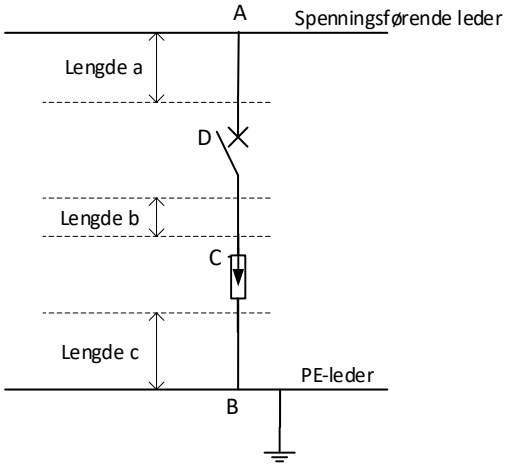
534.4.8 Kobling av overspenningsvern

Det virksomme vernenivået i en installasjon påvirkes signifikant av koblingen, ledningslengden, arrangementet av overspenningsvern og de krevde skillebrytere for overspenningsvern.

Alle ledere og forbindelser til faseledere som skal beskyttes, og koblingen mellom overspenningsvernet og en ekstern skillebryter for overspenningsvern skal være så korte og rette som mulig, og unødvendig sløyfer skal unngås.

Lengden av tilkoblingslederne utgjør summen av lengden av lederne mellom den spenningsførende lederen og beskyttelsesjordleder mellom punktene A og B som definert i Figur 53H.

Det skal vurderes å begrense den totale ledningslengden til ledere mellom tilkoblingspunkter for sammensatt overspenningsvern (se Figur 53H) til ≤ 0,5 m.



A, B tilkoblingspunkter for det sammensatte overspenningsvernet
C overspenningsvern
D overstrømsvern krevd av produsenten av overspenningsvernet (skillebryter for overspenningsvern)

Figur 53H - Kobling av overspenningsvern

For å tilfredsstille kravene, skal beskyttelseslederen være tilknyttet installasjonens hovedjordklemme så nært som mulig til overspenningsvernet ved, om nødvendig, etablere en mellomliggende jordklemme (se Figur 53I).

Lengden av ledningene mellom:

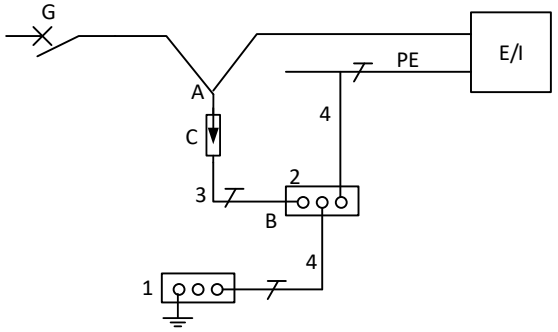
- hovedjordklemmen og den mellomliggende jordingsklemmen, og
- den mellomliggende jordingsklemmen og beskyttelsesledere

skal ikke tas med i fastsettelsen av total ledningslengde mellom faseleder og beskyttelsesleder, se Figur 53I.

Kablene mellom overspenningsvernet og hovedjordklemmen skal være så korte som mulig (liten induktans). Overspenningsvernet kan kobles til hovedjordklemmen eller til en beskyttelsesleder via metalliske deler, for eksempel metallisk kapsling (se 534.4.2), forutsatt at den metalliske delen er koblet til beskyttelseslederen og tilfredsstiller kravene til en beskyttelsesleder i samsvar med NEK 400-5-54. Tilkobling av overspenningsvern direkte til hovedjordklemmen og i tillegg til beskyttelseslederen, kan forbedre vernenivået.

Dersom den totale lengden (a + b + c) som definert i Figur 53H > 0,5 m skal minst ett av følgende tiltak iverksettes:

- velge et overspenningsvern med lavere vernenivå, U_p, (en rettlinjet kabel på 1 m som fører en utladningsstrøm på 10 kA (8/20) vil gi et ekstra spenningsfall på ca. 1000 V),
- montere et ekstra koordinert overspenningsvern nært ved utstyret som skal beskyttes for å tilpasse vernenivået, U_p, til utstyrets merkestøtspenningsholdfasthet, U_W,
- benytte montasjen gitt i Figur 53I.



A, B	tilkoblingspunkter for det sammensatte overspenningsvernet
C	overspenningsvern
G	overstrømsvern for installasjonen
E/I	utstyr eller installasjon som skal beskyttes
1	hovedjordklemme/-skinne
2	mellomliggende jordskinne
3	lengde c (som skal tas i betraktning)
4	kabellengde som ikke behøver å tas i betraktning

Figur 53I - Eksempel på montasje av et overspenningsvern for å redusere lengde av tilkoblingslederne for overspenningsvernet

534.4.9 Effektiv beskyttelseslengde for overspenningsvern

Hvor avstanden mellom overspenningsvernet og utstyret som skal beskyttes er > 10 m, bør det anordnes med tilleggsbeskyttelse ved å:

- montere et ekstra overspenningsvern så nært som mulig til utstyret som skal beskyttes. Overspenningsvernets vernenivå, U_p, skal under enhver omstendighet være ≤ utstyrets merkestøtspenningsholdfasthet, U_W, eller
- benytte et énports overspenningsvern i eller nært ved installasjonens leveringspunkt. Overspenningsvernenes vernenivå, U_p, skal under enhver omstendighet være ≤ 50 % av merkestøtspenningsholdfasthet, U_W, for utstyret som skal beskyttes. Dette tiltaket bør benyttes sammen med andre tiltak, for eksempel å kun benytte skjermet ledningssystem i de beskyttete kursene, eller
- benytte toports overspenningsvern i eller nært ved installasjonens leveringspunkt. Overspenningsvernenes vernenivå, U_p, skal under enhver omstendighet være ≤ merkestøtspenningsholdfasthet, U_W, for utstyret som skal beskyttes. Dette tiltaket bør benyttes sammen med andre tiltak, for eksempel å kun benytte skjermet ledningssystem i de beskyttete kursene.

534.4.10 Tilkoblingsledere for overspenningsvern

For ledere mellom overspenningsvernet og hovedjordklemmen eller beskyttelseslederen skal ledertverrsnittet være:

- ≥ 6 mm² Cu, eller ekvivalent for overspenningsvern Type 2 montert i eller nært ved leveringspunktet for installasjonen, og
- ≥ 16 mm² Cu, eller ekvivalent for overspenningsvern Type 1 montert i eller nært ved leveringspunktet for installasjonen.

Ledere som forbinder overspenningsvernet og overstrømsvern til de spenningsførende lederne skal være beskyttet mot overstrømmer i samsvar med NEK 400-4-43, og ledertverrsnittet skal være:

- ≥ 2,5 mm^2 Cu, eller ekvivalent for overspenningsvern Type 2 montert i eller nært ved leveringspunktet for installasjonen, og
- ≥ 6 mm^2 Cu, eller ekvivalent for overspenningsvern Type 1 montert i eller nært ved leveringspunktet for installasjonen.

535 Utstyr for beskyttelse mot underspenninger

Utstyr for beskyttelse mot underspenninger skal være i samsvar med kravene i NEK 400-4-44, avsnitt 445.

Utstyr for beskyttelse mot underspenninger karakteriseres ved:

a) direktevirkende underspenningsreléer
   - lavere verdi for reléets driftsspenning
   - høyere verdi for reléets driftsspenning
   - tidsforsinkelse (hvis nødvendig)

b) indirektevirkende underspenningsreléer
   - lavere verdi for driftsspenning
   - høyere verdi for driftsspenning
   - tidsforsinkelse (hvis nødvendig)

c) automatisk gjeninnkobling
   - med forrigling mot gjeninnkobling
   - uten forrigling mot gjeninnkobling

Egenskapene for utstyr for beskyttelse mot underspenninger skal koordineres med kravene i relevante standarder for innkobling (innkoblingsstrøm), drift og utkobling for det elektriske utstyret.

536 Koordinering av utstyr for beskyttelse, frakobling, bryting og styring

536.1 Generelt

Avsnitt 536 spesifiserer krav til koordinasjon i feilsituasjoner mellom:

- overstrømsvern,
- styre- og koblingsutstyr,
- strømstyrte jordfeilvern,
- kontaktorer og startere, og
- brytere og skillebrytere,

og tar i betraktning relevant forhold angitt i NEK 400-3, avsnitt 305.1.

Kravene omhandler også forhold knyttet til kontinuerlig strømforsyning til installasjonen.

542.2 Jordelektroder

542.2.1 Jordelektrodens materialer og dimensjoner skal velges slik at jordelektroden er motstandsdyktig mot korrosjon og har tilfredsstillende mekanisk styrke i dens forutsatte levetid.

MERKNAD 1 - Mht. korrosjon kan følgende parametere vurderes: jordsmonnets pH-verdi, jordsmonnets resistivitet, jordsmonnets fuktighet, AC- og DC-lekkstrømmer, kjemisk forurensning og nærhet av ulike materialer.

For de vanligste benyttede materialene skal minimumsdimensjonene for jordelektroder nedgravd i bakken eller i betong mht. korrosjon og mekanisk styrke være som vist i Tabell 54A.

MERKNAD 2 - Minimumstykkelsen på belegg er større for vertikale enn for horisontale jordelektroder pga. sannsynligheten for større mekaniske påkjenninger når de blir installert.

Hvor et lynvernanlegg (LPS) er påkrevd, gjelder NEK EN 62305-3:2010, avsnitt 5.4.

542.2.2 Effektiviteten av enhver jordelektrode avhenger av grunnforholdene på stedet. Jordelektroder skal velges på basis av grunnforholdene og den overgangsresistans som kreves.

542.2.3 I Installasjoner med IT- eller TT-system, skal jordelektroden utformes slik at den er effektiv i hele området for installasjonen. Spesielt gjelder dette utendørs områder eller uthus som forsynes fra installasjonen.

Eksempler på jordelektroder som kan benyttes er:

- fundamentjordelektrode i jord,
- metalliske elektroder lagt direkte i jord, enten horisontalt eller vertikalt (for eksempel spyd, ledninger, bånd, rør eller plater),
- anvendelige metallkonstruksjoner i jord, og
- sveiset armering i betong (unntatt spennbetong) som går ned i jorden.

Metalliske rørsystemer beregnet til andre formål skal ikke benyttes som jordelektrode.

542.2.4 Ved valg av type jordelektrode og nedgravingsdybde av denne, skal det tas hensyn til mulige mekaniske skader og lokale forhold for å minimalisere virkningen av uttørking og frost i jordsmonnet.

542.2.5 Det skal tas forholdsregler mot elektrolytisk korrosjon ved bruk av ulike materialer i jordingssystemet. For eksterne ledere (for eksempel jordingsleder) koblet til en fundament-jordelektrode i betong, skal koblinger av varmgalvanisert stål ikke være i jorden.

VEILEDNING 1 - Bruk av kobberkledd stålline/-leder anbefales ikke forlagt i jord og anvendt som jordelektrode. Kobberkledd stål kan benyttes som jordspyd.

VEILEDNING 2 - Det bør påses at eventuelle skjøter er varige og beskyttet mot korrosjon.

542.2.6 Metalliske rørsystemer for brennbare gasser og væsker skal ikke brukes som jordelektroder.

MERKNAD - Dette utelukker ikke utjevningsforbindelser via hovedjordskinnen til slike systemer i samsvar med NEK 400-4-41.

542.2.7 Jordelektroder skal ikke være forlagt direkte i en dam, elv, innsjø eller lignende (se også 542.1.6).

542.2.8 Der hvor jordelektroden består av deler som skal kobles sammen, skal sammenkoblingen være utført ved termittsveis, presskjøter, klemmer, eller andre egnede mekaniske tilkoblinger.

MERKNAD - Koblinger laget av bare vridd jernwire er ikke egnet for beskyttelsesformål.

Tabell 54A - Minimumsdimensjoner for jordelektroder nedgravd i bakken, for noen vanlige materialer, mht. korrosjon og mekaniske påkjenninger

Materiale Overflate	Form	Diameter mm	Tverrsnitt mm²	Tykkelse mm	Vekt av belegg g/m²	Tykkelse på belegg µm
Stål innstøpt i betong (blank, varmgalvanisert eller rustfritt)	Rund tråd	10				
	Bånd		75	3		
Varmgalvanisert[a] stål	Bånd[b], eller formet stripe/plate Hel plate, Hullet plate		90	3	500	63
	Rundt vertikalt spyd	16			350	45
	Rund horisontal leder	10			350	45
	Rør	25		2	350	45
	Snodd (i betong)		70			
	Kryssprofil montert vertikalt		(290)	3		
Kopperbelagt stål	Rundt vertikalt spyd	(15)				2000
Elektrolytisk kobberbelagt stål	Rundt vertikalt spyd	14				250[c]
	Rund horisontal leder	(8)				70
	Bånd montert horisontalt		90	3		70
Rustfritt stål[d]	Bånd[b], eller formet stripe/plate		90	3		70
	Rundt vertikalt spyd	16				
	Rund horisontal leder	10				
	Rør	25		2		
Kopper	Stripe		50	2		
	Rund horisontal leder		(25)[e] 50			
	Rundt vertikalt solid spyd	(12) 15				
	Flertrådet leder	1,7 for enkelt-kordel eller tråd	(25)[e] 50			
	Rør	20		2		
	Hel plate			(1,5) 2		
	Hullet plate			2		

MERKNAD – Verdiene i parentes er kun anvendelig for beskyttelse mot elektrisk sjokk. Verdiene ikke i parentes er anvendelig for lynvernanlegg og for beskyttelse mot elektrisk sjokk.

[a] Belegget skal være jevnt, kontinuerlig og fri for «bare» flekker.

[b] Kveilede bånd, eller perforerte bånd med avrundede kanter.

[c] Denne tykkelsen er spesifisert for å motstå de mekaniske skader på kobberbelegget ved monteringen. Tykkelsen kan reduseres til ikke mindre enn 100 µm hvis det ved monteringen tas spesielle forholdregler i samsvar med produsentens instruksjoner for å unngå skade på kobberbelegget (for eksempel borede hull, spesiell beskyttelsestape).

[d] Krom ≥ 16 %, Nikkel ≥ 5 %, Molybden ≥ 2 %, Karbon ≤ 0,08 %.

[e] Hvor erfaring viser at sannsynligheten for korrosjon og mekanisk skade er veldig liten, kan 16 mm² benyttes.

542.3 Jordingsledere

542.3.1 Jordingslederes ledertverrsnitt skal være i samsvar med avsnitt 543.1.1 eller 543.1.2. Ledertverrsnittet skal være ≥ 6 mm² for kopper eller ≥ 50 mm² for stål. Når en blank jordingsleder er nedgravd i jorden, skal dens dimensjoner og egenskaper også være i samsvar med Tabell 54A.

Hvor det ikke er forventet at det skal flyte feilstrømmer av noe størrelse (for eksempel i TN- og IT-systemer), kan jordingslederen dimensjoneres i samsvar med avsnitt 544.1.

Aluminiumsledere skal ikke benyttes som jordingsledere.

Hvor et lynvernanlegg er koblet til jordelektroden, skal ledertverrsnittet på jordingsledere være ≥ 16 mm² Cu eller ≥ 50 mm² for stål (se NEK 320).

Jordingsledere forlagt direkte i jord skal være ≥ 25 mm² Cu eller ≥ 50 mm² korrosjonsbeskyttet stål, og eventuelle skjøter skal være varige og beskyttet mot korrosjon.

VEILEDNING 1 - Korrosjonsbeskyttelsen kan være ivaretatt ved varmgalvanisert stål, rustfritt stål eller syrefast stål.

VEILEDNING 2 - Bruk av kobberkledd stålline/-leder anbefales ikke forlagt i jord og anvendt som jordingsleder.

542.3.2 Tilkobling av jordingsleder til en jordelektrode skal være solid og elektrisk tilfredsstillende utført. Slike forbindelser skal være utført ved termittsveis, presskjøter, klemmer, eller andre egnede mekaniske koblinger. Mekaniske koblinger skal være montert i samsvar med produsentens montasjeanvisning. Hvor det er benyttet en klemme, skal denne ikke skade jordelektroden eller jordingslederen.

Tilkobling med tinnlodding skal ikke benyttes.

MERKNAD - Der vertikale elektroder er installert, bør det være gjennomført tiltak som tillater inspeksjon av koblingene og utskifting av det vertikale spydet.

542.4 Hovedjordklemmer/hovedjordskinner

542.4.1 I alle installasjoner hvor utjevningsforbindelser for beskyttelsesformål er benyttet, skal det etableres en hovedjordklemme/hovedjordskinne. Følgende ledere skal være tilkoblet denne klemmen/skinnen:

- utjevningsledere for beskyttelsesformål,
- jordingsledere,
- beskyttelsesjordledere, og
- funksjonsjordledere, hvis relevant

MERKNAD 1 - Det er ikke nødvendig å forbinde hver enkelt beskyttelsesjordleder til hovedjordskinnen når disse er forbundet til hovedjordskinnen via andre beskyttelsesjordledere.

MERKNAD 2 - Hovedjordskinnen (hovedjordklemmen) i bygningen kan benyttes for funksjonsformål. For ekom kan den betraktes som tilkoblingspunktet til jordelektrodenettverket.

VEILEDNING 1 - Hovedjordskinnen kan være forbundet med følgende:

- beskyttelsesjordeleder fra nettselskap,
- beskyttelsesjordledere i installasjonen,
- lynvernanlegg (for utjevning) iht. NEK 320,
- metalliske deler som føres inn/ut i bygningen,
- metalliske deler av bygningskonstruksjonen som har forbindelse med jorden, og
- tilgjengelig armering i betong som har forbindelse med jorden.

VEILEDNING 2 - Se også Tillegg 54B

Der det er anordnet med mer enn én hovedjordskinne, skal disse være sammenkoblet.

542.4.2 Det skal være mulig å frakoble hver enkelt leder som er tilkoblet hovedjordskinnen individuelt. Tilkoblingen skal være pålitelig og utformet slik at den kun kan kobles fra ved hjelp av verktøy.

MERKNAD - Frakoblingsanordningen kan kombineres med hovedjordklemmen/hovedjordskinnen, for å muliggjøre måling av jordelektrodens overgangsresistans.

543 Beskyttelsesledere

Det bør tas hensyn til kravene i NEK 400-5-51, avsnitt 516.

543.1 Minste ledertverrsnitt

543.1.1 Ledertverrsnittet for enhver beskyttelsesjordleder skal tilfredsstille kravene for automatisk utkobling av strømtilførselen spesifisert i NEK 400-4-41, avsnitt 411 og skal kunne tåle de mekaniske og termiske påkjenningene den kan bli utsatt for ved forventet feilstrøm i løpet av vernenes utkoblingstid.

Ledertverrsnittet for beskyttelsesjordledere skal

- være beregnet etter avsnitt 543.1.2, eller
- valgt i samsvar med Tabell 54B.

I begge tilfeller skal avsnitt 543.1.3 være tilfredsstilt.

Klemmer for beskyttelsesjordledere skal være tilpasset de lederdimensjonene som det er stilt krav til i dette avsnittet.

I TT-systemer kan ledertverrsnittet for beskyttelsesjordledere begrenses til:

- 25 mm² kopper, eller
- 35 mm² aluminium

forutsatt at jordelektrodene i hhv. forsyningens nøytralpunkt og for de utsatte ledende deler er elektrisk uavhengige.

Tabell 54B - Minimums ledertverrsnitt for beskyttelsesledere

Ledertverrsnitt for faseleder i installasjonen – S mm²	Minste ledertverrsnitt for tilhørende beskyttelsesjordleder mm²	
	Dersom beskyttelsesjordleder er av samme materiale som faseleder	Dersom beskyttelsesjordleder ikke er av samme materiale som faseleder
$S \leq 16$	S	$\frac{k_1}{k_2} \times S$
$16 < S \leq 35$	16^a	$\frac{k_1}{k_2} \times 16$
$S > 35$	$\frac{S^a}{2}$	$\frac{k_1}{k_2} \times \frac{S}{2}$
hvor k_1 er verdien k for faseleder, valgt fra Tabell 54A-1 i Tillegg 54A eller fra tabellene i NEK 400-5-53, i samsvar med ledermateriale og isolasjon. K_2 er verdien k for beskyttelsesjordleder valgt fra Tabell 54A-2 til Tabell 54A-6 i Tillegg 54A.		
[a] Reduksjon av ledertverrsnittet for en PEN-leder kan kun benyttes dersom dette gjøres i henhold til kravene i NEK 400-5-52 vedrørende dimensjonering av nøytralleder.		

543.1.2 Ledertverrsnittet skal ikke være mindre enn verdien gitt av

- av NEK IEC 60949, eller
- av følgende formel:

$$S = \frac{\sqrt{I^2 t}}{k}$$

hvor:

S er ledertverrsnitt i kvadratmillimeter (mm²),

I er beregnet feilstrøm (effektivverdi) i ampere (A) som flyter gjennom vernet når det oppstår en jordfeil med neglisjerbar impedans på feilstedet (Se NEK IEC 60949),

t er vernets utkoblingstid i sekunder (s), og

k er faktor avhengig av materialet i beskyttelsesjordlederen, isolasjonen og andre deler samt av begynnelses- og sluttemperaturene. (Om beregning av *k*, se Tillegg 54A).

Dersom bruk av formelen ikke gir et standardisert ledertverrsnitt som resultat, skal det nærmeste høyere standardisert ledertverrsnitt benyttes.

MERKNAD 1 - Det bør tas hensyn til den strømbegrensende virkningen av impedansen i kretsen og til vernets strømbegrensning, (I^2t).

MERKNAD 2 - Om begrensning av temperaturer i eksplosjonsfarlige områder, se NEK 420.

MERKNAD 3 - Siden metallskjermer i mineralisolerte kabler iht. NEK EN 60702-1 har større ledningsevne enn faselederne, er det ikke nødvendig å beregne skjermens ledertverrsnitt når denne skal benyttes som beskyttelsesjordleder.

543.1.3 Ledertverrsnitt for beskyttelsesjordleder som ikke utgjør en del av en kabel eller som ikke er i en felles kapsling som faselederne, skal være:

≥ 2,5 mm² Cu, eller ≥ 16 mm² Al når den er mekanisk beskyttet, eller

≥ 4,0 mm² Cu, eller ≥ 16 mm² Al når den ikke er mekanisk beskyttet.

MERKNAD – Stål benyttes ikke som en beskyttelsesleder (se 543.1.2).

En beskyttelsesjordleder som ikke utgjør en del av en kabel er ansett å være mekanisk beskyttet dersom den er montert i et installasjonsrør, ledningskanalsystem, eller beskyttet på en lignende måte.

543.1.4 Hvor en beskyttelsesjordleder er felles for flere forskjellige kurser, skal ledertverrsnittet for beskyttelsesjordlederen være:

- beregnet iht. avsnitt 543.1.2 for den størst mulige feilstrøm og varighet i disse kursene, eller
- valgt i samsvar med Tabell 54B tilsvarende ledertverrsnittet for den største faselederen.

543.2 Typer beskyttelsesjordledere

543.2.1 Beskyttelsesjordleder kan bestå av én eller flere av følgende:

- leder i flerlederkabel, eller
- isolert eller uisolert leder i samme kapsling som de tilhørende spenningsførende lederne, eller
- fast installerte isolerte eller uisolerte ledere, eller
- metallisk kabelkappe, skjerm, armering, flettet lisse, konsentrisk leder, eller metallrør forutsatt at kravene spesifisert i avsnitt 543.2.3 a) og b) er tilfredsstilt.

MERKNAD - Se også avsnitt 543.8.

543.2.2 Der installasjonen inneholder utstyr med metallisk kapsling, for eksempel lavspennings fordelingstavler (se NEK 439-1 og NEK 439-2) eller kanalskinnesystemer (se NEK 439-6), kan disse metalliske kapslingene eller rammene brukes som beskyttelsesjordleder, forutsatt at følgende tre krav er oppfylt:

a) den elektriske kontinuiteten i de metalliske kapslingene eller rammene er sikret ved konstruksjon, eller ved egnede koblinger, for å sikre beskyttelsen mot mekanisk, kjemisk eller elektrokjemiske svekkelser, og

b) de metalliske kapslingene eller rammene er i samsvar med kravene i 543.1, og

c) de metalliske kapslingene eller rammene tillater tilkobling av andre beskyttelsesjordledere ved hvert forhåndsbestemt avgreningspunkt.

543.2.3 Følgende metalldeler skal ikke benyttes som beskyttelsesjordleder, eller som utjevningsleder for beskyttelsesformål:

- metalliske vannrør, og
- metalliske rør inneholdende brennbare gasser og/eller væsker, og
- konstruksjonsdeler som er utsatt for mekaniske påkjenninger ved normal drift, og
- fleksible eller bøyelige metallrør med mindre de er konstruert for formålet, og
- fleksible metalldeler, og
- barduner, og
- kabelbroer og kabelstiger.

VEILEDNING - Kravet innebærer at kabelbroer/kabelstiger ikke skal benyttes som en del av en utjevningsforbindelse til andre "andre ledende deler". Kravet innebærer heller ikke at det eventuelt skal legges separate utjevningsforbindelse fra hovedjordklemmen til hver enkelt fortløpende kabelbro-/kabelstige-segment.

EKSEMPLER: Beskyttelsesledere kan være: utjevningsleder for beskyttelsesformål, beskyttelsesjordleder, jordingsleder når den er benyttet for beskyttelse mot elektrisk sjokk.

543.3 Beskyttelsesledernes elektriske kontinuitet

543.3.1 Beskyttelsesledere skal være tilfredsstillende beskyttet mot mekanisk skade, kjemiske eller elektrokjemiske nedbrytninger, og mot elektrodynamiske krefter.

Enhver kobling (for eksempel skrudde koblinger, klemmer) mellom beskyttelsesledere og mellom en beskyttelsesleder og annet utstyr, skal gi en varig kontinuitet og ha tilstrekkelig mekanisk styrke og beskyttelse. Skruer for kobling av beskyttelsesledere skal ikke benyttes for annet formål.

Skjøter skal ikke utføres ved lodding.

MERKNAD - Alle elektriske koblingen bør ha en tilfredsstillende termisk kapasitet og mekanisk styrke til å tåle enhver kombinasjon av strøm/tid som kan opptre i lederen eller i kabelen/kapslingen med det største ledertverrsnittet.

543.3.2 Skjøter i beskyttelsesledere skal være tilgjengelig unntatt:

- skjøter som er innstøpt, og
- skjøter i kapslinger som bare kan åpnes ved at kapslingen ødelegges, og
- sammenføyninger i metalliske installasjonsrør, ledningskanalsystemer eller kanalskinnesystemer, og
- sammenføyninger som er en del av et utstyr og som tilfredsstiller produktstandarden, for eksempel lavspenningstavler i samsvar med 543.2.2, og
- skjøter utført ved sveising, og
- skjøter utført med pressverktøy.

543.3.3 Det skal ikke finnes bryterutstyr i beskyttelsesleder, men forbindelser for prøvingsformål som bare kan kobles ut ved hjelp av verktøy, kan benyttes.

543.3.4 Hvor det benyttes elektrisk overvåking av jording, skal det dedikerte utstyret for overvåking (for eksempel sensorer, spoler, strømtransformatorer) ikke være koblet i serie med beskyttelsesledere.

543.3.5 Utsatte ledende deler av utstyr skal ikke utgjøre noen del av beskyttelsesleder for annet utstyr, unntatt som spesifisert 543.2.2.

543.4 PEN-, PEL- eller PEM-ledere

MERKNAD - Da disse lederne tjener to funksjoner, som PE-leder og enten som nøytralleder, faseleder eller som midtpunktsleder, bør alle relevante krav for de respektive funksjonene vurderes.

543.4.1 En PEN-, PEL- eller PEM-leder kan kun benyttes i en fast installasjon og skal, av mekaniske grunner, ha et ledertverrsnitt ≥ 10 mm² Cu eller ≥ 16 mm² Al.

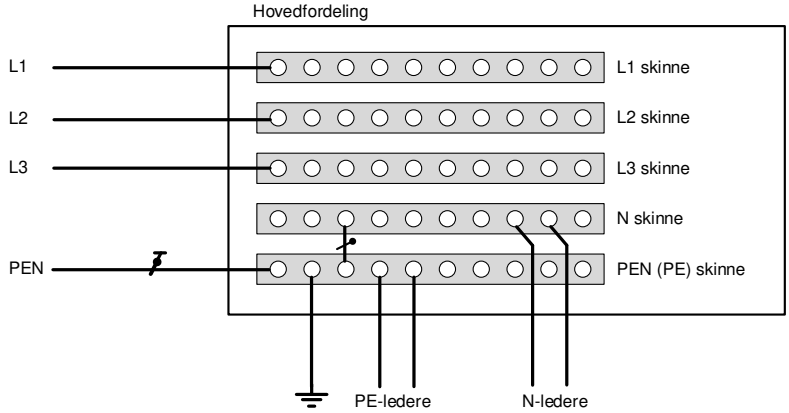
543.4.2 PEN-, PEL- eller PEM-leder skal være isolert tilsvarende merkespenning for faselederen.

Metallkapslinger i ledningssystemer skal ikke benyttes som PEN-, PEL- eller PEM-leder, unntatt for kanalskinnesystemer i samsvar med NEK 439-6 og NEK EN 61534-1.

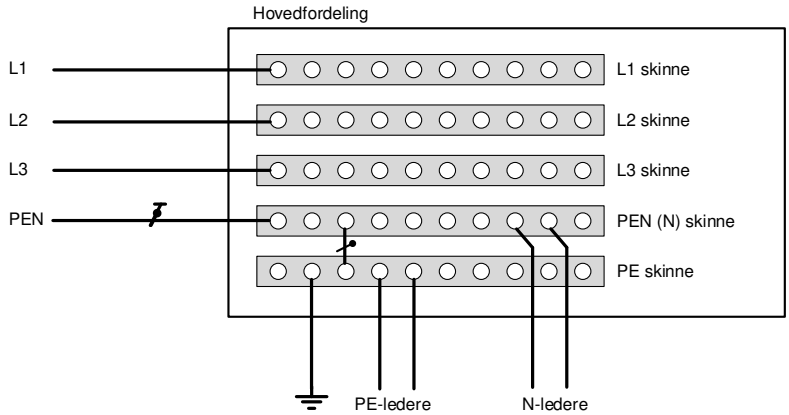
543.4.3 Etter at en PEN-/PEL-/PEM-leder er blitt delt i en beskyttelsesjordleder og nøytral-/fase-/midtpunktsleder, skal nøytral-/fase-/midtpunktsleder ikke forbindes til en annen jordet del i installasjonen. Flere nøytral-/fase-/midtpunktsledere kan imidlertid avgrenes fra en PEN-/PEL-/PEM-leder.

PEN-, PEL-, PEM-lederen skal være tilkoblet klemmen eller skinnen beregnet til beskyttelsesjordledere (se Figur 54A med mindre det er en spesifikk klemme eller skinne for tilkobling av PEN-, PEL- eller PEM-lederen (se Figur 54B og Figur 54C).

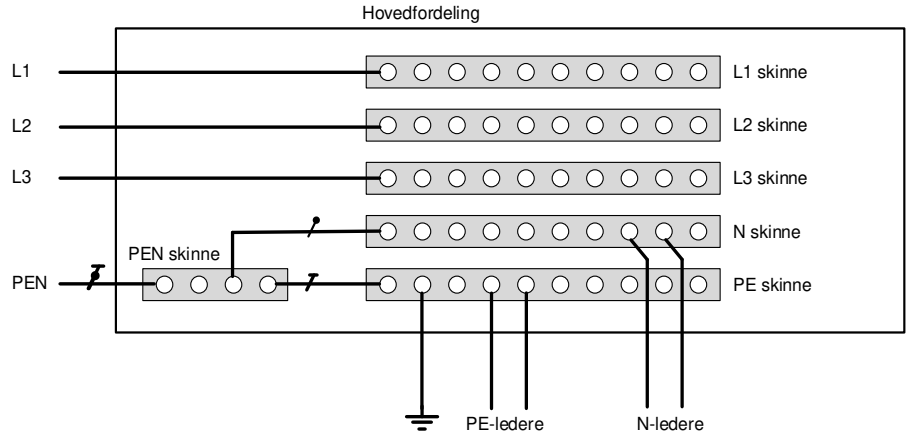
MERKNAD - I systemer forsynt med DC SELV, for eksempel ekomsystemer, er det ingen PEL- eller PEM-leder.



Figur 54A - Tilkobling av PEN-leder, eksempel 1



Figur 54B - Tilkobling av PEN-leder, eksempel 2



Figur 54C - Tilkobling av PEN-leder, eksempel 3

543.4.4 En annen ledende del skal ikke benyttes som PEN-, PEL- eller PEM-leder.

543.5 Kombinert beskyttelsesjording og funksjonsjording

Hvor det benyttes en kombinert leder for beskyttelsesformål og funksjonsformål, skal den tilfredsstille kravene til en beskyttelsesjordleder. I tillegg skal den tilfredsstille relevante funksjonskrav (se NEK 400-4-44, avsnitt 444).

En DC-returleder (PEL eller PEM) for strømforsyning til ekomutstyr kan også fungere som en kombinert funksjonsjordleder og beskyttelsesjordleder.

MERKNAD - For ytterligere informasjon, se NEK EN 61140:2002, avsnitt 7.5.3.1.

543.6 Strømmer i beskyttelsesjordledere

Beskyttelsesjordleder bør ikke benyttes som en ledende vei for strømmer ved normal drift (for eksempel for EMC-filtre), se også NEK EN 61140. Dersom strømmen overstiger 10 mA ved normal drift skal en forsterket beskyttelsesjordleder benyttes. (se 543.7).

MERKNAD - Kapasitive lekkstrømmer, for eksempel pga. kabler eller motorer, bør reduseres ved utforming av installasjonen og utstyr.

543.7 Forsterkede beskyttelsesjordledere for beskyttelsesjordeledere med strømmer over 10 mA

For forbrukerutstyr beregnet til fast tilkobling og som genererer strøm i beskyttelsesjordleder som overstiger 10 mA, skal:

- dersom forbrukerutstyret kun er utført med én klemme for beskyttelsesjordleder, beskyttelsesjordleder ha et ledertverrsnitt på ≥ 10 mm^2 Cu eller ≥ 16 mm^2 Al, eller

  MERKNAD 1 - PEN-, PEL- eller PEM-leder i samsvar med avsnitt 543.4 tilfredsstiller dette kravet.

- dersom forbrukerutstyret er utført med en ekstra klemme for tilkobling av en ekstra beskyttelsesjordleder, skal en ekstra beskyttelsesjordleder med minst samme ledertverrsnitt som kreves for beskyttelse ved feil, legges frem til et punkt hvor beskyttelsesjordleder har et ledertverrsnitt ≥ 10 mm^2 Cu eller ≥ 16 mm^2 Al. Dette krever at utstyret har en egen klemme for tilkobling av den ekstra beskyttelsesjordlederen.

MERKNAD 2 - I TN-C-systemer hvor nøytralleder og beskyttelsesjordleder er kombinert i en leder (PEN-leder) frem til utstyrets tilkoblingsklemmer, kan strømmer i beskyttelsesjordledere betraktes som laststrømmer.

MERKNAD 3 - Forbrukerutstyr som vanligvis har høye strømmer i beskyttelsesjordleder er ikke alltid kompatibelt med installasjoner med strømstyrte jordfeilvern.

VEILEDNING – Informasjon om hvilke strømmer et utstyr genererer i beskyttelsesjordleder innhentes fra produsenten av utstyret.

543.8 Arrangement for beskyttelsesjordledere

Når overstrømsvern benyttes til beskyttelse mot elektrisk sjokk, skal beskyttelsesjordlederen føres i samme kabel, installasjonsrør eller lignende som de spenningsførende lederne, eller i umiddelbar nærhet av disse.

544 Utjevningsleder for beskyttelsesformål

544.1 Utjevningsleder for beskyttelsesformål som skal forbindes til hovedjordskinnen

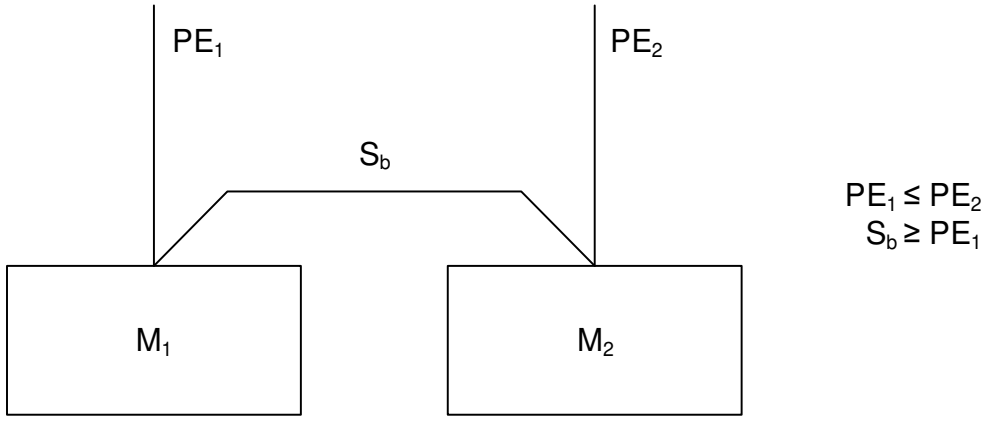
Ledertverrsnittet for utjevningsledere for beskyttelsesformål for tilkobling til hovedjordklemmen/hovedjordskinnen skal være ≥ halvparten av største ledertverrsnittet som er benyttet for beskyttelsesjordledere i installasjonen, og skal være:

- ≥ 6 mm² Cu, eller
- ≥ 16 mm² Al, eller
- ≥ 50 mm² stål.

Ledertverrsnittet for utjevningsledere for beskyttelsesformal for tilkobling til hovedjordklemmen/hovedjordskinnen behøver ikke være større enn 25 mm^2 Cu, eller et ekvivalent ledertverrsnitt for annet ledermateriale.

544.2 Utjevningsleder for beskyttelsesformål som tilleggsutjevningsforbindelse

544.2.1 For en utjevningsleder for beskyttelsesformål som forbinder to utsatte ledende deler, skal ledningsevnen være ≥ ledningsevnen til den beskyttelsesjordlederen koblet til de utsatte ledende delene som har minst ledningsevne (se Figur 54D).

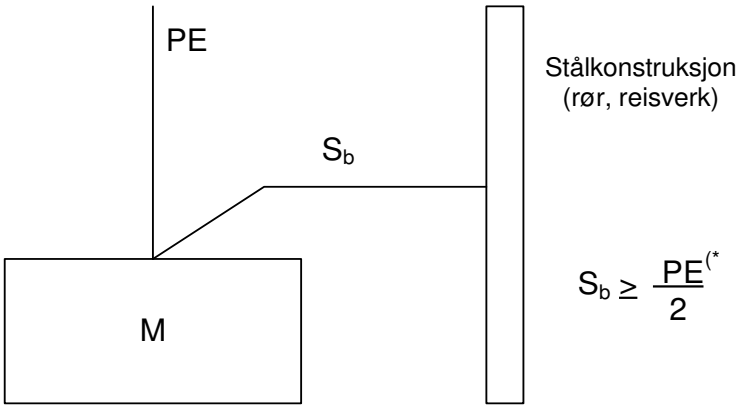


hvor

M1, M2	utsatte ledende deler
PE1, PE2	beskyttelsesledere
Sb	utjevningsleder for beskyttelsesformål som tilleggsutjevningsforbindelse

Figur 54D - Utjevningsleder for beskyttelsesformål mellom to utsatte ledende deler

544.2.2 En utjevningsleder for beskyttelsesformål som forbinder utsatte ledende deler til andre ledende deler, skal ha en ledningsevne ikke mindre enn halvparten av ledningsevnen til den tilhørende beskyttelsesjordlederen (se Figur 54E).



(* med minimum:

2,5 mm² Cu dersom leder er mekanisk beskyttet

4 mm² Cu dersom leder ikke er mekanisk beskyttet

hvor

M utsatt ledende del

PE beskyttelsesleder

Sb utjevningsleder for beskyttelsesformål som tilleggsutjevningsforbindelse

Figur 54E - Utjevningsleder for beskyttelsesformål mellom en utsatt ledende del og en konstruksjon

544.2.3 Det minste ledertverrsnittet for en utjevningsleder for beskyttelsesformål for tilleggsutjevningsforbindelse og for utjevningsleder mellom to andre ledende deler, skal være i samsvar med avsnitt 543.1.3.

545 Funksjonsjording og utjevningsforbindelser for funksjonsformål for IKT utstyr og IKT systemer

545.1 Utjevningsforbindelser for funksjonsformål for IKT

545.1.1 Generelt

Et system for utjevningsforbindelser for funksjonsformål kan bestå av:

- funksjonsjordledere,
- utjevningsledere for funksjonsformål,
- en hovedutjevningsskinne for funksjonsformål.

Hvor systemet for utjevningsforbindelser for funksjonsformål ikke er lokalt forbundet med systemet for utjevningsforbindelser for beskyttelsesformål, skal utjevningsledere for funksjonsformål være:

- isolerte, og
- montert adskilt fra beskyttelsesledere, og
- forbundet med hovedutjevningsskinnen for beskyttelsesformål med kun én forbindelse.

MERKNAD - Utjevningsledere for funksjonsformål er isolerte fordi de under spesielle omstendigheter kan oppnå et farlig potensial.

Dersom det er montert flere utjevningsledere for funksjonsformål i den elektriske installasjonen, skal det etableres en separat hovedutjevningsskinne for funksjonsformål for å forenkle tilkoblingen av disse lederne. Hovedutjevningsskinnen for funksjonsformål skal være forbundet med hovedutjevningsskinnen for beskyttelsesformål med kun én forbindelse.

Ledertverrsnittet for hver utjevningsleder for funksjonsformål eller funksjonsjordleder skal være i stand til å tåle alle mekaniske og termiske påkjenninger forårsaket av den forventede driftsstrømmen. Driftsstrømmen skal fastsettes i samsvar med produsentens instruksjoner eller ved målinger, under hensyntagen til IKT utstyret og IKT systemet.

545.1.2 Minste ledertverrsnitt

I fravær av spesifiserte krav, for eksempel fra utstyrsprodusenten(e), skal ledertverrsnittet for utjevningsledere for funksjonsformål og funksjonsjordingsledere være:

- ≥ 2,5 mm^2 Cu, eller ≥ 16 mm^2 Al når de er mekanisk beskyttet, eller
- ≥ 4,0 mm^2 Cu, eller ≥ 16 mm^2 Al når de ikke er mekanisk beskyttet.

MERKNAD - Større ledertverrsnitt kan være spesifisert av hensyn til EMC.

545.1.3 Identifisering

En funksjonsjordingsleder skal være identifisert i samsvar med NEK EN 60445 ved:

- den alfanumeriske betegnelsen FE, eller
- fargemerket ROSA ved terminerings- og koblingspunkter, eller
- symbolet  (IEC 60417-5018:2002-10).

En utjevningsleder for funksjonsformål skal være identifisert ved:

- den alfanumeriske betegnelsen FB, eller
- symbolet  (IEC 60417-5020:2002-10).

Fargemerking med kombinasjonen GRØNN/GUL skal ikke benyttes for utjevningsledere for funksjonsformål.

545.1.4 Elektrisk kontinuitet for utjevningsledere for funksjonsformål

Med unntak av kravene i 543.3.5, gjelder kravene i 543.3 også for utjevningsledere for funksjonsformål.

Dersom en del av et elektrisk utstyr kan fjernes, skal utjevningslederen for funksjonsformål for det resterende del av utstyret ikke bli brutt.

545.1.5 Utjevningsledere for beskyttelses- og funksjonsformål

Hvor det anvendes en utjevningsleder for beskyttelses- og funksjonsformål, skal denne tilfredsstille alle krav knyttet til en utjevningsleder for beskyttelsesformål. En utjevningsleder for beskyttelses- og funksjonsformål skal være identifisert med fargekombinasjonen GRØNN/GUL.

545.2 Hovedjordskinne for funksjonsformål

Følgende ledere skal kobles til hovedjordskinnen for funksjonsformål:

- funksjonsjordledere, og
- utjevningsledere for funksjonsformål.

Hovedjordskinnen for funksjonsformål og hovedjordskinnen for beskyttelsesformål kan kombineres, se også 542.4.

545.3 Ringformede utjevningsledere

Hovedjordskinnen (hovedjordskinnen for beskyttelsesformål i samsvar med 542.4 og/eller hovedjordskinnen for funksjonsformål i samsvar med 545.2) kan utformes som en ringformet leder (lukket sløyfe) for å gjøre det mulig å inkludere IKT utstyr i utjevningsforbindelsen med en kortest mulig forbindelse.

Den ringformede utjevningslederen skal være lett tilgjengelig hvor det er behov for tilkobling til den.

Ledertverrsnittet på den ringformede utjevningslederen skal enten være i samsvar med 544 når den også er benyttet for utjevningsforbindelser for beskyttelsesformål, eller:

- ≥ 50 mm² varmgalvanisert stål, eller
- ≥ 16 mm² Cu, eller
- et ekvivalent ledertverrsnitt for annet ledermateriale som minst gir samme ledningsevne som 16 mm² Cu.

Tillegg 54A
(normativt)

Metode for å beregne faktoren k i avsnitt 543.1.2
(se også NEK IEC 60724 og NEK IEC 60949)

Faktoren k er bestemt ut ifra formelen:

$$k = \sqrt{\frac{Q_c(\beta + 20)}{\rho_{20}} \ln\left(1 + \frac{\beta + \theta_f}{\beta + \theta_1}\right)}$$

hvor

Q_c er ledermaterialets varmekapasitet (J/°C mm^3) ved 20 °C,

β er inverse temperaturkoeffisient til lederens resistivitet ved 0 °C,

ρ_{20} er elektrisk resistivitet for ledermaterialet ved 20 °C (Ω mm),

θ_1 er utgangstemperaturen for lederen (°C),

θ_f er sluttemperaturen for lederen (°C).

Tabell 54A-1 - Verdier av parametere for ulike materialer

Materiale	β [a] °C	Q_c [a] J/°C mm^3	ρ_{20} Ω mm	$\sqrt{\frac{Qc(\beta+20°C)}{\rho 20}}$ $\frac{A\sqrt{s}}{mm^2}$
Kobber	234,5	3,45 × 10–3	17,241 × 10–6	226
Aluminium	228	2,5 × 10–3	28,264 × 10–6	148
Stål	202	3,8 × 10–3	138 × 10–6	78

[a] Verdier hentet fra NEK EN 60949

Tabell 54A-2 - Faktor k for isolerte beskyttelsesledere som ikke inngår i en kabel, og som ikke inngår i en bunt med andre kabler

Lederisolasjon	Temperatur °C [a]		Ledermateriale		
			Kobber	Aluminium	Stål
	Start-temperatur	Slutt-temperatur	Verdier for k [b]		
70 °C PVC	30	160 / 140[c]	143 / 133 [c]	95 / 88 [c]	52 / 49 [c]
90 °C PVC	30	160 / 140 [c]	143 / 133 [c]	95 / 88 [c]	52 / 49 [c]
90 °C Herdeplast (XLPE, EPR)	30	250	176	116	64
60 °C Herdeplast (EPR gummi)	30	200	159	105	58
85 °C Herdeplast (EPR gummi)	30	220	166	110	60
185 °C Herdeplast (silikongummi)	30	350	201	133	73

[a] Temperaturgrenser for ulike typer isolasjon er gitt i NEK IEC 60724.

[b] Når det gjelder beregning av k, se foran i dette tillegget.

[c] Den laveste temperaturen gjelder PVC-isolerte ledere med ledertverrsnitt > 300 mm^2.

Tabell 54A-3 - Faktor k for uisolerte beskyttelsesledere i kontakt med kabelkapper og som ikke inngår i en bunt med andre kabler

Kabelkappe	Temperatur °C [a]		Ledermateriale		
			Kobber	Aluminium	Stål
	Start-temperatur	Slutt-temperatur	Verdier for *k* [b]		
PVC	30	200	159	105	58
Polyetylen	30	150	138	91	50
CSP [c]	30	20	166	110	60

[a] Temperaturgrenser for ulike typer isolasjon er gitt i NEK IEC 60724.
[b] Når det gjelder beregning av *k*, se foran i dette tillegget.
[c] CSP = Choro-Sulphonated Polyetylen (oljebestandig gummi).

Tabell 54A-4 - Faktor k for beskyttelsesleder når denne er en isolert leder i en kabel eller inngår i en bunt med andre kabler eller isolerte ledere

Lederisolasjon	Temperatur °C [a]		Ledermateriale		
			Kobber	Aluminium	Stål
	Start-temperatur	Slutt-temperatur	Verdier for *k* [b]		
70 °C PVC	70	160 / 140[c]	115 / 103 [c]	76 / 68 [c]	42 / 37 [c]
90 °C PVC	90	160 / 140 [c]	100 / 86 [c]	66 / 57 [c]	36 / 31 [c]
90 °C Herdeplast (XLPE, EPR)	90	250	143	94	52
60 °C Herdeplast (EPR gummi)	60	200	141	93	51
85 °C Herdeplast (EPR gummi)	85	220	134	89	48
185 °C Herdeplast (silikongummi)	180	350	132	87	47

[a] Temperaturgrenser for ulike typer isolasjon er gitt i NEK IEC 60724.
[b] Når det gjelder beregning av *k*, se foran i dette tillegget.
[c] Den laveste temperaturen gjelder PVC-isolerte ledere med ledertverrsnitt > 300 mm^2.

Tabell 54A-5 - Faktor k for beskyttelsesledere i form av armering, skjerm, konsentrisk leder etc.

Lederisolasjon	Temperatur °C [a]		Ledermateriale		
			Kobber	Aluminium	Stål
	Start-temperatur	Slutt-temperatur	Verdier for *k* [b]		
70 °C PVC	60	200	141	93	51
90 °C PVC	80	200	128	85	46
90 °C Herdeplast (XLPE, EPR)	80	200	128	85	46
60 °C Herdeplast (EPR gummi)	55	200	144	95	52
85 °C Herdeplast (EPR gummi)	75	220	140	93	51
Mineralisolert med PVC-kappe [c]	70	200	135	-	-
Mineralisolert uten kappe	105	250	135	-	-

[a] Temperaturgrenser for ulike typer isolasjon er gitt i NEK IEC 60724.

[b] Når det gjelder beregning av *k*, se foran i dette tillegget.

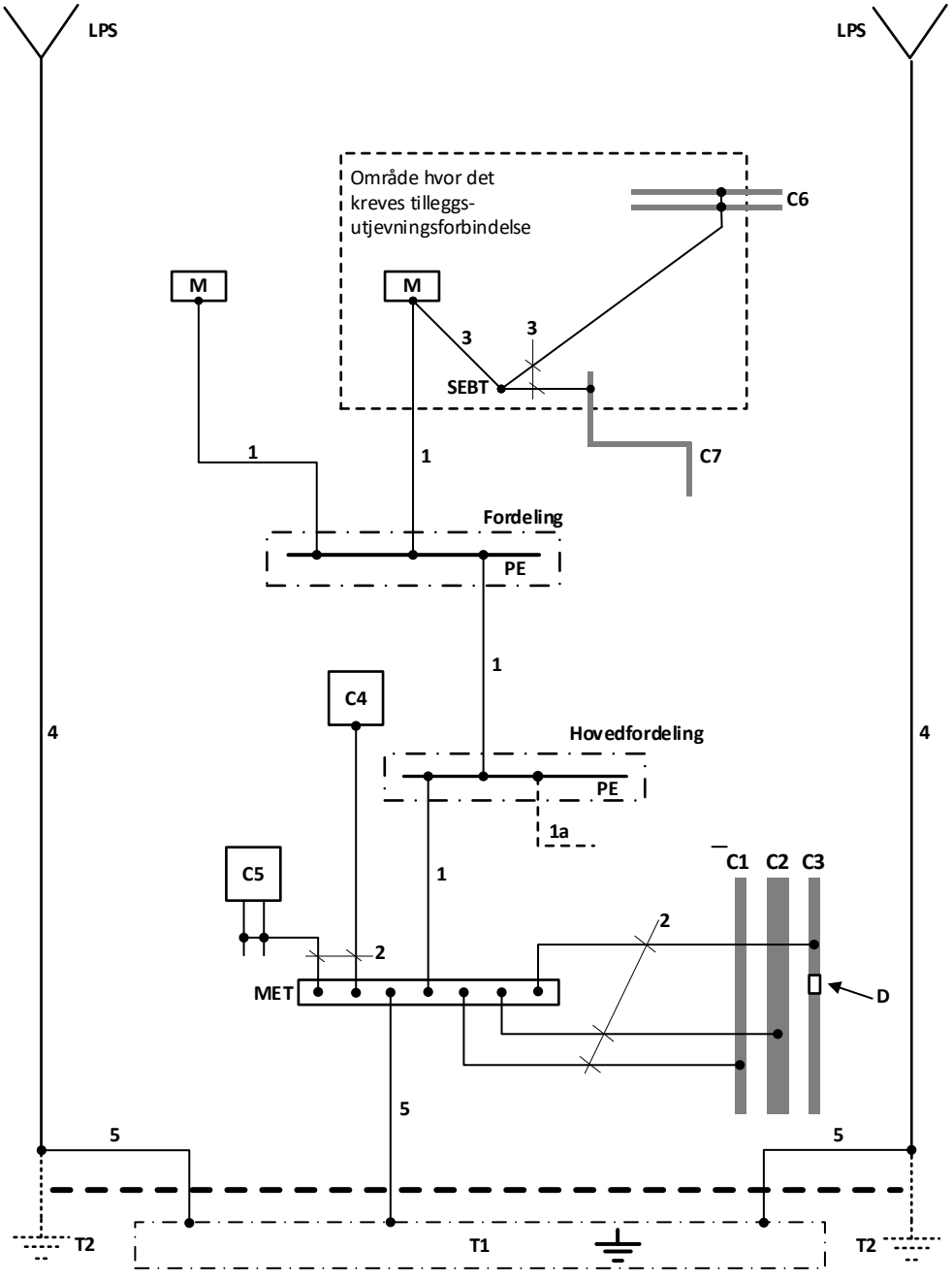
[c] Denne verdien skal også benyttes for uisolerte ledere som kan berøres, eller som kan komme i kontakt med brennbart materiale.

Tabell 54A-6 - Faktor k for separat uisolert leder når det ikke er fare for skade på nærliggende materiale pga. de angitte temperaturer

		Ledermateriale					
		Kobber		Aluminium		Stål	
Forhold	Start-temperatur °C	*k* verdi	Maksimal temperatur °C	*k* verdi	Maksimal temperatur °C	*k* verdi	Maksimal temperatur °C
Synlig og i begrensede områder	30	228	500	125	300	82	500
Normale forhold	30	159	200	105	200	58	200
Brannfare	30	138	150	91	150	50	150

Tillegg 54B
(informativt)

Illustrasjon av jordingsarrangement og beskyttelsesledere



Forklaring

Symbol	Beskrivelse	Kommentarer
C	Annen ledende del	
C1	Metallisk vannrør, fra utsiden	Eller fjernvarme
C2	Metallisk avløpsrør, fra utsiden	
C3	Metallisk gassrør med isolerende skjøt, fra utsiden	
C4	Air-condition	
C5	Varmesystem	
C6	Metallisk vannrør i områder hvor det kreves tilleggsutjevningsforbindelser	Se NEK 400-7-701, avsnitt 701.411.3.1.2.301
C7	Metallisk avløpsrør i områder hvor det kreves tilleggsutjevningsforbindelser	Se NEK 400-7-701, avsnitt 701.411.3.1.2.301
D	Isolerende skjøt	
MET	Hovedjordskinne for beskyttelsesformål	Se 543
SEBT	Tilleggsjordskinne for beskyttelsesformål	
T1	Fundament jordelektrode i betong, eller jordelektrode nedgravd i bakken	Se 542.2
T2	Jordelektrode for lynvernanlegg, hvis nødvendig	Se 542.2
LPS	Lynvernanlegg, om nødvendig	
PE	PE klemmer I fordeling	
M	Utsatt ledende del	
1	Beskyttelsesjordleder (PE)	Se 543 For ledertverrsnitt, se 543.2 For ledertype, se 543.2 For elektrisk kontinuitet, se 543.3
1a	Innkommende beskyttelsesjordleder, eller PEN-leder fra distribusjonsnettet, hvis den eksisterer	
2	Utjevningsleder for beskyttelsesformål for tilkobling til hovedjordskinnen	Se 544.1
3	Tilleggsutjevningsleder for beskyttelsesformål	Se 544.2
4	Jordingsleder for lynvernanlegg	
5	Jordingsleder	Se 542.3

Hvor det er installert et lynvernanlegg er det gitt tilleggskrav i NEK EN 62305-3:2010, avsnitt 6, spesielt i avsnittene 6.1 og 6.2

MERKNAD - Funksjonsjordledere er ikke vist i Figur 54B-1.

Figur 54B-1 – Eksempel på jordingsarrangement med fundamentjordelektrode, beskyttelsesjordledere og utjevningsledere for beskyttelsesformål

NEK 400-5-55
Valg og montasje av utstyr -
Annet utstyr

550 Omfang

NEK 400-5-55 spesifiserer krav og anbefalinger i forbindelse med valg og montasje av elektrisk utstyr som er en del av den faste installasjonen, og som ikke er dekket av kravene i NEK 400-5-51, NEK 400-5-52, NEK 400-5-53, NEK 400-5-54 og NEK 400-5-56.

557 Hjelpekretser

557.1 Omfang

Avsnitt 557 gjelder for hjelpekretser unntatt de som er omfattet av spesifikke produkt- eller systemstandarder.

557.3 Krav for hjelpekretser

557.3.1 Generelt

AC- eller DC-strømforsyninger til en hjelpekrets kan enten være avhengig av eller uavhengig av kursen som forsyner hjelpekretsen, avhengig av krav til hjelpekretsens funksjon. Hvor en hjelpekrets benyttes til å indikere statusen til en kurs, skal hjelpekretsen fungere uavhengig av kursen.

MERKNAD - I omfattende installasjoner foretrekkes DC-hjelpestrømforsyning.

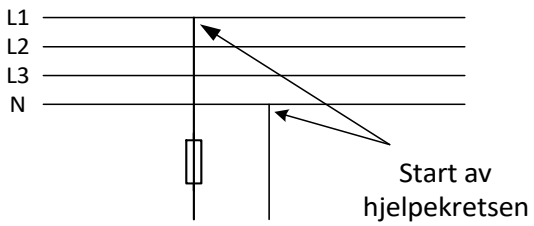
557.3.2 Strømforsyning av hjelpekretser avhengig av kursen som forsyner hjelpekretsen

557.3.2.1 Generelt

Hjelpekretser med en strømforsyning avhengig av en AC-kurs skal være koblet til denne kursen på én av følgende måte:

- direkte (se Figur 55A), eller
- via en likeretter (se Figur 55B), eller
- via en transformator (se Figur 55C).

Hjelpekretser som hovedsakelig forsyner elektronisk utstyr eller systemer, bør ikke forsynes direkte, men bør minst ha enkel adskillelse fra kursen som forsyner den.



Figur 55A - Hjelpekretser forsynt direkte fra en kurs

701.303 Vurdering av karakteristiske egenskaper

Legg til følgende avsnitt:

701.303.101 Generelt

Når NEK 400-7-701 kommer til anvendelse, skal det tas hensyn til sonene spesifisert i 701.303.102, 701.303.103 og 701.303.104. For prefabrikkerte badekar, eller dusjenheter som er fast montert, viser sonene til badekarets eller dusjkarets planlagte posisjon for bruk.

Horisontale eller skrå himlinger, vegger med eller uten vinduer, dører, gulv og faste skillevegger kan begrense utstrekningen av sonene og området som inneholder bad eller dusj.

Dersom en skillevegg ikke avgrenser området på den andre siden av skilleveggen fullstendig fra en sone, inngår den delen av området bak skilleveggen som ligger innenfor en taulengdes avstand fra referansepunktet for soneavstanden, både horisontalt og vertikalt, i sonen (se Figur 701D, Figur 701E, Figur 701F, Figur 701G, Figur 701H, Figur 701I, Figur 701J og Figur 701K). Taulengden er enten radiusen for de «tenkte» vertikale sylindrene for sone 0 og sone 1 for dusjer (se 701.303.102 og 701.303.103), eller soneavstanden for sone 2 for badekar (se 701.303.104).

Dusjforheng, eller tilsvarende fleksible materialer, skal ikke benyttes til å avgrense en sone.

Hvor en dusj er plassert i sone 1 for et badekar, gjelder sonene for badekaret.

Hvor dusjer inneholder flere faste vannuttak, skal sonene for dusjene fastsettes ved å kombinere sonene knyttet til hvert vannuttak.

701.303.102 Beskrivelse av sone 0

Sone 0 utgjør:

a) for badekar, den innvendige delen av et badekar, se Figur 701D, Figur 701E og Figur 701F.

b) for dusjer, området avgrenset av:
   - det laveste ferdige gulvnivået, og
   - et horisontalt plan 10 cm over det laveste ferdige gulvnivået, og
   - overflaten til en «tenkt» vertikal sylinder med radius 120 cm fra midtpunktet på det faste vannuttaket, og som avgrenses av:
     – faste skillevegger som hindrer vannet til å entre området på den andre siden av skilleveggen (se Figur 701G, Figur 701H, Figur 701I, Figur 701J og Figur 701K), og/eller
     – dusjdører som er beregnet til å være lukket når dusjen benyttes (se Figur 701L)

     når disse er plassert inne i den «tenkte» sylinderen.

701.303.103 Beskrivelse av sone 1

a) For badekar utgjør sone 1 området avgrenset av:
   - det laveste ferdige gulvnivået under badekaret,
   - det høyeste horisontale planet av:
     – det horisontale planet 225 cm over det ferdige gulvnivået under badekaret, eller
     – det horisontale planet gitt av høydenivået på det faste vannuttaket, eller det fast monterte dusjhodet, og
   - en «tenkt» vertikal overflate som omslutter badekaret (se Figur 701D, Figur 701E og Figur 701F).

b) For dusjer utgjør sone 1 området avgrenset av:

- det laveste ferdige gulvnivået, og
- det høyeste horisontale planet av:
  - det horisontale planet 225 cm over det gulvnivået under badekaret, eller
  - det horisontale planet gitt av høydenivået på det faste vannuttaket, eller det fast monterte dusjhodet, og
- overflaten til en «tenkt» vertikal sylinder med radius 120 cm fra midtpunktet på det faste vannuttaket, som igjen avgrenses av:
  - faste skillevegger som hindrer vannet til å entre området på den andre siden av skilleveggen (se Figur 701G, Figur 701H, Figur 701I, Figur 701J og Figur 701K), og/eller
  - dusjdører som er beregnet til å være lukket når dusjen benyttes (se Figur 701L).

når disse er plassert inne i den «tenkte» sylinderen.

Sone 0 inngår ikke i sone 1.

VEILEDNING - For lukkede kabinetter (for eksempel steamdusjer), er sone 1 avgrenset av kabinettets innvendige overflater. Det kan være hensiktsmessig å vurdere plassering av installasjonsmateriell/utstyr uten hensyn til kabinettets vegger.

701.303.104 Beskrivelse av sone 2

Sone 2 utgjør:

a) For badekar, området avgrenset av:

- gulvnivået under badekaret,
- det høyeste horisontale planet av:
  - det horisontale planet 225 cm over det gulvnivået under badekaret, eller
  - det horisontale planet gitt av høydenivået på det faste vannuttaket, eller det fast monterte dusjhodet, og
- den «tenkte» vertikal overflate som avgrenser sone 1 og en parallell «tenkt» vertikal overflate 60 cm utenfor overflaten som avgrenser sone 1 (se Figur 701D, Figur 701E og Figur 701F),

b) for dusjer, intet område (se Figur 701G, Figur 701H, Figur 701I, Figur 701J og Figur 701K).

701.410.3.4

Endre kravene til følgende:

Beskyttelsesmetoden «elektrisk adskillelse» skal kun benyttes til:

- kurser som forsyner et forbruksapparat, eller
- én enkelt stikkontakt.

Beskyttelsesmetoden "elektrisk adskillelse" skal ikke benyttes for varmekabler og skjulte oppvarmingssystemer.

701.410.3.5

Endre kravene til følgende:

Beskyttelsesmetodene ”hindre” og ”plassering utenfor rekkevidde”, spesifisert i NEK 400-4-41, Tillegg 41B skal ikke benyttes.

701.410.3.6

Endre kravene til følgende:

Beskyttelsesmetodene ”ikke ledende omgivelser”, ”ujordet lokal utjevningsforbindelse” og ”elektrisk adskillelse til forsyning av mer enn ett forbrukerutstyr”, spesifisert i NEK 400-4-41, Tillegg 41C, skal ikke benyttes.

701.411.3.1.2 Utjevningsforbindelse for beskyttelsesformål

Legg til følgende avsnitt:

701.411.3.1.2.301 I installasjoner hvor:

- det ikke er etablert en hovedutjevningsforbindelse i bygningen i samsvar med NEK 400-4-41, avsnitt 411.3.1.2, eller
- ikke alle andre ledende deler i rommet er effektivt forbundet med hovedutjevningsforbindelsen i samsvar med NEK 400-4-41, avsnitt 411.3.1.2

  VEILEDNING 1 - Forbindelsen mellom andre ledende deler i rommet og hovedutjevningsforbindelsen antas å være effektiv når kravet i NEK 400-4-41, avsnitt 415.2.2 er tilfredsstilt.

skal det etableres enten:

- en hovedutjevningsforbindelse i samsvar med NEK 400-4-41, avsnitt 411.3.1.2, eller
- en lokal tilleggsutjevningsforbindelse i samsvar med NEK 400-4-41, avsnitt 415.2 i rommet med et badekar og/eller en dusj. Tilleggsutjevningsforbindelsen skal forbinde tilgjengelige andre ledende deler i rommet med beskyttelsesleder i kurser som forsyner elektrisk utstyr i rommet. (se også NEK 400-4-41, avsnitt 411.3.1.2). I IT- og TT-installasjoner skal avløp eller sluk, uavhengig av materiale, tilknyttes denne tilleggsutjevningsforbindelsen.

  VEILEDNING 2 - Hovedutjevningsforbindelsen vil i IT- og TT-installasjoner også omfatte utjevning til innsiden av avløpsrør i plast. Utjevning til avløp/sluk/slukrist vil gi en tilleggsbeskyttelse mot fare for elektrisk sjokk ved samtidig berøring av slukrist og en annen ledende del, og mot ubehagelige energiutladninger som følge av kapasitiv oppladning av gulv når varmekabel forlagt i gulv er tilkoblet en énpolt termostat eller bryter.

  VELEDNING 3 - Ved å etablere en lokal avløpsmuffe for et bad med tilkobling til hovedutjevningsforbindelsen, vil kravene i dette avsnittet tilfredsstilles under forutsetning av at øvrige hovedutjevningsforbindelser er etablert.

701.411.3.3 Spesifikke krav til tilleggsbeskyttelse

Endre kravene til følgende:

Tilleggsbeskyttelse ved strømstyrt jordfeilvern i samsvar NEK 400-4-41, avsnitt 415.1, skal benyttes for:

- kurser som forsyner utstyr i område som inneholde et badekar og/eller en dusj, og
- kurser som føres gjennom sone 1 og/eller sone 2 og som ikke forsyner utstyr i område som inneholder et badekar og/eller en dusj.

701.412 Beskyttelsesmetode: dobbel eller forsterket isolasjon

Legg til følgende avsnitt:

701.412.101 Tilleggsbeskyttelse ved strømstyrt jordfeilvern i samsvar NEK 400-4-41, avsnitt 415.1, skal benyttes for:

- kurser som forsyner utstyr i område som inneholde et badekar og/eller en dusj, og
- kurser som føres gjennom sone 1 og/eller sone 2 og som ikke forsyner utstyr i område som inneholder et badekar og/eller en dusj.

701.414.2

Endre kravene til følgende:

Grunnleggende beskyttelse for SELV- og PELV-utstyr i sone 0, sone 1 og sone 2 skal være oppnådd ved:

- barrierer eller kapslinger som gir en kapslingsgrad minst IP2X eller IPXXB, eller
- isolasjon som er i stand til å tåle en prøvespenning på 500 V AC effektivverdi i 1 minutt.

701.512.2 Ytre påvirkninger

Legg til følgende avsnitt:

701.512.2.101 Montasje av utstyr mht. ytre påvirkninger

701.512.2.101.1 Generelt

Elektrisk utstyr utsatt for spyling, for eksempel ved rengjøring i offentlige bad, skal minst ha kapslingsgrad IPX5. En høyere kapslingsgrad skal vurderes dersom forholdene tilsier en høyere påvirkning.

Hvor et elektrisk utstyr er montert i flere soner, skal kravene for sonen med de strengeste kravene benyttes.

EKSEMPEL: For en belysningsarmatur som befinner seg både i sone 1 og sone 2, vil kravene for sone 1 gjelde.

For innfelt elektrisk utstyr montert i vegger, gulv eller tak som avgrenser en sone, skal kravene for den aktuelle sonen benyttes.

701.512.2.101.2 Sone 0

Kun fast monterte forbruksapparater kan monteres, forutsatt at utstyret:

- er i samsvar med relevant standard og kan brukes området i samsvar med produsentens bruksanvisning, og
- er fast tilkoblet, og
- er beskyttet mot elektrisk sjokk med SELV med merkespenning ≤ 12 V AC eller ≤ 30 V DC, og
- har en kapslingsgrad på minst IPX7.

701.512.2.101.3 Sone 1

Kun følgende utstyr kan monteres:

a) forbruksapparater med merkespenning ≤ 25 V AC eller ≤ 60 V DC, beskyttet med SELV eller PELV, og hvor strømkilden skal være plassert utenfor sone 0 og sone 1,

b) stikkontakter med merkespenning ≤ 25 V AC eller ≤ 60 V DC, montert i kurser beskyttet med SELV eller PELV, og hvor strømkilden skal være plassert utenfor sone 0 og sone 1,

c) fast monterte eller stasjonære forbruksapparater som skal være fast tilkoblet og være egnet for plassering i sone 1 i samsvar med produsentens bruker-/installasjonsveiledning, eller

d) koblingsbokser med tilbehør som er nødvendig for å forsyne utstyr montert iht. a), b) og c).

Utstyr skal minst ha kapslingsgrad IPX4.

EKSEMPEL: Utstyr som sannsynligvis monteres i sone 1 omfatter varmtvannsberedere, dusjpumper, ventilasjonsutstyr, håndkletørkere, belysningsarmaturer, vaskemaskiner, elektrokrome vinduer, infrarøde og ultrafiolette sendere.

701.512.2.101.4 Sone 2

Kun følgende utstyr kan monteres:

- fast tilkoblete forbruksapparater som minst har kapslingsgrad IPX4,
- stikkontakter med merkespenning ≤ 25 V AC eller ≤ 60 V DC og som har en kapslingsgrad på minst IPX4, montert i kurser beskyttet med SELV eller PELV og hvor strømkilden skal være plassert utenfor sone 0 og sone 1,
- fast tilkoblet installasjonsmateriell, annet enn stikkontakter, og som minst har kapslingsgrad IPX4, og
- forsyningsenheter til barbermaskiner i samsvar med NEK IEC 61558-2-5. Dersom forsyningsenheten er plassert slik at den med sannsynlighet vil utsettes for vannsprut, skal den minst ha kapslingsgrad IPX4.

701.522.3 Tilstedeværelse av vann (AD) eller høy luftfuktighet (AB)

Legg til følgende avsnitt:

701.522.3.101 Ledningssystemer som ikke forsyner utstyr i sone 0, skal ikke føres gjennom sone 0.

701.522.8 Andre mekaniske påvirkninger (AJ)

Legg til følgende avsnitt:

701.522.8.101

MERKNAD - De følgende kravene er gitt for å redusere risikoen for å ødelegge ledningssystemet pga. boring av hull i veggene, for eksempel for montering av håndtak.

Ledningssystemer skal tilfredsstille følgende krav:

a) Ledningssystemer som forsyner forbruksapparater montert i sone 0, sone 1 eller sone 2, og som er montert på deler av vegger som avgrenser disse sonene, skal monteres:
   - enten vertikalt fra oversiden, eller horisontalt gjennom veggen den tilstøtende veggen bak utstyret, når det fast monterte utstyret er montert:
     – over et badekar eller et dusjkar/-basseng, eller
     – over gulvet i en dusj uten dusjkar/-basseng, eller
   - enten vertikalt fra undersiden eller horisontalt gjennom den tilstøtende veggen når utstyret er montert under et badekar eller et dusjkar/-basseng.

b) Alle andre skjulte ledningssystem, inkludert tilhørende installasjonsmateriell, montert i deler av vegger eller skillevegger som avgrenser sone 0, sone 1 eller sone 2, skal være montert minst 6 cm fra veggoverflaten som avgrenser en sone (se L_1 i Figur 701C).

c) Der hvor a) eller b) ikke tilfredsstilles, kan ledningssystem bli montert dersom enten:
   - beskyttelsesmetodene SELV, PELV eller elektrisk adskillelse er anvendt, eller
   - kursene er anordnet med beskyttelsesjordleder og tilleggsbeskyttelse ved hjelp av et strømstyrt jordfeilvern i samsvar med NEK 400-4-41, avsnitt 415.1 , eller
   - det anvendes skjult kabel, eller skjulte ledere som har en jordet skjerm eller en metallisk overflate som tilfredsstiller kravene til beskyttelsesleder for kursen, eller
   - kabelen eller lederne er forlagt i jordede installasjonsrør eller kanaler som tilfredsstiller kravene til bruk som beskyttelsesjordledere.

701.531.2.3 Strømstyrt jordfeilvern

Legg til følgende avsnitt:

701.531.2.3.101 Type strømstyrt jordfeilvern som anvendes skal være kompatibelt med den forventete skal belastningen som skal forsynes (dvs. strømstyrt jordfeilvern Type A, Type F eller Type B).

701.537.1 Frakobling og utkobling - Generelt

701.537.1.101 For en fast tilkoblet belysningsarmatur skal det installeres en betjeningsbryter som medfører at alle spenningsførende ledere i strømforsyningen til lyskilden kobles ut dersom:

- lyskilden kan skiftes ut av brukeren, og
- kapslingsgraden blir dårligere enn IP3X eller IP2XC under utskiftingen, og
- lyskilden ikke er forsynt ved SELV eller PELV.

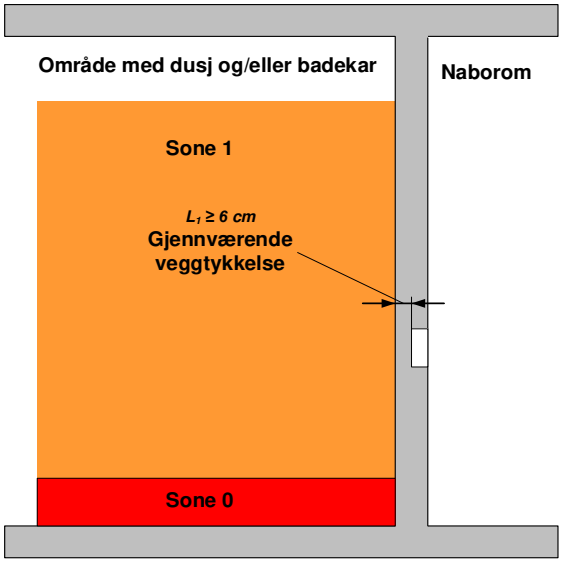
Utkoblingen av de spenningsførende lederne skal utføres av betjeningsbryteren, eller av et annet koblingsorgan (for eksempel en kontaktor, et relé).

701.537.3.1

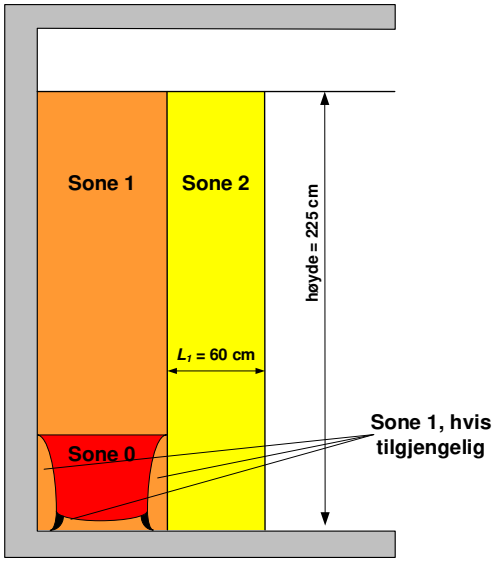
Legg til følgende avsnitt:

701.537.3.1.101 Boblebad og steamdusjer i samsvar med hhv. NEK EN 60335-2-60 og NEK EN 60335-2-105 og utført som utstyr klasse I, skal være fast tilkoblet, og skal ha et forankoblet allpolig utstyr for utkobling for mekanisk vedlikehold.

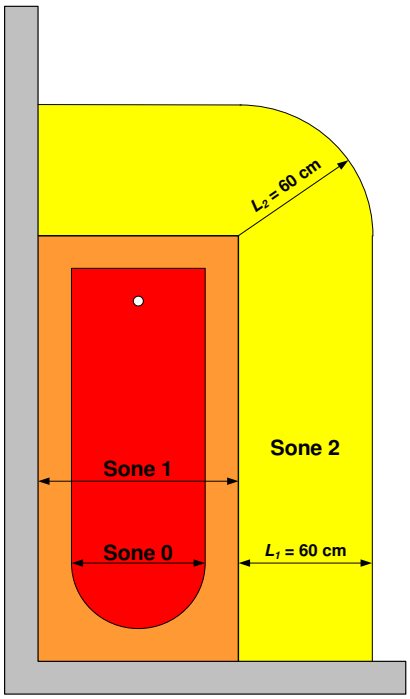
VEILEDNING - Se forøvrig NEK 400-5-53, avsnitt 537.3 vedrørende krav til utstyr for mekanisk vedlikehold, spesielt med tanke på utilsiktet innkobling. Ved valg av løsning, bør det tas hensyn til andre behov for sikker utførelse av vedlikeholdet, for eksempel belysning.



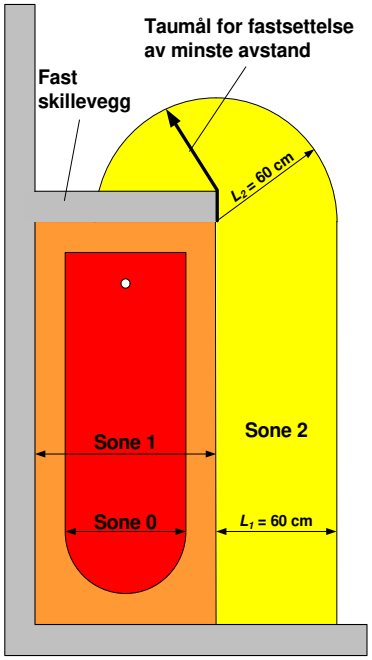
Figur 701C– Gjenværende veggtykkelse bak soner



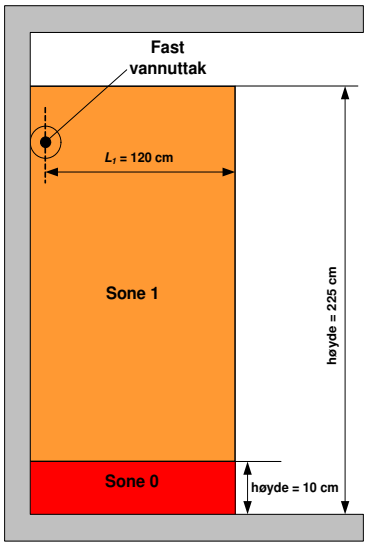
Figur 701D- Eksempel på soner for badekar, sett fra siden



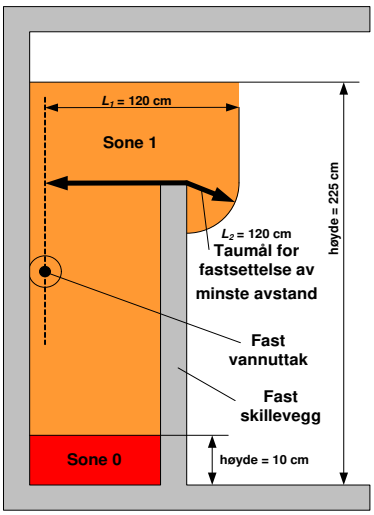
Figur 701E - Eksempel på soner for et badekar, uten avdelinger, sett ovenfra



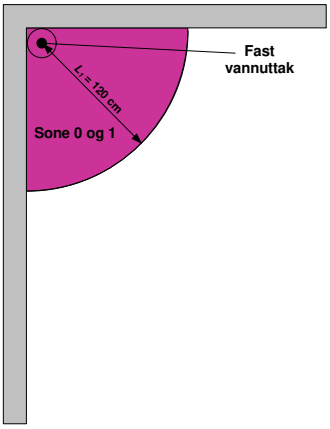
Figur 701F - Eksempel på soner for et badekar, med en avdeling, sett ovenfra



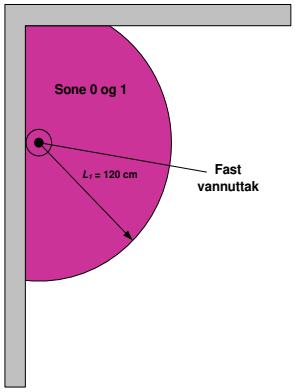
Figur 701G - Eksempel på soner for en dusj, uten avdelinger, sett fra siden



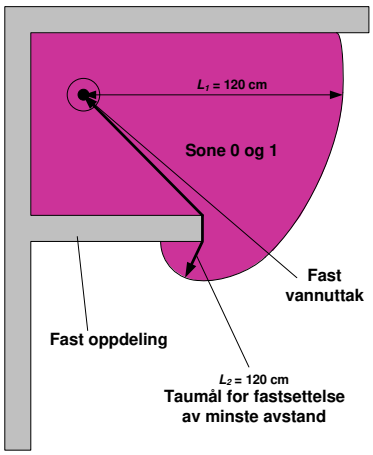
Figur 701H- Eksempel på soner for en dusj, med en avdeling, sett fra siden



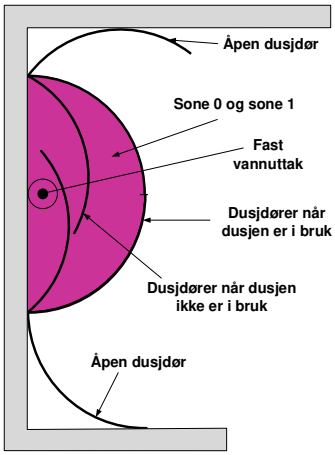
Figur 701I - Eksempel på soner for en dusj, uten avdelinger, vannuttak nært et hjørne, sett ovenfra



Figur 701J- Eksempel på soner for en dusj, uten avdelinger, vannuttak ikke plassert i et hjørne, sett ovenfra



Figur 701K - Eksempel på soner for en dusj, med avdeling, sett ovenfra



Figur 701L - Eksempel på soner for en dusj, med dører, sett ovenfra

NEK 400-7-702
Svømmebassenger og fontener

702.1 Omfang

De spesielle kravene i NEK 400-7-702 gjelder for elektriske installasjoner i:

- svømmebassenger og plaskebassenger med de omkringliggende soner,
- områder i naturlige innsjøer, dammer, kystnære og lignende områder med deres omkringliggende soner, som er spesielt beregnet til svømming, bading, padling og liknende aktiviteter, og
- fontenebassenger med de omkringliggende soner,

MERKNAD - I disse områdene er, ved normal bruk, virkningen av elektrisk sjokk økt på grunn av reduksjon av kroppsmotstanden og kroppskontakt med jordpotensial.

For svømmebassenger for medisinsk behandling kan det stilles spesielle krav.

NEK 400-7-702 dekker ikke bruk av flyttbart utstyr, for eksempel rengjøringsutstyr for bassenger.

702.303 Vurdering av karakteristiske egenskaper

Legg til følgende avsnitt:

702.303.101 Generelt

Kravene i NEK 400-7-702 er basert på en inndeling i tre soner, sone 0, sone 1 og sone 2, som beskrevet i 702.303.102, 702.303.103 og 702.303.104 (se Figur 702A, Figur 702B, Figur 702C og Figur 702D).

For elektrisk utstyr i deler av vegger, gulv eller tak som begrenser en sone spesifisert i 702.303.102, 702.303.103 og 702.303.104, og som utgjør en del av overflaten til veggen, gulvet eller taket, skal kravene for den sonen som er begrenset av overflaten tilfredsstilles med mindre spesifikke krav er gitt (se 702.55).

Utstrekningen av sone 1 og sone 2 kan reduseres av faste avdelinger som er minst 2,5 m høye.

Kravene for svømmebassenger gjelder også for plaskebassenger.

For fontenebassenger som er beregnet til å bli benyttet som plaskebasseng, skal kravene for sone 0 og sone 1 for svømmebassenger benyttes.

MERKNAD 1 - Faste avdelinger er faste skillevegger, vegger inkludert vinduer og dører. Sonene er også begrenset av tak, skråtak og skråe gulv. Faste oppdelinger som er lavere enn 2,5 m er bare begrensende hvis de ender mot et tak eller skråtak.

MERKNAD 2 - Virkningen på sonen av en fast avdeling montert innenfor en sone, er vist i Figur 702C.

MERKNAD 3 - For installasjon av et prefabrikkert svømmebasseng gjelder kravene i NEK 400-7-702.

702.303.102 Beskrivelse av sone 0

Sone 0 omfatter:

- det indre av bassengene, herunder alle fordypninger i bassengvegger eller bassenggulv, og
- det indre av bassenger for fotvask, og
- det indre av vannsprut eller vannfall og områdene under dem (se Figur 702D).

MERKNAD - Hvis sone 0 ikke kan bli nøyaktig definert under vannsprut og vannfall, anbefales det å benytte det vertikale planet fra kanten av bassenger som den horisontale begrensningen, og den maksimale høyden av vannspruten eller vannfallet som høydebegrensning.

722.410.3.5

Endre kravene til følgende:

Beskyttelsesmetoden ”hindre”, spesifisert i NEK 400-4-41, Tillegg 41B, skal ikke benyttes.

Beskyttelsesmetoden ”plassering utenfor rekkevidde”, spesifisert i NEK 400-4-41, 41B.3, kan bare benyttes hvor et automatisk tilkoblingssystem i samsvar med NEK EN 61851-23 er benyttet.

722.410.3.6

Endre kravene til følgende:

Beskyttelsesmetodene ”ujordet lokal utjevningsforbindelse”, ”ikke ledende omgivelser” og ”elektrisk adskillelse til forsyning av mer enn ett forbrukerutstyr”, spesifisert i NEK 400-4-41, Tillegg 41C, skal ikke benyttes.

722.411.3.3 Spesifikke krav til tilleggsbeskyttelse

Endre kravene til følgende:

Hvert tilkoblingspunkt for elektrisk kjøretøy skal individuelt være anordnet med tilleggsbeskyttelse ved et strømstyrt jordfeilvern i samsvar med NEK 400-4-41, avsnitt 415.1.

MERKNAD - Dette kravet innebærer at det strømstyrte jordfeilvernet ikke benyttes til å beskytte andre tilkoblingspunkter for elektrisk kjøretøy eller forbrukerutstyr.

722.413.2.1

Endre kravene til følgende:

Den adskilte kursen skal forsynes via en skilletransformator i samsvar med NEK IEC 61558-2-4, og spenningen på den adskilte kursen skal være ≤ 500 V.

722.443.3.1 Spesielle beskyttelsestiltak mot overspenninger

Endre kravene i første avsnitt til følgende:

Et tilkoblingspunkt for elektrisk kjøretøy skal være beskyttet av et overspenningsvern i installasjonen.

722.444.4 Reduksjon av elektromagnetisk interferens (EMI)

Legg til følgende avsnitt:

Utstyr for trådløs energioverføring skal ikke forringe sikkerheten og den riktige funksjonen til den elektriske installasjonen, og skal være installert i samsvar med produsentens instruksjoner.

722.511 Samsvar med standarder

Legg til følgende avsnitt:

722.511.101 Ladestasjoner for ledningsbundet energioverføring skal være i samsvar med den relevante delen av NEK IEC 61851-serien.

722.511.102 Trådløse energioverføringssystemer (WPT) for elektriske kjøretøy skal være i samsvar med relevante deler av NEK IEC 61980-serien.

722.512.1 Driftsforhold

Legg til følgende avsnitt:

722.512.1.101 Ladeutstyr beregnet til bruk i et TN-system benyttet i et IT-system

Flerfaset ladeutstyr som er beregnet til bruk i et TN-system, skal kun benyttes i et IT-system i samsvar med produsentens anvisninger, og eier/bruker skal gjøres oppmerksom på de eventuelle begrensninger som følger ved bruk av ladeutstyret.

722.512.2 Ytre påvirkninger

Legg til følgende avsnitt:

722.512.2.101 Tilstedeværelse av vann (AD)

Dersom tilkoblingspunktet for elektrisk kjøretøy er plassert utendørs, skal utstyr minst ha kapslingsgrad IPX4 for beskyttelse mot vannsprut (AD4).

722.512.2.102 Tilstedeværelse av faste fremmedlegemer (AE)

Dersom tilkoblingspunktet for elektrisk kjøretøy er plassert utendørs, skal utstyr minst ha kapslingsgrad IP4X, eller anordnes med tilsvarende beskyttelsesgrad for beskyttelse mot inntrengning av faste fremmedlegemer (AE3).

722.512.2.103 Mekanisk støt eller slag (AG)

Utstyr montert på offentlige steder og på parkeringsplasser, skal være beskyttet mot mekanisk skade av middels påvirkning (AG3). Beskyttelsen skal anordnes ved:

- at utstyret plasseres slik at enhver rimelig forutsett påvirkning ikke medfører skade, eller
- anordning av en lokal eller generell mekanisk beskyttelse, eller
- at det benyttes utstyr som minst tilfredsstiller kravene til beskyttelse mot ytre mekaniske påvirkninger tilsvarende IK08 spesifisert i NEK EN 62262.

VEILEDNING - Trafikk og brøyting rundt ladestasjoner innebærer en risiko for utilsiktede skader på ladestasjonen og ladekablene. Det er derfor viktig at utforming av en ladestasjon er gjennomtenkt med tanke på å unngå fysiske skader. Hensiktsmessige mekaniske barrierer kan hindre fysiske skader.

722.514 Merking og dokumentasjon

Legg til følgende avsnitt:

722.514.301 Allment tilgjengelige tilkoblingspunkter for elektrisk kjøretøy skal merkes med informasjon om kravene i avsnittene 722.55.301, 722.55.302 og 722.55.303.

722.514.302 Bruker/eier skal spesielt informeres om kravene i avsnittene 722.55.301, 722.55.302 og 722.55.303.

722.514.303 For ladestasjoner hvor maksimal ladestrøm er korrigert i forhold til ladeutstyrets merkestrøm (se 722.304.2), skal maksimal ladestrøm fremgå av dokumentasjonen.

722.530.4 Valg og montasje av utstyr - Utstyr for beskyttelse for sikkerhet, frakobling, bryting, kontroll/styring og overvåkning – Generelle og felles krav

Legg til følgende avsnitt:

722.530.4.101 Bryterutstyr, betjeningsutstyr og vern benyttet i kurs til forsyning av elektriske kjøretøy skal:

a) velges og monteres som en del av den faste elektriske installasjonen, eller

b) være inkorporert i en ladestasjon som velges og monteres, eller

c) en kombinasjon av a) og b)

MERKNAD 1 - Krav til valg av utstyr for frakobling, bryting og styring av trådløse energioverføringssystemer er gitt i de generelle delene i NEK 400.

MERKNAD 2 - Kabelkontrollbokser (IC-CPD) i samsvar med NEK EN 62752 er ikke beregnet til bruk i faste installasjoner.

722.530.4.102 For kurser beskrevet i 722.538.101, og hvor mer enn ett elektrisk kjøretøy er forsynt fra den samme ujordede forsyningen, er det anbefalt å benytte et isolasjonsfeillokaliseringsutstyr (IFLS) i samsvar med NEK EN 61557-9 for å detektere kursen som har feil så raskt som mulig.

722.531.2.3 Strømstyrt jordfeilvern

Legg til følgende avsnitt:

722.531.2.3.101 Hvor et tilkoblingspunkt for elektrisk kjøretøy skal være beskyttet av et strømstyrt jordfeilvern i samsvar med 722.411.3.3, skal tilkoblingspunktet for elektrisk kjøretøy være individuelt beskyttet mot virkningene av DC feilstrømmer. Beskyttelsen skal anordnes ved bruk av:

- strømstyrt jordfeilvern Type B, eller
- strømstyrt jordfeilvern Type A som sammen med et utstyr for detektering av DC-sumstrømmer (RDC-DD) i samsvar med NEK IEC 62955, minst gir beskyttelse mot DC-feilstrømmer tilsvarende et strømstyrt jordfeilvern Type B, eller
- strømstyrt jordfeilvern Type F som sammen med et utstyr for detektering av DC-sumstrømmer (RDC-DD) i samsvar med NEK IEC 62955, minst gir beskyttelse mot DC-feilstrømmer tilsvarende et strømstyrt jordfeilvern Type B.

Strømstyrte jordfeilvern skal være i samsvar med NEK EN 61008-1, NEK EN 61009-1, NEK EN 60947-2 eller NEK EN 62423.

MERKNAD - Dette avsnittet gjelder ikke hvor tilkoblingspunktet for elektrisk kjøretøy er beskyttet mot elektrisk sjokk ved andre metoder enn automatisk utkobling av strømtilførselen, som for eksempel SELV eller elektrisk adskillelse.

722.533 Utstyr for beskyttelse mot overstrømmer

Legg til følgende avsnitt:

722.533.101 Hvert tilkoblingspunkt for elektrisk kjøretøy skal være beskyttet mot overstrømmer ved hjelp av overstrømsvern som skal være i samsvar med NEK EN 60947-2, NEK EN 60947-6-2, NEK EN 61009-1, eller med relevante deler av NEK EN 60898-serien eller NEK EN 60269-serien.

Unntatt hvor det benyttes et ladeutstyr som, i samsvar med i NEK EN 61851-1:2019, avsnitt 13.1, inkluderer nødvendige overstrømsvern, skal tilkoblingspunktet for elektrisk kjøretøy være individuelt beskyttet av overstrømsvern.

MERKNAD - Et ladeutstyr kan ha flere tilkoblingspunkter for elektrisk kjøretøy.

722.538 Overvåkningsutstyr

Legg til følgende avsnitt:

722.538.101 Unntatt hvor det er installert et vern for å koble ut kursen ved en første jordfeil, skal det anordnes med et isolasjonsovervåkningsutstyr (IMD) i samsvar med NEK EN 61557-8.

Dersom isolasjonsovervåkningsutstyret ikke er en del av ladestasjonen, anbefales det at isolasjonsovervåkningsutstyret gir varsel og alarm som følger:

- forhåndsvarsel
  Det skal gis et synlig og/eller hørbart signal til brukeren dersom isolasjonsresistansen blir < 300 Ω/V. En pågående lading kan fortsette, men det skal ikke være mulig å starte en ny ladesekvens.
- alarm
  Det skal gis et synlig og/eller hørbart signal til brukeren dersom isolasjonsresistansen blir < 100 Ω/V. En pågående lading skal avsluttes innen 10 s.

722.543 Beskyttelsesledere

Legg til følgende avsnitt:

722.543.101 Styre- og overvåkningssignaler som føres i beskyttelsesjordlederen, skal hindres fra å føres inn i den faste elektriske installasjonen.

MERKNAD 1 - Dette kravet er for å hindre at slike signaler og tilhørende utstyr forringer funksjonen til utstyr som er installert for å gi beskyttelse mot elektrisk sjokk ved automatisk utkobling av strømtilførselen (for eksempel et strømstyrt jordfeilvern).

MERKNAD 2 - Dette kravet kan tilfredsstilles ved å benytte galvanisk adskillelse av styreelektronikken.

MERKNAD 3 - Midlertidige strømmer som benyttes for å sjekke kontinuiteten til beskyttelsesjordledere, er ikke å betrakte som styre- eller overvåkingssignaler.

722.55 Valg og montasje av elektrisk utstyr – Annet utstyr

Legg til følgende avsnitt:

722.55.101 Tilkoblingspunkt for elektrisk kjøretøy

722.55.101.1 AC-tilkoblingspunkter for elektriske kjøretøy med merkestrøm ≤ 16 A, beregnet til lading av motorvogner gruppe L (mopeder og motorsykler) skal være en:

- kontakt, Type 3A i samsvar med NEK EN 62196-2, eller
- plugg, Type 3A, fast tilkoblet via en kabel og i samsvar med NEK EN 62196-2.

722.55.101.2 AC-tilkoblingspunkter for elektrisk kjøretøy som ikke er omfattet av 722.55.101.1, skal være en:

- elbilkontakt, Type 2 i samsvar med NEK EN 62196-2, eller
- elbilplugg, Type 2, fast tilkoblet via en kabel og i samsvar med NEK EN 62196-2.

VEILEDNING - Det anbefales å benytte en ladestasjon i samsvar med NEK EN 61851 med tilkoblingspunktet for elektrisk kjøretøy enten som en elbilkontakt eller elbilplugg i samsvar med NEK EN 62196.

722.55.101.3 Hver (elbil)kontakt eller (elbil)plugg skal plasseres så nært som praktisk mulig til parkeringsplassen for det elektriske kjøretøy som skal forsynes.

722.55.101.4 Flyttbare (elbil)kontakter skal ikke benyttes.

722.55.101.5 En (elbil)kontakt eller (elbil)plugg skal kun forsyne ett elektrisk kjøretøy.

722.55.301 En skjøteledning skal ikke tilkobles en (elbil)kontakt beregnet til lading av elektriske kjøretøy.

722.55.302 Overganger fra en (elbil)kontakt til en (elbil)plugg kan kun benyttes i samsvar med anbefalingene fra produsentene av hhv. stikkontakt/elbilkontakt og det elektriske kjøretøyet.

722.55.303 Overgang fra en (elbil)plugg til et apparatinntak på et elektrisk kjøretøy skal ikke benyttes.

722.55.304 Hvor et tilkoblingspunkt for elektrisk kjøretøy er beregnet til å koble til en ladekabel med integrert kabelkontrollboks, skal det være anordnet med innretninger for å avlaste de mekaniske påkjenningene i kontaktpunktene pga. vekten av kabelkontrollboksen.

722.55.305 Ladestasjoner

722.55.305.1 Ladestasjoner for allmenn bruk, skal gis en fysisk utforming slik at de elektriske kjøretøykategoriene den er planlagt til, enkelt kan tilkobles.

VEILEDNING 1 - Det anbefales å utforme ladestasjonen som en øy. Ved en slik løsning kan alle kjøretøy kunne lades med minimal avstand mellom ladestasjon og kjøretøyets tilkoblingspunkt, og faren for skader på ladekabel er redusert.

VEILEDNING 2 - Vær oppmerksom på at det i enkelte områder, av hensyn til sikkerhet, kan være krav om at parkerte biler skal parkeres slik at de ikke må rygges ut fra parkeringen.

722.55.305.2 Ladestasjoner skal være plassert i en avstand fra enhver Ex-sone slik at kjøretøy som lades ikke befinner seg i en EX-sone.

722.6 Verifikasjon

722.6.4.1 Verifikasjon av en ny installasjon - Generelt

Legg til følgende avsnitt:

722.6.4.1.101 Den eksisterende installasjonen som blir påvirket, skal også verifiseres mht. samsvar med kravene i NEK 400 (for eksempel krav til beskyttelse mot overstrømmer pga. økte belastningsstrømmer).

722.6.5.1 Periodisk verifikasjon - Generelt

722.6.5.1.6

Legg til følgende krav:

Den visuelle inspeksjonen som kreves i samsvar med 722.6.5.2.301 kan utføres av eier/bruker.

722.6.5.2 Intervall for periodisk verifikasjon

Legg til følgende avsnitt:

722.6.5.2.301 Allment tilgjengelige ladestasjoner skal visuelt inspiseres minst én gang pr. uke for å verifisere at utstyret ikke er synlig skadet slik at sikkerheten kan være svekket.

722.6.5.2.302 Allment tilgjengelige ladestasjoner skal verifiseres i samsvar med kravene i NEK 400-6, avsnitt 6.5.1 minst én gang pr. år.

722.751.302.1.101 Strømforsyningsenheter

Legg til følgende krav:

Hvor det elektriske kjøretøyet er beregnet til å mate energi tilbake til den elektriske installasjonen, gjelder kravene i NEK IEC 60364-8-2.

722.751.302.1.102.1 Strømforsyningsenhet beregnet til å drives i tillegg til og i parallell med en annen strømforsyningsenhet

Endre kravene i punkt ii) til følgende:

ii) Ved tilkobling av elektriske kjøretøy vha. en stikkontakt eller apparatkontakt for elektriske kjøretøy, skal stikkontakten eller apparatkontakten for elektriske kjøretøy være i samsvar med NEK EN 62196-serien, og

NEK 400-7-729
Adgangsbegrensede områder inkludert betjenings- og vedlikeholdsganger

729.1 Omfang

NEK 400-7-729 gjelder for:

- grunnleggende beskyttelse og andre aspekter i adgangsbegrensede områder som inneholder fordelings- og/eller kontrolltavler, og
- betjenings- og vedlikeholdsganger i adgangsbegrensede områder.

729.303 Vurdering av karakteristiske egenskaper

Legg til følgende avsnitt:

729.303.101 Krav til adgangsbegrensede områder

Adgangsbegrensede områder skal:

- være synlig og tydelig merket med hensiktsmessige skilt, og
- kun være tilgjengelig for sakkyndig eller instruerte personer som er gitt adgangstillatelse.

Lukkede adgangsbegrensede områder skal i tillegg ha dører som tillater en lettvint evakuering til utsiden uten bruk av nøkkel, eller annet utstyr som ikke er en del av åpningsmekanismen.

729.410.3.7

Endre kravene med følgende krav og avsnitt:

I adgangsbegrensede områder hvor det ikke er praktisk fornuftig å anvende beskyttelsesmetodene for grunnleggende beskyttelse i samsvar med NEK 400-4-41, er det krav til minste avstander.

MERKNAD 1 - Se NEK 400-3, avsnitt 303 for vurdering av karakteristiske egenskaper når det skal besluttes å benytte denne beskyttelsesmetoden.

MERKNAD 2 - Der hvor det benyttes vern med høye ytelser, for eksempel store effektbrytere, kan det være nødvendig med større avstander for å muliggjøre uttrekking av vernet.

823.302.2.3.302 Funksjonskrav til forskjellige typer rom

Strømforsyningen til rom i bolig skal være planlagt for den typen bruk som normalt kan forventes for denne typen rom. Dette innebærer at alle vanlige funksjoner som krever samtidig strømforsyning, skal være ivaretatt.

VEILEDNING - Eksempler på funksjoner som ofte benyttes samtidig er vaskemaskin og tørketrommel, se også 823.537.301.9.

823.302.2.3.303 Antall og typer kurser

For å redusere faren for utkobling ved overbelastning, skal utstyr hvor utkobling kan medføre fare for liv og helse være forsynt med egen kurs fra fordelingstavlen (se også 823.410.3.4).

823.410.3.4

Legg til følgende krav:

For kurser som forsyner utstyr hvor utkobling kan medføre fare for liv og helse, skal beskyttelsesmetoden automatisk utkobling av strømtilførselen i samsvar med NEK 400-4-41, avsnitt 411 ikke benyttes.

VEILEDNING - Det benyttes da en beskyttelsesmetode i samsvar med NEK 400-4-41, avsnittene 412, 413 eller 414.

823.411.3.1.2 Utjevningsforbindelse for beskyttelsesformål

Legg til følgende krav:

I bygninger med boliginstallasjoner tilknyttet et IT- eller et TT-fordelingssystem, skal det etableres en utjevningsforbindelse fra hovedutjevningsklemmen til avløpsrør. For avløpsrør i plast, skal denne utjevningsforbindelsen etableres til innsiden av avløpsrøret eller til sluk/slukrist (se forøvrig NEK 400-7-701, avsnitt 701.411.3.1.2.101).

823.411.3.3 Spesifikke krav til tilleggsbeskyttelse

Endre kravene til følgende:

Hver forbrukerkurs skal være anordnet med tilleggsbeskyttelse ved et strømstyrt jordfeilvern i samsvar med NEK 400-4-41, avsnitt 415.1.

VEILEDNING 1 - Dette kravet gjelder ikke når beskyttelsesmetodene i samsvar med NEK 400-4-41, avsnittene 412, 413 eller 414 er benyttet, med mindre spesifikke krav i NEK 400-7 og/eller NEK 400-8 kommer til anvendelse.

VEILEDNING 2 - NEK 400-5-53, avsnitt 531.2.3.3 spesifiserer krav for valg av type strømstyrte jordfeilvern.

823.421 Beskyttelse mot brann forårsaket av elektrisk utstyr

Legg til følgende avsnitt:

823.421.301 Komfyr/platetopp

Det skal anordnes et beskyttelsesutstyr klasse B eller klasse AB i samsvar med NEK EN 50615 i den faste installasjonen. Beskyttelsesutstyret skal sørge for utkobling av strømtilførselen til en platetopp/komfyr før overoppheting medfører fare for brann i omgivelsene.

823.425 Beskyttelse mot forbrenning

Legg til følgende veiledning:

VEILEDNING - I CENELEC Guide 29 «Temperatures of hot surfaces likely to be touched» er det angitt at reaksjonstiden for barn under 2 år er 15 s, samtidig som de kan bli forbrent ved berøring av varme overflater i mer enn 10 s. NEK 400-3, avsnitt 302.1.3 spesifiserer at en installasjon ikke skal medføre fare for at personer utsettes for forbrenningsskader. Anvendelse av elektrisk utstyr med maksimal overflatetemperatur på 60 °C på overflater som kan bli gjenstand for utilsiktet berøring vil hindre slike forbrenningsskader.

823.428 Spesifikke krav til spesielle installasjoner

Legg til følgende avsnitt:

823.428.301 Gassanlegg i boliger

Dersom det er installert gassanlegg til oppvarming eller til tilberedning av mat, skal fare for gasslekkasje og påfølgende elektrisk antennelse vurderes. Dersom faren er reell, skal det iverksettes risikoreduserende tiltak.

823.431.3.1 Beskyttelse mot overbelastningsstrøm - Generelt

Legg til følgende krav:

Brytekarakteristikken til vern som skal beskytte en leder med ledertverrsnitt ≤ 4 mm^2 Cu, mot overbelastning skal tilfredsstille følgende to krav:

1) $I_B \leq I_n$
2) $I_2 \leq I_z$

hvor

I_B er dimensjonerende laststrøm for kursen,
I_z er kontinuerlige strømføringsevne for kabelen,
I_n er vernets nominelle strøm, og
I_2 er strømmen som sikrer utkobling av vernet innen en fastsatt tid.

VEILEDNING 1 - For justerbare vern tilsvarer I_n den innstilte utløsestrømmen.

VEILEDNING 2 - Kravet til $I_2 \leq I_z$ sikrer at ledninger og annet installasjonsmateriell ikke kan overbelastes og reduserer derfor faren for brann knyttet til varmgang pga. langvarige overbelastninger.

VEILEDNING 3 - Dette kravet vil også ivareta de situasjoner hvor ledningssystemet over korte avstander (≤ 1 m) blir fullstendig omsluttet av termisk isolasjon. Se forøvrig NEK IEC TR 61200-52.

VEILEDNING 4 - Se NEK 400-8-810, avsnitt 810.530.4.301 vedrørende valg av vern for ikke-sakkyndig betjening.

823.511 Samsvar med standarder

Legg til følgende avsnitt:

823.511.301 Kun følgende typer stikkontakter kan benyttes:

- stikkontakter i samsvar med NEK 502, dersom
  - de er utformet med tilleggsbeskyttelse (barnesikring), eller
  - de er montert i en høyde ≥ 1,5 m over gulvet/bakken, eller
  - de er plassert utilgjengelig for barn, eller
- stikkontakter i samsvar med NEK EN 60309-serien dersom:
  - de er montert i en høyde ≥ 1,5 m over gulvet/bakken, eller
  - de er plassert utilgjengelig for barn, eller
  - kontaktene kun blir spenningssatt vha. en elektrisk eller mekanisk forrigling med støpselet.
- stikkontakter i samsvar med NEK EN 62196-2 dersom kontaktene kun blir spenningssatt vha. en elektrisk eller mekanisk forrigling med støpselet,
- DCL i samsvar med NEK EN 61995-2,
- USB uttak for lading av elektronisk utstyr (se 823.537.301.10).

823.514.5 Dokumentasjon

Legg til følgende avsnitt:

823.514.5.301 Følgende dokumentasjon skal utarbeides og overleveres eier av installasjonen:

- rapport fra risikovurdering, dvs. dokumenterte forutsetninger for prosjektering og utførelse, og
- rapport fra verifikasjon, og
- kursfortegnelse, og
- erklæring om samsvar (jf. *Forskrift om elektriske lavspenningsanlegg* (FEL)), og
- utstyrsdokumentasjon inkludert bruksanvisning for spesielt utstyr installert i installasjonen samt mulige begrensninger i bruken, og
- plassering av ELV-strømkilder (SELV/PELV), og
- plassering og utforming av gulv- og takvarme, inklusive følere, og
- bruksanvisning for den elektriske installasjonen og mulige begrensninger for bruken.

VEILEDNING - For større boliginstallasjoner kan det være nødvendig med installasjonstegninger som viser:

- plassering av punkter, og
- føringsveier, og
- plassering av overspenningsvern ute i installasjonen.

823.533.2.1 Utstyr for beskyttelse mot overbelastningsstrømmer - Generelt

Legg til følgende krav:

Kravene i NEK 400-5-53, avsnitt 533.2.1 for PVC-isolerte ledningssystemer med ledertverrsnitt ≤ 4 mm^2 gjelder ikke i boliger.

VEILEDNING - Beskyttelse av ledningssystemer i bolig er behandlet spesielt i 823.430.

823.534 Utstyr for beskyttelse mot elektromagnetiske forstyrrelser og spenningsforstyrrelser

Legg til følgende avsnitt:

823.534.301 Dersom det installeres et forbrukerutstyr med støtspenningsholdfasthet som tilsvarer overspenningskategori I, skal det monteres et forankoblet overspenningsvern som reduserer overspenningen til spesifisert nivå, jfr. NEK 400-4-44, Tabell 44A.

823.534.302 Der hvor et overspenningsvern er montert i et tilknytningsskap iht. NEK 399, skal det anordnes med utstyr i installasjonens sikringsskap eller annet egnet sted, som, når overspenningsvernet ikke lenger gir beskyttelse, initierer et akustisk og/eller visuelt signal til eier/bruker og som skal opprettholdes så lenge beskyttelsen ikke er tilstede.

823.534.303 Bruksanvisningen for installasjonen skal beskrive funksjonen til overspenningsvernet og konsekvensene som kan følge av et defekt overspenningsvern.

823.537 Frakobling og utkobling

Legg til følgende avsnitt:

823.537.301 Stikkontaktuttak i bolig

823.537.301.1 Generelt

For å beskytte mot brann pga. overbelastning/varmgang og redusere bruken av skjøteledninger og skjøtekontakter (høy risiko for skade pga. ytre påvirkninger), skal det som spesifisert i avsnittene 823.537.301.2 – 823.537.301.10, monteres et minimum antall fast monterte og fast tilkoblede uttak i de ulike rom og områder i en bolig.

Uttakene, i form av stikkontakter, skal fordeles slik at uttak er tilgjengelig der det ut ifra møblering og planlegging av rommet anses å være et behov. Uttak, med unntak av de som er beregnet til belysningsutstyr i/ved tak, skal fortrinnsvis monteres langs vegg, men uttak montert i gulv eller på søyle kan også benyttes.

VEILEDNING 1 - Montasje av uttak i gulv eller på søyle kan være aktuelt dersom det ikke er mulig å plassere uttak i vegg eller rommet er så stort at det også er behov for uttak midt i rommet.

Uttak montert i samsvar med 823.537.301.2, 823.537.301.3, 823.537.301.4, 823.537.301.5, 823.537.301.6, 823.537.301.9 og 823.537.301.10 skal plasseres ≤ 2,0 m over gulvnivå.

VEILEDNING 2 - *Forskrift om tekniske krav til byggverk (Byggteknisk forskrift, TEK)* krever for tilgjengelig boenhet at tilstrekkelig antall stikkontakter plasseres slik at de kan betjenes av personer med funksjonsnedsettelse. Stikkontakter som forutsettes betjent i daglig drift skal monteres minst 0,5 m fra innvendige hjørner.

VEILEDNING 3 - For utstyr med stort effektbehov anbefales NEK502 “Standard Sheet XIX. 16 A 400 V AC Three-pole + N socket-outlet with earth contact for TN grid.” eller “Standard Sheet X 25A 250V Two pole socket-outlet” eller stikkontakter i samsvar med NEK EN 60309-serien.

823.537.301.2 Stue/soverom/arbeidsrom/oppholdsrom

Det skal installeres minst to uttak pr. påbegynt 4 m^2 gulvareal.

823.537.301.3 Kjøkken

Det skal monteres minimum:

- ett uttak for hvert faste elektrisk utstyr (kjøl, frys, stekeovn, komfyrtopp, ventilator, kaffemaskin, mikrobølgeovn mv.), og
- to uttak pr. 2 m kjøkkenbenk for tilkobling av kjøkkenmaskiner mv., og

  VEILEDNING 1 - Kravet omfatter også benkeplass på kjøkken-/kokeøyer.

- 4 uttak i forbindelse med spiseplass, men ikke mindre enn to uttak pr. 2 m fri vegg.

VEILEDNING 2 - Valg og montasje av stikkontakter i kjøkken skal utføres iht. planskissen for utformingen av kjøkkenet.

823.537.301.4 Entré/gang

Det skal monteres minimum to uttak pr. påbegynt 6 m^2 gulvareal.

823.537.301.5 Garasje og andre rom/boder

Det skal monteres det nødvendige antall uttak tilpasset rommets funksjon, men ikke færre enn to uttak.

823.537.301.6 Multimedia/audiovisuelle enheter

Ved hvert planlagte sted for ekomuttak skal det etableres minimum to uttak i jordet utførelse i samsvar med NEK 502.

Der hvor det er planlagt plassering av flere multimedia/audiovisuelle enheter skal det være minimum seks uttak. Minimum fire av disse uttakene skal være i jordet utførelse i samsvar med NEK 502.

Uttakene spesifisert i dette avsnittet kommer i tillegg til de som kreves i samsvar med 823.537.301.2, 823.537.301.3, 823.537.301.4, 823.537.301.5, 823.537.301.9 og 823.537.301.10.

VEILEDNING - Multimedia/audiovisuelle enheter omfatter TV, musikkanlegg, hjemmekino, streaming enheter, mediesentre, trådløs ruter, modem etc.

823.537.301.7 Utvendig

På en veranda/altan/balkong/terrasse o.l. i direkte tilknytning til boligen skal det monteres minimum to uttak. Utvendige uttak forøvrig skal tilpasses boligens utforming og planlagte bruk.

823.537.301.8 Uttak for belysning

Det skal monteres et nødvendig antall stikkontakter/DCL ved/i tak for mulig tilkobling av belysningsutstyr i/ved tak. Antall stikkontakter/DCLer skal tilpasses den planlagte utforming av rommet og den fast monterte belysningen. Se også 823.559.5.1.

823.537.301.9 Bad/vaskerom/WC

For stasjonært utstyr som er planlagt plassert i slike rom, skal det monteres dedikerte uttak, med mindre utstyret er fast tilkoblet.

I rommet forøvrig skal det monteres minst to uttak, med mindre rommets areal er < 3 m^2 hvor det aksepteres ett uttak.

823.537.301.10 USB uttak for lading av utstyr

Det skal i samarbeid med eier/bruker vurderes å montere USB uttak for lading av elektronisk utstyr på hensiktsmessige steder. USB uttak som monteres, skal:

- være i samsvar med sikkerhetskravene i NEK IEC 60884-3-1,
- være i samsvar med kravene i NEK EN 60664-1.

VEILEDNING 1 - Kjøkken og stue anses som egnede steder til lading av utstyr.

VEILEDNING 2 - USB Type A har vært vanlig i lang tid. USB Type C forventes å bli mer utbredt i fremtiden.

823.55 Valg og montasje av elektrisk utstyr – Annet utstyr

Legg til følgende avsnitt:

823.55.301 Varmtvannsberedere med merkeeffekt > 1500 W skal være fast tilkoblet, eller tilkoblet via en stikkontakt og plugg kombinasjon i samsvar med NEK EN 60309-serien.

823.559.5.1 Forbindelse til den faste installasjonen

Endre kravene til følgende:

Belysningsutstyr som ikke er forsynt med ELV, skal enten:

- være fast tilkoblet, eller
- tilkoblingspunktet i den faste installasjonen skal være utstyrt med:
  - stikkontakt i samsvar med NEK 502, eller
  - en DCL i samsvar med NEK EN 61995-2.

VEILEDNING 1 - Det bør være mulig å allpolig frakoble hele kursen, eller deler av den, ved service og vedlikehold av belysningsinstallasjonen.

VEILEDNING 2 - Det bør vurderes å installere betjeningsbrytere som medfører allpolig frakobling av belysningsutstyr hvor lyskilden ikke er forsynt med ELV, og hvor belysningsutstyret er koblet mellom to faser.

823.6 Verifikasjon

823.6.4.4.4

Endre siste avsnitt til følgende:

Rapport for verifikasjon bør gi en anbefaling om at første periodiske verifikasjon foretas:

- om maksimalt 10 år, basert på forutsatt bruk, og
- ved eiendomsoverdragelse.

823.6.5.3.4

Endre siste avsnitt til følgende:

Rapport for periodisk verifikasjon bør gi en anbefaling om at neste periodiske verifikasjon foretas:

- om maksimalt 10 år, basert på forutsatt bruk, og
- ved eiendomsoverdragelse.

823.810.512.301 Fordelingstavler

Endre kravene til følgende:

Fordelingstavler skal være utformet for betjening av ikke-sakkyndige personer i samsvar med NEK 439-3.

Fordelingstavlers kapsling skal være utført i ikke brennbare materialer.

VEILEDNING - Et materiale er ikke brennbart dersom det, i samsvar med NS-EN ISO 1182 eller en ekvivalent metode, ikke understøtter forbrenning. Metalliske kapslinger, med unntak av kapslinger av magnesium, er å betrakte som kapslinger i ikke-brennbart materiale. Ved innføringer bør det benyttes nipler som minst er av selv-slukkende materiale, eller andre innføringsmetoder som gir en likeverdig beskyttelse mot spredning av brann (for eksempel vil flenser av plastmateriale normalt ikke tilfredsstille kravet til begrensning av brann).

Fordelingstavler i en ny installasjon skal ha minst 30 % reserveplass for fremtidig oppgradering med kurser.

NEK 400-8-824
Elektriske installasjoner for ladeklare byggverk

824.1 Omfang

De spesielle kravene i NEK 400-8-824 gjelder for elektriske installasjoner som skal være tilrettelagt for montasje av utstyr for lading av elbiler.

NEK 400-8-824 spesifiserer nødvendige krav til elektriske installasjoner i ladeklare byggverk.

NEK 400-8-824 omhandler ikke krav som følge av tilbakemating av elektriske energi fra elbiler til den elektriske installasjonen.

VEILEDNING 1 - Krav til utforming av en kurs som inneholder utstyr for lading av elbiler er gitt i NEK 400-7-722.

VEILEDNING 2 - *Forskrift om tekniske krav til byggverk (Byggteknisk forskrift, TEK)* inneholder føringer for når et byggverk skal være ladeklart.

824.302.2 Prosjektering

Legg til følgende avsnitt:

824.302.2.301 Dimensjonerende ladeeffekt

824.302.2.301.1 Ladeklart byggverk

For et ladeklart byggverk bør den dimensjonerende ladeeffekten knyttet til lading av elbiler være:

- ≥ 7,3 kW for byggverk med fire parkeringsplasser eller færre
- ≥ 1,5 kW pr. parkeringsplass for byggverk med mer enn fire parkeringsplasser.

VEILEDNING - Kravene til dimensjonerende effekt hindrer ikke anvendelse av laststyringssystemer.

824.302.2.301.2 Ladekurs

For en ladekurs bør den dimensjonerende ladeeffekten knyttet til lading av elbiler være:

- ≥ 7,3 kW for kurser som forsyner fire parkeringsplasser eller færre
- ≥ 1,5 kW pr. parkeringsplass for ladekurs som forsyner mer enn fire parkeringsplasser.

824.302.2.302 Behov for jordelektroder

Det skal vurderes om det ved en parkeringsplass vil være behov for å etablere jordelektrode. Ved behov, skal slike jordelektroder installeres.

824.302.2.2 Strømforsyning

Legg til følgende avsnitt:

824.302.2.2.301 Tilførsel for lading av elbiler

824.302.2.2.301.1 Fordelinger

824.302.2.2.301.1.1 Fremtidig fordeling for tilkobling av ladekurser

Der det er planlagt at ladekurser skal forsynes fra en fremtidig fordeling, skal det være satt av tilstrekkelig plass til å kunne installere denne.

Slike fordelinger skal tilfredsstille kravene i 824.302.2.2.301.1.2

824.302.2.2.301.1.2 Fordelinger planlagt for tilkobling av ladekurser

Fordelinger planlagt for tilkobling av ladekurser skal minst være dimensjonert for å kunne føre den dimensjonerende ladeeffekten iht. 824.302.2.301.2 som ladekursene krever. Det skal tas hensyn til annen effekt som også forsynes via fordelingen.

Fordelingene skal være utformet slik at det nødvendige antall ladekurser kan tilkobles fordelingen. Det skal være avsatt nødvendig plass til overstrømsvern og annet nødvendig utstyr.

Fordelingene skal være utformet i samsvar med NEK 400-8-810.

Norsk
Elektroteknisk
Komite

Om NEK 400 Studentkompendium

NEK 400 Studentkompendium er et utdrag fra standarden NEK 400:2022 Elektriske lavspenningsinstallasjoner. Kompendiet skal utelukkende brukes i forbindelse med løsning av oppgaver i faget Elektroinstallasjoner ved NTNU for emnekodene TET4170, IELET2119 og IELEG2119. For alle andre formål enn dette faget og emnekoder skal NEK 400:2022 brukes.

NEK 400 Studentkompendium kan bare leses elektronisk. Det vil ikke være anledning til å laste ned eller kopiere innhold i kompendiet.

NEK 400 Studentkompendium **kan ikke** legges til grunn for prosjektering og utførelse av elektriske lavspenningsinstallasjoner.

Det **kan ikke** henvises til NEK 400 Studentkompendium for samsvar med FEL.

Det **kan ikke** henvises til NEK 400 Studentkompendium i avtale mellom bestiller av en elektrisk lavspenningsinstallasjon og profesjonelle tilbydere.

NEK 400 Studentkompendium **skal ikke** ses i sammenheng med NEK 405-serien og kan ikke danne grunnlag for en elkontroll.

Det er bare studenter i faget Elektroinstallsjoner ved NTNU som vil bli gitt tilgang til kompendiet. Etter avsluttet eksamen vil studentene miste tilgangen til NEK 400 Studentkompendium.

© NEK har opphavsrett til denne publikasjonen.

Ingen del av materialet skal reproduseres uten skriftlig tillatelse fra NEK.