

4
5 **NEK 350:2024 © NEK 2024**

6 **Ombygging av elektriske lavspenningsinstallasjoner**
7 **fra 230 V til 400 V**

8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
Høringsuttalelse



Høringsutkast

INNHOLD

Forord	5
Forord fra DSB	5
Samsvar med NEK 350	6
Utforming av krav	7
Tolkninger, rettelser, spørsmål og svar om standarder (FAQ)	7
Innledning	7
Kort om LS distribusjonsnett og installasjon	8
1 Omfang og hensikt	9
2 Normative referanser, terminologi, definisjoner og forkortelser	9
2.1 Normative referanser	9
2.2 Terminologi, definisjoner, forkortelser	9
3 Generelle forhold	9
302 Grunnleggende prinsipper	9
302.2 Prosjektering	9
304 Installasjonens formål, strømforsyning og struktur	12
304.3 Ledningsarrangementer og elektriske lavspenningssystemer	12
304.3.4.2.1.101 Eksisterende tilknytning i samsvar med NEK 399:2022	12
304.3.4.2.1.102 Eksisterende tilknytning som ikke er i samsvar med NEK 399:2022	12
Tillegg 3A (normativt) Kartlegging av eksisterende anlegg for LS distribusjon	13
Tillegg 3B (normativt) Kartlegging av eksisterende anlegg for installasjon	15
4 Beskyttelse for sikkerhet	17
4-41 Beskyttelse mot elektrisk sjokk	17
410 Generelt	17
410.3.6 Beskyttelsesmetodene, spesifisert i Tillegg 41C	17
411.3.3 Spesifikke krav til tilleggsbeskyttelse	17
Tillegg 4A (informativt) Ikke-ledende omgivelser	19
4-42 Beskyttelse mot termiske virkninger	29
422 Beskyttelse mot brann forårsaket av feilstrømmer	29
4-43 Beskyttelse mot overstrømmer	29
431 Beskyttelse mot overstrømmer ved automatisk utkobling av strømtilførselen	29
4-44 Beskyttelse mot spenningsforstyrrelser og elektromagnetiske forstyrrelser	29
443 Beskyttelse mot atmosfæriske overspenninger og koblingsoverspenninger	29
5 Valg og montasje av utstyr	29
5-51 Generelle forhold	29
510.101 Krav til utstyr i LS distribusjonsnett	29
510.102 Krav til utstyr i installasjoner	30
512 Driftsforhold og ytre påvirkninger	30
513 Tilgjengelighet	30
514 Merking og dokumentasjon	30
5-52 Valg og montasje av utstyr - Ledningssystemer	31
520.4.101 LS distribusjonsnett	31
520.4.102 Installasjon	31
5-53 Valg og montasje av utstyr - Utstyr for beskyttelse for sikkerhet, frakobling, bryting, kontroll/styring og overvåkning	31
533 Utstyr for beskyttelse mot overstrømmer	31
537 Frakobling og utkobling	32

85	5-54	Valg og montasje av utstyr - Jordingssystemer, beskyttelsesledere og	
86		utjevningsledere for beskyttelsesformål	32
87	542	Jordelektroder	32
88	6	Verifikasjon	32
89	6.4	Verifikasjon av en ny installasjon	32
90	6.4.2	Inspeksjon	32
91	6.4.3	Prøving	33
92	7	Krav til spesielle installasjoner og områder	33
93	8	Krav til andre spesielle installasjoner	33
94	810	Valg, utførelse og montasje av fordelingstavler	33
95	810.512.303.101	Fordelingstavler og kabelskap i LS distribusjonsnett	33
96	810.512.303.102	Fordelingstavler i installasjon	33
97	Tillegg A (informativt)	Krav i tidligere forskrifter og standarder for installasjon	34
98	A.1	Generelt	34
99	A.2	Installasjoner utformet før januar 1991	34
100	A.3	Installasjoner utformet i perioden 1. januar 1991 - 1. januar 1999 (Feb-91)	35
101	A.4	Installasjoner utformet i perioden 1. januar 1999 - 30. juni 2002; NEK 400:1998	36
102	A.5	Installasjoner utformet i perioden 1. juli 2002 – 30. juni 2006; NEK 400:2002	36
103	A.6	Installasjoner utformet i perioden 1. juli 2006 – 30. juni 2010; NEK 400:2006	37
104	A.7	Installasjoner etter 1. juli 2010; NEK 400:2010, NEK 400:2014, NEK	
105		400:2018, NEK 400:2022	37
106	Tillegg B (informativt)	Krav i tidligere forskrifter og standarder for LS distribusjonsnett	39
107	B.1	Generelt	39
108	B.2	LS distribusjonsnett utformet fra 1963 til 1988	39
109	B.3	LS distribusjonsnett utformet mellom 1988 og 1994	39
110	B.4	LS distribusjonsnett utformet mellom 1995 og 2006	41
111	B.5	LS distribusjonsnett utformet mellom 2006 og d.d.	43
112	Tillegg C (informativt)	Historisk nettutforming	45
113	C.1	Forsyning til typisk boligområder	45
114	C.2	Forsyning til bygninger med større effektbehov	47
115	Tillegg D (informativt)	Dagens nettutforming	48
116	Bibliografi		50

Forord

- a) 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 og kompetanse kan delta i utvikling av NEK-publikasjoner. Myndigheter, industri og ikke-offentlige organisasjoner kan delta.
- b) De formelle beslutningene i NEK som gjelder tekniske saker er basert på, så langt det er praktisk mulig, konsensus mellom interessentene organisert gjennom NEKs tekniske komiteer.
- c) Denne publikasjonen har krav, anbefalinger og/eller informasjon for nasjonal 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.
- d) 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.
- e) NEK utfører ikke samsvarsvurderinger. Selvstendige sertifiseringsorganisasjoner utfører slike tjenester. NEK er ikke ansvarlig for tjenester utført av tredjepart, eksempelvis et sertifiseringsselskap.
- f) Alle brukere bør forsikre seg om at de har anskaffet den korrekte versjonen av denne publikasjonen.
- g) 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.
- h) Merk at eventuelle normative referanser referert i denne publikasjonen er nødvendige for riktig forståelse av denne publikasjonen.
- i) Merk muligheten for at elementer i denne NEK-publikasjonen kan være gjenstand for patentrettigheter. NEK skal ikke holdes ansvarlig for å identifisere patentrettigheter.

Eventuelle tolkninger og rettelser til dette dokumentet kan bli publisert på www.nek.no. De finnes også på nettbutikken vår. www.standard.no

Forord fra DSB

Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) og Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB) ba i april 2022 Norsk Elektroteknisk Komite (NEK) om å iverksette utarbeidelse av en standard for ombygging av distribusjonsnett og bygningsinstallasjoner fra 230 V IT/TT-system til 230/400 V TN-system. Det ble i mandatet bedt om at komiteen skal utvikle en standard om hvordan man på en forsvarlig måte kan foreta ombygging av eksisterende 230 V IT/TT- til 230/400 V TN-system. Videre skulle det utvikles en egnet metode som dekker henholdsvis ombygging av distribusjonssystem og bygningsinstallasjoner. I standarden er det viktig at det legges til rette for tilfredsstillende elsikkerhet. DSB har derfor deltatt i både styringsgruppe og komite NK 350.

Både forskrift om elektriske lavspenningsanlegg (FEL) og forskrift om elektriske forsyningsanlegg (FEF) viser til gjeldene NEK 400 som en metode til å oppfylle forskriftens krav. I forordet til forskriftene angir myndighetene at forskriften, inklusive dens veiledning, samt standarder som det vises til, samlet viser det sikkerhetsnivået som skal legges til grunn for prosjektering, utførelse, vedlikehold og verifikasjon av elektriske installasjoner. I veiledningen til § 10 i FEL er det spesifikt vist til NEK 400.

De spesifikke kravene i NEK 350 gjelder for lavspennings distribusjonsnett og elektriske lavspenningsinstallasjoner ved ombygging av et eksisterende lavspennings distribusjonsnett fra 230 V IT-, TT- eller TN-system til 230/400 V TN-system. Standarden skisserer forslag til løsninger for hvordan gjeldende sikkerhetsnivå i LS distribusjonsnett og installasjoner kan tilfredsstilles etter ombygging.

Standarden er utarbeidet med grunnlag i to tidligere rapporter:

- AG 14 Overgang til 230/400V TN-C-S i bestående 230 V IT/TT/TN installasjoner (RT 04-1993/ny utgave 2001 pub. 10)
- AG 16 Overgang til 230/400 V TN-C i bestående 230 V IT/TT/TN fordelingsnett (Pub. 31 - 1994).

DSB har tidligere påpekt at disse rapportene må revideres. Det vurderes at NEK 350 ivaretar en slik revisjon. Forskriftenes krav til utstedelse av samsvarserklæring, inspeksjon og testing gjelder også for ombygde anlegg. NEK 350 vil derfor være en del av underlaget for utstedelse av samsvarserklæring.

Tønsberg 14. juni 2024

Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap

Samsvar med NEK 350

Erklæring om samsvar med NEK 350 (eller deler av standarden) innebærer at den prosjekterende og/eller utførende bekrefter at installasjonen er prosjektert hhv. utført i samsvar med den normative teksten i NEK 350 (eller angitte deler av standarden). En erklæring om samsvar med NEK 350 vil være en del av en privatrettslig avtale mellom leverandør og kunde. I forskrift om elektriske lavspenningsanlegg og forskrift om elektriske forsyningsanlegg er det krav om samsvarserklæring. Erklæring om samsvar med NEK 350 kan derfor også være et element i det å dokumentere samsvar med myndighetskrav. Visse deler av NEK 350 er informativ. Det betyr at det kan erklæres samsvar med standarden uten å følge de anbefalinger som er gitt i den informative teksten.

Normativ og informativ tekst – veiledning

Normativ tekst: Tekst som inneholder krav som skal tilfredsstilles ved erklæring om samsvar med standarden.

Merknader: Tekst som gir tilleggsinformasjon til det aktuelle kravet og som også kan inneholde anbefalinger. Slike anbefalinger er ikke å betrakte som krav og må ikke følges.

Veiledning: Tekst som er lagt inn i standarden og som gir ytterligere informasjon vedrørende norske forhold og norske anbefalinger. Anbefalinger gitt i en veiledning er ikke krav som må etterleves, men de er ment å være retningsgivende.

Tillegg (normativt): Tekst som gir ytterligere krav knyttet til et emne. Det vil vanligvis allerede være krav knyttet til det aktuelle emne i den normative teksten. Et normativt tillegg har samme status i standarden som den gjennomgående normative teksten.

Tillegg (informativ) Tekst som gir ytterligere beskrivelse av problemområder eller eventuell bakgrunnsinformasjon. Informative tillegg inneholder ingen krav som må etterleves.

Utforming av krav

Standarden er utformet med krav som skal tilfredsstilles for å kunne erklære samsvar med NEK 350. I utformingen av kravene benyttes tre adverb for å signalisere betydningen av kravet:

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

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

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

kan (can) Formuleringer med «kan» i merknader og veiledninger innebærer at formuleringen kun angir en mulighet. Hva som er mulig eller ikke mulig, er kun informativ informasjon.

Tolkninger, rettelser, spørsmål og svar om standarder (FAQ)

NK350 vil, om nødvendig, utforme tolkninger til enkelte avsnitt i NEK 350. En tolkning er normalt av prinsipiell karakter, og vil utdype, detaljere og/eller forklare dette kravet, og legger føringer for hvordan det angjeldende kravet skal forstås/etterleves. NK350 søker å minimalisere antall tolkninger knyttet til hver utgave av NEK 350.

Det kan være behov for å utgi rettelser til teksten i NEK 350. Det kan hende at NK350 også ser det nødvendig å endre krav i NEK 350. Slike rettelser og endringer blir gjort kjent på www.nek350.no.

NEK håndterer en spørsmålsside (FAQ) knyttet til NEK 350. NK350 besvarer spørsmål knyttet til forståelse av kravene i NEK 350, men vil ikke besvare spørsmål knyttet til konkrete løsninger. NK350 hverken prosjekterer, utfører eller verifiserer elektriske installasjoner.

Tolkninger, endringer, rettelser og spørsmål og svar om standarder er tilgjengelig via www.nek350.no.

NEK 350 gjelder for ombygging av lavspenning (LS) distribusjonsnett og elektriske lavspenningsinstallasjoner (installasjon) fra 230 V IT-, TT- eller TN-system til 230/400 V TN-system.

Ved ombygging av LS distribusjonsnett og en installasjon, skal anlegget som minimum tilfredsstillende de sikkerhetsnivå som var spesifisert i gjeldende forskrift da installasjonen ble etablert. Der hvor det er nødvendig å etablere nye kurser, vil disse utføres i samsvar med FEF, FEL og NEK 400:2022.

Denne standarden spesifiserer krav til ombygging av LS distribusjonsnett og lavspenningsinstallasjoner som er nødvendig for at sikkerheten i disse er tilfredsstillende etter ombyggingen.

For å sette kravene i kontekst med dagens sikkerhetsnivå, er de relatert til standarden NEK 400:2022 og relevante avsnitt.

Avsnittsnummereringen i NEK 350 følger nummereringen i NEK 400:2022. Kravene i NEK 400:2022 er kun gjeldende for LS distribusjonsnett og installasjoner, hvor NEK 400:2022 allerede er lagt til grunn for prosjektering, utførelse og verifikasjon.

Der denne standarden introduserer nye underavsnitt referert til et avsnitt i NEK 400:2022, vil underavsnittet bli fortløpende nummerert fra 101 og oppover i forhold til avsnittet.

Oversikt over krav fra tidligere forskrifter og standarder er angitt i tillegg [tillegg A](#), [tillegg B](#), [tillegg C](#).

Historisk nettstruktur er angitt i [tillegg D](#).

To tidligere rapporter, som som nå er trukket tilbake, er også blitt anvendt som arbeidsdokumenter.

AG 14 Overgang til 230/400V TN-C-S i bestående 230 V IT/TT/TN installasjoner (RT 04-1993/ny utgave 2001 pub. 10)

AG 16 Overgang til 230/400 V TN-C i bestående 230 V IT/TT/TN fordelingsnett (Pub. 31 - 1994).

Kort om LS distribusjonsnett og installasjon.

LS distribusjonsnett er lavspenningsnettet brukt til forsyning til lavspenningskunder, samt også intern forsyning til nettstasjoner og transformatorstasjoner.

Benevnelsen «Installasjon» er i denne standarden å forstå som anlegget til lavspenningskunder, som blir brukt til fordeling, forbruk og lokal produksjon.

Grensesnittet mellom LS distribusjonsnett og installasjon er beskrevet i NEK 399 *Tilknytningspunkt for elanlegg og ekomnett*.

Ombygging av elektriske lavspenningsinstallasjoner fra 230 V til 400 V

1 Omfang og hensikt

NEK 350 spesifiserer krav til prosjektering, utførelse og verifikasjon ved ombygging av LS distribusjonsnett og elektriske lavspenningsinstallasjoner fra 230 V IT-, TT- eller TN-system til 230/400 V TN-system.

Kravene har til hensikt å sikre at :

- LS distribusjonsnett og elektriske lavspenningsinstallasjoner har tilfredsstillende sikkerhetsnivå etter ombygging, og
- sikkerheten i det bestående LS distribusjonsnett og elektriske lavspenningsinstallasjoner ikke blir redusert pga. ombyggingen.

2 Normative referanser, terminologi, definisjoner og forkortelser

2.1 Normative referanser

Følgende refererte dokumenter inneholder tekst som helt eller delvis er en del av kravene i dokumentet. For daterte referanser gjelder kun den siterte utgaven. For udaterte referanser gjelder siste utgave av det siterte dokumentet (inkludert endringer).

NEK 400: 2022, *Elektriske lavspenningsinstallasjoner*

NEK 399:2022, *Tilknytning av elanlegg og ekomnett*

NEK EN 60269-serien, *Low-voltage fuses*

2.2 Terminologi, definisjoner, forkortelser

For definisjoner ut over de spesielle for NEK 350, se NEK 400:2022.

3 Generelle forhold

302 Grunnleggende prinsipper

302.2 Prosjektering

302.2.101 LS distribusjonsnett

LS distribusjonsnett som skal bygges om skal kartlegges i samsvar med [Tillegg 3A \(normativt\)](#)

Ombygging av LS distribusjonsnett skal prosjekteres.

Ved prosjekteringen skal:

- sikkerheten i det eksisterende LS distribusjonsnett ikke reduseres, og
- kravene spesifisert i FEF tilfredsstilles, og
- nye kurser tilfredsstille kravene spesifisert i NEK 400:2022, og
- eksisterende trefase forbrukerkurser prosjekteres som en ny kurs, og
- intern lavspenningsforsyning i nettstasjoner og transformatorstasjoner prosjekteres i samsvar med kravene i [302.2.102](#), og
- det foretas en vurdering om eksisterende utstyr kan benyttes eller om de må bygges om.

Det skal verifiseres at eksisterende beskyttelsesjordleder (PE-leder) er termisk og mekanisk egnet til å kunne benyttes som PEN-leder. Dersom PE-lederen ikke er egnet som PEN-leder, skal den angjeldende kursen bygges om.

302.2.102 Installasjon

Installasjoner som skal bygges om skal kartlegges i samsvar med [Tillegg 3B \(normativt\)](#)

Ombygging av installasjoner skal prosjekteres. Ved prosjekteringen skal:

- sikkerheten i den eksisterende installasjonen ikke reduseres,
- kravene spesifisert i FEL tilfredsstilles,
- kravene spesifisert i dette dokumentet tilfredsstilles,
- nye kurser tilfredsstille kravene spesifisert i NEK 400:2022,
- eksisterende trefase forbrukerkurser prosjekteres som en ny kurs,
- det foretas en vurdering om eksisterende utstyr kan benyttes eller om de skal bygges om, og
- en faseleder i en eksisterende kurs gjøres om til en nøytralleder.

302.2.2 Strømforsyning

302.2.2.101 Informasjon fra nettselskapet

Følgende informasjon skal innhentes fra nettselskapet:

- Type og merkeverdi for kortslutningsvern som beskytter stikkledning for kortslutningsstrømmer
- Verdier for kortslutningsstrømmer:
 - Maks. 3p kortslutning ($I_{k3pMaks}$) - med tilhørende $\cos \varphi$
 - Min. 2p kortslutning (I_{k2pMin}) - med tilhørende $\cos \varphi$
 - Maks. 1p kortslutning ($I_{k1pMaks}$) - med tilhørende $\cos \varphi$

— Min. 1p kortslutning (I_{k1pMin}) - med tilhørende $\cos \varphi$

— Maks. 1p jordfeil ($I_{k1p-jMaks}$) - med tilhørende $\cos \varphi$

— Min. 1p jordfeil ($I_{k1p-jMin}$) - med tilhørende $\cos \varphi$

302.2.17 Dokumentasjon av en elektrisk installasjon

302.2.17.101 Dokumentasjon av ombygd LS distribusjonsnett

Følgende skal som minimum dokumenteres:

- gjennomført verifikasjon i henhold til NEK 350-6,
- kartleggingen av eksisterende anlegg. Det henvises til [Tillegg 3A \(normativt\)](#),
- plassering og etablering av eventuell ny jordelektrode,
- ombygd utstyr,
- nytt utstyr, og
- intern forsyning av nettstasjon i form av et flerlinjet oversiktsskjema.

Ved oppføring av eventuelt nytt nett skal som minimum dokumenteres:

- plassering av utstyr som kabler, nettstasjoner, kabelskap og lignende utføres i form av et trasékart med tilhørende snitt for kabler som viser rekkefølge,
- dokumentasjon for nytt utstyr,
- enlinjet oversiktsskjema som viser nettstruktur,
- liste over alle tilknyttede kunder, og
- eventuelle risikovurderinger.

MERKNAD Det leveres en samsvarserklæring i henhold til §3-1 i FEF.

302.2.17.102 Dokumentasjon av ombygd installasjon

Følgende skal som minimum dokumenteres:

- gjennomført verifikasjon i henhold til NEK 350-6,
- kartlegging av eksisterende anlegg i henhold til [Tillegg 3B \(normativt\)](#),
- plassering og etablering av eventuell ny jordelektrode, inntak o.l.,
- alt nytt og eventuelt ombygd utstyr, og
- eventuelle risikovurderinger.

MERKNAD 1 Det leveres en samsvarserklæring i henhold til §12 i FEL

MERKNAD 2 Samsvar med NEK 350

Erklæring om samsvar med NEK 350 innebærer at den prosjekterende og/eller utførende bekrefter at installasjonen er prosjektert hhv. utført og verifisert i samsvar med kravene i NEK 350.

Visse deler av NEK 350 er informativ. Det betyr at det kan erklæres samsvar med standarden uten å følge de anbefalinger som er gitt i den informative teksten.

304 Installasjonens formål, strømforsyning og struktur

304.3 Ledningsarrangementer og elektriske lavspenningssystemer

304.3.4 Typer av fordelingssystemer

304.3.4.2 AC-fordelingssystemer

304.3.4.2.1 TN-systemer

304.3.4.2.1.101 Eksisterende tilknytning i samsvar med NEK 399:2022

304.3.4.2.1.101.1 Fordelingssystemer med én strømkilde

Hvor tilknytningspunktet er utført i samsvar med NEK 399:2022, Metode A, skal nettselskapet bygge et TN-C anlegg frem til tilknytningspunktet. Nett selskapet skal terminere innkommende PEN-leder til tilknytningskapets PEN-skinne.

Hvor tilknytningspunktet ikke er utført i samsvar med NEK 399:2022, Metode A, skal installasjonen forsynes med TN-C frem til installasjonen hovedfordeling. Nettselskapet skal tilkoble innkommende PEN-leder til PEN-skinne i hovedfordelingen.

304.3.4.2.1.101.2 Fordelingssystemer med mer enn én strømkilde

Nettselskapet skal levere TN-S anlegg frem til installasjonens tilknytningspunkt i hovedfordeling i henhold til NEK 399:2022, metode C. Grensesnitt er i bygningsvegg.

Ved eksisterende tilknytningspunkt, som ikke er i henhold til NEK 399 ved metode C, skal nettselskap levere TN-S anlegg frem til hovedfordeling. Grensesnitt er i bygningsvegg.

304.3.4.2.1.102 Eksisterende tilknytning som ikke er i samsvar med NEK 399:2022

Ved tilknytning til installasjoner, der det ikke er definert et grensesnitt mellom netteier og anleggseier i henhold til NEK 399, vil grensesnittet kunne være som følger:

— Ved luftledningsanlegg:

Utgangen av klemmen, som er nettselskapets ansvar og forsynt med EX-luftledning, med tilhørende ledning inn i gjennomføring (trakt) på bygningsvegg.

— Ved kabelanlegg: I bygningsvegg hvor stikkledning fremføres til kundens hovedfordeling.

Det skal leveres TN-C forsyning frem til hovedfordeling. Det henvises også til: 304 Installasjonens formål, strømforsyning og struktur.

Tillegg 3A (normativt)

Kartlegging av eksisterende anlegg for LS distribusjon

Kartlegging av eksisterende anlegg for LS distribusjon skal minimum omfatte følgende:

- 1) antatt byggeår,
- 2) eksisterende dokumentasjon for anlegget,
- 3) type fordelingssystem, IT, TT eller TN-230 V,
- 4) transformator-kapasitet - termisk og plassbehov,
- 5) tilstrekkelig plass til en ny transformator eller evt. treviklingstransformator,
- 6) type tavle og kabelskap,
- 7) mulig tilstrekkelig plass til en ekstra tavle ved treviklingstransformator,
- 8) type, tverrsnitt og referanseinstallasjonsmetode for kabler/luftledninger,
- 9) tverrsnitt for PE-leder,
- 10) utjevningsforbindelser til utsatte ledende deler og endre ledende deler,
- 11) type jordelektrode,
- 12) type overstrømsvern,
- 13) type overspenningsvern og plassering, og
- 14) intern forsyning i stasjonen.

MERKNAD Innhenting av nødvendige opplysninger for eksisterende anlegg gjøres før ombygging for å sikre at den er egnet til ombygging fra 230 V til 400 V.

Tillegg 3B (normativt)

Kartlegging av eksisterende anlegg for installasjon

MERKNAD Innhenting av nødvendige opplysninger for eksisterende anlegg gjøres før ombygging for å sikre at den er egnet til ombygging fra 230 V til 400 V.

Kartlegging av eksisterende anlegg for installasjon skal minimum omfatte følgende:

- 1) beskrivelse av grensesnitt for tilknytning til LS distribusjonsnett,
- 2) innhente informasjon om installasjonen er tilrettelagt for sakkyndig eller ikke sakkyndig betjening,
- 3) innhenting av eksisterende dokumentasjon for anlegget,
- 4) type tavle for hovedforsyning og eventuelle undertavler,
- 5) type, tverrsnitt og referanseinstallasjonsmetode for kabler/ledninger,
- 6) tverrsnitt for beskyttelsesjordledere,
- 7) rom med ikke-ledende omgivelser:
 - er det forsynt fra en eller flere kurser, og
 - avstand til utsatte ledende deler og andre ledende deler.
- 8) type jordelektrode,
- 9) utjevning til utsatte ledende deler og andre ledende deler, og
- 10) om jordingssystemet er sammenkoblet med nettselskapets jordingssystem,
- 11) om vannrør er benyttet som beskyttelsesjordleder,
- 12) type overstrømsvern og plassering, og
- 13) type overspenningsvern.

4 Beskyttelse for sikkerhet

4-41 Beskyttelse mot elektrisk sjokk

410 Generelt

410.3.6 Beskyttelsesmetodene, spesifisert i Tillegg 41C

410.3.6.101 Beskyttelsesmetode ved ombygging

Beskyttelsesmetoden ikke-ledende omgivelser, spesifisert i NEK 400-4-41:2022, Tillegg 41C. kan benyttes i installasjoner som er:

- kun tilgjengelig for sakkyndige eller instruerte personer, eller
- tilgjengelig for ikke-sakkyndige personer forutsatt at:
 - a) alle kurser i samme rom er tilknyttet én og samme fase, og
 - b) hver enkelt forbrukerkurs er individuelt beskyttet med strømstyrt jordfeilvern med merkeutløsestrøm ≤ 30 mA.

[Tillegg 4A \(informativt\)](#) beskriver forskjellige forhold knyttet til anvendelsen av beskyttelsesmetoden ikke-ledende omgivelser.

MERKNAD 1 Metoden var tillatt brukt til og med forskriften FEB 1991, altså til ny forskrift FEL ble gjort gjeldende fra 1. januar 1999.

Ved ombygging av anlegg installert før 1. januar 1999 kan det således være metoden «ikke-ledende omgivelser» som er benyttet for beskyttelse mot elektrisk sjokk.

MERKNAD 2 Ved å bruke samme fase i hele installasjonen forhindrer man at bruker, ved hjelp av skjøteledning eller lang kabel på utstyr, tar en annen fase inn i rommet.

MERKNAD 3 For å oppnå en bedre sikkerhet anbefales det å unngå bruk av ikke-ledende omgivelser som beskyttelsesmetode.

411.3.3 Spesifikke krav til tilleggsbeskyttelse

411.3.3.101 Alle forbrukerkurser skal være individuelt beskyttet av et strømstyrt jordfeilvern med merkeutløsestrøm ≤ 30 mA.

Tillegg 4A (informativt)

Ikke-ledende omgivelser

1 Innledning

NEK400:2022 angir i 410.3.6 beskyttelsestiltaket «ikke-ledende omgivelser» som beskyttelsestiltak mot elektrisk sjokk kun kan benyttes når installasjonen drives, eller er underlagt tilsyn, av en sakkyndig eller instruert person, slik at endringer i strid med sikkerhetskravene ikke kan foretas. Det henvises til spesifisering i Tillegg 41C (normativt).

Tillegg 41C.1.2 sier at utsatte ledende deler skal anordnes slik at personer under normale omstendigheter ikke samtidig kan komme i kontakt med - to utsatte ledende deler, eller - en utsatt ledende del og en annen ledende del dersom det er sannsynlig at disse deler kan ha ulikt potensial ved feil i grunnleggende isolasjon.

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

Tillegg 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.

Metoden var tillatt brukt, også for ikke-sakkyndige, til og med forskriften FEB 1991, som var gjeldende frem til januar 1999.

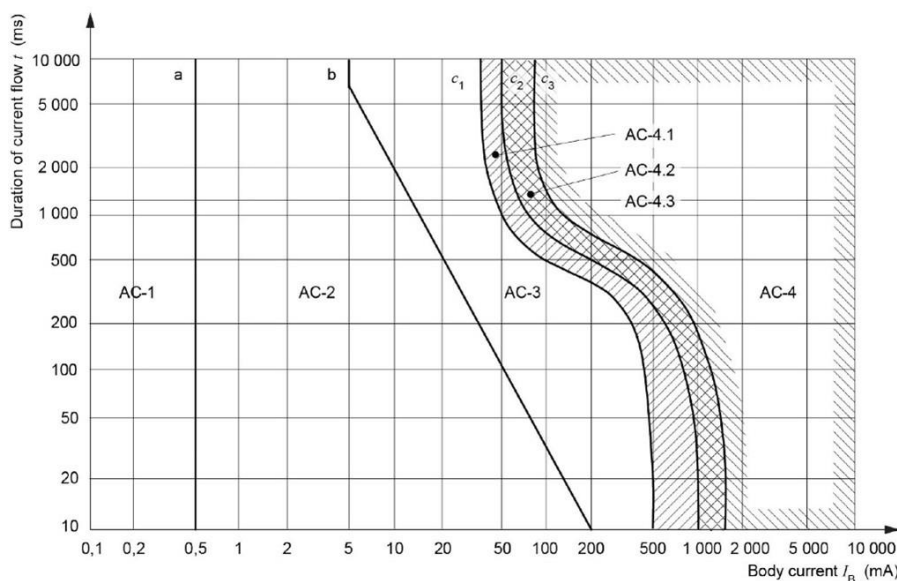
Ved ombygging av anlegg installert før 1. januar 1999 kan det således være metoden «ikke-ledende omgivelser» som er benyttet for beskyttelse mot elektrisk sjokk, i «tørre rom».

En ombygging der «ikke-ledende omgivelser» ikke lenger brukes som beskyttelsesmetode, vil i mange tilfeller, hvis en skal følge NEK 400-2022, medføre utskifting av kabel-/ledningssystemet, i tillegg til utskifting av stikkontakter til kontakter med jordingsklemme. Dette vil kunne medføre både store kostnader og ulemper for eier/bruker.

De normative minimumskravene, gitt i [410.3.6](#), kan benyttes under gitte betingelser. De neste kapitlene viser dokumentasjon for minimumskravene. Det presiseres at det er tilrådelig at utskifting foretas.

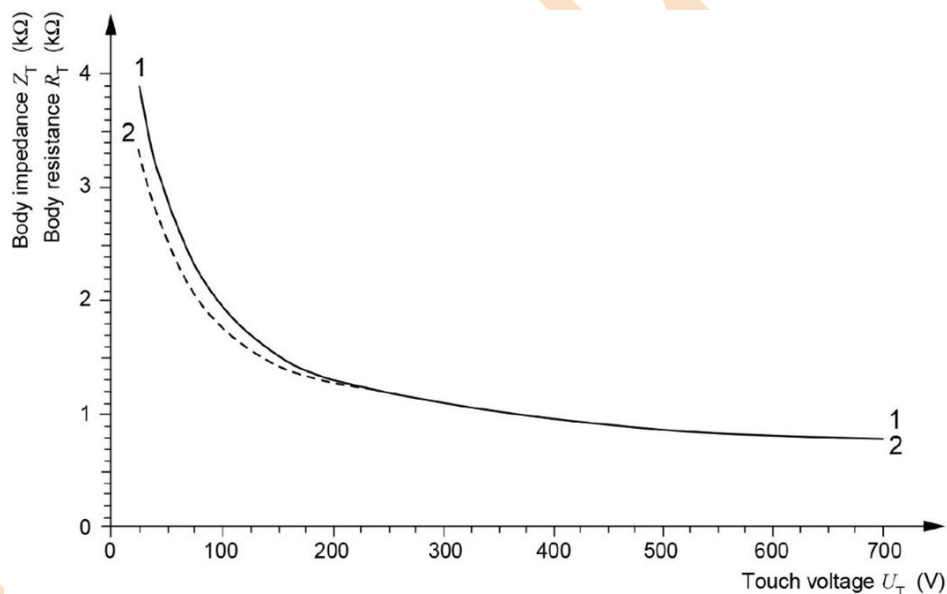
2 Teori

IEC 60479 beskriver virkningen av strømgjennomgang i kroppen. De to parametrene som i hovedsak påvirker virkningen er strømstyrke og varighet. Ut fra dette er det definert soner. Litt forenklet kan en si at en i sone AC-1 ikke merker strømmen, i sone AC-2 merker personen den, men uten at den utgjør vesentlig fare, mens en i sone AC-3 og AC-4 kan få større skader (i verste fall død).



Figur 1 — Kurve fra IEC 60479 som beskriver virkningen av strømgjennomgang i kroppen

Strømmen gjennom kroppen er avhengig av spenningen en person blir utsatt for, og kroppens motstand (Ohms lov). Kroppsmotstanden avtar med spenningen, først og fremst fordi den viktigste delen av kroppsmotstanden, huden, brytes ned.



Figur 2 — Berøringsspenning som en funksjon av kroppsimpedans

Basert på kurven gir en spenning på 400 V en kroppsmotstand på ca. 1 kΩ. Dette vil igjen resultere i en strømstyrke på rundt 400 mA. Ifølge soneinndelingen vil en strøm på 400 mA føre til at vi kommer inn i sone AC-3, og hvis strømmen ikke brytes raskt nok, kan vi komme inn i sone AC-4. Ved 400 mA vil et 30 mA strømstyrt jordfeilvern bryte raskt, anslagsvis senest i løpet av 2 perioder, 40 ms. Dette vil i så fall forhindre at vi kommer inn i sone AC-4. Men sone AC-3 kan være alvorlig nok.

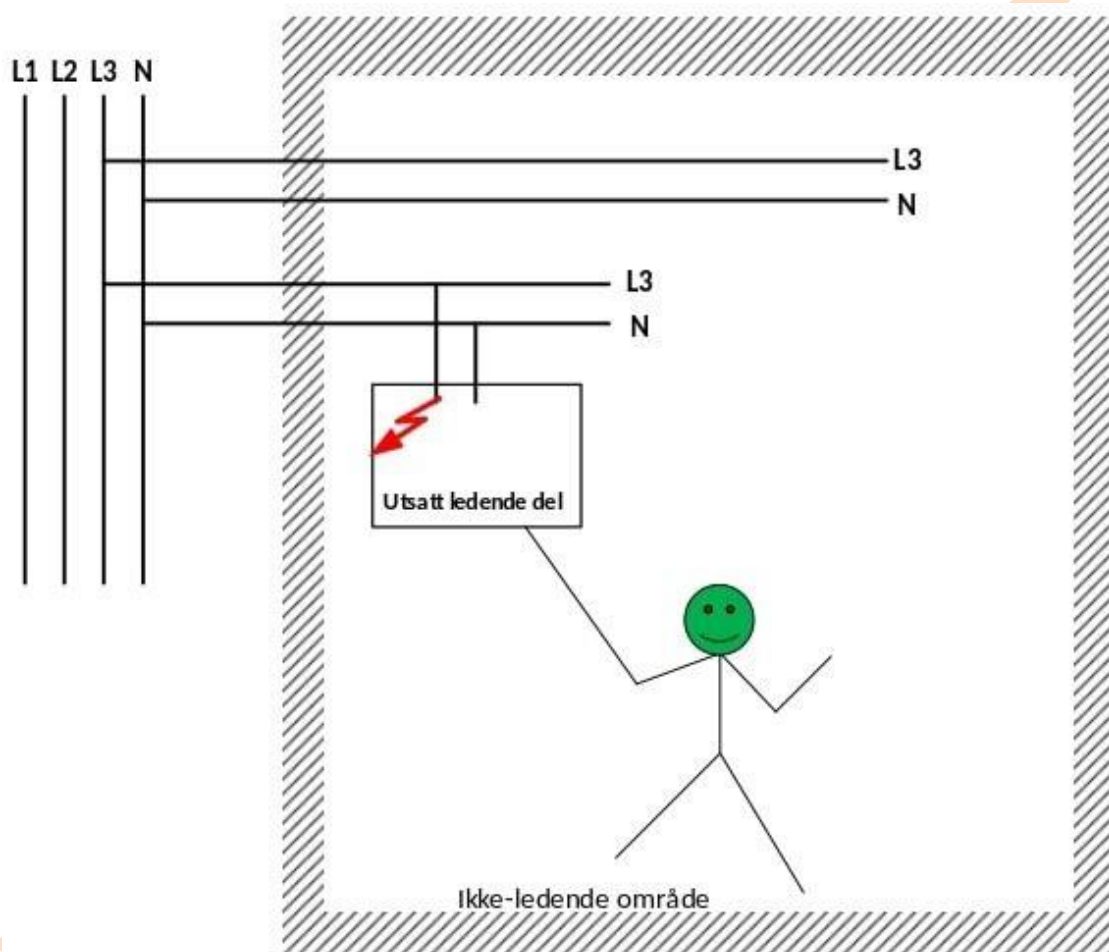
Før ombygging, hvor man kan bli utsatt for 230 V, vil kroppsmotstanden være omtrent 1,3 kΩ og strømmen rundt 180 mA. Dersom jordfeilvern ikke kobler ut innen en halvperiode, vil man komme inn i sone AC-3, men nærmere AC-2 enn ved 400 V. Uten jordfeilvern kan man også risikere å komme inn i

AC-4, spesielt hvis man ikke klarer å frigjøre seg raskt nok. Strømgjennomgang kan føre til muskellammelser, noe som gjør det umulig å slippe taket i spenningsførende deler.

3 Mulige feilsituasjoner

I alle tilfellene antas det ikke-ledende omgivelser som er isolerende mot jord, med en motstand på over 50 kΩ.

3.1 Feilsituasjon 1: - Enpolet isolasjonssvikt på et utstyr med utsatt ledende del. Strømstyrt jordfeilvern RCD er ikke montert.



Figur 3 — Enpolet isolasjonssvikt på et utstyr med utsatt ledende del

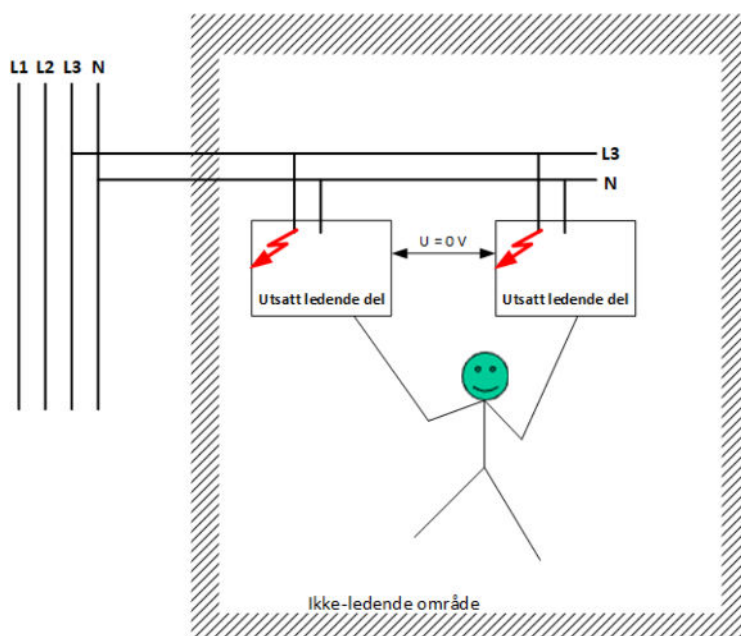
Her fungerer ikke-ledende omgivelser som beskyttelsestiltak. Det vil ikke gå farlig strøm gjennom kroppen.

Forskjell mellom 230 V IT og 230/400 V TN:

- Ved 230 V vil feil på vilkårlig fase representere en spenning ca. 133 V mellom utsatt ledende del og jord.

- Ved 230/400 V vil feil på faseleder representere spenning 230 V mot jord, mens feil på N-leder vil gi tilnærmet null spenning mot jord.

3.2 Feilsituasjon 2: Enpolet isolasjonssvikt på to ulike utstyr, men på samme fase. Strømstyrt jordfeilvern RCD er ikke montert.



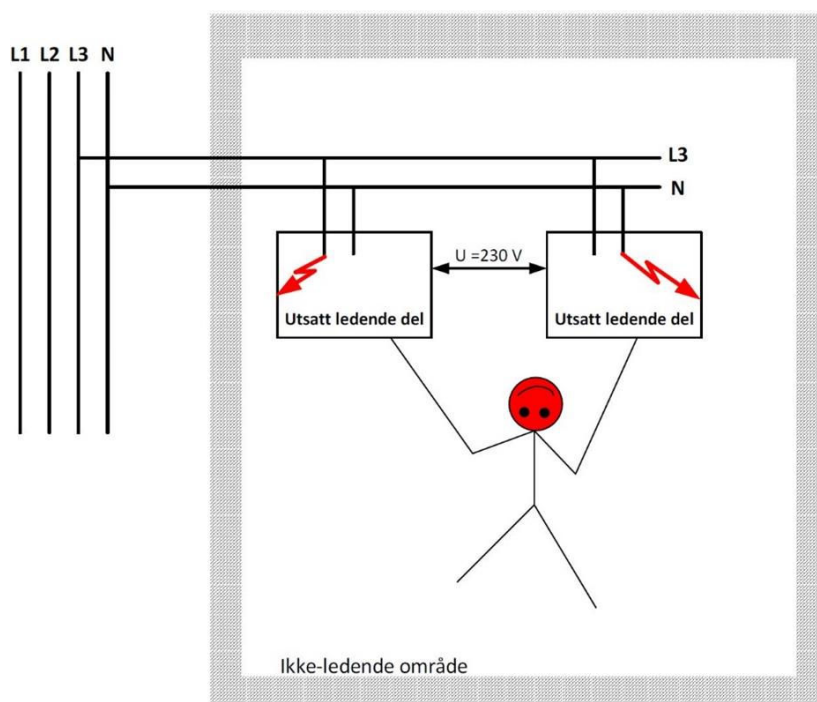
Figur 4 — Enpolet isolasjonssvikt på to ulike utstyr, men på samme fase

Ikke-ledende omgivelser fungerer som beskyttelsestiltak mot jord. Det oppstår ikke berøringsspenning mellom de to utsatte ledende delene, så lenge feilen er på samme fase. Det vil ikke gå farlig strøm gjennom kroppen.

Forskjell mellom 230 V IT og 230/400 V TN:

- Ved 230 V vil feil på vilkårlig fase representere en spenning ca. 133 V mellom utsatt ledende del og jord.
- Ved 230/400 V vil feil på faseleder representere en spenning på 230 V mot jord, mens feil på N-leder vil gi tilnærmet null spenning mot jord.

3.3 Feilsituasjon 3: Enpolet isolasjonssvikt på to ulike utstyr, forskjellige faser. Strømstyrt jordfeilvern RCD er ikke montert.



Figur 5 — Enpolet isolasjonssvikt på to ulike utstyr, forskjellige faser. Ikke strømstyrt jordfeilvern RCD

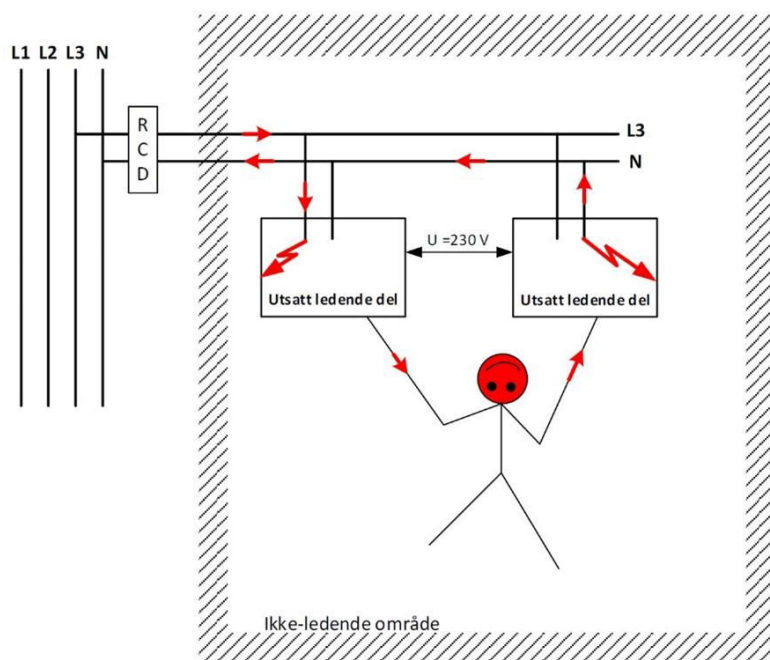
Ikke-ledende omgivelser fungerer som beskyttelsestiltak mot jord, **men** det oppstår berøringsspenning 230 V mellom de to utsatte ledende delene. Det vil kunne gå en farlig strøm gjennom kroppen.

Forskjell mellom 230 V IT og 230/400 V TN:

- Ved 230 V vil feil på begge utsatte ledende delene, ha en spenning ca. 133 V mellom utsatt ledende del og jord.
- Ved 230/400 V vil utsatt ledende del på det ene utstyret ha spenning 230 V mot jord, mens det andre har tilnærmet null spenning mot jord. Denne forskjellen har ingen praktisk betydning, i og med at den farlige spenningen i begge tilfeller opptrer mellom de to utsatte ledende delene.

Denne situasjonen er farlig. MEN, den var også akseptert frem til 1999.

3.4 Feilsituasjon 4: Enpolet isolasjonssvikt på to ulike utstyr, forskjellige faser. Strømstyrt jordfeilvern RCD er montert.

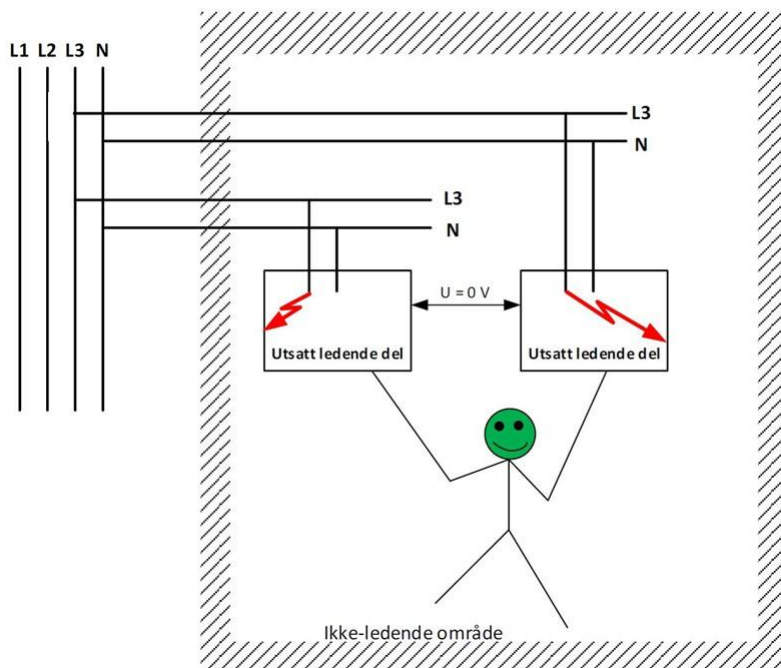


Figur 6 — Enpolet isolasjonssvikt på to ulike utstyr, forskjellige faser. Strømstyrt jordfeilvern RCD montert

I dette tilfellet vil sum strøm gjennom jordfeilvern fortsatt være lik 0 A, og RCD løser ikke ut.

Denne situasjonen er farlig. MEN: Den var også akseptert frem til 1999.

3.5 Feilsituasjon 5: Enpolet isolasjonssvikt på to ulike utstyr, på to ulike kurser, men på samme fase. Strømstyrt jordfeilvern RCD er ikke montert.



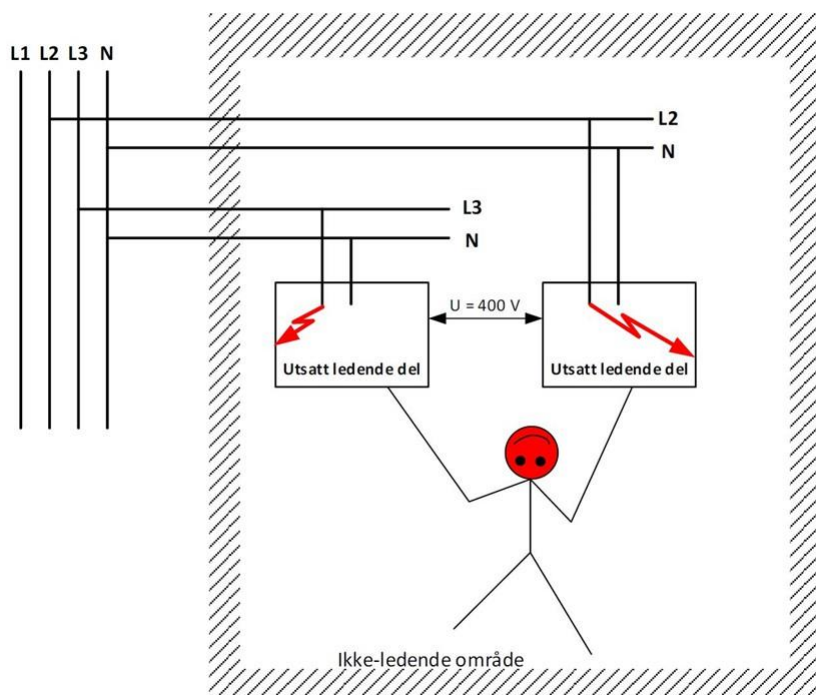
Figur 7 — Enpolet isolasjonssvikt på to ulike utstyr, på to ulike kurser, men på samme fase

Ikke-ledende omgivelser fungerer som beskyttelsestiltak mot jord. Det oppstår ikke berøringsspenning mellom de to utsatte ledende delene, så lenge feilen er på samme fase. Det vil ikke gå farlig strøm gjennom kroppen.

Forskjell mellom 230 V IT og 230/400 V TN:

- Ved 230 V vil feil på vilkårlig fase representere en spenning ca. 130 V mellom utsatt ledende del og jord.
- Ved 230/400 V vil feil på faseleder representere spenning 230 V mot jord, mens feil på N-leder vil gi tilnærmet null spenning mot jord.

3.6 Feilsituasjon 6: Enpolet isolasjonssvikt på to ulike utstyr, på to ulike kurser, og på ulike faser. Strømstyrt jordfeilvern RCD er ikke montert.



Figur 8 — Enpolet isolasjonssvikt på to ulike utstyr, på to ulike kurser, og på ulike faser. Ikke montert RCD.

Ikke-ledende omgivelser fungerer som beskyttelsestiltak mot jord, **men** det oppstår berøringsspenning 400 V mellom de to utsatte ledende delene. Det vil her gå en farlig strøm gjennom kroppen.

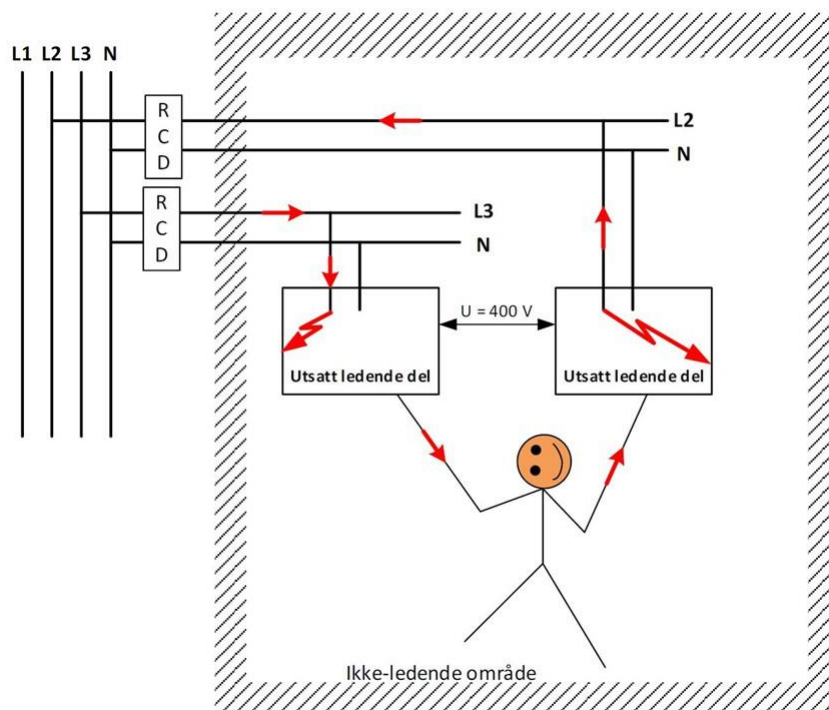
Forskjell mellom 230 V IT og 230/400 V TN:

Begge tilfeller vil gi linjespenning mellom de utsatte ledende delene:

- 230 V i 230 V-systemet
- 400 V i 230/400 V-systemet

Denne situasjonen er farlig. Denne har IKKE vært akseptert tidligere, ettersom ikke-ledende omgivelser ikke har vært akseptert i 230/400V TN-systemer i boliger.

3.7 Feilsituasjon 7: Enpolet isolasjonssvikt på to ulike utstyr, på to ulike kurser, og på ulike faser. Strømstyrt jordfeilvern RCD er montert.



Figur 9 — Enpolet isolasjonssvikt på to ulike utstyr, på to ulike kurser, og på ulike faser. Montert RCD.

Situasjonen er som i kapittel 3.6, men med installert RCD på hver enkelt kurs.

Forskjell fra kapittel 3.6 : I dette tilfelle vil begge RCD kunne løse ut, dersom strøm er større enn 30mA.

For et 230 V-anlegg som allerede har installert RCD individuelt på kursene, vil ombygging resultere i redusert sikkerhet, ved at berøringsspenningen økes.

4 Oppsummering av de ulike situasjonsbeskrivelsene

Potensielt farlige situasjoner oppsummert:

- Situasjon beskrevet i 3.3 Hvor det er berøringsspenning på 230 V. Jordfeilvern vil IKKE avhjelpe situasjonen.
- Situasjonen beskrevet i 3.6 med en berøringsspenning på 400 V, mot tidligere 230 V. Her vil et jordfeilvern forbedre situasjonen ved å koble ut kursene, og dermed redusere risikoen for skader.
- Radiatorer, som normalt har god kontakt med jordpotensialet, representerer også en risiko. Montering av jordfeilbryter på forbrukerkurser gir rask utkobling ved samtidig berøring av feilutsatt utstyr og radiator.
- Montering av jordfeilbrytere, sammen med at alle enfasekurser i samme rom er tilknyttet samme fase, er nødvendig for å opprettholde sikkerheten i rom med ikke-ledende omgivelser.

Det anbefales sterkt å unngå bruk av ikke-ledende omgivelser som beskyttelsesmetode.

4-42 Beskyttelse mot termiske virkninger

422 Beskyttelse mot brann forårsaket av feilstrømmer

422.101 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 stikkledning under forutsetning av at stikkledningen er beskyttet mot overstrømmer i samsvar med NEK 400-4-43.

4-43 Beskyttelse mot overstrømmer

431 Beskyttelse mot overstrømmer ved automatisk utkobling av strømtilførselen

431.101 Beskyttelse etter ombygging

Etter ombygging skal alle kurser, inkludert stikkledninger være beskyttet mot overstrømmer.

MERKNAD Forskrifter for forsyningsnettet frem til forskriften FEF "Forskrift om elektriske forsyningsnett" var ikke funksjonsstyrte, men regelstyrte. Forskriftene hadde tabeller som en skulle bruke for å velge overstrømsvern for overstrømsbeskyttelse av kabler og luftledninger. Det var overbelastningsstrømmen som det var fokus på, og mindre vekt på kortslutningsstrømmens betydning. Etter at forskriften (FEF) ble endret i 2006, og pekte til NEK 400 som en mulig standard å benytte for valg av løsninger, har det ført til endret praksis.

4-44 Beskyttelse mot spenningsforstyrrelser og elektromagnetiske forstyrrelser

443 Beskyttelse mot atmosfæriske overspenninger og koblingsoverspenninger

443.3 Anordning av overspenningsbeskyttelse

443.3.1 Spesielle beskyttelsestiltak mot overspenninger

443.3.1.101 Tiltak i LS distribusjonsnett

MERKNAD Intern lavspenningsforsyning i nettstasjoner og transformatorstasjoner er en "integret del av LS distribusjonsnettet" og dermed ikke omfattet av kravene til overspenningsvern.

443.3.1.102 Tiltak i installasjoner

Der det ikke er etablert overspenningsvern i den eksisterende installasjonen, spesielt der er det benyttet luftstrekk, bør det i samråd med kunden vurderes og avklares om det skal monteres overspenningsvern.

5 Valg og montasje av utstyr

5-51 Generelle forhold

510.101 Krav til utstyr i LS distribusjonsnett

Eksisterende utstyr skal ha tilfredsstillende kvalitet og de nødvendige egenskaper for å kunne benyttes videre etter ombygging.

Åpne fordelinger, tavler og kabelskap, uten tilstrekkelig IP-grad skal ikke benyttes etter ombygging.

Følgende utstyr skal skiftes ut ved ombygging i LS distribusjonsnett:

- Eksisterende distribusjonstransformator skiftes ut til en ny 400 V transformator med koblingsgruppe Dyn11 400 V alternativt med:
 - Treviklingstransformator med sekundær viklinger på henholdsvis 230 V og 400 V må vurderes i hvert enkelt tilfelle.
 - Ved treviklingstransformator skal det etableres 2 fordelingstavler i nettstasjonen. Hvis det ikke er plass må det etableres fordelingsskap på utsiden av stasjon.
- Energimåler er plassert i kundens installasjon, men er nettselskap sin eiendom. Energimåleren skal vurderes om den må skiftes ut. Det er viktig å følge merking beskrevet i kapittel 514 og brukerveiledning, samt nettselskapet sine retningslinjer.

I kabelskap og tavler i nettstasjon skal det etableres en PEN-skinne.

510.102 Krav til utstyr i installasjoner

Eksisterende utstyr skal ha tilfredsstillende kvalitet og de nødvendige egenskaper for å kunne benyttes videre etter ombygging.

Åpne fordelinger og tavler uten tilstrekkelig IP-grad skal ikke benyttes etter ombygging.

I mange tilfeller vil det i forbindelse med ombygging være nødvendig å etablere en ny tavle med tilhørende utstyr, for å tilfredsstille krav spesifisert i [810](#).

512 Driftsforhold og ytre påvirkninger

512.2 Ytre påvirkninger

512.2.101 Luftledninger i LS distribusjonsnett

Ved fremføring av luftledninger i LS distribusjonsnett skal det verifiseres at den eksisterende stolpen tåler de mekaniske påkjenninger ved ombygging.

513 Tilgjengelighet

513.101 Ombygging

Etter ombygging skal tilgjengeligheten til utstyr ikke være forringet i vesentlig grad.

514 Merking og dokumentasjon

514.3 Merking av ledere

514.3.101 Merking i LS distribusjonsnett

For ledere i LS distribusjonsnett gjelder følgende krav:

PEN-leder skal merkes med fargekombinasjonen GRØNN-OG-GUL og med fargen BLÅ:

- for isolerte hengeledningssystemer, ved hver mast og ved avgreininger,
- for kabler, ved tilkoblingspunkter i kabelskap, nettstasjon og mastetopp, og
- i ombygde kabelskap og fordelingstavler.

Faseledere bør merkes i kabelskap og nettstasjon med fargene:

- SORT for fase L1,
- BRUN for fase L2, og
- GRÅ for fase L3

5-52 Valg og montasje av utstyr - Ledningssystemer

520.4.101 LS distribusjonsnett

Følgende eksisterende ledningssystemer skal ikke benyttes ved ombygging i LS distribusjonsnettet siden utstyret ikke har de nødvendige egenskaper:

- Kabler av typen NKBA, DKBA, DOBA og DKE, samt andre blykabler.
- Kabler av typen TFSP og andre plastkabler med redusert tverrsnitt på skjerm, med mindre overstrømsbeskyttelsen av kabelen er dimensjonert med tanke på strømmen som kan flyte i skjermen.
- Kabler, hvor eksisterende PE-leder ikke er termisk eller mekanisk egnet til å kunne benyttes som PEN-leder.
- Blanke luftledninger, og 3-leder EX hengeledning for trefaseforsyning.

3-leder EX hengeledning kan anvendes ved énfaset eller tofaset forsyning.

520.4.102 Installasjon

Kabler av typen NKBA, DKBA, DOBA, DKE og KULO, samt andre blykabler.

5-53 Valg og montasje av utstyr - Utstyr for beskyttelse for sikkerhet, frakobling, bryting, kontroll/styring og overvåkning

533 Utstyr for beskyttelse mot overstrømmer

533.101 Anvendelse av overstrømsvern i samsvar med NEK EN 60269-serien

I installasjoner beregnet til betjening av ikke-sakkyndige personer, skal overstrømsvern i forbrukerкурser som er i samsvar med NEK EN 60269-serien erstattes med overstrømsvern i samsvar med kravene i NEK 400:2022 810.530.4.301

MERKNAD 1 UZ-elementer og diazed smeltesikringer er overstrømsvern i samsvar med NEK EN 60269-serien.

MERKNAD 2 UZ - sikringene/skrusikringer gjør spenningsførende ledere tilgjengelig for berøring når sikringsholderen er skrudd ut. Dette er uheldig fra et sikkerhetssynspunkt, og det er ikke anbefalt å benytte slike overstrømsvern hvor ikke-sakkyndige personer kan betjene dem.

537 Frakobling og utkobling

537.5 Funksjonsbryting

537.5.2 Funksjonsbrytere

537.5.2.101 Énpolte funksjonsbrytere

For énpolte funksjonsbrytere, f.eks. for styring av lys eller annet utstyr, skal det sikres at bryterfunksjonen er montert i faseleder og ikke i nøytralleder.

5-54 Valg og montasje av utstyr - Jordingssystemer, beskyttelsesledere og utjevningsledere for beskyttelsesformål

542 Jordelektroder

542.101 Jordelektroder i LS distribusjonsnett

Det skal sørges for at det er etablert en tilfredsstillende jordelektrode.

MERKNAD Kravene gitt i FEF § 5-5 veiledning skal overholdes.

542.102 Jordelektrode i installasjon

Hvor et metalliske vannrørsystem e.l. er benyttet som jordelektrode skal det etableres en ny jordelektrode i samsvar med kravene i NEK 400-5-54:2022, avsnitt 542.2.

542.4 Hovedjordklemmer/hovedjordskinne

542.4.101 Utjevningsforbindelser i LS distribusjonsnett

Det skal sørges for at alle nødvendige utjevningsforbindelser er etablert.

542.4.102 Manglende hovedutjevningsforbindelser

I installasjoner hvor det ikke er etablert hovedutjevningsforbindelser i samsvar med kravene i NEK 400-4-41:2022, avsnitt 411.3.1, skal det etableres hovedutjevningsforbindelser i samsvar med kravene i NEK 400-5-54:2022, avsnittene 542.4 og 544.1.

543 Beskyttelsesledere

543.2 Typer beskyttelsesjordledere

543.2.101 Vannrør benyttes som beskyttelsesjordleder

Hvor et metallisk vannrør eller andre metalliske deler spesifisert i NEK 400-5-54:2022, avsnitt 543.2.3 er benyttet som beskyttelsesjordleder, skal disse erstattes med en beskyttelsesjordleder i samsvar med kravene i NEK 400-5-54:2022, avsnitt 543.

6.4 Verifikasjon av en ny installasjon

6.4.2 Inspeksjon

6.4.2.101 Inspeksjon ved ombygging

Det skal verifiseres at ikke-ledende omgivelse kun inneholder én fase som spesifisert i [410.3.6.101](#).

Tilstedeværelse av jordelektrode og utjevningsforbindelser skal verifiseres.

6.4.3 Prøving

6.4.3.101 Prøving ved ombygging

Før installasjon kobles til LS distribusjonsnett, skal det verifiseres at:

- linjespenningen er 400 V,
- fasespenningen er 230 V, og
- spenningen mellom fase og jord er 230 V.

Før en kurs kobles til, skal det verifiseres at:

- linjespenningen er 400 V,
- fasespenningen er 230 V, og
- spenningen mellom fase og jord er 230 V.

7 Krav til spesielle installasjoner og områder

Det er ingen spesifikke krav knyttet til spesielle installasjoner og områder ved ombygging.

8 Krav til andre spesielle installasjoner

810 Valg, utførelse og montasje av fordelingstavler

810.512.303.101 Fordelingstavler og kabelskap i LS distribusjonsnett

Etter ombygning skal fordelingstavler og kabelskap ha kapslingsgrad minst IP2X eller IPXXB,

Det skal etableres PEN-skinne i fordelingstavler og kabelskap ved ombygging.

Fordelingstavler og kabelskap skal tydelig merkes utvendig med rødt skilt og teksten 400 V,

For fordelingstavler hvor hendelsesenergi beregnes, bør det fremgå av dokumentasjonen forutsetningene som er lagt til grunn for beregningene og eventuelle tiltak som bør benyttes for å beskytte personer.

810.512.303.102 Fordelingstavler i installasjon

I fordelingstavler skal det etableres en nøytrallederskinne (N-skinne).

Etter ombygging, skal fordelingstavler minst ha kapslingsgrad IP2X eller IPXXB.

For tavler hvor hendelsesenergi beregnes, bør det fremgå av dokumentasjonen forutsetningene som er lagt til grunn for beregningene og eventuelle tiltak som bør benyttes for å beskytte personer.

Tillegg A (informativt)

Krav i tidligere forskrifter og standarder for installasjon

A.1 Generelt

Dette kapittelet gir en beskrivelse av de viktigste avvikene i eldre installasjoner i forhold til relevante krav til beskyttelse for sikkerhet spesifisert i NEK 400. Det er tatt utgangspunkt i de forskjellige forskrifter og utgaver av NEK 400.

A.2 Installasjoner utformet før januar 1991

Før 1. januar 1991 ble installasjoner utformet i samsvar med:

- Forskrifter for elektriske anlegg av 5. desember 1963 («Rød-boken»), eller
- Forskrifter for elektriske bygningsinstallasjoner (FEB) av 20. november 1987. Denne forskriften, FEB-88, var gjeldende forskrift fra 1. april 1988.

Disse forskriftene var regelstyrte og avviker vesentlig fra senere forskrifter og de forskjellige utgavene av NEK 400.

Forskriftene definerte lavspenningsanlegg til de med nominell spenning ≤ 250 V AC. Mellomspenningsanlegg var de med nominell spenning ≤ 1000 V AC og som ikke var et lavspenningsanlegg. Mellomspenningsanlegg er i dagens forskrifter og normer ikke benyttet, og et lavspenningsanlegg er de med nominell spenning ≤ 1000 V AC.

Med tanke på ombygging fra 230 V IT/TT til 230/400 V TN er følgende forhold relevante:

- 1) Det var tillatt å benytte innkommende vannrør som jordelektrode for installasjonen. Denne praksisen ble nok mindre benyttet de siste årene forskriftene var gyldige. I NEK 400 er anvendelse av vannrør ikke tillatt som jordelektrode.
- 2) Det var tillatt å benytte vannrør i bygningen som beskyttelsesjordleder. Igjen en praksis som nok ble mindre benyttet de siste årene forskriftene var gyldige. I NEK 400 er vannrør ikke tillatt benyttes som beskyttelsesleder. Dette henger sammen med at metalliske vannrør kan bli erstattet av plastrør, og da vil beskyttelsesfunksjonen i vannrøret forsvinne.
- 3) Beskyttelsesmetoden «ikke-ledende omgivelser» ble benyttet i boliger i alle områder uten tilstedeværelse av vann. Beskyttelsesmetoden ble i mindre grad benyttet i kjellere hvor det var antatt av gulv/vegger hadde en ledende forbindelse til jord.
- 4) Sikringsskap kunne være utformet uten beskyttelsesjord i skapet. Dette kunne man gjøre fordi det var unødvendig å distribuere beskyttelsesjord til andre steder enn der vannrør var til stede.
- 5) Ledertverrsnittet til beskyttelsesjordleder i standardiserte kabler for fast forlegning var mindre enn faseledertverrsnittet. Med kabel med ledertverrsnitt $1,5 \text{ mm}^2$ var ledertverrsnittet til beskyttelsesjordleder kun 1 mm^2 . Det ble også benyttet redusert tverrsnitt på beskyttelsesjordleder for ledning i rør. Typisk $1,5 \text{ mm}^2$ der faselederne var $2,5 \text{ mm}^2$, og $1,5 \text{ mm}^2$ eller $2,5 \text{ mm}^2$ der faselederne var 4 mm^2 .

- 6) Overstrømsvern er/var hovedsakelig smeltesikringer av typen UZ-elementer. Dette innebærer at det kun var benyttet enpolte vern i flerfase kurser.
- 7) Merkestrøm for overstrømsvern var knyttet til ledertverrsnitt uavhengig av kablens forlegningsmetode/referanseinstallasjonsmetode.
- 8) Det var krav til jordfeilvern i forbindelse med enkelte varmekabelinstallasjoner, spesielle installasjoner og der det i boliger var benyttet TN installasjoner med 400 V (mellomspenningsanlegg).

A.3 Installasjoner utformet i perioden 1. januar 1991 - 1. januar 1999 (Feb-91)

Forskrifter om elektriske bygningsinstallasjoner av 22. desember 1989 trådte i kraft 1. januar 1991. Denne forskriften danner et fullstendig brudd med tidligere forskrifter ved at den sterke regelstyringen ble forlatt, og det legges opp til en mer funksjonsstyrt forskrift. Forskriften var basert på normserien IEC 60364/CLC HD 384.

MERKNAD 1 NEK 400 er basert på den samme standardserien, og strukturen i FEB-91 og NEK 400 er sammenfallende (med visse endringer).

Med tanke på ombygging fra 230 V IT/TT til 230/400 V TN er følgende forhold relevante:

- 1) Det var ikke lenger tillatt å benytte innkommende vannrør som jordelektrode for installasjonen.
 - 2) Det var ikke lenger tillatt å benytte vannrør i bygningen som beskyttelsesjordleder.
 - 3) Beskyttelsesmetoden «ikke-ledende omgivelser» ble benyttet i boliger i alle områder uten tilstedeværelse av vann. Beskyttelsesmetoden ble i mindre grad benyttet i kjellere hvor det var antatt av gulv/vegger hadde en ledende forbindelse til jord. Hovedårsaken til at denne beskyttelsesmetoden fremdeles var tillatt er at et av de viktigste kravene i IEC 60364-4-41 om at det ikke skulle være mulig å gjøre tiltaket uvirksom ble utelatt i forskriften.
 - 4) For beskyttelsesmetode «automatisk utkobling av strømtilførselen», var krav til utkobling av 1. jordfeil i TT- og TN-installasjoner og til utkobling av dobbel jordfeil i IT-installasjoner knyttet til den forventede berøringsspenningen ved feilstedet.
 - 5) Det ble krav om varsling eller utkobling av første jordfeil i IT-installasjoner.
 - 6) Ledertverrsnittet til beskyttelsesjordleder i standardiserte kabler for fast forlegning var mindre enn faseledertverrsnittet, men etter hvert ble kablene standardisert til at beskyttelsesjordleder var ekvivalent med faseledertverrsnittet.
- MERKNAD 2 Dersom man velger å bruke redusert ledertverrsnitt på beskyttelsesjordleder med faseleder opp til 16mm² så må den beregnes.
- 7) Overstrømsvern var i begynnelsen av perioden smeltesikringer av typen UZ-elementer, men etter hvert ble automatsikringer (MCB) tatt mer og mer i bruk. Vern i flerfase kurser gikk over fra å være enpolt til å bli flerpolte.
 - 8) Strømstyrt jordfeilvern ble tatt mer i bruk, men det pågikk diskusjoner om påliteligheten og problemer med utilsiktet utkobling. Strømstyrt jordfeilvern var påkrevd i TT-installasjoner, men ikke i IT-installasjoner.
 - 9) Det var krav om utjevning til innsiden av avløpsrør i plast, uavhengig av nettsystem.

- 10) Merkestrøm for overstrømsvern ble knyttet til kablenes strømføringssevne. Strømføringssevnen var avhengig av kablenes installasjonsmetode.

MERKNAD 3 Frem til 1999 var det mulig å legge 1,5mm² med 15A eller 16A beskyttelse. Vedlegg I i FEL som ble lansert i 1999 inneholdt et tilleggskrav om beskyttelse av PVC isolert kabel med ledertverrsnitt mindre eller lik 4 mm², et krav som senere er ivarettatt i NEK 400

A.4 Installasjoner utformet i perioden 1. januar 1999 - 30. juni 2002; NEK 400:1998

Forskrifter om elektriske lavspenningsanlegg av 6. november 1998 (FEL) trådte i kraft 1. januar 1999. Denne forskriften, som fortsatt er gjeldende forskrift, innebar et nytt brudd med tidligere forskrifter. Forskriften er helt funksjonsorientert ved at den gir overordnede sikkerhetskrav og spesifiserer hvilket sikkerhetsnivå som skal tilfredsstilles. Forskriften viser til NEK 400 som den prefererte metoden for å tilfredsstille forskriftens sikkerhetskrav, og presiserer at sikkerhetsnivået som skal tilfredsstilles er samlet gitt av forskriften og NEK 400.

NEK 400:1998 ble utgitt senhøstes i 1998, og var gyldig fra 1. januar 1999, samme dag som FEL trådte i kraft.

Med tanke på ombygging fra 230 V IT/TT til 230/400 V TN er følgende forhold i NEK 400:1998 relevante:

- 1) Innkommende vannrør kan ikke benyttes som jordelektrode for installasjonen.
- 2) Vannrør i bygningen kan ikke benyttes som beskyttelsesjordleder.
- 3) Beskyttelsesmetoden «ikke-ledende omgivelser» kan ikke lenger benyttes i boliger. Dette forhindres av kravet om at det ikke skal være mulig å gjøre tiltaket uvirksom inngikk i NEK 400:1998.
- 4) For beskyttelsesmetode «automatisk utkobling av strømtilførselen», var krav til utkobling av 1. jordfeil i TT- og TN-installasjoner og til utkobling av dobbel jordfeil i IT-installasjoner knyttet til den forventede berøringsspenningen ved feilstedet.
- 5) Fortsatt varsling av første jordfeil i IT-installasjoner med samme krav til hørbart og synlig signal ved jordfeil. Det hørbare signalet kan avstilles.
- 6) Ledertverrsnittet til beskyttelsesleder i standardiserte kabler for fast forlegning (les PR-kabel) er likt med faseledertverrsnittet.
- 7) Automatsikringer blir mer og mer benyttes som overstrømsvern. UZ-elementer blir fortsatt benyttet, men det er økt bevissthet om at disse egentlig ikke er egnet for ikke-sakkyndig betjening.
- 8) Strømstyrt jordfeilvern ble fortsatt ansett som nødvendig i TT-installasjoner, men ble i mindre grad benyttet i IT-installasjoner, selv om bruken var økende.
- 9) I Vedlegg I i FEL ble kravet om utjevning til innsiden av avløpsrør i plast modifisert til ikke å gjelde for TN-systemer. NEK 400:1998 stiller ingen spesifikke krav om utjevning til innsiden av avløpsrør i plast.
- 10) Krav om installasjon av overspenningsvern for en installasjon for beskyttelse mot indirekte lynnedslag knyttet til om det var mer enn 25 dager pr. år med hørbart tordenvær. Det var få steder hvor det var tilfelle.

A.5 Installasjoner utformet i perioden 1. juli 2002 – 30. juni 2006; NEK 400:2002

NEK 400:1998 ble erstattet av NEK 400:2002 1, juli 2002.

Med tanke på ombygging fra 230 V IT/TT til 230/400 V TN er følgende forhold i NEK 400:2002 utover de som gjelder for NEK 400:1998 relevante:

- 1) For installasjoner galvanisk tilkoblet et allment LS distribusjonsnett skal første jordfeil i IT-installasjoner kobles ut innen spesifiserte tider. Tidene var avhengig av forventet berøringsspenning på feilstedet. I realiteten innebar dette kravet at det måtte anvendes strømstyrt jordfeilvern for å tilfredsstille kravet til utkobling. Ved dobbel jordfeil i IT-installasjoner som var galvanisk adskilt fra et LS distribusjonsnett var det fortsatt krav til varsling av første jordfeil i IT-installasjoner med krav til hørbart og synlig signal ved jordfeil. Det hørbare signalet kan avstilles.

MERKNAD Viktig å merke seg at det i denne perioden ble montert 100 og 300mA jordfeilbrytere. Valget av størrelse på jordfeilvern måtte velges ut fra størrelsen på transformatoren og den strømmen som blir oppgitt som I_{dmin} .

- 2) Krav om utkobling av første jordfeil i IT-installasjoner medførte at kombinerte automatsikringer og jordfeilbrytere (jordfeilautomater) ble benyttet.
- 3) Økt anvendelse av strømstyrt jordfeilvern som følge av kravet til utkobling av første jordfeil i IT-installasjoner.
- 4) For overspenninger ble referansen til 25 dager pr. år med hørbart tordenvær fjernet. Det ble spesifisert at en risikobasert metode var under utarbeidelse, og at denne metoden skulle være bedre egnet til å klassifisere de ytre påvirkningene knyttet til lyn. Den risikobaserte metoden som ble spesifisert av IEC innebærer at antall lynnedslag pr. kvadratkilometer og år i realiteten måtte være mer enn 2,25 i Norge. Tilgjengelig statistikk da tilsa at dette antallet var 1,47 i det verste området. Dette tilsa at den risikobaserte metoden ikke var anvendelig, samtidig som man var klar over at installasjoner ble ødelagt pga. lynoverspenninger.
- 5) 712 solceller ble etablert i denne perioden.

A.6 Installasjoner utformet i perioden 1. juli 2006 – 30. juni 2010; NEK 400:2006

NEK 400:2002 ble erstattet av NEK 400:2006 1, juli 2006.

Med tanke på ombygging fra 230 V IT/TT til 230/400 V TN er følgende forhold i NEK 400:2006 utover de som gjelder for NEK 400:2002 relevante:

- 1) Beskyttelsesmetoden «ikke-ledende omgivelser» kan ikke lenger benyttes i installasjoner som ikke er under kontroll og tilsyn av sakkyndige eller instruerte personer.
- 2) For beskyttelsesmetode «automatisk utkobling av strømtilførselen», var krav til utkobling av 1. jordfeil i TT- og TN-installasjoner og til utkobling av dobbel jordfeil i IT-installasjoner knyttet til installasjonens nominelle spenning og ikke til forventete berøringsspenningen ved feilstedet.

Behovet for installering av overspenningsvern for en installasjon ble basert på at det skulle foretas en risikovurdering, og standarden listet opp forskjellige forhold som skulle vurderes, med særlig vekt på lokale forhold.

A.7 Installasjoner etter 1. juli 2010; NEK 400:2010, NEK 400:2014, NEK 400:2018, NEK 400:2022

NEK 400:2006 ble erstattet av NEK 400:2010 1, juli 2010.

Med tanke på ombygging fra 230 V IT/TT til 230/400 V TN er følgende forhold i NEK 400:2010 utover de som gjelder for NEK 400:2006 relevante:

- 1) I boliger ble det krav om at kurser hvor beskyttelse mot elektrisk sjokk skal anordnes ved beskyttelsesmetoden «automatisk utkobling av strømtilførselen» skal være tilleggsbeskyttet av et strømstyrt jordfeilvern med merkeutløsestrøm 30 mA.
- 2) Krav om tilleggsbeskyttelse i IT-installasjoner medfører at bruk av jordfeilautomater blir enerådende i boliger.
- 3) Krav om installasjon av overspenningsvern i nye elektriske installasjoner.
- 4) I områder med dusj og/eller badekar, stilles det, i IT- og TT-installasjoner, krav om tilleggsutjevningsforbindelse til sluk, uavhengig av materiale, dersom det **ikke** er etablert hovedutjevningsforbindelse i samsvar med avsnitt 411.3.1.2.
- 5) I NEK 400:2018 og NEK 400:2022 er det krav om utkobling av alle feilstrømmer (med noen unntak) innen 5 s for beskyttelse mot brann.
- 6) I boliger stilles det krav om at overbelastningsvernets $I_2 \leq I_z$ for PVC-isolerte kabler med ledertverrsnitt $\leq 4 \text{ mm}^2$, noe som innebar at muligheten for overbelastning av kabler med 45% ble fjernet. 722 ble tatt med som en egen delstandard i denne perioden. 722 omhandler krav til ladeinstallasjoner for elbil.

Tillegg B (informativt)

Krav i tidligere forskrifter og standarder for LS distribusjonsnett

B.1 Generelt

Forskriftens struktur endret seg fra år 2006 til d.d., fra regelstyrt til funksjonsstyrt. Men denne inneholder samtidig en veiledning for å beskrive løsninger. Dette ble gjort for å vise en smidig overgang til en rendyrket funksjonsbasert forskrift som peker kun til NEK 400.

B.2 LS distribusjonsnett utformet fra 1963 til 1988

LS distribusjonsnett ble utformet i samsvar med forskrifter for elektriske anlegg av 5. desember 1963 («Rød-boken») og gjeldende fra 1.2.1964.

Forskriftene var like for LS distribusjonsnett og installasjon i denne perioden.

Med tanke på ombygging fra 230 V IT/TT til 230/400 V TN er følgende forhold relevante:

- Punktene som er listet opp for installasjoner er gjeldende for det interne lavspenningsanlegget i gamle transformatorstasjoner og nettstasjoner.

Ellers er følgende relevant for LS distribusjonsnettet:

- Kravene for inntak fra luftledninger § 431 samt inntak fra kabelnett § 432. Disse beskriver grensesnittet og krav til beskyttelse.
- Ledninger og kabler sikres i henhold til angitte sikringer i tabell 1 i § 448 Sikring av ledninger og kabler. Blanke ledninger kunne sikres høyere i henhold til § 452.
- Spenningsførende deler som ikke er tilstrekkelig isolert, skal være beskyttet mot tilfeldig berøring (§ 402). Ved driftsrom kunne en se bort fra denne varianten.
- Installasjoner ble delt inn i ulike romgrupper i henhold til § 486 Romgrupper. For transformatorstasjoner og nettstasjoner vil i de fleste tilfellene være type driftsrom. Men transformatorstasjonen kan også ha andre type rom som vanlige installasjoner.
- Mellomspenningsanlegg med spenning opptil 440 V og med isolert nullpunkt skulle jordes i tråd med høyspenningsanlegg.

B.3 LS distribusjonsnett utformet mellom 1988 og 1994

«Forskrift for elektriske forsyningsanlegg» (FEF) gjeldende fra 1.4.1988 gjaldt kun for LS distribusjonsnett. Denne viste en ny struktur, hvor det ble skilt mellom anlegg i stasjonsanlegg (Transformatorstasjoner, nettstasjon) og ledningsanlegg (kabel, luftledning).

Med tanke på ombygging fra 230 V IT/TT til 230/400 V TN er følgende forhold relevante:

- § 30103. Stasjoners interne forsyning for lys, kraft og varme skulle utføres i henhold til bestemmelsene i «Forskrifter for elektriske bygningsinstallasjoner».

Ellers er følgende relevant for LS distribusjonsnett:

Kapittel 3 Avsnitt 5 Lavspenningsstasjonsanlegg-materiell

§30505 Dimensjonering av ledninger

- Ledninger skal dimensjoneres i forhold til overbelastning- og kortslutningsstrømmer.
- I tabell 3.4 er det oppgitt høyeste tillatte tverrsnitt for ulike tverrsnitt. Reduksjonsfaktorer er også oppgitt. Standarden NEN 62.75 er oppgitt særskilt.

Kapittel 3 Avsnitt 6 Lavspenningsstasjonsanlegg-utførelse

§30602 Forholdsregler for berøringsfare

- Åpent materiell må kun anvendes slik at det er utilgjengelig for uvedkommende. Ved anvendelse av åpent materiell skal alle tilhørende uinnkapslede spenningsførende deler plasseres slik at det ikke er nærliggende fare for uaktsom berøring av disse

§ 30605.4 Sikring av ledninger.

- Ledninger som utgår fra apparatanlegg unntatt nøytralledninger (N-ledninger) skal være sikret ved automatiske brytere eller smeltesikringer slik at overbelastningsstrømmer og kortslutningsstrømmer blir utkoplest raskest mulig.

§ 30606. Overspenningsvern.

Ved apparatanlegg som må påregnes å bli utsatt for overspenninger, skal det oppsettes betryggende overspenningsvern.

Kapittel 4 Avsnitt 11 Lavspenningsluftledninger-utførelse

§41101.2 Dimensjonering.

- Ledninger i det fri kan belastes og sikres høyere enn tilsvarende tverrsnitt benyttet innendørs såfremt temperaturen herunder ikke kan bli farlig for driften eller omgivelsene

Kapittel 4 Avsnitt 13 Lavspenningskabler

§ 41301.3 Dimensjonering

- Kabelen skal dimensjoneres både for overbelastning- og kortslutningsstrømmer. Det pekes på norske normer for kabler. (NEN 62.75).

Kapittel 4 Avsnitt 15 Hengeledningsanlegg

- Det henvises til NEVF sin EX publikasjon.

Kapittel 6 Avsnitt 1 Spesielle lavspenningsanlegg med spenning over 250 V t.o.m. 1000 V

— Dette avsnittet beskriver ulike krav for 400 V forsyning, både for transformator og ledninger.

B.4 LS distribusjonsnett utformet mellom 1995 og 2006

«Forskrift for elektriske anlegg - forsyningsanlegg» (FEAF) gjeldende fra 1.1.1995 gjelder kun for LS distribusjonsnett. Denne har en struktur, som 1988 utgaven, hvor det ble skilt mellom anlegg i stasjonsanlegg (Transformatorstasjoner, nettstasjon) og ledningsanlegg (kabel, luftledning).

Med tanke på ombygging fra 230 V IT/TT til 230/400 V TN er følgende forhold relevante:

Avsnitt 5 Lavspenningsstasjonsanlegg-materiell

§ 52 Dimensjonering av ledninger

Generelt

Ledninger skal dimensjoneres slik at de ved den normalt forekommende største driftsstrøm ikke kan anta en for dem selv og omgivelsene farlig temperatur og slik at de kan føre den største forekommende kortslutningsstrømmen inntil utkobling finner sted. De skal være utført og prøvet i henhold til gjeldende norske eller internasjonale normer og prøveforskrifter. N-ledere skal ha samme isolasjon som faselederne.

- I tabell 2.4 under samme kapittel er det oppgitt høyeste tillatte strøm for ulike tverrsnitt. Reduksjonsfaktorer er også oppgitt i tabell 2.5-2.8. Standarden NEN 62.75 er oppgitt særskilt.
- Det er oppgitt krav til sikringsnivå i tabell 3.9.
- Det er oppgitt minstetverrsnitt for PE-, PEN og N-Ledere i §52.4

Avsnitt 6 Lavspenningsstasjonsanlegg-utførelse

§54.3 Merking av PE-, PEN- og N-ledere.

- Disse kravene er nye i forskriftssammenheng.

§ 55.1 Forholdsregler mot berøringsfare.

- Åpent materiell. Åpent materiell må kun anvendes slik at det er utilgjengelig for uvedkommende. Ved anvendelse av åpent materiell skal alle tilhørende uinnkapslede spenningsførende deler plasseres slik at det ikke er nærliggende fare for uaktsom berøring av disse.

§ 58 Sikring av ledninger

- Ledninger som utgår fra apparatanlegg unntatt nøytralledninger (N-ledninger) skal være sikret ved automatiske brytere eller smeltesikringer slik at overbelastningsstrømmer og kortslutningsstrømmer blir utkoplest raskest mulig.
- For sikring av fast opplagt gummiisolert eller plastisolert ledning eller kabel ved forlegning i bygninger, gjelder tabell 2.14.

§58.5 Utkobling i TN-systemer

- For første gang er det nevnt krav om utkobling for TN-anlegg.
- Anleggene skal være slik dimensjonert at strømmen som oppstår ved kortslutning mellom ytterleder og N-leder, PEN-leder, PE-leder eller jordet anleggsdel blir minst 3,5 ganger merkestrømmen for de nærmest forankoblede sikringer.
- Anlegg som ikke oppfyller kravet skal ha utrustning for hurtig automatisk utkobling ved kortslutning mellom ytterleder og N-leder, PEN-leder, PE-leder eller jordet anleggsdel

Avsnitt 11 Lavspenningsledningsanlegg -utførelse

§88.1 For utførelse av lavspenningsledningsanlegg gjelder bestemmelsene for høyspenningslinjer i den utstrekning disse kan komme til anvendelse.

88.2 Dimensjonering.

- Ledninger i det fri kan belastes og sikres høyere enn tilsvarende tverrsnitt benyttet innendørs såfremt temperaturen herunder ikke kan bli farlig for driften eller omgivelsene.

88.5 Utkobling i TN-anlegg

- Anleggene skal være slik dimensjonert at strømmen som oppstår ved kortslutning mellom ytterleder og N-leder, PEN-leder, PE-leder eller jordet anleggsdel, for ledninger og kabler i det fri blir minst 2 ganger merkestrømmen for de nærmest forankoblede sikringer.
- Anlegg som ikke oppfyller kravene under første ledd skal ha utrustning for hurtig automatisk utkobling ved kortslutning mellom ytterleder og N-leder, PEN-leder, PE-leder eller jordet anleggsdel.

Avsnitt 13 Lavspenningskabler

§91.3 .3 Dimensjonering

- Lavspenningskabler skal dimensjoneres slik at de ved den normalt forekommende største driftsstrømmen, ikke kan anta en temperatur som er skadelig for dem selv eller omgivelsene.
- Kabler skal ikke belastes høyere enn de til enhver tid gjeldende norske normer for belastning av kraftkabler.
- Kabler skal ved kortslutning ikke utsettes for større termiske påkjenninger enn de er godkjent for.

§ 92 Kabler i jorden

For lavspenningskabler i jorden gjelder foruten bestemmelsene i denne paragraf også bestemmelsene i § 91. Det vises også til REF-publikasjon nr. 1 "Jordkabelanlegg".

§92.7 Merking av PE-, PEN- og N-ledere

- Kapitlet angir krav til merking.

Avsnitt 14 Lavspenning hengeledningsanlegg

§93. 1 Generelt

- Hengeledningsanlegg skal være utført i samsvar med gjeldende norske normer og etter REF-publikasjon "Hengeledning type Ex"

B.5 LS distribusjonsnett utformet mellom 2006 og d.d

«Forskrift for elektriske anlegg - forsyningsanlegg» (FEF) gjeldende fra 1.1.2006 gjelder kun for LS distribusjonsnett. Forskriften er en rammeforskrift, der det stilles funksjonskrav, med veiledning som gir løsninger og informasjon. Det henvises til aksepterte internasjonale normer fra IEC, CENELEC, IEEE, og norske oversettelse av disse.

På noen områder finnes ikke relevante standarder. Her er det utarbeidet en veiledning som gir spesifikke krav for elektriske installasjoner. Når det gjelder lavspenningsanlegg er dette behandlet i kapittel 5, og for lavspenningsluftlinjer i kapittel 7

Prosjektering av lavspenningsluftlinjer er ikke behandlet i noen standarder, mens for lavspenningsanlegg gjelder NEK 400.

Med tanke på ombygging fra 230 V IT/TT til 230/400 V TN er følgende forhold relevante:

2-2 Vurdering av risiko.

- Det skal gjennomføres en risikovurdering for å kartlegge risiko i og i tilknytning til det elektriske anlegget. Ved utførelsen skal risikovurderingen legges til grunn for valg av løsninger. Dette skal dokumenteres.

§ 2-4 Beskyttelse mot elektrisk sjokk.

- Anlegg skal være slik at det hindrer berøring eller farlig nærhet til spenningsatte anleggsdeler, eller være isolert slik at det er berøringssikkert. Ved feil på anlegget skal det ikke forekomme farlige berøringsspenninger på utsatte anleggsdeler.

§ 2-5 Beskyttelse mot termisk og mekanisk skade.

- Anlegg skal være slik at det ikke kan medføre fare på grunn av høy temperatur, lysbue eller mekanisk påkjenning ved normal drift, overstrøm, feilstrømmer eller forventede klimatiske forhold.

§ 2-6 Beskyttelse mot farlig overspenning, underspenning og jordfeil.

- Anlegg skal være slik at det tåler normalt forekommende spenninger, inkludert overspenninger som normalt kan forventes. Overføring av høye spenninger til lavspenningsanlegg eller andre gjenstander og anlegg skal unngås. Anlegg skal være slik at underspenninger, jordfeil eller bortfall av faser ikke medfører følgeskader så langt dette med rimelighet kan oppnås.

§ 2-10 Beskyttelse mot brann.

- Anlegg og utstyr skal være plassert, konstruert og beskyttet slik at brann forhindres. I utstyr hvor gnister, lysbuer, eksplosjoner eller høye temperaturer kan oppstå, skal utstyret være konstruert og plassert slik at omgivelsene er beskyttet mot brann.

§ 2-15 Endring.

- Ved enhver endring av anlegg skal det påses at tiltakene ikke forringer sikkerheten i anlegget eller i andre anlegg. Denne forskriften skal benyttes på eksisterende anlegg når bruken av anlegget eller

forutsetningen for anlegget forandres på en slik måte at det har en ikke uvesentlig betydning for sikkerheten.

§5-5 Jordingssystemer

— Figur 5-1, viser tillatt berøringsspenning over tid.

§5-2 Isolasjon.

— Her kreves det automatisk utkobling eller feilindikasjon ved jordfeil.

§5-4 installasjoner.

— Veiledning : Åpent materiell skal plasseres slik at det ikke er fare for uaktsom berøring og utilgjengelig for uvedkommende.

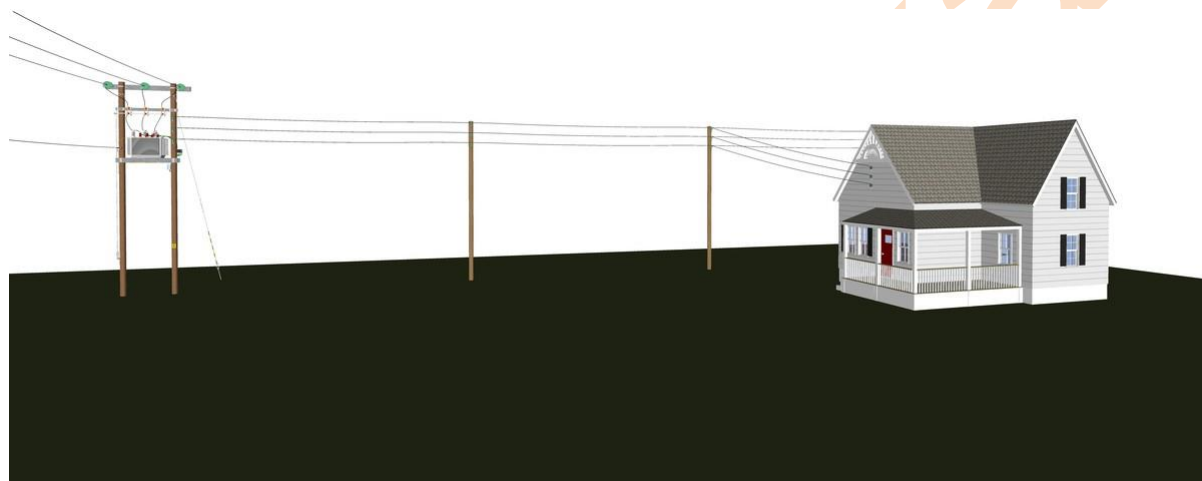
Tillegg C (informativt)

Historisk nettutforming

C.1 Forsyning til typisk boligområder

Luftledningsnett ble brukt som en standard for forsyning til boliger frem til 1970/80-årene.

Grensesnittet var på klemmene i innføringstrakten til bygning.



Figur C.1 — Typisk forsyning i LS-luftledningsnett

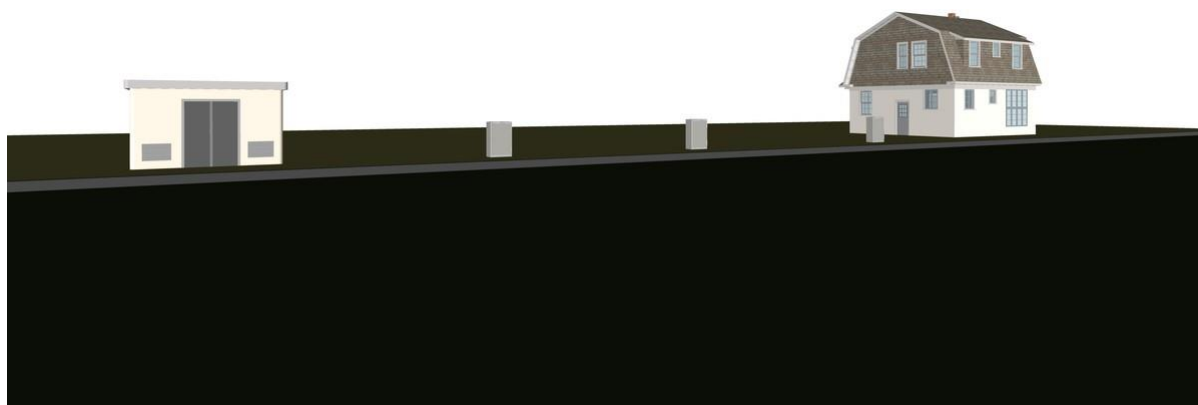
Nettstasjonen, som forsynte i grigrendte strøk, var plassert oppe i mast. I 2006 ble det er forskriftskrav at disse nettstasjonene skulle kunne betjenes fra bakken. Det er mange igjen av disse, samt også blankt ledningsnett. EX-hengeledning, som kom som et bedre alternativ, ble brukt fra 1980-årene og er standarden ved bruk av luftledninger i dag.

Etablering av sikringsskillebryter i mastetopp for kortslutningsbeskyttelse av stikkledning, ble brukt sjelden før 1990-årene. Årsaken til dette skyldtes at forskriftskravene frem til 2006 hadde fokus på overbelastningsbeskyttelse av ledningene. Stikkledningen ble beskyttet av overbelastningsstrømmer av vernet i bygningens fordelingstavle.

Inntaksvern, kortslutningsvern, ble plassert på innsiden av vegg. Forskriften fra 1963-1988 krevde kortslutningssikring plassert direkte på innsiden av vegg, og i spesielle tilfeller opp til 10 meter inn i installasjon.

Bruk av kabel

I typiske by-strøk ble nettstasjon på bakken og fremføring av kabel i grøft og bruk av kabelskap benyttet tidlig. Enkelte steder i 1940/50-årene.



Figur C.2 — Typisk forsyning i LS-kabelnett

I denne perioden ble det anvendt overstrømsvern, med funksjon som overbelastningsvern og kortslutningsvern, i nettstasjon og i stikkledning var som oftest ikke kortslutningsbeskyttet i kabelskap.

Kabelnettet tok etterhvert over for LS luftledningsnett, og i 1980-årene ble det vanlig å anvende kabel som forsyning til bygninger. Ofte bygget en kabelnett i luftledningsområder, hvor kabel ble fremført langs stolpe som forsyning til kabelnett eller stikkledning til kunde.



Figur C.3 — Innføring av kabelnett i et område med luftnett

Kabelnett ble også brukt i større og større grad ved de store leilighetskompleksene som ble bygget fra 1950-1970-årene. Her ble ofte kabelskapene plassert på selve bygningen, noe som var en fordel med hensyn på spenningsfall, men var en utfordring med hensyn på adkomst. I denne perioden brukte mange nettselskap såkalte inntaksskap, som ble benevnt grunnmursskap, siden de ble plassert ved grunnmuren

til bygning. Dette var nettselskapet sin eiendom med overstrømsvern for den enkelte stikkledning til kunde.

C.2 Forsyning til bygninger med større effektbehov

Plassering av nettstasjon ble utført så nær som mulig effektforbruket, og i nettstasjonen blir LS-tavlen forsynt fra en enleder dobbelisolert-kabel som ble fremført som en jord-og kortslutningssikker utførelse.

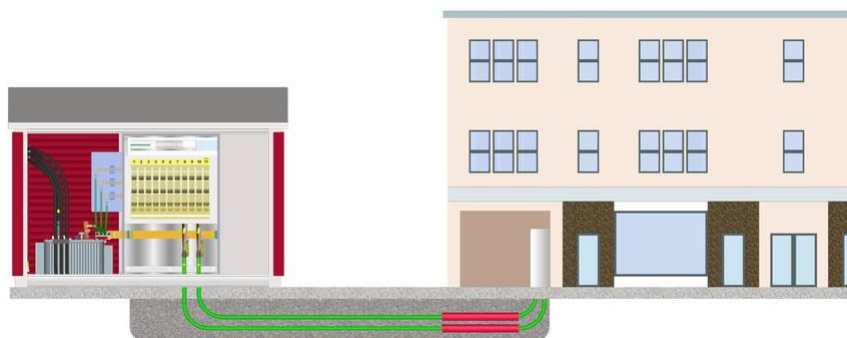


Figur C.4 — Nettstasjon plassert foran boligblokk

LS-tavlen bestod av overstrømsvern plassert i sikringsbryterlister som beskyttet utgående kabler for kortslutningstrømmer.

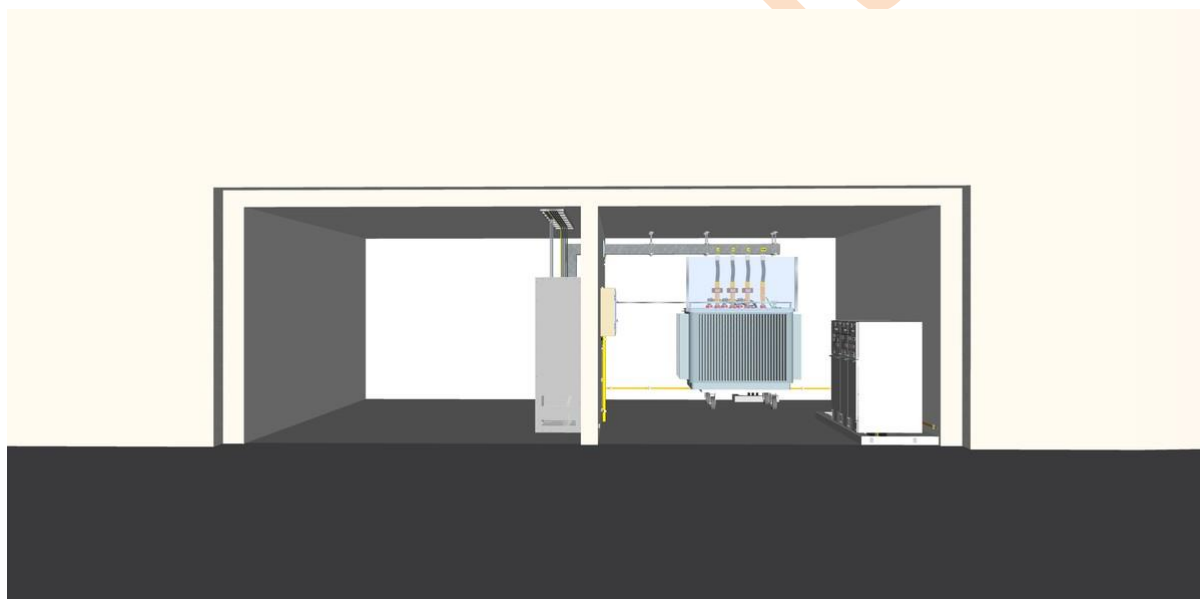
Ved plassering av nettstasjon i kundens bygning ble det brukt enleder dobbelisolert-kabel som forsyning til bygningens hovedtavle. Denne installasjonen tilfredsstilte jord- og kortslutningssikker forlegning, og en kunne sløye bruk av overstrømsvern.

Dagens nettutforming



Figur D.2 — Prinsippskisse for forsyning ved metode B

- Metode C beskriver nettutforming for anlegg med belastning > 1250 A (kundens overbelastningsvern) hvor nettstasjon plasseres i kundens bygning.



Figur D.3 — Prinsippskisse for forsyning ved metode C

For nye nettområder bygger nettselskapene 400 V forsyning, mens ved nybygging i eksisterende 230 V forsyningsområder med ledig kapasitet leveres tilknytning med 230 V.

1647
1648
1649

Bibliografi

NEK 439

Lavspenningstavler og kanalskinnesystemer

forskrift om elektriske lavspenningsanlegg (FEL)

forskrift om elektriske forsyningsanlegg (FEF)

Høringsutkast



Norsk
Elektroteknisk
Komite



The Norwegian National Committee of
The International Electrotechnical Commission, IEC
The European Committee for Electrotechnical
Standardization, CENELEC

www.nek.no

1700
1701
1702

© NEK har opphavsrett til denne publikasjon.
Ingen del av materialet må reproduseres på noen
form for medium uten skriftlig avtale med NEK.