

RENBLAD 4114

VER 1.0 | 02 / 2020

OVERSIKT LS-NETTSYSTEM



Copyright 2020 © REN AS

INNHold

1 Formål.....	4
2 Generelt	4
2.1 Første bokstav – Forholdet mellom fordelingssystemet og jord	4
2.2 Andre bokstav – Forholdet mellom utsatte ledende deler i installasjonen og jord	5
2.3 Tredje bokstav og eventuelle bokstaver angir fremføringen av PE og N-ledere	6
3 Forskrifter og normer	7
3.1 FEL- Forskrift om elektriske lavspenningsanlegg	7
3.2 FEF	7
3.3 NEK 400	7
4 IT nett.....	7
4.1 Fra FEL: Vedlegg 1	7
4.2 I drift	8
4.3 Beskyttelse mot elektrisk sjokk	8
5 TT nett.....	14
5.1 Fra FEL – Vedlegg 1	14
5.2 I drift	14
5.3 Beskyttelse mot elektrisk sjokk	15
6 TN nett – 230V	17
6.1 Fra FEL – Vedlegg 1	17
6.2 I drift	17
6.3 Beskyttelse mot elektrisk sjokk	17
6.4 Krav i forsyningsnett og kundens installasjon.....	18
7 TN-C- S 400V	18
7.1 Fra FEL – Vedlegg 1	18
7.2 I drift	18
7.3 Beskyttelse mot elektrisk sjokk	19

7.4 Ved sammenkobling av N og PE-leder i installasjonen	21
7.5 Krav til jordingsystem	21
7.6 Beskyttelse ved overharmonisk belastning	21
7.7 Ved overgang fra 230 V til 400 V i kundens installasjon	22
7.8 Driftssituasjon ved brudd i N – leder	23
7.9 Driftssituasjon ved brudd til jordingsystem	23
7.10 Ved flere strømkilder i installasjonen	24
8 TN-S 400V.....	25
8.1 Fra FEL – Vedlegg 1	25
8.2 I drift	25
8.3 Beskyttelse mot elektrisk sjokk	26
8.4 Beskyttelse ved overharmonisk belastning og skjevbelastning	26
8.5 Driftssituasjon ved brudd i N – leder og til jordingsystem	26
8.6 Ved flere strømkilder i installasjonen	27
9 Referanser	27

1 FORMÅL

Dette RENbladet gir en oversikt over alle LS-nettsystem som er brukt i forsyningsnettet i Norge. Det omtales retningslinjer for både vanlig drift og feilsituasjoner.

2 GENERELT

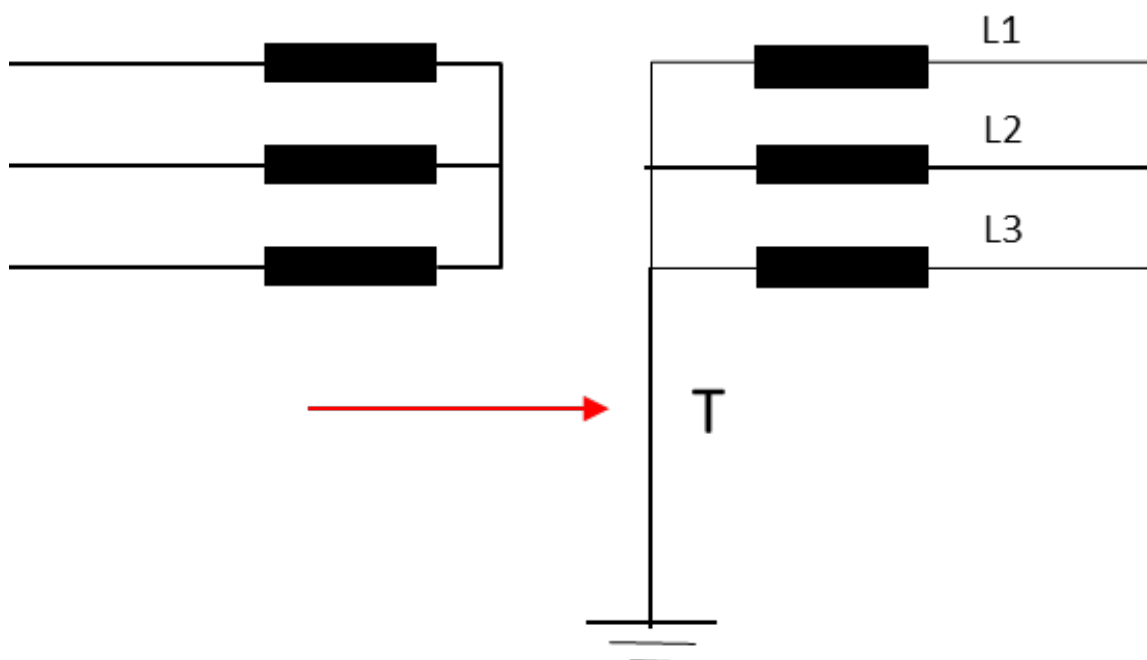
Bokstavkodene i benevningen til de ulike nettsystem har en betydning som kan gjøre det lettere for den enkelte å forstå hvordan systemene oppfører seg i vanlig drift og ved feiltilstand.

2.1 Første bokstav – Forholdet mellom fordelingssystemet og jord

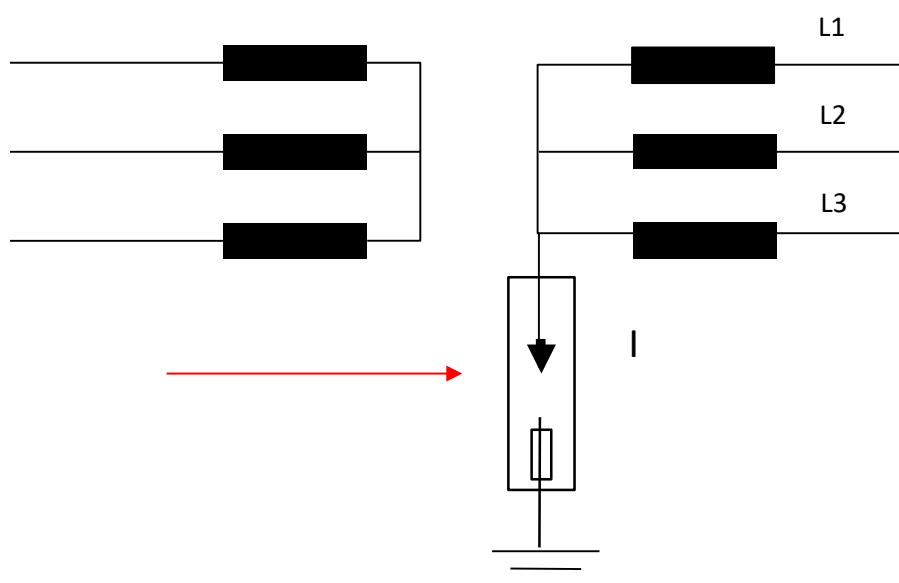
Hentet fra NEK 400 303.2 Typer av systemjording merknad 3.

T = direkte forbindelse av ett punkt til jordingsystem (fase eller nøytralt punkt)

I = alle spenningsførende ledere adskilt/isolert fra jord, eller ett punkt forbundet til jord over en høy impedans.



Figur 1 Direkte forbindelse av ett punkt til jord, i de aller fleste tilfeller mellom nøytralt punkt og jord

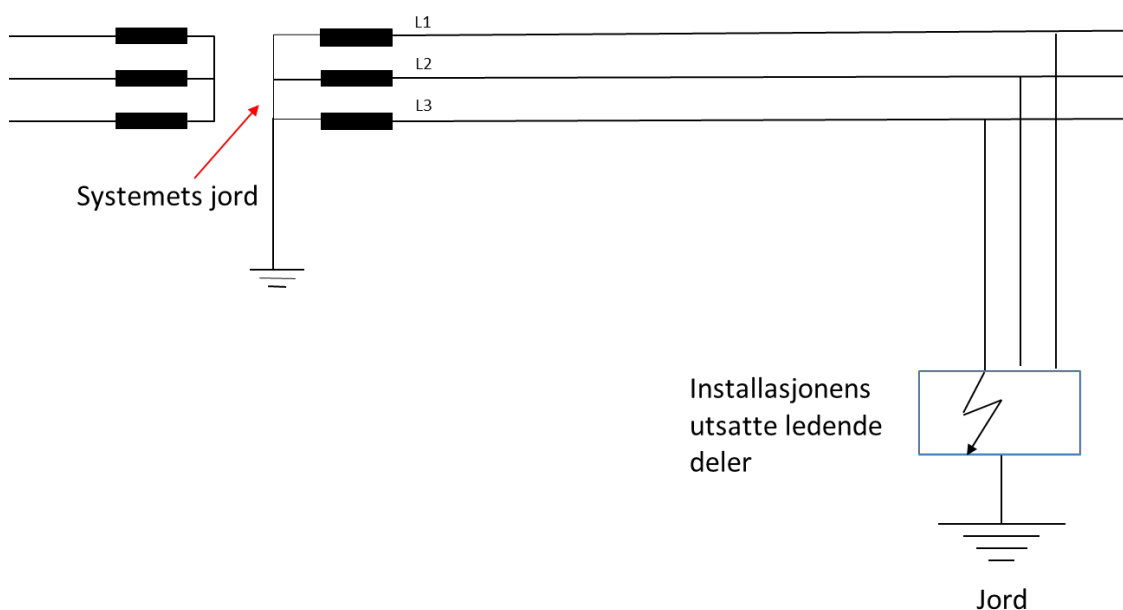


Figur 2 Spenningsførende deler eller nøytralpunkt er adskilt fra jord eller ved en høy impedans. Her ved hjelp av nøytralpunktsavleder tidligere benevnt disneuter

2.2 Andre bokstav – Forholdet mellom utsatte ledende deler i installasjonen og jord

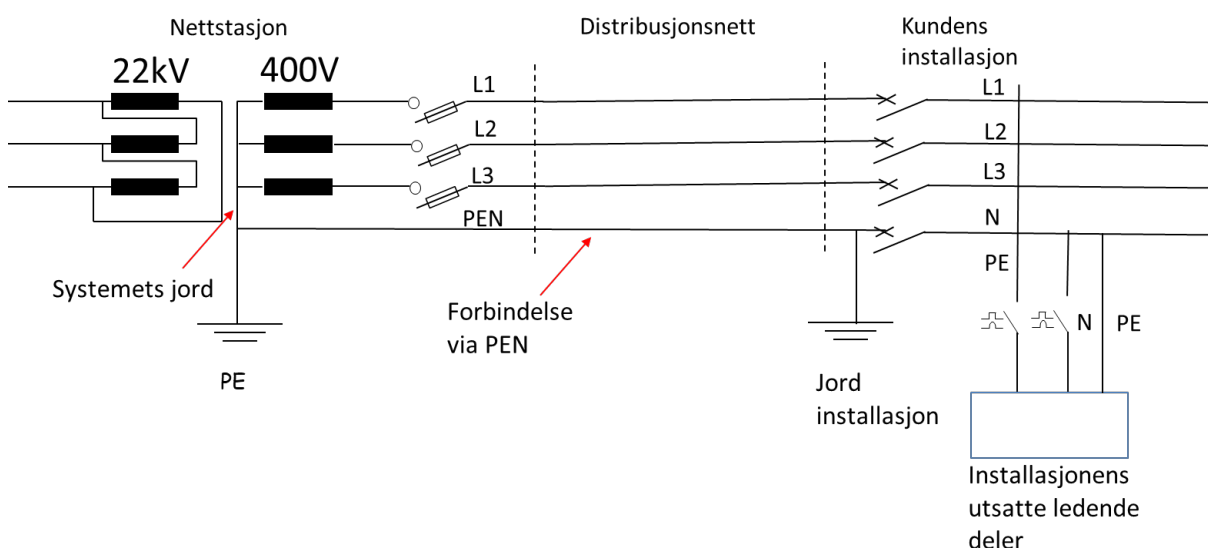
T = direkte elektrisk forbindelse mellom utsatte ledende deler og jord, uavhengig av enhver systemjording.

N = direkte elektrisk forbindelse mellom utsatte ledende deler og det jordede punkt i fordelingssystemet (i AC-systemer er det jordede punkt i fordelingssystemet nøytralpunktet, eller hvis et nøytralpunkt ikke er tilgjengelig, en faseleder).



Figur 3 Direkte forbindelse mellom utsatte ledende deler og jord men ingen forbindelse til systemjord

I nettsystemet, som vist i **Figur 3**, er det ingen galvanisk forbindelse mellom installasjonens utsatte ledende deler og nullpunkt på transformator i nettstasjon.



Figur 4 Direkte forbindelse mellom utsatte ledende deler og jord samt forbindelse til systemjord

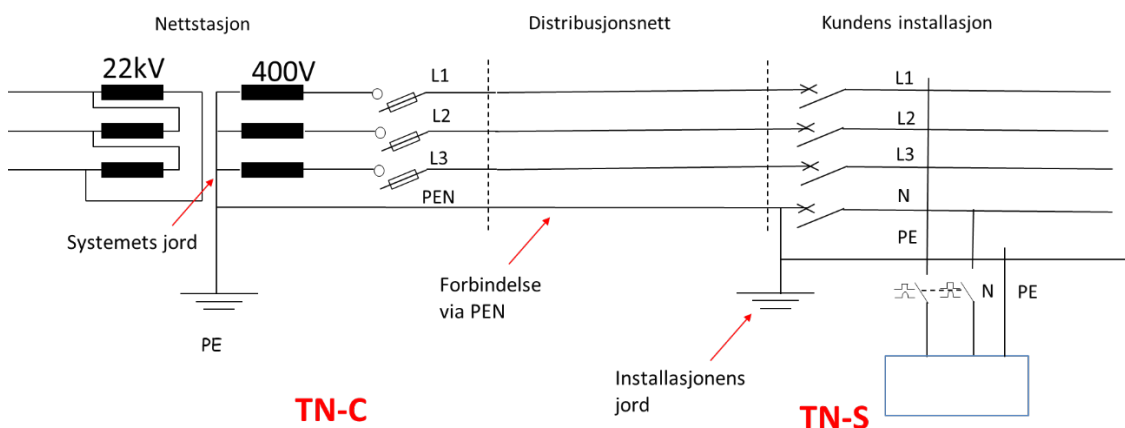
Nettsystemet, som vist i figur 4, er det galvanisk forbindelse mellom installasjonens utsatte ledende deler og nullpunkt på transformator i nettstasjon gjennom forbindelsen PEN.

2.3 Tredje bokstav og eventuelle bokstaver angir fremføringen av PE og N-ledere

S: PE-leder og eventuell N-leder føres som separate ledere og har ingen forbindelse med hverandre i installasjonen.

C: PE-leder og eventuell N-leder føres som felles leder, PEN-leder.

C – S: PE-leder og N-leder føres som felles leder, PEN i en del av systemet og som separate ledere (PE og N) i andre deler av installasjonen.



Figur 5 TN-C system med PEN-leder frem til grensesnitt for TN-S installasjon med separat N-leder og PE-leder

3 FORSKRIFTER OG NORMER

3.1 FEL- Forskrift om elektriske lavspenningsanlegg

§ 18. Fordelingssystem

Anlegget skal planlegges og utføres slik at det fordelingssystem som benyttes for hele eller deler av anlegget sammen med de sikkerhetstiltak som er påkrevd for de ulike fordelingssystemene, ikke medfører:

- *farlig strømgjennomgang,*
- *for høye temperaturer som kan føre til forbrenning, brann eller andre skadelige virkninger,*
- *avbrudd som kan medføre fare for mennesker, husdyr eller eiendom,*
- *skadelig påvirkning av andre deler av anlegget eller utstyr i eller tilkopledd dette.*

Vedlegg 1 i FEL under punktet «Tillatte spenningssystemer» er de ulike nettsystem beskrevet, og hvilke forutsetninger som gjelder.

3.2 FEF

I forsyningsforskriften FEF er det ingen oversikt som viser krav til nettsystemer, men det er beskrevet flere steder i de ulike del-kapitler. Eksempelvis under jordingsdelen

§ 5-4 Installasjoner under veiledning:

*For forsyning av anlegg kan TNC-system bare benyttes fram til første fordeling.
For gatelysinstallasjoner og lignende kan TNC-system ikke benyttes.*

3.3 NEK 400

Nettsystemene er beskrevet i «303 Typer av fordelingssystem» for både en eller flere strømkilder.

4 IT NETT

4.1 Fra FEL: Vedlegg 1

IT: For alle formål med nominell spenning opp til og med 230 V. For anlegg i industri og for spesielle formål også med nominell spenning 400, 690 og 1.000 V, men ikke for lys, romoppvarming og anlegg for styrestrømmer og lignende.

I IT-system benyttes ikke N-leder i Norge, dette frarådes også i IEC/TR3 61200-413 Electrical installation guide - Clause 413: Explanatory notes to measures of protection against indirect contact by automatic disconnection of supply.

4.2 I drift

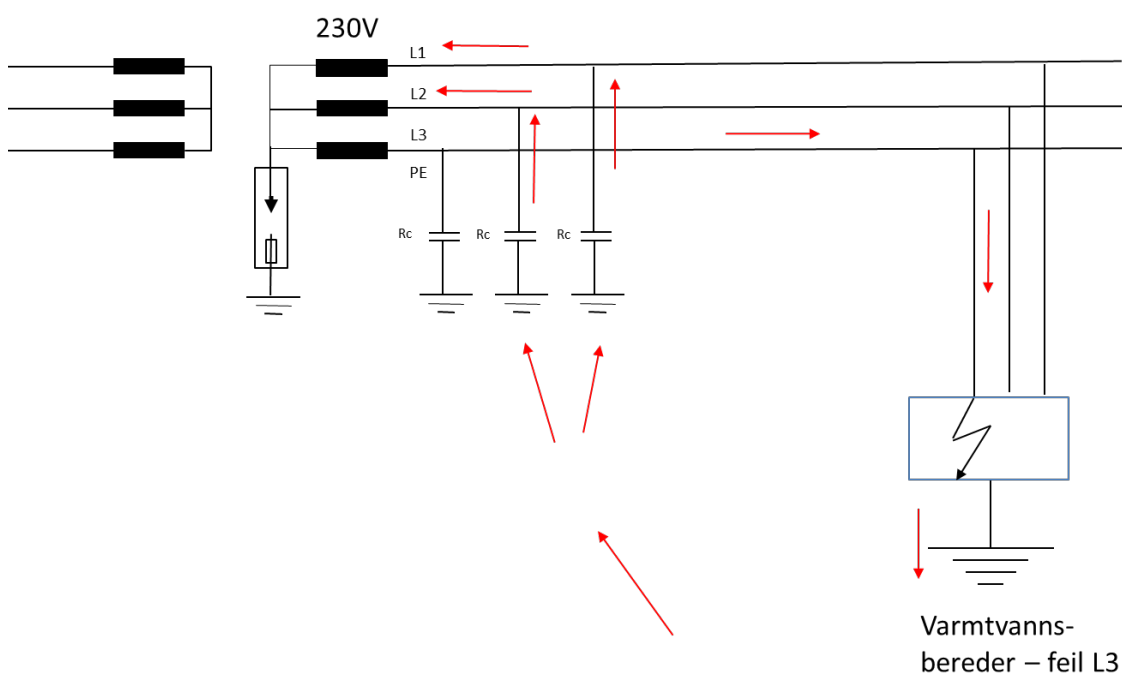
IT er ett trefase fordelingsnett som er bygget og brukt i hele Norge i alle år.

Systemet leverer 230V mellom de ulike tre faser, og kan forsyne både enfase og trefase 230V belastninger. IT systemet brukes gjennomgående helt fra transformator, koblingsgruppe Yyn0, i nettstasjon, og inn i kundens installasjon. Nøytralpunktsavlederen, som historisk har blitt kalt disneuter, skiller nullpunkt og jordingsystem. Den består av en avleder som beskytter nullpunkt på transformator ved påkjenning av høyere impulsstrømmer, samt en sikring som legger nullpunkt varig til jord ved lengre spenningspåkjenninger. IT-systemet blir i slike tilfeller et TT-system. Det er derfor viktig å sjekke nøytralpunktsavlederen jevnlig.

4.3 Beskyttelse mot elektrisk sjokk

4.3.1 Beskrivelse av system i feilsituasjon

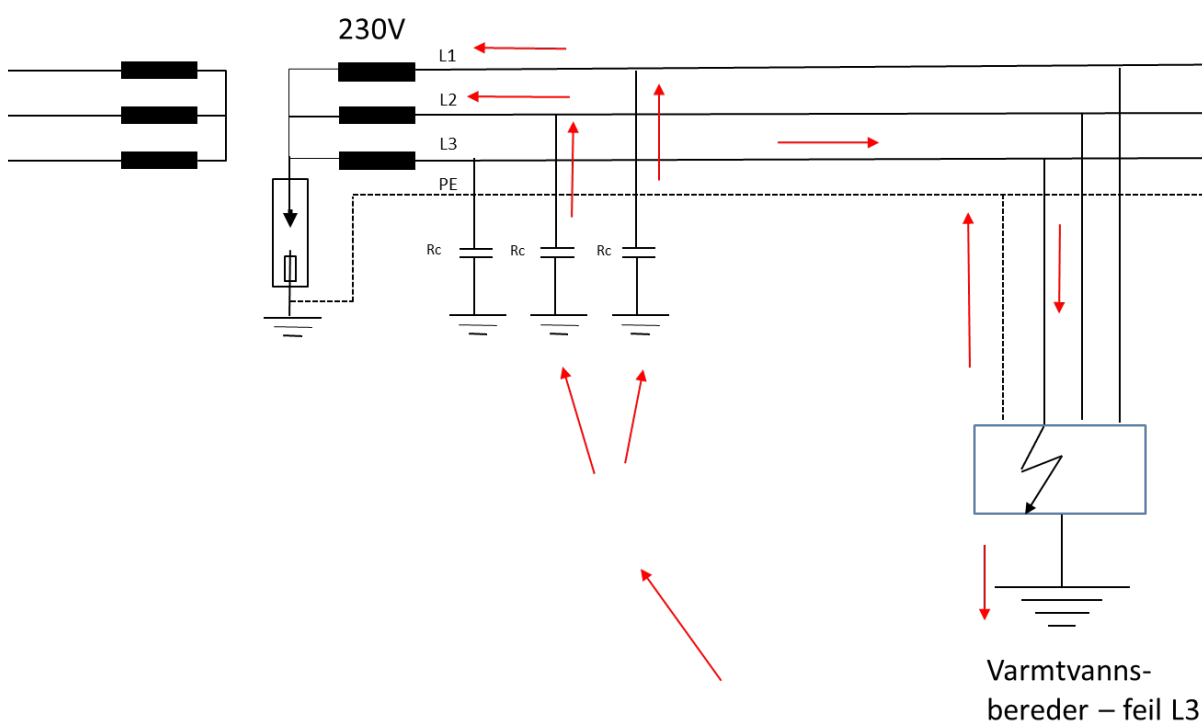
En isolasjonsfeil vil produsere en jordfeilstrom som vil flyte fra feilsted, og kapasitivt tilbake gjennom de friske faser og til nullpunkt i transformator. Jordfeilstrommen er kapasitiv og øker derfor ved utstrekning av nettet og grad av kabelnett. Ved jordfeil forskyves nullpunktet slik at de friske fasers spenning til jord øker med $\sqrt{3}$ fra 133 V og opp til 230 V. Ved jordfeil via drossel (induktiv feil) kan spenningen øke til 3-500 V.



Figur 6 IT nett ved feilsituasjon. Jordfeilstrommen flyter gjennom jordelektrode og tilbake via de friske faser

Den totale feilstrøm i denne type nett kan regnes ut hvis en kjenner nettstruktur og kapasitansene i nettet. Hvis denne ikke oppgis av nettselskapet, kan tommelfingerregel på 2 mA/kVA (transformatorytelse i nettstasjon) benyttes.

For IT-forsyning ved hjelp av kabelnett vil jordkabelens skjerm eller jordleder koble sammen jordingssystem hos kunden og i nettstasjon. Bruk av kabel vil øke jordfeilstrømmen, men selve sammenkoblingen av jordingssystemene vil fordele strømmen i nettet slik at berøringsspenningen i installasjonen vil bli lavere.



Figur 7 IT-nett ved kabelforsyning. Jordfeilstrømmen flyter gjennom jordelektrode og tilbake via de friske faser

4.3.2 Krav i forsyningsnett

Forsyningsforskriften FEF §5-2 krever utkobling eller overvåking ved jordfeil for alle typer nettsystem. For IT nett brukes metoden isolasjonsovervåking, siden utkobling ved hjelp av jordfeilbryter i forsyningsnettet er ikke et egnet valg.

NEK 400 411.3.2 angir krav til utkoblingstider ved jordfeil. For forsyningsnettet angis det krav til utkobling innen 5 sekunder for stikkledning ved jordfeil nummer 2. Ved bruk av dobbelisolert TFXP kabel, som anvendes av nettselskapene, vil dette bortfalle da beskyttelsesmetode dobbel eller forsterket isolasjon (NEK 400 412) er sidestilt med beskyttelsesmetode automatisk utkobling (NEK 400 411).

4.3.3 Krav kundeinstallasjon

Utkoblingstid ved jordfeil nummer 1 for forbrukskurser er angitt i tabell 41 A som 0,4 sekunder. For å håndtere dette må det benyttes jordfeilbryter. Det er ikke direkte krav til 30 mA utløsestrøm for jordfeilbryter, men i praksis brukes dette som en standard løsning i installasjonen, da denne funksjonen er som standard integrert i overstrømsvern (jordfeil automat).

Krav til utkobling for **hovedkurser** er angitt ved jordfeil **nr. 2**, men da må følgende betingelser være oppfylt ved 1 jordfeil: Forventet berøringsspenning ≤ 50 V samt isolasjonsovervåking og utkobling ved 2. jordfeil. Det er selvfølgelig ikke noe i veien for å ha utkobling ved 1. jordfeil.

NB! I henhold til veiledning i «411.6.6 Isolasjonsovervåking» kan metoden isolasjonsovervåking sløyfes for installasjonen foran hovedfordeling og i selve hovedfordeling. For bolig gjelder dette foran sikringsskap og i sikringsskap. Dvs. da gjelder forventet berøringsspenning ≤ 50 V samt utkobling ved 2. jordfeil.

Følgende tilleggskrav skal alltid være oppfylt i en IT-installasjon:

- 411.3.3 30mA jordfeilbryter ved flyttbart utstyr og utendørs stikkontakter med merkestrøm ≤ 32 A (30mA)
- 411.3.3 30mA jordfeilbryter ved forsyning stikkontakter med merkestrøm ≤ 20 A.

NB! Det kan gjøres unntak ved næring eller industri som benyttes under tilsyn av sakkyndige eller instruerte personer.

411.6.2.3 Ved spesielle installasjoner hvor det kan skape alvorlige driftsmessige problemer ved avbrudd, samt ikke i BA2 områder, kan utkobling ved 1 jordfeil avvikes:

- Utkobling ved 2 jordfeil – Begrense spenning 50 V samt isolasjonsovervåking – IK system.
- Dett foregående gjelder også ved galvanisk adskilte nett.

Avsnitt 415 Tilleggsbeskyttelse 30mA og tilleggsutjevning mellom utsatte ledende deler og andre ledende deler kan anvendes hvis delkapitlene i del 7 og 8 krever dette.

4.3.4 Krav til jordingsystem hos kunden

Krav til overgangsmotstand til jord i dette systemet er viktig og har 2 alternativer.

Hvis hovedkurser er dobbelisolerte (NEK400-412): Krav til jordelektrode er i henhold til høyeste merkestrøm for utkobling for jordfeilbryter. Elektroden kan verifiseres ved beregninger og maks berøringspenning er 50V. Eksempel: $50V/30mA = 1667 \text{ ohm}$. (Eksempelvis fra tilknytningskap til sikringsskap i boliger). Verifisering av jordelektrode kan gjøres med beregning eller preakseptabel løsning. Eksempel på dette er ringjord.

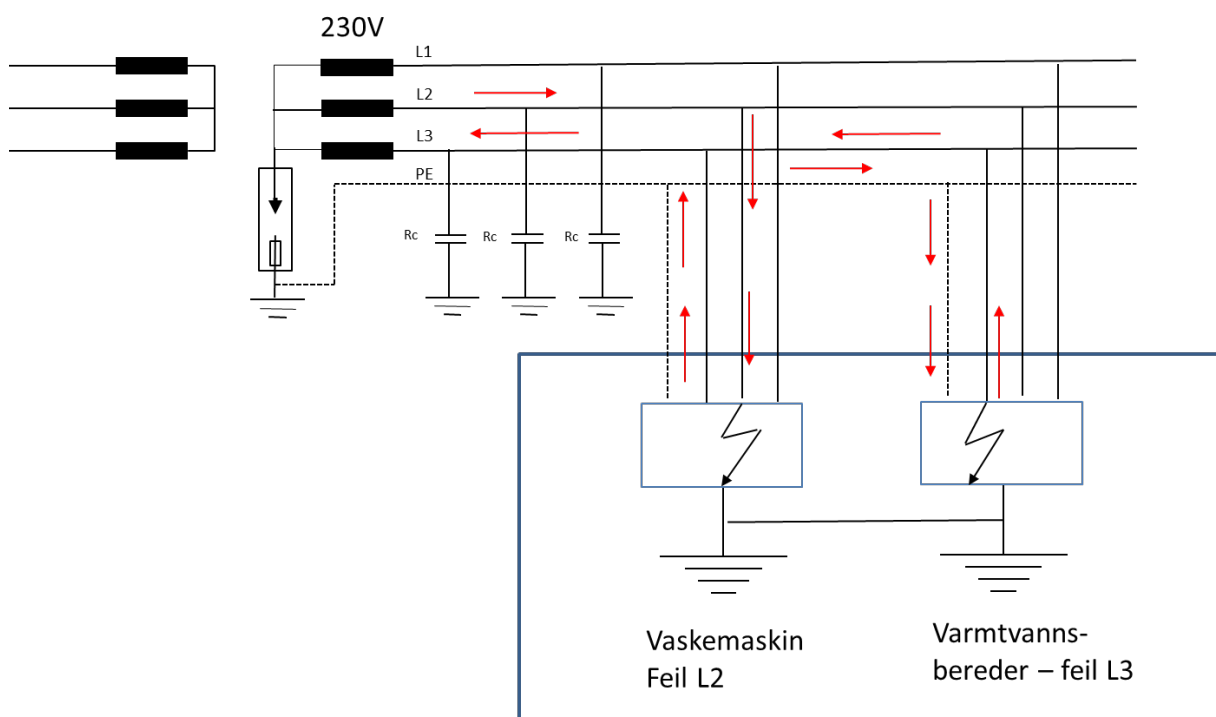
Hvis hovedkurser ikke er dobbelisolert er det krav til utkobling ved 2 jordfeil: (411.3.2.301) Det er da krav til berøringspenning på 50 V ved første jordfeil. (411.6.4). Krav til jordelektrode er i henhold til jordfeilstømmen for transformatorrets ($2mA/kVA$). Ved denne type situasjon bør elektroden måles eller beregnes på en sikker måte at den er i henhold til det innskjerpende kravet.

Eksempelvis: Hvis jordfeilstømmen er 1 A vil kravet være 50 ohm (500kVA trafo).

Verifisering av jordelektrode bør gjøres med måling.

4.3.5 Feilsituasjon ved dobbel jordfeil

Ved stående jordfeil i en installasjon, typisk installasjon uten jordfeilbrytere, kan det oppstå en dobbel jordfeil hvis det oppstår en jordfeil i en annen fase i samme installasjonen eller i en annen installasjon. Forhåpentligvis vil overstrømsvernet i installasjonen kobles ut, men i verste tilfelle kan feilen bli stående med stor fare for brann og elektrisk sjokk.

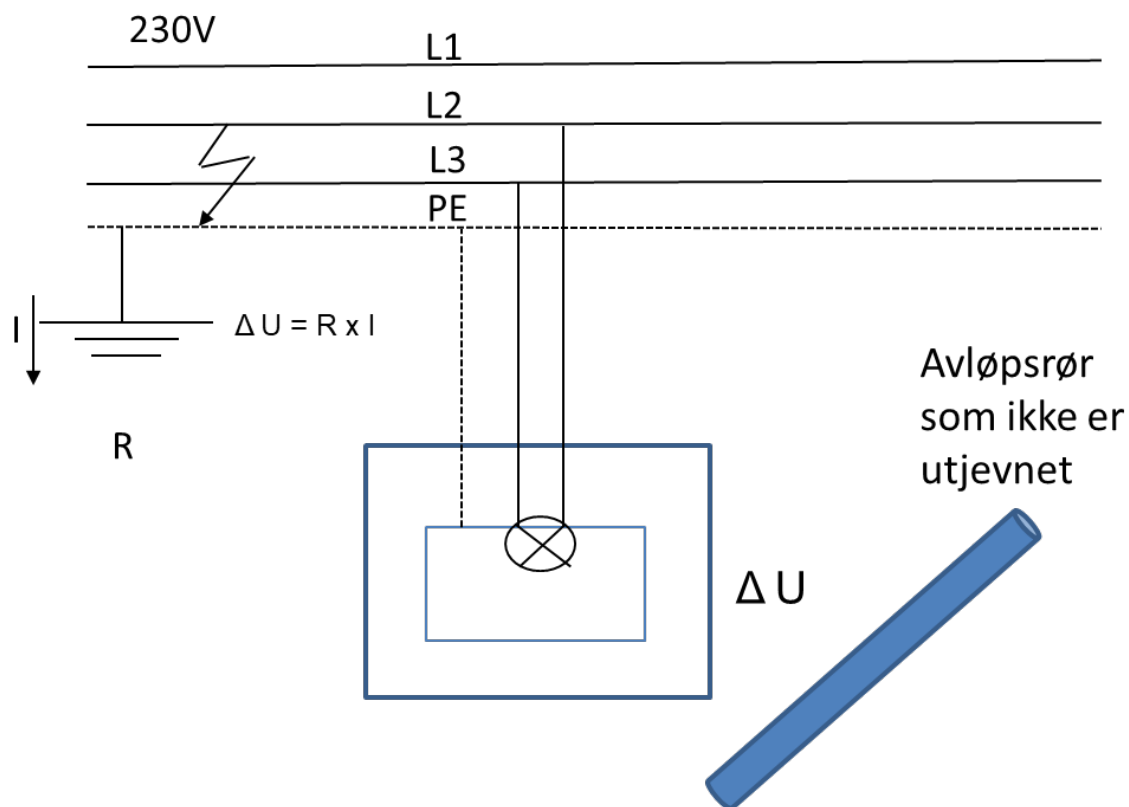


Figur 8 Topolt jordfeil i samme installasjon

4.3.6 Faresituasjoner ved stående jordfeil

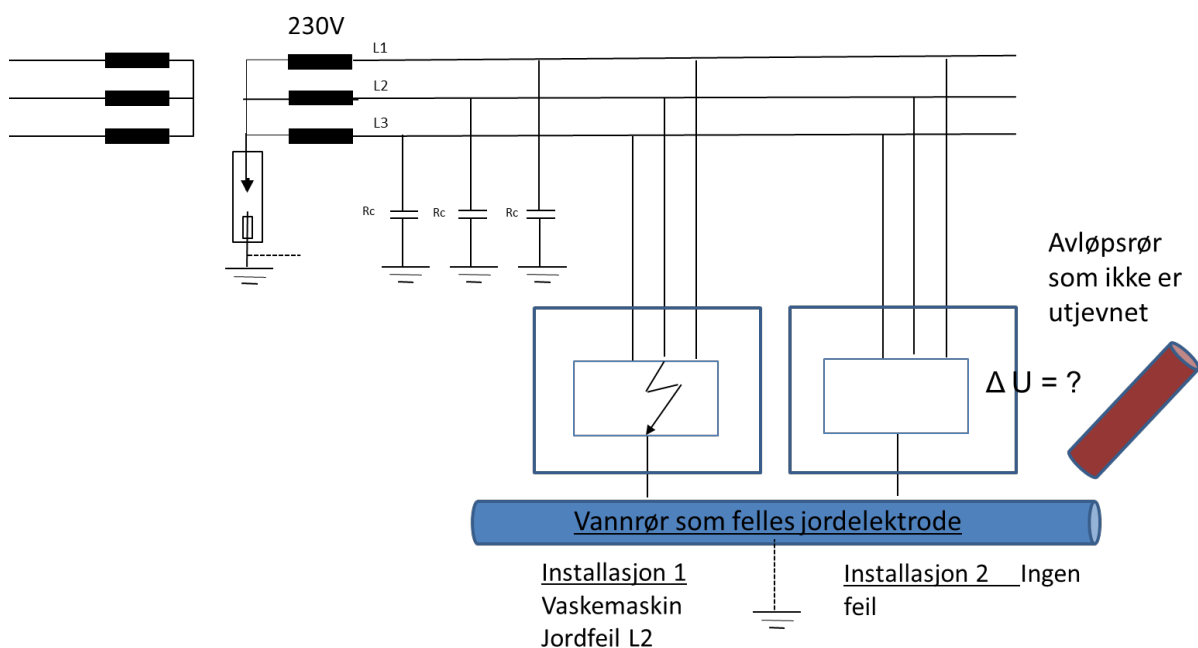
Ved stående jordfeil i en installasjon, typisk eldre installasjon, kan det oppstå fare for elektrisk sjokk hvis ledende deler og utsatte ledende deler ikke er koblet sammen.

I eksempelet i **Figur 9** vises et avløpsrør som ikke er koblet sammen med jordingssystemet i installasjonen.



Figur 9 Fare for elektrisk sjokk i en installasjon hvor det ikke er utjevnet tilstrekkelig

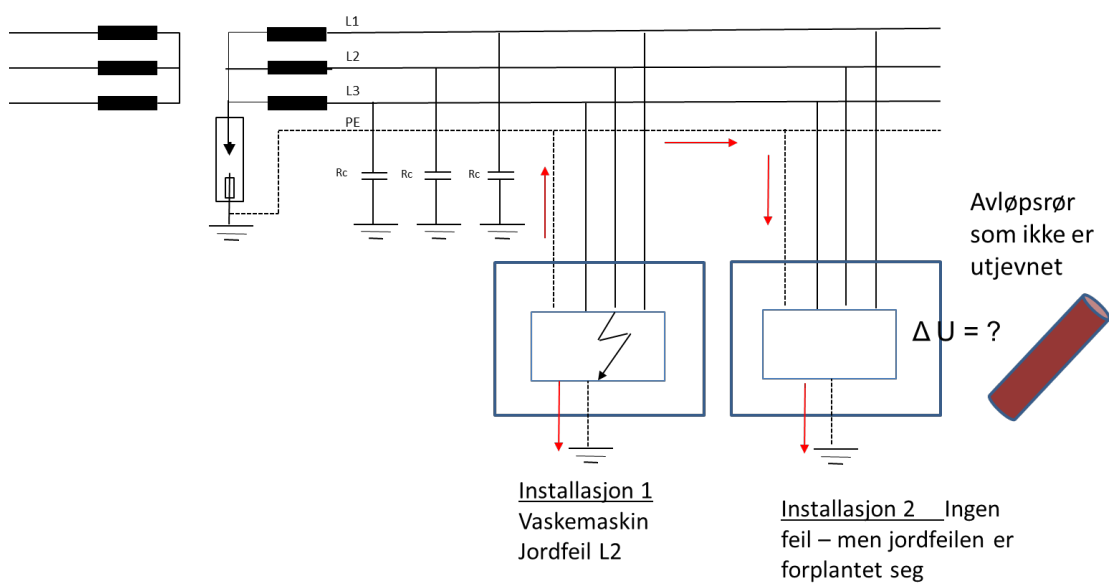
Ved stående jordfeil i en installasjon kan det også oppstå fare for elektrisk sjokk i en annen installasjon hvis installasjonene har en felles jordelektrode og eksempelvis vannrør som ikke er utjevnet til jordingssystemet. Men det må bemerkes at i dette tilfellet er andre ledende deler og utsatte ledende deler ikke koblet sammen på en tilfredsstillende måte.



Figur 10 Fare for elektrisk sjokk i en installasjon uten jordfeil

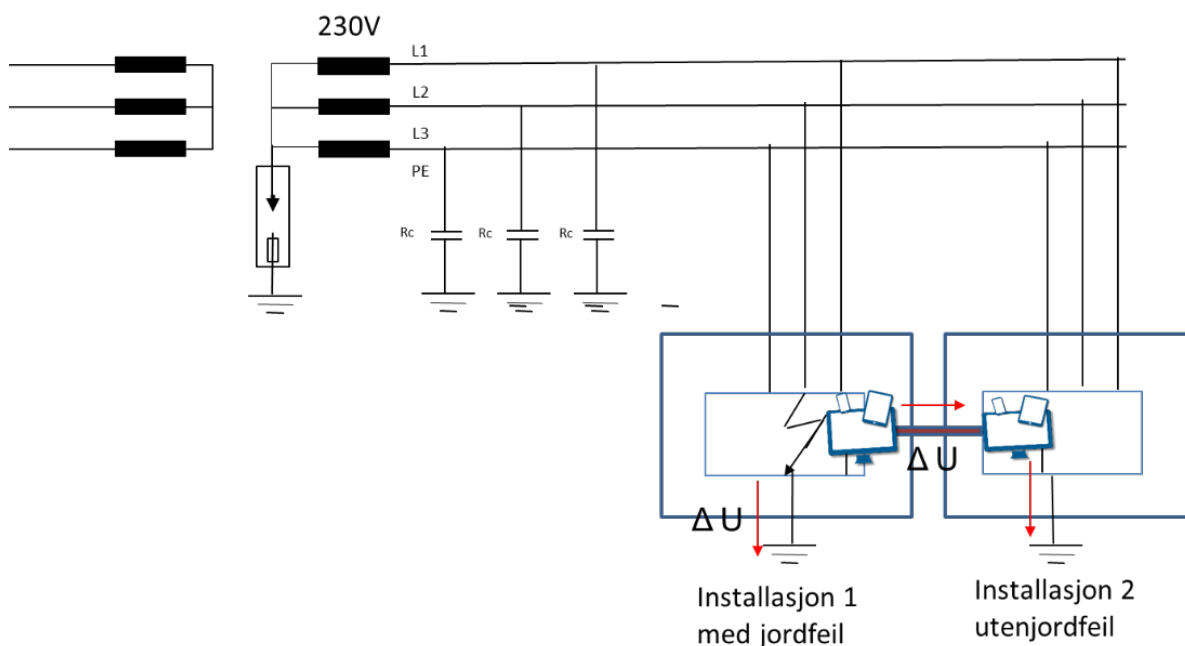
Det samme kan skje i IT system som forsyner alle installasjoner med kabel, og hvor jord i kabel er tilkoblet i nettstasjon og hovedjordskinne i de ulike installasjoner.

Men her vil feilstrømmen fordele seg i de ulike installasjoner som medfører at berøringsspenningen vil bli lav.



Figur 11 Fare for elektrisk sjokk i en installasjon uten jordfeil

Ved stående jordfeil i en installasjon kan elektronisk utstyr bli ødelagt på grunn av spenningsforskjeller mellom denne installasjon og installasjonen en kommuniserer med.



Figur 12 Elektronisk utstyr kan bli ødelagt ved stående jordfeil.

5 TT NETT

5.1 Fra FEL – Vedlegg 1

TT: For alle formål med nominell spenning opp til og med 230 V, unntatt for områder for medisinsk bruk eller for nødstrømforsyning.

TT-system, bruk av vern.

For å oppnå nødvendig beskyttelse mot elektrisk støt ved feil, kan det i TT-system i praksis kun benyttes strømstyrt jordfeilvern.

5.2 I drift

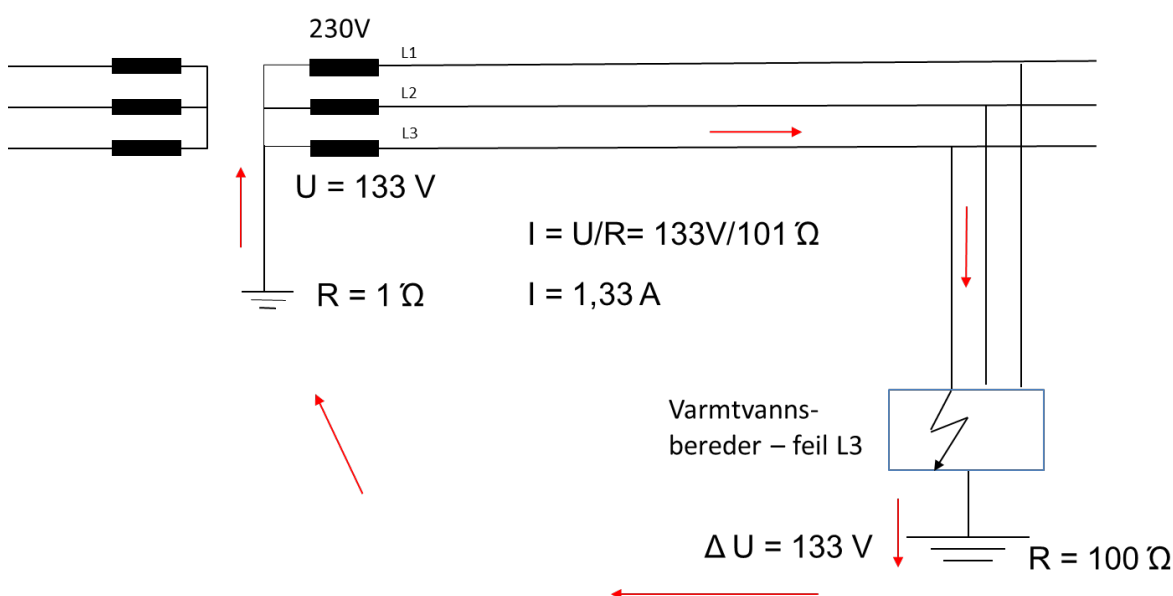
TT er ett trefase fordelingsnett som benyttes av blant annet BKK Nett og Agder Energi Nett. Systemet leverer 230V mellom de ulike tre faser, og kan forsyne både enfase og trefase 230V belastninger. TT systemet brukes gjennomgående helt fra transformator, koblingsgruppe Yyn0, i netstasjon, og inn i kundens installasjon.

5.3 Beskyttelse mot elektrisk sjokk

5.3.1 Beskrivelse av system i feilsituasjon

Jordfeilstømmen avhenger av overgangsmotstand til jord for netteiers transformator og byggets jordelektrode. Strømmen er derfor vanskelig å estimere. Eksempel i figur 13 viser en jordfeilstøm på 1,33 A når jordelektroden til nettselskap er 1 Ω , mens kundens er 100 Ω . Dette er ikke en unormal situasjon, siden nettselskapenes jord er som oftest svært lav. Utfordringen i dette tilfellet er at nesten all spenning i returkretsen ved feilsituasjonen er mellom jordingsystem og referansejord i kundeinstallasjon (tilnærmet 133V), og berørings-spenning er da langt over normkrav på 50 V i installasjonen. Det er derfor FEL krever at det skal anvendes utkobling ved første jordfeil ved hjelp av jordfeil-bryter, hvis det ikke brukes dobbelisolert som beskyttelsesmetode.

TT-system gir gjennomgående høyere jordfeil-strømmer enn IT nett.



Figur 13 TT nett i feilsituasjon

5.3.2 Krav i forsyningsnett

Forsyningsforskriften FEF §5-2 krever utkobling eller overvåking ved jordfeil for alle typer nettsystem. For TT nett brukes metoden isolasjonsovervåking, siden utkobling ved hjelp av jordfeilbryter i forsyningsnettet er ikke et egnet valg. Dette gjelder både matenett og stikkledning frem til kunden.

NEK 400 411.3.2 angir krav til utkoblingstider ved jordfeil. For forsyningsnettet angis det ikke krav til utkoblingstid for TT nett.

Ved etablering av ny stikkledning kan en i stedet for overvåking anvende beskyttelsesmetode dobbel eller forsterket isolasjon (NEK 400 412) som er sidestilt med beskyttelsesmetode automatisk utkobling (NEK 400 411). Dette oppnår en ved å bruke dobbelisolert kabel, eksempelvis TFXP kabel som er en standard hos nettselskapene.

5.3.3 Krav kundeinstallasjon

Utkoblingstid ved jordfeil nummer 1 for forbrukskurser er angitt i tabell 41 A i NEK 400 som 0,2 sekunder, og for hovedkurser 1 sekund. For å håndtere dette for forbrukskurser brukes det jordfeilbryter eller dobbelisolering. Det er ikke direkte krav til 30 mA utløsestrøm for jordfeilbryter, men i praksis brukes dette som en standard løsning i installasjonen, da funksjonen er integrert i overstrømsvern (jordfeil automat).

For hovedkurser må det anvendes en jordfeilbryter som er selektiv i forhold til jordfeilbryteren i forbrukskursene. Det kan også anvendes beskyttelsesmetode dobbel eller forsterket isolasjon (NEK 400 412) og bruke dobbelisolerte ledninger, og dermed unngå jordfeilbryteren.

Følgende tilleggskrav skal alltid være oppfylt i en TT-installasjon:

- 411.3.3 30 mA jordfeilbryter ved flyttbart utstyr og utendørs stikkontakter med merkestrøm ≤ 32 A (30 mA)
- 411.3.3 30mA jordfeilbryter ved forsyning stikkontakter med merkestrøm ≤ 20 A og som er:
 - beregnet til allmenn bruk av ikke sakkyndige, eller
 - montert i boliger, eller
 - montert i BA2-områder.

Disse kravene kan gjøres unntak ved næring – og industrivirksomhet hvor det er tilsyn ved sakkyndig eller instruert personell.

Avsnitt 415 Tilleggsbeskyttelse 30mA og tilleggsutjevning mellom utsatte ledende deler og andre ledende deler kan også anvendes hvis delkapitlene i del 7 og 8 krever dette.

5.3.4 Krav til jordingsystem hos kunden

Det er vanskelig å kreve en eksakt overgangsmotstand til jord, men det bør tilstrebes en verdi på minimum 100 ohm. Hvis høyeste merkeutløsestrøm på jordfeilbryter er 300mA er kravet til overgangsmotstand lik $50V/300mA = 150$ ohm. Elektroden bør måles eller beregnes på en sikker måte.

Det viktigste er at jordfeilbryterens utløsestrøm er lavere enn jordfeilstrømmen for å få en garantert utkobling. Av erfaring er jordfeilstrømmen høyere enn 0,3 A.

6 TN NETT – 230V

6.1 Fra FEL – Vedlegg 1

TN-230 V er ikke nevnt som et nettsystem. Men i prinsippet er dette et TT-kabelnett hvor nullpunkt i transformator er galvanisk forbundet med kundens jordingsystem, og derfor kan dette nettet betegnes som TN 230 V.

6.2 I drift

TN-230 V er ett trefase fordelingsnett som er bygget og driftet av blant annet BKK Nett og Agder Energi Nett.

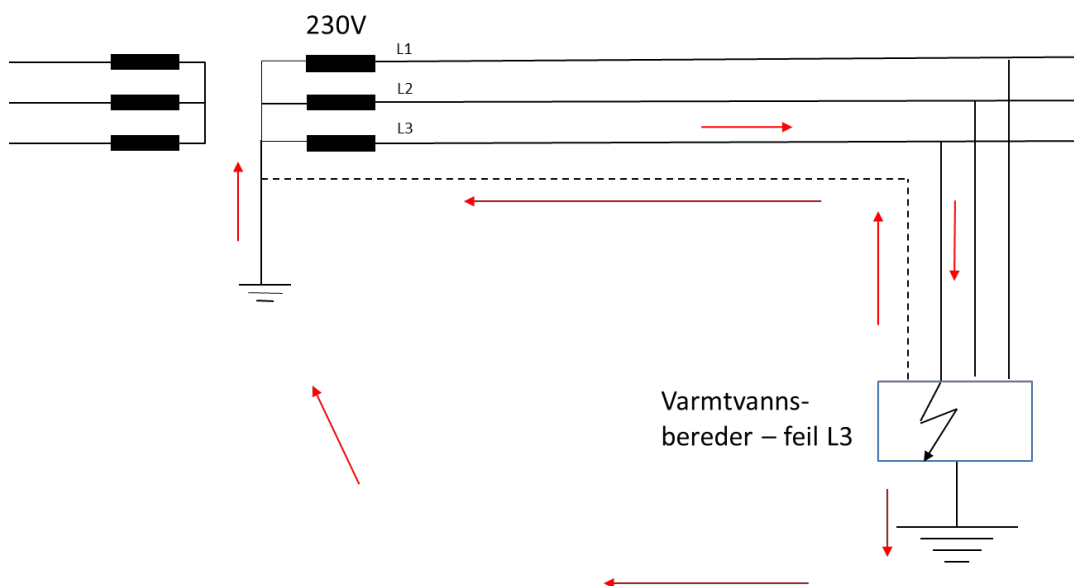
Systemet leverer 230 V mellom de ulike tre faser, og kan forsyne både enfase og trefase 230V belastninger. TN-230 V systemet brukes gjennomgående helt fra transformator, koblingsgruppe Yyn0, i nettstasjon, og inn i kundens installasjon.

6.3 Beskyttelse mot elektrisk sjokk

Som nevnt er dette et TT-kabelnett hvor beskyttelsesleder føres fra nettstasjon og frem til kunde hvor den termineres. Derfor endrer betegnelsen til TN-230V.

Jordfeilstømmen har nå to ulike alternativer, og størstedelen av jordfeilstømmen flyter nå tilbake gjennom skjermen i kabel og en mindre del gjennom jordleder i kabel.

Jordfeilstømmen vil øke i forhold til strømmene i TT-system, og det er en større sjanse for at overstrømsvern kobler ut. Jordfeilstømmens størrelse begrenses av transformatorens interne motstand mot jordfeilstømmer. Standard koblingsgruppe for denne type transformator gir dessverre høy motstand mot jordfeilstømmer (nullstrømmer).



Figur 14 Sjanse for topolt jordfeil

6.4 Krav i forsyningsnett og kundens installasjon

Kravene ellers er like som for TT nett.

7 TN-C- S 400V

7.1 Fra FEL – Vedlegg 1

TN-C-S: For forsyning av anlegg med nominell spenning opp til og med 230/400 V som TN-C-system fram til første fordeling. Etter første fordeling brukes TN-S-system.

For anlegg i industri og for spesielle formål også med nominell spenning 690 og 1.000 V, men ikke for lys, romoppvarming og anlegg for styrestrømmer og lignende.

TN-C-system benyttes ikke til fordeling i bygningsinstallasjoner.

TN-C-system er ikke tillatt i eksplosjonsfarlig område.

7.2 I drift

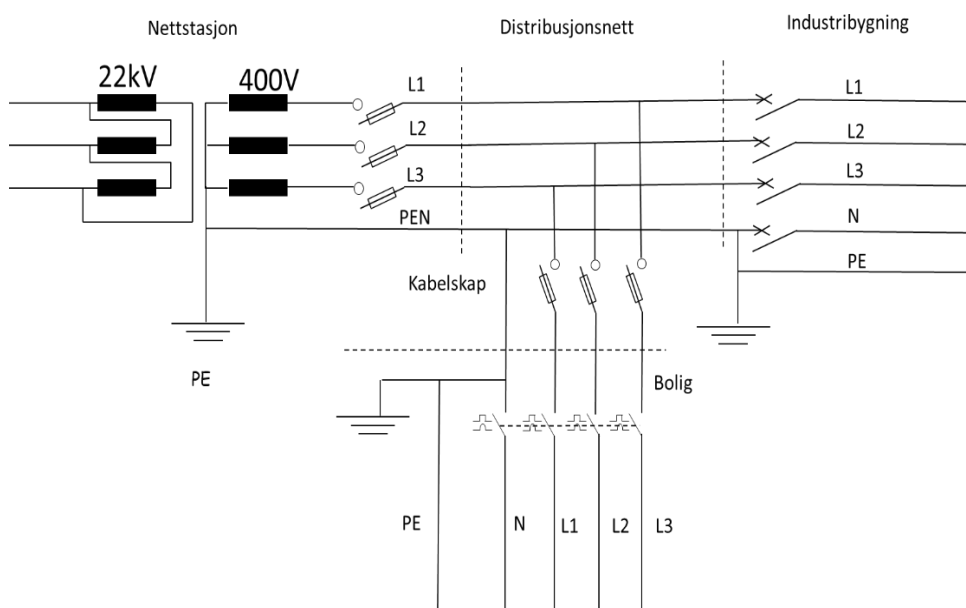
TN-C-S er ett trefase fordelingsnett som bygges for nye installasjoner i Norge. Det er benyttet av EU landene i stor grad gjennom mange år, og er dermed referansesystem ved produksjon av nytt utstyr.

Som FEL påpeker skal det anvendes TN-S system i kundens installasjon etter leveranse fra nettselskap med TN-C system i grensesnittet (se [RENblad 4100](#)).

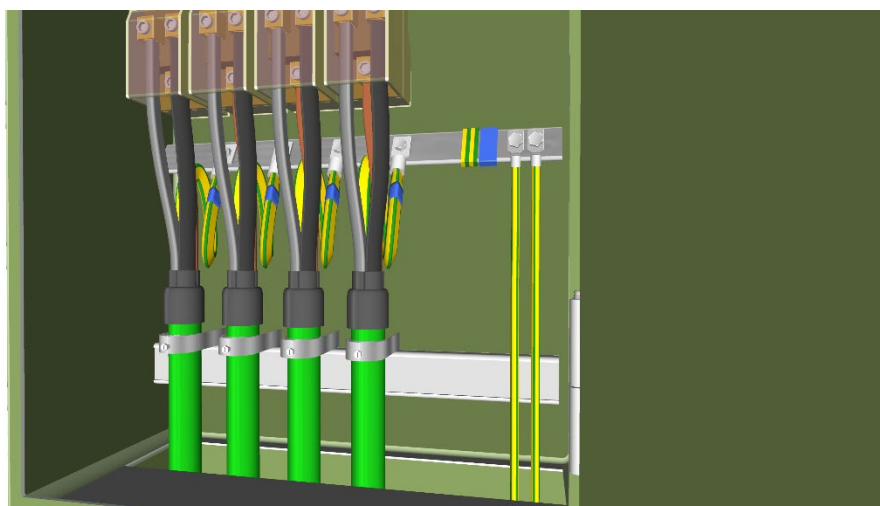
Nettselskapets transformator har koblingsgruppe Dyn11 som har lav impedans for jordfeilstrømmer. PEN - leder benyttes som en kombinert N og PE-leder frem til kundens installasjon hvor den skilles til 2 separate forbindelser henholdsvis N og PE-leder.

Se **Figur 15**.

Siden systemet forsyner med 400 V mellom fasene vil dette medføre $\sqrt{3}$ mindre spenningsfall i kabel ved samme effektleveranse som for 230 V.



Figur 15 TN-C-S system



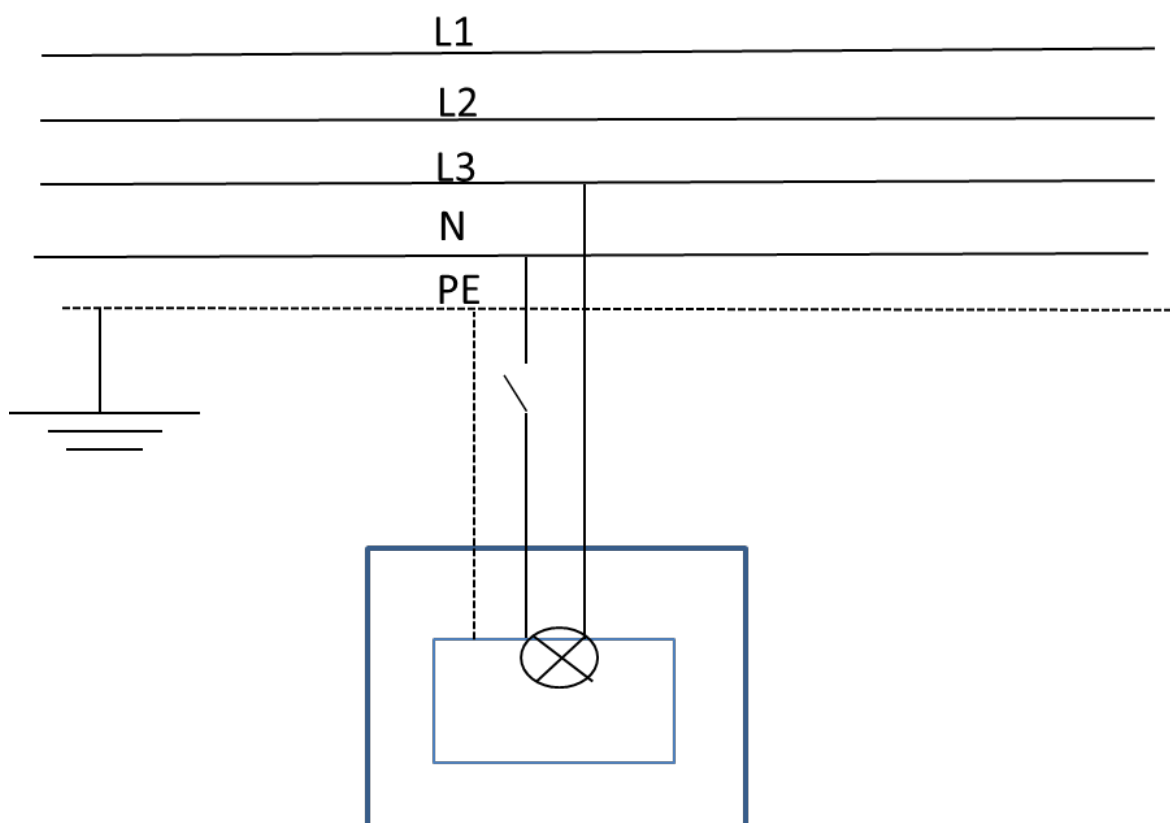
Figur 16 SK 1355.5 Kabelskap i forsyningsnettet med PEN-samleskinne

7.3 Beskyttelse mot elektrisk sjokk

Hvis det skjer en jordfeil i systemet, vil tilnærmet all feilstrøm flytte tilbake gjennom PE-leder i kundens installasjon og PEN – leder hos nettselskap. Ved korrekt prosjektert installasjon og forsyningsnett skal denne feilstrømmen kobles ut av overstrømsvern. Berøringsspenningen i installasjonen, i forhold til referansejord, vil i de fleste tilfeller være liten, da en mindre del av feilstrømmen flyter gjennom jordelektroden.

Det kan også være fare for elektrisk sjokk ved vanlig drift hvis en en-polt bryter er tilkoblet til N-leder i stedet for faseleder. Eksempelvis hvis en skifter en lyspære, og kobler kun fra i bryteren, kan en komme i kontakt med faseleder og dermed få strøm gjennom kroppen hvis

en er i berøring med utsatte ledende deler med andre hånden. Det samme problemet har en også ved IT og TT nett med en-polte brytere.



Figur 17 TN-S system ved feilkoblet bryter

7.3.1 Krav i forsyningsnett

Forsyningsforskriften FEF §5-2 krever utkobling eller overvåking ved jordfeil. For TN-C-S brukes metoden utkobling siden jordfeilstrømmene i dette systemet er høye.

7.3.2 Krav i kundeinstallasjon

For TN-C-S brukes metoden utkobling siden jordfeilstrømmene i dette systemet er høye.

For krav til utkoblingstider – se avsnitt om beskyttelse mot elektrisk sjokk 411.

Følgende tilleggskrav skal alltid være oppfylt:

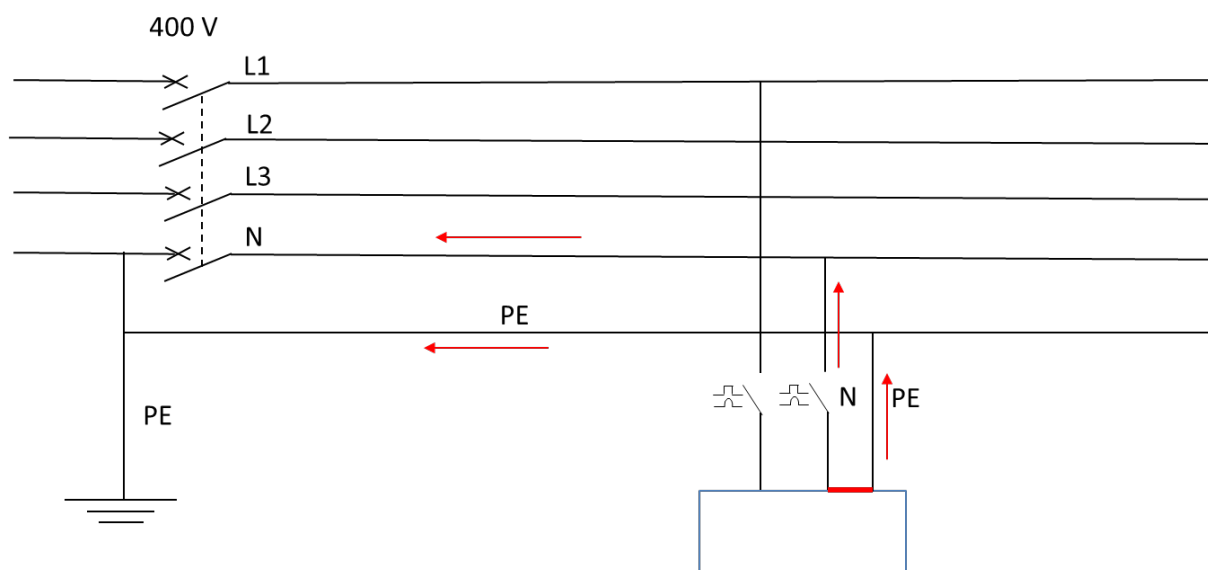
- 411.3.3 30mA jordfeilbryter ved flyttbart utstyr og utendørs stikkontakter med merkestrøm ≤ 32 A (30mA)
- 411.3.3 30mA jordfeilbryter ved forsyning stikkontakter med merkestrøm ≤ 20 A.

NB! Det kan gjøres unntak ved næring eller industri som benyttes under tilsyn av sakkyndige eller instruerte personer.

Avsnitt 415 Tilleggsbeskyttelse 30mA og tilleggsutjevning mellom utsatte ledende deler og andre ledende deler anvendes også hvis delkapitlene i del 7 og 8 krever dette.

7.4 Ved sammenkobling av N og PE-leder i installasjonen

N og PE-leder skal ikke koble sammen i installasjonen, Hvis dette gjøres vil en få utilsiktet utkobling av jordfeilbryter i installasjonen siden deler av belastningsstrømmen vil flyte i PE-leder. Se **Figur 18**.



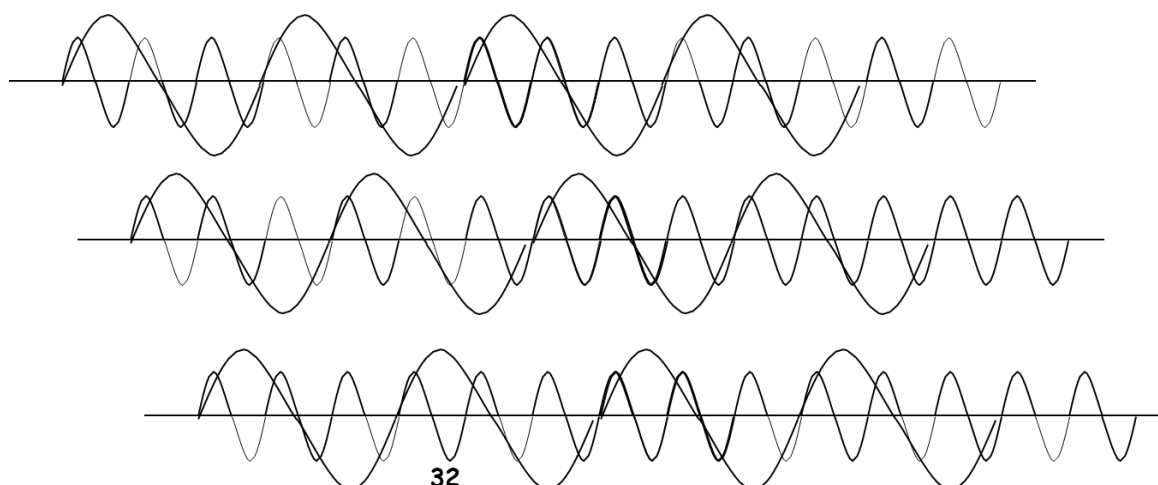
Figur 18 Sammenkobling av N og PE-leder

7.5 Krav til jordingssystem

Krav til overgangsmotstand til jord i dette systemet er ikke spesifikt siden jordelektroden brukes som en stedlig jord hvis forbindelsen til systemjord mangler. Det bør tilstrebes under 300 ohm, men det er ingen krav til å dokumentere verdien. Ved utførelse av ringjord rundt bygning er en langt under denne grensen.

7.6 Beskyttelse ved overharmonisk belastning

Ved vanlig drift vil overharmoniske belastning samt skjevbelastning medføre at det kan gå strøm i PEN-leder tilbake til nullpunkt på transformator. Dette medfører at det vil fordeles strømmen i jordingssystemet i vanlig drift.

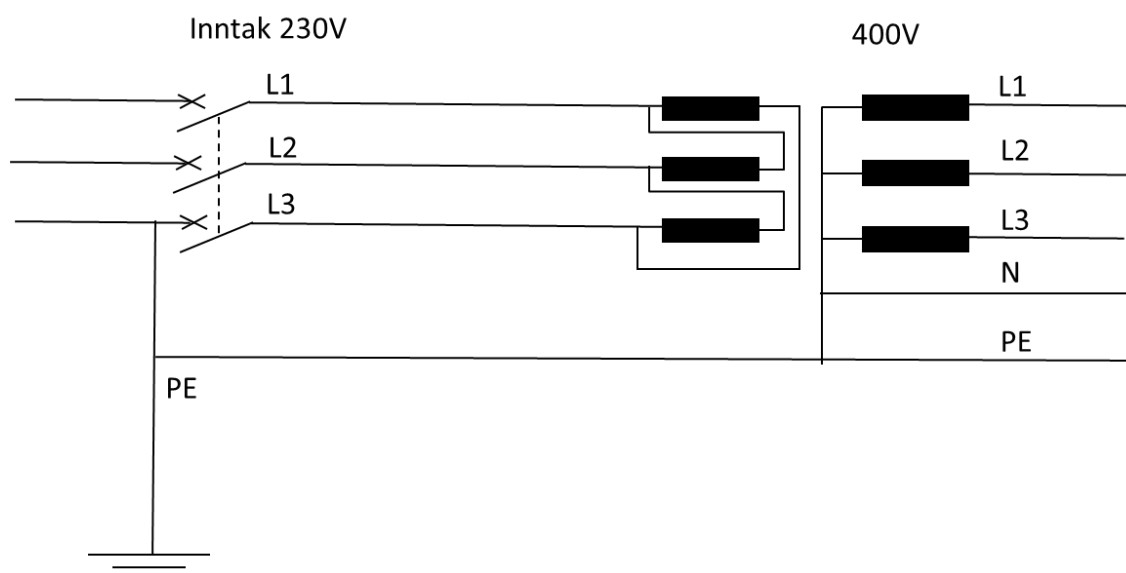


Figur 19 Kun tredjeharmonisk strøm i N-leder

Ved kun tredjeharmonisk belastning i installasjonen, som er en utopi i praksis, vil denne summere seg i N-leder og medføre tre ganger så mye strøm i forhold til fase-leder. Belastningsstrømmer i jordingssystemet vil også føre til økt magnetfelt for denne typen nett.

7.7 Ved overgang fra 230 V til 400 V i kundens installasjon

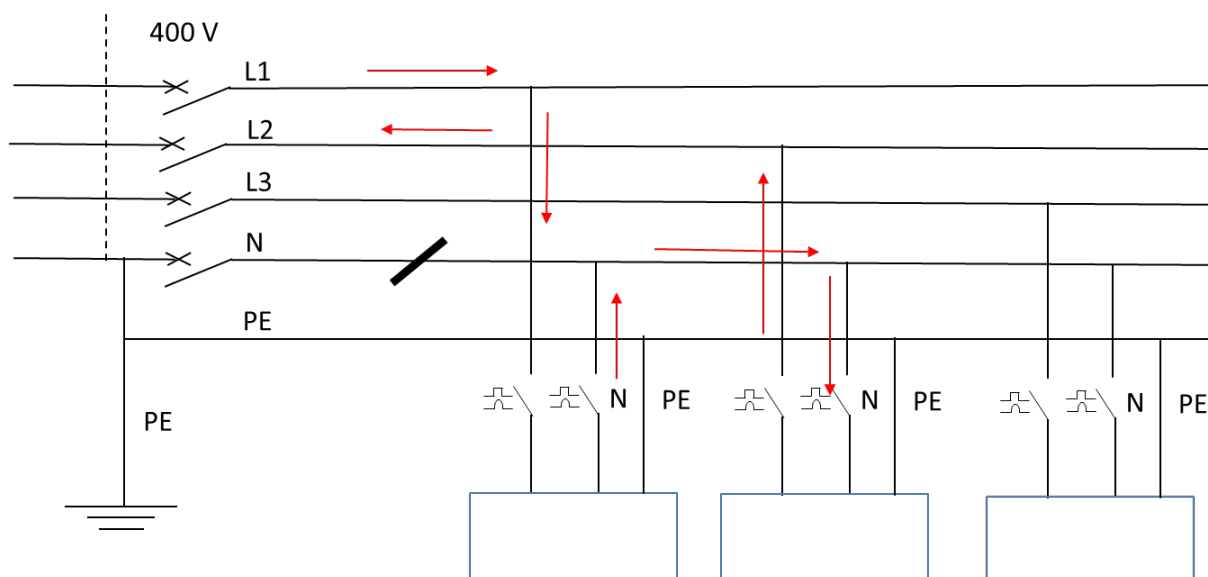
I mange tilfeller anvendes denne type transformator hvis det er behov for 400 V forsyning i kundens installasjon. En må da sikre seg at kortslutningsytelsen er høy nok til at en får utkobling, samt at null-punktet på transformatoren er tilkoblet jordingssystemet i bygning.



Figur 20 Fra IT til TN nett i kundens installasjon

7.8 Driftssituasjon ved brudd i N – leder

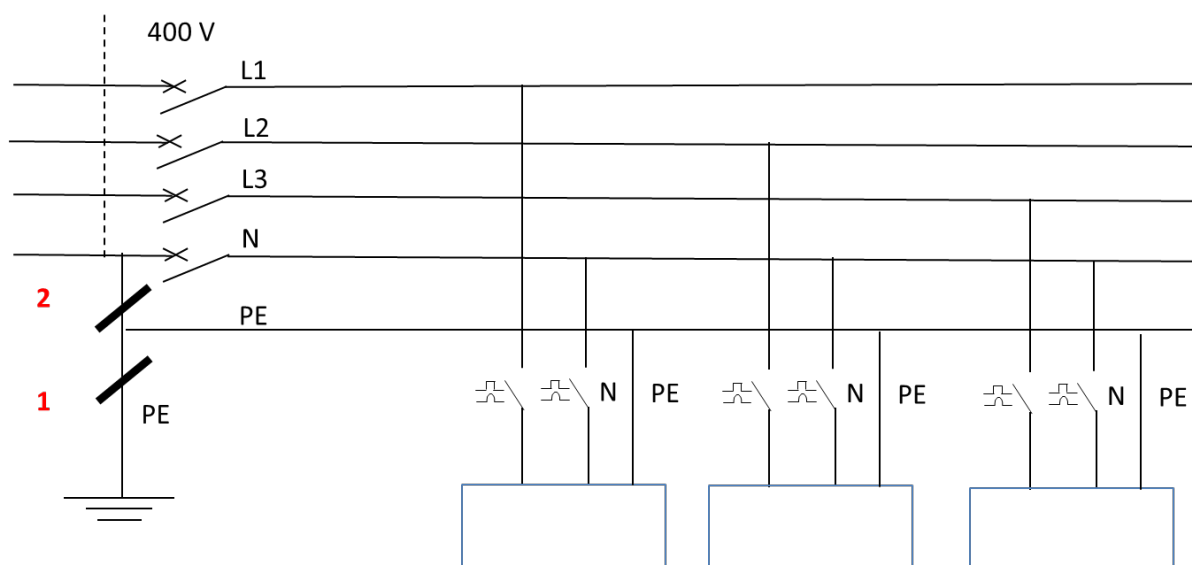
Ved brudd i N-leder vil 400 V spenningen mellom fasene, forskyve seg over tilknyttede belastninger avhengig av deres ytelse. I verste fall kan dette medføre nesten 400 V påtrykket spenning, og utstyret vil sannsynligvis bli ødelagt.



Figur 21 Brudd i N-leder

7.9 Driftssituasjon ved brudd til jordingssystem

Hvis nullpunkt og lokal jordingsleder ikke er tilkoblet til systemets jordelektrode (se situasjon 1) vil dette medføre ved en jordfeilsituasjon at det vil bli en berøringsspenning mellom utstyrets utsatte ledende deler og andre jordingssystemer tilkoblet jordelektrode.

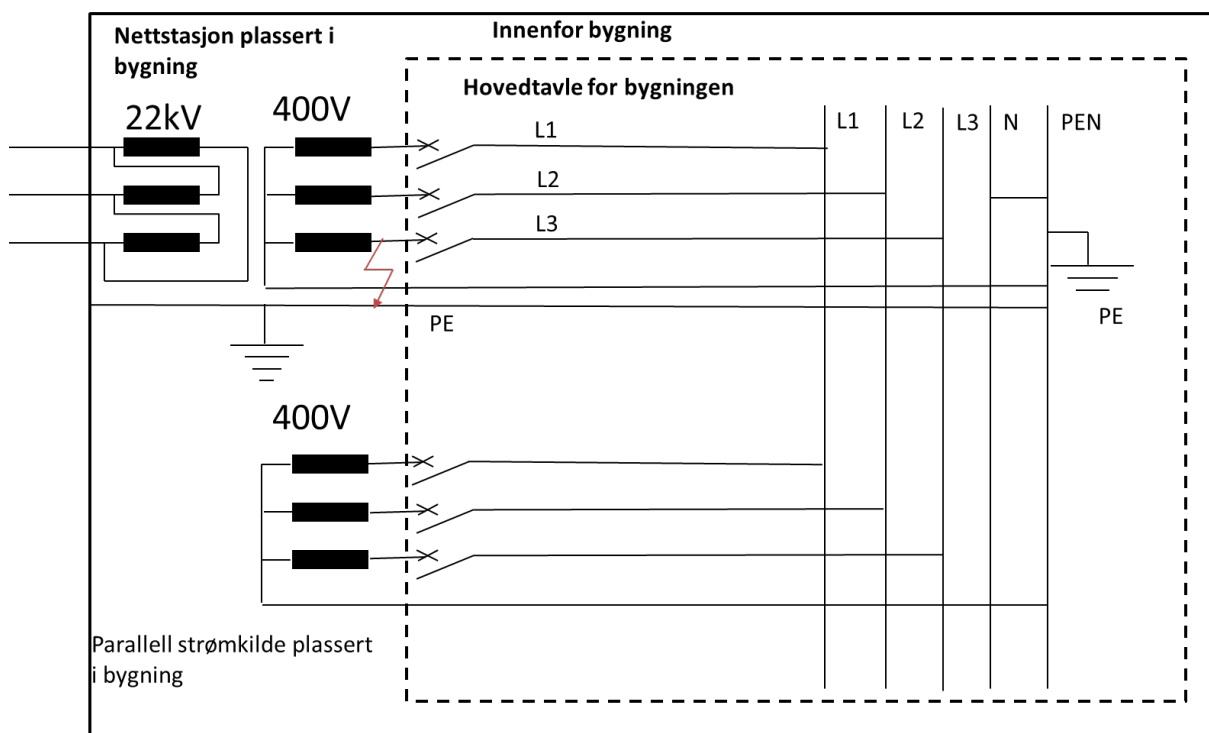


Figur 22 Brudd mellom PE system og jordingssystem

Hvis jordingssystemet i installasjonen ikke er tilkoblet PEN-leder til nettselskap (se situasjon nr. 2) vil en få et IT-400V system. Dette kan gi berøringsspenninger som er svært høye.

7.10 Ved flere strømkilder i installasjonen

Ved flere strømkilder i installasjonen skal det kun utføres jording av nøytralpunkt på transformator i hovedtavle. (Nettstasjon plassert i bygg) for å hindre sirkulerende strømmer mellom strømkildene i vanlig drift. Dette skyldes at systemene har ulike systemegenskaper.



Figur 23 Flere parallelle strømkilder plassert i en bygning

NB! Det er sikkerhetsmessig svært viktig at jordingssystem i nettstasjonen tilkobles jordingssystem i hovedtavle. Se figur 23. Hvis ikke vil nettsystem for lavspenningsinstallasjonen i nettstasjon bli et IT-system, og en vil ikke få utkobling ved jordfeil.

8 TN-S 400V

8.1 Fra FEL – Vedlegg 1

TN-S: For alle formål opp til og med 230/400 V unntatt i områder for medisinsk bruk eller for nødstrømforsyning.

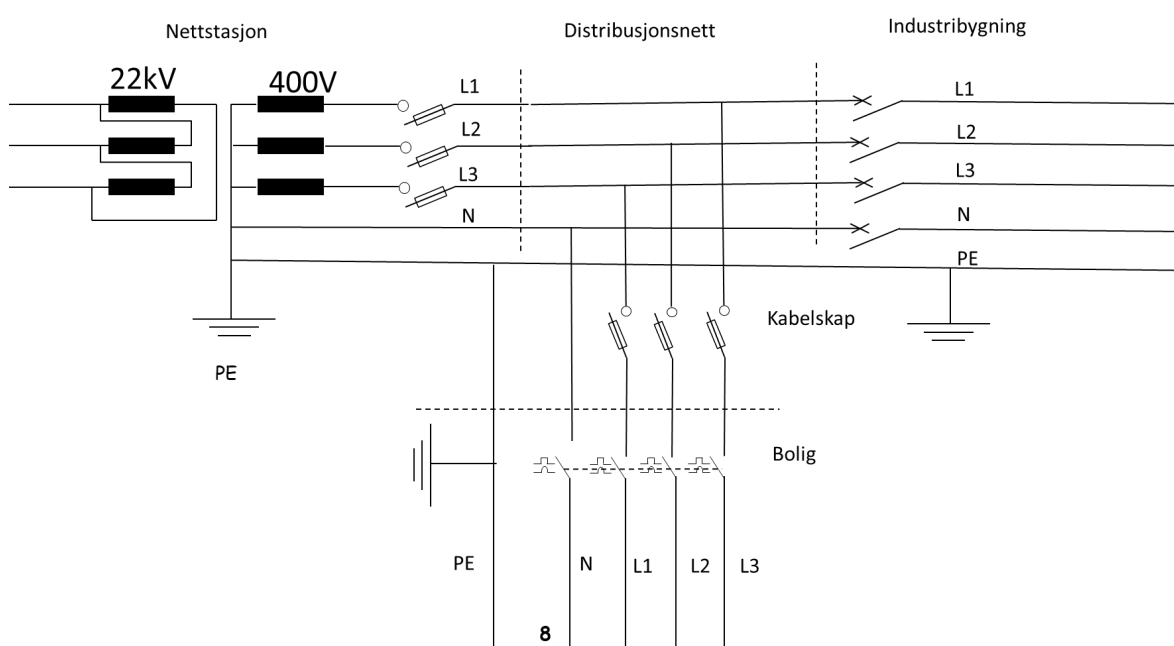
For anlegg i industri og for spesielle formål også med nominell spenning 690 og 1.000 V, men ikke for lys, romoppvarming og anlegg for styrestrømmer og lignende.

8.2 I drift

TN-S er ett trefase fordelingsnett som bygges i svært liten grad for fordelingsnett i Norge, men som FEL påpeker skal det alltid anvendes TN-S system i kundens installasjon.

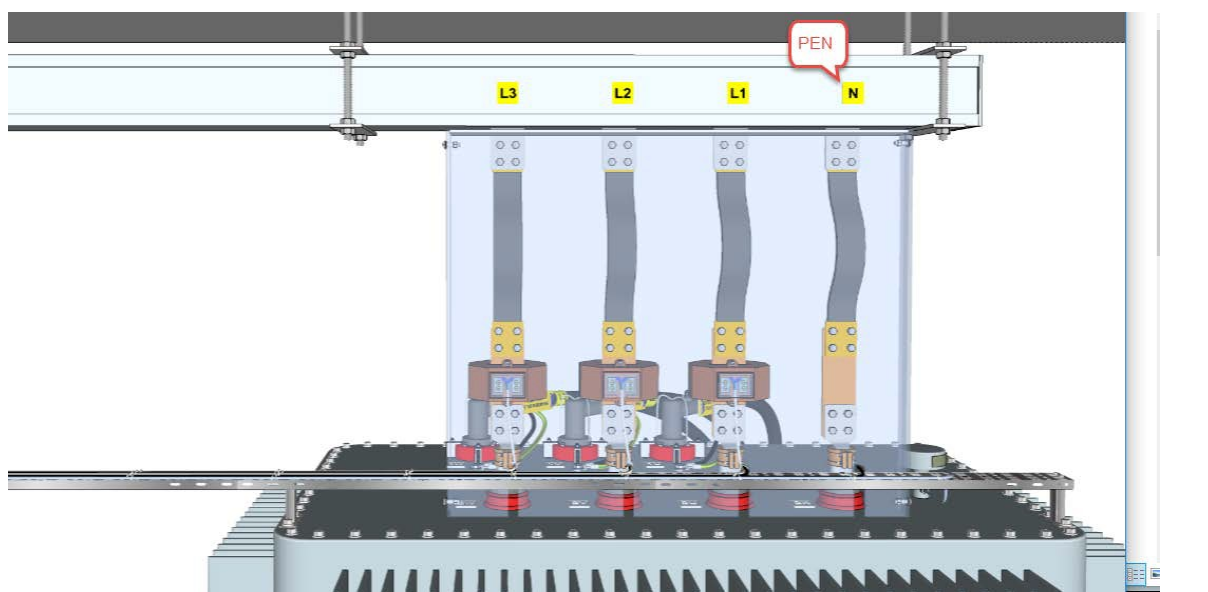
Nettselskapets transformator har koblingsgruppe Dyn11 som har lav impedans for jordfeilstrømmer. N og PE - leder er separert hele veien fra transformator til kundens installasjon.

Siden systemet forsyner med 400 V mellom fasene vil dette medføre $\sqrt{3}$ mindre spenningsfall i kabel ved samme effektleveranse som for 230 V.



Figur 24 TN-S system helt fra transformator

TN-S system har blitt brukt i nettstasjoner som er direkte plassert i bygningen som skal forsynes. Dette for å hindre sirkulerende overharmoniske strømmer i jordingssystemet i bygning. **Figur 25** viser en transformator som bruker kanalskinne for overføring inn til hovedtavle plassert i rommet ved siden av.



Figur 25 TN-S system helt fra transformator

8.3 Beskyttelse mot elektrisk sjokk

Hvis det skjer en jordfeil i dette systemet, vil tilnærmet all feilstrøm flytte tilbake gjennom PE-leder i kundens installasjon og PE-leder hos nettselskap. Ved korrekt prosjektert installasjon og forsyningsnett skal denne feilstrømmen kobles ut av overstrømsvern. Berøringsspenningen i installasjonen vil i de fleste tilfeller være liten, da en mindre del av feilstrømmen flyter gjennom jordelektroden.

8.3.1 Krav i forsyningsnett

Forsyningsforskriften FEF §5-2 krever utkobling eller overvåking ved jordfeil. For TN-S brukes metoden utkobling siden jordfeilstrømmene i dette systemet er høye.

8.3.2 Krav i kundeinstallasjon

Tilsvarende som for TN-C-S system.

8.4 Beskyttelse ved overharmonisk belastning og skjevbelastning

Tilsvarende som TN-C-S system, se punkt 7.6 bortsett fra at en fremfører N-leder og PE-leder separat fra nullpunkt på transformator. Fordelen med dette er at skjevbelastning og overharmonisk strøm fremføres i N-leder tilbake i nullpunkt og ikke i PE-leder. Systemet får også et redusert magnetfelt siden man får samlet alle strømmer i faser og n-leder.

8.5 Driftssituasjon ved brudd i N – leder og til jordingsystem

Situasjonen er tilsvarende som for TN-C-S system, se 7.8 og 7.9.

8.6 Ved flere strømkilder i installasjonen

Ved flere strømkilder i installasjonen skal prinsippet som beskrevet i 7.10 følges.

9 REFERANSER

1. Forskriften FEF Forskrift om elektriske forsyningsanlegg
2. NEK 400 Lavspenningsinstallasjoner
3. FEL Forskrift om elektriske lavspenningsanlegg