

KRAV TIL STRØMFORSYNING AV IKT-ROM

UFS nr:	107
Versjon:	3.5
Status:	Godkjent
Dato:	25.01.2013
Arbeidsgruppe:	Fysisk infrastruktur
Ansvarlig:	UNINETT
Kategori:	Anbefaling

Sammendrag

Det anbefales installert reservekraftaggregat ved alle institusjoner med viktige IKT-rom.

Det skal være installert en sentralisert on-line UPS for forsyning av IKT-rom. Nødvendig UPS batteritid må vurderes i en risikoanalyse dersom det ikke monteres reservekraftaggregat. Det skal opprettes galvanisk skille i UPSen både ved normal vekselretterdrift og statisk bypass drift.

Hovedtavle for normalkraft, hovedtavle for reservekraft og hovedtavle for avbruddsfri kraft skal minimum være separate skap. Hovedtavler som forsyner viktige IKT-rom skal være bygd etter form 4-b i tavlenormen NEK EN 60439-1 (tavlenormen).

Behov for overspenningsvern i fordelingene må vurderes. Dersom det er overspenningsvern i hovedfordelingen skal det også minimum monteres tilpasset overspenningsvern i underfordeling for IKT-rom.

Etablering av ett jordplan i IKT-rom anses som vært viktig for å kunne opprettholde nødvendig tilgjengelighet/oppetid. Alle ledende bygningselementer og utstyrsoverflater skal ha samme jordpotensial.

Innhold

- 1 Definisjon av krafttyper og forsyningssikkerhet
 - 1.1 Krafttyper
 - 1.2 Forsyningssikkerhet
- 2 Generelle krav
- 3 Krav til normalkraft
- 4 Krav til reservekraft
 - 4.1 Tekniske krav til reservekraftaggregater
- 5 Krav til avbruddsfri kraft (UPS)
 - 5.1 Tekniske krav til UPS
- 6 Krav til 48V likeretteranlegg
 - 6.1 Tekniske krav til likeretter og batterianlegg
- 7 Selektivitet
 - 7.1 Generelt
 - 7.2 Avbruddsfri strømforsyning
- 8 Jording
- 9 Dimensjonering
- 10 Dokumentasjon / merking
- 11 Test
- 12 Referanser
- 13 Endringer

Introduksjon

Dette dokumentet spesifiserer UH-sektorens anbefalte krav til strømforsyning av IKT-rom. Dokumentet oppdaterer versjon 3 av dokumentet, datert 22.12.2009. Se kapittel 13 for en endringslogg.

FAGSPESIFIKASJON FRA UNINETT

Målgruppe er IT-ledere og IT-drifspersonell i UH-sektoren. Hensikten med dokumentet er å heve kvaliteten på strømforsyningen av IKT-rom i sektoren og det forutsettes at dokumentets anbefalinger legges til grunn ved utvidelses-, rehabiliterings- og nybyggprosjekter, samt i det daglige arbeid.

Definisjoner

CAIDI	Customer Average Interruption Duration Index
CTAIDI	Customer Total Average Interruption Duration Index
DSB	Direktoratet for sikkerhet og beredskap
FDV	Forvaltning drift og vedlikehold
HKR	Hovedkommunikasjonsrom
IEEE	The Institute of Electrical and Electronics Engineers
ILE	Ikke Levert Energi
IT	Isolated Terra - Elektrisk spenningssystem som er isolert fra jord eller forbundet til jord over en tilstrekkelig høy impedans, enten i nøytralpunkt eller i et kunstig nøytralpunkt på en transformator, generator, el.
KR	Kommunikasjonsrom
kVA	KiloVolt Ampere – benevnning for effekt i vekselstrømsutstyr
kWh	Kilowatttime
LVBD	Low Voltage Battery Disconnect
MTBF	Mean Time Between Failures
NAV	Network Administration Visualized, IKT-managementsystem utviklet av UH-sektoren i regi av UNINETT.
NEK EN	Norsk Elektronisk Komite Europa Norm
NVE	Norges vassdrags- og energidirektorat
PABX	Public Automatic Branch Exchange
PDU	Power Distribution Unit – strømlest i rack
POE	Power over Ethernet, IEEE 802.3af / at
RMS	Root Mean Square
SAIDI	System Average Interruption Duration Index
SAIFI	System Average Interruption Frequency Index
SNMP	Simple Network Management Protocol
SLA	Service Level Agreement
THD	Total Harmonic Distortion
TIA	Telecommunications Industry Association
TN	Elektrisk spenningssystem som har et punkt direkte jordet ved strømkilden, og med utsatte ledende deler forbundet til dette punktet gjennom beskyttelsesledere. Det skilles mellom tre typer TN-systemer avhengig av hvordan N-leder og beskyttelsesledere er arrangert.
TN-C	I dette systemet er N-leder og beskyttelsesleder kombinert i en leder i hele forsyningssystemet.
TN-S	I dette systemet er det benyttet separat beskyttelsesleder helt fra strømkilden og gjennom hele installasjonen.
TN-C-S	I dette systemet er N-leder og beskyttelsesleder kombinert i en enkelt leder i

en del av forsyningssystemet.

TT	Elektrisk spenningssystem der bare ett punkt er direkte jordet og utsatte ledende deler i en installasjon er forbundet til jordelektroder som er elektrisk uavhengig av forsyningssystemets jordelektrode.
IT	Elektrisk spenningssystem der alle spenningsførende deler er isolert fra jord, eller ett punkt jordet over en impedans.
UH-sektoren	Universitets- og høyskolesektoren
UNIX	Operativsystem for datamaskiner
UPS	Uninterruptible Power Supply – avbruddsfri kraft
VDE	Verband Deutscher Elektrotechniker
VoIP	Voice over Internet Protocol
VRLA	Valve Regulated Lead Acid
VVS	Varme, Vann og Sanitær

1 Definisjon av krafttyper og forsyningssikkerhet

1.1 Krafttyper

I dette dokumentet benyttes følgende definisjoner av elektrisk kraft:

1. Normalkraft: Elektrisk kraft levert av stedlig nettleverandør/e-verk.
2. Reservekraft: Elektrisk kraft produsert av diesellaggregat (ett eller flere)
3. Avbruddsfri kraft: Elektrisk kraft levert fra UPS ([Uninterruptible Power Supply](#)) som i en normalsituasjon forsynes fra normalkraft og ved bortfall av normalkraft først forsynes fra egne batterier og deretter fra reservekraft.

Begreper som nødstrøm, prioritert kraft og uprioritert kraft er bevisst utelatt, da nødstrøm er definert i NEK 400 og gjelder strømforsyning til installasjoner som er avgjørende nødvendig for helse og sikkerhet. Prioritert kraft og uprioritert kraft kan gi uheldige assosiasjoner og forståelse hos for eksempel brukergrupper og bør unngås av den grunn. Figur 1 viser mulig prinsipiell løsning for strømforsyning av IKT-rom.

1.2 Forsyningssikkerhet

NVE gir hvert år ut avbruddsstatistikker som er samlet inn fra landets energinettleverandører. Tidligere gjaldt denne statistikken hovedsakelig "Ikke Levert Energi" (ILE) og avbruddsstatistikk i rapporteringspunkter. Fra og med 2005 inneholder statistikken også avbruddstall for sluttbrukere.

Fra 2006 er også kortvarige avbrudd (<3 min) rapportert. De kortvarige avbruddene utgjør en ikke ubetydelig mengde feil i løpet av året.

Statistikken opererer blant annet med følgende begreper for langvarige avbrudd, definert i IEEE 1366 "Guide for electric power distribution reliability indices":

CAIDI (Customer average interruption duration index):

FAGSPESIFIKASJON FRA UNINETT

Sum varighet av avbrudd over året dividert på antall sluttbrukere som har opplevd avbrudd innenfor året.

Betydning:

CAIDI representerer gjennomsnittlig varighet før forsyningen gjenopprettes innenfor rapporteringsåret.

CTAIDI (Customer total average interruption duration index):

Sum varighet av avbrudd over året dividert på antall sluttbrukere som har opplevd avbrudd over året.

Betydning:

CTAIDI representerer gjennomsnittlig varighet som de sluttbrukere som har opplevd avbrudd, faktisk har vært uten forsyning innenfor rapporteringsåret.

SAIDI (System average interruption duration index):

Sum varighet av avbrudd over året dividert på antall sluttbrukere siste dag i året.

Betydning:

SAIDI indikerer den totale avbruddsvarighet som den gjennomsnittlige sluttbruker har opplevd innenfor rapporteringsåret.

SAIFI (System average interruption frequency index):

Sum antall avbrudd over året dividert på antall sluttbrukere siste dag i året.

Betydning:

SAIFI indikerer hvor ofte den gjennomsnittlige sluttbruker har opplevd avbrudd i forsyningen innenfor rapporteringsåret.

Innrapporterte avbruddstall til NVE som gjengitt i rapporten "Avbruddsstatistikk 2007" er vist i tabellen under:

Langvarige avbrudd (>3 min)	SAIFI (ant avbr / sluttbr)	SAIDI (timer / sluttbr)	CAIDI (timer / avbr)	CTAIDI (timer / ber sluttbr)
2005	1,9	2,3	1,2	2,9
2006	2,1	2,6	1,3	4,6
2007	2,0	2,4	1,2	3,6
Gj.snitt 2005 - 2007	2,0	2,4	1,2	3,7

Kortvarige avbrudd (< 3 min)	SAIFI (ant avbr / sluttbr)	SAIDI (min / sluttbr)	CAIDI (min/sluttbru)	CTAIDI (min / ber sluttbr)
2006	1,8	1,4	0,8	3,0
2007	1,9	1,4	0,8	3,0
Gj.snitt 2006 - 2007	1,9	1,4	0,8	3,0

Tallene i tabellen over gjelder for landet som helhet og for både varslet og ikke varslede avbrudd. På NVEs hjemmesider og www.fasit.no er det også mulighet til å hente ut tall fordelt helt ned på nettselskapsnivå. Det er en viss variasjon fra fylke til fylke både på grunn av meteorologiske fenomener i det året statistikken gjelder og på grunn av topografiske forhold, men den største

variasjonen over tid vil nok være mellom bystrøk med kabeldistribusjonsnett og utkantstrøk med luftlinjer som distribusjonsnett. Kabelnett gir betydelig høyere forsyningssikkerhet. Tallene i tabellen over må derfor kun brukes som en orientering og en vurdering av forsyningssikkerheten bør gjøres i hvert enkelt tilfelle. Men avbruddstallene viser at både kortvarige feil (<3 min) og langvarige feil (>3 min) opptrer så hyppig at avbruddsfri strømforsyning er helt nødvendig for å unngå tidkrevende og kostnadskrevende servernedkjøringer. I tillegg er avbruddstidene (CTAIDI) så lange at reservekraftaggregat er nødvendig for å unngå svært store batterianlegg i UPSen.

2 Generelle krav

Ved etablering av strømforsyning til IKT-rom bør det gjennomføres risiko- og sårbarhetsanalyse (ROS) som legges til grunn for beslutning om løsning. ROS-analysen bør omfatte alle deler av strømforsyningen som definisjon av viktighet for de enkelte IKT-rom, ensidig/tosidig mating, størrelse på UPS/batterier, størrelse på dieselaggregat, krav til installasjon etc.

1. Alle bygg for større campus, som inneholder viktige IKT-rom (eks.: tjenerrom, backuprom, grensesnittsrom etc.) med betydelig mengde servere og andre infrastrukturkomponenter bør ha tosidig mating av normalkraft fra stedlig kraftleverandør (ringstruktur) i kombinasjon med lokal reservekraft. Videre henvises det til designanbefalinger for strømforsyningen i TIA-942, Telecommunication Infrastructure Standard for Data Senters.
2. Hovedfordeling for normal, reserve- og avbruddsfri kraft skal være separate skap.
3. Alle større/viktige IKT-rom skal ha egen underfordeling som forsynes direkte fra byggets hovedfordeling. Alternativt kan flere mindre IKT-rom benytte felles underfordeling. Det frarådes at viktige IKT-rom deler underfordeling med utstyr/arealer som ikke er IT-relatert. IKT-rom med mindre viktighet (eks.: kommunikasjonsrom) kan benytte generelle underfordelinger. (Erfaring fra Uninett driftssenter tilsier at institusjoner der utstyr i IKT-rom deler strømforsyning med annet utstyr har overhyppighet med hensyn til nettutfall.)
4. Hovedtavler som forsyner viktige IKT-rom skal bygges som form 4a i tavlenormen (NEK EN 60439-1). Det betyr at hver effektbryter er montert i en egen kapsling, skilt fra samleskinnen og med kabeltilkobling for hver bryter skilt fra hverandre. Lysbue etc. i en brytercelle skal dermed ikke sprer seg til resten av tavlen.
5. Tavler skal ha pluggbare brytere som muliggjør utvidelse med nye kurser uten at utstyr som tavla forsyner blir strømløst. Videre skal alle nye tavler være bestykket med 10 % reservekurser og 30 % ledig plass for nye brytere.
6. Viktige IKT-rom bør strømforsynes fra minimum to separate hovedfordelinger (for eksempel separate hovedfordelinger for reservekraft og avbruddsfri kraft).

3 Krav til normalkraft

1. I tilfeller der kvaliteten på normalkraft fra netteier er dårlig (nettutfall, støy/spiker, lav spenning etc.) bør det forlanges utbedring, eks. nye tilførsler, separate transformatorer etc. Alternativt bør anskaffelse av skilletrafo, overspenningsvern etc. vurderes. Krav til normalkraft er regulert i energiloven med tilhørende forskrifter. Ref. kapittel 1.2 Forsyningssikkerhet. Videre kan opplysninger/statistikk om leveranse kvaliteten i noen grad hentes fra www.nve.no.
2. Hovedfordelingen bør ha et tavleinstrument. Tavleinstrumentet skal være av typen trefase multiinstrument med energianalysator og skal kunne knyttes opp mot sentralt driftskontroll

anlegg. Tavleinstrumentet skal kunne måle spenning og strøm i alle faser inklusive eventuell nøytralleder (N), samt effekt, effektfaktor, THD (Total Harmonic Distortion, prosentvis forhold mellom overharmoniske komponenter og den grunnharmoniske komponenten) og enkelte harmoniske av strøm og spenning, energi (kWh), max./min. strøm og spenning, etc. Målingene skal baseres på sann effektivverdi (True RMS), for strøm- og spenningsmåling.

3. Behov for overspenningsvern må vurderes i hvert enkelt tilfelle, men dersom bygget er forsynt via luftlinje skal det være overspenningsvern i hovedfordeling som forsyner viktige IKT rom.
4. Dersom det er lynvernanslegg i bygningen skal det monteres overspenningsvern klasse B i hovedfordelingen.
5. Dersom det monteres overspenningsvern i hovedfordeling bør det også monteres overspenningsvern i underfordeling som forsyner viktige IKT rom på grunn av mulige spenningsrefleksjoner.

4 Krav til reservekraft

1. Alle større institusjoner som har viktige IKT rom bør utrustes med dieselaggregat for produksjon av reservekraft. Reservekraft skal mate UPS- og ventilasjons-/kjøleanlegg som benyttes for viktige IKT-rom. (For enkelte kritiske systemer kan det være nødvendig å mate kjølere fra UPS.) Videre skal aggregatet drive alle nødvendige systemer for at aggregatet skal kunne fungere, eks. elektriske drivstoffpumper, kjøling, åpning av ventilasjonsspjeld, nødlys i motorrom (via UPS eller eget batterianlegg) etc.

Installasjoner/kostnader må ses i sammenheng. Det kan være billigere å anskaffe UPS med liten batteribank og dieselaggregat, enn kun UPS med stor batteribank for å tilfredsstille krav til kjøretid på batterier definert i institusjonens egen risikoanalyse.

2. Dieselaggregat skal ha en ytelse (kVA) som minimum tilsvarer 1,5 – 2 ganger beregnet last (UPS, lading av batterier og ventilasjon/kjøling). Dersom andre systemer skal forsynes av aggregat må dette tas inn i beregningen.
3. Det må tas hensyn til at lasten kan være kapazitiv og at UPS kan være forbikoblet. Generatorens kapasitive ytelse må være tilpasset lasten.
4. Krav til oppstartstid etter detektert nettutfall (normalkraft) må vurderes ut fra behovet i den enkelte installasjonen. Faktorer som påvirker behovet er for eksempel om aggregatet i tillegg til IKT rom også skal forsyne nødlysarmaturer eller medisinske områder (både mennesker og dyr). Etter at nettforsyningen har kommet tilbake etter utfall skal aggregatet gå i tilstrekkelig tid til å sikre at nettforsyningen er stabil. Omkoblingen fra aggregatdrift til nettdrift skal være blinkfri.
5. Det skal etableres rutiner for månedlig test-/vedlikeholdskjøring av dieselaggregat. Test-/vedlikeholdskjøring av aggregat skal gjennomføres med full last. Leverandørens vedlikeholdsrutiner skal legges til grunn. FDV dokumentasjon skal leveres sammen med aggregatet.

Det gjøres oppmerksom på at

4.1 Tekniske krav til reservekraftaggregat

Følgende tekniske krav stilles til reservekraftaggregat:

1. Generator TN-S 400/230V
2. Dagtank inne: Tilpasset aggregatstørrelse
3. Dieseltank ute: Min. 3 døgns dieselforbruk. Plassering og utforming av tank skal være i henhold til offentlig regelverk for miljø (eksos), brann og oppbevaring av drivstoff. Eventuell størrelse på tank bør vurderes ut fra mulighet for etterfylling fra leverandør av diesel.
4. Kjøling motor: Vann
5. Kjøling generator: Luft
6. Isolert avgassrør
7. Støy: EU's miljødirektiv OND 2000/14EC
8. Utslipskrav: EU
9. Generatoren skal være radiostøybeskyttet tilsvarende VDE G og N
10. Tillatt frekvensvariasjon ved lastforandring direkte fra tomgang til fullast og omvendt: +/- 2%
11. Spenningsdrop ved PF 0,7 – 1:
 - a. Stasjonært ved lastpåslag fra tomgang til fullast: +/- 2%
 - b. Transient ved lastpåslag fra tomgang til fullast: +/- 10%
12. Forsert magnetisering: Minimum 250 % av nominell strøm i 10 s ved kortslutning på generatorklemmene.

5 Krav til avbruddsfri kraft (UPS)

1. Alle UPSer skal være av typen "on-line", dvs. kontinuerlig levering av UPS-kraft og ingen omkoblingstid ved nettutfall.
2. Batterikapasitet må vurderes ut fra strømforsyningens pålitelighet, type utstyr som strømforsynes, oppetidskrav, tilgjengelighet, SLA-betingelser og tap av data. Følgende batterikapasiteter anbefales:
 - a. UPSer som mates med både normal- og reservekraft: 15-20 minutter
 - b. Dersom man ikke benytter reservekraftaggregater må det utføres en egen risikoanalyse for å bestemme nødvendig batterikapasitet. Reservekraftaggregater anbefales, ref. kapittel 4 punkt 1. I en installasjon der man ikke benytter reservekraftaggregater som backup for langvarige avbrudd må man normalt kunne akseptere utfall av strømforsyningen ref. kapittel 1.2.
3. Det anbefales sentralisert UPS med egen hovedfordeling. Med sentralisert UPS menes en UPS som mater samtlige IKT-rom. Man skal også være oppmerksom på at det kan være aktuelt med 48 V likestrømssystemer forsynt via batterier, se kapittel 9. Et 48 V system vil gi strømmer som er 4,8 ganger større enn tilsvarende effekt forsynt med 230 V. Slike systemer bør derfor etableres lokalt for å begrense kablingen.
4. For spesielt viktige installasjoner kan redundante UPS løsninger vurderes.
5. UPS skal ha manuell bypassbryter til normal-/reservekraft for service vedlikehold og for utskifting av UPS.
6. UPS skal ha statisk bypass som fortrinnsvis bør brukes i normal nettdrift for å øke anleggets virkningsgrad. Dersom UPS ikke kan kjøre i bypass under normal drift skal det være automatisk forbikobling av UPSen via bypass ved kraftig overbelastning og kortslutninger.
7. Batteriforsyningen skal være i henhold til NEK-EN 50272-2, Sikkerhetskrav for sekundære batterier og batteri-installasjoner, el 2 stasjonære batterier

8. Det benyttes ventilregulerte, vedlikeholdsfrie, bly-syre batterier (VRLA) som ikke krever forsert ventilasjon av rommet. Batteripakken skal leveres av UPS leverandør. Levetid for batterier i den aktuelle installasjonen skal oppgis av leverandør basert på bl.a. temperaturkrav i rommet og UPSens ladeforløp. Batteriene skal velges ut fra en minimalisering av levetidskostnadene.
9. Batterier for større UPSer anbefales arrangert i n+1 løsning som muliggjør skifte av batterier "i fart".
10. Det skal benyttes enlederkabler mellom batterianlegget og UPSen. Kabler for hver polaritet skal legges adskilt. Batteribryter skal være poldelt og plassert i eget skap for hver pol.
11. UPS rom krever normalt kjøling for å opprettholde UPS arbeidstemperatur.
12. Merk at ingen UPSer er tilpasset 3-fase 230 V strømforsyningssystem og krever skilletransformator fra 230 V IT/TT til 400 TN-S før- og fra 400V TN-S til 230 V IT/TT etter UPSen. Dette gjelder i hovedsak ved effekter større enn 7 kVA siden mindre UPSer er enfase 230 V. (IT = Isolated Terra, Elektrisk spenningssystem som er isolert fra jord)
13. UPS skal fortrinnsvis forsyne datautstyr, men kan også benyttes for kompletterende nødvendige systemer som arbeidslys, adgangskontrollanlegg, kjøleanlegg, etc.
14. VoIP krever avbruddsfri strømforsyning i kommunikasjonsrommet dersom samme oppetidskrav som ved tradisjonelle PABX løsninger skal opprettholdes.
15. UPS skal ha ethernetgrensesnitt med SNMP modul for overvåking og styring. Styrte nedkjøring skal kunne iverksettes etter gitt tid (eks.: 6 min.) eller ved lav batterispenning. Alarmer, forbruk, signal for kontrollert nedkjøring av utstyr etc., skal kunne overføres til eksternt system ved hjelp av SNMP. Videre skal UPS være utrustet med display som gir komplett alarm, kapasitets og forbruksstatus etc. Kommende versjon av NAV vil bli utviklet til å håndtere alarmer fra UPSer.
16. FDV dokumentasjon skal leveres sammen med UPSen. FDV dokumentasjon skal inneholde forslag til rutiner for vedlikehold og kontroll av UPS og batterianlegg.

5.1 Tekniske krav til UPS

Følgende tekniske krav stilles til UPS:

1. Kapasitet min.:30KVA
2. Soft start
3. Surge supressor
4. Statisk bypass for overlast dersom denne ikke kan brukes i normal driftssituasjon
5. Manuell bypass for vedlikehold.
6. Batteriovervåking
7. Beskyttelse mot dyputlading av batterier
8. Paralleldrift mulig
9. Virkningsgrad: >94% i online drift
10. Maximum load crest factor> 3
11. Støy <50 dBA
12. MTBF (system) min. 17 år
13. Garanti fra idriftsetting: 1 år
14. SNMP-interface
15. Nedkjøring av windows og UNIX-maskiner

FAGSPESIFIKASJON FRA UNINETT

Inngang:

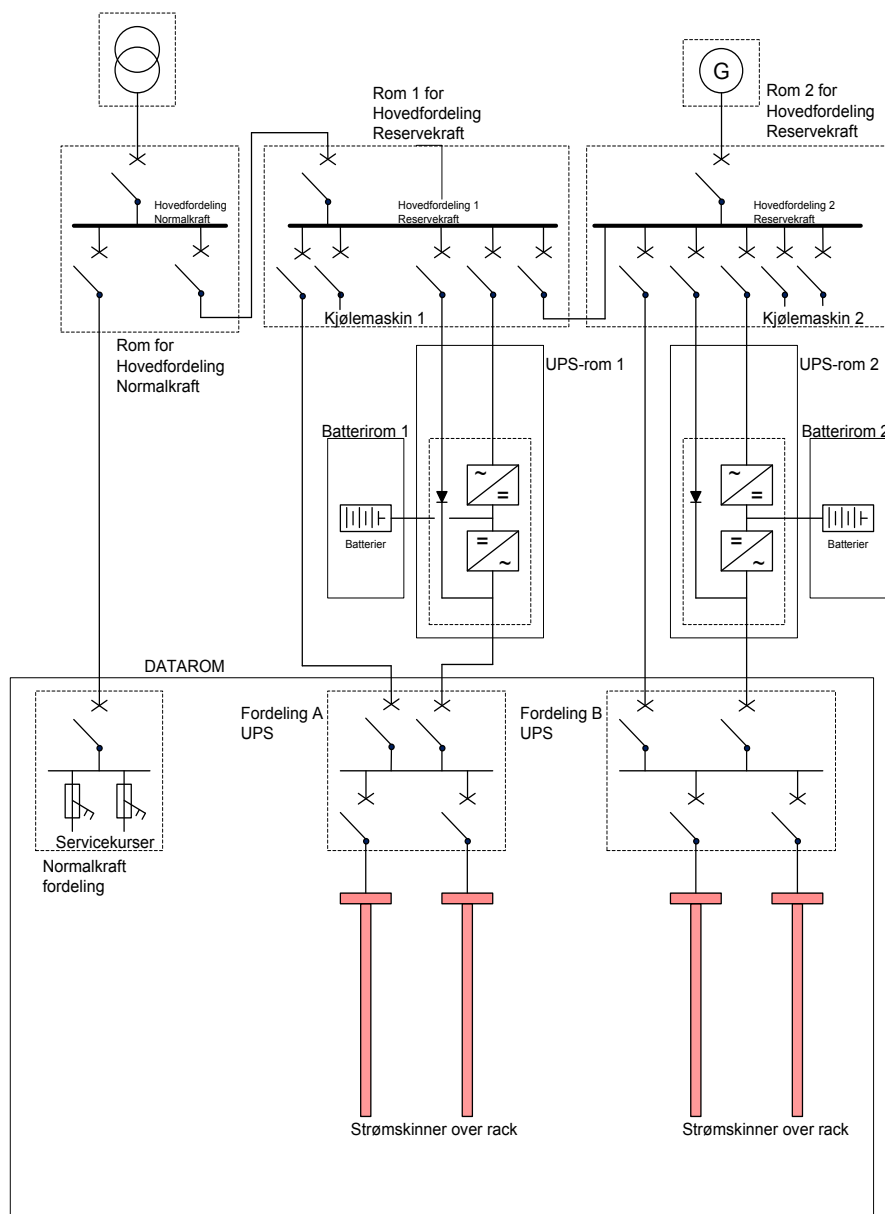
1. Spenningsvariasjon $\pm 20\%$
 - a. THDI: $< 5\%$
 - b. Powerfactor: > 0.99

Utgang:

1. Må kunne tåle kapazitiv last fra server-rack. Arbeidsområde for eksempel $0,8 \text{ kap} < \text{PF} < 0,8 \text{ ind.}$

Overbelastning:

1. 120% 1-5 min
2. 150% 1 s
3. Høy feilutløsning i vekselretterdrift Skal være selektiv mot B 16A automat.



Figur 1: Prinsipp for strømforsyning av IKT-rom.

FAGSPESIFIKASJON FRA UNINETT

6 Krav til 48V likeretteranlegg

48V likerettere er enkle og har derfor høy MTBF. De benyttes derfor typisk til strømforsyning av telekommunikasjonsutstyr, telefonsentraler, rutere og lignende hvor en krever høye oppetider. Slike anlegg er spesielt aktuelle i forbindelse med større POE-løsninger.

Ved kritiske anlegg benytter en ofte dubler systemer.

På grunn av lav spenning og høye kabeltap er anlegget begrenset til ett IKT-rom.

På likeretteren legges + lederen til jord slik at en får -48V. Sikringer installeres på – leder.

Likeretteren består vanligvis av et komplett kabinett med overvåkingsmodul og sikringer for aktuelle utstyrsenheter, samt pluggbare likerettermoduler etter det kapasitetsbehovet en har i dag og forventet fremtidig behov.

Kapasiteten til likeretteren må minst tilsvare effektforbruket samt ladestrøm til tomme batterier. Avhengig av belastning, vern mot dyputlading og alder kan en ikke nyttiggjøre seg mer enn ca. 70% av batterikapasiteten i AH.

Det skal fortrinnsvis benyttes egne batterirom selv med VRLA batterier.

6.1 Tekniske krav til likeretter og batterianlegg

1. Effekt minimum 1.2* forventet forbruk.
2. Likeretter og batterier skal passe i 19" rack, eventuelt eget rask for større anlegg.
3. Skal være strappbar for både 230V enfase (IT og TN) , trefase IT (230V) og trefase 400V med nøytral (TN-S)
4. Batterisikring
5. Utstyrssikringer
Spesifisere sikringer med antall og verdier ut fra planlagte behov+ reserve
Maks C-karakteristikk.
6. Vern mot dyputlading (LVBD-Low voltage Battery Disconnect, normalt 40,5V)
7. Kutt av Uprioriterte kurser (Low Voltage Load Disconnect) på tid/spenning
8. Temperaturkompensert lading
9. Støy: Maks 55 dBA
10. Powerfactor >0,99 ved 50% eller høyere belastning
11. Virkningsgrad minimum 0,92
12. Input protection sikring samt varistor for transientbeskyttelse
13. Output Overlastbeskyttelse og kortslutningssikring med temperaturbeskyttelse.
14. Overvåkingsmodul med display og SNMP
15. Batterisymmetri overvåking
16. Batterier (VRLA for datarom)
17. Batterikapasitet: Min 8 timer
18. Batterilevetid Min 6 år

7 Krav til strømtester/PDU

For strømforsyning av rackinstallert utstyr benyttes ofte tradisjonelle eller intelligente strømtester (PDU - Power Distribution Unit). Det finnes en rekke ulike typer og fabrikater fra de helt enkle uten «intelligens» til avanserte «intelligente» PDUer som muliggjør fjernovervåking av de enkelte strømuttak. I mange tilfeller kan bruk av intelligente PDUer gi driftsfordeler som igjen vil kunne

resultere i økt oppetid og tilgjengelighet. Dersom det skal anskaffes PDUer må det påses at disse er i henhold til behov.

PDUer vil kunne ha følgende innganger:

- 400V/16A, 3-fase, 3P+N+PE
- 400V/32A, 3-fase, 3P+N+PE
- 230V/16A, 1-fase, 2P+ PE
- 230V/32A, 3-fase, 3P+ PE

PDUer vil kunne ha følgende utganger:

- 10 - 40 stk. utganger 230V/10-16A fordelt på kontakttypen C13 og C19. Lengde tilsier vertikal montasje i rackets bakkant.
- 4 – 8 stk. utganger 230V/10-16A fordelt på kontakttypen C13 og C19. Slike lister er ofte mulig å installere både horisontalt og vertikalt.

Intelligente PDUer vil ofte kunne ha følgende funksjoner:

- Display for monitorering av strømforbruk på respektive utganger (eks.: påse at UPS A og UPS B ikke er skjevt belastet).
- Setting av terskelverdier for alarm for å unngå overbelastning, sikringsbrudd etc..
- Mulighet for fjernstyring/overvåking av utganger
- Overvåking av miljøalarmer (temperatur, luftfuktighet, dører, vann, etc.)
- Lokale sikringer for økt selektivitet
- Management via Ethernet, web, SNMP, Telnet, SSH, etc.
- Server-/klientprogramvare for fjerndrift kan også være aktuelt.

Ved valg av PDU er det viktig å påse at inngangsverdier harmoniserer med utgangsverdiene. Videre at PDUene har ønsket funksjonalitet. Uninett anbefaler at det anskaffes intelligente PDUer som muliggjør monitorering av strømforsyningen til utstyr, dvs. brudd, skjev belastning av kurser, forbruk, inn-/utkobling etc..

8 Selektivitet

8.1 Generelt

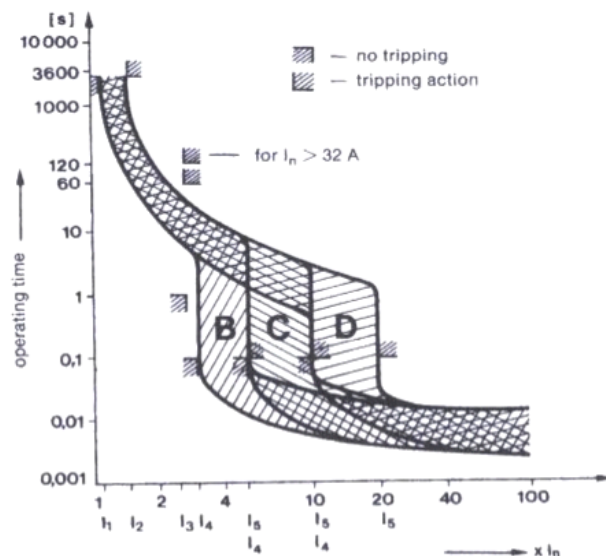
Alle vern (automater/effektbrytere) må tilpasses foranliggende og etterliggende vern med hensyn på selektivitet. Det skal som hovedregel være total selektivitet mellom alle vern i anlegget. Som et minimum skal det være total selektivitet der hvor det er størst sannsynlighet for at kortslutning vil oppstå dvs. ved lasten, og den siste delen av kabelen inn til lasten, anslagsvis de siste 20 % av kabellengden.

8.2 Avbruddsfri strømforsyning

For å forenkle utløsning av automater ved kortslutninger, også når UPSen er forsynt kun fra egne batterier, bør man ikke benytte automater med for treg karakteristikk. Maksimal kortvarig strøm fra UPSen bør være større enn momentan utløsestrøm for automatene, I_5 . I_5 for en automat med B-karakteristikk er $5 \cdot I_n$, for en C-karakteristikk $10 \cdot I_n$ og for en D-karakteristikk $20 \cdot I_n$, se figur 3 under. I tillegg må man ta høyde for at belastningen på de andre kursene vil ta noe av den tilgjengelige kortslutningsstrømmen, men dette er normalt lite siden spenningen synker betydelig ved kortslutning. Hvor mye strøm lasten på de feilfrie kursene vil legge beslag på avhenger av lastenes spenningskarakteristikk. Dersom UPSen ikke kan gi tilstrekkelig kortslutningsstrøm til å løse ut automaten på den feilbefengte kursen momentant vil alle tilkoblede laster påvirkes og UPSen vil kunne koble ut for overbelastning etter meget kort tid (noen hundre ms). For større effektbrytere som

for eksempel på stige kabler må man normalt akseptere at UPSen må ha kortslutningsstrøm via statisk bypass tilgjengelig for å løse ut bryteren.

UTLØSERKARAKTERESTIKK:



Figur 3 Utløsekarakteristikk for B, C og D automater i henhold til NEK-EN 60898

9 Jording

Prinsipper og krav til jording er gitt i standardene NEK 400 Elektriske lavspenningsinstallasjoner og NEK-EN 50310 Anvendelse av utjavningsforbindelser og jording i bygninger med informasjons-teknologi-utstyr. Videre henvises det til TIA-942, Telecommunication Infrastructure Standard for Data Senters og IEEE 1100-2005, IEEE Recommended Practice for Powering and Grounding Electronic Equipment.

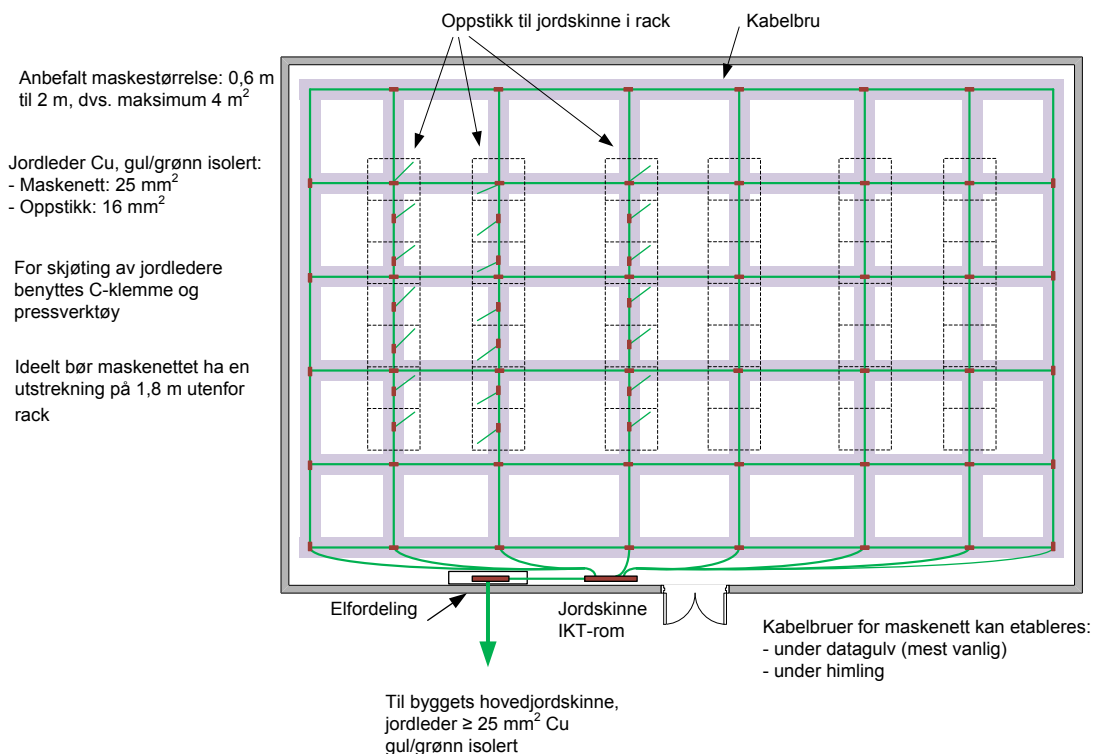
Det anses for svært viktig at det etableres god og korrekt utført jording i de ulike IKT-rom. Mangelfull jording kan medføre ødeleggelse av utstyr og redusert tilgjengelighet/oppetid. Generelt skal alle ledende bygnings-/utstyrsoverflater i IKT-rom, som rack, kabinetter, chassis, ventilasjonsanlegg, romkjølere, rør, kabelbruer, datagulv, etc. ha samme jordpotensial.

Ved realisering skilles det ofte mellom store/viktige (tjenerrom, backuprom, etc.) og mindre viktige IKT-rom (HKR, KR, grensesnittsrom etc.). For store/viktige IKT-rom anbefales det å etablere et eget maskeformet jord utjevningsnettverk som gir samme jordpotensial for hele rommet. Maskenettet gir blant annet god beskyttelse mot høyfrekvent støy. Alle ledende bygnings-/utstyrsoverflater tilkobles maskenettet med så korte tilkoblingskabler som mulig. Se figur nr. 4.

Krav til maskeformet utjevningsnettverk (store og viktige IKT-rom):

1. Kan etableres på kabelbru under datagulv eller over himling. Under datagulv anbefales.
2. Maskenettet skal dekke hele IKT-rommet. Ideelt bør nettet ha en utstrekning på 1,8 m utenfor rackene.

3. Anbefalt maksimal maskestørrelse er ca. 2 m x 2 m.
4. Det skal etableres oppstikk til hver enkelt rack, romkjøler, ventilasjonsanlegg, etc. For rack termineres oppstikk i jordskinne.
5. Alle tilkoblingskabler til maskenettet skal være så kort som mulig (gir minst impedans ved høye frekvenser).
6. Maskenettet skal termineres i dedikert IKT-rom jordskinne med flere jordkabler.
7. IKT-rom jordskinne tilkobles byggets hovedjordskinne.



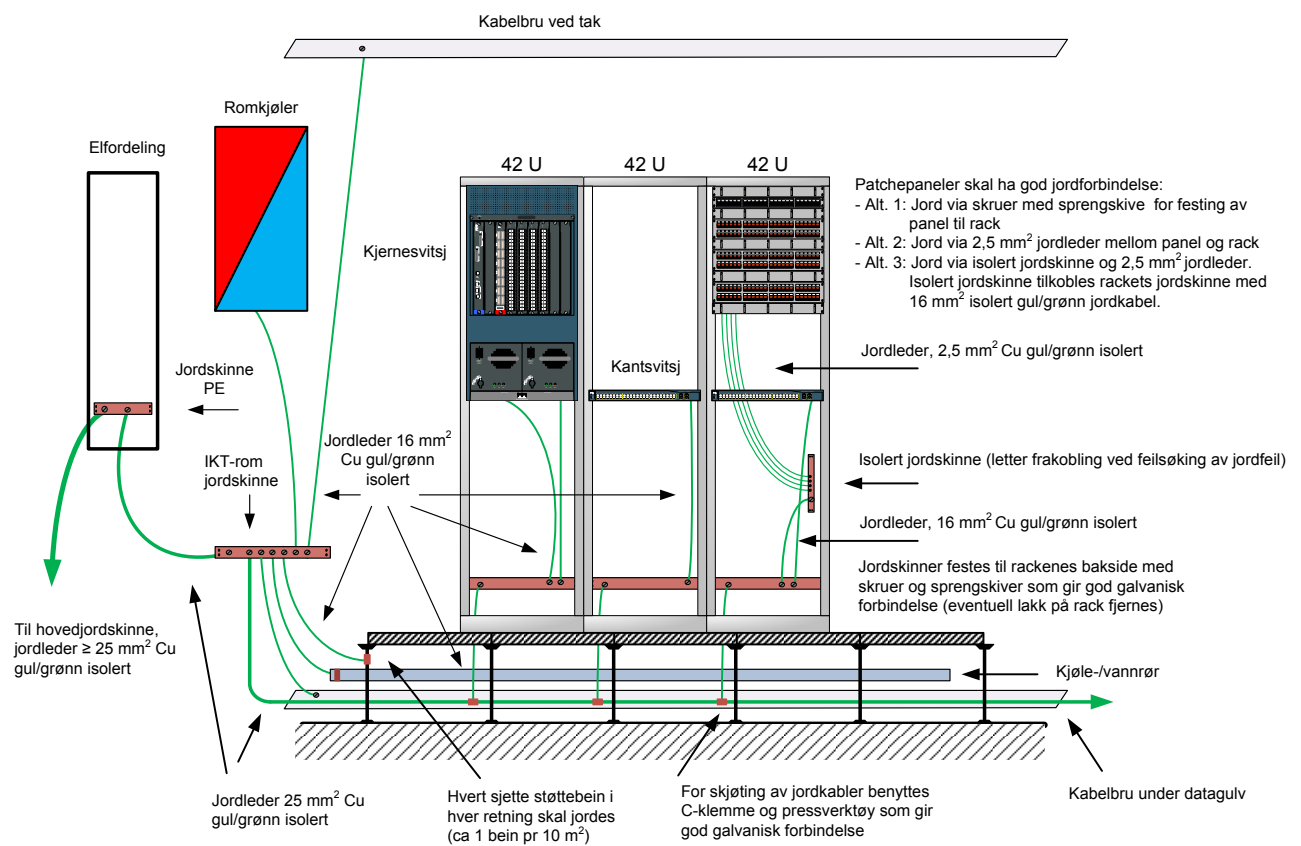
Figur 4: Eksempel på maskeformet jord utjevningsnettverk

For mindre IKT-rom hvor det ikke etableres maskeformet jord utjevningsnettverk etableres isolert jordleder for tilkobling av jordskinne i rack forlagt på kabelbru for elkraft, ref. figur 5 og 6. For jording av rackmontert utstyr vises det til illustrasjoner i figur 5 og 6. Prinsippene er de samme om rackene er installert i rom med eller uten maskeformet jord utjevningsnettverk.

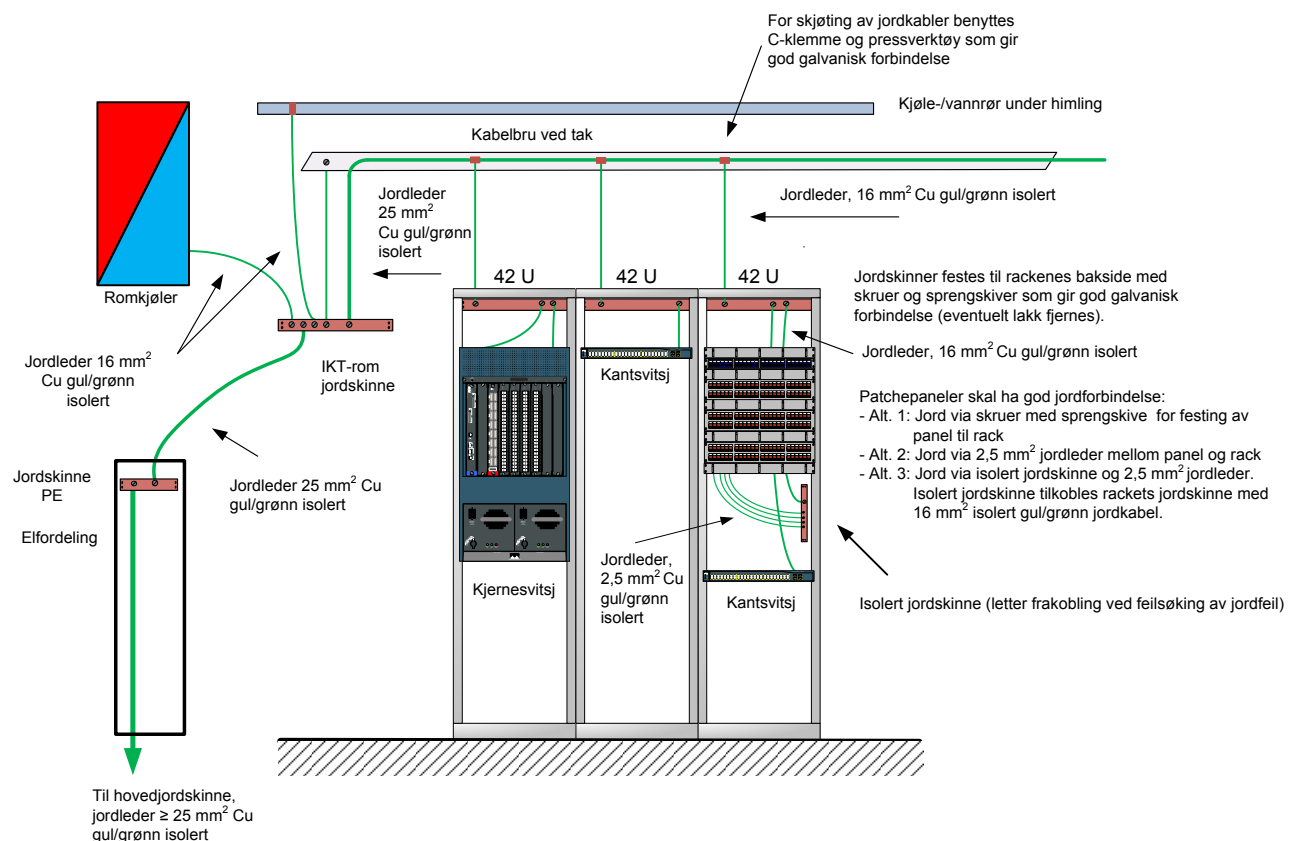
Generelt stilles følgende krav til utførelse av jording:

1. Alle IKT-rom skal ha egen IKT-rom jordskinne for sammenkobling av ulike ledende bygnings-/utstyrsoverflater. Følgende skal tilkobles IKT-rom jordskinne:
 - a. Hovedjordskinne i hovedfordeling: minimum 25 mm² Cu, gul/grønn, isolert.
 - b. Maskeformet jord utjevningsnettverk (store/viktige IKT-rom) og jordleder for tilkobling av rack jordskinner i mindre IKT-rom: minimum 25 mm² Cu, gul/grønn, isolert.

- c. Romkjølere og ventilasjonsanlegg (VVS): minimum 16 mm² Cu, gul/grønn, isolert.
 - d. Kabel-, stiger- og trådbruer (føringsveier): minimum 16 mm² Cu, gul/grønn, isolert. Gjennomgående kabelbruer skal kappes ved kryssing av vegg. Utvendige kabelbruer skal ikke tilkobles jordskinne i IKT-rom.
 - e. Vannrør, kjølerør, avløpsrør, etc.: minimum 16 mm² Cu, gul/grønn, isolert. For å unngå kondensvann kan gjennomgående vannrør være isolert. I slike tilfeller kan jording sløyfes.
 - f. Datagulv: minimum 16 mm² Cu, gul/grønn, isolert. En pedestall (datagulvbein) skal jordes for hver 1,5-3,2 m² (hvert andre eller tredje pedestall i hver retning med avstand 0,6 m). Datagulv vil i seg selv kunne representere et jordet maskenett, men vil ikke kunne erstatte et maskeformet jord utjevningsnettverk, ref figur 4.
- 2. Jordkabler skjøtes ved bruk av C-klemme og pressverktøy som gir gode galvaniske egenskaper.
 - 3. Jordkabler som skal tilkobles jordingsskinner skal utrustes med kabelsko. Kabelsko festes til jordleder ved bruk av pressverktøy som gir god galvanisk kontakt.
 - 4. Alle rack skal utrustes med egen jordskinne. Jordskinne skal ha god galvanisk kontakt med rack. Eventuell isolerende maling fjernes før jordskinne skrus til rack med bruk av sprengskiver. Jordskinne i rack tilkobles maskeformet jord utjevningsnettverk eller jordleder i kabelbru (25 mm² Cu, gul/grønn, isolert) med minimum 16 mm² Cu, gul/grønn, isolert.
 - 5. Jording av patchpaneler. Produsentens anvisninger for jording skal legges til grunn. Følgende alternativer vil kunne forekomme.
 - a. Jord via skruer og sprengskive som fester panel til rack. Isolerende lakk fjernes før tilkobling.
 - b. Jord ved bruk av fabrikkmontert jordkabel med kabelsko. Kabelsko skrus til rack ved bruk av sprengskive. Isolerende lakk fjernes før tilkobling.
 - c. Jord ved bruk av egen isolert jordskinne for patchpaneler. Isolert jordskinne forenkler frakobling ved feilsøking. Foretrekkes ved bruk av skjermet horisontal kabel (STP).
 - i. Jordleder mellom patchpanel og isolert jordskinne: minimum 2,5 mm² gul/grønn, isolert.
 - ii. Jordleder mellom isolert jordskinne og jordskinne i rack: minimum 16 mm² gul/grønn, isolert
 - 6. For jording av aktivt utstyr legges produsentens anvisninger til grunn. Eksempelvis vil større enheter kunne kreve dobbel tilknytning til jordskinne i rack. Bruk av 16 mm² Cu, gul/grønn, isolert jordleder anbefales.



Figur 5. Prinsipp for jording av mindre IKT-rom med datagulv (tjenerrom, HKR, KR etc.).



Figur 6. Prinsipp for jording av mindre IKT-rom uten datagulv (tjenerrum, HKR, KR etc.)

10 Dimensjonering

1. Som grunnbestykning for rack med blandet innhold (nettelektronikk, tjenere, backup løsninger etc.) anbefales 2 kurser 230 V 16A normalkraft og 2 kurser 230 V 16 A avbruddsfrikraft. Hver kurs utrustes med dobbelstikkontakt montert på brakett på kabelbru. Utstyr bør ha dubleret strømforsyning og være tilkoblet minimum 2 kurser (normalkraft og avbruddsfrikraft). I normal drift skal ingen av kursene være belastet mer enn maksimalt 50 %. Ved overskridelse av 50 % belastning økes antall kurser parvis (normalkraft og avbruddsfri kraft).
2. Normalt installeres strømlister i rack som tilkobles stikkontakt på bru. Alternativt kan det installeres PDU (Power Distribution Unit) i rack. PDU installeres vertikalt i rack og har langt flere uttak enn tradisjonelle strømlister. Videre kan PDU leveres for ulike effekter, eks.: 7,3 kVA (32A), brytere og SNMP grensesnitt for overvåking.
3. Trend tilsier bruk av mer kompakte serverrack med og større energibehov. I slike tilfeller må leverandørens krav til strømforsyning legges til grunn. For å kunne imøtekomme eventuelle installasjon av rene serverrack og lignende, anbefales det å installere noen 32A/230V kurser og/eller 32A/400V.. Eksempelvis kan nevnes at tjenerrum i et sykehus med kapasitet for 54 rack er bestykt med 108 stk. 16A/230V UPS kurser (2 kurser pr. rack), 12 stk. 32A/230V samt 14 stk. 32A/400V.

I større datarom er det ofte vanlig å benytte strømskinner med uttaksbokser for forsyning av PDUer. Uttaksboksene utrustes med støpsel for tilkobling av PDUer og gjerne med

kapasitetene 32A 230V (1- eller 3-fase) og 32A 230V (1- eller 3-fase, 5-leader).

Antall og type uttak må vurderes opp i mot behov.

4. Alle IKT-rom skal bestykkes med en eller flere brytere for nødstop (normalkraft/reservekraft og UPS). Bryter skal være godt sikret for utilsiktet utkobling.
5. Dersom det er høyt innhold av 3. harmoniske i belastningsstrømmen for 4- eller 5-leaderkabler (> 15 %) må det benyttes reduksjonsfaktor for å beregne strømføringsvevnen til kablene. Dersom nøytrallederstrømmen forventes å bli høyere enn fasestrømmen skal kablenes ledertverrsnitt dimensjoneres på basis av nøytrallederstrømmen. Se Tillegg 52 C i NEK 400 for ytterligere utdyping.

11 Dokumentasjon/ Merking

Generelt skal alle elektroinstallasjoner i IKT-rom være merket. Alle kurser skal være merket med kursnummer i fordeling og på stikkontakt. Dokumentasjon (enlinjeskjema, etc.) skal være oppdatert og oppbevares tilgjengelig, eks. i fordeling.

For å skille de ulike krafttyper skal det benyttes fargekodede merkeskilt:

1. Hvit = normalkraft
2. Gul = reservekraft (dieselaggregat)
3. Rød = Avbruddsfri kraft

For institusjoner uten eget merkesystem anbefales merking av elektroinstallasjoner i henhold til Statsbyggs tverrfaglige merkesystem (TFM), ref.: <http://statsbygg.no/Dokumenter/TFM/>.

12 Test

Det anbefales å gjøre regelmessig test av strømforsyning/sikringer ved ut-/innkobling av laster, eks. inn utkobling av UPSer, PABXer, etc.

Det gjøres oppmerksom på at dimensjonering/prosjektering av strømforsyningsanlegg er underlagt lovregulering. Det anbefales derfor ved behov å innhente nødvendig/riktig kompetanse.

13 Referanser

Lov:

1. LOV 1990-06-29 nr 50: Lov om produksjon, omforming, overføring, omsetning, fordeling og bruk av energi m.m. (energiloven)
<http://www.lovdata.no/all/hl-19900629-050.html>
2. LOV 1929-05-24 nr 04: Lov om tilsyn med elektriske anlegg og elektrisk utstyr (el-tilsynsloven)

Forskrifter:

1. I tilknytning til energiloven er det gitt en rekke forskrifter. Samlet oversikt finnes i følgende dokument (<http://www.lovdata.no/for/sf/sf-19900629-050.html>)

FAGSPESIFIKASJON FRA UNINETT

2. Aktuell forskrift: Forskrift om leveringskvalitet i kraftsystemet, ref. <http://www.lovdata.no/for/sf/oe/oe-20041130-1557.html>
3. DSB, Forskrift om elektriske lavspenningsanlegg (FEL)
4. DSB, Forskrift om sikkerhet ved arbeid i og drift av elektriske anlegg (FSE)

Fortiden har NVE ny forskrift ute på høring: Leveringskvalitet i kraftsystemet, Forslag til forskrift, ref.:

http://www.nve.no/FileArchive/262/Leveringskvalitet_forskrift_offentlig%20h%F8ring_28mai2004.pdf

Normer og standarder:

1. IEEE 1100-2005: IEEE Recommended Practice for Powering and Grounding Electronic Equipment
2. IEEE 1366 "Guide for electric power distribution reliability indices"
3. TIA Standard: TIA-942 Telecommunication Infrastructure Standard for Data Centers
4. Norsk elektroteknisk norm, NEK 400 Elektriske lavspenningsinstallasjoner, 2006
5. Norsk elektroteknisk norm, NEK EN 60439-1 Lavspennings koblings- og kontrollanlegg -- Del 1: Krav til typeprøvede og delvis typeprøvede anlegg

14 Endringer

Følgende endringer er gjennomført i forhold til versjon datert 22.12.2009.

1. Generelt tekstlig justering/oppdatering basert på erfaring av institusjoner innen sektoren.
2. Nytt kapittel 7 som omhandler krav til PDUer.

Intellektuelt eierskap

UNINETT står ansvarlig for innholdet i dette dokument. Arbeidet er utført som et samarbeidsprosjekt i UH-sektoren. Dokumentet er endelig godkjent etter en åpen høringsperiode på 4 uker.

Ved spørsmål omkring denne eller andre UFSer – kontakt campus@uninett.no
Andre UFSer er tilgjengelige på www.uninett.no/ufs