

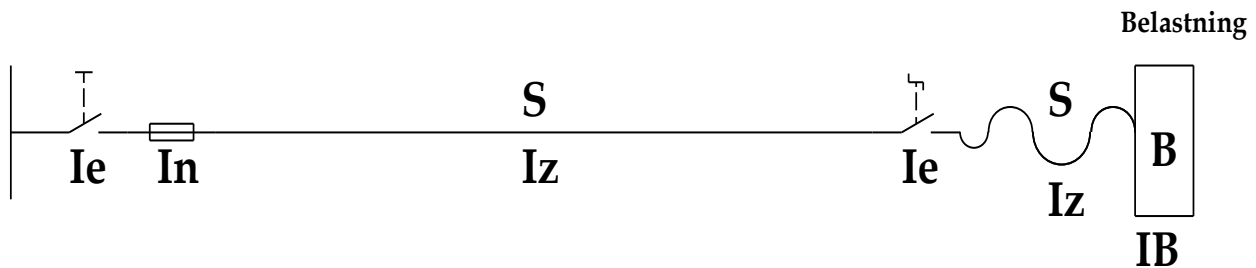
Indhold

Ordforklaring.....	4
IB : Belastningsstrøm.....	4
Ie : Mærkestrømmen på koblingsudstyret.....	4
In : Mærkestrømmen på beskyttelsesudstyret.....	5
Int/Intermo : Indstillingsværdien på termorelæet.....	5
I4 : Startstrøms faktor for automatsikringer.....	5
I5 : Kortslutningsstrøm faktor for automatsikring v. ikmin.....	5
Iz : Kablet / lederens strømværdi.....	5
IK : Kortslutningsstrøm.....	6
Icm/Icn/Icu : Komponentens maksimale kortslutningsstrøm.....	6
Bg : Kables/ledernes belastningsgrad.....	6
S/W : Kables/lederens tværsnit.....	6
Kft : Korrektions faktor for omgivelses temperaturen.....	7
Kfs : Korrektions faktor for samlet fremføring.....	7
Kftj : Korrektions faktor for omgivelses temperaturen i jord.....	8
Sf : Samtidigheds faktor.....	8
Uf : Udvidelses faktor.....	8
ΔU: Spændingsfaldet.....	9
RI : Ledningsmodstand.....	9
ΔP: Kablets egen effekttab.....	9
MB _{Max} In = Max belastning af sikring ved 80% reglen.....	9
Grundlæggende beskyttelses principper for dimensionering.....	10
Overstrømsbeskyttelse.....	10
Overbelastning-og kortslutningsbeskyttelse ved brug af en komponent.....	10
Overbelastning-og kortslutningsbeskyttelse ved brug af to komponenter.....	11
Grundlæggende dimensionering af installation med spændingsfald og overbelastningsbeskyttelse.....	12
Dimensionering af installation med tilledning og kortslutningsbeskyttelse.....	16
Dimensionering af installation med smeltesikring, termorelæ og kontaktor.....	21
Dimensionering med automatsikring.....	30
Dimensionering med automatsikring med termorelæ på en motor.....	36
Dimensionerings med 30 % belastningsgrad på kablet og 80 % reglen på sikringer.....	44
Dimensionering af stikledning.....	54
Selektivitet.....	64
Tabeller.....	65
Tabel 1 Smeltesikringer D0.....	65

Tabel 2 Smeltesikringer DZ III	66
Tabel 3 Tytan 1.....	67
Tabel 4 Tytan 2.....	68
Tabel 5 termorelæ.....	70
Tabel 6 kontakter.....	71
Tabel 7 reparationsafbryder/service afbryder/ sikkerhedsafbryder	72
Tabel 8 I4holde og I5udløser Tabel.....	73
Tabel A.52.3 for fremføring metode for fast installation	74
Tabel B.52.1 Grundlag for valg af tabel til strømværdier	81
Tabeller for strømværdier og ledere tværsnit for fast installation	83
Tabel B.52.2	83
Tabel B.52.3	84
Tabel B.52.4	85
Tabel B.52.5	86
Tabel B.52.10	87
Tabel B.52.11	88
Tabel B.52.12	89
Tabel B.52.13	90
Tabel B.52.14 Korrektionsfaktor for temperatur i luft kft.....	91
Tabel B.52.15 Korrektionsfaktor for kabel i jord temp. Kftj.....	92
Tabel B.52.16 Korrektionsfaktor for termisk modstand i jord temp Kfj.....	92
Tabel B.52.17 Korrektionsfaktor for samlede fremføring kfs.....	93
Tabeller Strøm værdier for tilledninger/bøjeligledning.....	94
Tabel 45 Gkaj = Gummikappeledning med jord.....	94
Tabel 46 Pkaj = Plastikkappeledning med jord.....	94
Tabeller for kablernes ohmske modstande R-værdierne.....	95
Tabel 13 R-værdien for fast installation	95
tabel 16 R-værdien for tilledninger/bøjeligledning	96
Tabeller for reaktansen kablernes ohmske modstande X-værdierne	97
Tabel 17 X-værdien for fast installation.....	97
Tabel 20 X-værdien for tilledninger/bøjeligledning.....	98
Tabel G.52.1 for spændingsfalds.....	99
Tabel for K-faktor.....	100
Tabel 2	100
Formelsamling	101
Spændingsfald	101
1 faset spændingsfald.....	101

2 faset spændingsfald.....	101
3 faset spændingsfald.....	102
Kortslutnings strøm I_{kmin}	103
Kortslutnings strøm I_{kmax}	104

Ordforklaring



IB : Belastningsstrøm.

I_B Er den belastning / ampere forbruget som tilsluttes i installationen.

Dette dimensionere man installationerne ud fra.

Belastningsstrømmen regnes på følgende måde
$$I_B = \frac{P(W)}{U * \sqrt{3} * \cos \varphi} \Rightarrow \frac{(S)VA}{U * \sqrt{3}}$$

Den samlede belastnings kaldes $\sum I_B$ eller I_{Btot}

I_B kan aflæses på fabrikantens datablad eller en mærkeplade, dette kunne f.eks. være på en motors mærkeplade man aflæser I_{Bmotor}

Håndregelen for motorer er ca. 2 Ampere pr. KW

Ie : Mærkestrømmen på koblingsudstyret.

Mærkestrømmen: indikere den sikring, som materiellet maks må forsikres med eller den strøm som det kan tåle vedvarende.

Eks. Fejlstrømsafbryder, gruppeafbryder, maksimalafbryder, kontaktor, funktionsafbryder, serviceafbryder, nødstop, afbryder til vedligeholdelse m.m.

In : Mærkestrømmen på beskyttelsesudstyret.

Det er den strøm beskyttelsesudstyret kan klare inden det skal genindkobles eller man skrifter en sikring.

Pga. overbelastning eller kortslutning.

Eks. Smeltesikringer, automatsikringer, termorelæets valgte indstilling og maskimalafbryderens valgte indstilling.

Int/Intermo : Indstillingsværdien på termorelæet

Dette er den mærkestrøm man indstiller termorelæet til, ud fra brugsgenstanden belastningsstrøm.

I₄ : Startstrøms faktor for automatsikringer.

Startstrøms faktoren, I₄, er den startstrøm automatsikringen kan klare inden den udkobler.

Den **MÅ IKKE UDKOBLE** under 0,1 sek.

Da den skal kunne holde startstrømmen til en motor

I₅ : Kortslutningsstrøm faktor for automatsikring v. ikmin.

Kortslutningsstrøm faktoren, I₅, er den Kortslutningsstrøm automatsikringen som den min. skal udkoble ved kortslutning.

Den **SKAL UDKOBLE HURTIGERE** end 0,1 sek.

I_z : Kablet / lederens strømværdi.

Dette er den største strøm kablet / lederen kan klare vedvarende, ud fra den givne oplægnings form.

Strømværdien kan påvirkes, hvis omgivelses temperaturen stiger i de pågældende områder hvor kablet / lederen er oplagt.

Eller hvis flere strømkredse r fremført sammen.

Jf.: bekendtgørelser/standarter tabeller og billeder til oplægningsformen.

IK : Kortslutningsstrøm

Kortslutningsstrømmene man kender i dimensionering, er I_{kmin} og I_{kmax} .

I_{kmin} bruges til at aflæse sikringens udløsertider samt energigennemslippet i installationen ved kortslutning ude ved brugs genstanden.

I_{kmax} bruges til at sikre at Materiellet kan klare de høje kortslutningsniveauer i f.eks ved tavler. Samt energigennemslippet i en automatsikring.

$I_{cm}/I_{cn}/I_{cu}$: Komponentens maksimale kortslutningsstrøm

Komponentens maksimale kortslutningsstrøm, er hvad komponenten er testet til at kunne klare i kortslutnings øjeblikket ved I_{kmax} .

Dette er en garanti fabrikanten stille at materiellet kan klare.

Bg : Kables/ledernes belastningsgrad.

Belastningsgraden bruges til at angive hvor meget kabler/leder er belastet med, hvis belastningsgraden overholdes jf.: bekendtgørelser/standarter.

Kan man undlade at beregne med korrektions faktorer ved samlede fremføring på kabler / leder.

Dog skal der korrigeres for omgivelsestemperaturen.

S/W : Kables/lederens tværsnit.

Tværsnittet er størrelsen på kablet/lederens mm^2 .

Kft : Korrektions faktor for omgivelses temperaturen.

Omgivelsestemperaturen påvirker kables / lederens strømværdi.

Hvis temperaturen er høj, vil kables / lederens strømværdi være lavere end den normale strømværdi som er oplyst jf. bekendtgørelsen, efter at der er foretaget korrigering med faktoren i den tilhørende tabel i bekendtgørelser/standarter.

Hvis temperaturen er lavere, vil kables / lederens strømværdi være højere end den normale strømværdi som er oplyst jf. bekendtgørelsen, efter at der er foretaget korrigering med faktoren i den tilhørende tabel i bekendtgørelser/standarter.

Strømværdien i tabellerne gælder ved en omgivelses temperatur på 30 °C, ved større eller lavere temperaturer skal der korrigeres med værdien i faktoren til den tilhørende tabel i bekendtgørelser/standarter.

Kfs : Korrektions faktor for samlet fremføring.

Samlet fremføring påvirker kables / lederens strømværdi.

Når man korrigerer for samlet fremføring er det antal af kabler/leder (strømkredse).

Hvis der etableres en føringsvej hvor der fremføres mange kabler/leder, vil det påvirke strømværdien.

Kables / lederens strømværdi vil være lavere end den normale strømværdi som er oplyst jf. bekendtgørelser/standarter. Pga. samlet fremføring.

Hvis der ligger flere kabler eller ledninger ved siden af hinanden vil den varme som afsættes i kablet eller ledninger opvarme de andre, samt afkølingsmuligheden for de andre vil være reduceret. Derfor skal strømværdien korrigeres med faktoren i tilhørende tabel i bekendtgørelser/standarter.

Kftj : Korrektions faktor for omgivelses temperaturen i jord.

Omgivelses temperaturen påvirker kables / lederens strømværdi.

Hvis temperaturen er høj, vil kables / lederens strømværdi være lavere end den normale strømværdi som er oplyst jf. bekendtgørelsen, efter at der er foretaget korrigering med faktoren i den tilhørende tabel i bekendtgørelser/standarter.

Hvis temperaturen er lavere, vil kables / lederens strømværdi være højere end den normale strømværdi som er oplyst jf. bekendtgørelsen, efter at der er foretaget korrigering med faktoren i den tilhørende tabel i bekendtgørelser/standarter.

Strømværdien gælder ved en omgivelses temperatur på 20 °C, ved større eller lavere temperaturer skal der korrigeres med værdien i faktoren til den tilhørende tabel i bekendtgørelser/standarter.

Kfj : Korrektions faktor for termiske modstand v. fremføring i jord.

Fremføring af kabler direkte i jord/lukkede kanaler påvirkes af den termiske modstand der er i jorden. Dette vil påvirke kables / lederens strømværdi.

Hvis den termiske modstand er stor, vil kables / lederens strømværdi være lavere end den normale strømværdi som er oplyst jf. bekendtgørelsen, efter at der er foretaget korrigering med faktoren i den tilhørende tabel i bekendtgørelser/standarter.

Hvis termiske modstand er lille, vil kables / lederens strømværdi være højere end den normale strømværdi som er oplyst jf. bekendtgørelsen, efter at der er foretaget korrigering med faktoren i den tilhørende tabel i bekendtgørelser/standarter.

*Ved fremføring direkte i jord gælder den termiske modstand fra 2,5 K*m/W ved større eller lavere termisk modstand skal der korrigeres med værdien i faktoren til den tilhørende tabel i bekendtgørelser/standarter.*

Sf : Samtidigheds faktor.

Samtidighedsfaktoren, Sf, for en tavle er forholdet mellem mærkedriftsstrømmen i tavlens indgangsenhed og summen af mærkedriftsstrømmene for de afgående kredse.

Uf : Udvidelses faktor.

Udvidelsesfaktoren, Uf, for en tavle er hvor meget man ønsker at der kan udvides med, før man skal til at overveje udskiftning af stik/hovedledninger fra forsyning punktet og til tavlerne.

ΔU : Spændingsfaldet

Spændingsfaldet er det tab af spændingen vi mister i kablet pga. kablets indre modstand.

R_l : Ledningsmodstand

Ledningsmodstanden bruges til udregning af spændingsfald, korslutningsstrømmene og effekttabet i kablet.

ΔP : Kablets egen effekttab

Når belastningsstrømmen løber gennem et kabel, påvirkes kablet af sin indre modstand. Modstanden medfører, at en del af den elektriske energi omdannes til varme. Denne energi afsættes i kablet og går tabt i den faste installation, uden at forbrugeren får nytte af den.

- Et lille kabeltværsnit giver et større effekttab.
- Et større kabeltværsnit giver et mindre effekttab.

Dette kaldes kablets effekttab og kan betragtes som et skjult energiforbrug i den faste installation.

$MB_{Max}In$ = Max belastning af sikring ved 80% reglen.

For at undgå unødigt overbelastning og utilsigtede udkoblinger må en sikring ved kontinuerlig belastning 3-4 timer normalt ikke belastes med mere end 80 % af dens mærkestrøm.

Her kigger man på fx en billader osv.

Grundlæggende beskyttelses principper for dimensionering.

Henvisningerne i det grundlæggende dimensionering, vil være omfattet af bekendtgørelsen/standarten kapitler.

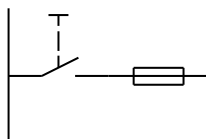
Overstrømsbeskyttelse.

Overbelastning-og kortslutningsbeskyttelse ved brug af en komponent

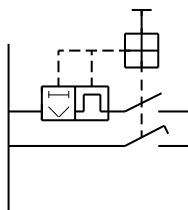
Overstrømsbeskyttelse opdeles i 2 kategorier Overbelastning -og Kortslutningsbeskyttelse¹.

Udstyreret der anvendes til Overbelastning -og kortslutningsbeskyttelse er smelte sikringer, automatsikringer og maksimalafbryder, disse 3 komponenter kan anvendes til begge dele.

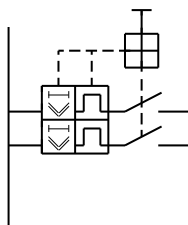
Smelte sikring



Automatsikring



Maksimalafbryder



¹Jf. DS-HÅNDBOG 60364. kap. 43.

Overbelastning-og kortslutningsbeskyttelse ved brug af to komponenter

Her anvendes der 2 forskellige slags udstyr til overstrømsbeskyttelse, det ene er sikringen der anvendes til kortslutningsbeskyttelse og termorelæet anvendes kun til overbelastningsbeskyttelse. Så her samarbejder de to komponenter omkring de to beskyttelsesmetoder.

Kortslutningsbeskyttelsen fortages kun af en af de tre forskellige komponenter smelte sikringen, automatsikringen eller maksimalafbryderen.

Smelte sikring



Kontakter med termorelæ

Overbelastningsbeskyttelse skal jf. DS-håndbogen 60364 kap. 43 overholde følgende:

$$\text{Betingelse 1 : } I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$\text{Betingelse 2 : } I_b \leq 1,45 \cdot I_z$$

Betingelse 2 vil normalt være opfyldt hvis materiellet overholder En-standarterne.

Der forventes at disse standarder opfyldes, og dermed kan der ses bort fra betingelse 2.

Betingelse 1 i dimensionering er den grundlæggende regel, som kan anvendes overalt i den faste installation og på fast monteret tilledninger/bøjelige ledninger.

Installation skal kunne bære en overbelastning i op til 60 minutter ud fra at betingelse 1 er opfyldt.

$$\text{Betingelse 1 : } I_b \leq I_n \leq I_z$$

I_b : Belastningsstrømmen/Dimensioneringsstrømmen.

I_n : Mærkestrømmen på beskyttelsesudstyret. F.eks. smelte sikringer, automatsikringer, indstillet værdi på termorelæet og indstillet værdi på maksimalafbryder.

I_z : Kabel / lednings Strømværdi.

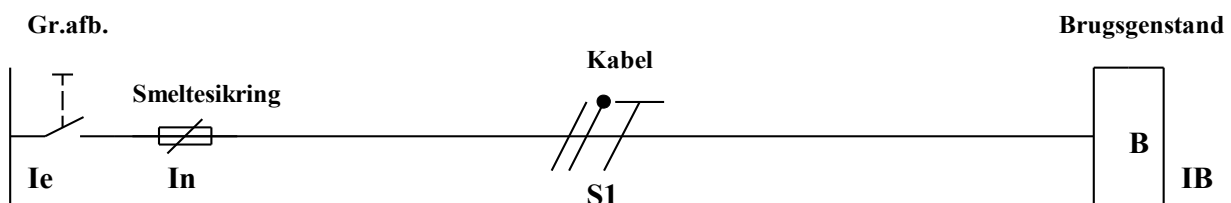
Grundlæggende dimensionering af installation med spændingsfald og overbelastningsbeskyttelse

Når man starter på at dimensionere en installation er der grundlæggende 6 punkter vi skal have på plads, for at installationen opfylder kravene i henhold til DS/HD-håndbog 60364.

Følgende 6 punkter.

1. Find/ Bestem belastningsstrømmen ud fra brugsgenstanden (**IB**)
2. Fortag valg af sikringen (**In**)
3. Fortag valg af gruppeafbryder (**Ie**)
4. Fortag valg af XLPE kabel/ledertværsnit **S1** (**Iz**)
5. Kontrol af overbelastningsbeskyttelse (**IB ≤ In ≤ Iz**)
6. Kontrol af spændingsfald (**ΔU**)

Dimensionerings eksempel opgave 1:



Installations data:

- Temperaturen i installationen = 30 °C
- Kabel fremført direkte i termisk isoleret væg.
- Kablet fremføres sammen 1 stk. kabel af 3g1,5 mm²
- Brugsgenstand: Elkedel U = 230 V / P = 2070 W / I = 9 A
- Kablet er et XLPE-kabel
- Kablets længde = 24 m
- Der er 35 grader i installationen.
-

1. Find/ Bestem belastningsstrømmen

Find/ Bestem belastningsstrømmen ud fra brugsgenstanden, dette danner grundlag for at man vælger den rigtige sikring i punkt 2.

På elkedlen kan belastningsstrømmen aflæses.

Belastningsstrømmen **IB = 9 A**

2. Foretag valg af smeltesikring

Foretag valg af smeltesikring, her vælges sikringen den skal enten være det samme som belastningsstrømmen eller større end belastningsstrømmen $IB \leq I_n$.

Dette danner grundlag for at man vælger den rigtige gruppeafbryder i punkt 3 og det rigtige kabel i punkt 4.

Se Tabel 1 D01 og D02 sikringer

Se Tabel 2 Dz sikringer Denne Bruges kun når der dimensioneres stikledning.

I_n = indsæt sikrings størrelsen

$Type$ = sikringstypen om det er Dz / D0 sikring

Valg af smelte sikring se tabel 1

$I_n = 10\text{ A}$ $Type: D01$

3. Foretag valg af gruppeafbryder

Når der skal foretages valg af gruppeafbryder skal sikringsstørrelsen være mindre eller samme størrelse som gruppemateriellet mærkestrøm I_e er godkendt til $I_n \leq I_e$

Se Tabel 3 Tytan 1 gruppeafbryder 2-16 Ampere D01

Se Tabel 4 Tytan 2 gruppeafbryder 2-63 Ampere D02

Foretag valg af gruppe afbryderen

I_{e1} er den største sikring der må placeres i gruppeafbryderen.

I_n er sikringens ampere størrelse.

$Type$ = Typen på gruppeafbryderen/farabrikanten.

Valg af gruppe afbryderen foretages.

$I_n \leq I_e = 10\text{ A} \leq 16\text{ A}$

4. Foretag valg af kabel S1/W1

Foretag valg af kabel S1/W1. her vælges billede ud fra hvordan kablet er fremført og her skal kablets strøm værdi (I_z) være større end sikringen (I_n). Hvis I_z er mindre end I_n vil kablet tage skade.

Valg af ledertværsnit / kabel S₁

$$I_n \leq I_z$$

Oplægning **Se Tabel A.52.3** i Ds/HD 60364-5

Installations metode nr. = 3

Referenceinstallationsmetode = A1

Herefter henvises der til **Tabel B52.1**

Da vi nu kender referenceinstallationsmetode kan vi nu vælge den rette tabel som vi henvises til.

Tabel: B52.3 Kolonne: 2

$$S_1 = 1,5 \text{ mm}^2$$

$$I_{z1} = 19 \text{ A}$$

Kables isolationstype = XLPE

Omgivelses temperaturen for luft

Hvis omgivelsestemperaturen er mellem 26-30° så skal der korrigeres for kft. Hvis temperaturen falder til under 25 grader, skal der korrigeres for dette med kft, og stiger temperaturen til over 30 grader skal der korrigeres med kft. **Se Tabel B.52.14** husk at se om det er PVC Eller XLPE kabler der dimensioneres med i opgaven i forhold til temperatur faktoren Kft.

Omgivelsestemperatur

$$temp = 35^\circ$$

$$kft = 0,96$$

Samlet fremføring

Når vores kabler bliver fremført sammen i kabelkanaler, kabelbakker eller under samme kabelbøjle skal der korrigeres for samlet fremføring Kfs. **Se Tabel B:52.17**

1 kablet er 1 Strømkreds.

Antal strømkredse = 2 stk. (Kfs)= samletfremføring

$$kfs = 0,8$$

Slutkontrol

Her Der skal kablets strøm værdi korrigeres med både Kft og Kfs da de begge påvirker kablets strømværdi til at blive mindre og det skal der regnes et bevis på med følgende formel.

$$I_{z_{korrigeret_1}} = I_{z_{k1}} = I_{z1} \times Kft \times Kfs = 19 \times 0,96 \times 0,8 = 14,59 \text{ A}$$

$$Ny I_{z_{korrigeret}} \geq I_n \quad x \geq x \quad \text{OK - Ikke OK}$$

Hvis slut kontrollen ikke er OK så hæv kvadratet og start med valg af nyt ledertværsnit og kabel.

Slut resultat: $S_1 = 1,5 \text{ mm}^2$ $I_{z_{korrigeret_1}} = I_{z_{k_1}} = 14,59 \text{ A}$

$I_{z_{korrigeret}}$ Skal bruges til kontrol af OB (overbelastnings beskyttelse) S_1 **Betingelse 1**

5. Foretag kontrol af overbelastnings beskyttelse

Når der foretages kontrol af overbelastnings beskyttelse, skal belastning strømmen (I_b) være mindre eller lig med sikringens strømværdi (I_n) og kablets strømværdi skal være større eller lig med sikringens strøm værdi Hvis det er tilfælde så er betingelse 1 opfyldt²

Kontrol af OB (overbelastnings beskyttelse) S_1

Betingelse 1 $I_b \leq I_n \leq I_{zk_1} = 9 \text{ A} \leq 10 \text{ A} \leq 19 \text{ A}$

6. Foretag kontrol af spændingsfaldet

Når der foretages kontrol af spændingsfaldet³ (ΔU) beregner vi det ved hjælp af kabel producentens ledningsmodstande, som oplyses i skemaet kablernes ohmske modstand (R-værdien) **Se tabel 13**. Her beregnes spændingsfaldet som 1 faset da installationen er 1 faset.

R-værdien aflæst til 12,1 ohm pr. km i skemaet for kablernes ohmske modstande i fast installation **Tabel 13**.

$$R_{\text{Ledning}} = Rl_1 = R - \text{værdien aflæses} \times 10^{-3} \times l = 12,1 \times 10^{-3} \times 24 = 0,2904 \Omega$$

$$\Delta U = I_B \times Rl_1 \times 2 \times \cos \varphi \times 1,25 = 9 \times 0,2904 \times 1 \times 1,25 = 3,27 \text{ V}$$

$$\Delta U i \% = \frac{\Delta U \times 100}{U_f} = \frac{3,27 \times 100}{230} = 1,42 \%$$

² Jf. DS-HÅNDBOG 60364. kap. 43.

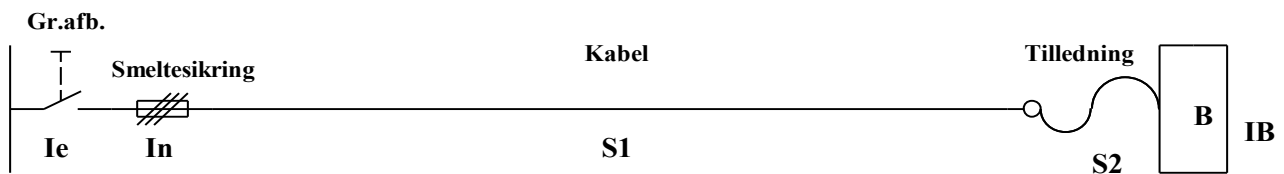
³ jf. DS-håndbogen 60364 kap.525 tabel G.52.1

Dimensionering af installation med tilledning og kortslutningsbeskyttelse

Følgende 8 punkter skal der tages højde for.

1. Find/ Bestem belastningsstrømmen ud fra brugsgenstanden (**IB**)
2. Fortag valg af sikringen (**In**)
3. Fortag valg af gruppeafbryder (**Ie**)
4. Fortag valg af XLPE kabel/ledertværsnit S1 (**Iz**)
5. Fortag valg af tilledning/Bøjelige ledning S2 (**Iz**)
6. Kontrol af overbelastningsbeskyttelse (**IB ≤ In ≤ Iz**)
7. Kontrol af spændingsfald (ΔU)
8. Kontrol af kortslutningsbeskyttelse (KB)

Dimensionerings eksempel opgave 2:



Installations data:

- Temperaturen i installationen = 30 °C
- Kabel fremført direkte i termisk isoleret væg.
- Brugsgenstand: Elkedel U = 400 V / P = 4000 W / I = 15 A
- Kablet er et XLPE-kabel
- Kablets længde S1 = 24 m
- Tilledningens længde S2 pkaj = 2 M
- Ikmin tavle = 200 A
- Ikmax tavle = 5 KA

1. Find/ Bestem belastningsstrømmen

Find/ Bestem belastningsstrømmen ud fra brugsgenstanden, dette danner grundlag for at man vælger den rigtige sikring i punkt 2.

På elkedlen kan belastningsstrømmen aflæses.

Belastningsstrømmen **IB = 15 A**

2. Foretag valg af smeltesikring

Foretag valg af smeltesikring, her vælges sikringen den skal enten være det samme som belastningsstrømmen eller større end belastningsstrømmen $I_B \leq I_n$.

Dette danner grundlag for at man vælger den rigtige gruppeafbryder i punkt 3 og det rigtige kabel i punkt 4 og 5.

Se Tabel 1 D01 og D02 sikringer

Se Tabel 2 Dz sikringer Denne Bruges kun når der dimensioneres stikledning.

I_n = indsæt sikringsstørrelsen

$Type$ = sikringstypen om det er Dz / D0 sikring

Valg af smelte sikring se tabel 1

$I_n = 16\text{ A}$ Type: D01

3. Foretag valg af gruppeafbryder

Når der skal foretages valg af gruppeafbryder skal sikringsstørrelsen være mindre eller samme størrelse som gruppemateriellet mærkestrøm I_e er godkendt til $I_n \leq I_e$

Se Tabel 3 Tytan 1 gruppeafbryder 2-16 Ampere D01

Se Tabel 4 Tytan 2 gruppeafbryder 2-63 Ampere D02

Foretag valg af gruppe afbryderen

I_{e1} er den største sikring der må placeres i gruppeafbryderen.

I_n er sikringens ampere størrelse.

$Type$ = Typen på gruppeafbryderen/fabrikanten.

$I_{cm} \geq I_{kmax}$

I_{cm} Det er maksimale kortslutnings niveau materiellet kan klare.

I_{kmax} er den kortslutning, der er oplyst eller beregnet f.eks. i gruppetavlen.

Her er det vigtigt at I_{cm} er større eller lig med I_{kmax} tavle da komponenten skal kunne modstå kortslutningsniveauet i tavlen så det ikke bliver beskadiget ved en I_{kmax} kortslutning.

$I_{cm} \geq I_{kmaxt}$.

Valg af gruppe afbryderen foretages.

$I_n \leq I_e = 16\text{ A} \leq 16\text{ A}$

Type: Tytan 1 3 pol+ N

$I_{cm} \geq I_{kmaxt} = 50\text{ kA} \geq 5\text{ kA}$

4. Foretag valg af kabel S1/W1

Foretag valg af kabel S1/W1. her vælges billede ud fra hvordan kablet er fremført og her skal kablets strøm værdi (I_z) være større end sikringen (I_n).

Valg af ledertværsnit / kabel S₁

$$I_n \leq I_z$$

Oplægning Se **Tabel A.52.3** i Ds/HD 60364-5

Intallations metode nr. = 3

Referenceinstallationsmetode = A1

Herefter henvises der til **Tabel B52.1**

Da vi nu kender referenceinstallationsmetode kan vi nu vælge den rette tabel som vi henvises til.

Tabel: B52.5 Kolonne: 2

$$S_1 = 1,5 \text{ mm}^2$$

$$I_{z1} = 17 \text{ A}$$

Kables isolationstype = XLPE

5. Foretag valg af kabel S2/W2

Foretag valg af tilledning/Bøjelige ledning S2/W2. her vælges ud fra fabrikantens tabeller fra Nkt tabel 45 og 46 her skal kablets strøm værdi (I_z) være større end sikringen (I_n).

Valg af tilledning/Bøjelige ledning S₂

$$I_n \leq I_z$$

Ved valg af til tilledning se strømværdien fra fabrikantens **Tabel 46**.

$$S_2 = 1,5 \text{ mm}^2$$

$$I_{z1} = 16 \text{ A}$$

Kables isolationstype = PKAJ

PKAJ = Plastik kapledning med jord

6. Foretag kontrol af overbelastnings beskyttelse

Når der foretages kontrol af overbelastnings beskyttelse skal belastning strømmen (I_b) være mindre eller lig med sikringens strømværdi (I_n) og kablets strømværdi skal være større eller lig med sikringens strøm værdi Hvis det er tilfælde så er betingelse 1 opfyldt⁴

Kontrol af OB (overbelastnings beskyttelse) S₁ og S₂

$$\text{Betingelse 1} = S_1 =$$

$$I_b \leq I_n \leq I_{z1} = 15 \text{ A} \leq 16 \text{ A} \leq 17 \text{ A}$$

$$\text{Betingelse 1} = S_2 =$$

$$I_b \leq I_n \leq I_{z1} = 15 \text{ A} \leq 16 \text{ A} \leq 16 \text{ A}$$

7.

⁴ Jf. DS-HÅNDBOG 60364. kap. 43.

7. Foretag kontrol af spændingsfaldet

Når der foretages kontrol af spændingsfaldet⁵ (ΔU) beregner vi det ved hjælp af kabel producentens ledningsmodstand, som oplyses i skemaet: kablernes ohmske modstande (R-værdien).

Her beregnes spændingsfaldet som 3 faset da installationen er 3 faset.

(R-værdien) for fast installation **Se tabel 13.**

(R-værdien) for fast installation **Se tabel 16.**

R-værdien aflæst til 12,1 ohm pr. km i skemaet for kablernes ohmske modstande i fast installation **Tabel 13.**

$$Rl_1 = R - \text{værdien aflæses} \times 10^{-3} \times l = 12,1 \times 10^{-3} \times 24 = 0,2904 \Omega$$

R-værdien aflæst til 13,3 ohm pr. km i skemaet for kablernes ohmske modstande for bøjeligledning **Tabel 16.**

$$Rl_2 = R - \text{værdien aflæses} \times 10^{-3} \times l = 13,3 \times 10^{-3} \times 2 = 0,0266 \Omega$$

$$\sum Rl = Rl_1 + Rl_2 = 0,2904 + 0,0266 = 0,317 \Omega$$

$$\Delta U = I_B \times \sum Rl \times \sqrt{3} \times \cos \varphi \times 1,25 = 15 \times 0,317 \times \sqrt{3} \times 1 \times 1,25 = 10,29 V$$

$$\Delta U i \% = \frac{\Delta U \times 100}{U_f} = \frac{10,29 \times 100}{400} = 2,57 \%$$

8. Foretag kontrol af Kortslutning beskyttelse

Her kontrolleres udløser tiden for smelte sikringen og om kablet kan klare, den tid som sikringen er om at springe ved kortslutningen der udvikles ved en $I_{k_{min}}$ kortslutning ude ved brugsgenstanden.

Her skal kablets tid (t) værre større end sikringen smeltetid (ts).

Hvis sikringens smeltetid er større end kablets tid. Så vil kablet tage skade og i værste tilfælde vil dette starte en brand i installationen.

Så hvis dette er til fælde at tiden for kablet er lavere end sikringens, skal man fortage nyt valg af kabel.

Indtil det er i orden.

⁵ jf. DS-håndbogen 60364 kap.525 tabel G.52.1

Kontrol af KB (Kortslutning beskyttelse) S₁⁶

Det første der skal beregnes er I_{kmin} ved brugsgenstanden. For at den kan beregnes skal vi beregne forsyningens modstanden **R_f**.

$$I_{kmin_tavle} = 200 \text{ A}$$

Beregner R_{fmin}

U_f er altid 230 V

$$R_{Fmin} = \frac{U_f}{I_{Kmin_tavle}} = \frac{230}{200} = 1,15 \Omega$$

Beregner I_{kmin} brugsgenstand

Her skal ledningsmodstandenden $\sum R_l$ fra spændingsfaldet bruges igen

$$I_{kmin_brugsgenstand} = \frac{U_f}{(R_{Fmin} + (\sum R_l \times 2) \times 1,5)} = A = \frac{230}{(1,15 + (0,317 \times 2) \times 1,5)} = 109,47 \text{ A}$$

$$I_n \text{ sikrings størrelse} = 16 \text{ A}$$

Aflæst sikringens smelte tid **ts** aflæses i programmet i siemens simaris curves = 0,215 sek.

For at beregne Kablet tid **t** skal følgende formel bruges.

K = er kablets specifikke varmekapacitet. **Se Tabel 2**

S = kablets ledere tværsnit.

$I_{Kmin_brugsgenstand}$ = den beregnede kortslutningsstrøm

$$t = \left(\frac{(K \times S)}{I_{Kmin_brugsgenstand}} \right)^2 = \left(\frac{(143 \times 1,5)}{109,47} \right)^2 = 3,84 \text{ sek.}$$

For at kontrollere om kortslutningen beskyttelsen holder laves følgende bevis.

$$t \geq t_s = 3,84 \text{ sek.} \geq 0,215 \text{ sek.}$$

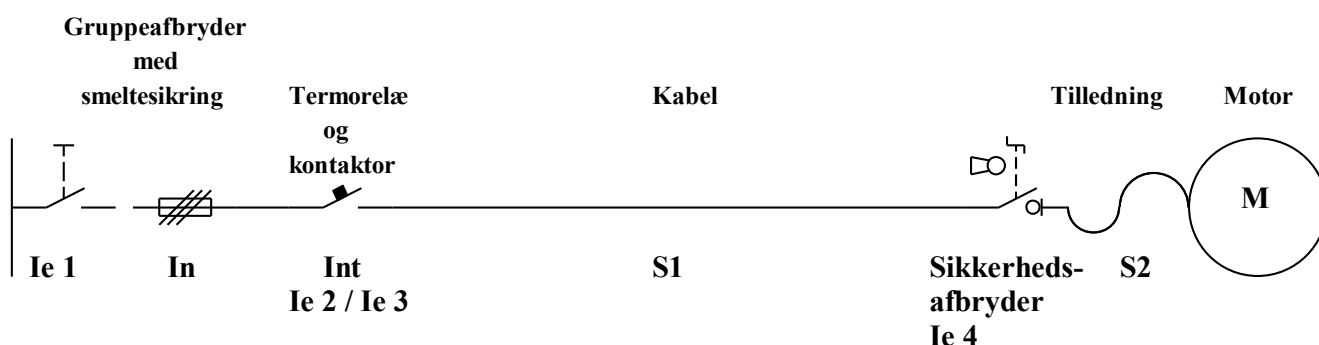
Kortslutning beskyttelsen er hermed ok.

⁶ jf. DS-håndbogen 60364 kap.43

Dimensionering af installation med smeltesikring, termorelæ og kontaktor.

Følgende 11 punkter skal der tages højde for.

1. Find/ Bestem belastningsstrømmen ud fra brugsgenstanden (**IB**)
2. Fortag valg af sikringen (**In**)
3. Fortag valg af gruppeafbryder (**Ie1**)
4. Fortag valg af termorelæ (**Int** /**Ie2**)
5. Fortag valg af kontaktor (**Ie3**)
6. Fortag valg af sikkerhedsafbryder (**Ie4**)
7. Fortag valg af XLPE kabel/ledertværsnit S1 (**Iz**)
8. Fortag valg af tilledning/Bøjelige ledning S2 (**Iz**)
9. Kontrol af overbelastningsbeskyttelse (**IB** ≤ **Int** ≤ **Iz**)
10. Kontrol af spændingsfald (ΔU)
11. Kontrol af kortslutningsbeskyttelse (KB)



Installations data:

- Temperaturen i installationen = 30 °C
- Kabel fremført på gitterbakke
- Kablet er et XLPE-kabel
- Tilledning er gummikabel
- Kablets længde S1 = 24 m
- Tilledningens længde S2 = 2 M
- Ikmin tavle ' = 175 A
- Motor

LOK	Type: 1LA3108-2	
3 Faset mot.	Nr. 19878546	
400 V	23,3 A	
9,2 kW	Cosφ = 0,7	
2899 O/min	50 Hz	
VDE 0653/75	Iso. Kl. B	IP 55

1. Find/ Bestem belastningsstrømmen

Find/ Bestem belastningsstrømmen ud fra brugsgenstanden, dette danner grundlag for at man vælger den rigtige sikring i punkt 2.

Her på motorens mærkeplade kan belastningsstrømmen aflæses.

Belastningsstrømmen **$I_B = 23,3 \text{ A}$**

2. Foretag valg af smeltesikring

Foretag valg af smeltesikring, her vælges sikringen ved at finde motorens start strøm
Dette danner grundlag for at man vælger det rigtige termorelæ i punkt 3.

Foretag valg af smeltesikring,

Der er to fremgangs metoder til at vælge sikringen på, til en motor med direkte start.

Men disse fremgangs metoder gælder kun for smeltesikringens typen D0 sikringer

Se Tabel 1 D01 og D02 sikringer

Se Tabel 2 Dz sikringer Denne Bruges kun når der dimensioneres stikledning.

Metode 1.

Beregn startstrøm ved direkte start $I_{st} = \text{Startfaktor} * I_B = 6 * I_B = ? \text{ A}$

Nu har man beregnet den startstrøm som en motor vil have i en kort tid ved start.

For at vælge den rigtige sikring skal man nu, divider sin startstrøm ved direkte start I_{st} med en faktor på 4 denne faktor er fast i formlen her under.

Formel:

$$\frac{I_{st}}{4} = ? \text{ A}$$

Når det så er beregnet skal man ud fra dette vælge sin sikrings størrelse.

$$In_1 \geq \frac{I_{st}}{4} = ? \text{ A}$$

In_1 = indsæt sikrings størrelsen $Type$ = sikringstypen om det er D0 sikring

Valg af sikring ud fra metode 1

$$I_{st} = \text{Startfaktor} * I_B = 6 * 23,3 = 139,8 \text{ A}$$

$$In_1 \geq \frac{I_{st}}{4} = \frac{139,8}{4} = 34,95 \text{ A}$$

$$In_1 = 35 \text{ A D02}$$

Metode 2

Denne metode skal man **IKKE** beregne sin startstrøm ved direkte start I_{st} .

Her beregner man med en faktor på 1,5 denne faktor er fast.

Faktoren ganges med motorens belastningsstrøm I_B se formelen herunder.

$$I_B * 1,5 = ? A$$

Når det så er beregnet skal man ud fra dette vælge sin sikrings størrelse.

$$I_{n1} \geq I_B * 1,5 = ? A$$

I_{n1} = indsæt sikrings størrelsen $Type$ = sikringstypen om det er D0 sikring

Valg af sikring ud fra metode 2

$$I_{n1} \geq I_B * 1,5 = 23,3 \times 1,5 = 34,95 A$$

$$I_{n1} = 35 A D02$$

3. Foretag valg af gruppeafbryder

Når der skal foretages valg af gruppeafbryder skal sikringsstørrelsen være mindre eller samme størrelse som gruppemateriellet mærkestrøm I_e er godkendt til $I_n \leq I_e$

Se Tabel 3 Tytan 1 gruppeafbryder 2-16 Ampere D01

Se Tabel 4 Tytan 2 gruppeafbryder 2-63 Ampere D02

Foretag valg af gruppe afbryderen

I_{e1} er den største sikring der må placeres i gruppeafbryderen.

I_n er sikringens ampere størrelse.

$Type$ = Typen på gruppeafbryderen/fabrikanten.

$$I_{cm} \geq I_{kmax}$$

I_{cm} Det er maksimale kortslutnings niveau materiellet kan klare.

I_{kmax} er den kortslutning, der er oplyst eller beregnet f.eks. i gruppetavlen.

Her er det vigtigt at I_{cm} er større eller lig med I_{kmax} tavle da komponenten skal kunne modstå kortslutningsniveauet i tavlen så det ikke bliver beskadiget ved en I_{kmax} kortslutning.

$$I_{cm} \geq I_{kmax}$$

Valg af gruppe afbryderen foretages.

$$I_n \leq I_{e1} = 35 A \leq 63 A$$

Type: Tytan 2 3 polet+ N

$$I_{cm} \geq I_{kmaxt} = 50 kA \geq 8 kA$$

4. Foretag valg af Termorelæ:

$$I_{n_{termo}} = I_B =$$

Område = termorelæets instilling område i Ampere

Indstilling = den indstillede værdi på termorelæet i Ampere dette indstilles ud fra I_B

Max forsikring = $I_{e2} \geq I_n =$ Type = termorelæet typen

Termorelæet beskytter kun mod overbelastning (OB) i motor installationen både forud og bagud.

Se Tabel 5 for termorelæ

Valg af termorelæ foretages.

$$I_{n_{termo}} = I_B = 23,3 A$$

$$Område = 16 A - 24 A$$

$$Indstilling = 23,3 A$$

$$Max forsikring = I_{e2} \geq I_n = 50 A \geq 35 A$$

$$Type = LRD22$$

5. Foretag valg af kontaktor:

$In_{termo} \leq Ie_3$: kontaktoeren vælges ud fra In_{termo} da der ikke kan løbe mere strøm igennem kontakt sætte, end den indstillet værdi på termorelæet.

Type: kontaktoeren type

Max forsikring = Ie_3

Se Tabel 6 for kontakter.

Valg af kontakter foretages.

Type: LC1D25

Max forsikring = $Ie_3 = 25 A$

6. Foretag valg af reparationsafbryder/service afbryder/ sikkerhedsafbryder

Valg af reparationsafbryder/service afbryder/ sikkerhedsafbryder Ie_4

$Ie_4 \geq In_{termo}$

Type = Typen på reparationsafbryder /fabrikanten.

Se Tabel 7 for sikkerheds afbryder.

Valg af sikkerhedsafbryder foretages

$Ie_4 \geq In_{termo} = 25 A \geq 23,3 A$

Type = LBAS325TPN

7. Foretag valg af kabel S1/W1

Foretag valg af kabel S1/W1. her vælges billede ud fra hvordan kablet er fremført og her skal kablets strøm værdi (I_z) være større eller lig med termorelæets indstillede værdi (I_{nt}).

Valg af ledertværsnit / kabel S_1

$$I_{nt} \leq I_{z1}$$

Oplægning Se **Tabel A.52.3** i DS/HD 60364-5

Installations metode nr. = 32

Referenceinstallationsmetode = E

Herefter henvises der til **Tabel B52.1**

Da man nu kender referenceinstallationsmetode kan vi nu vælge den rette tabel som vi henvises til.

Tabel: B52.12 kolonne : 3

$$S_1 = 2,5 \text{ mm}^2$$

$$I_{z1} = 32 \text{ A}$$

Kables isolationstype = XLPE

8. Foretag valg af kabel S2/W2

Foretag valg af tilledning/Bøjelige ledning S2/W2. her vælges ud fra fabrikantens tabeller fra Nkt tabel 45 og 46 her skal kablets strøm værdi (I_z) være større eller lig med termorelæets indstillede værdi (I_{nt}).

Valg af tilledning/Bøjelige ledning S_2

$$I_n \leq I_z$$

Ved valg af til tilledning se strømværdien fra fabrikantens **Tabel 45**, 60 graders kabel.

$$S_2 = 4 \text{ mm}^2$$

$$I_{z1} = 30 \text{ A}$$

Kables isolationstype = GKAJ

GKAJ = **Gummi kapledning med jord**

9. Foretag kontrol af overbelastnings beskyttelse

Når der foretages kontrol af overbelastnings beskyttelse skal belastning strømmen (I_b) være mindre eller lig med termorelæets indstillede værdi (I_{nt}) og kablets strømværdi skal være større eller lig med termorelæets indstillede værdi. Hvis det er tilfælde så er betingelse 1 opfyldt⁷

Kontrol af OB (overbelastnings beskyttelse) S_1 og S_2

$$\text{Betingelse 1} = S_1 =$$

$$I_b \leq I_{nt} \leq I_{z1} = 23,3 \text{ A} \leq 23,3 \text{ A} \leq 32 \text{ A}$$

$$\text{Betingelse 1} = S_2 =$$

$$I_b \leq I_{nt} \leq I_{z2} = 23,3 \text{ A} \leq 23,3 \text{ A} \leq 30 \text{ A}$$

OB OK

⁷ Jf. DS-HÅNDBOG 60364. kap. 43.

10. Foretag kontrol af spændingsfaldet

Når der foretages kontrol af spændingsfaldet⁸ (ΔU) beregner vi det ved hjælp af kabel producentens ledningsmodstand, som oplyses i skemaet: kablernes ohmske modstande (R-værdien).

Her beregnes spændingsfaldet som 3 faset da installationen er 3 faset.

(R-værdien) for fast installation **Se Tabel 13.**

(R-værdien) for fast installation **Se Tabel 16.**

R-værdien aflæst til 7,41 ohm pr. km i skemaet for kablernes ohmske modstande i fast installation **Tabel 13.**

$$Rl_1 = R - \text{værdien aflæses} \times 10^{-3} \times l = 7,41 \times 10^{-3} \times 24 = 0,1778 \Omega$$

R-værdien aflæst til 4,95 ohm pr. km i skemaet for kablernes ohmske modstande for bøjeligledning **Tabel 16.**

$$Rl_2 = R - \text{værdien aflæses} \times 10^{-3} \times l = 4,95 \times 10^{-3} \times 2 = 0,0099 \Omega$$

$$\sum Rl = Rl_1 + Rl_2 = 0,1778 + 0,0099 = 0,1877 \Omega$$

$$\Delta U = I_B \times \sum Rl \times \sqrt{3} \times \cos \varphi \times 1,25 = 23,3 \times 0,1877 \times \sqrt{3} \times 0,7 \times 1,25 = 6,63 V$$

$$\Delta U i \% = \frac{\Delta U \times 100}{U_f} = \frac{6,63 \times 100}{400} = 1,66 \%$$

⁸ jf. DS-håndbogen 60364 kap.525 tabel G.52.1

11. Foretag kontrol af Kortslutning beskyttelse

Her kontrolleres udløser tiden for smelte sikringen og om kablet kan klare, den tid som sikringen er om at springe ved kortslutningen der udvikles ved en Ik_{min} kortslutning ude ved brugsgenstanden.

Her skal kablets tid (t) være større end sikringen smeltetid (t_s).

Hvis sikringens smeltetid er større end kablets tid. Så vil kablet tage skade og i værste tilfælde vil dette starte en brand i installationen.

Så hvis dette er til fælde at tiden for kablet er lavere end sikringens, skal man foretage nyt valg af kabel. Indtil det er i orden.

Kontrol af KB (Kortslutning beskyttelse) S_1^9

Det første der skal beregnes er Ik_{min} ved brugsgenstanden. For at den kan beregnes skal vi beregne forsyningens modstanden **Rf**.

$$Ik_{min_tavle} = 175 \text{ A}$$

Beregner **Rfmin**

U_f er altid 230 V

$$R_{Fmin} = \frac{U_f}{Ik_{min_tavle}} = \frac{230}{175} = 1,31 \Omega$$

Beregner Ik_{min} brugsgenstand

Her skal ledningsmodstandenden $\sum Rl$ fra spændingsfaldet bruges igen

$$Ik_{min_brugsgenstand} = \frac{U_f}{(R_{Fmin} + (\sum Rl \times 2) \times 1,5)} = A = \frac{230}{(1,31 + (0,1877 \times 2) \times 1,5)} = 122,79 \text{ A}$$

$$I_n \text{ sikrings størrelse} = A$$

Aflæst sikringens smelte tid **t_s** aflæses i programmet i siemens simaris curves = 6,422 sek.

For at beregne Kablet tid **t** skal følgende formel bruges.

K = er kablets specifikke varmekapacitet. **Se Tabel 2**

S = kablets ledere tværsnit.

$Ik_{min_brugsgenstand}$ = den beregnede kortslutningsstrøm

⁹ jf. DS-håndbogen 60364 kap.43

$$t_{S1} = \left(\frac{(K \times S)}{IK_{\min_brugsgenstand}} \right)^2 = \left(\frac{(143 \times 2,5)}{122,79} \right)^2 = 8,48 \text{ sek.}$$

$$t_{S2} = \left(\frac{(K \times S)}{IK_{\min_brugsgenstand}} \right)^2 = \left(\frac{(141 \times 4)}{122,79} \right)^2 = 21,1 \text{ sek.}$$

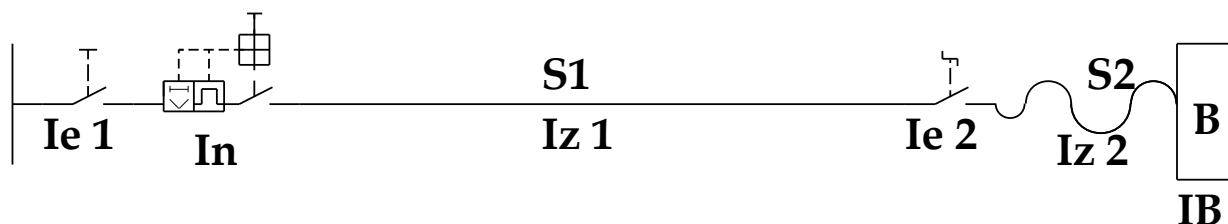
$$t_{S1} \geq t_s = 8,51 \text{ sek.} \geq 6,422 \text{ sek.}$$

For at kontrollere om kortslutningen beskyttelsen holder laves følgende bevis.

$$t_s \geq t_{S1} = 6,422 \text{ sek.} \geq 8,48 \text{ sek.}$$

Kortslutning beskyttelsen er hermed ok

Dimensionering med automatsikring



Følgende 8 punkter skal der tages højde for.

1. Find/ Bestem belastningsstrømmen ud fra brugsgenstanden (**IB**)
2. Fortag valg af automatsikringen (**In**)
3. Valg af service afbryder
4. Fortag valg af XLPE kabel/ledertværsnit S1 (**Iz**)
5. Fortag valg af tilledning/Bøjelige ledning S2 (**Iz**)
6. Kontrol af overbelastningsbeskyttelse (**IB ≤ In ≤ Iz**)
7. Kontrol af spændingsfald (ΔU)
8. Kontrol af kortslutningsbeskyttelse (KB)

Installations data:

- Temperaturen i installationen = 30 °C
- Kabel fremført direkte i termisk isoleret væg.
- Brugsgenstan: Elkedel $U = 2 \times 400 \text{ V} / P = 4000 \text{ W} / I = 15 \text{ A}$
- Kablet er et XLPE-kabel
- Kablets længde S1 = 24 m
- Tilledningens længde S2 pkaj = 2 M
- Ikmin tavle = 295 A
- Ikmax tavle = 6500 A

1. Find/ Bestem belastningsstrømmen

Find/ Bestem belastningsstrømmen ud fra brugsgenstanden, dette danner grundlag for at man vælger den rigtige sikring i punkt 2.

På elkedlen kan belastningsstrømmen aflæses.

Belastningsstrømmen **IB = 10 A**

2. Foretag valg af automatsikring In

Foretag valg af Automatsikring, her vælges sikringen den skal enten være det samme som belastningsstrømmen eller større end belastningsstrømmen $I_B \leq I_n$.

Dette danner grundlag for at man vælger det rigtige kabel i punkt 4 og 5.

Nu er sikringen og gruppeafbryderen en komplet komponent.

Når der foretages valg af Automatsikringen, skal man være særlig opmærksom på den udløser karakteristisk man vælger. Der er tre gængse karakteristikker som bruges oftest Det er B- karakteristisk, C- karakteristisk og D- karakteristisk.

Den mest anvendte af disse tre karakteristikker er **C- karakteristikken**.

For at foretag valg af automatsikring skal Siemens simaris curves anvendes.

$$I_B \leq I_N = A \leq A$$

Antal poler og sikringens karakteristisk

Brydeevne ICN/ICU Det er maksimale kortslutnings niveau materiellet kan klare.

Typisk vil Icn kun kunne holde til et optil 6 kA kortslutnings niveau, hvor vælges Icu vil kortslutnings niveauet kunne holde op til 10 kA.

ICN anvendes typisk i boliginstallationer (EN 60898).

ICU anvendes typisk i industrielle installationer (EN 60947-2), hvor kravene til brydeevne ofte er større.

$$Ik_{\max} = i \text{ tavlen}$$

$$I_{cn} / I_{cu} \geq Ik_{\max} = kA \geq kA$$

Eksempel på Valg af automatsikring In

$$I_B \leq I_N = 10 A \leq C10 A$$

3 polet + N C- karakteristikken

$$I_{cu} = 10000 A = 10 kA$$

$$Ik_{\max} = 6500 A$$

$$I_{cu} \geq Ik_{\max} = 10 kA \geq 6,5 kA$$

Valget af automatsikringen I_N er ok

3. Foretag valg af reparationsafbryder/service afbryder/ sikkerhedsafbryder

Valg af reparationsafbryder/service afbryder/ sikkerhedsafbryder I_{e4}

$$I_{e4} \geq I_n$$

Type = Typen på reparationsafbryder /fabrikanten.

Se bilag 7 Tabel for sikkerheds afbryder.

Valg af sikkerhedsafbryder foretages

$$I_{e4} \geq I_n = 16 A \geq 10 A$$

Type = LBAS316TPN

4. Foretag valg af kabel S1/W1

Foretag valg af kabel S1/W1. her vælges billede ud fra hvordan kablet er fremført og her skal kablets strøm værdi (I_z) være større end sikringen (I_n). Hvis I_z er mindre end I_n vil kablet tage skade.

Valg af ledertværsnit / kabel S_1

$$I_n \leq I_z$$

Oplægning **Se Tabel A.52.3** i Ds/HD 60364-5

Installations metode nr. = 3

Referenceinstallationsmetode = A1

Herefter henvises der til **Tabel B52.1**

Da vi nu kender referenceinstallationsmetode kan vi nu vælge den rette tabel som vi henvises til.

Tabel: B52.3 Kolonne: 2

$$S_1 = 1,5 \text{ mm}^2$$

$$I_{z1} = 19 A$$

Kables isolationstype = XLPE

5. Foretag valg af kabel S2/W2

Foretag valg af tilledning/Bøjelige ledning S2/W2. her vælges ud fra fabrikantens tabeller fra Nkt tabel 45 og 46 her skal kablets strøm værdi (I_z) være større end sikringen (I_n).

Valg af tilledning/Bøjelige ledning S_2

$$I_n \leq I_z$$

Ved valg af til tilledning se strømværdien fra fabrikantens **Tabel 46.**

$$S_2 = 1,5 \text{ mm}^2$$

$$I_{z1} = 16 A$$

Kables isolationstype =PKAJ

PKAJ = Plastik kapledning med jord

6. Foretag kontrol af overbelastnings beskyttelse

Når der foretages kontrol af overbelastnings beskyttelse skal belastning strømmen (I_b) være mindre eller lig med sikringens strømværdi (I_n) og kablets strømværdi skal være større eller lig med sikringens strøm værdi Hvis det er tilfælde så er betingelse 1 opfyldt¹⁰

Kontrol af OB (overbelastnings beskyttelse) S_1 og S_2

$$\begin{aligned} \text{Betingelse 1} = S_1 &= I_b \leq I_n \leq I_{Z1} = 10 \text{ A} \leq 10 \text{ A} \leq 19 \text{ A} \\ \text{Betingelse 1} = S_2 &= I_b \leq I_n \leq I_{Z1} = 10 \text{ A} \leq 10 \text{ A} \leq 16 \text{ A} \end{aligned}$$

7. Foretag kontrol af spændingsfaldet

Når der foretages kontrol af spændingsfaldet¹¹ (ΔU) beregner vi det ved hjælp af kabel producentens ledningsmodstand, som oplyses i skemaet: kablernes ohmske modstande (R-værdien).

Her beregnes spændingsfaldet som 3 faset da installationen er 3 faset.

(R-værdien) for fast installation **Se tabel 13.**

(R-værdien) for fast installation **Se tabel 16.**

R-værdien aflæst til 12,1 ohm pr. km i skemaet for kablernes ohmske modstande i fast installation **Tabel 13.**

$$Rl_1 = R - \text{værdien aflæses} \times 10^{-3} \times l = 12,1 \times 10^{-3} \times 24 = 0,2904 \Omega$$

R-værdien aflæst til 13,3 ohm pr. km i skemaet for kablernes ohmske modstande for bøjeligledning **Tabel 16.**

$$Rl_2 = R - \text{værdien aflæses} \times 10^{-3} \times l = 13,3 \times 10^{-3} \times 2 = 0,0266 \Omega$$

$$\Sigma Rl = Rl_1 + Rl_2 = 0,2904 + 0,0266 = 0,317 \Omega$$

$$\Delta U = I_B \times \Sigma Rl \times 2 \times \cos \varphi \times 1,25 = 10 \times 0,317 \times 2 \times 1 \times 1,25 = 7,93 \text{ V}$$

$$\Delta U i \% = \frac{\Delta U \times 100}{U_f} = \frac{7,93 \times 100}{400} = 1,98 \%$$

¹⁰ Jf. DS-HÅNDBOG 60364. kap. 43.

¹¹ jf. DS-håndbogen 60364 kap.525 tabel G.52.1

8. Foretag kontrol af Kortslutning beskyttelse

Der skal foretages to kontroller ved brug af automatiseringer i kortslutnings kontrol.

Ikmin brugsgenstand skal udregnes for at kunne foretage denne kontrol.

Der skal udregnes en faktor I5udløser som variere fra valget af hvilken af de tre karakteristikker der er taget i brug, B- karakteristik, C- karakteristik og D- karakteristik.

Se Tabel 8 I4holde og I5udløser Tabel

Ikmax. udregnes hvis der f.eks. er en gruppetafle hvor man ikke kender den.

Dette er for, at man vælger de rigtige komponenter til det kortslutning niveauet der nu kunne være i en gruppetafle.

For at finde energigennemslippet for automatsikringen er det ikmax gruppetafle man skal bruge til at aflæse energigennemslippet, i producentens diagram for gennemslags energien.¹²

Energigennemslippet kurverne aflæses i Siemens simaris curves.

Kontrol af KB (Kortslutning beskyttelse) S₁

Det første der skal beregnes er Ikmin ved brugsgenstanden. For at den kan beregnes skal vi beregne forsyningens modstanden R_f.

$$Ik_{\min_tavle} = 295 \text{ A}$$

1. Beregner R_{fmin}

U_f er altid 230 V

$$R_{Fmin} = \frac{U_f}{IK_{\min_tavle}} = \frac{230}{295} = 0,78 \Omega$$

Beregner Ikmin brugsgenstand

Her skal ledningsmodstandenden $\sum Rl$ fra spændingsfaldet bruges igen

$$Ik_{\min_brugsgenstand} = \frac{U_f}{(R_{Fmin} + (\sum Rl \times 2) \times 1,5)} = A = \frac{230}{(0,78 + (0,317 \times 2) \times 1,5)} = 132,87 A$$

Kontrol af udløserkurve for ikmin:

Beregner I5udløser se Bilag 9.

$$I_{5udløser} = \text{udløser C} - \text{karaterekstik faktor} \times \text{In mærkestrøm} = 10 \times 10 = 100 \text{ A}$$

$$Ik_{\min_brugikmin.} \geq I_{5udløser} = 132,87 \text{ A} \geq 100 \text{ A}$$

¹² jf. DS-håndbogen 60364 kap.43

2. Kontrol af energi gennemslip:

For at beregne Kablets Energigennemslip $= \varepsilon_{kabel-W}$ skal følgende formel bruges.

K = er kablets specifikke varmekapacitet. **Se Tabel 2**

S = kablets ledere tværsnit.

Regner man for S1 Eller S2 så er det samme energigennemslip for begge kabler da det er samme K-faktor for begge kabler.

$$\varepsilon_{kabel-W} = K^2 * S^2 = A_S^2$$

Ikmax tavle = ?

$\varepsilon_{\text{automat sikring}}$ = Dette energigennemslip aflæses med Ikmax tavle i Siemens simaris curves A_S^2

$$\varepsilon_{kabel-W} \geq \varepsilon_{\text{automat sikring}} = A_S^2 \geq A_S^2 \text{ Så ok}$$

Beregner energigennemslippet beregnes og aflæses

$$\varepsilon_{kabel-W} = K^2 * S^2 = 143^2 * 1,5^2 = 46010,25 A_S^2$$

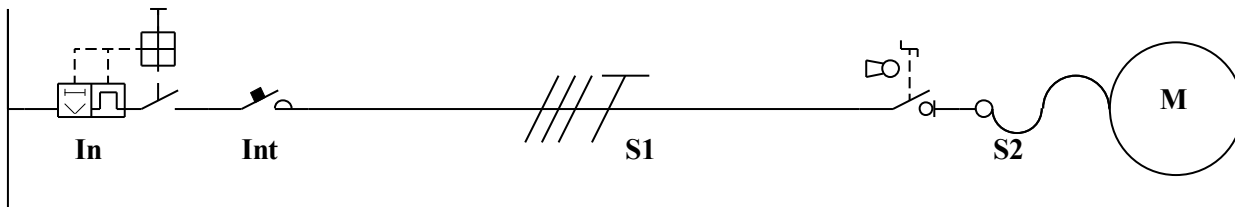
Ikmax tavle = 6500 A

$$\varepsilon_{\text{automat sikring}} = 21100 A_S^2$$

$$\varepsilon_{kabel-W} \geq \varepsilon_{\text{automat sikring}} = 46010,25 A_S^2 \geq 21100 A_S^2$$

Hvor begge kortslutnings dele er i orden er Kortslutnings beskyttelsen hermed opfyldt.

Dimensionering med automatsikring med termorelæ på en motor.



Følgende 11 punkter skal der tages højde for.

1. Find/ Bestem belastningsstrømmen ud fra brugsgenstanden (**IB**)
2. Fortag valg af automatsikringen (**In**)
3. Fortag valg af termorelæ (**Int** /**Ie2**)
4. Fortag valg af kontaktor (**Ie3**)
5. Fortag valg af sikkerhedsafbryder (**Ie4**)
6. Fortag valg af XLPE kabel/ledertværsnit S1 (**Iz**)
7. Fortag valg af tilledning/Bøjelige ledning S2 (**Iz**)
8. Kontrol af overbelastningsbeskyttelse (**IB** ≤ **Int** ≤ **Iz**)
9. Kontrol af spændingsfald (ΔU)
10. Kontrol af kortslutningsbeskyttelse (KB)

Installations data:

- Temperaturen i installationen = 30 °C
- Kabel fremført på gitterbakke
- Kablet er et XLPE-kabel
- Tilledning er gummikabel
- Kablets længde S1 = 15 m
- Tilledningens længde S2 = 2 M
- Motor
- Ikmin tavle: 295 A
- Ikmax tavle: 6 kA

LOK	Type: 1LA3108-2	
3 Faset mot.	Nr. 19878546	
2995 W	7 A	
400 V	Cosφ = 0,7	
2899 O/min		50 Hz
VDE 0653/75	Iso. Kl. B	IP 55

1. Find/ Bestem belastningsstrømmen

Find/ Bestem belastningsstrømmen ud fra brugsgenstanden, dette danner grundlag for at man vælger den rigtige sikring i punkt 2.

Her på motorens mærkeplade kan belastningsstrømmen aflæses.

Belastningsstrømmen **IB** = 7A

2. Foretag valg af automatsikring In

Foretag valg af Automatsikring, her vælges sikringen den skal enten være det samme som belastningsstrømmen eller større end belastningsstrømmen $I_B \leq I_n$.

Dette danner grundlag for at man vælger det rigtige termorelæet i punkt 3.

Nu er sikringen og gruppeafbryderen en komplet komponent.

Når der foretages valg af Automatsikringen, skal man være særlig opmærksom på den holde karakteristik man vælger. Der er tre gængse karakteristikker som bruges oftest Det er B- karakteristik, C- karakteristik og D- karakteristik.

Den mest anvendte af disse tre karakteristikker er **C- karakteristikken**.

I4holde **Se Tabel 8 I4holde og I5udløser Tabel** skal beregnes det skal motorens start strøm også I_{st} . Af disse to faktorer skal I4holde være størst eller lig med I_{st} for at sikringen kan holde til en motor start

$$I_{st} \leq I_{4_{HOLDE}}.$$

For at foretag valg af automatsikring skal Siemens simaris curves anvendes. $I_B \leq I_N = A \leq A$

Antal poler og sikringens karakteristik

Brydeevne ICN/ICU Det er maksimale kortslutnings niveau materiellet kan klare.

Typisk vil I_{cn} være 6 kA i kortslutnings niveau, hvor vælges I_{cu} vil kortslutnings niveauet typisk være 10 kA.

ICN anvendes typisk i boliginstallationer (EN 60898).

ICU anvendes typisk i industrielle installationer (EN 60947-2), hvor kravene til brydeevne ofte er større.

$$I_{k_{max}} = i \text{ tavlen}$$

$$I_{cn} / I_{cu} \geq I_{k_{max} \text{ tavle}} = kA \geq kA$$

Nu skal start strømmen beregnes for at se om sikringen kan holde til den startstøm som motoren har ved direkte start

Beregner startstrøm ved direkte start

$$I_{st} = \text{Startfaktor} * I_B$$

Beregner I4holde se Tabel 8.

$$I_{4_{HOLDE}} = \text{Holde karaterekstik faktor} \times I_n$$

$$I_{st} \leq I_{4_{HOLDE}}.$$

Beregner eksempel til valg af automatsikring

$$I_B \leq I_N = 7 \leq 10 \text{ A}$$

3 pol+ n C10A C- karakteristik

$$Ik_{\max} = 6500 \text{ A}$$

$$I_{cu} \geq Ik_{\max \text{ tavle}} = 10 \text{ kA} \geq 6,5 \text{ kA}$$

$$I_{st} = \text{Startfaktor} \times I_B = 6 \times 7 = 42 \text{ A}$$

$$I_{4_HOLDE.} = \text{Holde C - karaterekstik faktor} \times I_n = 5 \times 10 = 50 \text{ A}$$

$$I_{st} \leq I_{4_HOLDE.} = 42 \text{ A} \leq 50 \text{ A}$$

3. Foretag valg af Termorelæ:

$$I_{n_{termo}} = I_B =$$

Område = termorelæets instilling område i Ampere

Indstilling = den indstillede værdi på termorelæet i Ampere dette indstilles ud fra I_B

Max forsikring = $I_{e2} \geq I_n =$ Type = termorelæet typen

Termorelæet beskytter kun mod overbelastning (OB) i motor installationen både forud og bagud.

Se Tabel 5 Tabel for termorelæ

Valg af termorelæ foretages.

$$I_{n_{termo}} = I_B = 7 \text{ A}$$

$$\text{Område} = 5,5 \text{ A} - 8 \text{ A}$$

$$\text{Indstilling} = 7 \text{ A}$$

$$\text{Max forsikring} = I_{e2} \geq I_n = 20 \text{ A} \geq 10 \text{ A}$$

$$\text{Type} = \text{LDR12}$$

4. Foretag valg af kontaktor:

$I_{n_{termo}} \leq I_{e3}$: kontaktoeren vælges ud fra $I_{n_{termo}}$ **da der ikke kan løbe mere strøm igennem kontakt sætte, end den indstillet værdi på termorelæet.**

Type: kontaktoeren type

$Max\ forsikring = I_{e3}$

Se Tabel 6 for kontakter.

Valg af kontakter foretages.

Type: LC1D09

$Max\ forsikring = I_{e3} = 9\ A$

5. Foretag valg af reparationsafbryder/service afbryder/ sikkerhedsafbryder

Valg af reparationsafbryder/service afbryder/ sikkerhedsafbryder I_{e4}

$I_{e4} \geq I_{n_{termo}}$

Type = Typen på reparationsafbryder /fabrikanten.

Se Tabel 7 Tabel for sikkerheds afbryder.

Valg af sikkerhedsafbryder foretages

$I_{e4} \geq I_{n_{termo}} = 16\ A \geq 7\ A$

Type = LBAS316TPN

6. Foretag valg af kabel S1/W1

Foretag valg af kabel S1/W1. her vælges billede ud fra hvordan kablet er fremført og her skal kablets strøm værdi (I_z) være større eller lig med termorelæets indstillede værdi (I_{nt}).

Valg af ledertværsnit / kabel S_1

$I_{nt} \leq I_{z1}$

Oplægning **Se Tabel A.52.3** i Ds/HD 60364-5

Installations metode nr. = 32

Referenceinstallationsmetode = E

Herefter henvises der til **Tabel B52.1**

Da man nu kender referenceinstallationsmetode kan vi nu vælge den rette tabel som vi henvises til.

Tabel: B52.12 kolonne : 3

$S_1 = 1,5\ mm^2$

$I_{z1} = 23\ A$

Kables isolationstype = XLPE

7. Foretag valg af kabel S2/W2

Foretag valg af tilledning/Bøjelige ledning S2/W2. her vælges ud fra fabrikantens tabeller fra Nkt tabel 45 og 46 her skal kablets strøm værdi (I_z) være større eller lig med termorelæets indstillede værdi (I_{nt}).

Valg af tilledning/Bøjelige ledning S₂

$$I_n \leq I_z$$

Ved valg af til tilledning se strømværdien fra fabrikantens **Tabel 45**, 60 graders kabel.

$$S_2 = 1 \text{ mm}^2$$

$$I_{z1} = 10 \text{ A}$$

$$\text{Kables isolationstype} = \text{GKAJ}$$

GKAJ = **Gummi kapledning med jord**

8. Foretag kontrol af overbelastnings beskyttelse

Når der foretages kontrol af overbelastnings beskyttelse skal belastning strømmen (I_b) være mindre eller lig med termorelæets indstillede værdi (I_{nt}) og kablets strømværdi skal være større eller lig med termorelæets indstillede værdi. Hvis det er tilfælde så er betingelse 1 opfyldt¹³

Kontrol af OB (overbelastnings beskyttelse) S₁ og S₂

$$\text{Betingelse 1} = S_1 = I_b \leq I_{nt} \leq I_{z1} = 7 \text{ A} \leq 7 \text{ A} \leq 23 \text{ A}$$

$$\text{Betingelse 1} = S_2 = I_b \leq I_{nt} \leq I_{z2} = 7 \text{ A} \leq 7 \text{ A} \leq 10 \text{ A}$$

OB OK

¹³ Jf. DS-HÅNDBOG 60364. kap. 43.

9. Foretag kontrol af spændingsfaldet

Når der foretages kontrol af spændingsfaldet¹⁴ (ΔU) beregner vi det ved hjælp af kabel producentens ledningsmodstand, som oplyses i skemaet: kablernes ohmske modstande (R-værdien).

Her beregnes spændingsfaldet som 3 faset da installationen er 3 faset.

(R-værdien) for fast installation **Se Tabel 13.**

(R-værdien) for fast installation **Se Tabel 16.**

R-værdien aflæst til 12,1 ohm pr. km i skemaet for kablernes ohmske modstande i fast installation **Tabel 13.**

$$Rl_1 = R - \text{værdien aflæses} \times 10^{-3} \times l = 12,1 \times 10^{-3} \times 15 = 0,1815 \Omega$$

R-værdien aflæst til 19,5 ohm pr. km i skemaet for kablernes ohmske modstande for bøjeligledning **Tabel 16.**

$$Rl_2 = R - \text{værdien aflæses} \times 10^{-3} \times l = 19,5 \times 10^{-3} \times 2 = 0,0099 \Omega$$

$$\sum Rl = Rl_1 + Rl_2 = 0,1815 + 0,039 = 0,2205 \Omega$$

$$\Delta U = I_B \times \sum Rl \times \sqrt{3} \times \cos \varphi \times 1,25 = 7 \times 0,2205 \times \sqrt{3} \times 0,7 \times 1,25 = 2,34 V$$

$$\Delta U i \% = \frac{\Delta U \times 100}{U_f} = \frac{2,34 \times 100}{400} = 0,59 \%$$

¹⁴ jf. DS-håndbogen 60364 kap.525 tabel G.52.1

10. Foretag kontrol af Kortslutning beskyttelse

Der skal foretages to kontroller ved brug af automatiseringer i kortslutnings kontrol.

Ikmin brugsgenstand skal udregnes for at kunne foretage denne kontrol.

Der skal udregnes en faktor I5udløser som variere fra valget af hvilken af de tre karakteristikker der er taget i brug, B- karakteristik, C- karakteristik og D- karakteristik.

Se bilag 9 I4holde og I5udløser Tabel

Ikmax. udregnes hvis der f.eks. er en gruppetafle hvor man ikke kender den.

Dette er for, at man vælger de rigtige komponenter til det kortslutning niveauet der nu kunne være i en gruppetafle.

For at finde energigennemslippet for automatsikringen er det ikmax gruppetafle man skal bruge til at aflæse energigennemslippet, i producentens diagram for gennemslags energien.¹⁵

Energigennemslippet kurverne aflæses i Siemens simaris curves.

Kontrol af KB (Kortslutning beskyttelse) S₁

Det første der skal beregnes er Ikmin ved brugsgenstanden. For at den kan beregnes skal vi beregne forsyningens modstanden R_f.

$$Ik_{\min_tavle} = 295 \text{ A}$$

1. Beregner R_{fmin}

U_f er altid 230 V

$$R_{Fmin} = \frac{U_f}{IK_{\min_tavle}} = \frac{230}{295} = 0,78 \Omega$$

Beregner Ikmin brugsgenstand

Her skal ledningsmodstandenden $\sum Rl$ fra spændingsfaldet bruges igen

$$Ik_{\min_brugsgenstand} = \frac{U_f}{(R_{Fmin} + (\sum Rl \times 2) \times 1,5)} = A = \frac{230}{(0,78 + (0,2205 \times 2) \times 1,5)} = 159,56A$$

Kontrol af udløserkurve for ikmin:

Beregner I5udløser Tabel 8

$$I_{5_udløser} = \text{udløser C - karakteristik faktor} \times \text{In mærkestrøm} = 10 \times 10 = 100 \text{ A}$$

$$Ik_{\min_brugikmin.} \geq I_{5_udløser} = 159,56 \text{ A} \geq 100 \text{ A}$$

¹⁵ jf. DS-håndbogen 60364 kap.43

2. Kontrol af energi gennemslip:

For at beregne Kablets Energigennemslip $= \varepsilon_{kabel-W}$ skal følgende formel bruges.

K = er kablets specifikke varmekapacitet. **Se Tabel 2**

S = kablets ledere tværsnit.

Regner man for S1 Eller S2 så er det samme energigennemslip for begge kabler da det er samme K-faktor for begge kabler.

$$\varepsilon_{kabel-W} = K^2 * S^2 = A_S^2$$

Ikmax tavle = ?

$\varepsilon_{\text{automat sikring}}$ = Dette energigennemslip aflæses med Ikmax tavle i Siemens simaris curves A_S^2

$$\varepsilon_{kabel-W} \geq \varepsilon_{\text{automat sikring}} = A_S^2 \geq A_S^2 \text{ Så ok}$$

Beregner energigennemslippet beregnes og aflæses

$$\varepsilon_{kabel-S1} = K^2 * S^2 = 143^2 * 1,5^2 = 46010,25 A_S^2$$

$$\varepsilon_{kabel-S2} = K^2 * S^2 = 141^2 * 1^2 = 19881 A_S^2$$

Ikmax tavle = 6000 A

$$\varepsilon_{\text{automat sikring}} = 19700 A_S^2$$

$$\varepsilon_{kabel-W} \geq \varepsilon_{\text{automat sikring}} = 19881 A_S^2 \geq 19700 A_S^2$$

Hvor begge kortslutnings dele er i orden er Kortslutnings beskyttelsen hermed opfyldt.

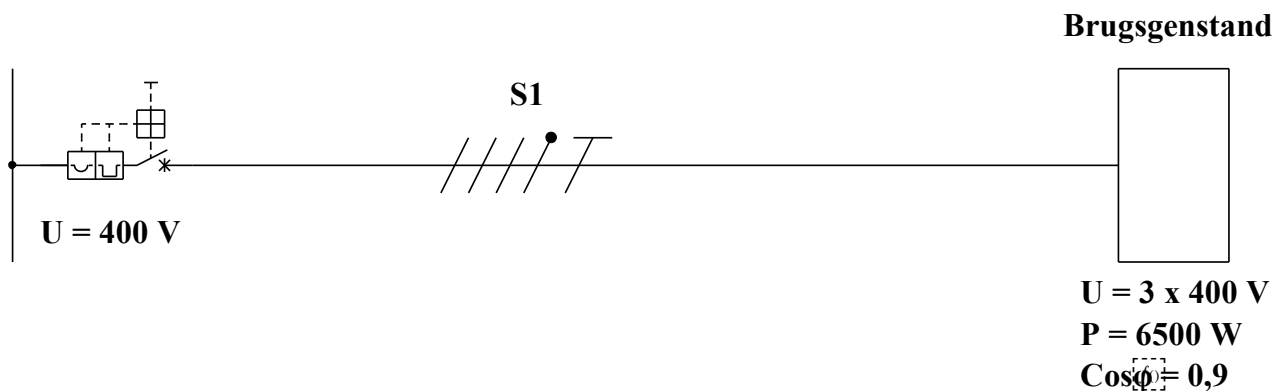
Dimensionerings med 30 % belastningsgrad på kablet og 80 % reglen på sikringer.

Følgende 7 punkter skal der tages højde for.

1. Find/ Bestem belastningsstrømmen ud fra brugsgenstanden (**IB**)
2. Fortag valg af automatsikringen (**I_n**)
3. Fortag valg af XLPE kabel/ledertværsnit S1 (**I_z**)
4. Kontrol af overbelastningsbeskyttelse (**IB ≤ I_n ≤ I_z**)
5. Kontrol af spændingsfald (**ΔU**)
6. Kontrol af kortslutningsbeskyttelse (KB)
7. Kontrol af kablets egen effekttab (**ΔP**)

Installations data:

- Temperaturen i installationen = 30 °C
- Kabel fremført i perforerede kabelbakke.
- Kablet er et XLPE-kabel
- Kablets længde S1 = 33 m
- Sikring må max belastes 80 %.
- Kablet må max belastes 30 %.
- Ikmin tavle = 295 A
- Ikmax tavle = 8,5 kA



1. Find/ Bestem belastningsstrømmen

Find/ Bestem belastningsstrømmen ud fra brugsgenstanden, dette danner grundlag for at man vælger den rigtige sikring i punkt 2.

IB beregnes

$$IB = \frac{P}{U \times \sqrt{3} \times \cos \varphi} = \frac{6600}{400 \times \sqrt{3} \times 0,9} = 10,58 \text{ A}$$

2. Foretag valg af automatsikring In

Denne brugs genstand der skal etableres en sikring til bliver belast kontinuerligt over 3-4 timer så sikringen bliver meget varm. Det skal der tages højde for og det kan man gøre ved at tage 80 % reglen i brug som tager højde for at sikringen ikke vil slukke på overbelastningen.

Det med at foretag valg af sikring. Her vælges sikringen stadigvæk hvor den skal enten være det samme som belastningsstrømmen eller større end belastningsstrømmen $IB \leq In$. I dette tilfælde vil sikringen mange gange, blive væsentligt større end ved normal dimensionering pga. 80 % reglen¹⁶.

Dette danner grundlag for at man vælger det rigtige kabel i punkt 3.

Når der foretages valg af Automatsikringen, skal man være særlig opmærksom på den udløser karakteristisk man vælger. Der er tre gængse karakteristikker som bruges oftest Det er B- karakteristisk, C- karakteristisk og D- karakteristisk.

Den mest anvendte af disse tre karakteristikker er **C- karakteristikken**.

Der foretages et regneeksempel ved valg af en sikring ved brug af 80 % reglen.

Se bilag 8 for automatsikringer.

Max belastning af sikring ved 80% reglen.

Her foretages en beregning hvor stor en sikring der skal vælges så man ikke skal foretage en masse valg for at foretage det rigtige valg af en sikring.

Foretag kontrol af 80%reglen på en sikring

$MB_{MaxIn} = 80 \% \text{ reglen faktor} = 0,8$

$$MB_{nødIn} = \frac{IB}{MB_{MaxIn}} = A$$

Nu kan sikringen størrelse vælges.

$$MB_{nødIn} \Rightarrow I_N \Rightarrow A \leq A$$

Valg af sikringen kan nu foretages:

$$I_B \leq I_N = A \leq A$$

Antal poler og sikringens karakteristisk

Brydeevne ICN/ICU Det er maksimale kortslutnings niveau materiellet kan klare.

Typisk vil Icn kun kunne holde til et optil 6 kA kortslutnings niveau, hvor vælges Icu vil kortslutnings niveauet kunne holde op til 10 kA.

ICN anvendes typisk i boliginstallationer (EN 60898).

ICU anvendes typisk i industrielle installationer (EN 60947-2), hvor kravene til brydeevne ofte er større.

$$Ik_{max} = i \text{ tavlen}$$

$$I_{cn} / I_{cu} \geq Ik_{max} = kA \geq kA$$

¹⁶ jf. DS-Lavspændingstavler 61439-1

Eksempel på Valg af automatsikring I_n

Foretag kontrol af 80%reglen på en sikring

$MB_{Max}I_n = 80 \% \text{ reglen faktor} = 0,8$

$$MB_{nød}I_n = \frac{IB}{MB_{Max}I_n} = \frac{10,58}{0,8} = 13,23A$$

Nu kan sikringen størrelse vælges.

$$MB_{nød}I_n \Rightarrow I_n \Rightarrow = 13,23 A \Rightarrow 16 A$$

Valg af sikringen kan nu foretages:

$$I_B \leq I_n = 10,58 A \leq 16 A$$

B16A 3poler + N

$$I_{cu} = 10 \text{ kA}$$

$$Ik_{max} = 8500 A$$

$$I_{cn} - I_{cu} \geq Ik_{max} = 10 \text{ kA} \geq 8,5 \text{ kA}$$

3. Foretag valg af kabel S1/W1

Ved valg af kabel S1/W1 anvendes 30 %-reglen. Kablet vælges fortsat ud fra dets fremføringsmåde, og strømværdien (**I_z**) skal stadig være større end sikringens mærkestrøm (**I_n**).

Når 30 %-reglen benyttes, bliver kablet kun belastet med op til 30 % af dets strømværdi.

Dette betyder, at kablet udvikler betydeligt mindre varme end ved traditionel dimensionering, og overbelastningsbeskyttelsen bliver derfor rigtig god.

Denne metode kaldes **grøn dimensionering**, da formålet er at reducere effekttabet i kablet.

Når kabeltværsnittet øges, falder modstanden, og dermed reduceres energitabet i installationen.

Dette gennemgås nærmere i punkt 8.

Da kablet kun belastes med en mindre del af dets strømværdi. Vil den varme, der udvikles ved samlet fremføring være begrænset.

Derfor kan samlede fremføringsfaktoren **K_{fs}** undlades helt ved anvendelse af 30 %-reglen.

Temperaturfaktoren **K_{ft}** skal dog fortsat medregnes, da omgivelsestemperaturen stadig påvirker kablets strømværdi.

Max belastning af kablet ved 30% reglen.

Her foretages en beregning hvor stort et kabel der skal vælges så man ikke skal foretage en masse valg for at foretage det rigtige valg af et kabel.

Foretag kontrol af 30% reglen på et kabel

$Bg_{MAX} = 30\% \text{ reglen faktor} = 0,3$

$$BGnød = \frac{IB}{(Bg_{MAX} \times Kft)} = A$$

Nu kan kablets størrelse vælges.

$$BGnød \Rightarrow Iznød =$$

Ved brug af *Iznød* kan man nu gå direkte ind den tabel som fremføring metoden nu henviser til og udføre det korrekte valg af kabel med det samme i tabellen.

Valg af ledertværsnit / kabel S_1

$$I_n \leq I_z$$

Oplægning **Se Tabel A.52.3** i Ds/HD 60364-5

Installations metode nr. =

Referenceinstallationsmetode =

Herefter henvises der til **Tabel B52.1**

Da vi nu kender referenceinstallationsmetode kan vi nu vælge den rette tabel som vi henvises til.

Tabel: Kolonne:

$$S_1 = mm^2 \quad I_{z1} = A \quad \text{Kables isolationstype} =$$

Der skal foretages bevis for kablets strømværdi I_{z} korrigeret.

Temp.: 30 grader **Tabel B52.14** $Kft = 1$

$$Bg_{MAX} =$$

$$I_{z_{korrigeret_1}} = I_{zk1} = I_{z1} \times Kft = A$$

Der skal foretages bevis for kablets Belastningsgrad.

$$B_g = \frac{IB \times 100}{I_{zk1}} = \%$$

Foretag kontrol af 30% reglen på et kabel

$B_{g_{MAX}} = 30\% \text{ reglen faktor} = 0,3$

$$BGnød = \frac{IB}{(B_{g_{MAX}} \times Kft)} = \frac{10,58}{(0,3 \times 1)} = 35,27 A$$

$$BGnød \Rightarrow Iznød = 35,27 A$$

Valg af ledertværsnit / kabel S_1

$$I_n \leq I_z$$

Oplægning **Se Tabel A.52.3** i DS/HD 60364-5

Installations metode nr. = 31

Referenceinstallationsmetode = E

Herefter henvises der til **Tabel B52.1**

Da vi nu kender referenceinstallationsmetode kan vi nu vælge den rette tabel som vi henvises til.

Tabel: B.52.12

Kolonne: 3

$$S_1 = 2,5 mm^2$$

$$I_{z1} = 36 A$$

Kables isolationstype = XLPE

Der skal foretages bevis for kablets strømværdi I_{z} korrigeret

Temp.: 30 grader

Tabel B52.14 $Kft = 1$

$$B_{g_{MAX}} = 0,3$$

$$I_{z_{korrigeret_1}} = I_{z_{k1}} = I_{z1} \times Kft = 36 \times 1 = 36 A$$

$$B_g = \frac{IB \times 100}{I_{zk1}} = \frac{10,58 \times 100}{36} = 29,39\%$$

4. Foretag kontrol af overbelastnings beskyttelse

Når der foretages kontrol af overbelastnings beskyttelse skal belastning strømmen (I_b) være mindre eller lig med sikringens strømværdi (I_n) og kablets strømværdi skal være større eller lig med sikringens strømværdi Hvis det er tilfælde så er betingelse 1 opfyldt¹⁷

Kontrol af OB (overbelastnings beskyttelse) S_1 *Betingelse 1*

$$IB \leq I_n \leq I_{zk1} = 10,58 A \leq 16 A \leq 36 A$$

¹⁷ Jf. DS-HÅNDBOG 60364. kap. 43.

5. Foretag kontrol af spændingsfaldet

Når der foretages kontrol af spændingsfaldet¹⁸ (ΔU) beregner vi det ved hjælp af kabel producentens ledningsmodstand, som oplyses i skemaet: kablernes ohmske modstande (R-værdien).

Her beregnes spændingsfaldet som 3 faset da installationen er 3 faset.

(R-værdien) for fast installation **Se tabel 13.**

R-værdien aflæst til 7,41 ohm pr. km i skemaet for kablernes ohmske modstande i fast installation **Tabel 13.**

$$Rl_1 = R - \text{værdien aflæses} \times 10^{-3} \times l = 7,41 \times 10^{-3} \times 33 = 0,2445 \Omega$$

$$\Delta U = I_B \times Rl_1 \times \sqrt{3} \times \cos \varphi \times 1,25 = 10,58 \times 0,2445 \times \sqrt{3} \times 0,9 \times 1,25 = 5,04 V$$

$$\Delta U \text{ i } \% = \frac{\Delta U \times 100}{U_f} = \frac{5,04 \times 100}{400} = 1,26 \%$$

6. Foretag kontrol af Kortslutning beskyttelse

Der skal foretages to kontroller ved brug af automatiseringer i kortslutnings kontrol.

Ikmin brugsgenstand skal udregnes for at kunne foretage denne kontrol.

Der skal udregnes en faktor I5udløser som variere fra valget af hvilken af de tre karakteristikker der er taget i brug, B- karakteristik, C- karakteristik og D- karakteristik.

Se Tabel 8 I4holde og I5udløser Tabel

Ikmax. udregnes hvis der f.eks. er en gruppetafle hvor man ikke kender den.

Dette er for, at man vælger de rigtige komponenter til det kortslutning niveauet der nu kunne være i en gruppetafle.

For at finde energigennemslippet for automatsikringen er det ikmax gruppetafle man skal bruge til at aflæse energigennemslippet, i producentens diagram for gennemslags energien.¹⁹

Energigennemslippet kurverne aflæses i Siemens simaris curves.

Kontrol af KB (Kortslutning beskyttelse) S₁

Det første der skal beregnes er Ikmin ved brugsgenstanden. For at den kan beregnes skal vi beregne forsyningens modstanden **Rf.**

$$Ik_{\min_tavle} = 295 A$$

¹⁸ jf. DS-håndbogen 60364 kap.525 tabel G.52.1

¹⁹ jf. DS-håndbogen 60364 kap.43

1. Beregner Rfmin

Uf er altid 230 V

$$R_{Fmin} = \frac{U_f}{I_{Kmin_tavle}} = \frac{230}{295} = 0,78 \, \Omega$$

Beregner Ikmin brugsgenstand

Her skal ledningsmodstandenden $\sum Rl$ fra spændingsfaldet bruges igen

$$I_{Kmin_brugsgenstand} = \frac{U_f}{(R_{Fmin} + (Rl_1 \times 2) \times 1,5)} = A = \frac{230}{(0,78 + (0,2445 \times 2) \times 1,5)} = 151,97 \, A$$

Kontrol af udløserkurve for ikmin:

Beregner I5udløser se Tabel 8.

$$I_{5_udløser} = \text{udløser B - karaterekstik faktor} \times \text{In mærkestrøm} = 5 \times 16 = 80 \, A$$

$$I_{Kmin_brugikmin.} \geq I_{5_udløser} = 151,97 \, A \geq 80 \, A$$

2. Kontrol af energi gennemslip:

For at beregne Kablets Energigennemslip $\epsilon_{kabel-W}$ skal følgende formel bruges.

K = er kablets specifikke varmekapacitet. **Se Tabel 2**

S = kablets ledere tværsnit.

Regner man for S1 Eller S2 så er det samme energigennemslip for begge kabler da det er samme K-faktor for begge kabler.

$$\epsilon_{kabel-W} = K^2 * S^2 = A_s^2$$

Ikmax tavle = ?

$\epsilon_{\text{automat sikring}}$ = Dette energigennemslip aflæses med Ikmax tavle i Siemens simaris curves A_s^2

$$\epsilon_{kabel-W} \geq \epsilon_{\text{automat sikring}} = A_s^2 \geq A_s^2 \text{ Så ok}$$

Beregner energigennemslippet beregnes og aflæses

$$\epsilon_{kabel-W} = K^2 * S^2 = 143^2 * 2,5^2 = 127806,25 \, A_s^2$$

Ikmax tavle = 8500 A

$$\epsilon_{\text{automat sikring}} = 29074,63 \, A_s^2$$

$$\epsilon_{kabel-W} \geq \epsilon_{\text{automat sikring}} = 127806,25 \, A_s^2 \geq 29074,63 \, A_s^2$$

Hvor begge kortslutnings dele er i orden er Kortslutnings beskyttelsen hermed opfyldt.

7. Kontrol af kablets egen effekttab

Effekttab er et emne, der i de senere år har fået større opmærksomhed, fordi det udgør et skjult energiforbrug i den faste elektriske installation.

Den energi, der går tabt som effekttab, kommer hverken ejeren eller brugeren af installationen til gavn.

I stedet omdannes energien til varme i kablerne, hvilket medfører en ekstra udgift til elforbrug.

Dette effekttab kaldes for det skjult energiforbrug.

Ved almindelig dimensionering vælges kabelstørrelsen ofte ud fra det mindste ledertværsnit, der opfylder kravene til kablets strømværdi og spændingsfald.

Denne løsning vil medføre et større effekttab, især hvis kablet belastes tæt på sin maksimale strømværdi i flere timer ad gangen.

I de følgende to regneeksempler undersøges effekttabet på forskellige kabeldimensioner for at belyse forskellen mellem løsningerne.

Formel for beregning af effekttab i kabel

$$\Delta P = \text{Effekttabet}$$

$$I_B = \text{Belastningstrømmen}$$

$$\Delta U = \text{Spændingsfaldet}$$

$$\Delta P = I_B \times \Delta U = W$$

Beregning af det reduceret effekttab i Procent i mellem de to kabler.

$$\Delta P_{\text{tabet}} = \Delta P_{1,5\text{mm}^2} - \Delta P_{2,5\text{mm}^2}$$

$$\text{reduktion ved brug af 30\%reglen i \% på effekttabet} = \frac{\Delta P_{\text{tabet}} \times 100}{\Delta P_{1,5\text{mm}^2}} = W$$

Her foretages regneeksempel med det mindste ledertværsnit der kan bruges i samme fremførings metode som i punktet 3.

Valg af ledertværsnit / kabel S_1

$$I_n \leq I_z$$

Oplægning Se **Tabel A.52.3** i Ds/HD 60364-5

Installations metode nr. = 31

Referenceinstallationsmetode = E

Herefter henvises der til **Tabel B52.1**

Da vi nu kender referenceinstallationsmetode kan vi nu vælge den rette tabel som vi henvises til.

Tabel: B.52.12

Kolonne: 3

$$S_1 = 1,5 \text{ mm}^2$$

$$I_{z1} = 23 \text{ A}$$

Kables isolationstype = XLPE

Der skal foretages bevis for kablets strømværdi $I_{z\text{korrigeret}}$

Temp.: 30 grader

Tabel B52.14 $K_{ft} = 1$

$$B_{g\text{MAX}} = 0,3$$

$$I_{z\text{korrigeret}_1} = I_{zk1} = I_{z1} \times K_{ft} = 23 \times 1 = 23 \text{ A}$$

$$B_g = \frac{I_B \times 100}{I_{zk1}} = \frac{10,58 \times 100}{23} = 46 \%$$

Følgende foretages beregning af spændingsfaldet:

R-værdien aflæst til 12,1 ohm pr. km i skemaet for kablernes ohmske modstande i fast installation **Tabel 13.**

$$Rl_1 = R - \text{værdien aflæses} \times 10^{-3} \times l = 12,1 \times 10^{-3} \times 33 = 0,3993 \Omega$$

$$\Delta U = I_B \times Rl_1 \times \sqrt{3} \times \cos \varphi \times 1,25 = 10,58 \times 0,3993 \times \sqrt{3} \times 0,9 \times 1,25 = 8,23 \text{ V}$$

$$\Delta U \text{ i } \% = \frac{\Delta U \times 100}{U_f} = \frac{8,23 \times 100}{400} = 2,08 \%$$

Beregning af effekttab i kabel

$$\Delta P_{1,5 \text{ mm}^2} = I_B \times \Delta U = 10,58 \times 8,23 = 87,1 \text{ W}$$

Beregning af effekttab i kabel ved 30 % reglen

$$\Delta P_{ved 30\%} = I_B \times \Delta U_{ved 30\%} = 10,58 \times 5,04 = 53,32 \text{ W}$$

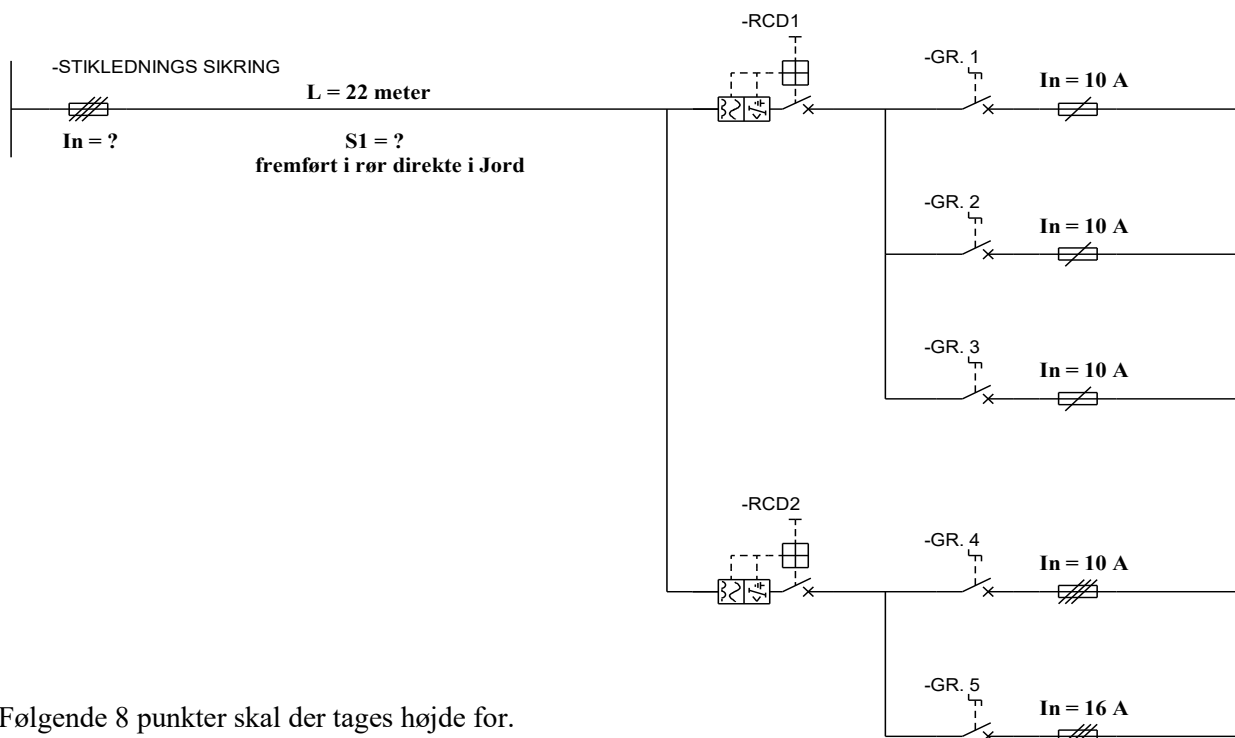
Her foretages der en beregning på hvor mange procent der vil være i besparelse på ved brug af 30 % reglen.

Beregning af det reduceret effekttab i Procent imellem de to kabler.

$$\Delta P_{tabet} = \Delta P_{1,5mm^2} - \Delta P_{2,5mm^2} = 87,1 - 53,32 = 33,78 \text{ W}$$

$$reduktion \text{ ved brug af } 30\% \text{ reglen i } \% \text{ effekttabet} = \frac{\Delta P_{tabet} \times 100}{\Delta P_{1,5mm^2}} = \frac{33,78 \times 100}{87,1} = 38,78 \%$$

Dimensionering af stikledning



Følgende 8 punkter skal der tages højde for.

1. Find/ Bestem belastningsstrømmen ud fra brugsgenstanden (**IB**)
2. Fortag valg af stiklednings sikringen (**In**)
3. Fortag valg af kabel/ledertværsnit S1 (**Iz**)
4. Kontrol af overbelastningsbeskyttelse (**IB ≤ In ≤ Iz**)
5. Kontrol af Ikmaxtavle
6. Fortag valg af Fejlstrømafbryder (**RCD**)
7. Kontrol af spændingsfald (**ΔU**)
8. Kontrol af kortslutningsbeskyttelse (**KB**)

Installations info:

- Kabel fremført i rør i jord 22 meter.
- Omgivelses temperatur i jord: 20 grader.
- Forsyning spændingen i tavlen (U) = 230 / 400 V
- Samtidighedsfaktoren (**Sf**) = 0,7
- Udvidelsesfaktoren (**Uf**) = 1,2
- $I_{kmin\text{forsyn}} = I_n \times 5$
- $I_{kmax\text{forsyn}} = 16 \text{ kA} \quad \cos \varphi = 0,3$

Dimensioneringsopgave – stikledning til en bolig

Når der skal foretages dimensionering af en stikledning, er det vigtigt at tage højde for, hvilken kabeltype der vælges. Der skal blandt andet tages stilling til, om der anvendes PVC- eller XLPE-isolerede kable²⁰.

Ved dimensionering af stikledninger skal kablet dimensioneres som et PVC-kabel. Dette skyldes, at kablets temperatur ikke må være så høj, at jorden omkring kablet udtørres. Udtørring af jorden kan forringe varmeafledningen og på sigt medføre skader på kablets kappe.

Ved beregning af belastningsstrømmen skal der desuden tages hensyn til forskellige korrektioner. For denne dimensioneringsopgave indgår to faktorer i beregningen af den samlede belastning.

1 . Samtidigheidsfaktor (Sf)

Samtidigheidsfaktoren (Sf) angiver, hvor stor en del af installationens samlede belastning der forventes at være i brug på samme tidspunkt²¹.

Tabellen nedenfor anvendes til at vælge samtidigheidsfaktoren (Sf) ud fra antallet af belastede grupper (udgående kredse) i tavlen.

Denne tabel er hentet fra DS-Lavspændingstavler 61439-3

Tabel 101 – Værdier for formodet belastning

Antal udgående kredse	Formodet belastningsfaktor
2 og 3	0,8
4 og 5	0,7
6 til og med 9	0,6
10 og derover	0,5

2. Udvidelsesfaktor (Uf).

Udvidelsesfaktoren (Uf) anvendes for at fremtidssikre installationen, så der er kapacitet til senere udvidelser.

Ved at indregne en udvidelsesfaktor ved dimensioneringen af stikledningen undgår man i mange tilfælde at skulle dimensionere eller udskifte stikledningen, hvis der senere tilføjes flere grupper i tavlen.

Udvidelsesfaktoren er typisk 20 % (Uf = 1,20), men den valgte faktor afhænger af installationens type, anvendelse og forventede fremtidige udvidelser.

²⁰ jf. DS-håndbogen 60364 kap.52.6 referencemetode d.

²¹ jf. DS-Lavspændingstavler 61439-3 Tabel 101

1. Find/ Bestem belastningsstrømmen

Bestem belastningsstrømmen ud fra antallet af grupper i tavlen, som fremgår af tavletegningen. Den beregnede belastningsstrøm danner grundlag for valg af sikring i punkt 2.

For at bestemme den samlede belastning skal der udarbejdes et belastningsskema over tavlens forbrugere. Når det samlede forbrug beregnes, skal både samtidighedsfaktoren (**Sf**) og udvidelsesfaktoren (**Uf**) indregnes i den samlede belastningsstrøm fra belastningsskemaet.

Det er vigtigt at man fordele belastning ligeligt på faserne i skemaet.

Ved udfyldelse af belastningsskemaet tages der udgangspunkt i de oplysninger, som fremgår af tavletegningen. Hvis der er angivet en belastningsstrøm for den enkelte gruppeafbryder, anvendes denne værdi i belastningsskemaet. Hvis belastningsstrømmen ikke er oplyst, anvendes gruppeafbryderens eller sikringens mærkestrøm som grundlag for beregningen.

Eksempel på fremgangsmåde

1. Registrer alle grupper i tavlen.
2. Notér den angivne belastningsstrøm for hver gruppe.
3. Hvis belastningsstrømmen ikke er angivet, anvendes sikringens mærkestrøm.
4. Beregn den samlede belastningsstrøm.
5. Indregn samtidighedsfaktoren (**Sf**).
6. Indregn udvidelsesfaktoren (**Uf**).
7. Den beregnede belastningsstrøm anvendes ved valg af stikledning og forsikringsbeskyttelse.

Belastnings skema:

Belastnings skema			
Gr. Nr	L1	L2	L3
RCD 1			
1	10		
2		10	
3			10
ΣIB RCD 1	10	10	10
RCD 2			
5	10	10	10
6	16	16	16
ΣIB RCD 2	26	26	26
ΣIB	36	36	36

Samtidighedsfaktoren antal strøm kredse 5 stk. (**Sf = 0,7**).

Udvidelsesfaktoren 20 % (**Uf = 1,2**).

Den samlede belastnings strøm beregnes, så den kan anvendes til at finde sikringen i punkt 2 og fejlstrømsafbryderen i punkt3. det er altid den værst belastet fase der anvendes til at beregne IB_{tot} .

Regne eksempel

$$IB_{tot} = \Sigma IB_{L2} \times sf \times Uf = 36 \times 0,7 \times 1,2 = 30,24 \text{ A}$$

2. Foretag valg af smeltesikring

Foretag valg af smeltesikring, her vælges sikringen den skal enten være det samme som belastningsstrømmen eller større end belastningsstrømmen $IB \leq I_n$.

Dette danner grundlag for at man vælger det rigtige kabel i punkt 3.

Se bilag 2 Dz sikringer Denne Bruges kun når der dimensioneres stikledning.

I_n = indsæt sikrings størrelsen

Type = sikringstypen om det er Dz / D0 sikring

Valg af smelte sikring se bilag 2

$I_n = 35 \text{ A}$ Type: DZIII

3. Foretag valg af kabel S1/W1

Foretag valg af kabel S1/W1. her vælges billede ud fra hvordan kablet er fremført og her skal kablets strøm værdi (I_z) være større end sikringen (I_n). Hvis I_z er mindre end I_n vil kablet tage skade.

Det skal Altid dimensioneres som PVC Kabel når det er i jord.

Temperatur i Jord er korrigeret ved 20 grader $K_{ftj} = 1$

Valg af ledertværsnit / kabel S_1

$I_n \leq I_z$

Oplægning Se **Tabel A.52.3** i DS/HD 60364-5

Installations metode nr. = 70

Referenceinstallationsmetode = D1

Herefter henvises der til **Tabel B52.1**

Da vi nu kender referenceinstallationsmetode kan vi nu vælge den rette tabel som vi henvises til.

Tabel: B52.4 Kolonne: 7

$S_1 = 6 \text{ mm}^2$

$I_{z1} = 38 \text{ A}$

Kables isolationstype = PVC

4. Foretag kontrol af overbelastnings beskyttelse

Når der foretages kontrol af overbelastnings beskyttelse, skal belastning strømmen (I_b) være mindre eller lig med sikringens strømværdi (I_n) og kablets strømværdi skal være større eller lig med sikringens strøm værdi Hvis det er tilfælde så er betingelse 1 opfyldt²²

Kontrol af OB (overbelastnings beskyttelse) S_1

Betingelse 1

$IB_{tot} \leq I_n \leq I_{zk1} = 30,24 \text{ A} \leq 35 \text{ A} \leq 38 \text{ A}$

²² Jf. DS-HÅNDBOG 60364. kap. 43.

5. Kontrol af I_{kmax} i tavle

I_{kmax} i tavlen er vigtigt hvis der sker en kortslutning af i_{kmax} i en tavle er det vigtigt at komponenten kan klare denne kortslutning, så når der vælges en komponent er det vigtigt at de kan klare den værste tænkelige kortslutnings strøm og den komponent der placeres i tavlen med det mindste kortslutnings niveau er også den kortslutning hele tavlen kan klare.

I_{kmax} er en vigtig faktor ved projektering og opbygning af tavler. Hvis der opstår en kortslutning i en tavle, skal alle komponenter kunne modstå den maksimale kortslutningsstrøm, der kan forekomme på installationsstedet.

Ved valg af komponenter er det derfor vigtigt at sikre, at deres kortslutnings niveau er mindst lige så stor som den værste tænkelige kortslutningsstrøm (I_{kmax}) i tavlen.

Tavlens samlede kortslutnings niveau bestemmes af den komponent, der har det laveste kortslutningsniveau. Selv om de øvrige komponenter kan modstå højere kortslutningsstrømme, vil det være komponenten med den laveste mærkeværdi, der begrænser tavlens samlede kortslutningsniveau.

Husk: En tavle er kun så stærk som den komponent med det laveste kortslutningsniveau.

Denne værdi skal derfor altid kontrolleres ved valg af gruppeafbrydere, automatsikringer, fejlstrømafbrydere, øvrige tavlekomponenter og gruppetavlerne.

$$I_{cn} / I_{cu} \geq I_{kmax\,tavle}$$

For at beregne den maksimale kortslutningsstrøm (I_{kmax}) i en tavle skal man kende kortslutningsniveauet i forsyningspunktet. Disse oplysninger kan normalt findes i Fællesregulativet eller oplyses af netselskabet. For de fleste installationer vil det første forsyningspunkt være kabelskabet.

$$I_{kmax\,forsyning} = 16000 \text{ A}$$

$$\cos \varphi = 0,3$$

Ligesom ved beregning af I_{kmin} er det nødvendigt at kende forsyningsnettets ohmske modstandsværdier. Derudover skal modstanden i kabler, samlinger og øvrige komponenter mellem forsyningspunktet og tavlen medregnes.

Kortslutningsstrømmen vil aftage, jo længere væk fra forsyningspunktet man kommer, da den samlede impedans i kredsen bliver større.

Derfor vil I_{kmax} i tavlen ofte være lavere end I_{kmax} i kabelskabet.

Regne eks. Ved forsyning punkt

$$Z_{Fmax} = \frac{U_f}{I_{kmax}} = \frac{230}{16000} = 0,0144 \text{ } \Omega$$

$$R_{Fmax} = Z_{Fmax} \times \cos \varphi = 0,014375 \times 0,3 = 0,0043 \text{ } \Omega$$

$$\cos \varphi^{-1} (0,3) = 72^\circ \gg \sin 72^\circ = 0,95$$

$$X_{LFmax} = Z_F \times \sin \varphi = 0,01437 \times 0,95 = 0,0137 \text{ } \Omega$$

Når der foretages kontrol af I_{kmax} , I_{kmin} og spændingsfaldet beregner vi det ved hjælp af kabel producentens ledningsmodstand, som oplyses i skemaet: kablernes ohmske modstande (R-værdien). (R-værdien) for fast installation **Se tabel 13.**

R-værdien aflæst til 3,08 ohm pr. km i skemaet for kablernes ohmske modstande i fast installation **Tabel 13.**

$$Rl_1 = R - \text{værdien aflæses} \times 10^{-3} \times l = 3,08 \times 10^{-3} \times 22 = 0,0678 \Omega$$

Når der foretages kontrol af I_{kmax} beregner vi det ved hjælp af kabel producentens ledningsmodstand, som oplyses i skemaet: kablernes induktive modstande (X-værdien). (X-værdien) for fast installation **Se tabel 17.**

X-værdien aflæst til 0,094 ohm pr. km i skemaet for kablernes induktive modstande i fast installation **Tabel 17.**

$$Xl_1 = X - \text{værdien aflæses} \times 10^{-3} \times l = 0,094 \times 10^{-3} \times 22 = 0,0021 \Omega$$

Nu kan I_{kmax} tavle beregnes se følgende regneeksempel

$$Ik_{Maxtavle} = \frac{U_f}{\sqrt{(R_{Fmax} + R_{l1})^2 + (X_{LFmax} + X_{l1})^2}} =$$

$$Ik_{Maxtavle} = \frac{230}{\sqrt{(0,0043 + 0,0678)^2 + (0,0137 + 0,0021)^2}} = 3116,07 A$$

6. Fortag valg af Fejlstrømafbryder (RCD)

For at foretage det korrekte valg af en fejlstrømafbryder (RCD) skal der tages hensyn til flere faktorer. Først og fremmest er det vigtigt at kontrollere, hvor stor mærkestrøm ($\Delta I_{nm\acute{a}ke}$) RCD'en må belastes med.

Derudover skal man altid undersøge producentens datablad for at se, hvor stor en sikring der maksimalt må placeres foran komponenten. I visse tilfælde kan den tilladte sikring være større end RCD'ens mærkestrøm ($\Delta I_{nm\acute{a}ke}$).

Der findes en tommelfingerregel der kan anvendes hvis man er i tvivl om sikrings størrelse, så kan $\Delta I_{nm\acute{a}ke}$ anvendes så der ikke placeres en sikring der er større end $\Delta I_{nm\acute{a}ke}$.

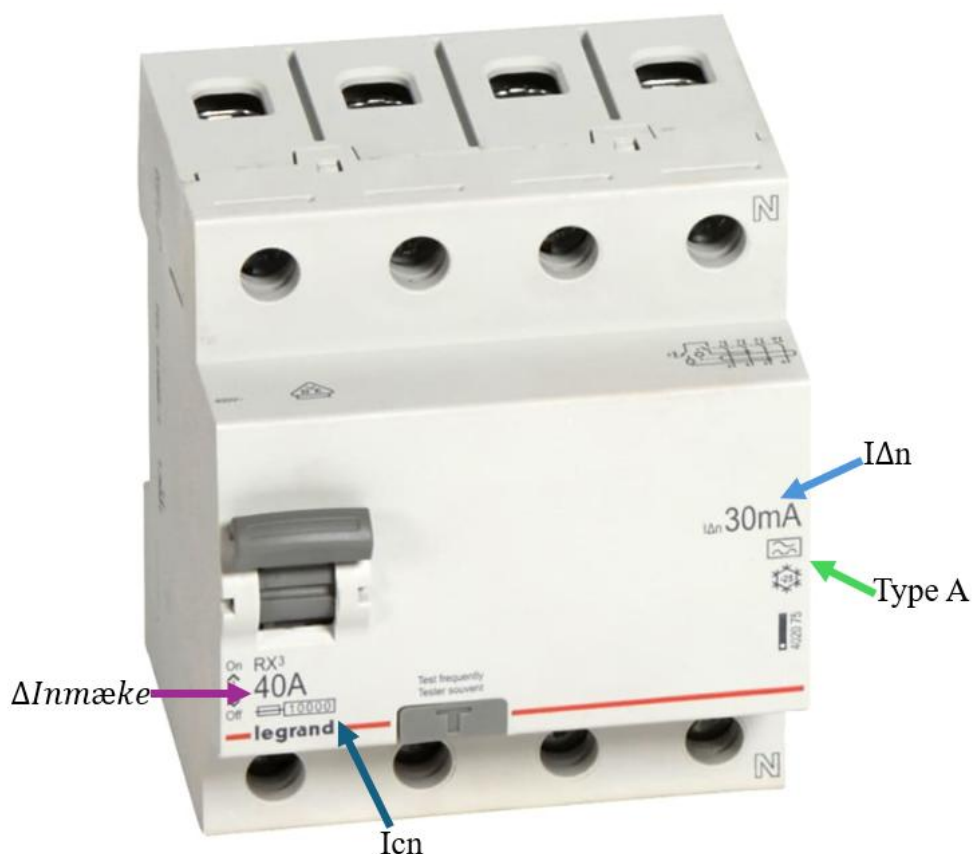
Men HUSK altid at kigge i producentens datablad hvis det er muligt.

Ved valg af RCD skal der også tages stilling til typen. Det skal vurderes, om der skal anvendes en Type A eller en Type B fejlstrømafbryder. Valget afhænger af den konkrete installation.

I almindelige boliginstallationer anvendes normalt en **Type A** fejlstrømafbryder. En **Type B** fejlstrømafbryder anvendes typisk i installationer med frekvensomformere, ladestandere til elbiler eller andet udstyr, hvor der kan forekomme glatte DC-fejl strømme.

Fejlstrømsudløserstrømmen til fejlbeskyttelse eller supplerende beskyttelse af stikkontakter med en mærkestrøm på op til 32 A må normalt ikke overstige $I_{\Delta n}$ **30 mA**. Dette krav sikrer en effektiv personbeskyttelse ved fejl.

I særlige tilfælde, f.eks. ved stikkontakter beregnet til EDB-udstyr, kan der anvendes en RCD med en udløserstrøm på $I_{\Delta n}$ **300 mA**, da installationen kun er beregnet til tilslutning af specifikt udstyr og intet andet.



På billede ses hvilket data der kan ses på en RCD det er meget forskelligt hvordan oplysningerne er placeret på de forskellige producenters produkter.

Valg af RCD 1

$$I_n \leq I_e = 35A \leq 40 A$$

$$\sum IB \text{ RCD } 1 \leq \Delta I_{nmæke} = 10 A \leq 40 A$$

$$\Delta I_{nmæke} = 40 A$$

Type A

$$I_{\Delta n} = 30 \text{ mA}$$

3-polet + N

$$I_{kmax} \leq I_{cn} = 3116,07 A \leq 10 \text{ kA}$$

Valg af RCD 2

$$I_n \leq I_e = 35A \leq 40 A$$

$$\sum IB \text{ RCD } 2 \leq \Delta I_{nmæke} = 26A \leq 40 A$$

40 A Type A

$$I_{\Delta n} = 30 \text{ mA}$$

4-polet

$$I_{kmax} \leq I_{cn} = 3116,07 A \leq 10 \text{ kA}$$

7. Foretag kontrol af spændingsfaldet

Når der foretages kontrol af spændingsfaldet²³ (ΔU) beregner vi det ved hjælp af kabel producentens ledningsmodstand, som oplyses i skemaet: kablernes ohmske modstande (R-værdien).

Her beregnes spændingsfaldet som 3 faset da installationen er 3 faset.

(R-værdien) for fast installation **Se tabel 13.**

R-værdien aflæst til 3,08 ohm pr. km i skemaet for kablernes ohmske modstande i fast installation **Tabel 13.**

$$Rl_1 = R - \text{værdien aflæses} \times 10^{-3} \times l = 3,08 \times 10^{-3} \times 22 = 0,0678 \Omega$$

$$\Delta U = I_{Btot} \times Rl_1 \times \sqrt{3} \times \cos \varphi \times 1,25 = 30,24 \times 0,0678 \times \sqrt{3} \times 1 \times 1,25 = 4,44 V$$

$$\Delta U \text{ i } \% = \frac{\Delta U \times 100}{U_f} = \frac{4,44 \times 100}{400} = 1,1 \%$$

²³ jf. DS-håndbogen 60364 kap.525 tabel G.52.1

8. Foretag kontrol af Kortslutning beskyttelse

Her kontrolleres udløser tiden for smelte sikringen og om kablet kan klare, den tid som sikringen er om at springe ved kortslutningen der udvikles ved en I_{kmin} kortslutning ude ved brugsgenstanden.

Her skal kablets tid (t) være større end sikringen smeltetid (t_s).

Hvis sikringens smeltetid er større end kablets tid. Så vil kablet tage skade og i værste tilfælde vil dette starte en brand i installationen.

Så hvis dette er til fælde at tiden for kablet er lavere end sikringens, skal man foretage nyt valg af kabel. Indtil det er i orden.

Kontrol af KB (Kortslutning beskyttelse) S_1^{24}

Det første der skal beregnes er I_{kmin} ved brugsgenstanden. For at den kan beregnes skal vi beregne forsyningens modstanden R_f .

Når der skal beregnes R_{fmin} ved kabelskabet skal der jf. Fællesregulativet beregnes I_{Kmin} ved kablet skabet som er 5 gange forsikringen i kabelskabet, medmindre andet er oplyst.

Denne bruges ved udregning af R_{fmin} i kabelskabet.

$$I_{kmin_Forsyning} = 5 \times I_{n_stikk} = 5 \times 35 = 175 \text{ A}$$

Beregner R_{fmin}

U_f er altid 230 V

$$R_{fmin} = \frac{U_f}{I_{Kmin_tavle}} = \frac{230}{175} = 1,31 \Omega$$

Beregner I_{kmin} brugsgenstand

Her skal ledningsmodstandenden $\sum R_l$ fra spændingsfaldet bruges igen

$$I_{kmin_tavle} = \frac{U_f}{(R_{fmin} + (\sum R_l \times 2) \times 1,5)} = A = \frac{230}{(1,31 + (0,0678 \times 2) \times 1,5)} = 151,98 \text{ A}$$

$$I_n \text{ sikrings størrelse} = 35 \text{ A dz III}$$

Aflæst sikringens smelte tid t_s aflæses i programmet i siemens simaris curves = 4,48 sek.

²⁴ jf. DS-håndbogen 60364 kap.43

For at beregne Kablet tid **t** skal følgende formel bruges.

K = er kablets specifikke varmekapacitet. **Se Tabel 2**

S = kablets ledere tværsnit.

$IK_{\min_brugsgenstand}$ = den beregnede kortslutningsstrøm

$$t = \left(\frac{(K \times S)}{IK_{\min_tavle}} \right)^2 = \left(\frac{(115 \times 6)}{151,98} \right)^2 = 20,6 \text{ sek.}$$

For at kontrollere om kortslutningen beskyttelsen holder laves følgende bevis.

$$t \geq t_s = 20,6 \text{ sek.} \geq 4,48 \text{ sek.}$$

Kortslutning beskyttelsen er hermed ok.

Selektivitet

Hvad er selektivitet mellem sikringer og RCD Fejlstrømsrelæer?

Selektivitet er forholdet mellem efterfølgende Sikringer eller RCD fejlstrømsrelæer, altså sikringer og fejlstrømsrelæer der sidder efter hinanden i EI-installationerne.

Selektivitet mellem smelte sikringer fx en stiklednings sikring og den største sikring der sidder i en gruppe tavlen, så hvis en kortslutning indtræffer, skal det være sådan at hvis kortslutningen sker i brugsgenstanden. På den største sikrings gruppe i gruppe tavlen skal det også være den der springer og ikke stiklednings sikringen.

Hvad er selektivitet mellem sikringer og RCD-fejlstrømsrelæer?

Selektivitet beskriver forholdet mellem sikringer eller RCD-fejlstrømsrelæer, der er placeret efter hinanden i en el-installation. Formålet med selektivitet er at sikre, at det beskyttelsesudstyr, som er nærmest fejlen, udkobler først.

Ved selektivitet mellem smeltesikringer, f.eks. mellem en stikledningssikring og en gruppesikring i gruppetaflen, skal gruppesikringen afbryde kredsløbet ved en kortslutning eller overbelastning på gruppen. Herved undgås det, at stikledningssikringen også udkobler, da dette ville afbryde strømforsyningen til flere grupper end nødvendigt i gruppetaflen.

På samme måde kan der etableres selektivitet mellem RCD-fejlstrømsrelæer. Her skal det fejlstrømsrelæ, der er tættest på fejlstedet, udkoble først, mens de øvrige dele af installationen forbliver forsynet med spænding.

For at opnå selektivitet er det vigtigt at følge producentens anvisninger og selektivitetstabeller.

Producenterne angiver, hvilke kombinationer af sikringer, automatsikringer og RCD-fejlstrømsrelæer der kan anvendes sammen for at sikre korrekt selektivitet. Det er derfor ikke tilstrækkeligt kun at sammenligne mærkestrømme; producentens dokumentation skal altid konsulteres.

Selektivitet sikrer, at kun den fejlramte del af installationen afbrydes, mens resten af installationen fortsætter med at fungere.

Tabeller

Alle tabeller i dette materiale er hentet fra Producenter samt Dansk Standard og anvendes udelukkende til undervisningsformål på elektrikeruddannelsen ved EUC Sjælland, hvor de samtidig fungerer som et praktisk opslagsværk for elever og undervisere.

Tabel 1 Smeltesikringer D0

NEOZED fuse links				
Operational class gG				
			Size D01	Size D02
				
I_n	Identification color	Contacts	U_n AC/DC 400/250 V	U_n AC/DC 400/250 V
2 A	Pink		5SE2302	–
4 A	Brown		5SE2304	–
6 A	Green		5SE2306	–
10 A	Red		5SE2310	–
13 A	Black		5SE2013-2A	–
16 A	Gray		5SE2316	–
20 A	Blue	Tin-coated	–	5SE2320
25 A	Yellow	Tin-coated	–	5SE2325
32 A	Violet	Tin-coated	–	5SE2332
35 A	Black	Tin-coated	–	5SE2335
40 A	Black	Silver-plated	–	5SE2340
50 A	White	Silver-plated	–	5SE2350
63 A	Copper	Silver-plated	–	5SE2363
80 A	Blue		–	–
100 A	Red		–	–

Tabel 2 Smeltesikringer DZ III

DIAZED fuse links

		Size DII E27		Size DIII ¹⁾ E33	
Operational class		gG		gG	
				 	
I_n	Identification color	U_n AC/DC 500/440 V	500/500 V	U_n AC/DC 500/440 V	690/600 V
2 A	Pink	–	5SB211	–	5SD8002
4 A	Brown	–	5SB221	–	5SD8004
6 A	Green	–	5SB231	–	5SD8006
10 A	Red	–	5SB251	–	5SD8010
16 A	Gray	5SB2611	–	–	5SD8016
20 A	Blue	5SB2711	–	–	5SD8020
25 A	Yellow	5SB2811	–	–	5SD8025
32 A	Violet	–	–	5SB4011	–
35 A	Black	–	–	5SB4111	5SD8035
50 A	White	–	–	5SB4211	5SD8050
63 A	Copper	–	–	5SB4311	5SD8063
80 A	Silver	–	–	–	–
100 A	Red	–	–	–	–

¹⁾ For 2 ... 25 A use screw adaptor DII

Tabel 3 Tytan 1

TYTAN® I, gruppeafbryder, 2-16 A, 3 pol. + N



Den 1, 2, 3-pol. + N TYTAN® I gruppeafbryder er designet til nem installation på DIN-skinne og sikker drift. Den har robuste sikringsskuffer, der nemt kan frigøres fra gruppeafbryderen med et enkelt tryk. Dette betyder, at man kan udskifte sikringen med en reservesikringsskuffe uden at berøre den varme sikring. Gruppeafbryderen kan plomberes i ON- eller OFF-stilling.

Hver sikringsskuffe er forsynet med en rød blinkmelder, der begynder at blinke med det samme, sikringen er sprunget. Dette øjeblikkelige visuelle feedback gør det muligt for operatøren hurtigt at finde og udskifte den defekte sikring, hvilket reducerer nedetid og forbedrer systemets generelle pålidelighed.

TYTAN® I er kompatibel med D01 standardsikringer fra 2 A til 16 A. Den integrerede pasindsats indstilles let med en skruetrækker eller det medfølgende værktøj til sikringsskufferne og angiver sikringens størrelse. Pasringe er ikke nødvendige.

Tekniske egenskaber attribute.brand

Niko

Ekstra information

- Blinkmelder ved sprunget sikring
- Justerbar pasindsats
- Valgfri ltilgang top/bund
- Synlig kontaktstilling
- Låsbar i sluttet eller afbrudt stilling
- Hold den gennemsnitlige omgivelsestemperatur under 35 °C i 24 timer
- Silikone- og fosforfri
- Forureningsgrad: 3
- Koblingskategori: AC 22B
- Nominel kortslutningskapacitet, U_{imp} : 6 kV
- Kortslutningsholdbarhed I_q/I_{cm} : 50 kA r,m,s
- Grænse for temperaturstigning, tilgang (nederste klemme): $\leq +70$ °K
- Grænse for temperaturstigning, afgang (øverste klemme): $\leq +65$ °K
- Tilspændingsmoment: 3 Nm
- Klemmer: elevator-klemme, antimagnetisk rustfrit stål
- I henhold til standarderne IEC/EN 60947-3, DIN CDE 0636-3 IEC/EN 61439-3, VDE 0660-600-3

Tabel 4 Tytan 2

TYTAN® II, gruppeafbryder, 2-63 A, 3-pol. + N



Den 1, 2, 3-pol. + N TYTAN® II gruppeafbryder er designet til nem installation på DINskinne og sikker drift. Udskiftning af sikringer er sikkert og effektivt: Ved at udkoble sikringsindsatsen kan man fjerne sikringsskuffen og isætte en reserve sikring uden at røre den varme sikring. For ekstra sikkerhed kan TYTAN® II låses i OFF-stilling (med blokeringsskuffe) og plomberes i både ON- og OFF-stilling.

Hver sikringsskuffe indeholder en tydeligt synlig rød blinkmelder, der begynder at blinke med det samme, når sikringen er sprunget. Dette øjeblikkelige visuelle feedback gør det muligt for hurtigt at finde og udskifte den defekte sikring, hvilket reducerer nedetid og forbedrer systemets generelle pålidelighed.

TYTAN® II anvender standard D01 (2 – 16 A) og D02 (20 – 63 A) sikringer, hvilket betyder fleksibilitet og forenklet reservedelslager. Denne gruppeafbryder har en justerbarpas indsats med farvekode for sikringsstørrelsen af de forskellige D01 og D02-sikringer (2 – 63 A) for at gøre det nemmere at udskifte med den rigtige sikring

Tekniske data

TYTAN® II, gruppeafbryder, 2-63 A, 3-pol. + N.

- Sikring udskiftelig uden værktøj
- Blinkmelder ved sprunget sikring
- Valgfri tilgang top/bund
- Synlig kontaktstilling
- Låsbar i sluttet eller afbrudt stilling
- Låsbar i afbrudt stilling
- Hold den gennemsnitlige omgivelsestemperatur under 35 °C i 24 timer
- Silikone- og fosforfri • Forureningsgrad: 3
- Koblingskategori: AC 22B
- Nominel kortslutningskapacitet, Uimp: 6 kV
- Kortslutningsholdbarhed Iq/Icm: 50 kA r,m,s
- Grænse for temperaturstigning, tilgang (nederste klemme): $\leq +70$ °K
- Grænse for temperaturstigning, afgang (øverste klemme): $\leq +70$ °K
- Tilspændingsmoment: 3 Nm
- Klemmer: elevator-klemme, antimagnetisk rustfrit stål

- I henhold til standarderne IEC/EN 60947-3, 61439-3, IEC/EN 60269-3, VDE 0336-3
- Klemmer trådkapacitet: 1,5 – 35 mm² kabel CU
- Sikringsværdi: 2 – 63 A
- Sikringstype: gG D01, D02
- Sikringsled medfølger: nej
- Antal poler: 4
- Minimumsomgivelsestemperatur: 25 °C
- Maksimum omgivelsestemperatur: 40 °C
- Minimum omgivelsestemperatur under opbevaring og transport: 25 °C
- Maksimum omgivelsestemperatur under opbevaring og transport: 60 °C
- Brandsikkerhed: UL 94/V0, glødetrådtest 960°C / CTI 600
- Monteringsmetode: DIN-skinne
- DIN dimensioner: 4U • Bredde: 106 mm
- Overvoltage category: III
- Godkendelse: CE

Tabel 5 termorelæ

TeSys Protect

Deca Thermal overload relays

Product references



Characteristics:
p. B11/27 to B11/30



Dimensions:
p. B11/31 to B11/33



Schemes:
p. B11/33

3-pole differential thermal overload relays for Deca contactors - Class 10A

- for use with fuses or magnetic circuit breakers ref. GV2L and GV3L
- compensated relays with manual or automatic reset
- with relay trip indicator
- for a.c. or d.c.

Relay setting range (A)	Fuses to be used with selected relay			For use with contactor LC1	Reference
	aM (A)	gG (A)	BS88 (A)		
Class 10A ⁽¹⁾ for connection by screw clamp terminals or connectors					
0.10...0.16	0.25	2	–	D09...D38	LRD01
0.16...0.25	0.5	2	–	D09...D38	LRD02
0.25...0.40	1	2	–	D09...D38	LRD03
0.40...0.63	1	2	–	D09...D38	LRD04
0.63...1	2	4	–	D09...D38	LRD05
1...1.6	2	4	6	D09...D38	LRD06
1.6...2.5	4	6	10	D09...D38	LRD07
2.5...4	6	10	16	D09...D38	LRD08
4...6	8	16	16	D09...D38	LRD10
5.5...8	12	20	20	D09...D38	LRD12
7...10	12	20	20	D09...D38	LRD14
9...13	16	25	25	D12...D38	LRD16
12...18	20	35	32	D18...D38	LRD21
16...24	25	50	50	D25...D38	LRD22
23...32	40	63	63	D25...D38	LRD32
30...38	40	80	80	D32 and D38	LRD35



LRD●●

Class 10A ⁽¹⁾ for connection by lugs

Select the appropriate overload relay with screw clamp terminals or connectors from the table above and add one of the following suffixes:

- figure 6 for relays LRD01 to LRD35 and relays LRD313 to LRD380.
- **A66** for relays LRD3322 to LRD3363.

Relays LRD43●● are suitable, as standard, for use with lug-clamps.

Thermal overload relays for use with unbalanced loads

Class 10A ⁽¹⁾ for connection by screw clamp terminals or lugs

In the references selected above, change the prefix **LRD** (except **LRD43●●**) to **LR3D**.

Example: **LRD02** becomes **LR3D02**.

Example with **EverLink®** connectors: **LRD340** becomes **LR3D340**.

Example with lugs: **LRD3806** becomes **LR3D3806**.

(1) Standard IEC 60947-4-1 specifies a tripping time for 7.2 times the setting current I_r : class 10A: between 2 and 10 seconds.

(2) BTR screws: hexagon socket head. Requires the use of an insulated Allen key, in compliance with local wiring regulations.

(3) Independent mounting of the contactor.

Please check the availability of your variant in the index page B11/16. The **SEARCH** function of your viewer can be used.

Tabel 6 kontakter



LC1D09●●●



LC1D40●●●



LC1D115A●●●

Deca Advanced contactors have a dark grey casing and a 3-character code voltage.

3-pole & 4-pole contactors - Motor control up to 75 kW/400 V - Category AC-3/AC-3e

Standard power ratings of 3-phase motors 50-60 Hz in category AC-3/AC-3e (θ ≤ 60 °C)						Rated operational current in AC-3/AC-3e 440 V up to	Instantaneous auxiliary contacts		Basic reference, to be completed by adding the control voltage code ⁽¹⁾ Fixing ⁽²⁾	Weight
220 V 230 V	380 V 400 V	415 V	440 V	500 V	660 V 690 V					
kW	kW	kW	kW	kW	kW	A				kg
Connection by screw clamp terminals										
2.2	4	4	4	5.5	5.5	9	1	1	LC1D09●●●	0.368
3	5.5	5.5	5.5	7.5	7.5	12	1	1	LC1D12●●●	0.373
4	7.5	9	9	10	10	18	1	1	LC1D18●●●	0.378
5.5	11	11	11	15	15	25	1	1	LC1D25●●●	0.433
7.5	15	15	15	18.5	18.5	32	1	1	LC1D32●●●	0.438
9	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5	38	1	1	LC1D38●●●	0.442
Power connections by EverLink® BTR ⁽³⁾ screw connectors and control by screw clamp terminal										
11	18.5	22	22	22	30	40	1	1	LC1D40A●●●, LC1DT60A●●● ⁽⁴⁾	0.992
15	22	25	30	30	33	50	1	1	LC1D50A●●●	0.997
18.5	30	37	37	37	37	65	1	1	LC1D65A●●●	1.002
22	37	37	37	37	37	66	1	1	LC1D80A●●●, LC1DT80A●●● ⁽⁴⁾	1.002
30	55	59	59	75	80	115	1	1	LC1D115A●●●, LC1DT200A●●●	2.600
40	75	80	90	90	100	150	1	1	LC1D150A●●●	2.600

Connection for lugs or bars

For LC1D40A to LC1D150A, insert a figure 6 before the voltage code.

Example: LC1D40A●●● becomes LC1D40A6●●●

Auxiliary contact blocks and add-on modules

see pages B8/43 to B8/51.

Control voltage codes

AC/DC or 24 V DC supply

Volts	24 (PLC control)	24...60	48...130	100...250	200...500
LC1D09 ...D38					
U 0.85...1.1 Uc	BNE ⁽⁵⁾	BNE	EHE	KUE	
LC1D40A ... D80A					
U 0.85...1.1 Uc	BBE ⁽⁶⁾	BNE	EHE	KUE	
LC1D115A...150A					
U 0.8...1.1 Uc		BNE	EHE	KUE	LSE

⁽¹⁾ Please check the availability of your variant in the index page B8/63. The SEARCH function of your viewer can be used.

⁽²⁾ LC1D09 to D80A: clip-on mounting on 35 mm rail NSYSDR or screw fixing.

⁽³⁾ BTR screws: hexagon socket head. In accordance with local electrical wiring regulations, a size 4 insulated Allen key must be used (reference LADALLEN4, please refer to page B8/51).

⁽⁴⁾ AC-3 category for LC1DT60A & LC1DT80A. For AC-3e category please contact your technical support.

⁽⁵⁾ BNE: U 0.8...1.1 Uc (when DC).

⁽⁶⁾ BBE: U 0.8...1.2 Uc (DC only).

Tabel 7 reparationsafbryder/service afbryder/ sikkerhedsafbryder



Cable entries from top and bottom

Max. motor output/ AC-23A		Cable openings/side	Enclosure dimensions			Type	Order number	Weight /unit kg
415V	690V		Height	Width	Depth			
kW/A	kW/A		mm	mm	mm			
Dark grey side-operated handle, dark grey cover								
Auxiliary contacts included: 1NO • Auxiliary contacts max: 2NO								
3-pole								
7.5/16	7.5/10	2xM25/2xM25	130	111	60	LBAS316TPN	2CMA142430R1000	0.57
11/25	11/16	2xM32/2xM32+M16	168	138	68	LBAS325TPN	2CMA142432R1000	0.8

Sikkerhedsafbryderen der er i detteskema bruges kun vis der den overstiger 25 Ampere sikring eller termorelæ.

3-pole - Black handle

Fixed neutral and PE-terminal included

Max. motor output/ AC-23A		Cable outlets /side	Cu-wire size suitable for terminal mm ²	Enclosure dimensions			Type	Order number	Weight /unit kg
415V	690V			Height	Width	Depth			
kW/A	kW/A			mm	mm	mm			
No auxiliary contact included. Auxiliary contacts max: 2NO2NC									
7.5 / 16	11 / 16	2xM25+M20 / 2xM25+M20	0.75 ... 10	165	130	103	KSE316GTPN	1SCA164970R1001	1.3
11 / 25	22 / 25	2xM25+M20 / 2xM25+M20	0.75 ... 10	165	130	103	KSE325GTPN	1SCA164971R1001	1.3
18.5 / 40	22 / 25	2xM32+M20 / 2xM32+M20	0.75 ... 10	165	130	103	KSE340GTPN	1SCA164969R1001	1.3

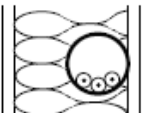
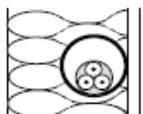
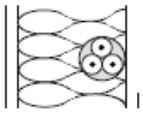
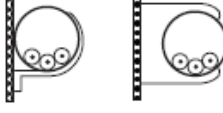
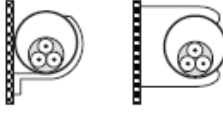
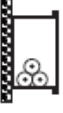
Tabel 8 I4holde og I5udløser Tabel

I4-faktor og I5-faktor

Magnetudløseren har flg. Grænseværdier		
Automatsikringens karakteristik	Udkobling må ikke ske inden for 0,1 sek. Ved. (I4-faktor_holde. startstrøm)	Udkolingen skal ske inden for 0,1 sek. Ved. (I5 faktor udløser. kortslutning Ikmin)
B	3 x In	5 x In
C	5 x In	10 x In
D	10 x In	20 x In
K	8 x In	14 x In
Z	2 x In	3 x In

Tabel A.52.3 for fremføring metode for fast installation

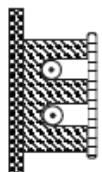
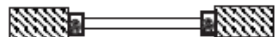
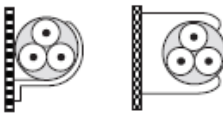
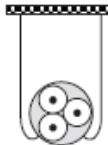
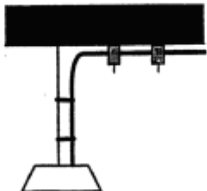
Tabel A.52.3 – Eksempler på installationsmetoder til anvendelse ved bestemmelse af strømværdier

Nummer	Installationsmetode	Beskrivelse	Referenceinstallationsmetode til brug ved bestemmelse af strømværdi (se anneks B)
1	 Rum	Isolerede ledere eller enlederkabler i rør i en termisk isoleret væg ^{a, c}	A1
2	 Rum	Flerlederkabler i rør i en termisk isoleret væg ^{a, c}	A2
3	 Rum	Flerlederkabler direkte i en termisk isoleret væg ^{a, c}	A1
4		Isolerede ledere eller enlederkabler i rør på en væg af træ eller murværk eller placeret i en afstand mindre end $0,3 \times$ rørdiameteren fra den ^c	B1
5		Flerlederkabler i rør på en væg af træ eller murværk eller placeret i en afstand mindre end $0,3 \times$ rørdiameteren fra den ^c	B2
6	 6	Isolerede ledere eller enlederkabler i kabelkanal (inklusive kabelkanal med flere rum) på en væg af træ eller murværk – vandret forløb ^b – lodret forløb ^{b, c}	B1
7	 7		
8	 8	Flerlederkabler i kabelkanal (inklusive kabelkanal med flere rum) på en væg af træ eller murværk – vandret forløb ^b – lodret forløb ^{b, c}	Under overvejelse ^d Installationsmetode B2 kan anvendes
9	 9		

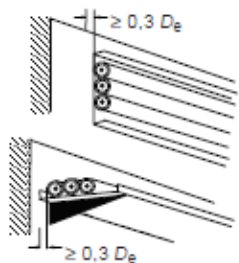
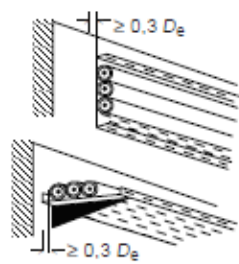
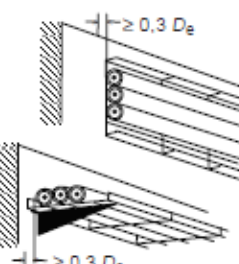
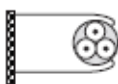
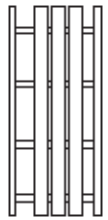
NOTE 1 – Hensigten med illustrationerne er ikke at vise egentlige produkter eller installationsmetoder, men de er vejledende i forhold til den beskrevne installationsmetode.

NOTE 2 – Alle fodnoter kan findes på sidste side af tabel A.52.3.

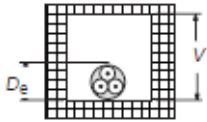
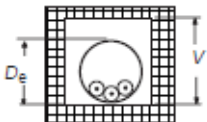
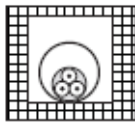
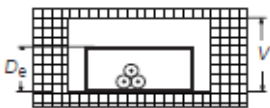
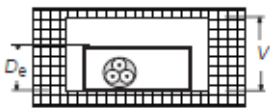
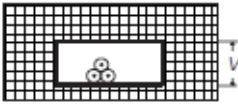
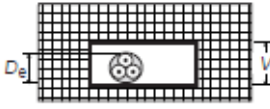
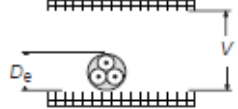
Tabel A.52.3 (fortsat)

Nummer	Installationsmetode	Beskrivelse	Referenceinstallationsmetode til brug ved bestemmelse af strømværdi (se annek B)
10		Isolerede ledere eller enlederkabler i ophængt kabelkanal ^b	B1
11		Flerlederkabel i ophængt kabelkanal ^b	B2
12		Isolerede ledere eller enlederkabler i profilliste ^{c, e}	A1
15		Isolerede ledere i rør eller enlederkabler eller flerlederkabler i dørindfatning ^{c, f}	A1
16		Isolerede ledere i rør eller enlederkabler eller flerlederkabler i vinduesrammer ^{c, f}	A1
20		Enleder- eller flerlederkabler: – fastgjort på eller placeret i en afstand mindre end $0,3 \times$ kabeldiameteren fra en væg af træ eller murværk ^c	C
21		Enleder- eller flerlederkabler: – fastgjort direkte under et loft af træ eller murværk	C, sammen med nr. 3 i tabel B.52.17
22		Enleder- eller flerlederkabler: – fastgjort i en afstand fra et loft	Under overvejelse Installationsmetode E kan anvendes
23		Fast installation af nedhængt strømforbrugende materiel	C, sammen med nr. 3 i tabel B.52.17

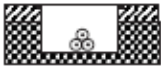
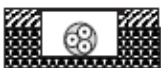
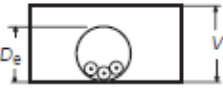
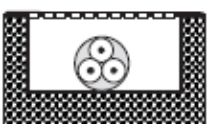
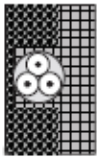
Tabel A.52.3 (fortsat)

Nummer	Installationsmetode	Beskrivelse	Referenceinstallationsmetode til brug ved bestemmelse af strømværdi (se anneks B)
30		Enleder- eller flerlederkabler: På uperforerede kabelbakker fremført vandret eller lodret ^{c, h}	C sammen med nr. 2 i tabel B.52.17
31		Enleder- eller flerlederkabler: På perforerede kabelbakker fremført vandret eller lodret ^{c, h} NOTE – Se beskrivelse i B.52.6.2	E eller F
32		Enleder- eller flerlederkabler: På kabelknægte eller på kabelbakker af trådnet fremført vandret eller lodret ^{c, h}	E eller F
33		Enleder- eller flerlederkabler: I en større afstand end 0,3 gange kabeldiameteren fra en væg	E eller F eller metode G ^g
34		Enleder- eller flerlederkabler: På stiger ^c	E eller F
35		Enleder- eller flerlederkabel nedhængt fra eller bygget sammen med en bæretråd	E eller F
36		Blottede eller isolerede ledere på isolatorer	G

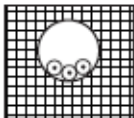
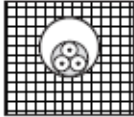
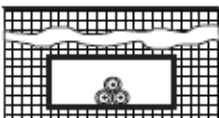
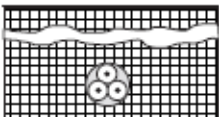
Tabel A.52.3 (fortsat)

Nummer	Installationsmetode	Beskrivelse	Referenceinstallationsmetode til brug ved bestemmelse af strømværdi (se annek B)
40		Enleder- eller flerlederkabler i et bygningshulrum ^{c, h, l}	$1,5 D_e \leq V < 5 D_e$ B2 $5 D_e \leq V < 20 D_e$ B1
41		Isoleret leder i rør i et bygningshulrum ^{c, l, j, k}	$1,5 D_e \leq V < 20 D_e$ B2 $V \geq 20 D_e$ B1
42		Enleder- eller flerlederkabler i rør i et bygningshulrum ^{c, k}	Under overvejelse Følgende kan anvendes: $1,5 D_e \leq V < 20 D_e$ B2 $V \geq 20 D_e$ B1
43		Isolerede ledere i lukket kabelkanal i et bygningshulrum ^{c, l, j, k}	$1,5 D_e \leq V < 20 D_e$ B2 $V \geq 20 D_e$ B1
44		Enleder- eller flerlederkabel i lukket kabelkanal i et bygningshulrum ^{c, k}	Under overvejelse Følgende kan anvendes: $1,5 D_e \leq V < 20 D_e$ B2 $V \geq 20 D_e$ B1
45		Isolerede ledere i lukket kabelkanal i murværk med en termisk modstand på højst $2 K \cdot m/W$ ^{c, h, l}	$1,5 D_e \leq V < 5 D_e$ B2 $5 D_e \leq V < 50 D_e$ B1
46		Enleder- eller flerlederkabler i lukket kabelkanal i murværk med en termisk modstand på højst $2 K \cdot m/W$ ^c	Under overvejelse Følgende kan anvendes: $1,5 D_e \leq V < 20 D_e$ B2 $V \geq 20 D_e$ B1
47		Enleder- eller flerlederkabel: – i et loftshulrum – under et hævet gulv ^{h, l}	$1,5 D_e \leq V < 5 D_e$ B2 $5 D_e \leq V < 50 D_e$ B1

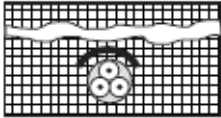
Tabel A.52.3 (fortsat)

Nummer	Installationsmetode	Beskrivelse	Referenceinstallationsmetode til brug ved bestemmelse af strømværdi (se anneks B)
50		Isolerede ledere eller enlederkabel i planforsænket gulvkanal	B1
51		Flerlederkabel i planforsænket gulvkanal	B2
52 53	  52 53	Isolerede ledere eller enlederkabler i planforsænket kabelkanal ^c	B1
		Flerlederkabel i planforsænket kabelkanal ^c	B2
54		Isolerede ledere eller enlederkabler i en uventileret kabelkanal fremført vandret eller lodret ^{c, l, n}	$1,5 D_e \leq V < 20 D_e$ B2 $V \geq 20 D_e$ B1
55		Isolerede ledere i rør i en åben eller ventileret kabelkanal i gulv ^{m, n}	B1
56		Enleder- eller flerlederkabel med kappe i en åben eller ventileret kabelkanal fremført vandret eller lodret ⁿ	B1
57		Enleder- eller flerlederkabler direkte i murværk med en termisk modstand på højst $2 K \cdot m/W$ Uden supplerende mekanisk beskyttelse ^{o, p}	C

Tabel A.52.3 (fortsat)

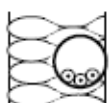
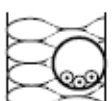
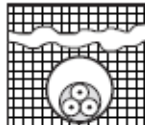
Nummer	Installationsmetode	Beskrivelse	Referenceinstallations- metode til brug ved bestemmelse af strømværdi (se anneks B)
58		Enleder- eller flerlederkabler direkte i murværk med en termisk modstand på højest $2 \text{ K} \cdot \text{m/W}$ Med supplerende mekanisk beskyttelse ^{o, p}	C
59		Isolerede ledere eller enlederkabler i rør i murværk ^p	B1
60		Flerlederkabler i rør i murværk ^p	B2
70		Flerlederkabel i rør eller i lukket kabelkanal i jord	D1
71		Enlederkabel i rør eller i lukket kabelkanal i jord	D1
72		Enleder- eller flerlederkabler med kappe direkte i jord – uden supplerende mekanisk beskyttelse ^q	D2

Tabel A.52.3 (fortsat)

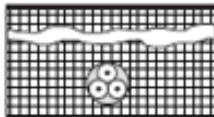
Nummer	Installationsmetode	Beskrivelse	Referenceinstallationsmetode til brug ved bestemmelse af strømværdi (se anneks B)
73		Enleder- eller flerlederkabler med kappe direkte i jord – med supplerende mekanisk beskyttelse ^q	D2
^a Væggens inderbeklædning har en termisk ledningsevne på mindst $10 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$. ^b Værdier angivet for referenceinstallationsmetode B1 og B2 i anneks B er for en enkelt strømkreds. Hvor der er mere end en strømkreds i kabelkanalen, anvendes reduktionsfaktoren angivet i tabel B.52.17, uanset om der er indvendige opdelinger eller skillevægge. ^c Der skal tages særlige hensyn, hvor kabler er ført lodret, og der er begrænset ventilation. Omgivelsestemperaturen ved toppen af den lodrette del kan være væsentlig forøget. Dette forhold er under overvejelse. ^d Værdier for referenceinstallationsmetode B2 kan anvendes. ^e Kapslingens termiske modstand antages at være lav på grund af konstruktionsmaterialet og mulige luftafstande. Hvis konstruktionen er termisk identisk med installationsmetode 6 eller 7, kan referenceinstallationsmetode B1 anvendes. ^f Kapslingens termiske modstand antages at være lav på grund af konstruktionsmaterialet og mulige luftafstande. Hvis konstruktionen er termisk identisk med installationsmetode 6, 7, 8 eller 9, kan referenceinstallationsmetode B1 eller B2 anvendes. ^g Faktorerne i tabel B.52.17 kan også anvendes. ^h D_e er den udvendige diameter på et flerlederkabel: – $2,2 \times$ kabeldiameteren, hvis tre enlederkabler er bundet sammen i trekant, eller – $3 \times$ kabeldiameteren, hvis tre enlederkabler er bundet sammen i flad formation. ⁱ V er den mindste dimension eller diameter af en lukket kanal eller et hulrum i murværk eller den lodrette dybde af en rektangulær kanal, et rektangulært gulv- eller loftshulrum. Kanals dybde er vigtigere end bredden. ^j D_e er den udvendige diameter af rør eller den lodrette dybde af en lukket kabelkanal. ^k D_e er rørets udvendige diameter. ^m For flerlederkabler, der installeres i henhold til metode 55, anvendes referencemetode B2. ⁿ Det anbefales, at disse installationsmetoder kun anvendes på steder, hvor kun personer med særlig tilladelse har adgang, således at reduktionen i strømværdi og brandfaren på grund af ophobning af affald kan undgås. ^o For kabler med ledere på højst 16 mm^2 kan strømværdien være højere. ^p Termisk modstand i murværk er højst $2 \text{ K} \cdot \text{m/W}$, termen "murværk" dækker også over mursten, beton, gips og lignende (undtagen termisk isolerende materialer). ^q Det kan accepteres at tage direkte nedgravede kabler med under dette nummer, når jordens termiske modstand er af størrelsesordenen $2,5 \text{ K} \cdot \text{m/W}$. Ved mindre modstande er strømværdien for direkte nedgravede kabler betydelig højere end for kabler i lukkede kanaler.			

Tabel B.52.1 Grundlag for valg af tabel til strømværdier

Tabel B.52.1 – Referenceinstallationsmetoder som grundlag for tabeller for strømværdier

Referenceinstallationsmetode		Tabel og kolonne							
		Strømværdier for enkelte strømkredse					Faktor for omgivelses-temperatur	Reduktions-faktor for samlet fremføring	
		PVC-isoleret		XLPE-/EPR-isoleret		Mineral-isoleret			
		Antal ledere							
		2	3	2	3	2 og 3			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
	Rum Isolerende ledere (enlederkabler) i rør i en termisk isoleret væg	A1	B.52.2 Kol. 2	B.52.4 Kol. 2	B.52.3 Kol. 2	B.52.5 Kol. 2	–	B.52.14	B.52.17
	Rum Flerlederkabel i rør i en termisk isoleret væg	A2	B.52.2 Kol. 3	B.52.4 Kol. 3	B.52.3 Kol. 3	B.52.5 Kol. 3	–	B.52.14	B.52.17 undtagen D (tabel B.52.19 gælder)
	Isolerede ledere (enlederkabler) i rør på en trævæg	B1	B.52.2 Kol. 4	B.52.4 Kol. 4	B.52.3 Kol. 4	B.52.5 Kol. 4	–	B.52.14	B.52.17
	Flerlederkabel i rør på en trævæg	B2	B.52.2 Kol. 5	B.52.4 Kol. 5	B.52.3 Kol. 5	B.52.5 Kol. 5	–	B.52.14	B.52.17
	Enleder- eller flerlederkabel på en trævæg	C	B.52.2 Kol. 6	B.52.4 Kol. 6	B.52.3 Kol. 6	B.52.5 Kol. 6	70 °C kappe B.52.6 105 °C kappe B.52.7	B.52.14	B.52.17
	Flerlederkabel i lukkede kanaler i jord	D	B.52.2 Kol. 7	B.52.4 Kol. 7	B.52.3 Kol. 7	B.52.5 Kol. 7	–	B.52.15	B.52.19

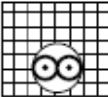
Tabel B.52.1 (fortsat)

Referenceinstallationsmetode		Tabel og kolonne								
		Strømværdier for enkelte strømkredse					Faktor for omgivelses-temperatur	Reduktions-faktor for samlet fremføring		
		PVC-isoleret	XLPE-/EPR-isoleret		Mineral-isoleret					
						Antal ledere				
						2			3	2
1	2	3	4	5	6	7	8	9		
	Enleder- eller flerlederkabler med kappe direkte i jord	D2	B.52.2	B.52.4	B.52.3	B.52.5	-	B.52.16	B.52.18	
	Flerlederkabel i fri luft Luftafstand til væg ikke mindre end 0,3 gange kabeldiameter	E	Kobber B.52.10 Aluminium B.52.11		Kobber B.52.12 Aluminium B.52.13		70 °C kappe B.52.8 105 °C kappe B.52.9	B.52.14	B.52.20	
	Enlederkabler, der rører hinanden i fri luft Luftafstand til væg ikke mindre end en kabeldiameter	F	Kobber B.52.10 Aluminium B.52.11		Kobber B.52.12 Aluminium B.52.13		70 °C kappe B.52.8 105 °C kappe B.52.9	B.52.14	B.52.21	
	Enlederkabel med afstand i fri luft Mindst én kabeldiameter	G	Kobber B.52.10 Aluminium B.52.11		Kobber B.52.12 Aluminium B.52.13		70 °C kappe B.52.8 105 °C kappe B.52.9	B.52.14	-	

Tabeller for strømværdier og ledere tværsnit for fast installation

Tabel B.52.2

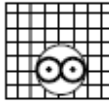
**Tabel B.52.2 – Strømværdier i ampere for installationsmetoder i tabel B.52.1 –
PVC-isolering/to belastede ledere, kobber eller aluminium –
Ledertemperatur: 70 °C, omgivelsestemperatur: 30 °C i luft, 20 °C i jord**

Nominelt leder- tværsnit mm ²	Installationsmetode i tabel B.52.1						
	A1	A2	B1	B2	C	D1	D2
							
1	2	3	4	5	6	7	8
Kobber							
1,5	14,5	14	17,5	16,5	19,5	22	22
2,5	19,5	18,5	24	23	27	29	28
4	26	25	32	30	36	37	38
6	34	32	41	38	46	46	48
10	46	43	57	52	63	60	64
16	61	57	76	69	85	78	83
25	80	75	101	90	112	99	110
35	99	92	125	111	138	119	132
50	119	110	151	133	168	140	156
70	151	139	192	168	213	173	192
95	182	167	232	201	258	204	230
120	210	192	269	232	299	231	261
150	240	219	300	258	344	261	293
185	273	248	341	294	392	292	331
240	321	291	400	344	461	336	382
300	367	334	458	394	530	379	427
Aluminium							
2,5	15	14,5	18,5	17,5	21	22	
4	20	19,5	25	24	28	29	
6	26	25	32	30	36	36	
10	36	33	44	41	49	47	
16	48	44	60	54	66	61	63
25	63	58	79	71	83	77	82
35	77	71	97	86	103	93	98
50	93	86	118	104	125	109	117
70	118	108	150	131	160	135	145
95	142	130	181	157	195	159	173
120	164	150	210	181	226	180	200
150	189	172	234	201	261	204	224
185	215	195	266	230	298	228	255
240	252	229	312	269	352	262	298
300	289	263	358	308	406	296	336

NOTE – I kolonne 3, 5, 6, 7 og 8 er det antaget, at ledere er runde for tværsnit til og med 16 mm². Værdier for større tværsnit gælder for sektorformede ledere og kan med sikkerhed anvendes for runde ledere.

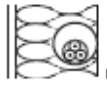
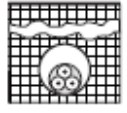
Tabel B.52.3

Tabel B.52.3 – Strømværdier i ampere for installationsmetoder i tabel B.52.1 – XLPE- eller EPR-isolering, to belastede ledere/kobber eller aluminium – Ledertemperatur: 90 °C, omgivelsestemperatur: 30 °C i luft, 20 °C i jord

Nominelt leder- tværsnit mm ²	Installationsmetode i tabel B.52.1						
	A1	A2	B1	B2	C	D1	D2
							
1	2	3	4	5	6	7	8
Kobber							
1,5	19	18,5	23	22	24	25	27
2,5	26	25	31	30	33	33	35
4	35	33	42	40	45	43	46
6	45	42	54	51	58	53	58
10	61	57	75	69	80	71	77
16	81	76	100	91	107	91	100
25	106	99	133	119	138	116	129
35	131	121	164	146	171	139	155
50	158	145	198	175	209	164	183
70	200	183	253	221	269	203	225
95	241	220	306	265	328	239	270
120	278	253	354	305	382	271	306
150	318	290	393	334	441	306	343
185	362	329	449	384	506	343	387
240	424	386	528	459	599	395	448
300	486	442	603	532	693	446	502
Aluminium							
2,5	20	19,5	25	23	26	26	
4	27	26	33	31	35	33	
6	35	33	43	40	45	42	
10	48	45	59	54	62	55	
16	64	60	79	72	84	71	76
25	84	78	105	94	101	90	98
35	103	96	130	115	126	108	117
50	125	115	157	138	154	128	139
70	158	145	200	175	198	158	170
95	191	175	242	210	241	186	204
120	220	201	281	242	280	211	233
150	253	230	307	261	324	238	261
185	288	262	351	300	371	267	296
240	338	307	412	358	439	307	343
300	387	352	471	415	508	346	386
NOTE – I kolonne 3, 5, 6, 7 og 8 er det antaget, at ledere er runde for tværsnit til og med 16 mm ² . Værdier for større tværsnit gælder for sektorformede ledere og kan med sikkerhed anvendes for runde ledere.							

Tabel B.52.4

**Tabel B.52.4 – Strømværdier i ampere for installationsmetoder i tabel B.52.1 –
 PVC-isolering, tre belastede ledere/kobber eller aluminium –
 Ledertemperatur: 70 °C, omgivelsestemperatur: 30 °C i luft, 20 °C i jord**

Nominelt leder- tværsnit mm ²	Installationsmetode i tabel B.52.1						
	A1	A2	B1	B2	C	D1	D2
							
1	2	3	4	5	6	7	8
Kobber							
1,5	13,5	13	15,5	15	17,5	18	19
2,5	18	17,5	21	20	24	24	24
4	24	23	28	27	32	30	33
6	31	29	36	34	41	38	41
10	42	39	50	46	57	50	54
16	56	52	68	62	76	64	70
25	73	68	89	80	96	82	92
35	89	83	110	99	119	98	110
50	108	99	134	118	144	116	130
70	136	125	171	149	184	143	162
95	164	150	207	179	223	169	193
120	188	172	239	206	259	192	220
150	216	196	262	225	299	217	246
185	245	223	296	255	341	243	278
240	286	261	346	297	403	280	320
300	328	298	394	339	464	316	359
Aluminium							
2,5	14	13,5	16,5	15,5	18,5	18,5	
4	18,5	17,5	22	21	25	24	
6	24	23	28	27	32	30	
10	32	31	39	36	44	39	
16	43	41	53	48	59	50	53
25	57	53	70	62	73	64	69
35	70	65	86	77	90	77	83
50	84	78	104	92	110	91	99
70	107	98	133	116	140	112	122
95	129	118	161	139	170	132	148
120	149	135	186	160	197	150	169
150	170	155	204	176	227	169	189
185	194	176	230	199	259	190	214
240	227	207	269	232	305	218	250
300	261	237	306	265	351	247	282

NOTE – I kolonne 3, 5, 6, 7 og 8 er det antaget, at ledere er runde for tværsnit til og med 16 mm². Værdier for større tværsnit gælder for sektorformede ledere og kan med sikkerhed anvendes for runde ledere.

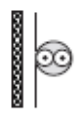
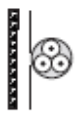
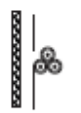
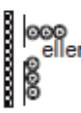
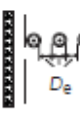
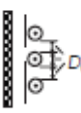
Tabel B.52.5

Tabel B.52.5 – Strømværdier i ampere for installationsmetoder i tabel B.52.1 – XLPE- eller EPR-isolering, tre belastede ledere/kobber eller aluminium – Ledertemperatur: 90 °C, omgivelsestemperatur: 30 °C i luft, 20 °C i jord

Nominelt leder-tværsnit mm ²	Installationsmetode i tabel B.52.1						
	A1	A2	B1	B2	C	D1	D2
							
1	2	3	4	5	6	7	8
Kobber							
1,5	17	16,5	20	19,5	22	21	23
2,5	23	22	28	26	30	28	30
4	31	30	37	35	40	36	39
6	40	38	48	44	52	44	49
10	54	51	66	60	71	58	65
16	73	68	88	80	96	75	84
25	95	89	117	105	119	96	107
35	117	109	144	128	147	115	129
50	141	130	175	154	179	135	153
70	179	164	222	194	229	167	188
95	216	197	269	233	278	197	226
120	249	227	312	268	322	223	257
150	285	259	342	300	371	251	287
185	324	295	384	340	424	281	324
240	380	346	450	398	500	324	375
300	435	396	514	455	576	365	419
Aluminium							
2,5	19	18	22	21	24	22	
4	25	24	29	28	32	28	
6	32	31	38	35	41	35	
10	44	41	52	48	57	46	
16	58	55	71	64	76	59	64
25	76	71	93	84	90	75	82
35	94	87	116	103	112	90	98
50	113	104	140	124	136	106	117
70	142	131	179	156	174	130	144
95	171	157	217	188	211	154	172
120	197	180	251	216	245	174	197
150	226	206	267	240	283	197	220
185	256	233	300	272	323	220	250
240	300	273	351	318	382	253	290
300	344	313	402	364	440	286	326
NOTE – I kolonne 3, 5, 6, 7 og 8 er det antaget, at ledere er runde for tværsnit til og med 16 mm ² . Værdier for større tværsnit gælder for sektorformede ledere og kan med sikkerhed anvendes for runde ledere.							

Tabel B.52.10

Tabel B.52.10 – Strømværdier i ampere for installationsmetode E, F og G i tabel B.52.1 – PVC-isolering, kobberledere – Ledertemperatur: 70 °C, referenceomgivelsestemperatur: 30 °C

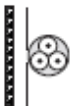
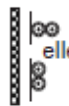
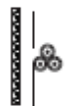
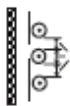
Nominelt leder-tværsnit mm ²	Installationsmetode i tabel B.52.1						
	Flerlederkabler		Enlederkabler				
	To belastede ledere	Tre belastede ledere	To belastede ledere berørende	Tre belastede ledere i trekant	Tre belastede ledere i flad formation		
					Berørende	Med afstand	
						Vandret	Lodret
			 eller		 eller	 D_e	 D_e
	Installations- metode E	Installations- metode E	Installations- metode F	Installations- metode F	Installations- metode F	Installations- metode G	Installations- metode G
1	2	3	4	5	6	7	8
1,5	22	18,5	–	–	–	–	–
2,5	30	25	–	–	–	–	–
4	40	34	–	–	–	–	–
6	51	43	–	–	–	–	–
10	70	60	–	–	–	–	–
16	94	80	–	–	–	–	–
25	119	101	131	110	114	146	130
35	148	126	162	137	143	181	162
50	180	153	196	167	174	219	197
70	232	196	251	216	225	281	254
95	282	238	304	264	275	341	311
120	328	276	352	308	321	396	362
150	379	319	406	356	372	456	419
185	434	364	463	409	427	521	480
240	514	430	546	485	507	615	569
300	593	497	629	561	587	709	659
400	–	–	754	656	689	852	795
500	–	–	868	749	789	982	920
630	–	–	1 005	855	905	1 138	1 070

NOTE 1 – Det antages, at ledere er runde for tværsnit til og med 16 mm². Værdier for større tværsnit gælder for sektorfor-
mede ledere og kan med sikkerhed anvendes for runde ledere.

NOTE 2 – D_e er kablets udvendige diameter.

Tabel B.52.11

Tabel B.52.11 – Strømværdier i ampere for installationsmetode E, F og G i tabel B.52.1 – PVC-isolering, aluminiumledere – Ledertemperatur: 70 °C, referenceomgivelsestemperatur: 30 °C

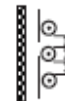
Nominelt leder-tværsnit mm ²	Installationsmetode i tabel B.52.1						
	Flerlederkabler		Enlederkabler				
	To belastede ledere	Tre belastede ledere	To belastede ledere berørende	Tre belastede ledere i trekant	Tre belastede ledere i flad formation		
					Berørende	Med afstand	
						Vandret	Lodret
			 eller		 eller	 D _e	 D _e
	Installationsmetode E	Installationsmetode E	Installationsmetode F	Installationsmetode F	Installationsmetode F	Installationsmetode G	Installationsmetode G
1	2	3	4	5	6	7	8
2,5	23	19,5	–	–	–	–	–
4	31	26	–	–	–	–	–
6	39	33	–	–	–	–	–
10	54	46	–	–	–	–	–
16	73	61	–	–	–	–	–
25	89	78	98	84	87	112	99
35	111	96	122	105	109	139	124
50	135	117	149	128	133	169	152
70	173	150	192	166	173	217	196
95	210	183	235	203	212	265	241
120	244	212	273	237	247	308	282
150	282	245	316	274	287	356	327
185	322	280	363	315	330	407	376
240	380	330	430	375	392	482	447
300	439	381	497	434	455	557	519
400	–	–	600	526	552	671	629
500	–	–	694	610	640	775	730
630	–	–	808	711	746	900	852

NOTE 1 – Det antages, at ledere er runde for tværsnit til og med 16 mm². Værdier for større tværsnit gælder for sektorformede ledere og kan med sikkerhed anvendes for runde ledere.

NOTE 2 – D_e er kablets udvendige diameter.

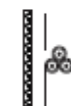
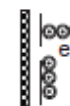
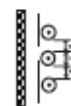
Tabel B.52.12

Tabel B.52.12 – Strømværdier i ampere for installationsmetode E, F og G i tabel B.52.1 – XLPE- eller EPR-isolering, kobberledere – Ledertemperatur: 90 °C, referenceomgivelsestemperatur: 30 °C

Nominelt leder- tværsnit mm ²	Installationsmetode i tabel B.52.1						
	Flerlederkabler		Enlederkabler				
	To belastede ledere	Tre belastede ledere	To belastede ledere berørende	Tre belastede ledere i trekant	Tre belastede ledere i flad formation		
					Berørende	Med afstand	
						Vandret	Lodret
			 eller		 eller	 D_e	 D_e
	Installations- metode E	Installations- metode E	Installations- metode F	Installations- metode F	Installations- metode F	Installations- metode G	Installations- metode G
1	2	3	4	5	6	7	8
1,5	26	23	–	–	–	–	–
2,5	36	32	–	–	–	–	–
4	49	42	–	–	–	–	–
6	63	54	–	–	–	–	–
10	86	75	–	–	–	–	–
16	115	100	–	–	–	–	–
25	149	127	161	135	141	182	161
35	185	158	200	169	176	226	201
50	225	192	242	207	216	275	246
70	289	246	310	268	279	353	318
95	352	298	377	328	342	430	389
120	410	346	437	383	400	500	454
150	473	399	504	444	464	577	527
185	542	456	575	510	533	661	605
240	641	538	679	607	634	781	719
300	741	621	783	703	736	902	833
400	–	–	940	823	868	1 085	1 008
500	–	–	1 083	946	998	1 253	1 169
630	–	–	1 254	1 088	1 151	1 454	1 362
NOTE 1 – Det antages, at ledere er runde for tværsnit til og med 16 mm ² . Værdier for større tværsnit gælder for sektorfor- mede ledere og kan med sikkerhed anvendes for runde ledere.							
NOTE 2 – D_e er kablets udvendige diameter.							

Tabel B.52.13

Tabel B.52.13 – Strømværdier i ampere for installationsmetode E, F og G i tabel B.52.1 – XLPE- eller EPR-isolering – aluminiumledere – Ledertemperatur: 90 °C, referenceomgivelsestemperatur: 30 °C

Nominelt leder-tværsnit mm ²	Installationsmetode i tabel B.52.1						
	Flerlederkabler		Enlederkabler				
	To belastede ledere	Tre belastede ledere	To belastede ledere berørende	Tre belastede ledere i trekant	Tre belastede ledere i flad formation		
					Berørende	Med afstand	
						Vandret	Lodret
							
	Installationsmetode E	Installationsmetode E	Installationsmetode F	Installationsmetode F	Installationsmetode F	Installationsmetode G	Installationsmetode G
1	2	3	4	5	6	7	8
2,5	28	24	–	–	–	–	–
4	38	32	–	–	–	–	–
6	49	42	–	–	–	–	–
10	67	58	–	–	–	–	–
16	91	77	–	–	–	–	–
25	108	97	121	103	107	138	122
35	135	120	150	129	135	172	153
50	164	146	184	159	165	210	188
70	211	187	237	206	215	271	244
95	257	227	289	253	264	332	300
120	300	263	337	296	308	387	351
150	346	304	389	343	358	448	408
185	397	347	447	395	413	515	470
240	470	409	530	471	492	611	561
300	543	471	613	547	571	708	652
400	–	–	740	663	694	856	792
500	–	–	856	770	806	991	921
630	–	–	996	899	942	1 154	1 077

NOTE 1 – Det antages, at ledere er runde for tværsnit til og med 16 mm². Værdier for større tværsnit gælder for sektorformede ledere og kan med sikkerhed anvendes for runde ledere.

NOTE 2 – D_e er kablets udvendige diameter.

Tabel B.52.14 Korrektionsfaktor for temperatur i luft kft.

Tabel B.52.14 – Korrektionsfaktorer for andre omgivende lufttemperaturer end 30 °C for strømværdier for kabler i luft

Omgivelses- temperatur ^a °C	Isolering			
	PVC	XLPE og EPR	Mineral ^a	
			PVC-overtræk eller blottet og berøringstilgængelig 70 °C	Blottet og ikke berøringstilgængelig 105 °C
10	1,22	1,15	1,26	1,14
15	1,17	1,12	1,20	1,11
20	1,12	1,08	1,14	1,07
25	1,06	1,04	1,07	1,04
30	1,00	1,00	1,00	1,00
35	0,94	0,96	0,93	0,96
40	0,87	0,91	0,85	0,92
45	0,79	0,87	0,78	0,88
50	0,71	0,82	0,67	0,84
55	0,61	0,76	0,57	0,80
60	0,50	0,71	0,45	0,75
65	–	0,65	–	0,70
70	–	0,58	–	0,65
75	–	0,50	–	0,60
80	–	0,41	–	0,54
85	–	–	–	0,47
90	–	–	–	0,40
95	–	–	–	0,32

^a Kontakt producenten for højere omgivelsestemperaturer.

Tabel B.52.15 Korrektionsfaktor for kabel i jord temp. Kftj.

Tabel B.52.15 – Korrektionsfaktorer for andre omgivende jordtemperaturer end 20 °C for strømværdier for kabler i lukkede kanaler i jord

Jordtemperatur °C	Isolering	
	PVC	XLPE og EPR
10	1,10	1,07
15	1,05	1,04
20	1,00	1,00
25	0,95	0,96
30	0,89	0,93
35	0,84	0,89
40	0,77	0,85
45	0,71	0,80
50	0,63	0,76
55	0,55	0,71
60	0,45	0,65
65	–	0,60
70	–	0,53
75	–	0,46
80	–	0,38

Tabel B.52.16 Korrektionsfaktor for termisk modstand i jord temp Kfj.

Tabel B.52.16 – Korrektionsfaktorer for kabler nedgravet direkte i jord eller i nedgravede lukkede kanaler, for termisk modstand i jord forskellig fra 2,5 K · m/W, der skal anvendes for strømværdier for referenceinstallationsmetode D

Termisk modstand, K · m/W	0,5	0,7	1	1,5	2	2,5	3
Korrektionsfaktor for kabler i nedgravede lukkede kanaler	1,28	1,20	1,18	1,1	1,05	1	0,96
Korrektionsfaktor for direkte nedgravede kabler	1,88	1,62	1,5	1,28	1,12	1	0,90

NOTE 1 – De angivne korrektionsfaktorer er middelværdier for et område af ledertværsnit og installationstyper indeholdt i tabel B.52.2 til B.52.5. Nøjagtigheden af korrektionsfaktorerne er inden for ±5 %.

NOTE 2 – Korrektionsfaktorerne kan anvendes på kabler, der er trukket i nedgravede lukkede kanaler. For kabler nedgravet direkte i jord vil korrektionsfaktorerne for termisk modstand mindre end 2,5 K · m/W være højere. Hvis der kræves mere præcise værdier, kan de beregnes ved hjælp af de metoder, der er angivet i IEC 60287-serien.

NOTE 3 – Korrektionsfaktorerne kan anvendes på lukkede kanaler nedgravet i en dybde på indtil 0,8 m.

NOTE 4 – Det antages, at jordens egenskaber er ensartede. Der er ikke taget højde for fugtmigrering, som kan føre til et område med høj termisk modstand rundt om kablet. Hvis delvis udtørring af jorden kan forudses, skal den tilladte strømværdi findes ud fra de metoder, der er specificeret i IEC 60287-serien.

Tabel B.52.17 Korrektionsfaktor for samlede fremføring kfs.

Tabel B.52.17 – Reduktionsfaktorer for en strømkreds eller et flerlederkabel eller samlet fremføring af mere end en strømkreds eller af mere end et flerlederkabel til anvendelse sammen med strømværdier i henhold til tabel B.52.2 til B.52.13

Num- mer	Placering (kabler berørende)	Antal strømkredse eller flerlederkabler												Til anvendelse sammen med strømværdier, reference
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16	20	
1	Bundtet i luft, på en overflade, indfældet eller indkapslet	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,45	0,41	0,38	B.52.2 til B.52.13 Installations- metode A til F
2	Enkelt lag på væg, gulv eller upeforeret kabelbakke	1,00	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70	Ingen yderligere reduktionsfaktor for mere end ni strømkredse eller flerlederkabler			B.52.2 til B.52.7 Installations- metode C
3	Enkelt lag fastgjort direkte under et træloft	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61				
4	Enkelt lag på perforeret vandret eller lodret kabelbakke	1,00	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72				B.52.8 til B.52.13 Installations- metode E og F
5	Enkelt lag på kabelstige eller på holdere osv.	1,00	0,87	0,82	0,80	0,80	0,79	0,79	0,78	0,78				

NOTE 1 – Disse faktorer kan anvendes på samlet fremføring af ensartede kabler, ens belastede.

NOTE 2 – Når den vandrette afstand mellem nærliggende kabler er større end to gange deres yderdiameter, er det ikke nødvendigt at anvende en reduktionsfaktor.

NOTE 3 – De samme faktorer kan anvendes for:

- samlet fremføring af to eller tre enlederkabler
- flerlederkabler.

NOTE 4 – Hvis et system består af både to- og trelederkabler, regnes det totale antal kabler som antallet af strømkredse, og den tilhørende faktor anvendes sammen med tabellerne for to belastede ledere for tolederkabler og for tre belastede ledere for trelederkabler.

NOTE 5 – Hvis en samlet fremføring består af n enlederkabler, kan den enten betragtes som $n/2$ strømkredse med to belastede ledere eller $n/3$ strømkredse med tre belastede ledere.

NOTE 6 – De angivne værdier er middelværdier for et område af ledertværsnit og installationstyper indeholdt i tabel B.52.2 til B.52.13, og nøjagtigheden af tabelværdierne er inden for 5 %.

NOTE 7 – For nogle installationer og for andre installationsmetoder, som ikke er indeholdt i tabellen ovenfor, kan det være hensigtsmæssigt at anvende faktorer, der er beregnet til specifikke forhold, se fx tabel B.52.20 og B.52.21.

Tabeller Strøm værdier for tilledninger/bøjeligledning

Tabel 45 Gkaj = Gummikappeledning med jord

Tabel 45: Strømværdier med udgangspunkt i HD 516 S2 : 1997 for gummiisolerede ledninger for 60°C ved en omgivelsestemperatur på 30°C.

Tværsnit mm ²	1-leder ledninger anbragt tæt sammen		2- og 3-leder ledninger	3-leder ledninger	4-leder ledninger	5-leder ledninger
	2 belastede ledere A	3 belastede ledere A	2 belastede ledere A	3 belastede ledere A	3 belastede ledere A	3 belastede ledere A
0,75			6	6	6	6
1			10	10	10	10
1,5			16	16	16	16
2,5			25	20	20	20
4	34	30	34	25	30	30
6	43	38	43	36	37	38
10	60	53	60	51	52	54
16	79	74	79	67	69	71
25	104	94	105	89	92	94
35	129	117		110	114	
50	162	148		138	143	
70	202	185		172	178	
95	240	222		204	210	
120	280	260		238	246	
150	321	300		273	282	
185	363	341		309	319	
240	433	407		365	377	
300	497	468		415	430	

Tabel 46 Pkaj = Plastikkappeledning med jord

Tabel 46: Strømværdier med udgangspunkt i HD 516 S2: 1997 for PKLF[®], PKL[®], PKA[®], NOPKLF[®], NOPKL[®], NOPKA[®] ved en omgivelsestemperatur på 30 °C

Tværsnit mm ²	2- og 3-leder ledninger 2 belastede ledere A	3-, 4- og 5-leder ledninger 3 belastede ledere A
0,5	3	3
0,75	6	6
1	10	10
1,5	16	16
2,5	25	20
4	32	25

Tabeller for kablernes ohmske modstande R-værdierne.

Tabel 13 R-værdien for fast installation



Tabel 13: Vekselstrømsmodstand R_1 ved 20°C for 3-, 4- og 5-leder kabler med klasse 1- og 2 ledere
Tabellen angiver vekselstrømsmodstanden i ohm/km
Værdierne for større tværsnit og frekvenser over 50 Hz kan være behæftet med nogen usikkerhed.

Tværsnit	Frekvens							
	50 Hz	100 Hz	150 Hz	200 Hz	250 Hz	300 Hz	350 Hz	400 Hz
	ohm/km	ohm/km	ohm/km	ohm/km	ohm/km	ohm/km	ohm/km	ohm/km
Kobber								
1,5	12,10	12,10	12,10	12,10	12,10	12,10	12,10	12,10
2,5	7,410	7,410	7,410	7,410	7,410	7,410	7,410	7,410
4	4,610	4,610	4,610	4,610	4,610	4,610	4,610	4,610
6	3,080	3,080	3,080	3,080	3,080	3,080	3,080	3,080
10	1,830	1,830	1,830	1,830	1,830	1,840	1,840	1,840
16	1,150	1,150	1,150	1,150	1,160	1,160	1,160	1,160
25	0,727	0,728	0,730	0,733	0,736	0,740	0,745	0,750
35	0,525	0,526	0,530	0,534	0,539	0,546	0,553	0,561
50	0,388	0,390	0,393	0,397	0,402	0,408	0,416	0,424
70	0,269	0,272	0,276	0,282	0,289	0,298	0,307	0,317
95	0,194	0,198	0,204	0,212	0,222	0,232	0,243	0,254
120	0,155	0,160	0,167	0,176	0,187	0,198	0,209	0,221
150	0,126	0,132	0,140	0,151	0,162	0,173	0,184	0,195
185	0,1017	0,1087	0,1186	0,1297	0,1411	0,1523	0,1629	0,1728
240	0,0787	0,0872	0,0981	0,1095	0,1204	0,1306	0,1397	0,1480
Aluminium								
16	1,910	1,910	1,910	1,910	1,910	1,910	1,920	1,920
25	1,200	1,200	1,200	1,210	1,210	1,210	1,210	1,220
35	0,868	0,869	0,870	0,872	0,875	0,878	0,881	0,885
50	0,641	0,642	0,644	0,647	0,650	0,654	0,659	0,664
70	0,444	0,445	0,448	0,452	0,456	0,462	0,469	0,476
95	0,321	0,323	0,327	0,332	0,339	0,347	0,355	0,364
120	0,254	0,257	0,262	0,268	0,276	0,285	0,295	0,306
150	0,207	0,211	0,217	0,224	0,233	0,243	0,254	0,265
185	0,166	0,170	0,177	0,186	0,196	0,206	0,217	0,229
240	0,127	0,133	0,141	0,152	0,163	0,174	0,185	0,196
300	0,103	0,110	0,119	0,130	0,142	0,153	0,164	0,174

tabel 16 R-værdien for tilledninger/bøjeligledning



Tabel 16: Vekselstrømsmodstand R_1 ved 20°C for 3-, 4- og 5-leder kabler og ledninger med klasse 5-ledere.

Tværsnit mm ²	Frekvens							
	50Hz	100Hz	150Hz	200Hz	250Hz	300Hz	350Hz	400Hz
	ohm/km	ohm/km	ohm/km	ohm/km	ohm/km	ohm/km	ohm/km	ohm/km
Kobber								
0,75	26,00	26,00	26,00	26,00	26,00	26,00	26,00	26,00
1	19,50	19,50	19,50	19,50	19,50	19,50	19,50	19,50
1,5	13,30	13,30	13,30	13,30	13,30	13,30	13,30	13,30
2,5	7,980	7,980	7,980	7,980	7,981	7,981	7,981	7,981
4	4,950	4,950	4,950	4,951	4,951	4,951	4,951	4,951
6	3,300	3,300	3,301	3,301	3,302	3,303	3,305	3,307
10	1,910	1,910	1,911	1,912	1,913	1,914	1,918	1,922
16	1,210	1,211	1,212	1,213	1,215	1,218	1,224	1,231
25	0,7803	0,7814	0,7831	0,7854	0,7884	0,7921	0,8012	0,8126
35	0,5545	0,5561	0,5587	0,5623	0,5669	0,5723	0,5858	0,6023
50	0,3868	0,3891	0,3928	0,3980	0,4044	0,4120	0,4301	0,4513
70	0,2732	0,2766	0,2821	0,2895	0,2986	0,3089	0,3325	0,3580
95	0,2076	0,2121	0,2193	0,2288	0,2398	0,2520	0,2782	0,3048
120	0,1630	0,1689	0,1780	0,1893	0,2021	0,2156	0,2428	0,2686
150	0,1315	0,1386	0,1491	0,1617	0,1751	0,1887	0,2148	0,2382
185	0,1091	0,1174	0,1292	0,1426	0,1562	0,1694	0,1936	0,2142
240	0,0841	0,0945	0,1078	0,1216	0,1347	0,1466	0,1670	0,1831
300	0,0691	0,0809	0,0948	0,1080	0,1199	0,1303	0,1469	0,1590

Tabeller for reaktansen kablernes ohmske modstande X-værdierne

Tabel 17 X-værdien for fast installation



Tabel 17: Reaktans X_1 i ved 50 Hz for 3-, 4- og 5-leder kabler
Tabellen angiver reaktansen i ohm/km.

Tværsnit	Kabeltype						
	NOIKLX® PVIKX® NOIKX® NOIKX® FLEX	NOIKLX® PVIKX® NOIKX® NOIKX® FLEX	NOIKLX® PVIKX® NOIKX® NOIKX® FLEX	NOIK®-AL-M NOIK®-AL-S NOBH®-AL-S PEX-M-AL ^{TM a)}	NOIK®-AL-M	NOSP-CU TM NOSP-AL TM	NOSP-CU TM NOSP-AL TM
mm ²	3-leder	4-leder	5-leder	4-leder	5-leder	3-leder	4-leder
1,5	0,103	0,110	0,113				
2,5	0,095	0,102	0,105			0,095	
4	0,089	0,096	0,099			0,089	
6	0,087	0,094	0,097			0,087	
10	0,082	0,089	0,092			0,082	
16	0,078	0,085	0,088	0,069	0,072	0,078	
25	0,079	0,086	0,089	0,084	0,087	0,077	
35	0,074	0,082	0,085	0,082		0,070	
50		0,084		0,081		0,074	0,080
70		0,081		0,080		0,073	0,079
95		0,082		0,078		0,071	0,077
120		0,082		0,077		0,070	0,077
150		0,084		0,078		0,071	0,077
185		0,082		0,078		0,071	0,077
240		0,083		0,077		0,070	0,077
300				0,077			

Tabel 20 X-værdien for tilledninger/bøjeligledning



Tabel 20: Reaktans X_1 ved 50 Hz for gummi- og plastkappeledninger
Tabellen angiver reaktansen i ohm/km.

Tværsnit mm ²	Kabeltype			
	NOPKA H05VV-F H05RR-F H05RN-F H07RN-F	NOPKA H05VV-F H05RR-F H05RN-F H07RN-F	NOPKA H05VV-F H05RR-F H05RN-F H07RN-F	NOPKA H05VV-F H05RR-F H05RN-F H07RN-F
	2-leder	3-leder	4-leder	5-leder
0,75	0,111	0,111	0,118	0,131
1	0,105	0,105	0,113	0,126
1,5	0,107	0,107	0,114	0,128
2,5	0,103	0,103	0,111	0,124
4		0,100	0,108	0,121
6		0,099	0,106	0,119
10		0,093	0,100	0,114
16		0,090	0,097	0,111
25		0,086	0,094	0,107
35		0,086	0,093	
50			0,093	
70			0,091	
95			0,093	
120			0,090	
150			0,089	
185			0,089	
240			0,090	
300			0,089	

Tabel G.52.1 for spændingsfalds

Højest tilladte spændingsfald

Spændingsfaldet mellem installationens forsyningspunkt og et tilslutningssted må ikke overstige værdierne i tabel G.52.1, udtrykt med hensyn til værdien af den nominelle spænding i installationen.

Tabel G.52.1 – Spændingsfald

Installationstype	Belysning %	Anden anvendelse %
A – Lavspændingsinstallationer forsynet direkte fra offentligt forsyningsystem	3	5
B – Lavspændingssystem forsynet fra privat lavspændingsforsyning ^a	6	8
^a Det anbefales, at spændingsfald inden for grupper så vidt muligt ikke overstiger de værdier, der er angivet under installationstype A. Når hovedledningssystemet i installationerne er længere end 100 m, kan disse spændingsfald øges med 0,005 % pr. meter ud over 100 m, dog højst med 0,5 %. Spændingsfaldet fastsættes ud fra strømforbrugende materiels behov, og der anvendes samtidighedsfaktorer, hvor det er relevant, eller ud fra værdierne af strømkredsenes dimensioneringsstrøm.		

NOTE 1 – Et højere spændingsfald kan accepteres

- for motorer i startperioder
- for andet materiel med høj indkoblingsstrøm

forudsat at det sikres, at spændingsvariationerne forbliver inden for de grænser, der er specificeret i den relevante produktstandard.

NOTE 2 – Følgende midlertidige forhold er undtaget:

- spændingstransienter
- spændingsvariation som følge af unormal drift.

Spændingsfald kan bestemmes ud fra følgende formel:

$$u = b \left(\rho_{1\frac{L}{S}} \cos \varphi + \lambda L \sin \varphi \right) I_B$$

Tabel for K-faktor

Tabel 2

Tabel 2 – *k*-værdier for ledere

Ejendomme- ligheder eller forhold	Type af lederisolering						
	PVC		PVC		EPR	Gummi 60 °C	Mineral
	Thermoplastisk 70 °C		Thermoplastisk 90 °C		XLPE Termo- hærdende	Termohær- dende	PVC med kappe
Ledertværsnit mm ²	≤ 300	> 300	≤ 300	> 300			
Starttemperatur °C	70		90		90	60	70
Maksimal kortslutnings- temperatur °C	160	140	160	140	250	200	160
Ledermateriale:							
<i>k</i> -værdi for kobber	115	103	100	86	143	141	115
<i>k</i> -værdi for aluminium	76	68	66	57	94	93	-
<i>k</i> -værdi for tinlod- dede samlinger af kobberledere	115	-	-	-	-	-	-
NOTE 1 – Andre <i>k</i>-værdier er under overvejelse for: – ledere med små tværsnit (specielt for tværsnit mindre end 10 mm²) – andre typer samlinger i ledere – blanke ledere. NOTE 2 – Den nominelle strøm for kortslutningsbeskyttelsesudstyret kan være større end kablets strømværdi. NOTE 3 – Ovennævnte faktorer er baseret på IEC 60724. NOTE 4 – Se annek A i IEC 60364-5-54:2011 for metoden til beregning af faktor <i>k</i>. ^a Denne værdi skal anvendes for blanke kabler, som kan berøres.							

$$t = \left(\frac{k \times S}{I} \right)^2 \quad (4)$$

hvor

t er tiden udtrykt i s

S er tværsnittet udtrykt i mm²

I er effektivværdien af kortslutningsstrømmen i A udtrykt som en r.m.s.-værdi

k er en faktor udtrykt i A s^{1/2} mm⁻², der tager hensyn til specifik modstand, temperaturkoefficient og volumetrisk varmekapacitet for ledermaterialet samt tilhørende start- og sluttemperaturer. For almindelig lederisolering er værdierne af *k* for ledere angivet i tabel 2.

[

Formelsamling

Spændingsfald

Når spændingsfaldet beregnes i kabler skal længden ganges med 2 men kun ved 1 – og 2 – faset installationer. Dette gælder både for gruppe ledninger og tilledning

Kablernes start temperatur anses for at være kolde når man regner på spændingsfaldet. Der skal derfor tilføjes en faktor på 25 % = (1,25) for at opnå det korrekte spændingsfald.

R-værdien aflæses i skemaet: kablernes ohmske modstande (R-værdien) . **Og HUSK det er Omh er pr. kilometer.**

Her regnes Ledningsmodstanden $R_{Ledning}$

Formel eks. På udregning af $R_{Ledning}$

$$R_{Ledning} = R - værdien aflæses \times 10^{-3} \times l$$

Nu kan ΔU regnes da man har $R_{Ledning}$

1 faset spændingsfald

Formel eks. På udregning af ΔU for 1 fasede installation **husk at $U_f = 230$ V**

$$\Delta U = I_B \times R_{Ledning} \times 2 \times \cos \varphi \times 1,25$$

Spændingsfald i %

Formel eks. På udregning af ΔU i %

$$\Delta U \text{ i \%} = \frac{\Delta U \times 100}{U_f} =$$

2 faset spændingsfald

Formel eks. På udregning af ΔU for 2 fasede installation **husk at $U_f = 400$ V**

$$\Delta U = I_B \times R_{Ledning} \times 2 \times \cos \varphi \times 1,25$$

Spændingsfald i %

Formel eks. På udregning af ΔU i %

$$\Delta U \text{ i \%} = \frac{\Delta U \times 100}{U_f} =$$

3 faset spændingsfald

Formel eks. På udregning af ΔU for 3 fasede installation **husk at $U_f = 400\text{ V}$**

$$\Delta U = I_B \times R_{\text{Ledning}} \times \sqrt{3} \times \cos \varphi \times 1,25$$

Spændingsfald i %

Formel eks. På udregning af ΔU i %

$$\Delta U \text{ i \%} = \frac{\Delta U \times 100}{U_f} =$$

Kortslutnings strøm I_{kmin}

U_f er altid = 230 V

$$I_{Kmin} = \frac{U_f}{R_F} =$$

$$R_{Fmin} = \frac{U_f}{I_{Kmin}} =$$

For at man kan regne I_{Kmin} skal man først finde R_F og $R_{Ledning}$

For I_{Kmin} skal der regnes med et tillæg på 50 % for $R_{Ledning}$, på grund af samlinger der sker en varmeudvikling, derfor skal der ganges med 1,5 i formlen.

Længden skal ganges med 2.

R-værdien aflæses i skemaet: kablernes ohmske modstande (R-værdien). **Og HUSK det er Omh er pr. kilometer.**

Formel eks. På udregning af kablets modstand

$$R_{Ledning} = (R - \text{værdien aflæst i tabel 13 NKT} * 10^{-3} * l *)$$

Nu kan I_{Kmin} regnes da man har både R_F og $R_{Ledning}$

Formel eks. På udregning af I_{Kmin}

$$I_{kmin} = \frac{U_f}{(R_F + (R_{l1} * 2) * 1,5)} = A$$

Ved flere kabler (stikledning og gruppeledning):

$$I_{kmin} = \frac{U_f}{(R_F + ((R_{l1} + R_{l2}) * 2) * 1,5)} = A$$

Kortslutnings strøm Ikmax

Formler til forsyning punktet

U_f er altid = 230 V

$$Z_{Fmax_forsyn} = \frac{U_f}{Ik_{max}} = \Omega$$

$$R_{Fmax_forsyn} = Z_F \times \cos \varphi = \Omega$$

$$\cos \varphi^{-1} \Rightarrow \sin \varphi =$$

$$X_{LFmax_forsyn} = Z_F \times \sin \varphi =$$

Formler til stiklednings R og X værdier.

R-værdien aflæses i skemaet: kablernes ohmske modstande (R-værdien) . **Og HUSK det er Omh er pr. kilometer.**

$$R_{L\ 1mm2} = (R - værdien \times 10^{-3} \times l)$$

X-værdien aflæses i skemaet: kablernes ohmske modstande (X-værdien) . **Og HUSK det er Omh er pr. kilometer.**

$$X_{L\ 1\ mm2} = (X - værdien \times 10^{-3} \times l)$$

Formel til I_{K,max} ved tavlen

U_f er altid = 230 V

$$Ik_{Max} = \frac{U_f}{\sqrt{(R_F + R_{16})^2 + (X_{LF} + X_{L16})^2}} =$$