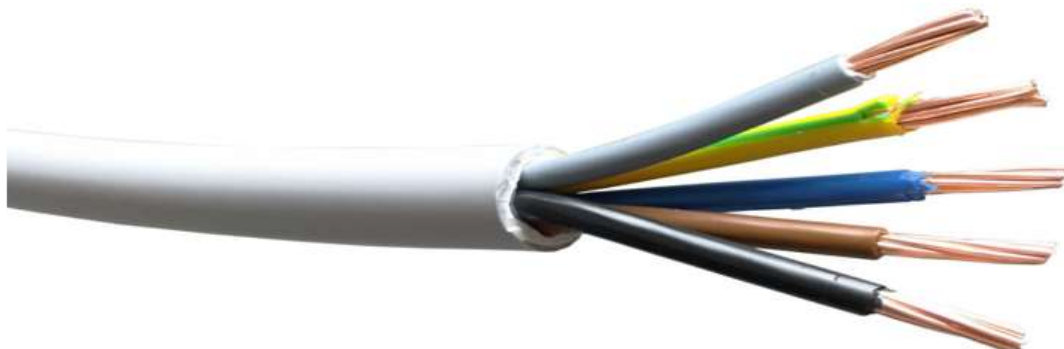
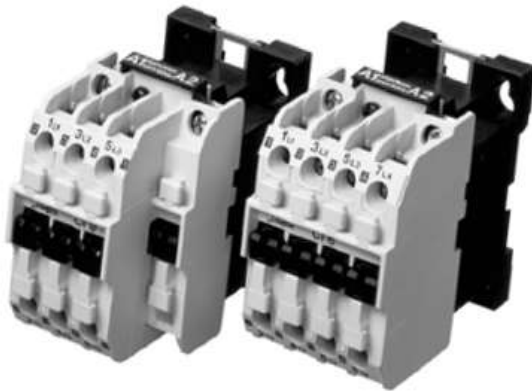


# Dimensioneringshåndbog

## For elektrikere

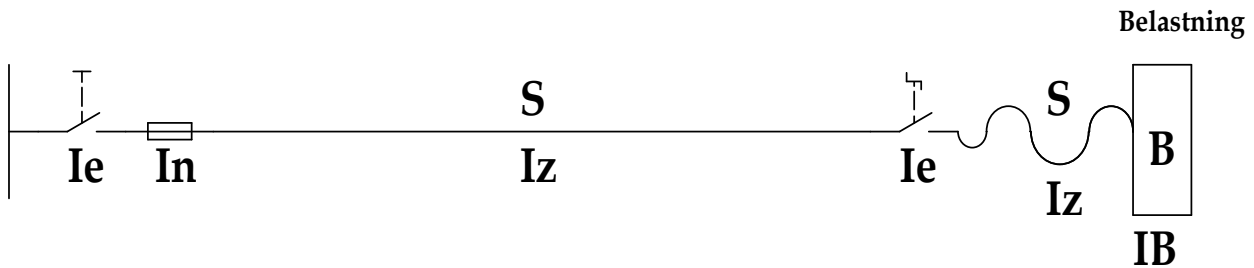


## Indhold

Ordforklaring .....	3
Grundlæggende principper for dimensionering.....	9
Overstrømsbeskyttelse.....	9
Dimensionering af installation .....	11
Spændingsfald .....	15
1 faset spændingsfald.....	15
2 faset spændingsfald.....	15
3 faset spændingsfald.....	16
Hvad er $I_{kmin}$ kortslutning strøm.....	17
Fællesregulativet oplyser til $I_{kmin}$ .....	17
Beregning af $I_{kmin}$ .....	17
Kontrol af kortslutningsbeskyttelse KB med smeltesikring .....	18
KB Kontrol af sikringens smeltetid.....	19
Hvad er $I_{kmax}$ kortslutningsstrøm .....	20
Fællesregulativet oplyser til $I_{kmax}$ .....	20
Smeltesikringsstørrelser.....	22
Automatsikringsstørrelser – MCB .....	23
Gruppeafbryder Tytan 1 .....	24
Gruppeafbryder Tytan 2 .....	25
Fast installation .....	26
Fremføringsmåde .....	26
Grundlag for strømværdier .....	33
Strømværdier .....	35
Korrektionsfaktor for temperatur i luft $K_{ft}$ . .....	43
Korrektionsfaktor for kabel i jord temp. $K_{fj}$ . .....	44
Korrektionsfaktor for termisk modstand i jord temp. $K_{fj}$ .....	44
Korrektionsfaktor for samlede fremføring $k_{fs}$ .....	45
Strøm værdier for tilledninger/bøjeligledning .....	46
Skemaer over kablernes ohmske modstande R-værdierne. ....	47
R-værdien for fast installation.....	47
R-værdien for tilledninger/bøjeligledning.....	48
Skemaer over reaktansen kablernes ohmske modstande X-værdierne .....	49
X-værdien for fast installation.....	49
X-værdien for tilledninger/bøjeligledning.....	50

Spændingsfalds tabel.....	51
K-faktor fra DS-60364 .....	52
Bilag .....	53
Dimensionering af installation med tilledning .....	53
Dimensionering af installation med smeltesikring, termorelæ og kontaktor. ....	58
Dimensionering med automatsikring.....	68
Dimensionering med automatsikring med termorelæ på en motor.....	72

## Ordforklaring



### **$I_B$ : Belastningsstrøm.**

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

Dette dimensionere man installationerne ud fra.

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

Den samlede belastning 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

### **$I_e$ : Mærkestrømmen på koblingsudstyret.**

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

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

### **$I_n$ : 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.

## **I<sub>4</sub> : Startstrøms faktor for automatsikringer.**

Startstrøms faktoren, I<sub>4</sub>, 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

## **I<sub>5</sub> : Kortslutningsstrøm faktor for automatsikring v. ikmin.**

Kortslutningsstrøm faktoren, I<sub>5</sub>, er den Kortslutningsstrøm automatsikringen som den min. skal udkoble ved kortslutning.

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

## **I<sub>z</sub> : 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.: bekendtgørelsen 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.

## **Icm/Icn/Icu : 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.: bekendtgørelsen.

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

Dog skal der korrigeres for omgivelses temperaturen.

## **S : Kables/lederens tværsnit.**

Tværsnittet er størrelsen på kablet/lederens  $mm^2$ .

## Kft : Korrektions faktor for omgivelses temperaturen.

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 bekendtgørelsen.

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 bekendtgørelsen.

***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 bekendtgørelsen.***

## 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. bekendtgørelsen. 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 bekendtgørelsen.***

## **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 korrigeringsfaktor i den tilhørende tabel i bekendtgørelsen.

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

***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 bekendtgørelsen.***

## **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 korrigeringsfaktor i den tilhørende tabel i bekendtgørelsen.

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 korrigeringsfaktor i den tilhørende tabel i bekendtgørelsen.

***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 bekendtgørelsen.***

## **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.

## $\Delta U$ : Spændingsfaldet

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

## $R_l$ : Ledningsmodstand.

Ledningsmodstanden bruges til udregning af  $I_{kmin}$ , spændingsfald og den skal også bruges til  $I_{kmax}$ .

## $X_l$ : Ledningens Reaktans.

Ledningens Reaktans bruges kun til udregning af  $I_{kmax}$ .

## $R_{Fmin}$ : Forsyningspunktets ohmske modstand v. $I_{kmin}$ .

Forsyningspunktets ohmske modstand bruges til udregning af  $I_{kmin}$  fx ved brugsgenstanden.

## $R_{Fmax}$ : Forsyningspunktets ohmske modstand v. $I_{kmax}$ .

Forsyningspunktets ohmske modstand bruges kun til udregning af  $I_{kmax}$  fx i tavlen.

## $X_{lFmax}$ : Forsyningspunktets Reaktans.

Forsyningspunktets Reaktans bruges kun til udregning af  $I_{kmax}$ .

## $Z_F$ : Forsyningspunktets impedans.

Forsyningspunktets impedans. bruges kun ved udregning af  $I_{kmax}$ .

## Grundlæggende principper for dimensionering.

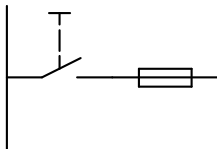
Henvisningerne i det grundlæggende dimensionering, vil være omfattet af bekendtgørelsen kapitler.

### Overstrømsbeskyttelse.

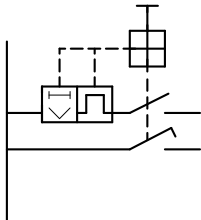
Overstrømsbeskyttelse opdeles i 2 kategorier Overbelastningsbeskyttelse<sup>1</sup> og Kortslutningsbeskyttelse<sup>2</sup>.

Udstyret der anvendes til overstrømsbeskyttelse og kortslutningsbeskyttelse er smelte sikringer, automatsikringer og maksimalafbrydere, disse 3 komponenter kan anvendes til begge dele.

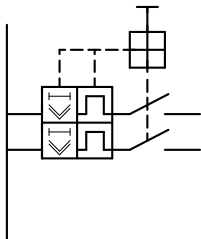
#### Smelte sikring



#### Automatsikring



#### Maksimalafbryder



---

<sup>1</sup>Jf. DS-HÅNDBOG 60364. kap. 433.

<sup>2</sup>Jf. DS-HÅNDBOG 60364. kap. 434.

Her anvendes der 2 forskellige slags udstyr til overstrømsbeskyttelse, det ene er sikringen der anvendes til kortslutningsbeskyttelse og termorelæet anvendes til overbelastningsbeskyttelse.

### Smelte sikring



### Kontakter med termorelæ

Overbelastningsbeskyttelse skal Jf. DS-håndbogen 60364 kap. 433.1 overholde følgende:

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

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

Betingelse 2 vil normalt være opfyldt Hvis materiellet overholde En-standarderne.

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

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

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

**$I_b$**  : Belastningsstrømmen/Dimensioneringsstrømmen.

**$I_n$**  : Mærkestrømmen på beskyttelsesudstyret. f.eks. sikringer, automatsikringer, indstillet værdi på Termorelæet og indstillet værdi på maksimalafbryder.

**$I_z$**  : Kabel / lednings Strømværdi.

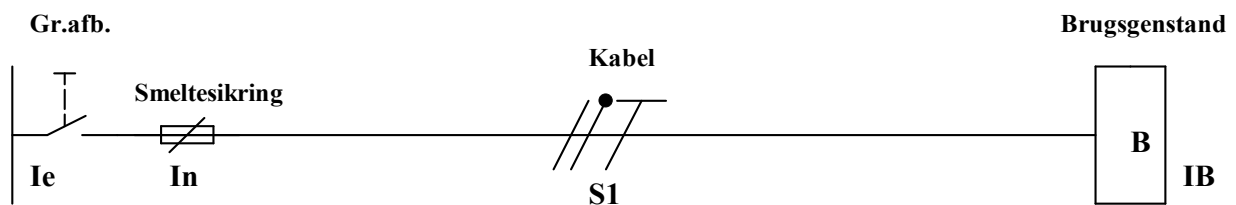
## Dimensionering af installation

Når man starter på at dimensioner 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 ( $\Delta U$ )

### Dimensionerings eksempel opgave 1:



Installations data:

- Temperaturen i installationen = 30 °C
- Kabel fremført direkte i termisk isoleret væg.
- Brugsgenstand: Elkedel  $U = 230 \text{ V} / P = 2070 \text{ W} / I = 9 \text{ A}$
- Kablet er et XLPE-kabel
- Kablets længde = 24 m

1. Find/ Bestem belastningsstrømmen ud fra brugsgenstanden  
Her på elkedlen kan belastningsstrømmen aflæses.

Belastningsstrømmen **IB = 9 A**

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

$In$  = indsæt sikringsstørrelsen       $Type$  = sikringstypen om det er Dz / D0 sikring

Valg af smeltesikring se tabeller side 22.

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

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

Fortag valg af gruppeafbryderen

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

$I_n$  er sikringens ampere størrelse.

*Type* = Typen på gruppeafbryderen/fabrikanten.

Valg af gruppeafbryderen foretages.

$$I_n \leq I_e = 10 A \leq 16 A$$

4. 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  $I_n \geq I_z$  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

Før der vælges tværsnit, kan den nødvendige strømværdi findes:

Brug den rette korrektionsfaktor  $K_{fs}$  Tabel B.52.17 samt  $K_{ft}$  Tabel B.52.14

$$I_{z_{nød}} = \frac{I_n}{k_{fs} \cdot k_{ft}} = \frac{10A}{1 \cdot 1} = 10A$$

Da vi nu kender referenceinstallationsmetode og  $I_{z_{nød}}$ , skal vi finde strømværdi for kablet.

(Brug evt. Tabel B.52.1 kolonne:2 til hjælp for at finde rette strømværditabel)

I dette tilfælde Tabel B.52.3 for to belastede XLPE ledere.

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

$$I_{z_1} = 19 A$$

*Kables isolationstype* = XLPE

$$I_{z_{korr}} = I_{z_1} \cdot k_{ft} \cdot k_{fs} = 19A \cdot 1 \cdot 1 = 19A$$

5. 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 opfyldt<sup>3</sup>

Kontrol af OB (overbelastnings beskyttelse)  $S_1$

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

6. Når der foretages kontrol af spændingsfaldet<sup>4</sup> ( $\Delta U$ ) beregner vi det ved hjælp af kabel producentens ledningsmodstande, som oplyses i skemaet: kablernes ohmske modstande ( R-værdien ) .  
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

$$R_{\text{Ledning}} = R l_1 = R - \text{værdien aflæses} \times 10^{-3} \times l = 12,1 \times 10^{-3} \times 24 = 0,2904 \Omega$$

$$\Delta U = I_B \times R l_1 \times 2 \times \cos \varphi \times 1,25 = 9 \times 0,2904 \times 1 \times 1,25 \times 2 = 6,53 \text{ V}$$

$$\Delta U i \% = \frac{\Delta U \times 100}{U_f} = \frac{6,53 \times 100}{230} = 2,83 \%$$

<sup>3</sup> Jf. DS-HÅNDBOG 60364. kap. 433.

<sup>4</sup> jf. DS-håndbogen 60364 kap.525 tabel G.52.1

I opgave 1 vil der nu blive sat et eksempel op omkring kortslutningsbeskyttelsen.

### 7. Kontrol af KB (Kortslutning beskyttelse)<sup>5</sup>

Her kontrolleres udløser tiden for smeltesikringen og om kablet kan klare, den tid som sikringen er om at springe ved kortslutningen der udvikles ved en  $I_{k_{min}}$  kortslutning. Her skal kablets tid være større end sikringen smeltetid.

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 vil man skulle fortage nyt valg af kablet. Indtil det er i orden.

I installations info mangler der  $I_{k_{min}}$  tavle, for at vi kan fortage kontrol Kortslutning beskyttelsen af vores installation.

$$I_{k_{min\_tavle}} = 105 \text{ A}$$

#### Kontrol af KB (Kortslutning beskyttelse) $S_1$

Det første der skal beregnes er  $I_{k_{min}}$  ved brugsgenstanden. For at den kan beregnes skal vi beregne forsyningens modstanden  $R_F$ .

#### Beregner $R_F$

$$R_F = \frac{U_f}{I_{K_{min\_tavle}}} = \frac{230}{105} = 2,19 \Omega$$

#### Beregner $I_{k_{min}}$ brugsgenstand

Her skal ledningsmodstandenden  $RL_1$  fra spændingsfaldet bruges igen

$$I_{k_{min\_brugsgenstand}} = \frac{U_f}{(R_F + (RL_1 \times 2) \times 1,5)} = \text{A} = \frac{230}{(2,19 + (0,2904 \times 2) \times 1,5)} = 75,13 \text{ A}$$

$$I_n \text{ sikrings størrelse} = 10 \text{ A}$$

Aflæst sikringens smelte tid  $t_s = 0,1 \text{ sek.}$

$$t = \left( \frac{(K \times S)}{I_{K_{min\_brugsgenstand}}} \right)^2 = \left( \frac{(143 \times 1,5)}{75,13} \right)^2 = 8,15 \text{ sek.}$$

$$t \geq t_s = 8,15 \text{ sek.} \geq 0,1 \text{ sek.}$$

Kortslutning beskyttelsen er hermed ok

<sup>5</sup> jf. DS-håndbogen 60364 kap.434.5.2

## 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 Ohm er pr. kilometer.**

Her regnes Ledningsmodstanden  $R_{Ledning}$

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

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

Nu kan  $\Delta U$  regnes da man har  $R_{Ledning}$

### 1 faset spændingsfald

Formel eks. På udregning af  $\Delta U$  for 1 fasede installation **husk at  $U_f = 230 \text{ V}$**

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

Spændingsfald i %

Formel eks. På udregning af  $\Delta U$  i %

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

### 2 faset spændingsfald

Formel eks. På udregning af  $\Delta U$  for 2 fasede installation **husk at  $U_f = 400 \text{ V}$**

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

Spændingsfald i %

Formel eks. På udregning af  $\Delta U$  i %

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

### 3 faset spændingsfald

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

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

Spændingsfald i %

Formel eks. På udregning af  $\Delta U$  i %

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

## Hvad er $I_{kmin}$ kortslutning strøm

$I_{kmin}$  – vedrører kortslutningsstrømme i kabler – Kortslutninger mellem fase og nul kaldes for "Line" (engelsk) og kortslutninger mellem fase og jord kaldes for "Loop". Det følgende vedrører udregning af  $I_{kmin}$  for line-kortslutninger, altså en fase/nul kortslutning. Til udregning af denne bruges altid  $U = 230V$  og ikke f.eks.  $400V$ , da der tages udgangspunkt i én fases kortslutning. Kortslutninger mellem fase og jord, udregnes ikke med  $I_{k,min}$ , men tager udgangspunkt i en måling af overgangsmodstanden til jord.

$$I_{K_{min}} = \frac{U_f}{R_F} =$$

## Fællesregulativet oplyser til $I_{kmin}$

Jf. Fællesregulativet er  $I_{k,min}$  ved gravstenen lig med 5 gange forsikringen i gravstenen, medmindre andet er kendt. Denne bruges ved udregning af  $R_F$ .

Formel eks. På udregning af forsyning punktets modstand  $R_F$

$$R_F = \frac{U_f}{I_{K_{min}}} =$$

## Beregning af $I_{kmin}$

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 Ohm er pr. kilometer.**

Formel eks. På udregning af kablets modstand

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

Nu kan  $I_{kmin}$  regnes da man har både  $R_F$  og  $R_{\text{Ledning}}$

Formel eks. På udregning af  $I_{kmin}$

$$I_{kmin} = \frac{U_f}{(R_F + (R_{L1} \times 2) \times 1,5)} = A$$

Ved flere kabler (stikledning og gruppeledning):

$$I_{kmin} = \frac{U_f}{(R_F + ((R_{L1} + R_{L2}) \times 2) \times 1,5)} = A$$

Nu har man fundet  $I_{kmin}$  så kan man foretage kontrol af KB kortslutningsbeskyttelse.

## Kontrol af kortslutningsbeskyttelse KB med smeltesikring

Når man kontrollere KB er det for at sikre sig at kablet kan klare det energigennemslip der sker ved en kortslutning i en given tid.

Her det vigtigt man går ind og aflæser sikringens smeltetid  $t_s$  i smelte kurven ud fra sikringens størrelse.

Dette aflæses på siden under smelte kurver.

Sikrings smeltetid =  $t_s$  skal være mindre end kablets beregnede tid =  $t$

$$t = \left( \frac{(K \times S)}{IK_{min}} \right)^2 =$$

$t$  er tiden udtrykt i s

$S$  er tværsnittet udtrykt i  $mm^2$

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

$k$  er en faktor udtrykt i  $A \cdot s^{1/2} \cdot mm^{-2}$ , 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.

Disse værdier findes under k-faktor tabel 2

## KB Kontrol af sikringens smeltetid

Metode 1:

$$I_{k_{minbrug}} = \text{_____} A$$

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

$$\text{Aflæst sikringens smelte tid på side 59 } t_s = \text{_____} \text{ sek.}$$

$$t = \left( \frac{(K \times S)}{I_{K_{min}}} \right)^2 = \text{_____} \text{ sek.}$$

$$t \geq t_s$$

Metode 2:

**Kontrol af energigennemslip:**

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

$$\varepsilon_{smelte sikring} = I_{k_{min\_brugsgenstand}} \text{ aflæst i simaris}$$

$$\varepsilon_{kabel-W} \geq \varepsilon_{smelte sikring}$$

## Hvad er $I_{kmax}$ kortslutningsstrøm

$I_{k,max}$  – vedrører kortslutningsstrømme i materiel –  $I_{k,max}$ -kortslutninger er kortslutninger mellem 3 faser. I praksis kan man også have kortslutning blot to faser, men med  $I_{k,max}$  forstås den værst tænkelige fasekortslutning, hvilket er en kortslutning mellem alle tre faser. Det angivne  $I_{k,max}$  på materiellet skal kunne holde til den beregnede  $I_{k,max}$

## Fællesregulativet oplyser til $I_{kmax}$

I Fællesregulativet oplyses det at man til brug for udregning af  $I_{k,max\_tavle}$ . Skal man bruge den  $I_{k,max}$  som oplyses i fællesregulativet på 16.000A i gravsten/forsyningspunktet med en faseforskydning på  $\cos \varphi = 0,3$

**Regne eks. Ved forsyning punktet**

$$Z_F = \frac{U_f}{I_{k_{max}}} = \frac{230}{16000} = 0,014375 \ \Omega$$

$$R_F = Z_F \times \cos \varphi = 0,014375 \times 0,3 = 0,0043125 \ \Omega$$

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

$$X_{LF} = Z_F \times \sin \varphi = 0,01437 \times 0,95 = 0,01365 \ \Omega$$

De ovenstående tal kan betragtes som standardværdier for forsyningen, da Fællesregulativet dikterer forudsætningerne.

**Her vælges en stikledning og med regne eks.**

Her tages der udgangspunkt i en installation hvor der er en 16 mm<sup>2</sup> kvadrat stikledning på 20 meter ind til en gruppetafle.

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

$$R_{L\ 16\ mm^2} = (R - værdien \times 10^{-3} \times l)$$

$$R_{L\ 16\ mm^2} = (1,15 \times 10^{-3} \times 20) = 0,023 \ \Omega$$

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

$$X_{L\ 16\ \text{mm}^2} = (X - \text{værdien} \times 10^{-3} \times l)$$

$$X_{L\ 16\ \text{mm}^2} = (0,093 \times 10^{-3} \times 20) = 0,0019$$

Her beregnes den samlede  $I_{K,\text{max}}$  Ved tavlen

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

$$Ik_{Max} = \frac{230}{\sqrt{(0,004343125 + 0,023)^2 + (0,01365 + 0,0019)^2}} = 7301,59\ \text{A}$$

$I_{K,\text{max}}$  er 7.301,59A for enden af 16 kvadratet. Havde der været flere kabler, skulle vi have udregnet R og  $X_L$  for dem også og tilføje dem i formlen, for til sidst at udregne den nye  $I_{K,\text{max}}$

## Smeltesikringsstørrelser.



Amp.	Neozed			NH-sikringer		Diazed	Farver
	D01	D02	D03	DIN00	DIN1	DZ	
2A	JA					JA	Rose
4A	JA					JA	Brun
6A	JA			JA		JA	Grøn
10A	JA			JA		JA	Rød
13A	JA						Sort
16A	JA			JA		JA	Grå
20A		JA		JA		JA	Blå
25A		JA		JA		JA	Gul
32A				JA			
35A		JA		JA	JA	JA	Sort
40A				JA	JA		
50A		JA		JA	JA	JA	Hvid
63A		JA		JA	JA	JA	Kobber
80A			JA	JA	JA	JA	
100A			JA	JA	JA	JA	
125A				JA	JA		
160A				JA	JA		
200A					JA		
224A					JA		
250A					JA		

NEOZED, DIAXED og NH- sikringer er universalsikringer med gG (g) karakteristik i ht. IEC 269. g: beskytter mod overbelastning og kortslutning G(I) : ledninger

DIA=diameter og ZED=zweiteilige (todelt) opfundet 1904. (Siemens patent 1908) DII - DIII - DIV

NEO=ny og ZED=zweiteilige (todelt) opfundet 1967. D01 – D02 – D03

## Automatsikringsstørrelser – MCB

	In	Trip-cur.	Ikmax
<b>5SX2/5SX4...-6</b>			
Characteristic B	6	30	6/10
	10	50	6/10
	13	65	6/10
	16	80	6/10
	20	100	6/10
	25	125	6/10
	32	160	6/10
	40	200	6/10
	50	250	6/10
<b>5SX2/5SX4...-7</b>			
Characteristic C	0.5	5	6/10
	1	10	6/10
	1.6	16	6/10
	2	20	6/10
	3	30	6/10
	4	40	6/10
	6	60	6/10
	8	80	6/10
	10	100	6/10
	13	130	6/10
	16	160	6/10
	20	200	6/10
	25	250	6/10
	32	320	6/10
	40	400	6/10
50	500	6/10	
63	630	6	
<b>5SX2...-8</b>			
Characteristic D	2	40	6
	6	120	6
	10	200	6
	16	320	6
	32	640	6
	40	800	6
	50	1 000	6

## Gruppeafbryder Tytan 1



### Tekniske data

Klassifikation	DIN VDE 0660 part 107, EN 60947, IEC 60947-3
Regulativer	DIN VDE 0636 part 41, IEC 60269-3 DIN VDE 0638, DIN VDE 43880
Poler/håndtering	Én, to eller tre-pol og med udskiftelig sikringskuffe
Anvendelig for sikringer gL, gG, aM	D01: 2, 4, 6, 10 og 16
Omgivelsestemperatur:	-25°C/+100°C
- Lager min/max	-25°C/+60°C
- Drift min/max	max +190°C
Temperature for sikringskuffe	Syntetisk materiale fri for halogen, fosfor og silikone
Isoleringsdele	UL94/V0, filament test 960°C/CTI 600
Brand klassifikation/krybemodstand	IP 20/finger og baghåndsbeskyttet
Tæthedegrad/strømbeskyttelse	
<b>Strømskinner</b>	
Nominal driftsspænding $U_e$	400 V
-AC	Én-polet op til 110 V, to-polet op til 220 V
-DC	16A
Nominal driftsstrøm $I_e$	16A
Nominal konstant strøm $I_u$	16A
Overspændings kategori/Forureningsgrad	IV/3 (DIN VDE 0110)
Kapacitet strøm transient $U_{imp}$	6000 V
Nominal special- spænding AC	440 V, kun til brug ved 440 V sikringsforbindelse
Max. Varme og rumtemperatur	ca. 25°C / håndtering af sikringskuffe ca. 30°C
<b>Tilslutning</b>	
Kabeltilslutning	Skrueterminaler
Tilspændingsmoment MD M6 Pozidriv	1,5...25 mm <sup>2</sup> (max. 2x10 mm <sup>2</sup> ) 3 Nm
<b>Bryder kapacitet</b>	
Nominal kortslutnings kapacitet $I_{cm}$	50kA
Brydekategori	AC 22B
<b>Special performances</b>	
Fejlmelding	Pålidelig blink-indikator
Ledningsindgang	Begge sider
Skruetrækker	Indstillelig Ampere kode i afbryder
Kode-fjeder	Automatisk Ampere kodning i sikringskuffe

## Gruppeafbryder Tytan 2



für: D0 - Fuse links from 2...63A DIN 49522

**400V~, AC22B, 63A, 50kA, Terminal, branch terminal, lockable, sealable, feed in from both sides.**

### Technical Data

#### General

Classification  
Regulation

Fuse-switch-disconnector  
DIN VDE 0660 part 107, EN 60947, IEC 60947-3  
DIN VDE 0636 part 41, IEC 60269-3  
DIN VDE 0638, DIN VDE 43880  
single, double or triple pole and with switchable neutral  
plug-in technique without screw cap, contact pressure incl.  
D01: 2, 4, 6, 10 and 16; D02: 20, 25, 35, 50 and 63

Poles  
Handling  
Suitable for fuses gL, gG, aM  
Ambient air temperature

-Storage min/max  
-Operation min/max

-25°C/+100°C  
-25°C/+60°C

Insulating parts  
Fire classification / creep resistance  
Protection / contact-voltage protection

synthetic material free of halogen, phosphorus and silicone  
UL94/V0, filament test 960°C/CTI 600  
IP 20/finger and backhand protection

#### Power bars

Rated operation voltage  $U_e$   
-AC  
-DC

400V  
single pole up to 110V, double pole up to 220V

Rated operation current  $I_e$   
Rated constant current  $I_n$   
Overvoltage category / Pollution degree  
Rated surge capacity  $U_{imp}$   
Rated special voltage AC  
max. Heating at  $I_n$  and room temperature

63A  
63A  
IV/3 (DIN VDE 0110)  
6000V

#### Connection technique

Terminal - Branch terminal suitable for

440V, only for use with 440V fuse links  
Handling with fuse plugs ca.30°C  
Stainless steel terminal cage without galvanic surface  
a) 1 solid conductor, fine or multiple wires 1,5mm<sup>2</sup> ... 35mm<sup>2</sup>  
b) above: terminal lugs of wiring bars  
under: fine wires with wire end ferrule 6mm<sup>2</sup>  
c) 2 solid conductor fine wires with wire end ferrule  
from each 2 X 1,5mm<sup>2</sup> ... each 2 X 16mm<sup>2</sup>  
3Nm

Torque  $M_D$ , M6 Pozidriv  
**Switching capacity**

Rated short circuit making capacity  $I_{cm}$   
Switching categorie

50kA<sub>eff</sub>  
AC 22B  
DC 21B

#### Special performances

lockable  
sealable  
Fault signal  
Feed in  
Quick mounting device  
Box of spare fuses

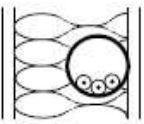
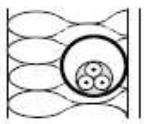
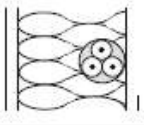
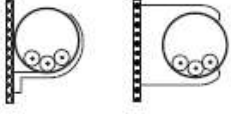
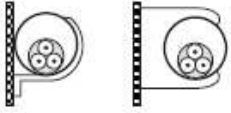
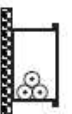



by customary padlock

reliable, by optoelectronic flashing indicator  
both sides  
top hat rail DIN EN 50022

## Fast installation

### Fremføringsmåde


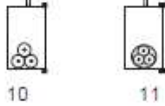
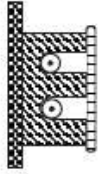


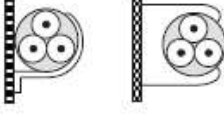

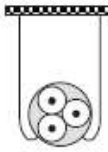
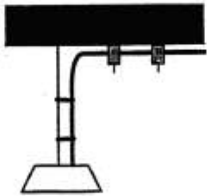
**Tabel A.52.3 – Eksempler på installationsmetoder til anvendelse ved bestemmelse af strømværdier**

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 <sup>a, c</sup>	A1
2	 Rum	Flerlederkabler i rør i en termisk isoleret væg <sup>a, c</sup>	A2
3	 Rum	Flerlederkabler direkte i en termisk isoleret væg <sup>a, c</sup>	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 <sup>c</sup>	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 <sup>c</sup>	B2
6	 6	Isolerede ledere eller enlederkabler i kabelkanal (inklusive kabelkanal med flere rum) på en væg af træ eller murværk – vandret forløb <sup>b</sup> – lodret forløb <sup>b, c</sup>	B1
7	 7		
8	 8	Flerlederkabler i kabelkanal (inklusive kabelkanal med flere rum) på en væg af træ eller murværk – vandret forløb <sup>b</sup> – lodret forløb <sup>b, c</sup>	Under overvejelse <sup>d</sup> Installationsmetode B2 kan anvendes
9	 9		

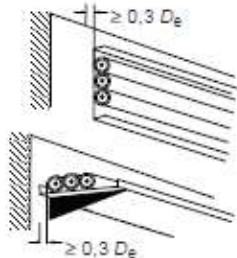
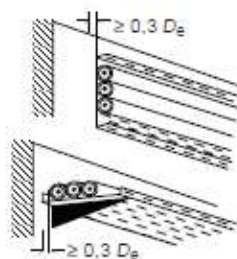
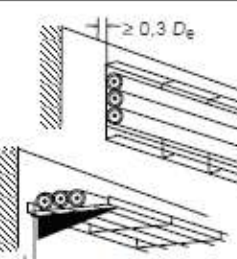
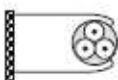
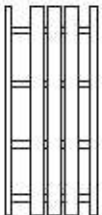
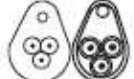

NOTE 1 – Hensigten med illustrationerne er ikke at vise egentlige produkter eller installationsmetoder, men de er vejledende i forhold til den beskrevne installationsmetode.

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

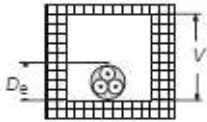
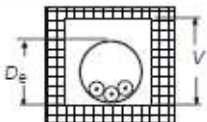
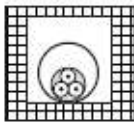
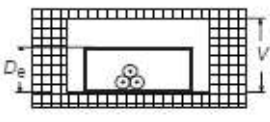
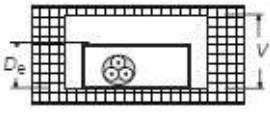
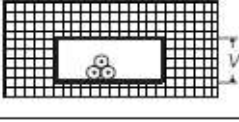
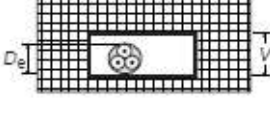
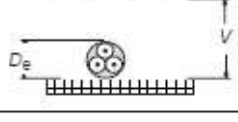
Tabel A.52.3 (fortsat)

Nummer	Installationsmetode	Beskrivelse	Referenceinstallationsmetode til brug ved bestemmelse af strømværdi (se annek B)
10		Isolerede ledere eller enlederkabler i ophængt kabelkanal <sup>b</sup>	B1
11		Flerlederkabel i ophængt kabelkanal <sup>b</sup>	B2
12		Isolerede ledere eller enlederkabler i profilliste <sup>c, e</sup>	A1
15		Isolerede ledere i rør eller enlederkabler eller flerlederkabler i dørfatning <sup>c, f</sup>	A1
16		Isolerede ledere i rør eller enlederkabler eller flerlederkabler i vinduesrammer <sup>c, f</sup>	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 <sup>c</sup>	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

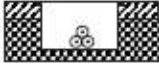
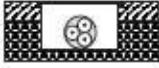
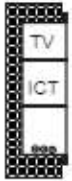

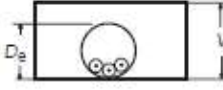
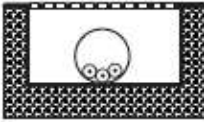
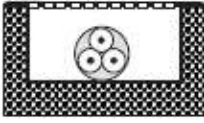
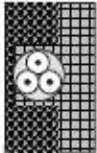
Tabel A.52.3 (fortsat)

Nummer	Installationsmetode	Beskrivelse	Referenceinstallationsmetode til brug ved bestemmelse af strømværdi (se annek B)
30		Enleder- eller flerlederkabler: På uperforerede kabelbakker fremført vandret eller lodret <sup>c, h</sup>	C sammen med nr. 2 i tabel B.52.17
31		Enleder- eller flerlederkabler: På perforerede kabelbakker fremført vandret eller lodret <sup>c, h</sup>  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 <sup>c, h</sup>	E eller F
33		Enleder- eller flerlederkabler: I en større afstand end 0,3 gange kabeldiametere fra en væg	E eller F eller metode G <sup>9</sup>
34		Enleder- eller flerlederkabler: På stiger <sup>c</sup>	E eller F
35		Enleder- eller flerlederkabel nedhængt fra eller bygget sammen med en bærepråd	E eller F
36		Blottede eller isolerede ledere på isolatorer	G


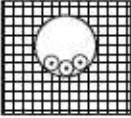
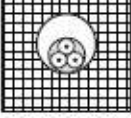

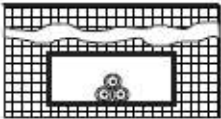
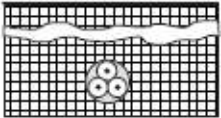
Tabel A.52.3 (fortsat)

Nummer	Installationsmetode	Beskrivelse	Referenceinstallationsmetode til brug ved bestemmelse af strømværdi (se anneks B)
40		Enleder- eller flerlederkabler i et bygningshulrum <sup>c, h, l</sup>	$1,5 D_e \leq V < 5 D_e$ B2 $5 D_e \leq V < 20 D_e$ B1
41		Isoleret leder i rør i et bygningshulrum <sup>c, l, j, k</sup>	$1,5 D_e \leq V < 20 D_e$ B2 $V \geq 20 D_e$ B1
42		Enleder- eller flerlederkabler i rør i et bygningshulrum <sup>c, k</sup>	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 <sup>c, l, j, k</sup>	$1,5 D_e \leq V < 20 D_e$ B2 $V \geq 20 D_e$ B1
44		Enleder- eller flerlederkabel i lukket kabelkanal i et bygningshulrum <sup>c, k</sup>	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 $2 K \cdot m/W^c$ <sup>h, l</sup>	$1,5 D_e \leq V < 5 D_e$ 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 <sup>h, l</sup>	$1,5 D_e \leq V < 5 D_e$ B2 $5 D_e \leq V < 50 D_e$ B1

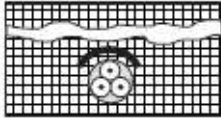
Tabel A.52.3 (fortsat)

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

Tabel A.52.3 (fortsat)


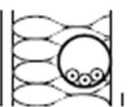


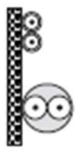
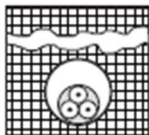
Nummer	Installationsmetode	Beskrivelse	Referenceinstallationsmetode til brug ved bestemmelse af strømværdi (se anneks B)
58		Enleder- eller flerlederkabler direkte i murværk med en termisk modstand på højst $2 \text{ K} \cdot \text{m/W}$ Med supplerende mekanisk beskyttelse <sup>P, P</sup>	C
59		Isolerede ledere eller enlederkabler i rør i murværk <sup>P</sup>	B1
60		Flerlederkabler i rør i murværk <sup>P</sup>	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 <sup>Q</sup>	D2

Tabel A.52.3 (fortsat)

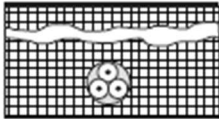
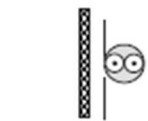
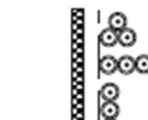
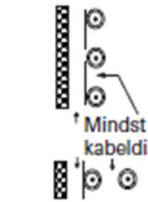
Nummer	Installationsmetode	Beskrivelse	Referenceinstallationsmetode til brug ved bestemmelse af strømværdi (se anneks B)
73		Enleder- eller flerlederkabler med kappe direkte i jord – med supplerende mekanisk beskyttelse <sup>q</sup>	D2
<p><sup>a</sup> Væggens inderbeklædning har en termisk ledningsevne på mindst <math>10 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}</math>.</p> <p><sup>b</sup> 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.</p> <p><sup>c</sup> 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.</p> <p><sup>d</sup> Værdier for referenceinstallationsmetode B2 kan anvendes.</p> <p><sup>e</sup> 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.</p> <p><sup>f</sup> 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.</p> <p><sup>g</sup> Faktorerne i tabel B.52.17 kan også anvendes.</p> <p><sup>h</sup> <math>D_e</math> er den udvendige diameter på et flerlederkabel:            – <math>2,2 \times</math> kabeldiameteren, hvis tre enlederkabler er bundet sammen i trekant, eller            – <math>3 \times</math> kabeldiameteren, hvis tre enlederkabler er bundet sammen i flad formation.</p> <p><sup>i</sup> <math>V</math> 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. Kanalens dybde er vigtigere end bredden.</p> <p><sup>j</sup> <math>D_e</math> er den udvendige diameter af rør eller den lodrette dybde af en lukket kabelkanal.</p> <p><sup>k</sup> <math>D_e</math> er rørets udvendige diameter.</p> <p><sup>m</sup> For flerlederkabler, der installeres i henhold til metode 55, anvendes referencemetode B2.</p> <p><sup>n</sup> 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.</p> <p><sup>o</sup> For kabler med ledere på højst <math>16 \text{ mm}^2</math> kan strømværdien være højere.</p> <p><sup>p</sup> Termisk modstand i murværk er højst <math>2 \text{ K} \cdot \text{m/W}</math>, termen "murværk" dækker også over mursten, beton, gips og lignende (undtagen termisk isolerende materialer).</p> <p><sup>q</sup> Det kan accepteres at tage direkte nedgravede kabler med under dette nummer, når jordens termiske modstand er af størrelsesordenen <math>2,5 \text{ K} \cdot \text{m/W}</math>. Ved mindre modstande er strømværdien for direkte nedgravede kabler betydelig højere end for kabler i lukkede kanaler.</p>			

## Grundlag for strømværdier

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

Referenceinstallationsmetode		Tabel og kolonne							Faktor for omgivelses-temperatur	Reduktions-faktor for samlet fremføring	
		Strømværdier for enkelte strømkredse					-	8			9
		PVC-isoleret		XLPE-/EPR-isoleret		Mineral-isoleret					
		Antal ledere									
2	3	2	3	2 og 3	7	8	9				
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		


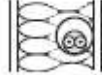




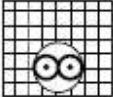
Tabel B.52.1 (fortsat)

Referenceinstallationsmetode		Tabel og kolonne							Faktor for omgivelses-temperatur	Reduktions-faktor for samlet fremføring		
		Strømværdier for enkelte strømkredse					8	9				
		PVC-isoleret		XLPE-/EPR-isoleret		Mineral-isoleret					7	
		Antal ledere										
2	3	2	3	2 og 3								
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 kabel diameter	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 kabel diameter	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 kabel diameter	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 i referencemåde D2, er rettet i forhold til HD60364.







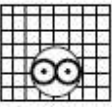
## Strømværdier

**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 <sup>2</sup>	Installationsmetode i tabel B.52.1							
	A1	A2	B1	B2	C	D1	D2	
								
1	2	3	4	5	6	7	8	
<b>Kobber</b>								
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	
<b>Aluminium</b>								
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	

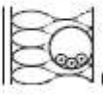
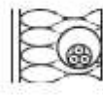



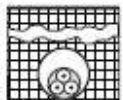

NOTE – I kolonne 3, 5, 6, 7 og 8 er det antaget, at ledere er runde for tværsnit til og med 16 mm<sup>2</sup>. Værdier for større tværsnit gælder for sektorformede ledere og kan med sikkerhed anvendes for runde ledere.

**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 <sup>2</sup>	Installationsmetode i tabel B.52.1							
	A1	A2	B1	B2	C	D1	D2	
								
1	2	3	4	5	6	7	8	
<b>Kobber</b>								
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	
<b>Aluminium</b>								
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	

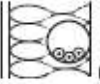
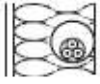





NOTE – I kolonne 3, 5, 6, 7 og 8 er det antaget, at ledere er runde for tværsnit til og med 16 mm<sup>2</sup>. Værdier for større tværsnit gælder for sektorformede ledere og kan med sikkerhed anvendes for runde ledere.

**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 <sup>2</sup>	Installationsmetode i tabel B.52.1							
	A1	A2	B1	B2	C	D1	D2	
								
1	2	3	4	5	6	7	8	
<b>Kobber</b>								
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	
<b>Aluminium</b>								
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	

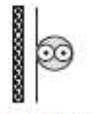
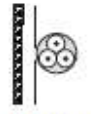
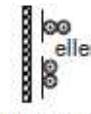
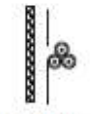

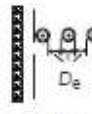
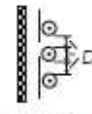
NOTE – I kolonne 3, 5, 6, 7 og 8 er det antaget, at ledere er runde for tværsnit til og med 16 mm<sup>2</sup>. Værdier for større tværsnit gælder for sektorformede ledere og kan med sikkerhed anvendes for runde ledere.

**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 <sup>2</sup>	Installationsmetode i tabel B.52.1						
	A1	A2	B1	B2	C	D1	D2
							
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Kobber</b>							
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
<b>Aluminium</b>							
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<sup>2</sup>. Værdier for større tværsnit gælder for sektorformede ledere og kan med sikkerhed anvendes for runde ledere.

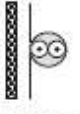
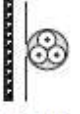



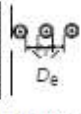
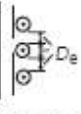
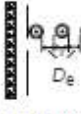
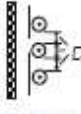
**Tabel B.52.10 – Strømværdier i ampere for installationsmetode E, F og G i tabel B.52.1 – PVC-isolering, kobberledere – Ledertemperatur: 70 °C, referenceomgivelsestemperatur: 30 °C**

Nominelt ledertværsnit mm <sup>2</sup>	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
							
Installationsmetode E	Installationsmetode E	Installationsmetode F	Installationsmetode F	Installationsmetode F	Installationsmetode G	Installationsmetode 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 mm<sup>2</sup>. Værdier for større tværsnit gælder for sektorformede ledere og kan med sikkerhed anvendes for runde ledere.

NOTE 2 –  $D_e$  er kablets udvendige diameter.

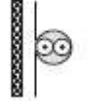




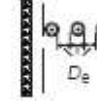
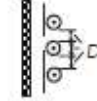
**Tabel B.52.11 – Strømværdier i ampere for installationsmetode E, F og G i tabel B.52.1 – PVC-isolering, aluminiumledere – Ledertemperatur: 70 °C, referenceomgivelsestemperatur: 30 °C**

Nominelt leder-tværsnit mm <sup>2</sup>	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
		 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 mm<sup>2</sup>. Værdier for større tværsnit gælder for sektorformede ledere og kan med sikkerhed anvendes for runde ledere.

NOTE 2 –  $D_e$  er kablets udvendige diameter.

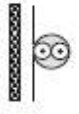


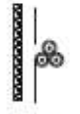

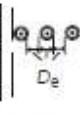
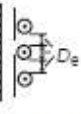
**Tabel B.52.12 – Strømværdier i ampere for installationsmetode E, F og G i tabel B.52.1 – XLPE- eller EPR-isolering, kobberledere – Ledertemperatur: 90 °C, referenceomgivelsestemperatur: 30 °C**

Nominelt ledertværsnit mm <sup>2</sup>	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
							
Installationsmetode E	Installationsmetode E	Installationsmetode F	Installationsmetode F	Installationsmetode F	Installationsmetode G	Installationsmetode 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<sup>2</sup>. 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.52.13 – 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 ledertværsnit mm <sup>2</sup>	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 mm<sup>2</sup>. Værdier for større tværsnit gælder for sektorformede ledere og kan med sikkerhed anvendes for runde ledere.

NOTE 2 –  $D_e$  er kablets udvendige diameter.

## Korrektionsfaktor for temperatur i luft Kft.

Denne tabel bruges ved temperaturstigning i fast installation og tilledninger/bøjeligledning

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

Omgivelses- temperatur <sup>a</sup> °C	Isolering			
	PVC	XLPE og EPR	Mineral <sup>a</sup>	
			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

<sup>a</sup> Kontakt producenten for højere omgivelsestemperaturer.

## 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

## 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.

## 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 uperforeret 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.

## Strøm værdier for tilledninger/bøjeligledning



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

Tværsnit mm <sup>2</sup>	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: Strømværdier med udgangspunkt i HD 516 S2: 1997 for PKLF<sup>®</sup>, PKL<sup>®</sup>, PKA<sup>®</sup>, NOPKLF<sup>®</sup>, NOPKL<sup>®</sup>, NOPKA<sup>®</sup> ved en omgivelsestemperatur på 30 °C**

Tværsnit mm <sup>2</sup>	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

## Skemaer over kablernes ohmske modstande R-værdierne.

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
mm <sup>2</sup>	ohm/km	ohm/km	ohm/km	ohm/km	ohm/km	ohm/km	ohm/km	ohm/km
<b>Kobber</b>								
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
<b>Aluminium</b>								
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

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 <sup>2</sup>	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
<b>Kobber</b>								
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

## Skemaer over reaktansen kablernes ohmske modstande X-værdierne

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™ <sup>a)</sup>	NOIK®-AL-M	NOSP-CU™ NOSP-AL™	NOSP-CU™ NOSP-AL™
mm <sup>2</sup>	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			

X-værdien for tilledninger/bøjeligledning



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

Tværsnit  mm <sup>2</sup>	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	

## Spændingsfalds tabel

### 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 <sup>a</sup>	6	8
<p><sup>a</sup> Det anbefales, at spændingsfald inden for grupper så vidt muligt ikke overstiger de værdier, der er angivet under installationstype A.</p> <p>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 %.</p> <p>Spændingsfaldet fastsættes ud fra strømforbrugende materiels behov, og der anvendes samtidighedsfaktorer, hvor det er relevant, eller ud fra værdierne af strømkredsenes dimensioneringsstrøm.</p>		

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.

## K-faktor fra DS-60364

Denne tabel er hentet fra DS/HD-60364.

**Tabel 2 – *k*-værdier for ledere**

Ejendommeligheder eller forhold	Type af lederisolering							
	PVC		PVC		EPR	Gummi 60 °C	Mineral	
	Thermoplastisk 70 °C		Thermoplastisk 90 °C		XLPE Termohærdende	Termohærdende	PVC med kappe	Blanke uden kappe
Ledertværsnit mm <sup>2</sup>	≤ 300	> 300	≤ 300	> 300				
Starttemperatur °C	70		90		90	60	70	105
Maksimal kortslutnings-temperatur °C	160	140	160	140	250	200	160	250
Ledermateriale:								
<i>k</i> -værdi for kobber	115	103	100	86	143	141	115	135 til 115 <sup>a</sup>
<i>k</i> -værdi for aluminium	76	68	66	57	94	93	-	-
<i>k</i> -værdi for tinlodede samlinger af kobberledere	115	-	-	-	-	-	-	-

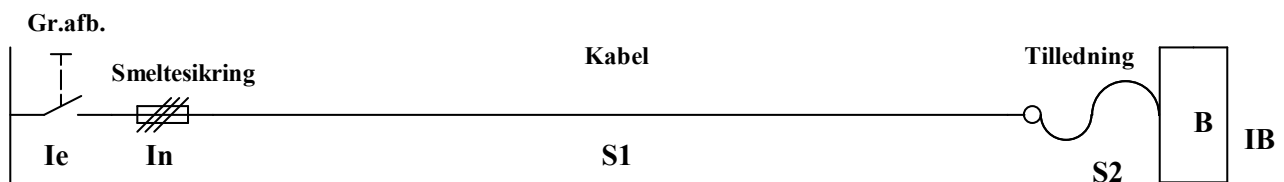
## Bilag

### Dimensionering af installation med tilledning

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 ( $\Delta U$ )
8. Kontrol af kortslutningsbeskyttelse (KB)

#### Dimensionerings eksempel opgave 1:



Installations data:

- Temperaturen i installationen = 30 °C
- Kabel fremført direkte i termisk isoleret væg.
- Brugsgenstand: Elkedel  $U = 400 \text{ V} / P = 4000 \text{ W} / I = 15 \text{ A}$
- Kablet er et XLPE-kabel
- Kablets længde  $S1 = 24 \text{ m}$
- Tilledningens længde  $S2 \text{ pkaj} = 2 \text{ M}$
- Ikmin tavle: 175 A
- Ikmax tavle: 5 kA

1. Find/ Bestem belastningsstrømmen ud fra brugsgenstanden  
Her på elkedlen kan belastningsstrømmen aflæses.

Belastningsstrømmen **IB = 15 A**

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

$In$  = indsæt sikringsstørrelsen       $Type$  = sikringstypen om det er Dz / D0 sikring

Valg af smeltesikring se tabel 1

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

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

Fortag valg af gruppeafbryderen

$I_{e1}$  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 maksimale kortslutningsniveau materiellet kan klare.

$I_{kmax}$  er den kortslutning, der er oplyst eller beregnet f.eks. Tabellen.

Valg af gruppeafbryderen foretages.

$$I_n \leq I_e = 16 A \leq 16 A$$

Type: Tytan 1, 3 polet+ N

$$I_{cm} \geq I_{kmax} = 50 kA \geq 5 kA$$

4. 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 $S_1$

$$I_n \leq I_z$$

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

Installations metode nr. = 3

Referenceinstallationsmetode = A1

Før der vælges tværsnit kan den nødvendige strømværdi findes:

$$I_{z_{nød}} = \frac{I_n}{k_{fs} \cdot k_{ft}} = \frac{16A}{1 \cdot 1} = 16A$$

Her efter henvises vi 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

$$I_{z_{korr}} = I_{z1} \cdot k_{ft} \cdot k_{fs} = 19A \cdot 1 \cdot 1 = 19A$$

5. 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<sub>2</sub>**

$$I_n \leq I_z$$

Før der vælges tværsnit kan den nødvendige strømværdi findes:

$$I_{z_{nød}} = \frac{I_n}{kft} = \frac{16A}{1} = 16A$$

Ved valg af til tilledning se strømværdien fra fabrikantens tabel 46, 70 graders kabel.

$$S_2 = 1,5 \text{ mm}^2 \qquad I_{z_2} = 16 \text{ A} \qquad \text{Kables isolationstype} = \text{PKAJ}$$

$$I_{z_{korr2}} = I_{z_2} \cdot kft_2 = 16A \cdot 1 = 16A$$

6. 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 opfyldt<sup>6</sup>

Kontrol af OB (overbelastnings beskyttelse) S<sub>1</sub> og S<sub>2</sub>

$$\text{Betingelse 1} = S_1 = I_b \leq I_n \leq I_{z_{korr1}} = 15 \text{ A} \leq 16 \text{ A} \leq 19 \text{ A}$$

$$\text{Betingelse 1} = S_2 = I_b \leq I_n \leq I_{z_{korr}} = 15 \text{ A} \leq 16 \text{ A} \leq 16 \text{ A}$$

7. Når der foretages kontrol af spændingsfaldet<sup>7</sup> ( $\Delta U$ ) beregner vi det ved hjælp af kabel producentens ledningsmodstande, som oplyses i skemaet: kablernes ohmske modstande ( R-værdien ). Her beregnes spændingsfaldet som 3 faset da installationen er 1 faset.

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

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

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

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

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

<sup>6</sup> Jf. DS-HÅNDBOG 60364. kap. 433.

<sup>7</sup> jf. DS-håndbogen 60364 kap.525 tabel G.52.1

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

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

### 8. Kontrol af KB (Kortslutning beskyttelse)<sup>8</sup>

Her kontrolleres udløser tiden for smeltesikringen og om kablet kan klare, den tid som sikringen er om at springe ved kortslutningen der udvikles ved en  $I_{k_{min}}$  kortslutning. Her skal kablets tid være større end sikringens smeltetid.

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 eller tilledningen/bøjeligledning er lavere end sikringens vil man skulle fortage nyt valg af kablet. Indtil det er i orden.

I installations info mangler der  $I_{k_{min}}$  tavle, for at vi kan fortage kontrol Kortslutning beskyttelsen af vores installation.

$$I_{k_{min\_tavle}} = 175 \text{ A}$$

#### Kontrol af KB (Kortslutning beskyttelse) S<sub>2</sub>

Det første der skal beregnes er  $I_{k_{min}}$  ved brugsgenstanden. For at den kan beregnes skal vi beregne forsyningens modstanden **R<sub>F</sub>**.

#### Beregner R<sub>F</sub>

$$R_F = \frac{U_f}{I_{k_{min\_tavle}}} = \frac{230}{175} = 1,314 \Omega$$

#### Beregner $I_{k_{min}}$ brugsgenstand

Her skal ledningsmodstandenden  $R_{L1}$  fra spændingsfaldet bruges igen

$$I_{k_{min\_brugsgenstand}} = \frac{U_f}{(R_F + (\sum R_L \times 2) \times 1,5)} = A = \frac{230}{(1,314 + (0,317 \times 2) \times 1,5)} = 101,95 \text{ A}$$

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

Aflæst sikringens smelte tid  $t_s = 0,2 \text{ sek.}$

$$t = \left( \frac{(K \times S)}{I_{k_{min\_brugsgenstand}}} \right)^2 = \left( \frac{(115 \times 1,5)}{101,95} \right)^2 = 2,86 \text{ sek.}$$

$$t \geq t_s = 2,86 \text{ sek.} \geq 0,2 \text{ sek.}$$

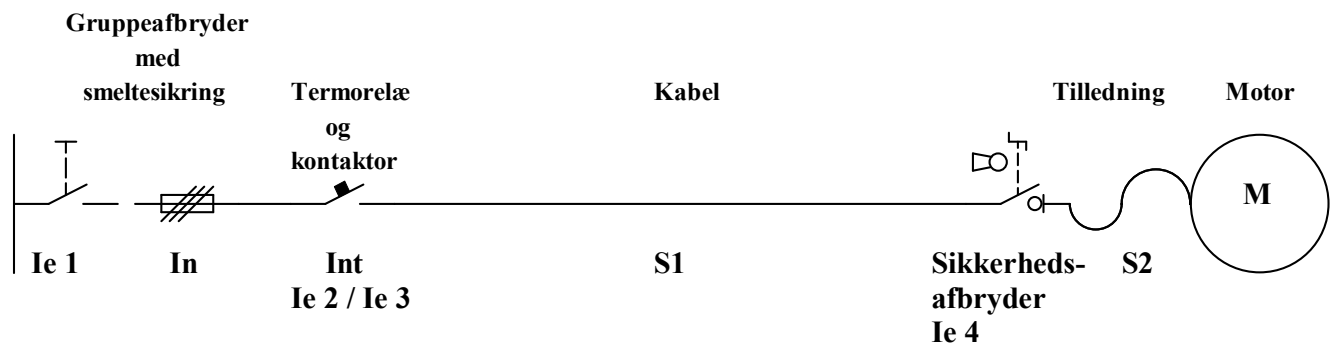
Kortslutning beskyttelsen er hermed ok

<sup>8</sup> jf. DS-håndbogen 60364 kap.434.5.2

## 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 ( $IB \leq Int \leq Iz$ )
10. Kontrol af spændingsfald ( $\Delta U$ )
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
- Ikmax tavle: 10 kA
- Motorens  $IB = 23,3 \text{ A}$   $\cos\varphi = 0,7$

1. Find/ Bestem belastningsstrømmen ud fra brugsgenstanden  
Her på motorens mærkeplade, kan belastningsstrømmen aflæses.

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

2. 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.

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, dividerer sin startstrøm ved direkte start  $I_{st}$  med en faktor på 4 denne faktor er fast i formlen herunder.

Formel:

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

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

$$I_{n1} \geq \frac{I_{st}}{4} = ? \text{ A}$$

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

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 her under.

$$I_B * 1,5 = ? \text{ A}$$

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

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

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

**Valg af sikring ud fra metode 2**

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

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

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

Valg af gruppe afbryderen foretages.

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

Type: Tytan 2 3 polet+ N

$$I_{cm} \geq I_{kmax\ tavle} = 50 kA \geq 10 kA$$

4. 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*

Koordinations type: Koordinations typen er om termorelæet kan klare en genindkobling efter en let på svejsning på termorelæets kontakt sæt.

Koordinations type 1 er med henblik på at når der sker en kortslutning på kontaktsættet. Er det for at beskytte personel og maskinen installation. **DETTE SKAL SKIFTES EFTER en kortslutning på termorelæets kontakt sæt.**

Koordinations type 2 kan klare en genindkobling efter en let på svejsning på termorelæets kontakt sæt uden at termorelæet skal skiftes. **DENNE KAN GENINDKOBLES efter en let på svejsning på termorelæets kontakt sæt.**

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

Valg af termorelæ foretages.

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

*Område = 19 A – 25 A*

*Indstilling = 23,3 A*

*Max forsikring =  $I_{e2} \geq I_n = 63 A \geq 35 A$  Type = Ti25C*

Koordinations type 2

5. 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

$$Max\ forsikring = Ie_3$$

Valg af kontaktoer foretages.

Type: Ci 25

$$Max\ forsikring = Ie_3 = 25\ A$$

6. Valg af reparationsafbryder/service afbryder/ sikkerhedsafbryder  $Ie_4$

$$Ie_4 \geq In_{termo}$$

Type = Typen på reparationsafbryder /fabrikanten.

Valg af sikkerhedsafbryder foretages

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

Type = LBAS325TPN

7. Foretag valg af kabel S1/W1. her vælges billede ud fra hvordan kablet er fremført og her skal kablets strøm værdi ( $Iz$ ) være større eller lig med termorelæets indstillede værdi ( $In_t$ ).

**Valg af ledertværsnit / kabel  $S_1$**

$$In_t \leq Iz_1$$

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

Installations metode nr. = 32

Referenceinstallationsmetode = E

Før der vælges tværsnit kan den nødvendige strømværdi findes:

$$Iz_{nød} = \frac{In_t}{kfs \cdot kft} = \frac{23,3A}{1 \cdot 1} = 23,3A$$

Herefter henvises vi tabel B52.1

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

Tabel: B52.12 kolonne : 3

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

$$Iz_1 = 32\ A$$

Kables isolationstype = XLPE

$$I_{Z_{korr1}} = I_{Z_1} \cdot k_{ft} \cdot k_{fs} = 32A \cdot 1 \cdot 1 = 32A$$

8. 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<sub>2</sub>

$$I_n \leq I_z$$

Før der vælges tværsnit kan den nødvendige strømværdi findes:

$$I_{Z_{nød}} = \frac{I_{n_t}}{k_{fs}} = \frac{23,3A}{1} = 23,3A$$

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

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

$$I_{Z_1} = 30 \text{ A}$$

Kables isolationstype =GKAJ

$$I_{Z_{korr}} = I_{Z_2} \cdot k_{ft} = 30A \cdot 1 = 30A$$

Gummikabel: 4g4mm<sup>2</sup>

9. 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 opfyldt<sup>9</sup>

Kontrol af OB (overbelastnings beskyttelse) S<sub>1</sub> og S<sub>2</sub>

$$\text{Betingelse 1} = S_1 = I_b \leq I_{nt} \leq I_{Z_{korr1}} = 23,3 \text{ A} \leq 23,3 \text{ A} \leq 32 \text{ A}$$

$$\text{Betingelse 1} = S_2 = I_b \leq I_{nt} \leq I_{Z_{korr2}} = 23,3 \text{ A} \leq 23,3 \text{ A} \leq 30 \text{ A}$$

OB OK

10. Når der foretages kontrol af spændingsfaldet<sup>10</sup> ( $\Delta U$ ) beregner vi det ved hjælp af kabel producentens ledningsmodstande, som oplyses i skemaet: kablernes ohmske modstande ( $R$ -værdien) . Her beregnes spændingsfaldet som 3 faset da installationen er 1 faset.

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

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

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

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

<sup>9</sup> Jf. DS-HÅNDBOG 60364. kap. 433.

<sup>10</sup> jf. DS-håndbogen 60364 kap.525 tabel G.52.1

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

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

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

#### 11. Kontrol af KB (Kortslutning beskyttelse)<sup>11</sup>

Her kontrolleres udløser tiden for smeltesikringen og om kablet kan klare, den tid som sikringen er om at springe ved kortslutningen der udvikles ved en  $I_{k_{min}}$  kortslutning. Her skal kablets tid værre større end sikringen smeltetid.

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 eller tilledningen/bøjeligledning er lavere end sikringens vil man skulle fortage nyt valg af kablet. Indtil det er i orden.

I installations info mangler der  $I_{k_{min}}$  tavle, for at vi kan fortage kontrol Kortslutning beskyttelsen af vores installation.

$$I_{k_{min\_tavle}} = 175 A$$

#### Kontrol af KB (Kortslutning beskyttelse) $S_2$

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

#### Beregner $R_f$

$$R_f = \frac{U_f}{I_{k_{min\_tavle}}} = \frac{230}{175} = 1,314 \Omega$$

#### Beregner $I_{k_{min}}$ brugsgenstand

Her skal ledningsmodstandenden  $Rl_1$  fra spændingsfaldet bruges igen

$$I_{k_{min\_brugsgenstand}} = \frac{U_f}{(R_f + (\sum Rl \times 2) \times 1,5)} = A = \frac{230}{(1,314 + (0,1877 \times 2) \times 1,5)} = 122,53 A$$

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

Aflæst sikringens smelte tid  $t_s = 5 \text{ sek.}$

$$t_{S1} = \left( \frac{(K \times S)}{I_{k_{min\_brugsgenstand}}} \right)^2 = \left( \frac{(143 \times 2,5)}{122,53} \right)^2 = 8,51 \text{ sek.}$$

<sup>11</sup> jf. DS-håndbogen 60364 kap.434.5.2

$$t_{S2} = \left( \frac{(K \times S)}{IK_{\min\_brugsgenstand}} \right)^2 = \left( \frac{(141 \times 4)}{122,53} \right)^2 = 21,19 \text{ sek.}$$

$$t_{S1} \geq t_s = 8,51 \text{ sek.} \geq 5 \text{ sek.}$$

Kortslutning beskyttelsen er hermed ok

AC-3 belastning $U_0$ 220-240V kW	$U_n$ 380-690 V kW	$I_0$ A	Hovedkreds			EAN 13 nr. 570242- Spolspænding 2)			Best. nr. 1)	Type		
			$I_{th}^{5)}$ (AC-1) Åben A	$I_{th}^{6)}$ (AC-1) Kapslet A	Max. $I_{th}^{7)}$ (AC-1) Åben A	Hoved- kontakter (slutte) Antal	Hjælpe- kontakter påbygnings- mulighed Antal	24 V, 50 Hz			220-230 V, 50 Hz	380-400 V, 50 Hz
1.5	2.2	6	20	16	-	3	1-4	3055258	2106692	3057382	037H0015	CI 6 3)
1.5	2.2	6	20	16	-	4	1-4	3048762	2106722	3057535	037H0018	CI 6 3)
2.2	4.0	9	25	16	-	3	1-4	3007196	3021178	3004485	037H0021	CI 9
2.2	4.0	9	25	16	-	4	1-4	3009480	3012459	3012329	037H0022	CI 9
3.0	5.5	12	25	20	-	3	1-4	3009053	3015252	3009961	037H0031	CI 12
3.0	5.5	12	25	20	-	4	1-4	3016105	3010554	3022120	037H0032	CI 12
4.0	7.5 4)	16	25	20	-	3	1-4	3030330	3027668	3028245	037H0049	CI 15
4.0	7.5 4)	16	25	20	30	4	1-4	3057283	3027699	3054633	037H0050	CI 15
4.0	7.5 4)	16	40	25	45	3	1-4	3005109	3007069	3010738	037H0041	CI 16
5.5	10.0	20	40	25	45	3	1-4	3054619	2106821	3057436	037H0045	CI 20
5.5	11.0	25	40	25	45	3	1-4	3000807	3009985	3023431	037H0051	CI 25
8.5	15.0	32	40	30	50	3	1-4	3057504	3046928	3057528	037H0055	CI 30
8.5	15.0	32	63	63	-	3	1-4	3021864	3009237	3004683	037H0061	CI 32
10.0	18.5 4)	37	80	63	-	3	1-4	3057399	2106661	3057405	037H0056	CI 37
11.0	22.0 4)	45	80	80	90	3	1-4	3000661	3008155	3017379	037H0071	CI 45
15.0	25.0 4)	52	80	80	90	3	1-4	3057338	3046874	3057498	037H0080	CI 50

1) Spolspænding/frekvens eller Appendix-nr. (se nedenstående skema) tilføjes Danfoss best.nr.

2) Andre spolspændinger, se nedenstående skema

3) Styrelæ, 2 A, AC-15

4) Den termiske strøm værdi  $I_{th}$  angiver den maksimale belastning ved 40°C

5) Den termiske strøm værdi  $I_{th60}$  angiver den maksimale belastning ved 60°C

## Kontaktor



Termorelæer TI 16C, TI 25C og TI 30C til kontaktorer CI 6-30

Motorværm A	Område Y/D starter A	gl. gl. gG		Max. for-sikring <sup>1)</sup>		HRC <sup>2)</sup> Form II A	EAN 13 nr. 57024230-	Best.nr.	Type
		type 1 A	type 2 A	type 1 A	type 2 A				
0.13-0.20	-	25	-	32	-	1	18895	047H0200	TI 16C
0.19-0.29	-	25	-	32	2	1	17065	047H0201	
0.27-0.42	-	25	2	32	2	1	13487	047H0202	
0.4-0.62	-	25	4	32	4	1	03563	047H0203	
0.6-0.92	-	25	4	32	6	3	17614	047H0204	
0.85-1.3	-	25	4	32	6	3	06748	047H0205	
1.2-1.9	-	25	6	32	10	6	18383	047H0206	
1.8-2.8	3.2-4.8	25	6	32	10	15	14293	047H0207	
2.7-4.2	4.7-7.3	25	16	32	20	15	14392	047H0208	
4.0-6.2	6.9-10.7	35	20	40	25	15	06717	047H0209	
6.0-9.2	10-16	50	20	50	25	35	07097	047H0210	
8.0-12	13-20.8	63	25	63	32	35	08193	047H0211	
11-16	19-27	80	25	80	32	50	15856	047H0212	
15-20	26-35	80	35 <sup>3)</sup>	80	40	60	03594	047H0213	TI 25C
19-25	33-43	80	63	80	63	60	15405	047H0214	
24-32	41-55	80	63	80	63	60	69156	047H0215	TI 30C

<sup>1)</sup> Efter IEC 947-4 koordinationsstype 1 og 2:

Koordinationsstype 1: Enhver skade på motorværnet er tilladt. Er motorværnet i en kapsling må denne ikke vise udvendige skader.

Efter kortslutning skal termorelæet udskiftes helt eller delvist.

<sup>2)</sup> Koordinationsstype 2: Der må ikke ske nogen skade på motorværnet. Dog accepteres let kontaktbrænding og svejsning af kontakterne.

<sup>3)</sup> Efter HRC-form II gælder for type TI 16 C, TI 25 C og TI 30 C for anvendelse i Canada og USA

<sup>4)</sup> 50 A i Norge

**Valg af termorelæ**

Termorelæet vælges ud fra motorens

fuldlaststrøm og startmetode:

- Ved direkte start benyttes området for motorværn.
- Ved stjerne/trekant start benyttes området for Y/D starter.

**Eksempel:**

Fuldlaststrøm: 16 A.

- Til direkte start passer motorværnsområdet 11-16 A, dvs. termorelæ **047H0212**
  - Til stjerne/trekant start er det bedste Y/D starterområdet 10-16 A, dvs. termorelæ **047H0210**.
- Området 13-20.8 A kunne også benyttes, men termorelæ 047H0211 vil ikke udløse lige så hurtigt ved udfald af én fase.

Termorelæ



## Sikkerhedsafbryder

Rated operational current/power		Enclosure size [mm]			Type	Ordering number	Weight [kg]	
AC23A	500V	H	W	D				
	690V							
Selector handle, dark grey cover								
37kW/58A	37kW/20A	2xM40/2xM40+1xM16	160	230	145	LBAS675TPN	2CMA142633R1000	1,75

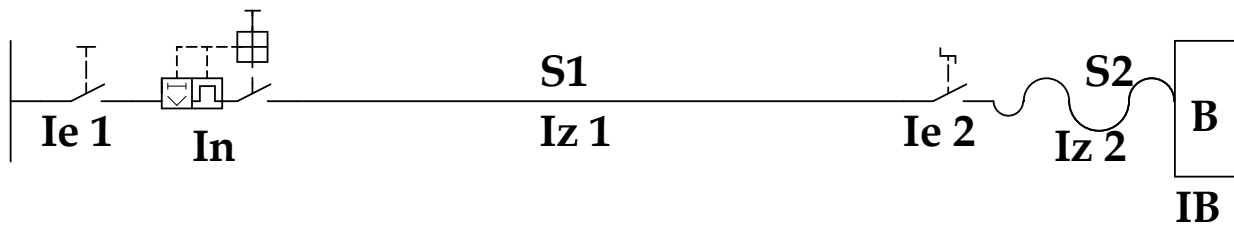
## Side operated safety switches, 3 and 4-pole

### 3-pole, cable entries from top and bottom

The delivery includes: dark grey plastic handle, neutral and PE terminal, 1 NO auxiliary contact, cable entries with metric threaded holes with membrane glands/sealing plugs IP54. For IP65 protection compression glands must be used. The switch-disconnector is lockable.

Rated operational current/power		Enclosure size [mm]			Type	Ordering number	Weight [kg]	
AC23A	500V	H	W	D				
	690V							
Dark grey side-operated handle, dark grey cover								
7.5kW/16A	7.5kW/10A	2xM25/2xM25	111	130	60	LBAS316TPN	2CMA142430R1000	0,57
11kW/25A	11kW/16A	2xM32/2xM32+1xM16	138	168	68	LBAS325TPN	2CMA142432R1000	0,80

## 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 ( $\Delta U$ )
8. Kontrol af kortslutningsbeskyttelse (KB)

Installations data:

- Temperaturen i installationen = 30 °C
- Kabel fremført direkte i termisk isoleret væg.
- Brugsgenstand: Elkedel  $U = 400 \text{ V} / P = 4000 \text{ W} / I = 15 \text{ A}$
- Kablet er et XLPE-kabel
- Kablets længde **S1** = 24 m
- Tilledningens længde **S2** pkaj = 2 M
- Ikmin tavle: 175 A
- Ikmax tavle: 5 kA

**1. Bestem  $I_B$**

$$I_B = \frac{P}{U \cdot \sqrt{3} \cdot \cos \varphi} =$$

**2. Valg af automatsikring  $I_N$**

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

Antal poler og sikringens karakteristik

EN 60947-2, (Industri) EN 60898 (Bolig)

$I_{CN}$  for bolig EN 60898

$I_{CU}$  for industri EN 60947-2, brydeevne er større i industri

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

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

**Valget af automatsikringen  $I_N$  er ok**

**3. Valg af sikkerhedsafbryder foretages**

$$I_{e_4} \geq I_n =$$

$$\text{Type} =$$

- 4. 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 S<sub>1</sub>**

$$I_n \leq I_z$$

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

Installations metode nr. =

Referenceinstallationsmetode =

Før der vælges tværsnit kan den nødvendige strømværdi findes:

$$I_{z_{\text{nød}}} = \frac{I_n}{k_{fs} \cdot k_{ft}} =$$

Herefter henvises til tabel B52.1

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

Tabel:

Kolonne:

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

$$I_{z_{korr1}} = I_{z1} \cdot k_{ft} \cdot k_{fs} =$$

5. 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**

$$I_n \leq I_z$$

Før der vælges tværsnit kan den nødvendige strømværdi findes:

$$I_{z_{nød}} = \frac{I_n}{k_{fs} \cdot k_{ft}} =$$

Ved valg af til tilledning se strømværdien fra fabrikantens tabel 46, 70 graders kabel.

$$S_2 = \quad \text{mm}^2 \quad I_{z1} = \quad A \quad \text{Kables isolationstype} = \text{PKAJ}$$

$$I_{z_{korr2}} = I_{z2} \cdot k_{ft} =$$

6. 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 opfyldt<sup>12</sup>

Kontrol af OB (overbelastnings beskyttelse) S1 og S2

$$\text{Betingelse 1} = S1 = \quad I_b \leq I_n \leq I_{z_{korr1}} =$$

$$\text{Betingelse 1} = S2 = \quad I_b \leq I_n \leq I_{z_{korr}} =$$

7. Når der foretages kontrol af spændingsfaldet<sup>13</sup> ( $\Delta U$ ) beregner vi det ved hjælp af kabel producentens ledningsmodstande, som oplyses i skemaet: kablernes ohmske modstande ( R-værdien ) . Her beregnes spændingsfaldet som 3 faset da installationen er 1 faset.

$$Rl_1 = R - \text{værdien aflæses} \times 10^{-3} \times l =$$

$$Rl_2 = R - \text{værdien aflæses} \times 10^{-3} \times l =$$

$$\sum Rl = Rl_1 + Rl_2 =$$

$$\Delta U = I_B \times \sum Rl \times \sqrt{3} \times \cos \varphi \times 1,25 =$$

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

<sup>12</sup> Jf. DS-HÅNDBOG 60364. kap. 433.

<sup>13</sup> jf. DS-håndbogen 60364 kap.525 tabel G.52.1

## 8. Kontrol af KB (Kortslutning beskyttelse)<sup>14</sup>

Dette udregnes hvis der f.eks. er en tavle hvor man ikke kender  $I_{kmax}$ .

Dette er for at man vælger de rigtige komponenter til det kortslutningsniveau der nu kunne være i en gruppetavle.

**For at finde energigennemslippet for automatsikringen er det  $I_{kmax}$  man skal bruge til at aflæse energigennemslippet, i producentens diagram for gennemslags energien.**

### Kontrol af KB (Kortslutning beskyttelse) $S_1$ eller $S_2$

#### Kontrol af energigennemslip:

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

$\varepsilon_{\text{automat sikring}}$  = Dette energigennemslip aflæses med  $I_{kmax}$  tavle  $A_S^2$

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

#### Beregnet $I_{kmin}$ ved brugsgenstand

$$I_{kmin\ brugs} = \frac{U_f}{(R_F + (R_{Ledning} \times 2) \times 1,5)}$$

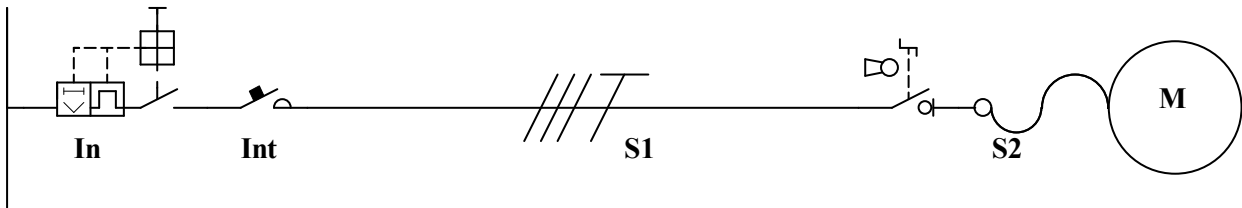
#### Kontrol af udløserkurve for $I_{kmin}$ :

$I_{5\_udløser} = \text{udløser karakterestik faktor} \times I_n \text{ mærkestrøm} = ?$

$$I_{kmin\_brugikmin.} \geq I_{5\_udløser}$$

<sup>14</sup> jf. DS-håndbogen 60364 kap.434.5.2

## 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 ( $IB \leq Int \leq Iz$ )
9. Kontrol af spændingsfald ( $\Delta U$ )
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
- Ikmin tavle: 175 A
- Ikmax tavle: 5 kA
- Motorens IB = 7 A  $\cos\varphi = 0,7$

1. Find/ Bestem belastningsstrømmen ud fra brugsgenstanden  
Her på motorens mærkeplade kan belastningsstrømmen aflæses.

Belastningsstrømmen  **$I_B = 7A$**

2. Foretag valg af Automatsikringen

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

3 polet + N HAGER C10 C-kurve

$$Ik_{\max} = 5 \text{ kA}$$

$$I_{cn}/I_{cu} \geq Ik_{\max} = 6 \text{ kA} \geq 5 \text{ kA}$$

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

$$\text{Beregn startstrøm ved direkte start } I_{st} = \text{Startfaktor} * I_B = 6 * 7 = 42 \text{ A}$$

$$I_{A\_HOLDE.} = \text{da der er valgt en C - kurve skal denne formel bruges } 5 * I_n = 5 * 10 = 50 \text{ A}$$

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

3. Valg af Termorelæ:

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

Valg af termorelæ foretages.

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

$$\text{Område} = 6,0 \text{ A} - 9,2 \text{ A}$$

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

$$\text{Max forsikring} = I_{e_2} \geq I_n = 20 \text{ A} \geq 10 \text{ A} \quad \text{Type} = \text{Ti16C}$$

Koordinations type 2

4. Valg af kontaktor:

Valg af kontakter foretages.

$$\text{Type: } Ci \ 9$$

$$\text{Max forsikring} = I_{e_3} = 9 \text{ A}$$

5. Valg af sikkerhedsafbryder foretages

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

Type = LBAS316TPN

6. 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<sub>1</sub>

$$I_{n_t} \leq I_{z_1}$$

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

Installations metode nr. = 32

Referenceinstallationsmetode = E

Før der vælges tværsnit kan den nødvendige strømværdi findes:

$$I_{z_{nød}} = \frac{I_{n_t}}{k_{fs} \cdot k_{ft}} = \frac{7A}{1 \cdot 1} = 7A$$

Herefter henvises vi tabel B52.1

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

Tabel: B52.12 kolonne : 3

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

$$I_{z_1} = 23 A$$

Kables isolationstype = XLPE

$$I_{z_{korr1}} = I_{z_1} \cdot k_{ft} \cdot k_{fs} = 23A \cdot 1 \cdot 1 = 23A$$

7. 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<sub>2</sub>

$$I_n \leq I_z$$

Før der vælges tværsnit kan den nødvendige strømværdi findes:

$$I_{z_{nød}} = \frac{I_{n_t}}{k_{ft}} = \frac{7A}{1} = 7A$$

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

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

$$I_{z_1} = 10 A$$

Kables isolationstype =GKAJ

$$I_{z_{korr2}} = I_{z_2} \cdot k_{ft} = 10A \cdot 1 = 10A$$

Når der foretages kontrol af overbelastningsbeskyttelse 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 opfyldt<sup>15</sup>

Kontrol af OB (overbelastnings beskyttelse)  $S_1$  og  $S_2$

$$\text{Betingelse 1} = S_1 = I_b \leq I_{nt} \leq I_{z_{korr1}} = 7 A \leq 7 A \leq 23 A$$

$$\text{Betingelse 1} = S_2 = I_b \leq I_{nt} \leq I_{z_{korr2}} = 7 A \leq 7 A \leq 10 A$$

OB OK

9. Når der foretages kontrol af spændingsfaldet<sup>16</sup> ( $\Delta U$ ) beregner vi det ved hjælp af kabel producentens ledningsmodstande, som oplyses i skemaet: kablernes ohmske modstande ( R-værdien ) . Her beregnes spændingsfaldet som 3 faset da installationen er 1 faset.

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

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

$$Rl_2 = R - \text{værdien aflæses} \times 10^{-3} \times l = 19,5 \times 10^{-3} \times 2 = 0,039 \Omega$$

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

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

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

10. **Kontrol af KB (Kortslutning beskyttelse)**<sup>17</sup>

**Kontrol af KB (Kortslutning beskyttelse)  $S_1$  eller  $S_2$**

**Beregner  $R_f$**

$$R_f = \frac{U_f}{I_{K_{\min\_tavle}}} = \frac{230}{175} = 1,314 \Omega$$

$$I_{K_{\min\_brugsgenstand}} = \frac{U_f}{(R_f + (\sum Rl_1 \times 2) \times 1,5)} = A = \frac{230}{(1,314 + (0,2205 \times 2) \times 1,5)} = 116,43 A$$

<sup>15</sup> Jf. DS-HÅNDBOG 60364. kap. 433.

<sup>16</sup> jf. DS-håndbogen 60364 kap.525 tabel G.52.1

<sup>17</sup> jf. DS-håndbogen 60364 kap.434.5.2

Dette udregnes hvis der f.eks. er en tavle hvor man ikke kender  $I_{kmax}$ .

Dette er for at man vælger de rigtige komponenter til det kortslutningsniveau der nu kunne være i en gruppetavle.

**For at finde energigennemslippet for automatsikringen er det  $I_{kmax}$  man skal bruge til at aflæse energigennemslippet, i producentens diagram for gennemslags energien.**

**Kontrol af energigennemslip:**

$$\varepsilon_{kabel} = K^2 * S^2 = 141^2 * 1^2 = 19881 A_s^2$$

$$\varepsilon_{\text{automat sikring}} = 14000 A_s^2$$

$$\varepsilon_{kabel-W} \geq \varepsilon_{\text{automat sikring}} = 19881 A_s^2 \geq 14000 A_s^2 \text{ Så ok}$$

**Kontrol af udløserkurve for  $I_{kmin}$ :**

$$I_{5\_udløser} = \text{da der er valgt en C - kurve skal denne formel bruges } 10 \times I_n = 10 \times 10 = 100 A$$

$$I_{Kmin\_brug} \geq I_{5\_udløser} = 116,43 A \geq 100 A$$

KB OK