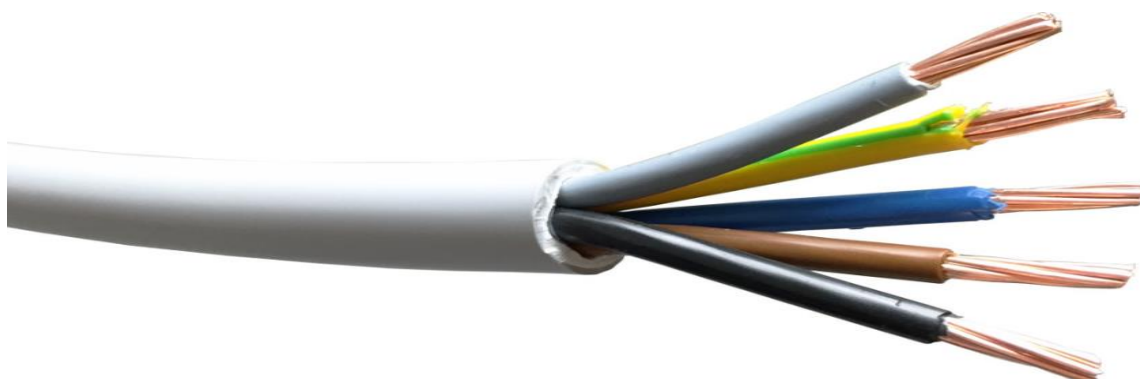


Dimensioneringshåndbog

For elektriker

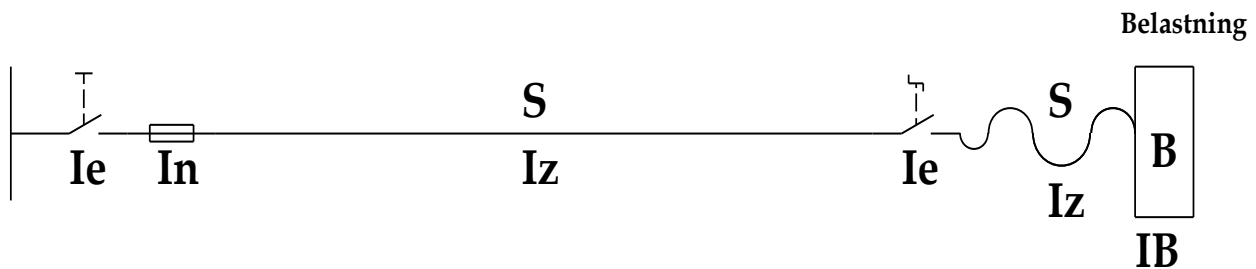


Indhold

Ordforklaring	3
Grundlæggende principper for dimensionering.....	9
Overstrømsbeskyttelse.....	9
Dimensionering af installation i Henhold t. Anneks C med smeltesikring	11
Dimensionering af installation i Henhold t. Anneks C med smeltesikring REGNEEKSEMPEL	15
Dimensionering af installation i Henhold t. Anneks C med smeltesikring, termorelæ og kontaktor.	19
Dimensionering af installation med stjerne/trekantskobling Henhold t. Anneks C med smeltesikring, termorelæ og kontaktor.....	25
Dimensionering af installation i Henhold t. Anneks C med Automatsikring	32
Dimensionering af installation i Henhold t. Anneks C med Automatsikring REGNEEKSEMPEL	37
Spændingsfald	42
1 faset spændingsfald.....	42
2 faset spændingsfald.....	42
3 faset spændingsfald.....	42
Hvad er I_{kmin} kortslutning strøm.....	44
Fællesregulativet oplyser til I_{kmin}	44
Beregning af I_{kmin}	44
Kontrol af kortslutningsbeskyttelse KB med smelte sikring	45
KB Kontrol af sikringens smeltetid fra 1 m/sek. til 100 m/sek.	45
KB Kontrol af sikringens smeltetid under 1 m/sek.	45
KB Kontrol af sikringens smeltetid over 100 m/sek.	46
Hvad er I_{kmax} kortslutningsstrøm	47
Fællesregulativet oplyser til I_{kmax}	47
Kortslutnings niveauer ved I_{kmax} på en stikledninger jf. fællesregulativet. Fejl! Bogmærke er ikke defineret.	
Kortslutnings niveauer ved I_{kmin} på en stikledninger jf. fællesregulativet. Fejl! Bogmærke er ikke defineret.	
Smeltekurve for D01, D02, D03	50
Tabel for smeltesikringers energigennemslip	Fejl! Bogmærke er ikke defineret.
Automatsikring	53
I4-faktor og I5-faktor.....	54
Udløsekarakteristik.....	55
Gennemslagsenergien	58
Valg af kontaktor og termorelæ	61

Sikkerhedsafbryder.....	63
AC - drift kategorier.....	64
Gruppeafbryder Tytan 1.....	65
Gruppeafbryder Tytan 2.....	66
Mindste ledertværsnit.....	67
K-faktor fra DS-60364.....	68
Installations metode.....	69
Korrektionsfaktor for kabel i luft temp. Kft.....	76
Korrektionsfaktor for kabel i jord temp. Kftj.....	77
Korrektionsfaktor for termisk modstand i jord temp. Kfj.....	77
Valg af kabel ud fra Anneks c i luft ved 30 grader.....	78
Valg af kabel ud fra Anneks c i jord ved 20 grader.....	79
Korrektionsfaktor for samlet fremføring af kabler Kfs.....	80
Spændingsfalds tabel.....	81
Valg af tilledning jf. NKT tabel.....	82
Modstandsværdier for kabler.....	83

Ordforklaring



IB : Belastningsstrøm.

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

Dette dimensionere man installationerne ud fra.

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

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

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

Håndregelen for motorer er ca. 2 Ampere pr. kW

Ie : Mærkestrømmen på koblingsudstyret.

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

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

In : Mærkestrømmen på beskyttelsesudstyret.

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

Pga. overbelastning eller kortslutning.

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

Int/Intermo : Indstillingsværdien på termorelæet

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

Iz : Kablet / lederens strømværdi.

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

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.

Kftj : Korrektions faktor for omgivelses temperaturen i jord.

Omgivelses temperaturen påvirker kables / lederens strømværdi.

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

HVIS DER DIMENSIONERES I ANNEKS C VIL DER VÆRE TAGET HØJDE FOR DETTE I DERES TABLER FOR FREMFØRING I DEREKTE JORD.

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

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

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

HVIS DER DIMENSIONERES I ANNEKS C VIL DER VÆRE TAGET HØJDE FOR DETTE I DERES TABLER FOR FREMFØRING I DEREKTE JORD.

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.

Sf : Samtidigheds faktor.

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

Uf : Udvidelses faktor.

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

ΔU : Spændingsfaldet

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

I₄ : Startstrøms faktor for automatsikringer.

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

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

Da den skal kunne holde startstrømmen til en motor

I_5 : Kortslutningsstrøm faktor for automatsikring v. I_{kmin} .

Kortslutningsstrøm faktoren, I_5 , er den Kortslutningsstrøm automatsikringen som den min. skal udkoble ved kortslutning.

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

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.

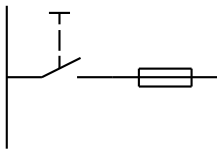
Henvisningerne i det grundlæggende dimensionering, vil være omfattet af bekendtgørelsen kapitler.

Overstrømsbeskyttelse. OB og KB

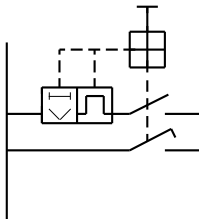
Overstrømsbeskyttelse opdeles i 2 kategorier Overbelastningsbeskyttelse¹ og Kortslutningsbeskyttelse².

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

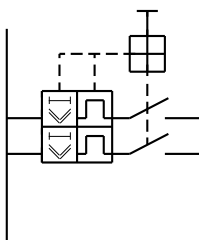
Smelte sikring



Automatsikring



Maksimalafbryder

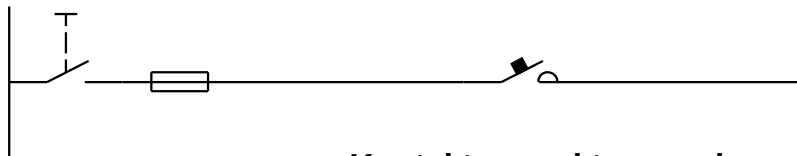


Her anvendes der 2 forskellige slags udstyr til overstrømsbeskyttelse, det ene er sikringen der anvendes til kortslutningsbeskyttelse og termorelæet anvendes til overbelastningsbeskyttelse.

¹Jf. DS-HÅNDBOG 60364. kap. 433.

²Jf. DS-HÅNDBOG 60364. kap. 434.

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.

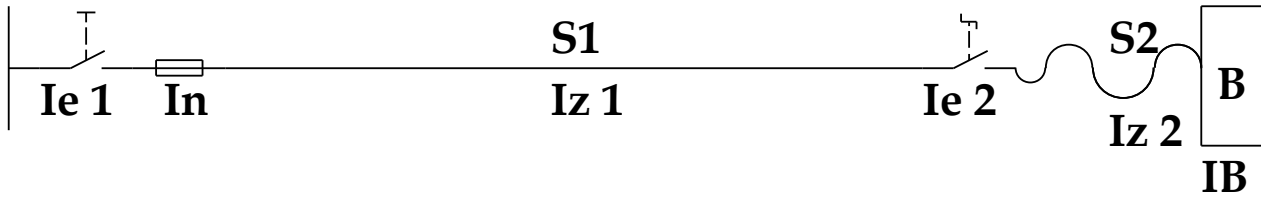
$$\text{Betingelse 1 : } I_b \leq I_n \leq I_z$$

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, det kan være en nødvendighed at korrigere for omgivelse temperaturen og samlet fremføring af flere strømkredse.

Dimensionering af installation i Henhold t. Anneks C med smeltesikring



1. Bestem I_B

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

2. Valg af sikring I_{n1}

$$I_{n1} \geq I_B$$

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

3. Valg af gruppeafbryder I_{e1}

$$I_{e1} \geq I_n$$

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

I_n er sikringens ampere størrelse.

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

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

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

$Type$ = Typen på gruppeafbryderen/fabrikanten.

4. Valg af reparationsafbryder/service afbryder I_{e2}

$$I_{e2} \geq I_n$$

$Type$ = Typen på reparationsafbryder /fabrikanten.

5. Valg af ledertværsnit / kabel S_1

$$I_n \leq I_z$$

Oplægning se Tabel A.52.3 side 70 - 76 i Dimensioneringshåndbogen

Installations metode nr. = x

Referenceinstallationsmetode = x

Vælg tværsnit se Tabel C.52.1 side 79 i Dimensioneringshåndbogen

Kolonne nr. = x

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

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

Kables isolationstype =

Ved fremføring i jord skal denne Tabel C.52.2 side 80 i Dimensioneringshåndbogen

bruges, og fremgangs metoden er den samme.

Omgivelses temperaturen for luft

Hvis omgivelsestemperaturen er mellem 26-30° så skal der ikke regnes med kft, hvis der skal regnes med kft så se Tabel B.52.14 side 77 i Dimensioneringshåndbogen

Omgivelsestemperatur

$$t = x^\circ$$

$$kft = x$$

$$I_{z_{korrigeret1}} = I_{z1} * kft = x * x = x \text{ A}$$

Omgivelses temperaturen for jord, samt den termiske modstand for jord

Hvis omgivelsestemperaturen er mellem 16-20° så skal der ikke regnes med kftj, hvis der skal regnes med kftj så se Tabel B.52.15 side 78 i Dimensioneringshåndbogen.

Hvis den termiske modstand er mellem 2,1-2,5 så skal der ikke regnes med kfj, hvis der skal regnes med kfj så se Tabel B.52.16 side 78 i Dimensioneringshåndbogen.

Omgivelsestemperatur

$$t = x^\circ$$

$$kftj = x$$

$$kfj = x$$

$$I_{z_{korrigeret}} = I_{z_{korrigeret1}} * kftj * kfj = x * x = x \text{ A}$$

Belastningsgraden

$$BG = \frac{I_b}{I_{z_{korrigeret}}} * 100 = \frac{x}{x} * 100 = x \%$$

Hvis BG er mindre end 70% så glem samlet fremføring. **Ved mindre andet er oplyst.**

Se side 80 angående 70 % reglen.

Samlet fremføring

Hvis der regnes med samlet fremføring se Tabel C.52.3 side 81 i Dimensioneringshåndbogen.

Hvis der er samlet fremføring skal dette punkt regnes med.

Antal strømkredse = x stk. (Kfs) = samletfremføring

$$kfs = x$$

$$Ny Iz_{korrigeret} = Iz_{korrigeret} * kfs = x * x = x A$$

Slutkontrol

Slut kontrol: $Ny Iz_{korrigeret} \geq In$ $x \geq x$ OK - Ikke OK

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

Slut resultat: $S_1 = x mm^2$ $Ny Iz_{korrigeret} = x A$

6. Kontrol af OB (overbelastnings beskyttelse) S_1

$$\begin{aligned} \text{Betingelse 1} \quad Ib \leq In \leq Iz_{korrigeret} \\ x \leq x \leq x \end{aligned}$$

7. Valg af tilledning/Bøjelige ledning S_2

$$In \leq Iz$$

Ved valg af til tilledning se strømværdien fra fabrikantens strøm- tabel se side 83

$$S_2 = x mm^2 \quad Iz_2 = x A \quad \text{Kables isolationstype} =$$

Omgivelses temperaturen

Hvis omgivelsestemperaturen er mellem 26-30° så skal der ikke regnes med kft, hvis der skal regnes med kft så se Tabel B.52.14 side 77 i Dimensioneringshåndbogen.

$$\text{Omgivelsestemperatur} \quad t = x ^\circ$$

$$kft = x$$

$$Iz_{korrigeret} = Iz_2 * kft = x * x = x A$$

Belastningsgraden

$$BG = \frac{I_b}{I_{z_{korrigeret}}} * 100 = \frac{x}{x} * 100 = x \%$$

Bg Skal kun beregnes hvis tilledning/Bøjelige ledning er bundet sammen eller der er to strømkredse.

Slutkontrol

Slut kontrol: $Ny I_{z_{korrigeret}} \geq I_n$ $x \geq x$ OK - Ikke OK

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

Slut resultat: $S_2 = x \text{ mm}^2$ $Ny I_{z_{korrigeret}} = x \text{ A}$

8. Kontrol af OB (overbelastnings beskyttelse) S_2

Betingelse 1 $I_b \leq I_n \leq I_{z_{korrigeret}}$
 $x \leq x \leq x$

9. Kontrol af KB (Kortslutning beskyttelse) S_1 og S_2

Her kontrolleres udløser tiden for smelte sikringen og om kablet kan klare, det energi gennem slip der udvikles ved en $I_{k_{min}}$ kortslutning.

Se regne eksempel på side: **45-47**

10. Kontrol af Spændingsfaldet (ΔU)

Her beregnes og kontrolleres spændingsfaldet og om det overholder gældende standart

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

Se regne eksempel på side: **43-44**

11. Kontrol af Kortslutningsstrømmen $I_{k_{max}}$

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

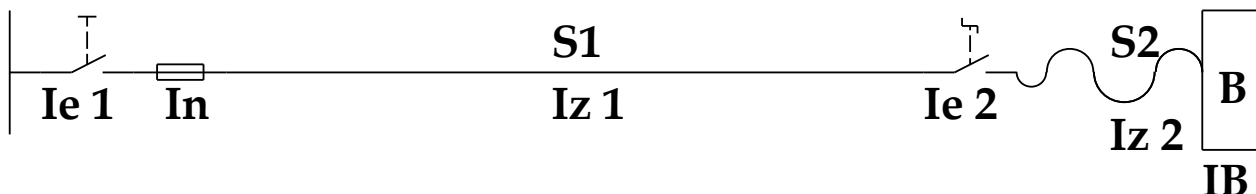
Dette er for at man vælger de rigtige komponenter til det kortslutning niveau der nu kunne være i en gruppetavle

Se regne eksempel på side: **48-49**

12. Mærkning

Der skal altid opmærkes jf. DS-håndbogen 60364 kap. 514.1 , 514.4 og 537.2.5

Dimensionering af installation i Henhold t. Anneks C med smeltesikring REGNEEKSEMPEL.



- Temp. 30 grader
- Oplægning er i gitterbakke gælder kun S1
- Kabler: fast installation er Udført i NOIKLX 90 GRADERS (XLPE) og Tilledning PKAJ 70 GRADERS (PVC)
- S1 er 25 m
- S2 er 2 m
- Brugsgenstand: Vandvarmer 230 V 14,5 A
- 70 % reglen skal overholdes i den faste installation
- Foretag en komplet dimensionering af installationen.
- Kontrol af OB, KB og spændingsfaldet må max være 5 %
- Ikmin i tavlen: 111 A
- Ikmax i tavlen: 5 KA

1. Bestem I_B

$$I_B = 14,5 \text{ A}$$

2. Valg af sikring In_1

$$In_1 \geq I_B = 16 \text{ A} \geq 14,5 \text{ A}$$

$$In_1 = 16 \text{ A} \quad \text{Type} = \text{D01 sikring}$$

3. Valg af gruppeafbryder Ie_1

$$Ie_1 \geq In = 16 \text{ A} \geq 16 \text{ A}$$

$$Icm \geq Ikmax = 50 \text{ kA} \geq 5 \text{ kA}$$

$$\text{Type} = \text{Tytan 1 1p + nul}$$

4. Valg af reparationsafbryder/service afbryder Ie_2

$$Ie_2 \geq In = 16 \text{ A} \geq 16 \text{ A}$$

$$\text{Type} = \text{LBAS316TPN}$$

5. Valg af ledertværsnit / kabel S_1

$$I_n \leq I_z$$

Oplægning se Tabel A.52.3 side 70-76 i Dimensioneringshåndbogen

Installations metode nr. = 32

Referenceinstallationsmetode = E

Vælg tværsnit se Tabel C.52.1 side 79 i Dimensioneringshåndbogen

Kolonne nr. = 12

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

$$I_{z1} = 26 \text{ A}$$

Kables isolationstype = XLPE

Omgivelses temperaturen for luft

Hvis omgivelsestemperaturen er mellem 26-30° så skal der ikke regnes med kft, hvis der skal regnes med kft så se Tabel B.52.14 side 77 i Dimensioneringshåndbogen

Omgivelsestemperatur

$$t = 30^\circ$$

$$kft = 1$$

Da temperaturen er 30 rader skal der ikke kordineres for dette

Belastningsgraden

$$BG = \frac{I_b}{I_{z_{korrigeret}}} * 100 = \frac{14,5}{26} * 100 = 55,77 \%$$

Samlet fremføring skal der ikke kordineres med da belastningsgraden er opfyldt.

Slutkontrol

$$\text{Slut kontrol:} \quad I_z \geq I_n \quad 26 \text{ A} \geq 16 \text{ A} \quad \text{OK}$$

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

$$\text{Slut resultat:} \quad S_1 = 3g1,5 \text{ mm}^2 \quad I_z = 26 \text{ A}$$

6. Kontrol af OB (overbelastnings beskyttelse) S_1

Betingelse 1

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$14,5 \text{ A} \leq 16 \text{ A} \leq 26 \text{ A}$$

7. Valg af tilledning/Bøjelige ledning S_2

$$I_n \leq I_z$$

Ved valg af til tilledning se strømværdien fra fabrikantens strøm- tabel se side: 83

$$S_2 = 1,5 \text{ mm}^2 \quad I_{z1} = 16 \text{ A} \quad \text{Kables isolationstype} = \text{PKAJ}$$

Omgivelses temperaturen

Hvis omgivelsestemperaturen er mellem 26-30° så skal der ikke regnes med kft, hvis der skal regnes med kft så se Tabel B.52.14 side 77 i Dimensioneringshåndbogen.

$$\text{Omgivelsestemperatur} \quad t = 30^\circ$$

$$k_{ft} = 1$$

Da temperaturen er 30 rader skal der ikke kordineres for dette

Slutkontrol

$$\text{Slut kontrol:} \quad I_z \geq I_n \quad 16 \text{ A} \geq 16 \text{ A} \quad \text{OK}$$

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

$$\text{Slut resultat:} \quad S_2 = 3g1,5 \text{ mm}^2 \quad I_z = 16 \text{ A}$$

8. Kontrol af OB (overbelastnings beskyttelse) S_2

$$\begin{aligned} \text{Betingelse 1} \quad I_b \leq I_n &\leq I_{z_{\text{korrigeret}}} \\ 14,5 \text{ A} &\leq 16 \text{ A} \leq 16 \text{ A} \end{aligned}$$

9. Kontrol af KB (Kortslutning beskyttelse) S_2

Forsyning og kablernes ohmske modstand

$$R_F = \frac{U_f}{I_{K_{\min}}} = \frac{230}{111} = 2,07 \Omega$$

$$R_{LS1} = R - \text{værdien aflæst i tabel} * 10^{-3} * l = 12,1 * 10^{-3} * 25 = 0,3025 \Omega$$

$$R_{LS2} = R - \text{værdien aflæst i tabel} * 10^{-3} * l = 13,3 * 10^{-3} * 2 = 0,0266 \Omega$$

$$\Sigma R_l = R_{LS1} + R_{LS2} = 0,3025 + 0,0266 = 0,3291 \Omega$$

$$\Sigma R = (R_F + (\Sigma R_l * 2) * 1,5) = (2,07 + (0,3291 * 2) * 1,5) = 3,06 \Omega$$

Beregnet ikmin ved brugsgenstand

$$I_{k\min brugs} = \frac{U_f}{\Sigma R} = \frac{230}{3,06} = 75,16 \text{ A}$$

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

$$\text{Aflæst sikringens smelte tid } t_s = 0,6 \text{ sek}$$

KB Kontrol af sikringens smeltetid over 100 m/sek.

$$t = \left(\frac{k * s}{i_{k\min brugs}} \right)^2 = \left(\frac{115 * 1,5}{75,16} \right)^2 = 5,27 \text{ sek}$$

$$t \geq t_s = 5,27 \text{ Sek} \geq 0,6 \text{ Sek}$$

Kb ok

10. Kontrol af Spændingsfaldet (ΔU)

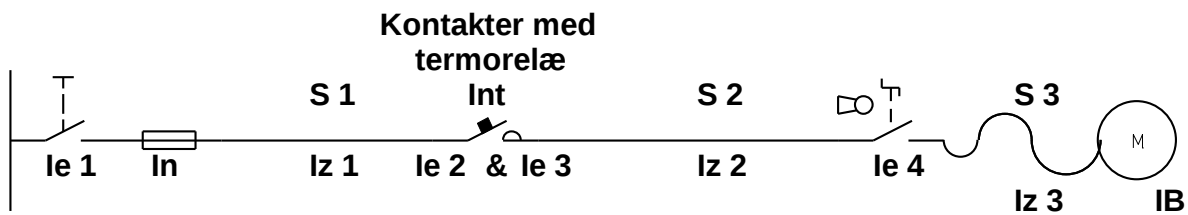
$$\Delta U = I_B * \Sigma R_l * 2 = 14,5 * 0,3291 * 2 = 9,54 \text{ V}$$

$$\Delta U \text{ i } \% = \frac{\Delta U * 100}{U_f} = \frac{9,54 * 100}{230} = 4,15 \%$$

11. Mærkning

Vandvarmer max 16 A

Dimensionering af installation i Henhold t. Anneks C med smeltesikring, termorelæ og kontaktor.



1. Bestem I_B

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

2. Valg af sikring I_{n1}

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.

1. Metode

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

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

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

Formel:

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

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

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

I_{n1} = indsæt sikrings størrelsen

Type = sikringstypen om det er D0 sikring

2. Metode

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.

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

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

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

I_{n1} = indsæt sikrings størrelsen

$Type$ = sikringstypen om det er D0 sikring

3. Valg af gruppeafbryder I_{e1}

$$I_{e1} \geq I_n$$

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

I_n er sikringens ampere størrelse.

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

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

I_{kmax} er den kortslutning, der er oplyst eller beregnet feks. Tavlen.

$Type$ = Typen på gruppeafbryderen/fabrikanten.

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

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

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.

5. Valg af kontaktor:

$In_{termo} \geq Ib$: kontaktoeren vælges ud fra In_{termo} da der ikke kan løbe mere strøm igennem kontakt sættes end den indstillet værdi på termorelæet.

Type: kontaktorens type

Max forsikring = Ie_3

6. Valg af reparationsafbryder/service afbryder Ie_4

$Ie_4 \geq In_{termo}$

Type = Typen på reparationsafbryder /farbrikanten.

7. Valg af ledertværsnit / kabel S_1

$In_{termo} \leq Iz$

Oplægning se Tabel A.52.3 side 70-76 i Dimensioneringshåndbogen.

Installations metode nr. = x

Referenceinstallationsmetode = x

Vælg tværsnit se Tabel C.52.1 side 79 i Dimensioneringshåndbogen

Kolonne nr. = x

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

$Iz_1 = x \text{ A}$

Kables isolationstype =

Ved fremføring i jord skal denne Tabel C.52.2 side 80 Dimensioneringshåndbogen

bruges, og fremgangs metoden er den samme.

Omgivelses temperaturen for luft

Hvis omgivelsestemperaturen er mellem 26-30° så skal der ikke regnes med kft, hvis der skal regnes med kft så se Tabel B.52.14 side 77 i Dimensioneringshåndbogen.

Omgivelsestemperatur $t = x^{\circ}$

$$kft = x$$

$$I_{z_{korrigeret1}} = I_{z_1} * kft = x * x = x A$$

Omgivelses temperaturen for jord, samt den termiske modstand for jord

Hvis omgivelsestemperaturen er mellem 16-20° så skal der ikke regnes med kftj, hvis der skal regnes med kftj så se Tabel B.52.15 side 78 i Dimensioneringshåndbogen.

Hvis den termiske modstand er mellem 2,1-2,5 så skal der ikke regnes med kfj, hvis der skal regnes med kfj så se Tabel B.52.16 side 78 i Dimensioneringshåndbogen.

Omgivelsestemperatur $t = x^{\circ}$

$$kftj = x$$

$$kfj = x$$

$$I_{z_{korrigeret}} = I_{z_{korrigeret1}} * kftj * kfj = x * x = x A$$

Belastningsgraden

$$BG = \frac{I_b}{I_{z_{korrigeret}}} * 100 = \frac{x}{x} * 100 = x \%$$

Hvis BG er mindre end 70% så glem samlet fremføring. **Ved mindre andet er oplyst.**

Se side 70 angående 70 % reglen.

Samlet fremføring.

Hvis der regnes med samlet fremføring se Tabel C.52.3 side 81 Dimensioneringshåndbogen.

Hvis der er samlet fremføring skal dette punkt regnes med.

$$Antal \text{ strømkredse} = x \text{ stk. (Kfs)} = \text{samletfremføring}$$

$$kfs = x$$

$$Ny I_{z_{korrigeret}} = I_{z_{korrigeret}} * kfs = x * x = x A$$

Slutkontrol

$$\text{Slut kontrol:} \quad Ny I_{z_{korrigeret}} \geq I_{n_{termo}} \quad x \geq x \quad \text{OK - Ikke OK}$$

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

$$\text{Slut resultat:} \quad S_1 = x \text{ mm}^2 \quad Ny I_{z_{korrigeret}} = x A$$

8. Kontrol af OB (overbelastnings beskyttelse) S_1

$$\text{Betingelse 1} \quad I_b \leq I_{n_{termo}} \leq I_{z_{korrigeret}}$$

$$x \leq x \leq x$$

9. Valg af tilledning/Bøjelige ledning S₂

$$I_{n_{termo}} \leq I_z$$

Ved valg af til tilledning se strømværdien fra fabrikantens strøm- tabel se side 83

$$S_2 = x \text{ mm}^2 \quad I_{z_2} = x \text{ A} \quad \text{Kables isolationstype} =$$

Omgivelses temperaturen

Hvis omgivelsestemperaturen er mellem 26-30° så skal der ikke regnes med kft, hvis der skal regnes med kft så se Tabel B.52.14 side 77 i Dimensioneringshåndbogen.

$$\text{Omgivelsestemperatur} \quad t = x^\circ$$

$$kft = x$$

$$I_{z_{korrigeret}} = I_{z_2} * kft = x * x = x \text{ A}$$

Belastningsgraden

$$BG = \frac{I_b}{I_{z_{korrigeret}}} * 100 = \frac{x}{x} * 100 = x \%$$

Bg Skal kun beregnes hvis tilledning/Bøjelige ledning er bundet sammen eller der er to strømkredse.

Slutkontrol

$$\text{Slut kontrol:} \quad \text{Ny } I_{z_{korrigeret}} \geq I_{n_{termo}} \quad x \geq x \quad \text{OK - Ikke OK}$$

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

$$\text{Slut resultat:} \quad S_2 = x \text{ mm}^2 \quad \text{Ny } I_{z_{korrigeret}} = x \text{ A}$$

10. Kontrol af OB (overbelastnings beskyttelse) S₂

$$\text{Betingelse 1} \quad I_b \leq I_{n_{termo}} \leq I_{z_{korrigeret}}$$

$$x \leq x \leq x$$

11. Kontrol af KB (Kortslutning beskyttelse) S₁ og S₂

Her kontrolleres udløser tiden for smelte sikringen og om kablet kan klare, det energi gennem slip der udvikles ved en $I_{k_{min}}$ kortslutning.

Se regne eksempel på side: **45-47**

12. Kontrol af Spændingsfaldet (ΔU)

Her beregnes og kontrolleres spændingsfaldet og om det overholder gældende standart

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

Se regne eksempel på side: **43-44**

13. Kontrol af Kortslutningsstrømmen $I_{k_{max}}$

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

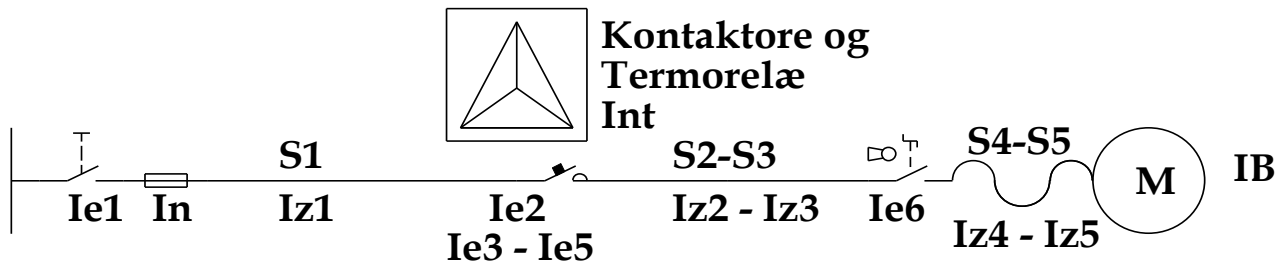
Dette er for at man vælger de rigtige komponenter til det kortslutning niveau der nu kunne være i en gruppetavle

Se regne eksempel på side: **48-49**

14. Mærkning

Der skal altid opmærkes jf. DS-håndbogen 60364 kap. 514.1 , 514.4 og 537.2.5

Dimensionering af installation med stjerne/trekantskobling i henhold til Anneks C med smeltesikring, termorelæ og kontaktor.



1. Bestem I_B

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

2. Valg af sikring I_{n1}

Beregn startstrøm ved stjerne/trekants start $I_{st} = \text{Startfaktor} = 2 \cdot I_B = 2 \cdot I_B = ? A$

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

For at vælge den rigtige sikring skal man nu, divider sin startstrøm ved direkte start I_{st} med en faktor på 2 denne faktor er fast i formlen her under.

Formel:

$$\frac{I_{st}}{2} = ? A$$

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

$$I_{n1} \geq \frac{I_{st}}{2} = ? A$$

I_{n1} = indsæt sikrings størrelsen

$Type$ = sikringstypen om det er D0 sikring

3. Valg af gruppeafbryder I_{e1}

$$I_{e1} \geq I_n$$

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

I_n er sikringens ampere størrelse.

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

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

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

$Type$ = Typen på gruppeafbryderen/fabrikanten.

4. Valg af Termorelæ:

$$In_{termo} = \frac{I_b}{\sqrt{3}} =$$

Område = termorelæets instilling område i Ampere

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

Max forsikring = $I_{e2} \geq I_n = ? A \geq ? A$ 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.

5. Valg af kontaktor:

$In_{termo} \geq I_b$: her vælges der 3 kontaktorer vælges ud fra In_{termo} **da der ikke kan løbe mere strøm igennem kontakt sættes end den indstillet værdi på termorelæet.**

Type: kontaktorens type

$$Max\ forsikring = I_{e3} - I_{e5}$$

6. Valg af reparationsafbryder/service afbryder I_{e2}

$$I_{e6} \geq In_{termo}$$

Type = Typen på reparationsafbryder /fabrikanten.

7. Valg af ledertværsnit / kabel S_1

Når man vælger det første kabel S_1 er det sikringen og ikke termorelæet der beskytter kablet frem til termorelæet.

Og efter termorelæet er det termorelæet der beskytter motor

$$I_n \leq I_z$$

Oplægning se Tabel A.52.3 side 70-76 i Dimensioneringshåndbogen.

Installations metode nr. = x

Referenceinstallationsmetode = x

Vælg tværsnit se Tabel C.52.1 side 79 i Dimensioneringshåndbogen.

Kolonne nr. = x

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

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

Kables isolationstype =

Ved fremføring i jord skal denne Tabel C.52.2 side 80 i Dimensioneringshåndbogen

bruges, og fremgangs metoden er den samme.

Omgivelses temperaturen for luft

Hvis omgivelsestemperaturen er mellem 26-30° så skal der ikke regnes med kft, hvis der skal regnes med kft så se Tabel B.52.14 side 77 i Dimensioneringshåndbogen.

Omgivelsestemperatur

$$t = x^\circ$$

$$kft = x$$

$$I_{z_{korrigeret1}} = I_{z1} * kft = x * x = x \text{ A}$$

Omgivelses temperaturen for jord, samt den termiske modstand for jord

Hvis omgivelsestemperaturen er mellem 16-20° så skal der ikke regnes med kftj, hvis der skal regnes med kftj så se Tabel B.52.15 side 78 i Dimensioneringshåndbogen.

Hvis den termiske modstand er mellem 2,1-2,5 så skal der ikke regnes med kfj, hvis der skal regnes med kfj så se Tabel B.52.16 side 78 i Dimensioneringshåndbogen.

Omgivelsestemperatur

$$t = x^\circ$$

$$kftj = x$$

$$kfj = x$$

$$I_{z_{korrigeret}} = I_{z_{korrigeret1}} * kftj * kfj = x * x = x \text{ A}$$

Belastningsgraden

$$BG = \frac{I_b}{I_{z_{korrigeret}}} * 100 = \frac{x}{x} * 100 = x \%$$

Hvis BG er mindre end 70% så glem samlet fremføring. **Ved mindre andet er oplyst.**

Se side 70 angående 70 % reglen.

Samlet fremføring

Hvis der regnes med samlet fremføring se Tabel C.52.3 side 81 i Dimensioneringshåndbogen.

Hvis der er samlet fremføring skal dette punkt regnes med.

Antal strømkredse = x stk. (Kfs)= samletfremføring

$$kfs = x$$

$$Ny I_{z_{korrigeret}} = I_{z_{korrigeret}} * kfs = x * x = x A$$

Slutkontrol

$$Slut kontrol: \quad Ny I_{z_{korrigeret}} \geq I_{n_{termo}} \quad x \geq x \quad \text{OK - Ikke OK}$$

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

$$Slut resultat: \quad S_1 = x \text{ mm}^2 \quad Ny I_{z_{korrigeret}} = x A$$

8. Kontrol af OB (overbelastnings beskyttelse) S_1

$$Betingelse 1 \quad I_b \leq I_n \leq I_{z_{korrigeret}}$$

$$x \leq x \leq x$$

9. Valg af ledertværsnit / kabel S_2 - S_3

Når man vælge kabel S_2 - S_3 er det termorelæet der beskytter kablerne efter termorelæet. Og termorelæet beskytter kun fremad samt motoren.

$$I_{n_t} \leq I_z$$

Oplægning se Tabel A.52.3 side 70-76 Dimensioneringshåndbogen.

$$Installations metode nr. = x \quad Referenceinstallationsmetode = x$$

Vælg tværsnit se Tabel C.52.1 side 79 i Dimensioneringshåndbogen.

$$Kolonne nr. = x$$

$$S_2 - S_3 = x \text{ mm}^2 \quad I_{z_2} - I_{z_3} = x A \quad \text{Kables isolationstype} =$$

Ved fremføring i jord skal denne Tabel C.52.2 side 80 i Dimensioneringshåndbogen

bruges, og fremgangs metoden er den samme.

Omgivelses temperaturen for luft

Hvis omgivelsestemperaturen er mellem 26-30° så skal der ikke regnes med kft, hvis der skal regnes med kft så se Tabel B.52.14 side 77 i Dimensioneringshåndbogen.

Omgivelsestemperatur

$$t = x^{\circ}$$

$$kft = x$$

$$I_{z_{korrigeret2}} = I_{z2} \text{ eller } I_{z3} * kft = x * x = x A$$

Omgivelses temperaturen for jord, samt den termiske modstand for jord

Hvis omgivelsestemperaturen er mellem 16-20° så skal der ikke regnes med kftj, hvis der skal regnes med kftj så se Tabel B.52.15 side 78 i Dimensioneringshåndbogen.

Hvis den termiske modstand er mellem 2,1-2,5 så skal der ikke regnes med kfj, hvis der skal regnes med kfj så se Tabel B.52.16 side 78 i Dimensioneringshåndbogen.

Omgivelsestemperatur

$$t = x^{\circ}$$

$$kftj = x$$

$$kfj = x$$

$$I_{z_{korrigeret3}} = I_{z_{korrigeret2}} * kftj * kfj = x * x = x A$$

Belastningsgraden

$$BG = \frac{I_b}{I_{z_{korrigeret}}} * 100 = \frac{x}{x} * 100 = x \%$$

Hvis BG er mindre end 70% så glem samlet fremføring. **Ved mindre andet er oplyst.**

Se side 70 angående 70 % reglen.

Samlet fremføring

Hvis der regnes med samlet fremføring se Tabel C.52.3 side 81 Dimensioneringshåndbogen.

Hvis der er samlet fremføring skal dette punkt regnes med.

$$Antal \text{ strømkredse} = x \text{ stk. (Kfs)} = \text{samletfremføring}$$

$$kfs = x$$

$$Ny I_{z_{korrigeret4}} = I_{z_{korrigeret3}} * kfs = x * x = x A$$

Slutkontrol

Slut kontrol:

$$Ny I_{z_{korrigeret}} \geq I_{n_{termo}} \quad x \geq x$$

OK - Ikke OK

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

Slut resultat:

$$S_2 - S_3 = x \text{ mm}^2$$

$$Ny I_{z_{korrigeret}} = x A$$

10. Kontrol af OB (overbelastnings beskyttelse) S_2 - S_3

Betingelse 1

$$I_b \leq I_{n_{termo}} \leq I_{z_{korrigeret}}$$

$$x \leq x \leq x$$

11. Valg af tilledning/Bøjelige ledning S₄- S₅

$$I_{n_{termo}} \leq I_z$$

Ved valg af til tilledning se strømværdien fra fabrikantens strøm- tabel se side 83

$$S_4 - S_5 = x \text{ mm}^2 \quad I_{z_4} - I_{z_5} = x \text{ A} \quad \text{Kables isolationstype} =$$

Omgivelses temperaturen

Hvis omgivelsestemperaturen er mellem 26-30° så skal der ikke regnes med kft, hvis der skal regnes med kft så se Tabel B.52.14 side 66 i Dimensioneringshåndbogen.

$$\text{Omgivelsestemperatur} \quad t = x^\circ$$

$$kft = x$$

$$I_{z_{korrigeret}} = I_{z_4} \text{ eller } I_{z_5} * kft = x * x = x \text{ A}$$

Belastningsgraden

$$BG = \frac{I_b}{I_{z_{korrigeret}}} * 100 = \frac{x}{x} * 100 = x \%$$

Bg Skal kun beregnes hvis tilledning/Bøjelige ledning er bundet sammen eller hvis der er 2 strømkredse i samme kabel.

Slutkontrol

$$\text{Slut kontrol:} \quad \text{Ny } I_{z_{korrigeret}} \geq I_{n_{termo}} \quad x \geq x \quad \text{OK - Ikke OK}$$

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

$$\text{Slut resultat:} \quad S_4 - S_5 = x \text{ mm}^2 \quad \text{Ny } I_{z_{korrigeret}} = x \text{ A}$$

12. Kontrol af OB (overbelastnings beskyttelse) S₄-S₅

$$\text{Betingelse 1} \quad I_b \leq I_{n_{termo}} \leq I_{z_{korrigeret}}$$

$$x \leq x \leq x$$

13. Kontrol af KB (Kortslutning beskyttelse) S_1 og S_2

Her kontrolleres udløser tiden for smelte sikringen og om kablet kan klare, det energi gennem slip der udvikles ved en $I_{k_{min}}$ kortslutning.

Se regne eksempel på side: **45-47**

14. Kontrol af Spændingsfaldet (ΔU)

Her beregnes og kontrolleres spændingsfaldet og om det overholder gældende standart

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

Se regne eksempel på side: **43-44**

15. Kontrol af Kortslutningsstrømmen $I_{k_{max}}$

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

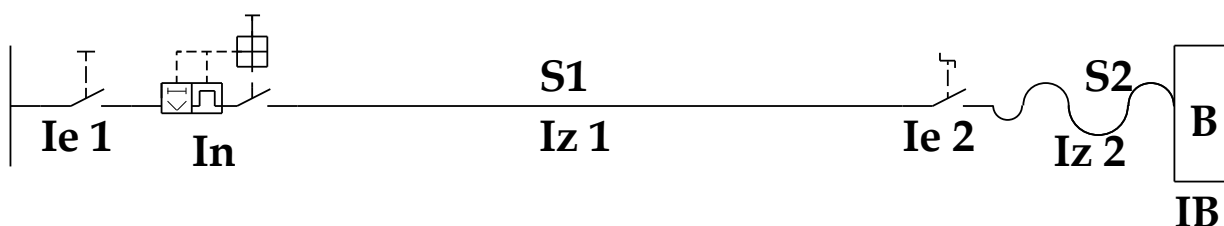
Dette er for at man vælger de rigtige komponenter til det kortslutning niveau der nu kunne være i en gruppetafle

Se regne eksempel på side: **48-49**

16. Mærkning

Der skal altid opmærkes jf. DS-håndbogen 60364 kap. 514.1 , 514.4 og 537.2.5

Dimensionering af installation i henhold til Anneks C med Automatsikring



1. Bestem I_B

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

2. Valg af automatsikring I_{N1}

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

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

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

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

DETTE SKAL KUN BRUGES HVIS DET ER EN MOTOR INSTALLATION

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

$I_{4_HOLDE.} = \text{Holde karakteristik se side 45} \times I_N \text{ mærkestrøm} = ?$

$$I_{st} \leq I_{4_HOLDE.}$$

Kontrol af dette kan foretages i udløserkarakteristik kurverne B,C og D. se side: 46-48.

Valget af automatsikringen I_N er ok

3. Valg af reparationsafbryder/service afbryder I_{e2}

$$I_{e2} \geq I_n$$

Type = Typen på reparationsafbryder /farbrikanten.

4. Valg af ledertværsnit / kabel S_1

$$I_n \leq I_z$$

Oplægning se Tabel A.52.3 side 70-76 i Dimensioneringshåndbogen.

Installations metode nr. = x

Referenceinstallationsmetode = x

Vælg tværsnit se Tabel C.52.1 side 79 i Dimensioneringshåndbogen.

Kolonne nr. = x

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

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

Kables isolationstype =

Ved fremføring i jord skal denne Tabel C.52.2 side 80 i Dimensioneringshåndbogen

bruges, og fremgangs metoden er den samme.

Omgivelses temperaturen for luft

Hvis omgivelsestemperaturen er mellem 26-30° så skal der ikke regnes med kft, hvis der skal regnes med kft så se Tabel B.52.14 side 77 i Dimensioneringshåndbogen.

Omgivelsestemperatur

$$t = x^\circ$$

$$kft = x$$

$$I_{z\text{korrigeret}} = I_{z1} * kft = x * x = x \text{ A}$$

Omgivelses temperaturen for jord, samt den termiske modstand for jord

Hvis omgivelsestemperaturen er mellem 16-20° så skal der ikke regnes med kftj, hvis der skal regnes med kftj så se Tabel B.52.15 side 78 i Dimensioneringshåndbogen.

Hvis den termiske modstand er mellem 2,1-2,5 så skal der ikke regnes med kfj, hvis der skal regnes med kfj så se Tabel B.52.16 side 78 i Dimensioneringshåndbogen.

Omgivelsestemperatur

$$t = x^\circ$$

$$kftj = x$$

$$kfj = x$$

$$I_{z\text{korrigeret}} = I_{z1} * kftj * kfj = x * x = x \text{ A}$$

Belastningsgraden

$$BG = \frac{I_b}{I_{z_{korrigeret}}} * 100 = \frac{x}{x} * 100 = x \%$$

Hvis BG er mindre end 75% så glem samlet fremføring. **Ved mindre andet er oplyst.**

Se side 70 angående 70 % reglen.

Samlet fremføring

Hvis der regnes med samlet fremføring se Tabel C.52.3 side 70 i Dimensioneringshåndbogen.

Hvis der er samlet fremføring skal dette punkt regnes med.

Antal strømkredse = x stk. (Kfs) = samletfremføring

$$kfs = x$$

$$Ny I_{z_{korrigeret}} = I_{z_{korrigeret}} * kfs = x * x = x A$$

Slutkontrol

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

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

$$\text{Slut resultat:} \quad S_1 = x \text{ mm}^2 \quad Ny I_{z_{korrigeret}} = x A$$

5. Kontrol af OB (overbelastnings beskyttelse) S₁

$$\text{Betingelse 1} \quad I_b \leq I_n \leq I_{z_{korrigeret}}$$

$$x \leq x \leq x$$

6. Valg af tilledning/Bøjelige ledning S₂

$$I_n \leq I_z$$

Ved valg af til tilledning se strømværdien fra fabrikantens strøm- tabel se side 83

$$S_2 = x \text{ mm}^2 \quad I_{z_2} = x A \quad \text{Kables isolationstype} =$$

Omgivelses temperaturen

Hvis omgivelsestemperaturen er mellem 26-30° så skal der ikke regnes med kft, hvis der skal regnes med kft så se Tabel B.52.14 side 77 i Dimensioneringshåndbogen.

$$\text{Omgivelsestemperatur} \quad t = x ^\circ$$

$$kft = x$$

$$I_{z_{korrigeret}} = I_{z_2} * kft = x * x = x A$$

Belastningsgraden

$$BG = \frac{I_b}{I_{z_{korrigeret}}} * 100 = \frac{x}{x} * 100 = x \%$$

Bg Skal kun beregnes hvis tilledning/Bøjelige ledning er bundet sammen eller der er to strømkredse.

Slutkontrol

Slut kontrol: $Ny I_{z_{korrigeret}} \geq I_n$ $x \geq x$ OK - Ikke OK

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

Slut resultat: $S_2 = x \text{ mm}^2$ $Ny I_{z_{korrigeret}} = x \text{ A}$

7. Kontrol af OB (overbelastnings beskyttelse) S_2

Betingelse 1 $I_b \leq I_n \leq I_{z_{korrigeret}}$

$$x \leq x \leq x$$

8. Kontrol af Kortslutningsstrømmen $I_{k_{max}}$

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

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

Se regneeksempel på side: **48-49**

For at finde energi gennemslippet for automatsikringen er det $I_{k_{max}}$ man skal bruge til at aflæse energi gennemslippet, i producentens diagram for gennemslags energien. Se side: 59

9. Kontrol af KB (Kortslutning beskyttelse) S_1 eller S_2

Kontrol af energi gennemslip:

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

$$\varepsilon_{\text{automat sikring}} \text{ Aflæst på side: 59} = A_S^2$$

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

Beregnet Ikmin ved brugsgenstand

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

Kontrol af udløserkurve for ikmin:

$$I_{5_udløser} = \text{udløser karakteristik se side 45.} \times \text{In mærkestrøm} = ?$$

$$I_{kmin_brugikmin.} \geq I_{5_udløser}$$

Kontrol af dette kan foretages i udløserkarakteristik kurverne B,C og D. se side: 56-58

Valget af automatsikringen I_N er ok

10. Kontrol af Spændingsfaldet (ΔU)

Her beregnes og kontrolleres spændingsfaldet og om det overholder gældende standart

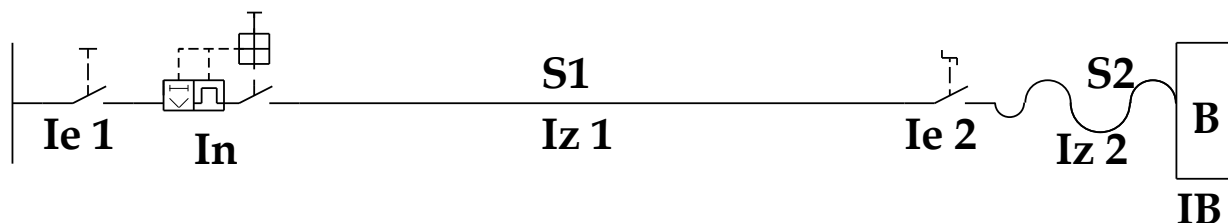
jf. DS-håndbogen 60364 kap.525 tabel G.52.1

Se regne eksempel på side: **43-44**

11. Mærkning

Der skal altid opmærkes jf. DS-håndbogen 60364 kap. 514.1 , 514.4 og 537.2.5

Dimensionering af installation i henhold til Anneks C med Automatsikring. REGNEEKSEMPEL:



- Temp. 30 grader
- Oplægning er i gitterbakke gælder kun S1
- Kabler: fast installation er Udført i NOIKLX 90 GRADERS (XLPE) og Tilledning PKAJ 70 GRADERS (PVC)
- S1 er 25 m
- S2 er 2 m
- Brugsgenstand: Vandvarmer 230 V 14,5 A
- 70 % reglen skal overholdes i den faste installation
- Foretag en komplet dimensionering af installationen.
- Kontrol af OB, KB og spændingsfaldet må max være 5 %
- Ikmin i tavlen: 111 A
- Ikmax i tavlen: 5 KA

1. Bestem I_B

$$I_B = 14,5 A$$

2. Valg af automatsikring I_{N1}

$$I_B \leq I_N = 14,5 A \leq 16 A$$

1P+NUL 16 A C- karakterstik

EN 60898 (Bolig)

$$I_{k_{\max}} = 5 KA$$

$$I_{cn} \geq I_{k_{\max}} = 6 kA \geq 5 kA$$

Valget af automatsikringen I_N er ok

3. Valg af reparationsafbryder/service afbryder I_{e2}

$$I_{e2} \geq I_n = 16 A \geq 16 A$$

$$Type = LBAS316TPN$$

4. Valg af ledertværsnit / kabel S_1

$$I_n \leq I_z$$

Oplægning se Tabel A.52.3 side 70-76 i Dimensioneringshåndbogen

$$Installations\ metode\ nr. = 32$$

$$Referenceinstallationsmetode = E$$

Vælg tværsnit se Tabel C.52.1 side 79 i Dimensioneringshåndbogen

$$Kolonne\ nr. = 12$$

$$S_1 = 1,5\ mm^2$$

$$I_{z1} = 26\ A$$

$$Kables\ isolationstype = XLPE$$

Omgivelses temperaturen for luft

Hvis omgivelsestemperaturen er mellem 26-30° så skal der ikke regnes med kft, hvis der skal regnes med kft så se Tabel B.52.14 side 77 i Dimensioneringshåndbogen

Omgivelsestemperatur

$$t = 30^\circ$$

$$kft = 1$$

Da temperaturen er 30 rader skal der ikke kordineres for dette

Belastningsgraden

$$BG = \frac{I_b}{I_{z\text{korrigeret}}} * 100 = \frac{14,5}{26} * 100 = 55,77\ %$$

Samlet fremføring skal der ikke kordineres med da belastningsgraden er opfyldt.

Slutkontrol

Slut kontrol:

$$I_z \geq I_n \quad 26\ A \geq 16\ A$$

OK

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

$$Slut\ resultat: \quad S_1 = 3g1,5\ mm^2$$

$$I_z = 26\ A$$

5. Kontrol af OB (overbelastnings beskyttelse) S_1

Betingelse 1

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$14,5\ A \leq 16\ A \leq 16\ A$$

6. Valg af tilledning/Bøjelige ledning S_2

$$I_n \leq I_z$$

Ved valg af til tilledning se strømværdien fra fabrikantens strøm- tabel se side:

$$S_2 = 1,5 \text{ mm}^2 \quad I_{z2} = 16 \text{ A} \quad \text{Kables isolationstype} = \text{PKAJ}$$

Omgivelses temperaturen

Hvis omgivelsestemperaturen er mellem 26-30° så skal der ikke regnes med kft, hvis der skal regnes med kft så se Tabel B.52.14 side 77 i Dimensioneringshåndbogen.

$$\text{Omgivelsestemperatur} \quad t = 30^\circ$$

$$kft = 1$$

Da temperaturen er 30 rader skal der ikke kordineres for dette

Slutkontrol

$$\text{Slut kontrol:} \quad I_z \geq I_n \quad 16 \text{ A} \geq 16 \text{ A} \quad \text{OK}$$

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

$$\text{Slut resultat:} \quad S_2 = 3g1,5 \text{ mm}^2 \quad I_z = 16 \text{ A}$$

7. Kontrol af OB (overbelastnings beskyttelse) S_2

$$\text{Betingelse 1} \quad I_b \leq I_n \leq I_{z_{korrigeret}} \\ 14,5 \text{ A} \leq 16 \text{ A} \leq 16 \text{ A}$$

8. Kontrol af Kortslutningsstrømmen $I_{k_{\max}}$

$I_{k_{\max}}$ er oplyst til 5 KA.

For at finde energi gennemslippet for automatsikringen er det $i_{k_{\max}}$ man skal bruge til at aflæse energi gennemslippet, i producentens diagram for gennemslags energien. Se side: 59

9. Kontrol af KB (Kortslutning beskyttelse) S_1 eller S_2

Kontrol af energi gennemslip:

$$\varepsilon_{kabel-W} = K^2 * S^2 = 115^2 * 1,5^2 = 29756,3 A_s^2$$

$$\varepsilon_{\text{automat sikring}} \text{ Aflæst på side: 59} = 16000 A_s^2$$

$$\varepsilon_{kabel-W} \geq \varepsilon_{\text{automat sikring}} = 29756,3 A_s^2 \geq 16000 A_s^2 \text{ Så ok}$$

Kontrol af udløserkurve for ikmin:

Forsyning og kablernes ohmske modstand

$$R_F = \frac{U_f}{I_{K_{\min}}} = \frac{230}{111} = 2,07 \Omega$$

$$R_{LS1} = R - \text{værdien aflæst i tabel} * 10^{-3} * l = 12,1 * 10^{-3} * 25 = 0,3025 \Omega$$

$$R_{LS2} = R - \text{værdien aflæst i tabel} * 10^{-3} * l = 13,3 * 10^{-3} * 2 = 0,0266 \Omega$$

$$\Sigma R_l = R_{LS1} + R_{LS2} = 0,3025 + 0,0266 = 0,3291 \Omega$$

$$\Sigma R = (R_F + (\Sigma R_l * 2) * 1,5) = (2,07 + (0,3291 * 2) * 1,5) = 3,06 \Omega$$

Beregnet ikmin ved brugsgenstand

$$I_{k_{\min \text{ brugs}}} = \frac{U_f}{\Sigma R} = \frac{230}{3,06} = 75,16 A$$

$$I_{5_udløser} = 10 \text{ udløser faktor se side}$$

$$I_{5_udløser_ikminbrug} = \frac{I_{k_{\min \text{ brugs}}}}{I_N} = \frac{75,16}{16} = 4,7$$

$$I_{5_udløser_brugikmin} \geq I_{5_udløser} = 4,7 \geq 10$$

Valget af automatsikringen I_N er ikke ok. Løsningen på dette er at hæve kabel kvadratet. Og skifte automatsikringen til en B-karakterstik.

10. Kontrol af Spændingsfaldet (ΔU)

$$\Delta U = I_B * \Sigma R_l * 2 = 14,5 * 0,3291 * 2 = 9,54 \text{ V}$$

$$\Delta U \text{ i } \% = \frac{\Delta U * 100}{U_f} = \frac{9,54 * 100}{230} = 4,15 \%$$

11. Mærkning

Vandvarmer max 16 A

Man skal Virkelig tænke sig om når man bruger automatsikringer generelt da dette kan give nogle problemer med nogle udløsertider kontra en smelte sikring vil være væsentlig hurtigere i sin udløser tid.

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

R-værdien aflæses på side 84 . **Og HUSK Omh er pr. kilometer.**

Her regnes Ledningsmodstanden R_{Ledning}

Formel eks. På udregning af R_{Ledning}

$$R_{\text{Ledning}} = R - \text{værdien aflæst i tabel på side 84} * 10^{-3} * l$$

Nu kan ΔU regnes da man har R_{Ledning}

1 faset spændingsfald

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

$$\Delta U = I_B * R_{\text{Ledning}} * 2$$

Spændingsfald i %

Formel eks. På udregning af ΔU i %

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

2 faset spændingsfald

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

$$\Delta U = I_B * R_{\text{Ledning}} * 2$$

Spændingsfald i %

Formel eks. På udregning af ΔU i %

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

3 faset spændingsfald

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

$$\Delta U = I_B * R_{Ledning} * \sqrt{3} * \cos \varphi$$

Spændingsfald i %

Formel eks. På udregning af ΔU i %

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

Hvad er I_{kmin} ; kortslutningsstrøm

$I_{k,min}$ – 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 $I_{k,min}$ 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.

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

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

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

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 på side 84. **Og HUSK Omh er pr. kilometer.**

Formel eks. På udregning af kablets modstand

$$R_{Ledning} = (R - \text{værdien aflæst i tabel på side 84} * 10^{-3} * l *)$$

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

Formel eks. På udregning af I_{Kmin}

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

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

Kontrol af kortslutningsbeskyttelse KB med smelte sikring

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.

Når man foretager aflæsning i sikringstabellen aflæses der en tid som afgør det hvilken metode der skal bruges . For at sikre at kb er opfyldt.

Aflæsning af sikringssmeltetid = t_s se side 51:

Man skal da huske at hvis kablets energigennemslip er mindre end beskyttelses udstyrets skal man foretage nyt kabel valg.

KB Kontrol af sikringens smeltetid fra 1 m/sek. til 100 m/sek.

$$I_{Kminbrug} = \underline{\hspace{2cm}} A$$

$$I_n \text{ sikrings størrelse} = \underline{\hspace{2cm}} A$$

$$\text{Aflæst sikringens smelte tid på side 59 } t_s = \underline{\hspace{2cm}} \text{ sek.}$$

$$\varepsilon_{kabel-W} = K^2 * S^2 = x^2 * x^2 = A_s^2 \quad \text{K-faktor se side 69.}$$

$$\varepsilon_{smeltesikring} = t_s * I_{Kminbrug}^2 = A_s^2$$

$$\varepsilon_{lysbue} = 230 V AC - 1 ms = A_s^2. \quad \text{Se side 53}$$

$$\varepsilon_{total} = \varepsilon_{smeltesikring} + \varepsilon_{lysbue} = x + x = A_s^2$$

$$\varepsilon_{kabel-W} \geq \varepsilon_{total} = x A_s^2 \geq x A_s^2$$

KB Kontrol af sikringens smeltetid under 1 m/sek.

$$I_{Kminbrug} = \underline{\hspace{2cm}} A$$

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 $I_{k,max}$ kan regne med en $I_{k,max}$ på 16.000A ved ens gravsten med en faseforskydning på $\cos \varphi 0,3$.

Regne eks. Ved forsyning punktet

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

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

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

$$X_{LF} = Z_F * \sin \varphi = 0,014375 * 0,95 = 0,01365 \ \Omega$$

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 mm² kvadrat stikledning på 20 meter ind til en gruppetavle.

$$R_{L \ 16 \text{ mm}^2} = (R - \text{værdien aflæst i tabel på side 84} * 10^{-3} * l)$$

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

Om pr. kilometer kan aflæses i dimensioneringshåndbogen. Værdier til udregning af R_L se side 71 og X_L se side 72.

$$X_{L\ 16\ mm^2} = (X_L - \text{værdien aflæst i tabel på side 85} * 10^{-3} * l)$$

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

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

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

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

$I_{K,max}$ 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 $I_{K,max}$

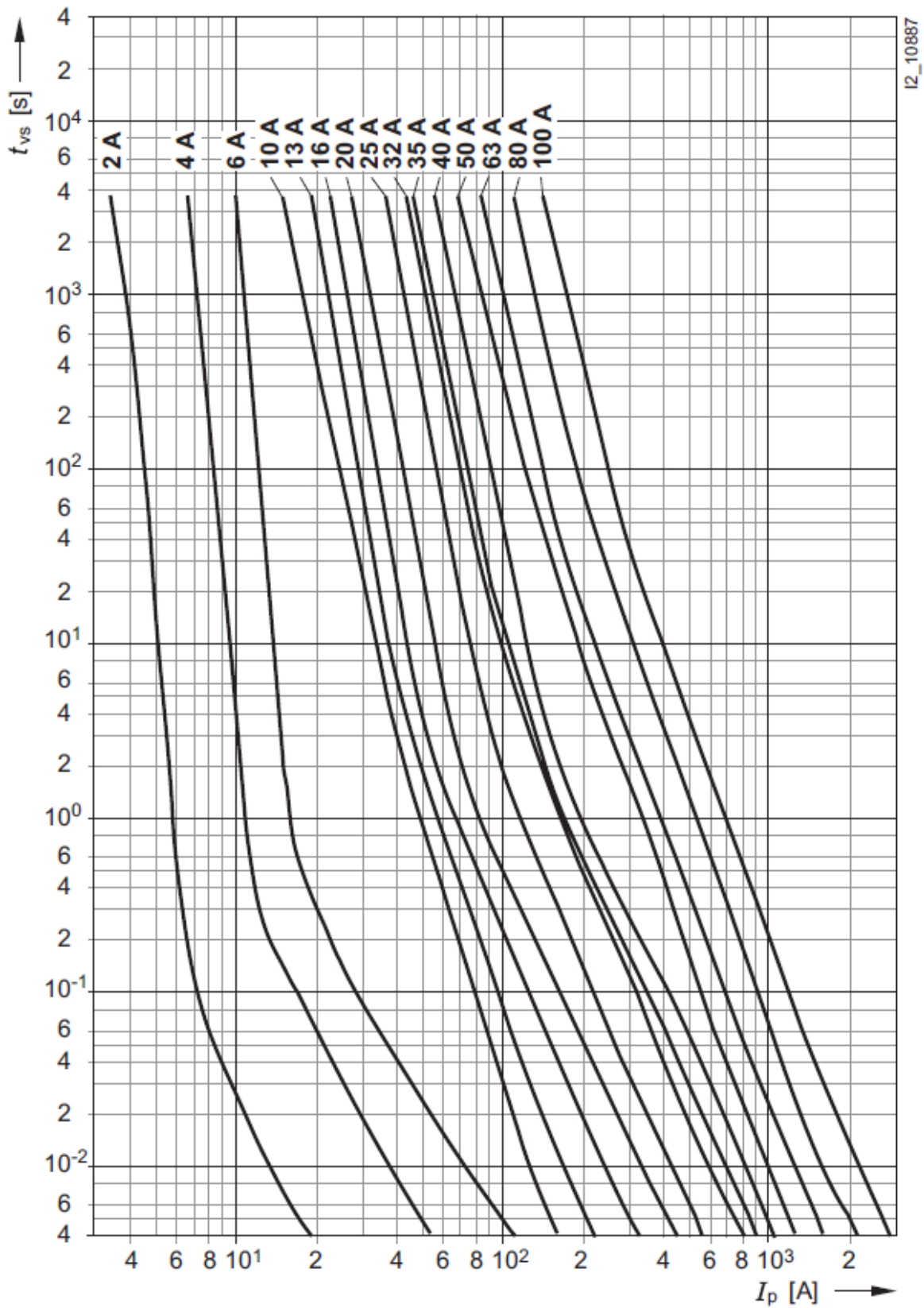
◀ Kortslutnings niveauer ved I_{kmax} på en stikledning jf. fællesregulativet.

I_{kmin} jf. fælles regulativet 2017 kap 12.1				
I_{kmin} v. forsyningen $16 \text{ kA} \cdot \cos\phi = 0,3$	Eksempler på I_{kmax} ved forskellige kabellængder.			
	I_{kmax} v. 5 meter	I_{kmax} v. 10 meter	I_{kmax} v. 15 meter	I_{kmax} v. 20 meter
Kabel kvadrat				
6 mm ²	6,967 kA	4,839 kA	3,681 kA	2,963 kA
10 mm ²	8,358 kA	6,422 kA	5,166 kA	4,314 kA
16 mm ²	9,321 kA	7,732 kA	6,550 kA	5,675 kA

Kortslutnings niveauer ved I_{kmin} på en stikledning jf. fællesregulativet.

I_{kmin} jf. fælles regulativet 2017 kap 12.2					
I_{kmin} v. forsyningen $5 \times I_{n_stikledning}$	$I_{n_stikledning}$ eller $I_{n_kabelskab}$	I_{kmin} v. forsyningen $5 \times I_{n_stikledning}$ Start	Eksempler på I_{kmax} ved forskellige kabellængder.		
			I_{kmin} v. 5 meter	I_{kmin} v. 10 meter	I_{kmin} v. 20 meter
Kabel kvadrat					
6 mm ²	25 A	125 A	121,94 A	119,02 A	113,59 A
	35 A	175 A	169,59 A	164,01 A	153,87 A
10 mm ²	50 A	250 A	242,72 A	235,92 A	223,34 A
16 mm ²	63 A	315 A	307,73 A	300,85 A	287,86 A

Smeltekurve for D01, D02, D03



I_{kmin}

10^3	1000
10^2	100
10^1	10
10^0	1
10^{-1}	0,1
10^{-2}	0,01
10^{-3}	0,001

Smeltesikrings tabel på D0	
Sikrings størrelse	Navn
2 A	D01
4 A	D01
6 A	D01
10 A	D01
13 A	D01
16 A	D01
20 A	D02
25 A	D02
32 A	D02
35 A	D02
40 A	D02
50 A	D02
63 A	D02
80 A	D03
100 A	D03

Tabel for smeltesikrings energigennemslip

NEOZED fuse systems

Series 5SE2

Size: D01, D02, D03
 Operational class: gG
 Rated voltage: 400 V AC/250 V DC
 Rated current: 2 ... 100 A

Type	I_n	P_v	Δi^0	$I^2 t_s$ 1 ms $A^2 s$	4 ms $A^2 s$	$I^2 t_a$ 230 V AC ($t \leq 4$ ms) $A^2 s$	400 V AC $A^2 s$
5SE2 302	2	1.6	19	1.2	1.4	2.9	3.9
5SE2 304	4	1.3	14	12.5	13.6	22	30
5SE2 306	6	1.7	19	46.7	48	58	75
5SE2 310	10	1.3	16	120	136	220	280
5SE2 013-2A	13	1.95	23	220	244	290	370
5SE2 316	16	2.1	24	375	410	675	890
5SE2 320	20	2.4	26	740	810	1250	1650
5SE2 325	25	3.2	33	1210	1300	1900	2600
5SE2 332	32	3.6	34	2560	2800	4300	5500
5SE2 335	35	3.8	36	3060	3500	5100	6500
5SE2 340	40	4	37	4320	4800	7900	9500
5SE2 350	50	4.2	38	6750	7400	10500	13000
5SE2 363	63	5.3	45	10000	10900	16000	20500
5SE2 280	80	5.3	43	13000	15400	25000	34500
5SE2 300	100	6.4	47	22100	30000	46000	60000

Automatsikring

hager

Automatsikringer

Udløsekarakteristik og anvendelse

Automatsikringer beskytter kabler og ledninger mod overbelastning og kortslutning.

Der findes to forskellige udløgere:

- En tidsforsinket termisk udløser for overbelastning
- En elektromagnetisk udløser for kortslutningsbeskyttelse

Normer:

DIN VDE 0641 del 11 / 8.92, EN 60 898, IEC 898

Med indføring af udløsekarakteristikerne B, C og D samt VDE-norm DIN VDE 0100, del 430 / 11.91 med dertil hørende bilag, er reglerne for overbelastningsbeskyttelse af kabler og ledninger fastlagt.

Derved gælder:

Beskyttelse mod høj varmeudvikling ved overbelastning er opnået, når følgende betingelser er opfyldt:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1,45 I_z$$

I_b	Driftsstrøm for strømkredsen, belastningsstrøm
I_z	Tilladelig belastning af ledning eller kabel
I_n	Nominel- eller indstillingsstrøm for overbelastningsbeskyttelsesudstyr
I_2	Udløsestrøm for overbelastningsbeskyttelsesudstyr (største prøvestrøm)

$$I_n \leq I_z$$

Ved brug af automatsikringer med B, C og D karakteristisk, kan beskyttelsen vælges ud fra reglen $I_n \leq I_z$.

Anvendelse:

Udløsekarakteristik B:

Anvendes hovedsageligt til kabel- og ledningsbeskyttelse i boliginstallationer (belysning, stikkontakter)

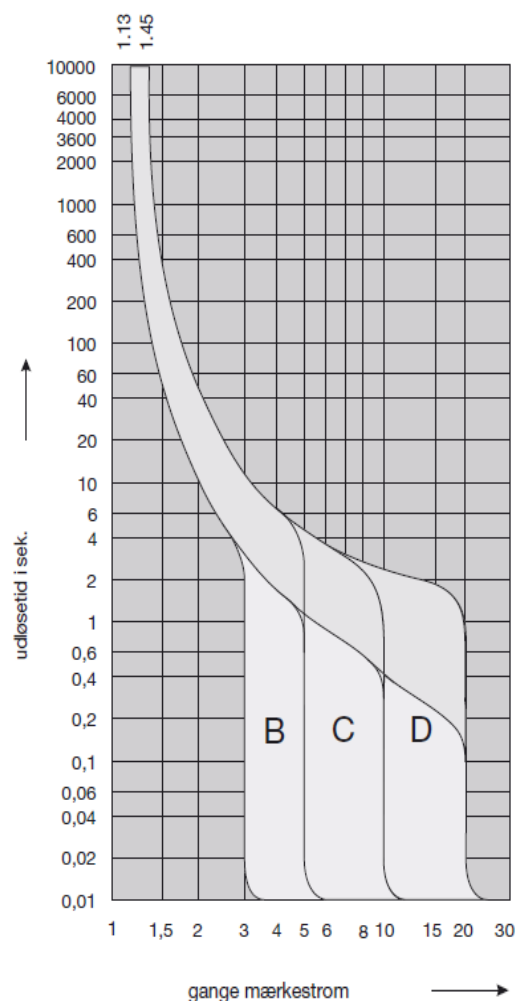
Udløsekarakteristik C:

Anvendes til kabel- og ledningsbeskyttelse, specielt for udstyr med høj startstrøm (belysningsgrupper, køleskabe og motorer e.l.)

Udløsekarakteristik D:

Anvendes til kabel- og ledningsbeskyttelse, specielt for udstyr med meget høj startstrøm (svejsetransformere og motorer e.l.)

Udløsekarakteristik B / C i.h.t. DIN VDE 0641 Teil 11 / 8.92 D i.h.t. IEC 947 - 2



Udløseværdier for automatsikringer
(ved omg.temp. 30 gr)

Norm	Udløsekarakteristik	termisk udløser			Elektromagnetisk udløser		
		mindste prøvestrøm I_1	største prøvestrøm I_2	Udløsetid	holde	udløse	udløsetid
DIN VDE 0641 del 11 / 8.92 EN 60 898	B	$1,13 \times I_n$	$1,45 \times I_n$	$> 1 \text{ h}$ $< 1 \text{ h}$	$3 \times I_n$	$5 \times I_n$	$> 0,1 \text{ s}$ $< 0,1 \text{ s}$
	C	$1,13 \times I_n$	$1,45 \times I_n$	$> 1 \text{ h}$ $< 1 \text{ h}$	$5 \times I_n$	$10 \times I_n$	$> 0,1 \text{ s}$ $< 0,1 \text{ s}$
	D	$1,13 \times I_n$	$1,45 \times I_n$	$> 1 \text{ h}$ $< 1 \text{ h}$	$10 \times I_n$	$20 \times I_n$	$> 0,1 \text{ s}$ $< 0,1 \text{ s}$

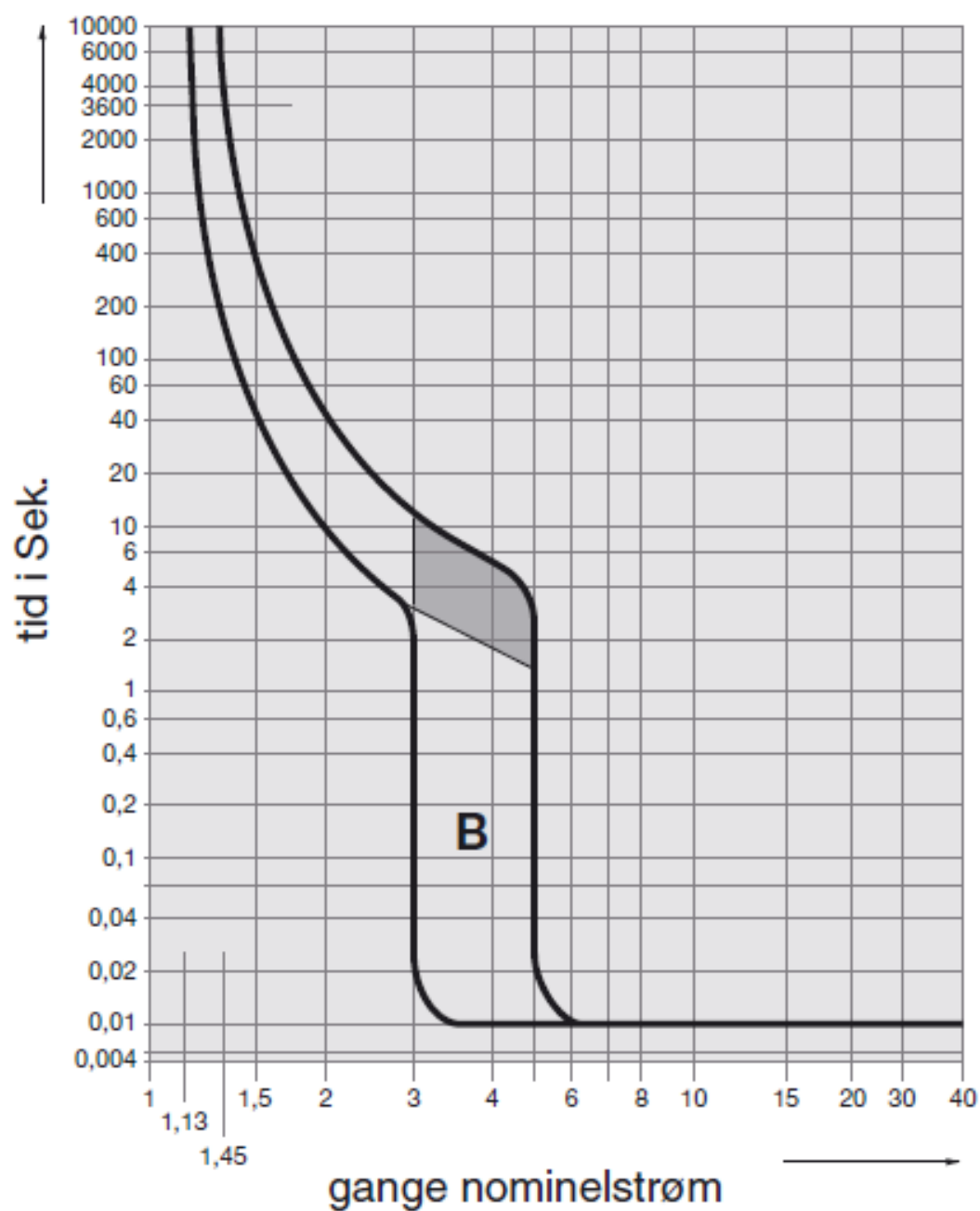
I4-faktor og I5-faktor

Magnetudløseren har flg. Grænseværdier		
Automatsikringens karakteristik	Udkobling må ikke ske inden for 0,1 sek. Ved. (I4-faktor_holde. startstrøm)	Udkoblingen skal ske inden for 0,1 sek. Ved. (I5 faktor_udløser. kortslutning Ikmin)
B	$3 \times I_n$	$5 \times I_n$
C	$5 \times I_n$	$10 \times I_n$
D	$10 \times I_n$	$20 \times I_n$
K	$8 \times I_n$	$14 \times I_n$
Z	$2 \times I_n$	$3 \times I_n$

Udløsekarakteristik "B"

Automatsikring: MBN, MKN, NB

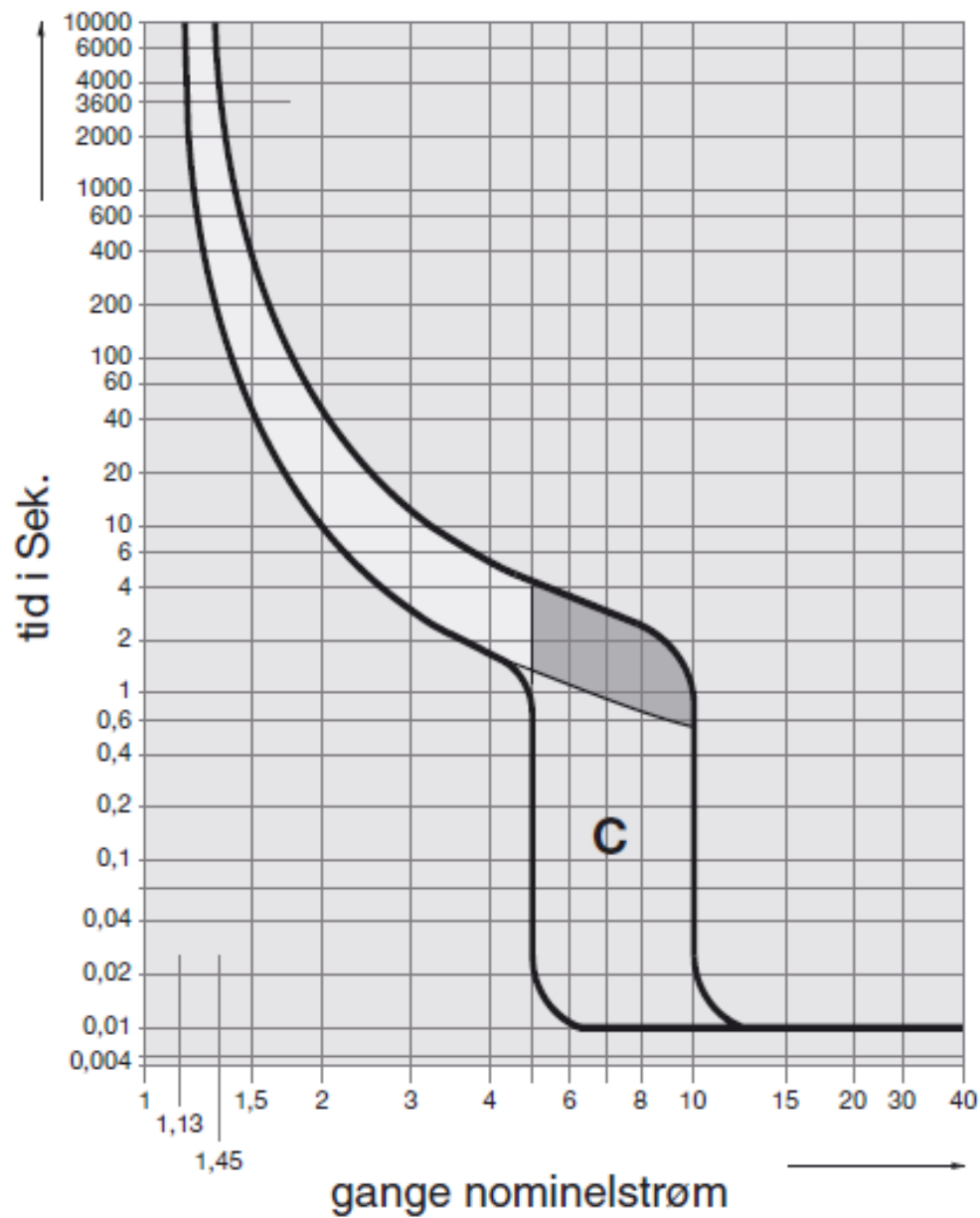
FI/autom.sikr: ADA



Udløsekarakteristik "C"

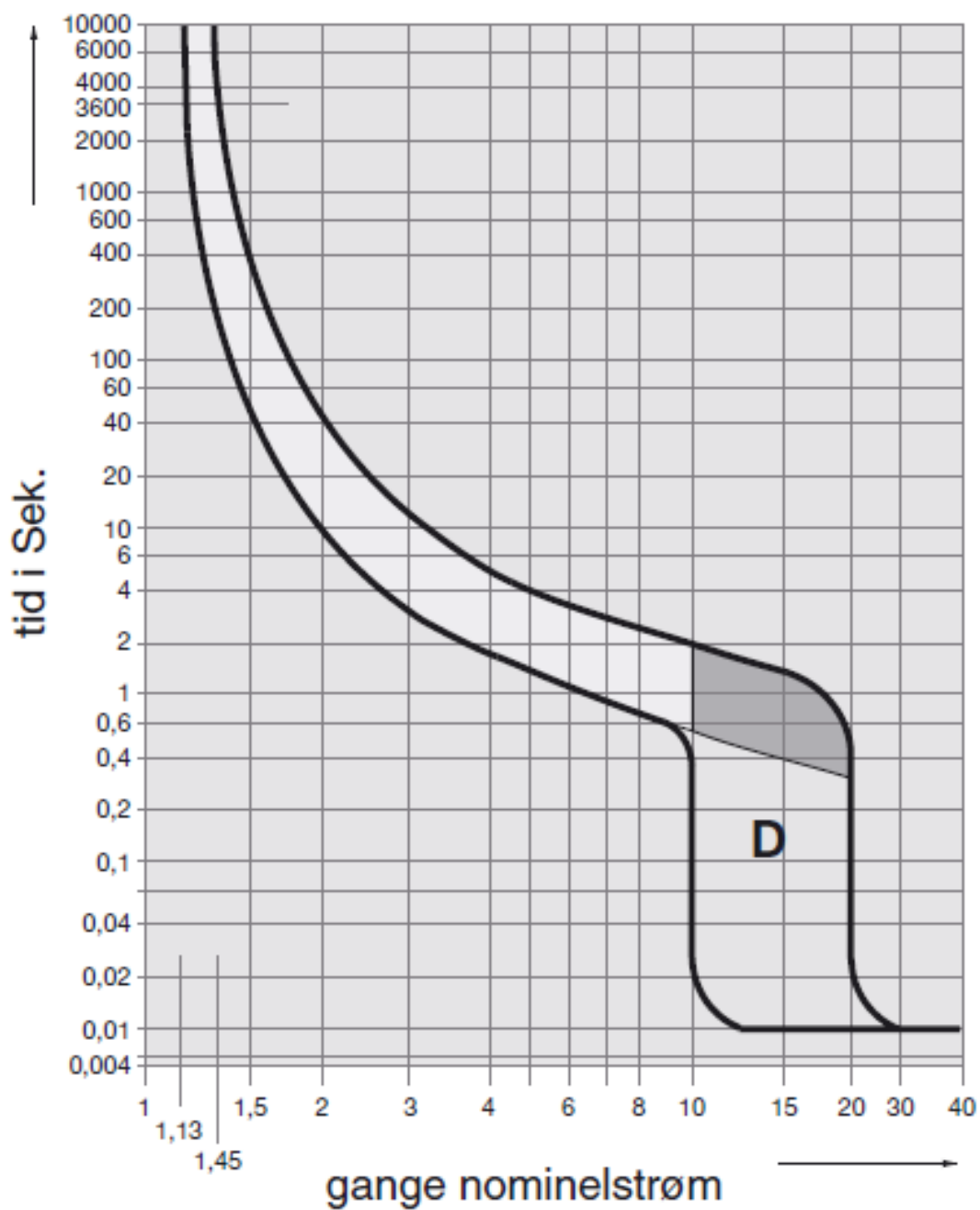
Automatsikring: MCN, MLN, MCS, NC

FI/autom.sikr: ADA



Udløsekarakteristik "D"

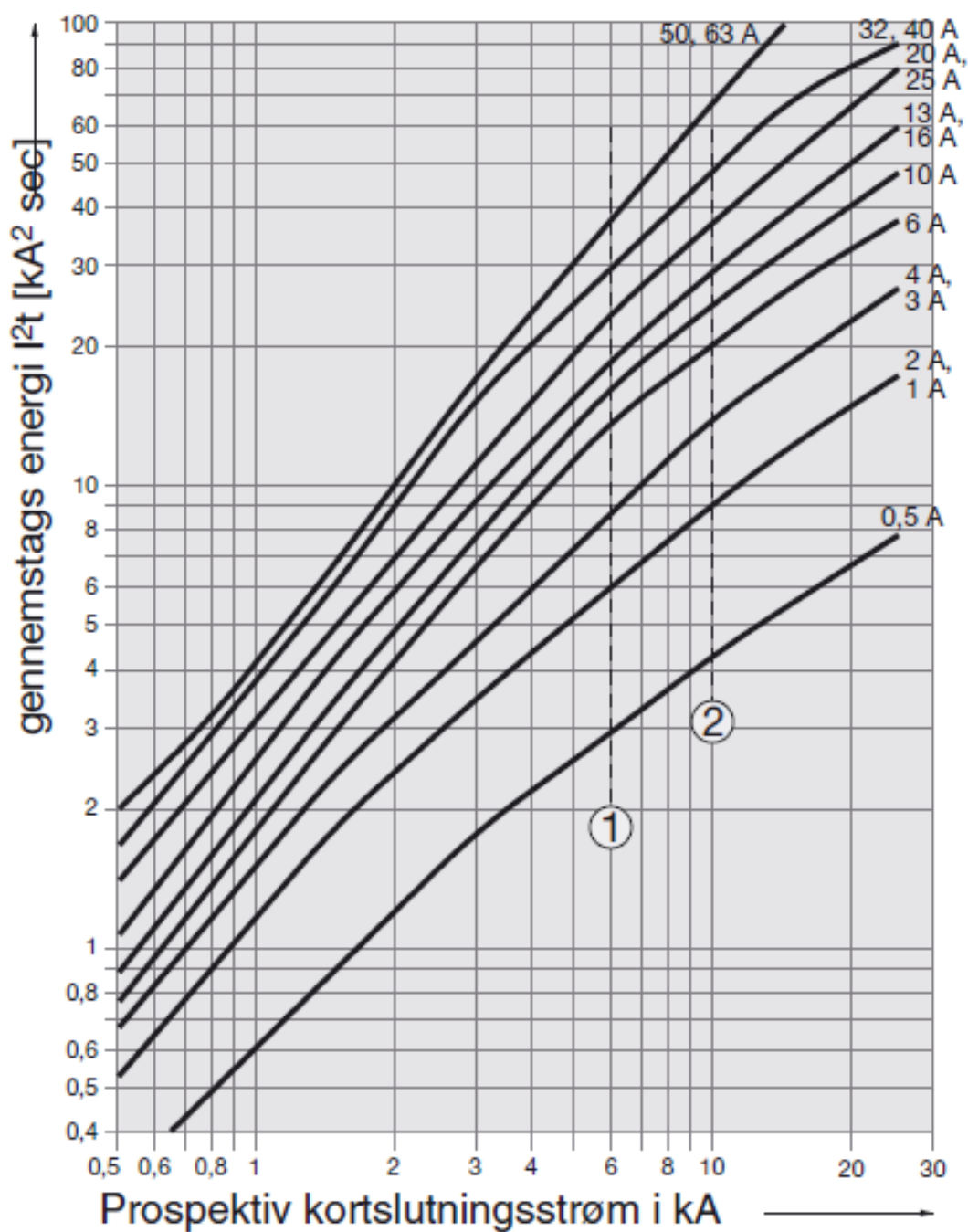
Automatsikring: ND



Gennemslagsenergien

Diagram for gennemslagsenergi I^2t

- ① automatsikring MBN, MCN, MCS, MKN, MLN
- ② automatsikring NB, NC, ND



Tekniske data

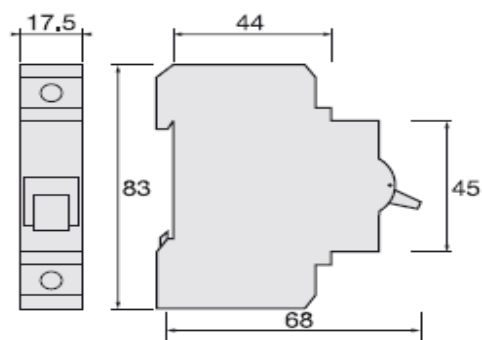
Type	MKN/MBN	MLN/MCN/MCS	NB	NC	ND
	von 0,5 til 63 A				
Norm	DIN VDE 0641 Teil 11 / 8-92, EN 60 898, IEC 898				
Poltal	1, 2, 3, 1 + N, 3 + N		1, 2, 3		
Udløsekarakteristik	B	C	B	C	D
Nominelstrøm I _n	6 til 63 A	0,5 til 63 A	6 til 63 A	0,5 til 63 A	0,5 til 63 A
Nominelspænding U _n	en-polet flerpolet	230 / 400 V~ 400 V~			
Max. nominel driftspænding	AC	en-polet flerpolet		230 / 400 V~ 400 V~	
	DC	en-polet to-polet (serieforbindelse af begge poler)		60 V~ 125 V~	
Min. nominel driftspænding	AC	12 V~ og 12 V~			
	DC				
Nominelbrydeevne I _{cn}	6 kA		10 kA		
Selektivitetsklasse	3 (VDE til 32 A)				
Kontaktstillings indikering (rød/grøn)	Nej	Nej	Ja	Ja	Ja
Nominel frekvens	50 / 60 Hz				
Tilslutning	• Tilgang: monteringsklare bi-kontaktklemmer → 1 til 25 mm ² • Afgang: tunnelklemme → 1 til 25 mm ² • Bløddledning uden tulle fra 1,5 mm ²				
koblingslevetid ved nominel belastning	≤ 32 A 20000 koblinger > 32 A 10000 koblinger				
Berøringsbeskyttelse	IP20, indbygget i kapsling IP30				
Omgivelsestemperatur	Drift: -25°C til +60°C Lager: -25°C til +80°C				

Back-up beskyttelse

Type	NH-sikring type gL	Back-up beskyttet op til
MBN, MCN	50 A	50 kA
	63 A	50 kA
og	80 A	50 kA
	100 A	50 kA
NB, NC, ND	125 A	25 kA

Målskitse

automatsikring 1 polet



Valg af kontaktor og termorelæ

Hovedkreds							Hjælpe- kontakter Påbygnings- mulighed Antal	EAN 13 nr. 570242-			Best. nr. ¹⁾ 50 Hz	Type
AC-3 belastning			I _{th} ⁵⁾ (AC-1) Åben A	I _{the} ⁶⁾ (AC-1) Kapslet A	Max. I _{th} ⁷⁾ (AC-1) Åben A	Hoved- kontakter (slutte) Antal		Spølespænding ²⁾				
U _e 220-240 V kW	U _e 380-690 V kW	I _e A						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	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⁾ Spølespænding/frekvens eller Appendix-nr. (se nedenstående skema) tilføjes Danfoss best.nr.

²⁾ Andre spølespændinger, se nedenstående skema

³⁾ Styrerelæ, 2 A, AC-15

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

⁵⁾ Den termiske strømværdi I_{the} angiver den maksimale belastning ved 60°C

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

Område		Max. for-sikring ¹⁾				HRC ²⁾ Form II A	EAN 13 nr. 57024230-	Best.nr.	Type
Motor- værn A	Y/D starter A	gl, gL, gG		BS 88, type T					
		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 ³⁾	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

¹⁾ Efter IEC 947-4 koordinationstype 1 og 2:

Koordinationstype 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.

Koordinationstype 2: Der må ikke ske nogen skade på motorværnet. Dog accepteres let kontaktbrænding og svejsning af kontakterne.

²⁾ Efter HRC-form II gælder for type TI 16 C, TI 25 C og TI 30 C for anvendelse i Canada og USA

³⁾ 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 motorværnsområde 11-16 A, dvs. termorelæ **047H0212**
- Til stjerne/trekant start er det bedste Y/D starterområde 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.

Sikkerhedsafbryder

Rated operational current/power			Enclosure size [mm]					
AC23A								
500V	690V	Cable entries up/down	H	W	D	Type	Ordering number	Weight [kg]
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		Cable entries up/down	Enclosure size [mm]			Type	Ordering number	Weight [kg]
AC23A			H	W	D			
500V	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

AC - drift kategorier

Kontaktorer og lastadskillere skal vælges ud fra den driftkategori, de udsættes for.

	Driftkategori	Koblingsbetingelse		Belastning
		Slutter	Bryder	
Kontaktor	AC 1	$1 \times I_e$	$1 \times I_e$	Ikke induktive eller let induktive belastninger, modstandsovne $\cos\phi = 0,95$
	AC 2	$2,5 \times I_e$	$2,5 \times I_e$	Slæberingsmotorer : Start og reversering $\cos\phi = 0,65$
	AC 3	$6 \times I_e$	$1 \times I_e$	Kortslutningsmotorer : Start, stop af motorer i drift $\cos\phi = 0,35$
	AC 4	$6 \times I_e$	$6 \times I_e$	Kortslutningsmotorer : Start, stop, reversering og tipdrift $\cos\phi = 0,35$
Lastadskiller / lastafbryder	AC 20 A (B)		Til kobling i ubelastet tilstand	
	AC 21 A (B)		Kobling af ohmsk eller svag induktiv belastning $\cos\phi = 0,95$	
	AC 22 A (B)		Kobling af induktiv belastning $\cos\phi = 0,65$	
	AC 23 A (B)		Kobling af motorer, forsyningsadskillere Forsyningsadskiller for maskiner. $\cos\phi = 0,35$	

A : Hyppig aktivering

B : Lejlighedsvis aktivering

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	En, to eller tre-pol og med udskiftelig sikringsskuffe
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 sikringsskuffe	Syntetisk materiale fri for halogen, fosfor og silikone
Isoleringsdele	
Brand klassifikation/krybemodstand	UL94/V0, filament test 960°C/CTI 600
Tæthedegrad/strømbeskyttelse	IP 20/finger og baghåndsbeskyttet
Strømskinner	
Nominal driftsspænding U_e	400 V
-AC	En-polet op til 110 V, to-polet op til 220 V
-DC	16 A
Nominal driftsstrøm I_e	16 A
Nominal konstant strøm I_u	IV/3 (DIN VDE 0110)
Overspændings kategori/Forureningsgrad	6000 V
Kapacitet strøm transient U_{imp}	440 V, kun til brug ved 440 V sikringsforbindelse
Nominal special- spænding AC	ca. 25°C / håndtering af sikringsskuffe ca. 30°C
Max. Varme og rumtemperatur	
Tilslutning	
Kabeltilslutning	Skrueterminaler
Tilspændingsmoment MD M6 Pozidriv	1,5...25 mm ² (max. 2x10 mm ²) 3 Nm
Bryder kapacitet	
Nominal kortslutnings kapacitet I_{cm}	50kA
Brydekategori	AC 22B
Special performances	
Fejlmelding	Pålidelig blink-indikator
Ledningsindgang	Begge sider
Skruetrækker	Indstillelig Ampere kode i afbryder
Kode-fjeder	Automatisk Ampere kodning i sikringsskuffe

Gruppeafbryder Tytan 2

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

Technical Data

General

Classification

Regulation

Poles

Handling

Suitable for fuses gL, gG, aM

Ambient air temperature

-Storage min/max

-Operation min/max

Insulating parts

Fire classification / creep resistance

Protection / contact-voltage protection

Power bars

Rated operation voltage U_e

-AC

-DC

Rated operation current I_e

Rated constant current I_u

Overvoltage category / Pollution degree

Rated surge capacity U_{imp}

Rated special voltage AC

max. Heating at I_u and room temperature

Connection technique

Terminal - Branch terminal suitable for

Torque M_D M6 Pozidriv

Switching capacity

Rated short circuit making capacity I_{cm}

Switching categorie

Special performances

lockable

sealable

Fault signal

Feed in

Quick mountig device

Box of spare fuses

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

-25°C/+100°C

-25°C/+60°C

synthetic material free of halogen, phosphorus and silicone

UL94/V0, filament test 960°C/CTI 600

IP 20/finger and backhand protection

400V

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

63A

63A

IV/3 (DIN VDE 0110)

6000V

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 1,5mm² ... 35mm²

b) above: terminal lugs of wiring bars

under: fine wires with wire end ferrule 6mm²

c) 2 solid conductor fine wires with wire end ferrule

from each 2 X 1,5mm² ... each 2 X 16mm²

4Nm

50kA_{eff}

AC 22B

DC 21B

by customary padlock

reliable, by optoelectronic flashing indicator

both sides

top hat rail DIN EN 50022

Mindste ledertværsnit

Denne tabel er hentet fra DS/HD-60364.

Tabel 52.2 – Lederes mindste tværsnit

Type af ledningssystem		Strømkredsens anvendelse	Leder	
			Materiale	Tværsnit mm ²
Faste installationer	Kabler og isolerede ledere	Effekt- og belysningskredse	Kobber	1,5
			Aluminium	For at koordinere med kabel-standard IEC 60228 (10 mm ²) (se note 1)
		Signal- og styrekredse	Kobber	0,5 (se note 2)
	Blottede ledere	Effektkredse	Kobber	10
			Aluminium	16
		Signal- og styrekredse	Kobber	4
Forbindelse med bøjelige isolerede ledere og kabler		Til et bestemt apparat	Kobber	Som angivet i den relevante IEC-standard
		Til andre anvendelser		0,75 ^a
		Kredse ved ekstra lav spænding til særlige anvendelser		0,75
NOTE 1 – Klemmer til afslutning af aluminiumledere bør afprøves og godkendes til denne bestemte anvendelse.				
NOTE 2 – I signal- og styrekredse til elektronisk udstyr er et mindste tværsnit på 0,1 mm ² tilladt.				
NOTE 3 – For særlige krav til ELV-belysning, se IEC 60364-7-715.				
NOTE 4 – I Storbritannien er 1,0-mm ² -kabler tilladt til belysningskredse.				
NOTE 5 – I Storbritannien er 1,0-mm ² -kobberkabler tilladt til faste installationer, hvor der anvendes kabler og isolerede ledere til effekt- og belysningskredse.				
^a For bøjelige flerlederkabler med 7 eller flere ledere, gælder NOTE 2.				

K-faktor fra DS-60364

Denne tabel er hentet fra DS/HD-60364.

Tabel 43A – Værdier af k for ledere

Egenskab/ forhold	Type af lederisolering							
	PVC Termoplastisk		PVC Termoplastisk 90°C		EPR XLPE Termohærdende	Gummi 60 °C Termohærdende	PVC Med kappe	Mineral Blanke uden kappe
Ledertværsnit mm ²	≤ 300	> 300	≤ 300	> 300				
Starttemperatur °C	70		90		90	60	70	105
Sluttemperatur °C	160	140	160	140	250	200	160	250
Ledermateriale:								
Kobber	115	103	100	86	143	141	115	135 - 115 ^a
Aluminium	76	68	66	57	94	93	–	–
Tinloddede samlinger af kobberledere	115	–	–	–	–	–	–	–
^a Denne værdi skal anvendes for blanke kabler, som kan berøres.								
NOTE 1 – Andre værdier af k er under overvejelse for: – ledere med små tværsnit (specielt for tværsnit mindre end 10 mm ²) – andre typer samlinger i ledere – blanke ledere. NOTE 2 – Mærkestrømmen for udstyr til beskyttelse mod kortslutning kan være større end kablets strømværdi. NOTE 3 – Ovennævnte faktorer er baseret på IEC 60724. NOTE 4 – Se annek A i HD 60364-5-54:2007 for metoden til beregning af faktor k .								

For kortslutninger med en varighed på op til 5 sekunder kan tiden t , på hvilken en given kortslutningsstrøm vil hæve temperaturen på lederisoleringen fra den højst tilladte temperatur under normal drift til grænsetemperaturen, tilnærmelsesvis beregnes ud fra formlen:

$$t = (k^2 \cdot S / I)^2 \quad (3)$$

hvor

t er varigheden i s

S er tværsnittet i mm²

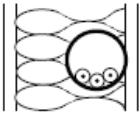
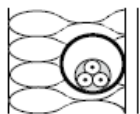
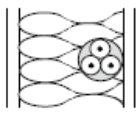
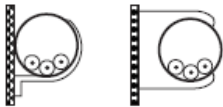
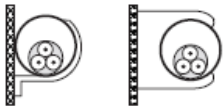
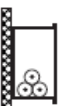
I er effektivværdien af kortslutningsstrømmen i A udtrykt som en r.m.s.-værdi i A

k er en faktor, der tager hensyn til specifik modstand, temperaturkoefficient og varmekapacitet for ledermaterialet samt tilhørende start- og sluttemperaturer. For almindelig lederisolering er værdierne for k for faseledere angivet i tabel 43A.

Installations metode

Denne tabel er hentet fra DS/HD-60364.

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

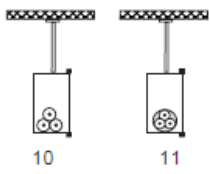
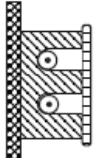
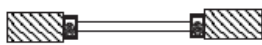
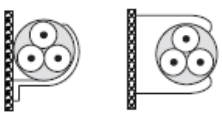
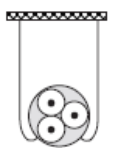
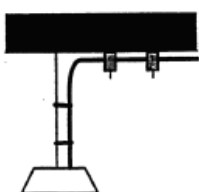
Nummer	Installationsmetode	Beskrivelse	Referenceinstallationsmetode til brug ved bestemmelse af strømværdi (se anneks B)
1	 Rum	Isolerede ledere eller enlederkabler i rør i en termisk isoleret væg ^{a, c}	A1
2	 Rum	Flerlederkabler i rør i en termisk isoleret væg ^{a, c}	A2
3	 Rum	Flerlederkabler direkte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

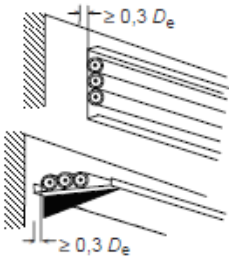
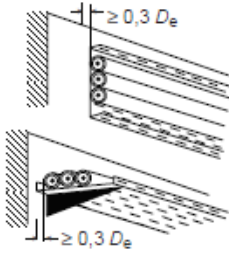
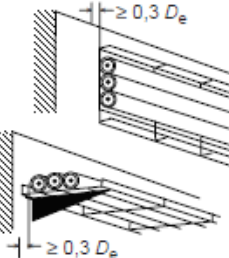
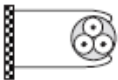
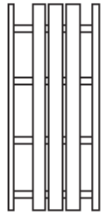
Denne tabel er hentet fra DS/HD-60364.

Tabel A.52.3 (fortsat)

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

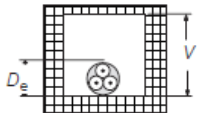
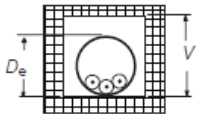
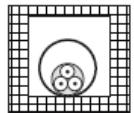
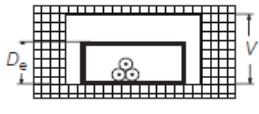
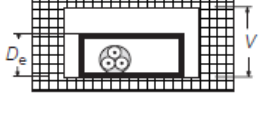
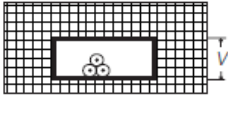
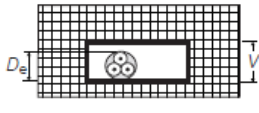
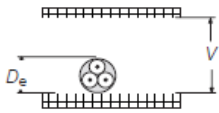
Denne tabel er hentet fra DS/HD-60364.

Tabel A.52.3 (fortsat)

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

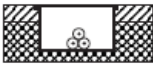
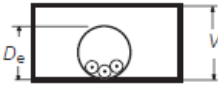
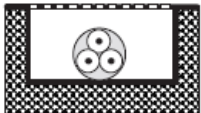
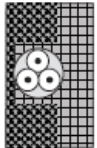
Denne tabel er hentet fra DS/HD-60364.

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 ^{c, h, i}	$1,5 D_e \leq V < 5 D_e$ B2 $5 D_e \leq V < 20 D_e$ B1
41		Isoleret leder i rør i et bygningshulrum ^{c, i, j, k}	$1,5 D_e \leq V < 20 D_e$ B2 $V \geq 20 D_e$ B1
42		Enleder- eller flerlederkabler i rør i et bygningshulrum ^{c, k}	Under overvejelse Følgende kan anvendes: $1,5 D_e \leq V < 20 D_e$ B2 $V \geq 20 D_e$ B1
43		Isolerede ledere i lukket kabelkanal i et bygningshulrum ^{c, i, j, k}	$1,5 D_e \leq V < 20 D_e$ B2 $V \geq 20 D_e$ B1
44		Enleder- eller flerlederkabel i lukket kabelkanal i et bygningshulrum ^{c, k}	Under overvejelse Følgende kan anvendes: $1,5 D_e \leq V < 20 D_e$ B2 $V \geq 20 D_e$ B1
45		Isolerede ledere i lukket kabelkanal i murværk med en termisk modstand på højst $2 \text{ K} \cdot \text{m/W}$ ^{c, h, i}	$1,5 D_e \leq V < 5 D_e$ 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 $2 \text{ K} \cdot \text{m/W}$ ^c	Under overvejelse Følgende kan anvendes: $1,5 D_e \leq V < 20 D_e$ B2 $V \geq 20 D_e$ B1
47		Enleder- eller flerlederkabel: – i et loftshulrum – under et hævet gulv ^{h, i}	$1,5 D_e \leq V < 5 D_e$ B2 $5 D_e \leq V < 50 D_e$ B1

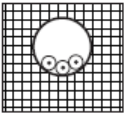
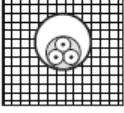
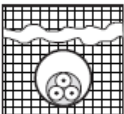
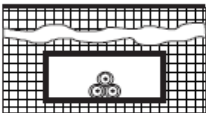
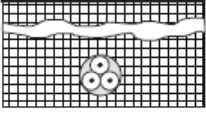
Denne tabel er hentet fra DS/HD-60364.

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 ^c	B1
		Flerlederkabel i planforsænket kabelkanal ^c	B2
54		Isolerede ledere eller enlederkabler i en uventileret kabelkanal fremført vandret eller lodret ^{c, i, l, n}	$1,5 D_e \leq V < 20 D_e$ B2 $V \geq 20 D_e$ B1
55		Isolerede ledere i rør i en åben eller ventileret kabelkanal i gulv ^{m, n}	B1
56		Enleder- eller flerlederkabel med kappe i en åben eller ventileret kabelkanal fremført vandret eller lodret ⁿ	B1
57		Enleder- eller flerlederkabler direkte i murværk med en termisk modstand på højst $2 \text{ K} \cdot \text{m/W}$ Uden supplerende mekanisk beskyttelse ^{o, p}	C

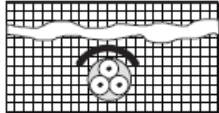
Denne tabel er hentet fra DS/HD-60364.

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 ^{a, p}	C
59		Isolerede ledere eller enlederkabler i rør i murværk ^p	B1
60		Flerlederkabler i rør i murværk ^p	B2
70		Flerlederkabel i rør eller i lukket kabelkanal i jord	D1
71		Enlederkabel i rør eller i lukket kabelkanal i jord	D1
72		Enleder- eller flerlederkabler med kappe direkte i jord – uden supplerende mekanisk beskyttelse ^a	D2

Denne tabel er hentet fra DS/HD-60364.

Tabel A.52.3 (fortsat)

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

Korrektionsfaktor for kabel i luft temp. Kft.

Denne tabel er hentet fra DS/HD-60364.

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

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

^a Kontakt producenten for højere omgivelsestemperaturer.

Korrektionsfaktor for kabel i jord temp. Kftj.

Denne tabel er hentet fra DS/HD-60364.

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.

Denne tabel er hentet fra DS/HD-60364.

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.

Valg af kabel ud fra Anneks c i jord ved 20 grader

Denne tabel er hentet fra DS/HD-60364.

Tabel C.52.2 – Strømværdier i ampere

Installations- metode	Tværsnit mm ²	Antal belastede ledere og isoleringstype			
		2 PVC	3 PVC	2 XLPE	3 XLPE
D1/D2	Kobber				
	1,5	22	18	26	22
	2,5	29	24	34	29
	4	38	31	44	37
	6	47	39	56	46
	10	63	52	73	61
	16	81	67	95	79
	25	104	86	121	101
	35	125	103	146	122
	50	148	122	173	144
	70	183	151	213	178
	95	216	179	252	211
	120	246	203	287	240
	150	278	230	324	271
	185	312	258	363	304
	240	361	297	419	351
	300	408	336	474	396
D1/D2	Aluminium				
	2,5	22	18,5	26	22
	4	29	24	34	29
	6	36	30	42	36
	10	48	40	56	47
	16	62	52	73	61
	25	80	66	93	78
	35	96	80	112	94
	50	113	94	132	112
	70	140	117	163	138
	95	166	138	193	164
	120	189	157	220	186
	150	213	178	249	210
	185	240	200	279	236
	240	277	230	322	272
	300	313	260	364	308

Korrektionsfaktor for samlet fremføring af kabler Kfs

Denne tabel er hentet fra DS/HD-60364.

Tabel C.52.3 – Reduktionsfaktorer for samlet fremføring af flere strømkredse eller flere flerlederkabler (til anvendelse sammen med strømværdierne i tabel C.52.1)

Num- mer	Fremføring	Antal strømkredse eller flerlederkabler								
		1	2	3	4	6	9	12	16	20
1	Bundtet i luft, på en overflade, indfældet eller indkapslet	1,00	0,80	0,70	0,65	0,55	0,50	0,45	0,40	0,40
2	Enkelt lag på væg, på gulve eller på uperforerede kabelbakker	1,00	0,85	0,80	0,75	0,70	0,70	–	–	–
3	Enkelt lag fastgjort direkte under et loft	0,95	0,80	0,70	0,70	0,65	0,60	–	–	–
4	Enkelt lag på perforerede vandrette eller lodrette kabelbakker	1,00	0,90	0,80	0,75	0,75	0,70	–	–	–
5	Enkelt lag på kabelstige eller på bæringer eller holdere osv.	1,00	0,85	0,80	0,80	0,80	0,80	–	–	–

I Danmark gælder følgende: Hvor strømmen i en strømkreds med samlet fremføring ikke overstiger 70 % af strømværdien i tabel C.52.3, ganget med en korrektionsfaktor for omgivelsestemperatur, er følgende tilladt:

- Det er ikke nødvendigt at gange strømværdien for strømkredsen med en reduktionsfaktor for samlet fremføring.
- Strømkredsen tælles ikke sammen med andre strømkredse, når antallet af strømkredse tælles for bestemmelse af reduktionsfaktoren.

Hvor strømmen i alle strømkredse i en samlet fremføring ikke overstiger 75 % af strømværdien i tabel C.52.3, ganget med en korrektionsfaktor for omgivelsestemperatur, er yderligere reduktion ikke nødvendig.

Spændingsfalds tabel

Denne tabel er hentet fra DS/HD-60364.

Tabel G.52.1 – Spændingsfald

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

Valg af tilledning jf. Nkt tabel.



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

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

Modstandsværdier for kabler

Denne tabel bruges til $I_{k_{min}}$, $I_{k_{Max}}$ og ΔU

Tabellen angiver vekselstrømsmodstanden i ohm / km ved 50 Hz.

Tværsnit mm ²	Kabler i fast installation		Tilledning Ohm / km
	Kobber Ohm / km	Aluminium Ohm / km	
0,75	-	-	26,00
1	-	-	19,50
1,5	12,10	-	13,30
2,5	7,410	-	7,980
4	4,610	-	4,950
6	3,080	-	3,300
10	1,830	-	1,910
16	1,150	1,910	1,210
25	0,727	1,200	0,7803
35	0,525	0,868	0,5545
50	0,388	0,641	0,3868
70	0,269	0,444	0,2732
95	0,194	0,321	0,2076

Denne tabel bruges kun til $I_{k_{Max}}$

Reaktans X i ohm / km ved 50 Hz for 3-, 4-, og 5- leder kabler.

Tværsnit mm ²	Kabler i fast installation			Tilledning		
	PVIK NOIK	PVIKL NOIKL	PVIKS NOBH	NOPKA GKAJ	PKAJ GKAO	GKSOJ
	ohm / km			ohm / km		
	3-leder	4-leder	5-leder	3-leder	4-leder	5- leder
0,75	-	-	-	0,111	0,118	0,131
1	-	-	-	0,105	0,113	0,126
1,5	0,108	0,115	0,128	0,107	0,114	0,128
2,5	0,099	0,107	0,120	0,103	0,111	0,124
4	0,096	0,103	0,117	0,100	0,108	0,121
6	0,093	0,100	0,114	0,099	0,106	0,119
10	0,083	0,090	0,104	0,093	0,100	0,114
16	0,086	0,093	0,107	0,090	0,097	0,111
25	0,085	0,092	0,106	0,086	0,094	0,107
35	0,073	0,080	0,094	0,086	0,093	-
50	0,073	0,080	-	-	0,093	-
70	0,072	0,079	-	-	0,091	-
95	0,070	0,077	-	-	0,093	-