

El-forsyning

Planlægning af Stikledning m.v.

Oversigtstegning

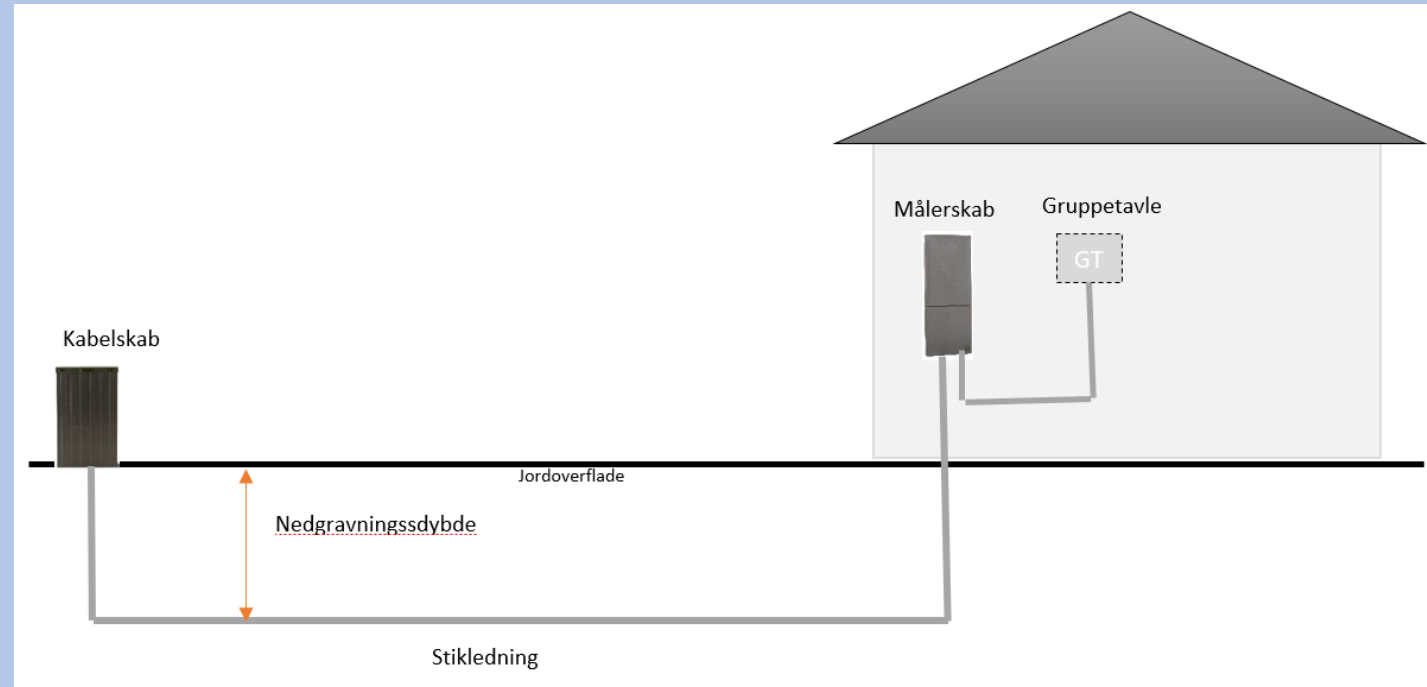
Tegningen viser forsyningen til et hus.

Forsyningskablet hedder en "Stikledning"

Stikledningen er kablet fra "Kabelskabet" til "Målerskabet" hvor el-måleren sidder.

Fra "Målerskabet" går Stikledningen videre til "Gruppetavlen", hvorfra de enkelte strøm-kredse fordeles. (lys, stikkontakter, komfur m.v.)

Reglerne for udførelse af installationen, fra kabelskab til og med gruppetavle, samt introduktion af de enkelte komponenter, er formålet med de efterfølgende sider.



Nedgravning af Kabel i jord

I Bek. 1082 er der regler for kabel i jord. Det er §§ 41 og 42

Nedgravningsdybden for kabler er minimum 35 cm. under færdigt terræn.

Hvis kablet nedgraves i en dybde mellem 35 og 70 cm. skal det beskyttes mekanisk ved hjælp af Rør, U-profiler eller dækplader.

Det beskytter kablet, til en hvis grad, hvis der graves ned i det.

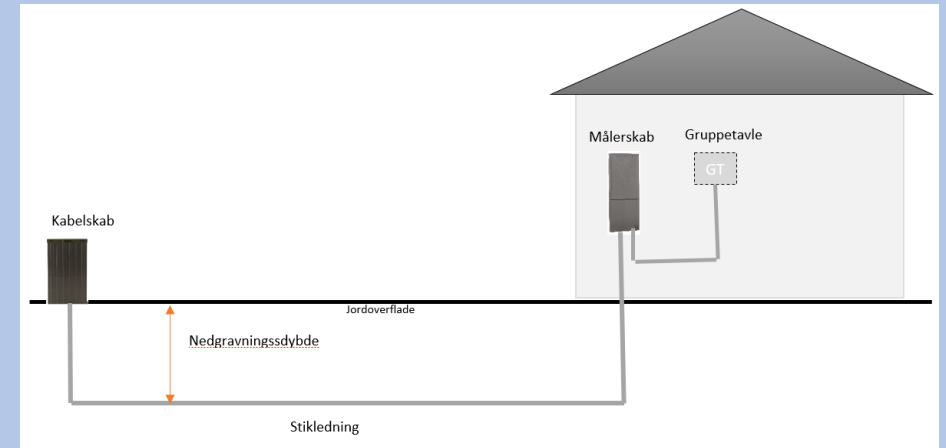
Hvis kablet nedgraves minimum 70 cm. kræves det ikke beskyttet mekanisk. Men så skal der anbringes markeringsbånd, 20 cm. over kablet.

Såvel materiel til mekanisk beskyttelse som markeringsbånd, skal være af farven "RØD".

I §42 er der angivet bredde og tykkelseskrav til materiellet.

Dækplader og markeringsbånd skal være påtrykt teksten **EL-KABEL** og der er også krav til bogstavstørrelse m.v.

(Teksten på billederne er ikke helt korrekte.)



Dækplade



Markeringsbånd



Kabelrør



Dækplade rulle

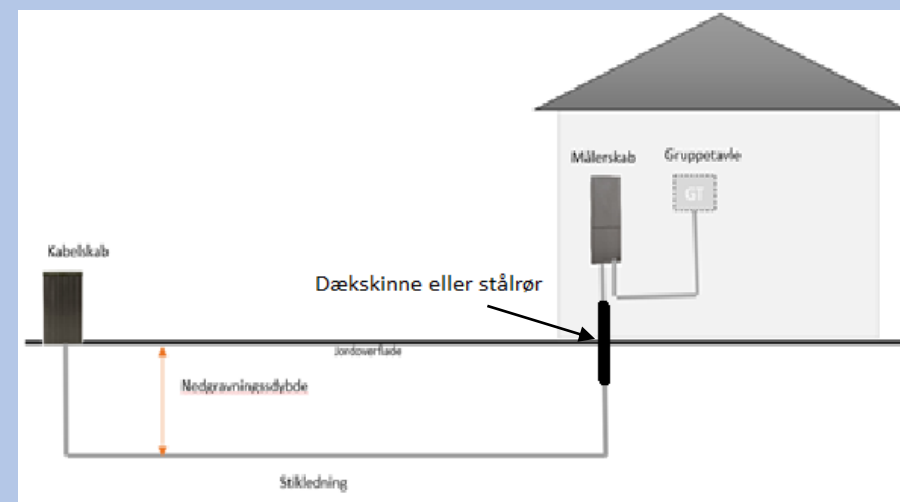
Opføring af kabler fra jord

Opføring af kablet fra jord, skal foregå lodret, således at kablet ligger i den korrekte dybde længst muligt.

Ved kabelskabet føres det op fra bunden, hvor der er forberedt for opføring.

Ved målerskabet er der flere muligheder:

- Hvis kablet føres op udvendig på væg (i det fri), skal det beskyttes mekanisk ved hjælp af bestandige jernrør, stålrør, dækskinne eller specielt stærkt vandrør, beskyttelsen skal foretages både over og under jorden.
- Hvis kablet ikke føres op udvendigt (i det fri), vil man normalt lade kabelrøret, der blev vist på foregående side, blive indstøbt i grunden på huset og komme op i hulrummet mellem inder- og ydervæg. På den måde kommer kablet ikke til at ligge så det kan beskadiges mekanisk.



Kabeldækskinne



Stålrør

Opsætning af målerskab

Målerskabets opsætning skal følge kravene i Fællesregulativet.

FR 16.1 og 16.2 Kræver at kunden og netselskabet har uhindret adgang til det, for aflæsning, betjening, kontrol og udskiftning.

FR 18.1 Kræver at målerskabet skal anbringes således at overkant af klemrække for målertilslutning, befinder sig i en højde, mellem 0,5 og 1,5 m over færdigt terræn.

Stikledningen tilsluttes med de tre faser og nul således:

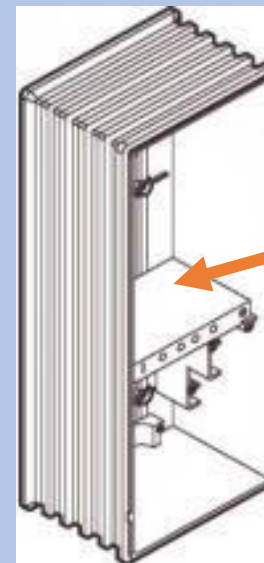
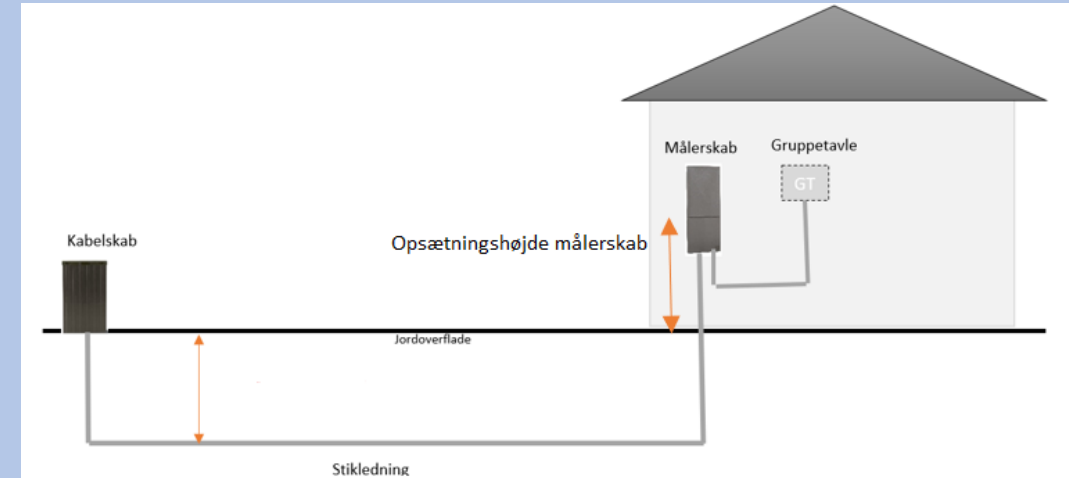
Kabel fra kableskab tilsluttes klemmerne L1, L2, L3 og N, det er de venstre-siddende klemmer der benyttes.

Kabel til gruppetavle tilsluttes klemmerne L1, L2, L3 og N, det er de højre-siddende klemmer der benyttes.

Den normalt benyttede farve-rækkefølge på ledningerne er:

Brun = L1 Sort = L2 Grå = L3 Lyseblå = N

Fasefølgen skal følges hele vejen gennem installationen.



Målerskab uden låge:

**Klemrække for
målertilslutning**

I klemrækken er der 8 klemmer hvor ledningerne skal tilsluttes korrekt.

L1 (ind), L1(ud), L2(ind), L2(ud),
L3(ind), L3(ud), N (ind), N (ud)

Overstrøms-beskyttelse

Alle Kabler og ledninger skal overstrømsbeskyttes, dette kan gøres på forskellige måder.

Men hvilke strømme er det der normalt tales om i en installation?

- Belastnings-strømmen eller Drift-strømmen.
 - Den strøm der under normale og fejlfrie forhold løber i ledningerne. Det er den strøm som kablet/ledningen er dimensioneret til at føre.
- Overbelastnings-strøm.
 - Strøm der er højere end den kablet / ledningen er dimensioneret til at føre. Dette kan ske såvel ved at der tilsluttes for meget belastning, som ved at der sker en fejl der medfører at strømmen bliver for høj. Denne strøm ville ellers kunne medføre skade på kablet / ledningen.
- Kortslutnings-strøm.
 - Strøm der er forårsaget af en kortslutning i installationen. En kortslutning opstår når to strømførende ledninger får direkte kontakt med hinanden. I en sådanne situation vil modstanden være uendelig lille (næsten 0Ω), hvilket medfører en meget stor strøm.
 - En kortslutningsstrøm, kan medføre alvorlig skade på materiellet hvis den ikke afbrydes hurtigt nok.

Begrænsning / afbrydelse af strømmene, i de forskellige tilfælde, sker ved hjælp af sikringer, automatsikringer og termorelæer.

Sikringer / automatsikringer omtales på de efterfølgende sider.

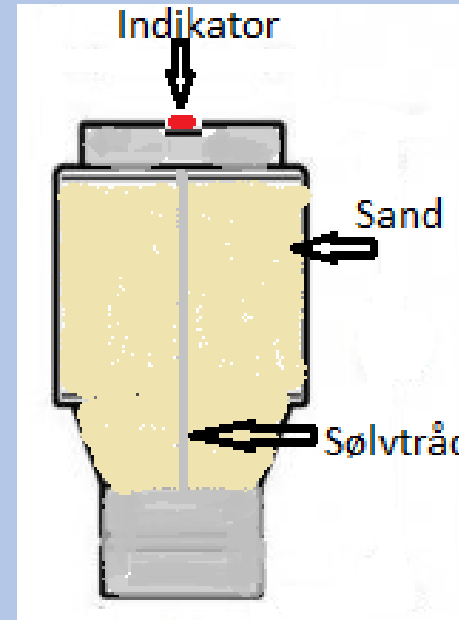
Smelte-sikringer

Smeltesikringer fås i mange udgaver, de fire billeder til højre viser eksempler på nogen af dem.

Forklaringen på denne side tager udgangspunkt i sikringerne D 01 og Diazed. (vi bruger mest D 01).

På principtegningen ses følgende:

- Et porcelænsrør som er fyldt med sand
- I enderne af røret er der sat metalkapsling på og mellem disse er der forbundet en sølvtråd.
- Sølvtråden er monteret med en lille fjeder til en lille rød dims (kan have forskellig farve). Hvis sølvtråden knækker vil den røde dims "falde ud".
- Når sikring sættes i sikringsholderen (gruppeafbryderen) vil der komme spænding på den ene ende af sikringen, således at strømmen kan løbe gennem sølvtråden og komme ud i den anden ende.
- Sølvtråden er konstrueret således, at hvis strømmen overstiger sikringens størrelse (i ampere), så vil sølvtråden smelte over og dermed afbryde strømmen
- Når tråden brænder over, vil der opstå en lysbue (kraftig gnist), som på grund af varmen vil smelte noget af sandet, som derfor bliver "til glas" og derfor slukker gnisten.
- Indikatoren falder ud og signalere at sikringen er "sprunget".



Princip-tegning for Sikring D 01 og Diazed-sikringen



Sikring D 01
Benyttes i gruppeafbrydere.



Finsikring (glasrørssikring)
Benyttes bl.a. i apparater.



Sikring Diazed
Benyttes i gruppeafbrydere men også i nogen kabelskabe



Knivsikring
Benyttes i kabelskabe, men også i tavleanlæg.

Gruppe-afbryder

Gruppeafbrydere fås i mange udgaver, til højre ses to af Schneider-Electrics modeller.

Formålet med gruppeafbryderne, er at opdele installationen i de forskellige strømkredse (grupper) og ved hjælp af sikringen, sørge for overstrømsbeskyttelse af ledninger og øvrigt materiel.

Gruppeafbryderne er udført i forskellige størrelser, for sikringer D 01 i forskellige størrelser.

Den øverste er beregnet for tre faser og nul og benyttes til installationer, hvor et eller flere apparater skal benytte alle tre faser og nullen. (ofte komfur, ovne og andre hvidevarer.)

Gruppeafbryderen forsynes via de fire klemmer for neden på gruppeafbryderen.

De tre faser passere derefter gennem sikringerne (D 01 der lægges i holderen i knappen), derefter passere de tre faser og nullen gennem afbryderen og strømmen kommer så ud på de fire klemmer i toppen af gruppeafbryderen.

Den nederste er beregnet for en fase og nul og benyttes som regel til "Lys-installationer og 230 V stikkontakter, men også til apparater der kun benytter en fase og nul. (nogen vaskemaskiner, opvaskemaskiner og andre hvidevarer.)

Gruppeafbryderen forsynes via de to klemmer for neden på gruppeafbryderen.

Fasen passere derefter gennem sikringen (D 01 der lægges i holderen i knappen), derefter passere både fase og nul gennem afbryderen og strømmen kommer så ud på de to klemmer i toppen af gruppeafbryderen.



Gruppeafbryder 3 polet + Nul
For sikringer D 01



Gruppeafbryder 1 polet + Nul
For sikringer D 01

Automat-Sikring

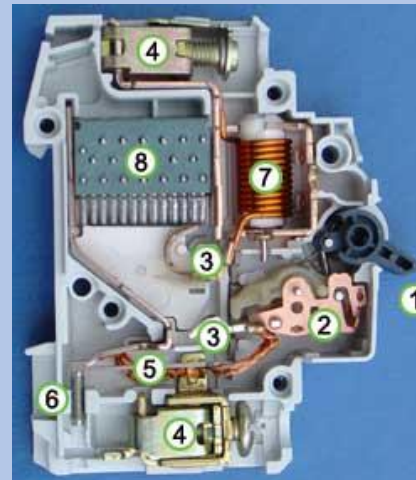
Automatsikringen er en anden mulighed for at opdele installationen i flere strømkredse (grupper) og samtidig sikre en beskyttelse mod overstrøm i den enkelte installation.

Tilslutning af de 3 faser og nul er generelt som ved gruppeafbryderen.

Automatsikringen benytter ikke smeltesikringer, men er opbygget som vist på eksemplet her til højre.

1. Knap til manuel betjening af afbryderen (tænd / sluk)
2. Udløsermekanisme, der afbryder kontakten automatisk. (ved fejl)
3. Kontakten der kan tænde og slukke for gennemgang af strøm.
4. Tilslutningsklemmer for ledningerne. (indgang / udgang)
5. Bimetal, der afbryder mindre overstrømme med længere varighed.
6. Kalibreringskrue (benyttes kun af producenten)
7. Spole, adskiller kontakterne hurtigt ved store overstrømme.
8. Lysbue-kammer, modvirker lysbuer ved afbrydelse.

Automatsikringer fås også i mange forskellige størrelser og udgaver.



Eksempel på opbygningen af en Automatsikring



Automatsikring 3 polet + N



Automatsikring 1 polet + N

RCD og Kombiafbrydere

RCD er en fællesbetegnelse for en række fejlstrøms-afbrydere.

RCD kobler ud (afbryder) hvis der løber en fejlstrøm til jord, ved fejl på installationen, eller ved en direkte berøring af en strømførende ledning eller lign.

Virkemåde samt yderlig undervisning i fejlstrøm kommer senere.

RCD monteres i gruppetavlen, således at strømmen passere denne før den fortsætter til gruppeafbryder / automatsikring.

RCD fås i flere udgaver, her vist som 2-polet og 4-polet (mest brugt er 4-polet)

RCD fås i størrelserne 25 A, 40 A og 63 A.

Kombi-afbryderen er en Automatsikring med indbygget RCD, således at denne både kan benyttes til overstrømsbeskyttelse og fejlstrømbeskyttelse.



RCD 2-polet



RCD 4-polet



Kombi-afbryder 2-polet
(Automatsikring + RCD)

Dimensionering af Gruppetavlen

Dimensioneringen af gruppetavlen, tager udgangspunkt i antallet af "Lysgrupper" og antallet af grupper til øvrige apparater. I eksemplet på billedet er der taget følgende udgangspunkter.

- Boligen som tavlen skal opsættes i, har et beboelsesareal på 140 m².
- Der skal installeres et komfur med en maximal strøm på 16 A (tre-faset + nul)
- Der skal installeres vaskemaskine og tørretumbler med maximal strøm på 10 A (tre-faset + nul)

Ifølge bek. 1082 (§ 56) skal der være en "lysgruppe" (230 V) for hver påbegyndt 50m² boligareal.

Da boligarealet er 140 m² skal der være $140 \text{ m}^2 \div 50 \text{ m}^2 = 2,8$ gruppe => 3 grupper.

På billedet til højre er det grupperne mærket 1, 2 og 3.

Gruppen mærket 4 er en gruppeafbryder 3 polet + N på 16 A for komfuret.

Gruppen mærket 5 er en gruppeafbryder 3 polet + N på 10 A for vaskemaskine og tørretumbler.

Der er to RCD´ere mærket med 6 og 7. At der er to RCD`ere skyldes 60364 (531.3.6) der siger:

RCD`en må ikke afbryde alle grupper der forsynes af en fælles forsyningskreds



Dimensionering af Stikledningens tværsnit

Tværsnittet på lederne i stikledningen, dimensioneres ud fra mange forskellige punkter:

- Hvor stor strøm skal der kunne leveres igennem den, uden den overbelastes?
 - Ifølge beregningen i tabellen til højre, skal der maksimalt bruges 36 A
 - Skal der beregnes med samtidighedsfaktor?
 - Skal der beregnes med udvidelsesfaktor?
 - Hvor stor stiklednings-sikring vælges der, til overstrømsbeskyttelse af stikledningen?
- Hvilken type kabel skal der benyttes?
 - Kablet kan være PVC-isoleret eller XLPE-isoleret. I eksemplet benyttes XLPE-isoleret kabel.
- Hvilken installationsform skal benyttes og hvad er omgivelsestemperaturen?
 - Kablet lægges i jorden max. Jordtemperatur er 20°C .
 - Kabel kommer også i mineralisoleret muret skilrum i ydervæg max. Temperatur er 30°C.

Skemaet nedenfor viser fordelingen af gruppernes strømforbrug på de tre faser.

Lysgrupperne er fordelt ligeligt på de tre faser, hvilket også er krævet i Fællesregulativet 9.2 der tilsiger at fordele forbruget ligeligt.

	L1	L2	L3
Lys 1	10 A		
Lys 2		10 A	
Lys 3			10 A
Komfur	16 A	16 A	16 A
Vask / Tør	10 A	10 A	10 A
Total	36 A	36 A	36 A

Valg af Stikledningssikring og Stikledningens tværsnit

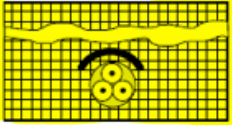
Med udgangspunkt i et max. forbrug på 36 A afgøres følgende.

- Der beregnes med en samtidighedsfaktor på 70%, hvilket bliver $36 \text{ A} \times 0,7 = 25,2 \text{ A}$
- Der beregnes med en udvidelsesfaktor på 20%, hvilket bliver $25,2 \text{ A} \times 1,2 = 30,24 \text{ A}$
- Sikringer fås i følgende størrelser: 25A, 35A, 50A og 63 A
- Derfor vælges en stikledningssikring på 35 A , kablet skal derfor kunne føre minimum 35 A uden at blive overbelastet.

Stikledningskablets tværsnit vælges ud fra DS / HD 60364 (60364 – 5 – 52)

Fortsættes næste side

Valg af Stikledningens tværsnit i jorden ud fra 60364

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 ¹⁾	D2

Uddrag af tabel for installationsmetoder fra 60364 (der er 73 metoder i alt)

Tabel C.52.2 – Strømværdier i ampere

Installationsmetode	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

Uddrag af tabel for strømværdier i kabler fra 60364
(værdierne gælder ved en temperatur på 20°C)

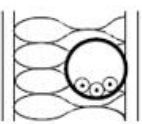
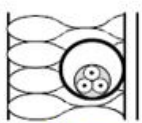

I de viste uddrag af tabeller fra 60364 kan følgende ses:

- Kabler der er lagt med kappe direkte i jord, er installationsmetode D2 (øverste tabel)
- Kabler med installationsmetode D2, som har tre belastede ledere (faserne) og XLPE-isolation (3 XLPE), har en maximal strømværdi på 37 A ved tværsnittet 4 mm². (nederste tabel).

Stikledningen kunne derfor være 4 mm², men man benytter ikke stikledninger på under 6 mm².

Ved 6 mm² er strømværdien 46 A, hvilket er rigeligt.

Valg af Stikledningens tværsnit i isoleret væg ud fra 60364

Nummer	Installationsmetode	Beskrivelse	Referenceinstallationsmetode til brug ved bestemmelse af strømværdi (se annek 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

- Kabler der er lagt direkte i termisk isoleret væg, er installationsmetode A1 (venstre tabel)

- Kabler med installationsmetode A1, som har tre belastede ledere (faserne) og XLPE-isolation (3 XLPE), har en maximal strømværdi på 40 A ved tværsnittet 6 mm². (højre tabel).
- Det kan derfor afgøres, at stikledningen er en " 4 x 6 mm² " XLPE-kabel, overstrømsbeskyttet med 35 A stiklednings-sikring.

Tabel C.52.1 – Strømværdi i ampere

Referenceinstallationsmetode i tabel B.52.1	Antal belastede ledere og isolerin							
	2	3	4	5	6	7	8	9
A1		3 PVC	2 PVC		3 XLPE	2 XLPE		
A2	3 PVC	2 PVC		3 XLPE	2 XLPE			
B1				3 PVC	2 PVC		3 XLPE	
B2			3 PVC	2 PVC		3 XLPE	2 XLPE	
C					3 PVC		2 PVC	3 X
E						3 PVC		2 F
F							3 PVC	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Tværsnit (mm ²)								
Kobber								
1,5	13	13,5	14,5	15,5	17	18,5	19,5	21
2,5	17,5	18	19,5	21	23	25	27	29
4	23	24	26	28	31	34	36	39
6	29	31	34	36	40	43	46	49
10	39	42	46	50	54	60	63	67