Dimensioneringsopgave modul 1.7

Der skal etableres 2 stk. 11kW billader hos en kunde. Der skal samtidig etableres en 2-8kW Bosch Compress 7800i LW jordvarmepumpe, som skal stå i bryggers. Samt et 3,56kW solcelle anlæg, se bilag.

https://www.vvs-eksperten.dk/solceller-solcelle-pakke-med-batteri-hybrid-3-faset-902004450

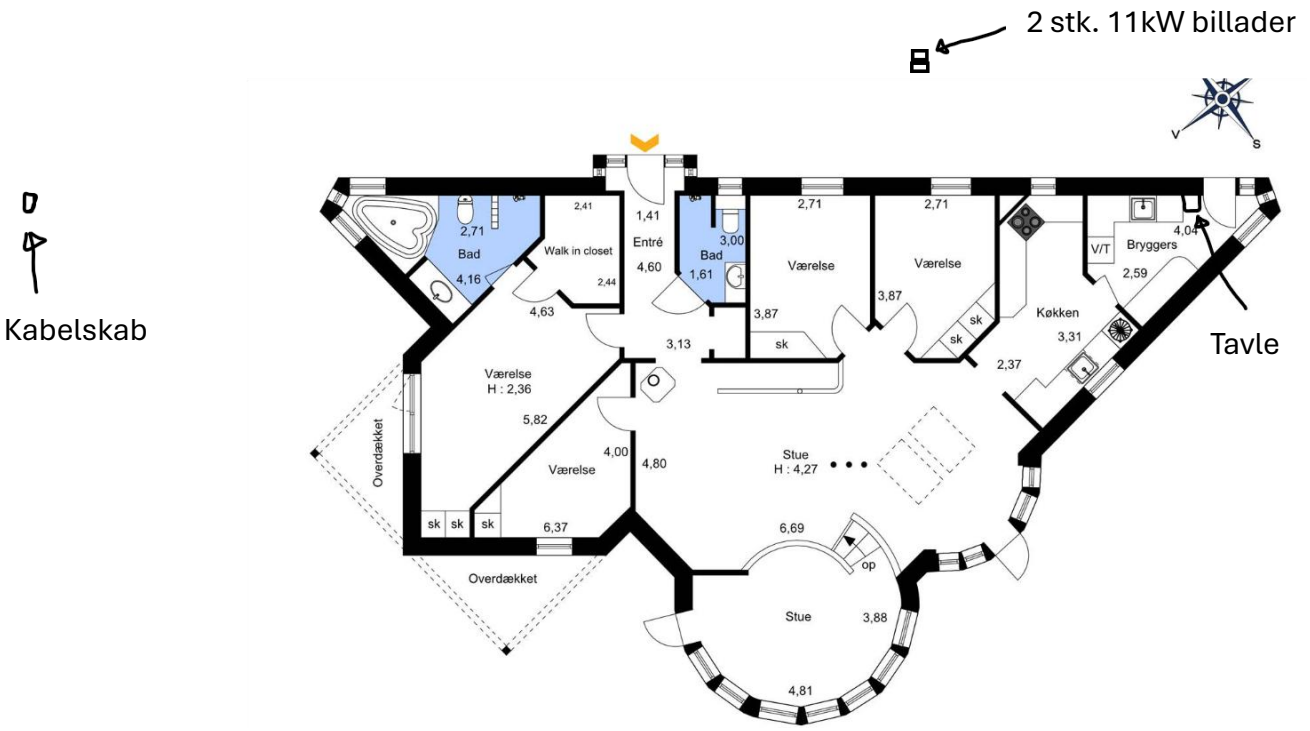
Nuværende belastning af huset

	L1	L2	L3
Lys 1	10A		
Lys 2		10A	
Lys 3			10A
Lys 4	10A		
Gasfyr		10A	
Komfur	16A	16A	16A
Vaske/Tørre/opvask	10A	10A	10A
I ALT	46A	46A	36A

Nuværende sikring i kabelskabet: 35A DZ2 sikring

Den nuværende stikledning er 4x10mm2 CU og er 25 meter nedlagt direkte i jord i hele den længde.

Ikmax og ikmin ifølge fællesregulativet.



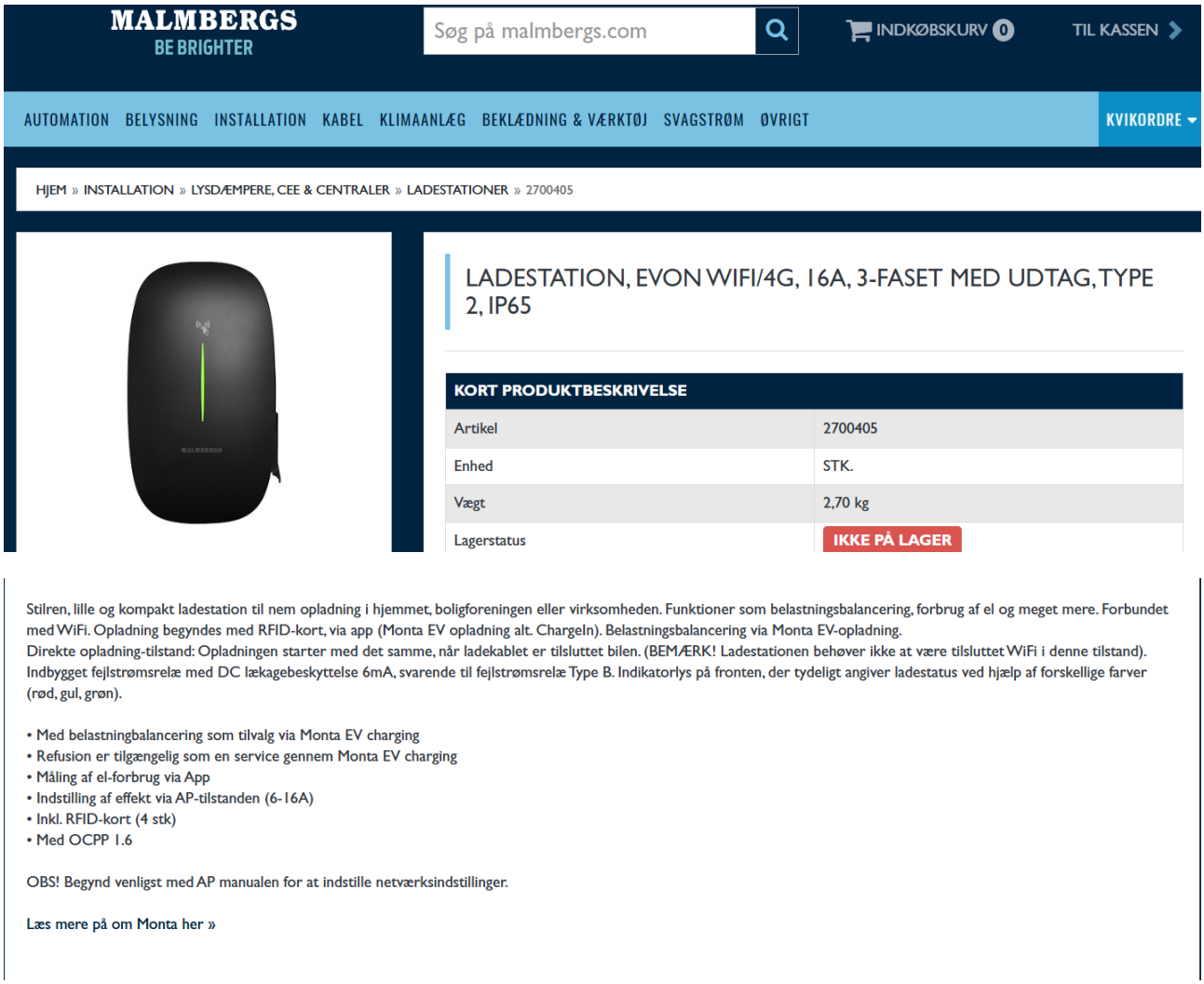
Dimensioneringsopgave modul 1.7

Udregn nu stikledningssikring, kontroller om stikledningen er overbelastningsbeskyttet. Dimensionere installation til billader, samt installation til varmepumpe. Billader installationen er fremført samlet hele den længde, uden andre kabler. Ved tavlen i kabelkanal til gulv, gennemført igennem ydervæg, derefter fremført direkte i jord. Kabellængden er 14 meter. Installationen til varmepumpen er fremført sammen med solcelle i kabelkanal i hele dens længde. Kabellængden er 6 meter. Solcelle inverter er placeret i bryggers. Kabellængden er 6 meter, og fremført sammen varmepumpe installationen.

Dimensioneringsopgave modul 1.7

Løsningsforslag:

Billader:



Billader vælges med belastning balancering. Derved bruges der den strøm der er i overskud på kabelskabsstikning. Regnes derfor ikke med i belastningsskema.

Dimensioneringsopgave modul 1.7

Belastningsskema

	L1	L2	L3
Lys 1	10A		
Lys 2		10A	
Lys 3			10A
Lys 4	10A		
Varmepumpe	16A	16A	16A
Komfur	16A	16A	16A
Vaske/Tørre/opvask	10A	10A	10A
Solceller			
Billader 1			
Billader 2			
I ALT	62A	52A	52A

Valg af smeltesikring til kabelskab:

$$Ib \cdot SF \cdot UF = 62A \cdot 0{,}6 \cdot 1{,}2 = 44{,}64A$$

Der vælges en 50A DZ3 sikring.

Valg af ledertværsnit / kabel S_1

$In \leq Iz$

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

$Installations\ metode\ nr. = 72$ $Referenceinstallationsmetode = D2$

Før der vælges tværsnit kan den nødvendige strømværdi findes:

Kft - 20 grader - 1

Kfs - 1 kabel - 1

$$Iz_{nød} = \frac{In}{kfs \cdot kft} = \frac{50A}{1 \cdot 1} = 50A$$

Tabel: B52.4 Kolonne: 8

$S_1 = 10\ mm^2$ $Iz_1 = 54\ A$ $Kables\ isolationstype =$ PVC (XLPE)

Kontrol af OB (overbelastnings beskyttelse) S_1

$Betingelse\ 1$ $Ib \leq In \leq Iz_1 = 44{,}64\ A \leq 50\ A \leq 54A \cdot 1 \cdot 1$

Dimensioneringsopgave modul 1.7

Spændingsfaldet

IB sættes til fuld sikringstørrelse, da billader vil hæve belastningen til fuldlast af sikring.

$R_{\text{Ledning}} = Rl_1 = R - værdien\ aflæses\ x\ 10^{-3}\ x\ l = 1{,}83\ x\ 10^{-3}\ x\ 25 = 45{,}8\ m\Omega$

$\Delta U\ = \mathrm{I}_B\ x\ Rl_1\ x\ \sqrt{3}\ x \cos\varphi\ \ x\ 1{,}25 = 50 \cdot\ 0{,}0458 \cdot\ \sqrt{3} \cdot\ 1 \cdot\ 1{,}25\ \approx 4{,}957995$

$$\Delta U\ i\ \% = \frac{\Delta U\ x\ 100}{U_f} = \frac{4{,}95 \cdot 100}{400}\ = 1{,}24\%$$

Det nødvendigt at tage højde for hvad spændingsfaldet har været med 35A, da lysinstallationen, er dimensioneret efter dette. og ellers vil dette ikke overholde 3%.

$\Delta U\ = \mathrm{I}_B\ x\ Rl_1\ x\ \sqrt{3}\ x \cos\varphi\ \ x\ 1{,}25 = 35A \cdot\ 0{,}0458 \cdot\ \sqrt{3} \cdot\ 1 \cdot\ 1{,}25 \approx 3{,}470597\ V$

$$\Delta U\ i\ \% = \frac{\Delta U\ x\ 100}{U_f} = \frac{3{,}47 \cdot 100}{400}\ = 0{,}867\%$$

Tværsnittet hæves til 16mm2 for at have et mindre spændingsfald end tidligere

$R_{\text{Ledning}} = Rl_1 = R - værdien\ aflæses\ x\ 10^{-3}\ x\ l = 1{,}15 \cdot\ 10^{-3} \cdot\ 25\ \approx 0{,}02875$

$\Delta U\ = \mathrm{I}_B\ x\ Rl_1\ x\ \sqrt{3}\ x \cos\varphi\ \ x\ 1{,}25 = 50A \cdot\ 0{,}0288 \cdot\ \sqrt{3} \cdot 1 \cdot\ 1{,}25\ \approx 3{,}117691\ V$

$$\Delta U\ i\ \% = \frac{\Delta U\ x\ 100}{U_f} = \frac{3{,}12\ x100}{400} = 0{,}78\ \%$$

NY KABEL - 4x16mm2 XLPE CU

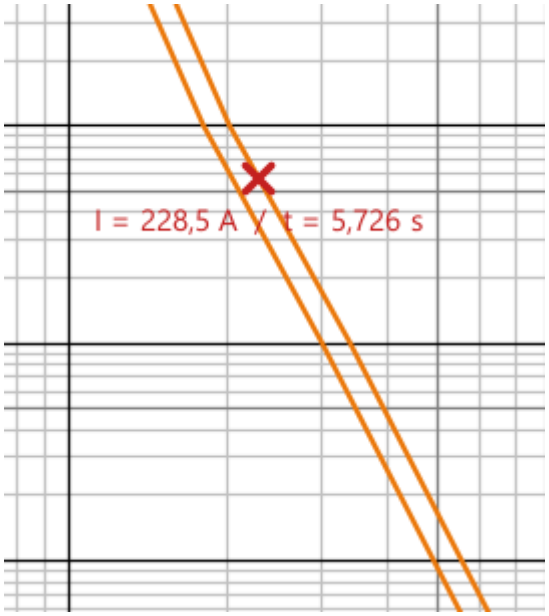
Kortslutningsbeskyttelse

$$R_{\mathbf{F}} = \frac{Uf}{IK_{\text{min\ _kabelskab}}} = \frac{230V}{5 \cdot 50A} = 0{,}92\ \Omega$$

$$Ik_{\text{min\ }_tavle}\ = \frac{Uf}{(R_{\mathrm{F}} + (Rl_1\ x\ 2)\ x\ 1{,}5)} =\ \mathrm{A} = \frac{230}{(0{,}92 + (0{,}0288\ x\ 2)x\ 1{,}5)} = 228{,}5A$$

$I_n\ sikrings\ størrelse = 50\ A$

Dimensioneringsopgave modul 1.7



$Aflæst\ sikringens\ smelte\ tid\ \ ts = 5, sek.$

$$t = \left(\frac{(K\ x\ S)}{IK_{\text{min }_talve}}\right)^2 = \left(\frac{(143\ x\ 16)}{228{,}5A}\right)^2 = 100{,}26\ sek.$$

$t \geq$ ts = 100,26 sek. ≥ 5,7 sek.

Kortslutning beskyttelsen er hermed ok.

Ikmax beregning

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

$$R_F = Z_F\ x \cos\varphi = 0{,}014375\ x\ 0{,}3 = 0{,}0043125\ \ \Omega$$

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

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

$$R_{\text{L 16 mm2}} = (1{,}15\ x\ 10^{-3}\ x\ 25\ ) = 0{,}0288\ \Omega$$

$$X_{\text{L 16 mm2}} = (0{,}093\ x\ 10^{-3}\ x\ 25\ ) = 0{,}002325$$

Dimensioneringsopgave modul 1.7

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

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

$$Ik_{Max} = \frac{230}{\sqrt{(0{,}004343125 + 0{,}0288)^2 + (0{,}01365 + 0{,}002325)^2}} \approx 6251{,}321825A$$

Installation til billader

Installationen laves ens til begge billader.

$$I = \frac{P}{U \cdot \sqrt{3} \cdot cos\varphi} = \frac{11kW}{400 \cdot \sqrt{3} \cdot 1} = 15{,}8A$$

Pga anbefaling om max 80% belastning af MCB over tid, vælges der 20A

Der vælges en C20A, for at opnå fejlbeskyttelse vælges der RCBO-type A C20A 30mA

Valg af ledertværsnit / kabel S_1

Da oplægningsmetoden der er værst er i kabelkanal regnes der på denne.

$In \quad \leq Iz$

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

$Installations\ metode\ nr. = 9$ $Referenceinstallationsmetode = B2$

Før der vælges tværsnit kan den nødvendige strømværdi findes:

Kft - 30 grader - 1

Kfs - 2 kabel - 0,8

$$Iz_{nød} = \frac{In}{kfs \cdot kft} = \frac{20A}{0{,}8 \cdot 1} = 25A$$

Tabel: B52.5 Kolonne: 5

$S_1 = 2{,}5\ mm^2$ $Iz_1 = 26\ A$ $Kables\ isolationstype =$ XLPE

Dimensioneringsopgave modul 1.7

Kontrol af OB (overbelastnings beskyttelse) S_1

$Betingelse\ 1 \qquad Ib \leq In \leq\ Iz_1 = 15{,}8\ A \leq 20\ A \leq 26A \cdot 1 \cdot 0{,}8 = 20{,}8A$

Spændingsfaldet

$R_{\text{Ledning}} = Rl_2 = R - værdien\ aflæses\ x\ 10^{-3}\ x\ l = 7{,}41\ x\ 10^{-3}\ x\ 14 = 103{,}74m\Omega$

$\Delta U\ = \mathrm{I}_B\ x\ Rl_2\ x\ \sqrt{3}\ x \cos\varphi\ \ x\ 1{,}25 = 15{,}8A\ x\ 0{,}10374\ x\ \sqrt{3}\ x\ 1x\ 1{,}25\ = 3{,}55\ V$

$$\Delta U\ i\ \% = \frac{\Delta U\ x\ 100}{U_f} = \frac{3{,}55\ x100}{400} = 0{,}89\ \%$$

$$\Delta U_{total} = 0{,}78\ \% + 0{,}89\% = 1{,}67\%$$

KABEL - 5x2,5mm2 XLPE CU

Kortslutningsbeskyttelse

$$Ik_{\text{min }_billader} = \frac{Uf}{(R_{\text{F}} + (Rl_1 + Rl_2)\ x\ 2)\ x\ 1{,}5)} = \text{A}$$

$$= \frac{230}{(0{,}92 + ((0{,}0288 + 0{,}10374)\ x\ 2)x\ 1{,}5)} = 174{,}56A$$

$I_{5_udløser} = 10\ x\ In = \ 10\ x\ 20 = 200\ A$

$I_{Kmin_billader.} \geq\ I_{5_{udløser}} = 174{,}56\ A\ \geq\ \ 200\ A$

KB er ikke OK

Tværsnittet hæves til 4mm2

$R_{\text{Ledning}} = Rl_2 = R - værdien\ aflæses\ x\ 10^{-3}\ x\ l = 4{,}61\ x\ 10^{-3}\ x\ 14 = 64{,}54m\Omega$

$$Ik_{\text{min }_billader} = \frac{Uf}{(R_{\text{F}} + (Rl_1 + Rl_2)\ x\ 2)\ x\ 1{,}5)} = \text{A}$$

$$= \frac{230}{(0{,}92 + ((0{,}0288 + 0{,}06454)\ x\ 2)x\ 1{,}5)} = 191{,}66A$$

$I_{Kmin_billader.} \geq\ I_{5_{udløser}} = 191{,}66\ A\ \geq\ \ 200\ A$

KB er ikke OK

Dimensioneringsopgave modul 1.7

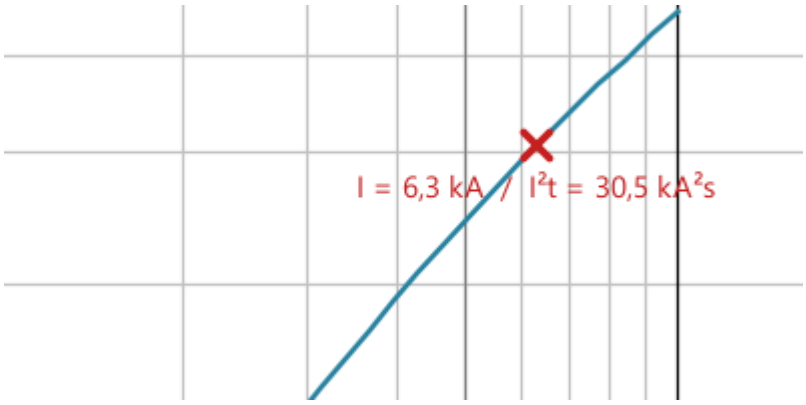
Tværsnittet hæves til 6mm2

$R_{\text{Ledning}} = Rl_2 = R - værdien\ aflæses\ x\ 10^{-3}\ x\ l = 3{,}08\ x\ 10^{-3}\ x\ 14 = 43{,}12m\Omega$

$$Ik_{\min\ _billader} = \frac{Uf}{(R_F + (Rl_1 + Rl_2)\ x\ 2)\ x\ 1{,}5)} = \text{A}$$

$$= \frac{230}{(0{,}92 + ((0{,}0288 + 0{,}04312)\ x\ 2)x\ 1{,}5)} = 202{,}5A$$

$I_{Kmin_billader.} \geq\ I_{5_{udløser}} = 202{,}5\ A\ \geq\ 200\ A$



$\varepsilon_{kabel-W} = K^2 * S^2 = 143^2 * 6^2 = 736164A_s^2$

$\varepsilon_{\text{automat sikring}} = 30500\ A_s^2$

$\varepsilon_{kabel-W} \geq \varepsilon_{automat\ sikring} = 736164\ A_S^2 \geq 30500\ A_S^2$ Så ok

Installation til varmepumpe

Producenten anviser 16A

Der vælges som til VP RCBO C16A 30mA Type A

Valg af ledertværsnit / kabel S_1

Da oplægningsmetoden der er værst er i kabelkanal regnes der på denne.

$In \leq Iz$

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

Dimensioneringsopgave modul 1.7

$Installations\ metode\ nr. = 9$ $Referenceinstallationsmetode = B2$

Før der vælges tværsnit kan den nødvendige strømværdi findes:

Kft - 30 grader - 1

Kfs - 2 kabel - 0,8

$$Iz_{nød} = \frac{In}{kfs \cdot kft} = \frac{16A}{0{,}8 \cdot 1} = 20A$$

Tabel: B52.5 Kolonne: 5

$S_1 = 2{,}5\ mm^2$ $Iz_1 = 26\ A$ $Kables\ isolationstype =$ XLPE

Kontrol af OB (overbelastnings beskyttelse) S_1

$Betingelse\ 1$ $Ib \leq In \leq Iz_1 = 16\ A \leq 16\ A \leq 26A \cdot 1 \cdot 0{,}8 = 20{,}8A$

Spændingsfaldet

$R_{\text{Ledning}} = Rl_3 = R - værdien\ aflæses\ x\ 10^{-3}\ x\ l = 7{,}41\ x\ 10^{-3}\ x\ 6 = 44{,}46m\Omega$

$\Delta U = \mathrm{I}_B\ x\ Rl_2\ x\ \sqrt{3}\ x \cos\varphi\ x\ 1{,}25 = 16A\ x\ 0{,}04446\ x\ \sqrt{3}\ x\ 1x\ 1{,}25 = 1{,}54\ V$

$$\Delta U\ i\ \% = \frac{\Delta U\ x\ 100}{U_f} = \frac{1{,}54\ x100}{400} = 0{,}385\ \%$$

$$\Delta U_{total} = \Delta U_{total} = 0{,}78\ \% + 0{,}385\% = 1{,}165\%$$

KABEL - 5g2,5mm2 XLPE CU

Kortslutningsbeskyttelse

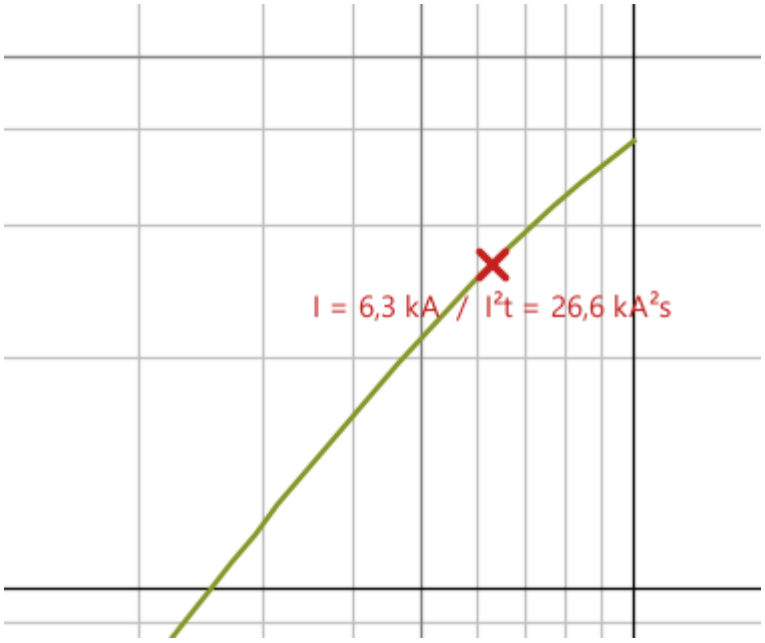
$$Ik_{\min\ _VP} = \frac{Uf}{(R_{\mathrm{F}} + (Rl_1 + Rl_3)\ x\ 2)\ x\ 1{,}5)} = \mathrm{A} = \frac{230}{(0{,}92 + ((0{,}0288 + 0{,}04446)\ x\ 2)x\ 1{,}5)}$$
$$= 201{,}8A$$

$I_{5_udløser} = 10\ x\ In = 10\ x\ 16 = 160\ A$

$I_{Kmin_VP.} \geq I_{5_{udløser}} = 201{,}8A \geq 160\ A$

KB er OK

Dimensioneringsopgave modul 1.7



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

$\varepsilon_{\text{automat sikring}} = 26600\ A_s^2$

$\varepsilon_{kabel-W} \geq \varepsilon_{automat\ sikring} = 127806\ A_S^2 \geq 26600\ A_S^2$ Så ok

Installation til Solceller

Datasheet	MOD 3000TL3-XH	MOD 4000TL3-XH	MOD 5000TL3-XH	MOD 6000TL3-XH	MOD 7000TL3-XH	MOD 8000TL3-XH	MOD 9000TL3-XH	MOD 10KTL3-XH
Input data (DC)								
Max. recommended PV power (for module STC)	6000W	8000W	10000W	12000W	14000W	16000W	18000W	20000W
Max. DC voltage	1100V							
Start voltage	160V							
Nominal voltage	600V							
MPPT voltage range	140V-1000V							
No. of MPP trackers/strings per MPP tracker	2/1							
Max. input current per MPP tracker	16A							
Max. short-circuit current per MPP tracker	20A							
Input data (DC battery)								
Compatible battery	APX HV Battery System (5kWh-30kWh)							
Operating voltage range	600 V-950 V							
Max.operating current	11A				18.5A			
Max.charge power	6000W				10000W			
Max.discharge power	3300W	4400W	5500W	6600W	7700W	8800W	9900W	11000W
Output data (AC)								
AC nominal power	3000W	4000W	5000W	6000W	7000W	8000W	9000W	10000W
Max. AC apparent power	3300VA	4400VA	5500VA	6600VA	7700VA	8800VA	9900VA	11000VA
Nominal AC voltage (range*1)	220V/380V, 230V/400V (340-440V)							
AC grid frequency (range*1)	50/60 Hz (45-55Hz/55-65 Hz)							
Max. output current	5.0A	6.7A	8.3A	10.0A	11.7A	13.3A	15.0A	16.7A
Adjustable power factor	0.8leading...0.8lagging							
THDi	<3%							
AC grid connection type	3W+N+PE							

Dimensioneringsopgave modul 1.7

$$Ib = 6{,}7A$$

Der MCB C10A og RCD type B 30mA

Valg af ledertværsnit / kabel S_1

Da oplægningsmetoden der er værst er i kabelkanal regnes der på denne.

$In \leq Iz$

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

$Installations\ metode\ nr. = 9$ $Referenceinstallationsmetode = B2$

Før der vælges tværsnit kan den nødvendige strømværdi findes:

Kft - 30 grader - 1

Kfs - 2 kabel - 0,8

$$Iz_{nød} = \frac{In}{kfs \cdot kft} = \frac{10A}{0{,}8 \cdot 1} = 12{,}5A$$

Tabel: B52.5 Kolonne: 5

$S_1 = 1{,}5\ mm^2$ $Iz_1 = 19{,}5\ A$ $Kables\ isolationstype =$ XLPE

Kontrol af OB (overbelastnings beskyttelse) S_1

$Betingelse\ 1$ $Ib \leq In \leq Iz_1 = 6{,}7\ A \leq 10\ A \leq 19{,}5A \cdot 1 \cdot 0{,}8 = 15{,}6A$

Spændingsfaldet

$R_{\text{Ledning}} = Rl_4 = R - værdien\ aflæses\ x\ 10^{-3}\ x\ l = 12{,}1\ x\ 10^{-3}\ x\ 6 = 72{,}6m\Omega$

$\Delta U = \mathrm{I}_B\ x\ Rl_2\ x\ \sqrt{3}\ x \cos\varphi\ x\ 1{,}25 = 6{,}7A\ x\ 0{,}0726\ x\ \sqrt{3}\ x\ 1x\ 1{,}25 = 1{,}05\ V$

$$\Delta U\ i\ \% = \frac{\Delta U\ x\ 100}{U_f} = \frac{1{,}05\ x100}{400} = 0{,}2625\ \%$$

$$\Delta U_{total} = \Delta U_{total} = \Delta U_{total} = 0{,}78\ \% + 0{,}2625\% = 1{,}0425\%$$

KABEL - 5g1,5mm2 XLPE CU

Kortslutningsbeskyttelse

Dimensioneringsopgave modul 1.7

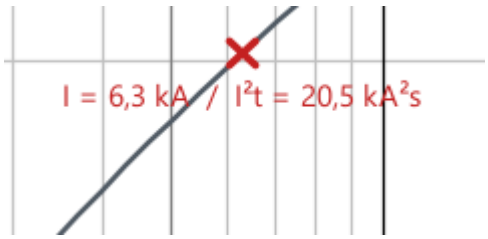
$$Ik_{\min_Sol} = \frac{Uf}{(R_F + (Rl_1 + Rl_4)\ x\ 2)\ x\ 1{,}5)} = \text{A} = \frac{230}{(0{,}92 + ((0{,}0288 + 0{,}0726)\ x\ 2) x\ 1{,}5)}$$

$$= 187{,}88A$$

$$I_{5_udløser} = 10\ x\ In = \ 10\ x\ 10 = 100\ A$$

$$I_{Kmin_VP.} \geq \ I_{5_{udløser}} = 187{,}88A\ \geq \ \ 100\ A$$

KB er OK



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

$$\varepsilon_{\text{automat sikring}} = 20500\ A_s^2$$

$$\varepsilon_{kabel-W} \geq \varepsilon_{automat\ sikring} = \ 46010\ A_S^2 \geq 20500\ A_S^2$$ Så ok

Kabelvalg:

Kabelskabssikring skiftes til 50A

Stikledning skiftes til 4x16mm2

Billader laves med 5g6mm2

Varmepumpe med 5g2,5mm2

Solceller med 5g1,5mm2