

H1 ELEKTRIKER RAPPORT



INDHOLDSFORTEGNELSE

INDHOLDSFORTEGNELSE	2
JORDING SYSTEM	4
TT-SYSTEM	4
TN-SYSTEM	4
POTENTIALEUDLIGNING	5
BESTYKKENDE POTENTIALEUDLIGNING	5
SUPPLERENDE BESKYTTENDE POTENTIALEUDLIGNING	5
BRANDMELDER	6
LYSSTYRING	6
DROSSELSPOLE - ALMINDELIGT LYSSTOFRØRSARMATURER	6
HF-ARMATURER	7
OMBYGNING AF ALMINDELIGT LYSSTOFRØRSARMATURER TIL LED	7
LED	7
ENERGIOPTIMERING	7
GRUPPETAVLE	9
FEJLSTRØMSAFBRYDER	9
AUTOMATSIKRING	10
SMELTESIKRINGER	11
TRANSIENTBESKYTTELSE - SPD	12
LEDNING OG KABELTYPER	12
DATAINSTALLATION	13
MOTOR	13
3-FASEDE ASYNKRONE KORTSLUTNINGSMOTOR	14
MÆRKEPLADE	15
KOBLINGSMETODE	16
STARTSTRØMME	16
STJERNE/TREKANT KOBLING	16

FREKVENSBOMFORMER	17
SOFTSTARTER	18
EMC	18
EMI	18

AUTOMATIK

.....	18
TERMORELÆ	18
KONTAKTOR	19
KENDETAL	19
STJERNE/TREKANT RELÆ	19
INTERNE LEDNINGER.....	19
NØDSTOP OG STOP	20
PELV-KREDS	20
FARVER	20

DIMENSIONERING INSTALLATION

.....	21
STIKLEDNING	21
HOVEDLEDNING	23
DIMENSIONERING AF STRØMKREDSE FRA GRUPPETAVLE	26
DIMENSIONERING AF EDB-INSTALLATION	26
DIMENSIONERING AF LYS PÅ LAGRET	29
DIMENSIONERING AF MASKINE ANLÆG	32
DIMENSIONERING AF MOTOR 1	35
DIMENSIONERING AF MOTOR 2	39
DIMENSIONERING AF INDVENDIGT LYS	43
DIMENSIONERING AF UDVENDIGT LYS	46
DIMENSIONERING AF VARMEPUMPE	49

BILAG

.....	52
BILAG 1 - SMELTEKURVE	52
BILAG 2 - TYPE A	53
BILAG 3 - TYPE B	53
BILAG 4 - KABELLISTE STYRING	54
BILAG 5 - VARMETABSBEREGNING	55
BILAG 6 - ENSTREGSTEGNING TAVLE	55
BILAG 7 - TALVE OVERSIGT	56
BILAG 8 - EFFEKTKREDSSKEMA	57
BILAG 9 - STYREKREDSSKEMA 1	58
BILAG 10 - STYREKREDSSKEMA 2	59
BILAG 11 - STYREKREDSSKEMA 3	60

JORDING SYSTEM

Jordingssystemer er opbygget med et navn, der kommer ud fra typen. Det førstebogstav beskriver den driftsmæssige jordforbindelse, og det andet bogstav beskriver, hvordan installationen er jordforbundet. Fx kunne det være et TT-system, som er et jordingssystem med jordspyd. Hvis der bruges nulling, er der også to bogstaver, der fortæller, hvordan PE lederen og N lederen er forbundet. Disse bogstaver er C og S, som kommer fra engelsk og betyder C - combined/kombineret og S - separated/separeret. Dette kunne være et TN-C-S, som betyder, at jorden kommer fra nulen, som først er kombineret med nullederen og derefter separeret ud til en jord og nul leder. De forskellige jordingssystemer er beskrevet i HD/DS 60364 i del. 1 afsnit. 312.

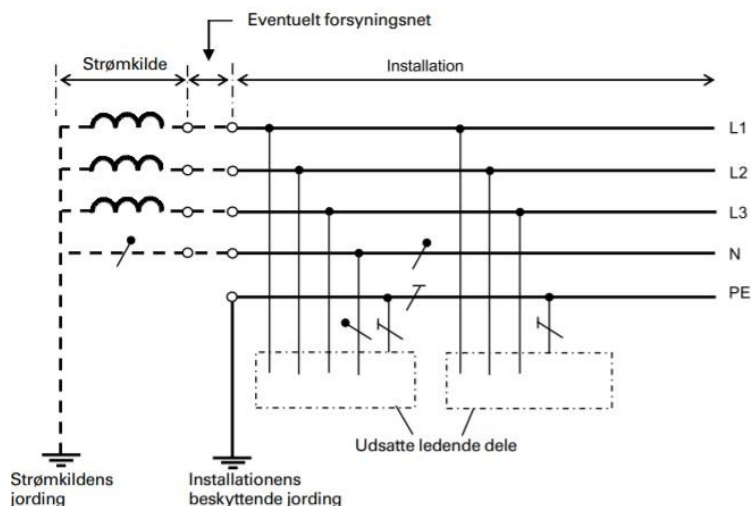
TT-SYSTEM

TT-systemet kan læses jord/jord (terra/terra). Med dette kan forstås, at den driftsmæssige jordforbindelse er jord, og installationen er forbundet med en uafhængig jordforbindelse, altså et jordspyd. Som kan ses på nedenstående, er jordforbindelsen først monteret efter forsyningen.

I et TT-system har man et jordspyd, som er installations beskyttende jording. Denne leder skal have samme tværsnit som faseledertværsnittet. Dette krav gælder, når $S \leq 16\text{mm}^2$. Når faselederstværsnit er $16\text{mm}^2 < S \leq 35\text{mm}^2$, skal den beskyttende jording være 16mm^2 . Hvis $S > 35\text{mm}^2$, gælder $S\text{mm}^2$. Disse tværsnit gælder dog kun ved kobber.

2

Man kan se tabellen, der beskriver tværsnittet for andre leder, kan ses i HD/DS60364 afsnit 543.1.1.



TN-SYSTEM

TN-system betyder jord til nul. Her kommer der en PEN leder sammen med de 3 fase leder. Her deler man PEN lederen ud til en PE leder og en N leder i den første tavle, man kommer til. For at gøre dette skal PEN først i hovedklemmen og derefter i N i RCD'et. Dette kaldes for et TN-C-S. Det skyldes, at TN-systemet først kommer ind som en kombineret PEN leder. Ved hovedjordklemmen bliver PEN lederen delt ud til en PE og N leder. Det er vigtigt at huske, at man skal have PEN lederen til hovedjordklemmen først. Dette gøres da vores jordforbindelse er den vigtigste

Diagram illustrating the grounding system (Systemets jording) through one or more earth electrodes (jordelektroder).

The diagram shows the connection between the power source (Strømkilde), the supply network (Forsyningsnet), and the installation (Installation).

Key components and labels:

- Strømkilde**: Power source.
- Eventuelt forsyningsnet**: Optional supply network.
- Installation**: The electrical installation.
- L1, L2, L3**: Phase lines.
- N**: Neutral line.
- PEN**: Protective Earth and Neutral line.
- Strømkildens jording**: Grounding of the power source.
- Forsyningsnettets jording**: Grounding of the supply network.
- Udsatte ledende dele**: Exposed conductive parts.

The diagram shows the connection of the power source to the supply network, and the supply network to the installation. The grounding system is shown as a series of earth electrodes connected to the supply network and the installation.

Side 5 af 66

BRANDMELDER

I en almindelig bolig er der krav om mindst en brandmelder på hver etage. Denne brandmelder skal være tilsluttet boligens strøm installation samt have batteribackup. Brandmelderen skal placeres umiddelbart i nærheden af de rum, som bruges til overnatning. Det skal tages højde for evt. kilder, der vil kunne udløse alarmen. Det kunne være åbent ildsted og køkken, hvis dette ikke anvendes til andet, da mados kan udløse brandmelderen. Hvis der er mere end en brandmelder i boligen, skal disse være serieforbundet, så alle brandmelder bliver udløst samtidigt¹. Brandmelderen skal placeres mindst 50 cm fra væggen og så højt som muligt, da røgen vil stige op af².

LYSSTYRING

Der findes to typer klassiske lysstofrør: HF-rør og et almindeligt lysstofrør. Ud over disse findes der LED, som bruger meget mindre strøm end de klassiske lysstofrør. Alle lyskilder har en farve, lyskvalitet og styrke. Farven måles i kelvin. Dette kommer fra, at man har varmet et stykke metal op til en given temperatur. Ved denne temperatur har metallet en farve, som er denne, vi går ud fra. De mest almindelige farver ligger mellem 2700-6000 kelvin. I boligen anvendes der ofte ≤ 3000 kelvin. Dette er en varm, hvid farve, som giver ro. I større kontormiljøer og på arbejdspladser bruges der ofte ≥ 3000 . Denne farve er en koldere hvid. Man bruger denne farve i kontormiljøer, fordi den er tættere på det almindelige sollys, end lavere kelvin er. Dette gør, at farveforskellen mellem indendørs og udendørs bliver mindre. Med nogle lysstyringer bliver farven på lyset endda ændret i løbet af dagen. Her er det en varm hvid om morgenen. Stille og roligt skifter farven over og bliver en koldere hvid omkring middag og lige efter middag. Til sidst på dagen bliver farven varm igen. Dette gøres for at fremme medarbejdernes produktion. Lyskvaliteten måles i noget, der hedder RA. RA-værdien går op til 100. RA fortæller, hvor godt farverne bliver gengivet. Sollys har en RA-værdi på 100. I dag har næsten alle lyskilder en RA-værdi på over 80. Når RA værdien skal aflæses, kan det ses på lyskilden. Her står der f.eks. 827, med dette kan det ses, at RA-værdien er mellem 80 og 89. 27 fortæller, at farven er 2700 kelvin. Et andet eks. kunne være 940. Her er RA-værdien mellem 90-99, og farven er 4000 kelvin. Styrken måles i lumen, jo højere lumen er, jo mere lyser lyskilden.

DROSSELSPOLE - ALMINDELIGT LYSTOFRØRSARMATURER

En drosselspole bruges til almindelige lysstofrørsarmaturer. Her sidder spolen i serie med lysstofrøret og gør, at spændingen over røret normalvis ligger omkring 106V. Parallelt over selve røret sidder der en glimtænder. I denne glimtænder sidder der et bi-metal og en kondensator. Kondensatoren hjælper røret med at tænde. Dette gør den ved at sende elektroner ind i lysstofrøret på samme måde, som der bliver gjort fra den ende, hvor drosselspolen sidder på. Når lysstofrøret er tændt, og elektronerne har fået fat, og lysstofrøret kan forsætte uden glimtænderen, og bimetallet kobler ud, da dette er blevet varmt. Et armatur som dette vil have en for lav $\cos\phi$, fordi armaturet har en spole indbygget. Derfor har producenten lavet en fase kompensering med en kondensator. Så armaturet overholder fællesregulativet krav på 0,9. En kobling uden en kondensator kaldes for en L kobling. Når kondensatoren er sat parallelt med L koblingen, bliver det til en F kobling. Nogle armaturer har to lysstofrør - her udnytter producenten en kondensator. Så den ene lysstofrør har en drosselspole, og det andet har en kondensator. Fordelen ved at bruge både en drosselspole og en kondensator ligger i frekvensen. Normalt tænder og slukker et lysstofrør 50 gange i sekundet, når frekvensen er 50 Hz. Ved at have to lysstofrør som har en drosselspole og en kondensator, tænder og slukker hver

¹ https://bygningsreglementet.dk/Tekniske-bestemmelser/05/Vejledninger/Generel_Brand/Enfamiliehuse

² <https://www.falck.dk/boligsikring/raad/roegalarm/>

lysstofrør 50 gange i sekundet stadig. Dog gør de to rør det forskudt. Dette skyldes, at en kondensator bruger en bølgedal, og spolen bruger bølgetoppen. Ved et almindeligt lysstofrør med en drosselspole, vil man ikke kunne se en

motor dreje rundt. Dette skyldes, at motorerne bevæger sig i takt med frekvensen. Men med en L-C kobling, som armaturet med kondensator og spole hedder, vil man fint kunne se motoren dreje.

Fordelen ved denne type armatur er, at det kan virke i mange år. Drosselspolen går så godt som aldrig i stykker - man behøver kun at skifte glimtænderen og selve lysstofrøret. Ulempen er, at et almindeligt lysstofrør bruger meget energi.

HF-ARMATURER

Der findes to typer HF-armaturer: HF-spole og HF-R. Ens for begge armaturer er, at de er høj frekvens. Frekvensen er på omkring 16.000 Hz. Derfor er dette armatur oplagt at bruge til industri, da lys derved ikke vil komme til at bevæge sig i takt med motoren. Forskellen på de to armaturer er, at HF-spolen ikke kan dæmpes, det kan HF-R. HF-R armaturet kan dæmpes med en 1-10V dæmper, men ikke slukkes med dæmperen. For at gøre dette skal man afbryde fasen helt. Selvom armaturet kan dæmpes, er der ikke nogen økonomisk effekt at hente, da den dæmpet effekt bliver optaget i en modstand i dæmperen. Modsat drosselspolen har et HF-armatur ikke en lige så lang levetid. De holder typisk i 6-7 år.

OMBYGNING AF ALMINDELIGT LYSTOFRØRSARMATURER TIL LED

Man kan ombygge et almindeligt lysstofrørsarmatur til LED ved at skifte glimtænderen til en kortslutter og selve røret. Man skal dog være opmærksom på, at drosselspolen stadig vil optage den samme effekt, derfor vil besparelsen ikke blive så stor. Ved at lave opbygningen på denne måde er det stadig producenten, der har ansvaret. Man kan også fjerne drosselspolen, og derved fjerne den spildte energi. Dette vil dog medføre, at ansvaret for armaturet nu ligger på installatøren.

LED

LED er som sådan meget nemt at montere. Der er en enkel huskeregel, som er vigtig at kende. Når driverens forbrug er oplyst i mA og er under 700 mA, skal lyskilderne monteres i serie. Hvis driverens forbrug er oplyst i W eller over 700 mA, skal lyskilderne monteres parallelt.

ENERGIOPTIMERING

Energioptimering bliver en større og større del af elektrikerfaget. Et af de steder, hvor der er mulighed for at hente den største besparelse/optimering, er varmepumper. Fordelen ved en varmepumpe er, at den har en meget høj SCOP-værdi. Dette betyder, at en varmepumpe laver meget varme i forhold til den strøm, som de bruger. Nogen af de bedste varmepumper har en SCOP-værdi på helt op til 6-7. Det vil sige, at når pumpen bruger 1 kWh, laver den 6-7 kWh varme. Dette gør den ved at udnytte energien i den gas, der er på anlægget. Gassen skifter tilstand mellem gasform og væskeform, og det er ved dette tilstandsskift, varmepumpen henter energien.

Der findes to typer varmepumper luft/luft og luft/vand. Luft/luft varmepumper laver varmluft, som inde-delen blæser rundt i rummet. Luft/vand varmepumpen laver varmtvand, som bliver koblet på et vandbårent varmfordeling. Dette kunne være gulvvarme eller radiatorer. Begge varmepumper har en ude-del. Denne skal placeres udenfor.

Der er en stor besparelse med en luft/vand varmepumpe i forhold til et oliefyr. Denne besparelse kan stilles meget simpelt op. Det gennemsnitlige olieforbrug i Danmark for en husstand med oliefyr er $2500 L^3$. Olieprisen ligger på ca. 10.000 kr. pr. 1000L⁴. Prisen pr. kWh strøm ligger på omkring 2,25 $\frac{kr}{kWh}$. Oliefyrets nyttevirkning sættes til 75%.

Prisen på årligt forbrug af olie:

$$2500 L \cdot \frac{10000 kr}{1000 L} = 25000 kr$$

kWh varme med oliefyr:

$$2500 L \cdot 10 \frac{kWh}{L} \cdot 75\% = 18750 kWh$$

Pris for strømmen med en varmepumpe med en SCOP-værdi på 5:

$$\frac{18750 kWh}{5} \cdot 2,25 \frac{kr}{kWh} = 8437,5 kr$$

Besparelse pr. år:

$$25000 kr - 8437,5 kr = 16562,5 kr$$

Der skal tages højde for, at en varmepumpe er ret dyr at anskaffe. Dette koster mellem 80.000 kr. og 100.000 kr. monteret. Derfor går der et stykke tid, før varmepumpen er tjent ind:

$$\frac{100000 kr}{16562,5 kr} \approx 6,037736 \text{ år}$$

Den gennemsnitlige levetid på en varmepumpe er 15 år⁵. Så besparelsen på en varmepumpe set over pumpen levetid er:

$$(15 \text{ år} - 6,037736 \text{ år}) \cdot 8437,5 kr \approx 75619,1 kr$$

Det er tydeligt at der er en stor besparelse. Samtidig er det også meget miljøvenligt. CO₂ besparelsen på et år ud fra CO₂ udledningen i 2019 vil være (strøm 150 $\frac{kWh}{g}$ ⁶ og olie 2700 $\frac{kg}{L}$ ⁷):

³ <https://www.ok.dk/privat/hjaelp/fyringsolie/hvor-meget-fyringsolie-bruger-man>

⁴ <https://www.ok.dk/privat/produkter/fyringsolie/pris>

⁵ <https://www.ok.dk/privat/hjaelp/varmepumper/hvor-lang-levetid-har-en-varmepumpe>

⁶ <https://energinet.dk/Om-nyheder/Nyheder/2020/01/16/Rekord-lav-CO2udledning-fra-danskernes-elforbrug-i-2019>

⁷ <https://ing.dk/artikel/hvordan-vejer-man-co2-udledningen-109457>

Varmepumpe:

$$\frac{18750kWh}{5} \cdot 150g = 562500g = \mathbf{562,5\ kg\ CO_2}$$

Oliefyr:

$$2500L \cdot 2,700 \frac{kg}{L} = \mathbf{6750\ kg\ CO_2}$$

Tallene taler vist nok sit eget sprog. Det er en voldsom besparelse. Varmepumpen udleder:

$$\frac{562,5kg}{6750kg} = \frac{1}{12}$$

Varmepumpen udleder $\frac{1}{12} CO_2$ om året i forhold til oliefyret. Det vil sige, at varmepumpen kan varme i 12 år og udlede den samme CO_2 , som oliefyret ville på 1 år

GRUPPETAVLE

Gruppetavlen er et samlingspunkt for installation og dens koblingsudstyr. Her sidder blandt andet RCD, automatsikring og gruppeafbryder. Tavlen skal være sat op i mindst 1 meters højde og må ikke sidde højere end 2,2 meter til overkant af tavlen. Sidder tavlen lavere end 1 meter, skal den sidde i aflåst skab⁸.

I gruppetavlen i standen på skolen er der 1 RCD, 1 kombiafbryder (RCD og automatsikring), transientbeskyttelse, 1 3pol+n 10A automatsikring og 4 1pol+n gruppeafbryder 10 D01.

FEJLSTRØMSAFBRYDER

Som udgangspunkt skal en installation altid beskyttes af en fejlstrømsafbryder. En fejlstrømsafbryder måler den strøm, som løber gennem L_1 , L_2 og L_3 . Dette sker ved at måle strømmen, der løber tilbage gennem nulen. Hvis der sker en afledning fra en af faserne. Det kunne være en gammel stofledning, hvor stoffet er forvitret, og lederen rammer stålrøret. Her vil fejlstrømsafbryderen koble ud.

I nye installationer skal der altid være mere end 1 RCD⁹.

RCD'er findes med forskellige mærkestrømme; den strøm de kobler ud på. Til almindelige installationer, som kan tilsluttes flytbare brugsgenstande til, må mærkestrømmen ikke være mere end $30mA$. Der må tilsluttes RCD med en mærkestrøm op til $300mA$, hvis der ikke kan tilsluttes almindelige brugsgenstand. Det kunne f.eks. være en EBDinstallation. Her bruges der en speciel type stikkontakter, hvor benene er på skrå. Berøringsspændingen må kun

være 50V, selvom man vælger et PFI med en mærkestrøm på 300mA. Derfor skal jordforbindelsen være bedre. Vi ved allerede, at ved et relæ med mærkestrømmen 30mA skal jordforbindelsen være $1666,66 \Omega$.

Ved et relæ på 30mA:

$$R = \frac{U}{A} = \frac{50V}{30mA} \approx 1666,667 \Omega$$

Ved et relæ på 300mA:

$$R = \frac{U}{A} = \frac{50V}{300mA} \approx 166,667 \Omega$$

⁸ 1082 §55 stk. 2

⁹ 60364 - 531.3.2

Der findes tre typer RCD'er¹⁰: Type A (HPFI og PFI), type F og type B (AC/DC HPFI). Type A kobler ud ved vekslende sinusformet veksel reststrøm og ved pulserende jævn reststrøm. Relæet kobler ud, hvis disse strømme er pludseligt påført eller jævnt tiltagende. Type F kobler ud ved de samme kriterier som type A. Ud over disse kriterier kobler type F også ud på glat jævn reststrøm. Type B kobler ud ved de samme kriterier som type A og F. Type B kobler også ud over dette ud ved Sinusformede veksel reststrømme på op til 1.000 Hz, veksel-reststrømme der er glattet ud i form af glat jævnstrøm.

I Danmark bruges følgende fejlstrømsafbrydere:

- FI: Fejlstrømsafbryder for vekselstrøm, mærkeudløsestrøm større end 30mA.
- HFI: Højfølsom fejlstrømsafbryder for vekselstrøm, mærkeudløsestrøm højst 30mA.
- PFI: Fejlstrømsafbryder for vekselstrøm og pulserende jævnstrøm, mærkeudløsestrøm større end 30mA.
- HPFI: Højfølsom fejlstrømsafbryder for vekselstrøm og pulserende jævnstrøm, mærkeudløsestrøm højst 30mA.
- EHPFI: Ekstra højfølsom fejlstrømsafbryder for vekselstrøm og pulserende jævnstrøm, højst 30mA.

AUTOMATSIKRING

Automatsikringer beskytter både mod overbelastning (OB) og kortslutning (KB). I en automatsikring sker udkoblingen mekanisk i form af en magnetudløser. Denne kan kobles ind igen, når kortslutningen/overbelastningen er udbedret. Automatsikringer fås i næsten alle størrelser. Der findes også forskellige typer af automatsikringer. Denne type fortæller, hvor meget der skal til, før sikringen kobler ud. Disse typer er type B, type C, type D, type K og type Z. Når man vælger type sikring, skal man tage højde for I_{kmin} ved brugsgenstanden og evt. startstrømme.

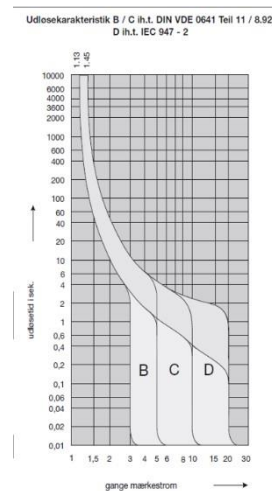
Magnetudløseren har følgende grænseværdier		
Type	Udkobling må ikke ske inden for 0,1 sek. (I4-faktor_ holde. Startstrøm)	Udkobling skal ske inden for 0,1 sek. (I5 faktor_ udløser. Kortslutning I_{kmin})
<i>B</i>	$3 \cdot I_n$	$5 \cdot I_n$
<i>C</i>	$5 \cdot I_n$	$10 \cdot I_n$
<i>D</i>	$10 \cdot I_n$	$20 \cdot I_n$
<i>K</i>	$8 \cdot I_n$	$14 \cdot I_n$
<i>Z</i>	$2 \cdot I_n$	$3 \cdot I_n$

¹⁰ 60364 - 531.3.3

Ud fra skemaet kan det ses, at hvis der vælges en type B automatsikring, må startstrømmen være større end $3 \cdot I_n$. Hvis det er en 10A automatsikring type B, må startstrømmen ikke være mere end $3 \cdot 10A = 30A$. I_{kmin} ved brugsgenstanden skal være større end $5 \cdot I_n$. Den type, der er mest brugt, er typisk type C.

Automatsikringer har også en termisk udløser, som fungerer på samme måde som et termorelæ. Type B, C og D har en termisk udløsningstid på mere end en time ved et forbrug på $1,13 \cdot I_n$. Hvis forbruget er $1,45 \cdot I_n$, er udløsningstiden mindre end en time. Med dette skal det forstås, at ved en 10A automatsikring kan have et forbrug på 11,3A uden at koble ud den første time. Hvis forbruget er 14,5A, er det garanteret, at sikringen vil koble ud, inden der er gået en time.

Man kan aflæse udkoblingstiden for en automatsikring på diagrammet til højre.

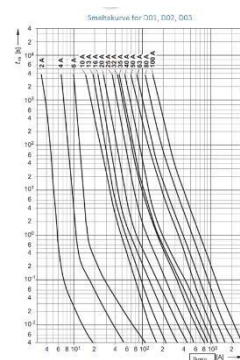


SMELTESIKRINGER

Der findes tre typer smeltesikringer. De fungerer alle på samme måde. Der ligger en tråd i sikringen, som brænder over, når strømmen bliver for stor.

NEOZED

Neozed er de mest almindelige smeltesikringer til nye gruppeafbrydere. De findes i 3 størrelser D01 (fra 2A til 16A), D02 (fra 20A til 63A) og D03 (fra 80A til 100A). Neozed sikringerne har en cylindrisk form. D01- og D02-smeltesikringerne er 36 mm lange. Sikringen er bygget op på en måde, så D01-sikringerne har samme diameter i den ene ende. I den ende, som sættes først ind i gruppeafbryderen, har forskellige størrelser efter sikringens størrelse. Dette gør, at man ikke kan sætte en større sikring i gruppeafbryderen, end ledningerne er dimensioneret til.



DIAZED

Diazed-sikringen er den anden type. De bruges typisk i ældre gruppeafbrydere, hvor sikringen sættes fast i gruppeafbryderen med et skruelåg. Diazed sikringer findes fra 2A til 200A. Formen på en diazed-sikring er mere flaskeformet end neozed-sikringen. Diazed-sikringer er på samme måde som neozed inddelt i forskellige størrelser. Diazed-sikringer er mærket med D og et romertal; DII (fra 2A til 25A), DIII (fra 35A til 63A) og DIV (fra 80A til 100A).



NH

NH-sikringer ser helt anderledes ud end neozed og diazed. NH-sikringen er en firkantet midt og to blade, hvor strømmen løber i gennem. Disse sikringer findes fra 6A til 1,25kA. NH-sikringer bruges typisk i forsyningen (elskabe/gravsten).



TRANSIENTBESKYTTELSE - SPD

Transientbeskyttelse beskytter elinstallationen mod overspændinger, som der fx kunne komme fra lynnedslag. En transientbeskyttelse fungerer på den måde, at ved en overspænding leder den overspændingen direkte til jord. På den måde undgår man, at installationen bliver udsat for en overspænding. Brugsgenstande er beregnet til 230V/400V. Når spændingen bliver meget højere end dette, vil de fleste elektroniske komponenter brænde af. For at undgå dette skal man have fjernet overspændingen. Dette gøres med en SPD. Der findes tre forskellige typer transientbeskyttelse. De tre typer kan ses på billederne i rækkefølgen type 1, type 2 og type 3 oppefra. Type 1 skal sættes før fejlstrømafbryderen. Denne type sikrer, at der ikke kommer overspænding fra forsyningssiden. Type 2 skal sættes efter gruppeafbryderen. Denne type sikrer, at der ikke kommer overspænding fra den ene del af installationen til den anden. Type 3 kan monteres i dåsen bag stikkontakten. For at opnå den optimale beskyttelse er det en fordel at benytte mere end en af typerne.

Selve transientbeskyttelsen indeholder typisk en varistor. Varistoren fungerer på den måde, at ved overspænding leder varistoren overspændingen direkte til jord. Når en transientbeskyttelse har været aktiveret, skal den udskiftes. Dette er ret nemt, da man kan pille et modul ud og sætte et nyt i den samme sokkel.

Det er beskrevet i Bekendtgørelse 1082 og HD/DS 60364, hvornår der skal anvendes transientbeskyttelse. I 1082 §13 står der at overspænding ikke må medføre fare for personer husdyr eller ejendom. I HD/DS 60364 står at der skal anvendes transientbeskyttelse, når en overspændings konsekvenser vil påvirke⁸:

- Menneskeliv, fx nødforsyninger, faciliteter til lægebehandling.
- Offentlige serviceydelser og kulturarv, fx mistede offentlige serviceydelser, it-centre, museer.
- Kommercielle eller industrielle aktiviteter, fx hoteller, banker, industrier, handel, landbrug. - Et stort antal personer, fx store bygninger, kontorer, skoler.

Udover disse steder skal der foretages en risikovurdering. Denne risikovurdering skal foretages i henhold til 443.5 i HD/DS 60364.

Det er ikke noget krav, at man monterer transientbeskyttelse i almindelige boliger. Det er dog en god ide, hvis man har meget elektronik at montre transientbeskyttelse.



LEDNING OG KABELTYPER

Det er vigtigt, at man vælger den rigtige type ledning. Det findes to overordnet typer kabler: XLPE og PVC. XLPE er 90° kabel. PVC er 70° kabel. XLPE kan tåle mere strøm end PVC. Derfor kan det være en fordel at bruge dette. Til gengæld er der andre fordele ved PVC. Ved at bruge PVC i stedet for XLPE skal man nogle gange gå en kvadrat op i tværsnittet. Ved at gå en kvadrat op vil modstanden i kablet blive mindre, derved vil spændingsfaldet også blive mindre. Dette er de to overordnet kabeltyper. Ligesom ved kabler findes der også to typer ledninger: PVL og PVT. Forskellen på ledningstyper er om det er flerkoret eller massiv ledning. Begge typer har kun et enkelt lag isolering. PVL-ledning er

⁸ HD/DS 60364 443.3

massiv ledning. Denne type bruges til installation, hvor man trækker dem i rør. PVT-ledning er flerkoret. Det er blandt andet dette, som er blevet brugt i styringen til maskinanlægget og som til for trådning i tavlen. PVT-ledning kan fås fra $0,5\text{mm}^2$ til 90mm^2 . I standen på værkstedet er der brugt 6mm^2 PVT til for trådning i tavlen, $0,75\text{mm}^2$ PVT til styrestrømkredsen og $1,5\text{mm}^2$ PVT til hovedstrømkredsen.

DATAINSTALLATION

Når man laver en datainstallation, foregår det næsten altid som en stjerne. Man har sit midtpunkt, hvor man trækker kabler ud til hver enkelt stik. Hvert træk må ikke være længere end 100 meter. Derfor laver man det ofte højest 90 meter, så man har 5 meter i begge ender til at lave pats-kabler i rackskabet. Ud over kravet til den maximale længde på pds kablet er der også krav til afstanden til strømførende kredse. For at finde denne afstand skal man kigge på producentens anvisning. Her har LK lavet en god tabel, som er nem at forstå⁹.

Minimum respektafstand		Antal 1-fasede strømkredse maks. 20A	1-3	4-6	7-9	10-12	13-15	16-30	31-45	46-60	61-75	>75
Betegnelse	Separationsklasse	Type af foringsveje										
Actassi Cat.5e uskærmet Actassi Cat.6 uskærmet	B	Ingen EMC virkning (plast)	20 mm	40 mm	60 mm	80 mm	100 mm	200 mm	300 mm	400 mm	500 mm	600 mm
		Gitterbakke	15 mm	30 mm	45 mm	60 mm	75 mm	150 mm	225 mm	300 mm	375 mm	450 mm
		Perforeret kabelbakke	10 mm	20 mm	30 mm	40 mm	50 mm	100 mm	150 mm	200 mm	250 mm	300 mm
		Lukket kabelbakke	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm
Actassi Cat.5e skærmet Actassi Cat.6 skærmet Actassi Cat.6A skærmet Actassi Cat.6A Uskærmet	C	Ingen EMC virkning (plast)	10 mm	20 mm	30 mm	40 mm	50 mm	100 mm	150 mm	200 mm	250 mm	300 mm
		Gitterbakke	8 mm	15 mm	23 mm	30 mm	38 mm	76 mm	114 mm	152 mm	190 mm	228 mm
		Perforeret kabelbakke	5 mm	10 mm	15 mm	20 mm	25 mm	50 mm	75 mm	100 mm	125 mm	150 mm
		Lukket kabelbakke	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm
Actassi Cat.7A skærmet	D	Ingen EMC virkning (plast)	2 mm	4 mm	6 mm	8 mm	10 mm	20 mm	30 mm	40 mm	50 mm	60 mm
		Gitterbakke	2 mm	3 mm	5 mm	6 mm	8 mm	16 mm	24 mm	32 mm	40 mm	48 mm
		Perforeret kabelbakke	1 mm	2 mm	3 mm	4 mm	5 mm	10 mm	15 mm	20 mm	25 mm	30 mm
		Lukket kabelbakke	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm

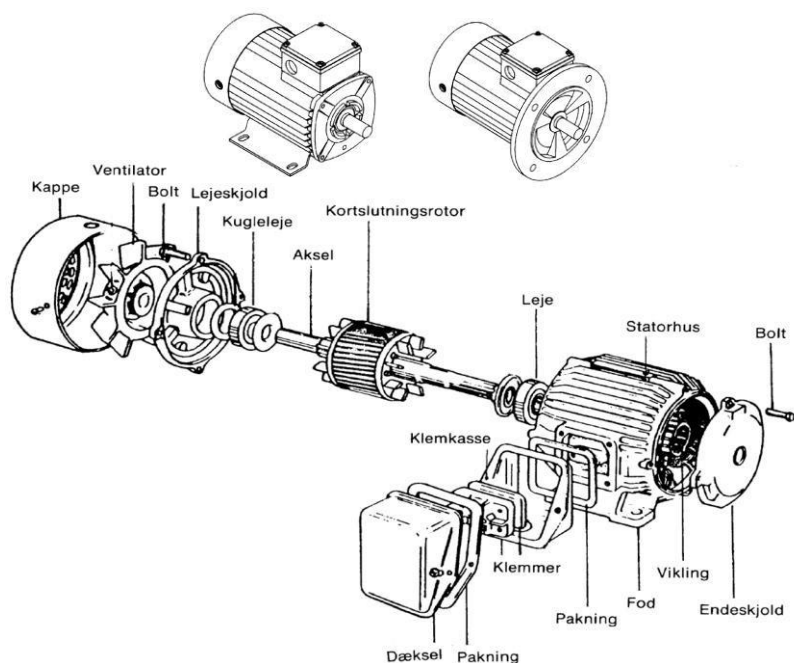
Når man skal montere pds kablet, findes der to typer monteringsmetoder: type A og type B. Det er som sådan lige meget, hvilken metode man bruger. Det vigtigste er, at man monterer ens i begge ender. De to metoder kan ses under bilag 2 og bilag 3. Disse to metoder hedder henholdsvis TIA/EIA 568A og TIA/EIA 568B, som er de standarder, metoden står i.

MOTOR

Størstedelen af alle motorer har samme opbygning. Denne opbygning består af en stator, som er selve huset på motoren. På denne stator sidder et endeskjold og et lejeskjold. Det er igennem de to skjolde akse sidder. Imellem de to skjolde og akse er der selvfølgelig nogle lejere, som gør at akse kan rotere uden for meget modstand. Man regner med, at lejernes levetid er mellem 2500 og 100000 timers drift. En stor motors lejer har længere levetid end en

⁹ [http://www1.lk.dk/flipbooks/Actassi_haandbog_2017_SE1009DK/content/SE1009DK_v4-online%20LOW%20\(1\).pdf](http://www1.lk.dk/flipbooks/Actassi_haandbog_2017_SE1009DK/content/SE1009DK_v4-online%20LOW%20(1).pdf)

lille. Fast på akse sidder rotoren. Det er rotoren, der bliver trukket rundt ved hjælp af den kortslutningsring, der ligger på rotoren. Inde i statorhuset ligger der viklingerne. Det er disse, der bestemmer hastigheden, motorer drejer akse med. I den ene ende af statoren sidder en ventilator. Denne køler motoren ned. Der findes to forskellige typer fødder til motorer: en almindelige fod og en flangemotor. De to billeder viser de to typer. Sidst men ikke mindst sidder klemmekassen på statoren.



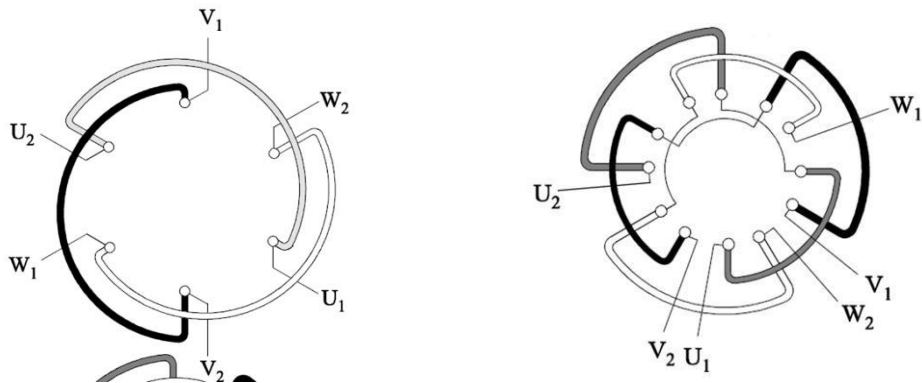
Der findes forskellige typer af motorer, som er opbygget på forskellige måder i viklingerne og rotoren. En 3-fasede asynkrone kortslutningsmotorer er en af det mest almindelige. Ud over denne motor findes der også er 1-fasede asynkrone motor, kontaktringsmotor, kommutatormotor, 1 fasede universalmotor, 3-fasede synkronmotor og 1fasede synkronmotor. De motorer, som vi bruger i værkstedet, er 3-fasede asynkrone kortslutningsmotorer. Derfor er det denne type, jeg vil gå i dybden med.

3-FASEDE ASYNKRONE KORTSLUTNINGSMOTOR

Som navnet afslører, er motoren asynkron, hvilket vil sige at motorens rotor ikke roterer lige så mange gang i minuttet, som polparene ellers fortæller. Disse polpar ligger i viklingerne. Jo flere polpar der er, jo langsommere kører motoren. Hvis der er et polpar, og frekvensen er 50 Hz, som vi forventer, den er i Danmark, så vil motoren have en hastighed på:

$$\text{Omdr./min} = \frac{\text{Frekvens} \cdot 60}{\text{Antal polpar}} = \frac{50\text{Hz} \cdot 60}{1} = 3000 \text{ Omdr./min}$$

Billede til venstre viser hvordan polerne ligger når der er et polpar, mens billede til højre viser, hvordan polerne ligger, når der er to polpar. Her vil hastigheden være 1500 Omdr./min.



Dette er for den optimale motor, hvor der intet tab vil være. Ofte vil der dog være et lille slip på omdrejningerne. Denne er ofte omkring 5%. Så en motor med et polpar, vil have en hastighed på:

$$3000 \text{ Omdr./min} - (3000 \text{ Omdr./min} \cdot 5\%) = 2850 \text{ Omdr./min}$$

MÆRKEPLADE

På alle motorer sidder der en mærkeplade. Denne mærkeplade fortæller motorens type, optaget strøm, afgivende effekt, $\cos\varphi$ og mange andre informationer.



På denne motor kan det ses, at det er en 3-fasede asynkrone kortslutningsmotor. Det kan ses, at motoren skal kobles i trekant 400V. Når denne motor er koblet i trekant, vil motorens optagende strøm være 2,15A. På mærkepladen kan det ses, at $\cos\varphi$ er 0,74. Motorens afgivende effekt er 0,75 kW. Denne effekt bliver kaldt P_2 . For at regne P_1 , som er den optagende effekt, skal man bruge U_n , I_b , $\sqrt{3}$ og $\cos\varphi$:

$$P_1 = U_n \cdot I_b \cdot \sqrt{3} \cdot \cos\varphi = 400V \cdot 2,15A \cdot \sqrt{3} \cdot 0,74 = \sqrt{3} \cdot 636,4 \cdot A \cdot V \approx 1102,27W = 1,10227kW$$

Når man kender P_1 og P_2 kan man regne virkningsgraden (η). Dette gøres ved:

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{0,75kW}{1,10227kW} \approx 0,6804141$$

Vi kan også se, at motoren har 4 poler/2 polpar, da motorens hastighed er 1400 Omdr./min. Dette kan tjekkes ved at beregne hastigheden ved 2 polpar:

$$\frac{\text{Frekvens} \cdot 60}{\text{Antal polpar}} = \frac{50 \cdot 60}{2} = 1500 \text{ Omdr./min}$$

Her kan det også ses at det er en asynkrone motor Rotoren kører ikke lige så hurtigt, som antallet af polpar fortæller, den burde. Der er derfor et slip. Dette slip kan beregnes:

$$s = n_s - n = 1500 \text{ Omdr./min} - 1400 \text{ Omdr./min} = 100 \text{ Omdr./min}$$

$$s\% = \frac{(n_s - n) \cdot 100\%}{n_s} = \frac{(1500 - 1400) \cdot 100\%}{1500} = \frac{20}{3} \approx 6,666667\%$$

Normalt forventer man, at slippet på en asynkron motor er ca. 5%.

KOBLINGSMETODE

Når man skal koble en motor, kan man gøre det på to måder. Der findes trekant- og stjerne-forbindelse. Når man monterer i trekant-forbindelse, får man U_n over viklingerne, og når man monterer i stjerne, får man U_f over viklingerne. Det er meget vigtigt, at man monterer motoren rigtig. Nogen motorer kan f.eks. kun tåle 230V over viklingerne. Hvis der f.eks. står 230/400V, skal det forstås, at motoren er en 3-fasede motor, dog kan motoren kun tåle 230V over viklingerne. Dette betyder, at motoren skal monteres i stjerneforbindelse. På en anden motorer kunne der stå 400/690V. Denne motor kan tåle 400V over viklingerne. Derfor kan denne motor monteres i en trekant forbindelse.

For at montere en motor skal man kigge på klemmebrættet. Hvis motoren skal monteres i trekant, skal man lægge laskerne lige over, så U1 er forbundet til W2, V1 til U2 og W1 til V2. Hvis motoren skal monteres i stjerne, skal man lægge laskerne mellem W2, U2 og V2, så man laver et midtpunkt.

STARTSTRØMME

Når en motor starter uden videre styring (stjerne/trekant start), vil startstrømmen være 6 gange motorens optagende strøm I_b . Denne strøm må ikke overstige 60A for en 3-fasede motor og 35A for en 1-fasede motor¹⁰. Dette skyldes, at det kan give et spændingsdyk på forsyningsnettet. For at undgå at startstrømmen bliver for høj, laver man det, der hedder en stjerne/trekants kobling. Denne gør, at startstrømmen bliver halveret. Derfor kan man bruge motor helt op til:

$$I_b = \frac{60A}{6} = 20A$$

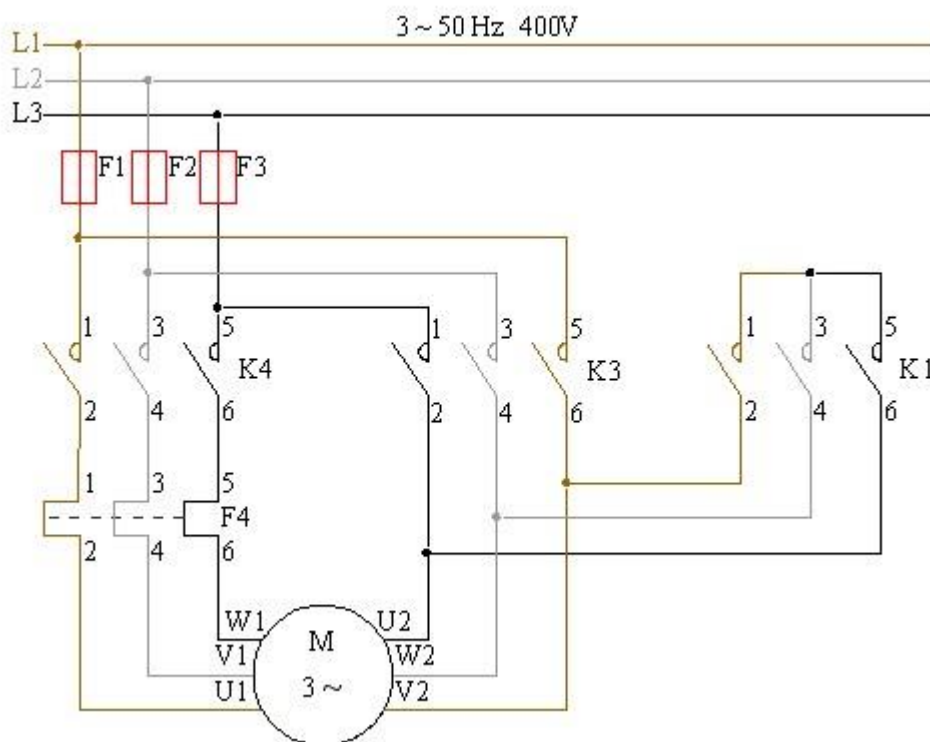
Hvor man uden stjerne/trekant start kun ville kunne bruge op til:

$$I_b = \frac{60A}{6} = 10A$$

¹⁰ Figur 8.1 - Fællesregulativet 2019

STJERNE/TREKANT KOBLING

For at kunne lave en stjerne/trekant-kobling skal man have en motor, som kan tåle 400V over viklingerne. Ud over at motoren normalt skal kunne kobles i trekant, skal man bygge sin hovedstrømskreds op på følgende måde:

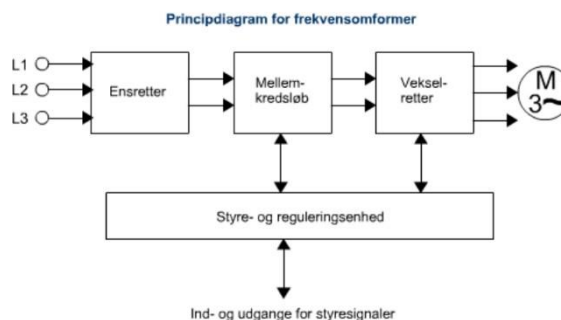


Som man kan se, skal der bruges tre kontaktor og et termorelæ. Dette skyldes, at når K4 og K1 er trukket, vil motoren være koblet i stjerneforbindelse. Her vil al strømmen løbe igennem termorelæet, der sidder efter K4. Når motoren skal kobles om til trekantforbindelse, kobler K1 ud. Et givet antal sekunder senere kobler K3 ind. Nu er motoren koblet

i trekant. Her deler strømmen sig med $\sqrt{3}$ i knudepunktet. Derfor skal termorelæet indstilles op $\sqrt{3}I_b$.

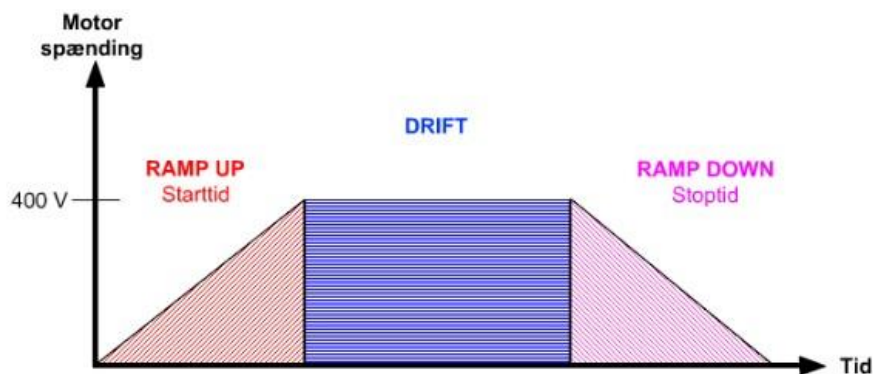
FREKVENSSOMFORMER

En frekvensomformer bruges til at ændre hastigheden på motoren trinløst. En frekvensomformer er bygget op på følgende måde; i starten af frekvensomformer sidder der en ensretterkreds. Ensretterkredsen laver spændingen om fra A.C til D.C. Efter ensretterkredsen sidder der en mellemkreds, som stabiliserer jævnspændingen. Til sidst sidder der en vekselretter. Her bliver spændingen igen lavet om til vekselspænding med den ønskede frekvens. Ud over frekvensen kan en frekvensomformer også ændre lidt på spændingen. Dette gør den for at få så optimalt drejningsmomentet. Til at styre dette er der en styre- og reguleringsenhed, som får information fra en encoder. Encoderen sidder på motorens aksel. Her måler den om omdrejningerne på akslen passer på den hastighed frekvensomformer er stillet til. Hvis denne hastighed ikke passer, regulerer styringen hastigheden, så den passer. Det gør den ved at sænke eller hæve frekvensen. Når en frekvensomformer ændrer frekvensen, bliver der meget støj (EMC). For at mindske dette bruges der et skærmet kabel. Det er vigtigt, at denne skærm bliver monteret på den rigtige måde. Det kunne f.eks. være med en forskrunding, der er godkendt til EMC eller en bøjle. Med denne type forskrunding afisoleres man kablets yderste kappe, så forskrundingen kan få fat i skærmen. Jo længere man kan lade skærmen sidde på kablet, jo bedre er det. Man skal også prøve på at lave så korte tilledninger som muligt ved tilslutningen. Samtidig skal man gerne holde respektafstand, så man ikke påvirker forsyningsnettet.



SOFTSTARTER

En softstarter bruges steder, hvor man ønsker, at motoren starter stille og stopper stille. Det kunne f.eks. være ved et transportbånd, som man ønsker skal starte stille og roligt. Den anden fordel ved en softstarter, at ligesom en stjerne/trekant-start bliver startstrømmen det halve. Hvilket vil sige at startstrømmen bliver $I_b \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}$. En softstarter fungerer på den måde, at i starten ændrer den spændingen og derved hastigheden. Det samme gør softstarteren, når motoren skal stoppes. Man kalder starten for rampe op og stoppet for rampe ned. Som det kan ses på illustrationen, starter rampe op i 0 V, dog vil denne ofte starte lidt højere. Dette gøres for at have et større drejningsmoment. På de fleste softstarter kan man indstille rampe op og rampe ned tiden. Softstarter bliver



brugt i højere og højere grad i stedet for en stjerne/trekant start. Det er også meget nemmere at montere en softstarter. I softstarteren er der også indbygget termorelæ, så det er kun denne, der er brug for til en styring.

EMC

EMC står for elektromagnetisk kompatibilitet¹¹. EMC er elektrisk støj. EMC kan forekomme ved blandt andet brug af frekvensomformer. I disse tilfælde er det meget vigtigt, at man skærmer kablerne ekstra godt. Det er samtidigt vigtigt, at man holder respektafstand til andre kabler og fører skærmen så langt med som muligt. Det er samtidigt vigtigt at mindske det stykke, man afisolere for at montere kablerne. Der findes også forskellige typer af forskruninger, som viderefører skærmen.

EMI

EMI står for elektromagnetisk interferens¹². EMI er lidt det modsatte EMC. EMI gælder om at mindske den elektrisk støj. For at gøre dette står der i DS_EN 60204-1 nogen foranstaltninger, som kan reducere EMI'en. Det er blandt andet steder, hvor det er nødvendigt, at effektkabler og signal- eller datakabler krydser hinanden, bør de krydses vinkelret.

AUTOMATIK

TERMORELÆ

Et termorelæ bliver også kaldt et motorværn. Det beskytter kun mod overbelastning, så det beskytter ikke mod kortslutninger. Til at beskytte mod kortslutninger er et relæ med sikringer i tavlen. Termorelæet fungerer ved, at der ligger nogen bi-metaler, som bliver varmet op af den strøm, der løber gennem termorelæet. Hvis der løber mere strøm igennem relæet, end det er indstillet til, slår bi-metallerne fra og slukker for motoren. Når der er sket en termisk udkobling, kan man efter afkøling genindkoble bi-metallerne, og strømmen kan løbe igen.



KONTAKTOR

Kontaktorerne er et af de eneste steder, hvor både hovedstrømmen og styrestrømmen løber. Det er ved hjælp af en spole, som trækkes i hovedstrømskredsen, når den får strøm fra styrestrømskredsen. Oven på kontaktorerne er der mulighed for at sætte hjælpekontakter. Hjælpekontakterne bruges til styrestrømskredsen. Spolen i kontaktoeren virker på samme måde som en elektromagnet. Der ligger en jernkerne i spolen. Denne jernkerne trækker i en anden jernkerne, som gør, at der kommer forbindelse på hovedstrømsiden.



KENDETAL

Kendetal gør det nemmere at lave en styring, da det bliver nemmere at se, hvad man skal forbinde. Alle komponenter har et kendetal; en sluttekontakt har kendetallene 3 og 4, og brydekontakter har kendetallene 1 og 2. Talparrene 5 og 6, 7 og 8 bruges til specielle funktioner. Det kunne for eksempel være et termorelæ, som har kendetallene 95 og 96, 97 og 98. På et termorelæ er der både en slutte og en brydekontakt. Dette skyldes, at det både kan afbryde

¹¹ DS_EN 60204-1 4.4.2

¹² DS_EN 60204-1 H,3

strømmen og tilslutte en anden. Dette bruges, når man ønsker en lampe, der skal lyse ved termisk udkobling. På samme måde som 1, 2, 3 og 4 er det også de to mindste tal, der beskriver brydekontakten: 95 og 96. Det er derfor 97 og 98, der beskriver sluttekontakten.

Når man bruger hjælpekontakter, der sidder på en kontaktor, er der mulighed for at skrive et nummer foran kendetallet. Dette tal beskriver, hvor på kontaktoren hjælpekontakten sidder. Rækkefølgen er fra venstre mod højre, altså samme retning som læseretningen. Sidder kontakten først og er en brydekontakt, vil tallene være 11 og 12. Sidder kontakten i anden række, er tallene 21 og 22. Der er ofte plads til fire hjælpekontakter. På nogle kontaktorer kan man sætte dem på enkelvis. På andre køber man en samlede hjælpekontakt, som har de funktioner, man skal bruge. Hvis det er en sluttekontakt, vil tallene være 13 og 14, 23 og 24 osv.

STJERNE/TREKANT RELÆ

Det stjerne/trekant relæ bruges, som navnet afslører, til stjerne/trekant start. Relæet er brygget op så der er en brydekontakt og en sluttekontakt. Mellem disse to kontakter ligger der en funktion, som har forsinket tiltrække og forsinket fratrække. Dette gør den, fordi så kan motorens magnetfelt nå at blive neutralt, og for at man ikke kortsletter de tre faser på stjerneforbindelsen. På et stjerne/trekant relæ kan man indstille tiden. Denne tid skal man indstille, så relæet først skifter, når motorens startstrøm er blevet jævn. Hvis relæet skifter for hurtigt, ville det ikke gøre nogen forskel, om man har det eller ikke har.



INTERNE LEDNINGER

I styringen har vi nogen interne ledninger. Disse ledninger skal have nogen bestemte farver. I effektkredsen skal faselederne være sorte, og nullederen skal være blå. Jorden skal være gul/grøn. I styrekredsen bruges der røde ledninger til pluslederen. Man kan vælge at lave nul ledningen i hvid, men denne må også godt være rød. Hvis der er styrestrømme, som afbrydes et andet sted, skal disse ledninger være orange¹³. Ledningerne skal samtidig mærkes op, så det er tydeligt, hvilke ledninger, der hører til hvor¹⁴.

NØDSTOP OG STOP

Nødstop kan laves på to måder: en trykknop og en trækafbryder¹⁵. Fælles for begge typer af nødstop er, at de skal overholde DS_EN 60204-1 10.2.1, som omhandler farver. Selve knappen/afbryderen skal være rød. Hvis knappen/afbryderen er monteret, hvor det er muligt at lave baggrunden gul, skal dette gøres. Nødstoppet skal samtidig placeres hensigtsmæssigt, så styringen er mulig at afbryde ved et nødstilfælde.

Der findes tre stop kategorier: kategori 0, kategori 1 og kategori 2¹⁶. Et kategori 0 stop standser hele styringen med det samme. Dette kaldes for et ukontrolleret stop. Dette skyldes, at styrekredsen bliver afbrudt uden videre forberedelse. Et kategori 1 stop er det, man kalder et kontrolleret stop. Her afbrydes kun noget af styringen i første omgang. Herefter styringen stopper i en kontrolleret rækkefølge. Til sidst bliver hele styringen spændingsløs. Et kategori 2 stop stopper kun dele af styringen, og resten af styringen holdes fortsat spændingsførende.

¹³ DS_EN 60204-1 13.2.4

¹⁴ DS_EN 60204-1 13.2.1

¹⁵ DS_EN 60204-1 10.8

¹⁶ DS_EN 60204-1 9.2.2

PELV-KREDS

En pelv-kreds er en strømkreds som ikke overstiger en nominal spænding på 25V a.c. Den ene side af kredsen skal være monteret til den beskyttende udligning forbindelse: jordlederen. Dette skyldes, at der ellers ville kunne ske mange sjove ting, hvis to ledninger for eksempel kommer i klemme. Hvis dette sker, ville strømmen kunne løbe forbi flere komponenter. Derfor sættes den ene side af transformeren til jord. Hvis denne side rammer stel/jord, vil der ikke ske noget, hvis det er pulsen, der rammer vil styrestrømssikringen springe. På den måde har man sikret sig at kunne slippe for evt. fejl.

FARVER

I DS_EN 60204-1 er der beskrevet nogle krav til, hvordan farverne på knapper og lamper skal være. Startanviseren bør være hvid, grå, sort eller grøn. Med startanviser menes der startknapper og startlamper. Rød må ikke bruges som startanviser. Stopanviseren bør være sort, grå, eller hvid. Anviseren må dog også være rød. Her skal der dog tages højde for, at anviseren ikke kan forveksles med en nødbetjeningsanordning. Stopanviseren må ikke være grøn. Et nødstop skal være rød med gul baggrund. Hvis der er skiftevis start/stop anviser bør disse være hvide, grå eller sorte. Disse må ikke være grønne, røde eller gule. Gul bruges til at anvise unormale forhold, fx en termofejl.

DIMENSIONERING INSTALLATION

STIKLEDNING

Stikledningen er en $4g10\text{ mm}^2$ på 30 meter. 25 meter fremført i jord og 5 meter fremført i rør i termisk væg. Stikledningen er forsikret med 50A. I_{kmin} i forsyningspunktet er oplyst til 550A. Ifølge fællesregulativet 2019 14.1. kan man forvente at I_{kmax} er 16kA med en $\cos \varphi = 0,3$. Derfor forventer vi at I_{kmax} er dette.

BRUGSSTRØM

For at kunne regne I_b kræver det at fordelingen af belastningen kendes. Dette skema giver et overblik over denne:

	L_1	L_2	L_3
Maskineanlæg	10A	10A	10A
Udvedigt lys	10A		
EBD		10A	
Indvedigt lys		10A	
Lager			10A

Varmepumpe			10A
Sum	20A	30A	30A

Den fase der er mest belastet er L_2 og L_3 . Derfor er det deres belastning, som der tages udgangspunkt i, 30A. Der regnes samtidig med en udvidelsesfaktor (UF) på 20% – 1,2 og en samtidighedsfaktor (SF) på 50% – 0,5. $I_b = I_{bL2} \cdot UF \cdot SF = 30A \cdot 1,2 \cdot 0,5 = 18A$

TVÆRSNIT KONTROL

Oplægningsmetode²⁰:

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

Installations metode nr. = 2

Referenceinstallationsmetode = A2

Installations metode er valgt ud fra værste tænkelige metode. I dette tilfælde i rør i termisk væg, her er $I_z = 50A$ for 10 mm^2 . Fremført direkte i jord er $I_z = 61A$. Derfor vælges 50A.

Tværsnittets strømværdi²¹

Kolonne nr. = 5

²⁰ Tabel A.52.3(HD/HS 60364)

²¹ Tabel C.52.1(HD/DS 60364)

$S_1 = 10 \text{ mm}^2$ $I_{z1} = 50 \text{ A}$ *Kables isolationstype = XLPE*

Da den omgivende temperatur er 30°C skal der ikke tages højde for temperaturen. Vi er samtidig ikke blevet oplyst at der er sideløbende ledere. Så dette tages der hellere ikke højde for. Kontrol (betingelse 1²²)

$$I_b \leq I_{n1} \leq I_{z10\text{mm}^2}$$

$$18A \leq 50A \leq 50A$$

OK

SPÆNDINGSFALD FRA FORSYNING TIL HOVEDTAVLE

ohm

$$R_{L10\text{mm}^2} = 1,83 \text{ } \frac{\Omega}{\text{km}} \cdot 30 \text{ m} \approx 54,9 \text{ m}\Omega$$

$$\Delta U_{400V} = I_B \cdot R_{L10\text{mm}^2} \cdot \cos \varphi \cdot \sqrt{3} = 18A \cdot 0,0549\Omega \cdot 0,3 \cdot \sqrt{3} \approx 0,5134838V$$

$$\Delta U \text{ i } \% = \frac{0,5134838V \cdot 100}{400V} \approx 0,128371\%$$

Spændingsfaldet er fint²³

OK

HOVEDTAVLE $I_{k_{max}}$ OG $I_{k_{min}}$

$I_{k_{max}}$

Modstande ved forsyningen:

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

$$R_f = Z_F \cdot \cos \varphi = 0,014375 \Omega \cdot 0,3 = 0,0043125 \Omega \cos^{-1}$$

$$\varphi = \cos^{-1} 0,3 \approx 72,5424^\circ \gg \sin 72,5424^\circ = 0,9539$$

$$X_{LF} = Z_F \cdot \sin \varphi = 0,014375 \Omega \cdot 0,9539 \approx 0,01371231 \Omega$$

Modstand i Stikledningen:

$$X_{L \text{ 10mm}^2} = 0,09 \frac{\text{ohm}}{\text{km}} \cdot 30 \text{ m} \approx 2,7 \text{ m}\Omega$$

$I_{k_{max}}$ i hovedtavle

$$I_{k_{max}} = \frac{U_f}{\sqrt{(R_F + R_{L \text{ 10mm}^2})^2 + (X_{LF} + X_{L \text{ 10mm}^2})^2}} = \frac{230V}{\sqrt{(0,0043125 \Omega + 0,0549 \Omega)^2 + (0,01371231 \Omega + 0,0027 \Omega)^2}} \\ = 3743,187A = \mathbf{3,743187kA}$$

²² 433.1 (HD/DS 60364)

²³ Tabel G.52.1 (HD/DS 60364)

$I_{k_{min}}$

$$R_F = \frac{U_f}{I_{k_{min} \text{ forsyning}}} = \frac{230V}{550A} \approx 0,4181818 \Omega$$

$$I_{k_{min}} = \frac{U_f}{\left(R_F + ((R_{L \text{ 10mm}^2} \cdot 2) \cdot 1,5) \right)} = \frac{230V}{\left(0,4181818 \Omega + ((0,0549 \Omega \cdot 2) \cdot 1,5) \right)} \approx \mathbf{394,59A}$$

Kontrol af sikring ved forsyning:

$$I_{\text{forsyning}} = D02 \text{ 50A}$$

Aflæst på graf²⁴:

$$t_{sikring} = 600msek$$

$$t_{kabel}^{160^{\circ}C} = \left(\frac{k \cdot s}{Ik_{min}} \right)^2 = \left(\frac{143 \cdot 10^2}{394,59} \right)^2 \approx 13,13348_{sek}$$

Kontrol

$$t_{sikring} \leq t_{kabel}^{160^{\circ}C}$$

$$600msek \leq 13,13348_{sek}$$

OK

MÆRKNING HOVEDTAVLE

$$Ik_{max} = 3,743187kA$$

$$Ik_{min} = 394,59A$$

HOVEDLEDNING

Hovedledningen er fremført i uperforerede kabelbakke og er 20 meter. Tværsnittet er ikke opgivet.

BRUGSSTRØM

Denne er den samme som i stikledningen:

$$18A$$

VALG AF AUTOMATISK AFBRYDELSE

Kablet skal beskyttes af en fejlstrømsafbryder og sikring. Fejlstrømsafbryderen beskytter mod berøringsfarer og sikringen beskytter mod KB (kortslutning) og OB (overbelastning). Til fejlstrømsbeskyttelse vælges der et RCD(PFI) der er selektiv, hvilket betyder det kobler senere ud end efterfølgende RCD'er. Det er vigtigt, da det er det første relæ der skal koble ud først. Som gruppeafbryder vælges der en Tytan T.

Fejlstrømsafbryder:

PFI-relæ selektiv 63A 300mA 4P GE 10kA

²⁴ Bilag 1

$$Ik_{max\ hovedtavle} \leq I_{cn}$$

$$3,743187kA \leq 10kA$$

OK

Gruppeafbryder:

Gruppeafbryder Tytan T 2-63A 3P+N 50kA

$$Ik_{\max \text{ hovedtavle}} \leq I_{cm}$$

$$3,743187kA \leq 50kA$$

OK

VALG AF TVÆRSNIT

Oplægningsmetode²⁵:

$$\text{Installations metode nr.} = 30$$

$$\text{Referenceinstallationsmetode} = C$$

Vælg tværsnit se Tabel C.52.1 side 79 i Dimensioneringshåndbogen

$$\text{Kolonne nr.} = 9$$

$$S_2 = 6 \text{ mm}^2$$

$$I_{z2} = 51A$$

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

$$5g6\text{mm}^2 \text{ XLPE}$$

Da den omgivende temperatur er 30°C skal der ikke tages højde for temperaturen. Vi er samtidig ikke blevet oplyst at der er sideløbende ledere. Så dette tages der hellere ikke højde for. Kontrol (betingelse 1²⁶)

$$I_b \leq I_{n2} \leq I_{z6\text{mm}^2}$$

$$18A \leq 25A \leq 51A$$

OK

SPÆNDINGSFALD FRA FORSYNING TIL GRUPPETAVLE

$$\text{ohm}$$

$$R_{L\ 6\text{mm}^2} = 3,08 \text{ km} \cdot 20m = 61,6 \text{ m}\Omega$$

$$\Delta U_{400V} = I_B \cdot R_{L\ 6\text{mm}^2} \cdot \cos \varphi + \sqrt{3} = 18A \cdot 0,0616\Omega \cdot 0,3 \cdot \sqrt{3} \approx 0,5761494V$$

$$\Delta U \text{ i \%Hovedledning} = \frac{0,5761494V \cdot 100}{400V} \approx 0,1440374\%$$

²⁵ Tabel A.52.3 (HD/DS 60364)

²⁶ 433.1 (HD/DS 60364)

$$\Delta U \text{ i \%Fra forsyning} = \Delta U \text{ i \%Hovedledning} + \Delta U \text{ i \%Stikledning} = 0,1440374\% + 0,128371\% = 0,2724084\%$$

Spændingsfaldet er fint²⁷

OK

GRUPPETAVLE $I_{k_{max}}$ OG $I_{k_{min}}$ $I_{k_{max}}$ ohm

$$X_{L\ 6mm^2} = 0,114 \frac{ohm}{km} \cdot 20m \approx 2,28m\Omega$$

 $I_{k_{max}}$ i gruppetavle

$$\begin{aligned}
 I_{k_{max}} &= \frac{U_f I_{k_{max}}}{\sqrt{(R_F + R_{L\ 10mm} + R_{L\ 6mm})^2 + (X_{L\ 10mm} + X_{L\ 6mm})^2}} \\
 &= \frac{230V}{\sqrt{(0,0043125\Omega + 0,0549\Omega + 0,0616\Omega)^2 + (0,01371231\Omega + 0,0027\Omega + 0,0028\Omega)^2}} \\
 &= 1786,86A = \mathbf{1,78686kA}
 \end{aligned}$$

 $I_{k_{min}}$

$$\begin{aligned}
 I_{k_{min}} &= \frac{U_f}{\left(R_F + ((R_{L\ 10mm^2} + R_{L\ 6mm^2}) \cdot 2) \cdot 1,5\right)} = \frac{230V}{\left(0,4181818\Omega + ((0,0549\Omega + 0,0616\Omega) \cdot 2) \cdot 1,5\right)} \\
 &\approx \mathbf{299,6033A}
 \end{aligned}$$

KONTROL AF KB

Aflæst på graf²⁸:

$$t_{sikring} = 30msek$$

$$t_{kabel}^{160^\circ C} = \left(\frac{k \cdot s^2}{I_{k_{min}}}\right) = \left(\frac{143 \cdot 6^2}{299,6033}\right) \approx 8,201275_{sek}$$

Kontrol

$$t_{sikring} \leq t_{kabel\ 160^\circ C}$$

$$30msek \leq 8,201275_{sek}$$

OK

MÆRKNING GRUPPETAVLE

$$I_{k_{max}} = 1,78686kA$$

$$I_{k_{min}} = 299,6033A$$

²⁷ Tabel G.52.1 (HD/DS 60364)

²⁸ Bilag 1

DIMENSIONERING AF STRØMKREDSE FRA GRUPPETAVLE

I gruppetavlen er der følgende strømkredse:

- $3g1,5\text{ mm}^2$ EDB, 30 meter fremført i gitterbakke,
- $3g1,5\text{ mm}^2$ Lys på lagret, 35 meter fremført på væg
- $3g1,5\text{ mm}^2$ Udvendigt lys, 32 meter fremført på væg
- $3g1,5\text{ mm}^2$ Indvendigt lys, 30 meter fremført på væg
- $3g1,5\text{ mm}^2$ Varmepumpe, 35 meter fremført på væg
- $5g2,5\text{ mm}^2$ Maskine anlæg, 28 meter fremført på væg ○ Motor 1, 10 meter fremført på væg -
Tilledning på motor 1, 2 meter ○ Motor 2, 10 meter fremført på væg - Tilledning på motor 2, 1,5 meter

Disse strømkredse skal dimensioneres så de overholder HD/DS 60364. Der skal regnes med sideløbende ledere, da nedføringen til gruppetavlen her sideløbende ledere. 6 sideløbende.

DIMENSIONERING AF EDB-INSTALLATION

BRUGSSTRØM

$$I_b = 10A$$

VALG AF SIKRING

Der vælges en kombiafbryder, ved at gøre dette er der både fejstrømstrømafbryder og automatsikring i samme komponent. Til denne vælges følgende:

Kombiafbryder²⁹

300mA, 6kA, 1 polet + nul C 10A

Kontrol

$$I_b \leq I_n$$

$$10A \leq 10A$$

OK

$$I_{k\max\text{ gruppetavlen}} \leq I_{cn}$$

$$1,78686kA \leq 6kA$$

OK

KONTROL AF TVÆRSNIT

²⁹ https://www.wattoo.dk/kombiafbryder-300ma-6ka-1-polet-nul-c-10a-0422251071?gclid=Cj0KCQjwjoH0BRD6ARIsAEWO9DtGKKXycWZB2yDw4iY2PFEJQXxjLVMEclZRAoulFb7X_scEOsWcnoUaAiRREALw_wcB

Det oplyses at tværsnittet er $1,5\text{mm}^2$. Installation bruger fremført i gitterbakke, 30 meter.

Oplægningsmetode³⁰:

Installations metode nr. = 32

Referenceinstallationsmetode = E eller F

Kolonne nr. = 12

Tværsnittets strømværdi³¹:

$S_3 = 1,5\text{mm}^2$ $I_{Z3} = 26A$ *Kables isolationstype = XLPE*

3g1,5mm² XLPE

Omgivelsestemperaturen er 30°C , så denne ska vi ikke regne med, da denne korrigering er 1.

Samlet fremføring 6 sideløbende ledere.

Nummer = 2

kft = 0,7

$I_{Zkorrigeret} = 26A \cdot 0,7 = 18,2A$

Kontrol (betingelse 1³²)

$I_b \leq I_n \leq I_{Zkorrigeret}$

$10A \leq 10A \leq 18,2A$

OK

KONTROL AF SPÆNDINGSFALD VED BRUGSGENSTAND

Ω

$R_{L\ 1,5\text{mm}^2} = 12,10\text{km} \cdot 30\text{m} = 363\text{m}\Omega$

$\Delta U = I_b \cdot R_{L\ 1,5\text{mm}^2} \cdot 2 = 10A \cdot 0,363\Omega \cdot 2 = 7,26V$

$U\ i\ \%_{EDB} = \frac{\Delta U \cdot 100}{U} = \frac{7,26V \cdot 100}{230V} \approx 3,156522\%$

$\Delta U\ i\ \% = \Delta U\ i\ \%_{EDB} + \Delta U\ i\ \%_{Fra\ forsyning} = 3,156522\% + 0,2724084\% \approx 3,42893\%$

Spændingsfaldet er ikke godt nok, da det er en lysinstallation, må spændingsfaldet ikke være mere end 3%³³ IKKE

OK

³⁰ Tabel A.52.3 (HD/DS 60364)

³¹ Tabel C.52.1 (HD/DS 60364)

³² 433.1 (HD/DS 60364)

³³ Tabel G.52.1 (HD/DS 60364)

NYT TVÆRSNIT

Jeg bliver nødt til at gå op til en $2,5\text{mm}^2$

Oplægningsmetode³⁴:

Installations metode nr. = 32

Referenceinstallationsmetode = E eller F

Kolonne nr. = 12

Tværsnittets strømværdi³⁵:

$S_3 = 2,5\text{ mm}^2$ $I_{z3} = 36\text{A}$ *Kables isolationstype = XLPE*

3g2,5mm² XLPE

Omgivelsestemperaturen er 30°C, så denne ska vi ikke regne med, da denne korrigering er 1.

Samlet fremføring 6 sideløbende ledere.

Nummer = 2

kft = 0,7

$I_{z\text{korrigeret}} = 36\text{A} \cdot 0,7 = 25,2\text{A}$

Kontrol (betingelse 1³⁶)

$I_b \leq I_n \leq I_{z\text{korrigeret}}$

$10\text{A} \leq 10\text{A} \leq 25,2\text{A}$

OK

NYT SPÆNDINGSFALD

Ω

$R_{L\ 2,5\text{m}^2} = 7,41\text{ km} \cdot 30\text{m} = 222,3\text{m}\Omega$

$$\Delta U = I_b \cdot R_{L,5mm^2} \cdot 2 = 10A \cdot 0,2223\Omega \cdot 2 = 4,446V$$

$$U i \%_{EDB} = \frac{\Delta U \cdot 100}{U} = \frac{4,446V \cdot 100}{230V} \approx 1,933043\%$$

$$\Delta U i \% = \Delta U i \%_{EDB} + \Delta U i \%_{Fra\ forsyning} = 1,933043\% + 0,2724084\% = 2,2054514\%$$

Spændingsfaldet er fint, hvis man bruger $2,5mm^{237}$.

³⁴ Tabel A.52.3 (HD/DS 60364)

³⁵ Tabel C.52.1 (HD/DS 60364)

³⁶ 433.1 (HD/DS 60364)

³⁷ Tabel G.52.1 (HD/DS 60364)

OK

ENERGI GENNEM SLIP

$$\varepsilon_{kabel-W} = K_2 \cdot S_2 = 143_2 \cdot 2,5_2 \approx 127806,3A_2s \ \varepsilon_{automat}$$

$$\text{sikring Aflæst på side: 59} = 4000A_{2s}$$

$$\varepsilon_{kabel-W} \geq \varepsilon_{automat\ sikring} = 46010,25A^2s \geq 4000A^2s$$

OK

I_{kmin} VED BRUGSGENSTAND

$$\begin{aligned} I_{kmin\ brugsgenstand} &= \frac{U_f}{\left(R_F + \left((R_{L\ 10mm^2} + R_{L\ 6mm^2} + R_{L\ 2,5mm^2}) \cdot 2\right) \cdot 1,5\right)} \\ &= \frac{230V}{\left(0,4181818\Omega + \left((0,0549\Omega + 0,0616\Omega + 0,2223\Omega) \cdot 2\right) \cdot 1,5\right)} \approx 160,3254691 \end{aligned}$$

A

KONTROL AF UDLØSNING AUTOMATSIKRING

$$I_{kmin\ brugsgenstand} \geq \text{Automatsikring} \cdot \text{type C}$$

$$160,3254691A \geq 10A \cdot 10 = 100A$$

OK

MÆRKNING

EDB Installation

300mA, Max 10A

DIMENSIONERING AF LYS PÅ LAGRET

BRUGSSTRØM

$$I_b = 10A$$

VALG AF SIKRING OG GRUPPEAFBRYDER

Schneider Gruppeafbryder 1p+n D01 10A 10kA Kontrol

$$I_e \geq I_n \geq I_b$$

$$10A \geq 10A \geq 10A$$

OK

$$I_{k\max \text{ gruppetavlen}} \leq I_{cn}$$

$$1,78686kA \leq 10kA$$

OK

KONTROL AF TVÆRSNIT

Det er oplyst af tværsnittet er $1,5mm^2$, kablet er fremført på væg, 6 sideløbende ledere ved tavlen.

Oplægningsmetode³⁸

$$\text{Installationsmetode nr.} = 20$$

$$\text{Referenceinstallationsmetode} = C$$

$$\text{Kolonne nr.} = 11$$

Tværsnittets strømværdi³⁹:

$$S_3 = 1,5 \text{ mm}^2 \quad I_{z3} = 24A$$

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

$$3g1,5mm^2 XLPE$$

Omgivelsestemperaturen er $30^\circ C$, så denne ska vi ikke regne med, da denne korrigeringsfaktor er 1.

Samlet fremføring 6 sideløbende ledere.

$$\text{Nummer} = 2$$

$$k_{ft} = 0,7$$

$$I_{z\text{korrigeret}} = 24A \cdot 0,7 \approx 16,8A$$

Kontrol (betingelse 1⁴⁰)

$$I_b \leq I_n \leq I_{z\text{korrigeret}}$$

$$10A \leq 10A \leq 16,8A$$

OK

KONTROL AF SPÆNDINGSFALD VED BRUGSGENSTAND

$$\Omega$$

$$R_{L\ 1,5m^2} = 12,10km \cdot 35m = 423,5m\Omega$$

$$\Delta U = I_b \cdot R_{L\ 1,5m^2} \cdot 2 = 10A \cdot 0,4235\Omega \cdot 2 \approx 8,47V$$

$$\Delta U \text{ i } \%_{\text{brugsgenstand}} = \frac{\Delta U \cdot 100}{U} = \frac{8,47V \cdot 100}{230V} \approx 3,682609\%$$

³⁸ Tabel A.52.3 (HD/DS 60364)

³⁹ Tabel C.52.1 (HD/DS 60364)

⁴⁰ 433.1 (HD/DS 60364)

$$\Delta U \text{ i } \%_{\text{forsyning til brugsgenstand}} = \Delta U \text{ i } \%_{\text{brugsgenstand}} + \Delta U \text{ i } \%_{\text{Fra forsyning}} = 3,682609\% + 0,2724084\% \\ \approx 3,955017\%$$

Spændingsfaldet er ikke fint, det er en lysinstallation så det må ikke være over 3%⁴¹ IKKE

OK

NYT TVÆRSNIT

Jeg bliver nød til at gå op til en 2,5mm²

Oplægningsmetode⁴²:

$$\text{Installationsmetode nr.} = 20$$

$$\text{Referenceinstallationsmetode} = C$$

$$\text{Kolonne nr.} = 11$$

Tværsnittets strømværdi⁴³:

$$S_3 = 2,5\ mm^2 \quad I_{z3} = 33A$$

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

$$3g2,5mm^2\ XLPE$$

Omgivelsestemperaturen er 30°C, så denne ska vi ikke regne med, da denne korrigering er 1.

Samlet fremføring 6 sideløbende ledere.

$$Nummer = 2$$

$$kft = 0,7$$

$$I_{\text{korrigeret}} = 33A \cdot 0,7 \approx 23,1A$$

Kontrol (betingelse 1⁴⁴)

$$I_b \leq I_n \leq I_{\text{korrigeret}}$$

$$10A \leq 10A \leq 23,1A$$

OK

NYT SPÆNDINGSFALD

$$\Omega$$

$$R_{L\ 2,5mm^2} = 7,410 \frac{\Omega}{km} \cdot 35m = 259,35m\Omega$$

⁴¹ Tabel G.52.1 (HD/DS 60364)

⁴² Tabel A.52.1 (HD/DS 60364)

⁴³ Tabel C.52.1 (HD/DS 60364)

⁴⁴ 433.1 (HD/DS 60364)

$$\Delta U = I_b \cdot R_{L\ 2,5mm^2} \cdot 2 = 10A \cdot 0,25935\Omega \cdot 2 = 5,187V$$

$$\Delta U \text{ i \%brugsgenstand} = \frac{\Delta U \cdot 100}{U} = \frac{5,187V \cdot 100}{230V} \approx 2,255217\%$$

$$\Delta U \text{ i \%forsyning til brugsgenstand} = \Delta U \text{ i \%maskine anlæg} + \Delta U \text{ i \%Fra forsyning} = 2,255217\% + 0,2724084\% \\ \approx 2,527625\%$$

Spændingsfaldet er fint⁴⁵.

OK

I_{kmin} VED BRUGSTAND

$$I_{kmin\ brugsgenstand} = \frac{U_f}{\left(R_F + \left((R_{L\ 10mm^2} + R_{L\ 6mm^2} + R_{L\ 1,5mm^2}) \cdot 2 \right) \cdot 1,5 \right)} \\ = \frac{230V}{\left(0,4181818\Omega + \left((0,0549\Omega + 0,0616\Omega + 0,25935\Omega) \cdot 2 \right) \cdot 1,5 \right)} \approx 148,7968 \quad A$$

KONTROL AF KB

Aflæst på graf⁴⁶:

$$t_{sikring} = 20msek$$

$$t_{kabel}^{160^{\circ}C} = \left(\frac{k \cdot s^2}{Ik_{min}} \right) = \left(\frac{143 \cdot 2,5^2}{148,7968} \right) \approx 5,772513 \text{ sek}$$

Kontrol

$$t_{sikring} \leq t_{kabel}^{160^{\circ}C}$$

$$20msek \leq 5,772513 \text{ sek}$$

OK

MÆRKNING

Lys lagret

Max. 10A

DIMENSIONERING AF MASKINE ANLÆG

⁴⁵ Tabel G.52.1 (HD/DS 60364)

⁴⁶ Bilag 1

BRUGSSTRØM

Det er oplyst at der skal tilsluttes to motorer på henholdsvis $1,5kW / \cos\varphi = 0,8$ og $2,2kW / \cos\varphi = 0,8$

$$I_{b \text{ motor } 1} = 3,6A$$

$$I_{b \text{ motor } 2} = 5,4A$$

$$I_{b \text{ Transformer}} < 1A$$

$$I_{b \text{ total}} = 3,6A + 5,4A + 1A = 10A$$

VALG AF AUTOMATSIKRING

Ud fra Funktionsskemaet på maskine anlægget vil motor starte først. Herefter er der 10 sekunder til motor 2 starter i en stjerne/trekant start.

$$I_{st\ motor\ 1} = 3,6A \cdot 6 = 21,6A$$

$$I_{st\ motor\ 2} = 5,4A \cdot 2 = 10,8A$$

Forbrug ved motor 2's start:

$$I_{st\ ved\ motor\ 2's\ start} = 3,6A + 10,8A = 14,4A$$

Største startstrøm er ved motor 1 start.

Automatsikring type C 10A 6kA

Kontrol af startstrøm/udkobling

$$I_{st} \leq I_n \cdot 5$$

$$21,6A \leq 10A \cdot 5$$

OK

$$Ik_{max\ gruppetavlen} \leq I_{cn}$$

$$1,78686kA \leq 6kA$$

OK

Kontrol af I_b

$$I_b \leq I_n$$

$$10A \leq 10A$$

OK

VALG AF REP. ADSK.

Egenskaber:

Type: SDS-316

Farve: Grå

Maks Ampere: 16 Ampere

3 faser

Forskruning: 4xM20

120x80x56 mm 10kA

Kontrol

$$I_{e2} \geq Ik_{max}$$

$$10kA \geq 1,78686kA$$

OK

KONTROL AF TVÆRSNIT

Det er oplyst at tværsnittet er $2,5\text{mm}^2$. Kablet er fremført på væg. Der er 6 sideløbende ledere.

Oplægningsmetode⁴⁷:

$$\text{Installationsmetode nr.} = 20$$

$$\text{Referenceinstallationsmetode} = C$$

$$\text{Kolonne nr.} = 9$$

Tværsnittets strømværdi⁴⁸:

$$S_3 = 2,5\text{ mm}^2 \quad I_{z3} = 30\text{ A}$$

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

$$5g2,5\text{mm}^2 \text{ XLPE}$$

Omgivelsestemperaturen er 30°C , så denne ska vi ikke regne med, da denne korrigering er 1.

Samlet fremføring 6 sideløbende ledere.

$$\text{Nummer} = 2$$

$$k_{ft} = 0,7$$

$$I_{z\text{korrigeret}} = 30\text{ A} \cdot 0,7 = 21\text{ A}$$

Kontrol (betingelse 1⁴⁹)

$$I_b \leq I_n \leq I_{z\text{korrigeret}}$$

$$10\text{ A} \leq 10\text{ A} \leq 21\text{ A}$$

OK

SPÆNDINGSFALD VED MASKINE ANLÆG

⁴⁷ Tabel A.52.3 (HD/DS 60364)

⁴⁸ Tabel C.52.1 (HD/DS 60364)

⁴⁹ 433.1 (HD/DS 60364)

$$\Omega$$

$$R_{L\ 2,5\text{mm}^2} = 7,41\text{ km} \cdot 28\text{ m} \approx 207,48\text{ m}\Omega$$

$$\Delta U = I_b \cdot R_{L\ 2,5\text{mm}^2} \cdot \sqrt{3} \cdot \cos \varphi = 10\text{ A} \cdot 0,20748\Omega \cdot \sqrt{3} \cdot 0,8 \approx 2,874927\text{ V}$$

$$\Delta U \text{ i \%maskine anlæg} = \frac{2,874927\text{ V} \cdot 100}{400\text{ V}} \approx 0,7187318\%$$

$$\Delta U \text{ i \%forsyning til maskine anlæg} = \Delta U \text{ i \%maskine anlæg} + \Delta U \text{ i \%Fra forsyning} = 0,7187318\% + 0,2724084\% \\ = 0,9911402\%$$

Spændingsfaldet er fint⁵⁰.

OK

I_{kmin} OG I_{kmax} VED MASKINE ANLÆG

$$\begin{aligned} & \Omega \\ X_{L\ 2,5mm^2} &= 0,120\ km \cdot 28m = 3,36m\Omega \\ I_{kmax} &= \frac{U_f}{\sqrt{(R_F + R_{L\ 10mm^2} + R_{L\ 6mm^2} + R_{L\ 2,5mm^2})^2 \cdot (X_{LF} + X_{L\ 10mm^2} + X_{L\ 6mm^2} + X_{L\ 2,5mm^2})^2}} \\ &= \frac{230V}{\sqrt{(0,0043125\Omega + 0,0549\Omega + 0,0616\Omega + 0,20748\Omega)^2 + (0,01371231\Omega + 0,0027\Omega + 0,0028\Omega + 0,00336\Omega)^2}} \\ &= \mathbf{698,944567A} \\ I_{kmin} &= \frac{U_f}{\left(R_F + \left((R_{L\ 10mm^2} + R_{L\ 6mm^2} + R_{L\ 2,5mm^2}) \cdot 2\right) \cdot 1,5\right)} \\ &= \frac{230V}{\left(0,4181818\Omega + \left((0,0549\Omega + 0,0616\Omega + 0,20748\Omega) \cdot 2\right) \cdot 1,5\right)} \approx \mathbf{165,4531A} \end{aligned}$$

MÆRKNING

Maskine anlæg

Max. 10A

DIMENSIONERING AF MOTOR 1

Motor 1 er placeret 10 meter fra maskine anlægget og har en tilledning på 2 meter. Mærkepladen kan ses her under.

Køge 1.1	
1,5 kW	230/400 V

⁵⁰ Tabel G.52.1 (HD/DS 60364)

6,2/3,6 A	Cos φ = 0,8
50 Hz	1415 omdr./min
IP 54	IEC 34

Klasse B

Ud fra mærkepladen kan det ses at motoren skal monteres i en stjerne forbindelse. Motorens $I_b = 3,6A$. Motoren startes i en direkte start. Sikringen sidder i gruppetavlen, termorelæ og kontakter sidder i maskine anlægget.

BRUGSSTRØM

$$I_b = 3,6A$$

$$I_{st} = 3,6A \cdot 6 = 21,6A$$

AUTOMATSIKRING I GRUPPETAVLE

Automatsikring type C 10A 6kA

$$I_b \leq I_n$$

$$3,6A \leq 10A$$

OK

$$I_{kmax \text{ gruppetavlen}} \leq I_{cn}$$

$$1,78686kA \leq 6kA$$

OK

VALG AF TERMORELÆG

Termorelæ TI 16C 2,7A – 4,2A Type 2 - 16A

$$I_{ntermo} = I_b$$

$$2,7A - 4,2A = 3,6A$$

OK

$$Type\ 2 \geq I_n$$

$$16A \geq 10A$$

Må genindkobles

OK

VALG AF KONTAKTOR

CI 6 2,2kW - 6A

$$I_e \geq I_{ntermo}$$

$$6A \geq 3,6A$$

OK

VALG AF TVÆRSNIT

Det oplyses at kablet er fremført på væg. Der er 4 sideløbende ledere.

Oplægningsmetode⁵¹:

Installationsmetode nr. = 20

Referenceinstallationsmetode = C

Kolonne nr. = 11

Tværsnittets strømværdi⁵²:

$$S_4 = 1,5 \text{ mm}^2 \quad I_{Z4} = 24A$$

Kables isolationstype = XLPE

5g1,5mm² XLPE

Omgivelsestemperaturen er 30°C, så denne ska vi ikke regne med, da denne korrigeringsfaktor er 1.

Samlet fremføring 4 sideløbende ledere.

Nummer = 2

kft = 0,75

$$I_{Z\text{korrigeret}} = 24A \cdot 0,75 = 18A$$

Kontrol (betingelse 1⁵³)

$$I_b \leq I_{\text{termo}} \leq I_{Z\text{korrigeret}}$$

$$3,6A \leq 3,6A \leq 18A$$

OK

VALG AF TILLEDNING

Det er oplyst at tilledningen er 2 meter.

Tværsnittets strømværdi⁵⁴:

⁵¹ Tabel A.52.3 (HD/DS 60364)

⁵² Tabel C.52.1 (HD/DS 60364)

⁵³ 433.1 (HD/DS 60364)

⁵⁴ Tabel 46 NKT

$$S_5 = 1,5 \text{ mm}^2 \quad I_{Z5} = 16A \quad \text{Kables isolationstype} = \text{PKAJ}$$

$$5g1,5\text{mm}^2 \text{ PKAJ}$$

Omgivelsestemperaturen er 30°C, så denne ska vi ikke regne med, da denne korrigering er 1. Kontrol

(betingelse 1⁵⁵)

$$I_{Z5} \geq I_{ntermo} \geq I_b$$

$$16A \geq 3,6A \geq 3,6A$$

OK

SPÆNDINGSFALD VED MOTOR 1

$$\Omega$$

$$R_{L\ 1,5\text{mm}^2} = 12,1 \text{ km} \cdot 10\text{m} = 121\text{m}\Omega$$

$$\Omega$$

$$R_{L\ \text{PKAJ}\ 1,5\text{mm}^2} = 13,3 \text{ km} \cdot 2\text{m} = 26,6\text{m}\Omega$$

$$\Delta U = I_b \cdot (R_{L\ 1,5\text{mm}^2} + R_{L\ \text{PKAJ}\ 1,5\text{mm}^2}) \cdot \sqrt{3} \cdot \cos \varphi = 3,6A \cdot (0,121\Omega + 0,0266\Omega) \cdot \sqrt{3} \cdot 0,8 \approx 0,736274V$$

$$\Delta U \text{ i } \%_{\text{Motor 1}} = \frac{\Delta U \cdot 100}{0,1840685\% U_n} = \frac{0,736274V \cdot 100}{400V} =$$

$$\Delta U \text{ i } \%_{\text{forsyning til motor 1}} = \Delta U \text{ i } \%_{\text{motor 1}} + \Delta U \text{ i } \%_{\text{forsyning til maskine anlæg}} = 0,1840685\% + 0,9911402\% \approx 1,175209\%$$

Spændingsfaldet er fint⁵⁶.

OK

I_{kmin}

$$\Omega$$

$$R_{L\ 1,5\text{mm}^2} = 12,1 \text{ km} \cdot 10\text{m} = 121\text{m}\Omega$$

$$\Omega$$

$$R_{L\ \text{PKAJ}\ 1,5\text{mm}^2} = 13,3 \text{ km} \cdot 2\text{m} = 26,6\text{m}\Omega$$

$$U_f I_{kmin} =$$

$$\frac{(R_F + (((R_{L\ 10\text{mm}^2} + R_{L\ 6\text{mm}^2} + R_{L\ 2,5\text{mm}^2} + R_{L\ 1,5\text{mm}^2} + R_{L\ \text{PKAJ}\ 1,5\text{mm}^2}) \cdot 2) \cdot 1,5))}{230V}$$

$$= \frac{(0,4181818\Omega + (((0,0549\Omega + 0,0616\Omega + 0,20748\Omega + 0,121\Omega + 0,0266\Omega) \cdot 2) \cdot 1,5))}{\approx 125,4827A}$$

⁵⁵ 433.1 (HD/DS 60364)

⁵⁶ Tabel G.52.1 (HD/DS 60364)

ENERGI GENNEM SLIP

$$\varepsilon_{kabel-W} = K_2 * S_2 = 1432 * 1,52 = 46010,25 A^2 s \varepsilon_{\text{automat}}$$

$$\text{sikring Aflæst på side: 59} = 4000 A^2 s$$

$$\varepsilon_{kabel-W} \geq \varepsilon_{\text{automat sikring}} = 46010,25 A^2 s \geq 4000 A^2 s$$

OK

KONTROL AF UDLØSNING AUTOMATSIKRING

$$I_{k\min \text{ brugs genstand}} \geq \text{Automatsikring} \cdot \text{type C}$$

$$125,4827A \geq 10A \cdot 10 = 100A$$

OK

MÆRKNING

Motor 1

230V/400V - 1,5kW - 6,2A/3,6A

DIMENSIONERING AF MOTOR 2

Det er oplyst at motor 2 starter i en stjerne/trekant start. Motor 2 er placeret 10 meter fra maskine anlægget og har en tilledning på 1,5 meter. Mærkepladen kan ses nedenfor.

Køge 1.2	
2,2 kW	D 400 V
5,4 A	Cos φ = 0,8
50 Hz	2880 omdr./min
IP 54	IEC 34-1

Klasse B

Det kan ses på mærkepladen at motoren bruger 5,4A.

BRUGSSTRØM

$$I_b = 5,4A$$

$$I_{st} = 5,4A \cdot 2 = 10,8A$$

AUTOMATSIKRING I GRUPPETAVLE

Automatsikring type C 10A 6kA

$$I_b \leq I_n$$

$$5,4A \leq 10A$$

OK

$$I_{k\max \text{ gruppetavlen}} \leq I_{cn}$$

$$1,78686kA \leq 6kA$$

OK

VALG AF TERMORELÆG

Termorelæ TI 16C 2,7A – 4,2A Type 2 - 16A

Indstilles 5,4A

$$I_{n_{termo}} = \frac{I_b}{\sqrt{3}} = \frac{5,4A}{\sqrt{3}} \approx 3,117691A$$

$$I_{n_{termo}} = \frac{I_b}{\sqrt{3}}$$

$$2,7A - 4,2A = 3,11791A$$

OK

$$Type\ 2 \geq I_n$$

$$16A \geq 10A$$

Termorelæet må genindkobles

OK

VALG AF KONTAKTOR

CI 6 2,2kW - 6A

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

$$6A \geq 3,11791A$$

OK

VALG AF TVÆRSNIT

Det oplyses at kablet er fremført på væg. Der er 4 sideløbende ledere.

Oplægningsmetode⁵⁷:

⁵⁷ Tabel A.52.3 (HD/DS 60364)

$$\text{Installationsmetode nr.} = 20$$

$$\text{Referenceinstallationsmetode} = C$$

$$\text{Kolonne nr.} = 11$$

Tværsnittets strømværdi⁵⁸:

$$S_4 = 1,5 \text{ mm}^2 \quad I_{z4} = 24A$$

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

$$5g1,5\text{mm}^2 \text{ XLPE}$$

Omgivelsestemperaturen er 30°C, så denne ska vi ikke regne med, da denne korrigering er 1.

Samlet fremføring 4 sideløbende ledere.

$$\text{Nummer} = 2$$

$$k_{ft} = 0,75$$

$$I_{z_{korrigeret}} = 24A \cdot 0,75 = 18A$$

Kontrol (betingelse 1⁵⁹)

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

$$3,11791A \leq 3,11791A \leq 18A$$

OK

VALG AF TILLEDNING

Det er oplyst at tilledningen er 1,5 meter.

Tværsnittets strømværdi⁶⁰:

$$S_5 = 1,5 \text{ mm}^2 \quad I_{Z5} = 16A \quad \text{Kables isolationstype} = PKAJ$$

$$5g1,5mm^2 PKAJ$$

Omgivelsestemperaturen er 30°C, så denne ska vi ikke regne med, da denne korrigering er 1. Kontrol (betingelse 1⁶¹)

$$I_{Z5} \geq I_{ntermo} \geq I_b$$

$$16A \geq 3,11791A \geq 3,11791A$$

OK

⁵⁸ Tabel C.52.1 (HD/DS 60364)

⁵⁹ 433.1 (HD/DS 60364)

⁶⁰ Tabel 46 NKT

⁶¹ 433.1 (HD/DS 60364)

SPÆNDINGSFALD VED MOTOR 2

$$\Omega$$

$$R_{L \text{ 1,5mm}^2} = 12,1 \text{ km} \cdot 10m = 121m\Omega$$

$$\Omega$$

$$R_{L \text{ PKAJ 1,5mm}^2} = 13,3 \text{ km} \cdot 1,5m \approx 19,95m\Omega$$

$$\Delta U = I_b \cdot (R_{L \text{ 1,5mm}^2} + R_{L \text{ PKAJ 1,5mm}^2}) \cdot \sqrt{3} \cdot \cos \varphi = 3,6A \cdot (0,121\Omega + 0,01995\Omega) \cdot \sqrt{3} \cdot 0,8 \approx 0,7031018V$$

$$\Delta U \text{ i \%}_{motor} = \frac{\Delta U \cdot 100}{U_f} = \frac{0,7031018V \cdot 100}{400V} \approx 0,1757754\%$$

$$\Delta U \text{ i \%}_{forsyning \text{ til motor 2}} = \Delta U \text{ i \%}_{motor 2} + \Delta U \text{ i \%}_{forsyning \text{ til maskine anlæg}} = 0,1757754\% + 0,9911402\% \approx 1,166916\%$$

Spændingsfaldet er fint⁶².

OK

$$Ik_{min}$$

$$U_f Ik_{min} =$$

$$\begin{aligned} & (R_F + (((R_{L\ 10m^2} + R_{L\ 6m^2} + R_{L\ 2,5m^2} + R_{L\ 1,5m^2} + R_{L\ PKAJ\ 1,5m^2}) \cdot 2) \cdot 1,5)) \\ & \quad \quad \quad 230V \\ & = \frac{}{} \\ & \quad (0,4181818\Omega + (((0,0549\Omega + 0,0616\Omega + 0,20748\Omega + 0,121\Omega + 0,01995\Omega) \cdot 2) \cdot 1,5)) \\ & \approx 126,8635A \end{aligned}$$

ENERGI GENNEM SLIP

$$\mathcal{E}_{kabel-W} = K_2 * S_2 = 1432 * 1,52 = 46010,25A_{2s} \ \mathcal{E}_{automat}$$

$$sikring \text{ Aflæst på side: } 59 = 4000A_{2s}$$

$$\mathcal{E}_{kabel-W} \geq \mathcal{E}_{automat\ sikring} = 46010,25A_{2s} \geq 4000A_{2s}$$

OK

KONTROL AF UDLØSNING AUTOMATSIKRING

$$I_{kmin\ brugs\ genstand} \geq Automatsikring \cdot type\ C$$

$$126,835A \geq 10A \cdot 10 = 100A$$

OK

MÆRKNING

Motor 2

⁶² Tabel G.52.1 (HD/DS 60364)

400V - 2,2kW - 5,4A

DIMENSIONERING AF INDVENDIGT LYS

BRUGSSTRØM

$$I_b = 10A$$

VALG AF SIKRING OG GRUPPEAFBRYDER

Schneider Gruppeafbryder 1p+n D01 10A 10kA

Kontrol

$$I_e \geq I_n \geq I_b$$

$$10A \geq 10A \geq 10A$$

OK

$$Ik_{\max \text{ gruppetavlen}} \leq I_{cn}$$

$$1,78686kA \leq 10kA$$

OK

KONTROL AF TVÆRSNIT

Det er oplyst af tværsnittet er $1,5mm^2$, kablet er fremført på væg, 6 sideløbende ledere ved tavlen.

Oplægningsmetode⁶³:

$$Installationsmetode \text{ nr.} = 20$$

$$Referenceinstallationsmetode = C$$

$$Kolonnenr. = 11$$

Tværsnittets strømværdi⁶⁴:

$$S_3 = 1,5 \text{ mm}^2 \quad I_{z3} = 24A$$

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

$$3g1,5mm^2 \text{ XLPE}$$

Omgivelsestemperaturen er $30^\circ C$, så denne ska vi ikke regne med, da denne korrigering er 1.

Samlet fremføring 6 sideløbende ledere.

$$Nummer = 5$$

⁶³ Tabel A.52.3 (HD/DS 60364)

⁶⁴ Tabel C.52.1 (HD/DS 60364)

$$k_{ft} = 0,8$$

$$I_{z\text{korrigeret}} = 24A \cdot 0,8 = 19,2A$$

Kontrol (betingelse 1⁶⁵)

$$I_b \leq I_n \leq I_{z\text{korrigeret}}$$

$$10A \leq 10A \leq 24A$$

OK

KONTROL AF SPÆNDINGSFALD VED BRUGSGENSTAND

$$\Omega$$

$$R_{L \text{ } 1,5m^2} = 12,10km \text{---} \cdot 30m = 363m\Omega$$

$$\Delta U = I_b \cdot R_{L\ 1,5mm^2} \cdot 2 = 10A \cdot 0,363\Omega \cdot 2 = 7,26V$$

$$U\ i\ \%_{brugsgenstand} = \frac{\Delta U \cdot 100}{U} = \frac{7,26V \cdot 100}{230V} \approx 3,156522\%$$

$$\Delta U\ i\ \%_{forsyning\ til\ brugsgenstand} = \Delta U\ i\ \%_{brugsgenstand} + \Delta U\ i\ \%_{Fra\ forsyning} = 3,156522\% + 0,2724084\% \\ \approx 3,42893\%$$

Spændingsfaldet er for højt, da det er en lysinstallation⁶⁶.

IKKE OK

NYT TVÆRSNIT

Jeg bliver nødt til at gå op til en $2,5mm^2$

Oplægningsmetode⁶⁷:

Installationsmetode nr. = 20

Referenceinstallationsmetode = C

Kolonne nr. = 11

Tværsnittets strømværdi⁶⁸:

$S_3 = 2,5\ mm^2$ $I_{z3} = 33A$ *Kables isolationstype = XLPE*

3g2,5mm² XLPE

Omgivelsestemperaturen er 30°C, så denne ska vi ikke regne med, da denne korrigering er 1.

⁶⁵ 433.1 (HD/DS 60364)

⁶⁶ Tabel G.52.1 (HD/DS 60364)

⁶⁷ Tabel A.52.3 (HD/DS 60364)

⁶⁸ Tabel C.52.1 (HD/DS 60364)

Samlet fremføring 6 sideløbende ledere.

Nummer = 2

kft = 0,7

$I_{z\text{korrigeret}} = 33A \cdot 0,7 \approx 23,1A$

Kontrol (betingelse 1⁶⁹)

$I_b \leq I_n \leq I_{z\text{korrigeret}}$

$10A \leq 10A \leq 23,1A$

OK

NYT SPÆNDINGSFALD

$$\Omega$$

$$R_{L\,2,5m^2} = 7,410\,km \cdot 30m = 222,3m\Omega$$

$$\Delta U = I_b \cdot R_{L\,2,5mm^2} \cdot 2 = 10A \cdot 0,2223\Omega \cdot 2 = 4,446V$$

$$\Delta U \text{ i \%brugsgenstand} = \frac{\Delta U \cdot 100}{U} = \frac{4,446V \cdot 100}{230V} \approx 1,933043\%$$

$$\Delta U \text{ i \%forsyning til brugsgenstand} = \Delta U \text{ i \%maskine anlæg} + \Delta U \text{ i \%Fra forsyning} = 1,933043\% + 0,2724084\% \\ \approx 2,205451\%$$

Spændingsfaldet er fint⁷⁰.

OK

I_{kmin} VED BRUGSTAND

$$I_{kmin\,brugsgenstand} = \frac{U_f}{\left(R_F + \left((R_{L\,10mm^2} + R_{L\,6mm^2} + R_{L\,5mm^2}) \cdot 2\right) \cdot 1,5\right)} \\ = \frac{230V}{\left(0,4181818\Omega + \left((0,0549\Omega + 0,0616\Omega + 0,2223\Omega) \cdot 2\right) \cdot 1,5\right)} \approx 160,3255 \text{ A}$$

KONTROL AF KB

Aflæst på graf⁷¹:

$$t_{sikring} = 12msek$$

⁶⁹ 433.1 (HD/DS 60364)⁷⁰ Tabel G.52.1⁷¹ Bilag 1

$$t_{kabel}^{160^\circ C} = \left(\frac{k \cdot s^2}{I_{kmin}}\right) = \left(\frac{143 \cdot 2,5^2}{160,3255}\right) \approx 4,972181 \text{ sek}$$

Kontrol

$$t_{sikring} \leq t_{kabel\,160^\circ C}$$

$$12\text{msek} \leq 4,972181 \text{ sek}$$

OK

MÆRKNING

Indvendigt lys

Max. 10A

DIMENSIONERING AF UDVENDIGT LYS

BRUGSSTRØM

$$I_b = 10A$$

VALG AF SIKRING OG GRUPPEAFBRYDER

Schneider Gruppeafbryder 1p+n D01 10A 10kA

Kontrol

$$I_e \geq I_n \geq I_b$$

$$10A \geq 10A \geq 10A$$

OK

$$Ik_{\max \text{ gruppetavlen}} \leq I_{cn}$$

$$1,78686kA \leq 10kA$$

OK

KONTROL AF TVÆRSNIT

Det er oplyst af tværsnittet er $1,5\text{mm}^2$, kablet er fremført på væg, 6 sideløbende ledere ved tavlen.

Oplægningsmetode⁷²:

$$\text{Installationsmetode nr.} = 20$$

⁷² Tabel A.52.3 (HD/DS 60364)

$$\text{Referenceinstallationsmetode} = C$$

$$\text{Kolonne nr.} = 11$$

Tværsnittets strømværdi⁷³:

$$S_3 = 1,5 \text{ mm}^2 \quad I_{z3} = 24A \quad \text{Kables isolationstype} = \text{XLPE}$$

$$3g1,5\text{mm}^2 \text{ XLPE}$$

Omgivelsestemperaturen er 30°C, så denne ska vi ikke regne med, da denne korrigerer er 1.

Samlet fremføring 6 sideløbende ledere.

$$Nummer = 5$$

$$kft = 0,8$$

$$I_{Zkorrigeret} = 24A \cdot 0,8 = 19,2A$$

Kontrol (betingelse 1⁷⁴)

$$I_b \leq I_n \leq I_{Zkorrigeret}$$

$$10A \leq 10A \leq 24A$$

OK

KONTROL AF SPÆNDINGSFALD VED BRUGSGENSTAND

$$\Omega$$

$$R_{L\ 1,5m2} = 12,10\text{km} \cdot 32m = 387,2m\Omega$$

$$\Delta U = I_b \cdot R_{L\ 1,5m2} \cdot 2 = 10A \cdot 0,3872\Omega \cdot 2 = 7,744V$$

$$U \text{ i } \%_{\text{brugsgenstand}} = \frac{\Delta U \cdot 100}{U} = \frac{7,744V \cdot 100}{230V} \approx 3,366957\%$$

$$\Delta U \text{ i } \%_{\text{forsyning til brugsgenstand}} = \Delta U \text{ i } \%_{\text{brugsgenstand}} + \Delta U \text{ i } \%_{\text{Fra forsyning}} = 3,366957\% + 0,2724084\% \\ \approx 3,639365\%$$

Spændingsfaldet er ikke fint, det er for højt⁷⁵.

IKKE OK

NYT TVÆRSNIT

Jeg bliver nødt til at gå op til en 2,5mm²

⁷³ Tabel C.52.1 (HD/DS 60364)

⁷⁴ 433.1 (HD/DS 60364)

⁷⁵ Tabel G.52.1 (HD/DS 60364)

Oplægningsmetode⁷⁶:

Installationsmetode nr. = 20

Referenceinstallationsmetode = C

Kolonne nr. = 11

Tværsnittets strømværdi⁷⁷:

$S_3 = 2,5 \text{ mm}^2$ $I_{z3} = 33A$ *Kables isolationstype = XLPE*

3g2,5mm² XLPE

Omgivelsestemperaturen er 30°C, så denne ska vi ikke regne med, da denne korrigering er 1.

Samlet fremføring 6 sideløbende ledere.

Nummer = 2

kft = 0,7

$I_{Zkorrigeret} = 33A \cdot 0,7 \approx 23,1A$

Kontrol (betingelse 1⁷⁸)

$I_b \leq I_n \leq I_{Zkorrigeret}$

$10A \leq 10A \leq 23,1A$

OK

NYT SPÆNDINGSFALD

Ω

$R_{L\ 2,5m^2} = 7,410 \text{ km} \cdot 32m = 237,12m\Omega$

$\Delta U = I_b \cdot R_{L\ 2,5m^2} \cdot 2 = 10A \cdot 0,23712\Omega \cdot 2 = 4,7424V$

$\Delta U \text{ i } \%_{\text{brugsgenstand}} = \frac{\Delta U \cdot 100}{U} = \frac{4,7424V \cdot 100}{230V} \approx 2,061913$

$\Delta U \text{ i } \%_{\text{forsyning til brugsgenstand}} = \Delta U \text{ i } \%_{\text{maskine anlæg}} + \Delta U \text{ i } \%_{\text{Fra forsyning}} = 2,061913\% + 0,2724084\%$
 $\approx 2,334321\%$

Spændingsfaldet er fint⁷⁹

OK

⁷⁶ Tabel A.52.3 (HD/DS 60364)

⁷⁷ Tabel C.52.1 (HD/DS 60364)⁷⁸ 433.1 (HD/DS 60364)⁷⁹ Tabel G.52.1 (HD/DS 60364) **I_{kmin} VED BRUGSTAND**

$$I_{kmin \text{ brugsstand}} = \frac{U_f}{R_F + ((R_{L 10mm^2} + R_{L 6mm^2} + R_{L 2,5mm^2}) \cdot 2) \cdot 1,5)} = \frac{230V}{(0,4181818\Omega + ((0,0549\Omega + 0,0616\Omega + 0,23712\Omega) \cdot 2) \cdot 1,5)} \approx 155,5061 A$$

KONTROL AF KBAflæst på graf⁸⁰:

$$t_{sikring} = 15msek$$

$$t_{kabel}^{160^\circ C} = \left(\frac{k \cdot s^2}{I_{kmin}} \right) = \left(\frac{143 \cdot 2,5^2}{155,5061} \right) \approx 5,285149 sek$$

Kontrol

$$t_{sikring} \leq t_{kabel}^{160^\circ C}$$

$$15msek \leq 3,237357 sek$$

OK**MÆRKNING**

Udvendigt lys

Max. 10A

DIMENSIONERING AF VARMEPUMPE**BRUGSSTRØM**

$$I_b = \frac{2000W}{230V} \approx 8,695652 A$$

VALG AF SIKRING OG GRUPPEAFBRYDER

Schneider Gruppeafbryder 1p+n D01 10A 10kA Kontrol

$$I_e \geq I_n \geq I_b$$

$$10A \geq 10A \geq 8,695652A$$

⁸⁰ Bilag 1

OK

$$Ik_{\max \text{ gruppetavlen}} \leq I_{cn}$$

$$1,78686kA \leq 10kA$$

OK

KONTROL AF TVÆRSNIT

Det er oplyst af tværsnittet er $1,5mm^2$, kablet er fremført på væg, 6 sideløbende ledere ved tavlen.

Oplægningsmetode⁸¹:

$$Installationsmetode \text{ nr.} = 20$$

$$Referenceinstallationsmetode = C$$

$$Kolonne \text{ nr.} = 11$$

Tværsnittets strømværdi⁸²:

$$S_3 = 1,5 \text{ mm}^2 \quad I_{z3} = 24A$$

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

$$3g1,5mm^2 XLPE$$

Omgivelsestemperaturen er $30^\circ C$, så denne ska vi ikke regne med, da denne korrigerer er 1.

Samlet fremføring 6 sideløbende ledere.

$$Nummer = 5$$

$$k_{ft} = 0,8$$

$$I_{z\text{korrigeret}} = 24A \cdot 0,8 = 19,2A$$

Kontrol (betingelse 1⁸³)

$$I_b \leq I_n \leq I_{z\text{korrigeret}}$$

$$8,695652A \leq 10A \leq 24A$$

OK

KONTROL AF SPÆNDINGSFALD VED BRUGSGENSTAND

 Ω

$$R_{L\ 1,5m2} = 12,10km \cdot 35m = 423,5m\Omega$$

$$\Delta U = I_b \cdot R_{L\ 1,5mm2} \cdot 2 = 10A \cdot 0,4235\Omega \cdot 2 \approx 8,47V$$

⁸¹ Tabel A.52.3 (HD/DS 60364)⁸² Tabel C.52.1 (HD/DS 60364)⁸³ 433.1 (HD/DS 60364)

$$\Delta U\ i\ \%_{Varmepumpe} = \frac{8,47V \cdot 100}{230V} \approx 3,682609\%$$

$$\Delta U\ i\ \%_{forsyning\ til\ brugsgenstand} = \Delta U\ i\ \%_{Varmepumpe} + \Delta U\ i\ \%_{Fra\ forsyning} = 3,682609\% + 0,2724084\% \\ \approx 3,955017\%$$

Spændingsfaldet er fint, da det er anden anvendelse⁸⁴.

OK

 I_{kmin} VED BRUGSTAND

$$I_{kmin\ brugsgenstand} = \frac{Uf}{\left(R_F + \left((R_{L\ 10mm2} + R_{L\ 6mm2} + R_{L\ 1,5mm2}) \cdot 2\right) \cdot 1,5\right)} \\ = \frac{230V}{\left(0,4181818\Omega + \left((0,0549\Omega + 0,0616\Omega + 0,3025\Omega) \cdot 2\right) \cdot 1,5\right)} \approx 137,2985\ A$$

KONTROL AF KB

Aflæst på graf⁸⁵:

$$t_{sikring} = 15msek$$

$$t_{kabel}^{160^\circ C} = \left(\frac{k \cdot s^2}{I_{kmin}}\right) = \left(\frac{143 \cdot 1,5^2}{137,2985}\right) \approx 2,440748\ sek$$

Kontrol

$$t_{sikring} \leq t_{kabel\ 160^\circ C}$$

$$6msek \leq 2,440748 \text{ sek}$$

OK

MÆRKNING

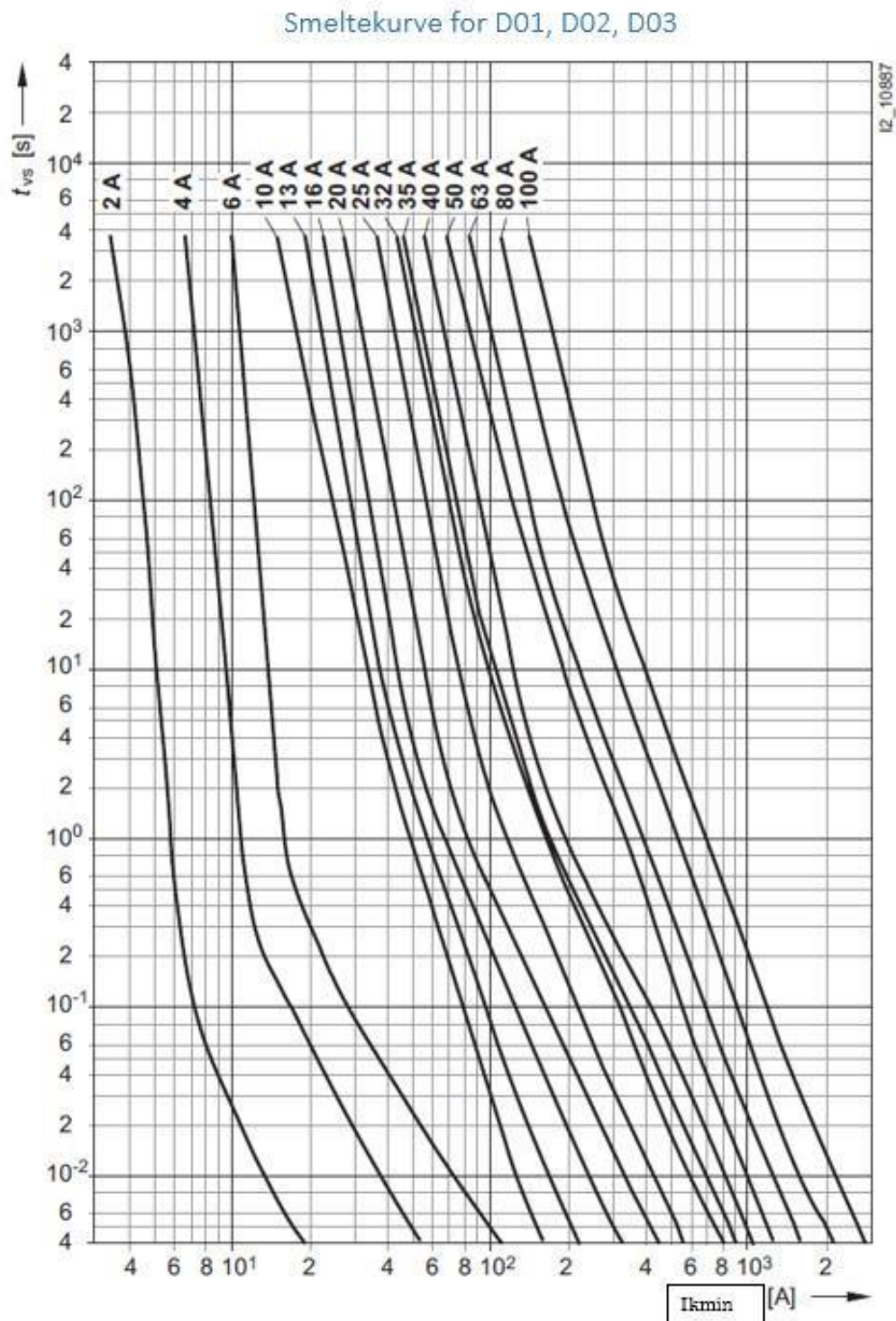
Varmepumpe

Max. 10A

⁸⁴ Tabel G.52.1 (HD/DS 60364)

⁸⁵ Bilag 1

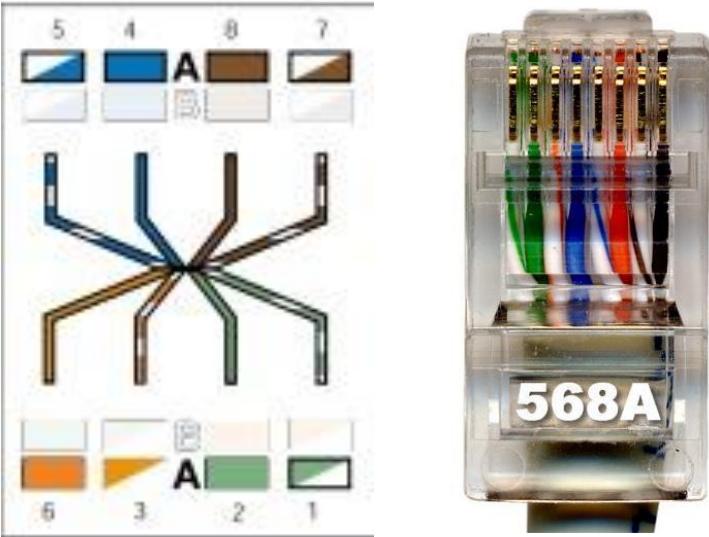
BILAG 1 - SMELTEKURVE



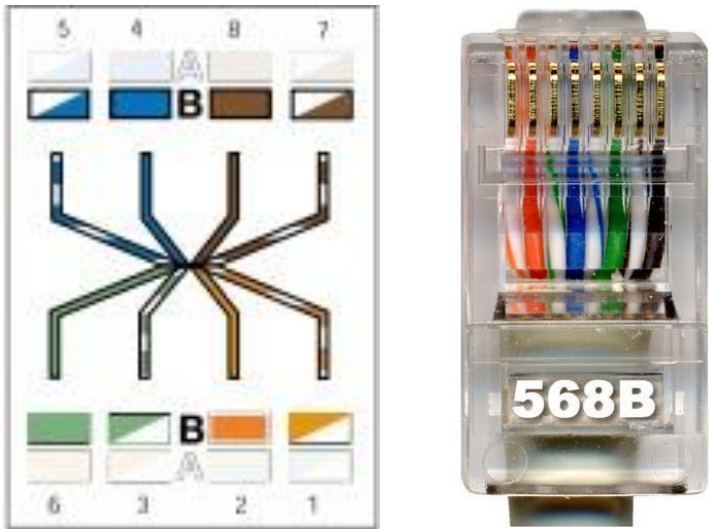
<http://www.mto-electric.dk/wp-content/uploads/2014/05/Sikringsmateriel-DK.pdf>

-

BILAG 2 - TYPE A



BILAG 3 - TYPE B



BILAG 4 KABELLISTE STYRING

Kabel Nummer	Fra	Til	Kabel nummer	Fra	Til	Kabel nummer	Fra	Til
1	Q5 - 2	X5 - L3	21	Q4 - 3	Q4 - 5	41	K4 - A1	K5 - 17
2			22	T1 - 4	F3	42	K5 - 18	Q1 - A1
3	F1 - 2	X2 - U1	23			43	Q1 - A1	K3 - 17
4			24			44	K3 - 18	K2 - B1
5	F1 - 4	X2 - V1	25			45	Kig på	

							skolen i morgen	
6			26	X6	S4 - 21	46	K2 - 16	Q3 - 11
7	F1 - 6	X2 - W1	27	S4 - 22	F1 - 96	47	Q3 - 12	Q4 - A1
8			28	F1 - 95	F2 - 96	48	Kig på skolen i morgen	
9	F2 - 2	X3 - W1	29	F2 - 95	S5 - 21	49	K2 - 18	Q4 - 11
10			30	S5 - 22	S8 - 13	50	Q4 - 12	Q4 - 12
11	F2 - 4	X3 - V1	31	S8 - 14	Q1 - 11	51	F1 - 97	P3 - X1
12			32	Q1 - 12	K1 - A1	52	F2 - 97	P4 - X1
13	F2 - 6	X3 - U1	33	S8 - 13	K1 - 13	53	Q1 - 34	P1 - X1
14	Q3 - 2	X4 - W2	34	K1 - 14	Q1 - 11	54	Q2 - 34	P2 - X1
15	Q3 - 4	X4 - V2	35	K1 - A1	P5 - X1	55	K6 - 18	Q5 - A1
16	Q3 - 6	X4 - U2	36	K1 - 13	S6 - 13	56	Q5 - 14	P4 - X1
17	Q3 - 6	Q4 - 2	37	S6 - 14	K4 - 23	57	K4 - 24	K6 - B1
18	Q3 - 4	Q4 - 4	38	S6 - 14	K4 - 14	58		
19	Q3 - 2	Q4 - 6	39	S6 - 13	K4 - 13	59		
20	Q4 - 1	Q4 - 3	40	K4 - 14	K4 - A1	60		

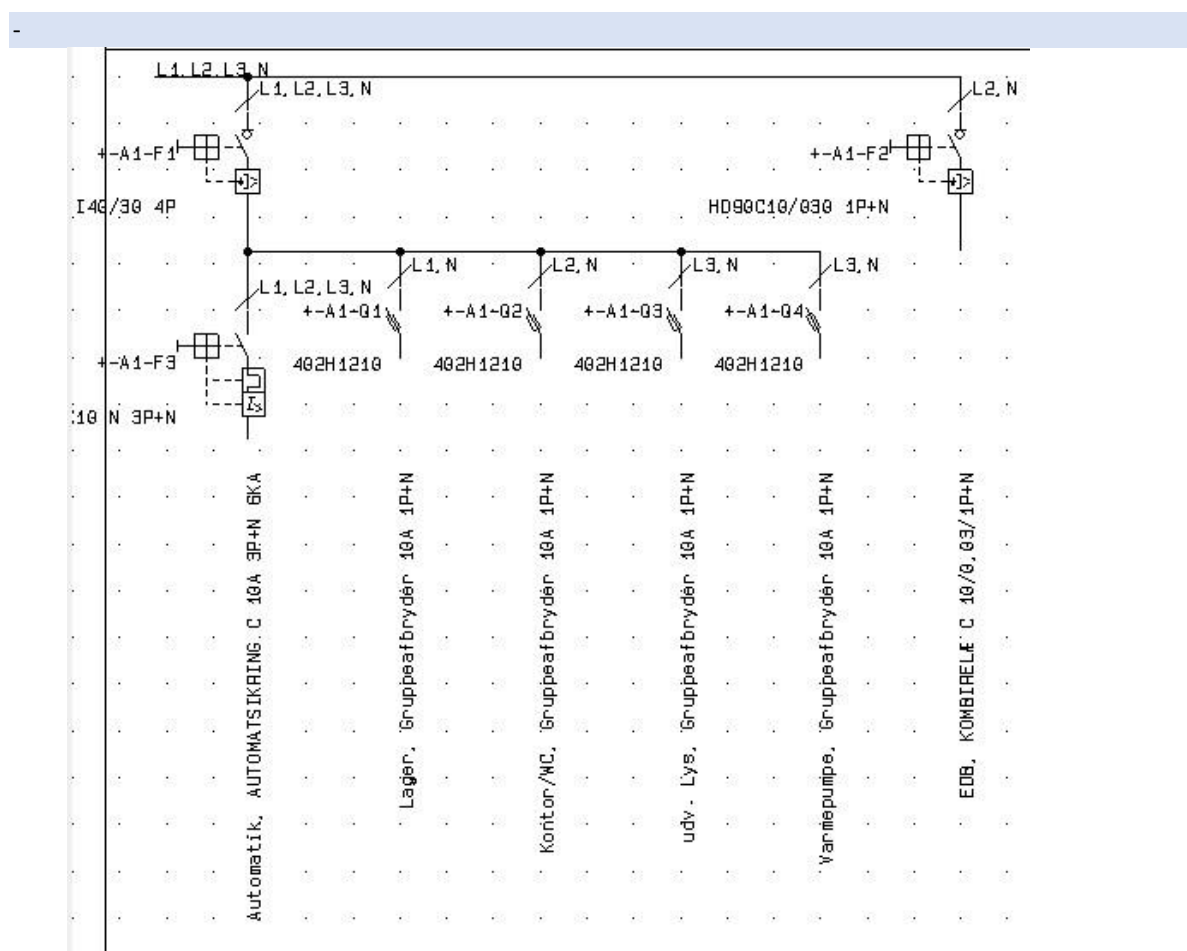
BILAG 5 - VARMETABSBEREGNING

VARMETAB

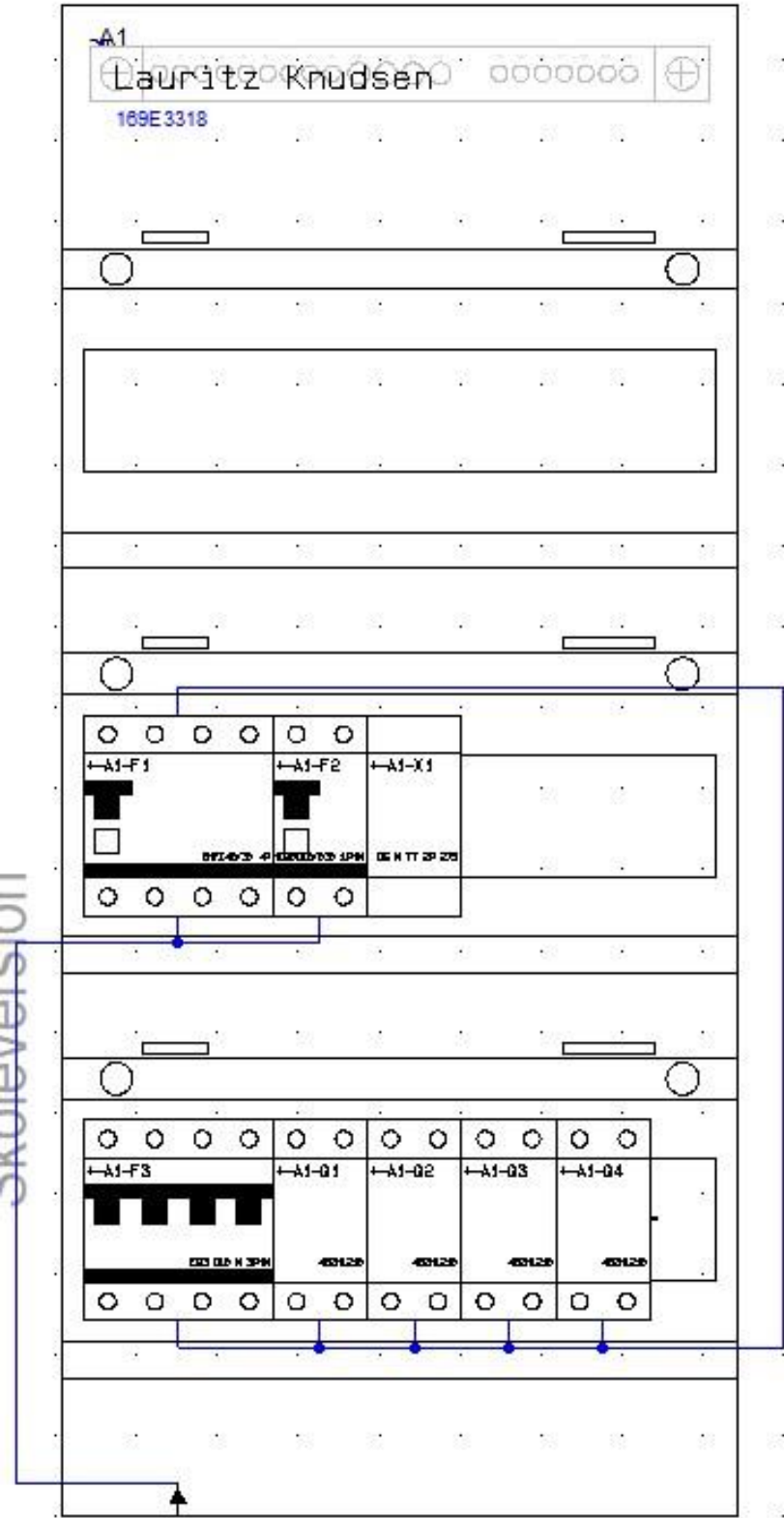
Ønsket mærkestrøm: .Beregnes	-	Tavle(n) beregnet ved: 24,26 °C
Beregnet intern temperatur: (20 + 3,78)	=	23,78 °C
Omgivelsestemperatur: 20 °C	-	
Mærkestrøm for tavle: 16,1 A	-	Samtidighedsfaktor (SF): 0,5 (Indtastet manuelt)
Varmetab:		
Samlet varmetab for komponenter: 5,09 W	-	30% tab i interne ledninger: 1,53 W
Total varmetab:		6,62 W

Komp.	Type	Beskrivelse	In	Pn	Imax	Pv x SF2	Pconst	Imax x SF
	Input		32,2					16,1
-A1-F1	EHFI40/30 4P	HPFI-AFBRYDER 40/0,03/4P	40	13,72	32,2	2,22	0	16,1
-A1-F3	E93 C10 N 3P+N	AUTOMATSIKRING C 10A 3P+N 6KA	10	6,24	10,72	1,79	0	5,36
-A1-Q1	402H1210	Gruppeafbryder 10A 1P+N	10	0,06/0,06	10,74	0,03	0	5,37
-A1-Q2	402H1210	Gruppeafbryder 10A 1P+N	10	0,06/0,06	10,74	0,03	0	5,37
-A1-Q3	402H1210	Gruppeafbryder 10A 1P+N	10	0,06/0,06	10,74	0,03	0	5,37
-A1-Q4	402H1210	Gruppeafbryder 10A 1P+N	10	0,06/0,06	10,74	0,03	0	5,37
-A1-F2	HD90C10/030 1P+N	KOMBIRELÆ C 10/0,03/1P+N	10	3,26	10,72	0,94	0	5,36
-A1-X1	DG M TT 2P 275	DEHNGuard M TT 2P 275		1				

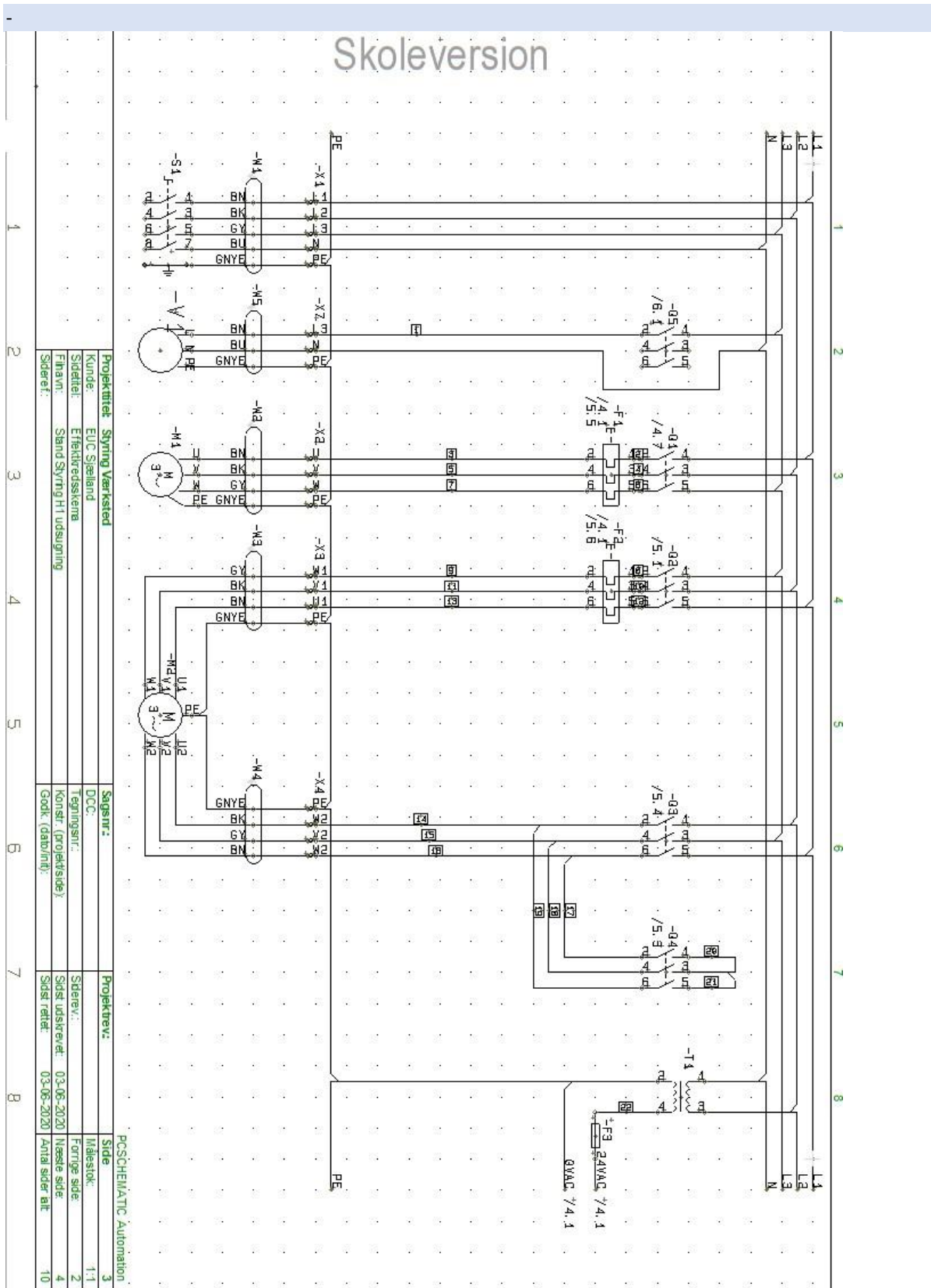
BILAG 6 - ENSTREGSTEGNING TAVLE



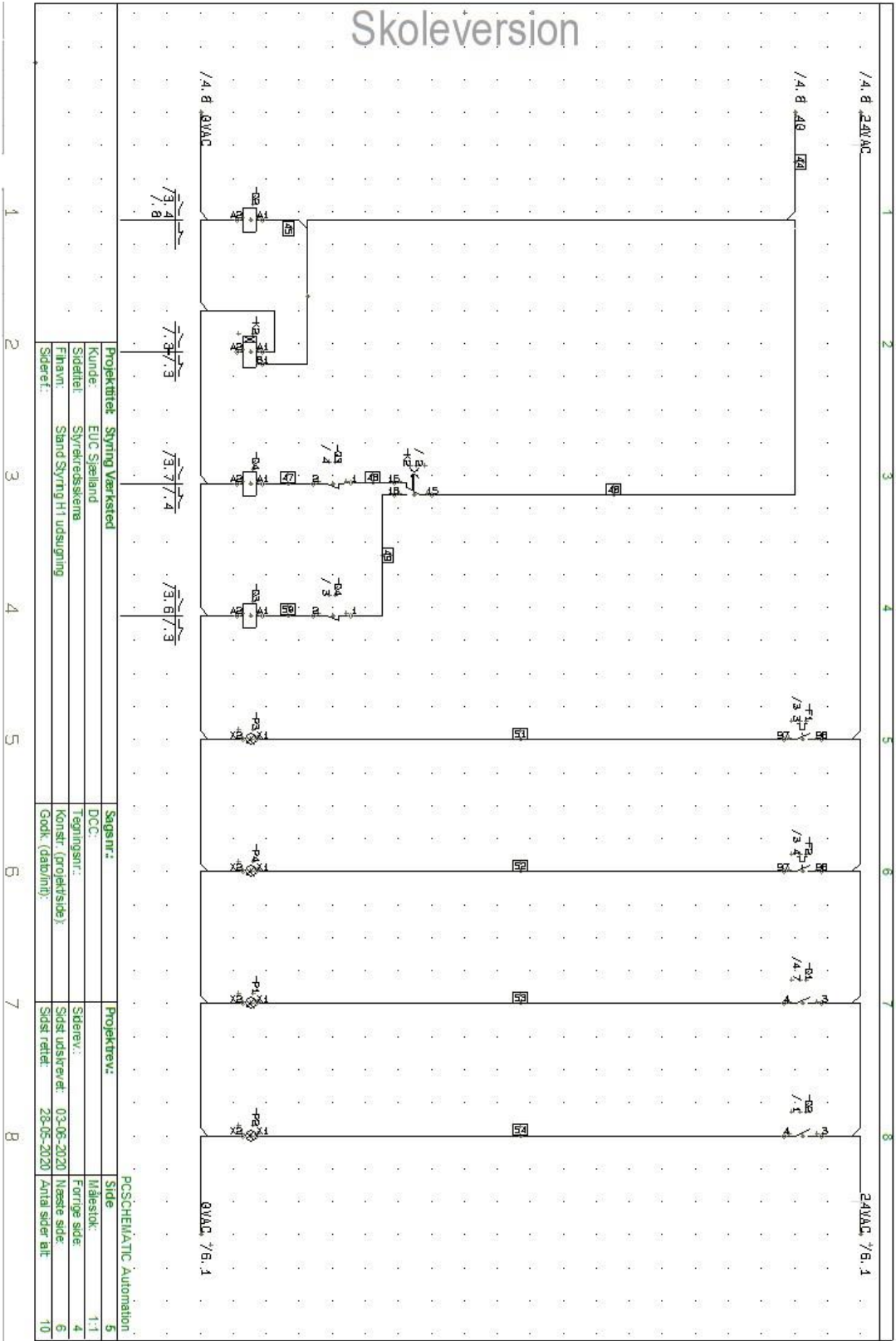
BILAG 7 TALVE OVERSIGHT



BILAG 8 EFTEKTKREDSSKEMA



BILAG 10 - STYRESKREDSSKEMA 2



BILAG 11 - STYRESKREDSSKEMA 3

