

# Installationer

---

**INDHOLDSFORTEGNELSE**

---

Forord .....	3
Installationer - elforsyning og fordeling .....	4
Installationer - love og forskrifter .....	33
Installationer - idriftsættelse og eftersyn .....	41
Installationer - el-sikkerhed .....	59
Installationer - projektering .....	63
Installationer - sikringer .....	97
Installationer - dimensionering .....	105
Installationer - materiel .....	192
Installationer - tavler .....	242
Installationer - tændingssystemer .....	254
Installationer - maskindirektivet .....	278
Installationer - EMC .....	282
Installationer - værkstedsteknik .....	325
Installationer - varmeanlæg .....	353
Installationer - netværk til boliger og kontorer .....	389
Installationer - antenneanlæg .....	425
Installationer - symboler .....	455
Installationer - rapportskrivning .....	463
Installationer - branchekendskab .....	473
Stikordsregister .....	490

---

## FORORD

---

### Projekteringsopgave 1 Tågesikring

En butik der sælger EDB udstyr ønsker opsat tågegeneratorer for at sikre butikken yderligere efter mange indbrud.

Tågegeneratorerne monteres på eksisterende tyveri-  
alarm.

El-tavle, og tyveri central er placeret i værksted.

Der ønskes opsat tågegeneratorer i følgende rum.

Butik, kontor, samt værksted.

Kunden ønsker ligeledes opsat kraftig stroboscope  
lys i samme rum.

Overstående rum skal være dækket efter maks. 30  
sekunder, efter affyring.

Projekter placering, samt antal af tågegeneratorer,  
stroboscope lys, samt verificerende detektorer.

Indtegn føringsveje på tegning, samt udregn samlet  
strømforbrug på tågegeneratorerne, samt tilbehør.

Tag forbehold for hindring af flugtveje, samt udluft-  
ning af rummene.

Målestoksforhold 1:50

Loft højden er 3,20 mtr.

Til opgaven må der bruges tilgængelige produktspe-  
cifikationer, varekataloger, samt Internet

**Elforsyning og fordeling**

Verdens første elværk blev åbnet i New York i 1882 af Thomas Edison.

Herhjemme blev det første elværk startet i 1891 i Køge. Herefter fulgte andre større byer, og i begyndelsen af 1900-tallet havde de fleste byer deres eget el-værk.

Elektriciteten blev fremstillet ved hjælp af en jævnstrømsgenerator, som blev trukket af en dampmaskine.

I begyndelsen blev elektriciteten brugt til belysning, og selv om det var dyrt at blive tilsluttet, var interessen stor. Efter 1. verdenskrig begyndte man for alvor at bruge el i industrien, og det gav naturligvis en voldsom stigning i forbruget.

I årene fra den 1. verdenskrigs afslutning og frem til oliekrisen i midten af halvfjerdserne steg det årlige el-forbrug med 9-12 %, dog afbrudt af en vis stagnation under 2. verdenskrig.

Efter oliekrisen i 1973-74 er den årlige stigning aftaget væsentligt. I gennemsnit har den ligget på ca. 3 % frem til 1989, og i de kommende år forventes en stigning på ca. 2,5 % p.a.

Fra midten af 70'erne og op gennem 80'erne steg elforbruget ret konstant. I årene 1980-83 var væksten mere afdæmpet, som følge af den økonomiske stilstand, medens der i tidsrummet 1983-86 igen kom en kraftig stigning i elforbruget, fordi der atter kom gang i økonomien. Først i 90'erne er det lykkedes at fjerne sammenhængen mellem husholdningernes elforbrug og økonomisk vækst. Siden 1992 er elforbruget i boligsektoren stort set ikke steget, selv om der har været en pæn økonomisk vækst op gennem 90'erne.

I midten af trediverne var der ca. 500 lokale el-værker i Danmark. Efterhånden blev elforbruget så stort, at de enkelte elværker havde svært ved at klare en stabil forsyning, hvis der indtraf havari, eller der skulle foretages større eftersyn. Derfor be-

---

**INSTALLATIONER - ELFORSYNING OG FORDELING**

---

gyndte man at etablere et ledningsnet mellem el-værkerne; det blev så starten på det samkøringsnet, som vi kender i dag.

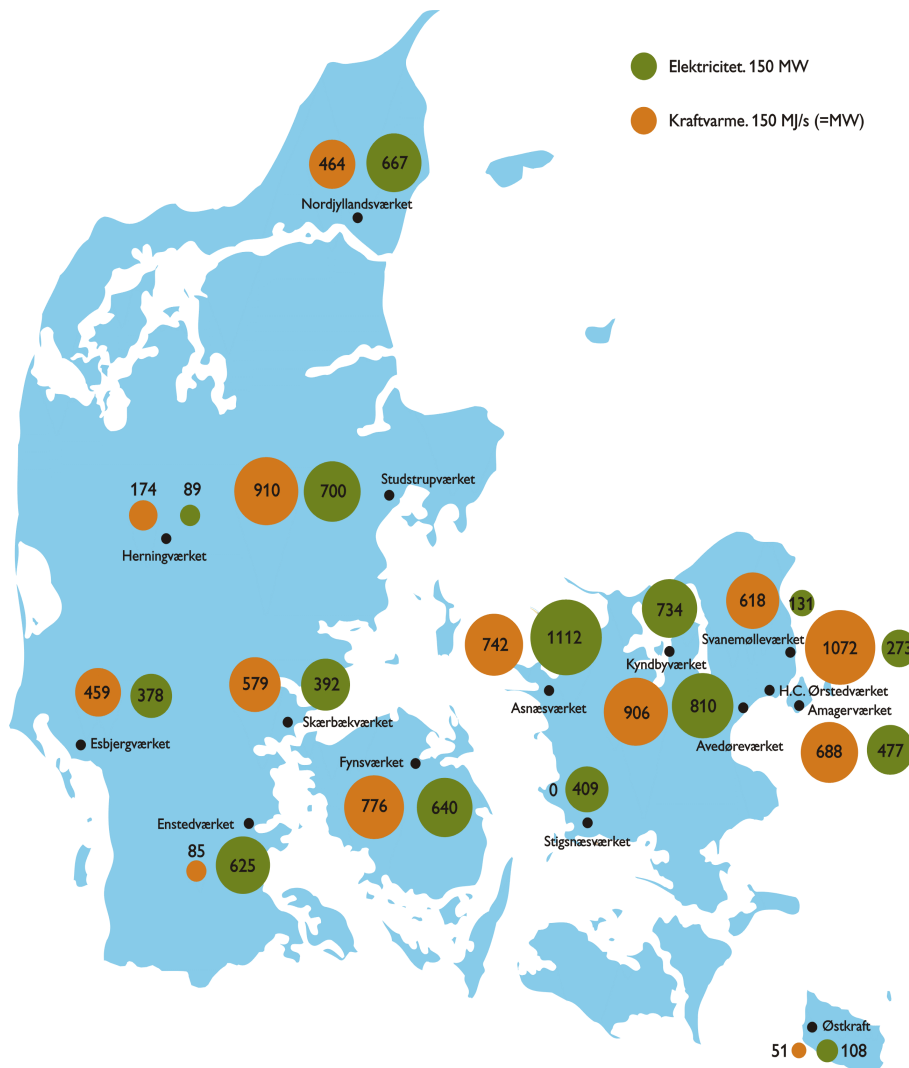
INSTALLATIONER - ELFORSYNING OG FORDELING

**Elproduktionen i tal**

Elproduktionsanlægget i Danmark er opbygget på forskellig vis.

Mere end 75 % af den danske el-produktion sker på elværksejede værker.

Resten dækkes af forskellige private energianlæg, bl.a. vindmøller, biogasanlæg, egne elværker etc.



Kilde: - Dansk Energi

---

**INSTALLATIONER - ELFORSYNING OG FORDELING**


---

<b>Elproduktion i Danmark</b>	
	<b>2003</b>
	<b>GWh</b>
<b>Nettoproduktion på elværksejede værker</b>	
Centrale værker	28811
Decentrale værker (kraftvarme)	3147
Vandkraftanlæg	12
Vindkraftanlæg	1263
<b>Nettoproduktion på ikke elværksejede værker</b>	
Erhvervsværker	2159
Decentrale værker	4059
Vandkraftanlæg	9
Vindkraftanlæg	4297
<b>Udveksling af el med udlandet</b>	
Import	7023
Eksport	15568
Primært transmissionstab	794
<b>Til rådighed i alt</b>	<b>34418</b>

*Kilde: - Dansk Energi*

---

**INSTALLATIONER - ELFORSYNING OG FORDELING**


---

<b>Antal elproducerende nettilsluttede værker</b>		
	<b>2003</b>	
	<i>Stk.</i>	<i>MW</i>
<b>Elværksejede værker</b>		
Centrale værker	15	7545
Decentrale værker	107	751
Vandkraftanlæg	8	9
Vindkraftanlæg	877	699
Øvrige	2	1
<b>Ikke elværksejede værker</b>		
Decentrale kraftvarmeværker	472	985
Øvrige	128	423
Vandkraftanlæg	30	2
Vindkraftanlæg	4512	2416
<b>Alle værker</b>		
Centrale værker	15	7545
Decentrale kraftvarmeværker	579	1736
Vandkraftanlæg	38	11
Vindkraftanlæg	5389	3115
Øvrige	130	424

*Kilde: - Dansk Energi*



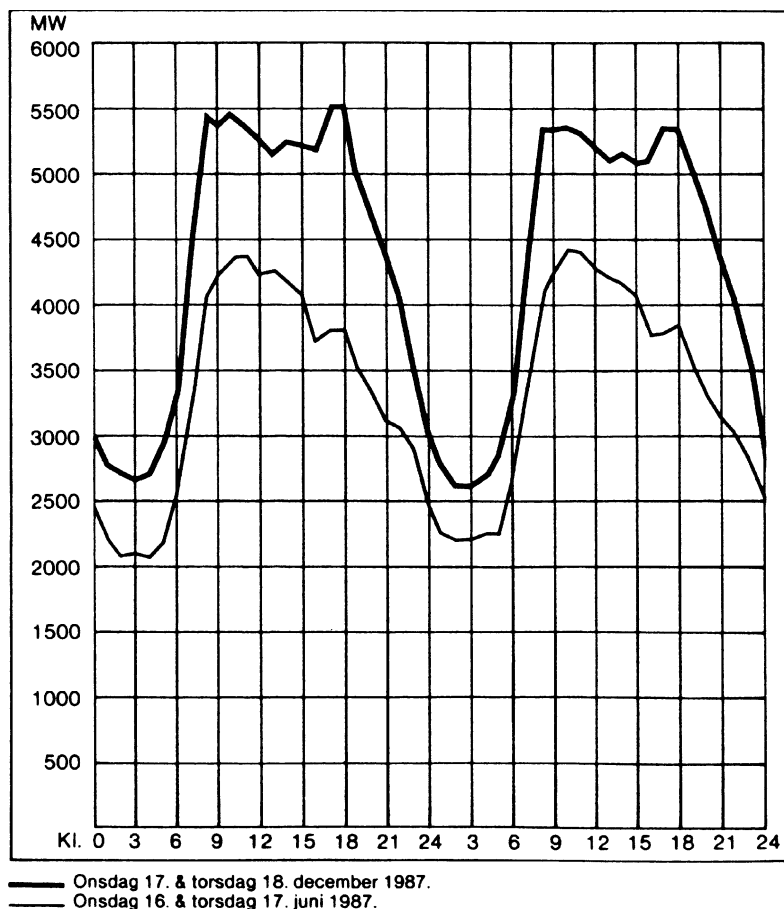
---

## INSTALLATIONER - ELFORSYNING OG FORDELING

---

Da elektriciteten ikke kan gemmes på lager, bliver elproduktionen nødt til at følge forbruget.

Forbruget er meget varierende inden for det enkelte sogn. Samtidig har det indflydelse, om det er en varm sommerdag eller en kold vinterdag.



Den varierende belastning betyder, at produktionssystemet ikke udnyttes hele tiden. Der vil en stor del af året være ledig kapacitet. Det vil i sommerhalvåret have den fordel, at man efter tur kan tage en kraftværksblok ud til det årlige eftersyn.

Det varierende døgnforbrug betyder, at man får en dårlig udnyttelse af produktionsanlægget. Om natten har man en ledig kapacitet, som man prøver at udnytte på forskellig vis, bl.a. ved at sælge strømmen billigere.

## Kraftværkstyper

På de store offentlige kraftværker udgør dampdrevne anlæg 96 %.

Gasturbine og dieselanlæg dækker 4 pct. Dampen fremstilles i kedler, der kan fyres op med forskellige brændstoffer som fx olie, kul og naturgas. Næsten al damp bliver produceret ved hjælp af kul.

I andre lande benytter man bl.a. kernespløtning til fremstilling af damp.

### ***Et kulfyret kraftværk kan deles op i tre hovedafsnit:***

1. *Kedelanlæg:* - Dampen fremstilles med en temperatur på op imod 520 °C og et tryk på 250 atm.
2. *Turbine med generator:* - Fra kedlen ledes dampen over i turbinen. Her udvider dampen sig voldsomt, og det får turbinen i gang.
3. *Kondensator:* - Når dampens energi er udnyttet i turbinen, fortættes den i kondensatoren til vand. Til køling af kondensatoren bruges havvand, eller man kan føre kølevandet gennem en varmeveksler og på den måde fremstille fjernvarme.

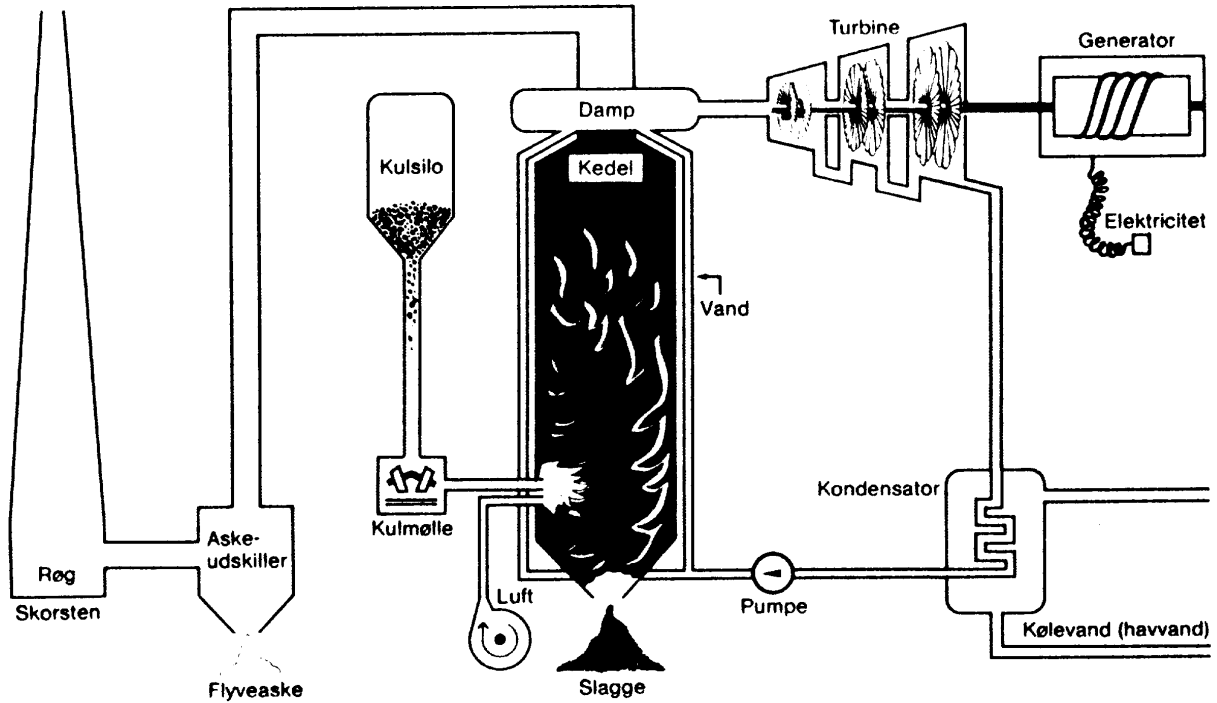
Et problem ved det dampdrevne kraftværk er den dårlige virkningsgrad, helt ned til 40 % på kondensationsværk.

Virkningsgraden kan hæves betydeligt ved at bygge kraftværker som et kraftvarmeværk (modtrykswærk). Når modtrykswærket skal producere meget el, bliver der også produceret meget varme og omvendt. Da behovet for el og varme ikke altid følges ad, er det ikke altid lige hensigtsmæssigt med et modtrykswærk.

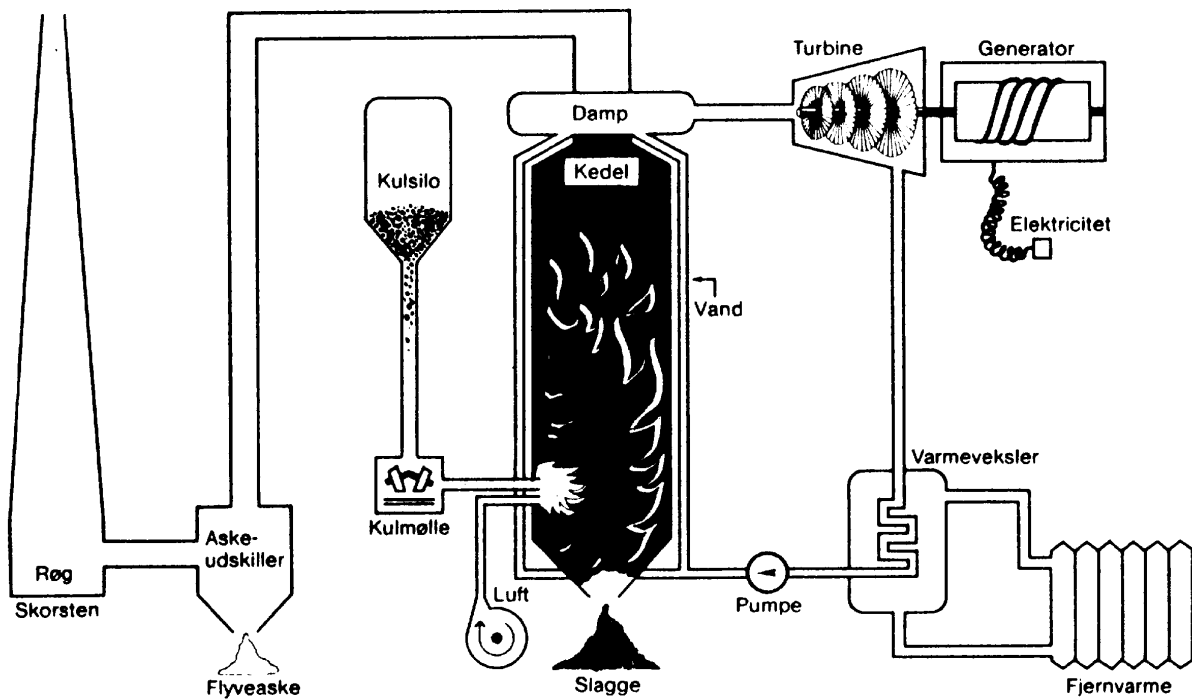
Nye anlæg konstrueres da også for det meste som en kombination af de to typer kraftværker; det kalder man et udtagsværk.

**Kraftværkstyper**

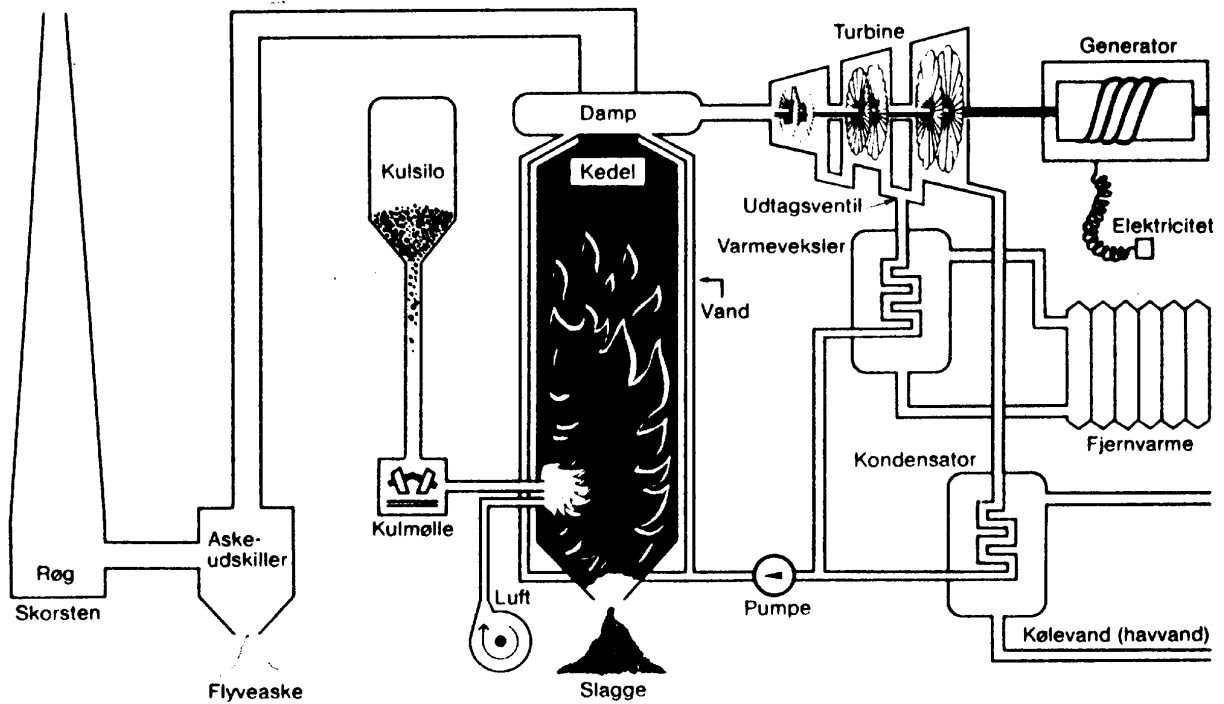
Konventionelt kulfyret kraftværk.



Kraftvarmeværk.



## Udtagsværk.



## Alternativ el-produktion

På grund af de miljømæssige problemer, der er forbundet med den traditionelle måde at producere el på, gøres der store anstrengelser for at finde alternative måder.

I udlandet, hvor forholdene tillader det, gøres forsøg bl.a. med tidevands- og bølgeenergi-anlæg.

I Danmark er det især vinden, man prøver at udnytte. I dag er der 2416 vindmøller tilsluttet det offentlige net.



## Nødanlæg

El-forsyningen er i mange tilfælde en absolut livsbetingelse, hvorfor det kan være nødvendigt med et nødforsyningsanlæg. Disse anlæg kan være vidt forskellige, alt efter de krav man stiller.

Nødforsyningsanlæg fremstilles til såvel jævn- som vekselstrøm, og anlægget kan udføres enten med manuel eller automatisk start.

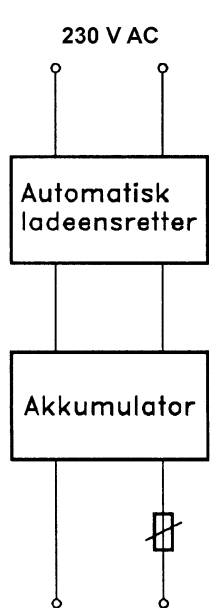
Automatiske anlæg udføres enten med indkobling uden afbrydelse eller med en kortvarig afbrydelse af forsyningsspændingen.

Nødforsyningsanlæggene er normalt diesel-, benzin- eller batteridrevne.

## Nødakkumulator Pufferladning

Strømforsyning til fx brand- og tyverianlæg, telefoncentraler m.m. må ikke afbrydes, da hvilestrømsrelæer ellers falder fra. Her anvendes ofte et akkumulatorbatteri i forbindelse med en ladeensretter.

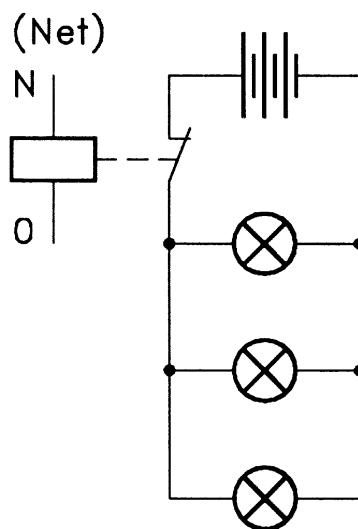
Brugsgenstandene er tilsluttet permanent til akkumulatoren, som holdes opladet af en fast tilsluttet automatisk ladeensretter.



## Nødbelysning

Ved nødbelysningsanlæg forstås belysningsanlæg, som hurtigt og automatisk træder i funktion, såfremt det normale net skulle falde ud.

Hvor mange mennesker er samlet, fx i teatre, biografteater, forsamlingshuse, varehuse og lignende over en bestemt størrelse, kræves der nødbelysning.



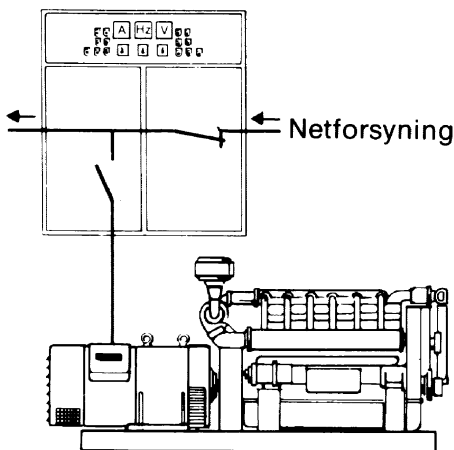
Nødbelysning indkobles ved hjælp af et relæ med brydekontakt, som forsynes fra lavspændingsnettet. Når nettet falder ud, vil relæet falde fra og indkoble nødbelysningsanlægget. Akkumulatorbatteriet må altid være opladet, hvilket kan ske ved pufferladning, automatisk til- og frakobling af ladeensretter, ved hjælp af spændingsfølende relæer eller manuelt.

## Vekselspænding fra akkumulatorer

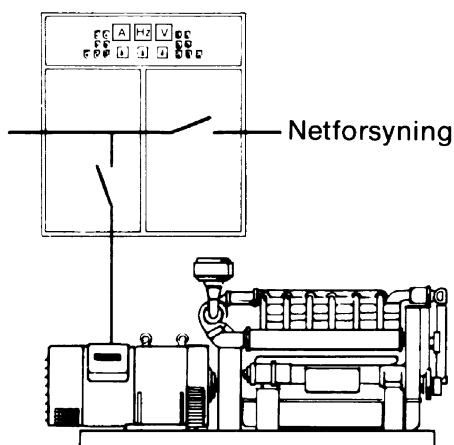
Er der behov for vekselspænding fra en akkumulator, ændres den fra akkumulatoren afgivne jævnspænding til vekselspænding ved hjælp af en roterende omformer eller en vekselretter.

## Generatoranlæg

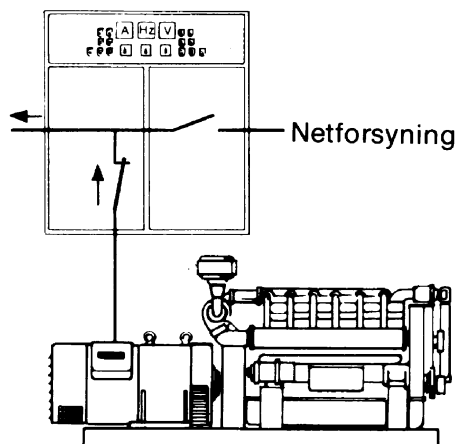
Normal drift



Nettet »falder ud«



Nøddaggregatet kobler ind



Større nødforsyningsanlæg består af en vekselstrømsgenerator i forbindelse med en benzin- eller dieselmotor.

Systemet udføres ofte for automatisk drift, det vil sige, at drivmotoren via et tidsrelæ automatisk får startbesked, når en eller flere af nettets faser blive spændingsløse, eller i nogle tilfælde blot, når spændingen afviger nogle få procent fra normal.

Når generatoren er kommet op på spænding og frekvens, indkobles generatorkontakten, og belastningen er nu lagt over på nøddaggregatet. Når nettet atter er i orden, vil belastningen igen blive lagt over på nettet, men et tidsrelæ vil sørge for, at drivmotoren kører videre ubelastet og derved får en betryggende efterkøling.

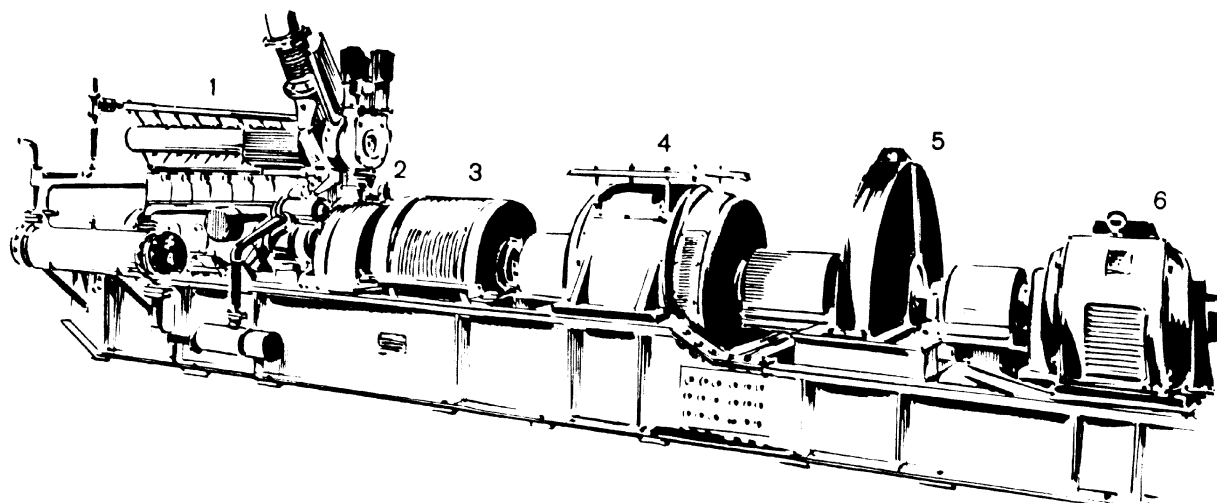
Ved meget kort brug af nøddaggregatet vil termostater sørge for passende drifttid og som følge heraf, effektiv smøring. I perioder, hvor anlægget ikke har været i drift, må dette køres op manuelt for altid at være i køreklar stand.

Nødforsyningsanlæg efter dette princip har i almindelighed en starttid på 10-30 s efter nettets udfald.



## Kontinuerlig drift

Inden for telekommunikation og fly- og varslingstjeneste stilles der krav om en ikke afbrudt el-forsyning, og i disse specielle tilfælde anvendes nødforsyningsanlæg efter systemet "no break".



Anlæg af denne type kan være opbygget som vist. Anlægget består af en række sammenbyggede maskiner:

1. Dieselmotor
2. Elektrisk kobling
3. Magnetiseringsgenerator
4. Synkronmaskine
5. Svinghjul
6. Kontaktringsmaskine, med et polpar mindre end i synkronmaskinen. Start og drift ved opstart af anlægget starter kontaktringsmotoren. Når omdrejningstallet er nået, synkroniseres synkronmaskinen ind på nettet og vil nu køre som motor. Ved at regulere på magnetiseringsstrømmen kan anlægget køre som fasekompenseringsaggregat.

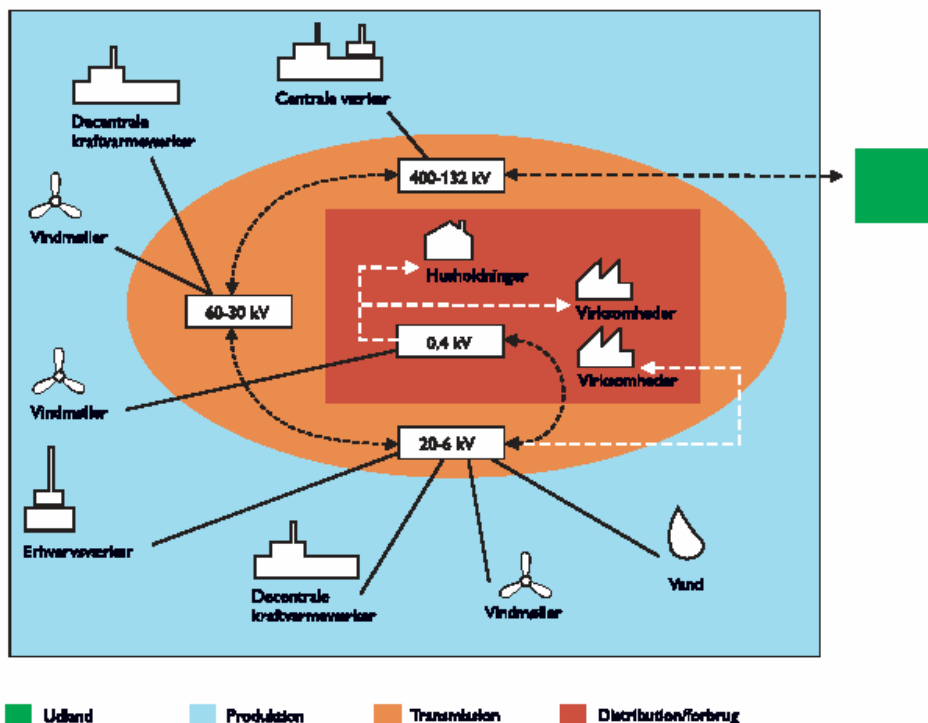
I tilfælde af netspændingssvigt eller fasebrud vil netspændingsovervågningen sende startimpuls til diesel-

motorens selvstarter, som hurtigt når op på normale omdrejninger. Når dette er sket, vil den elektriske kobling få strøm, og synkronmaskinen vil nu trækkes af dieselmotoren. Det store svinghjuls inertie er nok til at holde omdrejningstallet, indtil dieselmotoren er i gang.

**Transmissions- og distributionsnet**

Da elproduktionen sker på et lille antal centraliserede kraftværker, er der behov for, at energien fordeles over store afstande. Hertil bruges et omfattende transmissions- og distributionsnet opdelt i forskellige spændingsniveauer. Jo større effekt og jo større afstande, desto højere spænding bør der anvendes af økonomiske grunde.

Fra 400 kV og ned til 400/230 V betegnes nettet som højspændingsnet. Fra 400/230 V og ud til forbrugerne betegnes det som lavspændingsnet.

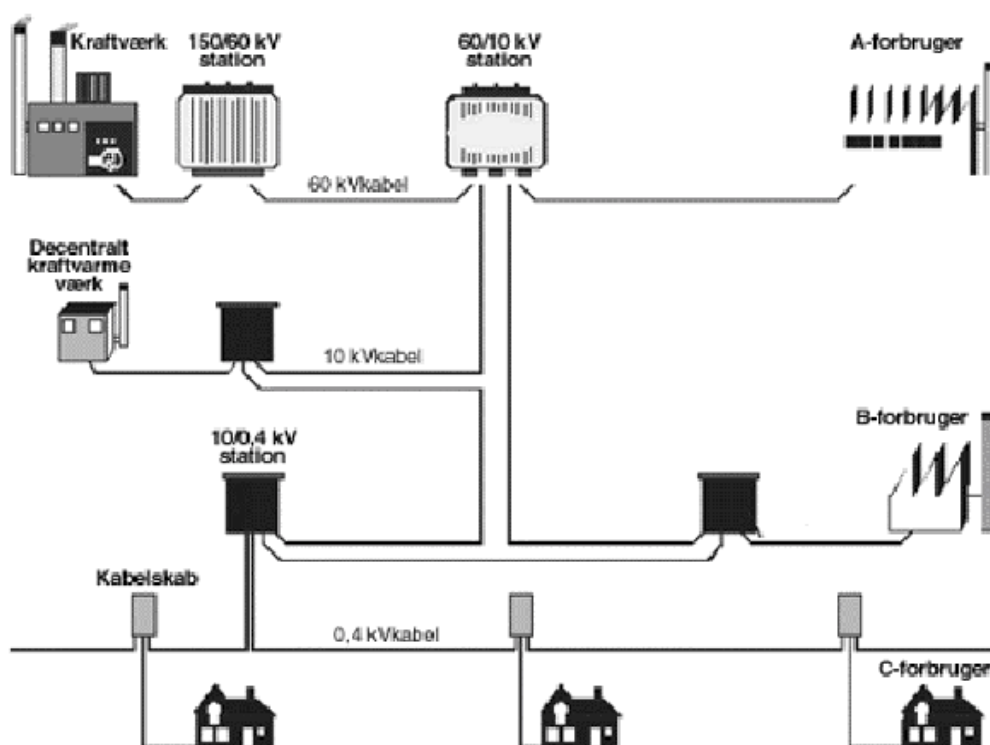


Kilde: - Dansk Energi

---

**INSTALLATIONER - ELFORSYNING OG FORDELING**

---

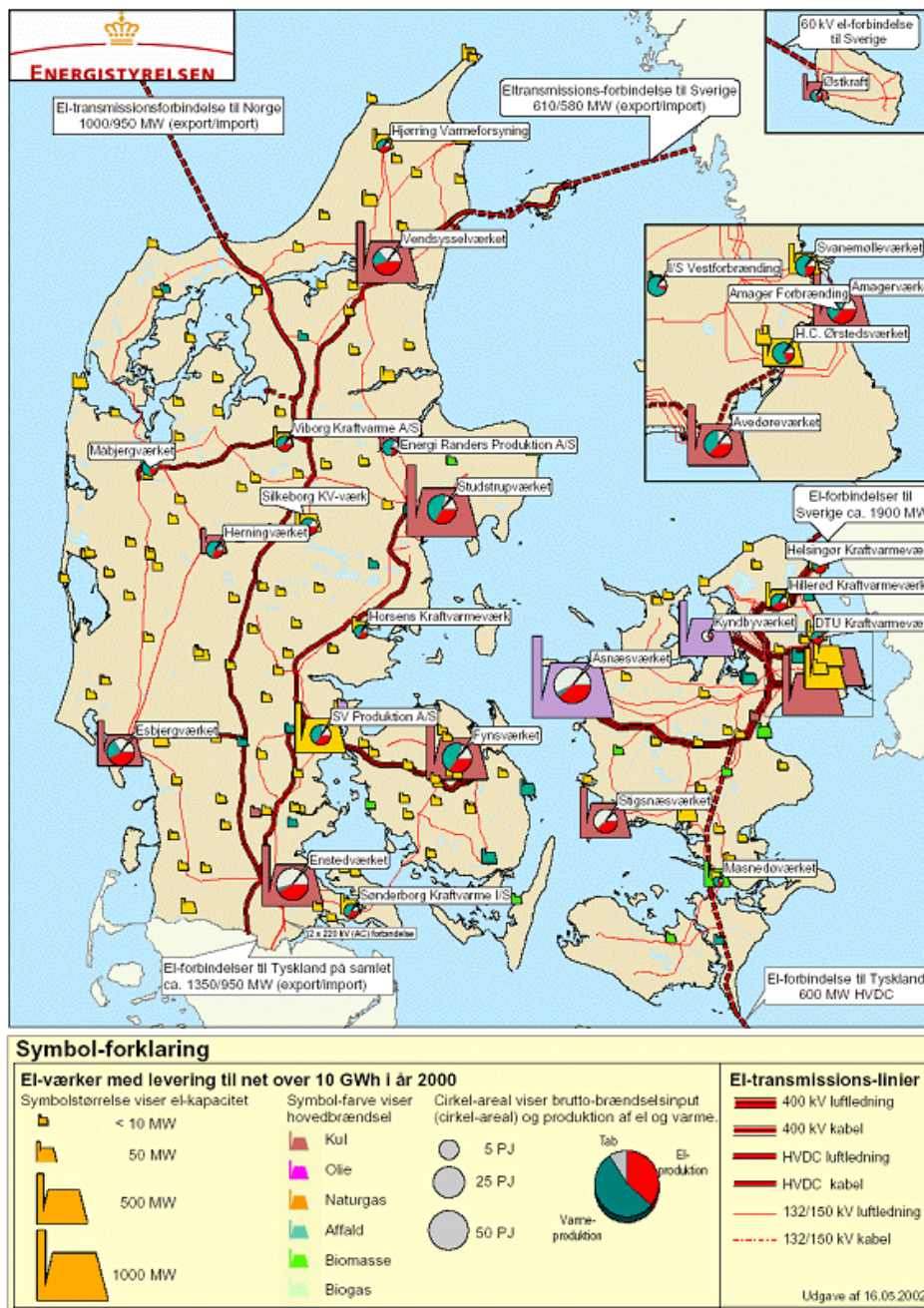


*Kilde: - Dansk Energi*

INSTALLATIONER - ELFORSYNING OG FORDELING

Transmissionsnet

Transmissionsnettet består af 400/132 kV og 60/30 kV luftledning og kabel med tilhørende transformere. Det har til formål at fungere som samkøringsnet mellem el-værkerne samt som forbindelse til udlandet og som forsyning af distributionsnettet.



Kilde: - Energistyrelsen

Som man kan se af billedet, er Danmark delt op i 2 områder, Jylland/Fyn og Sjælland. Der er ingen forbindelse over Store Bælt.

Udvekslingen af el mellem Jylland/Fyn og Tyskland sker via et luftledningsnet. Til Norge og Sverige er forbindelsen lagt under henholdsvis Skagerak og Kattegat i et kabel. Da det medfører store problemer at føre vekselstrøm gennem så lange kabler, foregår udvekslingen på den måde, at man omformer fra vekselstrøm til jævnstrøm og sender denne igennem kabler. I land, på den anden side, omformes den til vekselstrøm. Systemet er opbygget, så man kan gøre det fra begge sider.

Ved at anvende jævnstrøm undgår man også problemer med synkroniseringen, som der altid vil være mellem to store vekselstrømssystemer, henholdsvis den skandinaviske halvø og det europæiske net.

Udvekslingen mellem Sjælland og Sverige foregår gennem kabler. Da afstanden er ubetydelig, føres der vekselspænding igennem dem.

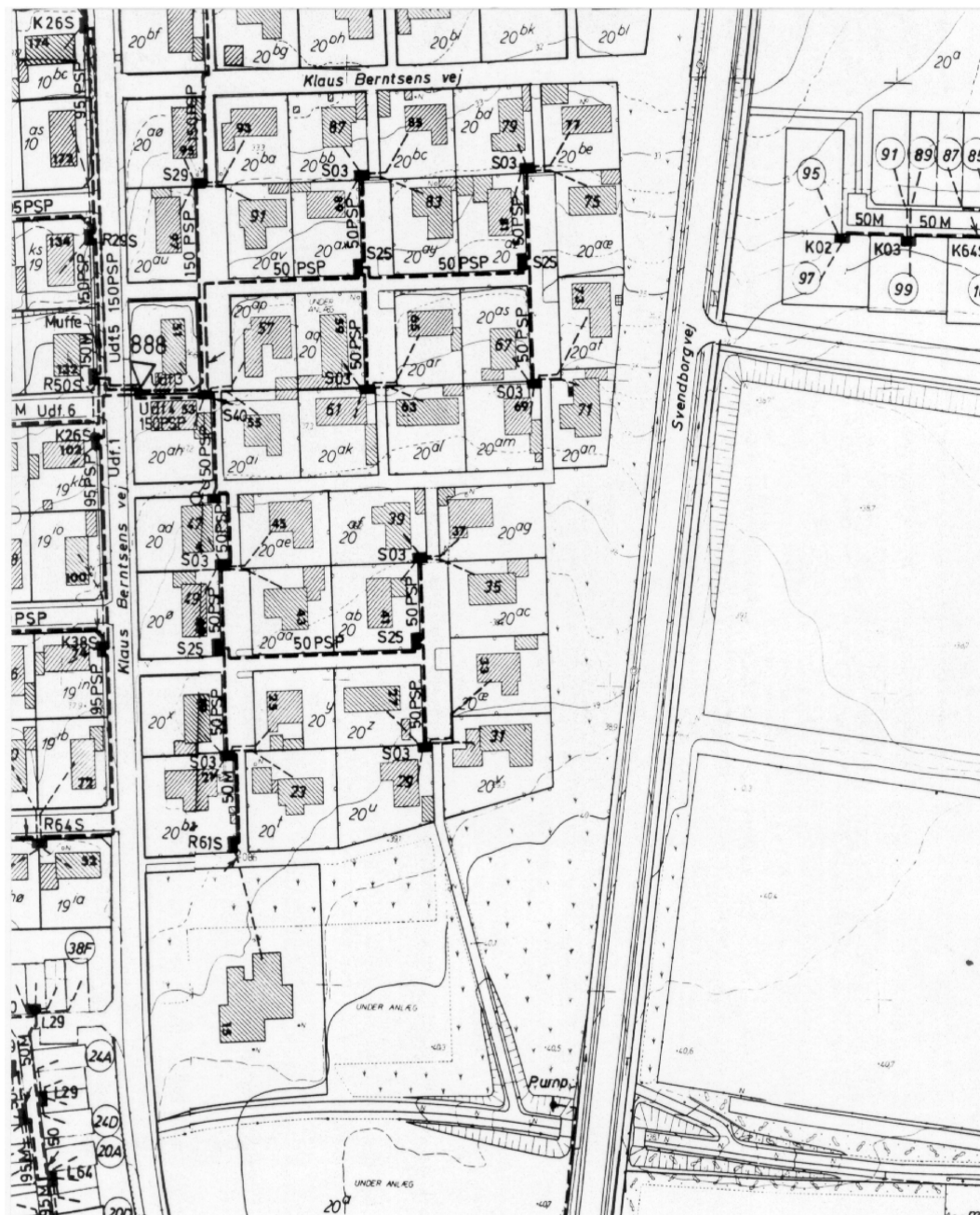
---

**INSTALLATIONER - ELFORSYNING OG FORDELING**

---

**Distributionsnet**

Distributionsnettet består af 20/10 kV og 400/230 V luftledning og kabel med tilhørende transformere. Det har til formål at forsyne forbrugerne.



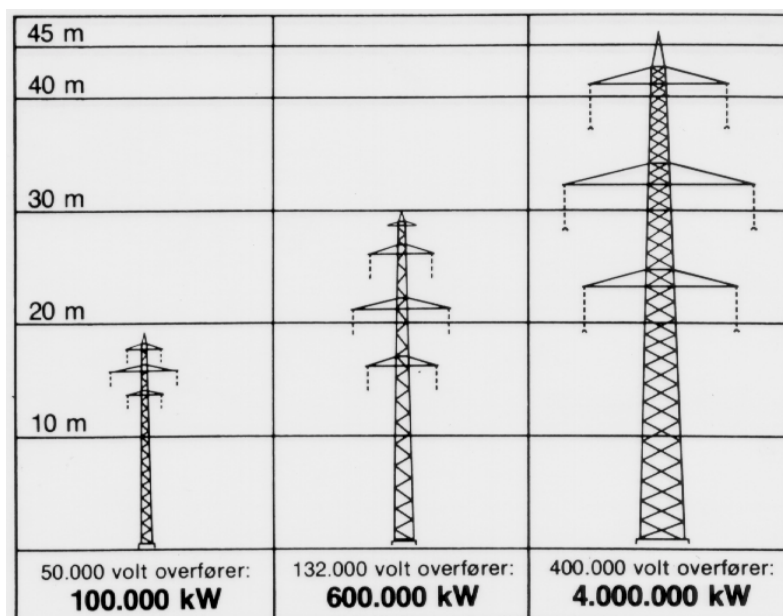
Eksempel på opbygningen af lavspændingskabelnet i Odenses omegn. I områder med store afstande bruges som regel luftledninger.

**Oversigt over kabel- og luftledningsnet i 2003**

Nominel spænding kV	Anvendelse	Kabel	Luftledning
400-120	Primært transmissionsnet	902	5376
60-30	Sekundært transmissionsnet	2489	6084
20-6	Distributionsnet	48170	11665
0,4-0,23	Lavspændings-forsyningsnet	80079	13641
<b>I alt</b>		<b>131640</b>	<b>36766</b>

Som det fremgår af tabellen, er der meget forskel på anvendelsen af kabel og luftledning. Man prøver så vidt muligt at anvende kabel frem for luftledning, både af hensyn til miljøet og af sikkerhedsmæssige grunde. Et jordkabel er mere beskyttet end en luftledning.

Økonomien i det er selvfølgelig en vigtig faktor. Ved højere spændinger er det væsentligt dyrere at bruge kabel frem for luftledninger.



## Transformerstation

For at komme fra et spændingsniveau til et andet bruges transformere.

400-132kV/60-50 kV transformerstationer findes næsten altid som åbne anlæg.



60-50 kV/20-10 kV transformerstationer udføres i såvel åbne som lukkede anlæg.





---

## INSTALLATIONER - ELFORSYNING OG FORDELING

---

20-10 kV/0,4 kV distributionstransformere findes i et stort antal.

De udføres enten som stationer i særskilte huse (kiosker og tårne) eller indbygges i bestående bygninger, fabrikker mv.

Enkelte større brugere har deres egen transformere.



**Lavspændingsforsyningsnet**

Fra distributionstransformerne udgår lavspændingsledningerne til de forskellige forbrugere.

De kan her være ført frem, enten som luftledninger eller som kabel.

De lave spændinger 400/230 V giver store tab (spændingsfald) i ledningerne, hvis de skal føres over lange afstande, så der er grænser for, hvor stor afstand der må være mellem transformerstation og forbruger.

**Tilslutning hos forbruger**

Tilslutning til forsyningsnettet sker gennem en stikledning.

Hvis det er kabelnet, føres stikledningen som jordkabel til et kabelskab, der som regel er placeret i fortovet udenfor ejendommen.

Hvis det er luftledningsnet, føres stikledningen som luftledning, hængekabel eller jordkabel til nærmeste mast.



INSTALLATIONER - ELFORSYNING OG FORDELING

**Netselskaber**

De enkelte kraftværker har hver sit forsyningsområde, hvori et antal netselskaber varetager den videre fordeling.



Der findes 120 netselskaber i Danmark, de største omfatter næsten en halv million forbrugere, de mindste et par hundrede.

De fleste selskaber forsyner forbrugerne direkte. I enkelte tilfælde kan det ske gennem en transformatorforening.

En transformerforening er en sammenslutning af forbrugere, som køber strømmen hos forsyningselskabet og selv fordeler og afregner med medlemmerne.

### **Forsyningsikkerhed**

I et moderne samfund stilles der store krav til en stabil elforsyning. Dette krav må siges at være opfyldt i Danmark, da der i gennemsnit for hele landet kun er spændingssvigt i ca. en time pr. år.

Sikker forsyning klares bl.a. ved:

- at lave prognoser over elforbruget, så man i tide kan få udbygget sit forsyningsnet.
- nødvendige reserver på kraftværkerne.
- at transformerne kan forsynes fra forskellige sider.
- hele tiden kontrol og eftersyn af forsyningsnettet.

### **Spændingskvalitet**

Som forbruger af en vare, i dette tilfælde el, er det naturligt at forvente en vis kvalitet.

Kvalitetskravet er en stabil elforsyning, et stabilt spændingsniveau (+/- nogle få procent), og en stabil frekvens, 50 hertz.

### **El-forsyningsprisindestilling**

Det grundlæggende princip er, at en forbruger kun skal betale for de udgifter, vedkommende påfører el-selskabet, dvs. udgifter i forbindelse med:

- tilslutning
- tilstedeværelse
- elforbrug

Derfor er forbrugerens betalinger til selskabet normalt delt i tre dele; nemlig betaling for tilslutning (investeringsbidrag), den faste årlige abonnementsbetaling, som er uafhængig af elforbruget og endelig energibetalingen, som afhænger af forbrugets størrelse.

### **Støj på nettet**

For at sikre en rimelig kvalitet fastsætter forsynings-selskaberne i Fællesregulativet regler for den enkelte forbruger. Dette gælder fx tilslutning af store motorer, udstyr, der kan medføre netspændingsvariationer (fluktationer) og udstyr baseret på fasevinkelstyring.

Nettransienter og gniststøj:

- Støj kan og skal bekæmpes, hvorimod der ikke kan gøres så meget mod lyntransienter, der opstår under tordenvejr.

### **Strukturen i elsektoren**

Elsektoren er siden 1998 blevet opdelt i en lang række forskellige selskaber, der tager sig af forskellige opgaver. Der er to typer selskaber: "naturlige monopoler" og kommercielle selskaber, der er i konkurrence. Derudover optræder de lokale elselskaber i begge roller.

### **De "naturlige monopoler"**

**Netvirksomheder.** - Den enkelte bolig eller virksomhed er tilsluttet det elnet, som den lokale netvirksomhed ejer og driver. Man kan ikke fravælge dette selskab, som hører under kategorien "naturlige monopoler". Grunden er, at det ville være meget, meget dyrt at lave nye ledningsveje helt ud til de enkelte kunder. Netvirksomheden har pligt til at slutte den enkelte borger eller virksomhed til nettet - uanset, hvor man bor. Netselskaberne skal stille deres net til rådighed for de selskaber, der leverer el. Netvirksomhederne er pålagt, at de skal yde uvildig energirådgivning til forbrugerne og tage sig af op-

lysning om elsikkerhed og markedsforhold. Netvirksomhedernes priser er underlagt Energitilsynets regulering.

**Forsyningselskaber.** - Hvis man ikke vælger en ny leverandør af el til den del, der er i fri konkurrence, har forsyningspligtselskaberne i de forskellige geografiske områder pligt til at levere el. Forsyningspligtselskabernes priser skal godkendes af Energitilsynet.

**Transmissionsselskaberne** ejer og driver de store højspændingsledninger og kabler, der forbinder kraftværkerne med hinanden og sikrer, at el når ud til de enkelte selskaber, der sælger el. Transmissionsnettet forbinder også Danmark med nabolandene, fx Norge, Sverige og Tyskland. Vedligeholdelse og drift af transmissionsnettet bliver betalt af forbrugerne via regningen fra netvirksomheden. Priserne er underlagt Energitilsynets regulering - ligesom netvirksomhederne.

**Systemansvarlige selskaber.** Selv om der er udstrakt konkurrence, er der fortsat brug for at afstemme elforbruget med elproduktionen. Det er de systemansvarlige selskaber, der søger for denne balance - både på kort og på langt sigt. De to systemansvarlige selskaber i Danmark - Elkraft System øst for Storebælt og Eltra vest for Storebælt har også en del forpligtelser. Ifølge loven har de bl.a. pligt til at informere forbrugerne om elmarkedet. Udgifterne til de systemansvarliges opgaver bliver betalt af forbrugerne over regningen fra netvirksomhederne.

## **De kommercielle selskaber**

**Kraftværksselskaber.** - El i Danmark bliver hovedsageligt produceret af Danmarks to store kraftværkselskaber, Elsam Kraft og Energi E2, eller af uden-

landske elproducenter. Elsam Kraft og Energi E2 ejer og driver de større elproducerende anlæg og sælger el på engrosmarkedet i konkurrence med andre elproducenter i ind- og primært udland.

***El-handelsselskaber.*** - Hvis man skifter elleverandør, skifter man enten til et “rent” elhandelsselskab eller til en virksomhed, der har el i sortimentet sammen med mange andre varer. Det kan fx være et olieselskab eller en supermarkeds kæde. Disse selskaber køber el på engrosmarkedet og sælger den på detailmarkedet.

***De lokale elselskaber***

De lokale elselskaber har både en monopolopgave og er i konkurrence med andre elleverandører. De lokale elselskaber har monopol på ledningsnettet ud til forbrugerne og skal stille det til rådighed for andre, der sælger el på kommercielle vilkår. Derudover er de lokale elselskaber i konkurrence, når det gælder salg af el til kunderne. Her kan forbrugerne vælge det lokale elselskab fra og købe en del af deres el - nemlig “markeds-el” - hos en anden leverandør. Den miljøvenlige el skal man fortsat købe hos sit lokale elselskab. De to opgaver skal være forretningsmæssigt adskilt.

---

**INSTALLATIONER - ELFORSYNING OG FORDELING**

---



**Love og forskrifter**

## Indledning

For udførelsen af elektriske anlæg og installationer gælder en række love og forskrifter, der til enhver tid skal overholdes ved arbejder med og på disse områder.

De vigtigste bestemmelser er indeholdt i Stærkstrømsbekendtgørelsen Afsnit 6, der udgives af Sikkerhedsstyrelsen og som gælder for elektriske installationer.

Sikkerhedsstyrelsen udgiver også de øvrige dele af Stærkstrømsbekendtgørelsen, som indeholder sikkerhedsbestemmelser for elværkernes produktions- og distributionsanlæg samt bestemmelser for konstruktion af elektrisk materiel, herunder standarder.

I det følgende er angivet en række regelsæt fra andre myndigheder. Disse bestemmelser skal under udførelse af installationsarbejder også tilgodeses, således at installatøren i mange tilfælde er nødsaget til at have disse skrifter stående. Der er ud for hvert regelsæt angivet, hvem der har udgivet dem.

**Love og forskrifter**

## oversigt

**Stærkstrømsbekendtgørelsen (SB):**

Udgivet af Sikkerhedsstyrelsen/Elektricitetsrådet  
<http://www.sikkerhedsstyrelsen.dk>

**Fællesregulativet:**

Udgivet af Dansk Energi.

**Bygningsreglementet:**

Udgivet af Bygge- og Boligstyrelsen.

---

## INSTALLATIONER - LOVE OG FORSKRIFTER

---

Tekniske forskrifter for:

- Brandfarlige væsker.
- F-gas.
- Sprøjtemaling og lakering.
- Træbearbejdning og træoplag.
- Plastforarbejdning og plastoplag.
- Korn- og foderstofvirksomheder.
- Driftsmæssige forskrifter for skoler, hoteller, forsamlingslokaler, daginstitutioner, butikker m.v.:

Udgives af Statens Brandinspektion.

### **Udførelse af varslingsanlæg:**

Udgives af Statens Brandinspektion.

### **Sikkerhed i undervisningslaboratorier:**

Udgives af Statens Brandinspektion.

### **Belysnings- og alarmanlæg i køle- og fryserum:**

Udgives af Arbejdstilsynet.

### **Indretning af og arbejde i brønde og tunneler til fjernvarmeanlæg:**

Udgives af Arbejdstilsynet.

### **Spændingsfaldsudløsning for træbearbejdningsmaskiner:**

Udgives af Arbejdstilsynet.

### **Bekendtgørelse om elevatorer, hejseværker, rulletrapper, rullefortove m.m.:**

Udgives af Arbejdstilsynet.

---

**INSTALLATIONER - LOVE OG FORSKRIFTER**

---

**Sikkerhedsforanstaltninger ved udmugningsanlæg:**

Udgives af Arbejdstilsynet.

**Maskiner og maskinanlæg:**

Udgives af Arbejdstilsynet.

**Svagstrømsinstallationer:**

Udgives af Dansk Ingeniørforening.

**Beskyttelse mod lyn:**

Udgives af Ingeniørforening I Danmark.

Denne oversigt over supplerende regler for udførelse af elektriske anlæg og installationer må absolut ikke anses for at være komplet, men retningsgivende. Ved henvendelse til de respektive myndigheder vil katalogmateriale over udgivelserne kunne rekvireres, og en mere fyldestgørende oversigt opstilles.

**Stærkstrømbekendgørelsen  
afsnit 6 - del 1 - 3  
Gyldighed/definitioner/projektgrundlag**

Bestemmelserne gælder for elektriske installationer, såsom installationer hørende til:

- a) Boliger.
- b) Erhvervsjendomme.
- c) Offentlige ejendomme.
- d) Industrijendomme.
- e) Landbrugsejendomme og gartnerier.
- f) Præfabrikerede huse.
- g) Campingvogne, campingpladser og lignende.
- h) Byggepladser, udstillinger, markeder og andre midlertidige installationer.
- i) Marinaer (havne for sejl/motorbåde).

---

**INSTALLATIONER - LOVE OG FORSKRIFTER**

---

---

**INSTALLATIONER - LOVE OG FORSKRIFTER**


---

**FORMÅL**

SB6 kap. 12 12.1 Bestemmelserne indeholder regler for planlægning og udførelse af elektriske installationer med det formål at opnå sikkerhed og korrekt funktion i overensstemmelse med den tilsigtede anvendelse.

SB6 kap. 12 12.2 Kapitel 13 angiver de grundlæggende principper. Kapitlet indeholder ikke detaljerede tekniske bestemmelser, som kan være underkastet ændringer som følge af den tekniske udvikling.

SB6 kap. 12 12.3 Del 3 til 8 indeholder de tekniske bestemmelser, der skal opfyldes for at sikre, at elektriske installation er i overensstemmelse med de grundlæggende principper i kapitel 13.

---

**Struktur i SB6 - oversigt i bekendtgørelsen**


---

Del 1	3 kapitler	Gyldighedsområde, formål og grundlæggende principper IEC med CENELEC- og DK-ændringer
Del 2	1 kapitel	Definitioner og ordforklaringer IEC med CENELEC- og DK-ændringer
Del 3	6 kapitler	Projekteringsgrundlag IEC med CENELEC- og DK-ændringer
Del 4	9 kapitler	Beskyttelse af sikkerhedsgrunde IEC med CENELEC- og DK-ændringer
Del 5	6 kapitler	Valg og installation af materiel IEC med CENELEC- og DK-ændringer
Del 6	3 kapitler	Idriftsætning, drift og vedligeholdelse af installationer IEC med CENELEC- og DK-ændringer
Del 7	16 kapitler	Bestemmelser for særlige installationer eller områder IEC med CENELEC- og DK-ændringer
Del 8	17 kapitler	Andre særlige installationer end angivet i del 7 Særlige DK-bestemmelser

**Love og regler**

Det er nødvendigt at udarbejde ens regler for arbejder, som udføres på - eller nær ved elinstallationer. Det er forholdsvis let at arbejde ud fra ensartet regler, og i vores moderne tid er det nødvendigt at følge disse regler.

Opmærksomheden på sikkerhed for mennesker, som betjener eller udfører arbejder på elinstallationer, er blevet skærpet, og dermed er der kommet mere fokus på problematikken, at lave alt efter gældende regler.

---

**INSTALLATIONER - LOVE OG FORSKRIFTER**

---



<b>Idriftsættelse og eftersyn</b>	<b>SB6 - Idriftsætning, drift og vedligeholdelse af installationer -del 6</b>
	Der skal iflg. SB6 kapitel 61 foretages eftersyn og afprøvning før idriftsætning af:
	<ul style="list-style-type: none"><li>- Nye installationer.</li><li>- Udvidelse eller ændring af eksisterende installationer.</li></ul>
	Ved afslutningen af eftersynet og afprøvningen skal der udarbejdes en rapport.
<b>Eftersyn, SB 611</b>	Dette skal sikre, at fast installeret, elektrisk materiel:
	<ul style="list-style-type: none"><li>- Opfylder sikkerhedskrav i de pågældende materielstandarder,</li><li>- Overholder installationsbestemmelser og fabrikantanvisninger,</li><li>- Er uden synlige beskadigelser, der kan forringe sikkerheden.</li></ul>
	Eftersynet skal foretages inden afprøvningen. Eftersynet skal normalt foretages med installationen i spændingsløs tilstand. Afprøvningen kan foretages i forbindelse med udførelsen.
	Efterfølgende checkskema kan ved en del af punkterne checkes før eller under installationens udførelse.

---

**INSTALLATIONER - IDRIFTSÆTTELSE OG EFTERSYN**


---

**611 Eftersyn****Skema**

	Dato	Init
Beskyttelse mod elektrisk stød (412.2-412.3-412.4-413.3, 471 og 481)		
Tilstedeværelse af brandsikre lukninger og andre forholdsregler mod brandspredning samt beskyttelse mod termiske påvirkninger (kap. 42 og 43 samt 482 og 527)		
Valg af ledere efter strømværdi og spændingsfald (523)		
Valg af indstilling af beskyttelse- og overvågningsudstyr (kap. 53)		
Tilstedeværelse og korrekt placering af egnet materiel til adskillelse og afbrydning (kap. 46 og 537)		
Valg af materiel og beskyttelsesmetoder svarende til de ydre forhold (482, 512.2 og 522)		
Identifikation af beskyttelses- og nulleder (514.3)		
Tilstedeværelse af diagrammer, advarselsskilte og lignende information.(514.5)		
Identifikation af strømkredse, sikringer, afbrydere, klemmer osv. (514)		
Udførelse af ledernes forbindelser (526)		
Tilgængelighed af hensyn til nem betjening, identifikation og vedligeholdelse.		

---

**INSTALLATIONER - IDRIFTSÆTTELSE OG EFTERSYN**


---

**Afprøvning af installation**

Denne skal sikre at fast installeret materiel:

- opfylder sikkerhedskrav i installationsbestemmelserne,
- fungerer korrekt i overensstemmelse med tilsigtet funktion.

Afprøvningen skal foretages inden idriftsætningen og efter eftersynet.

Efterfølgende checkskema kan ved en del af punkterne checkes under installationens udførelse.

**612 Afprøvning:**

Skema.

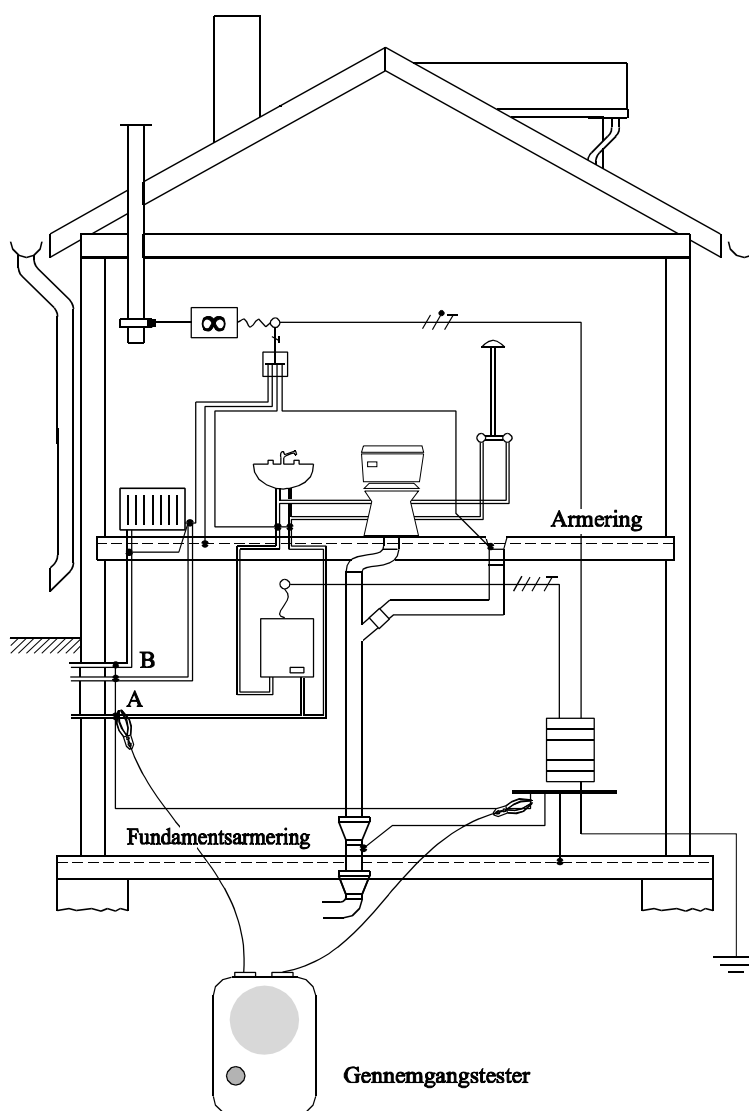
	Dato	Init.
Beskyttelseslederens samt hovedudligningsforbindelsers og supplerende udligningsforbindelsers gennemgående elektriske forbindelse. (612.2)		
Installationens isolationsmodstand. (612.3)		
Beskyttelse ved adskillelse af strømkredse, hvor der er anvendt SELV eller PELV eller beskyttelse ved separat strømkreds. (612-4)		
Gulve og vægges modstand. (Kun aktuel i særlige tilfælde (612-5))		
Automatisk afbrydelse af forsyning. (612.6)		
Polaritetsprøve. (612.7)		
Spændingsprøve. (612.8)		
Funktionsprøve. (612.9)		
Spændingsfald. (612.10) (Under overvejelse)		

## Afprøvningsmetoder, SB6 612.2

Afprøvning af gennemgående, elektriske forbindelser i beskyttelsesledere, hovedudligningsforbindelser og supplerende udligningsforbindelser.

Afprøvningen kan udføres ved gennemrigning eller lignende.

Det anbefales, at prøven udføres med en forsyning, der har en tomgangsspænding på 4 til 24 V jævn- eller vekselspænding og med en strøm på mindst 0,2 A.



## Installationens isolationsmodstand SB6 612.3

### Installationens isolationsmodstand.

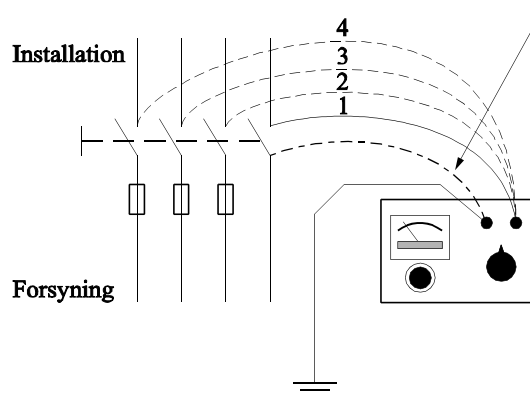
#### Isolationsmåling

Generel metode:

Måling mellem hver spændingsførende leder og jord.

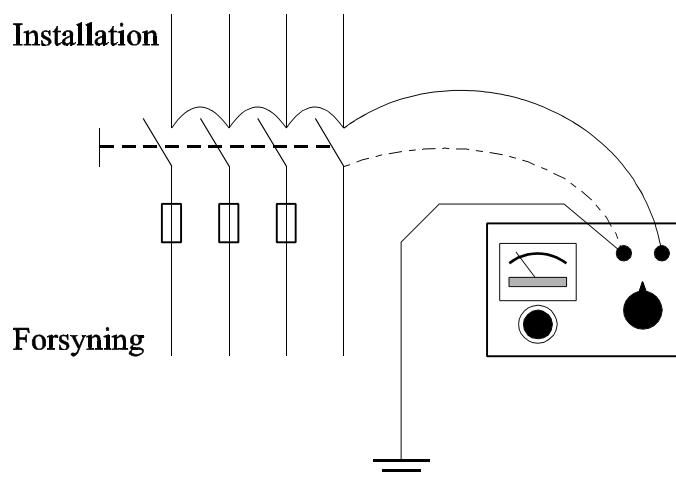
Måling til jordelektrode.

Kan anvendes, hvor der ikke er fremført beskyttelsesleder.  
Kan anvendes i TN-C systemer (PEN-lederen betragtes som jord).



#### Isolationsmåling

Samlet måling, skal anvendes, hvor der indgår elektronisk udstyr i strømkredsen.



---

**INSTALLATIONER - IDRIFTSÆTTELSE OG EFTERSYN**


---

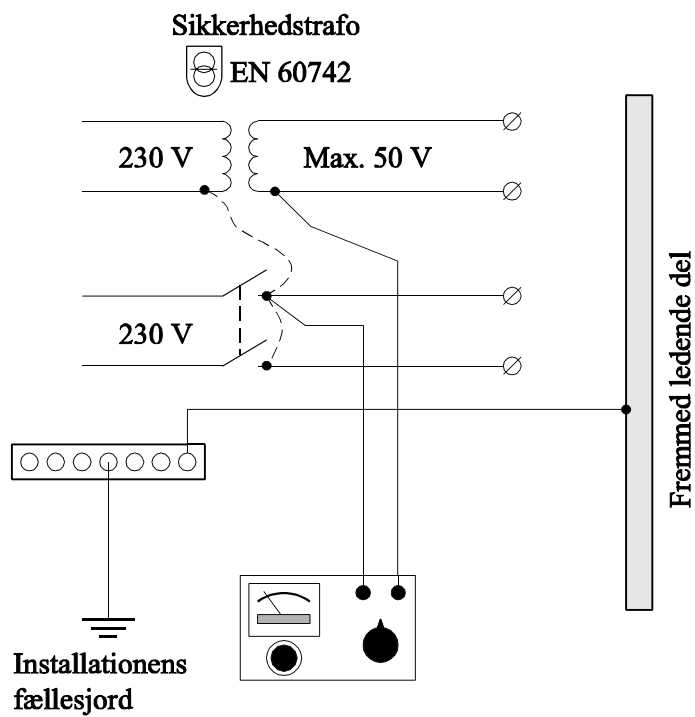
Fase og nulleder kan være forbundet under prøven.  
 NB! Brugsgenstande bør være frakoblet under prøven, pas især på elektronisk materiel f.eks. TV, styrings- og reguleringsmateriel, dæmpere o.lign.

**Tabel 61 A SB6 kap. 61**

MINDSTEVÆRDIER FOR ISOLATIONSMODSTAND			
Række	Strømkredsens nominelle spænding (V)	Prøve-spænding jævnspænding (V)	Isolationsmodstand (MΩ)
1	SELV og PELV	250	0,25
2	Til og med 500 V med undtagelse af ovennævnte tilfælde	500	0,5
3	Over 500 V	1000	1,0

**Isolationsmåling på SELV**

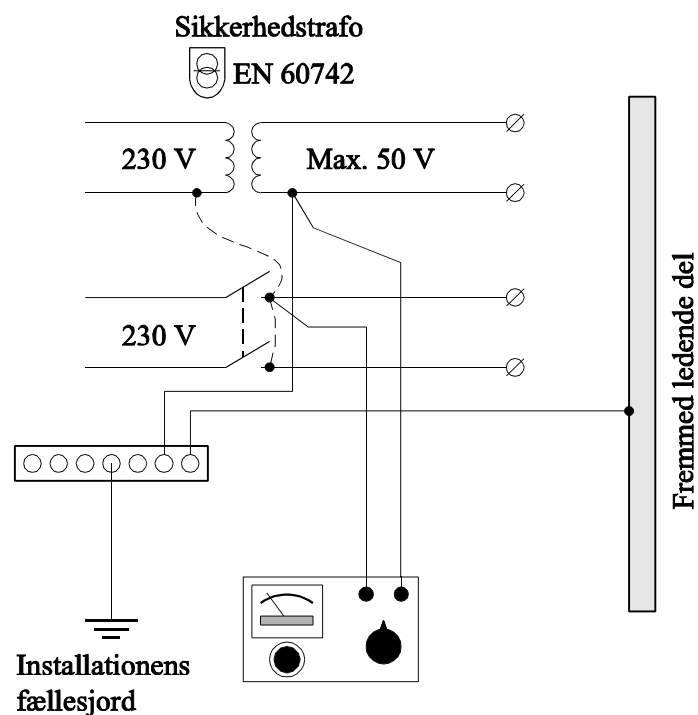
Isolationsmåling mellem SELV strømkredsen og andre strømkredse. - Prøvespænding og overgangsmodstand: Tabel række 1.



**Isolationsmåling på PELV**

Isolationsmåling mellem PELV strømkredsen og andre strømkredse.

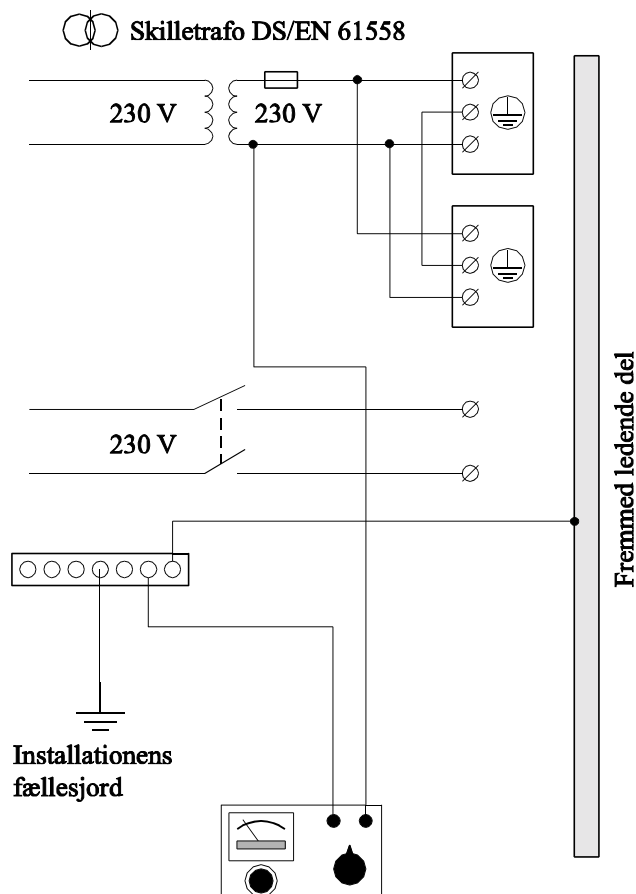
Prøvespænding og overgangsmodstand: Tabel 61A, række 1.





**Isolationsmåling på separat strømkreds**

Isoleringsmåling mellem separat strømkreds og jord.  
Prøvespænding og overgangsmodstand: Tabel 61 A, række 2.





**Verifikation af beskyttelsessystemer SB6 612.6**

Verifikation af betingelserne for beskyttelse ved automatisk afbrydelse af forsyningen.

Effektiviteten af foranstaltningerne til beskyttelse mod indirekte berøring ved automatisk afbrydelse af forsyningen skal verificeres som angivet i det følgende.

***For TN-systemer***

1. Måling af impedansen i fejlsøjfen.  
Målingen er ikke nødvendig, når der foreligger beregninger af fejlsøjfeimpedansen eller modstanden i beskyttelseslederne, altså når længde og tværsnit kan verificeres. I disse tilfælde er det tilstrækkeligt at kontrollere den gennemgående elektriske forbindelse i beskyttelseslederne (612.2).
2. Verifikation af det tilhørende beskyttelsesudstyrs karakteristikker (dvs. ved eftersyn af de indstillede udløsestrømme for maksimalafbrydere og mærkestrømme for sikringer og også ved afprøvning af fejlstrømsafbrydere).

***For TT-systemer***

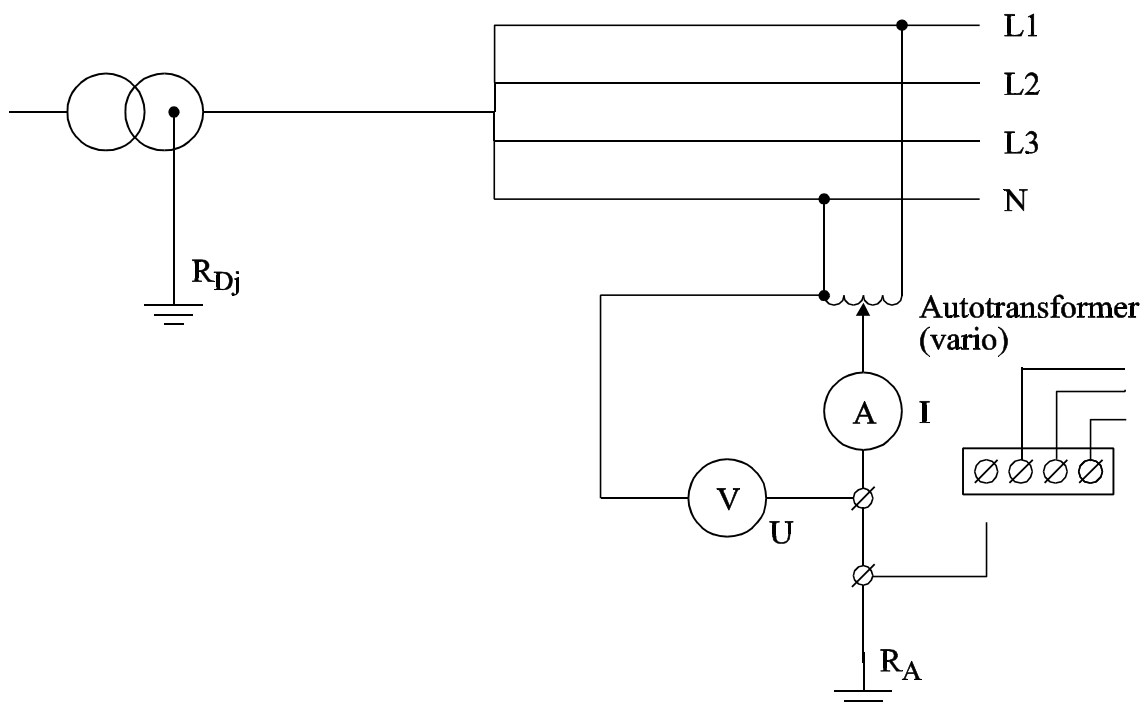
1. Måling af overgangsmodstanden for jordelektroden til de udsatte dele i installationen (612.6.2).
2. Verifikation af det tilhørende beskyttelsesudstyrs karakteristikker. Denne verifikation skal udføres:
  - for fejlstrømsafbrydere; ved eftersyn og afprøvning.
  - for overstrømsbeskyttelsesudstyr; ved eftersyn ( indstillede udløsestrømme for maksimalafbrydere og mærkestrømme for sikringer):
  - for beskyttelsesledere; ved kontrol af deres gennemgående, elektriske forbindelse.
  - For fejlspændingsafbrydere er der ikke anført særlige metoder (se skitser).

### Jordelektrodens overgangsmodstand, måling

[[ SB bilag C ]] angiver en ret nøjagtig metode, det kraftigt må anbefales at anvende, når der er tale om små overgangsmodstande (nogle få ohm).

Ved større overgangsmodstande (over 50 ohm) kan man klare sig med "sløjfemodstandsmetoden" (uden hjælpeelektrode) ved hjælp af en autotransformer, et voltmeter og et amperemeter.

Denne metode er ret nøjagtig, og kan anbefales, når der er tale om små modstande.



$$R_A < R_A + R_{Dj} + R_{ledn} \approx \frac{U}{I}$$

Her er der set bort fra det absolutte spændingsfald i nullederen frem til målestedet.

Målespændingen U må ikke overstige den højst tilladte berøringspænding  $U_L$  [[ 212.4 ]] der normalt er 50 V, men som kan være mindre på grund af forholdene på stedet.

**Måling af  
fejlsøjfeimpedansen**

[[ SB bilag D ]] angiver et par metoder til måling af fejlsøjfeimpedansen, der skal opfylde kravene i [[SB 413.1.3.3 ]] for TN-systemer og [[ SB 413.1.5.6 ]] for IT-systemer.

Målinger, der skal foretages med samme frekvens som den aktuelle strømkreds nominelle frekvens, giver et forvrænget billede af fejlsøjfeimpedansen, hvis de mulige fejlstrømme har et stort indhold af overtoner (er stærkt forvrængede).

**Verifikation af fejlstrøms-  
afbryderes funktion**

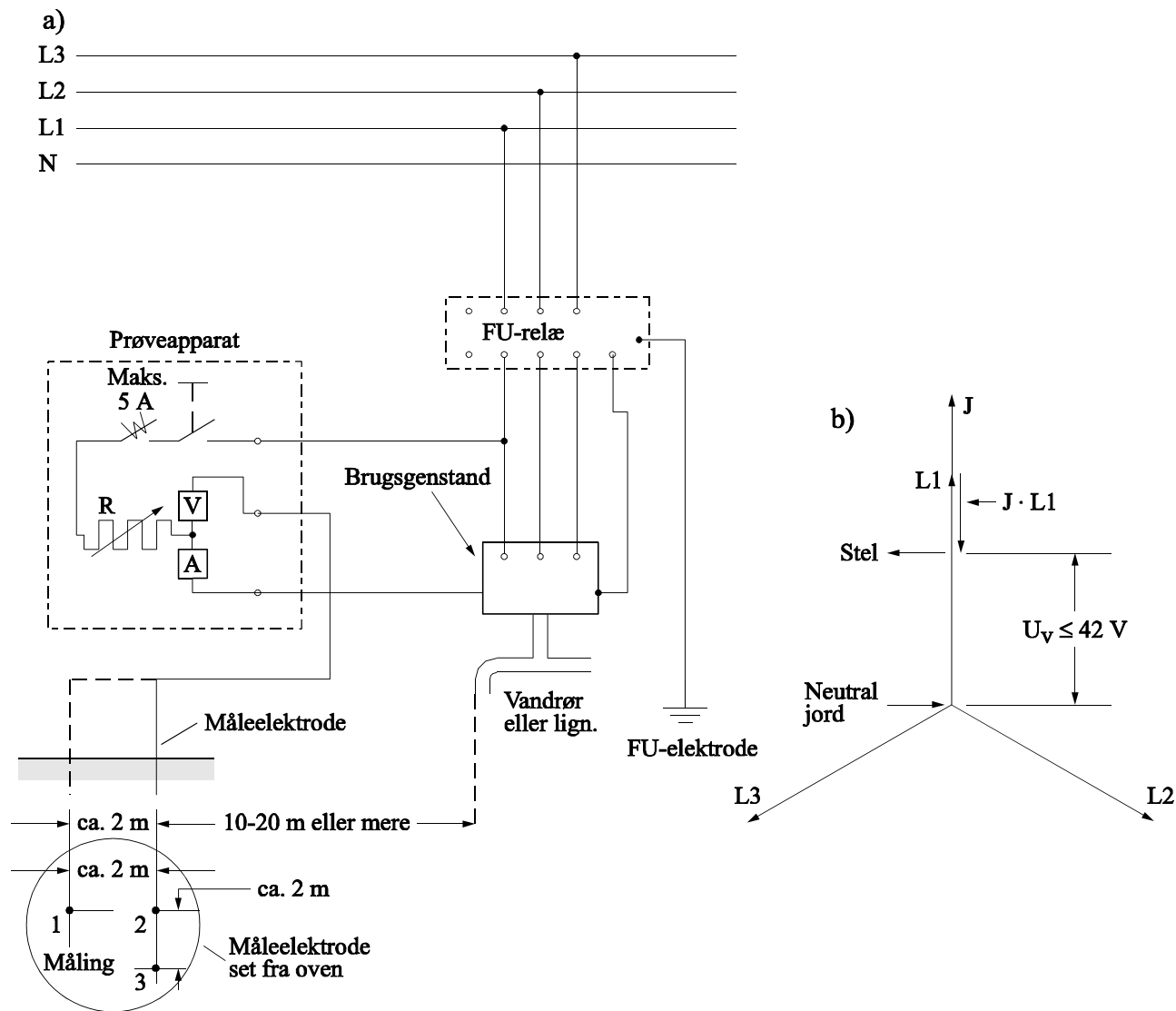
Eksempler på metoder til verifikation af fejlstrømsafbryderes funktion er angivet i [[ SB bilag B ]].

**Verifikation af fejlspændings-  
afbryderes funktion**

Stærkstrømsbekendtgørelsen angiver ikke regler for eller eksempler på verifikation af fejlspændingsafbryderes funktion. Hvis der er anvendt fejlspændingsafbryder i installationen, kan følgende måle- og beregningsmetoder anvendes.

**Verifikation af fejlspændingsafbryderes funktion**

Afprøvning af automatisk afbrydelse af forsyningen i Måling til neutral jord.

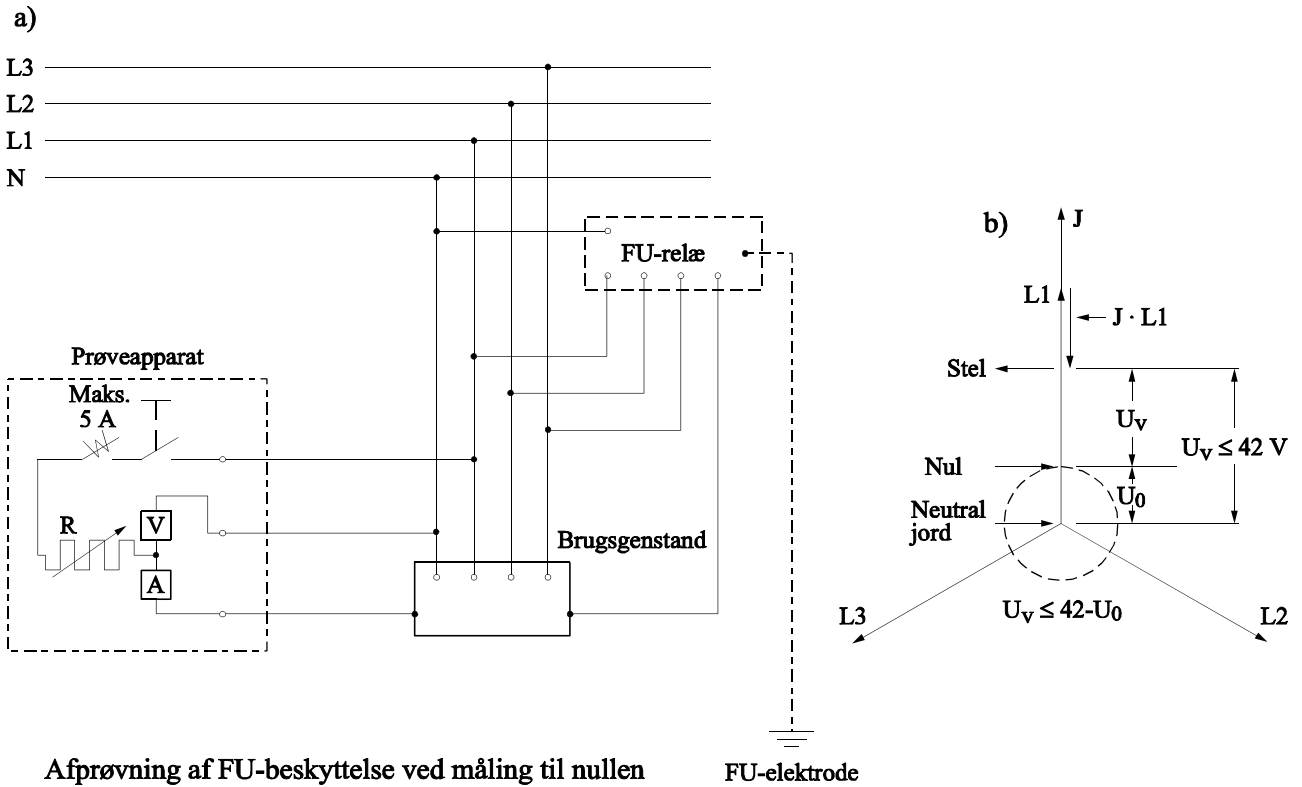


Afprøvning af FU-beskyttelse ved måling til neutral jord

a) tilslutning af prøveapparat

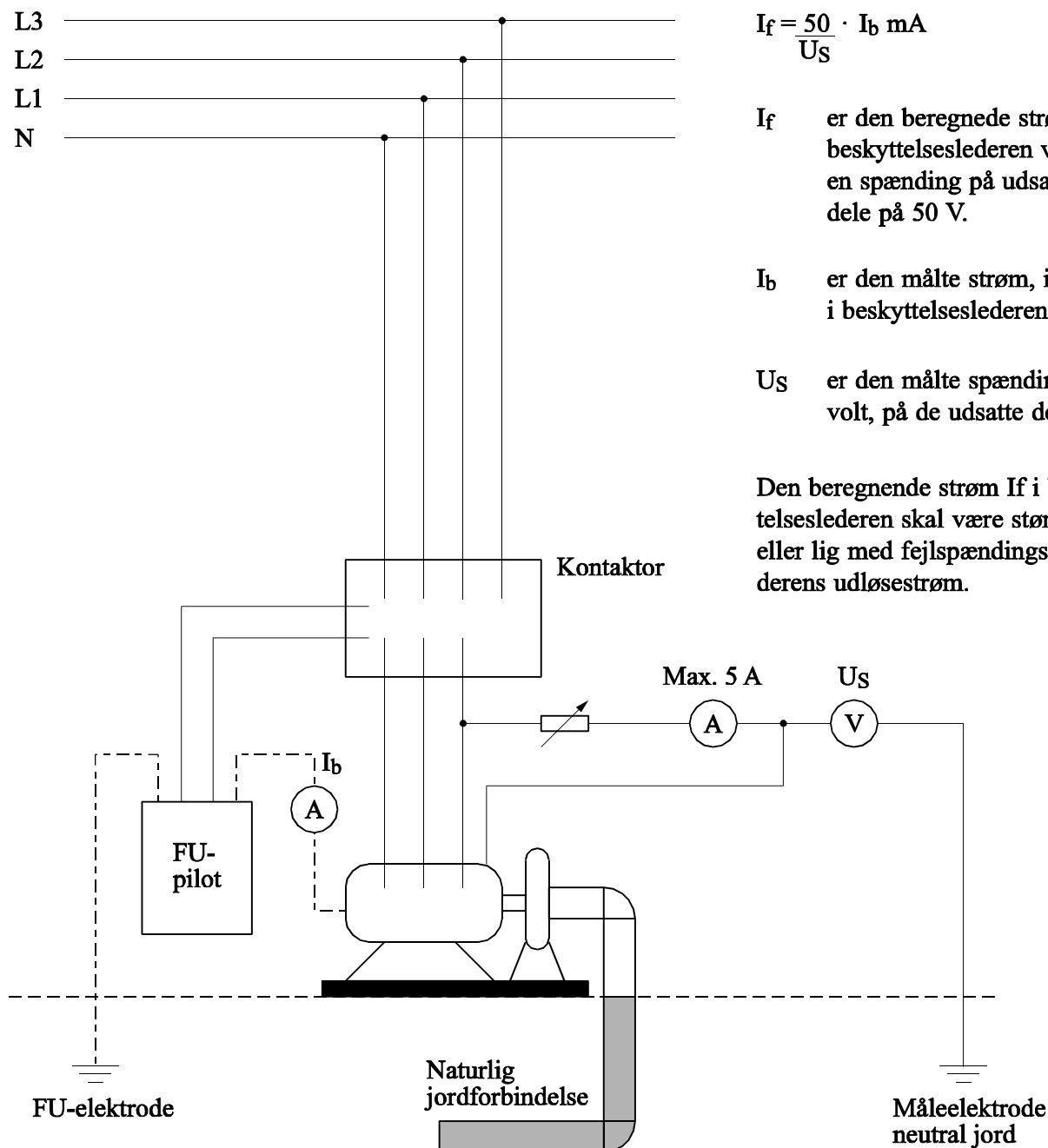
b) spændingsdiagram

Måling til nullederen



**Særlige tilfælde.  
Kontrol ved måling og  
beregning**

Anvendes, hvis normal kontrol ikke kan gennemføres på grund af materiellets naturlige jordforbindelse.





**Kontrol af polaritet  
SB6 612.7**

Kontrol af polaritet udføres for at kontrollere, at afbryderen er placeret i faselederen.

**Spændingsprøve  
SB6 612.8**

Spændingsprøve skal udføres på ikke-typeprøvet materiel, der er fremstillet på stedet. Dette gælder fx materiel af klasse I, der i forbindelse med installationen har fået en beskyttende isolering - og dermed kommer til at svare til klasse II materiel (SB 413.2.1.2)

**Funktionsprøver  
SB6 612.9**

Skal sikre, at sammenbygninger (tavler), motorer, styringer og tvangskoblinger er rigtigt monteret, indstillet og installeret i overensstemmelse med installationsbestemmelserne.

Beskyttelsesudstyr skal kun funktionsprøves, hvis det er nødvendigt for at kontrollere korrekt indstilling og installering.

---

**INSTALLATIONER - IDRIFTSÆTTELSE OG EFTERSYN**

---

## **El-sikkerhed generelt**

Der er kommet større krav til dokumentation af el-arbejde samt ny EL- installatør lov med tilsyn, der bevirker ændrede krav til kendskabet til Stærkstrømbekendtgørelsen.

Firmaer skal implementere den skriftlige dokumentationsmetode, SKS (SikkerhedsKvalitetsStyringsssystem). SKS betyder mere kontrol med de ansattes arbejdsområder og gør det ikke muligt for medarbejderne at sige:

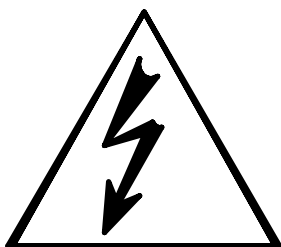
**"vi gør, som vi plejer"**

Under dette system vil kontrollen med sikkerheden for ansatte blive kraftigt skærpet.

## **L-AUS/AUS**



AUS omtale (Stærkstrømsbekendtgørelsen afsnit 5)



L-AUS omtale (Stærkstrømsbekendtgørelsen afsnit 6)

I stærkstrømbekendtgørelsen Afsnit 5 & 6 omtales disse begreber under sikkerhed ved arbejde på el-anlæg under spænding.

L-AUS står for arbejde under lavspænding (L-AUS) og AUS står for arbejde under højspænding.

Firmaer skal sørge for, at medarbejderne er ajourført med disse begreber , og det er nævnt i bestemmelserne i SB, at der skal være årlige ajourføringskurser for de ansatte , som kan komme ud for disse arbejdstyper.

**AUS**

**SB** - Afsnit 5 indeholder de bestemmelser, der gælder for drift af elforsyningsanlæg og for de opgaver, der forekommer i forbindelse med drift af elforsyningsanlæg, herunder standardopgaver og arbejdsopgaver.

Elforsyningsanlæg er anlæg til produktion, transmission og distribution af elektricitet. Sådanne omfatter to hovedtyper af anlæg, henholdsvis

- Stationsanlæg, herunder generator-, transformer-, omformer-, reaktor-, kondensator-, fasekompenserings- og koblingsanlæg med dertil hørende styre-, måle-, beskyttelses- og reguleringsudstyr,
- Ledningsanlæg, herunder luftlednings- og kabelanlæg med dertil hørende strækningsafbrydere, overspændingsafledere, sikringer samt kabelskabe og kasser.

**L-AUS**

**L-AUS** betyder som nævnt arbejde under spænding på lavspændingsanlæg.

I SB afsnit 6, kapitel 63 gennemgås

**ARBEJDE PÅ ELLER NÆR VED  
ELEKTRISKE INSTALLATIONER**

Bestemmelserne i dette kapitel er baseret på bestemmelserne i standarden EN 50110-1:

“Operation of electrical installations”.

**Personale, organisation  
og kommunikation ved AUS  
og L-AUS**

**Sagkyndig person**

**SB afsnit 5 kap. 3.2.1.**

Person med relevant uddannelse og erfaring, som sætter ham eller hende i stand til at bemærke risici og at undgå farer, som elektricitet kan medføre.

**Instrueret person****SB afsnit 5 kap. 3.2**

Person, der af en sagkyndig person er tilstrækkeligt informeret eller overvåget, så han eller hun er i stand til at bemærke risici og at undgå de farer, som elektricitet kan medføre.

**Lægmand****SB afsnit 5 kap. 3.2.3**

Person, der hverken er sagkyndig eller instrueret.

**Gyldighedsområde - L-AUS**  
SB6 kap. 63

Bestemmelserne i SB6 kap. 63 gælder for al drift af elektriske anlæg og alt elektrisk arbejde. Bestemmelserne omfatter dermed alle arbejder på - eller nær ved - elektriske installationer.

Disse installationer kan fx være:

- Permanente faste fabriks- eller kontorinstallationer,
- Midlertidige installationer på byggepladser
- Flytbare installationer, enten under spænding eller spændingsløse.

Bestemmelserne gælder ikke for lægmands anvendelse af installationer og materiel, forudsat at installationerne og materiellet er konstrueret og installeret til brug for lægmand og opfylder gældende standarder.

Der findes tre arbejdsmetoder for arbejde på installationer:

- Spændingsløst arbejde (SB afsnit 6 kapitel 63-636)
- Arbejde under spænding (SB afsnit 6 kapitel 63-637)
- Arbejde nær ved spænding (SB afsnit 6 kapitel 63-638)

Før der udføres aktiviteter på, med eller nær ved installationer, skal den elektriske risiko vurderes. Denne vurdering skal nærmere angive, hvordan aktiviteten kan gennemføres sikkert.

Under udførelse af arbejde på eller nær ved installationer skal der udvises påpasselighed for at afværge, at disse udsættes for overlast.

Hvis en installation ikke straks kan blive bragt fuldstændig i orden, skal den ansvarlige person for arbejdet drage omsorg for, at konstaterede mangler inden for den del af installationen, som berøres af arbejdet, ikke medfører nærliggende fare for personer, husdyr eller ejendom.

**Sikkerhedsforanstaltninger ved arbejde på installationer og tavler under spænding (L-AUS).**

Ved arbejde på tavleanlæg under spænding, der udføres af én person, skal der altid findes en anden person så nær ved arbejdspladsen, at den pågældende efter behov hurtigt kan gribe ind. Denne person skal instrueres om, hvordan der bedst muligt kan gribes ind. De pågældende personer skal instrueres i L-AUS bestemmelserne mindst én gang om året.

Følgende arbejder tillades udført af én person, uden at der er en anden person til stede:

- Fejlsøgning, justering og måling, hvortil spænding er nødvendig.
- Opsætning og udskiftning af målere, hvor klemmerne er beskyttet af overstrømsbeskyttelsesudstyr med en mærkestrøm på højst 63 A.
- Arbejde i arbejdsområder, hvor alle spændingsførende dele er beskyttet af overstrømsbeskyttelsesudstyr med en mærkestrøm på højst 63 A.

For elektrisk materiel på maskiner henvises i stedet til Stærkstrømsbekendtgørelsens afsnit 204-1 (EN 60204-1), idet dog SB afsnit 6 kap. 63 skal følges ved arbejde på sådant materiel.

## **Stærkstrømbekendtgørelsen afsnit 6 DEL 3**

### **Projekteringsgrundlag**

Inden et installationsarbejde påbegyndes, er det vigtigt at få arbejdet planlagt og projekteret. Grundlaget herfor er angivet i Stærkstrømbekendtgørelsen afsnit 6 (SB6) del 3, Projekteringsgrundlag.

Det angives her, at for at kunne udforme en økonomisk og pålidelig installation er det nødvendigt at fastlægge den maksimale belastning i installationen. Det betyder, at man, ud fra en skitse eller sit kendskab til installationen, opgør samtlige tilsluttede belastningers forbrug, og dette gøres lettest ved at angive forbruget i kVA (kilo Volt Ampere).

### **Projekteringsgrundlag**

Følgende skal fastlægges i overensstemmelse med de angivne kapitler:

- Installationens anvendelse, opbygning og forsyning, kapitel SB afsnit 6 kapitel 31.
- Ydre forhold, SB afsnit 6 kapitel 32
- Materiellets indbyrdes tilpasning, SB afsnit 6 kapitel 33
- Vedligeholdelse, SB afsnit 6 kapitel 34.

Disse forhold skal indgå i vurderingen ved valg af beskyttelsesmetoder (se del 4) og ved valg og installation af materiellet (se del 5).

### **Materiel SB6 del 5**

Dette kapitel omhandler valget af materiel og dets installation. Det skal sikre, at kravene til beskyttelse af sikkerhedsgrunde er opfyldt, at installationen kan fungere som tilsigtet, og at materiellet kan modstå de påvirkninger og ydre forhold, det kan blive udsat for. Alt materiel skal vælges og installeres således, at det opfylder bestemmelserne angivet i dette kapitel og de relevante bestemmelser i andre kapitler.

**Idriftsættelse af  
installationen**

SB6 kapitel 6

Alle installationer skal i forbindelse med udførelsen og/eller efter færdiggørelsen, før de sættes i drift, efterses og afprøves for at sikre, i den udstrækning det er muligt, at de overholder nærværende installationsbestemmelser. Se kapitel 61 med overskriften “*Eftersyn og afprøvning før idriftsætning*”.

**Beskyttelsesudstyr og  
systemer SB 6 kap. 41-46**

SB6 kap. 41 og 42 til 46 indeholder de grundlæggende bestemmelser for beskyttelse af personer, husdyr og ejendom.

**Beskyttelse mod berøring**

*BDB og BIB:*

I enhver installation skal der beskyttes mod skadelig virkning af strømmen, overfor personer, husdyr og ejendom. De nærmere regler herom fremgår af SB 6 del 4.

Der skelnes mellem

"Beskyttelse mod direkte berøring (BDB)" og  
"Beskyttelse mod indirekte berøring (BIB)".

*BDB:*

Ved direkte berøring forstås, at der er direkte berøring med elførende dele. Dette beskyttes der mod ved isolering, barrierer eller kapslinger.

*BIB:*

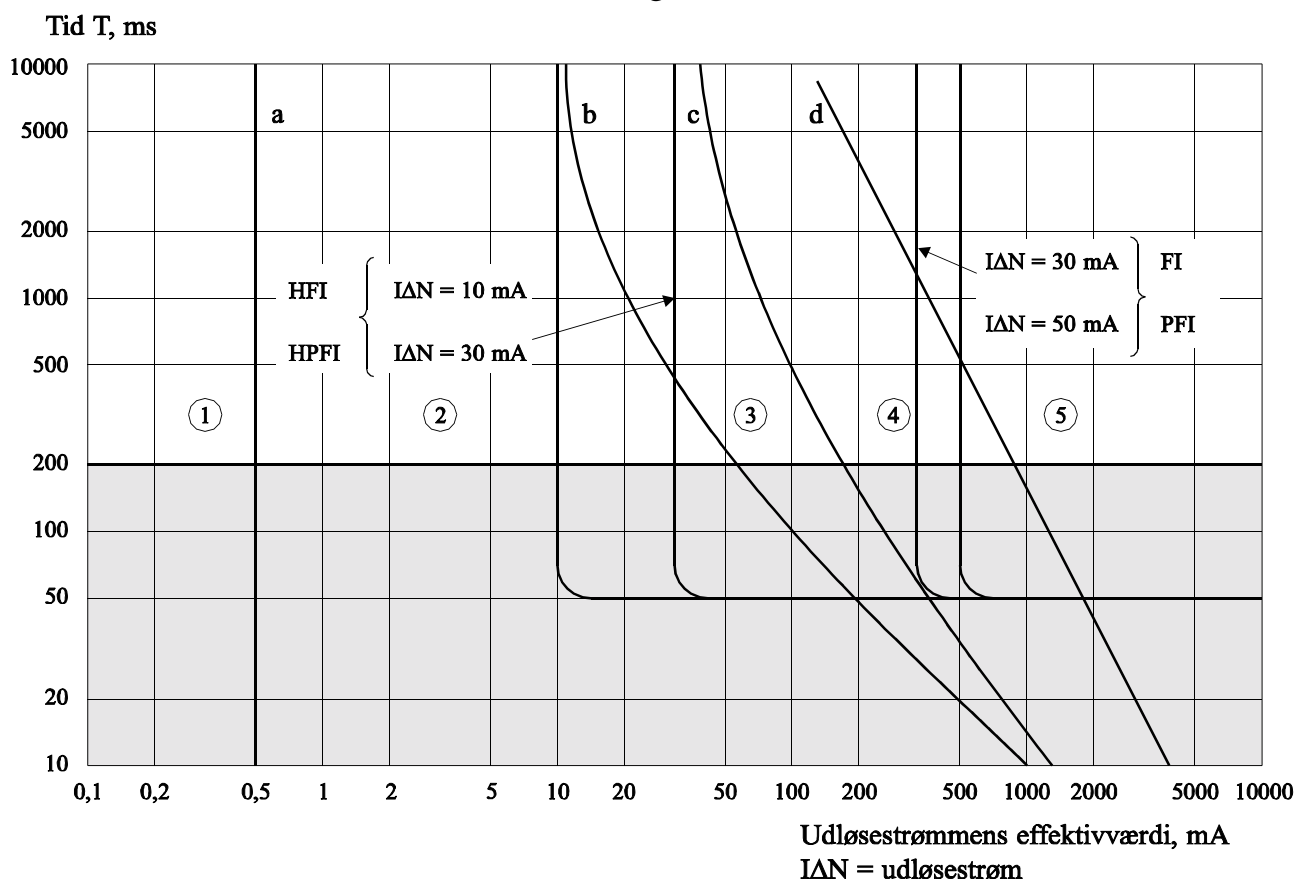
Ved indirekte berøring forstås, at man ved berøring af dele, som normalt ikke fører strøm, kan blive udsat for elektrisk stød på grund af, at der fra elektrisk ledende dele er opstået en afledning til stel. Ved beskyttelse mod indirekte berøring skal beskyttelsen sørge for, at berøringsspændingen på 50 V AC, 120 V DC eller derover afbrydes, inden der er gået så lang tid, at fejlstrømmen kan medføre risiko for en person. For husdyrhold er den tilladte varige berøringsspænding 25 VAC, 60 VDC.



Udløsertiden skal være inden for 300 msek. Fejlstrømsafbrydere, der fremstilles i dag, udkobler væsentlig hurtigere.

**Beskyttelse med fejlstrømsafbrydere generelt**

Virningen, når en person får elektrisk strøm gennem sig, er afhængig af en række faktorer, som strømstyrken, strømarten, frekvens, modstand i kroppen, hvilke organer strømmen passerer samt tiden. HFI (HPFI)-afbryderen er udført således, at den udløses før en person udsættes for en livsfarlig fejlstrøm. Dette gør et FI (PFI) relæ ikke. Det vil koble den fejlrante strømkreds ud, men går hele fejlstrømmen gennem en person ydes der ingen personbeskyttelse, se fig.



- Zone 1. Sædvanlig ingen reaktion
- Zone 2. Sædvanlig ingen farlig patofysiologisk virkning.

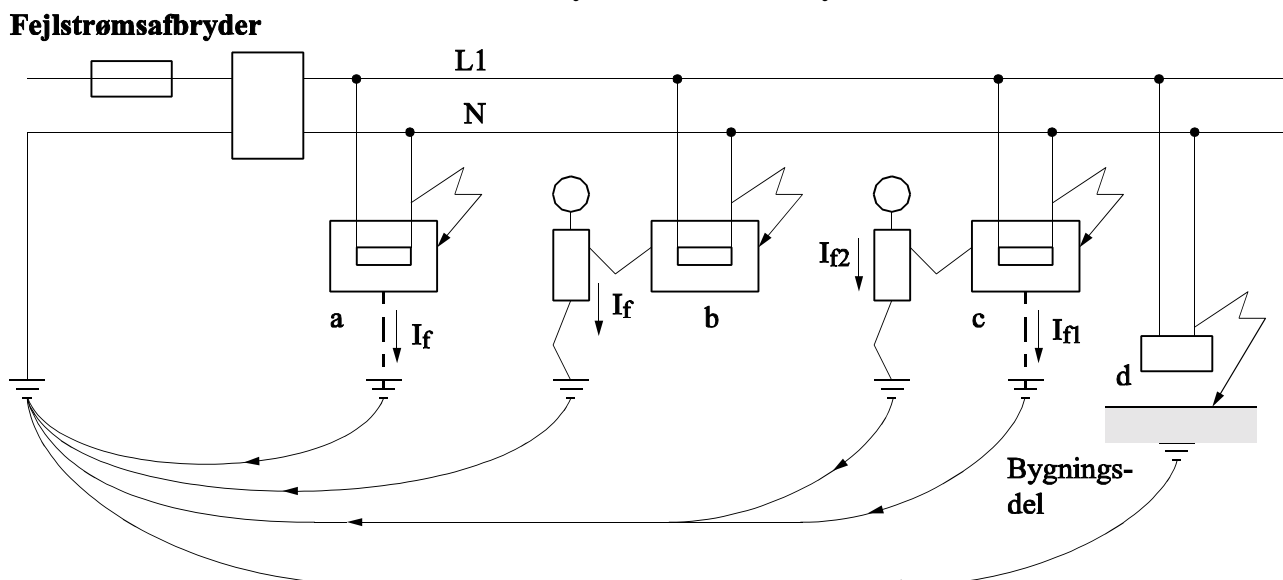
---

**INSTALLATIONER - PROJEKTERING**


---

- Zone 3. Sædvanligvis ingen fare for hjertekammerflimmer.
- Zone 4. Mulighed for hjertekammerflimmer (op til 50 % sandsynlighed).
- Zone 5. Fare for hjertekammerflimmer (mere end 50 % sandsynlighed).

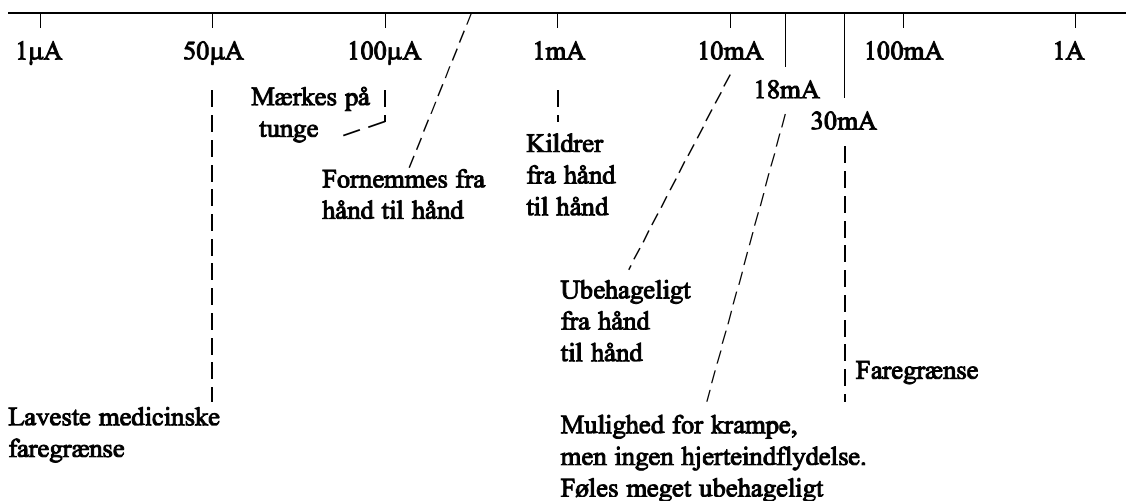
Figuren herunder viser forskellige måder, som fejlstrømmen ledes til jord på, og derved får fejlstrømsafbryderen til at afbryde.



Bemærk, at udkobling af fejlstrømsafbryderen afhænger af fejlstrømmens størrelse. Derfor vil kun en HFI- eller HPFI-afbryder kunne afbryde i de situationer, som er vist i figur b og d. Bl.a. derfor er der krav om anvendelse af HPFI-afbryder i boliger.

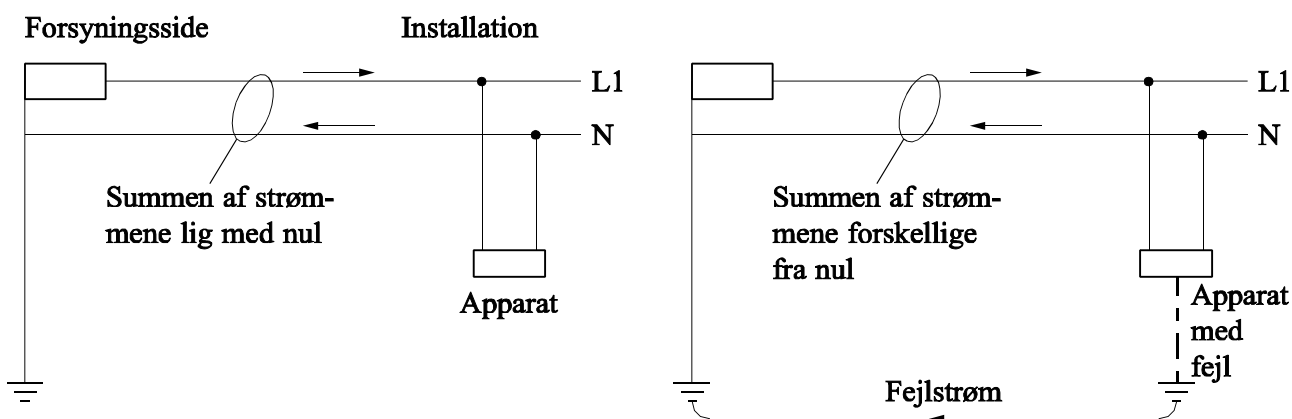
Figuren herunder viser, hvordan strømmen føles ved forskellige værdier.

INSTALLATIONER - PROJEKTERING



**Fejlstrømsafbryderens virkemåde**

Figuren her under viser princippet i en fejlfri installation og i en fejlramt installation.



Fejlstrømsafbryderen registrerer forskellen mellem strømmene, der går ud i installationen og dem, der kommer tilbage. Tabes der noget ved en afledning, hvorved ikke al strømmen kommer tilbage gennem ledningen, registreres det af fejlstrømsafbryderen, som derved afbryder for forsyningen til den fejlramte installation.

En FI (PFI) installation afbryder ved en max. afledningsstrøm på 0,3 A. En HFI (HPFI) installation afbryder ved en max. afledningsstrøm på 30 mA.

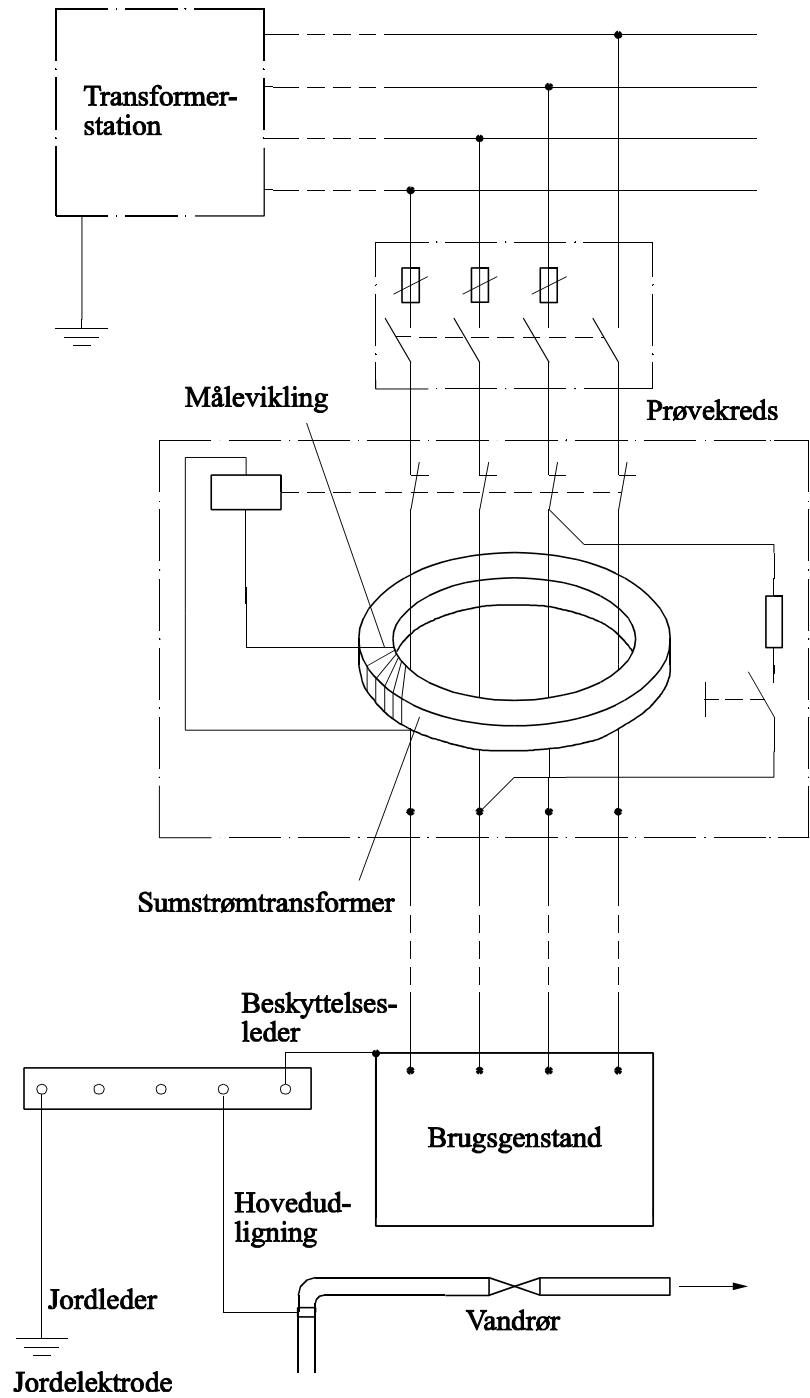
**FI-afbryder**

FI-afbryder indeholder en sumstrømstransformer. I gennem denne føres samtlige el-førende ledere til det eller de installationsafsnit, der skal ekstrabeskyttes. Sumstrømstransformeren måler summen af strømmene i disse ledere. Ved en installation uden afledning vil disses sum være lig med nul, men ved en afledning til jord efter sumstrømstransformeren vil summen af strømmene blive forskellig fra nul, hvorved der vil gå en strøm i transformeren sekundærvikling.

Sekundærviklingen er tilsluttet afbryderens udløseanordning.

Overstiger fejlstrømmen en vis værdi, der svarer til, at spændingen mellem brugsgenstandenes stel og jord ikke overstiger 50 V, vil strømmen i transformeren sekundærvikling forårsage udkobling af den i afbryderen indbyggede afbryder, hvorved installationen gøres spændingsløs.

INSTALLATIONER - PROJEKTERING



### Prøvekreds på fejlstrømsafbryder

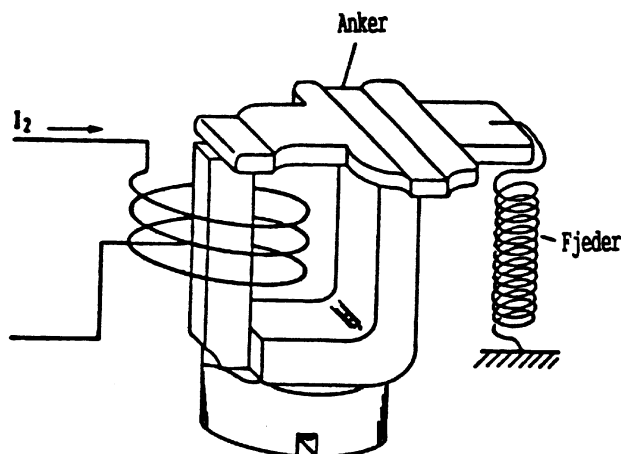
For afbrydere eller afbrydningsprincippet skal det sikres, at betjeningen af afbryderens prøveknop bringer afbryderen til udløsning.

Brugeren må vejledes i at bruge prøveknappen, som bør betjenes mindst een gang om året. Det er i dag en god ide at afprøve HPFI-afbryderen 2 gange om året, ved sommertids start og ophør (der skal man alligevel justere sine elektriske ure).

### HFI-afbryder

HFI-afbrydere, dvs. højfølsomme FI-afbrydere, er principielt fremstillet på samme måde, men HFI-afbryderen har en væsentlig mindre udløsestrøm (normalt 30 mA).

HFI-afbryderen arbejder efter det princip, der er vist i figuren herunder. Den inducerede strøm  $I_2$  fra måleviklingen fjerner det permanente felt i den magnet, som holder ankeret, hvorved fjederen trækker ankeret, som så påvirker udløseanordningen, hvorved installationen gøres spændingsløs.



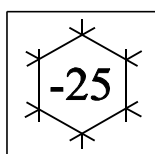
## Fejlstrømsafbryderens anvendelse

Fejlstrømsafbryderen anvendes til beskyttelse mod indirekte berøring i installationen. De fås som 2- og 4-polede afbrydere. Man kan således dele installationen op i flere afsnit, med hver sin fejlstrømsafbryder.

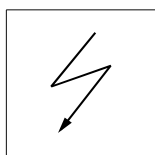
Fejlstrømsafbryderen leveres i flere typer:

Som standard FI 0,3 A (0,3 A) + 10 °C - + 30 °C

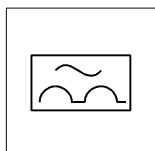
Standard HFI 30 mA (10 mA) + 10 °C - + 30 °C



Frostsikre FI og HFI ned til -25°. Disse er mærket (se fig.), og må især anbefales at anvende på byggestrømstavler.



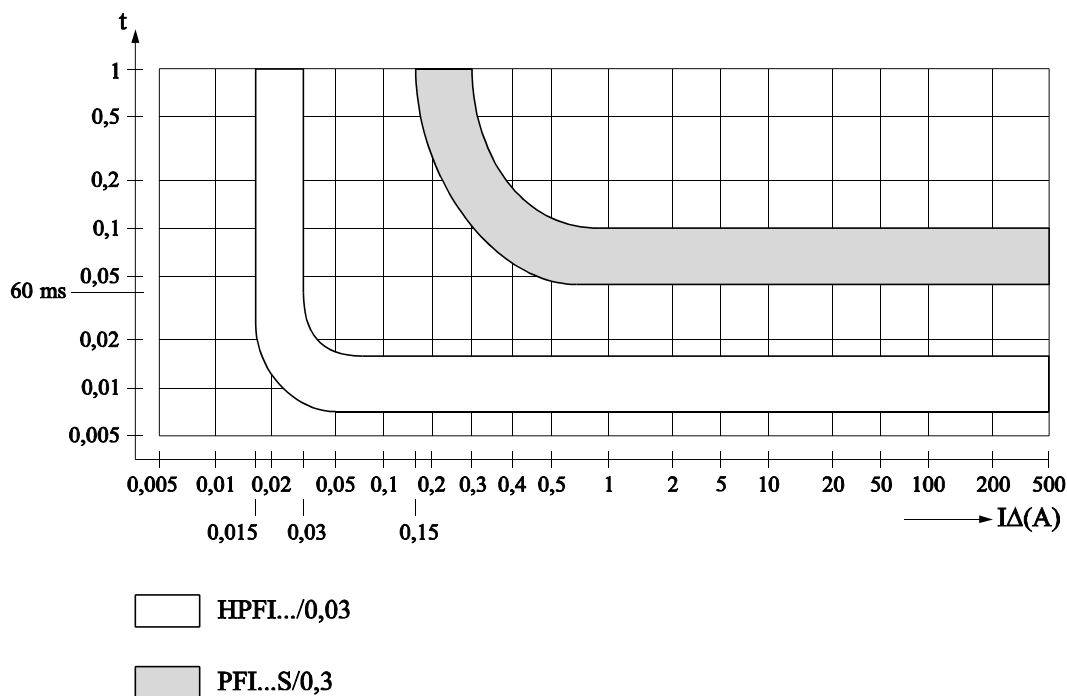
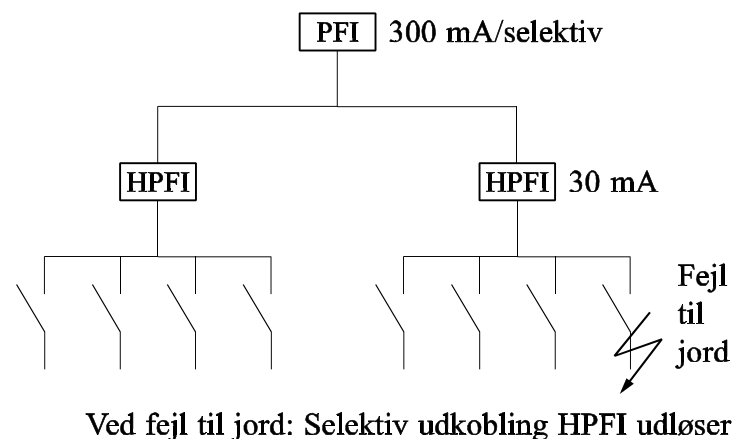
Stødstrømssikre FI og HFI. Disse er mærket (se fig.), og er sikret mod utilsigtet udkobling under tordenvejr. Endvidere udføres fejlstrømsafbryderen, så den virker overfor pulserende vekselstrømme. Den er så mærket PFI eller HPFI med en signatur (se næste fig.).



Denne fejlstrømsafbryder skal anvendes, hvor der forekommer pulserende jævnstrømme, og det vil der være, hvor der anvendes elektroniske reguleringer. Da disse anvendes i næsten alle boliger i dag, skal enhver nyinstalleret bolig være installeret med HPFI afbryder.

INSTALLATIONER - PROJEKTERING

FI-, HFI-, PFI- og HPFI-afbrydere leveres i forskellige kombinationer af frostsikre, stødstrømssikre og afbrydelse af pulserende strømme. Anvendes der fejlstrømsafbrydere i serie, f.eks. fra en hovedtavle til en undertavle med fejlstrømsafbrydere i, bør der være selektivitet mellem disse, se fig. herunder.



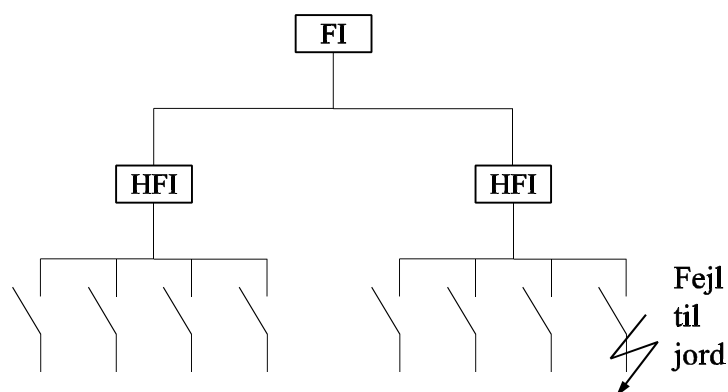


S

Den selektive afbryder en speciel fejlstrømsafbryder med en sekundær vikling med meget højt vindings-tal og en forsinkelsesanordning, så fejlstrømsrelæet ude i installationen er det første der kobler ud ved en fejl på en gruppe. Det er mærket (se fig.).

Anvendes denne installationsmåde ikke, men i stedet den som er vist i figuren herunder, risikerer man at den foransidende afbryder, her en FI afbryder, afbryder før HFI afbryderen foran den fejlramte gruppe.

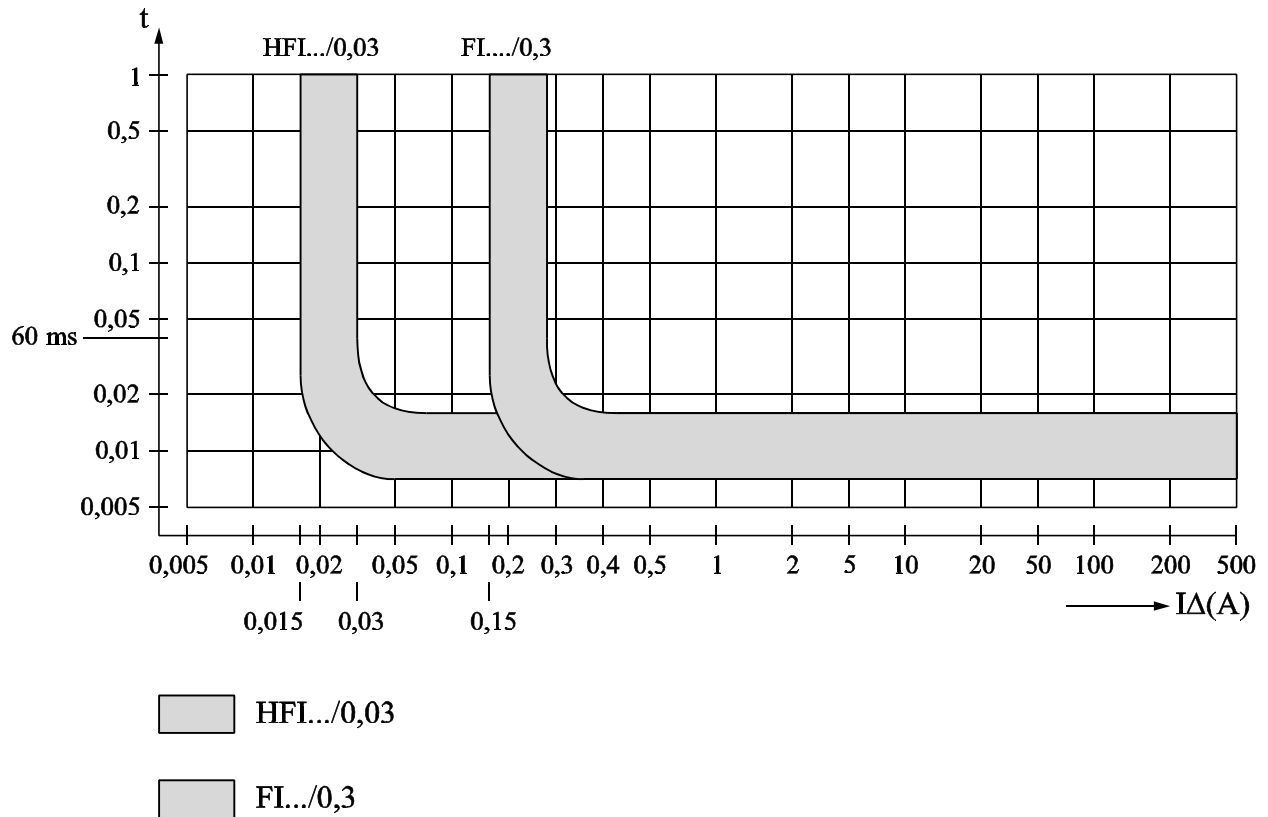
### Seriekobling af fejlstrømsafbrydere med forskellig udløsestrøm



Ved fejl til jord: a) Fejlstrøm < ca. 150 mA:  
HFI udløser

b) Fejlstrøm > ca. 150 mA:  
Begge FI-afbrydere udløser  
og hele anlægget ude af drift

## INSTALLATIONER - PROJEKTERING



Skemaet på næste side viser en oversigt over "Servodans" afbrydere for beskyttelse mod indirekte berøring. Lignende oversigt findes også for andre fabrikater.

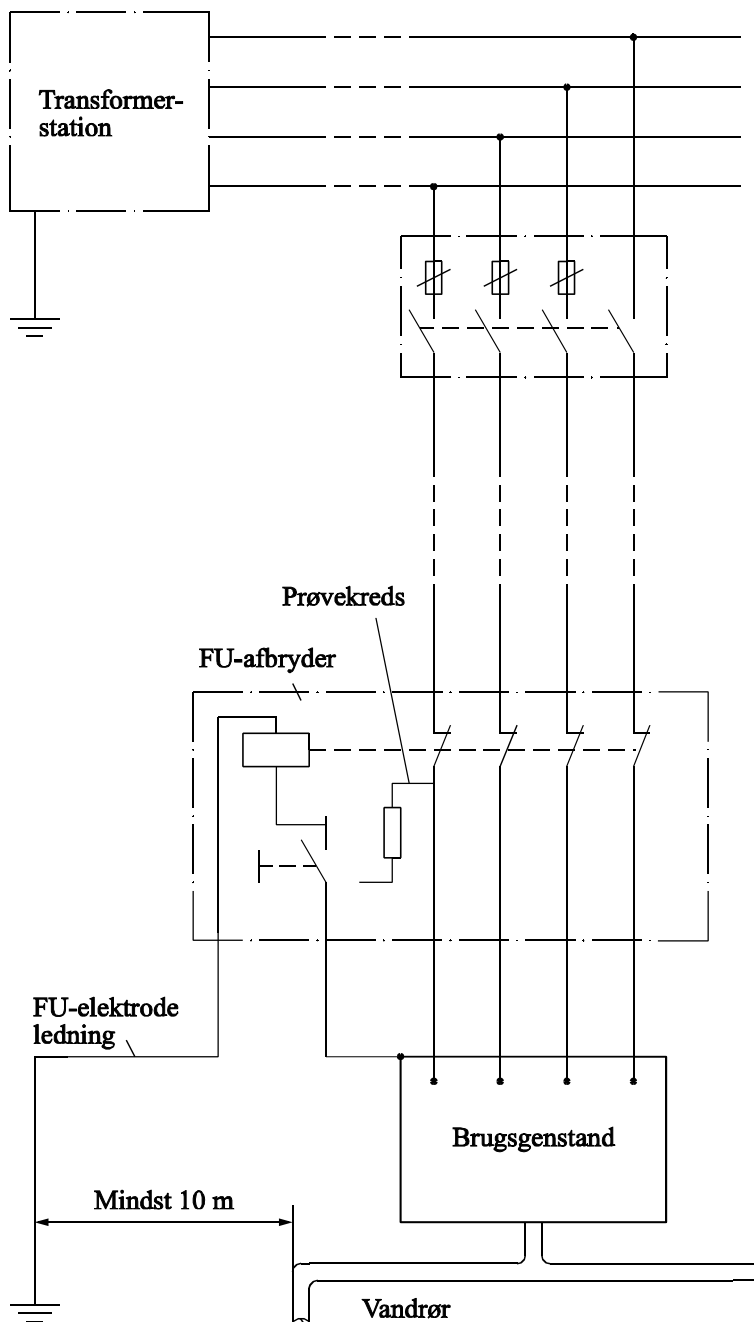
INSTALLATIONER - PROJEKTERING

Type	Norminel	Udløsestrøm		Egenskaber	Forsikring/ kortslutnings- holdbarhed	Anvendelsesområde
		4 pol	2 pol			
FI	25 A 40 A 63 A	300 mA 300 mA 300 mA	300 mA	 	63 A  2500 25 A  13000	I alle installationer uden specielle krav.
HFI	25 A 40 A 63 A	30 mA 30 mA 30 mA	30 mA	 	63 A  2500 25 A  13000	I alle installationer uden specielle krav.
PFI	40 A 63 A	300 mA 300 mA	300 mA	 	63 A  6000 25 A  38000	I alle installationer uden specielle krav og for pulserende jævnfejlstrømme. Stødsstrømsfast til 250 A
HPFI	25 A 40 A 63 A	30 mA 30 mA	30 mA	 	63 A  6000 25 A  38000	I alle installationer uden specielle krav og for pulserende jævnfejlstrømme. Stødsstrømsfast til 250 A
PFI	125 A 160 A	300 mA 300 mA		 	10000 10000	Selektiv fejlstrømsafbryder foran undertavler med HFI-afbrydere. Stødsstrømsfast til 5000 A
FI-pilot	≤ 3000 A	300 mA		 	1)	I alle installationer uden specielle krav. I forbindelse med kontaktor for strømme > 63 A
HPFI-pilot	≤ 3000 A	30 mA			1)	Tillader store startstrømme. Valgbar udkoblingstid 10, 20, 50 og 100 msek.
FU-pilot	1) ∞	20 mA <50 A			1)	Røntgenanlæg, katodegryder, frekvensregulatorer. Udløser for AC og DC fejlspændinger.

1) Maksimal kortslutningssikkerhed bestemmes af kontaktor eller maksimalafbryder

**Fejlspændingsafbrydere**

I særlige installationer som f.eks. røntgenanlæg, katedegryder og frekvensregulatorer virker en fejlstrømsafbryder ikke efter hensigten. Til sådanne installationer anvendes en fejlspændingsafbryder (FU afbryder).



---

**INSTALLATIONER - PROJEKTERING**

---

Installationen består af en beskyttelsesledning, som føres fra brugsgenstandens stel til en jordelektrode i neutral jord.

I beskyttelsesledningen indskydes afbryderens spole, der er således dimensioneret, at afbrydelse sker, når spændingen mellem brugsgenstandens stel og jord overstiger en vis værdi, højst 50 V.

Afbryderen er udstyret med en prøvekreds. Det er dog ikke tilstrækkeligt efter monteringen kun at prøve anlægget på denne kreds alene.

Brugeren må vejledes i at bruge prøveknappen, som bør betjenes mindst een gang om året.

Brug af prøveknappen sikrer, at afbryderens mekaniske funktion er i orden.

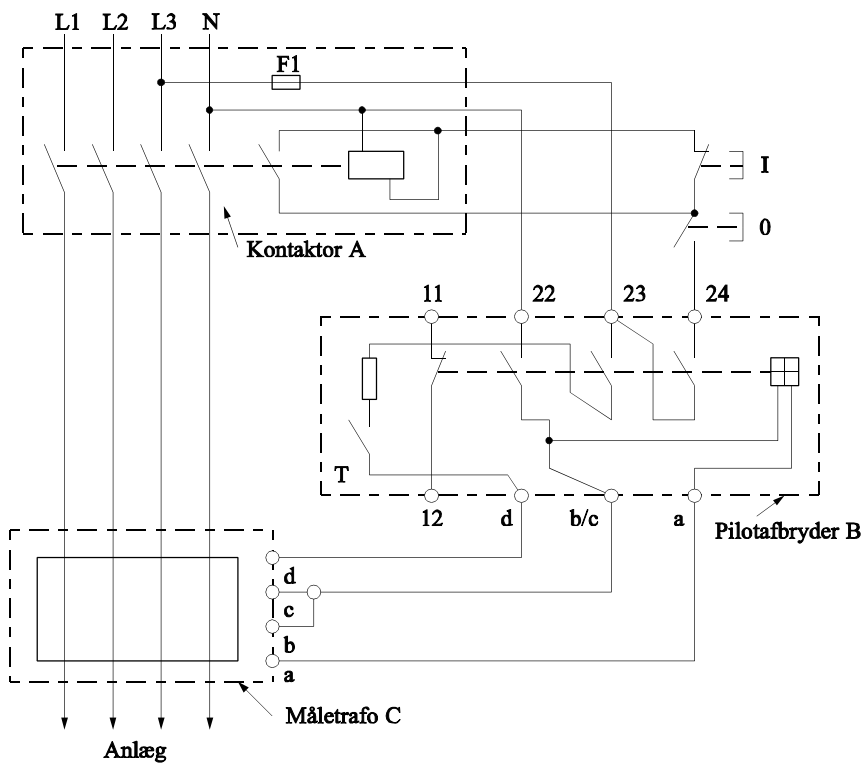
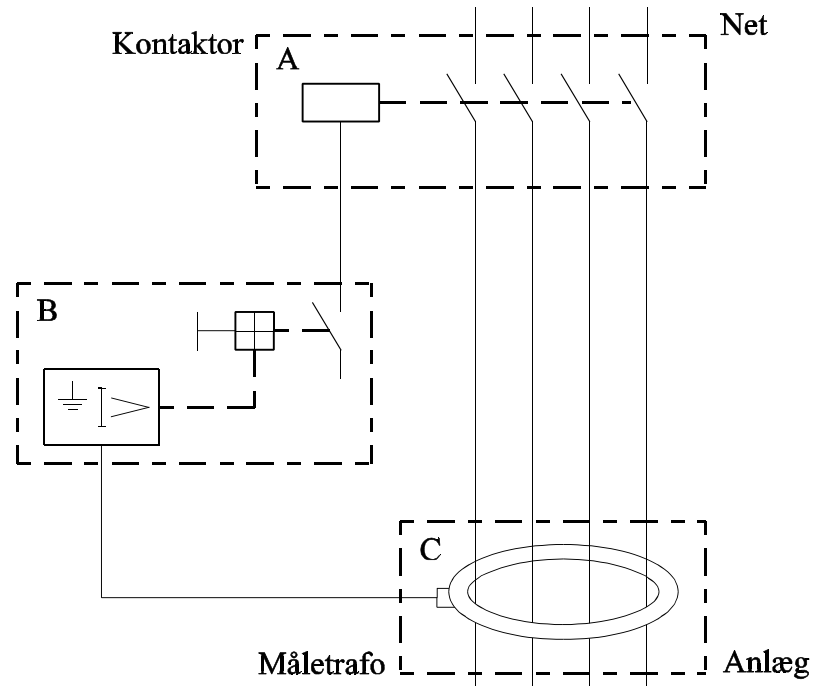
Det er en forudsætning for afbryderens rette funktion, at afbryderpolen ikke kortsluttes eller shuntes som følge af utilstrækkelig afstand mellem afbryderens jordelektrode og metalliske dele, såsom kabelarmeringer, rørsystemer, bygningsjern og olietanke, der kan komme i forbindelse med de dele, som skal beskyttes mod indirekte berøring.

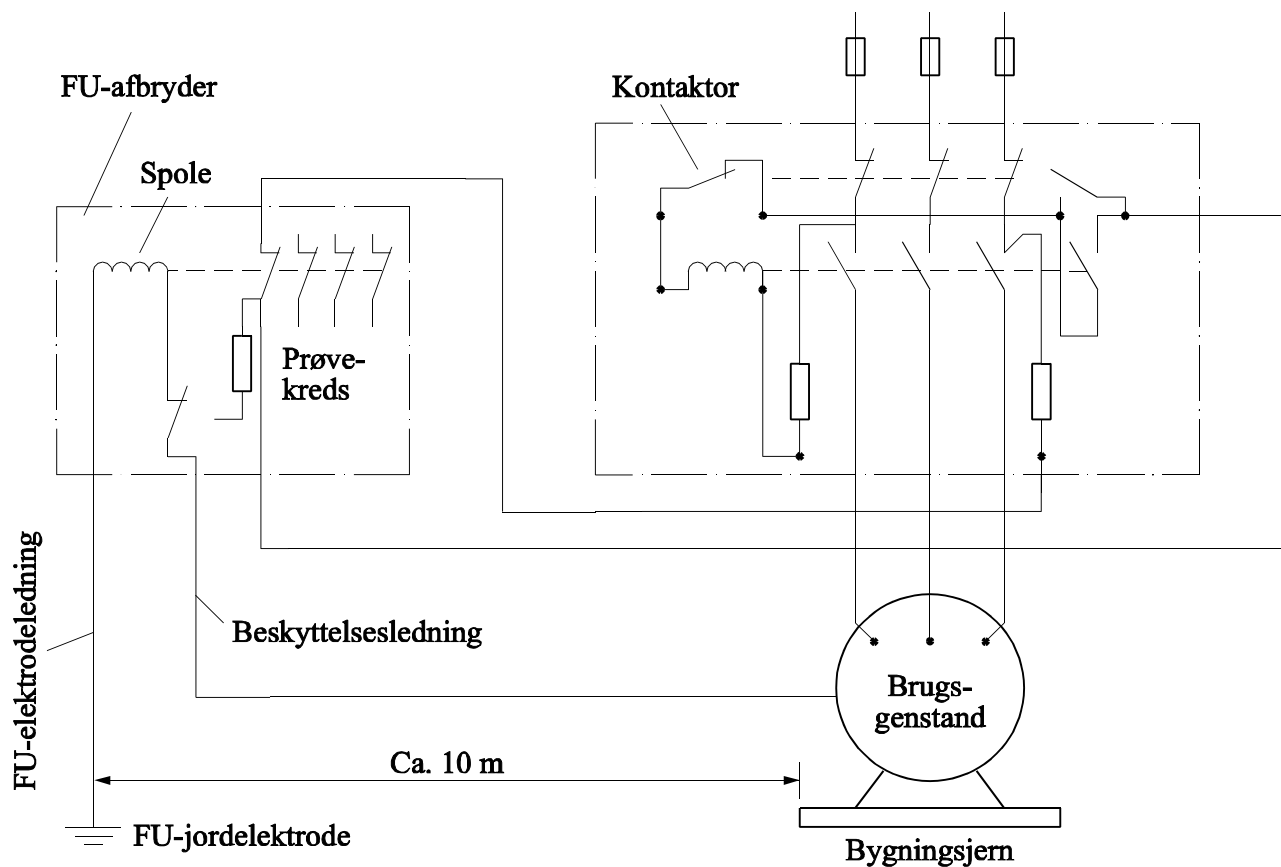
Afstanden mellem jordelektroden og sådanne metaldele kaldes respektafstand, og anses i almindelighed for at være acceptabel, når afstanden er mindst 10 meter.

### **Fejlstrømsafbryder kombineret med kontakter**

Er fejlstrøms- eller fejlspændingsafbryderens mærkestrøm ikke tilstrækkelig, kan den kombineres med en kontaktor. Fejlspændingsafbryderen kan indskydes i kontaktorens styrekreds, men til såvel fejlstrøms- som fejlspændingsbeskyttelse fås specielle pilotafbrydere, som er specielt beregnede til at indgå i kombination med en kontaktor. Sikringsstørrelsen må dog ikke overstige kontaktorens forsikringsværdi. De tre efterfølgende tegninger viser en sådan installation med en FI-beskyttelse og FU-beskyttelse.

INSTALLATIONER - PROJEKTERING





## Nulling

En anden form for beskyttelse mod indirekte berøring er at udføre installationen med "nulling". Denne form for beskyttelse kan udføres på et såkaldt T-N net og må kun udføres med tilladelse fra forsyningsselskabet. Forsyning fra "egen" transformer kræver dog ikke denne tilladelse.

Forsyningskablet til hovedtavle skal være min. 10 mm<sup>2</sup>. I visse områder, i henhold til SB del 7 og 8 er der desuden krav om beskyttelse med HFI- eller HPFI-afbryder. Dette krav gælder især for stikkontakter og transportable brugsgenstande. Ved beskyttelse med nulling vil beskyttelsen ligge i, at sikringen brænder over eller maksimalafbryderen afbryder ved en fejlstrøm.



---

**INSTALLATIONER - PROJEKTERING**

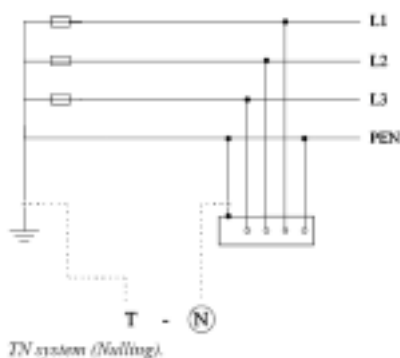

---

Oversigt over opbygning af beskyttelsessystemer		
<b>Første bogstav:</b>  Angiver forholdene for forsyningskildens driftsstrømkreds.	T	Direkte jordforbindelse af et punkt af driftsstrøm-kredsen ved forsyningskilden. "T" kommer fra det latinske ord for jord, som er "terra".
	I	Driftsstrømkredsen er ikke forbundet til jord. Der kan dog forekomme forbindelse til jord over store modstande. "I" kommer fra ordet: "isolation".
<b>Andet bogstav:</b>  Angiver hvordan de udsatte dele i installationen er jordforbundet.	T	Direkte jordforbindelse af de udsatte dele, uafhængigt af forsyningskildens eventuelle jordforbindelse.
	N	Direkte forbindelse af de udsatte dele til forsyningskildens jordforbundne punkt, som i 3-fasede vekselstrømsnet normalt er nulpunktet på forsyningstransformereren. Forbindelsen etableres via PE- ledere , N -ledere eller ved en kombination af disse ledere (PEN).
<b>Supplerende bogstaver:</b>  Supplerende bogstaver anvendes kun i TN-systemer.  Koden indeholder her yderligere bogstaver, som angiver, hvordan beskyttelsesleder (PE) og nulleder (N) er fremført.	S	Beskyttelsesleder (PE) og nulleder (N) er individuelle ledere fra forsyningskilde til det strømforbrugende apparat. "S" kommer fra ordet "separat", der relaterer til den separate fremføring af de 2 ledere, PE- og N-lederen.
	C	Beskyttelsesleder (PE) og nulleder (N) er kombineret i en leder (PEN-leder) fra forsyningskilde til det strømforbrugende apparat. "C" kommer fra ordet "combined", der relaterer til den kombinerede anvendelse af de 2 lederfunktioner PE og N i en fælles leder - PEN-lederen.

Et jordingssystem beskrives overordnet ved anvendelse af en bogstavkode, bestående af to bogstaver. Disse to bogstaver angiver henholdsvis hvordan den driftsmæssige jordforbindelse er udført i forsyningsystemet og hvordan de udsatte dele i installationen er jordforbundet.

Ved nullingssystemer (TN-systemer) tilføjes koden ekstra bogstaver der angiver, hvorledes nulleleder og beskyttelsesleder er fremført.

### TN - System



I TN-systemer tillades følgende beskyttelsesudstyr anvendt:

- overstrømsbeskyttelsesudstyr;
- fejlstrømsafbrydere;

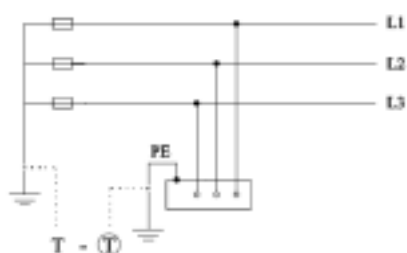
Følgende betingelse skal være opfyldt:

$$R_A \times I_a = 50 \text{ V}$$

Hvor  $R_A$  er summen af jordelektrodens overgangsmodstand til jord og modstanden i beskyttelseslederen til de udsatte dele.

$I_a$  er beskyttelsesudstyrets udløserstrøm

## TT - System



TT system, 3 ledet system (egen jordforbindelse).

I TT-systemer tillades følgende beskyttelsesudstyr anvendt:

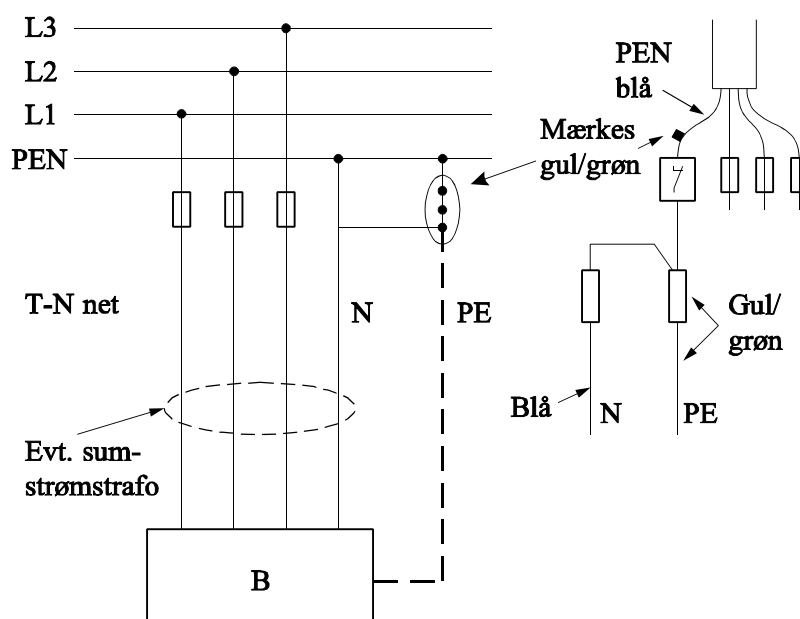
- fejlstrømsafbrydere;
- overstrømsbeskyttelsesudstyr.

I TT-systemer.

Alle udsatte dele, der er beskyttet af samme beskyttelsesudstyr, skal ved hjælp af beskyttelsesledere forbindes til en fælles jordelektrode.

Undtagelse: Ved udvidelse eller ændring af eksisterende installationer er det tilladt at anvende separate jordelektroder. Udsatte dele, som kan berøres samtidigt, skal dog altid forbindes til samme jordelektrode.

En nulling yder altså ingen personbeskyttelse, hvis strømmen passerer gennem en person. Hvis dette skal opnås, skal beskyttelsen yderligere suppleres med en HFI-HPFI-afbryder.



Tegningen viser et ledningsnet, hvorpå der er udført nulling. Fejlstrømmen der skal smelte sikringen er:

$$I_{fejl} = \frac{U}{R_s} \left[ \frac{V}{m\Omega} \right] kA$$

hvor U er fasespændingen 230 V, og  $R_s$  er summen af modstande fra forsyningstransformeren til fejlsted og beregnes som:

$$R_s = \frac{U}{I_{kmin}}$$

heraf udlades  $I_{fejl} = I_{kmin}$

Denne strøm skal smelte sikringen inden 5 sek. eller som angivet i SB6 413.1.3.3 tabel 41 A.

I specielle installationer f.eks. landbrug kræves hurtigere afbrydningstider, se SB6.

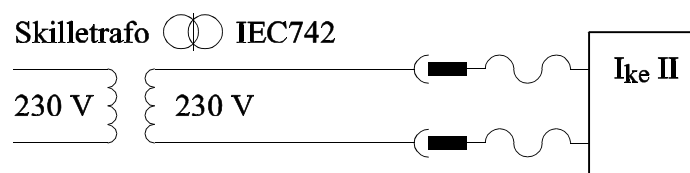
**FI/HFI i TN-systemer**

Hvor det er vanskeligt at opnå, at sikringen springer i løbet af den bestemte tid i tilfælde af afledningsfejl, er det tilladt at anvende fejlstrømsafbrydere i installationen til at sikre beskyttelsen mod indirekte berøring. Man kan så føre de udsatte steldele til beskyttelsessystemets PEN-leder, eller man kan etablere separat jordelektrode for den del af installationen, der er beskyttet af fejlstrømsafbryderen.

**Beskyttelse ved separat strømkreds SB 413.5, 471.2.1.3**

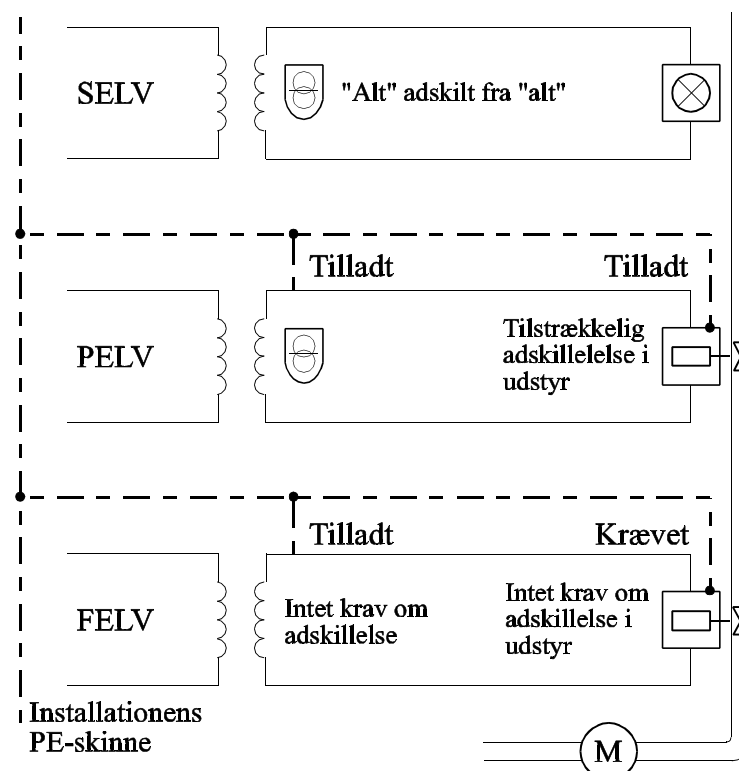
Formålet med denne beskyttelse er at forhindre, at der kan opstå chokstrømme ved berøring af udsatte dele, som er sat under spænding ved en fejl i grundisolationen.

Denne beskyttelsesmetode kan anvendes overalt, men er primært for enkelte apparater, f.eks. en shaverstikkontakt.



## Beskyttelse med ekstra lav spænding

Ved at reducere spændingen i en aktuel kreds til et tilstrækkeligt lavt og sikkert niveau, kan beskyttelse mod elektrisk stød etableres alene ved anvendelse af en sådan spænding. Bestemmelsen herom findes i SB6 411. Denne omtaler tre metoder:



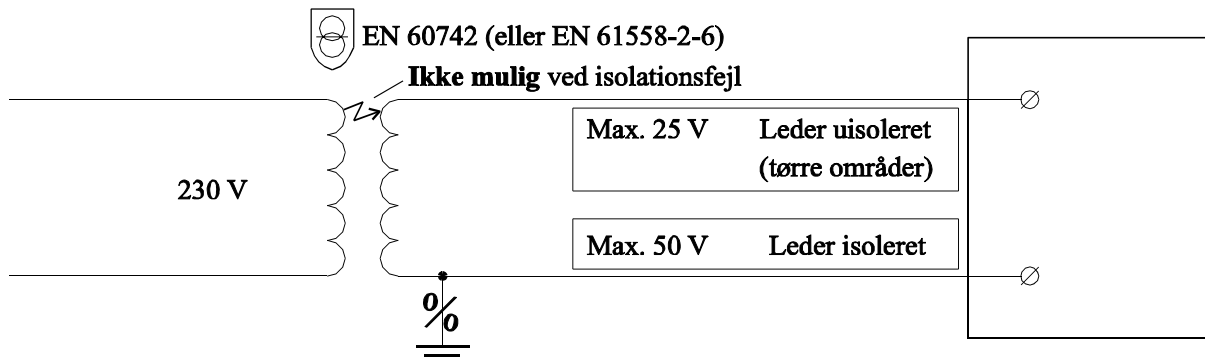
INSTALLATIONER - PROJEKTERING

**SELV**

SELV er omtalt i SB i følgende: SB6 471.3.2, 471.3.3, 471.3.4.

SELV: Sikkerhedsmæssig ekstra lav spænding uden jordforbindelse

Sikkerhedstrafo



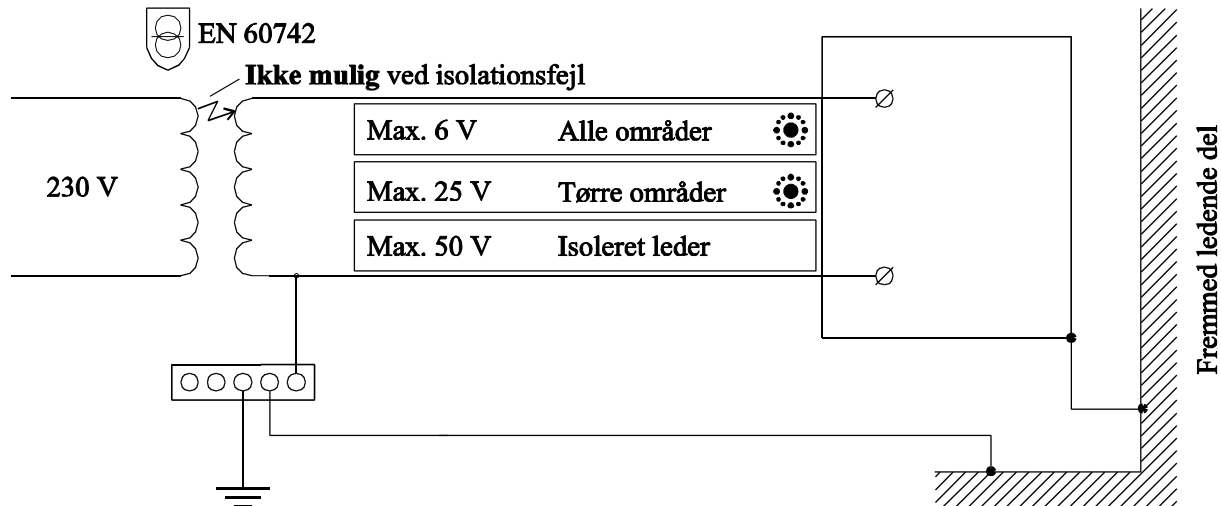
Må ikke forekomme i SELV-kreds

**PELV**

PELV er omtalt i SB i følgende: 411.1.5, 471.2.1.3, 471.2.1.4

PELV: beskyttelsesmæssig ekstra lav spænding med jordforbindelse

Sikkerhedstrafo



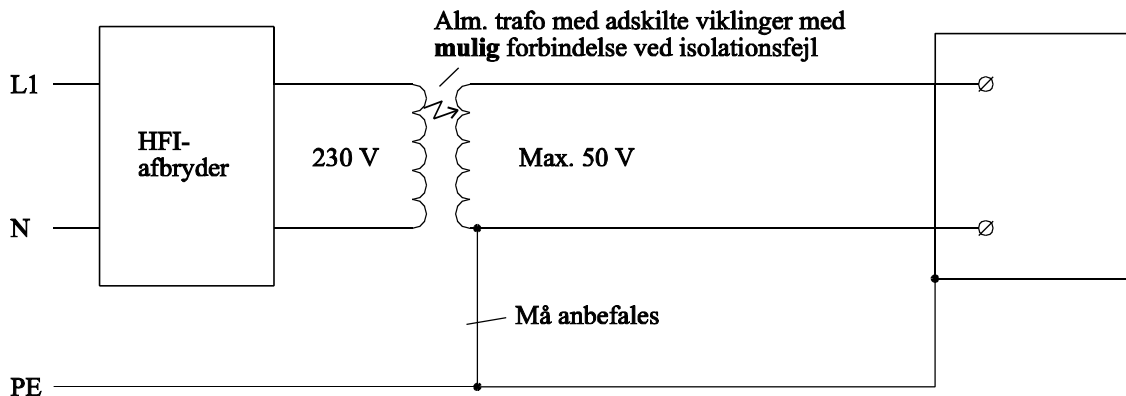
☀ Potentialudlignede områder hvor der kan anvendes uisolerede ledninger

INSTALLATIONER - PROJEKTERING

FELV

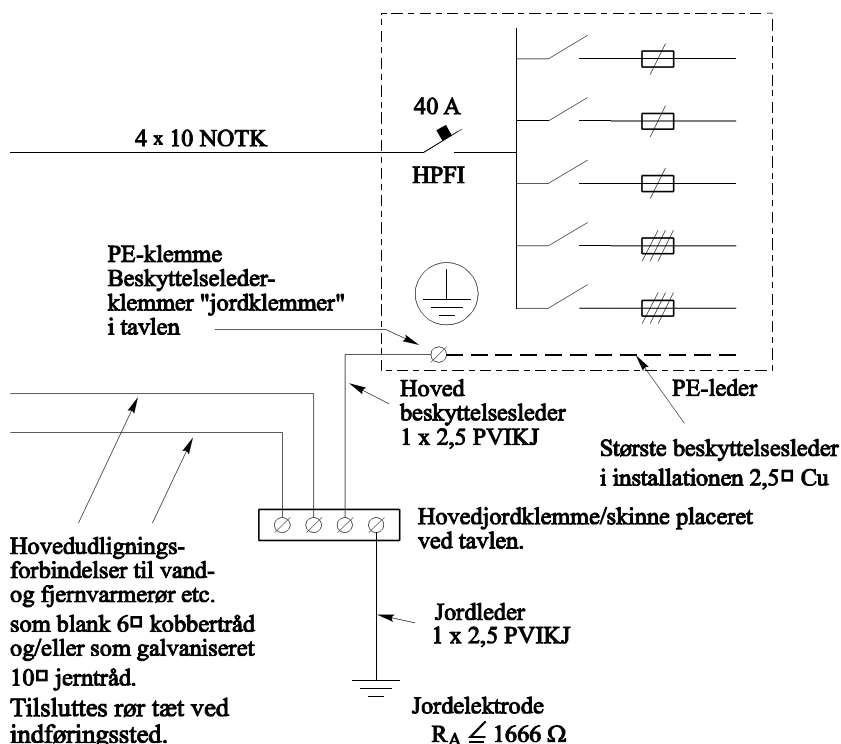
FELV er omtalt i SB i følgende: SB 411.3.1, 471.1.5, 471.2.4

FELV: funktionsmæssig ekstra lav spænding



Jordingsanlæg

Et jordingsanlæg med beskyttelsesleder og udligningsforbindelser i et parcelhus har følgende benævnelser som på nedenstående tegning.

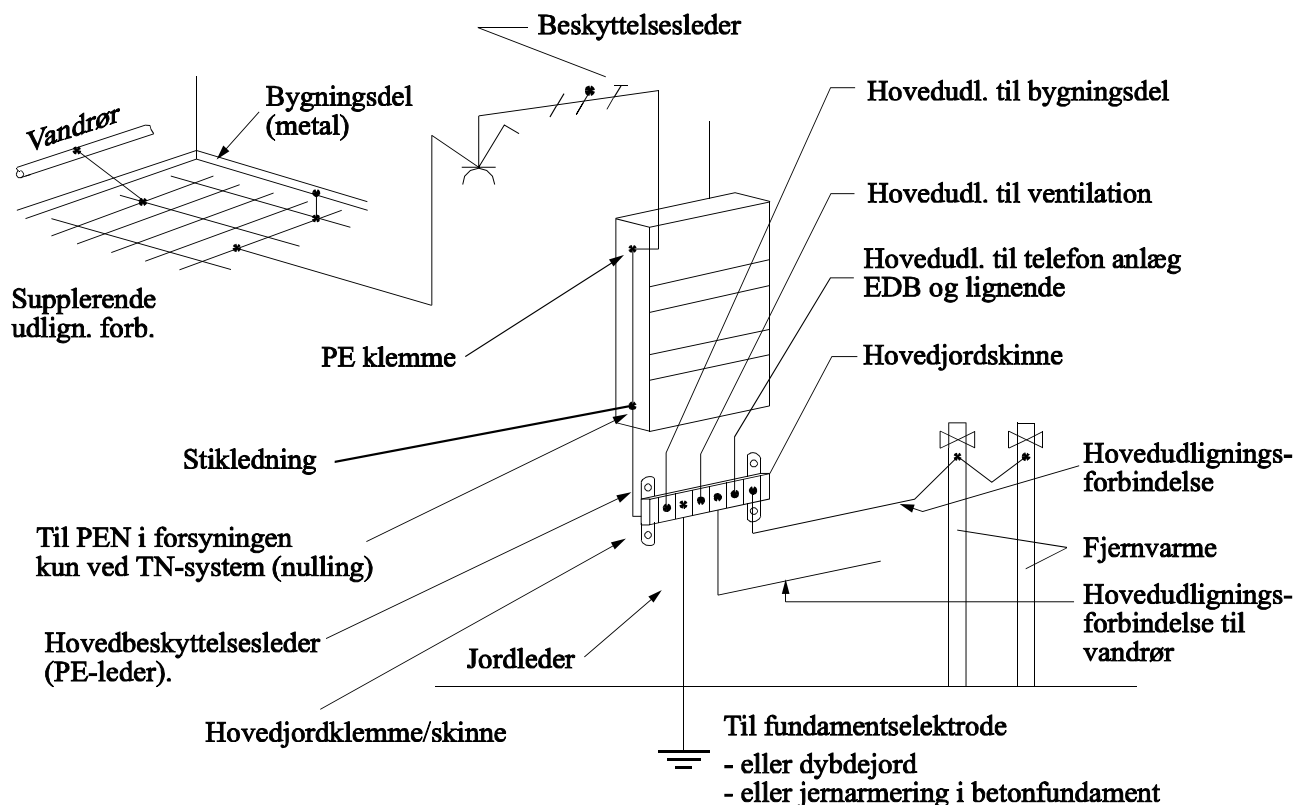




---

 INSTALLATIONER - PROJEKTERING
 

---



### Jordelektrode

Denne udføres af materiale som nævnt i SB6 542.2.1  $R_A$ , som er summen af modstanden i beskyttelseslederen og elektrodens overgangsmodstand til jord, beregnes som:

$$R_A \leq \frac{U_L}{I_{\Delta N}}$$

Hvor  $U_L$  = maksimal konventionel berøringsspænding: 50 V AC, for installation til husdyrhold 25 VAC (I - delta - n) se SB6 413.1.4.2).

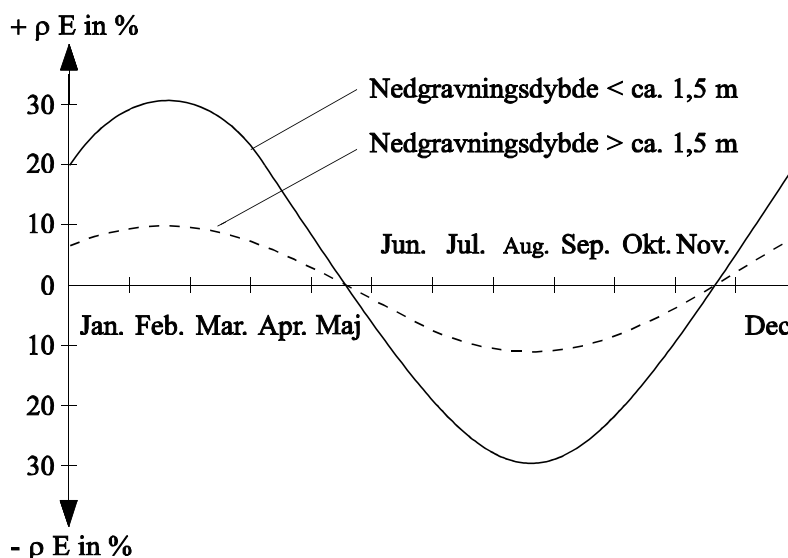
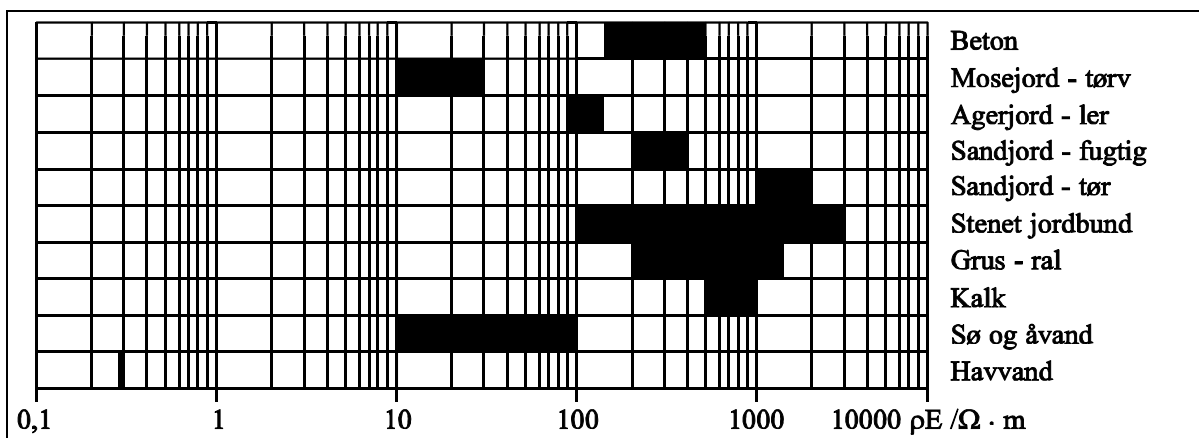
$I_{\Delta N}$  fejlstrømsafbryderens mærkeudløsestrøm.

Ved anvendelse af flere fejlstrømsrelæer på samme jordelektrode anvendes den største  $I_{\Delta N}$ .

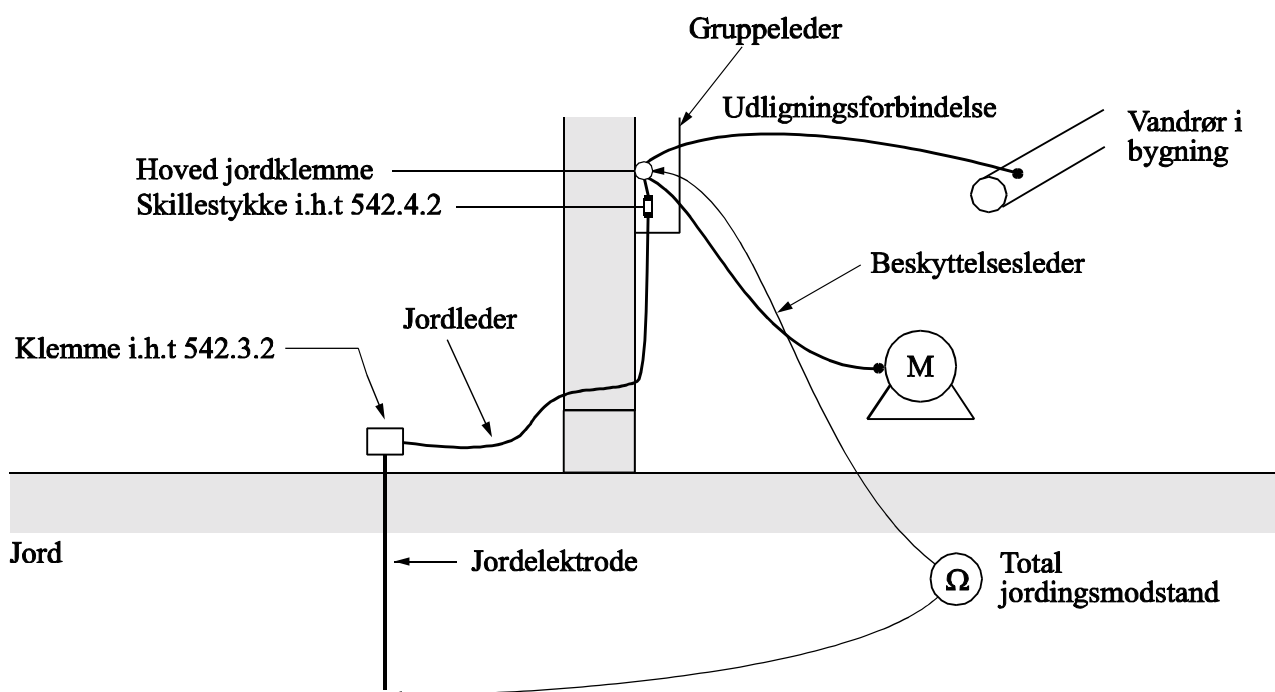
**Jordingsanlæg**

Etableringen af jordingsanlæg har til formål enten at beskytte, eller af hensyn til udstyrets rette funktion.

Derfor er der en del krav, der skal opfyldes for at tilgode funktionen af jordingsanlægget. En vigtig ting er at sikre, at jordmodstanden er i overensstemmelse med de krav, der stilles, samt at den vedbliver at være det. Der er her angivet en tabel, der viser forskellige materials specifikke jordmodstand. Der er vist en kurve, der viser variationen af disse værdier set over et år.



Jordelektroden skal gå så langt i jorden, at det med sikkerhed garanteres, at jordens modstand ikke ændrer sig væsentligt. Som det fremgår af vejledende kurve i fig. der er optaget i 1,5 m dybde, varierer modstandsværdierne i de øverste jordlag meget afhængigt af årstiden. Skal man have en vis grad af sikkerhed for konstante jordmodstandsværdier, bør alle jordelektroder udføres med minimum 2-6 m dybde.



Ved valg af materialer til jordelektroder må det sikres, at overgangsmodstanden også er til stede ved begyndende korrosion af elektroden.

### Mindste ledertværsnit

Hvis beskyttelseslederen overholder de tværsnit, der er angivet i SB6 tabel 54 F, anses deres dimension for at være tilstrækkelig. Generelt skal tværsnittet mindst være  $2,5 \text{ mm}^2$ , hvis jordlederen fremføres som kabel og er mekanisk belastet, og skal være  $4 \text{ mm}^2$ , hvis den fremføres uisoleret uden mekanisk belastning.

---

**INSTALLATIONER - PROJEKTERING**

---

## Udligningsforbindelser

Iflg. SB6 413.1.2.1 skal der i enhver bygning udføres en hovedudligningsforbindelse medens lokale supplerende udligningsforbindelser i badeområder (SB6 kap. 701), ved svømmebassiner (SB& kap. 702), i rum for husdyr (SB6 kap. 705) og i visse tilfælde i svære ledede rum (SB6 kap. 706) samt hvis betingelserne for beskyttelse ved automatisk afbrydelse af forsyningen ikke kan opfyldes, f.eks. fordi udløsetiden bliver for lang (SB6 413.1.2.2).

I enhver bygning skal hovedbeskyttelseslederen, hovedjordlederen, hovedjordklemmen og følgende fremmede ledende dele forbindes til hovedudligningsforbindelsen:

- metalliske rørledninger til forsyning inde i bygningen, f.eks. for gas og vand
- metalliske konstruktionsdele, centralvarme- og ventilationssystemer
- metallisk hovedarmering i betonkonstruktioner, hvis det er praktisk gennemførligt
- jordingsanlæg for lynbeskyttelse

Sådanne ledende dele, der udefra går ind i bygningen, skal tilsluttes hovedudligningsforbindelsen så tæt som muligt ved det sted, hvor de føres ind i bygningen. For såvel metalliske konstruktionsdele som metallisk hovedarmering i betonkonstruktioner gælder det i Danmark, at det ikke er et krav, men det anbefales af forbinde disse dele til hovedudligningsforbindelsen.

## Beskyttelsesledere

Beskyttelsesledere vælges efter SB6 tabel 54F, når faselederne og beskyttelseslederne er af samme materiale, og faselederen er kortslutningsbeskyttet.

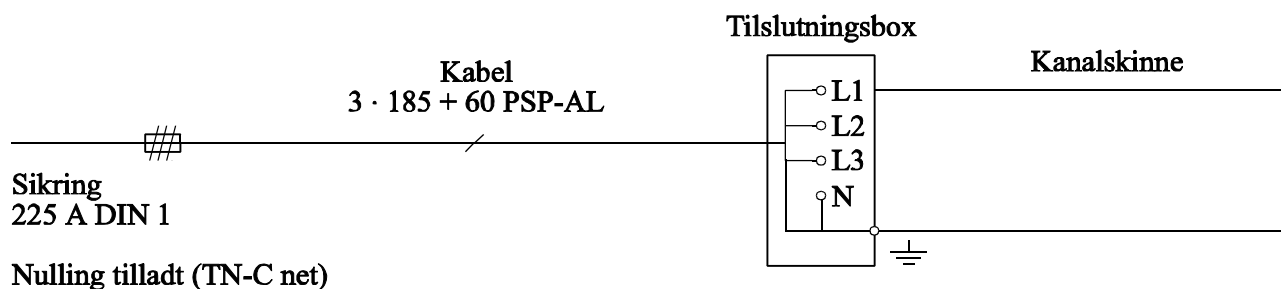
Separat oplagte beskyttelsesledere skal være mindst 2,5 mm<sup>2</sup> PVIKJ eller 4 mm<sup>2</sup> uisoleret eller enkeltisoleret ledning.

Anvendes en fælles beskyttelsesleder for flere strøm-

kredse, skal dennes tværsnit være som for den strømkreds, som kræver det største tværsnit.

### Eksempel på beregning af beskyttelseslederen

I enkelte tilfælde kan det være nødvendigt at beregne tværsnittet af en beskyttelsesleder. Såfremt det skal ske, skal formelen i SB6 543.1.1 anvendes. Der er her vist et eksempel på formlens anvendelse.



Det er oplyst, at sikringen der beskytter kanalskinnen, vil springe i løbet af 10 ms, hvis der sker en nulfejl i skinnen eller tilslutningsboksen. Kortslutningsniveauet i tilslutningsboksen er  $I_{\text{kmin}} = 5,69 \text{ kA}$ . Ved hjælp af formelen i SB6 543.1.1 kan det mindste ledertværsnit for beskyttelseslederen vælges (den er i kablet valgt som en  $60 \text{ mm}^2$ ).

$$S = \frac{\sqrt{I^2 \cdot t}}{k} = \frac{\sqrt{5690^2 \cdot 0,01}}{115} = 4,94 \text{ mm}^2 \Rightarrow 6 \text{ mm}^2$$

Det betyder, at en  $60 \text{ mm}^2$  leder opfylder kravene med hensyn til at føre fejlstrømmen i tilfælde af fejl i installationen i den tid, det tager beskyttelsesudstyret (her sikringen) at koble ud.

**Beskyttelsesleder typer**

Som beskyttelsesledere kan anvendes:

- Ledere i flerlederkabler (Cu eller Al)
- Isolerede eller uisolerede inden for den samme kapsling som de spændingsførende ledere.
- Separat oplagte isolerede eller uisolerede ledere.
- Visse fremmede ledende dele (f.eks. på kraner og hejsespil).
- Kapslinger eller rammer af metal i fabriksfremstillede tavler eller kanalskinnesystemer. Dog skal reglerne i SB6 543.2.2 være opfyldt.
- Metalliske overtræk på visse ledningssystemer og visse metalliske rør og kanaler til elektriske formål, hvis de opfylder SB6 543.2.3.
- Fremmede ledende dele. Dog skal reglerne i SB6 543.2.4 være opfyldt.

Rørsystemer for gas og brændbare væsker må aldrig anvendes til beskyttelsesledere.

---

**INSTALLATIONER - PROJEKTERING**

---



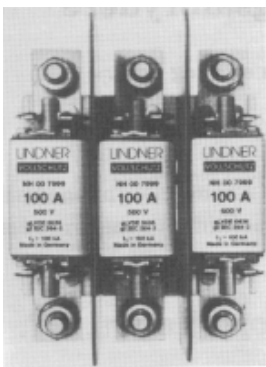
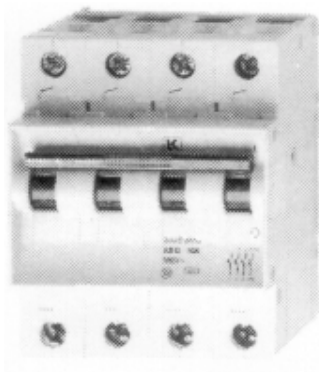
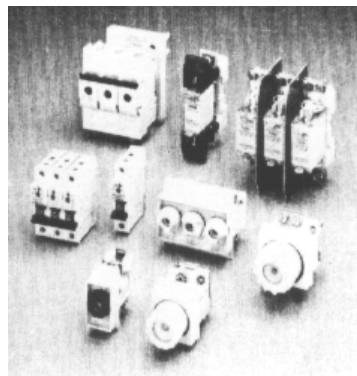
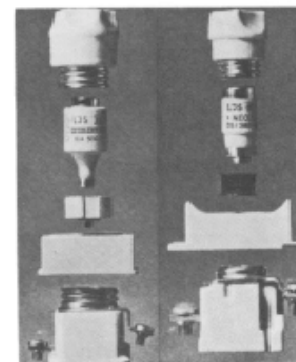
---

**INSTALLATIONER - SIKRINGER**


---

**Sikringer****Definition:**

Ved en sikring forstås en montagegenstand, som ved smeltning af en eller flere af dens dertil særligt bestemte og dimensionerede dele afbryder den strømkreds, hvori den er indsat, når strømmen igennem den i en bestemt tid overstiger en given værdi. Sikringen omfatter alle de dele, hvoraf den komplette genstand består.

**Typer:***NH sikringer**Lamelsikring  
(mastesikring)**Finsikringer**Automatsikring**Sikringsholdere**Diazed  
DZ**Neozed  
D0*

---

**INSTALLATIONER - SIKRINGER**


---

Sikringer af typen D0 og D2 er inddelt i grupper og markeret med en farve for hver ampereværdi, som angivet i nedenstående skema:

Diametersystemet			
Størrelse	Farvekode		
2 A	Rosa	D01	DzII
4 A	Brun		
6 A	Grøn		
10 A	Rød		
13 A	Sort		
16 A	Grå		
20 A	Blå	D02	DzIII
25 A	Gul		
35 A	Sort		
50 A	Hvid		
63 A	Kobber		
80 A	Sølv	D03	DzIV
100 A	Rød		

Kortslutningsbryderne:

- D0 skal have brydeevne mindst 25 kA (Neozed).
- Dz, skal have brydeevne mindst 20 kA (Diazed).
- NH, skal have brydeevne mindst 50 kA.

---

**INSTALLATIONER - SIKRINGER**

---

**Driftklasser for sikringer:  
VDE 0636**

Driftklassen angives ved to bogstaver:

1. bogstav (lille) angiver funktionsområde:  
g: beskytter mod overbelastning og kortslutning.  
a: beskytter mod kortslutning.

2. bogstav (stort) angiver beskyttelsesobjektet:

B: Bjergværksanlæg.

L: Ledninger.

M: Apparater og komponenter

R: Halvledere.

**gL sikringer, eksempel**

Denne sikring er en træg/flink. Træg i overbelastningsområdet og hurtig i kortslutningsområdet. Den er tilpasset således, at kabler kan belastes optimalt, men samtidig være beskyttet mod skadelig påvirkning under overbelastning og kortslutning.

**aM sikringer, eksempel**

Denne sikring beskytter kun mod kortslutning og er ikke i stand til at beskytte mod overbelastning. Denne kan anvendes som forsikring for en motor - suppleret med et motorværn - til overbelastningsbeskyttelse af motor og ledning.

IEC 269IEC giver bestemmelser for sikringer helt i overensstemmelse med VDE 0636 driftklasse aM.

Øvrige driftklasser angives ved et bogstav og et romertal.

1. Bogstav (lille) angiver funktionsområde:  
g: beskytter mod overbelastning og kortslutning (general purpose fuses).  
a: beskytter mod kortslutning (accompanied fuses).

Romertal angiver det spændingsniveau, sikringen hovedsagelig er konstrueret for - samt udløsekaraktistikkens toleranceområde og afprøvningsbetingelser.

I: primært for net med følgende spændinger: 230 V, 400 V 500 V og 660 V.

II: primært for net med følgende spændinger: 120 V, 240 V, 415 V og 600 V.

Sikringer mærket gII må ikke anvendes til overstrømsbeskyttelse i installationer her i landet, men sikringer, der samtidig er mærket med gI og gII må godt anvendes.

### **Dimensionering af sikringer SB 433.2**

#### *Betingelse 1:*

Belastningsstrømmen  $I_B$  - skal være mindre eller lig med sikringens mærkestrøm  $I_n$  som skal være mindre end eller lig med ledningens strømværdi  $I_z$ :

$$I_B \leq I_n \leq I_z$$

#### *Betingelse 2:*

Det skal kontrolleres, at strømmen, der sikrer effektiv smeltning af sikringen  $I_z$ , er mindre end eller lig med ledningens strømværdi + 45 %.

$$I_z \leq 1,45 \cdot I_z$$

Denne betingelse vil umiddelbart være opfyldt for sikringer med mærkestrøm  $I_n \geq 13$  A, der opfylder IEC 269-1, 269,2 eller 269-3.

For sikringer med mærkestrøm  $I_n \leq 10$  A vil betingelse 2 være opfyldt, hvis sammenhængen mellem strømværdien  $I_z$  og mærkestrømmen  $I_n$  er som angivet i SB6 tabel 43 A, 433.2

Ved bestemmelse og kontrol af sikringsstørrelsen skal leverandørdokumentationen for anvendte sikringer anvendes. Disse dokumentationer er:

- Smeltekurver
- Smelteenergikurver
- Lysbueenergiagram
- Strømbegrænsningskurver

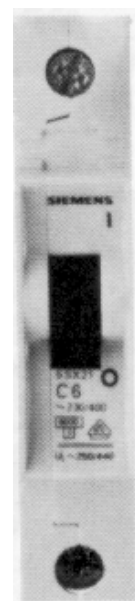
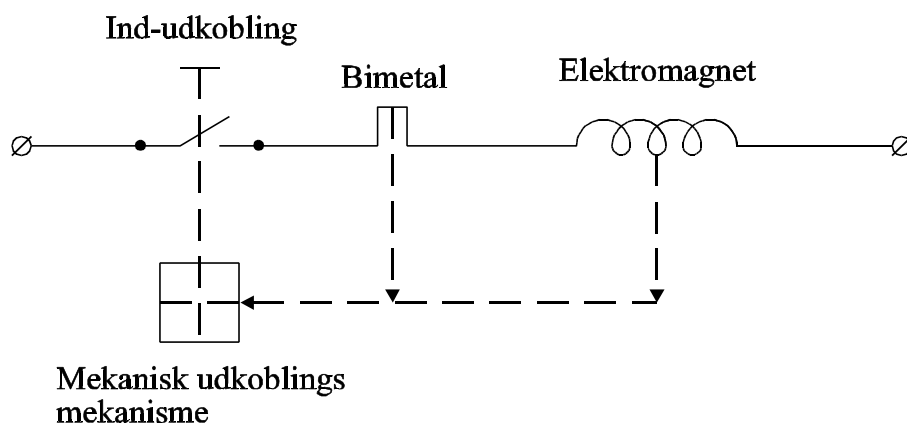
### Anvendelse af automatsikringer

Automatsikringer er beregnet til overbelastninger og kortslutningsbeskyttelse af kabler og ledninger i installationer og anlæg.

### Konstruktion af automatsikringer

Automatsikringer er forsynet med en bimetsudløser, der giver en forsinket udkobling for overbelastning, samt en elektromagnetisk udløser, der giver en uforsinket udkobling for kortslutning eller høje stødstrømme f.eks. startstrømme.

Tegningen viser skematisk strømgennemgangen i et fase modul:



---

**INSTALLATIONER - SIKRINGER**


---

Brydetiden for den elektromagnetiske udløser ("kortslutningsudløseren") er på under 1 ms., og dermed afbryder den længe inden den naturlige nulgennemgang.

Automatsikringerne udføres for forskellige mærkestrømme og ved forskellige udløsekarakteristikker.

I følgende tabel kan det aflæses, hvilken strøm, der ikke fører til overbelastningsudløsningen inden 1 time ( $I_1$ ) og hvilken strøm der skal føre til overbelastningsudløsning inden 1 time ( $I_2$ ). Ligeledes kan det aflæses, hvilken strøm der ikke fører til aktivering af den elektromagnetiske udløser ( $I_4$ ) og hvilken strøm, der skal føre til aktivering af den elektromagnetiske udløser ( $I_5$ ).

De angivne værdier skal ganges med sikringens mærkestrøm ( $I_n$ ). Der er angivet de tre normalt anvendte typer. Type "B" anvendes til belastning - uden store strømstød f.eks. boliginstallationer, type "C" anvendes til større strømstød f.eks. motorer, type "D" anvendes til meget store indkoblinger og strømstød fx transformere og damplamper.

	Overstrømsområde		Magnetisk (udløsning) område		
	$I_1$	$I_2$	$I_4$	$I_5$	
	$\cdot I_n$	$\cdot I_n$	$\cdot I_n$	$\cdot I_n$	
B	1.13	1.45	3	5 5	IEC 898
C	1.13	1.45	5 7	10 10	IEC 898
D	1.13	1.45	10	20	IEC 898

INSTALLATIONER - SIKRINGER

For bestemmelse af en automatsikrings størrelse til en given belastning gælder SB6 433.2.

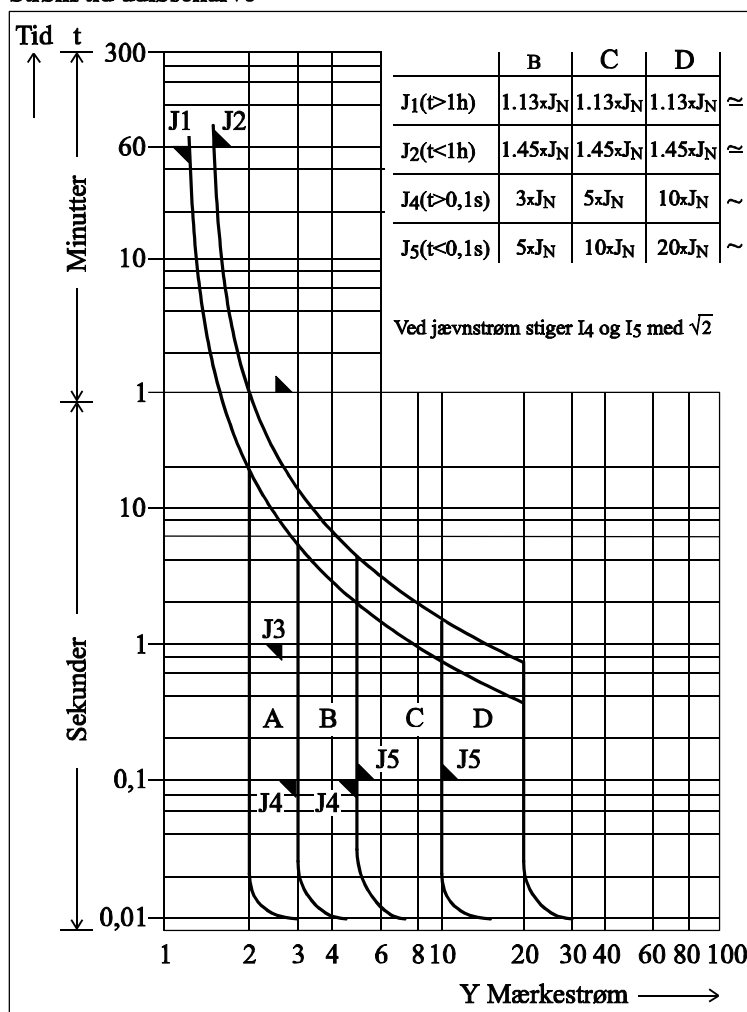
$$1. I_B \leq I_n \leq I_z \text{ og}$$

$$2. I_2 \leq 1,45 \cdot I_z$$

Når betingelse 1 er opfyldt, er betingelse 2 også opfyldt ved anvendelse af automatsikringer af type B, C eller D.

Ved valg af en automatsikring til en motor vælges sikringen således, at den kan holde til den aktuelle startstrøm. Kendes denne ikke, vælg da automatsikringen til nærmeste over 1,5 gange motorens fuldlaststrøm. Kurven neden for viser strøm/tid forløbet for automatsikringerne type "B", "C" og "D".

Strøm/tid udløsekurve



---

**INSTALLATIONER - SIKRINGER**

---



**Dimensionering**

Når der henvises til et kapitel, er det altid kapitler, som stammer fra Stærkstrømbekendtgørelsen Afsnit 6, elektriske installationer, med mindre andet er anført.

**Hvorfor dimensionere?**

SB Afsnit 6, kapitel 12 - Formål

**12.1**

*Bestemmelserne indeholder regler for planlægning og udførelse af elektriske installationer med det formål at opnå sikkerhed og korrekt funktion i overensstemmelse med den tilsigtede anvendelse.*

**12.2**

*Kapitel 13 angiver de grundlæggende principper. Kapitlet indeholder ikke detaljerede tekniske bestemmelser, som kan være underkastet ændringer som følge af den tekniske udvikling.*

**12.3**

*Del 3 til 8 indeholder de tekniske bestemmelser, der skal opfyldes for at sikre, at den elektriske installation er i overensstemmelse med de grundlæggende principper i kapitel 13.*

Ved planlægning af en installation tager vi udgangspunkt i ovenstående 3 paragraffer.

Ovenstående regler er årsagen til, at en installation skal dimensioneres i henhold til stærkstrømsbekendtgørelsen og leverandørens anvisninger.

Når en installation skal dimensioneres skal man være opmærksom på, at der ikke er et givet facit på en installation. To sagkyndige kan godt komme frem til forskellige resultater, på trods af at de har ens data at gå ud fra.

---

## INSTALLATIONER - DIMENSIONERING

---

Ved projektering af enhver installation kan der med fordel tages udgangspunkt i 132. I denne står der, at planlægningen af den elektriske installation skal sikre:

- Beskyttelse af personer, husdyr og ejendom
- At installationen kan fungere som tilsigtet

De oplysninger, som er nødvendige som grundlag for planlægningen, er angivet i 132.2 til 132.5.

De bestemmelser, som skal overholdes ved planlægningen, er angivet i 132.6 til 132.12.

Konklusionen er, at det er den projekterende, som har ansvaret for, at installationen er korrekt dimensioneret!

### Ordforklaring

#### $S_f$

Samtidighedsfaktor. Den er i høj grad op til en sagkyndigs vurdering. Ved mange små forbrug kan den sættes lavt, og ved få store forbrug sættes faktoren højt eventuelt undlades helt.

Henvisning til SB:

311.2

#### $U_f$

Udvidelsesfaktor. Udtryk for procentvis, fremtidig udvidelse af installationen. Normalt bør der være plads til en 20 % udvidelse af installationen.

#### $U$

Strømkredsens forsyningsspænding.

Henvisning til SB:

313.1.1

---

**INSTALLATIONER - DIMENSIONERING**

---

 **$I_B$** 

Strømkredsens belastningsstrøm. Denne kan aflæses på brugsgenstanden eller beregnes.

Henvisning til SB:

311.1

 **$I_{st}$** 

Strømkredsens største startstrøm ved motoren. Hvis ikke andet er opgivet er den  $6 \times I_B$  ved direkte start.

Henvisning til Fællesregulativet:

FR 2003 - 2.4.2

**OB**

Overbelastningsbeskyttelse. Der anvendes normalt sikringer eller termorelæer til dette. Hvis der vælges sikring, er installationen også kortslutningsbeskyttet.

Koordinering mellem ledere og beskyttelsesudstyr:

Data for det valgte udstyr skal opfylde betingelse 1 og 2. Betingelserne vil normalt være opfyldt ved brug af dimensioneringsvejledningen. Dog vil det altid være en god ide, specifikt at kontrollere begge betingelser i forhold til 433.2.

**Betingelse 1:**

$$I_B \leq I_n \leq I_z$$

Belastningsstrømmen  $\leq$  Beskyttelsesudstyrets mærkestrøm  $\leq$  Kablets strømværdi.

**Betingelse 2:**

$$I_2 \leq 1,45 \leq I_z$$

Betingelse 2 vil normalt være opfyldt, når det valgte materiel er:

- Maksimalafbrydere
- Automatsikringer
- Fejlstrømafbrydere med integreret overstrømsudløser
- Sikringer med mærkestrøm  $I_n \geq 13 \text{ A}$

Ovenstående materiel skal overholde relevante EN-standarder (europanormer).

For sikringer med en mærkestrøm på  $I_n \leq 10 \text{ A}$  vil betingelse 2 være opfyldt, hvis sammenhængen mellem strømværdi  $I_z$  og  $I_n$  er som angivet i Tabel 43 A.

*Henvisning til SB:*

*Kapitel 43 - Overstrømsbeskyttelse*

*Tabel 43 A*

*523*

*801.433 A*

*801.433 B*

 **$I_2$** 

Er den strøm, der sikrer effektiv udløsning af beskyttelsesudstyret ved den konventionelle tid. Dette kan oplyses af fabrikanten.

**KB**

Der anvendes normalt sikringer eller maksimalafbrydere (automatsikringer sidestilles med maksimalafbrydere jf. Stærkstrømbekendtgørelsen) til dette.

---

**INSTALLATIONER - DIMENSIONERING**

---

Der skelnes derfor kun mellem smeltesikringer og maksimalafbrydere/automatsikringer.

Denne kontrol foretages for at sikre, at en kortslutning et vilkårligt sted i strømkredsen udkobler inden den tid, det tager, før lederne når den højest tilladte grænsetemperatur.

$$t = \left( \frac{K \cdot S}{I_k} \right)^2$$

t:

Varighed af kortslutningsstrømmen i sekunder

K:

Er en faktor, der tager hensyn til specifik modstand, temperaturkoefficient og varmekapacitet for ledermaterialet, samt begyndelses- og sluttemperaturer.

S:

Er tværsnitsarealet i mm<sup>2</sup>.

I<sub>k</sub>

Er kortslutningsstrømmen i A.

*Henvisning til SB:*

*Kapitel 43 - Overstrømsbeskyttelse*

*434.3.2*

*Tabel 43 C*

I<sub>N</sub>

Beskyttelsesudstyrets mærkestrøm; for indstilleligt beskyttelsesudstyr er det den indstillede værdi.

**Afbr.**

Afbryder og/eller kontaktor. Afbr. ≥ I<sub>B</sub>.

I 537.2.4 er det beskrevet, hvilke former for adskillelere, der kan anvendes. Det kan fx være smeltesikringer for fasernes vedkommende og en

særlig klemme med en laske eller skyder til nullederen, så ledningen ikke behøver at blive fjernet fra klemmen for at være adskilt. På steder hvor adskillelsen må forventes at blive betjent af lægmand, dvs. i boliger, butikker, kontorer, skoler og mindre værksteder, skal der dog anvendes afbrydere, fx automatiseringer, gruppeafbrydere med smeltesikringer eller HPFI-afbrydere.

*Henvisning til SB:*

*Kapitel 46. Adskillelse og afbrydning*

*537.2.4*

### **Gruppeafbryder**

Normalt skal enhver strømkreds kunne adskilles fra hver af de spændingsførende forsyningsledere (L1-L2-L3-N). Til koblingsudstyr skal der fortrinsvis anvendes flerpolet materiel, men enpolet materiel placeret umiddelbart ved siden af hinanden kan også anvendes.

*Henvisning til SB:*

*462*

### **Funktionsafbryder**

Enhver del af en strømkreds, der skal kunne styres uafhængigt af andre dele af installationen, skal have en funktionsafbryder, hvis formål det er at gøre den pågældende del af strømkredsen spændingsløs.

Enpolet koblingsudstyr må ikke anbringes i nullederen.

*Henvisning til SB:*

*465*

---

**INSTALLATIONER - DIMENSIONERING**

---

 **$I_{OB}$** 

Beskyttelsesudstyret krav til ledningens strømværdi.

*Henvisning til SB:*

433.2

**kft**

Korrektionsfaktor i oplægningsområdet og tilhørende temperatur.

*Henvisning til SB:*

*Tabel A.4.*

**Opl**

Oplægningsmetode, mindre gode-, normale- og særdeles gode varmeafledningsforhold.

Arbejdsgang i bestemmelse af oplægningsmetode:

1:

I Tabel 52-D2 findes nummer for installationsmåde. Læs eventuelt beskrivelse. Hvis den aktuelle installationsmåde ikke kan findes, vælges der i stedet den, der minder mest om den aktuelle.

2:

Når korrekt nummer er fundet for installationsmåden, benyttes dette i Tabel A.2 eller Tabel A.3 (Installationsmåder iht. 523 tabel 52-D2) og ledertværsnittet kan findes i forhold til strømmen.

*Henvisning til SB:*

*Tabel 52-D2*

---

**INSTALLATIONER - DIMENSIONERING**

---

**S**

Dimensionering af ledning: Lederantal, tværsnit og type.

*Henvisning til SB:*

*Tabel A.2 eller Tabel A.3*

 **$I_{Zmin}$** 

Kablets strømværdi, om nødvendigt korrigeret for omgivelsestemperatur og samlet fremføring af flere strømkredse.

 **$I_{Z30}$** 

Ledningens strømværdi ved 30° C i henhold til Stærkstrømsbekendtgørelsen.

*Henvisning til SB:*

*Tabel A.2 eller Tabel A.3*

**BG**

Strømkredsens belastningsgrad i procent.

Denne er ikke nødvendig i henhold til de forenklede danske bestemmelser, hvis kablet skal ligge ene.

$$BG = \frac{I_B \cdot 100}{I_{Z30} \cdot kft}$$

*Henvisning til SB:*

*Tabel A.5 - note 4.*



---

**INSTALLATIONER - DIMENSIONERING**

---

 **$k_{fs}$** 

Korrektionsfaktor for samlet fremføring. Der skal vælges fremføringsmåde og antal for at fastsætte denne faktor.

*Henvisning til SB:*

*Tabel A.5.*

 **$S_{till}$** 

Dimensionering af tilledning: Lederantal, tværsnit og type.

Ledning, der forbinder elektrisk materiel (f.eks. en brugsgenstand) med den faste installation.

*Henvisning til SB:*

*215.3.1*

*431.1 - note 3*

*Tabel 43 C*

 **$I_e$** 

Koblingsudstyrets mærkestrøm.

 **$R/m$** 

Ledningsmodstand i ohm pr. meter. Bemærk: Angives i visse tabeller i km.

 **$X/m$** 

Ledningens reaktans pr. m. Angives i visse tabeller i km.

 **$a$** 

Ledningsafstand i meter.

---

**INSTALLATIONER - DIMENSIONERING**


---

**Cos  $\varphi$** 

Nedenstående er vejledende cos  $\varphi$ -værdier til spændingsfaldsberegninger. Ved projektering af installationer er det af mange grunde i reglen umuligt at bestemme den nøjagtige værdi for cos  $\varphi$ . Man er derfor henvist til at fastsætte værdien efter skøn. I det følgende er angivet nogle retningsgivende værdier for cos  $\varphi$ .

<b>Stik- og hovedledning</b>	
Boliger	cos $\varphi$ = 1
Forretninger og kontorer, overvejende fasekompenseret lysrørbelastning	cos $\varphi$ = 0,9
Forretninger og kontorer, glødelampebelysning	cos $\varphi$ = 1
Skoler og lignende, fasekompenseret lysrørsbelastning	cos $\varphi$ = 1
Skoler og lignende, overvejende glødelampebelastning	cos $\varphi$ = 1
Landbrug og håndværk, overvejende motorbelastning	cos $\varphi$ = 1
Industri, overvejende motorbelastning	cos $\varphi$ = 0,85
Hvis landbrug, håndværk og industri er fasekompenseret, regnes med den værdi cos $\varphi$ har ved største samtidige belastning.	cos $\varphi$ = 0,85

<b>Grubeledninger</b>	
Motorgrupper	cos $\varphi$ = 0,85
Grupper for lysrør	cos $\varphi$ = 0,85
For motorer, der er fasekompenseret, regnes med en cos $\varphi$ ved fuldlast	

$\Delta U$ 

Ledningsspændingsfald.

$$\Delta U_{1f} = I_B \cdot \cos \varphi \cdot Rl/m \cdot a \cdot 2 = 1 \text{ faset } 230 \text{ V}$$

$$\Delta U_{2f} = I_B \cdot \cos \varphi \cdot Rl/m \cdot a \cdot 2 = 2 \text{ faset } 400 \text{ V}$$

$$\Delta U_{3f} = I_B \cdot \cos \varphi \cdot Rl/m \cdot a \cdot \sqrt{3} = 3 \text{ faset } 400 \text{ V}$$

*Henvisning til SB:*

*525 anbefaler, at spændingsfaldet mellem installationens forsyningspunkt til materiellet ikke overstiger 4 %.*

## Strømkreds

En strømkreds omfatter alt materiel, der forsynes fra samme udgangspunkt og har fælles overstrømsbeskyttelse. Der er derfor ikke noget i vejen for, at to eller flere kabler har én fælles adskiller, når de har fælles overstrømsbeskyttelse.

Eksempelvis må et kabel til en vaskemaskine og et kabel til et elkøkken føres til samme gruppeafbryder (adskiller). Kablerne udgør kun én strømkreds, og derfor er en enkelt adskiller nok.

*Henvisning til SB:*

*215.1*

 $I_k$ 

Kortslutningsstrøm

For at kunne udføre dimensioneringen af installationen skal den forventede største og mindste kortslutningsstrøm ved installationens forsyningspunkt kendes.

---

## INSTALLATIONER - DIMENSIONERING

---

### $I_{kmax}$

Den største kortslutningsstrøm  $I_{kmax}$  fremkommer ved en 3-faset kortslutning.

### $I_{kmin}$

Den mindste kortslutningsstrøm  $I_{kmin}$ , fremkommer ved en 1-faset (fase-nul) kortslutning.

## KB-kontrol

Ved udførelse af KB-kontrol er der forskellige fremgangsmåder.

- Anvendes smeltesikringer er det  $I_{kmin}$ , der kontrolleres.
- Anvendes der automatsikringer er det  $I_{kmax}$  der kontrolleres. Dog bør der tages højde for, at  $I_{kmin}$  skal være stor nok til at udløse magnetudløseren.

Forskellen ligger i hvor meget energisikringen slipper igennem, (i tilfælde af en kortslutning) til installationen, inden der afbrydes.

## **Smeltesikringer**

Smeltesikringer er opbygget sådan, at det er den strøm som gennemløber sikringen, der opvarmer den og evt. får den til at smelte.

Smeltesikringer kan, ved en lille kortslutning, være flere minutter om at smelte, hvorimod en stor kortslutning medfører, at sikringen smelter nærmest øjeblikkeligt.

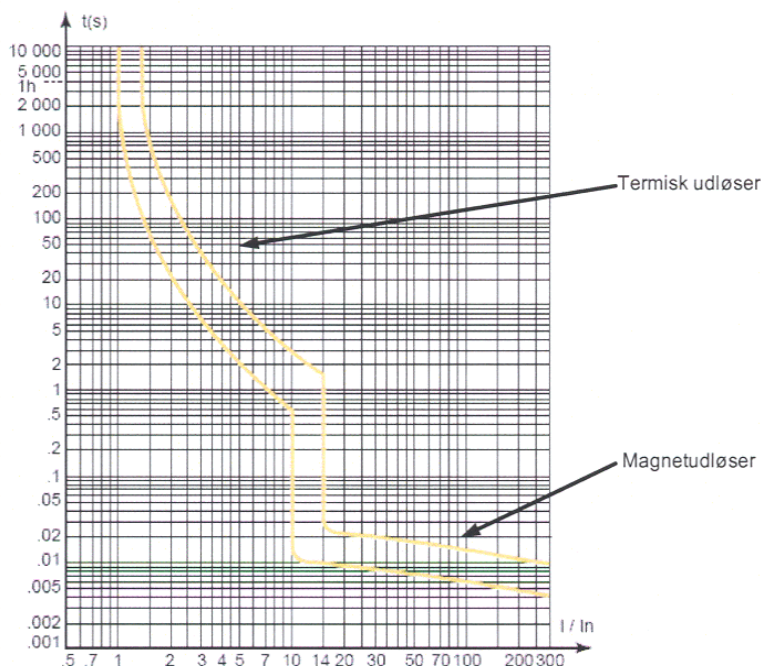
Derfor vil en lille kortslutning være den, der giver det største samlede energigennemslip, og derved forårsager en mulig opvarmning af ledningerne.

## **Automatsikringer**

Automatsikringer er opbygget af to dele: en termisk udløser og en magnetudløser. Begge gennemløbes af strømmen.

- Den termiske udløser er som et motorværn og skal, som et motorværn, udkoble ved overbelastning.
- Magnetudløseren udkobler kortslutninger, men i modsætning til smeltesikringer hvor smeltetiden er bestemt af strømmens størrelse, er udkoblingstiden for magnetudløseren næsten ens ved små og store kortslutninger. Derfor vil en stor kortslutningsstrøm give det største energigennemslip, da udkoblingstiden jo er stort set den samme.

C60/C120N, H D-kurve



På udløserkurven ses det, at kurven for magnetudløseren næsten ikke giver nogen ændring på tidsaksen.

*Henvisning til SB:*

215.8

432

### $I_{kmax}$

Fastlægges i installationens forsyningspunkt af hensyn til dimensionering af beskyttelsesudstyret, som er placeret i stikledningens udgangspunkt. Jf. Fællesregulativet er gruppetavler, der forsyner en enkelt bolig, f.eks. et parcelhus eller en lejlighed, fastlagt til maksimal kortslutning på 6 kA.

Hvis kortslutningsstrømmen er meget større end det valgte materiel i tavlen, kan det ske, at det eftersiddende materiel ikke er beskyttet mod den høje kortslutningsstrøm.

**$I_{kmin}$** 

Den mindste kortslutningsstrøm  $I_{kmin}$  (mellem fase og nul) kan oplyses af elleverandøren eller findes i Fællesregulativet eller der kan foretages en måling i tilslutningspunktet.

I kabellagte forsyningsnet har man vedtaget, at en fase-nul kortslutning i stikledningens tilslutningspunkt medfører en tilnærmelsesvis rent ohmsk kortslutningsstrøm, der er 5 gange stikledningssikringens mærkestrøm.

$I_{k.min}$  fastlægges i installationens fjerneste punkt af hensyn til det foranliggende kabel. Kablet må ikke tage skade af en (langvarig)  $I_{Kmin}$ -kortslutning. Derfor skal beskyttelsesudstyret afbryde, før der sker skade på kablet.

Der kan ske skade på kablet ved en for lille kortslutningsstrøm, så kortslutningsbeskyttelsen ikke kan fungere hurtigt nok.

**Selektivitet**

Selektivitet mellem seriekoblede overstrømsbeskyttelser er til stede, hvis en overstrøm kun bevirker, at den overstrømsbeskyttelse, som er nærmest fejlstedet - eller den del af installationen, hvor overbelastningen forekommer - udkobles. Dette medfører, at resten af installationen isoleres fra den fejlramte del. Nedenstående formel benyttes for at fastsætte sikringernes størrelser.

$$I_{N1} = 1,6 \cdot I_{N2}$$

---

## INSTALLATIONER - DIMENSIONERING

---

### Identifikation og mærkning

Der skal anbringes en mærkning, der angiver tilhørsforholdet for følgende koblings-, betjenings- og beskyttelsesudstyr:

- Sektionsafbrydere, -sikringer
- Hovedledningsafbrydere, -sikringer
- Gruppeafbrydere, -sikringer for afgående eller interne grupper
- Motorværn og maksimalafbrydere
- Betjenings- og manøvrestrømsafbrydere såvel i effektkredse, som i styrekredse.

Der skal være et mærke ved følgende materiel, vedrørende den største værdi af sikring, der må sidde i sikringsholderen, eller største værdi for indstilling af overstrømsudløsere:

- Sikringer
- Termorelæer
- Maksimalafbrydere
- Automatsikringer

Materiellet skal være tydeligt mærket med hvilke strømkredse, det adskiller.

*Henvisning til SB:*

514.1

533.1.5

537.2.5



---

**INSTALLATIONER - DIMENSIONERING**


---

**Dimensionering af bolig**

Parcelhus på 140 kvm. Systemjording er TT.

Afstand fra kabelskab til måler/tavle er 25 m.

**Den komplette dimensionering af en bolig indeholder følgende punkter:**

Belastningsplan	For at kunne dimensionere stikledningen, skal den samlede strøm beregnes, for at finde den maksimale strøm i stikledningen.
Dimensionering af stikledning	Valg af det kvadrat og materiale stikledningen skal bestå af. Desuden udføres der også spændingsfaldsberegning for stikledningen.
Dimensionering af boligens elinstallation	Valg af det kvadrat og materiale boligens faste installation skal bestå af. Desuden udføres der også spændingsfaldsberegning for det længste stykke kabel/ledninger i installationen.
Dimensionering af jordingsanlæg	Valg af det kvadrat og materiale boligens beskyttelsesledere skal bestå af - og hvad der skal udlignes/beskyttes.
Identifikation af strømkredse	Her beskrives, hvorledes korrekt opmærkning skal udføres.
Dimensionering af el-tavlen	Valg af tavlekomponenter og kapsling som tavlen skal bestå af.

---

**INSTALLATIONER - DIMENSIONERING**


---

**Belastningsplan**

For at kunne dimensionere stikledningen, skal den samlede strøm beregnes for at finde den maksimale strøm i stikledningen.

Belastninger i tavlen	L1	L2	L3
Komfur	14,43 A	14,43 A	14,43 A
Tørretumbler	9,56 A		
Vaskemaskine		9,56 A	
Opvaskemaskine			9,56 A
Lys-gruppe 1	13 A		
Lys-gruppe 2		13 A	
Lys-gruppe 3			13 A
Samlet belastning:	36,99 A	36,99 A	36,99 A

Der er medregnet 3 lysgrupper, i henhold til husets 140 kvm.:  $140/50 = 2,8 \approx 3$  lys-grupper.

De enfasede grupper er fordelt ligeligt på alle 3 faser.

**Dimensionering af stikledning**

Jf. 801.11 dimensioneres stikledningen til boligen i henhold til tabel 801 A.

Tabel 801 A må dog ikke benyttes i følgende tilfælde:

- For kabler og ledninger, som kan forventes at blive belastet med en strøm, der overstiger halvdelen af den højst tilladte mærkestrøm, for den tilhørende overbelastningsbeskyttelse, i længere end 3 timer ad gangen (36,99 A jf. belastningsplanen).
- For kabler og ledninger, som er fremført tæt på ydre varmekilder på en strækning, der overstiger 0,5 m.

Hvis ovenstående ikke kan overholdes, skal der udføres dimensionering i henhold til SB afsnit 6, 433 og 523.

$I_B$  beregnes med samtidighedsfaktor  $S_f = 0,5$  og en udvidelsesfaktor  $U_f$  på 1,2.

**Beregn endelig  $I_B$ :**

$$I_B \cdot S_f \cdot U_f = 36,99 \cdot 0,5 \cdot 1,2 = 22,2 \approx 23 \text{ A}$$

**Vælg sikring:**

$$I_N \geq 23 \text{ A} = 25 \text{ A D02 (se note)}$$

---

**INSTALLATIONER - DIMENSIONERING**


---

**Vælg kabel:**

Stikledning: 6 mm<sup>2</sup> kobber (4x6 NOIK)

Største tilladte mærkestrøm for beskyttelsesudstyret for dette kabel er 32 A, og den valgte sikring er på 25 A.

Note: Jf. Tabel 801 A kan et kobberkabel med et ledertværsnit på 4 mm<sup>2</sup> umiddelbart vælges (max sikring 25 A), men ifølge Fællesregulativet skal en stikledning, som minimum, have et ledertværsnit på 6 mm<sup>2</sup>.

**Vælg gruppeafbryder:**

$I_e \geq I_B = I_c \geq 19 =$  Servodan Gruppeafbryder  
61-04 - 3-pol + N og 3 stk. Servodan SIKA  
sikringsskuffer 61-916

**Spændingsfaldsberegning:**

$$\frac{\sqrt{3} \cdot I_B \cdot \cos \varphi \cdot Rl \cdot a}{1000} =$$

$$\frac{\sqrt{3} \cdot 23 \cdot 1 \cdot 3,08 \cdot 25}{1000} = 3,07 \text{ V}$$

**Spændingsfald i procent:**

$$\Delta U_{n \% \text{ stikledning}} = \frac{3,07 \cdot 100}{400} = 0,77 \%$$

---

**INSTALLATIONER - DIMENSIONERING**

---

**Overbelastnings- og  
kortslutningsbeskyttelse af  
stikledningen****Overbelastningsbeskyttelse:**

Er godkendt.

Jf. 801.433 A er bestemmelserne for overbelastningsbeskyttelse i 433.2 og om temperatur og strømværdier i 523 opfyldt.

**Kortslutningsbeskyttelse:**

Er godkendt.

Kortslutningsbeskyttelsen er opfyldt jf. 433, 434 og 435, da overbelastningsbeskyttelsen er udført med smeltesikringer.

---

**INSTALLATIONER - DIMENSIONERING**

---

**Dimensionering af boligens kabler og ledninger i den faste installation****Lysgruppe****Beregn  $I_B$ : 13 A****Vælg sikring:**  $I_n \geq 13 \text{ A} = 13 \text{ A D01}$ **Vælg kabel:** Jf. Tabel 801 A vælges  $1,5 \text{ mm}^2$  (3G1,5 NOIK) (max sikring 13 A).

Tabel 801 A må dog ikke benyttes i følgende tilfælde:

- For kabler og ledninger, som kan forventes at blive belastet med en strøm, der overstiger halvdelen af den højst tilladte mærkestrøm for den tilhørende overbelastningsbeskyttelse, i længere end 3 timer ad gangen.
- For kabler og ledninger, som er fremført tæt på ydre varmekilder på en strækning, der overstiger 0,5 m.

Hvis ovenstående ikke kan overholdes, skal der udføres dimensionering i henhold til SB afsnit 6, 433 og 523.

**Vælg gruppeafbryder:**  $I_e \geq I_B = I_e \geq 13 =$  Servodan Gruppeafbryder 61-012 - 1-pol + N.**Spændingsfaldet for længste stræk i boligen kontrolleres:**

Fra tavle til fjerneste stikkontakt: 20 m.

---

**INSTALLATIONER - DIMENSIONERING**

---

**Spændingsfaldsberegning:**

$$\frac{I_B \cdot \cos \varphi \cdot Rl \cdot a \cdot 2}{1000} =$$
$$\frac{13 \cdot 1 \cdot 12,1 \cdot 20 \cdot 2}{1000} = 6,3 \text{ V}$$

**Spændingsfald i procent:**

$$\Delta U_n \%_{\text{el-installation}} = \frac{6,3 \cdot 100}{230} = 2,74 \%$$

**Samlet spændingsfald for boligen:**

$$\Delta U_n \% = \Delta U_n \%_{\text{stikledning}} + \Delta U_n \%_{\text{el-installation}} =$$
$$0,77 + 2,74 = 3,51 \%$$

Spændingsfaldet er i orden, da det er mindre end de anbefalede 4 % i henhold til 525.

---

**INSTALLATIONER - DIMENSIONERING**

---

**Kraftgruppe****Beregn  $I_B$ : 14,43 A****Vælg sikring:**  $I_n \geq 14,43 \text{ A} = 16 \text{ A D01}$ **Vælg kabel:** Jf. Tabel 801 A vælges  $2,5 \text{ mm}^2$   
(5G2,5 NOIK) (max sikring 20 A)

Tabel 801 A må dog ikke benyttes i følgende tilfælde:

- For kabler og ledninger, som kan forventes at blive belastet med en strøm, der overstiger halvdelen af den højst tilladte mærkestrøm for den tilhørende overbelastningsbeskyttelse, i længere tid end 3 timer ad gangen.
- For kabler og ledninger, som er fremført tæt på ydre varmekilder på en strækning, der overstiger 0,5 m.

Hvis ovenstående ikke kan overholdes, skal der udføres dimensionering i henhold til SB afsnit 6, 433 og 523.

**Vælg gruppeafbryder:** $I_e \geq I_B = I_e = 14,43 =$  Servodan Gruppeafbryder  
61-014 - 3-pol + N.



---

**INSTALLATIONER - DIMENSIONERING**

---

**Overbelastnings- og  
kortslutningsbeskyttelse af  
boligens ledninger og kabler  
i den faste installation****Overbelastningsbeskyttelse:**

Er godkendt.

Jf. 801.433 A er bestemmelserne for overbelastningsbeskyttelse i 433.2 og om temperatur og strømværdier i 523 opfyldt.

**Kortslutningsbeskyttelse:**

Er godkendt.

Kortslutningsbeskyttelsen er opfyldt jf. 433, 434 og 435, da overbelastningsbeskyttelsen er udført med smeltesikringer.

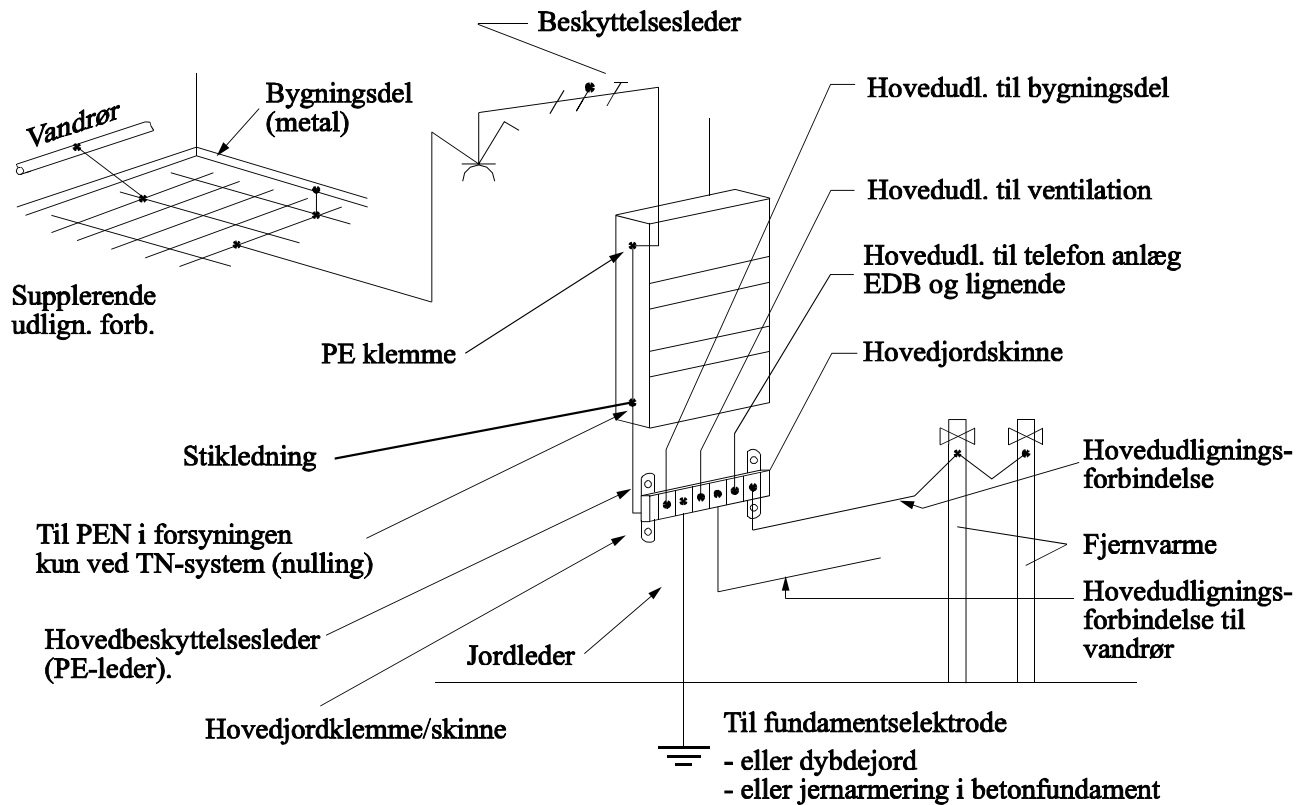
---

**INSTALLATIONER - DIMENSIONERING**


---

**Dimensionering af jordingsanlæg**

Et jordingsanlæg med beskyttelsesledere og udlig-ningsforbindelser i et parcelhus har benævnelser som vist på nedenstående tegning.



**Beskyttelsesledere i installationen**

Følgende forbindelser er at betragte som beskyttelsesledere:

- Jordleder mellem jordelektroden og hovedjordskinnen
- Beskyttelsesledere i installationen
- Hovedbeskyttelsesleder mellem hovedjordskinnen og PE-klemmen
- Hovedudligningsforbindelser
- Supplerende udligningsforbindelser

**Jordleder mellem jordelektroden og hovedjordskinnen**

Jordelektroden udføres med materiale som nævnt i 542.2.1. Typisk vil en stangelektrode blive benyttet.

Ledningen mellem jordelektroden og hovedjordskinnen er 2,5 mm<sup>2</sup> PVIKJ. Da lederen er oplagt separat skal 543.1.3 overholdes med hensyn til kvadrat: minimum 2,5 mm<sup>2</sup>, hvis lederen er mekanisk beskyttet og minimum 4 mm<sup>2</sup>, hvis lederen ikke er beskyttet mekanisk. Beskyttelsesledere anses for at være mekanisk beskyttet, hvis de f.eks. fremføres som enlederkabler eller hvis de beskyttes ved hjælp af stålrør, jernrør, kraftige plastrør eller lignende.

I henhold til 543.1.1 - note 5, er det normalt tilladt at anvende beskyttelsesledere med et tværsnit på mindst 2,5 mm<sup>2</sup> kobber, uafhængigt af faseledernes tværsnit og uden yderligere beregninger, når installationen er beskyttet mod indirekte berøring med HPFI, hvilket installationen er i henhold til 801.471.2.

Dog skal 413.1.4.2 overholdes med hensyn til jordelektrodens overgangsmodstand til jord.

---

**INSTALLATIONER - DIMENSIONERING**

---

**Beskyttelsesledere i installationen**

Beskyttelsesledere vælges efter 543.1.1 eller 543.1.2 Tabel 54 F.

Beskyttelseslederne i boliginstallationen vælges her efter Tabel 54 F, hvilket betyder at beskyttelseslederne i installationen i boligen skal have samme kvadrat, som de tilhørende faser og være af samme materiale. Det betyder, at i den almindelige lysinstallation på 1,5 mm<sup>2</sup> skal beskyttelseslederen have et tværsnit på 1,5 mm<sup>2</sup>. For kraftgrupperne skal tværsnittet også følge faseledernes tværsnit = 2,5 mm<sup>2</sup>.

**Hovedbeskyttelsesleder (leder mellem hovedjordskinnen og PE-klemmen)**

Denne beskyttelsesleder skal have samme tværsnit, som det tværsnit den største beskyttelsesleder har, hvilket er 2,5 mm<sup>2</sup> i kraftinstallationen.

I 543.1.4 står der, at hvis en beskyttelsesleder er fælles for flere strømkredse, skal dens tværsnit bestemmes ud fra den største faseleders tværsnit.

**Ledere til udligningsforbindelser**

Ifølge 413.1.2.1 skal der i enhver bygning udføres en hovedudligningsforbindelse. Der skal desuden udføres lokale, supplerende udligningsforbindelser i badeområder (kap.701), ved svømmebassiner og andre bassiner (kap. 702).

Formålet med disse udligningsforbindelser er at formindske de berøringsspændinger, der kan opstå ved en fejl i installationen

**Hovedudligningsforbindelser**

Ifølge 413.1.2.1 skal hovedbeskyttelseslederen, hovedjordlederen, hovedjordklemmen og følgende fremmede, ledende dele forbindes til hovedudligningsforbindelsen:

- Metalliske rørledninger, fx for gas og vand
- Centralvarme- og ventilationssystemer
- Jordingsanlæg for lynbeskyttelse

Desuden anbefales det, at metalliske konstruktionsdele og metallisk hovedarmering i betonkonstruktioner forbindes til hovedudligningsforbindelsen.

Ledere til hovedudligningsforbindelserne i boligen skal have en ledningsevne, som mindst svarer til halvdelen af tværsnittet for den største beskyttelsesleder i installationen. Der kræves dog ikke større tværsnit end  $25 \text{ mm}^2$  for kobberledere. Af mekaniske grunde skal ledertværsnittet mindst være  $6 \text{ mm}^2$ , uanset ledermateriale.

I boligen skal hovedudligningsforbindelserne til eksempelvis ventilation og rørledninger af metal være minimum halvdelen af tværsnittet for den største beskyttelsesleder i vores installation, som er  $2,5 \text{ mm}^2$ . Men tværsnittet skal minimum være  $6 \text{ mm}^2$ , af mekaniske årsager.

**Supplerende  
udligningsforbindelser**

I badeområder og i områder med svømmebassiner og andre bassiner er de ledende dele, der skal tilsluttes den lokale supplerende udligningsforbindelse, begrænset til metalliske gas-, vand-, varme- og afløbsrør samt ventilationskanaler og metalindlæg (armering/rio-net) i ikke-isolerende gulve. (se 701.413.1.6 og 702.413.1.6).

Specielt for badeområder i enfamiliehuse gælder dog, at den lokale, supplerende udligningsforbindelse kan udgøres af husets hovedudligningsforbindelse, forudsat denne omfatter de ledende dele i badeområdet, der er anført i 701.413.1.6, herunder metalindlæg i ikke-isolerende gulve.

Udligningsforbindelserne skal normalt udføres i eller umiddelbart ved det pågældende område, og de skal forbindes til beskyttelseslederne for alt elektrisk materiel i området, herunder også til beskyttelsesledere til stikkontakter.

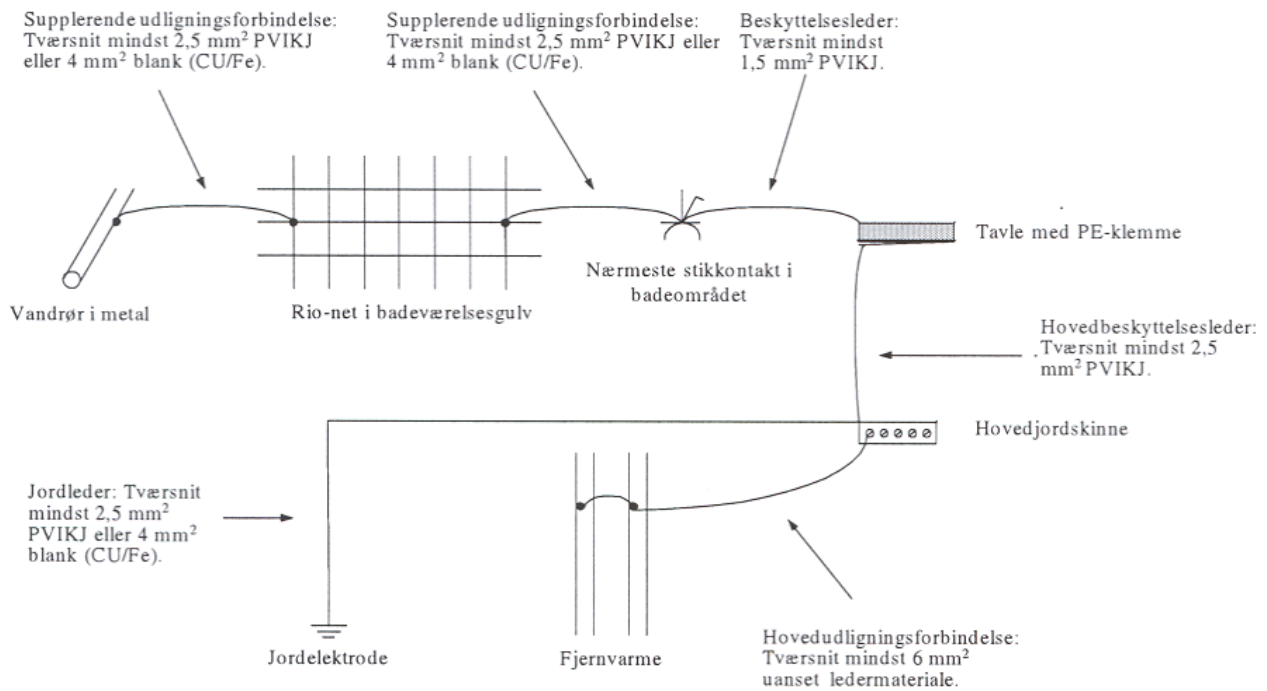
For de lokale, supplerende udligningsforbindelser i boligens badeområder gælder følgende:

- Mellem metalindlægget og vandrør i metal skal tværsnittet være mindst  $2,5 \text{ mm}^2$  i henhold til 543.1.3
  
- Mellem metalindlægget og nærmeste beskyttelsesleder i installationen i badeområdet skal tværsnittet være mindst  $2,5 \text{ mm}^2$  i henhold til 543.1.3.

---

**INSTALLATIONER - DIMENSIONERING**


---

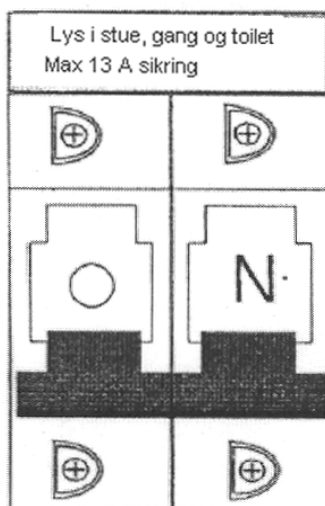
**Oversigt over beskyttelsesledere i boligen**


**Identifikation og mærkning af strømkredse**

I henhold til 514.1 og 514.4 skal der anbringes en mærkning, der angiver tilhørsforholdet for sikringsgrupperne i boligen. Mærkningen af gruppeafbrydere bør være præcis.

HPFI-relæet behøves ingen mærkning, da der ikke er mulighed for forveksling.

Eksempel på mærkning for en gruppeafbryder:





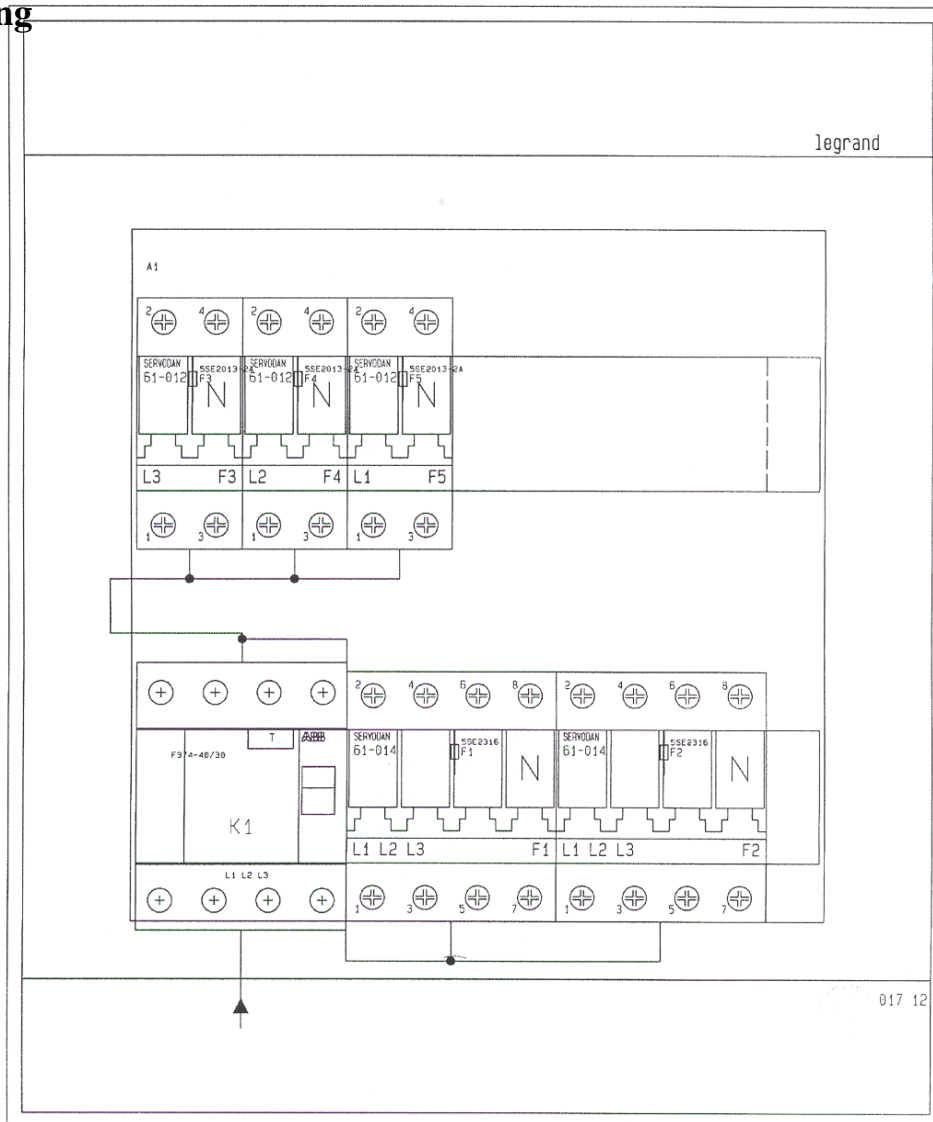
**Dimensionering af eltavlen****Tavlelayout**

Fordelingen af tavlekomponenter er som følgende:

- K1 er HPFI-relæet, som beskytter hele installationen i boligen.
- F1 er kraftgruppen, som forsyner komfuret.
- F2 er kraftgruppen, som forsyner vaskemaskine, tørretumbler og opvaskemaskine.
- F3 - F4 - F5 er lysgrupperne. Faseforsyningen til disse grupper står angivet på tegningen.

INSTALLATIONER - DIMENSIONERING

Varmeberegning



I varmeberegningen kontrolleres det, at den aktuelle effekt, som komponenterne kan afsætte i tavlen, ved samtidig maksimal drift, er mindre end den maksimale effekt, som kapslingen kan holde til. Kapslingen kan holde til 24 W, og komponenterne afsætter kun 22,91 W, altså mindre end kapslingen kan holde til.



---

**INSTALLATIONER - DIMENSIONERING**


---

**Ordforklaring til  
varmeberegning**

$I_n$ (A)	Mærkestrøm, målt i ampere.
$P_n$ (W)	Effekttab ved mærkestrøm, målt i watt.
$I_{nT}$ (A)	Korrigeret mærkestrøm (ved hensyntagen til temperaturen), målt i ampere.
$I_B$ (A)	Belastningsstrøm (den belastning komponenten kan holde til under hensyntagen til, at komponenterne er placeret ved siden af hinanden), målt i ampere.
$P_v$ (W)	Effekttab ved korrigeret mærkestrøm, målt i watt.
$P_{vkom}$ (W)	Effekttab ved belastningsstrøm, målt i watt.
Rumtemperatur	Temperatur i rummet hvor tavlen befinder sig.
Temperatur i tavler	Temperatur som tavlen maksimalt må opvarmes til..
$I_B \times S_f$	Belastningsstrømmen x samtidighedsfaktor
Maksimal effektafgivelse i tavler	Her kontrolleres, at tavlens effektafgivelse ikke er større end det, tavlen kan afgive under de givne forhold.

**Dimensionering efter de forenklede, danske bestemmelser til fastlæggelse af strømværdi****Indledning**

Der vil i dette afsnit blive dimensioneret efter SB afs. 6, forenklede, danske bestemmelser.

Dimensioneringerne udføres efter dimensioneringsvejledningen. Vejledningen findes bagerst i dette afsnit, sammen med relevante bilag.

Det er meningen, at bilagene skal være et værktøj til brug for dimensionering, uafhængigt af hvilken type dimensionering det drejer sig om.

---

**INSTALLATIONER - DIMENSIONERING**


---

**Dimensioneringsvejledning**

Vejledningen gennemgås fra punkt 1 til 27. Derved bliver dimensioneringen en konstant, fremadskridende proces, hvor dimensioneringen opsplittes i små dele og ikke relevante punkter udelades.

Vejledningen er udarbejdet efter de forenklede danske bestemmelser.

Pkt.	Betegnelse	Identifikation	Handling
1	Emne		Strømkredsens eller belastningens navn / mærkning.
2	Dimensionerede effekt	$P$	Den forventede dimensionerede effekt incl. evt. samtidigheds-, udvidelsesfaktor og $\cos \varphi$ .
3	Spænding	$U$	Strømkredsens forsyningsspænding, spændingen anvendes senere til spændingsfaldsberegning.
4	Belastningsstrøm	$I_B$	Strømkredsens forventede belastningsstrøm, beregnes eventuelt.
5	Startstrøm	$I_{st}$	Strømkredsens forventede startstrøm, vurder om der optræder startstrøm.
6	Overbelastningsbeskyttelse	$OB$	Type, mærkestrøm og evt. indstillingsværdi for udstyr til overbelastningsbeskyttelse.
7	Kortslutningsbeskyttelse	$KB$	Type, mærkestrøm og evt. indstillingsværdi for udstyr til kortslutningsbeskyttelse.
8	Afbryder	$Afbr.$	Alle strømkredsens afbrydere fx gruppeafbrydere, kontaktorer og forsyningsadskillere. <i>Jf. kap. 46 side 98</i>
9	Beskyttelsesudstyrets krav til ledningens strømværdi	$I_{OB}$	Beskyttelsesudstyrets krav til ledningens strømværdi, <i>Jf. 433.2 side 70</i>
10	Korrektionsfaktor	$kft$	Korrektionsfaktor vælges efter den højeste temperatur kablet udsættes for. <i>Jf. tabel 4.A side 186</i>

---

**INSTALLATIONER - DIMENSIONERING**


---

Pkt.	Betegnelse	Identifikation	Handling
11	Minimum strømværdi	$I_{Zmin}$	Mindste tilladelige strømværdi for kabler og tilledninger. $I_{Zmin} = \frac{I_{OB}}{kft}$
12	Varmeafledningsforhold	$Opl$	Oplægningsmetode. Jf. tabel 52-D2 side 148.
13	Lederantal, tværsnit og type	$S$	Lederantal, tværsnit og type hvor strømværdien i tabel A.2 eller A.3 mindst er lig $I_{Zmin}$ . side 184-185.
14	Strømværdi ved 30 °C	$I_{Z30}$	Strømværdien jf. SB tabel A.2 eller A.3 for det valgte tværsnit side 184-185.
15	Belastningsgrad	$BG$	Strømkredsens belastningsgrad i %, belastningsgraden anvendes til at vurdere, om der skal tages hensyn til samlet fremføring. Hvis der ikke er samlet fremføring, kan der ses bort fra dette punkt. $BG = \frac{I_B \cdot 100}{I_{Z30} \cdot kft}$
16	Samlet fremføring	$Sf.nr.$	Fremføringsmetode, hvordan er den samlede fremføring udført? Jf. tabel A.5 side 187.
17	Antal samlet fremførte kredse	$Antal$	Antal samtidigt belastede strømkredse. Se note efter tabel A.5 side 187.
18	Korrektionsfaktor	$kfs$	Korrektionsfaktor for samlet fremføring. Jf. SB tabel A.5 side 187
19	Reduceret strømværdi	$I_{Zred}$	Kablets reducerede strømværdi, pga. temperatur og samlet fremføring. $I_{Zred} = I_{Z30} \times kft \times kfs$
20	Kontrol af strømværdi		Kontrol af om den reducerede strømværdi er tilstrækkelig. $I_{OB} \leq I_{Zred}$ Se 433.2 side 70-71.

---

**INSTALLATIONER - DIMENSIONERING**


---

Pkt.	Betegnelse	Identifikation	Handling
21	Endelig dimension	$S$	Hvis $I_{z,red}$ er mindre end $I_{OB}$ vælges større tværsnit.
22	Minimum strømværdi tilledning	$I_{Zmin\ till}$	Tilledningens mindste strømværdi beregnes. $I_{Zmin\ till} = \frac{I_B}{k_{ft}}$
23	Lederantal, tværsnit og type	$S_{till}$	Tilledningen kvadrat vælges i <i>Tabel A.2 side 184</i> og kontrolleres i <i>Tabel 43 C side 75</i> .
24	Ledningens længde i m	$a$	Ledningssystemets længde i m.
25	Ledningens resistans pr. km	$R/km$	Ledningens ohmske modstand pr. km.
26	Spændingsfald i volt		Beregning af spændingsfaldet i ledningen. $\Delta U_1 f = I_B \cdot \cos \varphi \cdot Rl/m \cdot a \cdot 2$ $\Delta U_2 f = I_B \cdot \cos \varphi \cdot Rl/m \cdot a \cdot 2$ $\Delta U_3 f = I_B \cdot \cos \varphi \cdot Rl/m \cdot a \cdot \sqrt{3}$
27	Spændingsfald i %		$\Delta U \% = \frac{\Delta U \cdot 100}{U^1}$ Max 4 % fra forsyningspunkt til fjerneste belastning anbefales. <i>Se SB 525</i>

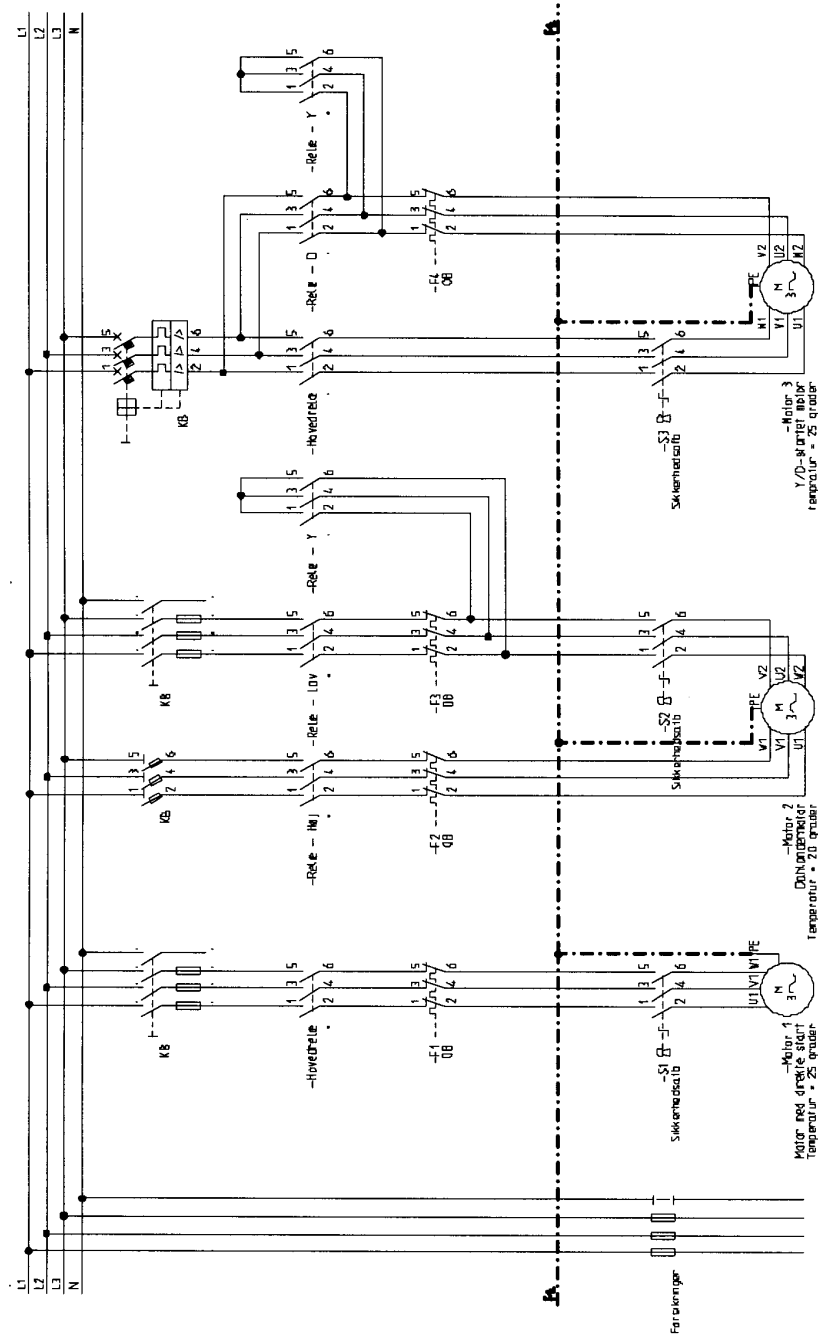


INSTALLATIONER - DIMENSIONERING

Kredsskema

Kredsskemaet viser motorinstallationen, som ønskes dimensioneret.

Motorinstallationen forsynes via en stikledning, som er beskyttet med smeltesikringer, og alle motorer skal kunne køre samtidig.



**Dimensionering af sikringer  
foran tavle****Belastning**

Da alle motorer skal kunne køre samtidig, skal sikringerne foran tavlen kunne tåle, at den motor med den største startstrøm starter samtidig med, at de resterende motorer kører maksimalt belastet.

$$I_n = I_{BM1} + I_{stM2} + I_{BM3} =$$

$$3,45 + 67 + 27 = 97,5 \approx 100 \text{ A}$$

**Selektivitet**

Ud fra dette kunne der vælges en 100 A sikring, men for at opnå selektivitet skal der også tages højde for den største sikring i installationen (se punkt 6 i dimensioneringen af Dahlandermotoren).

$$I_{N1} = 1,6 \cdot I_{N2} \rightarrow I_N = 1,6 \cdot 125 \text{ A} = 200 \text{ A}$$

Der vælges derfor en 200 A sikring af typen NH2.

---

**INSTALLATIONER - DIMENSIONERING**


---

**Dimensionering af 1,5 kW  
motor - direkte start**

Pkt.			
1		1,5 kW motor, motor 1	Det, der dimensioneres noteres.
2	$P$	1,5kW, $\cos \varphi = 0,79$	Den dimensionerede effekt aflæses på motorens mærkeplade.
3	$\underline{U}$	3 x 400 V	Forsyningsspændingen
4	$I_B$	3,45 A	Fuldlaststrømmen aflæses på mærkeplade.
5	$I_{st}$	$I_{st} = 6 \cdot I_B = 6 \cdot 3,45 = 20,7 \text{ A}$	Startstrømmen beregnes, normalt anvendes en faktor 6 ved direkte start.
6	$OB$	Danfoss TI 16 [2,7 - <u>3,45</u> - 4,2] A	Der vælges et Danfoss termorelæ ud fra fuldlaststrømmen ( $I_B$ ), termorelæet har en indstillingsskala fra 2,7- til 4,2A, stilles på 3,45A.
7	$KB$	$KB = \frac{I_{st}}{4} = \frac{20,7}{4} = 5,18 \text{ A} \Rightarrow 6 \text{ A}$ 6A D01	Kortslutningsbeskyttelsen vælges ved hjælp af tommelfingerreglen: startstrømmen divideret med 4. Denne tommelfingerregel er generel, ved tvivl skal relevant kurve aflæses. Der vælges smeltesikringer af typen D01.
8	Afbr	Gruppeafb. - Tytan Kontaktor - Danfoss CI6 Forsyningsadskillere. ABB OT 6ELPPT1	Alle kredsens afbrydere vælges: Gruppeafbryder, kontaktorer og forsyningsadskillere.
9	$I_{OB}$	$I_{OB} = 3,45 \text{ A}$	Overbelastningsbeskyttelsens krav til ledningernes strømværdi.
10	$kft$	$kft = 1,06$	Korrektionsfaktoren for temperatur aflæses (Tabel A.4), omgivelsestemperaturen er 25 °C.

---

**INSTALLATIONER - DIMENSIONERING**


---

**Dimensionering af 1,5 kW  
motor - direkte start**

Pkt.			
11	$I_{z,min}$	$I_{z,min} = \frac{I_{OB}}{kft} = \frac{3,45}{1,06} = 3,25 \text{ A}$	Den mindst mulige strømværdi for kablet beregnes.
12	$Opl$	$Opl = 30$	Oplægningsmetoden vælges (Tabel 52-D2).
13	$S$	4G1,5 mm <sup>2</sup> NOIK	Kablet vælges ud fra lederantal og Tabel A.2. Kablet skal have en strømværdi der mindst er lig $I_{z,min}$
14	$I_{z30}$	$I_{z30} = 15,5 \text{ A}$	Kablets strømværdi ved 30 °C.
15	$BG$	$BG = \frac{I_B \cdot 100}{I_{z30} \cdot kft} = \frac{3,45 \cdot 100}{15,5 \cdot 1,06} = 21 \%$	Kablets belastningsgrad beregnes, og da den er under 75 %, kan der ses bort fra den i forbindelse med eventuel samlet fremføring.
16	$S_f nr.$	-	Der er ingen samlet fremføring, så pkt. 16 til 21 springes over, da de ikke er relevante.
17	$Antal$	-	-
18	$kfs$	-	-
19	$I_{z,red}$	-	-
20	$Kontrol$	-	-
21	$S$	-	-

---

**INSTALLATIONER - DIMENSIONERING**


---

**Dimensionering af 1,5 kW  
motor - direkte start**

Pkt.			
22	$I_{Zmin\ till}$	$I_{Zmin\ till} = \frac{I_B}{k_{ft}} = \frac{3,45}{1,06} = 3,25\ A$	Mindste strømværdi for tilledningen beregnes.
23	$S_{till}$	4G1 mm <sup>2</sup> PKAJ	Tilledningens tværsnit bestemmes ud fra Tabel A.2 og kontrolleres i Tabel 43 C. Mindste tværsnit er dog 0,75 mm <sup>2</sup> jf. Tabel 52 H
24	$a$	$a = 30\ m$	Ledningernes længde noteres.
25	$R/km$	$R = 12,1\ \Omega/km$	Ledningens modstand pr. km.
26	$\Delta U$	$\Delta U = I_B \cdot \cos \varphi \cdot Rl/m \cdot a \cdot \sqrt{3}$ $\Delta U = 3,45 \cdot 0,79 \cdot \frac{12,1}{1000} \cdot 30 \cdot \sqrt{3} = 1,71\ V$	Spændingsfaldet i ledningen beregnes.
27	$\Delta U\%$	$\Delta U\% = \frac{\Delta U \cdot 100}{U_1} = \frac{1,71 \cdot 100}{400} = 0,4\ \%$	Spændingsfaldet i ledningen omregnes til procent.

**KB-kontrol**

Da der anvendes smeltesikring, er det  $I_{kmin}$  der anvendes til KB-kontrol.

$I_{kmin\ net}$  beregnes jf. Fællesregulativet § 12.3.  $I_N$  er stikledningssikringen:

$$I_{kmin\ net} = 5 \cdot I_N = 5 \cdot 200\ A = 1000\ A$$

---

**INSTALLATIONER - DIMENSIONERING**


---

Modstanden i forsyningsnettet beregnes:

$$R_{net} = \frac{U_f}{I_{kmin\ net}} = \frac{230}{1000} = 0,23 \ \Omega$$

Modstanden i kablet beregnes:

$$R_{kabel} = (Rl/m \cdot a \cdot 2) \cdot 1,5 =$$

$$\left( \frac{12,1}{1000} \cdot 30 \cdot 2 \right) \cdot 1,5 = 1,09 \ \Omega$$

Kabelmodstanden ganges med 1,5 for at lægge 50 % til modstanden, da der ved lille og forholdsvis langvarig kortslutning vil ske en opvarmning af ledninger og udstyr, som medfører at modstanden stiger.

$I_{k,min}$  beregnes:

$$I_{kmin} = \frac{U_f}{\Sigma R} =$$

$$\frac{U_f}{R_{net} + R_{kabel}} = \frac{230}{0,23 + 1,09} = 174,2 \ A$$

Tiden, som kablet kan tåle denne kortslutning, beregnes:

$$t = \left( \frac{K \cdot S}{I_k} \right)^2 = \left( \frac{115 \cdot 1,5}{174,2} \right)^2 = 0,98 \ \text{sek.}$$

Da tiden er over 0,1 sekund, skal kortslutningsstrømmen sammenlignes med sikringens smeltekurve.

---

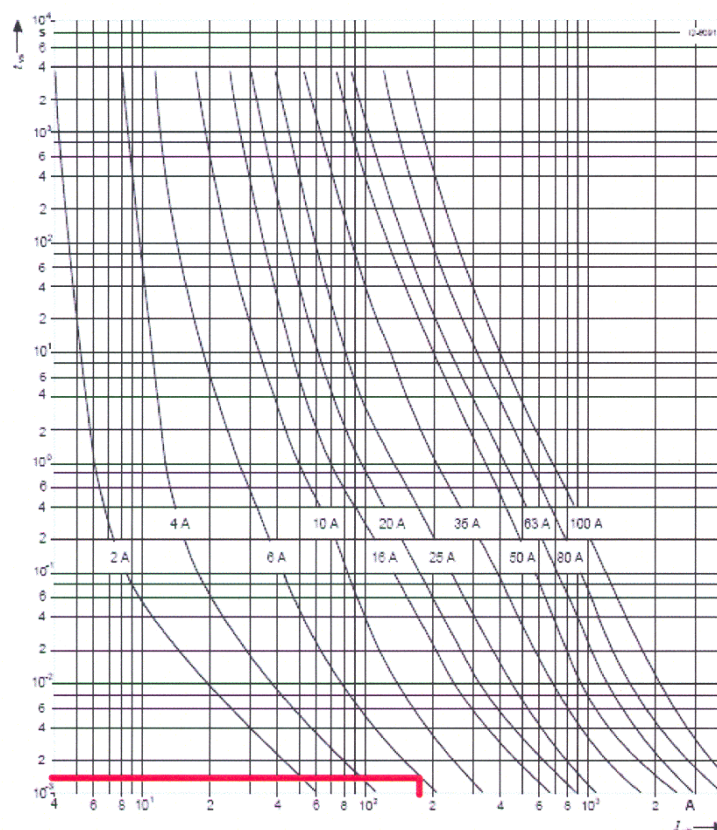
**INSTALLATIONER - DIMENSIONERING**


---

Sikringens smeltekurve aflæses:

1. 174A findes på den nederste akse, derfra føres en linie lodret op, til den skærer smeltekurven for den valgte sikring.
2. Fra skæringspunktet føres en linie vandret mod venstre ud til tidsskalaen, som aflæses:

Zeit-Strom-Kennlinien-Diagramm/Time-current characteristic chart  
 Diagramma della curva caratteristica tempo-corrente/Tid-strøm-diagram



Smeltetiden (t<sub>sm</sub>) aflæses til 1 ms.

Kontrol:

$$t = \left( \frac{K \cdot S}{I_k} \right)^2 \Rightarrow 1 \text{ ms} < 0,98 \text{ s}$$

KB er OK, da smeltetiden for sikringen er mindre end den tid, kablet kan lede kortslutningsstrømmen uden at tage skade.

---

**INSTALLATIONER - DIMENSIONERING**


---

**Dimensionering af  
Dahlandermotor**

Pkt.			
1		Dahlandermotor, motor 2	Det der dimensioneres noteres.
2	$P$	37/7 kW, $\cos \varphi = 0,92 / 0,75$	Den dimensionerede effekt aflæses på mærkeplade.
3		3 x 400 V	Forsyningsspændingen.
4	$I_B$	Høj/Lav: 67/16,2 A	Fuldlaststrømmen aflæses på mærkeplade.
5	$I_{st}$	Høj: $I_{st} = 6 \cdot I_B = 6 \cdot 67 = 402 \text{ A}$ Lav: $I_{st} = 6 \cdot I_B = 6 \cdot 16,2 = 97,2 \text{ A}$	Startstrømmen beregnes, normalt anvendes en faktor 6 ved direkte start.
6	$OB$	Høj: Danfoss TI 80 [60 - 67 - 80] A Lav: Danfoss TI 25 [15 - 16,2 - 20] A	Der vælges to Danfoss termorelæer ud fra fuldlaststrømmene for henholdsvis høj og lav.
7	$KB$	Høj: $KB = \frac{I_{st}}{4} = \frac{402}{4} = 100,5 \text{ A} \Rightarrow 125 \text{ A}$ 125A NH2 Lav: $KB = \frac{I_{st}}{4} = \frac{97,2}{4} = 24,3 \Rightarrow 25 \text{ A}$ 25A D02	Kortslutningsbeskyttelsen vælges ved hjælp af tommelfingerreglen: startstrømmen divideret med 4. Der vælges smeltesikringer af typen NH2 og D02.
8	$Afbr$	Høj: Forsyningsadskillere. - Holec QSA125 N1 Kontaktor - Danfoss CI86 og Danfoss CI37 Lav: Gruppeafb. - Tytan Kontaktor - Danfoss CI20 Sikkerhedsafb. - OT 25 ELPP3T	Alle kredsens afbrydere vælges: Gruppeafbryder, kontaktorer og forsyningsadskillere. Forsyningsadskilleren placeres i strømkredsen for lav, da der løber den mindste strøm.



---

**INSTALLATIONER - DIMENSIONERING**


---

**Dimensionering af  
Dahlandermotor**

Pkt.			
9	$I_{OB}$	Høj: $I_{OB} = 67 \text{ A}$ Lav: $I_{OB} = \frac{67}{2} = 33,5 \text{ A}$	Overbelastningsbeskyttelsens krav til ledningernes strømværdi. IOB for lav vælges ud fra den største af fuldlaststrømmen for lav eller den halve fuldlaststrøm for høj.
10	$kft$	$kft = 1,12$	Korrektionsfaktoren for temperatur aflæses (Tabel A.4), omgivelsestemperaturen er 20 °C.
11	$I_{Zmin}$	Høj: $I_{Zmin} = \frac{I_{OB}}{kft} = \frac{67}{1,12} = 60 \text{ A}$ Lav: $I_{Zmin} = \frac{I_{OB}}{kft} = \frac{33,5}{1,12} = 30 \text{ A}$	Den mindst mulige strømværdi for kablet beregnes.
12	$Opl$	$Opl = 30$	Oplægningsmetoden vælges (Tabel 52-D2).
13	$S$	Høj: 4G16mm <sup>2</sup> NOIK Lav: 4G6mm <sup>2</sup> NOIK	Kablet vælges ud fra lederantal og Tabel A.2. Kablet skal have en strømværdi der mindst er lig $I_{Z.min}$ .
14	$I_{Z30}$	Høj: $I_{Z30} = 68 \text{ A}$ Lav: $I_{Z30} = 36 \text{ A}$	Kablernes strømværdi ved 30 °C.
15	$BG$	Høj: $BG = \frac{I_B \cdot 100}{I_{Z30} \cdot kft} = \frac{67 \cdot 100}{68 \cdot 1,12} = 88 \%$ Lav: $BG = \frac{I_B \cdot 100}{I_{Z30} \cdot kft} = \frac{33,5 \cdot 100}{36 \cdot 1,12} = 83 \%$	Kablets belastningsgrad beregnes, og da den er over 75 % skal der muligvis korrigeres for samlet fremføring.
16	$Sf.nr.$	Nr. 1	Samlet fremføring nummer 1, Tabel A .5.
17	$Antal$	2 stk	Antal samlet fremført.

---

**INSTALLATIONER - DIMENSIONERING**


---

**Dimensionering af  
Dahlandermotor**

Pkt			
18	$k_{fs}$	$k_{fs} = 0,8$	Korrektionsfaktoren for samlet fremføring.
19	$I_{Zred}$	Lav: $I_{Zred} = I_{Z30} \cdot k_{ft} \cdot k_{fs} = 36 \cdot 1,12 \cdot 0,8 = 32,3 \text{ A}$	Beregning af maksimal belastning ved samlet fremføring.
20	Kontrol	$I_{OB} < I_{Zred} \Leftrightarrow 33,5 \text{ A} < 32,3 = \text{FALSK}$	Kvadratet hæves og punkt 13 til 15 beregnes igen.
13	S	Høj: 4G16mm <sup>2</sup> NOIK Lav: 4G10mm <sup>2</sup> NOIK	Kablet vælges ud fra lederantal og Tabel A.2. Kablet skal have en strømværdi, der mindst er lig $I_{Zmin}$ .
14	$I_{Z30}$	Høj: $I_{Z30} = 36 \text{ A}$ Lav: $I_{Z30} = 50 \text{ A}$	Kablernes strømværdi ved 30 °C.
15	BG	Høj: $BG = \frac{I_B \cdot 100}{I_{Z30} \cdot k_{ft}} = \frac{67 \cdot 100}{68 \cdot 1,12} = 88 \%$ Lav: $BG = \frac{I_B \cdot 100}{I_{Z30} \cdot k_{ft}} = \frac{33,5 \cdot 100}{50 \cdot 1,12} = 60 \%$	Der er kun et kabel, der er over 75 % belastet, fremføringen er OK.
21	S	Høj: 4G16mm <sup>2</sup> NOIK Lav: 4G10mm <sup>2</sup> NOIK	Endelige valg af kabler.
22	$I_{Zmin till}$	$I_{Zmin till} = \frac{I_{OB}}{k_{ft}} = \frac{67}{1} = 67 \text{ A}$	Tilledningens tværsnit bestemmes ud fra bilaget, strømværdier for gummiisolerede ledninger og kontrolleres i Tabel 43 C. Korrektionsfaktoren er sat til 1, da gummiisolerede kabler ikke må korrigeres for temperaturer under 30 °C jf. bilaget for korrektionsfaktor for andre omgivelsestemperaturer i luft end 30 °C.

---

**INSTALLATIONER - DIMENSIONERING**


---

**Dimensionering af  
Dahlandermotor**

Pkt			
23	$S_{till}$	2 stk. 4G16mm <sup>2</sup> GKDOJ	Valgte kabel.
24	$a$	$a = 20$ m	Ledningernes længde noteres.
25	$R/km$	16 mm <sup>2</sup> : $R = 1,15 \Omega/km$ 10 mm <sup>2</sup> : $R = 1,83 \Omega/km$	Ledningernes modstand pr. km.
26	$\Delta U_f$	$\Delta U = I_B \cdot \cos \varphi \cdot Rl/m \cdot a \cdot \sqrt{3} \cdot 1,5$ $\Delta U = 67 \cdot 0,92 \cdot \frac{1,15}{1000} \cdot 20 \cdot \sqrt{3} \cdot 1,5 = 3,7 \text{ V}$	Spændingsfaldet i ledningen beregnes. Der ganges med faktoren 1,5 for at få spændingsfaldet op til stjerrelæet med. <b>Dette gøres kun ved dimensionering af Dahlandermotor.</b>
27	$\Delta U \%$	$\Delta U \% = \frac{\Delta U \cdot 100}{UI} = \frac{3,7 \cdot 100}{400} = 0,9 \%$	Spændingsfaldet i ledningen omregnes til procent.

**KB-kontrol**

Da der anvendes smeltesikring, er det  $I_{kmin}$  der anvendes til KB-kontrol.

$I_{kmin \text{ net}}$  beregnes, jf. Fællesregulativet § 12.3.  $I_N$  er stikledningssikringen:

$$I_{kmin \text{ net}} = 5 \cdot I_N = 5 \cdot 200 \text{ A} = 1000 \text{ A}$$

Modstanden i forsyningsnettet beregnes:

$$R_{net} = \frac{U_f}{I_{k \text{ min. net}}} = \frac{230}{1000} = 0,23 \Omega$$

Modstanden i kablet beregnes:

$$R_{kabel} = (Rl/m \cdot a \cdot 2) \cdot 1,5 =$$

$$\left( \frac{1,15}{1000} \cdot 20 \cdot 2 \right) \cdot 1,5 = 0,069 \Omega$$

---

**INSTALLATIONER - DIMENSIONERING**

---

Kabelmodstanden ganges med 1,5 for at lægge 50 % til modstanden, da der ved lille og forholdsvis langvarig kortslutning vil ske en opvarmning af ledninger og udstyr, som medfører at modstanden stiger.

$I_{kmin}$  beregnes:

$$I_{kmin} = \frac{U_f}{\Sigma R} = \frac{U_f}{R_{net} + R_{kabel}} = \frac{230}{0,23 + 0,069} = 769,2 \text{ A}$$

Tiden, som kablet kan tåle denne kortslutning beregnes:

$$t = \left( \frac{K \cdot S}{I_k} \right)^2 = \left( \frac{115 \cdot 16}{769,2} \right)^2 = 5,7 \text{ sek.}$$

Da tiden er over 0,1 sekund, skal kortslutningsstrømmen sammenlignes med sikringens smeltekurve.

Sikringens smeltekurve aflæses:

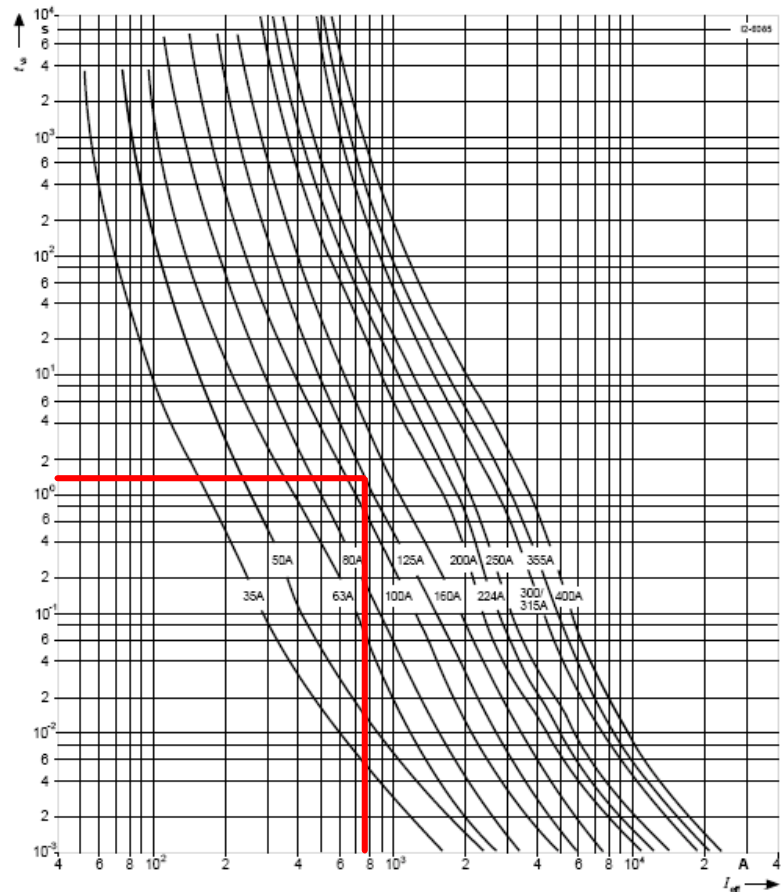
1. 769A findes på den nederste akse. Derfra føres en linie lodret op, til den skærer smeltekurven for den valgte sikring.
2. Fra skæringspunktet føres en linie vandret mod venstre ud til tidsskalaen, som aflæses:

---

**INSTALLATIONER - DIMENSIONERING**


---

Zeit-Strom-Kennlinien-Diagramm/Time-current characteristic chart  
 Diagramma della curva caratteristica tempo-corrente/Tid-ström-diagram



Smeltetiden ( $t_{sm}$ ) aflæses til 1 s.

Kontrol:

$$t_{sm} < \left( \frac{K \cdot S}{I_K} \right) \Rightarrow 1s < 5,7 s$$

KB er OK, da smeltetiden for sikringen er mindre end den tid, kablet kan lede kortslutningsstrømmen uden at tage skade.

---

**INSTALLATIONER - DIMENSIONERING**


---

**Dimensionering af 15 kW  
motor - Y/D-start**

Pkt.			
1		15 kW motor, motor 3	Det, der dimensioneres noteres.
2	$P$	15 kW, $\cos \varphi = 0,9$	Den dimensionerede effekt aflæses på mærkeplade.
3	$U$	3 x 400 V	Forsyningsspændingen
4	$I_B$	27A	Fulldlaststrømmen aflæses på mærkeplade.
5	$I_{st}$	$I_{st} = 2 \cdot I_B = 2 \cdot 27 = 54 \text{ A}$	Startstrømmen beregnes, normalt anvendes en faktor 2 ved Y/D-start.
6	$OB$	$OB = \frac{I_B}{\sqrt{3}} = \frac{27}{\sqrt{3}} = 15,6 \text{ A}$ Danfoss TI 16 [11 - <b>15,6</b> - 16] A	Der vælges et Danfoss termorelæ ud fra fulldlaststrømmen (IB) delt med $\sqrt{3}$ , termorelæet har en indstillingsskala fra 11- til 16A, stilles på 15,6A.
7	$KB$	$KB = \frac{I_{st}}{4} = \frac{54}{4} = 13,5 \text{ A}$ 35 A D02	Kortslutningsbeskyttelsen vælges ved hjælp af tommelfingerreglen, da den beregnede strøm er mindre end fulldlaststrømmen bliver fulldlaststrømmen den dimensionerede strøm.
8	Afbr	Gruppeafb. - Tytan Kontakter: Hovedstrøm - Danfoss CI 16 Trekant - Danfoss CI 16 Stjerne - Danfoss CI 9 Forsyningsadskillere - ABB OT 16 ELPP3T1	Alle kredsens afbrydere vælges: Gruppeafbrydere, kontakter og forsyningsadskillere.
9	$I_{OB}$	$I_{OB} = 15,6 \text{ A}$	Overbelastningsbeskyttelsens krav til ledningernes strømværdi.
10	$k_{ft}$	$k_{ft} = 1,06$	Korrektionsfaktoren for temperatur aflæses Tabel A.4, omgivelsestemperaturen er 25 °C.

---

**INSTALLATIONER - DIMENSIONERING**


---

**Dimensionering af 15 kW  
motor - Y/D-start**

Pkt.			
11	$I_{Zmin}$	$I_{Zmin} = \frac{I_{OB}}{kft} = \frac{15,6}{1,06} = 14,7 \text{ A}$	Den mindst mulige strømværdi for kablet beregnes.
12	$Opl$	$Opl = 30$	Oplægningsmetoden vælges ( <b>Tabel 52-D2</b> ).
13	$S$	7G1,5 mm <sup>2</sup> NOIK	Kablet vælges ud fra lederantal og Tabel A.2. Kablet skal have en strømværdi der mindst er lig $I_{Zmin}$ .
14	$I_{Z30}$	$I_{Z30} = 15,5 \text{ A}$	Kablets strømværdi ved 30 °C.
15	$BG$	$BG = \frac{I_B \cdot 100}{I_{Z30} \cdot kft} = \frac{15,6 \cdot 100}{15,5 \cdot 1,06} = 95 \%$	Kablets belastningsgrad beregnes, og da den er over <b>75 %</b> skal der korrigeres for samlet fremføring.
16	$Sf nr.$	Nr. 1	Samlet fremføring nummer 1, Tabel <b>A.5</b> .
17	$Antal$	2 stk.	Antal samlet fremført.
18	$kfs$	$kfs = 0,8$	Korrektionsfaktoren for samlet fremføring.
19	$I_{Zred}$	Lav: $I_{Zred} = I_{Z30} \cdot kft \cdot kfs =$ $15,5 \cdot 1,06 \cdot 0,8 = 13,1 \text{ A}$	Beregning af maksimal belastning ved samlet fremføring.
20	$Kontrol$	$I_{OB} < I_{Zred} \Leftrightarrow 15,6 \text{ A} < 13,1 \text{ A} = \text{FALSK}$	Kvadratet hæves, 1,5 mm <sup>2</sup> kablet skiftes til et 2,5 mm <sup>2</sup> , og punkt 13 til 15 beregnes igen.
13	$S$	7G2,5 mm <sup>2</sup> NOIK	Kablet vælges ud fra lederantal og Tabel A.2. Kablet skal have en strømværdi der mindst er lig $I_{Zmin}$ .
14	$I_{Z30}$	$I_{Z30} = 21 \text{ A}$	Kablernes strømværdi ved 30 °C.
15	$BG$	$BG = \frac{I_B \cdot 100}{I_{Z30} \cdot kft} = \frac{15,6 \cdot 100}{21 \cdot 1,06} = 70\%$	Begge strømkredse er under 75% belastet, fremføringen er Ok.

---

**INSTALLATIONER - DIMENSIONERING**


---

**Dimensionering af 15 kW  
motor - Y/D-start**

Pkt.			
21	$S$	7G2,5 mm <sup>2</sup> NOIK	Endelige kabelvalg.
22	$I_{Z \text{ min till}}$	$I_{Z \text{ min till}} = \frac{I_B}{k_{ft} \cdot k_{fs}} = \frac{15,6}{1,06 \cdot 0,85} = 17,3 \text{ A}$	Mindste strømværdi for tilledningen beregnes. Der medregnes korrektion for samlet fremføring.
23	$S_{\text{till}}$	2 stk. 4G2,5 mm <sup>2</sup> PKAJ	Tilledningens tværsnit bestemmes ud fra Tabel A.2 og kontrolleres i Tabel 43 C. Mindste tværsnit er dog 0,75 mm <sup>2</sup> jf. Tabel 52 H
24	$a$	$a = 40 \text{ m}$	Ledningernes længde noteres.
25	$R/\text{km}$	$R = 7,41 \text{ } \Omega/\text{km}$	Ledningens modstand pr. km.
26	$\Delta U$	$\Delta U = I_B \cdot \cos \varphi \cdot Rl/m \cdot a \cdot \sqrt{3} \cdot \frac{2}{\sqrt{3}}$ $\Delta U = 15,6 \cdot 0,9 \cdot \frac{7,41}{1000} \cdot 40 \cdot 2 = 8,32 \text{ V}$	Spændingsfaldet i ledningen beregnes. Der ganges med faktoren $\frac{2}{\sqrt{3}}$ for at få det samlede spændingsfald i begge strømkredse. <b>Dette gøres kun ved dimensionering af Y/D-starter.</b>
27	$\Delta U \%$	$\Delta U \% = \frac{\Delta U \cdot 100}{U_1} = \frac{8,32 \cdot 100}{400} = 2,1 \%$	Spændingsfaldet i ledningen omregnes til procent.



**KB-kontrol**

Da der anvendes smeltesikring er det  $I_{kmin}$  der anvendes til KB-kontrol.

$I_{kmin.net}$  beregnes jf. Fællesregulativet § 12.3,  $I_N$  er stikledningssikringen:

$$I_{kmin.net} = 5 \cdot I_N = 5 \cdot 200 \text{ A} = 1000 \text{ A}$$

Modstanden i forsyningsnettet beregnes:

$$R_{net} = \frac{U_f}{I_{kmin.net}} = \frac{230}{1000} = 0,23 \text{ } \Omega$$

Modstanden i kablet beregnes:

$$R_{kabel} = (Rl/m \cdot a \cdot 2) \cdot 1,5 =$$

$$\left( \frac{7,41}{1000} \cdot 40 \cdot 2 \right) \cdot 1,5 = 0,89 \text{ } \Omega$$

Kabelmodstanden ganges med 1,5 for at lægge 50 % til modstanden, da der ved lille og forholdsvis langvarig kortslutning vil ske en opvarmning af ledninger og udstyr, som medfører at modstanden stiger.

$I_{kmin}$  beregnes:

$$I_{kmin} = \frac{U_f}{\Sigma R} = \frac{U_f}{R_{net} + R_{kabel}} = \frac{230}{0,23 + 0,89} = 205 \text{ A}$$

Tiden, som kablet kan tåle denne kortslutning, beregnes:

$$t = \left( \frac{K \cdot S}{I_k} \right)^2 = \left( \frac{115 \cdot 2,5}{205} \right)^2 = 2 \text{ sek.}$$

Da tiden er over 0,1 sekund, skal kortslutningsstrømmen sammenlignes med sikringens smeltekurve.

---

**INSTALLATIONER - DIMENSIONERING**


---

Sikringens smeltekurve aflæses:

1. 205A findes på den nederste akse. Derfra føres en linie lodret op, til den skærer smeltekurven for den valgte sikring.
2. Fra skæringspunktet føres en linie vandret mod venstre ud til tidsskalaen, som aflæses:

Zeit-Strom-Kennlinien-Diagramm/Time-current characteristic chart  
Diagramma della curva caratteristica tempo-corrente/Tid-strøm-diagram



Kontrol:

$$t_{sm} < \left( \frac{K \cdot S}{I_K} \right) \Rightarrow 1s < 2s$$

KB er OK, da smeltetiden for sikringen er mindre end den tid, kablet kan lede kortslutningsstrømmen, uden at tage skade.

---

**INSTALLATIONER - DIMENSIONERING**


---

**Dimensionering efter IEC-normen**

Dette eksempel er det samme som det foregående, men nu dimensioneres efter IEC-normen. Formålet med eksemplet er at belyse forskellen på at dimensionere efter de forenklede danske regler og så IEC-reglerne.

Afvigelserne fra de danske regler er fremhævet med **understreget fed skrift**.

**Dimensionering af 15 kW motor - Y/D-start**

Pkt.			
1		15 kW motor, motor 3	Det der dimensioneres, noteres.
2	$P$	15 kW, $\cos \varphi = 0,9$	Den dimensionerede effekt aflæses på mærkeplade.
3	$U$	3 x 400 V	Forsyningsspændingen.
4	$I_B$	27 A	Fuldlaststrømmen aflæses på mærkeplade.
5	$I_{st}$	$I_{st} = 2 \cdot I_B = 2 \cdot 27 = 54 A$	Startstrømmen beregnes, normalt anvendes en faktor 2 ved Y/D-start.
6	$OB$	$OB = \frac{I_B}{\sqrt{3}} = \frac{27}{\sqrt{3}} = 15,6 A$ Danfoss TI 16 [11 - <b>15,6</b> - 16] A	Der vælges et Danfoss termorelæ ud fra fuldlaststrømmen (IB) delt med $\sqrt{3}$ , termorelæet har en indstillingsskala fra 11- til 16A, stilles på 15,6A.
7	$KB$	$KB = \frac{I_{st}}{4} = \frac{54}{4} = 13,5 A$ 35 A D02	Kortslutningsbeskyttelsen vælges ved hjælp af tommelfingerreglen, da den beregnede strøm er mindre end fuldlaststrømmen bliver fuldlaststrømmen den dimensionerede strøm.
8	$Afbr$	Gruppeafb. -Tytan Kontaktorer: Hovedstrøm - Danfoss CI 16 Trekant - Danfoss CI 16 Stjerne - Danfoss CI 9 Forsyningsadskillere - ABB OT 16 ELPP3T1	Alle kredsens afbrydere vælges: Gruppeafbryder, kontaktor og forsyningsadskillere.

---

**INSTALLATIONER - DIMENSIONERING**


---

**Dimensionering af 15 kW  
motor - Y/D-start**

Pkt.			
9	$I_{OB}$	$I_{OB} = 15,6 A$	Overbelastningsbeskyttelsens krav til ledningernes strømværdi.
10	$kft$	$kft = 1,06$	Korrektionsfaktoren for temperatur aflæses ( <b>Tabel 52-F1</b> ), omgivelsestemperaturen er 25 °C.
11	$I_{Zmin}$	$I_{Zmin} = \frac{I_{OB}}{kft} = \frac{15,6}{1,06} = 14,7 A$	Den mindst mulige strømværdi for kablet beregnes.
12	$Opl$	$Opl = 30$	Oplægningsmetoden vælges ( <b>Tabel 52-D1</b> ).
13	$S$	7G1,5 mm <sup>2</sup> NOIK	Kablet vælges ud fra lederantal og <b>Tabel 52-D1</b> , som leder videre til <b>Tabel 52-E3</b> . Kablet skal have en strømværdi der mindst er lig $I_{Zmin}$ .
14	$I_{Z30}$	$I_{Z30} = 17,5 A$	Kablets strømværdi ved 30 °C.
15	$BG$	$BG = \frac{I_B \cdot 100}{I_{Z30} \cdot kft} = \frac{15,6 \cdot 100}{17,5 \cdot 1,06} = 84 \%$	Kablets belastningsgrad beregnes, og da den er over <b>30 %</b> skal der korrigeres for samlet fremføring.
16	$Sf nr.$	Nr. 1	Samlet fremføring nummer 1, <b>Tabel 52-G1</b>
17	$Antal$	2 stk.	Antal samlet fremført.
18	$kfs$	$kfs = 0,8$	Korrektionsfaktoren for samlet fremføring.
19	$I_{zred}$	Lav: $I_{Zred} = I_{Z30} \cdot kft \cdot kfs =$ $17,5 \cdot 1,06 \cdot 0,8 = 14,8 A$	Beregning af maksimal belastning ved samlet fremføring.
20	$Kon-$ $trol$	$I_{OB} = < I_{Zred} \Leftrightarrow 15,6 < 14,8 A = \text{FALSK}$	Kvadratet hæves, 1,5mm <sup>2</sup> kablet skiftes til et 2,5mm <sup>2</sup> , og punkt 13 til 15 beregnes igen.

---

**INSTALLATIONER - DIMENSIONERING**


---

**Dimensionering af 15 kW  
motor - Y/D-start**

Pkt.			
13	S	7G2,5 mm <sup>2</sup> NOIK	Kablet vælges ud fra lederantal og Tabel 52-E3. Kablet skal have en strømværdi der mindst er lig $I_{Z.min}$ .
14	$I_{Z30}$	$I_{Z30} = 24 \text{ A}$	Kablernes strømværdi ved 30 °C.
15	BG	$BG = \frac{I_B \cdot 100}{I_{Z30} \cdot kft} = \frac{15,6 \cdot 100}{24 \cdot 1,06} = 61,3 \%$	Kablets belastningsgrad beregnes, og da den er over <b>30 %</b> , skal der korrigeres for samlet fremføring
19	$I_{Zred}$	Lav: $I_{Zred} = I_{Z30} \cdot kft \cdot kfs =$ $24 \cdot 1,06 \cdot 0,8 = 20,4 \text{ A}$	Beregning af maksimal belastning ved samlet fremføring.
20	Kontrol	$I_{OB} = < I_{Zred} \Leftrightarrow 15,6 < 20,4 \text{ A} = \text{SAND}$	Tværsnittet på kablet er OK.
21	S	7G2,5 mm <sup>2</sup> NOIK	Endelige kabelvalg.
22	$I_{Zmin till}$	$I_{Zmin till} = \frac{I_B}{kft \cdot ffs} = \frac{15,6}{1,06 \cdot 0,87} = 16,9 \text{ A}$	Mindste strømværdi for tilledningen beregnes. Der medregnes korrektion for samlet fremføring.
23	$S_{till}$	2 stk. 4G1,5 mm <sup>2</sup> PKAJ	Tilledningens tværsnit bestemmes ud fra Tabel 52-E9 og kontrolleres i Tabel 43 C. Mindste tværsnit er dog 0,75 mm <sup>2</sup> jf. Tabel 52 H
24	a	a = 40 m	Ledningernes længde noteres
25	R/km	R = 7,41 Ω/km	Ledningens modstand pr. km.
26	$\Delta U$	$\Delta U = I_B \cdot \cos \varphi \cdot Rl/m \cdot a \cdot \sqrt{3} \cdot \frac{2}{\sqrt{3}}$ $\Delta U = 15,6 \cdot 0,9 \cdot \frac{7,41}{1000} \cdot 40 \cdot 2 = 8,32 \text{ V}$	Spændingsfaldet i ledningen beregnes. Der ganges med faktoren $\frac{2}{\sqrt{3}}$ for at få det samlede spændingsfald i begge strømkredse. <b>Dette gøres kun ved dimensionering af Y/D-startere.</b>
27	$\Delta U \%$	$\Delta U \% = \frac{\Delta U \cdot 100}{UI} = \frac{8,32 \cdot 100}{400} = 2,1 \%$	Spændingsfaldet i ledningen omregnes til procent.

---

**INSTALLATIONER - DIMENSIONERING**


---

**KB-kontrol**

Da der anvendes smeltesikring, er det  $I_{kmin}$  der anvendes til KB-kontrol.

$I_{kmin\ net}$  beregnes jf. Fællesregulativet § 12.3. I er stikledningssikringen:

$$I_{kmin\ net} = 5 \cdot I_N = 5 \cdot 200\ A = 1000\ A$$

Modstanden i forsyningsnettet beregnes:

$$R_{net} = \frac{U_f}{I_{k\ min\ net}} = \frac{230}{1000} = 0,23\ \Omega$$

Modstanden i kablet beregnes:

$$R_{kabel} = (R_l/m \cdot a \cdot 2) \cdot 1,5 = \left( \frac{7,41}{1000} \cdot 40 \cdot 2 \right) \cdot 1,5 = 0,89\ \Omega$$

Kabelmodstanden ganges med 1,5 for at lægge 50 % til modstanden, da der ved en lille og forholdsvis langvarig kortslutning vil ske en opvarmning af ledninger og udstyr, som medfører, at modstanden stiger.

$I_{kmin}$  beregnes:

$$I_{kmin} = \frac{U_f}{\Sigma R} = \frac{U_f}{R_{net} + R_{kabel}} = \frac{230}{0,23 + 0,89} = 205\ A$$

Tiden, som kablet kan tåle denne kortslutning beregnes:

$$t = \left( \frac{K \cdot S}{I_k} \right)^2 = \left( \frac{115 \cdot 2,5}{205} \right)^2 = 2\ sek$$

Da tiden er over 0,1 sekund, skal kortslutningsstrømmen sammenlignes med sikringens smeltekurve.

---

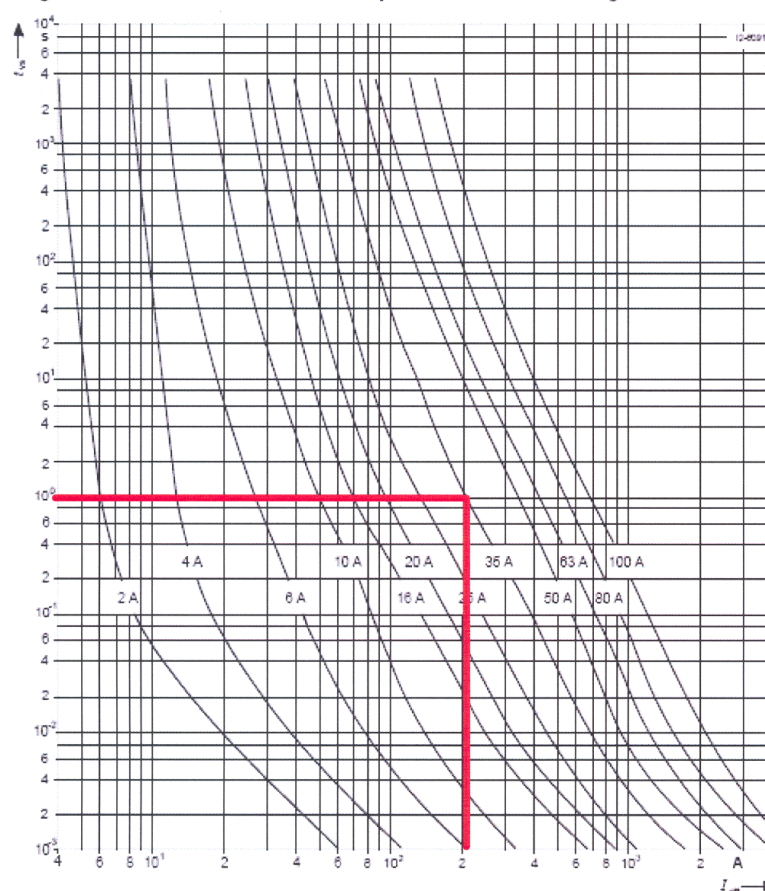
**INSTALLATIONER - DIMENSIONERING**


---

Sikringens smeltekurve aflæses:

1. 205 A findes på den nederste akse. Derfra føres en linie lodret op, til den skærer smeltekurven for den valgte sikring.
2. Fra skæringspunktet føres en linie vandret mod venstre ud til tidsskalaen, som aflæses:

Zeit-Strom-Kennlinien-Diagramm/Time-current characteristic chart  
Diagramma della curva caratteristica tempo-corrente/Tid-strøm-diagram



Smeltetiden ( $t_{sm}$ ) aflæses til 1 s.

Kontrol:

$$t_{sm} = \left( \frac{K \cdot S}{I_k} \right)^2 \Rightarrow 1 \text{ s} < 2 \text{ s}$$

KB er OK, da smeltetiden for sikringen er mindre end den tid, kablet kan lede kortslutningsstrømmen, uden at tage skade.

**Bilag til brug for  
dimensionering**

**Vejledningen gennemgås fra punkt 1 til 27. Derved bliver dimensioneringen en konstant fremadskridende proces, hvor dimensioneringen opsplittes i små dele og ikke-relevante punkter udelades.**

- Dimensioneringsvejledning
- Sikringsmateriel
- Vekselstrømsmodstand ved 20 °C for 3-, 4- og 5-leder kabler
- Vekselstrømsmodstand ved 20 °C for 3-, 4- og 5-leder gummi- og plastkabler (tilledninger)
- Reaktans i ohm ved 50 Hz for 3-, 4- og 5-leder kabler
- Reaktans i ohm ved 50 Hz for gummi- og plastkappeledninger
- Strømværdier for gummiisolerede ledninger for 60 °C ved en omgivelsestemperatur på 30 °C
- Korrektionsfaktor for andre omgivelsestemperaturer i luft end 30 °C
- Smeltekurve for sikringer D01 - D02 - D03
- Smeltekurve for sikringer NH 2
- Danfoss - kontaktorer og termoudløsere
- Danfoss - data for ledningstilslutning
- Driftskategorier
- Udløsekurver for automatsikring type B
- Udløsekurver for automatsikring type C
- Udløsekurver for automatsikring type D
- NKT- konverteringstabel
- NKT- tolkning af typebetegnelser
- Holec sikringsafbrydere
- Servodan gruppeafbrydere
- ABB sikkerhedsafbrydere

Navn:



---

**INSTALLATIONER - DIMENSIONERING**


---

**Dimensioneringsvejledning**

Pkt.	Betegnelse	Identifikation	Handling
1	Emne		Strømkredsens eller belastningens navn / mærkning
2	Dimensionerede effekt	$P$	Den forventede dimensionerede effekt incl. evt. samtidigheds-, udvidelsesfaktor og $\cos\phi$
3	Spænding	$U$	Strømkredsens forsyningsspænding, spændingen anvendes senere til spændingsfaldsberegning.
4	Belastningsstrøm	$I_B$	Strømkredsens forventede belastningsstrøm, beregnes eventuelt.
5	Startstrøm	$I_{st}$	Strømkredsens forventede startstrøm, vurder om der optræder startstrøm.
6	Overbelastningsbeskyttelse	$OB$	Type, mærkestrøm og evt. indstillingsværdi for udstyr til overbelastningsbeskyttelse.
7	Kortslutningsbeskyttelse	$KB$	Type, mærkestrøm og evt. indstillingsværdi for udstyr til kortslutningsbeskyttelse
8	Afbryder	$Afbr.$	Alle strømkredsens afbrydere fx gruppeafbrydere, kontaktorer og forsyningsadskillere. <i>Jf. kap. 46 side 98</i>
9	Beskyttelsesudstyrets krav til ledningens strømværdi	$I_{OB}$	Beskyttelsesudstyrets krav til ledningens strømværdi, <i>Jf. 433.2 side 70</i>
10	Korrektionsfaktor	$kft$	Korrektionsfaktor vælges efter den højeste temperatur kablet udsættes for. <i>Jf. tabel 4.A side 186</i>

---

**INSTALLATIONER - DIMENSIONERING**


---

Pkt.	Betegnelse	Identifikation	Handling
11	Minimum strømværdi	$I_{Zmin}$	Mindste tilladelige strømværdi for kabler og tilledninger. $I_{Zmin} = \frac{I_{OB}}{kft}$
12	Varmeafledningsforhold	<i>Opl</i>	Oplægningsmetode. <i>Jf. tabel 52-D2 side 148.</i>
13	Lederantal, tværsnit og type	<i>S</i>	Lederantal, tværsnit og type hvor strømværdien i <i>tabel A.2 eller A.3</i> mindst er lig $I_{Zmin}$ <i>side 184-185.</i>
14	Strømværdi ved 30 °C	$I_{Z30}$	Strømværdien <i>jf. SB tabel A.2 eller A.3</i> for det valgte tværsnit <i>side 184-185.</i>
15	Belastningsgrad	<i>BG</i>	Strømkredsens belastningsgrad i %, belastningsgraden anvendes til at vurdere om der skal tages hensyn til samlet fremføring. Hvis der ikke er samlet fremføring, kan der ses bort fra dette punkt. $BG = \frac{I_B \cdot 100}{I_{Z30} \cdot kft}$
16	Samlet fremføring	<i>Sf.nr.</i>	Fremføringsmetode; hvordan er den samlede fremføring udført? <i>Jf. tabel A.5 side 187.</i>
17	Antal samlet fremførte kredse	<i>Antal</i>	Antal samtidigt belastede strømkredse. <i>Se note efter tabel A.5 side 187.</i>
18	Korrektionsfaktor	<i>kfs</i>	Korrektionsfaktor for samlet fremføring. <i>Jf. SB tabel A.5 side 187</i>
19	Reduceret strømværdi	$I_{Zred.}$	Kablets reducerede strømværdi, pga. temperatur og samlet fremføring. $I_{Zred.} = I_{Z30} \times kft \times kfs$
20	Kontrol af strømværdi		Kontrol af, om den reducerede strømværdi er tilstrækkelig. $I_{OB} \leq I_{Zred.}$ <i>Se 433.2 side 70-71.</i>

---

**INSTALLATIONER - DIMENSIONERING**


---

Pkt.	Betegnelse	Identifikation	Handling
21	Endelig dimension	$S$	Hvis $I_{z,red}$ er mindre end $I_{OB}$ , vælges større tværsnit
22	Minimum strømværdi tilledning	$I_{Zmin\ till}$	Tilledningens mindste strømværdi beregnes. $I_{Zmin\ till} = \frac{I_B}{kft}$
23	Lederantal, tværsnit og type	$S_{till}$	Tilledningen kvadrat vælges i <i>Tabel A.2 side 184</i> og kontrolleres i <i>Tabel 43 C side 75</i> .
24	Ledningens længde i m	$a$	Ledningssystemets længde i m.
25	Ledningens resistans pr. km	$R/km$	Ledningens ohmske modstand pr. km.
26	Spændingsfald i volt		Beregning af spændingsfaldet i ledningen. $\Delta U_1 f = I_B \cdot \cos \varphi \cdot Rl/m \cdot a \cdot 2$ $\Delta U_2 f = I_B \cdot \cos \varphi \cdot Rl/m \cdot a \cdot 2$ $\Delta U_3 f = I_B \cdot \cos \varphi \cdot Rl/m \cdot a \cdot \sqrt{3}$
27	Spændingsfald i %		$\Delta U \% = \frac{\Delta U \cdot 100}{U^1}$ Max 4 % fra forsyningspunkt til fjerneste belastning anbefales. <i>Se SB 525</i>

---

**INSTALLATIONER - DIMENSIONERING**


---

**Sikringsmateriel**

Diametersystemet			
Størrelse	Farvekode		
2 A	Rosa	D01	DzII
4 A	Brun		
6 A	Grøn		
10 A	Rød		
13 A	Sort		
16 A	Grå		
20 A	Blå	D02	DzII
25 A	Gul		
35 A	Sort		DzII
50 A	Hvid		
63 A	Kobber		
80 A	Sølv	D03	DzIV
100 A	Rød		

---

**INSTALLATIONER - DIMENSIONERING**


---

**Vekselstrømsmodstand ved  
20 °C for 3-, 4- og 5-leder  
kabler**

Tabel 13:

Vekselstrømsmodstand  $R_l$  ved 20 °C for 3-, 4- og 5-leder kabler. - Tabellen angiver vekselstrømsmodstanden i ohm/km. - Værdierne for større tværsnit og frekvenser over 50 Hz kan være behæftet med nogen usikkerhed.

Kilde: NKT Teknisk katalog 2002 nr. 1 Tabel 13. Kataloget er tilgængeligt på Internetadressen:

[www.nktcables.dk](http://www.nktcables.dk)

Tværsnit mm <sup>2</sup>	Frekvens							
	50 Hz	100 Hz	150 Hz	200 Hz	250 Hz	300 Hz	350 Hz	400 Hz
	ohm/km	ohm/km	ohm/km	ohm/km	ohm/km	ohm/km	ohm/km	ohm/km
<b>Kobber</b>								
1,5	12,10	12,10	12,10	12,10	12,10	12,10	12,10	12,10
2,5	7,410	7,410	7,410	7,410	7,410	7,410	7,410	7,410
4	4,610	4,610	4,610	4,610	4,610	4,610	4,610	4,610
6	3,080	3,080	3,080	3,080	3,080	3,080	3,080	3,080
10	1,830	1,830	1,830	1,830	1,830	1,840	1,840	1,840
16	1,150	1,150	1,150	1,150	1,160	1,160	1,160	1,160
25	0,727	0,728	0,730	0,733	0,736	0,740	0,745	0,750
35	0,525	0,526	0,530	0,534	0,539	0,546	0,553	0,561
50	0,388	0,390	0,393	0,397	0,402	0,408	0,416	0,424
70	0,269	0,272	0,276	0,282	0,289	0,298	0,307	0,317
95	0,194	0,198	0,204	0,212	0,222	0,232	0,243	0,254
120	0,155	0,160	0,167	0,176	0,187	0,198	0,209	0,221
150	0,126	0,132	0,140	0,151	0,162	0,173	0,184	0,195
185	0,1017	0,1087	0,1186	0,1297	0,1411	0,1523	0,1629	0,1728
240	0,0787	0,0872	0,0981	0,1095	0,1204	0,1306	0,1397	0,1480
<b>Aluminium</b>								
16	1,910	1,910	1,910	1,910	1,910	1,910	1,920	1,920
25	1,200	1,200	1,200	1,210	1,210	1,210	1,210	1,220
35	0,868	0,869	0,870	0,872	0,875	0,878	0,881	0,885
50	0,641	0,642	0,644	0,647	0,650	0,654	0,659	0,664
70	0,444	0,445	0,448	0,452	0,456	0,462	0,469	0,476
95	0,321	0,323	0,327	0,332	0,339	0,347	0,355	0,364
120	0,254	0,257	0,262	0,268	0,276	0,285	0,295	0,306
150	0,207	0,211	0,217	0,224	0,233	0,243	0,254	0,265
185	0,166	0,170	0,177	0,186	0,196	0,206	0,217	0,229
240	0,127	0,133	0,141	0,152	0,163	0,174	0,185	0,196
300	0,103	0,110	0,119	0,130	0,142	0,153	0,164	0,174

Værdierne er beregnet i henhold til IEC 287-1-1.

---

**INSTALLATIONER - DIMENSIONERING**


---

**Vekselstrømsmodstand ved  
20° C for 3-, 4- og 5-leder  
gummi- og plastkabler  
(tilledninger)**

Tabellen angiver vekselstrømsmodstanden i ohm/km.

Kilde: NKT Teknisk katalog 2002 nr. 1 Tabel 15. Kataloget er tilgængeligt på Internetadressen:

[www.nktcables.dk](http://www.nktcables.dk)

**Tablet 15: Vekselstrømsmodstand  $R_1$  ved 20°C for 3-, 4- og 5-leder gummi- og plastkappedninger.**

Tværsnit mm <sup>2</sup>	Frekvens							
	50Hz	100Hz	150Hz	200Hz	250Hz	300Hz	350Hz	400Hz
	ohm/km	ohm/km	ohm/km	ohm/km	ohm/km	ohm/km	ohm/km	ohm/km
Kobber								
0,75	26,00	26,00	26,00	26,00	26,00	26,00	26,00	26,00
1	19,50	19,50	19,50	19,50	19,50	19,50	19,50	19,50
1,5	13,30	13,30	13,30	13,30	13,30	13,30	13,30	13,30
2,5	7,980	7,980	7,980	7,980	7,981	7,981	7,981	7,981
4	4,950	4,950	4,950	4,951	4,951	4,951	4,951	4,951
6	3,300	3,300	3,301	3,301	3,302	3,303	3,305	3,307
10	1,910	1,910	1,911	1,912	1,913	1,914	1,918	1,922
16	1,210	1,211	1,212	1,213	1,215	1,218	1,224	1,231
25	0,7803	0,7814	0,7831	0,7854	0,7884	0,7921	0,8012	0,8126
35	0,5545	0,5561	0,5587	0,5623	0,5669	0,5723	0,5858	0,6023
50	0,3868	0,3891	0,3928	0,3980	0,4044	0,4120	0,4301	0,4513
70	0,2732	0,2766	0,2821	0,2895	0,2986	0,3089	0,3325	0,3580
95	0,2076	0,2121	0,2193	0,2288	0,2398	0,2520	0,2782	0,3048
120	0,1630	0,1689	0,1780	0,1893	0,2021	0,2156	0,2428	0,2686
150	0,1315	0,1386	0,1491	0,1617	0,1751	0,1887	0,2148	0,2382
185	0,1091	0,1174	0,1292	0,1426	0,1562	0,1694	0,1936	0,2142
240	0,0841	0,0945	0,1078	0,1216	0,1347	0,1466	0,1670	0,1831
300	0,0691	0,0809	0,0948	0,1080	0,1199	0,1303	0,1469	0,1590

Værdierne er beregnet i henhold til IEC 287-1-1.

---

**INSTALLATIONER - DIMENSIONERING**


---

**Reaktans i ohm ved 50 Hz  
for 3-, 4- og 5-leder kabler**

Tabellen angiver reaktansen i ohm/km.

Kilde: NKT Teknisk katalog 2002 nr. 1 Tabel 16. Kataloget er tilgængeligt på Internetadressen:

[www.nktcables.dk](http://www.nktcables.dk)

Tværsnit  mm <sup>2</sup>	Kabelform						
	PVIKL <sup>1)</sup> , PVIK <sup>1)</sup> PVIKS <sup>1)</sup> , NOIK NOIKL, NOBH	PVIKL <sup>1)</sup> , PVIK <sup>1)</sup> PVIKS <sup>1)</sup> , NOIK NOIKL, NOBH NOBH-CU-S	PVIKL <sup>1)</sup> , PVIK <sup>1)</sup> PVIKS <sup>1)</sup> , NOIK NOIKL, NOBH	NOIK-AL-M NOIK-AL-S NOBH-AL-M NOBH-AL-S PEX-M-AL <sup>2)</sup>	NOIK-AL-M	NOSP-CU NOPBH-CU NOSP-AL NOPBH-AL	NOSP-CU NOPBH-CU NOSP-AL NOPBH-AL
	3-leder	4-leder	5-leder	4-leder	5-leder	3-leder	4-leder
1,5	0,108	0,115	0,128	-	-	-	-
2,5	0,099	0,107	0,120	-	-	0,099	-
4	0,096	0,103	0,117	-	-	0,096	-
6	0,093	0,100	0,114	-	-	0,093	-
10	0,083	0,090	0,104	-	-	0,091	-
16	0,086	0,093	0,107	0,091	0,105	0,086	-
25	0,085	0,092	0,106	0,084	0,098	0,077	-
35	0,073	0,080	0,094	0,082	-	0,070	-
50	0,073	0,080	-	0,081	-	0,074	0,080
70	0,072	0,079	-	0,080	-	0,073	0,079
95	0,070	0,077	-	0,078	-	0,071	0,077
120	0,070	0,077	-	0,077	-	0,070	0,077
150	0,070	0,077	-	0,078	-	0,071	0,077
185	0,070	0,077	-	0,078	-	0,071	0,077
240	0,070	0,077	-	0,077	-	0,070	0,077
300	-	-	-	0,077	-	-	-

 1) Kun 1,5 - 16mm<sup>2</sup>

2) Kabelformen må ikke umiddelbart anvendes i installationer omfattet af SB afsnit 6: 2001.

---

**INSTALLATIONER - DIMENSIONERING**


---

**Reaktans i ohm ved 50 Hz  
for gummi- og  
plastkableledninger**

Tabellen angiver reaktansen i ohm/km.

Kilde: NKT Teknisk katalog 2002 nr. 1 Tabel 19. Kataloget er tilgængeligt på Internetadressen:

[www.nktcables.dk](http://www.nktcables.dk)

Tværsnit  mm <sup>2</sup>	Kabeltype			
	NOPKA H05VV-F H05RR-F H05RN-F H07RN-F	NOPKA H05VV-F H05RR-F H05RN-F H07RN-F	NOPKA H05VV-F H05RR-F H05RN-F H07RN-F	NOPKA H05VV-F H05RR-F H05RN-F H07RN-F
	2-leder	3-leder	4-leder	5-leder
0,75	0,111	0,111	0,118	0,131
1	0,105	0,105	0,113	0,126
1,5	0,107	0,107	0,114	0,128
2,5	0,103	0,103	0,111	0,124
4	-	0,100	0,108	0,121
6	-	0,099	0,106	0,119
10	-	0,093	0,100	0,114
16	-	0,090	0,097	0,111
25	-	0,086	0,094	0,107
35	-	0,086	0,093	-
50	-	-	0,093	-
70	-	-	0,091	-
95	-	-	0,093	-
120	-	-	0,090	-
150	-	-	0,089	-
185	-	-	0,089	-
240	-	-	0,090	-
300	-	-	0,089	-



---

**INSTALLATIONER - DIMENSIONERING**


---

**Strømværdier for  
gummiisolerede  
ledninger for 60 °C  
ved en omgivelses  
temperatur på 30 °C**

Kilde: NKT Teknisk katalog 2002 nr. 1 Tabel 44. Kataloget er tilgængeligt på Internetadressen:

[www.nktcables.dk](http://www.nktcables.dk)

Tværsnit mm <sup>2</sup>	1-leder ledninger anbragt tæt sammen		2- og 3-leder ledninger	3-leder ledninger	4-leder ledninger	5-leder ledninger
	2 belastede ledere A	3 belastede ledere A	2 belastede ledere A	3 belastede ledere A	3 belastede ledere A	3 belastede ledere A
0,75	-	-	6	6	6	6
1	-	-	10	10	10	10
1,5	-	-	16	16	16	16
2,5	-	-	25	20	20	20
4	34	30	34	25	30	30
6	43	38	43	36	37	38
10	60	53	60	51	52	54
16	79	74	79	67	69	71
25	104	94	105	89	92	94
35	129	117	-	110	114	-
50	162	148	-	138	143	-
70	202	185	-	172	178	-
95	240	222	-	204	210	-
120	280	260	-	238	246	-
150	321	300	-	273	282	-
185	363	341	-	309	319	-
240	433	407	-	365	377	-
300	497	468	-	415	430	-

---

**INSTALLATIONER - DIMENSIONERING**


---

**Korrektionsfaktor for  
andre  
omgivelsestemperaturer i  
luft end 30 °C**

Kilde: NKT Teknisk katalog 2002 nr. 1 Tabel 45. Kataloget er tilgængeligt på Internetadressen:

[www.nktcables.dk](http://www.nktcables.dk)

Omgivelsestemperatur  °C	PVIK PVIKS PVIKL NOIK-AL-M NOIK-AL NOIK-AL-S NOIKL NOIK NOSK NOAK	NOBH NOBH-CU-S NOSBH NOPBH-CU NOABH NOBH-AL-M NOBH-AL-S NOPBH-AL	GNL GKA GKAO GKSO GKDO
10	1,22	1,15	1,00
15	1,17	1,12	1,00
20	1,12	1,08	1,00
25	1,06	1,04	1,00
35	0,94	0,96	0,91
40	0,87	0,91	0,82
45	0,79	0,87	0,71
50	0,71	0,82	0,58
55	0,61	0,76	0,41
60	0,50	0,71	-
65	-	0,65	-
70	-	0,58	-
75	-	0,50	-
80	-	0,41	-

Ovenstående reduktionsfaktorer tager ikke højde for temperaturforøgelse p.g.a. solbestråling.

**Smeltekurve for sikringer  
D01 - D02 - D03**

Kilde: [www.nktcables.dk](http://www.nktcables.dk)

NEOZED-Sicherungseinsätze  
NEOZED Fuse Links  
Cartucce NEOZED  
NEOZED-Säkringar

Baureihe  
Range  
Serie  
Byggserie  
5SE2

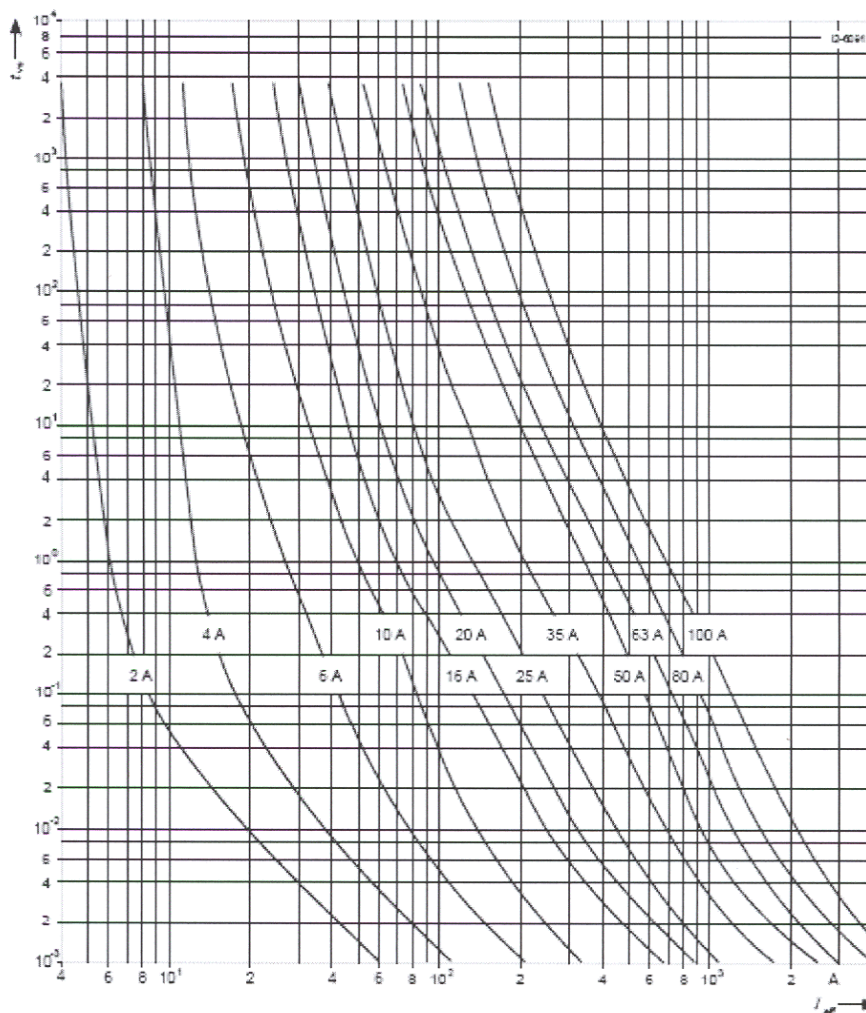
Baugröße  
Size  
Grandezza costruttiva  
Byggstorlek  
**D 01, D 02, D 03**

Betriebsklasse  
Utilization category  
Categoria d'impiego  
Driftklass  
gL/gG

Bemessungsspannung  
Rated voltage  
Tensione nominale  
Märkspänning  
**AC 400 V/DC 250 V**

Bemessungsstrom  
Rated current  
Corrente nominale  
Märkström  
**2 - 100 A**

Zeit-Strom-Kennlinien-Diagramm/Time-current characteristic chart  
Diagramma della curva caratteristica tempo-corrente/Tid-ström-diagram



INSTALLATIONER - DIMENSIONERING

Smeltekurve for sikringer  
NH 2

Kilde: [www.siemens.dk](http://www.siemens.dk)

NH-Sicherungseinsätze  
LV HRC Fuse Links  
Cartucce NH  
NH-Knivsäkringar

Baureihe  
Range  
Serie  
Byggserie  
3NA2 2  
3NA3 2  
3NA6 2  
3NA7 2

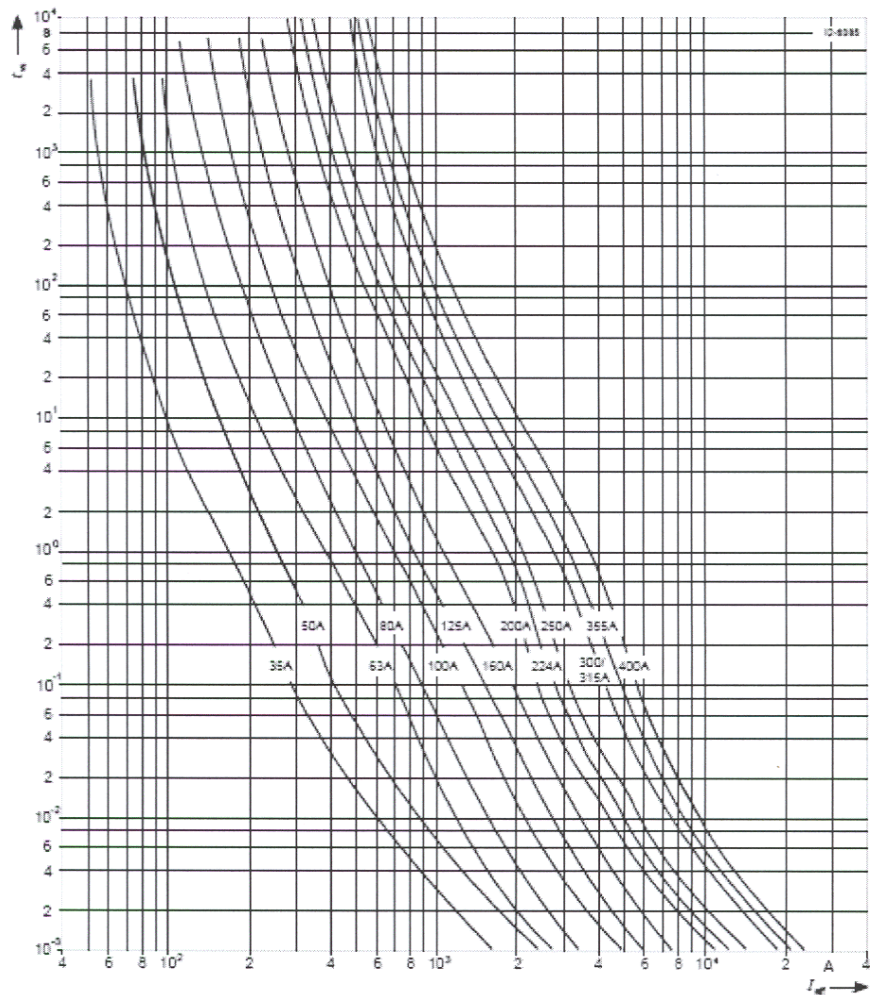
Baugröße  
Size  
Grandezza costruttiva  
Byggstorlek  
2

Betriebsklasse  
Utilization category  
Classe d'impiego  
Driftklass  
g/L/gG

Bemessungsspannung  
Rated voltage  
Tensione nominale  
Märkspänning  
AC 500 V/DC 440 V

Bemessungsstrom  
Rated current  
Corrente nominale  
Märkström  
35 - 400 A

Zeit-Strom-Kennlinien-Diagramm/Time-current characteristic chart  
Diagramma della curva caratteristica tempo-corrente/Tid-ström-diagram



## INSTALLATIONER - DIMENSIONERING

### Danfoss - kontaktorer og termoudlødere

Kilde: [www.danfoss.dk](http://www.danfoss.dk)

*Motorværn (kontakt CI 6-50 + termorelæ TI 16C-80 + kapsling) 3 x 380-415 V*

Motor *)		Termorelæ				Kontaktor		Max. forsikr. 1)		Kapsling				Startkontakt	
Effekt kW	Fuldlast- strøm A	Område		Type	Best. nr.	Type	Best. nr.	gl, gL, gG	gl, gL, gG	med stop-reset		med start-stop/reset		Kun nødvendig med start-stop/reset	
		A								Type	Best. nr.	Type	Best. nr.	Type	Best. nr.
0.09	0.35	0.27-	0.42	TI 16C	047H0202	CI 6	037H0015	2	25	BCI 1	047B0104	BCI 2	047B0102	CB-S	037H0110
0.12	0.46	0.4 -	0.62	TI 16C	047H0203	CI 6	037H0015	2	25	BCI 1	047B0104	BCI 2	047B0102	CB-S	037H0110
0.18	0.62	0.4 -	0.62	TI 16C	047H0203	CI 6	037H0015	2	25	BCI 1	047B0104	BCI 2	047B0102	CB-S	037H0110
0.25	0.82	0.6 -	0.92	TI 16C	047H0204	CI 6	037H0015	4	25	BCI 1	047B0104	BCI 2	047B0102	CB-S	037H0110
0.37	1.3	0.85-	1.3	TI 16C	047H0205	CI 6	037H0015	4	25	BCI 1	047B0104	BCI 2	047B0102	CB-S	037H0110
0.55	1.7	1.2 -	1.9	TI 16C	047H0206	CI 6	037H0015	6	25	BCI 1	047B0104	BCI 2	047B0102	CB-S	037H0110
0.75	2.1	1.8 -	2.8	TI 16C	047H0207	CI 6	037H0015	6	25	BCI 1	047B0104	BCI 2	047B0102	CB-S	037H0110
1.1	2.9	2.7 -	4.2	TI 16C	047H0208	CI 6	037H0015	16	25	BCI 1	047B0104	BCI 2	047B0102	CB-S	037H0110
1.5	3.7	2.7 -	4.2	TI 16C	047H0208	CI 6	037H0015	16	25	BCI 1	047B0104	BCI 2	047B0102	CB-S	037H0110
2.2	5.3	4.0 -	6.2	TI 16C	047H0209	CI 6	037H0015	20	35	BCI 1	047B0104	BCI 2	047B0102	CB-S	037H0110
3	7.0	6.0 -	9.2	TI 16C	047H0210	CI 9	037H0021	20	50	BCI 1	047B0104	BCI 2	047B0102	CB-S	037H0110
4	9.0	6.0 -	9.2	TI 16C	047H0210	CI 9	037H0021	20	50	BCI 1	047B0104	BCI 2	047B0102	CB-S	037H0110
5.5	12	8.0 -	12	TI 16C	047H0211	CI 12	037H0031	25	63	BCI 1	047B0104	BCI 2	047B0102	CB-S	037H0110
7.5	16	11 -	16	TI 16C	047H0212	CI 16	037H0041	25	80	BCI 1	047B0104	BCI 2	047B0102	CB-S	037H0110
10	20	15 -	20	TI 25C	047H0213	CI 20	037H0045	35 2)	80	BCI 1	047B0104	BCI 2	047B0102	CB-S	037H0110
11	22	19 -	25	TI 25C	047H0214	CI 25	037H0051	35 2)	80	BCI 1	047B0104	BCI 2	047B0102	CB-S	037H0110
15	30	24 -	32	TI 30C	047H0215	CI 30	037H0055	35 2)	80	BCI 1	047B0104	BCI 2	047B0102	CB-S	037H0110

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

Koordinationsstype 1: Der må i tilfælde af kortslutning ikke ske skade på personer eller anlæg. Dog behøver kontaktorer og termorelæ ikke at være funktionsdygtige efter kortslutningen.

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

2) 50 A i Norge

3) Strømskinnesæt bestilles separat, 037H0108

4) Kontroller i hvert tilfælde den aktuelle motors fuldlaststrøm og startstrøm.

5) Max. kortslutningsstrøm 10 kA.

---

**INSTALLATIONER - DIMENSIONERING**


---

**Danfoss - data for  
ledningstilslutning**
*Ledningstilslutning, hovedkontakter og kontaktpoler*

Type	Tilslutningsmåde	Éntrådet [mm <sup>2</sup> ]	Mangetrådet		Anbefalet spændings- moment [Nm]
			uden terminalrør [mm <sup>2</sup> ]	med terminalrør [mm <sup>2</sup> ]	
CI 6, CI 9, CI 12, CI 15	Skrue og klemskive	0.75 - 2.5	0.75 - 2.5	0.5 - 2.5	0.8 - 2
CI 16, CI 20, CI 25, CI 30	Skrue og klemskive	1.5 - 10	2.5 - 6	1.5 - 4	0.8 - 2.5
CI 32, CI 37, CI 45, CI 50	Skrue og rammeklemme	1.5 - 35	1.5 - 25	-	0.8 - 5
CI 9 DC, CI 15 DC	Skrue og klemskive	0.75 - 2.5	0.75 - 2.5	0.5 - 2.5	0.8 - 2
CI 25 DC, CI 30 DC	Skrue og klemskive	1.5 - 10	2.5 - 6	1.5 - 4	0.8 - 2.5
CI 9 EI, CI 15 EI	Skrue og klemskive	0.75 - 2.5	0.75 - 2.5	0.5 - 2.5	0.8 - 2
CI 25 EI, CI 30 EI	Skrue og klemskive	1.5 - 10	2.5 - 6	1.5 - 4	0.8 - 2.5
TI 16C, TI 25C, TI 30C	Skrue og klemskive	0.75 - 4	0.75 - 4	1 - 4	0.8 - 2
TI 80	Skrue og rammeklemme	1.5 - 35	1.5 - 25	-	0.8 - 3.5
Spoler	Skrue og klemskive	0.75 - 1.5	0.75 - 1.5	0.75 - 1.5	0.5 - 1.4

*Ledningstilslutning, hjælpekontakter*

Type	Tilslutningsmåde	Éntrådet [mm <sup>2</sup> ]	Mangetrådet		Tilspændings- moment [Nm]
			uden terminalrør [mm <sup>2</sup> ]	med terminalrør [mm <sup>2</sup> ]	
CB- til CI 6-50	Skrue og klemskive	0.75 - 2.5	0.75-2.5	0.75-1.5	1-1.5
TI 16C, TI 25C, TI 30C, TI 80	Skrue og klemskive	0.75 - 1.5	0.75-1.5	0.5 - 1.5	0.3 - 1

---

**INSTALLATIONER - DIMENSIONERING**


---

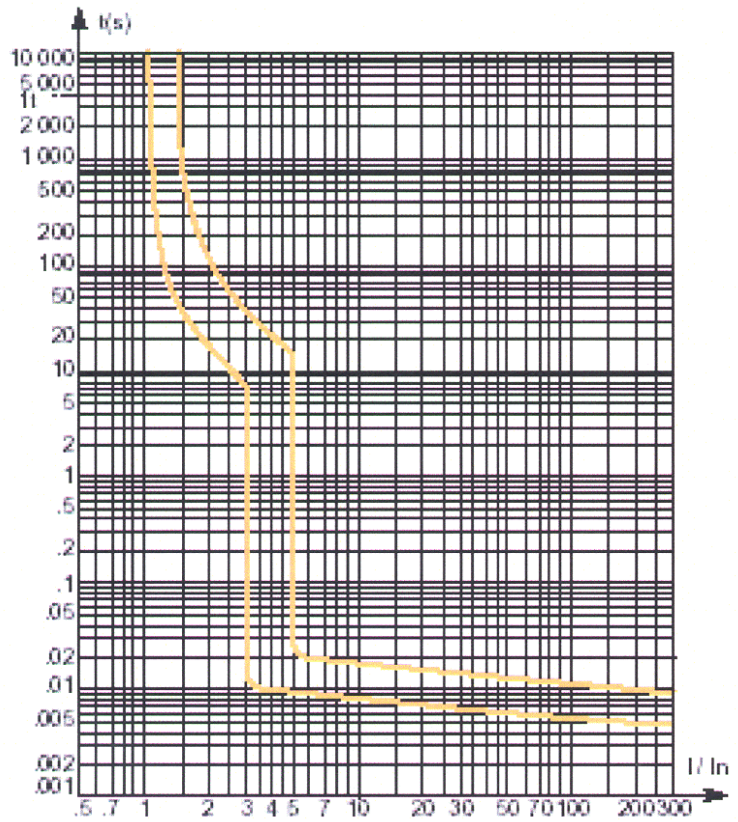
**Driftkategorier**

Tabel: Driftkategorier ifølge DS/EN 60947

Driftskategori	Typisk anvendelse	Koblingsudstyr
AC1	Ikke induktive eller svagt induktive belastninger, termiske belastninger	Kontakterer
AC2	Indkobling og udkobling af kontaktrinsmotorer	Kontakterer
AC3	Indkobling af kortslutningsmotorer og efterfølgende udkobling under drift	Kontakterer
AC4	Indkobling af kortslutningsmotor, reversering og "jogging"	Kontakterer
AC5a	Kobling af udladningslamper	Kontakterer
AC5b	Kobling af glødelamper	Kontakterer
AC6a	Kobling af transformatorer	Kontakterer
AC6b	Kobling af kondensatorbatterier	Kontakterer
AC7a	Svag induktiv belastning i husholdningsapparater og tilsvarende udstyr	Kontakterer
AC7b	Motorbelastninger i husholdninger	Kontakterer
AC8a	Motorer i hermetiske kølekompressorer med overstrømlæser med manuel reset	Kontakterer
AC8b	Motorer i hermetiske kølekompressorer med overstrømlæser med automatisk reset	Kontakterer
AC12	Kobling af ohmske belastninger og halvleder belastninger med optokoblere for galvanisk adskillelse	Hjælperelæser
AC13	Kobling af halvlederbelastninger med transformere som galvanisk adskillelse	Hjælperelæser
AC14	Kobling af svage elektromagnetiske belastninger	Hjælperelæser
AC15	Kobling af AC-elektromagnetiske belastninger	Hjælperelæser
AC20	Kobling af ubelastede kredse	Lastadskiller, lastafbryder
AC21	Kobling af ohmske belastninger, inkl. moderate overbelastninger	Lastadskiller, lastafbryder
AC22	Kobling af blandet ohmsk/induktiv belastning, inkl. moderate overbelastninger	Lastadskiller, lastafbryder
AC23	Kobling af motorbelastninger og mere induktive belastninger	Lastadskiller, lastafbryder

**Udløsekurver for  
automatsikring type B**

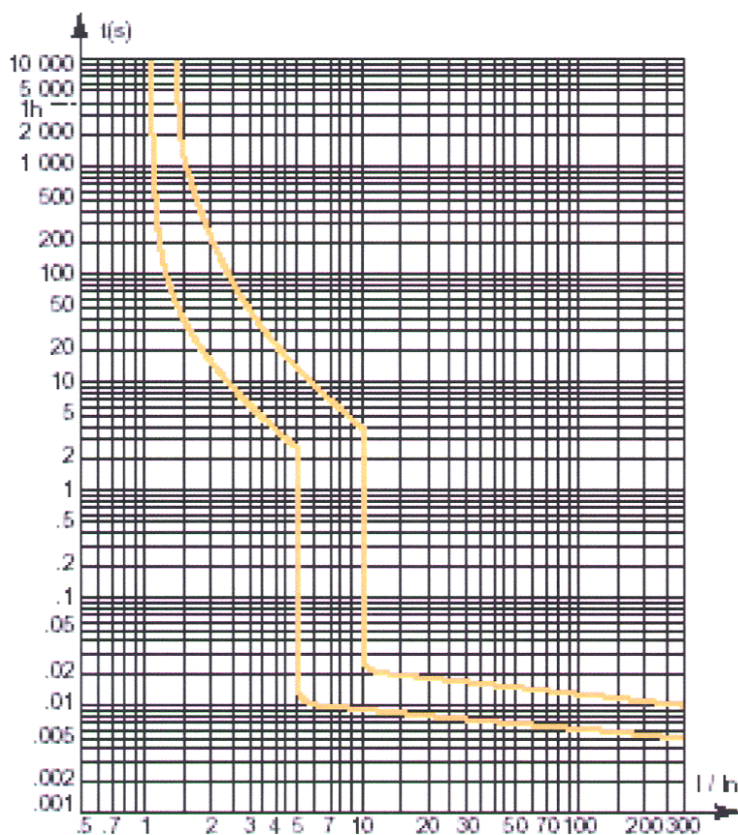
**C60/C120N, H B-kurve**





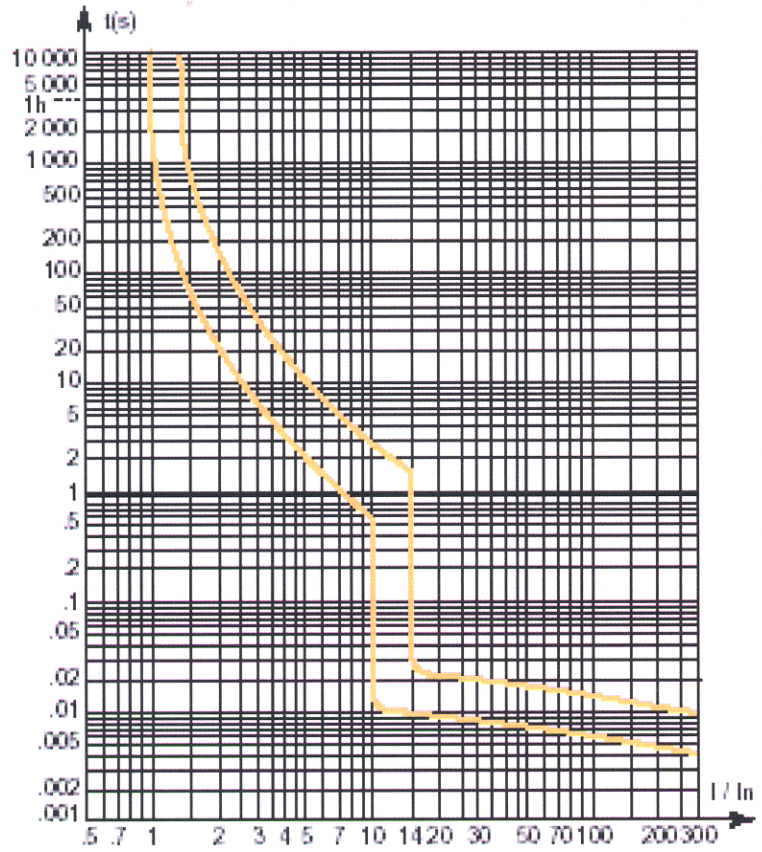
**Udløsekurver for  
automatsikring type C**

C60/C120N, H C-kurve



**Udløsekurver for  
automatsikring type D**

C60/C120N, H D-kurve



---

**INSTALLATIONER - DIMENSIONERING**


---

**NKT - konverteringstabel**

PVC-typer		PVC- og halogenfri typer		
	Dimensioner	Halogenfri	Halogenfri BH	Dimensioner
<b>Installations- og monteringsledninger</b>				
PVL®	1,5 - 2,5 mm <sup>2</sup>	NOVL®90	-	0,5 - 240 mm <sup>2</sup>
PVT®/PVT®90	0,5 - 240 mm <sup>2</sup>	NOVT®90	-	-
<b>Fleksible ledninger</b>				
PKL(J)®, PKLF®	2 - 3 x 0,75 mm <sup>2</sup>	NOPKL®/NOPKLF®	-	-
PKA(J)®	2 - 7 x 0,75 - 2,5 mm <sup>2</sup>	NOPKA®	-	-
<b>Installationskabler</b>				
PVIKLJ®	-	NOIKL®	-	1,5 - 2,5 mm <sup>2</sup>
PVIK(J)®	1,5 - 2,5 mm <sup>2</sup>	NOIK®/NOIKL® *	NOBH®	1,5 - 6 mm <sup>2</sup>
PVIKS(J)®	-	NOIK®	NOBH®	10 - 25 mm <sup>2</sup>
PVIKS(J)®	-	-	NOBH®	35 mm <sup>2</sup>
PVIKS(J)®	-	-	NOBH-CU-S™	50 - 240 mm <sup>2</sup>
PAP(J)®	-	NOAK®	-	1,5 - 35 mm <sup>2</sup>
PAP(J)	-	NOAK-CU-S™	-	50 - 240 mm <sup>2</sup>
PVIK(J)® m/AL-skærm	-	NOSK®	-	1,5 - 25 mm <sup>2</sup>

---

**INSTALLATIONER - DIMENSIONERING**


---

**NKT - tolkning af  
typebetegnelser**

nkt cables' betegnelse	Type	Mærkespænding	Ledermateriale	Lederform
NOIKL®	InstallationsKabel Let	300/500 V	(kobber)	(rund)
NOIK®	InstallationsKabel	450/750 V	(kobber)	(rund)
NOAK®	Armeret installationsKabel	450/750 V	(kobber)	(rund)
NOAK®-CU-S	Armeret installationsKabel	450/750 V	Kobber	Sektor
NOSK®	Skærmet installationsKabel	450/750 V	(kobber)	(rund)
NOIK®-AL	Forsyningskabel	1 kV	Aluminium	(rund)
NOSP®-AL	Forsyningskabel	1 kV	Aluminium	(sektorformet)
NOSP-CU	Forsyningskabel	1 kV	Kobber	(rund/sektorformet)
NOIK®-AL-M	Forsyningskabel	1 kV	Aluminium	Massiv, sektor
NOIK®-AL-S	Forsyningskabel	1 kV	Aluminium	Snoet, sektor
NOBH®	Forsyningskabel	1 kV	(kobber)	(rund)
NOBH-CU	Forsyningskabel	1 kV	Kobber	(rund/sektorformet)
NOBH®-CU-S	Forsyningskabel	1 kV	Kobber	Sektor
NOBH®-AL-S	Forsyningskabel	1 kV	Aluminium	Sektor
NOPKL®	PlastKappeLedning	300/300 V	(kobber)	(rund)
NOPKLF®	PlastKappeLedning, flad	300/300 V	(kobber)	(rund)
NOPKA®	PlastKappeLedning	300/500 V	(kobber)	(rund)
NOVL 90	Installationsledning	500-750 V	(kobber)	(rund)
NOVT 90	Monteringsledning	500-750 V	(kobber)	(mangetrådet)
NOPT® (S)	Parsnoet Telekabel	< 50 V	(kobber)	(rund)
NOPTK®	Parsnoet TeleKabel	< 50 V	(kobber)	(rund)
NOKSK®-1	KraftværkSignalKabel	< 50 V	(kobber)	(rund)

Vores PVC-fri kabelprogram kaldes NOPOVIC® (No Polyvinylchlorid), og alle kabeltyper i dette program starter med „NO“.  
( ) Fremgår ikke af typebetegnelsen

---

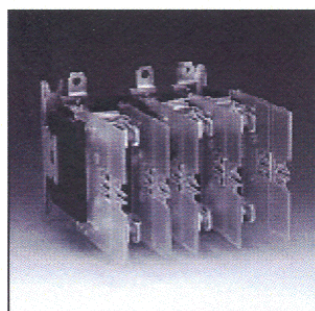
**INSTALLATIONER - DIMENSIONERING**


---

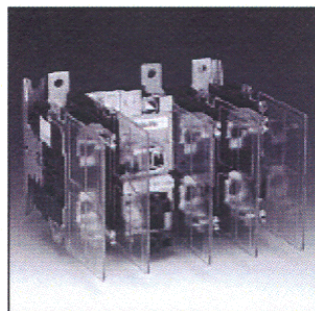
**Holec sikringsafbrydere**
**Sikringsafbrydere type QSA – 690 V ~ AC23 – for DIN sikringer**

Dato	Ref. Nr.	Telefonnummer	Faxnummer
01-01-2005	220V4004	+45 76 405 400	+45 76 405 401

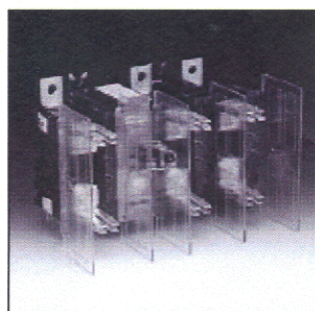
Type	I <sub>n</sub> [A]	Antal poler	Nr.	EAN nr.	Vægt [kg]
------	--------------------	-------------	-----	---------	-----------


**Box størrelse 0**

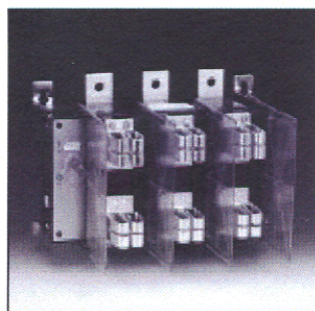
QSA 40N0	40	3	1320.201	8711426200470	1,2
QSA 63N0	63	3	1320.203	8711426293878	1,2


**Box størrelse 1**

QSA 63N1	63	3	1318.027	8711426212077	1,6
QSA 125N1	125	3	1318.030	8711426322073	1,7
QSA 160N1	160	3	1318.033	8711426812772	1,7


**Box størrelse 2**

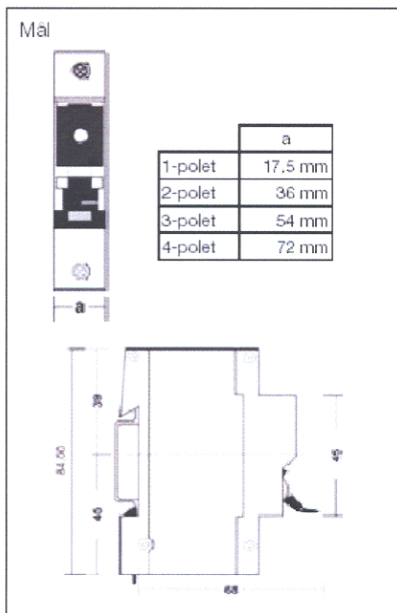
QSA 160N	160	3	1318.520	8711426903777	4,1
QSA 250N	250	3	1318.526	8711426753174	4,5
QSA 400N	400	3	1318.533	8711426505874	4,7


**Box størrelse 3 incl. aksel drejet 45°**

QSA 630	630	3	1318.542	8711426731578	14,0
QSA 800	750	3	1318.543	8711426411777	14,3

**INSTALLATIONER - DIMENSIONERING**

**Servodan gruppeafbrydere**



**TYTAN I gruppeafbrydere**

- Til DO 1 sikringer 2-16 A
- Blinkmelder i sikringskuffen
- 400 V~ 16A AC22 50 kA eff
- Indstillelig pasindsats

TYTAN I gruppeafbrydere forsynes med en sikringskuffe, som med et let tryk frigøres fra afbryderen. Dette betyder, at sikringen kan udskiftes med en reserve-sikringskuffe, uden at man behøver at berøre den varme sikring.

Sikringskuffen er en standard type, som passer til alle DO1 sikringer fra 2-16 A.

---

**Bestillingsnr.:**

Produkt	Type	EAN-nr.
1 pol	61-011	5703102 006073
2 pol	61-016	5703102 006110
3 pol	61-013	5703102 006097
1 pol + N	61-012	5703102 006080
3 pol + N	61-014	5703102 006103

Sikringskuffer med blinkmelder  
 Magasin 2-16A 61-921 5703102 006127  
 1 magasin indeholder 6 stk. sikringskuffer

**Tekniske data:**

Poler	Mærkestrøm	Bredde (mm)	Vægt (kg)	Pakning størrelse	Modul størrelse
1	1x16 A	17,5	0,09	12	1
2	2x16 A	36	0,17	6	2
3	3x16 A	54	0,26	4	3
1p+N	1x16 A+N	36	0,17	6	2
3p+N	3x16 A+N	72	0,34	3	4

**Effekttab (i watt)**

Pol	6 A	10 A	13 A	16 A
1	1,0	1,6	2,4	2,3
2	2,1	3,4	4,8	4,8
3	3,3	5,0	7,3	7,3
1P+N	1,1	1,7	2,6	2,6
3P+N	3,4	5,2	7,5	7,5

Korrektionsfaktor for indvendige tavler, ved 40°C omgivelsestemperatur = 0,9

**Sikringskuffer**

Pakningsstørrelse: 10 magasiner.  
 1 magasin indeholder 6 stk. sikringskuffer.  
 Sikringskufferne leveres uden sikring.

Udskiftes sikringskuffen med en reserve-skuffe, undgås berøring af den varme sikring.  
 Magasinet kan monteres på DIN-skinne.

**Aluminiumskabel**

Ved forskriftsmæssig behandling af alu-leder kan aluminiumskabel tilsluttes direkte.



---

**INSTALLATIONER - DIMENSIONERING**


---

**ABB sikkerhedsafbrydere** Sikkerhedsafbrydere, metalkapslede, 3-polede,  
16 - 910 A, IP 54.

Tekniske data:

- Til-/afgang i top/bund
- Inkl. hjælpekontakt
- OT16...63 knockout blanketter
- OT90...1000 åben top/bund
- Dækplade/flanger skal anvendes, bestilles separat
- Flangekode1...5

Frontbetjent, grå kapsling, rødt/gult greb.

AC 23 kW	400 V A	Til-/afgang Top/bund	Type	EAN-nummer
7,5	16	Ø 28,3 + Ø 18,6	OT 16 ELPP3A1	6 4 1 7 0 1 9 1 4 4 9 0 0
7,5	16	Ø 28,3 + Ø 18,6	OT 16 ELPPP3A	6 4 1 7 0 1 9 1 4 4 8 9 4
15	30	Ø 28,3 + Ø 18,6	OT 25 ELPP3A	6 4 1 7 0 1 9 1 4 4 9 1 7
18,5	38	2 x Ø 37 + Ø 18,6	OT36 ELPP3A	6 4 1 7 0 1 9 1 4 4 9 2 4
30	63	2 x Ø 37 + Ø 18,6	OT 63 ELPP3A	6 4 1 7 0 1 9 1 4 4 9 3 1
45	90	Flangekode: 1	OT 90 ALAA3A	6 4 1 7 0 1 9 0 7 2 1 1 1
55	125	Flangekode: 1	OT 152 ELAA3A	6 4 1 7 0 1 9 0 7 2 1 2 8

---

**INSTALLATIONER - MATERIEL**

---

**Valg og installation af materiel**

Disse fælles bestemmelser gælder for alt materiel. Dog er der særlige regler for ledningsmateriel, der omtales senere. Materiellet skal vælges og installeres således, at:

**Fælles bestemmelser**

- Stærkstrømsbekendtgørelsens bestemmelser er opfyldt,
- materiellet kan opfylde de krav, der stilles ad de ydre påvirkninger.
- installationen kan fungere som tilsigtet.

**Oplysningspligtigt materiel**

Materiel, der er omfattet af oplysningspligt, er omtalt i bilag til Bekendtgørelse om administration mv. af stærkstrømsloven. Her er der en liste over alt det materiel, der er omfattet af oplysningspligt. Materiel, der er opført her, opfylder de konstruktionskrav, der er stillet i C-reglementet for det pågældende materiel. Normalt må der ikke foretages ændringer i dette materiel, da det så ikke opfylder registreringskravene, men det er dog tilladt at bore huller i dåser og underlag (ekstra huller), hvis bestemmelserne om disse hullers størrelse og tolerance, som angivet i C-reglementet, overholdes.

**Driftforhold og ydre forhold**

Selvfølge skal materiel være beregnet for den spænding, der er på installationsstedet, og selvfølgelig skal materiellet være beregnet for den største vedvarende strøm, der vil kunne gå under normale driftforhold.

Disse to krav er i sig selv så indlysende, men alligevel er det nok disse bestemmelser, der oftest overtrædes. Derfor er det meget vigtigt at være omhyggelig på disse punkter, når man vælger materiel.

Udover disse to krav skal materiellet også kunne holde til den strøm, der vil gå i det under unormale driftforhold - indtil beskyttelsesudstyret kobler ud.



**Brandsikkerhed**

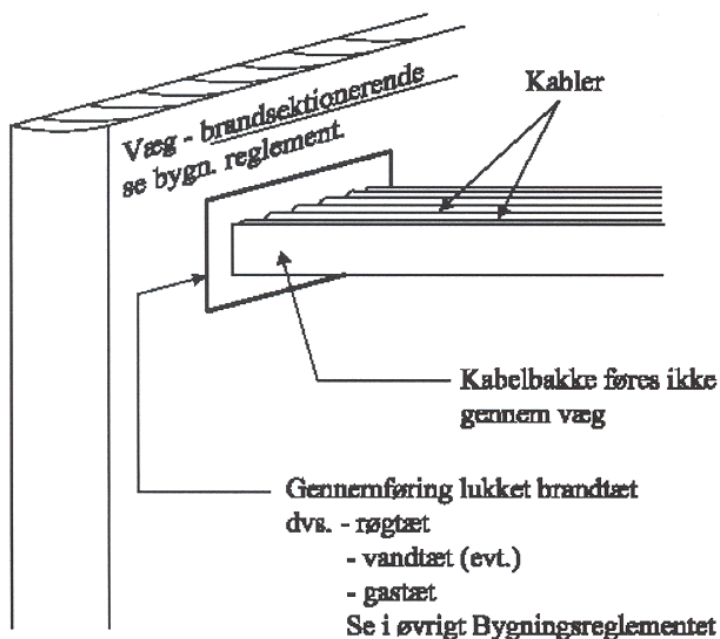
I henhold til Stærkstrømsbekendtgørelsen skal risikoen for brandspredning reduceres mest muligt ved valg af egnede materialer og i udførelsen af installationen (se BR-95 og DIB anvisning nr. 31). Installationen skal udføres således, at bygningens brandsikkerhed ikke forringes.

En bygning er opdelt i brandceller og brandsektioner for, brandteknisk, at adskille disse fra hinanden. Formålet med den brandmæssige opdeling af en bygning i brandceller og brandsektioner er at nedsætte personrisikoen samt begrænse de materielle skader i tilfælde af brand.

Hvis et ledningssystem går gennem bygningsdele som f.eks. gulve, vægge, tage, lofter, skillevægge eller lignende, skal de åbninger, der findes efter at ledningssystemet er ført igennem, lukkes i overensstemmelse med den modstandsevne mod brand, der er foreskrevet for den pågældende bygningsdel før gennemføringen.

Ledningssystemer, som f.eks. rør, lukkede ledningskanaler, ledningskanalsystemer, skinner eller kanalskinnesystemer, som føres igennem bygningsdele, der har en foreskrevet modstandsevne mod brand, skal indvendig være brandsikkert lukket, så de opnår samme modstandsevne mod brand, som den pågældende bygningsdel havde før gennemføringen.

Eksempel på brandsikker gennemføring:



Udstyr til brandsikker lukning skal kunne modstå ydre påvirkninger i samme grad som det ledningssystem, det anvendes sammen med. Desuden skal udstyret også yde samme grad af beskyttelse mod gennemtrængen af vand, som den der er foreskrevet for de bygningsdele, udstyret er anbragt i.

De brandsikre lukninger skal kontrolleres på et passende tidspunkt under installationen for at eftervise, at monteringsanvisningen, der knytter sig til det pågældende produkt, er fulgt. Der kræves ikke yderligere prøver efter en sådan kontrol.

INSTALLATIONER - MATERIEL

**Kapslingsklasse**

Materiellet skal have en kapslingsklasse, der svarer til kravet på installationsstedet. En fortegnelse over kapslingsklasserne er angivet i installationsbestemmelserne kapitel 803, tabel 803A og 803B.

Andet ciffer									
Første ciffer									
Beskyttelse imod	Ubeskyttet	Vanddråber	Vanddråber	Vanddråber	Oversprøjtning	Vandstråler	Kraftig vandstråler	Forbigående nedsænkning i vand	Langvarig nedsænkning i vand
IEC 529	<b>IP 0</b>	<b>IP 1</b>	<b>IP 2</b>	<b>IP 3</b>	<b>IP 4</b>	<b>IP 5</b>	<b>IP 6</b>	<b>IP 7</b>	<b>IP 8</b>
 <b>IP 0.</b> Ubeskyttet	<b>IP 00</b>								
 <b>IP 1.</b> max. 50 mm	<b>IP 10</b>	<b>IP 11</b>	<b>IP 12</b>						
 <b>IP 2.</b> max. 12 mm	<b>IP 20</b>	<b>IP 21</b>	<b>IP 22</b>	<b>IP 23</b>					
 <b>IP 3.</b> max. 2,5 mm	<b>IP 30</b>	<b>IP 31</b>	<b>IP 32</b>	<b>IP 33</b>	<b>IP 34</b>				
 <b>IP 4.</b> max. 1 mm	<b>IP 40</b>	<b>IP 41</b>	<b>IP 42</b>	<b>IP 43</b>	<b>IP 44</b>				
 <b>IP 5.</b> Støvsikret	<b>IP 50</b>			<b>IP 53</b>	<b>IP 54</b>	<b>IP 55</b>	<b>IP 56</b>		
 <b>IP 6.</b> Støvtæt	<b>IP 60</b>					<b>IP 65</b>	<b>IP 66</b>	<b>IP 67</b>	

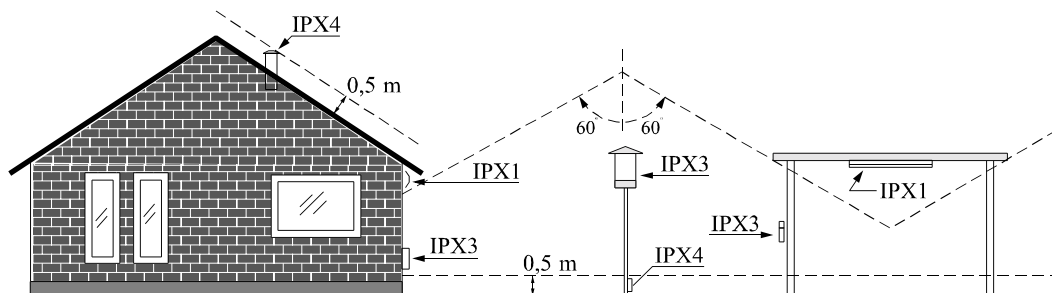
---

**INSTALLATIONER - MATERIEL**


---

**Områder, hvor installationen normalt er udsat for fugt eller vand. Kapitel 802**

Områder af denne type findes f.eks. i det fri. Her skal materiel der anvendes, overholde kapslingsklasser som angivet i figuren.



Denne skitse viser, at materiel der er placeret således, at det er beskyttet mod regn - under tagudhæng, indbygget i tagudhæng, i carporte og lignende steder, skal have en kapslingsklasse på mindst IPX1. At der står X, betyder blot, at dette ciffer er valgfrit, og det kun er beskyttelsen mod fugtighedsindtrængen, der er taget højde for. Materiel, der placeres nær jordoverfladen ( $> 0,5$  m) eller tilsvarende højde over flader, hvor regnvand kan ramme og derved sprøjte op på materiellet, skal have en kapslingsklasse på mindst IPX4. Især skal man for materiel, der placeres over 0,5 m højde, være opmærksom på, at tilslutningsdåser og tilsvarende (monteringsklemme i belysningsstandere) skal have denne kapslingsklasse, selv om armaturet i sig selv kun kræves i IPX3.

Fugtige områder er et andet af de områder, der er nævnt i 802. Denne type områder er typisk rum, hvor der ofte forekommer fugtighed på væggene, men ikke så fugtigt at der dannes vanddråber. Områder af denne kategori kan findes i fugtige kældre, køle- og fryserum, rum i levnedsmiddelvirksomheder og industrivirksomheder. Derudover skal installationer i restaurationskøkkener og institutionskøkkener følge disse bestemmelser. Fælles for alle disse områder er, at materiel skal have kapslingsklasse mindst IPX1.

---

## INSTALLATIONER - MATERIEL

---

Anderledes forholder det sig, hvis lokalet klassificeres som vanddråber på vægge, eller hvor der sprøjter vand på det elektriske materiel, f.eks. i forbindelse med rengøring. Her skal materiellet mindst have kapslingsklasse IPX4.

### Tilgængelighed

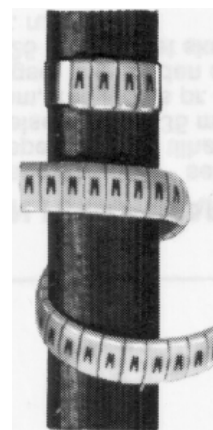
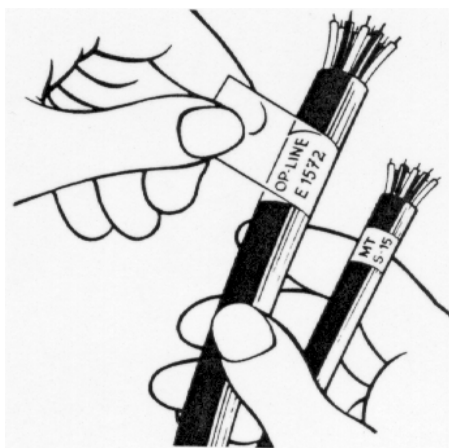
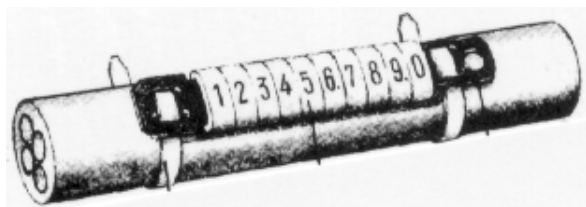
Alt materiellet skal installeres således, at det er så let tilgængeligt som muligt for:

- betjening
- eftersyn
- vedligeholdelse
- adgang til tilslutningsklemmerne

### Ledningssystemer

Kabler og ledninger skal installeres eller mærkes på en sådan måde, at det nemt kan identificeres ved eftersyn, prøvning, reparation eller ved en ændring af installationen.

Mærkningen af kabler kan f.eks. udføres som følgende eksempel viser.



Udover at kablerne og lederne mærkes, er der visse farvekrav til enkelte ledere i installationen, nemlig nullederen og beskyttelseslederen.

---

## INSTALLATIONER - MATERIEL

---

Isolerede beskyttelsesledere skal over hele længden være grøn/gul. Dog er der i 514.3.1 enkelte undtagelser - som også kendes fra tidligere bestemmelser. PEN-lederen (den fælles beskyttelses - og nulleder i TN-systemer) skal være:

- enten lyseblå over hele længden med grøn/gul mærkning i enderne,
- eller grøn/gul over hele længden med lyseblå mærkning i enderne.

Denne farvemærkning i enderne kan foretages med tape eller krympeflex, men man skal sikre, at alle tre farver er synlige samtidig, når lederen er installeret.

Til nulleder anbefales stadig den lyseblå farve.

Beskyttelsesudstyr skal installeres og mærkes, således at det klart fremgår, hvilke strømkredse de beskytter.

---

**INSTALLATIONER - MATERIEL**


---

**Valg af ledningssystemer**

For valg og installation gælder bestemmelserne i SB kapitel 52. Installationsmåden for ledningssystemer, afhængig af de anvendte leder - eller kabeltyper skal være i overensstemmelse med tabel 52 A.

**Tabel 52 A**

Fremføring		Uden fastgørelse	Fastgjort direkte	I installationsrør	I ledningskanalsystemer <sup>1)</sup>	I lukket ledningskanal	På kabelstige, kabelbakke mv.	På isolatorer	På bæretråd
Ledninger og kabler									
Uisolerede ledere		-	-	-	-	-	-	+	-
Isolerede ledere		-	-	+	+ <sup>2)</sup>	+	-	+	-
Kabler og ledninger med kappe (herunder armerede og mineralisolerede kabler)	Flerleder	+	+	+	+	+	+	0	+
	Enleder	0	+	+	+	+	+	0	+

+ : Tilladt

- : Ikke tilladt

0 : Uanvendeligt eller anvendes ikke i praksis

1. Herunder listesystemer, gulvkanalsystemer mv.
2. Dæksler på ledningskanaler, der indeholder isolerede ledere, må kun kunne åbnes ved brug af værktøj eller ved særlig anstrengelse med hånden og hvis ledningskanalsystemet er mindst IP4X eller IPXXD.

Denne tabel angiver hvilket ledningssystem, der skal vælges ved bestemte fremføringsmåder. Uanset hvilket ledningssystem der vælges, er der nogle krav, der altid skal overholdes. Lederens temperaturgrænse må under ingen omstændigheder overskrides under de driftsforhold, hvor den installeres. Samtidig skal lederen tilpasses den omgivelsestemperatur, hvor den skal installeres.

Det er tilladt at fremføre flere strømkredse i samme rør eller ledningskanalsystem, forudsat at alle ledere er isoleret for den højeste forekommende, nominelle spænding.

### **Installation af ledningssystemer**

Installationsmåden for et ledningssystem skal afhængigt af den foreliggende situation, være i overensstemmelse med tabel 52-B og eksempler på ledningssystemer som er vist i tabel 52-D2.

På grund af disse tabellers omfang er de ikke gengivet her; men der henvises til SB.

Til brug for fastlæggelse af ledningers strømværdi, afhængigt af installationsmåde og lederisolationsmateriale, er der i SB ud over tabel 52-D2 flere tabeller. Tabel 52-D1 danner sammen med tabel 52-D2 grundlag for referenceinstallationsmåder. Ud fra referenceinstallationsmåderne i tabel 52-D1 kan strømværdien for én strømkreds fastlægges ud fra tabellerne 52-E1 til 52-E12, som alle gælder ved en omgivelsestemperatur på 30 °C. Såfremt omgivelsestemperaturen afviger fra 30 °C korrigeres strømværdierne med en faktor, som fremgår af tabellerne 52-F1 til 52-F3 og er der tale om samlet fremføring af mere end én strømkreds, korrigeres strømværdierne med en faktor, som fremgår af tabellerne 52-G1 til 52-G5.



Alt i alt gør disse mange tabeller, som er en del af IEC-normen 60434-5-523, dimensionering af en installation til en ret kompliceret affære. Derfor er der i de danske bestemmelser indføjet et bilag A til kapitel 52, hvor tabellerne er bearbejdet til en mere forenklet form, som altså kun er gældende i Danmark..

Strømværdierne i Tabel A2 er opdelt i 3 kolonner gældende for henholdsvis mindre gode, normale og særligt gode varmeafledningsforhold. Strømværdierne under mindre gode varmeafledningsforhold gælder for kabler og ledninger fremført i varmeisolerede bygningsdele. Normale varmeafledningsforhold gælder for kabler og ledninger fremført på eller i bygningsdele samt kabelbakker og særligt gode varmeafledningsforhold gælder for kabler og ledninger fremført således, at der er fri luftcirkulation omkring ledningssystemet.

Det må dog anbefales at sammenholde referencenumrene i de enkelte kolonner med tabel 52-D2, som der refereres til. Kolonnerne “mindre gode” og “normale varmeafledningsforhold” er underopdelt i 2 kolonner således, at de strømværdier, som kan aflæses i venstre kolonne, gælder for kabler og ledninger oplagt direkte på eller i bygningsdele og disse er sammen med strømværdierne i kolonnen for særligt gode varmeafledningsforhold med enkelte undtagelser identiske med strømværdierne i de hidtidige bestemmelser. Strømværdierne i højre kolonne, som gælder for visse kabler og ledninger i fremført i kanaler, er en smule lavere.

Strømværdierne i tabel A2 er som i IEC-normen gældende for én separat fremført strømkreds ved en omgivelsestemperatur på 30 °C. Såfremt omgivelsestemperaturen afviger fra 30 °C, korrigeres strømværdien fra tabel A2 med en korrektionsfaktor, som fremgår af tabel A4. Fremføres flere strømkredse

---

**INSTALLATIONER - MATERIEL**

---

Samlet, korrigeres strømværdien med en faktor, som fremgår af tabel A5.

**Eksempel på anvendelse af tabellerne**

Et kabel (PVC-isolering) til en brugsgenstand skal fremføres dels på væg dels i varmeisoleret væg ved en omgivelsestemperatur på 30°C. Brugsgenstandens forbrug er 24 A.

Til overbelastningsbeskyttelse af ledningen ønskes DO-sikringer.

Hvilke(t) tværsnit skal kablet have og hvad er strømværdien for det valgte tværsnit?

Iflg. SB 433.2 skal:

$$I_B \leq I_n \leq I_Z$$
$$24A \leq 25A(D02) \leq I_Z$$

Lederne i kablet skal altså have en strømværdi på min. 25A.

Den del af kablet, som er oplagt på væg skal iflg. tabel A2 have et tværsnit på 4 mm<sup>2</sup>, som har en strømværdi (I<sub>Z</sub>) på 28A.

Den del af kablet, som er oplagt i varmeisoleret væg skal iflg. tabel A2 have et tværsnit på 6 mm<sup>2</sup>, som har en strømværdi på 31A.

I praksis vil kablet sandsynligvis blive valgt med et ledertværsnit på 6 mm<sup>2</sup> over hele længden.

Hvis omgivelsestemperaturen i stedet for 30°C er 35°C, skal strømværdierne fra Tabel A2 iflg. Tabel A4 korrigeres med en faktor på 0,94.

Korrigeret strømværdi for 4 mm<sup>2</sup> på væg: 28 · 0,94 = 26,32 A. Det valgte ledningstværsnit opfylder således stadig kravet i 433.2. Korrigeret strømværdi for 6 mm<sup>2</sup> i væg: 31 · 0,94 = 29,14 A. Dette tværsnit opfylder ligeledes kravet i 433.2.

**Ledninger i jord**

For kabler der udelukkende er fremført i jord eller vand, er der ikke fastlagt strømværdier.

**Andre mekaniske påvirkninger**

Uanset hvilket ledningssystem der vælges, skal det installeres således, at kablers kapper og lederes isolation ikke beskadiges, hverken under installationens udførelse, brug eller vedligeholdelse.

Derfor skal alle rør, der anvendes til itrækning af ledningssystemer, have så stor lysning og bøjningerne være så store, at itrækning af ledninger kan foregå ubesværet og uden beskadigelse af ledningerne.

Ledningssystemer, der indmures i vægge, skal føres enten vandret eller lodret eller parallelt med væggen kanter. Dette krav skal dog ikke opfyldes i lette pladevægge, hvor kabler itrækkes uden fastgørelse. I lofter og gulve kan ledninger også følge den korteste vej.

Bøjelige ledninger skal installeres således, at stort træk i lederens forbindelse undgås (aflastning for vrid og træk).

Kapper og slangerør skal altid være solidt fastgjort ved begge ender med egnet materiel.

**Kabler i jord**

Reglerne for kabler i jord fremgår af bestemmelserne i 522.8.2.

Dog stiller netselskaberne krav om, at kabler, der fører umålt strøm, dvs. kabler før måleren, skal nedlægges mindst 70 cm under terræn. For alle andre kabler gælder reglen med mindst 35 cm dybde.

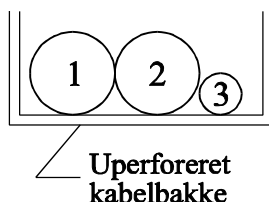
**Gnavrangreb**

Hvor det kan forventes, at gnavere (mus, rotter e.l.) kan forekomme, skal kabler være armerede, eller de skal beskyttes af rør eller anden mekanisk beskyttelse, således at det bliver umuligt for de firbenede at gnave i isoleringen.

### Sideløb, samlet fremføring af flere strømkredse

Vi har tidligere set på anvendelsen af tabellen over strømværdier, tabel A2. Værdierne i denne tabel gælder, som tidligere omtalt, ved omgivelsestemperaturer på 30 °C, og hvis kablet ligger alene. Hvis kablet fremføres sammen med andre kabler, skal der foretages en korrektion af de strømværdier, der er angivet i tabellen. Korrektionsfaktorerne for dette findes i SB tabel A5.

### Eksempel på anvendelse af tabel A.5



Kabel 1 er belastet med 21,7 A 3F + N  
 Kabel 2 er belastet med 16,4 A 3F  
 Kabel 3 er belastet med 10,0 A 3F

Kabel 1: 4 mm<sup>2</sup> (strømværdi 28 A)

$$\text{Belastningsprocent} = \frac{21,7}{28} \cdot 100 = 77,5 \% > 75 \%$$

Kabel 2: 2,5 mm<sup>2</sup> (strømværdi 21 A)

$$\text{Belastningsprocent} = \frac{16,4}{21} \cdot 100 = 78 \% > 75 \%$$

Kabel 3: 1,5 mm<sup>2</sup> (strømværdi 15,5 A)

$$\text{Belastningsprocent} = \frac{10}{15,5} \cdot 100 = 64,5 \% < 75 \%$$

Der korrigeres for samlet fremføring for kabel 1 og 2 i henhold til SB tabel A.5. Korrektionsfaktor er 0,85.

$$\text{kabel 1 må føre } 28 \cdot 0,85 = 23,8 \text{ A} > 21,7 \text{ A ok}$$

$$\text{kabel 2 må føre } 21 \cdot 0,85 = 17,85 \text{ A} > 16,4 \text{ A ok}$$

**Lederens tværsnitareal**

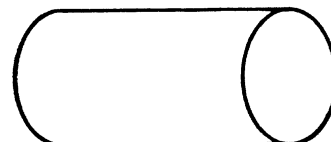
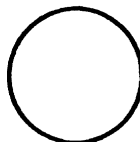
Bemærk, at mindst tilladte strømværdi afhænger af mærkestrømmen ( $I_n$ ) for den valgte overbelastningsbeskyttelse.

I vekselstrømskredse i faste installationer er der fastlagt nogle mindste tværsnit på ledere. Dette skal ses som et udtryk for den mekaniske holdbarhed, der er ved større ledertværsnit. Der findes i stærkstrømsbekendtgørelsen en tabel - tabel 52 H - over de mindste ledertværsnit, der må anvendes.

## Forskellige måder at opbygge ledertyper på

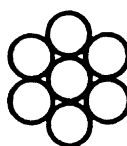
### Rund, massiv leder (trådleder)

Anvendes i kabler og ledninger for fast installation til de mindre tværsnit.



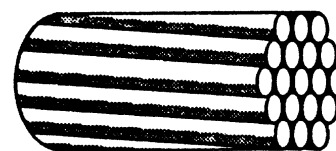
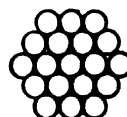
### Rund, langsnoet leder (kabelleder)

Anvendes i kabler og ledninger for fast installation



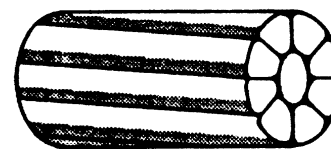
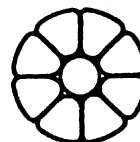
### Rund, bundsnoet leder

Anvendes i bøjelige (flexible) kabler og ledninger.



### Rund, komprimeret leder

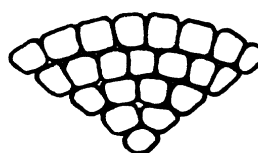
Anvendes kun i højspændingskabler



### Snoet, sektorformet leder

(90° og 120°)

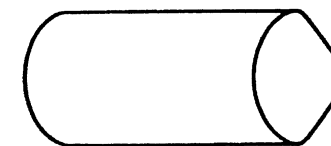
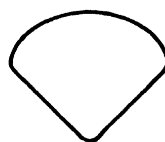
Anvendes for de større tværsnit til både aluminium- og kobberledere



### Massiv, sektorformet leder

(90° og 120°).

Anvendes kun til Al-ledere med større tværsnit.



---

**INSTALLATIONER - MATERIEL**


---

**CENELEC  
ledningsbetegnelse**

Da man har mange forskellige fabrikater af installationskabel- og ledning, er der opbygget et fælles system (CENELEC), hvormed man kan bruge det på de forskellige kabler.

	Eks.	H	03	V	V	H2	F	2	X	0,75
Kende bogstav	_____	<div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-bottom: 10px;"> <div style="width: 45%;"> <p><b>H: Harmoniseret type.</b></p> <p><b>A: Autoriseret national type</b></p> </div> <div style="width: 45%;"> <p><b>03: 300/300 Volt</b></p> <p><b>05: 300/500 Volt</b></p> <p><b>07: 450/750 Volt</b></p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-bottom: 10px;"> <div style="width: 45%;"> <p><b>V: PVC for 70° C</b></p> <p><b>R: Natur ell. synti. gummi for 60° C</b></p> <p><b>S: Siliconegummi for 180° C</b></p> </div> <div style="width: 45%;"> <p><b>V: PVC for 70° C</b></p> <p><b>R: Natur ell. synti. gummi for 60° C</b></p> <p><b>N: Neopren</b></p> <p><b>J: Glassilkeomfletning</b></p> <p><b>T: Tekstilomfletning</b></p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-bottom: 10px;"> <div style="width: 45%;"> <p><b>H: Flad/delelig</b></p> <p><b>H<sub>2</sub>: Flad/ikke delelig</b></p> </div> <div style="width: 45%;"> <p><b>U: Trådleder</b></p> <p><b>R: Kabelleder</b></p> <p><b>K: Fintrådet fast oplægning</b></p> <p><b>F: Bøjelig</b></p> <p><b>H: Ekstra bøjelig</b></p> <p><b>Y: Kobber spind</b></p> </div> </div>								

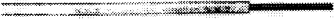





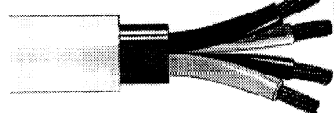
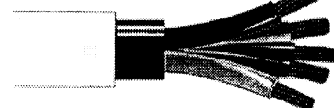


---

**INSTALLATIONER - MATERIEL**


---

**De mest anvendte typer ledninger og kabler (NKT)**

CENELEC betegnelse	Gammel betegnelse	Antal ledere	Dimension	Anvendelse
H07 V-U 1 x 1,5	PVL	1	1,5 - 6	Installationsled. i rør m.m.
				
H07 V-R 1 x 6	PVL	1	1,5 - 300	Installationsled. i rør m.m.
				
H07 V-K 1 x 2,5	PVT	1	0,75 - 240	Monteringsled. I tavler, maskindele m.m.
				
H03 VV-F 4G 0,75	PKLJ	4	0,75	Tilled. til brugsgenstand.
				
H05 VV-F 5G 2,5	PKAJ	5	2,5	Tilled. til brugsgenstand.
				
5 • 6 mm <sup>2</sup>	PVIKJ	5	6	Lavspændings- installationer
				
4 • 240 mm <sup>2</sup>	PVIKS	4	240	Lavspændings- installationer
				
5 • 35 mm <sup>2</sup>	PVIKSJ	5	35	Lavspændings- installationer
				

## Installationer

### Installationer i boliger



Når man siger elinstallation i boliger, tænkes vel først og fremmest på tilslutningsmulighed for lamper, gennem lampeudtag og stikkontakter. Men i en moderne bolig er der også el-varmeovne, vandvarmere, ventilatorer og hele gruppen af hårde hvidevarer såsom komfur, køleskab, emhætte, vaske- og opvaskemaskine, dybfryser, tørreskab for tøj mv., Når man ser, hvor kort tid de elapparater vi omgiver os med i dag, har været et naturligt element i boligen, kan man ikke overse, hvad fremtiden kan bringe af nye ting, som den installation, der laves i dag, skal forsyne om få år.

Det gælder derfor om at have omtanke og forsøge at få "det hele med", når installationsarbejdet skal udføres. Her tænkes ikke alene på stikkontakter, udtag for lamper, diverse installationer til flerfasede apparater og tilstrækkelig stor gruppeafsætning, men også på fremføringsveje til helt nye installationer.

Ovenfornævnte synspunkter kan faktisk overføres på de fleste el-installationer. Der bør altså fremtids-sikres så godt, som det er muligt.

Dette stiller krav om en effektiv planlægning, dimensionering og projektering af installationen, så den bliver fremtidssikker og dermed dækker tilslutningsbehovet nogle år fremover.

**Stærkstrømsbekendtgørelsen** Alle stærkstrømsinstallationer skal opfylde kravene i Stærkstrømsbekendtgørelsen, der er udfærdiget af Sikkerhedsstyrelsen i medfør af Stærkstrømslovens § 7. Særbestemmelserne for installationer hørende til boligen findes i Stærkstrømsbekendtgørelsen kapitel 801.

## Fællesregulativet

Bestemmelserne i fællesregulativet tager sigte på den forsyningsmæssige driftssikkerhed.

Fællesregulativet gælder for permanente 400/230 V el-installationer med dertil sluttede brugsgenstande,

som forsynes fra et fordelingsanlæg tilhørende et elværk eller et elselskab - i regulativet under ét benævnt elleverandøren.

Regulativet indeholder bestemmelser for dimensionering og udførelse af stikledninger og for placering og udførelse af målearrangementer mv. Endvidere bestemmelser, som har til formål at undgå ulige belastning af faserne samt generende spændingsvariationer i forsyningsanlægget og dermed forringelse i elkvaliteten.

Opmærksomheden henledes på, at den enkelte elleverandør - gældende for sit forsyningsområde - kan have fastsat tillægsbestemmelser til Fællesregulativet, som ændrer eller supplerer bestemmelser i dette. Der henvises i øvrigt til elleverandørens forretningsgang og leveringsbestemmelser.

Fællesregulativet er udarbejdet af Dansk Energi i samråd med Elektroinstallatørernes Landsforening, ELFO og Foreningen af Rådgivende Ingeniører.

## **Start på ny installation**

Før en ny installation kan påbegyndes, skal der træffes aftale med elforsyningsselskabet om, på hvilken måde den pågældende installation skal forsynes og tilsluttes forsyningsselskabets ledningsnet.

## **Anmeldelse**

Når installatøren sammen med kunden har aftalt installationens omfang, anmoder installatøren forsyningsselskabet om levering til den pågældende installation. Af denne anmodning skal fremgå, hvem der er ansvarlig for udførelse af installationen (elektroinstallatøren), hvem der skal eje installationen (forbruger, kunde), på hvilken adresse og matrikelnummer installationen skal udføres, til hvilken adresse el-regning ønskes fremsendt, samt hvor stort elforbruget skønnes at blive.

Herefter undersøger forsyningsselskabet, på hvilken måde den af installatøren opgivne effekt kan tilsluttes forsyningsselskabets ledningsnet og meddeler dette til installatøren.

### **Tilslutningsafgift**

Når forsyningsbetingelser er aftalt, kan opkrævning af tilslutningsafgift sendes til kunden, idet forsyningsselskabet fordeler nogle af de udgifter, der er ved at bygge ledningsanlæg, transformerstationer og elværker på de installationer, der tilsluttes.

Fremgangsmåden er her angivet skematisk, proceduren afviger dog en del fra et forsyningsselskab til et andet.

### **Anmeldelse af større installation**

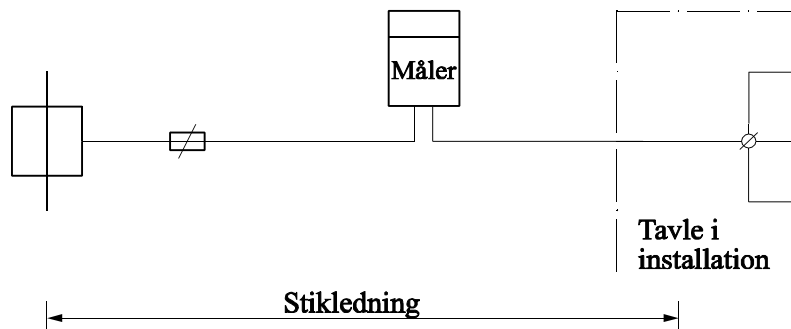
Hvor der er tale om store elforbrug, kan anmeldelsen til elforsyningsselskabet blive mere kompliceret. Elforsyningsselskabet skal bl.a. undersøge, om elforbruget kan:

- tilsluttes eksisterende lavspændingsforsyningsnet,
- tilsluttes eksisterende transformere,
- klares ved udbygning med flere transformere, hvis højspændingsnettet kan klare den øgede belastning.

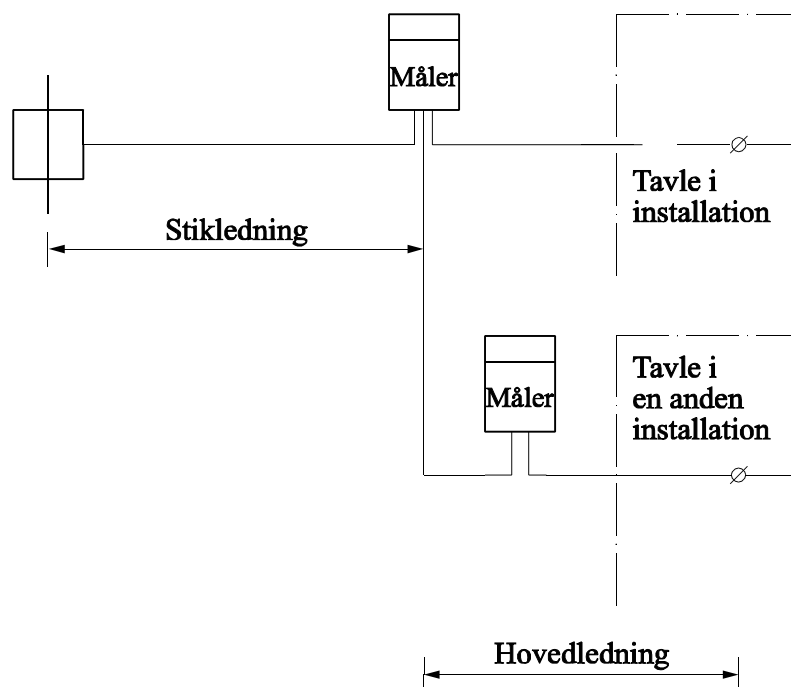
Såfremt forsyningsnettet skal udbygges på lav- eller højspændingssiden, kan det også blive aktuelt at placere en ny transformerstation. Forsyningsselskabet kan f.eks. stille krav om indretning af rum til transformerstation, så det gælder om at få afklaret disse forhold, inden et eventuelt byggeprojekt er kommet for langt. Til meget store elforbrugere leverer elforsyningsselskabet energi til fabriksanlægget som højspænding (f.eks. 10 kV), og ejeren af fabriksanlægget må så indrette transformerstationer og lavspændingsnet.

## Stikledninger

Ledningen, der forbinder forsyningen med installationen, betegnes som stikledningen. Stikledningens udgangspunkt er bundklemmen i sikringselementet i kabelskabet.



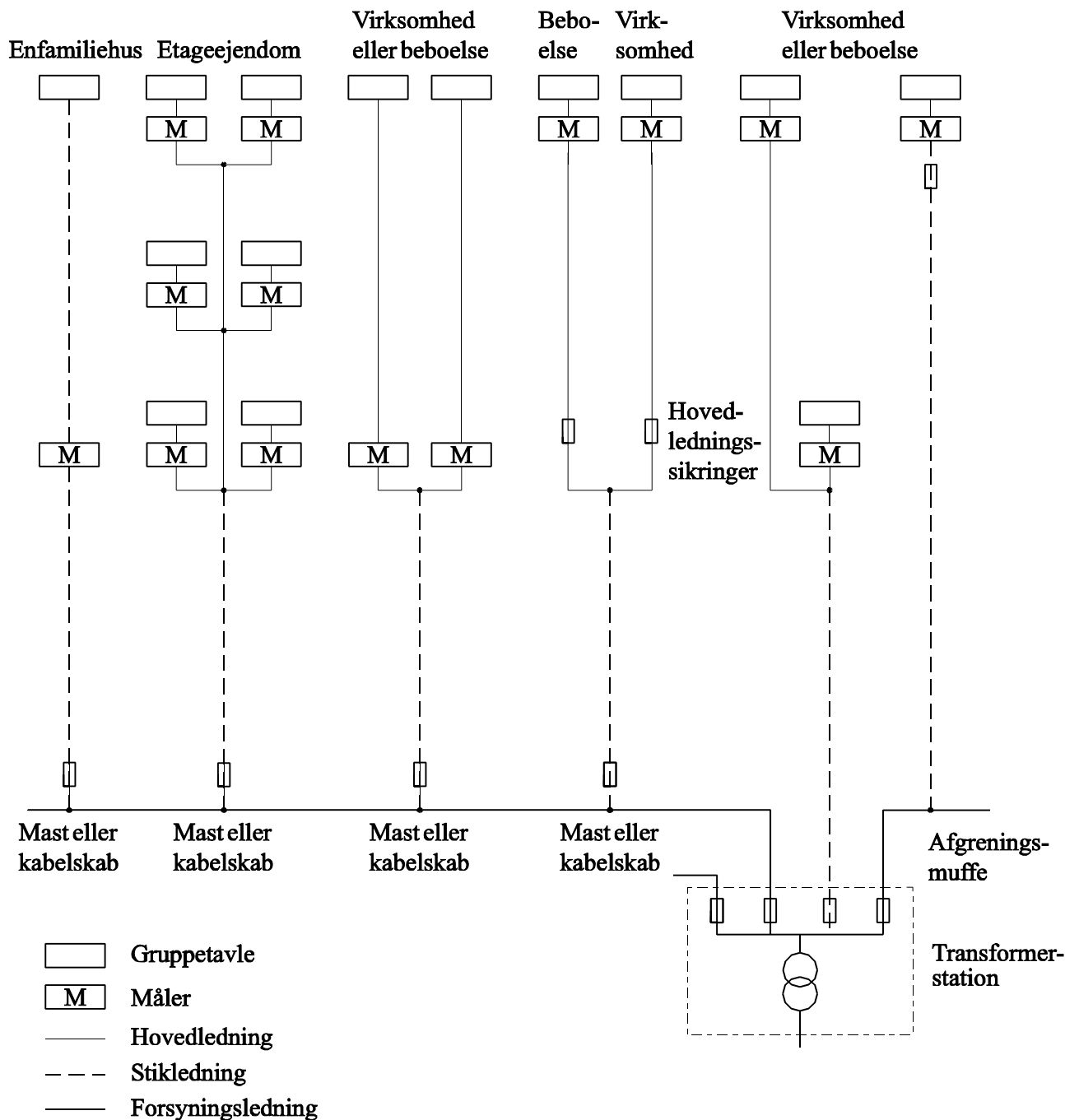
I figuren er vist et eksempel på en stikledning. Som det ses, omfatter stikledningen alle ledningsstrækninger indtil det 1. afgreningspunkt i installationen, normalt på gruppetavlen. Måleren betragtes ikke som afgrening.



Figuren viser en anden installationsopbygning, og igen ses det, at stikledningen går til 1. afgreningspunkt.

INSTALLATIONER - MATERIEL

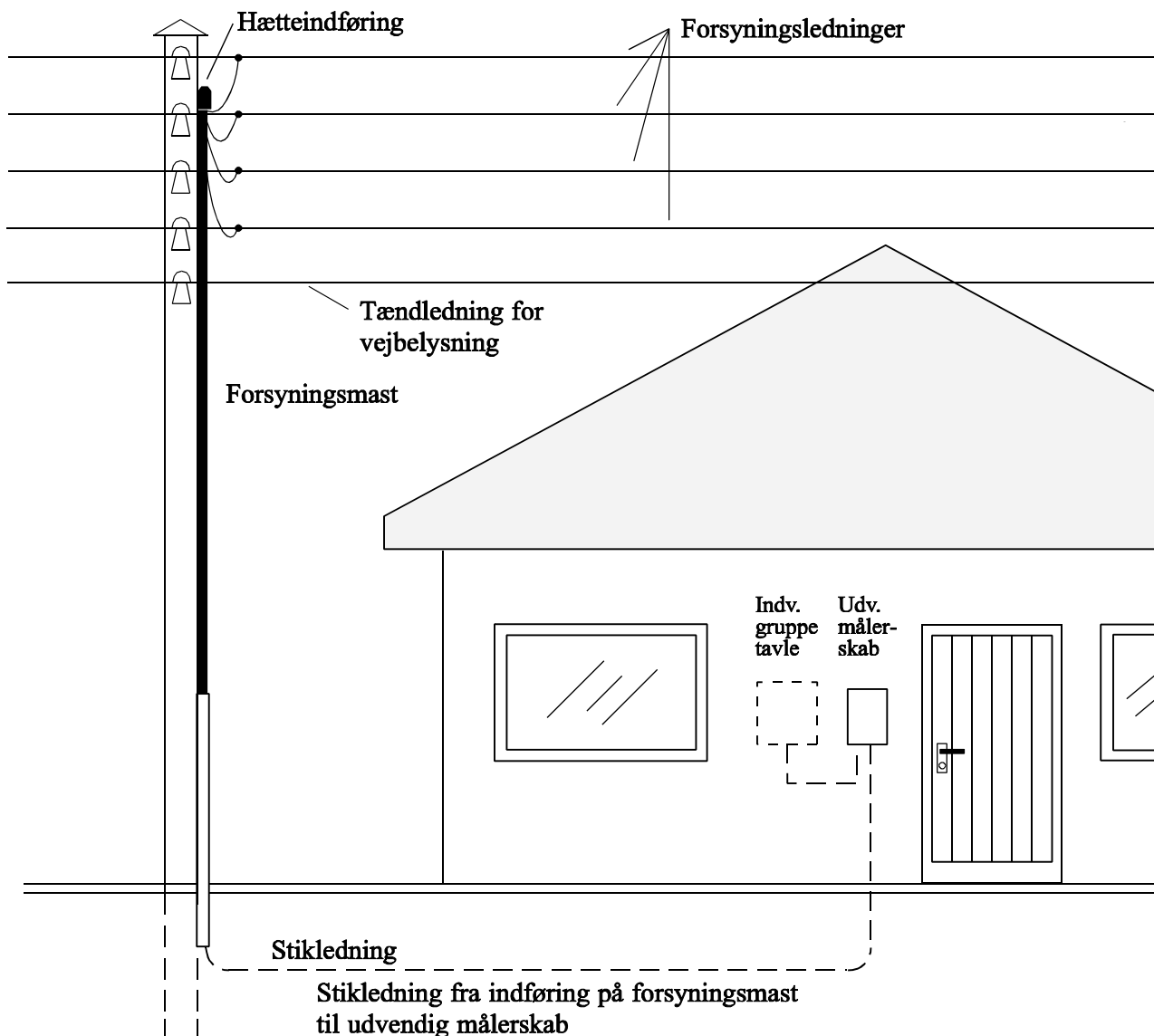
På figuren herunder ses eksempel på tilslutning af forskellige forbrugere.



---

**INSTALLATIONER - MATERIEL**


---



## Stikledning

Stikledningen til forbrugeren tilsluttes i dag enten i mast eller kabelskab. Er der tale om virksomheder med meget stort forbrug, har disse ofte deres egen transformerstation.

## FR-bestemmelser om stikledninger

Regler for fremføring af stikledninger fastsættes af elværkerne og kan læses i fællesregulativet. Det enkelte forsyningselskab kan stille et krav til minimum ledertværsnit for stikledningen. Stikledningen skal generelt dimensioneres ud fra kravene i Stærk-

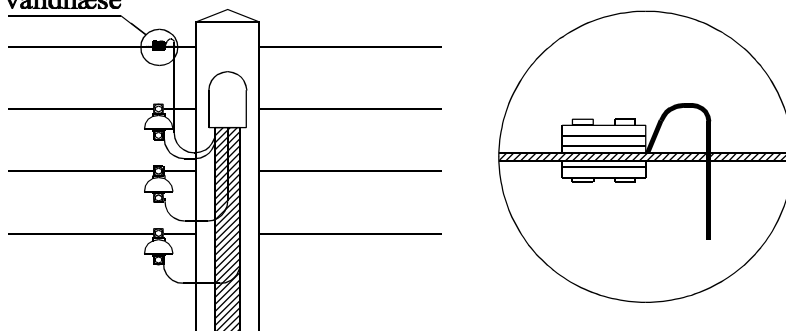
strømsbekendtgørelsen. Normalt anvendes minimum 10 mm<sup>2</sup> Cu eller 16 mm<sup>2</sup> AL.

Kabler, der fører umålt strøm, skal nedgraves i min. 70 cm dybde.

### **På mast**

På mast afsluttes kablet i en hætteindgang - enten med faste klemmer eller af en type, hvor kablets ledere føres direkte til luftledningerne - se skitse.

**Omvendt  
vandnæse**



Ved afslutning af ledere direkte på ledningerne er det vigtigt, at lederne monteres med omvendt vandnæse for at undgå vandindtrængen i lederne.

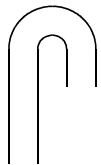
Ved anvendelse af Al-ledere må man være opmærksom på den elektrolytiske korrosion, der kan opstå. Det betyder, at Al-lederen skal monteres øverst i sikringsanlægget og Cu-lederen nederst. Al-ledere må aldrig tilsluttes direkte til kabelledningen på grund af de tæringsproblemer, der kan opstå.



---

**INSTALLATIONER - MATERIEL**

---



Vandnæse

Hætteindføringen skal placeres ud for øverste fase, og anvendes der en type med faste klemmer, skal fasefølgen fra venstre mod højre være  $L_1 - L_2 - L_3 - N$ .

Ved indføring fra mast skal kablet beskyttes af kabeldækjern eller jernrør, der føres op til 50 cm under nederste fase. Dækjernene skal være 50 cm i jord og 200 cm over jord skal være et luftmellemrum på 5 cm. Dette for at sikre, at der ikke er jordforbindelse, når man står i masten.

**I jord**

I jord skal kabler følge reglerne i Stærkstrømsbekendtgørelsen 522.8.2. Med hensyn til dækplast og maskeringsbånd henvises til reglerne i Stærkstrømsbekendtgørelsen. Det enkelte elselskab kan stille krav til nedgravningsdybden.

**Tilslutning**

I stik- og hovedledninger med lyseblå leder skal denne anvendes som nulleleder.

## Afslutningsmateriel

### Presning

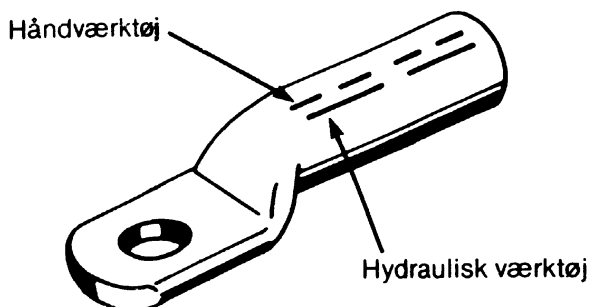
I stikledningens endepunkt afsluttes lederne i en tavle, og for større ledertværsnit sker dette ofte i en påpresset kabelsko, der så monteres i indgangsfeltet. Anvendes Al-kabler er det vigtigt at huske, at kablet skal afrenses omhyggeligt inden presningen, samt at det påsmøres et lag vaselinefedt for at hindre nedbrydning på grund af oxydering.

Ved presning af kabelsko og muffe kan en vejledning se ud som nedenstående:

## Presseteknik

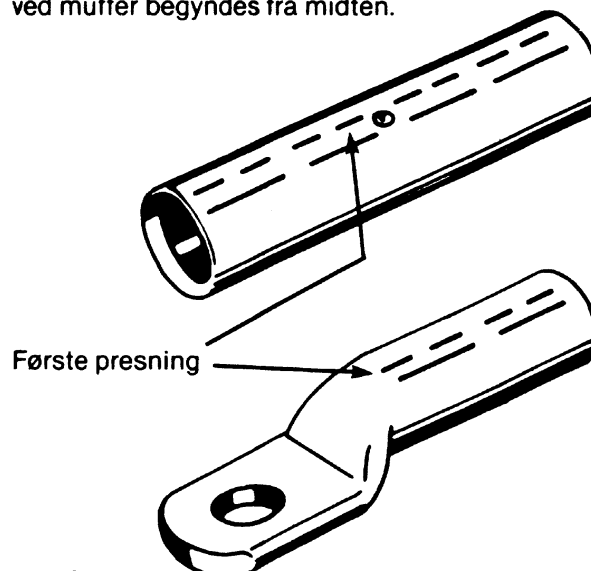
Antallet af presninger er angivet ved streger på sko og muffe.

Lange streger angiver antallet af presninger med hydraulisk værktøj og korte streger antallet med håndværktøj.



Samtlige markerede presninger skal foretages.

Ved kabelsko begyndes presningen fra lasken og ved muffe begyndes fra midten.



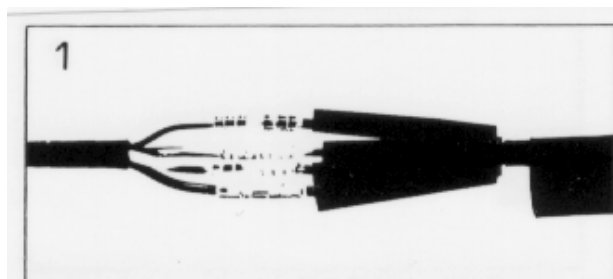
Under presningen forlænges kabelsko ca. 5% og muffe ca. 10%.

Alle kabelsko og muffe er mærket med et kendetal, der skal svare til kendetallet på den anvendte pressebakke.

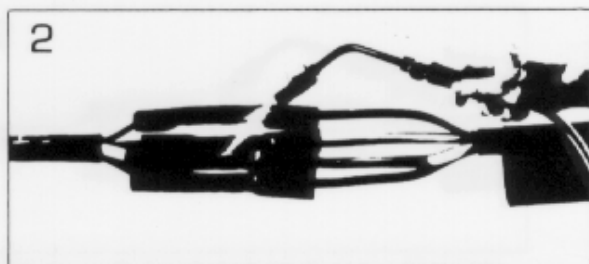
Hvis kablet er sektorformet, skal det rundpresses, inden kabelskoen monteres.

## Krympe

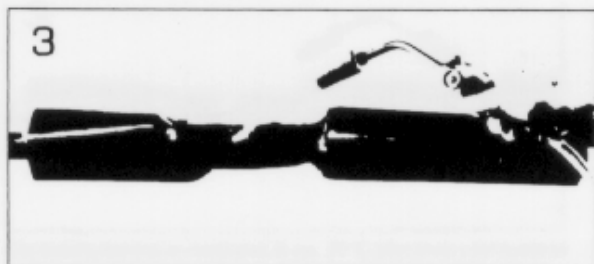
Ved reparation af kabler i jord anvendes forskellige former for samling af kabler. Efter at lederne er samlet med en pressemuffe, isoleres de fra hinanden med en krympemuffe. Se nedenstående vejledning:



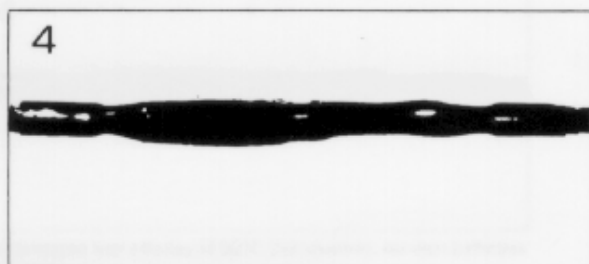
1  
Træk yderhylstret ind over én af kabelenderne. Afisolér lederne og træk inderhylstrene på. Splejs lederne og fjern evt. skarpe kanter og rens for fedt og talkum. Ved lederstørrelser fra 25 mm<sup>2</sup> forvarmes pressemufferne til ca. 60°C.



2  
Adskil lederne således at inderhylstrene kan opvarmes hele vejen rundt. Centrér inderhylstrene over presseforbinderne. Krymp hylstrene ved at begynde fra midten for at undgå luftindeslutninger. Tilfør varme indtil hylstrenes overflade er jævn og limen flyder.



3  
Når fasehylstrene er nedkølet til ca. 30°C placeres yderhylstret midt over splejsningen. Yderhylstret krympes fra midten mod kanten. Tilfør varme indtil hylstret er jævnt og limen flyder.



4  
Splejsningen bør afkøles til 30°C (håndvarm), før den belastes mekanisk.

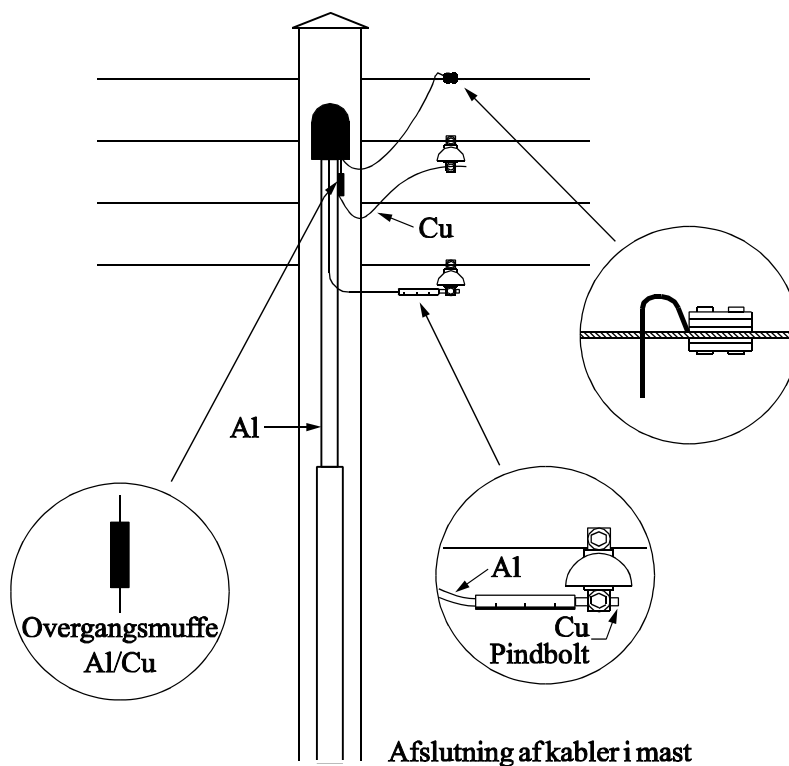
## Støbemuffer

Nogle steder kræves det, at kabler samles i støbemuffer. Efter presning af kablederne isoleres disse fra hinanden, og et plaststøbescab anbringes omkring Gsamlingen.

Støbemassen - en tokomponent flydende masse - blandes og hældes i forme. Det er her meget vigtigt, at denne støbemasse blandes omhyggeligt, og at fabrikantens forskrifter vedrørende temperatur overholdes, idet støbningen ellers ikke bliver god.

## Hovedsikringskasse

Ønsker man at undgå luftstik, kan stikledningen udføres som jordkabel. Er forsyningsnettet udført som luftledning, udgår stikledningen fra en dåse anbragt foroven på masten og videre nedlagt i jorden til ejendommen, hvor den afsluttes i en hovedsikringskasse. Herfra føres installationen videre som hovedledning til ejendommens målere.



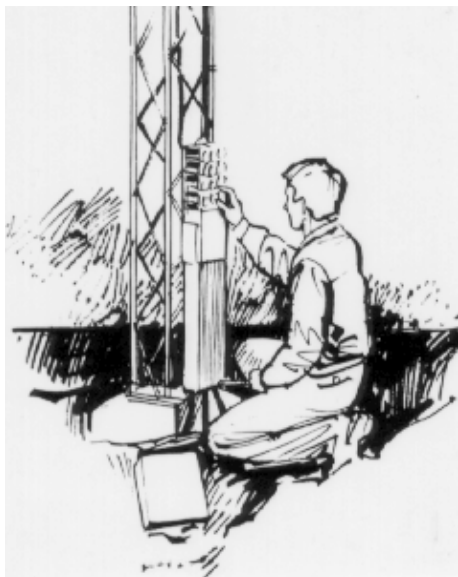
## Afgrening på stikledninger

Samlinger direkte på en stik- eller målerledning må kun udføres med det strømforsynende selskabs tilladelse.

Samlinger skal foretages i plomberbare dåser.

Sløjfning fra en måleramme til en anden kan udføres med korte ledningsforbindelser.

## Stikledning fra kabelskab

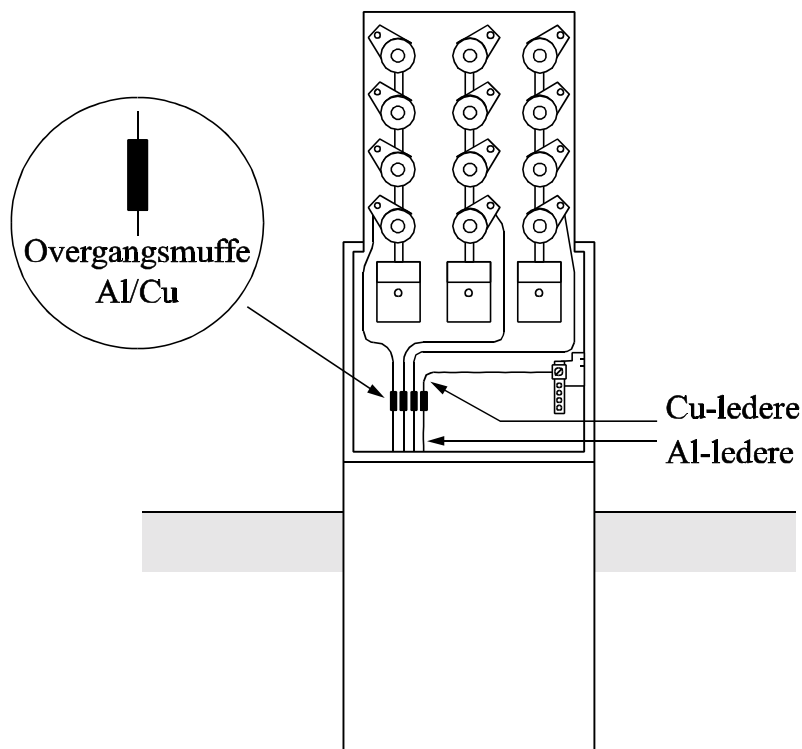


Såfremt stikledningen fremføres som jordkabel, føres der kabel fra indføringsdåsen i toppen af masten til et kabelskab anbragt i eller ved mastens fod. Dette kabel sikres ved luftledningssikringer indskudt i stikledningerne.

Fra kabelskabet føres stikledningerne over sikringsæt til installationernes gruppetavler.

Kabelskabe er forsynet med en beskyttelseshætte af glasfiberarmeret polyester.

Kabelskabe fås i forskellige udførelser, men er normalt forsynet med 4 sæt sikringsholdere.



Afslutning af kabler i skab

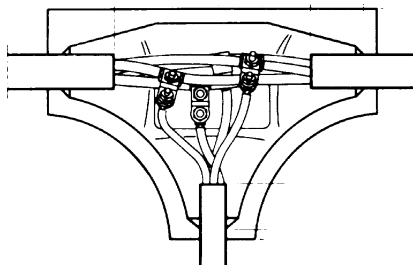
Kabelskabe indeholder et stativ, hvorpå sikringsholderne er anbragt.

Stativet bærer på sin nedre del aflastningsbøjer for samtlige kabler.

### Stikledning udført som jordkabel

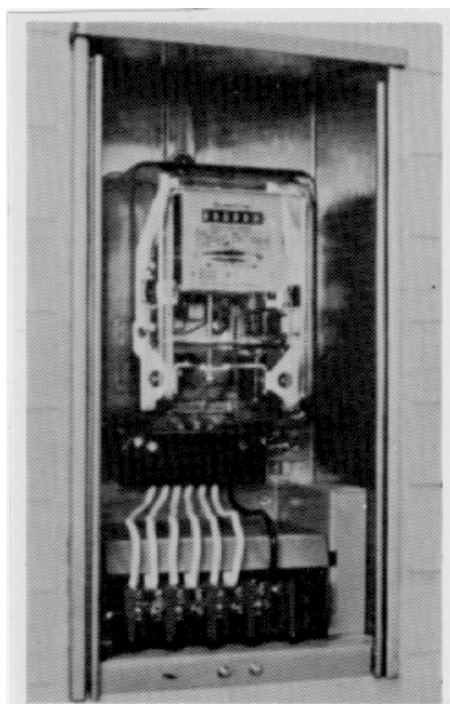
Er forsyningsledningerne udført som jordkabel, sløjfes disse normalt i kabelskabe og stikledninger tilsluttes som beskrevet under "stikledning på kabelskab". I særlige tilfælde afgrenes stikledningen fra forsyningsnettets kabler ved en T-muffe og afsluttes i en stænkstæt lukket sikringskasse, anbragt i kælderen eller stueetagen i nærheden af det sted, hvor stikledningen er ført ind i ejendommen.

Fra sikringskassen føres ledninger som hovedledning til ejendommens målere.



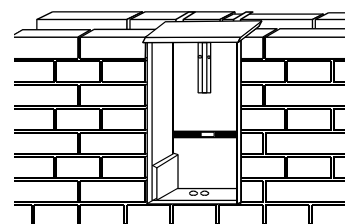
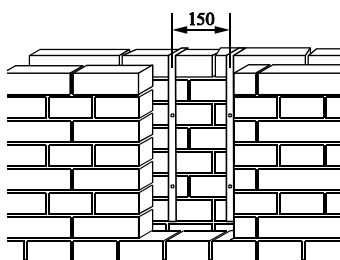
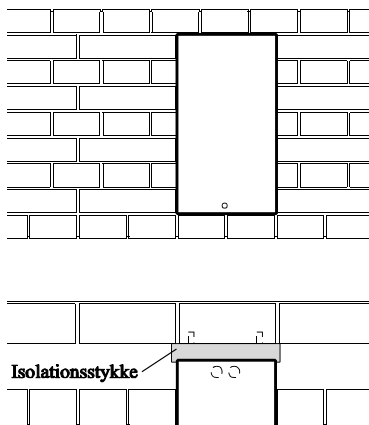
### Målerskab

Stikledningen afsluttes i målerskabets tilgangsklemmer, der skal placeres, så det er tilgængeligt for måleraf læser, oftest placeres den indfældet i husets ydervæg.



## Indbygning

Ved indbygning i mur afpasses åbningen efter skabets bredde, ca. 1 løber. Når der er lagt 7 skifter, anbringes spændejernene på bagmuren. Rørene eller evt. træktråde til kabler må nu være ført frem til åbningen. Herefter sættes skabet, med isolationsstykket på bagsiden, ind i åbningen og spændes fast.



## Stikledning fra målerskab

Fra målerskabets afgangsklemmer fortsætter installationen, som regel i kabel, videre til husets fordelingstavle.

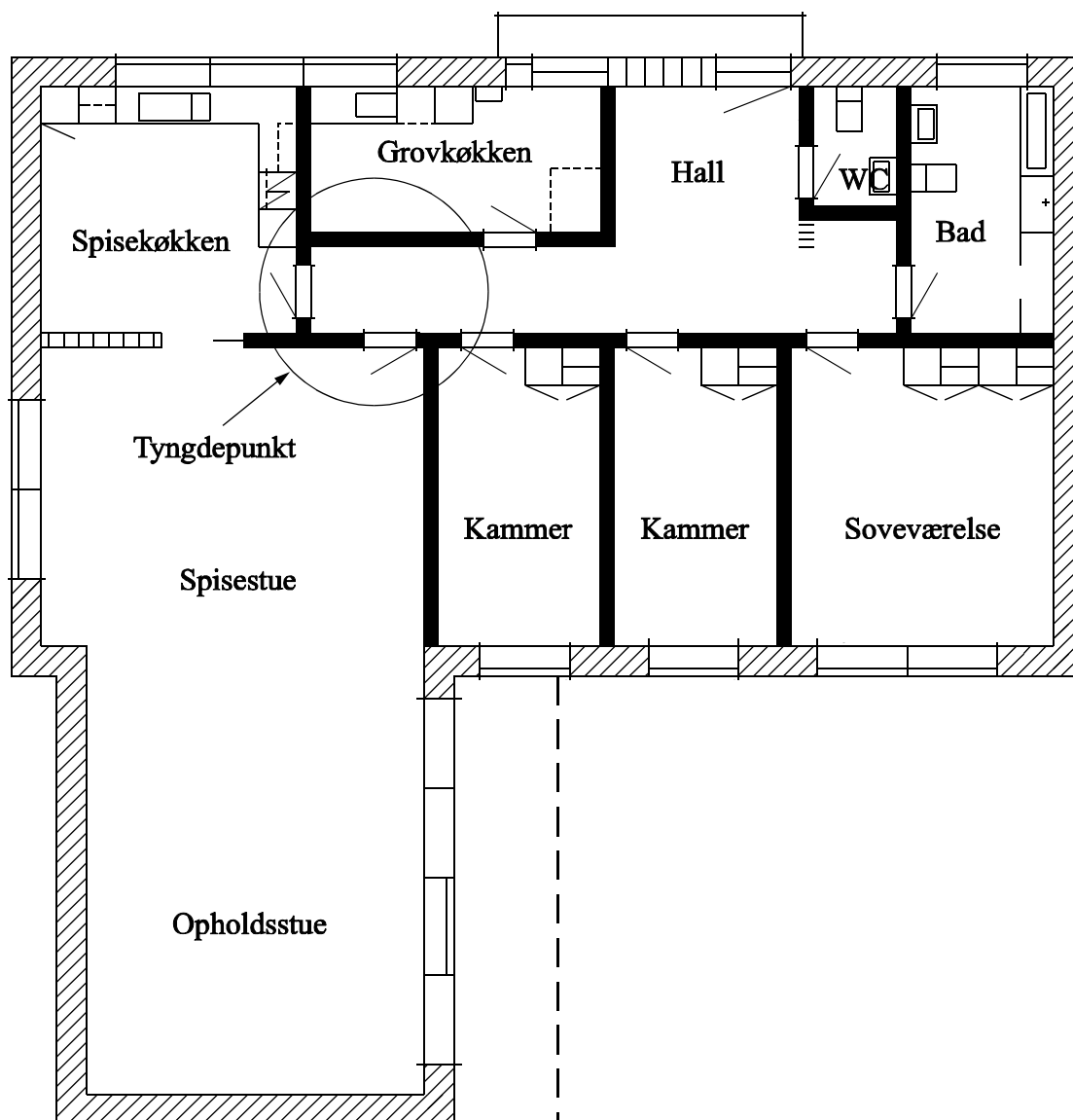
Kortslutningsbeskyttelse af stikledningen sker ved stikledningssikringerne, der er placeret mellem stikledningen og forsyningselskabets ledningsnet.

Ved placering af stikledningen i bygningens konstruktion skal man være opmærksom på kablets afkølingsforhold. Føringes disse ved f.eks. placering i bygningsisolering, har kablet "mindre gode afkølingsforhold" og belastningen i ampere skal nedsættes.

## Gruppetavlens placering

Når husets gruppetavle skal placeres, stilles der krav om tilgængelighed og rimelig nå-højde, men mange foretrækker en diskret placering. Bryggers eller entre er foretrukne placeringssteder.

Teknisk set er en placering i el-installationens belastningsmæssige tyngdepunkt den ideelle.





---

## INSTALLATIONER - MATERIEL

---

### Grupper

En installation opdeles i grupper. En gruppe består af gruppeafbryder med evt. gruppesikring og de i forbindelse hermed værende ledninger, montagegenstande og tilslutningssteder for brugsgenstande.

Automatsikringer og maksimalafbrydere kan anvendes på lige fod med gruppeafbrydere og sikringer.

Stærkstrømsbekendtgørelsen stiller ikke længere krav om, at der skal være en afbryder i gruppens udgangspunkt. Der skal dog være mulighed for adskillelse i forbindelse med arbejde på installationen. Det er hensigtsmæssigt, men ikke et krav at anvende afbrydere, automatsikringer eller maksimalafbrydere til dette formål.

### Opbygning af gruppetavle

I SB stilles der krav om, at antallet af grupper skal være i overensstemmelse med boligens areal, lige som der stilles krav om antallet af lysstikkontakter i de forskellige rumtyper. Stikkontakterne i køkkenet skal fordeles på 2 lysgrupper.

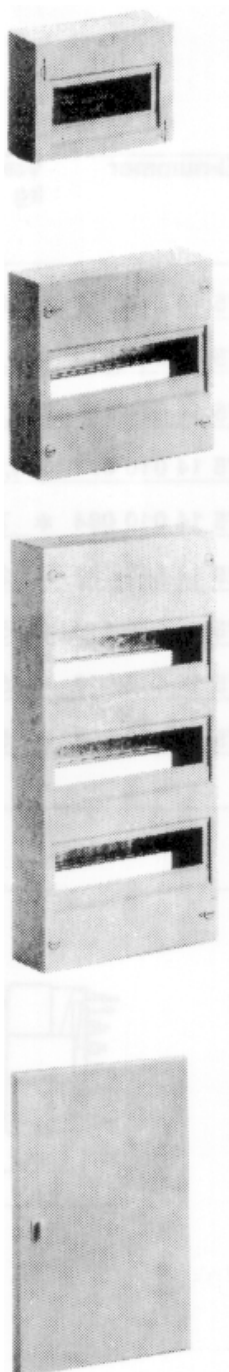
Hertil lægges så kundens ønsker om tilslutningsmuligheder og en rimelig fordeling af installationerne på diverse grupper, hvor driftssikkerhed og servicevenlighed tilgodeses.

### Belastningsfordeling

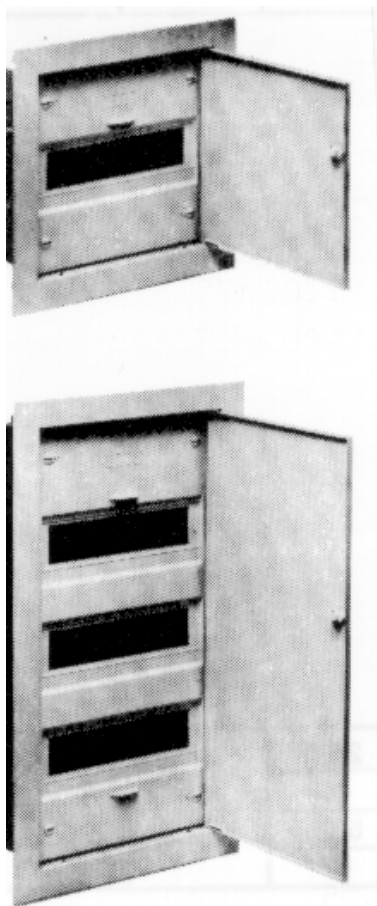
Belastningen af de enkelte grupper fastsættes på basis af de tilkoblede belastningers strømforbrug. I Fællesregulativet er nedfældet en bestemmelse, der siger, at belastningen skal fordeles så ligeligt som muligt på faserne.

I øvrigt må henvises til Fællesregulativet og de enkelte forsyningsselskabers bestemmelser ved forskellige installationsforsyninger.

## Modulopbygning af gruppetavlen



En modulopbygning af fordelingsanlægget må være indlysende. M36 modulet er for tiden dominerende. Komponenter i M36 modulet er baseret på opsætning på DIN-skinne; de har ens dybde og højdemål. At så mange fabrikanter har accepteret M36 modulet medfører, at så forskellige komponenter som gruppeafbrydere, kortslutningsudlødere, kiprelæer, trappeautomater, motorværn, relæer, transformere, osv. kan opsættes ved siden af hinanden på samme DIN-skinne, bag samme afdækning.



## Placering

Gruppetavlen skal være let overskuelig og bør udføres, så den altid kan udvides. Gruppetavlen skal iht. 814.3 have en kapslingsklasse på mindst IP2XC eller IP3X.

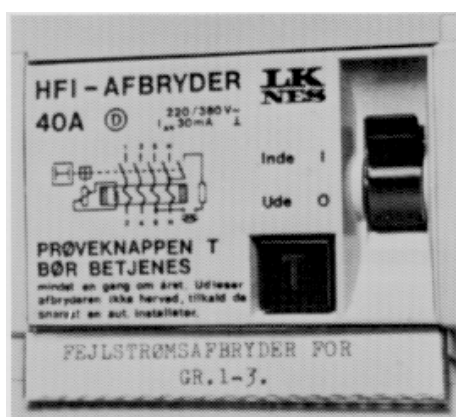
---

**INSTALLATIONER - MATERIEL**


---

Gruppe- og HFI-afbrydere skal alle have mærkning, der angiver, hvad der er tilsluttet afbryderne.

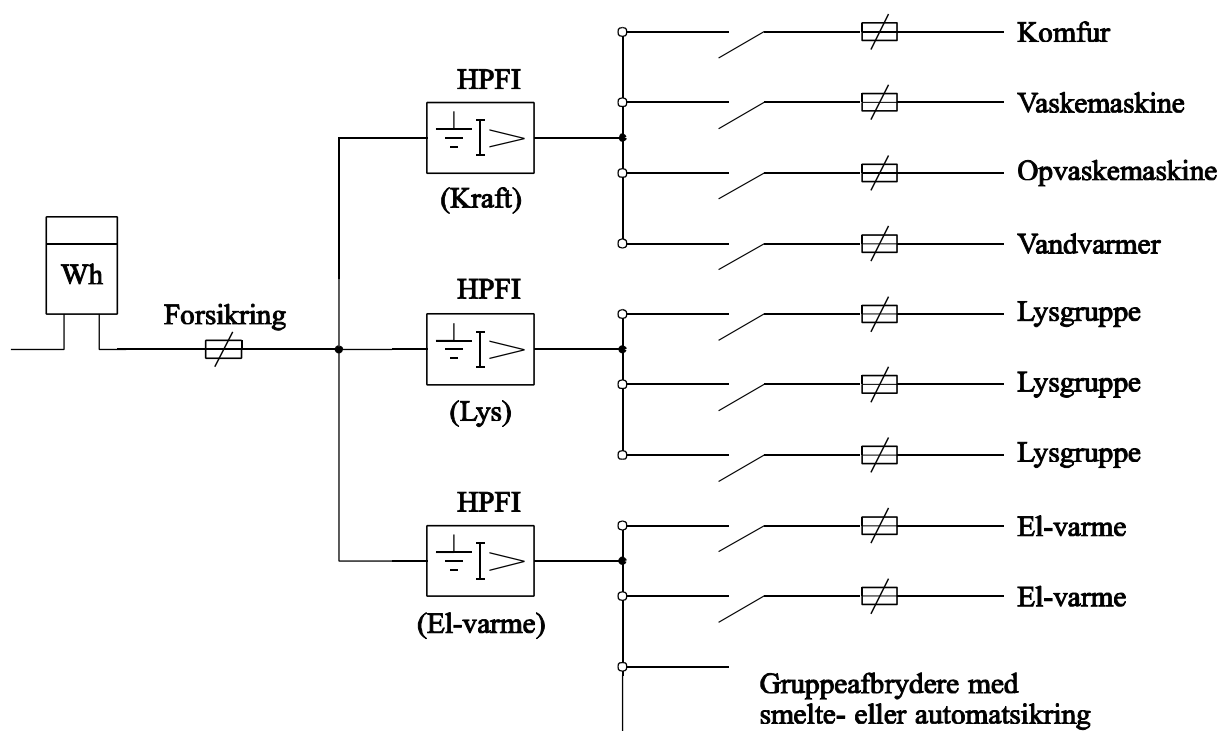
En gruppeafbryder kan enten være en afbryder i forbindelse med en eller flere sikringer eller en automatsikring, (automatsikringer dimensioneres som maximalafbrydere).

**Krav til fordelingstavlen**


Formålet med fordelingstavlen er:

- at tilslutte de enkelte grupper til forsyningsledningen,
- at indsætte kortslutnings- og overbelastningsbeskyttelse for alle efterfølgende installationer,
- at kunne styre (slutte/bryde) efterfølgende installationer,
- at placere fejlstrømsafbrydere (FI, PFI, HFI eller HPFI) af efterfølgende installationer. I boliger kræves HPFI,
- at placere øvrige styrekomponenter, transformere, relæer, ure mv.

Skitserne viser eksempler på gruppetavlens opbygning.



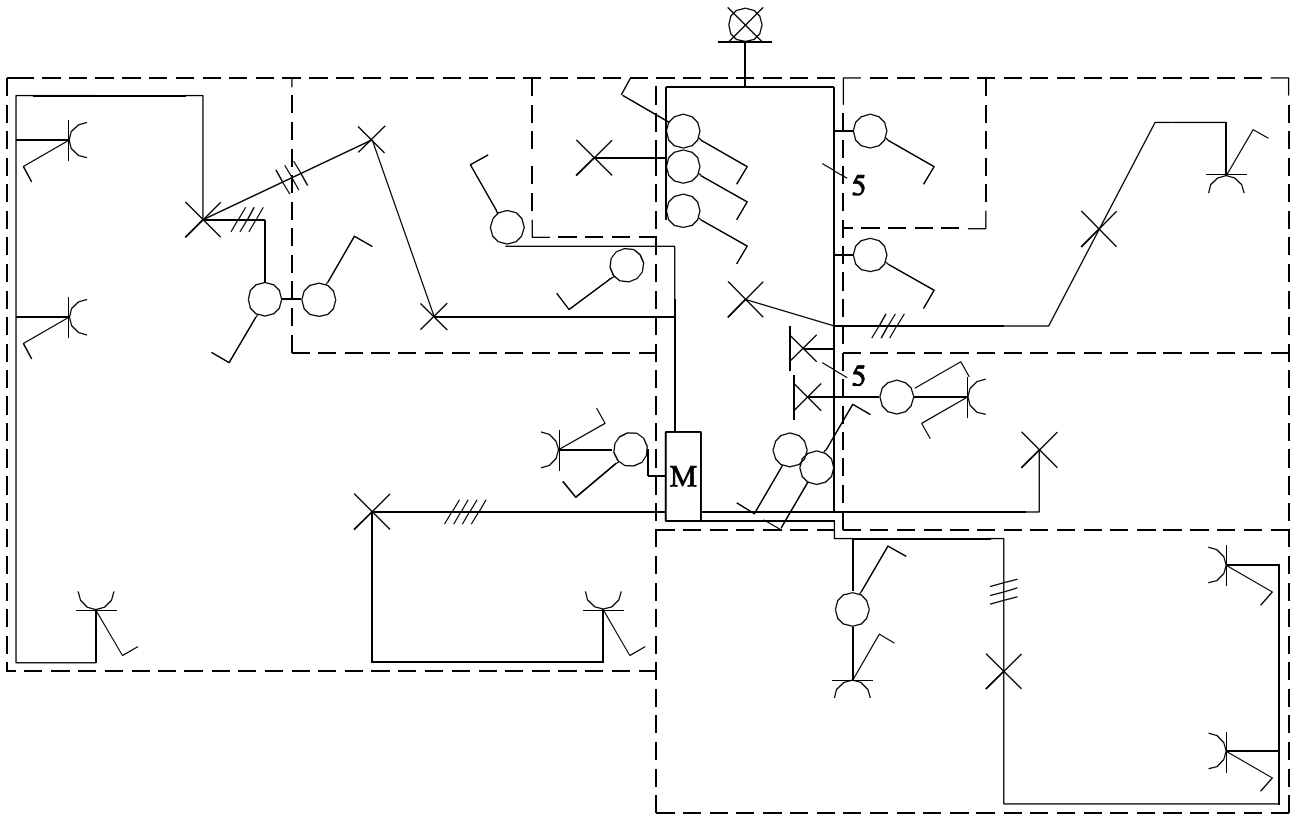
**Krav til lysinstallation**

Af særlige hensyn ved opbygning af lysinstallation kan nævnes:

- krav vedrørende gruppeantal i forhold til boligareal,
- krav vedrørende antal stikkontakter i forhold til rumtype og areal,
- krav til beskyttelse mod indirekte berøring,
- krav til tæthed og afstand i badelokaliteter,
- krav til tæthed (IP regler),
- overskuelig opbygning, hvor rør/kabel/dåser placeres så hensigtsmæssig som mulig,
- overskuelig betjening, således at grupper kan udvides, repareres, betjenes med sikkerhed om, at "der nu er afbrudt". Det er praktisk at fordele stikkontakter og lamper i ét rum på mindst to grupper eller sikringer. Stikkontakter i boligens køkken skal fordeles på mindst to grupper,
- at installationen gøres så udvidelsesvenlig som mulig, evt. ved at anvende andet installationsprincip (f.eks. ved at anvende synlig i stedet for skjult installation).

I de følgende afsnit er beskrevet almindelige installationsmetoder og de materialer, der anvendes.

## Eksempel på installationsplan



### Generelt om rør

Rør udføres til mange formål.

De rør, der her omtales, er plastrør i 4 m længder.

De leveres med en diameter på:

16 mm

20 mm

25 mm

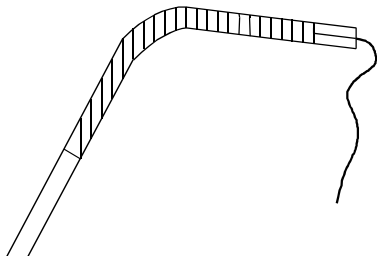
32 mm

Slangerør (eller rillerør) leveres i 100 m ruller med følgende diametre:

16 mm

20 mm

### Bøjning af rør



Plastrør bøjes direkte med hænderne, en fjeder inde i røret på bøjestedet sikrer, at røret ikke bliver fladt.

Til bukning af slangerør skal der ikke anvendes værktøj, tværriller i røret gør det muligt at behandle røret som et kabel.

### Valg af rørtype

De her omtalte rørtyper kan anvendes alle steder, hvor SBEi tillader anvendelse af rør.

I synlig installation foretrækkes som regel det stive plastrør af hensyn til udseende.

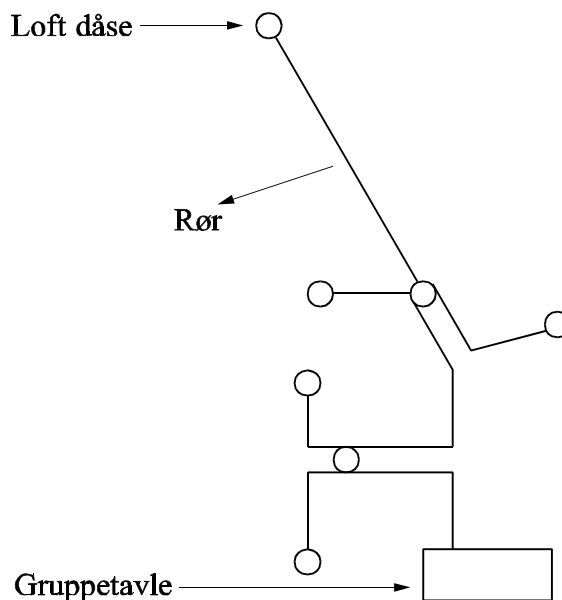
I den skjulte installation foretrækker mange at bruge slangerøret, udfra argumenter som:

- transport (100 m oprullet i lille kasse),
- mindre spild (på grund af lang længde),
- få samlinger (eller så godt som ingen),
- respekterer bedre bygningsisoleringskrav,
- nemmere tilpasning ved nedføringer, f.eks. fra loft til skillevægge, der endnu ikke er opstillet.

Største ulempe ved slangerør i forhold til stift plastrør er vanskelig ledningsitrækning på grund af mindre lysningsmål. Problemet øges ved manglende fastgørelse af slangerøret.

## Rør i skjult installation

I skjult installation kan rør anvendes til normaltæt og i mange tilfælde også til stænk-tæt installation.



Rørens dimension skal under hensyn til ledningernes antal og tværsnit, rørstrækningens længde samt antallet af bøjninger, være så stor, at ledningerne let kan indtrækkes, uden at isolationen beskadiges.

Afslutninger af rør må kun foretages i dåser eller montagegenstande.

Samling af rør skal foretages solidt ved anvendelse af muffer, der låser rørender fast, f.eks. koniske muffer.

Undgå skarpe knæk. Gør bøjninger så store som muligt for at lette senere ledningsitrækning. Ved normaltæt installation kan anvendes både indfældede og udvendige dåser.

## Ledningsitrækning

Ledningsitrækningen skal kunne foregå let, og uden at ledningsisolationen beskadiges.

I dåser og underlag må der kun indføres og samles så mange ledere, at montage kan udføres uden van-

skelighed og således, at delene herunder ikke udsættes for beskadigelse.

Itrækningen kan lettes ved brug af hjælpemidler som smøremiddel på spraydåse.

Brug aldrig smøremidler, der er brandfarlige eller som kan virke opløsende på ledningernes isolation eller på plastrørene.

Ved itrækning af ledninger skal snoninger og kinker på ledningerne undgås.

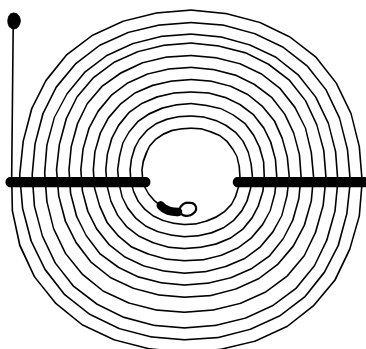
På korte rørstrækninger med få og bløde bøjninger kan ledningerne ofte skubbes i rørene, når deres antal og tværsnit ikke er for stort i forhold til rørdimensionen.

## Træktråd

På lange rørstrækninger kan det være nødvendigt at benytte træktråd.

Træktråden anbringes i røret under rørlægningen, trækfjederen kan skubbes ind i røret efter oplægning, når denne er foretaget korrekt.

## Trækfjeder



Trækfjederen (søgefjederen) kan bestå af en flad metalfjeder, der i den ene ende er forsynet med en rulle og i den anden ende med et metaløje til fastgørelse af ledningerne.

Der findes også nylon-trækfjedre. Disse er cirkulære med en diameter på 3-4 mm. Nylontrækfjederen er at foretrække frem for ståltrækfjederen.

Trækfjedre fås i længder på 5, 10, 15, 20 og 30 m.

Ledningsitrækning går oftest let og problemfrit, når to mand samarbejder, så den ene trækker og den anden styrer og skubber let på ledningerne.

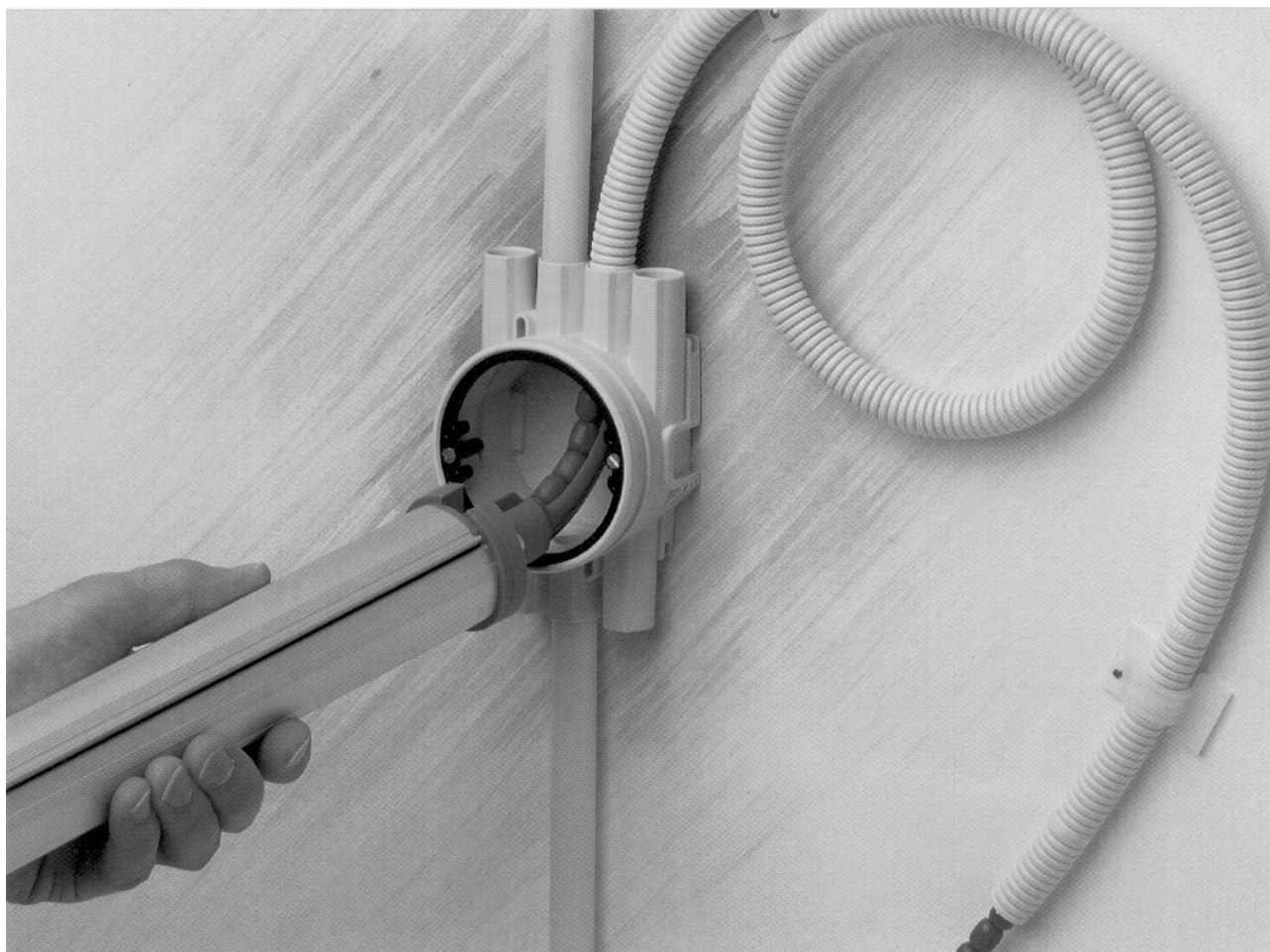


---

**INSTALLATIONER - MATERIEL**

---

Dårligt fastgjorte slangerør kan besværliggøre ledningsitrækningen i disse.



## Kondensvand

I rørinstallationer kan der opstå luftbevægelse i rørene på grund af tryk- eller temperaturforskelle mellem rørenes endepunkter.

Navnlig hvor der benyttes normaltæt afgrenings- og monteringsmateriel, er muligheden for dette tilstede.

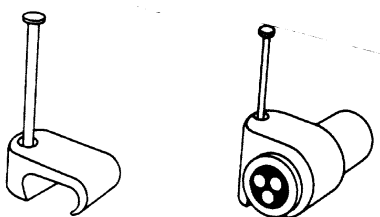
Problemet kan delvis undgås ved at tilproppe rørenderne i de rum, hvor imellem der er mistanke om tryk- eller temperaturforskel.

Uhensigtsmæssig anbringelse af rør, så den ene rørside er kold og den anden er varm, kan også danne kondensvand.

Ved anvendelse af stænkstæt materiel og kabelinstallation opstår problemet ikke.

Kabelinstallation kan benyttes i forbindelse med normaltæt materiel.

## Generelt om kabler i fast installation

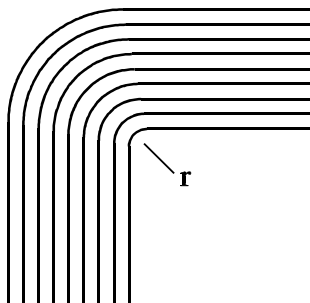


Kabel benyttes fortrinsvis til stænkstæt installation, men har efterhånden også vundet indpas til normaltæt installation, bl.a. på vanskeligt tilgængelige steder, til fiskning i væg, gulv og loft, fra rum med én tæthedsgrad til rum med anden tæthedsgrad osv.

Kabler kan fås i et utal af typer vedrørende ledermateriale, tværsnit, lederantal og opbygning af mekanisk og elektrisk beskyttelse. Firmakatalogerne giver fyldestgørende oplysninger om disse forhold.

Husk ved valg af kabeltype at tage hensyn til specielle ydre forhold, f.eks. gnaverangreb, tæring, opløsningsmidler og ikke mindst temperatur.

## Bøjning af kabel

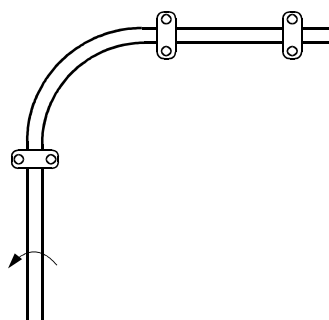


For skarp bøjning af mindre kabeltyper medfører ofte beskadigelse af ledernes isolation med fejl til følge. Overhold de af kabelfirmaerne opgivne radii.

Husk ved oplægning af kabelbundter, at også det inderste kables bøjningsradius skal være tilstrækkelig stor.

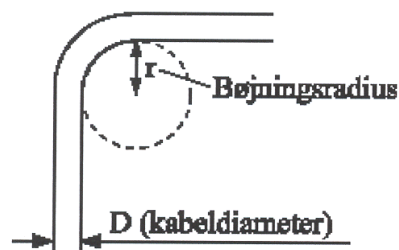
For større kablers vedkommende glemmes det ofte ved planlægning, at f.eks. et 4 x 95 mm<sup>2</sup> i praksis kræver en radius på 1 meter. Her tænkes især på pladsen i tavler.

Kabler uden metal i kappen er ofte vanskelige at få til at ligge an mod bygningsdele i bøjninger; dette kan opnås ved at dreje kablet om sin egen akse og væk fra bøjningens omdrejningspunkt inden fastgørelse efter bøjningen.



Bøjelige ledninger må i fast installation kun anvendes, hvis de anbringes i rør, anbringes uden for rækkevidde (213.22) eller anvendes, hvor der tilsigtes bevægelighed. De skal mindst være type H07 - dvs. med almindelig kappe.

## Mindste tilladelige bøjradius



Neden for er angivet den mindste tilladelige bøjradius  $R$  for lavspændingskabler og ledninger, jordkabler, mellemspændingskabler og højspændingskabler, idet  $D$  betegner kablets eller ledningens udvendige diameter.

Installations-, manøvre-, jord-, mellemspændings- og højspændingskabler under udtrækning og anden håndtering før egentlig montage:

- flerlederkabler:  $10 \times D$
- enlederkabler:  $15 \times D$

---

**INSTALLATIONER - MATERIEL**

---

---

**INSTALLATIONER - MATERIEL**


---

Installations-, manøvre-, jord-, mellemspændings- og højspændingskabler engangsbøjning uden efterfølgende udretning under montage:

- flerlederkabler: 8 x D
- enlederkabler: 12 x D

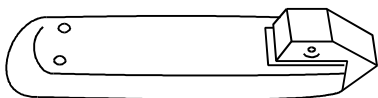
Ledere i lavspændingskabler og installationsledninger:

- en enkelt leder uden kappe: 6 x D
- sektorformet enkeltleder: 6 x sektorhøjde

Fleksible plast- og gummikappeledninger, normal brug:

- flerlederledninger: 6 x D
- enlederledninger: 8 x D

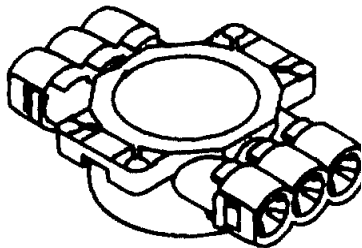
### Afbarkning



Afbarkning af bly- eller plastkappe kan foretages med en kniv, men bedre er det at anvende et specielt kabelafbarkningsværktøj, der virker efter rørskærerprincippet. En spids på værktøjet skærer i indstillet dybde både rundt og langs med kablet på en måde, så beskadigelse af ledere undgås.

Skarpe buk ved afbarkning skal undgås.

### Kablers afslutning i dåser



Afslutning af kabler skal foregå i montagemateriel, hvor den krævede tæthed om kablet opnås ved membranpipler eller ved forskruninger.

Det er nødvendigt, at kablet afbarkes nøjagtigt på længde.

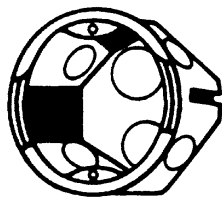
Kabelkappen skal føre helt igennem ved nipler og pakninger.

For lang afbarkning kan derfor forringe tætheden ved nipler og pakninger.

---

**INSTALLATIONER - MATERIEL**

---



Er afbarkningen for kort, kan monteringen i dåse eller montagegenstand blive vanskeliggjort.

Med hensyn til dåsetyper og disses anvendelse henvises til de respektive firmaers kataloger.

**Bygningsreglement, konstruktion**

Bygningsreglementets bestemmelser skal overholdes. For lysinstallationen drejer det sig især om ikke at svække bygningskonstruktioner (riller i skillevægge - især vandret - huller og riller i trækonstruktioner).

**Bygningsreglement, varmeisolering**

Bygningsreglementets bestemmelser vedrørende varmeisolering må også iagttages. U hensigtsmæssig gennembrydninger af denne bør undgås ved f.eks. at holde hele installationen på den "varme" side af isoleringen og lagt langs bygningsdele på en måde, der ikke hindrer placering af isoleringsmaterialet eller virker ødelæggende på dette.

**Bygningsreglement, lydisolering**

Bygningsreglementets bestemmelser vedrørende lydisolering skal også iagttages. Mellem "kolde" og "varme" rum er disse stort set sammenfaldende med varmeisoleringskrav og installationsprincip, men mellem to "varme" rum vil isolering jo udelukkende tjene lydisoleringsformål. Hver gang installationen gennembryder denne isolering, nedsættes den lydisolerende virkning; installationen bør tilrettelægges, så dette undgås.

Ved installationens gennembrydning af isoleringen tænkes ikke alene på rør og kabel, men også på beslag, der fastholder dåser mv.

Endvidere stilles der særlige krav til gennemføringer i brandsektionerende vægge.

**Bygningsreglement  
belysningsanlæg**

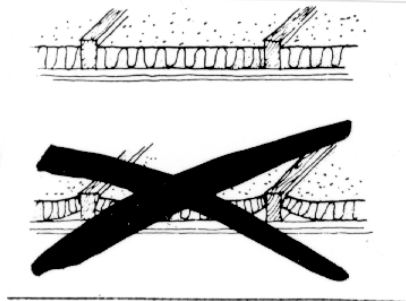
Ved udførelse af belysningsanlæg skal energiforbrug og effektbehov begrænses mest muligt. Dette kan ske ved at følge anvisninger i SBI 184: Bygningers energibehov.

Belysningsanlæg skal opdeles i zoner, som skal sikre, at brugstiden begrænses mest muligt.

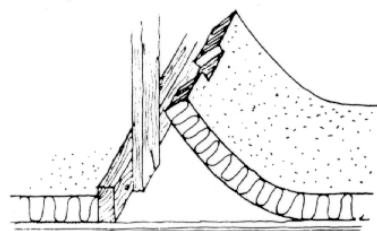
INSTALLATIONER - MATERIEL

Eksempler

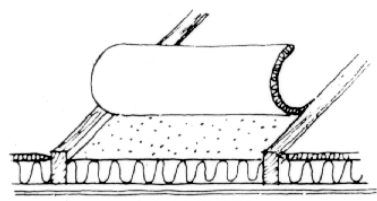
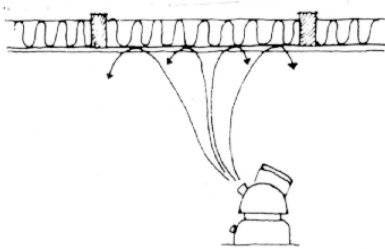
De følgende illustrationer viser eksempler på bygningskonstruktioner og isolering.



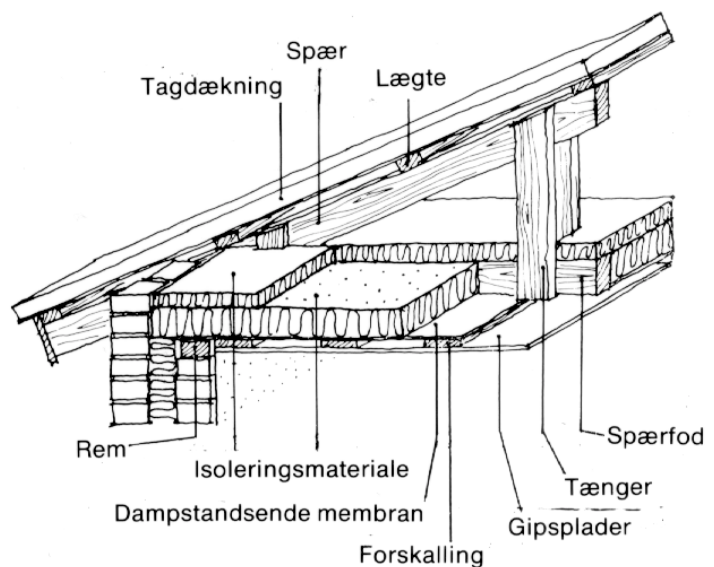
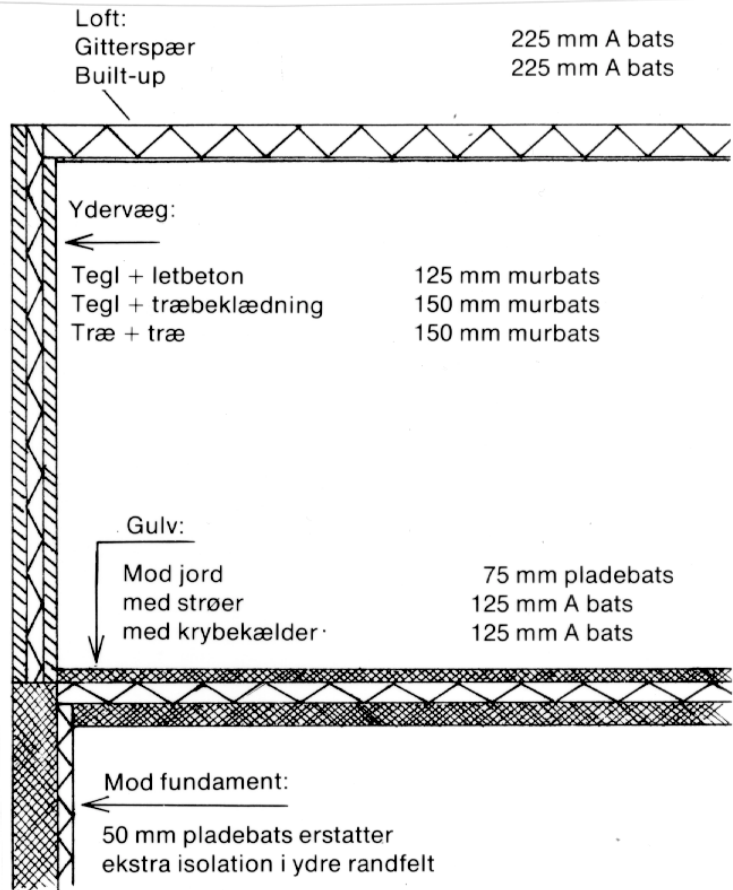
Tildannelse



Dampstandsede membran

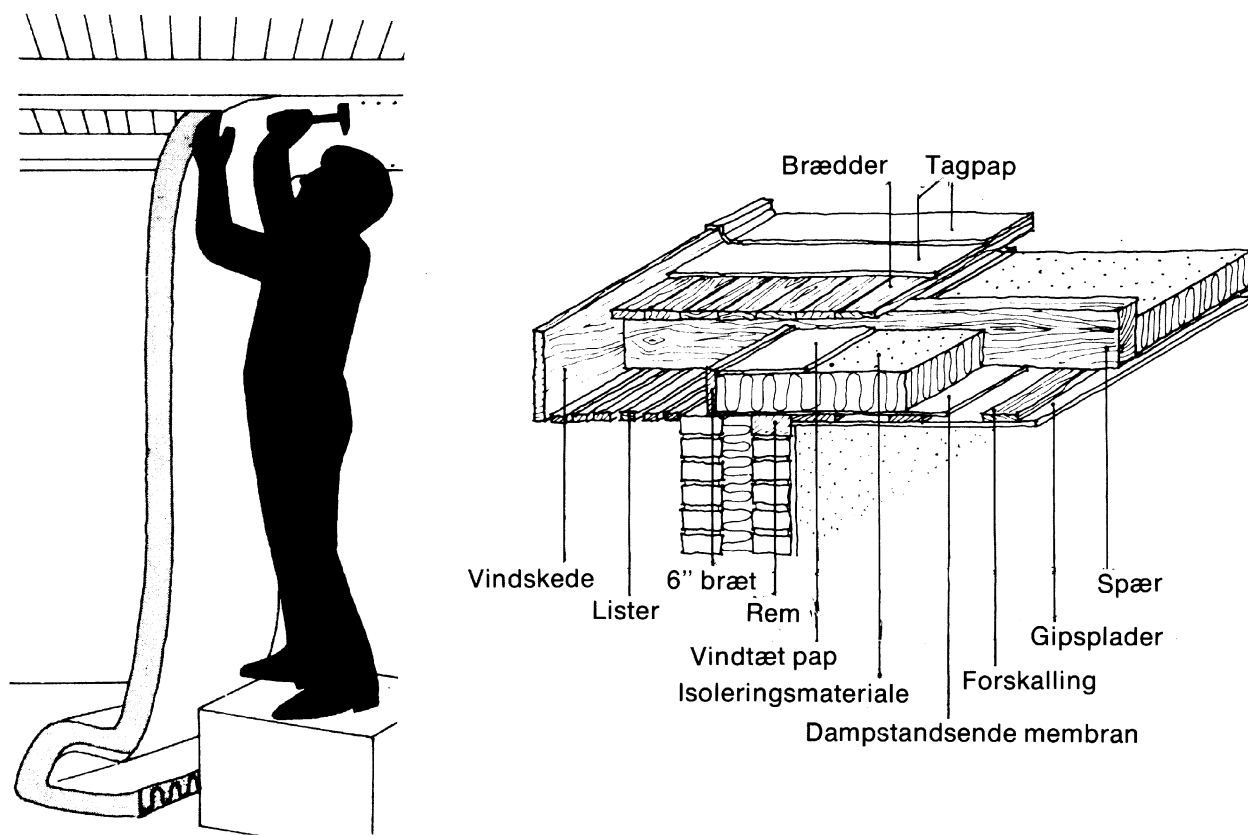


Vindtæt afdækning





## INSTALLATIONER - MATERIEL



## Tavler EN 60439-1 (tavledirektivet)

### 1.1 Gyldighedsområde og formål

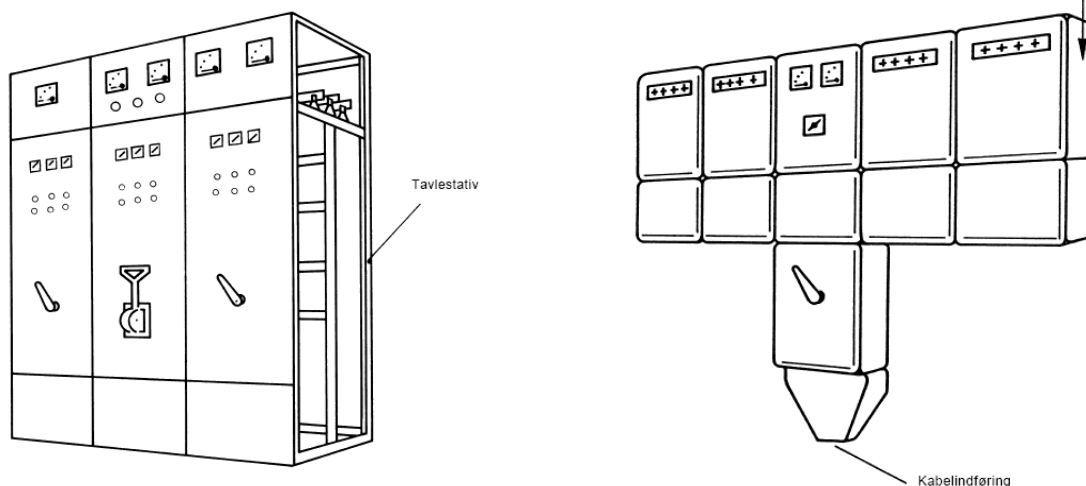
Denne internationale standard gælder for lavspændingstavler (typetestede tavler, TTA) og delvis type-testede tavler (PTTA)) med en mærkespænding, der ikke overstiger 1 000 V vekselspænding ved frekvenser på højst 1000 Hz eller 1500 V jævnspænding. Denne standard gælder også for tavler, der indeholder styre- og/eller kraftmateriel for højere frekvenser. I så fald skal andre passende bestemmelser samtidig opfyldes.

Denne standard gælder for stationære eller flytbare tavler med eller uden kapsling.

### Definitioner

Lavspændingstavle (tavle).

Kombination af et eller flere stykker koblingsudstyr med tilhørende materiel til styring, måling, melding, beskyttelse, regulering m.v. komplet monteret under fabrikantens ansvar, med alle interne elektriske og mekaniske forbindelser og konstruktionsdele



**Emner som aftales mellem fabrikant og bruger**

Underparagraf i denne standard (EN60439-1)  
Mærkesamtidighedsfaktor.

Anvendelse af tavler i arktisk klima.

Anvendelse af elektronisk materiel i større højde end 1000 m.

Særlige driftsforhold.

Elektriske forstyrrelser og forstyrrelser fra stråling.

Forhold under transport, oplagring og opstilling.

Klemmer for ydre ledere.

Krav til kapslingsklasse af hensyn til forventet opstilling.

For gulvmonterede tavler skal også kapslingsklassen for bunden angives.

Valg af beskyttelsesmetode til beskyttelse mod direkte berøring.

Valg af beskyttelsesmetode til beskyttelse mod indirekte berøring.

Tilgængelighed under drift for personer med særlig tilladelse.

Tilgængelighed for inspektion og lignende operationer.

Tilgængelighed for vedligeholdelse.

Tilgængelighed for udvidelse under spænding.

Størrelsen af den prospektive kortslutningsstrøm for tavler med flere indgangsenheder eller med afgangsenheder for roterende maskiner med høj effekt.

Koordinering af udstyr til kortslutningsbeskyttelse.

Indsætningsblokering.

Kapslingsklasse efter fjernelse af udskiftelige indsatse eller draw-out indsatse.

Form for opdeling.

Variationer i indgangsspænding for kredse, der for-

---

## INSTALLATIONER - TAVLER

---

syner elektronisk materiel.

Frekvensafvigelse i forsyningen.

Temperaturstigningsprøve for prøvestrømme større end 3150 A.

Omgivende lufttemperatur ved temperaturstigningsprøven.

Størrelse af strømmen i nulskinnen ved kortslutningsprøven.

Gentagelse af den elektriske funktionsprøve på opstillingsstedet.

### Funktionsprøver

Sammenbygninger såsom tavler samt motorer, styringer og tvangskoblinger skal underkastes en funktionsprøve for at vise, at de er rigtigt monteret, indstillet og installeret i overensstemmelse med installationsbestemmelserne. Beskyttelsesudstyr skal underkastes funktionsprøver, hvis det er nødvendigt for at kontrollere, om det er korrekt installeret og indstillet.

### SB6 kapitel 637

Alle ydre overflader på tavler, der installeres på steder, hvor lægmand har adgang til at betjene dem, skal mindst have kapslingsklasse IP2XC (eller IP3X).

1. henvisning til sikkerhedsforanstaltninger ved arbejde på installationer og tavler under spænding (L-AUS).

### Fælles bestemmelser

Tavler, der anvendes på byggepladser, skal opfylde bestemmelserne i EN60439-4.

---

**INSTALLATIONER - TAVLER**

---

---

**INSTALLATIONER - TAVLER**


---

**Mærkning**

Det der i første omgang vil blive omtalt her, er tavlemærkningen. Der er krav om, at alle tavler i en installation skal være kortslutningsbeskyttet. Reglerne omtales i 814.5 og kortslutningsbeskyttelsen skal være effektiv ved enhver kortslutningsstrøm, der kan optræde i tavlen, dvs. ved såvel den største som den mindste kortslutningsstrøm og alle mellemliggende værdier. Tavlefabrikanten skal give de oplysninger, som er nødvendige for at opnå en effektiv kortslutningsbeskyttelse ved installation af tavlen. Oplysningerne skal være til stede i eller på tavlen, enten i form af en mærkning eller anbragt i en lomme i tavlen.

**Former for tavlemærkning**

Ifølge 814.5.2 kan oplysningerne gives på en af følgende måder:

1. Når kortslutningsbeskyttelsen er indbygget i tavlens indgang:

Max. kortslutningsstrøm  $I_{\text{eff}}$  ..... kA

Samt kortslutningsbeskyttelsens type (f.eks. strømbegrænsende maksimalafbryder eller sikring) og karakteristiske egenskaber (mærkestrøm, brydeevne, brydestrøm  $I^2t$  osv.)

2. Når kortslutningsbeskyttelsen skal anbringes foran tavlen:

a) Mærkekortslutningsstrøm ( $I_{\text{cw}}$ )  $I_{\text{eff}}$  ..... kA ... sek

Mærkestødstrøm ( $I_{\text{pk}}$ )  $I_{\text{pk}}$  ..... kA

b) Betinget mærkekortslutningsstrøm ( $I_{\text{cc}}$ )  $I_{\text{eff}}$  ..... kA

d) Mærkekortslutningsstrøm med sikring ( $I_{\text{cf}}$ )  $I_{\text{eff}}$  ..... kA

Tiden for metode a) er 1 sekund, hvis andet ikke er angivet.

For metode b) og c) skal fabrikanten desuden angive de karakteristiske egenskaber (mærkestrøm, brydeevne, brydestrøm  $I^2t$  osv.) for det beskyttelsesudstyr, som er nødvendigt for beskyttelse af tavlen.

**Mærkningsmetode 1**

Som tidligere nævnt anvendes denne mærkning, når kortslutningsbeskyttelsen anbringes i tavlens indgang.

Den forventede største kortslutningsstrøm  $I_{kmax}$  må ikke overstige den tilladte maksimale kortslutningsstrøm  $I_{eff}$ .

Når tavlen skal beskyttes med sikringer, skal disse nøje følge tavlefabrikantens opgivelser.

Når der er indbygget en maksimalafbryder i tavlens indgang, skal dennes kortslutningsudløsning indstilles på en værdi, der ikke overstiger den forventede mindste kortslutningsstrøm  $I_{kmin}$  ved tavlen.

**Mærkningsmetode 2**

Mærkningsmetoderne a), b) og c) anvendes, når kortslutningsbeskyttelsen anbringes foran tavlen.

Udover de krav der stilles for de enkelte metoder, skal den forventede største kortslutningsstrøm  $I_{kmax}$  på det sted, hvor kortslutningsbeskyttelsen skal installeres, fastlægges. Der skal anvendes et kortslutningsbeskyttelsesudstyr, som har en brydeevne, som mindst er lig med den fastlagte  $I_{kmax}$ .

**Tavlemærkning a**

Mærkekorttidsstrøm ( $I_{cw}$ ) og Mærkestødstrøm ( $I_{pk}$ ) er oplyst.

Når denne mærkningsmetode anvendes, skal tavlen kunne tåle større kortslutningsstrømme i kortere tid eller mindre kortslutningsstrømme i længere tid end mærkningen angiver. Dog må det energiindslip  $I^2t$ , der slipper ind i tavlen, aldrig overstige mærkningen. Derfor er tavlen mærket med en mærkekorttidsstrøm i kA og en tid (tiden er kun angivet, hvis den er forskellig fra 1 sekund) og energiindslippet beregnes som produktet af disse to størrelser.

---

**INSTALLATIONER - TAVLER**

---




---

**INSTALLATIONER - TAVLER**


---

**Eksempel tavlemærkning a**

Denne mærkning betyder, at tavlen kan tåle et energiindslip på  $30.000^2 \times 0,2 = 1,8 \times 10^8 \text{A}^2\text{s}$ , og at dette energiindslip aldrig må overskrides.

				
Tavle nr:				
<b>KORTSLUTNINGSDATA</b>				
Max. kortsl.strom Effektivværdi	kA	Kortslidsstrom Effektivværdi	30	kA
Tid	s	Tid	0,2	s
Største sikring	A	Max. stødstrøm Spidsværdi	50	kA
Max. afbryder				
Karakteristik				
<b>TAVLEDATA</b>				
Max. belastningsstrøm				
Ekstrabeskyttelse				
Tæthedegrad				
Driftspænding				
Styrespænding				

Nr. 8806021

Der er ikke noget i vejen for, at tavlen placeres ved et kortslutningsniveau på 40 kA, hvis tiden tilsvarende sættes ned.

Ved 40 kA bliver tiden: 0,113 s.

På mærkningen er også angivet en mærkestødstrøm. Denne mærkning, der refererer til materiellets dynamiske holdbarhed, må under ingen omstændigheder overskrides.

---

**INSTALLATIONER - TAVLER**

---

Stødstrømmen kan f.eks. beregnes ud fra formlen:

$$I_{pkmax} = n \cdot I_{kmax}$$

Faktoren  $n$  tages fra følgende tabel:

$I_{kmax} \leq 5 \text{ kA}$	$I_{pkmax} = 1,5 \times I_{kmax}$
$5 \text{ kA} < I_{kmax} \leq 10 \text{ kA}$	$I_{pkmax} = 1,7 \times I_{kmax}$
$10 \text{ kA} < I_{kmax} \leq 20 \text{ kA}$	$I_{pkmax} = 2 \times I_{kmax}$
$20 \text{ kA} < I_{kmax} \leq 50 \text{ kA}$	$I_{pkmax} = 2,1 \times I_{kmax}$
$50 \text{ kA} < I_{kmax}$	$I_{pkmax} = 2,2 \times I_{kmax}$

**Tavlemærkning b**

Betinget mærkekortslutningsstrøm ( $I_{cc}$ ) er oplyst.


Den forventede største kortslutningsstrøm  $I_{kmax}$  må ikke overstige den betingede mærkekortslutningsstrøm  $I_{cc}$ , og der skal anvendes et kortslutningsbeskyttelsesudstyr, som har de karakteristiske egenskaber, som tavlefabrikanten har angivet. Hvis der anvendes en maksimalafbryder, skal kortslutningsudløsningen være indstillet på en værdi, der ikke overstiger den forventede, mindste kortslutningsstrøm  $I_{kmin}$  ved tavlen.

---

 INSTALLATIONER - TAVLER
 

---

 Eksempel  
 mærkningsmetode b

			
Tavle nr:			
<b>KORTSLUTNINGSDATA</b>			
Max. kortsl.strøm Effektivværdi	25 kA	Kortidsstrøm Effektivværdi	kA
Tid	s	Tid	s
Største sikring	A	Max. stødstrøm Spidsværdi	kÅ
Max.afbryder	siemens 3VF42 11		
Karakteristik	strømbegrænsende		
<b>TAVLEDATA</b>			
Max. belastningsstrøm			
Ekstrabeskyttelse			
Tæthedegrad			
Driftspænding			
Styrespænding			

Nr. 8806021

Mærkepladen angiver, at der skal anvendes en maksimalafbryder, som beskyttelse af tavlen. De data, der er nødvendige for afbryderens indstilling, skal være angivet. Denne afbryder har en mærkestrøm på f.eks. 200 A. Da det er muligt at vælge flere indstillingsmuligheder i overstrømsområdet, skal en mærkning angive, hvad indstillingen i dette område skal være. På samme måde skal hurtigudløserens indstillingsområde indstilles, således at afbryderen udkobler ved en strøm, som ikke overstiger den forventede, mindste kortslutningsstrøm  $I_{kmin}$  ved tavlen.

---


**INSTALLATIONER - TAVLER**


---

**Tavlemærkning c**

Mærkekortslutningsstrøm med sikring ( $I_{cf}$ ) er oplyst. Den forventede største kortslutningsstrøm  $I_{kmax}$  må ikke overstige mærkekortslutningsstrømmen, ( $I_{cf}$ ) og der skal anvendes sikringer, der nøje følger tavlefabrikantens anvisninger.

**Eksempel  
mærkningsmetode c**

			
Tavle nr:			
<b>KORTSLUTNINGSDATA</b>			
Max. kortsli.strøm <small>Effektivværdi</small>	20 kA	Kortidsstrøm <small>Effektivværdi</small>	kA
Tid	s	Tid	s
Største sikring	160 A	Max. stødstrøm <small>Spideværdi</small>	kA
Max. afbryder			
Karakteristik DIN oo Siemens type 3 NA 3 8			
<b>TAVLEDATA</b>			
Max. belastningsstrøm			
Ekstrabeskyttelse			
Tæthedsgrad			
Driftspænding			
Styrespænding			

Nr. 8806021

---

**INSTALLATIONER - TAVLER**

---

## Grundlæggende principper

### Anlægstyper

Der skelnes mellem to typer anlæg:

- Traditionel installation
- Intelligent installation

Et traditionelt styret anlæg er et tændingssystem med en afbryder, der direkte styrer den funktion, som skal slutes eller brydes, fx 1 pol. afbr. som tænder for en lampe, termostat som styrer varme eller startknap for en kontaktor/- motor.

Et centralt styret anlæg indenfor en traditionel installation er fx en kiprelæ styring, hvor "ordre-kreds" og "aktor-kreds" er to adskilte strøm kredse.

I et mere udvidet system anvendes kiprelæer med flere kombinationsmuligheder, som fx sluk og tænd alt funktionen, sensor styring, IR styring, urstyring etc.

I en intelligent installation anvendes en processor, som via input-moduler modtager ordrer fra "sensorer" og tryk og lignende, og via output-moduler sender processoren ordren ud til "aktorer".

### IBI, Intelligente Bygningsinstallationer

I en traditionel og konventionel bygningsinstallation indgår ofte flere forskellige installationssystemer såsom belysning, varme, ventilation, alarm etc. I disse systemer kan man opleve, at fx en termostat styrer varmen, en anden styrer ventilationen, en bevægelsessensor anvendes til at tænde belysningen og en anden bevægelsessensor i samme rum er tilsluttet indbrudsalarmanlægget. Ved at opbygge installationerne på denne måde anvendes der unødigt mange meter kabel, ledninger og ledningskanaler; der opbygges et meget kompliceret ledningssystem,

---

**INSTALLATIONER - TÆNDINGSSYSTEMER**

---

og vi får en dårlig udnyttelse af mange komponenter.

Alternativet til den konventionelle installation er IBI (intelligente bygningsinstallationer). Hovedformålet med et intelligent system er, at kunden får et styre- og kontrolsystem, som opfylder drifts-, vedligeholdelses- og fleksibilitetskrav, og samtidig er omkostningseffektivt sammenlignet med de alternativer, som findes. Som tidligere omtalt for konventionelle anlæg må eksempelvis funktioner som tidsstyring, logisk kobling, reguleringer, alarm og dæmpning udføres med specialkomponenter og med traditionelle stærkstrømskabler. De forskellige funktioner må ofte gennemføres ved hjælp af forskellige systemer. Dette betinger brug af forskellige leverandører. Ved at bruge et hensigtsmæssigt intelligent system vil kabler, føringsveje, tavlearrangementer og montagetid blive reduceret, samtidig med at de fleste funktioner kan tilsluttes det intelligente system. Dette betyder, at konventionelle funktioner som tænd/sluk, dæmpning, temperaturregulering m.m. kan integreres med specialfunktioner som fx alarm, adgangskontrol, niveauregulering, energistyring og overvågning. Én og samme leverandør kan, forudsat han besidder den nødvendige kompetence, levere et komplet system, som udfører mange forskellige arbejdsopgaver. Det intelligente system gør også, at installationen senere let kan ændres, eksempelvis ved bygningsmæssige ændringer. Et intelligent system vil også kunne bidrage til at tilfredsstille myndighedernes krav til indeklima og øge sikkerhedskravene til installationen.

## **Adskiller**

Stærkstrømsbekendtgørelsen kræver, at strømforsyningen til enhver fast tilsluttet brugsgenstand skal kunne adskilles fra hver af de spændingsførende ledere.



---

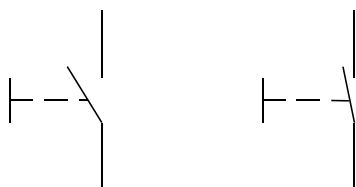
**INSTALLATIONER - TÆNDINGSSYSTEMER**

---

## Funktionsafbryder

Alle brugsgenstande (lamper o.l.) skal kunne ind- og udkobles med en afbryder. Denne benævnes funktionsafbryder. Afbryderen anbringes mellem spændingskilde og brugsgenstand.

## Virkemåde for afbrydere

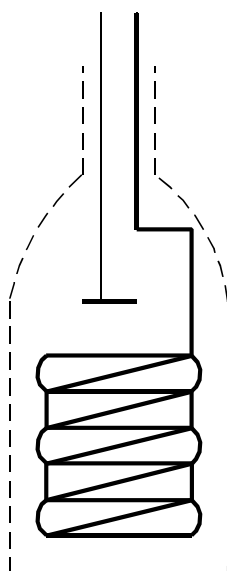


Afbryderen har to stillinger, afbrudt og sluttet. Når afbryderen er åben (afbrudt), forhindrer den strømmegennemgang, og brugsgenstanden er spændingsløs. Når afbryderen er lukket (sluttet), tillader den strømmen at passere.

## Formål

Man indskyder afbryderen i den spændingsførende leder mellem spændingskilde og brugsgenstand. Årsagen til at man anbringer afbryderen i den spændingsførende leder er, at man kan gøre brugsgenstanden spændingsløs ved hjælp af afbryderen.

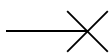
## Lyskilde



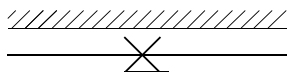
Lyskilde er en generel betegnelse for alle typer lyspærer, lysstofrør, kompaktlysstofrør, halogenpærer osv.

En traditionel pære isættes en fatning. Fatningen har to kontaktfjedre, en kontaktfjeder, som danner kontakt med spidsen af soklen af glødelampen og en kontaktfjeder, som danner kontakt med gevindstykket på glødelampens sokkel.

Nullelederen tilsluttes den kontaktfjeder, der danner kontakt med gevindstykket og fasen tilsluttes den kontaktfjeder, der danner kontakt med spidsen af soklen på glødelampen. Fatningen (lampen) monteres med ledninger til et lampested i den faste installation.

**Symboler**

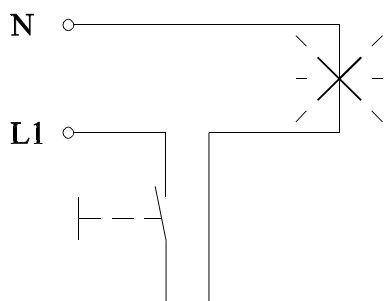
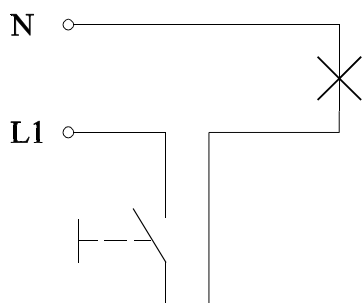
Belysningsarmatur eller tilslutningssted i loft for belysningsarmatur (lampested). Almindeligt symbol. Udførelsen må angives ved påskrift på tegning eller i en medfølgende fagbeskrivelse.



Vægarmatur eller tilslutningssted på væg for vægarmatur. Udførelsen må angives ved påskrift på tegningen eller i en medfølgende fagbeskrivelse. Højde over gulv skal angives.



Udløbsroset eller lignende med belysningsarmatur tilsluttet ved bevægelig ledning.

**1-polet tænding****Forbindelseskema**

1-polet afbryder



Fuga

Et eksempel på kredsløbet i et almindeligt lampested skal her kort beskrives.

Afbryderen åben:

- Lampen lyser ikke
- Lederen mellem N og lampested kaldes nulleder
- Lederen mellem L1 og afbryder kaldes faseleder
- Lederen mellem afbryder og lampested kaldes mellemløbet

Afbryderen sluttet:

- Lampen lyser

Den spændingsførende leder (mellemløbet) skal altid forbindes til bundkontakten. I de viste forbindelseskemaer fortælles klart, hvorfra og hvortil lederne forbindes. Forbindelseskemaerne kaldes

---

**INSTALLATIONER - TÆNDINGSSYSTEMER**

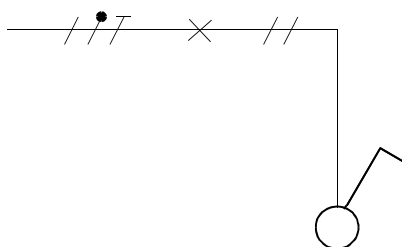
---




flerstregsskemaer.

## Installationstegning

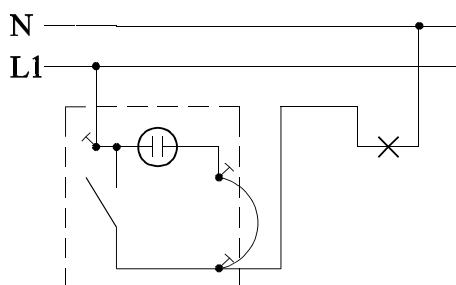
### Synlig rørinstallation

Det er imidlertid umuligt at indtegne flerstregsskemaer på en bygningstegning, så her skal vises et eksempel på et enstregsskema, hvor de fuldt optrukne linier fortæller, at her er en installationsledning og ved påskrift fortælles, at det er et plastrør (PR). I plastrøret er itrukket ledninger. Lederantallet angives ved at påtegne installationsledningen parallelle skråstreger. Man kan samtidig fortælle, hvilket ledertværsnit lederne består af, fx 1,5 mm<sup>2</sup>.



-  **Kombineret beskyttelses- og nulleder (PEN).**
-  **Angiver nullen.**
-  **Angiver beskyttelsesleder.**

## Ledelys



Hvis installationen er anbragt i et rum, hvor det er en fordel at kunne lokalisere afbryderen med det samme, når man kommer ind, kan der anbringes en glimlampe som ledelys, enten indbygget i afbryderen eller anbragt umiddelbart ved den. Glimlampen forbindes som vist på skitsen, altså parallelt over afbryderen. Der vil gå en svag strøm gennem glimlampen, fuldt ud tilstrækkeligt til, at glimlampen lyser, men for svag til, at "hovedlyset" tændes.

## Symbol

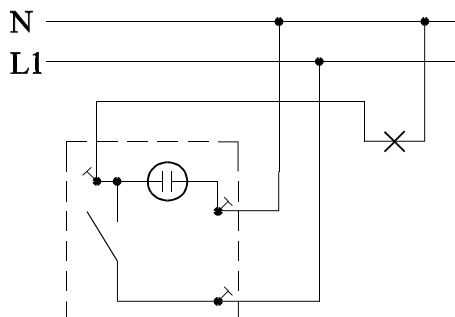


**1-polet afbryder  
med signallampe**



**Fuga**

### Kontrolllys



Signallampe

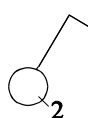
Er lampen (brugsgenstanden) anbragt et sted, hvor det normalt ikke kan ses, om den er tændt eller slukket, kan glimlampen forbindes som kontrolllys. Glimlampen forbindes som vist på skitsen, altså parallelt over lampen. Ved kontrollys skal nullederen føres frem til glimlampen.

En glimlampe er en damplampe og skal derfor altid forbindes i serie med en passende modstand, som enten er indbygget i soklen på selve glimlampen eller i lampeholderen for glimlampen.

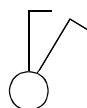
En signallampe (kontrollys) behøver ikke at være anbragt samme sted som afbryderen eller kombineret med denne, men kan have en placering, der tjener dens formål bedre.

### Kronetænding

1-polede afbrydere, kan også fås for 2 strømkredse - en dobbelt afbryder - benævnt som kroneafbryder.

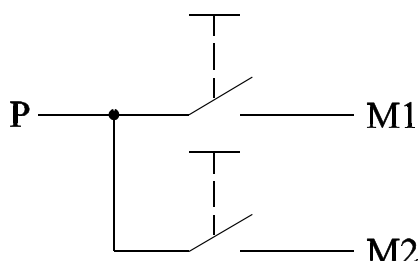


Kroneafbryder



Fuga

### Virkemåde

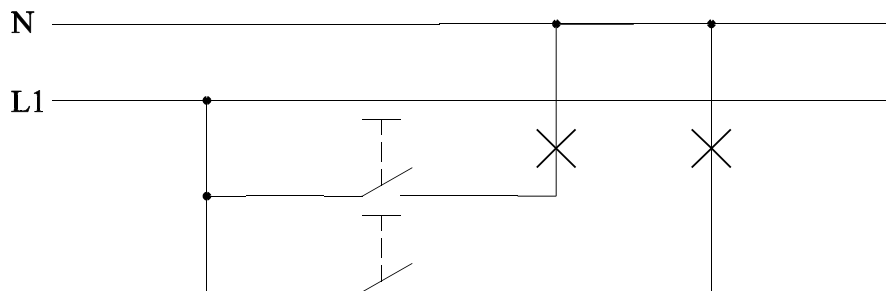


En kroneafbryder har 3 tilslutningsklemmer og virker som 2 stk. 1-polede afbrydere, blot er afbryderne her sammenbygget og har fælles faseklemme, som ofte er mærket "P".

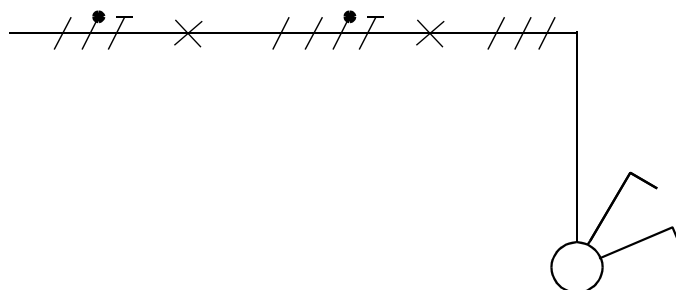
---

**INSTALLATIONER - TÆNDINGSSYSTEMER**

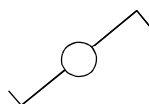

---

**Forbindelseskema****Fordel**

Man har i kroneafbryderen to afbrydere, der ikke optager mere plads end en enkelt afbryder.

**Installationstegning  
Synlig rørinstallation****Korrespondancetænding**

Korrespondancetænding anvendes, hvor lampesteder ønskes tændt eller slukket flere steder.



Korrespondanceafbryder



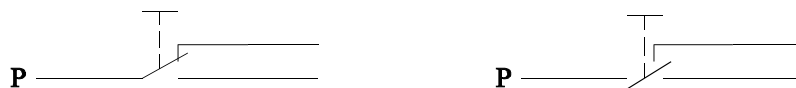
Fuga

**Korrespondanceafbryder**

Korrespondanceafbryderen har tre tilslutningsklemmer, hvoraf den ene har en skinneforbindelse til et andet kontaktpunkt. Skinneforbindelsens tilslutningsklemme er mærket "P".

**Virkemåde**

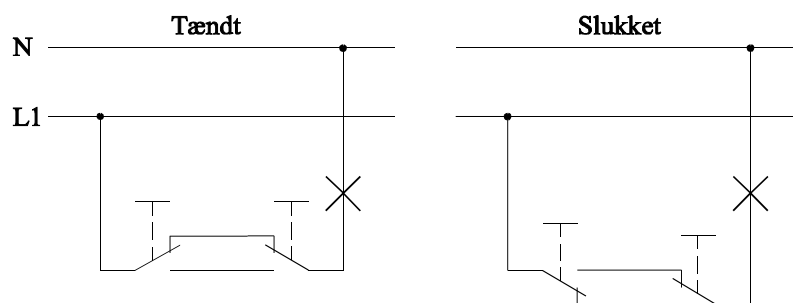
Korrespondanceafbryderen er en omskifter, der skiftevis danner forbindelse mellem skinnen og den ene eller den anden af de frie klemmer.

**Systemer**

I stærkstrømsinstallationer anvendes to forskellige korrespondancesystemer; de benævnes som A- og B-korrespondance.

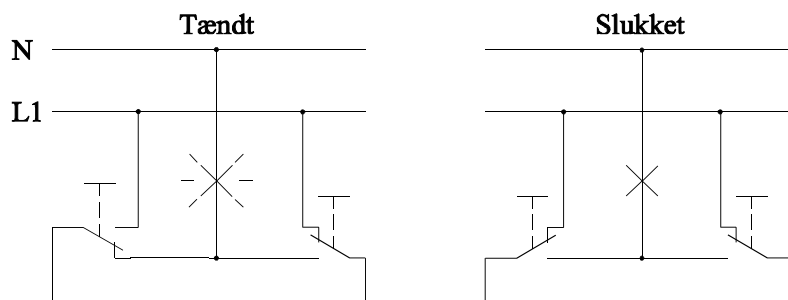
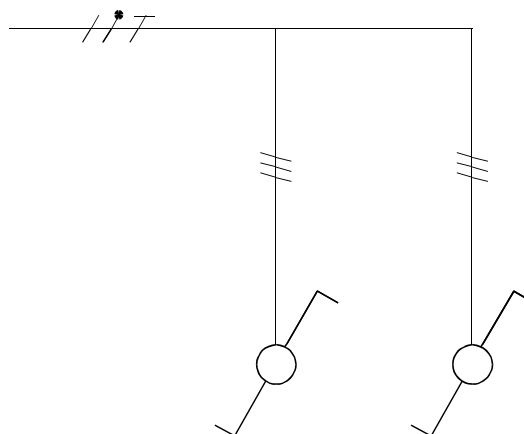
**System A**

A-korrespondancen kaldes også "den almindelige" og anvendes mest, da det er det simpleste system.

**Forbindelseskema****System B**

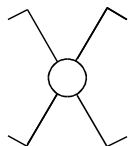
B-korrespondancen kaldes også "den svenske". Den kan med fordel anvendes, hvor fasen skal føres videre i installationen, og hvor der skal være en stikkontakt sammen med korrespondanceafbryderen.



**Forbindelseskema****Installationstegning - Synlig rørintallation*****Udvidelser***

Er der behov for mere end to afbrydere i et korrespondancesystem, kan det udvides med en eller flere krydsningsafbrydere. Begge systemer kan udvides på denne måde.

**Krydsningsafbryder**

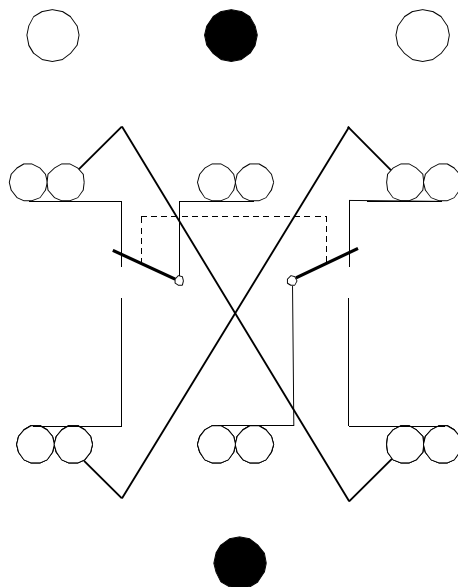


Krydsnings-  
afbryder

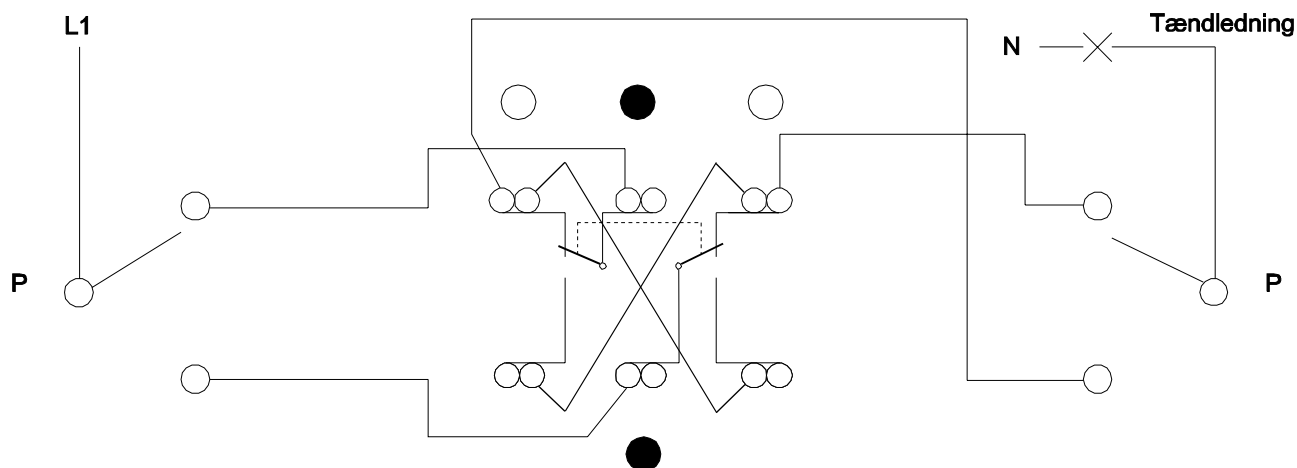


Fuga

Krydsningsafbryderen har fire tilslutningsklemmer, som regel tydeligt mærket. Den virker som 2-polet omskifter og danner forbindelse mellem klemmerne parvist som vist på diagrammerne.



**Krydsningsafbryder indsat i A-korrespondance**

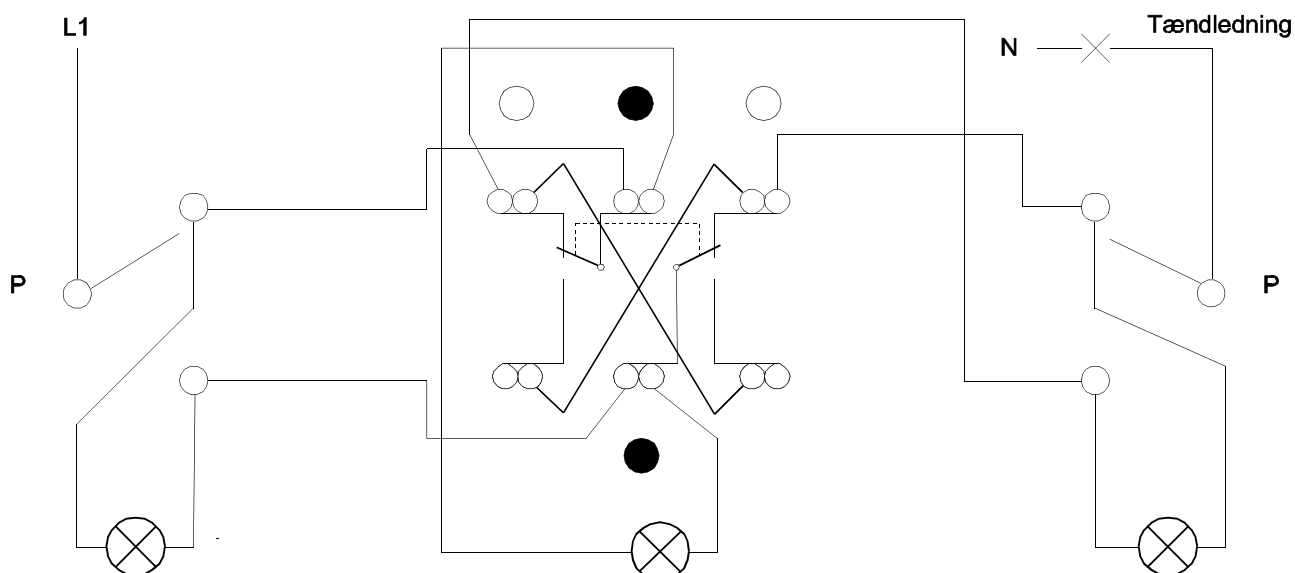


## Lede- og kontrolllys

I forbindelse med korrespondancesystemer kan indskydes glimlamper som enten lede- eller kontrolllys. Da hverken korrespondance- eller krydsningsafbrydere kan fås med indbygget glimlampe, må disse anbringes i specielle holdere.

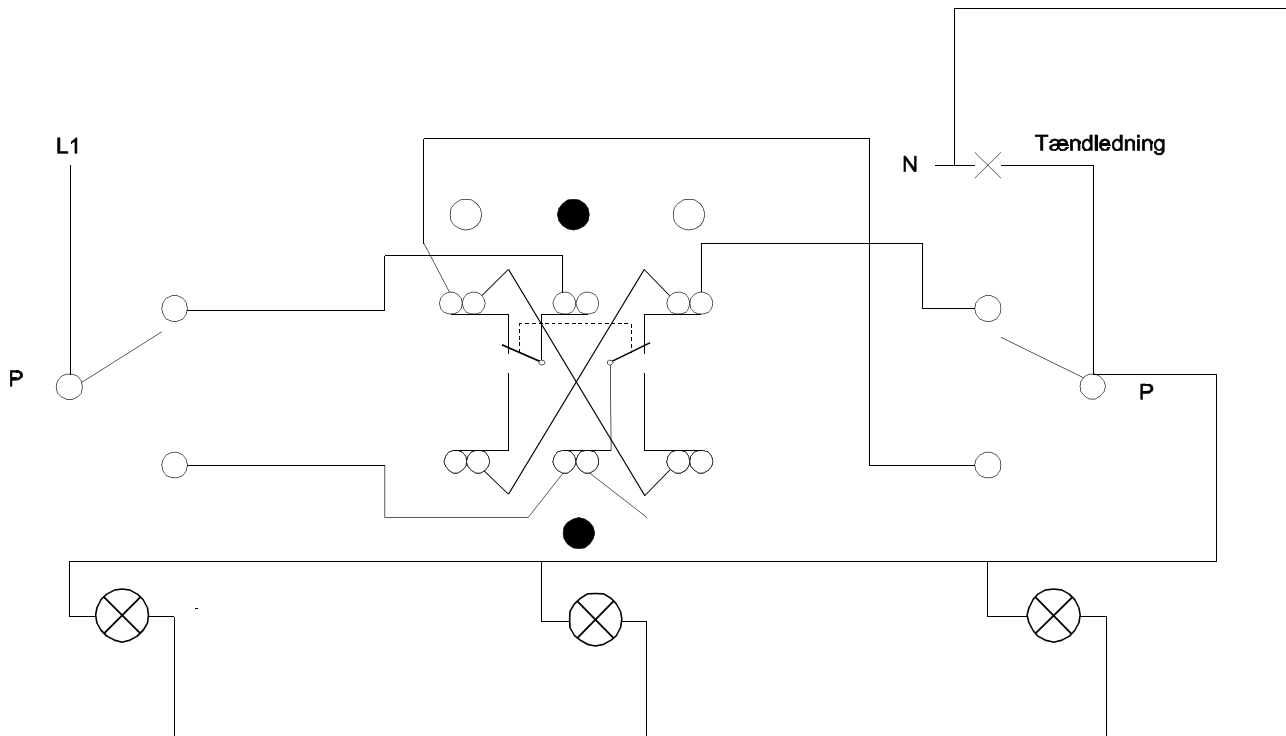
## Ledelys

Ledelyset er tændt, når lampen er afbrudt, og viser således, hvor afbryderen er placeret. Glimlampen monteres over klemmer i afbryderen, der aldrig bliver kortsluttet.



## Kontrollys

Kontrollys er tændt, når lampen er tændt, og viser, at kredsløbet er sluttet. Nullen skal føres frem til glimlampeholderne.



## Automattryk

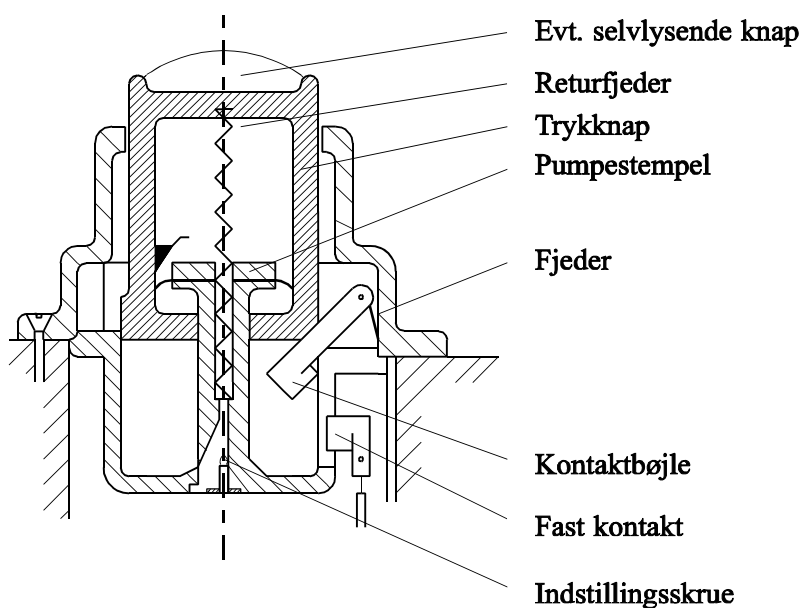
Automattryk kan anvendes, hvor der ønskes automatisk slukning af belysningen, fx på trappegange og i korridorer.

## Opbygning

Automattrykket er en kontakt med indbygget timer. Denne kan være af pneumatisk, mekanisk eller elektronisk art. Tiden, fra kontakten sluttes til timeren bryder, kan indstilles fra få sekunder til flere minutter.

**Eksempel**

Automattryk med pneumatisk timer indeholder en kontakt, som sluttes, når trykknappen trykkes ind, og som bryder, når den indbyggede fjeder driver trykknappen ud igen. Trykknappen danner en luftpumpecylinder omkring et faststående stempel.

**Installation**

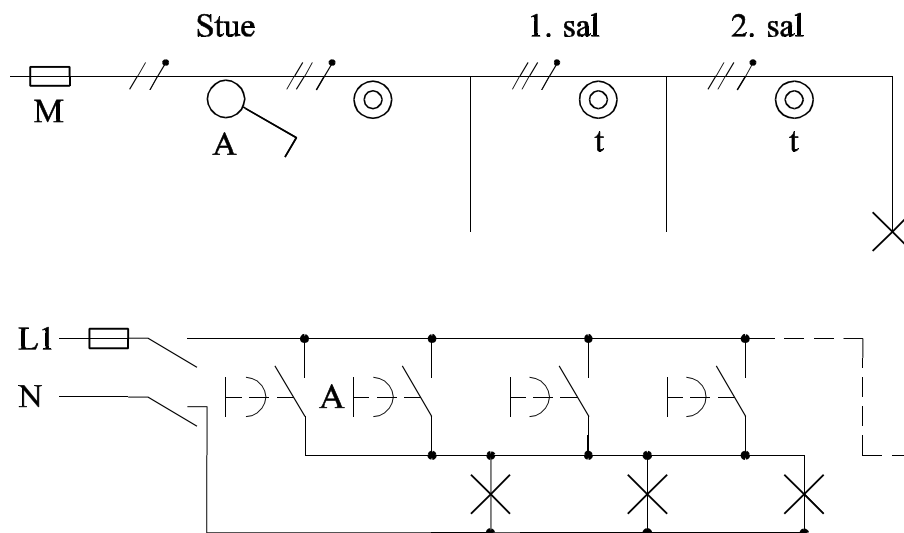
Når knappen trykkes ind, presses luften ud langs stemplets læderkrave, og samtidig sammentrykkes en fjeder, som søger at føre knappen ud igen. For at knappen kan bevæge sig udad, må luften imidlertid strømme ind gennem en åbning i bunden af trykket. Denne åbning kan reguleres ved indstilling af en nåleventil, udformet som en skrue med kontramøtrik.

---

**INSTALLATIONER - TÆNDINGSSYSTEMER**


---

*Tegningen viser en installation udført med automattryk.*



Ved A monteres en almindelig 1-pol. afbryder eller en afbryder med nøgle.

Når A er sluttet, lyser lamperne konstant; når A er åben, lyser lamperne kun ved brug af trykkene.

Brug af automattryk virker forbrugsbesparende og har den fordel, at selv om et tryk kommer i uorden, kan man bruge de andre.

Den maksimale indstillelige brændetid er få minutter. Ved stærkt vekslende temperatur- og fugtighedsforhold kan brændetiden ændre sig stærkt, især hvis luftåbningen er indstillet meget snævert.

Automattryk med urværk har ikke de ovenfor nævnte ulemper med hensyn til luft- og temperaturforhold, men er forholdsvis dyre i anskaffelse. Hvor der er tale om mange tryk, vælger man som regel en anden løsning, fx installation med trappeautomat.

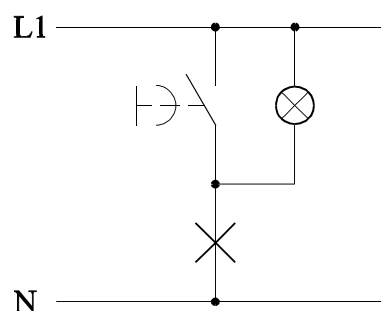
### Automattryk med glimlampe

Automattryk kan fås i udførelser for almindelige tørre rum og for fri luft eller fugtige rum; desuden til anbringelse på udvendigt eller indfældet underlag af træ, silumin eller bakelit og endelig uden eller med glimlampe.

### Ledelys

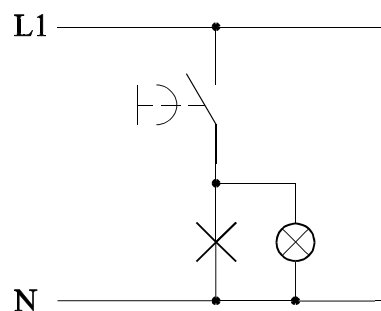
Er trykkene forsynet med glimlampe, kan disse forbindes som ledelys.

Glimlamperne skal forbindes parallelt over trykkene og vil lyse, når lamperne er afbrudt.



### Kontrolllys

Anvendes glimlamperne som kontrolllys, skal nullelederen fremføres til trykkene.



Skal installationen føres videre fra trappeskakten til loft, kan det ske umiddelbart, hvis installationen i trappeskakten er udført med automattryk, idet man her har ført fase- og nulleder op i forvejen.

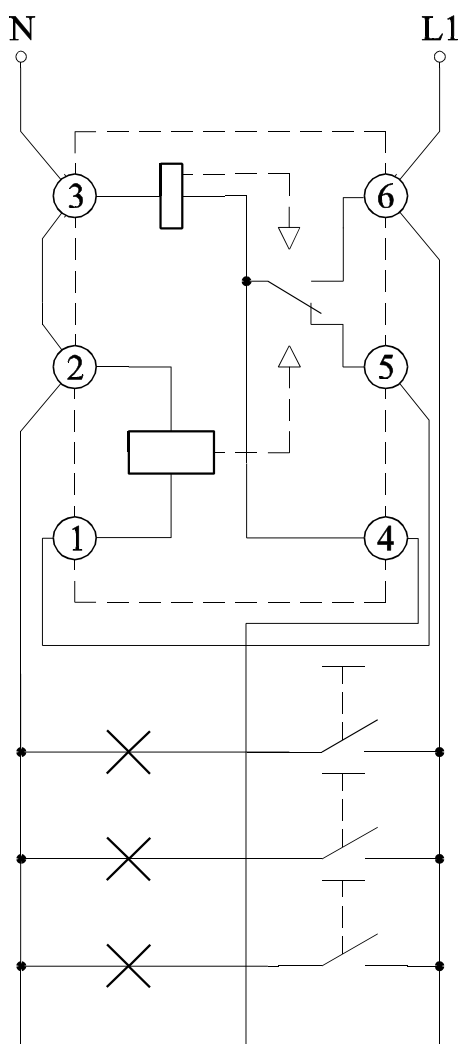
## Trappeautomat

Trappeautomaten bruges i forbindelse med belysninger på trappegange og andre fællesgangarealer.

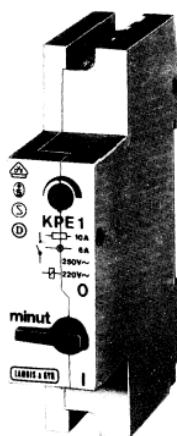
## Opbygning

Trappeautomaten er et elektromekanisk eller elektronisk relæ med forsinket udkobling. I den elektromagnetiske trappeautomat består timeren normalt af et urværk, i den elektroniske af et RC-led.

## Elektronisk trappeautomat



Den elektroniske trappeautomat er billig at fremstille og driftssikker, idet den ikke er følsom overfor temperatursvingninger; den støjer ikke, og den kan monteres på DIN-skinne i gruppetavler, idet dens ydermål svarer til det halve af gruppeafbrydere type M 36.



I den elektroniske trappeautomat er der almindeligvis monteret en omskifter. Omskifteren har tre stillinger, 0, Aut., konstant.

I stilling "0" er trappeautomaten ude af drift.

I stilling "aut." startes trappeautomaten ved trykknapperne, og lamperne slukker automatisk efter den indstillede tid.



---

**INSTALLATIONER - TÆNDINGSSYSTEMER**

---

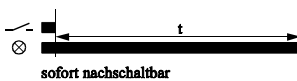
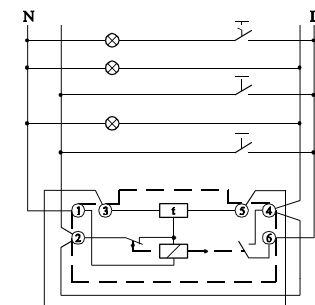
I stilling "konstant" lyser lamperne konstant.

INSTALLATIONER - TÆNDINGSSYSTEMER

Installation

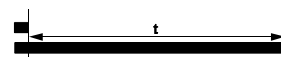
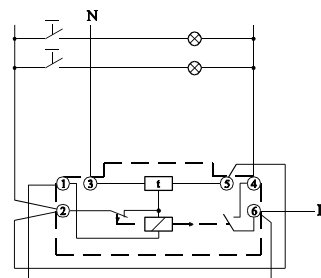
Her er gengivet et firmadiagram, der viser de mange måder, en trapeautomat kan tilsluttes på.

Schaltplan nr. 1



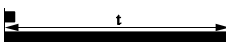
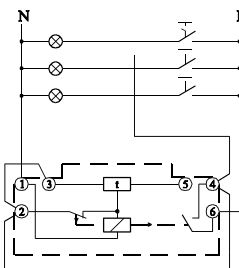
sofort nachschaltbar

Schaltplan nr. 2



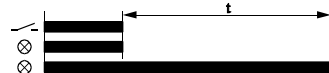
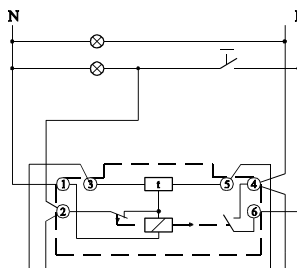
sofort nachschaltbar  
In Ruhestellung nicht geräuschlos  
(siehe Bedienungsanleitung)

Schaltplan nr. 3

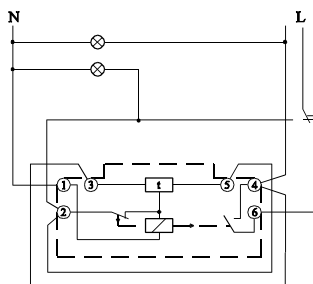


nicht nachschaltbar  
nicht induktiv belasten

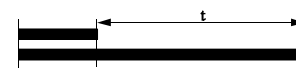
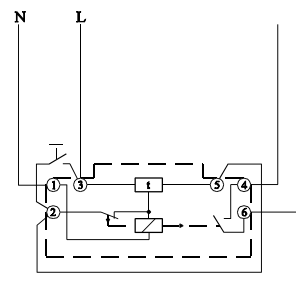
Schaltplan nr. 4



Schaltplan nr. 5



Schaltplan nr. 6



potentialfrei  
In Ruhestellung nicht geräuschlos  
(siehe Bedienungsanleitung)

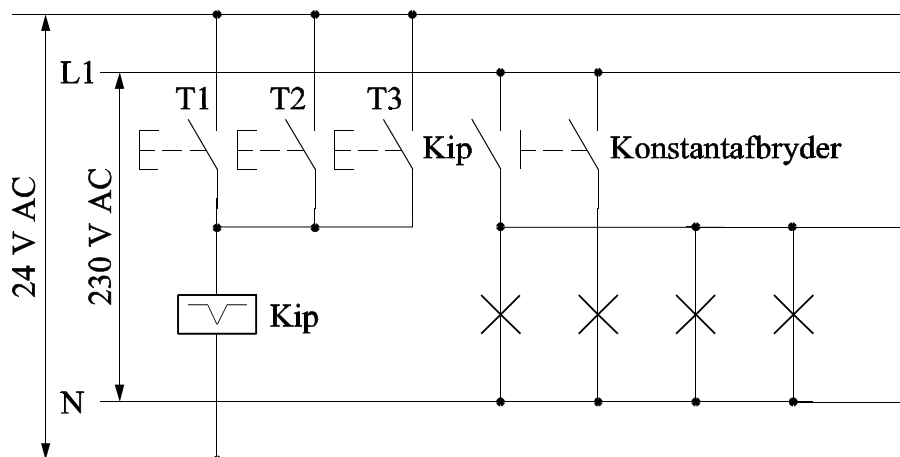
## Kiprelæ

Kiprelæer vil i mange tilfælde blive anvendt i stedet for korrespondancesystemer, da de kan anvendes alle steder, hvor enkelte lamper eller lampegrupper skal have flere tændingssteder.

Fordelen ved kiptændingen er, at der kun skal to ledninger ud til hvert tryk, samt at installationen er mere overskuelig og lettere at fejlfinde og udvide på.

## Installationen

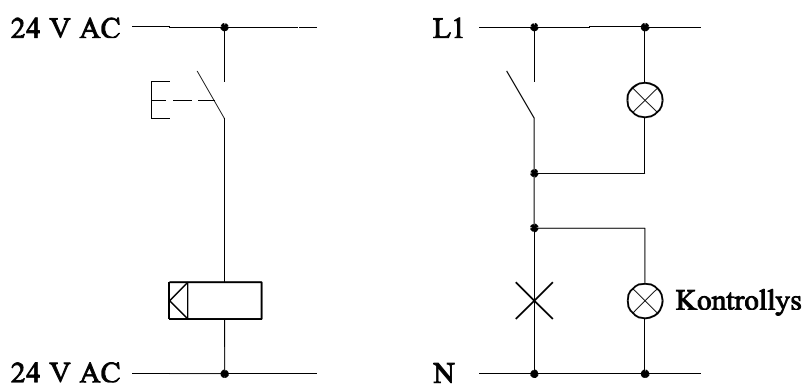
Der kan indsættes ubegrænset antal betjeningstryk. Udfører man styringen i svagstrøm, kan der anvendes ringeledning og svagstrømsmateriel; man må dog være opmærksom på spændingsfaldet i ledningerne. Selv om man anvender lav spænding i kiprelæets styringskreds, skal installationen stadig opfylde reglementet og udføres af autoriseret personel. Ved tænding i store haller med mange armaturer vil det være nødvendigt af hensyn til kontakterne at lade relæet virke over en kontaktor.



**Lede- og kontrollys**

Ønskes der ledelys, kan trykkene på normal vis forsynes med en glimlampe på tallet over trykket.

Anvendes der svagstrømsstyring, som vist på tegningen, skal ledelysene forbindes parallelt over relæets sluttekontakt til lamperne. Skal der monteres kontrollys, forbindes disse parallelt over lamperne.



---

**INSTALLATIONER - TÆNDINGSSYSTEMER**

---

---

## INSTALLATIONER - MASKINDIREKTIVET

---

Det indre marked kan beskrives som et område uden indre grænser med fri bevægelighed for varer, personer, tjenesteydelser og kapital. Området omfatter EU's medlemslande samt Norge, Island og Liechtenstein.

Til fremme af det indre marked er der udarbejdet en række direktiver, som medlemslandene er forpligtet til at implementere ved de nationale lovgivninger. For elbranchen er følgende direktiver, måske mest interessante:

Maskindirektivet (MD)

Lavspændingsdirektivet (LVD)

ATEX-direktivet (ATEXD)

EMC-direktivet (EMCD)

EN60204-1 er en harmoniseret standard, som er underliggende Maskindirektivet. EN60204-1 dækker alle væsentlige krav i Maskindirektivet og Lavspændingsdirektivet

En harmoniseret standard er, når en maskine eller en sikkerhedskomponent er fremstillet i overensstemmelse med en harmoniseret europæisk standard, der tilgodeser de væsentlige sikkerheds- og sundhedskrav i forbindelse med konstruktion og fremstilling af maskine og sikkerhedskomponenter. Når dette er tilfældet formodes maskinen /sikkerhedskomponenten at være i overensstemmelse med de væsentlige sundheds- og sikkerhedskrav i Maskindirektivet på det område, som standarden omhandler.

Stærkstrømsbekendtgørelsen, Maskinsikkerhed, elektrisk materiel på maskiner, Afsnit 204-1 er den danske udgave af standarden. Afsnit 204-1, er en gruppestandard (B-standard), der kan anvendes til fremstilling af maskiner, for hvilke der ikke eksisterer en speciel produktstandard (C-standard).

Afsnit 204-1 skal læses som en standard, hvilket betyder, at når konstruktions- og installationsregler står beskrevet i en standard medfører det, at de skal læses som direkte anbefalinger af en række sikre løsninger, der kan følges, hvis man ikke selv vil have besværet med at sandsynliggøre, at ens hjemmekonstruerede og sikre løsninger er lige så gode og endda måske bedre end dem, standarden foreskriver.

Afsnit 204-1 definerer maskiner og sikkerhedskomponenter således:

Maskiner:

- En række indbyrdes forbundne dele eller anordninger, hvoraf mindst én er bevægelig, samt eventuelt maskinaktuatorer, styre- og effekt-kredse osv., samlet til en nærmere fastlagt anvendelse, navnlig forarbejdning, behandling, flytning eller emballering af materiale.
- En samling af maskiner, som for at opnå et vist bestemt resultat, er således arrangeret og styret, at de fungerer som en integreret helhed.
- Udskifteligt udstyr, som ændrer en maskines funktion, og som markedsføres med henblik på, at brugeren selv kobler det sammen med en maskine eller en række forskellige maskiner eller med en traktor, for så vidt udstyret ikke er en reservedel eller et værktøj.

---

## INSTALLATIONER - MASKINDIREKTIVET

---

### Sikkerhedskomponenter:

- Sikkerhedskomponent: en komponent, som fabrikanten eller dennes repræsentant, der er etableret i Fællesskabet, markedsfører med henblik på at varetage en sikkerhedsfunktion under anvendelse, forudsat at der ikke er tale om udskifteligt udstyr, og hvis funktionssvigt eller fejlfunktion bringer udsatte personers sikkerhed eller sundhed i fare.



---

**INSTALLATIONER - MASKINDIREKTIVET**

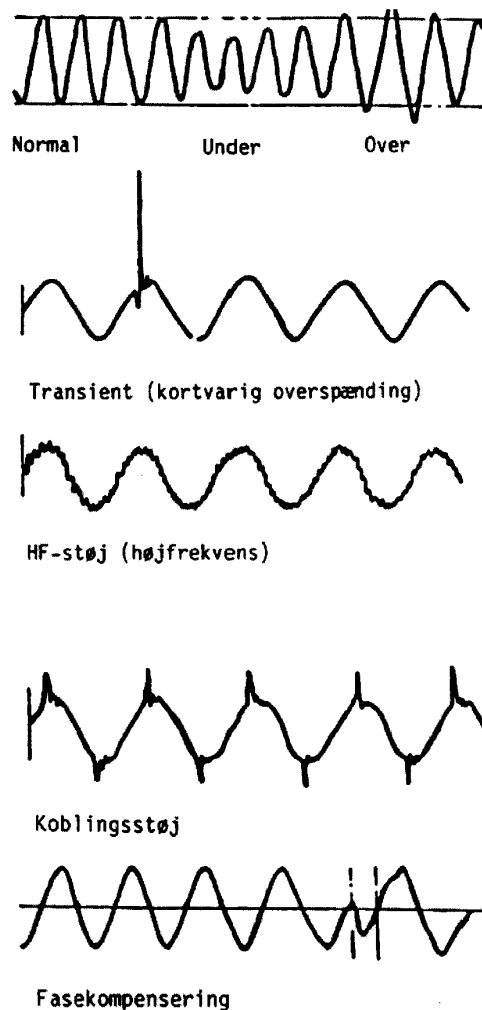
---

## Elektrisk støj og støjimmunitet - Hvad er det?

Når man til daglig hører om begrebet elektrisk støj eller EMC-problemer (Electro Magnetic Compatibility) med elektronikken, er det sikkert de færreste, der er klar over, hvor mange og forskelligartede problemer disse begreber dækker over.

I det efterfølgende beskrives dels nogle af de problemfyldte, elektriske støjfænomener og dels, hvilke muligheder man har for at komme dem til livs.

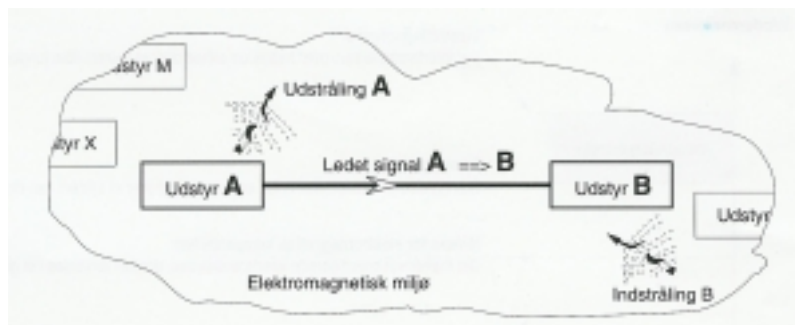
## Eksempler på netforstyrrelser/elektrisk støj på ledningsnettet



**INSTALLATIONER - EMC**

**Hvad betyder EMC?**

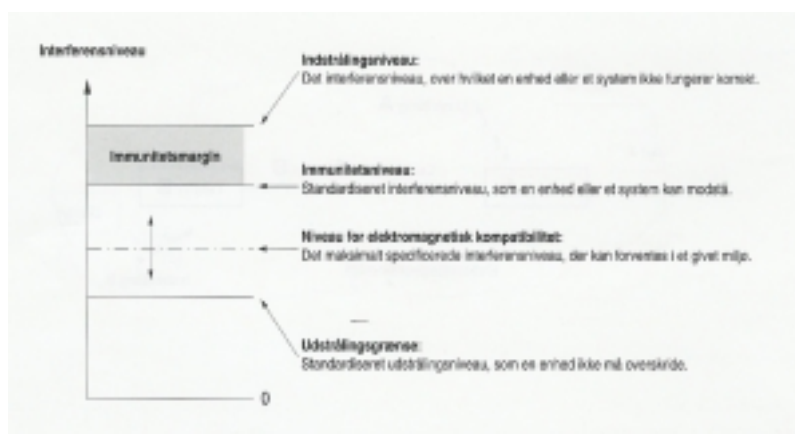
"Et systems elektromagnetiske kompatibilitet"  
 Standarderne definerer elektromagnetisk kompatibilitet (EMC) som en enheds, et udstyrs eller et systems evne til at fungere tilfredsstillende i sit elektromagnetiske miljø uden at tilføre uacceptabel forstyrrelse i dette miljø eller andet udstyr.



Et sæt af udstyr (aktuatorer, motorer, sensorer, etc.), der medvirker til at udføre en defineret funktion, omtales som et system.

Bemærk, at i elektromagnetisk sammenhæng omfatter systemet alle de komponenter, der indgår med hinanden, heri medregnes også afkoblingsenheder.

Elektriske strømforsyninger, forbindelser mellem forskellige udstyrsdele, tilhørende hardware indgår også i et system.



---

**INSTALLATIONER - EMC**


---

Hver enheds immunitetsniveau er således, at enheden ikke forstyrres i sit elektromagnetiske miljø.

Hver enheds udstråling af interferens skal være så svag, at den ikke påvirker andre enheder, der er placeret i samme elektromagnetiske miljø.

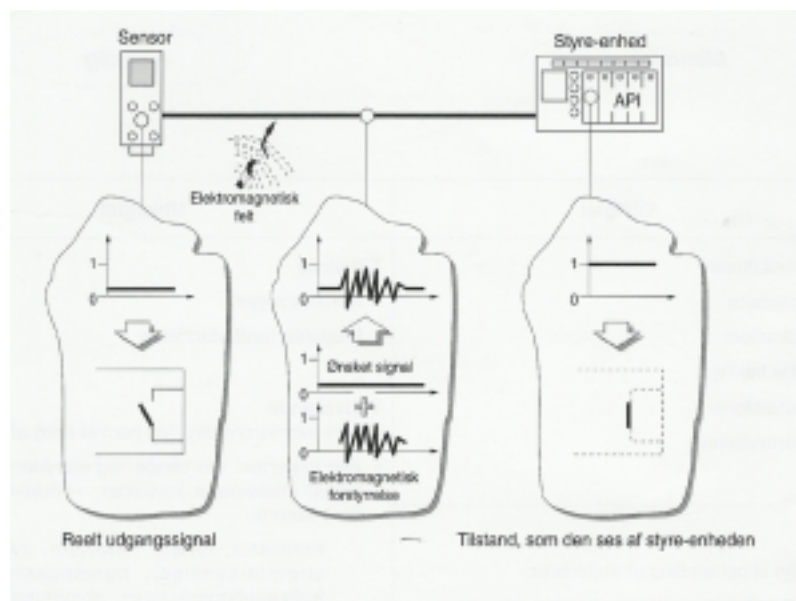
Sagt med andre ord:

*EMC kan udtrykkes som opnåelsen af elektromagnetisk sameksistens.*

### Definition af en elektromagnetisk forstyrrelse

Ethvert elektromagnetisk fænomen, der er i stand til at forringe ydelsen for en enhed, et udstyr eller et system etc.

En elektromagnetisk forstyrrelse kan være elektromagnetisk støj, et uønsket signal eller en ændring i det udsendte signal.



Desuden består en elektromagnetisk forstyrrelse, som i betegnelsen også antyder, af et elektrisk felt, der er genereret af et magnetfelt, der skyldes en strøm i en parallel, løbende leder.



Uønsket elektromagnetisk interferens er ganske enkelt et uønsket signal, som adderes til det ønskede signal. Dette uønskede signal udbredes fra en leder og ved udstråling i luft etc.

### **Lavfrekvens (LF) interferens**

**Frekvensområde:** Fra 0 til 1 MHz.  
Lavfrekvens forekommer i installationer hovedsageligt som ledet interferens (kabler etc.)

**Varighed:** Ofte lang varighed, adskillige ms. I nogle tilfælde kan dette fænomen forekomme konstant.

**Energi:** Den ledede energi kan være stor og resultere i forkert funktion eller endda i ødelæggelse af tilsluttede enheder.

### **Højfrekvens (HF) interferens**

**Frekvensområde:** Mere end 1 MHz. Højfrekvens forekommer i installationer, hovedsageligt som udstrålet interferens (luft etc.)

**Varighed:** HF-pulser som er meget korte: <10 ns

**Energi:** Den udstrålede energi er som regel meget lille og medfører fejlfunktion for nært placeret udstyr.

**Kilder til udsendt elektromagnetisk interferens**

Udsendt EMI interferens	
Tilsigtet	Utilsigtet
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Radiostationer</li> <li>• TV-sendere</li> <li>• Walkie-talkier</li> <li>• Mobiltelefoner</li> <li>• Radarsystemer</li> <li>• Udstyr til behandling af materialer</li> <li>• Smeltning, svejsning, lodning etc.</li> <li>• Induktionsovne (tørring af træ)</li> <li>• Elektrosvejsning</li> </ul>	<p>Tilfældig:      • Kortslutninger</p> <p>                         • Pludselig jordforbindelse</p> <p>Vedvarende:</p> <p>Denne interferens skyldes normal brug af apparater.</p> <p>                         • Alle systemer, der tænder og afbryder et elektrisk signal: Kontakter, relæer, invertorer, switch-mode strømforsyninger, lysdæmpere, diverse motorer etc.</p>

Elektrostatiske udladninger er resultatet af udveksling af elektroner mellem materialer eller mellem menneskekroppen og materialer. Dette fænomen fremmes af kombinationen af syntetiske materialer (plast, kunststof etc.) og lav luftfugtighed.

Processen kan være et resultat af, at en person opbygger en ladning, når vedkommende går hen over et tæppe (udveksling af elektroner mellem kroppen og stoffet) eller af det tøj, der bæres af en operatør, som sidder på en stol. Der kan også forekomme udladninger mellem en person og et objekt eller mellem elektrostatisk ladede objekter.

Virkningen af en elektrostatisk udladning fra en operatør til udstyr kan variere fra simpel fejlfunktion i udstyret til ødelæggelse af udstyret.

Forstyrrelser fra elektrostatisk udladning er interferens af højfrekvent type, som forekommer i ledet form, men som let kan overføres til andre ledere via udstråling.

---

**INSTALLATIONER - EMC**


---

Almindelig betegnelse	Oprindelse	Konsekvenser
Spændingsfluktuation	Lysbueovne Svejsesapparater Store belastninger, der starter ofte, f.eks. elevatorer og kompressorer.	Ingen indflydelse på udstyr
Flicker		Belysning flimrer
Spændingsdyk	Ind- og udkobling af store belastninger (start af store motorer, elektriske kedler, elektriske ovne)	
Spændingsfald	Opstart (stødstrøm). Store motorer. Store transformatorer. Kortslutninger i fordelercentraler (blæst, storm, fejl hos nabo)	Problemer i processtyring. Manglende strømforsyning Controllere og sensorer kan ødelægges, hvis de ikke er immune. Øget slip i asynkronmotorer
Kortvarigt spændingssvigt	Indkobling (stødstrøm). Store motorer Store transformatorer	Manglende strømforsyning
Spændingsspid	Uheld (fejl ved tilslutning) Højspændingsforsyningen	Ødelæggelse af elektroniske dele. Normalt ingen betydning for elektrisk udstyr

**Gniststøj**

Gniststøj forekommer, når en kontakt slutes og brydes. Langt den største gnist vil opstå, når der afbrydes en induktiv belastning. Gniststøjen er i princippet

en hel del hurtige enkeltransienter, der vokser i amplitude. Hvis man iagttager en enkelt gnisttransient, vil man se, at den har meget hurtigt stige - og halveringstider, hvilket indikerer et højt frekvensindhold. Typisk vil gniststøj indeholde frekvenser

---

## INSTALLATIONER - EMC

---

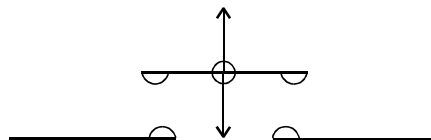
op til nogle hundrede MHz og opnå amplituder på flere kV.



Gniststøj giver mange EMC-problemer og er, på grund af hyppigheden og det høje frekvensindhold, noget nær en favorit når det gælder elektrisk støj. Et par kendte eksempler på gniststøj fra hverdagen, som kan høres som støj i radioen eller ses som støjstriber på TV-skærmen, er f.eks. tænd - og slukfunktioner fra oliefyr og køleskab, eller kontaktstøj fra dårligt dæmpede tændingssystemer i knallerter og biler. En transienttest og en gnisttest vil vise, hvor meget af den slags støj elektronikken kan tåle.

### **Ind- og udkobling af et induktivt kredsløb**

Ved induktivt koblet støj er støjsignalet overført ved hjælp af et magnetisk felt. Ind- udkobling af induktiv belastning foregår v.h.a. en mekanisk kontakt. Dette begreb dækker alle enheder, der er konstrueret til at slutte eller bryde et eller flere elektriske kredsløb ved hjælp af en kontakt.



Forstyrrelsers oprindelse:

Elektriske kontakters funktionsmåde og den forstyrrelse som de genererer, afhænger af belastningstypen.

Eksempel på induktive belastninger:

- Elektromagnet i kontaktor
- Magnetventil
- Bremse

Forhold vedr. hviletilstande:

Under hviletilstande vil en kontakt, der forsyner en induktiv belastning, ikke generere nogen forstyrrel-

---

**INSTALLATIONER - EMC**

---

se.

---

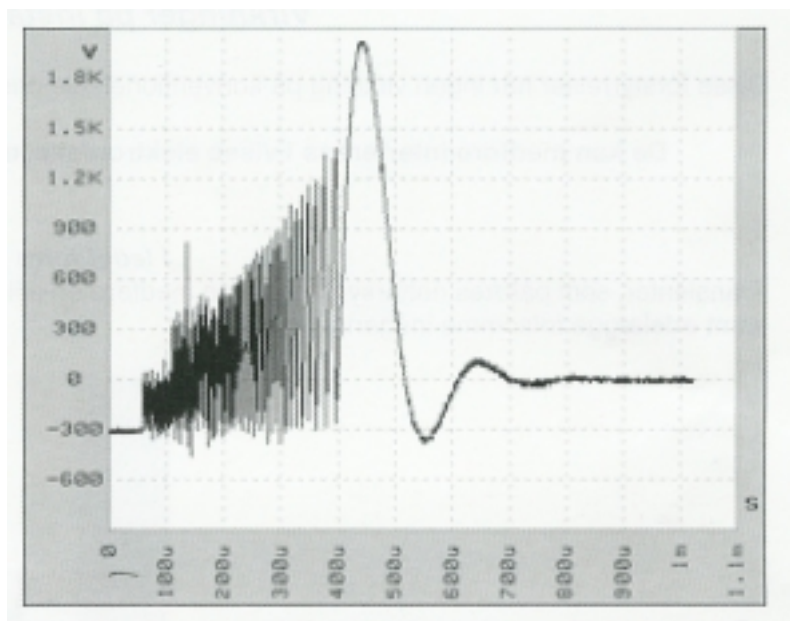
## INSTALLATIONER - EMC

---

Når et induktivt kredsløb brydes, frembringes der følgende over kontakterminalerne:

En kraftig overspænding, der kan resultere i en række gennemslag af isolationsmaterialet, muligvis efterfulgt af lysbuedannelse over kontaktsættet.

Figuren viser åbningen af en kontaktor 9 A, uden begrænsning af spændingsspidser.



Aktivering af omskifttere, kontaktorer, afbrydere etc. i effektkredsløb genererer transientforstyrrelser.

### Netspændingsvariationer og udfald

Netspændingsvariationer optræder både som mere eller mindre konstante under- eller overspændinger, som følge af en varierende netbelastning over f.eks. et døgn, og som pludselige netspændingsdyk frembragt af koblinger af store belastninger på nettet. Eksempelvis er variationer/blink i lyset på grund af belastningskoblinger et kendt fænomen fra "landet", hvor man ofte har meget lange forsyningsledninger.

Kortvarige strømafbrydelser/netspændingsudfald, som kan forekomme, når der f.eks. omkobles i forsyningsnettet, var måske årsagen til, at en pc/server tabte lagrede data, eller at en automatisk styring fejlede. EMC-problemer forårsaget af netspændingsvariationer og udfald, kan vi i stor udstrækning give el forsyningselskaberne æren for, idet vi må acceptere en spændingskvalitet, som tidligere beskrevet i DEFU-rekommandation nr. 16 - januar 1987 og nu i en serie Europanormerede EMC-standarder. Problemer med netspændingsvariationer og udfald skal forsøges løst i apparaternes strømforsyning. F.eks. kan det for større EDB-anlæg være nødvendigt med en no-break forsyning (UPS). En netudfaldstest med en netudfaldsgenerator vil vise, om et givet apparat kan klare en kortvarig strømafbrydelse.

### **Nettransienter**

Nettransienter fremkommer blandt andet ved ind-og udkoblinger af belastninger. Det er specielt ved koblinger af store motorstrømme og ved afbrydelse af induktive belastninger, at denne type transienter opstår, med en amplitude der nemt når op i en størrelsesorden på flere kV og med et frekvensindhold op til nogle MHz.

### **Lyntransienter**

Lyntransienter opstår dels som chokbølger efter direkte nedslag, og dels som induktive koblinger til diverse ledninger som følge af lynudladninger fra sky til sky og/eller fra sky til jord. Både luftledninger og nedgravede kabler kan opfange virkningerne af en lynudladning. Sammenlignet med de førnævnte nettransienter, har lyntransienter ikke så højt et frekvensindhold, hvorfor overføringsimpedansen i ledningsnettet er lavere for disse transienter. En følge heraf er, at disse ledningsnet/ kabler er de over-

---

**INSTALLATIONER - EMC**

---

vejende koblingsveje for

de energirige lyntransienter, hvilket stiller særlige krav til placeringen - og til den energiformåen man kræver af overspændingsbeskyttelsesudstyret. At lynet ikke behøver at slå ned for at generere en transient, oplever man ofte, ved at HFI-afbrydere udkobler, selvom man næsten ikke har lagt mærke til, at det er tordenvejr. En stødspændingstest vil vise, om elektronikken er lyntransientsikker. Endvidere vil anvendelsen af en "stødstrømssikker" HPFI-afbryder i elinstallationen i mange situationer forhindre uønskede udkoblinger, men ikke i sig selv være nogen lyntransientbeskyttelse af installationen og apparaterne.

### **Halvlederstøj generelt**

Halvlederstøj kender vi i den simpleste form fra lyd-dæmperen, der forstyrrer AM-modtagning. I praksis finder man halvlederstøj mange andre steder, såsom fra strømforsyninger, motorreguleringer, svejseanlæg osv. Halvlederstøj dækker typisk frekvensområdet op til nogle MHz og udbredes derfor hovedsagelig via ledningsnettet og som magnetisk koblet støj.

### **Statisk elektricitet**

Man skelner mellem statisk elektriske felter og udladninger. Vi vil i det efterfølgende beskæftige os med nogle af følgevirkningerne af disse felter og specielt med udladningerne, der kan være hårdtslående og gnistfyldte hændelser. Bevæger man sig hen over gulvet og får et stød, når man berører et eller andet, var dette virkningen af en statisk, elektrisk udladning. Var det en vandhane eller et dørhåndtag man berørte, skete der ikke andet ved denne hændelse, end at man fik et lille stød. Men hvis det var en fotokopieringsmaskine, en pc eller et andet apparat med følsom elektronik man berørte, er der store chancer for, at der skete noget med elektronikken.

---

**INSTALLATIONER - EMC**


---

Det skal bemærkes, at det er den mekaniske udstrækning af objektet, der udsættes for den statisk elektriske udladning, der er bestemmende for strømstødet, idet en eventuel jordforbindelse (beskyttelsesjord eller fremmed ledende dele) kun tjener til potentialudligning i denne sammenhæng. Det vil i realiteten sige, at elektronikken i et batteridrevet apparat uden nettilslutning kan forstyrres/ødelægges af en statisk, elektrisk udladning. Den relative luftfugtighed påvirker luftens isolationsevne og dermed også mængden af statisk, elektricitet. I Danmark er det ikke unormalt at kunne måle en spænding på 8-10 kV på grund af tilstedeværelsen af et statisk elektrisk felt, ja endog op til 10-15 kV i de tørre vinter måneder. Andre steder i verden, hvor der kan registreres en endnu lavere luftfugtighed, er der mulighed for at måle op til 30 kV. En statisk elektrisk udladning er som tidligere antydnet en barsk sag og kan, på grund af det hårde strømstød med det høje frekvensindhold, gøre det af med næsten al elektronik, der ikke er EMC designet. En ESD-test (statisk elektrisk udladningstest) viser om elektronikken kan tåle mosten.

EMC egenskaber i forhold til systemjording				
	TT	TN-C	TN-S	IT
EMC egenskaber	God PE-leder er ikke længere en unik potentialreference for installationen. Vær opmærksom på udstyr med høj lækstrøm.	Dårlig Der løber interferensstrøm i tilgængelige ledende dele	Meget god Vær opmærksom på udstyr med høj lækstrøm. Kun en jordleder	Dårlig Det kan være nødvendigt at dele installationen op for at reducere kabellængderne og begrænse lækstrømmene.

---

**INSTALLATIONER - EMC**

---



## EMC-løsningsforslag

Lad det være sagt med det samme:

*Patentløsninger findes ikke!*

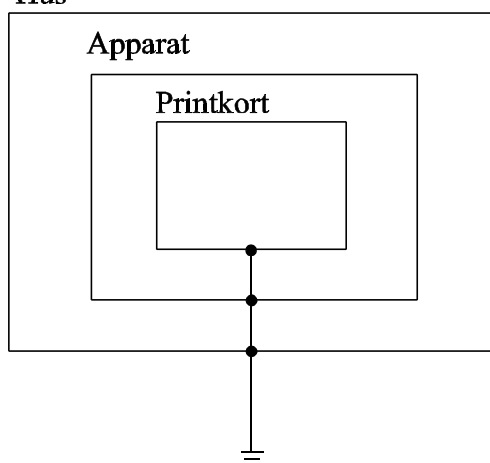
Idet et af nøgleordene er strømbegrænsning, gives der dog nogle hovedretningslinier f.eks. ved:

- a) at indskyde en høj serieimpedans i tilledningen og/eller en høj koblingsimpedans (incl. ledning)
- b) og/eller at lede støjstrømmen udenom ved hjælp af afkoblingskomponenter, skærme og lavimpedans jordreferenceplaner
- c) eller helt at fjerne vejen for strømmen ved at indføre en galvanisk adskillelse i strømvejen, ved hjælp af enten trafoer (mod LF-støj) eller lysledere (mod HF-støj).

## Potentialudligning

Potentialudligning, som vi bl.a. kender den fra kravene i Stærkstrømsbekendtgørelsen, er et af nøgleordene, når man taler om EMC. I EMC - sammenhæng udføres potentialudligning på flere niveauer, der i princippet intet har med hinanden at gøre, men som dog alligevel hænger sammen, som nedenfor illustreret ved hjælp af kinesiske æsker.

Hus



---

## INSTALLATIONER - EMC

---

Princippet med jordreferencepunkter/planer på flere niveauer er, at det er der, hvor ledningerne/kablerne :

- kommer ind i en bygning, "at bygningen skal beskyttes"!
- tilsluttes et apparat, "at apparatet skal beskyttes"!
- konnekteres til et printkort, "at printkortet skal beskyttes"!

Således skal HF-potentialudligning forstås i det niveau/ plan, hvortil den aktuelle HF overspændingsbeskyttelse refererer.

### **Udligningsforbindelser i boliger i henhold til Stærkstrømsbekendtgørelsen afsnit 6.**

Fortolkning af Meddelelse - Installationer nr. 2/03

Ifølge 413.1.2.1 i Stærkstrømsbekendtgørelsen, Afsnit 6. "Elektriske installationer" skal der i enhver bygning udføres en **hovedudligningsforbindelse**.

Der skal desuden udføres **lokale, supplerende udligningsforbindelser** i badeområder (kap.701), ved svømmebassiner og andre bassiner (kap. 702). Herudover er der krav om supplerende udligningsforbindelser, hvis betingelserne for beskyttelse ved automatisk afbrydelse af forsyningen ikke kan opfyldes, fx fordi udløsetiden bliver for lang (413.1.2.2). Automatisk afbrydelse af forsyningen betyder, at der skal forefindes beskyttelsesudstyr, som automatisk afbryder for forsyningen til det materiel eller den strømkreds, hvis der sker en fejl mellem en spændingsførende del og en udsat del eller en beskyttelsesleder i den strømkreds eller materiel, som udstyret beskytter mod indirekte berøring. Formålet med disse udligningsforbindelser er at for-

---

## INSTALLATIONER - EMC

---

mindske de berøringsspændinger, der kan opstå ved en fejl i installationen (eller i forsyningen, hvis der er anvendt TN-system).

### **Fortolkning af bestemmelsen om hovedudligningsforbindelse**

Ifølge 413.1.2.1 **skal** hovedbeskyttelseslederen, hovedjordlederen, hovedjordklemmen og følgende fremmede ledende dele forbindes til hovedudligningsforbindelsen:

- Metalliske rørledninger, fx for gas og vand.
- Centralvarme- og ventilationssystemer.
- Jordingsanlæg for lynbeskyttelse.

Desuden **anbefales det**, at metalliske konstruktionsdele og metallisk hovedarmering i betonkonstruktioner forbindes til hovedudligningsforbindelsen. Anbefalingen gælder hovedsageligt dele, som kan forventes at antage et jordpotentiale, der er forskelligt fra det potentiale, som hovedudligningsforbindelsen kan antage under fejlforhold. Fx anbefales det at forbinde søjler af metal eller af armeret beton til hovedudligningsforbindelsen, hvis de er anbragt direkte i jord eller på et fundament, som ikke selv er forbundet til hovedudligningsforbindelsen. Er fundamentet derimod forbundet til hovedudligningsforbindelsen - fx fordi det bliver brugt som jordelektrode - er det unødvendigt at tilslutte selve søjlerne. Andre dele, så som betonelementer ved elementbyggeri, trapper eller trappegelændere af metal, vinduepartier og facadebeklædninger af metal osv., behøver ikke at blive forbundet til hovedudligningsforbindelsen.

### **Fortolkninger vedrørende supplerende udligningsforbindelser**

- *Supplerende udligningsforbindelser skal* forbinde alle fremmede ledende dele og alle udsatte dele, som **kan** berøres samtidigt (se 413.1.6). Udligningsforbindelserne skal normalt udføres i eller umiddelbart ved det pågældende område, og de skal forbindes til beskyttelseslederne for alt elektrisk materiel i området, herunder også til beskyttelsesledere til stikkontakter.
- Hvis alt materiel i det område, hvor der er krav om supplerende udligningsforbindelser, forsynes fra den samme gruppetavle, og ingen af gruppeledningerne til området er længere end 10 m, behøver de enkelte beskyttelsesledere dog ikke at blive forbundet til udligningsforbindelsen direkte i eller umiddelbart ved det pågældende område.  
I så fald anses sammenkoblingen af beskyttelseslederne i gruppetavlen for tilstrækkelig, og udligningsforbindelserne fra de fremmede ledende dele kan da tilsluttes til en eller flere beskyttelsesledere i det pågældende område eller til beskyttelseslederklemmen i gruppetavlen.
- I badeområder og i områder med svømmebassiner og andre bassiner er de ledende dele, der skal tilsluttes den lokale supplerende udligningsforbindelse, begrænset til metalliske gas-, vand-, varme- og afløbsrør samt ventilationskanaler og metalindlæg i ikke-isolerende gulve (se 701.413.1.6 og 702.413.1.6).

---

## INSTALLATIONER - EMC

---

Om et gulv skal betragtes som ikke-isolerende, afhænger i praksis af, om der er metalindlæg i gulvet. Er der metalindlæg (fx armering) i selve gulvet, eller er det udstøbt oven på fx et armeret betondæk, skal det altid betragtes som ikke-isolerende, og armeringen eller et udlagt metalnet skal derfor forbindes til udligningsforbindelsen.

Er der derimod ikke metalindlæg i gulvet eller i den flade, gulvet er anbragt på, kan det betragtes som isolerende, og det behøver ikke tilsluttes udligningsforbindelsen.

Specielt for badeområder i enfamiliehuse gælder, at den lokale supplerende udligningsforbindelse kan udgøres af husets hovedudligningsforbindelse, forudsat denne omfatter de ledende dele i badeområdet, der er anført i 701.413.1.6, herunder metalindlæg i ikke-isolerende gulve.

Ved renovering af badeværelser eller indretning af nye badeværelser i eksisterende bygninger skal der udføres lokale supplerende udligningsforbindelser efter 701.413.1.6.

For boliger opført før 1. april 1975 gælder kravet om lokale supplerende udligningsforbindelser dog kun, hvis der er fremført beskyttelsesleder til installationen i badeværelset.

Ifølge 801.471.2 er det tilladt at udelade beskyttelsesleder i boliger opført før 1. april 1975, hvis installationen er beskyttet med HPFI-afbryder (en eksisterende HFI-afbryder kan dog også anvendes). Det gælder også ved renovering eller indretning af nye badeværelser i disse boliger.

I de tilfælde, hvor der derfor ikke er fremført beskyttelsesleder til installationen i badeværelset, bortfalder kravet i 701.413.1.6 om lokale supplerende udligningsforbindelser, idet der ikke findes nogen beskyttelsesleder at forbinde de ledende dele med. Det anbefales dog, at der alligevel udføres en udligningsforbindelse mellem de ledende dele, der er anført i 701.413.1.6.

### **Udførelse og ansvar**

Udligningsforbindelser skal normalt udføres af elinstallatøren, som også er ansvarlig for, at forbindelserne er rigtigt udført, og at der er gennemgående elektrisk forbindelse.

Der kan dog være tilfælde, hvor en del af udligningsforbindelsen udføres af andre entreprenører. Det gælder fx, hvor armeringsjern i betonkonstruktioner skal tilsluttes hovedudligningsforbindelsen, eller hvor metalindlægget i ikke-isolerende gulve udgøres af armeringsjern i dækket. I disse tilfælde må det sikres gennem en nøje beskrivelse af udførelseskravene under støbeentreprisen, at armeringsjernene er forbundet indbyrdes, og at der findes egnede tilslutningssteder for elinstallatørens tilslutning af udligningsforbindelserne. Elinstallatøren er her kun ansvarlig for tilslutningen i de anviste tilslutningssteder.

**Farvemærkning for jordforbindelser og udligningsforbindelser i installationer**

Fortolkning af Meddelelse - Installationer nr. 4/03. Jordforbindelser og udligningsforbindelser har beskyttende, driftsmæssige eller funktionsmæssige formål, ligesom kombinationer af de nævnte formål også forekommer.

**Beskyttende jordforbindelser**

Beskyttende jordforbindelser og udligningsforbindelser er forbindelser, der skal forhindre, at der overhovedet kan opstå farlig berøringsspænding i tilfælde af isolationsfejl, eller skal sikre hurtig udkobling af forsyningen til det fejlramte materiel. Hertil hører også hovedudligningsforbindelser og supplerende udligningsforbindelser.

**Driftsmæssige jordforbindelser**

Driftsmæssige jordforbindelser er forbindelser, der primært etableres for at fastlægge spændingen i forhold til jord for en elektrisk forsyning. Som regel er det forsyningens nulpunkt, der jordforbindes ved spændingskilden (transformere, generatorer, batteri-anlæg m.v.)

**Funktionsmæssige jordforbindelser**

Funktionsmæssige jordforbindelser og udligningsforbindelser er forbindelser, der udføres for at sikre korrekt funktion af elektrisk materiel, og som ikke har beskyttende eller driftsmæssige formål. Som eksempler kan nævnes forbindelser, der udføres for at undgå generende potentialforskelle i eller mellem følsomme, elektroniske apparater, elektrisk støj i ledninger og apparater, opladning med statisk elektricitet, samt forbindelser til overspændingsbeskyttelse og eventuelle udligningsforbindelser til lynbeskyttelses anlæg (bortset fra hovedudligningsforbindelsen).



## Farvemærkning

I praksis kan det være svært at afgøre, hvilken af de tre kategorier en forbindelse tilhører, og der vil da ofte være tale om en kombination af to eller alle tre kategorier.

Der har bl.a. derfor hersket usikkerhed om farvemærkningen for ledere, der anvendes til jordforbindelser eller udligningsforbindelser.

For at fjerne denne usikkerhed har Sikkerhedsstyrelsen fastlagt nedenstående retningslinier for farvemærkning, som en fortolkning af bestemmelsen i Stærkstrømsbekendtgørelsen, Afsnit 6, Elektriske installationer, 514.3.1 a), der angiver, at farvekombinationen grøn/gul kun må anvendes til beskyttelsesledere.

For ledere til beskyttende jordforbindelser og udligningsforbindelser gælder følgende:

- Isolerede beskyttelsesledere skal over hele længden have grøn/gul isolation (med de undtagelser, der er angivet i Afsnit 6, 514.3.1 c).
- Uisolerede beskyttelsesledere og isolerede eller uisolerede skinner skal være let genkendelige ved deres form, ved deres placering, ved deres farve eller ved mærkning. Farvemærkning, som angivet i 514.3.1 a) og b), bør altid anvendes, alternativt mærkning med bogstaverne PE.

For ledere til **driftsmæssige** jordforbindelser stilles der ikke krav om bestemt farvemærkning.

Grøn/gul må altså også bruges.

For ledere til **funktionsmæssige** jordforbindelser og udligningsforbindelser stilles der ikke krav om bestemt farvemærkning. Grøn/gul farvemærkning må dog kun bruges, hvis lederne opfylder bestemmelserne i Afsnit 6, kapitel 54 for beskyttende jordforbindelser og udligningsforbindelser.

Ovenstående retningslinier gælder først og fremmest ved udførelse af installationer, men de kan her i landet også bruges for tilledninger og indre ledninger i materiel, hvis ikke andet er foreskrevet i de pågældende materielbestemmelser.

### **Risiko for galvanisk tæring**

I forbindelse med udførelse af potentialudligning, hvad enten den kaldes hovedudligning eller supplerende udligning, skal man være opmærksom på risikoen for

galvaniske tæringer på blandt andet bygnings- og maskinkonstruktioner samt rørsystemer m.m.

Indtil der fremkommer mere officielle retningslinier for udførelse af sådanne potentialudligninger, bør det tilstræbes at anvende følgende enkle tilslutningsregler:

- Forbindelser der er besværlige at inspicere, og hvor der f.eks. kondenseres fugt:
  - Jerltråd til jernrør (Fe)
  - Kobbertråd til kobberør (Cu).
  - Isoleret kobbertråd (kabel) med "fugtbeskyttet" elektrisk forbindelse til jernrør.
- Forbindelser der er lette at inspicere f.eks. på hovedudligningsskinne, og som fortrinsvist er anbragt tørt, giver ikke umiddelbart nogen risiko for (ukontrolleret) galvanisk tæring. Disse forbindelser kan evt. behandles "fugtfortræn-

---

**INSTALLATIONER - EMC**

---

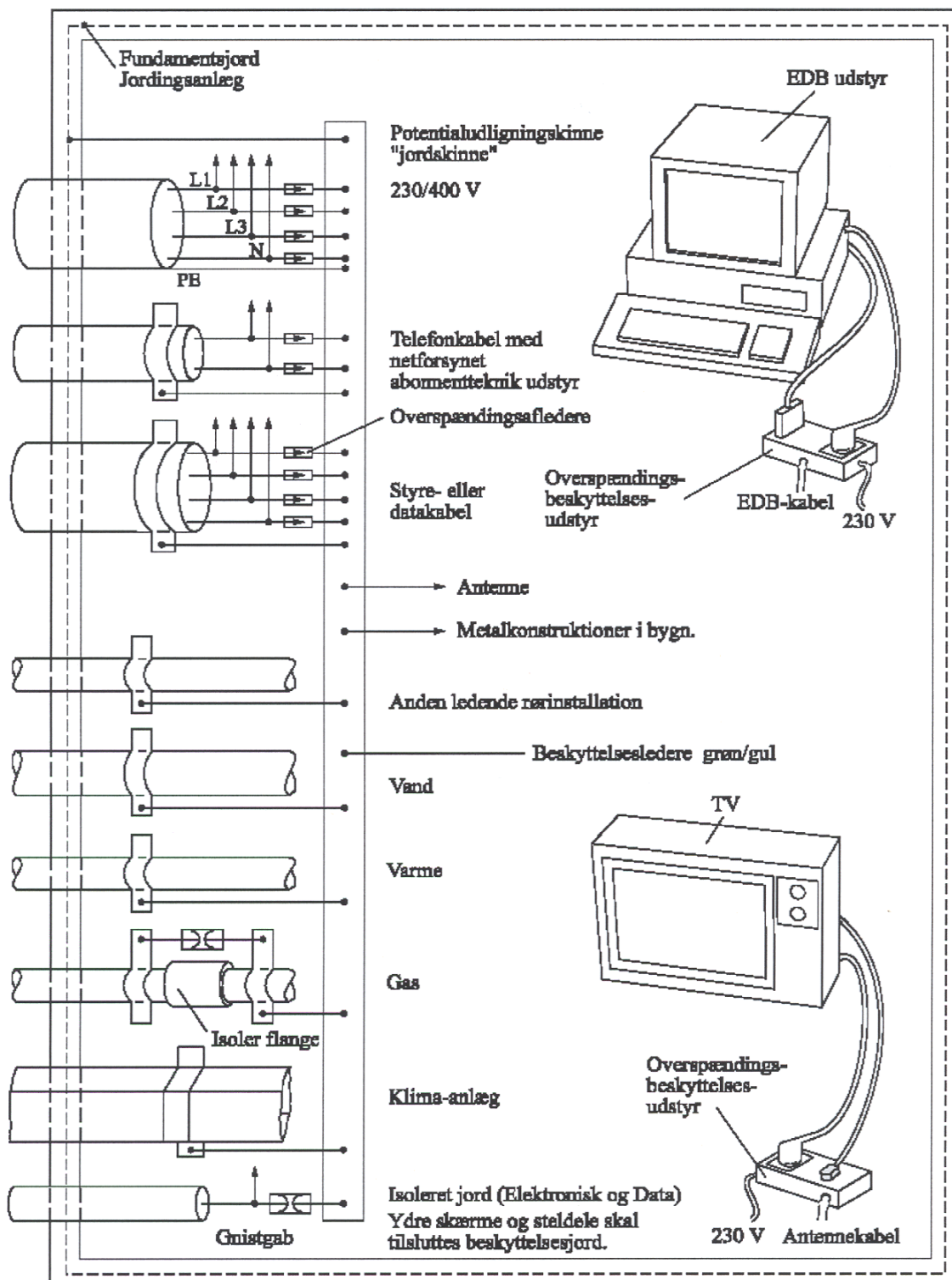
gende".

- Anvend aldrig blankt aluminium (Al) til udligningsforbindelser. Derudover skal materiellet være egnet til brug for forbindelses-/ tilslutningspunkter, ligesom materiellet ikke må reducere den elektriske strømværdi eller den mekaniske stabilitet.

### **Overspænding/ transientbeskyttelse**

Det skal understreges, at potentialudligning og jordforbindelsen ikke er tilstrækkelig beskyttelse, uanset hvor effektivt det udføres. Kun ved supplerende indsættelse af overspændingsbeskyttelsesapparater i vigtige snitflader i installationen og foran apparater, er det muligt at opnå en effektiv transientbeskyttelse. Figuren på næste side viser, hvorledes man potentialudligner enten direkte mellem ydre steldele og ledende installationer eller over gnistgab og overspændingsbeskyttelsesapparater til elektriske ledere i forsynings- og kommunikationsnet. Overspændinger og transienter på forsynings- og kommunikationsnet begrænses og afledes over overspændingsbeskyttelserne, der således sørger for isolationskoordinering d.v.s. forhindrer, at der opstår en farlig spænding over isolationen i den elektriske installation eller på det elektriske apparat.

INSTALLATIONER - EMC



### **Lav- og højfrekvensudligningsforbindelse af tilgængelige ledende dele er den gyldne regel inden for EMC**

Sørg for systematisk sammenkobling af alle metal-konstruktioner, racks, chassiser og jordledere.

### **Tilslutninger**

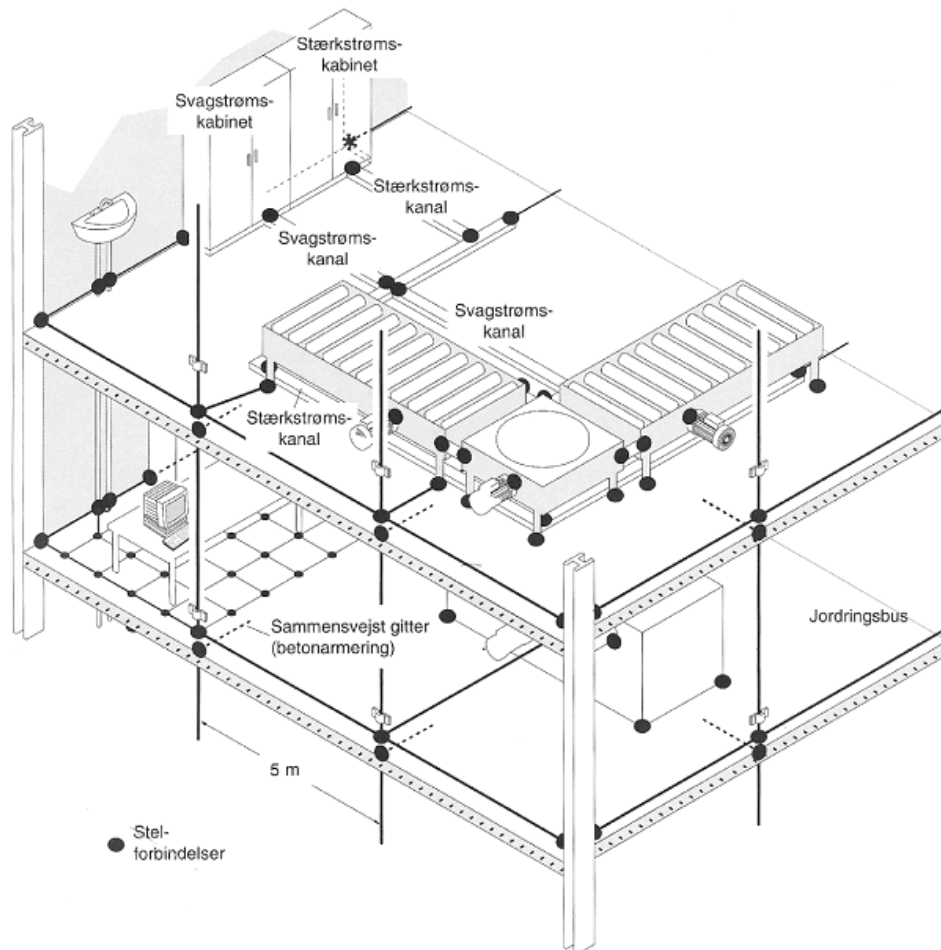
Tag særlige forholdsregler for at sikre, at tilslutninger er udført korrekt med henblik på at opnå LF og HF kvalitet, samt lang levetid.

Lav altid direkte metal til metal sammenkobling (ingen leder) ved hjælp af boltede sammenkoblinger.

Tilslutninger laves via flettet metalbånd eller anden kort, bred tilslutning.

Man må ikke overse maling eller anden overfladebehandling af isolerede materialer.

## Bygning



Sørg for at lave et jordplan og en jordringsbus for hver etage (gitter af stænger til betonarmering, dobbeltgulv med fletværk af kobberledere).

Forbind alle bygningens metalkonstruktioner til jordsystemet (stålkonstruktioner, sammensvejet betonarmering, metalrør og kanaler, kabelkanaler, transportbånd dør- og vinduesrammer af metal, riste og gitre).

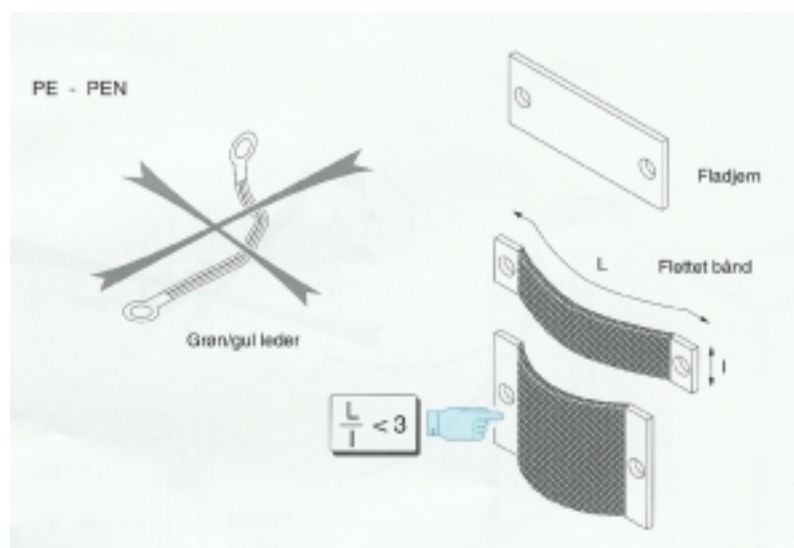
Det er tilrådeligt at designe og fremstille et specielt finmasket jordplan i områder, der er beregnet til følsomt udstyr.

**Udstyr/maskine**

Sørg for sammenkobling af alle metalkonstruktioner til en af enhederne (kabinet, jordplansplade i kabinettets bund, kabelkanaler, rør og kanaler, metalkonstruktioner og maskinstel). Tilføj om nødvendigt jordledere beregnet til at forbedre sammenkoblingen af tilgængelige, ledende dele. Tilslut dette lokale steljordssystem til anlæggets jordsystem ved at benytte det størst mulige antal separate tilslutninger.

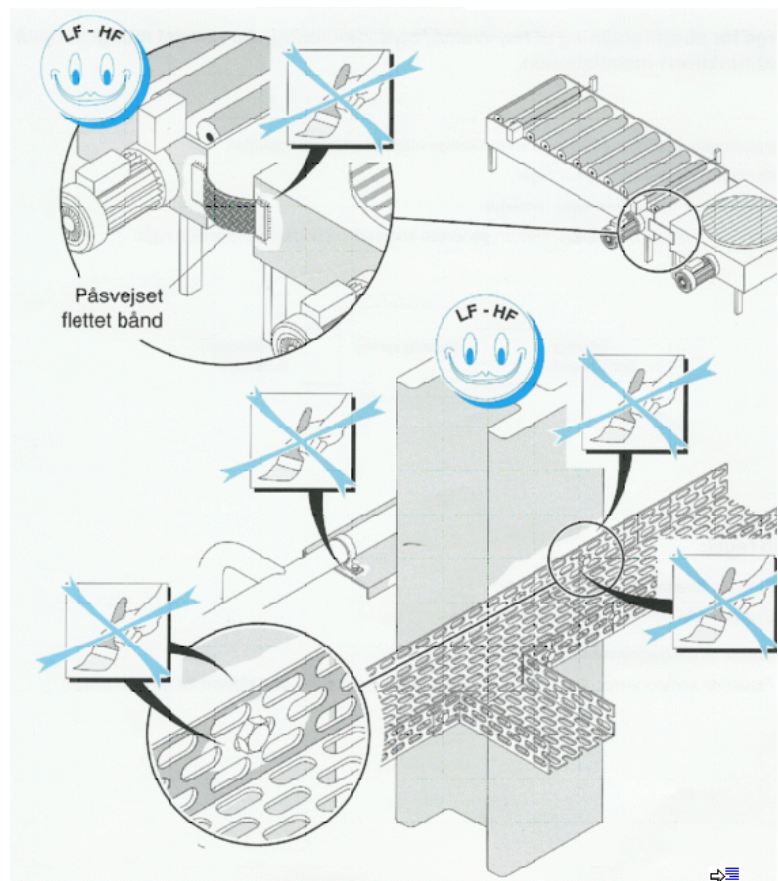
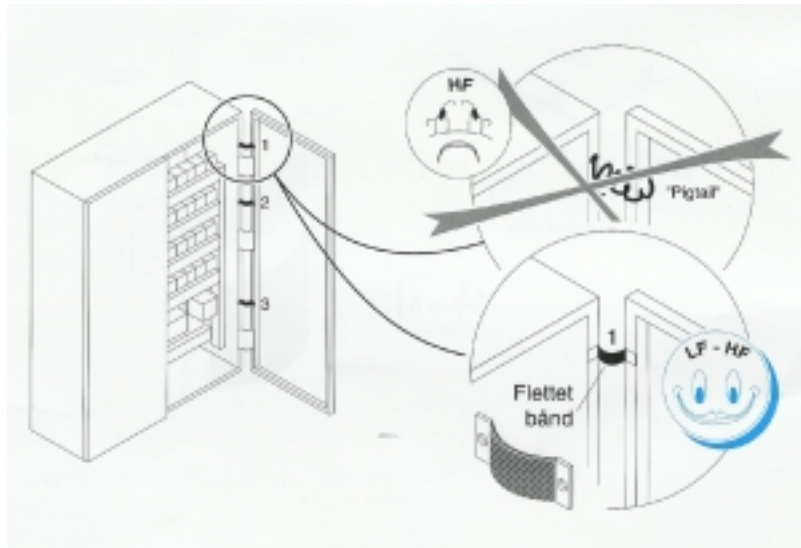
**Elektriske forbindelser**

Tilslutningers kvalitet er en afgørende faktor indenfor EMC.





**Udligningsforbindelse af tilgængelige, ledende dele**



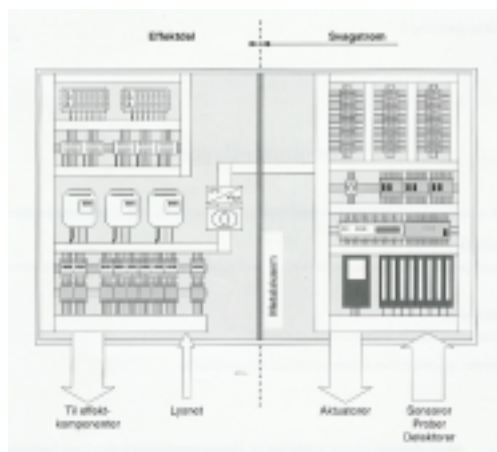
---

## INSTALLATIONER - EMC

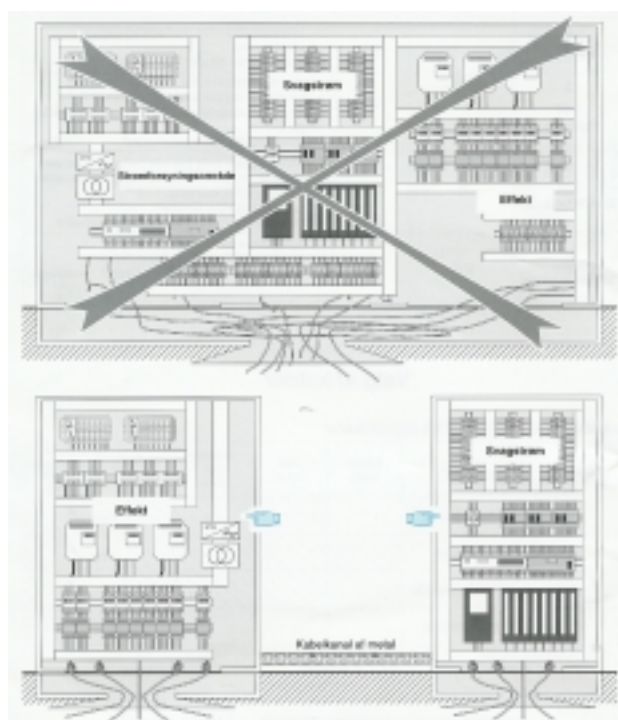
---

### Kabinet/tavler

I små kabinetter kan det være tilstrækkeligt med opdeling ved hjælp af metalskærme, der er boltet til chassiset:



Eksempel på layout for et stort kabinet



Man må aldrig blande kabler eller vikle overskydende kabel op i en rulle.

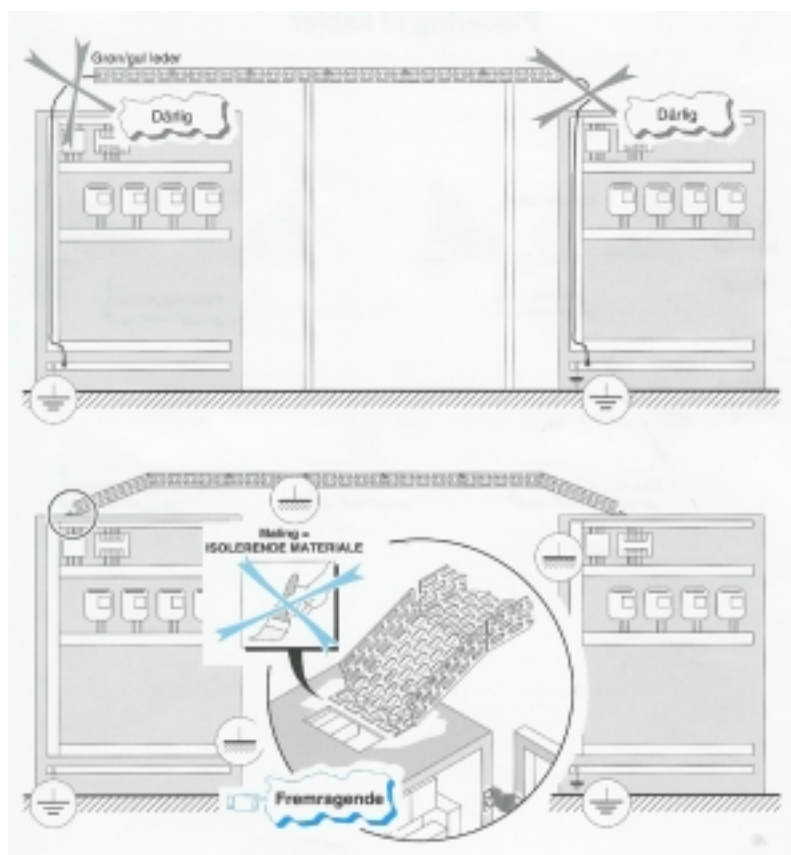
---

**INSTALLATIONER - EMC**

---

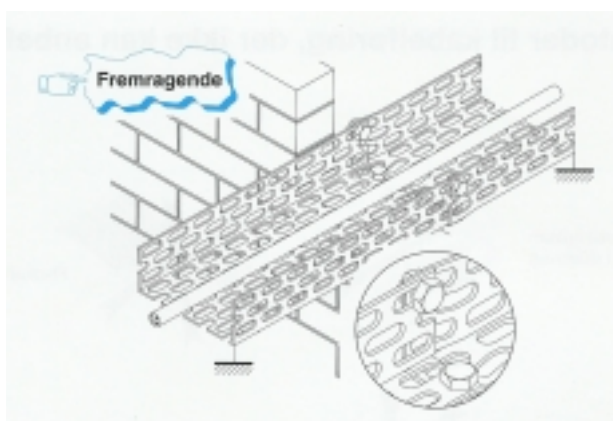
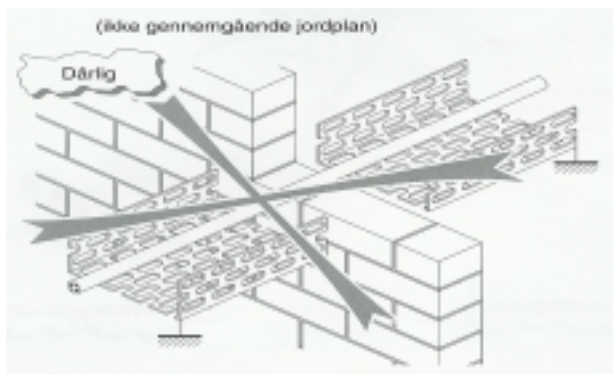
**Tilslutning til kabinetter**

Ved enhver tilslutning til en tavle eller lignende er det meget vigtigt, at sørge for god metallisk kontakt mellem kabelbakke og kabinettet. Vær opmærksom på at fjerne eventuel maling inden montering.



**Afslutning af kabelbakker**

Når det gælder kabelkanaler, installationsrør etc. af metal, skal enderne overlappe og boltes sammen.

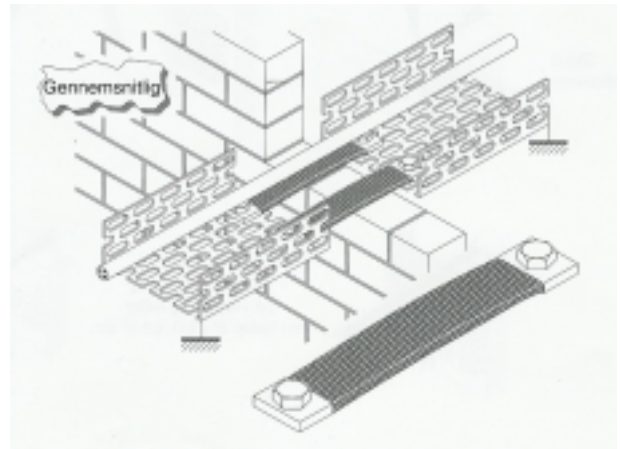


Hvis det ikke er muligt at lade kabelkanalers ender overlappe hinanden og bolte dem sammen: Monter et kort bredt flettet bånd under hver leder eller kabel.

---

**INSTALLATIONER - EMC**

---



---

**INSTALLATIONER - EMC**


---

**Kabler**

Klassifikation af signaler efter interferensniveau.

Klasse	Interferende	Følsom	Eksempel på signal eller tilsluttet udstyr
1		++	Lavniveau kredsløb med analog udgang, sensorer etc. Målekredsløb
2		0	Styrekredsløb tilsluttet til ohmsk belastning. Lavniveau digitale kredsløb (bus). Lavniveau kredsløb med on/off udgang (sensorer). Lavniveau DC strømforsyninger
3	+		Styrekredsløb med induktiv belastning (relæer, kontaktorer, spoler etc.). Rene AC strømforsyninger
4	++		Svejseapparater. Stærkstrømskredsløb i almindelighed. Elektroniske hastighedsregulatorer.

## Valg af kabler

Klasse	Type	Enkeltleder	Parsnoet	Skærmet (parsnoet)	Skærmet (fletværk)	Skærmet (skærm + fletværk)
1	Følsom	A	B	B	C	C
2	Let følsom	B	B	B	C	C
3	Let interfererende	B	B	B	C	C
4	Interfererende	A	A	A	B	B

A: Anbefales ikke.

B: Anbefales, overkommelig pris.

C: Anbefales ikke, for høj pris for denne signalklasse.

---

**INSTALLATIONER - EMC**

---

---

## INSTALLATIONER - EMC

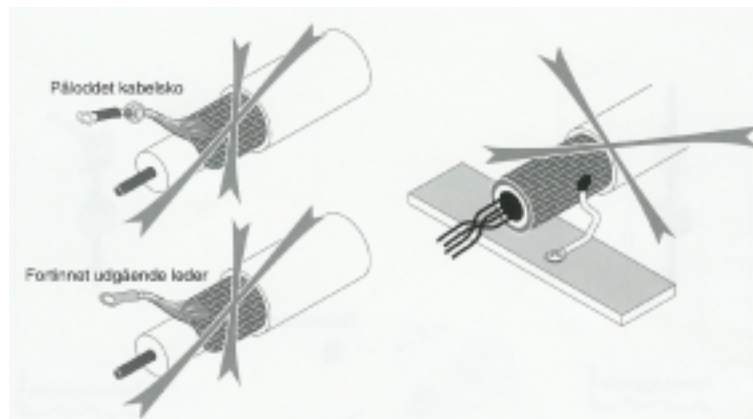
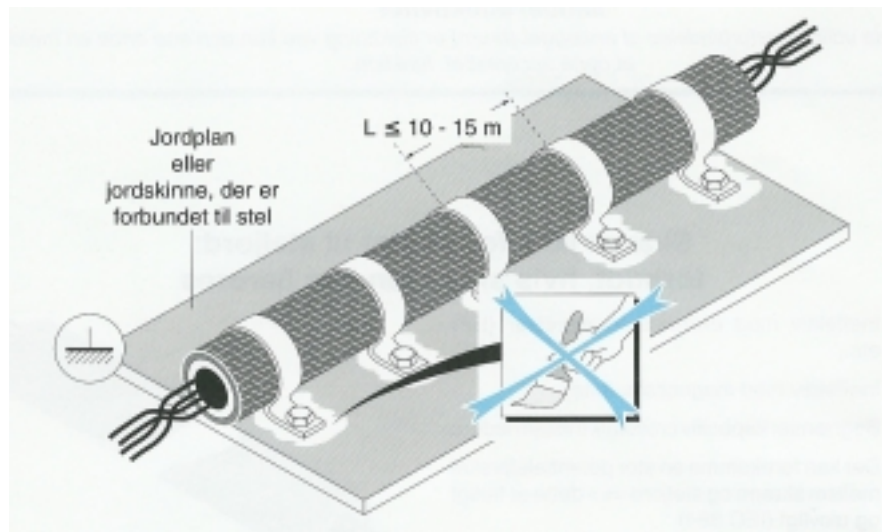
---

### **Gode råd vedrørende kabler**

1. Sørg for udligningsforbindelse af tilgængelige, ledende dele.
2. Før aldrig signaler i de følsomme klasser (1-2) og signaler i de interfererende klasser (3-4) i samme kabel eller i samme bundt.
3. Minimer længden af parallelføring af kabler der fremfører signaler af forskellig klasse. Minimer kablens længde.
4. Maksimer afstanden mellem kabler, der fremfører signaler af forskellig klasse.
5. Brug af skærmede kabler gør det muligt at placere kabler, der fremfører signaler af forskellige klasser, i samme kabelkanal.
6. Tilslutning af skærm.  
Skærmen skal være tilsluttet i begge ender med en 360° tilslutning. Endvidere er det tilrådeligt at sørge for en række mellemliggende tilslutninger til stieljord. Hvis skærmen kun er tilsluttet i den ene ende, er der risiko for, at skærmen kan fungere som antenne og blive til en resonanskreds. I sådanne tilfælde er interferensen kraftigere end uden skærmning.



INSTALLATIONER - EMC

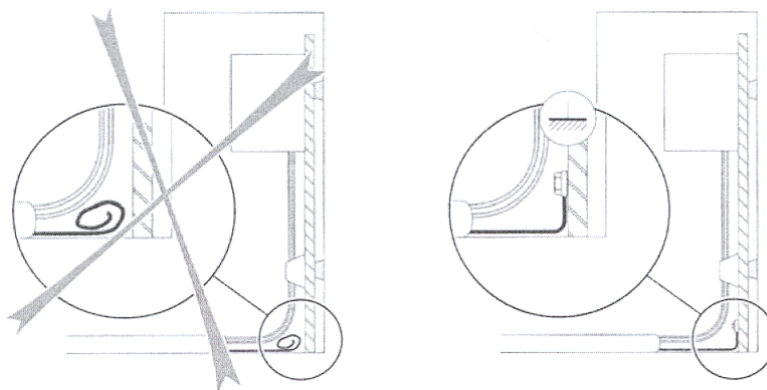


---

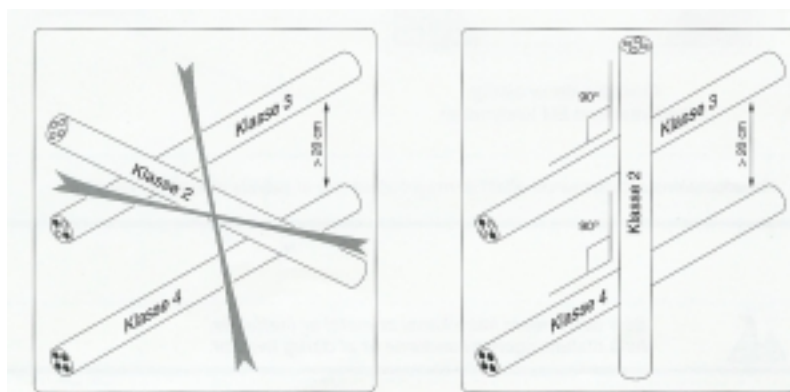
**INSTALLATIONER - EMC**

---

7. Enhver leder i et kabel, som er i overskud eller ikke bruges, skal altid jordes i begge ender.



8. Sørg for at ledere eller kabler, der fremfører signaler af forskellige klasser, krydser hinanden i rette vinkler.



## **Standarder**

En standard er en samling regler, beskrivelser og metoder, som producenter kan benytte som en reference ved udformning og test af et af deres produkter.

Der findes 3 typer EMC-standarder:

### **Grundlæggende publikationer eller standarder**

Dette er standarder eller vejledninger, der i generelle vendinger definerer krav vedrørende EMC. De kan anvendes på alle produkter og bruges som en reference, især af komitéer, der skal forberede specifikke standarder. Grundlæggende standarder vil ikke blive harmoniseret på EU-niveau.

### **Europæiske standarder**

Disse standarder definerer væsentlige krav i form af niveauer, der skal overholdes af hvert produkt, type-tests etc. Hvis der ikke findes nogen produkt- eller produktseriestandard, gælder de for ethvert produkt, der installeres i et defineret miljø.

### **Produkt- eller produktseriestandarder**

Disse standarder definerer de anvendelige konstruktionsmæssige forholdsregler, karakteristika, testmetoder og strenghedsgrader, der anvendes for givne produkter eller produktserier. Hvor de findes, har disse standarder fortrinsret frem for europæiske standarder.

### **Standardiseringsorganisationer**

CISPR: International Special Committee on Radio Interference.

IEC: International Electrotechnical Commission.

---

**INSTALLATIONER - EMC**

---

CENELEC: European Committee for  
Electrotechnical Standardiza-  
tio.

## Grundlag

En del af elektrikerens arbejde består i en eller anden form for materialebearbejdning, dvs. arbejde i forskellige materialer, som ønskes formet eller sammenføjet til brugbare enheder.

For at opnå et godt resultat, skal der altid anvendes værktøj, der er beregnet til det pågældende arbejde og som håndteres på rette måde.

Materialebearbejdningen kan opdeles i 3 hovedområder:

- Forbehandling
- Opmærkning
- Bearbejdning.

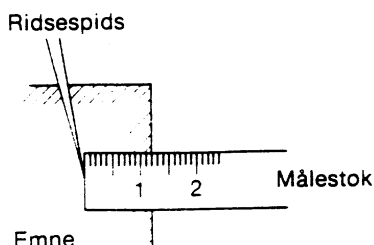
## Forbehandling

Råmaterialerne vil, afhængigt af art og karakter, være indfedtede, indpakkede eller beklædte, og man må derfor i nødvendigt omfang, inden opmærkningen påbegyndes, fjerne eventuelle belægninger, ligesom også generende og farlige grater må fjernes.

## Opmærkning

Opmærkning af emnet, der skal bearbejdes kan, afhængigt af krav til nøjagtigheden, bearbejdningsart og materialetype, foretages med forskelligt måle- og mærkeværktøj; fx linial, blyant, ridsespids, kørner, højderidser m.v.

## Linial



Mål afsættes ofte med ridsespidsen og over enden af en stållinial, som vist på tegningen nedenfor.

Linialen, af hvilket materiale den end er lavet, er et stykke præcisionsværktøj, som kræver korrekt brug og vedligeholdelse.

Hold linialen fri for spåner og støv og undgå, at dens kanter og flader tager skade; indgnid den med voks eller syrefri fedt for at undgå rustdannelse.

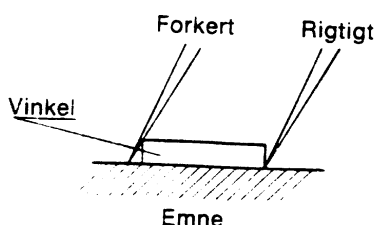
## Ridsespidsen

Ridsespidsen anvendes til opmærkning på metal i stedet for en blyant.

Blyanten er dog anvendelig på letmetal.

Når ridsespidsen anvendes på letmetal, skal den være af messing. En stålridsespids kan ikke anvendes, idet ridserne let fører til en styrkeforringelse af det bløde materiale.

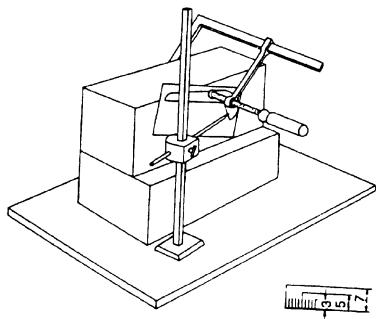
## Anvendelse



På hårde metalplader anvendes en stålridsespids. Man benytter ofte ridsespids, der er forsynet med hårdmetalspids.

Ridsespidsen skal være slank og velslebet.

## Højderidseren



Højderidseren bruges til nøjagtig opmærkning af bearbejdede flader.

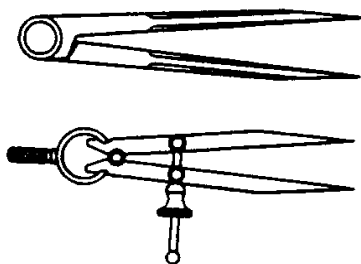
Den indstilles og aflæses som på en skydelære.

Den skal benyttes på et opmærkeplan, eventuelt i forbindelse med parallelklodser.

Ved brug trækker man højderidseren imod sig, aldrig modsat.

Ønsker man en mere tydelig opmærkning, kan man først sværte det rensede emne med en egnet opmærkningsfarve.

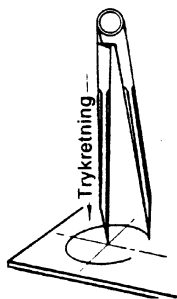
## Stikpasser



Stikpassere kan fås både med og uden stilleskrue.

Stikpassere skal have hærdede spidser og gå jævnt og stramt i lejet.

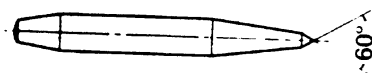
### Anvendelse



Stikpassere benyttes til opmærkning af en cirkel. Ved mærkning skal trykket hvile på centrumsbenet, som anbringes i kørnerprikken.

Inden boring skal centrumskørnerprikken slås op, så den danner et sikkert styr for snegleborets spids.

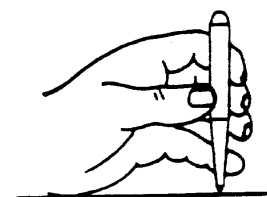
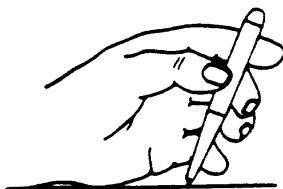
### Kørner



Kørneren anvendes til opmærkning før boring, dels til synliggørelse af borestedet og dels til afsætning af styremærke for boret, så dette ikke "løber" og gør boringen upræcis.

Kørneren skal have afrundet hoved med en hvælvet bane. Kørneren skal være slank, og spidsen skal slibes i en vinkel på 60°.

### Anvendelse



Stregkrydset, hvori der skal kørnes, søges med kørnerspidsen ved at føre kørneren i skrå stilling hen over arbejdsstedet. Hånden skal ligge an mod arbejdsstykket.

Hvis hånden ikke ligger an mod arbejdsstykket, får man en usikker styring og risikerer en unøjagtig opmærkning.

Når spidsen ligger nøjagtig i stregkrydset, rettes kørneren op til lodret stilling og anslås 1 gang med en hammer.

Ved opmærkning til boring i bløde materialer, som f.eks. plast, kan man med fordel anvende en syl, som kan presses ned i materialet med hånden.

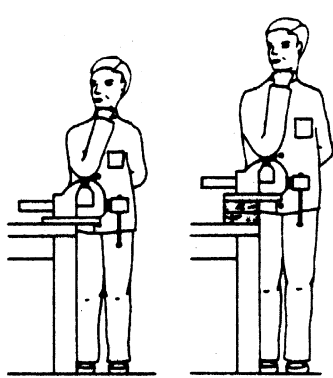
Husk altid at udføre opmærkningen omhyggeligt og tydeligt, det gør bearbejdningen lettere. Kontroller opmærkningen, inden bearbejdningen af materialet påbegyndes.

## Skruestiksarbejde

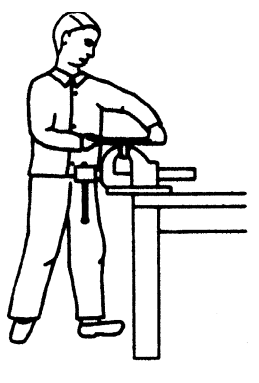
Det er vigtigt ved skruestiksarbejde, såvel som ved alt andet arbejde, at indtage en så rigtig arbejdsstilling som muligt.

En skruestikshøjde skal kunne afpasses efter den person, der skal arbejde ved den.

Højden vil som regel passe, når den indstilles efter albuehøjden.

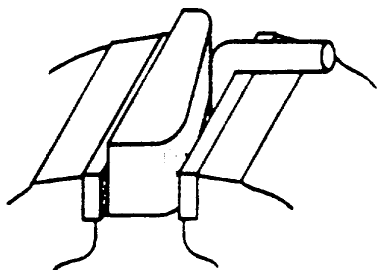


Hvis man stiller sig i normal arbejdsstilling med et værktøj i hænderne, f.eks. en nedstryger eller fil, med værktøjet hvilende på skruestikkens kæber, skal højre underarm være vandret. Husk, at en forkert arbejdsstilling kan give varige og smertefulde skader.





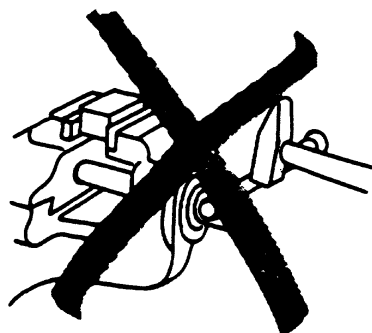
## Opspænding



Opspændingen af arbejdsstykket i skruestikken skal være stabil og solid, således at dette fastholdes, så det ikke bevæger sig under bearbejdningen.

Det har stor betydning, at opspændingen bliver foretaget rigtigt, dels af hensyn til arbejdsprocessen, herunder sikkerheden og dels for at skåne arbejdsemnet.

Ved bearbejdning af emner, der ikke tåler skruestikens kæber direkte, skal der anvendes beskyttelsesplader, der anbringes på skruestikens kæber. Beskyttelsespladerne kan f.eks. være af kobber, aluminium eller fiber.

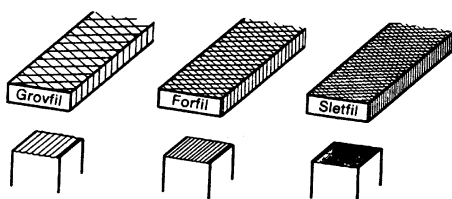


Emnet må ikke opspændes således, at kæberne vrides. Dette kan undgås ved, at emnet opspændes midt i skruestikken. Er dette ikke muligt, må der lægges udfyldningsstykker mellem kæberne og emnet.

Skruestikkens spindel skal spændes med hånden alene.

Benyt aldrig et rør eller en hammer på spindelens tværpind.

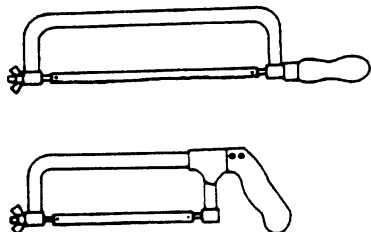
## Bearbejdning



I selve bearbejdningen kan man undgå flere arbejdsmetoder, hvortil der skal benyttes forskelligt værktøj. Rækkefølgen af de enkelte bearbejdningsmetoder vil være forskellig fra opgave til opgave, men en god regel vil være først at fjerne mest muligt materiale med grovere værktøj, som f.eks. en nedstryger, grovfil og lignende, og derefter arbejde med gradvis finere værktøj.

En afsluttende behandling kan eventuelt bestå i en polering eller en lakering.

## Nedstryger



Metalskæring foretages oftest med en nedstryger. Nedstrygerens tre hovedbestanddele er: Bue, håndtag og klinge (blad).

Bue og håndtag kan, såvel som klinge, fås i forskellige udgaver, men det er i særdeleshed vigtigt at vælge den rigtige type klinge, både med hensyn til hårdhed og tandantal.

Nedstrygere fås normalt til 12" lange klinger. Man kan også få til 8" og 10" klinger.

## Juniorsav



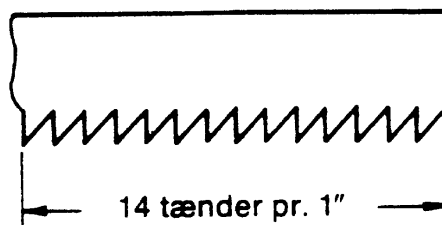
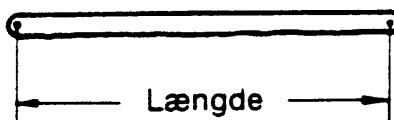
Til overskæring af meget små og tynde emner anvendes en juniorsav.

Klingerne er 6" og fås både til metal og træ.

Man bør altid vælge en stiv bue, og klingen skal anbringes således, at den sidder lige og passende spændt.

## Klingen

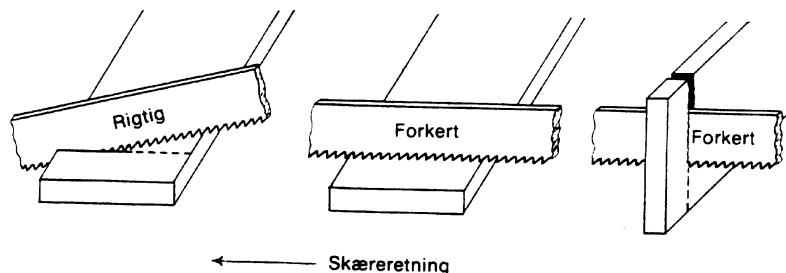
Nedstrygerklingens længde måles fra hul til hul og fås med 14, 18, 24 eller 32 tænder pr. tomme. Tænderne skal vendes fremefter.



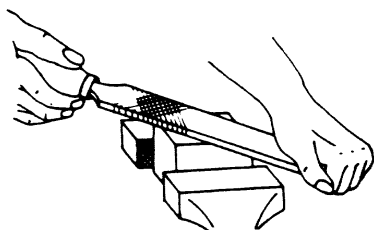
## Savning

Ved skæring i tynde arbejdsstykker skal nedstrygerklingen holdes skråt, så der fås en passende bred flade for tænderne at arbejde i.

Skal man starte ved et skarpt hjørne, skåner man klingen ved først at file for med kanten af en trekantet fil.



## Filing



Ved filearbejdet har valget af den korrekte fil stor betydning.

Her er nogle ting, der skal tages hensyn til:

1. Materialets hårdhed (finhed)
2. Overfladens størrelse (længde)
3. Mængden af materiale, der skal fjernes (finhed).
4. Ruhed af den færdige overflade (finhed).
5. Overfladens tilgængelighed (længde).
6. Overfladens form (fil-form).

Ved filing af store emner bruges en stor fil, og man trykker på filen med hele venstre hånd. Ved filing af mindre emner bruges en tilsvarende mindre fil, og der trykkes på filen blot med et par fingre.

**Hastighed**

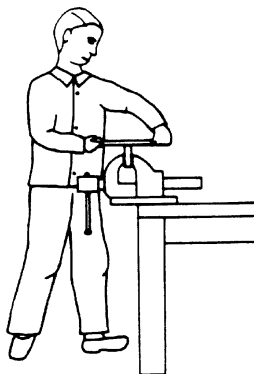
Hastigheden, hvormed en fil fremføres, vil afhænge af materialets hårdhed. Man bør dog ikke overstige 50 tag/min.

Undgå at file i skruestikkens kæber, det ødelægger både skruestik og fil.

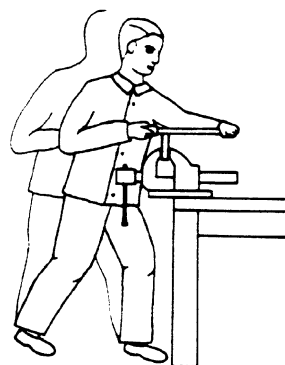
Blæs aldrig filespånér væk. De kan ramme øjnene og forårsage varige skader; brug en børste til at fjerne spånérne med.

**Arbejdsstilling**

Her, som ved andre arbejder, er det vigtigt, at indtage arbejdsstillinger, der skåner den arbejdende person og giver et godt arbejdsresultat.

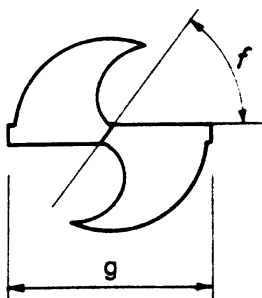
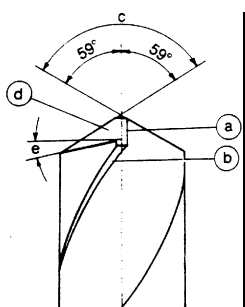


Denne arbejdsstilling er for stiv. Filingen vil blive for unøjagtig.



Denne arbejdsstilling giver et bedre resultat og den trætter mindre.

## Boring og gevindskæring



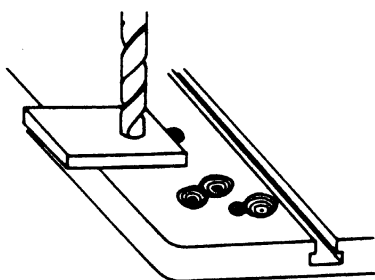
Følgende begreber og betegnelser anvendes i forbindelse med spiralbor/sneglebor:

- Skærkant.
- Styrerand.
- Spidsningsvinkel.
- Frigangsflade.
- Frigangsvinkel.
- Tværskærsvinkel.
- Borets diameter.

I elfaget skal man ofte bore i andre materialer end stål. Derfor anvendes ofte bor med følgende spidsningsvinkler:

Stål og jern	118°
Træ	90°
Hårde kunststoffer	80°
Bløde kunststoffer	140°
Messing og bronze	140°
Letmetal	140°

## Boring



Sørg for, at boret sidder fast og er rigtig centreret i borepatronen.

Vælg den rigtige borehastighed efter det pågældende bor og materiale.

Undgå snavs og spåner på planet, da der ellers let opstår skævheder.

Ved gennemboringer må man aldrig bore ned i planet.

Brug passende underlag.

Ved boring skal boret køles med bore- eller skæreo-lie, ikke maskinolie.

Brug sikkerhedsbriller for din egen skyld.

---

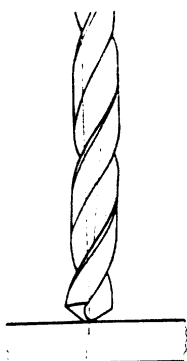
**INSTALLATIONER - VÆRKSTEDSTEKNIK**


---

**Valg af bor**

Metaller									
Materiale	o/m	Bordiameter i mm							Smøre-køle-middel
		2	5	8	12	16	25	40	
Stål 0,10–0,30	n	4000	2000	1600	1000	800	400	250	Boreolie-emulsion
Stål 0,30–0,50	n	4000	2000	1250	800	630	315	200	Boreolie-emulsion
Støbejern	n	4000	2000	1250	800	630	315	160	Tørt ell. boreolie-emulsion
Messing, sprødt	n	10000	6300	5000	3150	2500	1250	650	Tørt ell. boreolie-emulsion
Letmetal	n	8000	6300	5000	3150	2500	1250	630	Boreolieemulsion ell. terpentin

Kunststoffer									
Materiale	o/m	Bordiameter i mm							Smøre-kølemiddel
		1	2	5	8	12	16	25	
	n	11100	5500	2200	1400	930	700	450	Trykluft evt. vand
	n	4800	2400	960	600	400	300	190	Trykluft evt. vand



Boring efter opmærkning kræver, at man rammer kørnerprikken.

Man må ikke tvinge boret til siden, fordi det er stillet unøjagtigt over opmærkningen.

Det giver et skævt hul og et unødigt slid på borets styrekanter.

Under boringen føres boret hyppigt fri af boreemnet for at undgå, at spåner klumper sig fast om boret, med skadelig opvarmning og ødelæggelse af boret

---

**INSTALLATIONER - VÆRKSTEDSTEKNIK**

---

til følge.

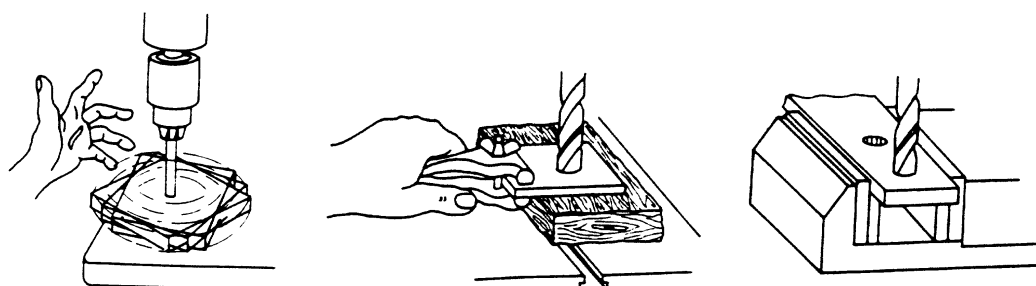
## Sikkerhed

Det kan være farligt at holde emnet i hånden. Arbejdsstykket bør altid spændes fast, medmindre boret er så lille, at der ikke er mulighed for, at det kan trække arbejdsstykket med rundt.

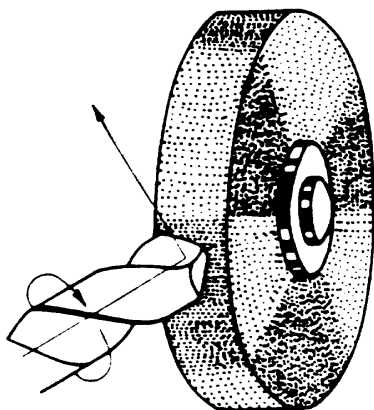
Man kan skåne hånden og planet ved at holde emnet med et passende værktøj og lægge det på et underlag.

Husk, at skærespåner kan være skarpe som knive.

Nøjagtigheden og sikkerheden øges ved opspænding i en skruestik.



## Vedligeholdelse

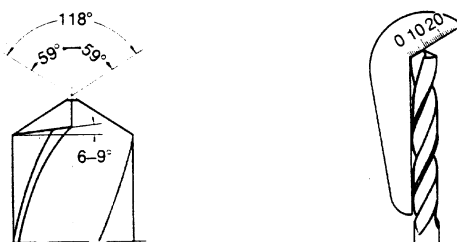


Slibning af sneglebor kræver egentlig særlige maskiner. Når sådanne ikke findes, bruges i stedet en velafrettet slibeskive som vist.

Man bør nøje kontrollere følgende:

- Skærets kanter skal være lige lange.
- Frigangsvinklen skal være 6-9°.
- Spidsningsvinklen skal være 118° og skal halveres af borets midterlinie.
- Skærets kanter skal optræde som rette linier.
- Tværskæret skal være 55° i forhold til skærets kant.

For at kontrollere de ovenfor nævnte vinkler kan man med fordel anvende en bor-slibelære.





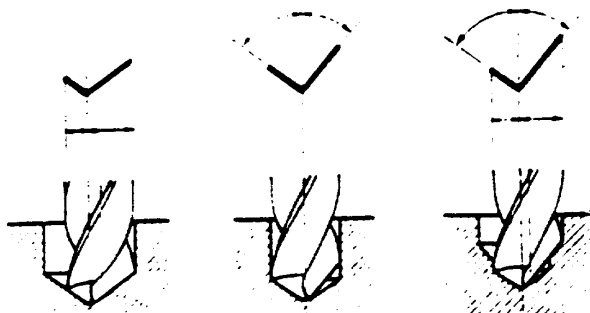
---

**INSTALLATIONER - VÆRKSTEDSTEKNIK**

---

## Slibefejl

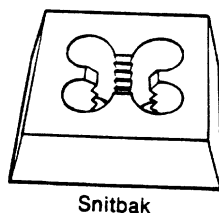
Nogle af de almindeligste slibefejl er, at skærene ikke bliver lige lange, og borets frigangsvinkel bliver for lille (bagskær).



## Gevindfremstilling

Man kan fremstille gevind ved skæring med snittappe eller skærebakke til henholdsvis indvendigt og udvendigt gevind.

Man fremstiller disse værktøjer af værktøjsstål eller af H.S.-stål, som hærdes. Man må ikke forsøge at bøje eller at slå på disse værktøjer, idet de så ødelægges øjeblikkeligt.

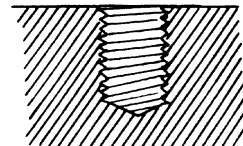


Ved skæring af indvendig gevind skelnes mellem 2 typer:

*Gennemgående gevind*



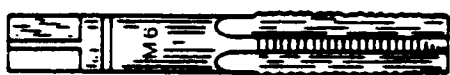
*Bundgevind*



---

**INSTALLATIONER - VÆRKSTEDSTEKNIK**


---

**Spidstap****mellemtap****Bundtap**

Til gevindskæring anvendes snittappe, der normalt leveres i sæt med 3 tappe i.

Der startes normalt med spidstappen, fortsættes med mellemtappen og afsluttes med bundtappen.

Ved gennemgående gevind i tynde materialer kan det være tilstrækkeligt alene at bruge spidstap, eventuelt efterfulgt af bundtappen.

Ved skæring af bundgevind skal alle tre tappe anvendes for at opnå fuldt gevind helt til bunden. Der skelnes i det følgende kun mellem tre gevindtyper, selv om der findes flere:

- Whitworth-gevind
- Rørgevind
- Metrisk gevind.

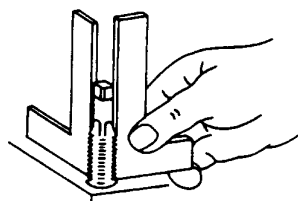
Det er vigtigt, at der til et bestemt gevind forbores med den rigtige borstørrelse.

**Vindejern**

Til fastsættelse af snittappen under gevindskæringen anvendes et vindejern.

**Skæreproces**

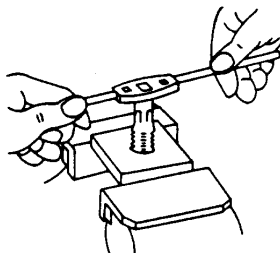
Ved starten af skæringen påses det, at snittappen står vinkelret på emnets overflade, og under skæringen kontrolleres forsat, at denne stilling holdes.



Det er vigtigt under skæringen at have den rigtige føling med snittappen, idet selve skæringen skal foregå uden brug af vold.

Snittappe er hårde, og de knækkes let.

Går snittappen for stramt, kan det være nødvendigt at dreje den nogle omgange tilbage og derefter fortsætte skæringen.



Ved gevindskæring i stål bruges skæreolie som smøremiddel. Det er en speciel olie beregnet til formålet.

Brug aldrig maskinolie, der kan indeholde syre eller andre ætsende tilsætningsstoffer, som kan medføre angreb af de blanke gevindflader.

Ved skæring i letmetal, messing, kobber, støbejern samt i kunststoffer anvendes normalt ikke smøremiddel.

## **Sikkerhed**

Skulle en snittap knække under skæring, må man aldrig forsøge at fjerne den med hånden, idet den er skarp som glas.

En knækket snittap kan fjernes med hammer og kørner under brug af sikkerhedsbriller.

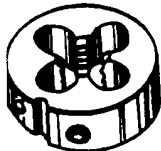
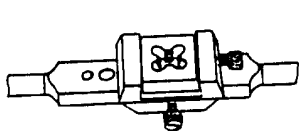
## **Skærebakker**

Skærebakker anvendes til skæring af udvendig gevind.

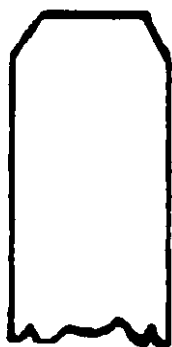
Det værktøj bakken spændes op i, og som benyttes til at dreje bakken rundt, kaldes en klup.

Kluppen er forsynet med spændskruer til fastholdelse af bakken. Kluppen er endvidere forsynet med styrehuller, og det er vigtigt, at den tap der skæres gevind på, føres ind gennem et styrehul af samme dimension.

Overholdes dette ikke, fås et skævt skåret gevind.



### Gevindskæring



Inden skæring påbegyndes, bør emnet affases, så bakken lettere kan få fat.

Ligesom ved skæring med snittappe kan det være nødvendigt at dreje kluppen lidt tilbage, hvis den under skæringen begynder at gå for stramt.

Derefter fortsættes den højregående bevægelse.

Under skæringen kan der opstå så megen varme, at spånerne hærder. Hvis spånerne så kommer i klemme mellem værktøj og gevind, vil de rive gevindet i stykket. Derfor bør man ved gevindskæring altid anvende skæreolie til afkøling.

Kun ved gevindskæring i støbejern kan skæring foregå tørt.

### Vedligeholdelse

Efter brugen skal vindejern, klup, tappe og bakker rengøres.

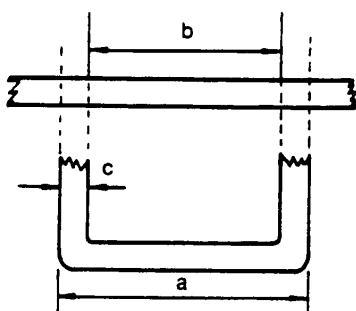
Skal værktøjerne henlægges i længere tid, bør de indsmøres i olie.

### Bukning

Der kan skelnes mellem flere typer bukning, som hver for sig er afhængige af materialet, der skal bukes, og den temperatur bukningen sker ved.

Metalbukning kan foretages i såvel varm som kold tilstand, dog med visse undtagelser som f.eks. støbte materialer, der ikke lader sig bukke. Bukning af termoplastiske stoffer, som f.eks. PVC, foregår under opvarmning af materialet.

## Koldbukning af metal



Koldbukning foretages som oftest kun af forholdsvis tynde materialer.

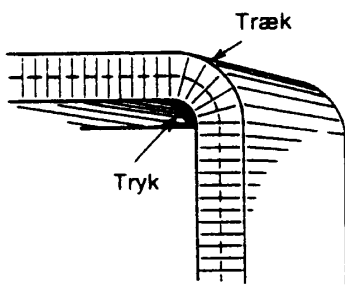
For at opnå så nøjagtigt resultat som muligt er det vigtigt, at også opmærkningen foretages så nøjagtigt som muligt.

Ved bukkede emner er det ofte det færdige, udvendige mål, der er opgivet, og her gælder specielt, at man må tage hensyn til materialetykkelsen.

Bukningen bør foretages således, at opmærkningen ligger indvendig i bukkningen for at undgå mærker på en eventuel pæn og glat udvendig flade.

Skitserne viser en bukkning, der skal udføres efter færdigt udvendigt mål (a): Der opmærkes derfor med et mål (b) som er lig med  $a \div 2c$ , hvor c er godstykkelsen.

## Varmbukning af stål



Bukning af svært materiale udføres ofte som varmbukning.

Ved opvarmning af stål til glødetemperatur blødgøres stålet således, at bukning let kan foretages uden at efterlade uønskede, skjulte revner i materialet på grund af kraftige materialespændinger (træk og tryk).

## Bukning af termoplastiskematerialer

Bukning af termoplastisk materiale skal altid ske som varmbukning, da koldbukning vil ødelægge materialet.

Materialet opvarmes, til det er tilpas blødt; derefter kan det bukkes i den ønskede facon, og det holdes i den ønskede stilling, indtil afkølingen har bevirket, at materialet påny er stift.

Bukning bør, for at undgå unødige mærker i materialet, foretages over rene glatte flader.

**Limning**

Ud over samling ved lodning, svejsning, søm og skruer, gives muligheden for at lime. Samlingen ved limning er i mange tilfælde den sammenføjningsmetode, der giver det pæneste resultat.

**Hvilke flader kan limes**

Der kan i handelen fås limtyper til næsten alle materialer.

Selv store sten eller betonkonstruktioner kan limes sammen.

Som eksempel kan nævnes, at Sallingsundbroens elementer er limet sammen med en speciallim.

For at opnå det bedste resultat ved limning er det særdeles vigtigt at vælge den korrekte limtype til opgaven samt nøje følge fabrikantens anvisninger for fremgangsmåden.

**Lime-proces**

Vigtigt ved enhver limning er det at afrense de flader, der skal sammenføjes.

Ved visse plastarter som f.eks. acryl, kan limning foretages med et opløsningsstof, f.eks. acetone.

Limfladerne trykkes efter afrensningen tæt mod hinanden, hvorefter acetonen dryppes på samlingen.

Acetonen vil ved hårrørvirkning suges ind mellem fladerne, opløse og derved sammenlime eller smelte disse sammen.

**Sikkerhed**

Undgå tobaksrygning under brug af rensmidler og lime.

Ikke alene kan de anvendte stoffer være særdeles brandfarlige, men deres dampe kan, sammen med tobaksrøg, have ubehagelige følger, f.eks. svimmelhed, hovedpine og opkastning. Et lokale, hvori der foretages limning, skal være tørt og velventileret, og der må ikke være for koldt.

**Lodning**

En særdeles meget anvendt sammenføjningsmetode er lodning.

Lodning kan opdeles i 2 hovedgrupper:

Blødlodning

Hårdlodning

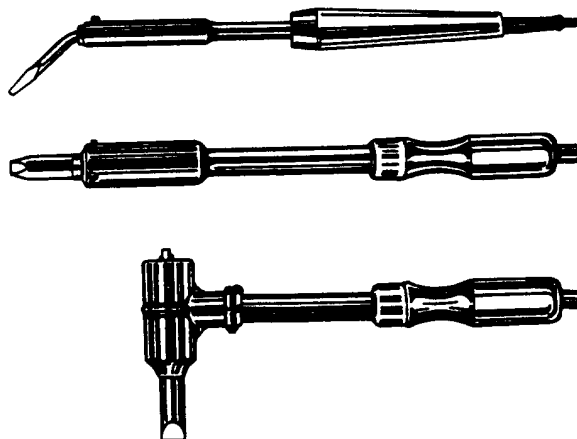
Blødlodning foregår ved en temperatur op til 450° og hårdlodning ved en temperatur mellem 450° og 1.000 °C.

**Værktøj til blødlodning**

Til opvarmning af loddested og loddetin anvendes hyppigst en loddekolbe, loddepen eller loddepistol. Disse fås for eltilslutning i forskellige størrelser og med forskellig effekt, afhængig af loddeopgavens art og den dermed krævende varmetilførsel.

**Loddekolbe**

Loddekolbens effekt er fra ca. 40 Watt til 150 Watt med relativ lang opvarmningstid (5-10 minutter).

**Loddepen**

Loddepenen har en effekt fra ca. 10 Watt til 55 Watt. Opvarmningstid er ca. 2-3 minutter.



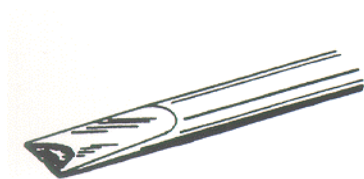


## Loddepistol

Loddepistolen har meget kort opvarmningstid, 4-5 minutter.



## Termostatloddekolbe



Visse loddekolber fås med indbygget termostat, der sørger for en konstant temperatur, afhængig af indstilling.

Dette forhindrer iøvrigt, at loddespidsen alt for hurtigt brænder op, på grund af for kraftig opvarmning. Effektstørrelsen ligger normalt i området 60-220 Watt, og opvarmningstiden vil, afhængig af loddespidsens størrelse, være fra 1-10 minutter.

## Loddespidser



Til de fleste loddekolber kan der vælges loddespidser af forskellige størrelser og form.

En regel er dog, at der bør vælges en spids så stor, som loddearbejdet tillader.

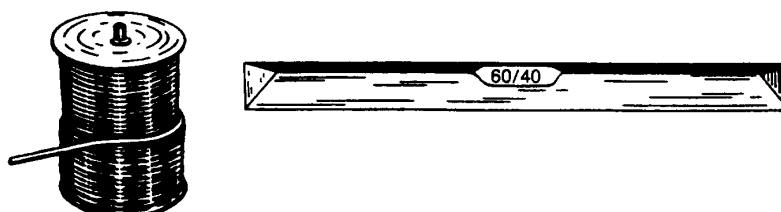
En stor spids giver en mere konstant varme.

## Loddetin

Loddetin, der er en legering af tin og bly, fås i handelen i forskellige størrelser og former som f.eks. stænger, tråd, pulver, pasta og paletter.

Legeringens sammensætning fremgår af loddetinets typemærkning.

F.eks. består loddetin med betegnelsen 60/HD af 60 % tin og 40 % bly.

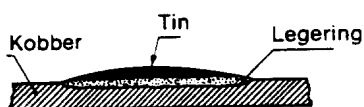


For nogle af loddemidlerne, f.eks. tråd, gælder, at de kan fås med indlagt flusmiddel, hvilket letter arbejdsgangen ved lodning.

## Flusmidler

Flusmiddel har til opgave at rense loddestedet og hindre oxydering under loddeprocessen. Flusmiddel fås i fast, flydende, pulver- eller pastaform. Hver for sig velegnede til bestemte loddeopgaver.

## Lodningen



Loddestedet skal opvarmes til en temperatur, hvor tinnet flyder let. Dette gøres ved at bringe varmekilden i kontakt med begge de emner, der skal sammenkobles.

Når temperaturen er nået, tilføres loddemiddel i tilpas mængde, og det kontrolleres, at tinnet flyder let.

Ved lodning på kobber er tinnets indtrængningsevne i kobberoverfladen så stor, at der dannes en legering.

Lodning med passende tinmængde.

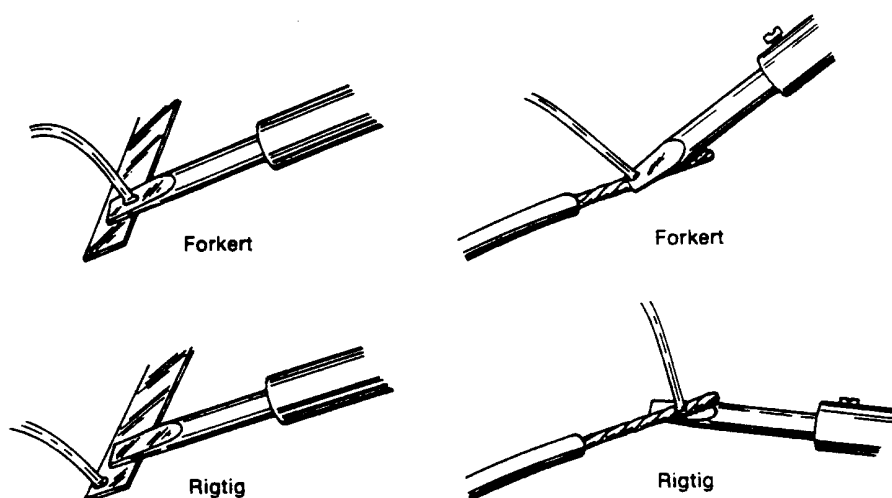


Lodning med for stor tinmængde.

Varmekilden fjernes, og loddeemnerne holdes i absolut ro under størkningen. I modsat fald vil lodningen blive svag og med dårlig elektrisk forbindelse.

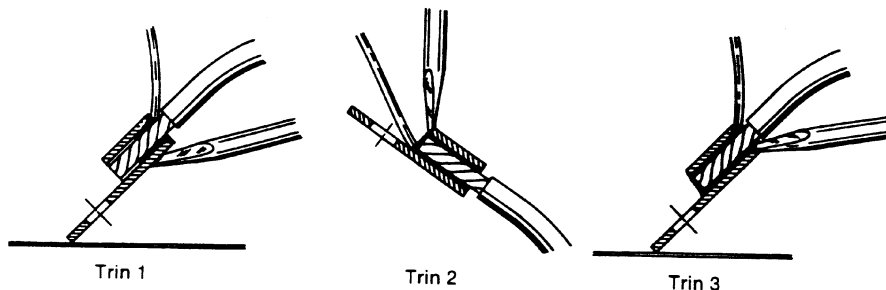
## Fortinning

Ved fortinning af emner skal emnet opvarmes, hvorefter tinnet påføres emnet.



**Lodning af kabelsko**

Lodningen foretages i 3 trin.

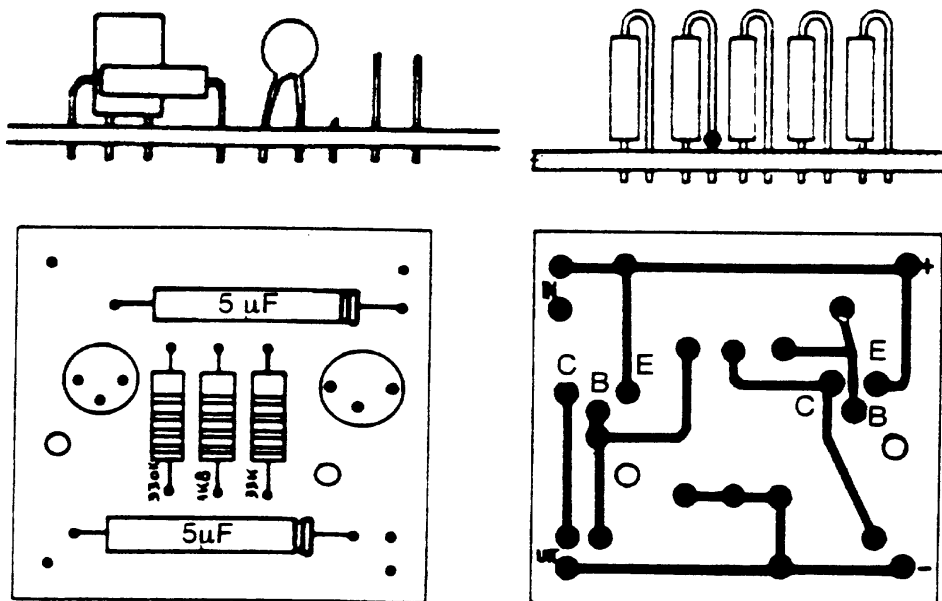


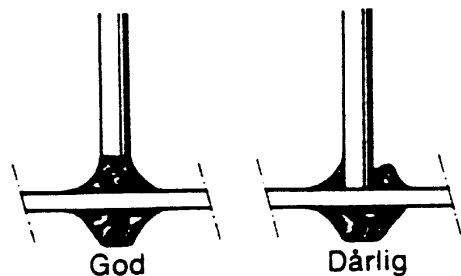
**Printlodning**

Da kobberbanerne på en printplade er meget tynd kobberfolie, kan de nemt brænde over, hvis der tilføres for megen varme.

Det er derfor nødvendigt, at denne forlodning udføres med omhu.

Komponenterne anbringes på printet så tæt ved printpladen som muligt.





Lodningen udføres bedst med tintråd med indlagt flus, som ikke skader printet.

Efter lodningen afklippes trådenderne tæt ved printet.

Det er vigtigt ved printlodning, at der ikke tilføres så meget tin, at dette eventuelt flyder ud og kortslutter printbanerne.

Lodning kan eventuelt indøves på et stykke kasseret printplade med påsatte ledningsender.

### Kontrol af lodning

Den eneste måde, hvorpå en umiddelbar kontrol af lodningen kan foretages, er ved at iagttage den færdige lodning.

2 ting bør iagttages:

1. Farve
2. Form

*Farve:*

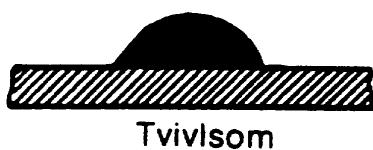
God lodning: Blank skinnende

Dårlig lodning: Mat, grå

*Formen:*

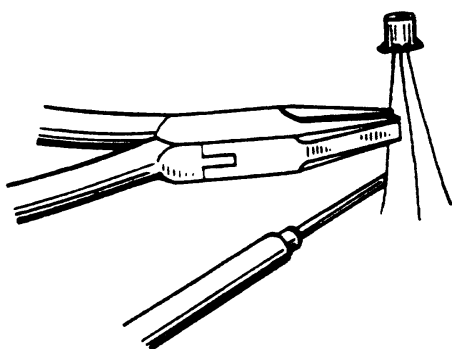
For dårlig, tvivlsom og god lodning fremgår af skitserne.

Flusmiddelranden viser, at flusmidlet efter at have rensset loddestedet, er helt fortrængt af loddetinnet.





### Varmebremse



Ved printlodning, hvor der jo normalt arbejdes med elektroniske komponenter af små dimensioner, er det vigtigt, at loddevarmen ikke forplanter sig ind i komponenterne.

Varmen fra loddestedet kan f.eks. stoppes med en fladtang, der vil optage varmen, så der ikke sker varmetransport gennem komponentens tilledning ind i komponenten.

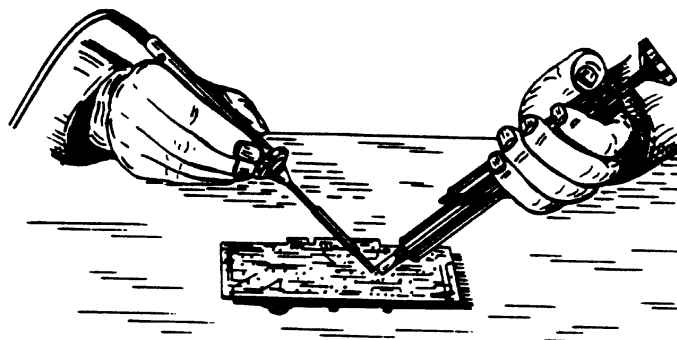
### Tinsuger



Skal der udskiftes komponenter på et print, er tinsugeren et nyttigt stykke værktøj til fjernelse af gammelt tin.

Tinsugerens stempel trykkes ned og låses i denne stilling.

Når loddepenen har smeltet den gamle lodning, udløses låsen på tinsugeren, så den sammentrykkede fjeder bevæger stemplet opefter med stor hastighed. Undertrykket i cylinderens nederste del vil nu suge tinnet op.



**Hårdlodning**

Hårdlodning er en loddeform, der foregår ved temperaturer mellem 450 og 1.000 °C, og til frembringelse af så høje temperaturer kan vi ikke længere klare os med loddekolben. Her kræves en åben flamme til høj temperatur og uden frembringelse af sod.

**Autogenanlæg**

Det bedste loddeværktøj, hvad varmefrembringelse angår, er et autogen-svejseanlæg med oxygen (ilt) og acetylen(gas), men der kan dog også, til mindre opgaver, anvendes flaskegasanlæg med loddebrænder (propangas).

---

**INSTALLATIONER - VÆRKSTEDSTEKNIK**

---



---

## INSTALLATIONER - VARMEANLÆG

---

For at forstå hvad varme er, skal vi tilbage til grundelementet for alt; nemlig molekylerne og atomer, ja helt ind i atomet til elektronet. Hvis molekyler, atomer eller elektroner kommer i voldsom bevægelse, udvikles der energi, der kaldes for varme. Denne energi måles i: watt-timer, joule eller kalorier.

Normalt måles de i større enheder, nemlig:  
kWh, MJ eller Mkal.

Denne energi udvikles ved en kemisk proces, vi kalder forbrænding fx i bålet, kakkelovnen, oliefyret m.m. Også ved en meget hurtig svingning af elektronet i en leder, ca.  $3 \times 10^{11}$ -  $3 \times 10^{14}$  Hz., udvikles der varme. Denne form for varme kaldes strålevarme.

### Elvarmekilder

For nu at få udnyttet denne varme til opvarmning af vores rum og vand må vi gøre brug af forskellige former for varmekilder. Der kan være tale om:

- Elradiatorer.
- Varmepaneler.
- Luftvarmeelementer.
- Gulvvarmeelementer.
- Varmekabler.
- Infravarmestråler.
- Gennemstrømningsvandvarmere.
- Forrådsvandvarmere.

### Transmissionsformer

For at kunne overføre varmen fra varmekilden til omgivelserne anvendes der 3 former for transmission:

- Stråling.
- Konvektion.
- Ledning.

Strålevarme er f.eks. det, der mærkes, når man holder hånden over en radiator. Konvektionsvarme er f.eks., når luften opvarmes ved, at den passerer forbi

---

**INSTALLATIONER - VARMEANLÆG**

---

varmelegemet i radiatoren. Varmeledning er f.eks., når man lægger hånden på radiatoren og mærker varmen.

---

**INSTALLATIONER - VARMEANLÆG**


---

**Udsagn om elvarme**

Om el kan generelt siges:

- Let at installere.
- Billig at installere.
- Kræver ikke så megen plads.
- Let, hurtig og nøjagtig regulering.
- Let at udstyre med automatik.
- Minimal vedligeholdelse.

Om elvarmen er rentabel eller ej, afhænger af de forskellige energipriser og former på det aktuelle sted. Samt om det er tilladt at anvende elvarme på stedet, da der er forskellige restriktioner herom, som må undersøges i det enkelte tilfælde.

**Omsætning mellem energienheder**

Til sammenligning mellem de forskellige energienheder, og dermed også en økonomisk sammenligning, kan nedenstående tabel anvendes.

				Fyringsolie		Fuelolie		Naturgas	F-gas		Fjv.van	Damp
	KWh	MJ	Mcal	l	kg	l	kg	m <sup>3</sup> n	m <sup>3</sup> n	kg	m <sup>3</sup>	kg
1 kwh	1	3,6	0,860	0,100	0,085	0,091	0,089	0,093	0,036	0,078	0,025	1,596
1 MJ	0,278	1	0,239	0,028	0,024	0,025	0,025	0,026	0,010	0,022	0,007	0,443
1 Mkal	1,163	4,178*	1	0,116	0,099	0,106	0,103	0,108	0,042	0,091	0,029	1,856
1 l fyringsolie	10,0	36,2	8,6	1	0,855*	0,918	0,890	0,930	0,364	0,785	0,247	16,03
1 kg fyringsolie	11,7	42,3	10,1 *	1,170	1	1,073	1,041	1,088	0,426	0,918	0,289	18,75
1 l fuelolie	10,9	39,4	9,4	1,090	0,932	1	0,970*	1,013	0,397	0,855	0,269	17,47
1 kg fuelolie	11,3	40,6	9,7 *	1,123	0,960	1,031	1	1,045	0,409	0,882	0,277	18,01
1 m <sup>3</sup> n naturgas	10,8	38,9	9,3	1,075	0,919	0,987	0,957	1	0,392	0,844	0,265	17,24
1 m <sup>3</sup> n F-gas	27,6	99,2	23,7	2,744	2,347	2,519	2,443	2,552	1	2,155	0,677	43,99
1 kg F-gas	12,8	46,1	11,0	1,274	1,089	1,169	1,134	1,185	0,464	1	0,314	20,42
1 m <sup>3</sup> fjv. vand	40,7	146,5	35,0	4,053	3,465	3,720	3,608	3,769	1,477	3,182	1	64,97
1 kg damp a 100°C	0,627	2,255		0,062	0,053	0,057	0,056	0,058	0,023	0,049	0,015	1

## Varmeberegning

Varmeberegningen kan deles op i to afsnit:

- En **varmetabsberegning** til bestemmelse af, hvor store effektvarmekilder der skal anvendes til at erstatte varmetransmissionstabet.
- En **varmeforbrugsberegning** til bestemmelse af varmeanlæggets forbrugsomkostninger eller til sammenligning med et andet varmeanlæg.

## Varmetabsberegning

For at kunne finde den nødvendige energitilførsel til en bygning, skal der udføres en beregning af, hvor meget energi der trækkes ud af huset, dels ved transmissionstab og dels ved ventilationstab. Ved transmissionstab forstås den energi, der forlader bygningen p.g.a. temperaturforskelle mellem ude og inde. Ved ventilationstab forstås den energi, der bruges til opvarmning af indstrømmende luft p.g.a. luftfornyelse i bygningen.

Disse tab skal erstattes ved tilførsel af energi fra varmekilder og basisvarme. Varmekildernes installerede effekt bestemmes ud fra en transmissionstabsberegning plus et tillæg på 30 %. Basisvarmen er den del af varmetilskudet fra solindfald, elforbrug og personer, der nyttiggøres til rumopvarmning. Basisvarmen dækker normalt ca. 20 % af varmeforbruget.

$$\phi = \phi_y + \phi_v + \phi_d + \phi_g + \phi_t + \phi_{ven} \quad \text{beregnes i watt.}$$

Bygningens transmissionstab [Watt]

Hvor:

- $\phi$  = Det samlede transmissionstab.
- $\phi_y$  = Transmissionstabet gennem ydervæg.
- $\phi_v$  = Transmissionstabet gennem vinduer.
- $\phi_d$  = Transmissionstabet gennem døre.
- $\phi_g$  = Transmissionstabet gennem gulv.
- $\phi_t$  = Transmissionstabet gennem tag.
- $\phi_{ven}$  = Ventilationstab.

---

**INSTALLATIONER - VARMEANLÆG**

---

**"U" værdien**

For at kunne bestemme transmissionstabene er det nødvendigt at kende bygningsdelenes isolations-ejne. Denne fastsættes ved en "U" værdi for de forskellige materialer. "U" værdien kaldes varmetransmissionskoefficienten og måles i  $W/m^2 K$ . Den er udtryk for materialets varmeisolerende egenskab: Jo mindre "U" værdi desto mindre varmetab.

"U" værdien fortæller, hvor stort transmissionstabet er gennem  $1 m^2$  flade på en time, når temperaturforskellen mellem fladens to sider er på  $1^\circ C$ .

"U" værdierne kan bestemmes helt nøjagtigt ud fra tabeller og beregninger i DIF regler for "beregning af bygningers varmetab" eller i skemaer og tabeller fra Dansk forening af fabrikanter af varmeisoleringsmateriel.

Men til en varmetabsberegning i en normal bygning, udført af traditionelle bygningsmaterialer, vil vi her anvende en mere enkel metode, idet vi fastsætter nogle enkelte "U" værdier som disse:

for ydervæg:	$U_y = 0,4 W/m^2K$
for dobbelt glas:	$U_v = 2,4W/m^2K$
for tredobbelt glas:	$U_v = 1,9W/m^2K$
for døre:	$U_d = 2,0W/m^2K$
for gulv:	$U_g = 0,3W/m^2K$
for tag:	$U_t = 0,2W/m^2K$

De forskellige transmissionstab beregnes som følger:

$$\phi_y = A \cdot U_y (\theta_i - \theta_u)$$

$$\phi_v = A \cdot U_v (\theta_i - \theta_u)$$

$$\phi_d = A \cdot U_d (\theta_i - \theta_u)$$

$$\phi_g = A \cdot U_g (\theta_i - \theta_j)$$

$$\phi_t = A \cdot U_t \cdot 1,15 (\theta_i - \theta_u)$$

---

**INSTALLATIONER - VARMEANLÆG**

---

---

 INSTALLATIONER - VARMEANLÆG
 

---

hvor:  $A$  = transmissionsareal i  $m^2$

$\theta_i$  = indetemperatur, normalt sat til  $20\text{ }^\circ\text{C}$

$\theta_u$  = udetemperatur, normalt sat til  $-12\text{ }^\circ\text{C}$

$\theta_j$  = jordtemperatur, normalt sat til  $8\text{ }^\circ\text{C}$

Ved beregning af  $\phi_t$  regnes med et tillæg på 15 % p.g.a. udstrålingen til himmelrummet.

$$\phi_y = A \cdot U_y (\theta_i - \theta_u)$$

$$\phi_v = A \cdot U_v (\theta_i - \theta_u)$$

$$\phi_d = A \cdot U_d (\theta_i - \theta_u)$$

$$\phi_g = A \cdot U_g (\theta_i - \theta_j)$$

$$\phi_t = A \cdot U_t \cdot 1,15 (\theta_i - \theta_u)$$

$$\Phi_{vent} = \rho \cdot c \cdot V \frac{n}{3600} (\theta_i - \theta_u) = 0,34 \cdot n \cdot V (\theta_i - \theta_u)$$

hvor:  $V$  = rummets volumen i  $m^3$  (indvendige mål)

$n$  = luftskiftet for alm. rum sættes til 0,5 gange pr. time

$\rho$  = luftens massefylde sættes til  $1,205\text{ kg/m}^3$

$c$  = luftens varmekapacitet  $1005\text{ J/kg}$ .

Ved sammenlægning af alle de enkelte transmissionstab fås det totale transmissionstab, som er lig med bygningens varmebehov, udtrykt i watt.

For at have effekt nok til at kunne klare en eventuel spidsbelastning, og for at have tilstrækkelig reguleringseffekt til rådighed, lægges der 30 % til det beregnede varmebehov.

Vi har så: Den installerede effekt.

$$\phi_{inst} = \phi + 30\%$$

Ved at dividere  $\phi_{inst}$  med bygningens areal fås bygningens watt/ $m^2$ . Udfra dette tal kan så beregnes, hvor mange watt der skal installeres i de enkelte



---

**INSTALLATIONER - VARMEANLÆG**


---

rum.

Med hensyn til kWh forbruget til varmt vand kan der ikke gives noget entydigt forbrug, da dette varierer meget. En undersøgelse af 240 enfamiliehuse og 999 etageejendomme har vist følgende:

	Min. KWh	Gn.snit KWh/år	Max. KWh/år
Enfamiliehuse	700	2200	4600
Lejlighed	1300	1800	2800

Der kunne heller ikke påvises nogen sammenhæng mellem beboerantal, boligens størrelse og boligens forbrug.

## Graddage

Graddage er et udtryk for, hvor koldt det har været i en periode. Graddage anvendes til at sammenligne et års forbrug med et andet års forbrug, eller en bygnings forbrug med en anden bygnings forbrug. De anvendes også til beregning af en bygnings varmekonsum.

Graddagene for en periode findes ved at gange antallet af døgn i en given periode med differencen mellem indetemperaturen og den gennemsnitlige udetemperatur. Den indvendige temperatur sættes som regel til 17 °C, idet det daglige varmetilskud fra andre varmekilder og personer ofte kan dække temperaturdifferencen på 3 °C op til rumtemperaturen på 20 °C .

Hvis man skal sammenligne et års forbrug med et andet års forbrug, kan man ikke umiddelbart sammenligne energimængderne, fordi det ene år kan have været meget koldt, mens det andet år kan have været meget mildt. For at kunne foretage en sammenligning må man derfor korrigere forbrugene således, at de bliver sammenlignelige. Det mest nor-

---

**INSTALLATIONER - VARMEANLÆG**

---

male er at korrigere forbrugene, så de svarer til et "normalår".

*Et normalår regnes til 2906 graddage.*

## El-radiatorer

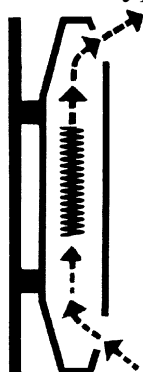
El-radiatorer skal udelukkende vurderes ud fra deres måde at afgive varmen på.

Den åbne type el-radiator er den type, som de fleste fabrikanter kan levere og derfor også den mest anvendte. I den åbne type passerer luftstrømmen direkte forbi de indkapslede varmelegemer.

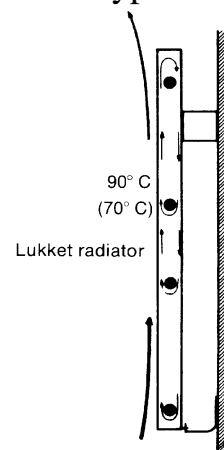
I den lukkede type opvarmes luften fra radiatorens yderside, som har en lavere temperatur end varmelegemet. Som følge heraf har den derfor en større overflade end den åbne. Med den åbne kan der godt forekomme misfarvning af væggen over radiatoren på grund af støv i luften, der forbrænder på varmelegemerne, når luften passerer forbi. Varmetransmissionen fra radiatorerne er dels stråling og dels konvektion. Dette fordeler sig ca. således:

	% Strålevarme	% Konvektion
Lukket type	50 - 70	50 - 30
Åben type	20 - 50	80 - 50

Lukket type



Åben type

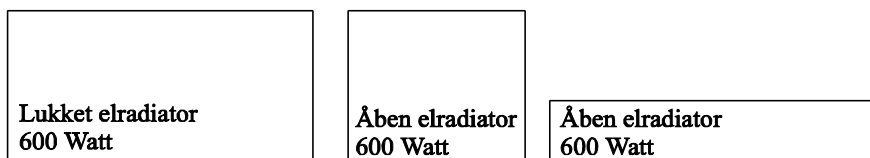


---

**INSTALLATIONER - VARMEANLÆG**


---

Herunder vises størrelsesforhold mellem lukket og åben type.



Elradiatoren er udstyret med afbryder, termostat og evt. element til sænkning af temperaturen på tidspunkter, hvor der ikke er brug for så megen varme. Dette element kobles til og fra af en eller anden form for tidsstyring.

Termostaten og termostatknappen er normalt placeret i et hjørne på frontpladen og i børnesikret udførelse. Termostatknop med gradinddeling kan justeres efter et stuetermometer. Radiatoren tændes og slukkes manuelt med en afbryder, som er anbragt ved termostatknappen.

Elradiatorer bør helst placeres under vinduer. Herved undgås træk og kulde fra vinduerne, ligesom den bedste temperaturfordeling i rummet opnås.

## Varmepaneller

Varmepaneller er et system, der på væsentlige punkter adskiller sig fra traditionelle radiatorsystemer. Varmeafgiveren er udført som et panel, anbragt på fodpanelets plads.

På de længder, der ikke indeholder varmelegemer, er panelet udført som et blindpanel, der så kan have indlagt 230V lysinstallation, f.eks. stikkontakter. På denne måde opnås en varmeomslutning i rummet, hvilket giver en ensartet og jævn varmfordeling med lille temperaturforskelle mellem gulv og loft. Samtidig opnås der mulighed for friere møbelplacering. Temperaturen styres af en rumtermostat i hver rum. Anlægsudgifterne for varmpaneller er en del højere end for elradiatorer.

## Varmekabler

Varmekabler anvendes til flere forskellige formål f.eks.:

- Gulvopvarmning i boligen.
- Frostsikring af rør.
- Frostsikring af tagrender og nedløbsrør.
- Frostsikring af køre - og gangarealer.
- Opvarmning af vækstbede, drivhuse o.l.
- Komfortopvarmning af varmtvandsforsyning.

Varmekabler udføres i to typer:

- **Konfektionskabel**, der varmer lige meget i hele kablets længde, og leveres i forskellige faste længder, alt efter hvilken effekt der ønskes.
- **Selvregulerende varmekabel**, der varmer forskelligt på længden, alt efter hvor der er behov for varme, og det kan leveres i den længde man har brug for.

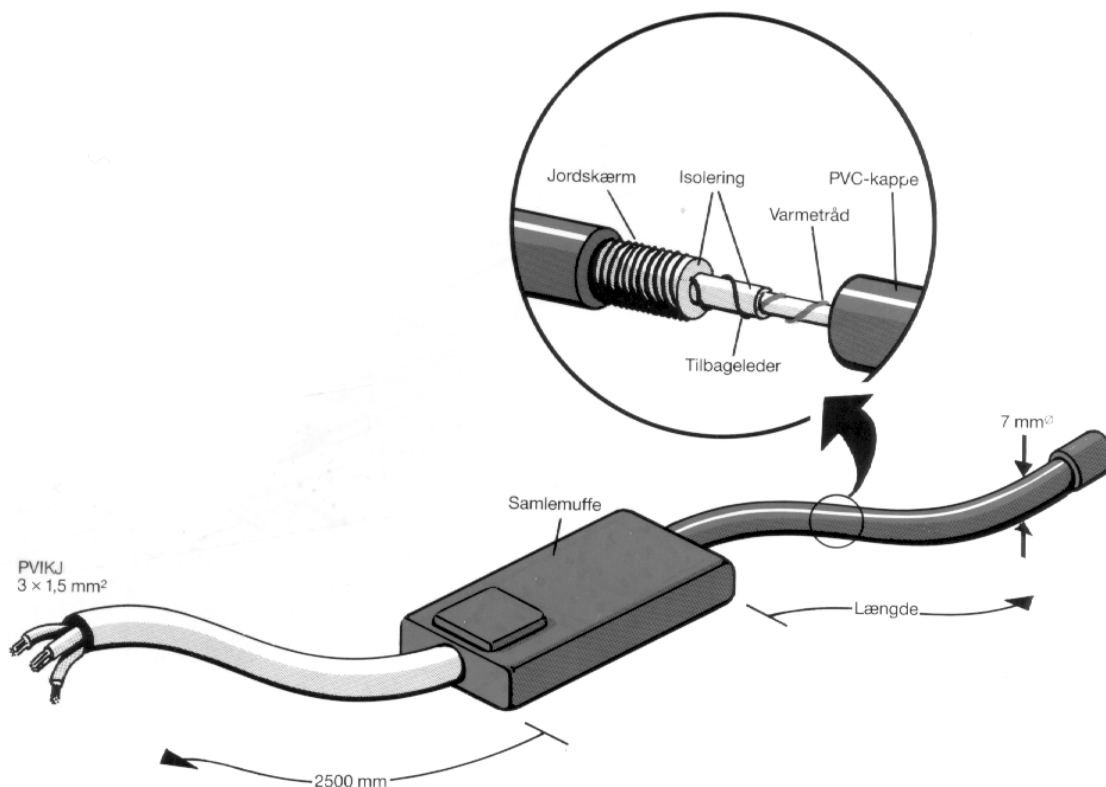
Et konfektionskabel er et varmekabel med en eller to ledere, omviklet af en beskyttelseskærm. Kablet leveres i færdigkonfektionerede længder. I kabler med en leder er der en varmetråd, isoleret af en PVC kappe og afsluttet i hver ende med "en kold ende". Kablet er et 2 x 2,5 mm<sup>2</sup> PVIKJ.

I kabler med to ledere er den ene leder varmelederen. Den anden leder fører strømmen tilbage. Kablet, et 3 x 2,5 mm<sup>2</sup> PVIKJ, er tilsluttet i den ene ende via "en kold ende".

---

**INSTALLATIONER - VARMEANLÆG**


---



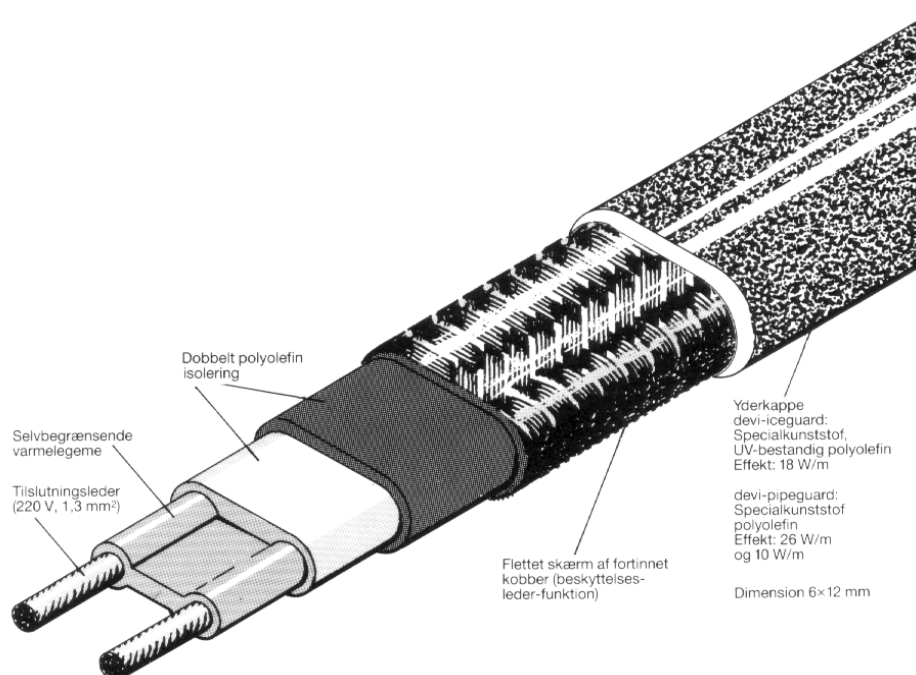
Det selvregulerende varmekabel består af to parallelførte kobberledere, hvorimellem der placeres et temperaturafhængigt modstandselement med en positiv modstandskaraktistik. Dette regulerer og begrænser kablets varmeafgivelse. Denne regulering og ydelse kan være forskellig hvor som helst på varmekablet, svarende til den aktuelle omgivelsestemperatur. Desto koldere det er, desto varmere kabel.

Gennem denne selvregulering forhindres en overophedning af kablet, også hvis to kabler krydser hinanden. På grund af den parallelle strømtilførsel kan varmekablet afskæres hvor som helst på længden. (Se næste billede).

---

**INSTALLATIONER - VARMEANLÆG**


---



## Konfektionskabler

Til gulvopvarmning i boligen anvendes normalt konfektionskabler. Disse leveres med forskellig effekt pr. meter, f.eks. 7,5 W/m, 10 W/m, 15 W/m.

Nedenstående oversigt angiver, hvor mange "W/m", der skal anvendes til forskellige formål.

*Anvendelse af varmekabel til: kabelydelse i W/m*

Indstøbning i beton til total gulvvarme:	15 W/m
Indstøbning i beton til suppleringsvarme:	10 W/m
Nedlægning i gulvspartel:	10 W/m
Udlægning under trægulv på strør:	10 W/m
Frostsikring af tagrender og nedløb:	30 W/m
Frostsikring af rør:	7,5 W/m
Opvarmning af jord i væksthuse ol.:	15 W/m
Dugfjernelse på spejle <0,75 m <sup>2</sup> :	7,5 W/m
Dugfjernelse > 0,75 m <sup>2</sup> :	15 W/m
Frostsikring af køreramper, opkørsler, trapper, flisegange, ol.:	15 W/m

---

**INSTALLATIONER - VARMEANLÆG**


---

Nedenstående tabel angiver effektbehovet i forskellige rum. Med denne oplysning, og med kendskab til de aktuelle effektbehov pr. meter, kan den kabel-længde, der skal anvendes, udregnes.

<b>Effektbehov i forskellige rum</b>			
Rumtype	Anbefalet effekt totalopvarmning W/m <sup>2</sup>	Anbefalet effekt Suppleringsvarme W/m <sup>2</sup>	Max. tilrådeligt W/m <sup>2</sup>
Vindfang/Hall	70–120	40 - 80	200
WC	70– 90	30 - 60	200
Bad	100–150	50 - 75	200
Køkken	60– 90	30 - 50	150
Stue	80–100	45 - 70	150
Soverum	60– 90	30 - 50	100
Gang	60– 90	30 - 50	100
Børneværelse	80–100	50 - 75	150
Kælder	80–100	50 - 75	150
Kontor	60– 80	30 - 40	100
Butik	60– 80	30 - 40	100
Kirker	100–200	50 - 100	200
Frostrum	15–18		
Trægulve	80		80
Tynde gulve	80–110		120

<b>Læggeafstande</b>	
Effekt W/m <sup>2</sup>	Læggeafstand cm
ca. 50	30
ca. 55	27
ca. 60	24
ca. 70	21
ca. 80	18
ca. 100	15
ca. 120	12
ca. 160	9
ca. 250	6

### Selvregulerende varmekabler

Det selvregulerende varmekabel kan med fordel anvendes, hvor der er tale om varierende temperaturer som f.eks. til frostsikring af tagrender og nedløb, og til frostsikring af rør. Kablet er dyrere i anskaffelse end konfektionskablet, men er billigere i drift, fordi det først varmer, når der er behov for det.



---

**INSTALLATIONER - VARMEANLÆG**


---

Nedenstående tabel angiver max. varmekabellængde ved forskellige omgivelsestemperaturer.

Omgivelses- temperatur C	10 W/m			18W/m			26 W/m		
	Sikring			Sikring			Sikring		
	10A	16A	20A	10A	16A	20A	10A	16A	20A
	Maximal varmekabellængde ved 230 V								
	m	m	m	m	m	m	m	m	m
-20	87	144	183	49	77	111	51	58	73
-10	102	166	196	55	89	123	57	66	84
0	116	187	211	63	102	135	66	77	97
+10	125	196	251	73	117	146	77	90	113

Ved dimensionering og bestemmelse af et varmekabel, må der i øvrigt henvises til Stærkstrømbekendtgørelsen Afsnit 6, kapitel 808 og fabrikantens anvisninger.

### Generelle foreskrifter for varmekabler til gulvvarme

1. Installering af et varmekabel skal udføres af en autoriseret el-installatør og skal udføres i henhold til Stærkstrømsbekendtgørelsen, kapitel 808, og i overensstemmelse med fabrikantens anvisninger.
2. Varmekabler må under normal drift ikke foranledige højere temperatur på tilstødende brandbare dele end 80 °C.
3. Varmekablets mindste tilladelige bøjningsdiameter er 20 mm.
4. Til- og afslutningsmuffer skal placeres i det materiale, der skal opvarmes. Undgå bøjninger af varmekablet og tilledninger nær muffen.
5. Brug kun anbefalet og godkendt montage materiale.

---

## INSTALLATIONER - VARMEANLÆG

---

6. Kabelstrips eller kabelclips, ståltråd el.l. må ikke anvendes til fastgørelse af varmekablet.
7. Underlaget, hvorpå varmekablet skal udlægges, skal rengøres og skarpe genstande fjernes.
8. Inden tilstøbningen skal kablets modstand og isolationsmodstand måles. Umiddelbart efter støbningen foretages endnu en kontrolmåling.
9. I den faste installation skal der foran kablet være anbragt en afbryder, dette kan være gruppeafbryderen.
10. For at gøre kablet smidigere ved udlægningen kan der tilsluttes spænding kort tid inden udlægningen.
11. Varmekablet må ikke tages i brug, før betonen har haft en naturlig udtøringsperiode d.v.s. 6-8 uger.
- ★ Kablets beskyttelseskærm skal tilsluttes forskriftsmæssigt.
12. Varmekabler til rumopvarmning bør altid styres af en termostat med føler i et rør i betonen sammen med varmekablet.
13. Varmekablets strenge må ikke ligge op til hinanden, ligesom de heller ikke må krydse hinanden.
14. Varmekablets installation skal være beskyttet af et HFI eller HPFI relæ.

### Infravarmestråler

Denne form for varme er 100 % strålevarme. Den karakteriserer sig ved kun at opvarme det varmemestrålen rammer. Den anvendes f.eks. til opvarmning udendørs på terrasser, arbejdspladser, serveringspladser ol. Indendørs anvendes den f.eks., hvor der ønskes en øjeblikkelig varmefornemmelse, f.eks. et baderum, værksted, butik, o.l.

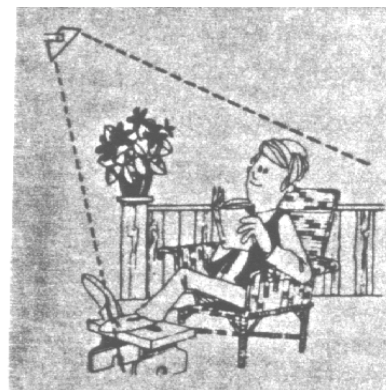
Strålevarmen består af en varmestav og en reflektor. Varmestaven består af en, to eller tre konstantantråde indlagt i et keramisk materiale, som er omsluttet

---

**INSTALLATIONER - VARMEANLÆG**

---

af et metalhylster. Ved at ændre på varmetrådenes sammenkobling, efter fabrikantens anvisning, kan varmestralernes effekt ændres. Man skal være opmærksom på, at der godt kan blive tale om temmelig store effekter, som derfor skal tilsluttes 400 V. Gruppeafsætningen til et strålevarmeanlæg kræver derfor ofte sin egen 4 pol. gruppe.



Det er svært at give en nøjagtig angivelse af effektbehovet i de forskellige anvendelsessituationer, da der er flere ukontrollable faktorer, der har indflydelse på behovet. Det kan f.eks. være træk, vindstyrke og retning, lufttemperatur, påklædning, opholdstid og afstand fra strålevarmeren. Følgende skema angiver nogle omtrentlige effektbehov pr. m<sup>2</sup>. Tallene i skemaet gælder under forudsætning af:

- opholdet er uden overtøj
- lufttemperaturen er min. 12 °C, uden blæst
- opholdet er max. 3 timer
- opholdet er i en afstand af ca. 2 m fra strålevarmen.

---

**INSTALLATIONER - VARMEANLÆG**


---

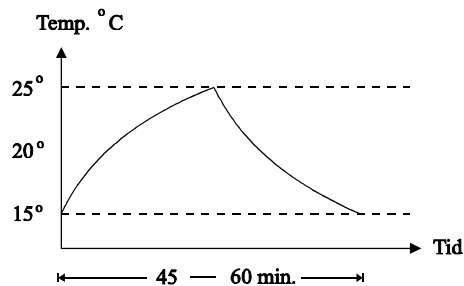
Watt pr. m <sup>2</sup> gulvflade for den del af lokalet, der skal opvarmes	Lokalitet	Eksempler
Ca. 150 W/m <sup>2</sup>	Indendørs	Boliger, kontorer, gymnastiksale, samlingslokaler, butikker og værksteder
Ca. 300 W/m <sup>2</sup>	Lukket	Verandaer, telte, kapeller, omklædningsrum, etc.
Ca. 500 W/m <sup>2</sup>	Åben	Altaner, kiosker, uderum, etc.
Ca. 700 W/m <sup>2</sup>	Udendørs	Arbejdspladser, serveringspladser, terrasser, swimmingpools, etc.

Der skal endvidere regnes med, at den oplyste effekt skal fordobles for hver 6 graders sænkning af lufttemperaturen. Ligeledes skal der regnes med en fordobling af effekten, hvis opholdstiden ændres til 6 timer.

## Varmestyring

For at opnå et økonomisk styret varmeanlæg, er det nødvendigt med en eller anden form for styring. Det kan i det simpleste tilfælde være en enkelt rumtermostat eller en mere økonomisk styring med temperatursænkingsstyring. Det kan f.eks. være:

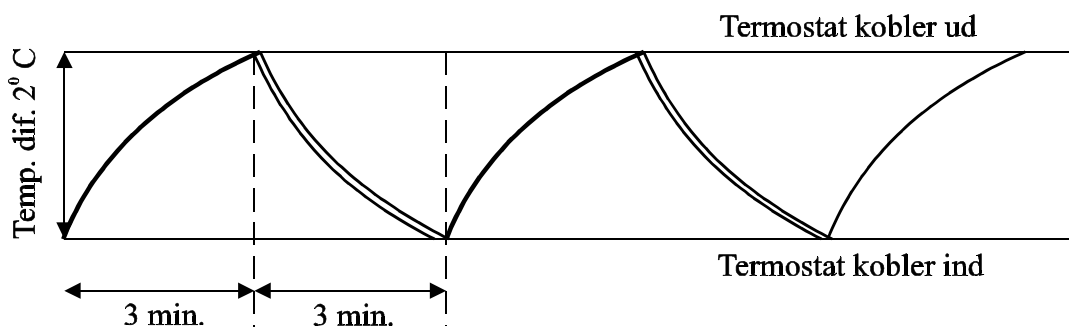
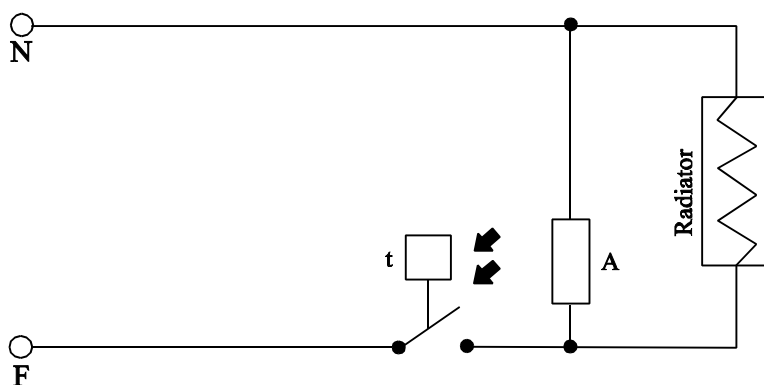
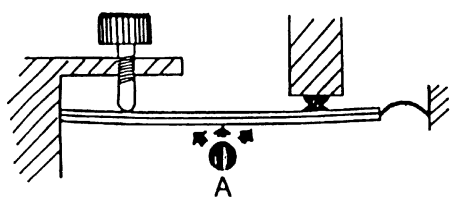
1. Termostatstyring.
2. Termostat styring med temperatursænkningselement.
3. Zone inddelt termostatstyring med temperatursænkningselement.



Termostatstyringen reguleres fra en termostat i hvert rum eller, hvis der er et varmeanlæg med radiatorer, er disse normalt udstyret med påbygget termostat. En sådan termostat er forsynet med et accelerationselement, som bevirker et mere jævnt temperatursvingningsforløb under opvarmningen. Uden et sådant element ville temperaturforløbet være som vist på tegning.

INSTALLATIONER - VARMEANLÆG

Dette vil give en meget dårlig varmekomfort med en stor temperaturvariation i lokalet, stor overfladetemperaturforskel på radiatorerne, og det ville være meget uøkonomisk. I stedet anvendes en lille modstand inde i termostathuset, der opvarmer bimetalskontakten, når varmekilden er tilsluttet, og sørger dermed for en hurtig afbrydning efterfulgt af en hurtig indkobling igen. Forløbet er illustreret på nedenstående tegning og cyklusurve. Modstanden kaldes et accelerationselement.

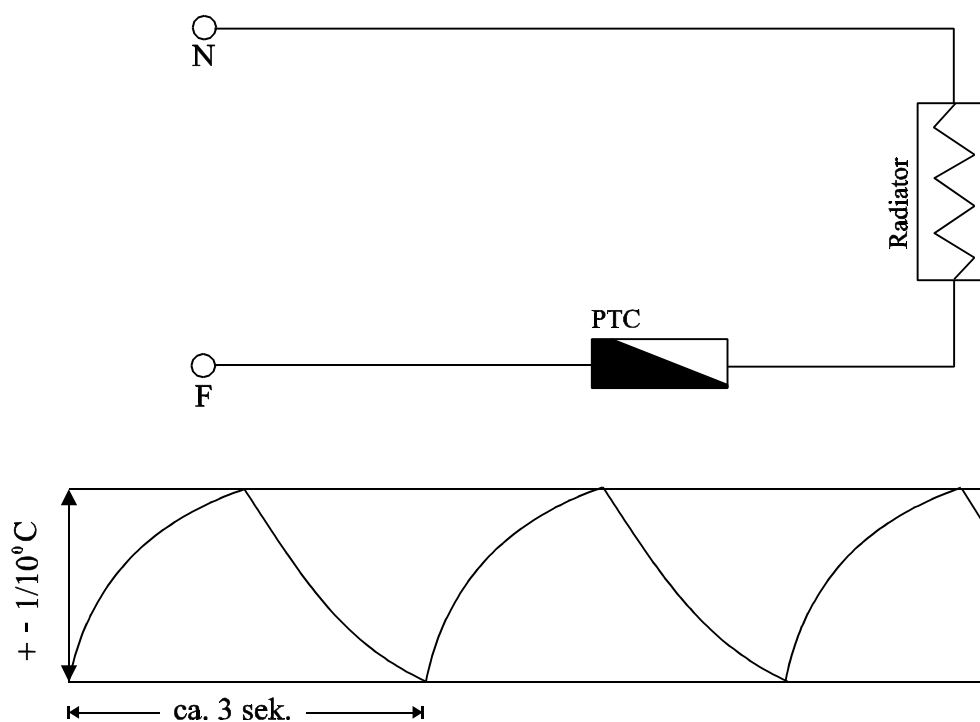


---

**INSTALLATIONER - VARMEANLÆG**

---

Dette giver en meget mindre temperaturvariation med en dermed bedre varmekomfort. Anvendes en elektronisk termostat, d.v.s en PTC modstand i stedet for en bimetalstermostat, opnås en endnu bedre varmekomfort, idet denne kun har en temperaturdifferens på  $\pm 1/10$  °C og dermed en cyklostid på nogle få sekunder.



### **Termostatstyring med temperatursænkningselement**

For at opnå en bedre varmeøkonomi, anvendes der som regel altid en automatisk temperatursænkning i de tidsrum, hvor varmebehovet ikke er der. Det er f.eks., når der ikke er nogen hjemme, eller i rum, som kun anvendes på bestemte tider af døgnet, eller om natten når varmebehovet ikke er så stort i rummet. En sådan temperatursænkning kaldes for en "natsænkning". Denne natsænkning styres af et natsænkningselement, der består af en ohmsk modstand, som opvarmer bimetall-/PTC termostaten, således at den får opfattelsen af, at der er varmt nok i rummet og derfor afbryder for varmekilden. Natsænkningselementet kan være udført således, at den kan indstilles til, hvor meget varmen i rummet skal sænkes til, eller som en fast modstand, der sænker temperaturen et bestemt antal grader.

Det er ikke tilrådeligt at sænke temperaturen længere ned end til 15 °C, da det vil koste for megen energi at hæve den igen, og således begrænse besparelsen. Det er heller ikke godt for inventaret at komme under denne temperatur, da der her er stor mulighed for fugtdannelse.

Foruden natsænkningselementet i bimetallstermostaten består et natsænkningselement også af en balanceringsmodstand, en NTC modstand, og en kondensator.

### Termistorstyret termostat

Balanceringsmodstanden skal hjælpe temperaturen hurtig op, efter den har været sænket. Dette gøres ved, at den er placeret således i termostathuset, at dens varme tvinger bimetallet til at forblive lukket, også selv om accelerationsmodstanden vil forsøge at åbne den.

NTC modstanden er placeret således, at den føler på lufttemperaturen, eller hvis det er på en radiator, den sidder, føler den på radiatorpladen. Når temperaturen stiger, falder dens modstand, og strømmen ledes gennem denne uden om balanceringsmodstanden. Se tegningen. Accelerationselementet får nu overtaget og afbryder bimetalskontakten. Kondensatoren "C" sidder som en spændingsbegrænser. Den vil ved stigende strøm tage en større del af spændingen og således beskytte termistoren.

Termistorstyret termostat:

A: Accelerationselement.

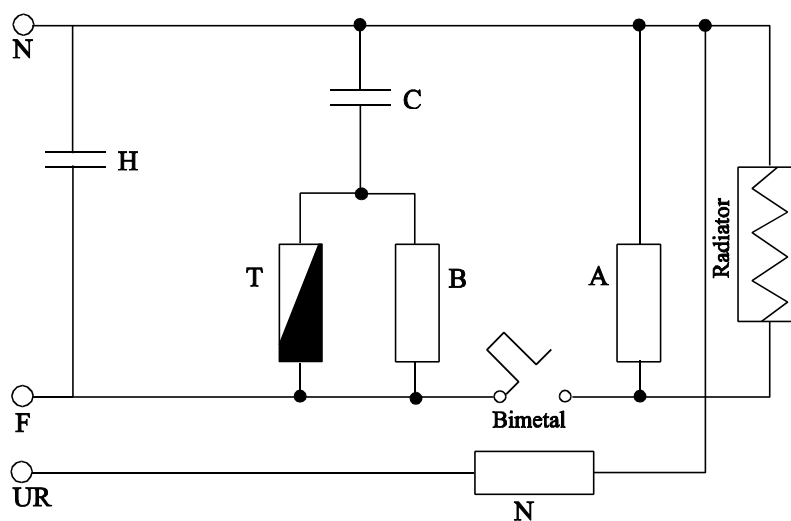
N: Natsænkningsmodstand.

B: Balanceringselement.

T: NTC modstand(termistor).

C: Spændingsbegrænser.

H: Støjkondensator.



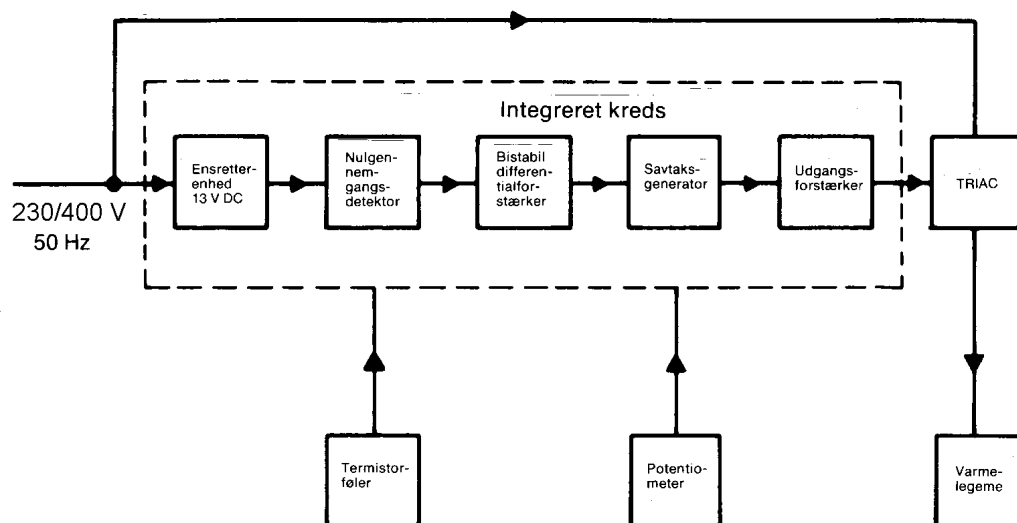


## Elektronisk termostat

En ulempe ved mekaniske termostater af bl.a. bimetaltypen er relativ lang cyklustid, samt kontaktstøj. Disse ulemper kan fjernes ved anvendelse af en elektronisk termostat. Reguleringen i en elektronisk termostat er baseret på en såkaldt nulgennemgangsstyring af en triac og indebærer en styring af radiatorens indkoblingstid i området 0-30 s afhængig af effektbehovet.

Triac'en virker som en 1-polet afbryder, idet den bliver styret fra styresignaler i elektronikken. Nulgennemgangsstyringen har den fordel, at effekten er nul når radiatoren kobler ind, hvilket medfører at højfrekvens støj, som influerer på radio og TV, er fjernet.

## Blokdiagram



**Virkemåde**

Den elektroniske termostats principelle virkemåde er vist i blokdiagrammet.

Hele elektronikken med undagelse af føler, potentiometer til regulering af temperaturen og triac, er samlet i en integreret kreds.

Netspænding bliver gennem ensretterenheden reduceret til 13 V DC til styring af elektronikken.

Styresignalerne fra nulgennemgangsdetektoren går over en bistabil vippe, før de forstærkes op i en udgangsforstærker og tænder triacen.

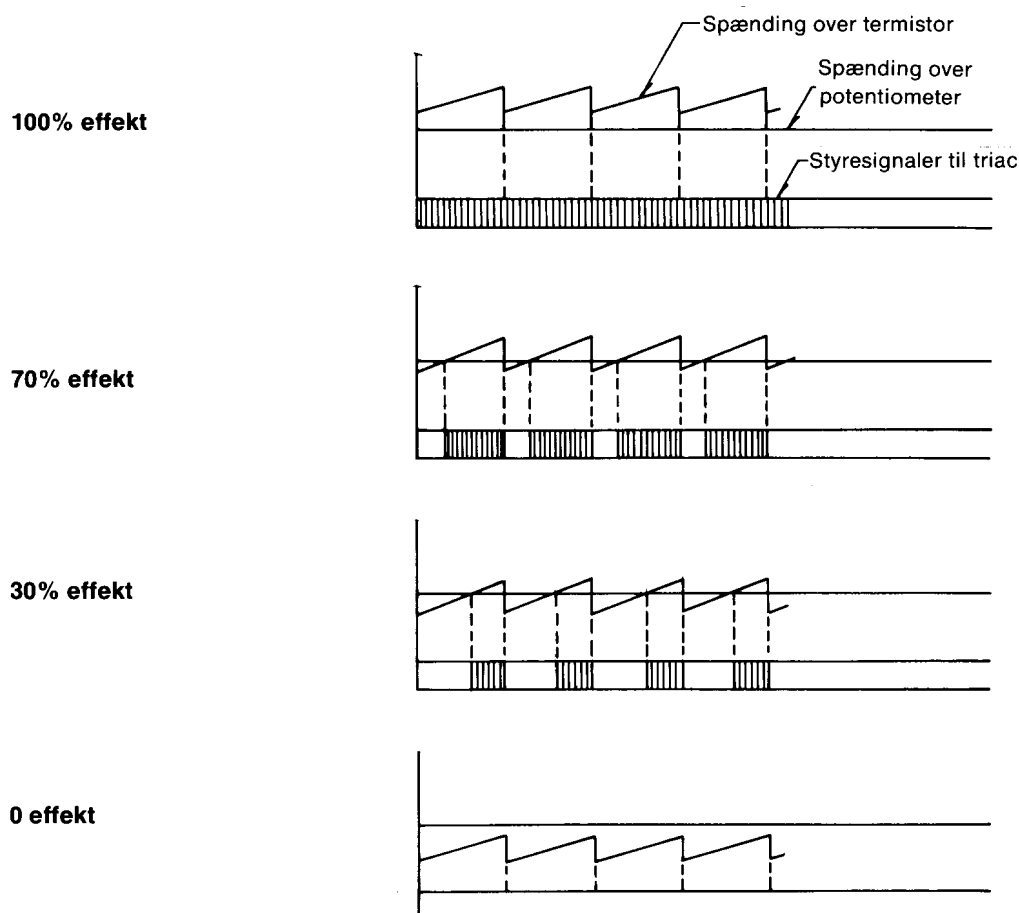
Vippen har to tilstande, den ene, som lige omtalt, hvor den tænder triacen og dermed radiatoren. I den anden tilstand vil der ikke komme signal til triacen, hvorved radiatoren ikke vil tænde.

Styringen af den bistabile vippe sker gennem et potentiometer, som bliver indstillet på en bestemt modstand, svarende til den ønskede rumtemperatur, og en termistor, som varierer sin modstand efter rumtemperaturen. Savtaksgeneratoren producerer en spænding, som fastlægger cyklustiden til 30 s.

Elektronikken vil nu arbejde ved en spændingsforskel mellem savtaksspændingen over potentiometeret som vist i funktionsdiagrammerne.

## Funktionsdiagrammer

Funktionsdiagrammerne viser forholdet mellem savtaksspændingen over termistoren og spændingen over potentiometeret og dermed styringen af triacen ved forskellige effektbehov.



I diagrammet for 100 % effekt ses, at savtaksspændingen over termistoren hele tiden ligger højere end spændingen over potentiometeret, det vil betyde, at vippet hele tiden er i den tilstand, hvor nul gennemgangsdetektoren vil tænde triacen og dermed effekten.

I diagrammet for 70 % effekt ses, at savtaksspændingen i ca. 1/3 af perioden ligger under potentiometer-spændingen; når savtaksspændingen er lavere end potentiometerspændingen vil vippet være i den tilstand, hvor triacen er slukket, hvilket igen vil sige, at effekten vil være udkoblet i ca. 10 s, indkoblet i ca. 20 s. osv.

Diagrammet for 30 % effekt svarer til diagrammet for 70 %, blot vil effekten her være udkoblet i ca. 20 s., indkoblet i 10 s. osv.

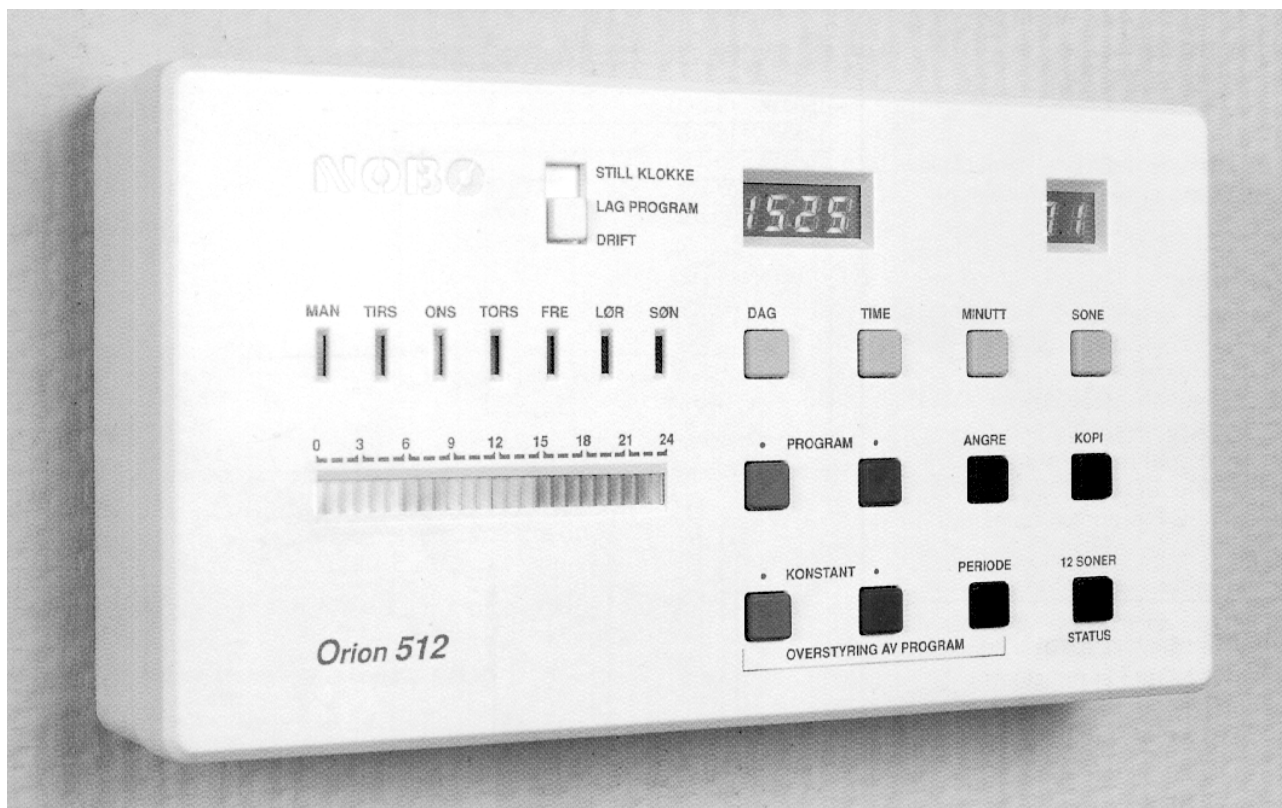
I diagrammet for 0 effekt er savtaksspændingen hele tiden lavere end potentiometerspændingen, hvilket vil betyde, at triacen, og dermed effekten, hele tiden er slukket.

## **Økonomistyring**

At økonomistyre et varmeanlæg gøres ved at inddele huset i zoner og i disse have forskellige tidspunkter for temperatursænkningen og måske også forskellige temperatursækningsniveauer. Dette kan gøres ved at anvende et ur for hver zone, evt. et elektronisk med flere kanaler. En anden mulighed er at styre med højfrekvenssignaler på lavvoltinstallationen, omkring ca. 100 kHz.

Der findes idag et system fra det norske firma "NO-BØ" med 12 kanaler og dermed mulighed for at styre på 12 zoner. Dette vil normalt være mere, end man har brug for til en varmestyring, så de overskydende zoner kan evt. anvendes til anden styring, f.eks. til styring af lys, radio, kaffemaskine ol. Hver zone kan indstilles individuelt over alle ugens dage og over 24 timer med 1 times interval. Hver kanal har således en modtager, der indsættes i den/de varmeovne, som styres af den pågældende kanal. Det kan også være en modtager, der er indsat i en stik-kontakt eller lampeudtag for at styre andet end varme. Ved installering af et sådant anlæg skal der monteres et RC filter i indgangen til installationen for at forhindre, at HF støj fra anlægget skal forstyrre andre installationer.

Er belysningsanlægget i boligen udført med IHC styring, er der også mulighed for med dette system at udføre en zonestyling af varmeanlægget. En nærmere beskrivelse af dette anlæg og dets anvendelsesmuligheder beskrives i IHC-litteratur.



## El-vandvarmere

For bedre at forstå princippet i de forskellige monteringsmåder for elvandvarmere er det væsentligt at gøre sig klart, at vand udvider sig, når det bliver varmt. Det kan ikke sammenpresses som f.eks. luft, og kogepunktet kan stige til over 100 °C, når beholderen er under tryk.

Ved udskiftning af varmelegemet må man være opmærksom på, at det nye varmelegeme har den rigtige effekt. Dette er særlig vigtigt, hvor der i forbindelse med vandvarmeren er monteret en sikkerhedsventil, som kræves ved visse monteringsformer.

Der gælder ganske bestemte regler for varmelegemets størrelse og sikkerhedsventilens lysning, der minimum skal være 3/4" ved varmelegemer indtil 3kW.

Brugeren er forpligtet til jævnligt at aktivere sikkerhedsventilen for at sikre, at den ikke er kalket fast med kedelsten eller lignende.

Elvarmere med evt. sikkerhedsudstyr skal opsættes i rum, der under vandvarmerens brug er - eller holdes frostfrit.

Eltilslutningen må først foretages, når vandvarmeren er fyldt med vand; dette kan kontrolleres ved at åbne varmtvandshanen, til vandet løber ud af denne.

## **Typer**

Elvandvarmere kan opdeles i to hovedgrupper:

- Gennemstrømningsvandvarmere.
- Forrådsvandvarmere.

Forrådsvandvarmerne, det vil sige de akkumulerende, kan igen opdeles i typer efter monteringsformen:

- Trykvandsvarmeren.
- Overløbsvandvarmeren.
- Tømningsvandvarmeren.

## **Forrådsvandvarmere generelt**

Forrådsvandvarmere indeholder en vis mængde opvarmet vand, som kan tappes over et kortere eller længere tidsrum, men er beholderen først tømt, varer det et stykke tid, før den atter kan levere varmt vand.

Forrådsvandvarmere kan teoretisk levere en ubegrænset mængde vand pr. tidsenhed, men den tid, den kan levere varmt vand i, er begrænset.

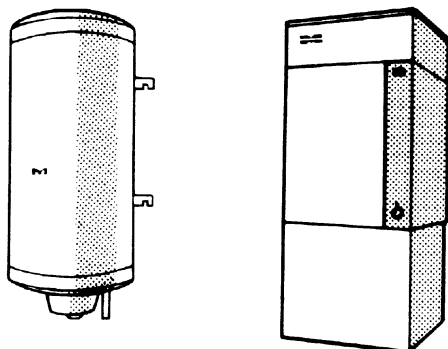
Forrådsvandvarmere består af en indvendig stålbeholder, der kan tåle det tryk, vandvarmeren er beregnet til, normalt 6 atm., en isolering, en yderbeholder samt et varmelegeme.

Vandvarmerne er desuden forsynet med en indstillelig termostat, der ved at koble varmelegemet ind og ud holder den ønskede vandtemperatur.

Foruden denne termostat er vandvarmerne forsynet med en to- eller tre-polet overkogningssikring, der efter udløsning ikke kan genindkobles, men må udskiftes efter en grundig undersøgelse af vandvar-

meren. Overkøgningssikring er en ekstra sikkerhed og skal kun afbryde, hvis termostaten svigter, eller der sker en anden fejl i vandvarmeren.

## Trykvandvarmeren

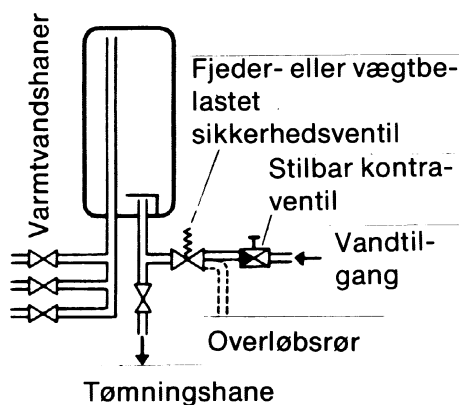


Denne type er den mest anvendte på grund af dens store anvendelsesområder. Trykvandsvarmeren kan forsyne så mange tappesteder, som det ønskes, og hvor det ønskes.

Trykvandsvarmeren skal altid forsynes med sikkerhedsventil og kontraventil, idet alle afgange fra beholderen er spærret, når der ikke tappes vand. Vandvarmeren er altså under tryk på grund af den udvidelse, der sker, når vandet opvarmes, deraf navnet.

## Virkemåde

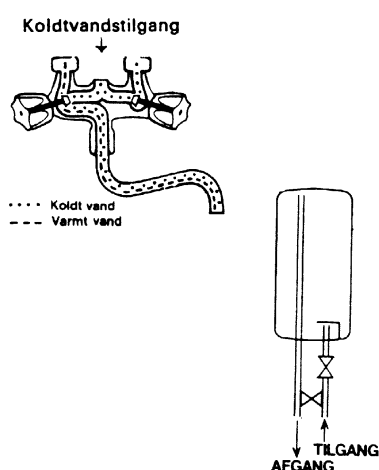
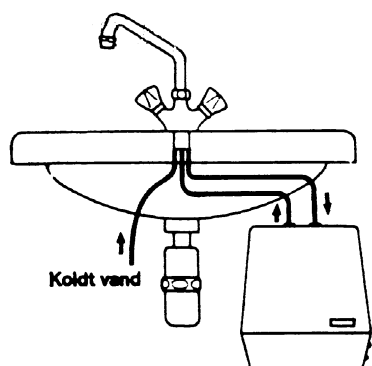
Når der åbnes for en af varmtvandshanerne, vil dels trykket i beholderen og dels vandværkstrykket presse vand ud af hanen, og samtidig vil en tilsvarende mængde koldt vand blive tilført beholderen fra vandrørsnettet.



Det varme vand presses ud foroven i beholderen, mens det kolde vand tilføres forneden. Beholderen vil derfor indeholde såvel koldt som varmt vand, der normalt ikke blander sig, men står med en skilleflade et eller andet sted i beholderen afhængig af den tappede vandmængde. Varmelegemet, der er placeret i bunden af beholderen, vil opvarme det kolde vand, der efterhånden som det bliver varmt, stiger op i beholderen.

En beholder, der er konstrueret til lodret montering, må ikke monteres vandret, da denne kræver 30 % mere effekt p.g.a. den større skilleflade mellem varmt og koldt vand.

## Overløbsvandvarmere



Overløbsvandvarmeren kan kun forsyne et tappested, eller, hvis de sidder umiddelbart ved siden af hinanden, to, f.eks. håndbruser og vandhane i samme baderum.

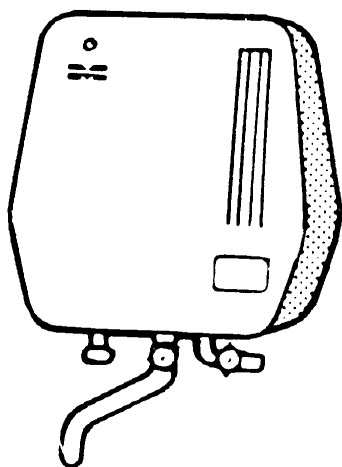
Er vandvarmeren monteret som overløbsbeholder, kræves der hverken sikkerhedsventil eller kontraventil, da afgangen fra vandvarmeren altid er åben, og udvidelsesvandet derfor kan løbe den vej ud.

Overløbsbeholderen har ingen varmtvandshane, idet afgangen som nævnt altid skal være åben. Det varme vand tappes ved at åbne for tilgangshanen, og det indstrømmende kolde vand vil presse det varme ud af afgangsrøret. Tappessted og tilgang skal altid være i samme rum.

Overløbsvandvarmeren vil i lighed med trykvandvarmeren have en skilleflade mellem koldt og varmt vand og virker nøjagtigt på samme måde som trykbeholderen, bortset fra at afgangsrøret aldrig må kunne spærres.

Overløbsblandingsbatteriet er et specielt blandingsbatteri, og det vil altid dryppe mere eller mindre p.g.a. kondens i varmtvandsrøret.

## Tømningsvandvarmeren



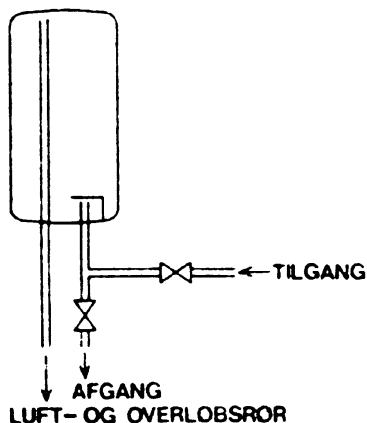
Tømningsvandvarmeren kræver i lighed med overløbsvandvarmeren hverken sikkerhedsventil eller kontraventil.

Tømningsvandvarmeren bliver i modsætning til de to andre typer ikke automatisk fyldt efter med koldt vand, når det varme tappes. Det kolde vand påfyldes manuelt ved at åbne tilgangshanen. Der kan påfyldes den mængde, man ønsker at få opvarmet, eller beholderen kan fyldes helt, til vandet løber ud af overløbsrøret.

Tømningsbeholderen anvendes ikke ret meget, og anvendelsesområdet er stort set begrænset til erhvervsformål.



## Kogendevandsautomaten



Kogendevandsautomaten, som har en vis udbredelse, er en speciel form for tømningevandvarmer.

Den er forsynet med armatur, udløbstud, kontrol-lampe, tørkogningssikring og trinløs udvendig indstillelig termostat med temperaturområde fra ca. 30 °C til 100 °C.

Automaterne rummer fra 3 til 25 liter og kan påfyldes den vandmængde, der skal anvendes til opvask, kaffe m.m.

Termostaten indstilles til den ønskede temperatur, og efter opvarmningen kan vandet tappes.

## Gennemstrømningsvandvarmere

Gennemstrømningsvandvarmeren opvarmer, som navnet siger, vandet mens det strømmer igennem vandvarmeren.

Denne type har teoretisk ingen begrænsning i tappetiden, vandet bliver hele tiden opvarmet, "den kan ikke tømmes". Den har derimod sin begrænsning i vandmængden, idet den kun kan opvarme en vis mængde vand pr. tidsenhed.

Den normalt anvendte kapacitet er 5,5 l/mm 8,5 l/mm

12 l/mm.

Dette vil holde en vandtemperatur på ca. 35 °C ved opvarmning fra 10 °C. Bliver vandmængden større, falder temperaturen.

Effektbelastningen ligger på 9,9 kW, 15 kW og 21 kW. P.g.a. disse høje belastninger er den beregnet tilsluttet 3 x 400 V.

## Virkemåde

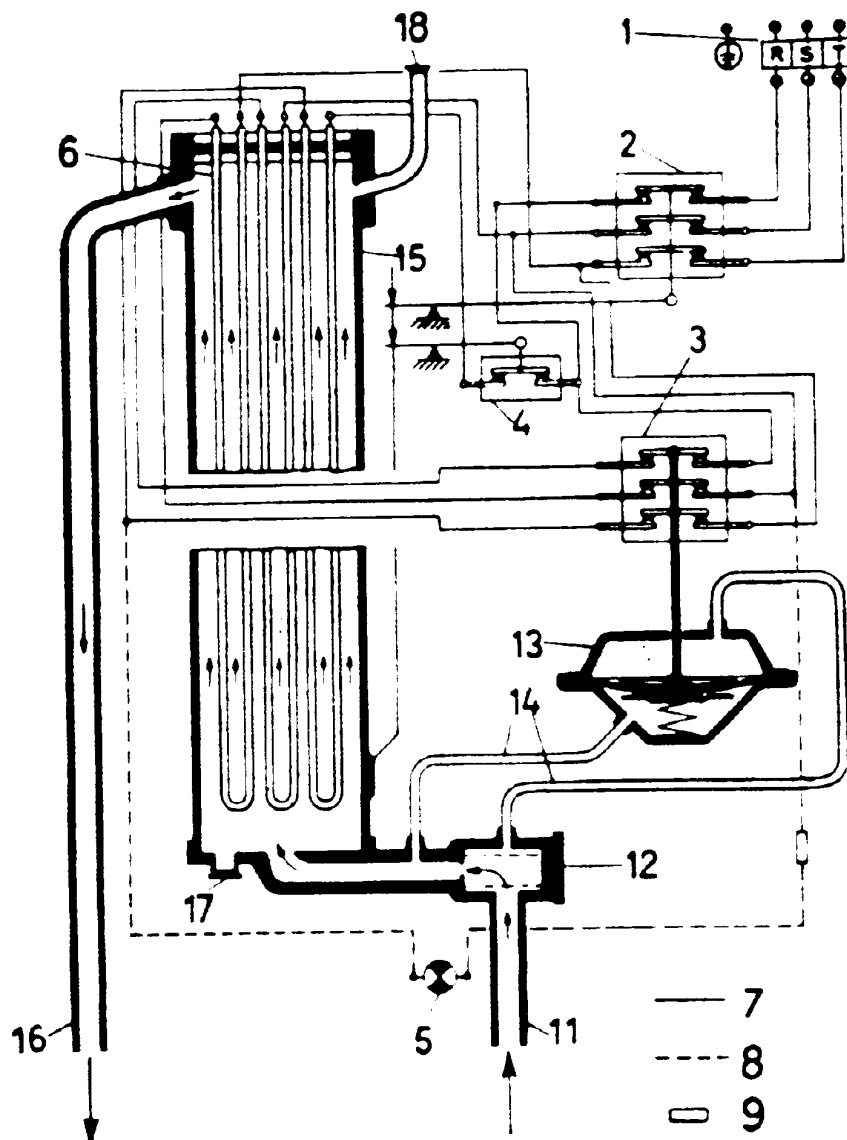
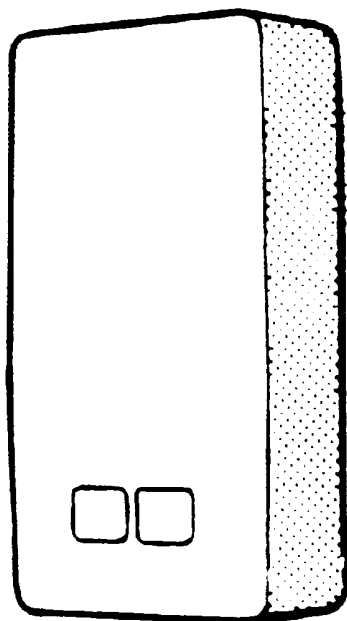
Åbnes varmtvandshanen, påvirker vandtrykket en membran, der over en kontakt slutter spændingen til varmelegemet.

Membranen kræver et vandtryk på mindst 1 atm. for at fungere, og man bør derfor altid undersøge, om vandtrykket det pågældende sted er tilstrækkeligt.

INSTALLATIONER - VARMEANLÆG

Gennemstrømningsvandvarmeren er normalt forsynet med tørkogningssikring, der afbryder eltilførslen ved tørkogning f.eks. som følge af svigtende vandtryk eller fejl ved vandvarmeren.

Vandvarmeren kan også have en temperaturregulator, der udkobler en del af effekten, hvis temperaturen som følge af for lille gennemstrømning bliver for høj.



---

**INSTALLATIONER - VARMEANLÆG**

---

1. Eltilslutning + jord.
2. Tørkogningssikring.
3. Elvandtryksafbryder.
4. Automatisk temperaturregulator.
5. Kontrollampe.
6. Elvarmelegemer.
7. Forbindelser til div. afbrydere.
8. Forbindelser til kontrollampe.
9. Formodstand til kontrollampe
- 10 Koldtvandstilgang.
11. Si.
12. Vandtryksmembran til styring af elvandtryksafbryder.
13. Kapillarrør til vandtryksmembran.
14. Gennemløbsbeholder.
15. Varmtvandsafgang
16. Tømningsstuds.
17. Påfyldingsstuds til påfyldning af afkalknings- og renevæske

**Valg af el-vandvarmere**

Før man bestemmer sig for en vandvarmertype, er der flere forhold, der skal være belyst. Størrelsen af vandvarmeren må vælges ud fra vandbehovet. Da dette er svært at bedømme, skal der her gives nogle retningslinier for vandforbruget til de forskellige, huslige funktioner.

Tallene må naturligvis tages med forbehold, da forbruget jo er individuelt.

**Vandbehov**

- 1 spand til rengøring ca. 10 l på ca. 40 °C
- 1 opvask ca. 25 l på ca. 55 °C
- 1 brusebad ca. 30 l på ca. 40 °C
- 1 karbad (normal) ca. 75 l på ca. 40 °C
- 1 karbad (sidde) ca. 45 l på ca. 40 °C

Håndvask kræver ca. 10 liter forrøds vandvarmer eller en 10 kW gennemstrømnings vandvarmer.

Køkkenvask kræver ca. 10-30 liter forrøds vandvarmer eller 10-15 kW gennemstrømnings vandvarmer.

Tommelfingerregel: 10 liter/person.

Til brusebad i sommerhuse kan anvendes en 15-50 liter forrøds vandvarmer eller en 10 kW gennemstrømnings vandvarmer; i helårsboliger en 50-80 liter forrøds vandvarmer eller en 15 kW gennemstrømnings vandvarmer.

Varmtvandsforsyningen til et enfamiliehus eller en større lejlighed med karbad kræver en 100-200 liter forrøds vandvarmer med 3 kW varmelegeme, uden karbad en 50-150 liter, 3 kW.

1 kWh opvarmer ca. 19 liter vand fra 10 °C - 55 °C, hvilket med en kWh pris på 90 øre koster ca. 5 øre pr. liter. D.v.s., at et karbad koster ca. 4,00 kr og et brusebad ca. 2,00 kr.

Et enfamiliehus bruger gennemsnitlig 42.000 liter varmt vand pr. år, hvilket giver et årsforbrug på 2211 kWh/år.

Vælg aldrig en vandvarmer der er for lille, det er irriterende ikke at have varmt vand nok på det tidspunkt, hvor det ønskes.

Kalkaflejringer er et problem, der kendes i enhver vandvarmer, hvor brugsvandet er af en vis hårdhed.

I en forrøds vandvarmer, hvor vandtemperaturen styres af en termostat, bør denne ikke være indstillet over 55 °C, idet afsætningen af kedelsten da begrænses væsentligt.

## Indledning

Næsten alle har i dag behov for at komme på internettet eller have adgang til en pc og en printer.

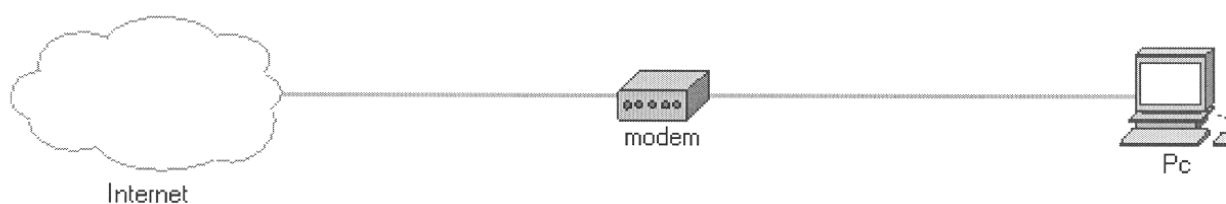
Dette afsnit om netværk i boliger og mindre virksomheder vil gennemgå etablering af et mindre netværk med aktive og passive komponenter.

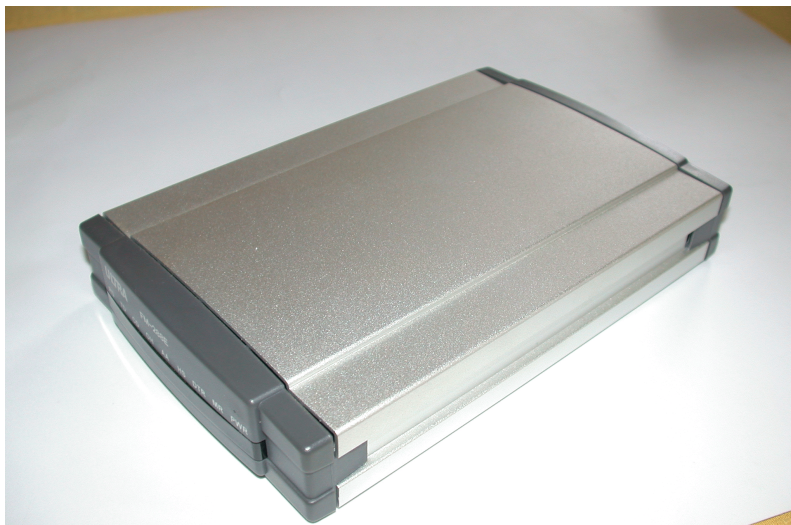
## Adgang til Internet

Der er mange måder at komme på Internettet i dag. Det kan fx ske via modem, antenneforening, ADSL og bredbånd.

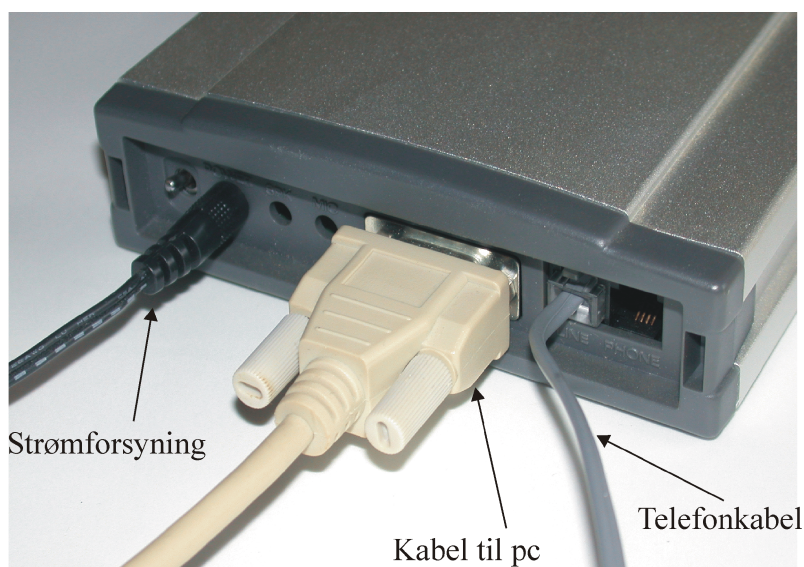
## Modem

Modemet tilkobles en pc via en seriel (COM) port. Modemets opgave er at omdanne de digitale signaler til analoge signaler således, at man kan benytte det gamle telefonsystem. Transmissionshastigheden på et modem er typisk 33/56 kbit. Det betyder, at man kan uploade (sende) 33000 bit i sekundet og downloade (hente) 56000 bit pr sekund. Et bogstav fylder 8 bit. Der fås modemmer som kan bruges på ISDN opkoblinger; disse kaldes for ISDN adaptere.





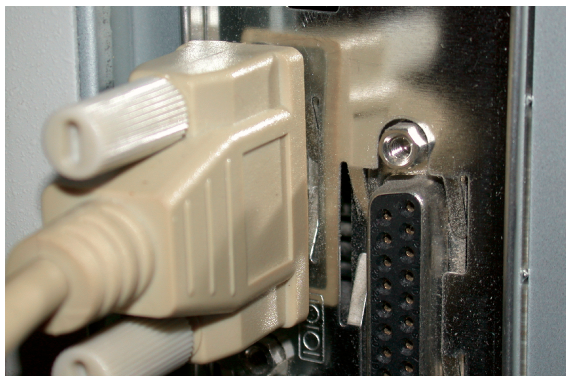
Typisk modem



### Modemtilslutninger

Her ser vi tilslutningerne;

Til venstre strømforsyning til højre telefon ledning. Der er typisk to stik; et til telefonudtag og et til de efterfølgende telefoner. Hvis man forsøger at bruge telefon og modem samtidig ,frakobles telefonen.



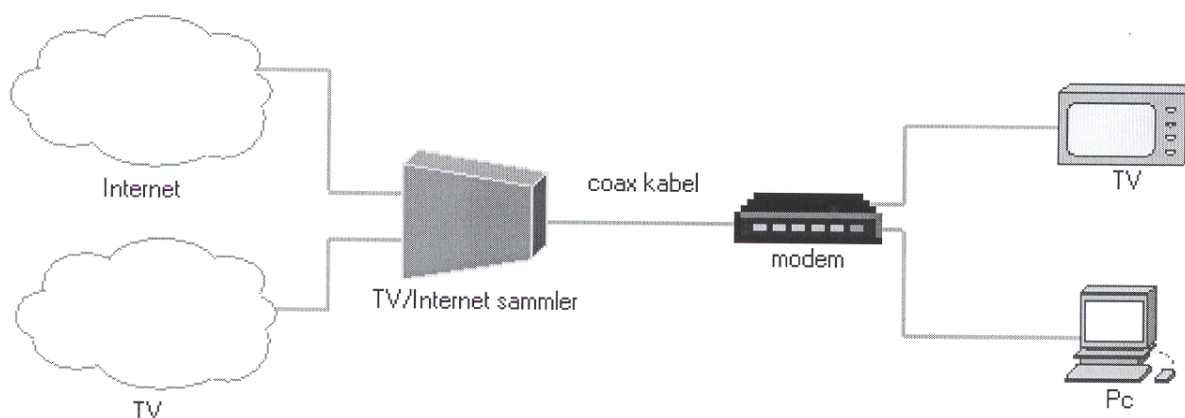
Modemmet tilsluttes pc'en med et serielt kabel.

Tilslutningsstedet på pc'en vil typisk være benævnt med COM 1 eller COM 2 eller et symbol, med nogle 0'er og 1 taller; "0101".

### **Internetforbindelse via antenneforeningen**

Mange antenneforeninger leverer også forbindelsen til internettet. Hastigheden på en Internetforbindelse via antenneforeningen er typisk op til 2 Mbit.

Tilslutning til Internettet sker ved, at der til antenestikket tilsluttes en adapter boks /modem. Her er der tilslutningsmuligheder til både TV og internet. Det betyder, at både TV og internet overføres i det samme kabel.



Med denne løsning er det i dag også muligt at få IP telefoni. Løsningen bygger på samme installation, men her er forstærkerne i hele installationen ombyttet med udstyr, der understøtter tovejskommunikation. Der kan dog være problemer med at benytte traditionelle coaxinstallationer til IP- telefoni da coaxkablet sætter et loft for, hvor høje hastigheder der kan opnås.

## **ADSL**

ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line) er en

me  
tode til at opnå en højhastighedsinternetforbindelse i et normalt telefonkabel. Installationen udføres ved, at der opsættes et filter/splitter, hvor telefonlineien kommer ind i huset. Den skiller telefoni- og internetsignaler fra hinanden. Typiske hastigheder er op til 2 Mbit, men teleselskaberne tilbyder også 4 og 8 Mbit løsninger. Det forventes, at denne løsning vil kunne komme op på 100 Mbit inden for nogle år, ved brug af de eksisterende telefonlinier.

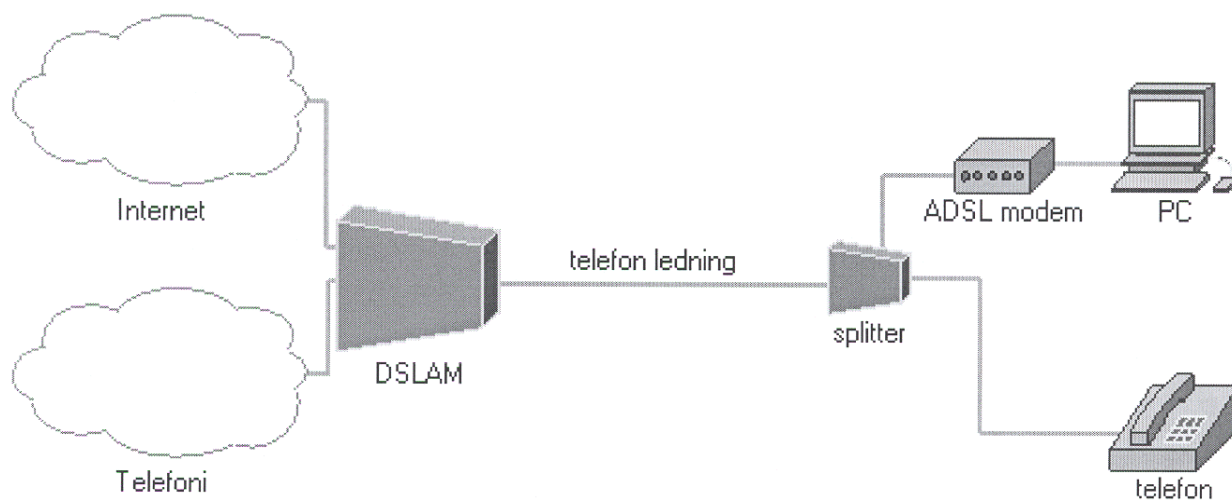
Man skal være opmærksom på, at tophastigheden er afhængig af, hvor langt der er til telefoncentralen. Disse løsninger leveres som bredbåndsløsninger (Se afsnittet Bredbånd). Teleselskaberne kan oplyse, hvilke hastigheder der kan opnås i de forskellige områder.



---

**INSTALLATIONER - NETVÆRK TIL BOLIGER OG KONTORER**

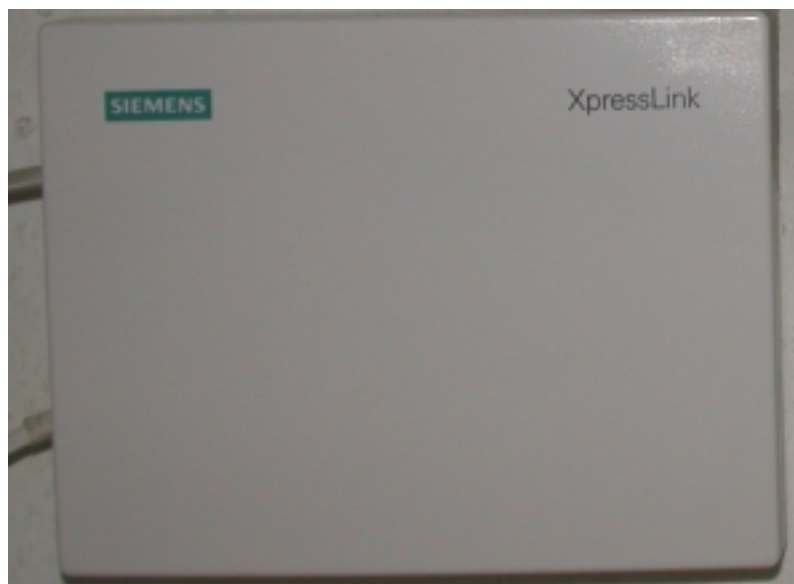
---



---

**INSTALLATIONER - NETVÆRK TIL BOLIGER OG KONTORER**

---



Her et eksempel på en ADSL splitter



Eksempel på et ADSL modem



ASDL modem med 2 stik. 10BASE-T til netværket og ADSL til splitteren.

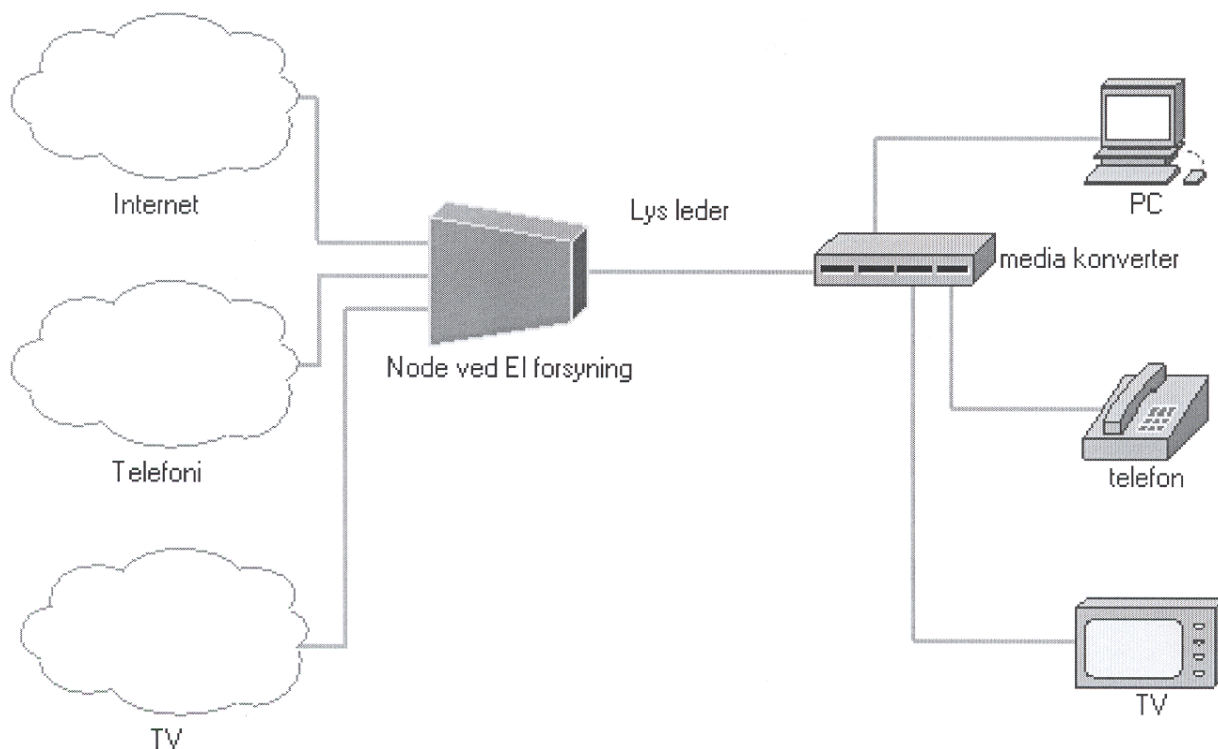
## Bredbånd

Ægte bredbånd er typisk en højhastighedsforbindelse mellem 10 Mbit og 100 Mbit. Det er muligt at få forbindelser på op til 1 Gbit. De hurtige forbindelser er typisk udført som fiberforbindelser (lysleder). Fiberen er enten direkte tilsluttet husets installation (FTTH Fiber to the home) eller til fx en boligbloks tilslutningssted, for derefter at blive til en kobberforbindelse ud til de enkelte lejligheder. Fiberinstallationer er fremtidens løsning og tilbydes i stigende grad. Med en bredbåndsforbindelse får man mulighed for højhastighedsinternet, Ip-telefoni samt TV med mange kanaler. Det forventes, at inden år 2014 vil alle husstande i Danmark have denne form for opkobling.

---

**INSTALLATIONER - NETVÆRK TIL BOLIGER OG KONTORER**

---



Den praktiske udførelse af fiberinstallation sker ved, at der fra noden (et fordelingspunkt, fx ved en transformatorstation) udlægges et rør ud til hver enkelt kunde. Heri blæses der så en, to, eller 4 fibre, alt efter hvilket teknisk system man ønsker.

---

## INSTALLATIONER - NETVÆRK TIL BOLIGER OG KONTORER

---

Det er muligt at udskifte fiberen, hvis den på et tidspunkt bliver forældet eller ønskes udskiftet af andre grunde.



Her er et eksempel på en bredbåndsløsning med fiberindgang samt udgang til både TV, telefoni samt pc. Der er stor forskel på udseendet.

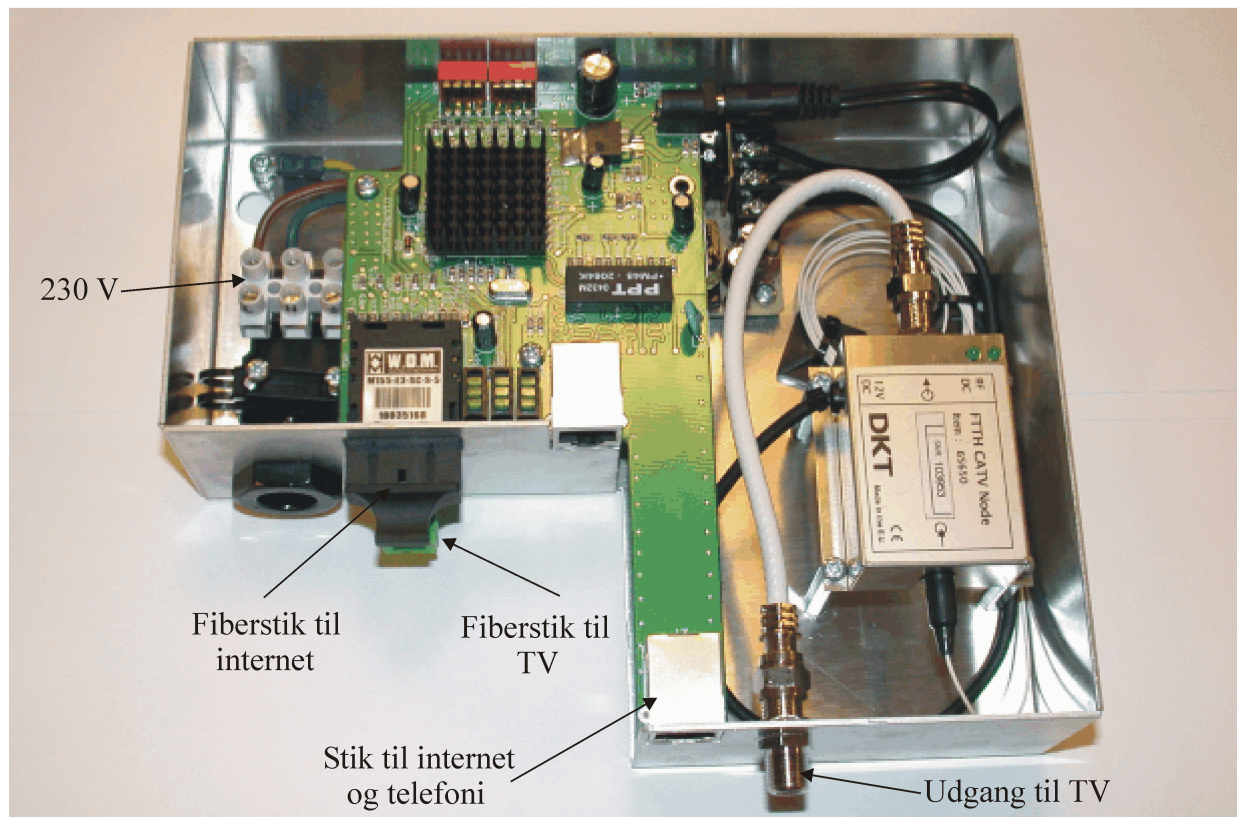


Åbner man for den, kan man se, at den indeholder en normal konverter.

---

**INSTALLATIONER - NETVÆRK TIL BOLIGER OG KONTORER**

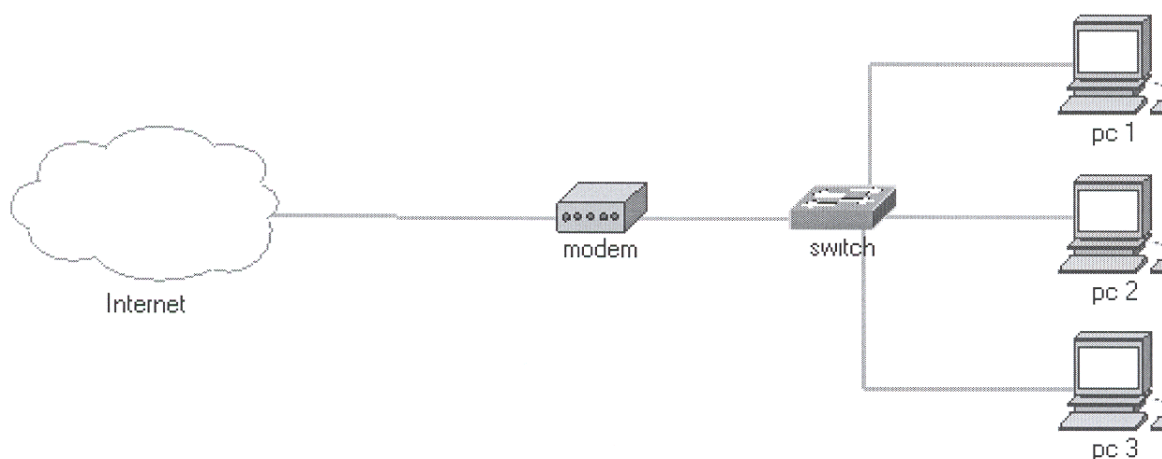
---



Her ser vi en åben bredbånds mediekonverter. Helt til venstre har vi forsyning, derefter to fiberstik; det øverste til internet, og det nederste til TV. Derefter kommer der stik til internet (pc) og telefoni samt et udtag til TV. Den blanke boks er en TV modulator. Denne løsning er til analogt TV over lysleder. Løsningen har den fordel, at den kan forsyne flere TV apparater på samme tidspunkt med mange forskellige kanaler. Vælger man en digital løsning, skal der en SAT boks til hvert TV.

## Datanetværk i boliger

Når vi nu har fået vor internetforbindelse ind i huset, er der ofte behov for tilslutning af flere pc'er. Mange husstande har to eller tre pc'er, sammenkoblet i mindre netværk. Dette gør det fx muligt at dele filer og printer. Et mindre netværk kan bestå af en traditionel kabling og/eller en trådløs forbindelse, som forbindes via en switch.



Eksempel på en lille switch (med plads til i alt 8 Pcer)

**IP adresser**

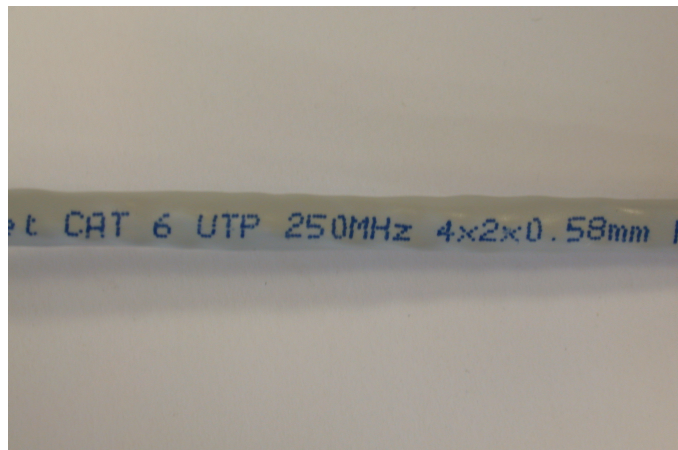
Når der skal kobles flere pc'er til internettet på samme tidspunkt, skal alle pc'er have deres egen IP adresse. Det er en adresse, som alle enheder, som er tilsluttet internettet, skal have. IP adressen får man udleveret hos sin ISP- internet Service Provider (internetudbyder). Ip adressen består af fire tre-cifrede numre delt med punktummer. Numrene i en ip-adresse ligger mellem 0 og 255. De fleste udbydere udleverer enten en eller to adresser, og det betyder, at kun en eller to kan komme på internettet. Skal flere på nettet, kan man selv løse dette problem ved at montere en router.

**Kabling af datanetværk**

Et struktureret kabel til et netværk består af 4 par ledere, som er snoet sammen. Netværket udgår fra et centralt punkt (en switch eller patchpanel) til de pc'er som ønskes tilsluttet. Monteres der et lille patchpanel, vil det gøre installationen mere overskuelig og fleksibel, men det er dog intet krav.

**Kabler til netværk er opdelt i kategorier**

Man kan vælge mellem kabeltyperne CAT5e samt CAT6 . Med et CAT5e kabel kan man opnå hastigheder på op til 1000 Mbit. (det er også både billigere og nemmere at installere end et CAT6 kabel, som er yderst følsomt m.h.t. mekaniske påvirkninger og udefra kommende støj). Kablerne afsluttes i et RJ45 stik.





---

**INSTALLATIONER - NETVÆRK TIL BOLIGER OG KONTORER**

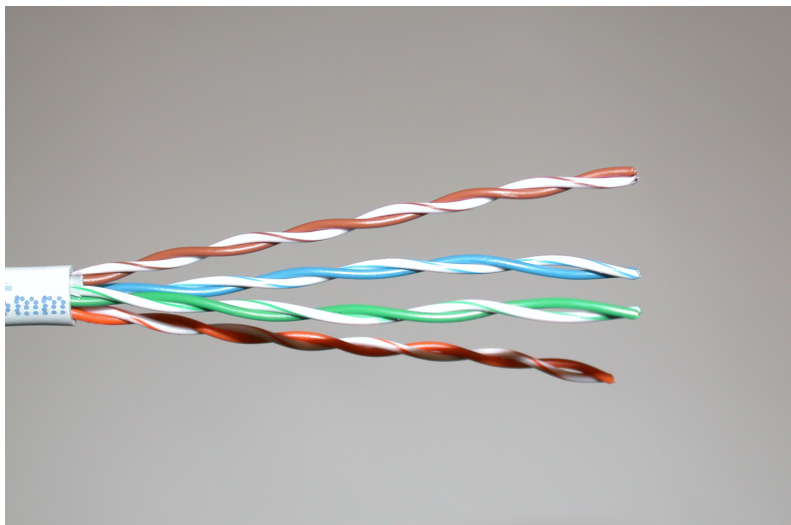
---

Her et eksempel på et stykke CAT 6 kabel.

---

## INSTALLATIONER - NETVÆRK TIL BOLIGER OG KONTORER

---



Vi kan se, at det består af 4 parsnoede sæt ledere. Snoningsfrekvensen bestemmer, hvor stor båndbredde kablet kan klare. CAT5E kabler klarer 1000 Mbit.



Her ser vi et eksempel på et RJ-45 stik

## **Patch- og dropkabler**

Patch- og dropkabler benyttes som forbindelse mellem pc og switch, switch og router osv. Det er samme type kabel, men kaldes bare noget forskelligt i forhold til, hvad det bruges til. I et krydsfelt betegnes de altid patchkabler (forbindelseskabler); de bruges til patchning mellem enhederne. Er der derimod tale om kablet ude ved slutbruger, så hedder det et dropkabel. Navnet stammer formentlig fra, at kablet droppes ud fra vægudtaget og til brugeren.

Disse kabler kan fortrådes på forskellige måder, enten som lige eller som krydskabler. Typisk er kabler mellem forskellige enheder lige kabler og mellem ens enheder, er det krydskabler. Men vær opmærksom på, at der findes undtagelser.

Mellem pc og switch benyttes altid et lige kabel, og direkte mellem to pc'er benyttes altid et krydskabel. Udstyret bliver dog i stigende grad i stand til selv at detektere, hvilken type af kabel som tilsluttes og finder selv ud af resten.

Man kan selv lave patchkabler, men det kan normalt ikke betale sig.

## Krydsfelt

Krydsfelter benyttes især i lidt større netværk, hvor der er behov for overblik og fleksibilitet. I mindre netværk er det ofte ikke nødvendigt, da man foretager tilslutningen direkte i en switch. Men installationen vil altid blive mere overskuelig hvis man bruger en eller anden form for fordelingspanel. Et krydsfelt eller fordelingspanel gør det let at ændre netværket.



Her et eksempel på en lille fordelingspanel. Her med plads til 16 udtag. Men de fås både større eller mindre.

## Data udtag ved arbejdspladsen

Der er flere måder at kunne tilslutte sig et netværk på. Netværkskablet kan komme direkte fra en kabelliste eller et hul i væggen og være direkte tilsluttet pc'en. For at få en flot og overskuelig tilslutning bør der installeres et vægudtag som kan monteres i en kabelkanal eller på et underlag.



Her et eksempel fra Freenet-Danamrk



Og her et eksempel fra LK.

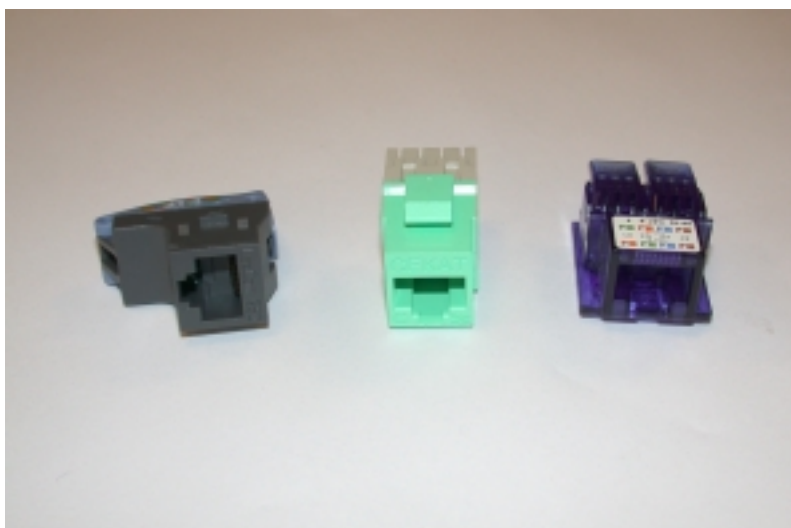


Og her fra Belden-CDT.

Som man kan se er der mulighed for montage i kanaler, i underlag, og med de farver som man nu skal bruge.

### **Konnektor RJ-45**

Den faste installation afsluttes normalt i en RJ-45 konnektor.



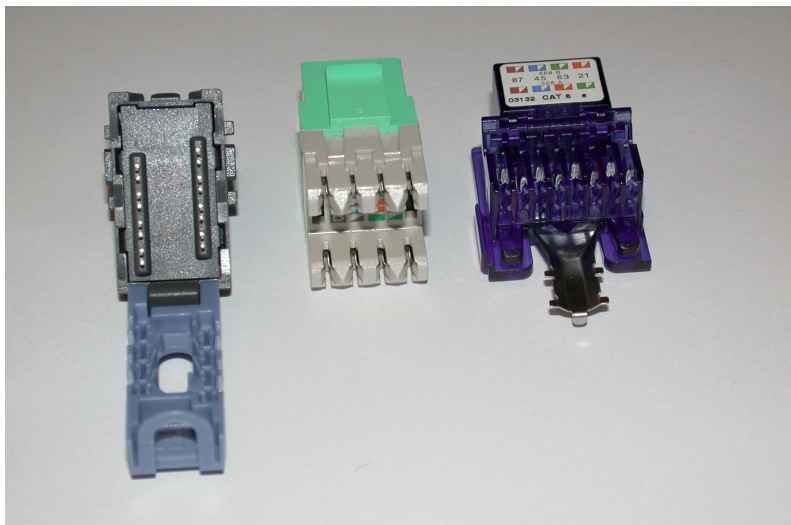
Her 3 løsninger; Til venstre fra LK, i midten fra Belden-CDT og til højre fra Freenet-Danmark.

Alle er RJ-45 konnekter.

---

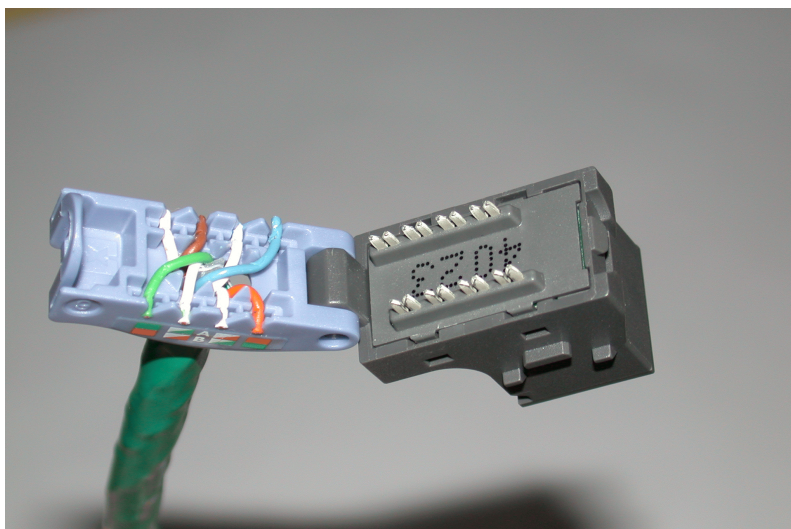
## INSTALLATIONER - NETVÆRK TIL BOLIGER OG KONTORER

---



Vær opmærksom på, at de forskellige typer skal monteres på hver sin måde. Det eneste der er fælles ved CAT5E installationer er afsnoingsafstanden; maksimum 13 mm og ved CAT 6 installationer maksimum 6 mm. Hvis der afsnoes mere, kan installationen ikke bruges til de høje hastigheder.

### Montering af RJ-45 konnektor



Her LK's Lexcom stik; kablet afsnoes, de enkelte ledere trækkes ned i de enkelte spor, konnektoren lukkes sammen, og de overskydende ledere klippes fra.

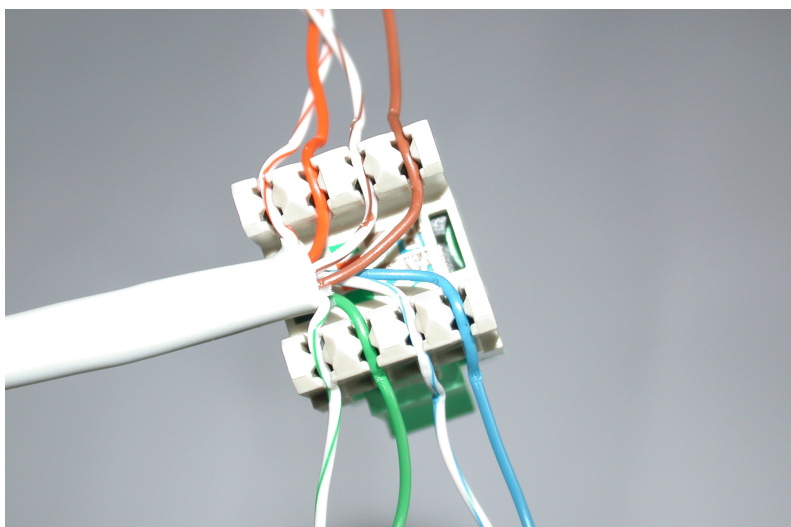
---

**INSTALLATIONER - NETVÆRK TIL BOLIGER OG KONTORER**

---



Den færdige konnektor.



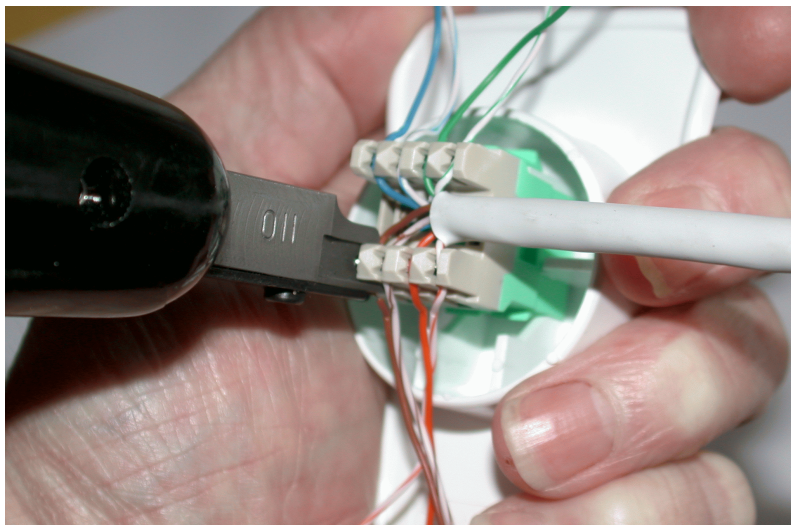
Her konnektoren fra Belden-CDT. De enkelte ledere afsnoes og lægges ned i de respektive spor.



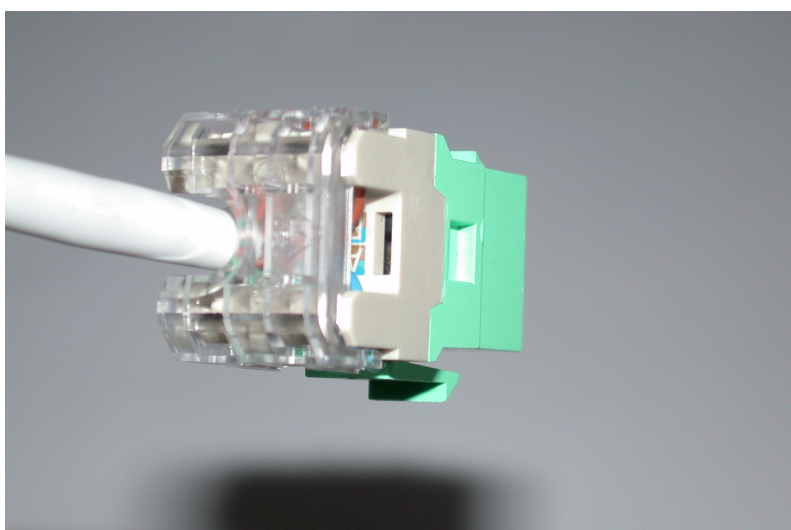
---

**INSTALLATIONER - NETVÆRK TIL BOLIGER OG KONTORER**

---



De enkelte ledere trykkes på plads med en 110 punch tool. Den skubber lederen ind i skæreklemmen og klipper det overskydende af i et enkelt tryk.

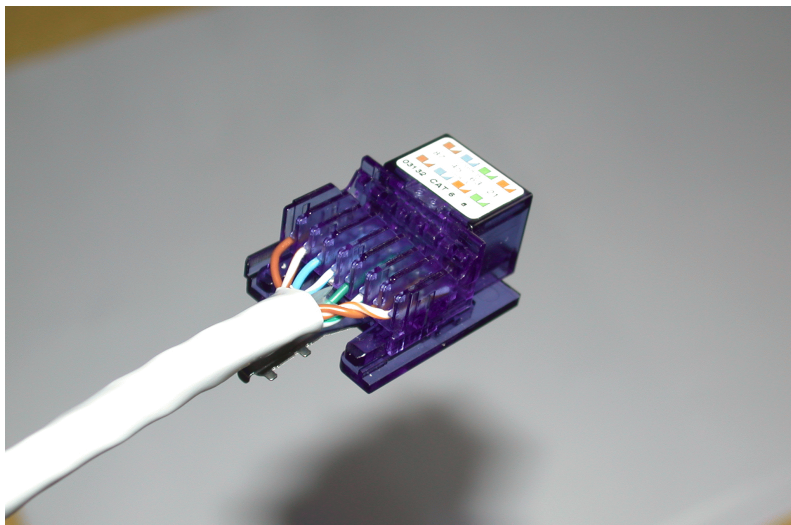


Her er så den færdige konnektor.

---

**INSTALLATIONER - NETVÆRK TIL BOLIGER OG KONTORER**

---



Her konnektor fra Freenet-Danmark.



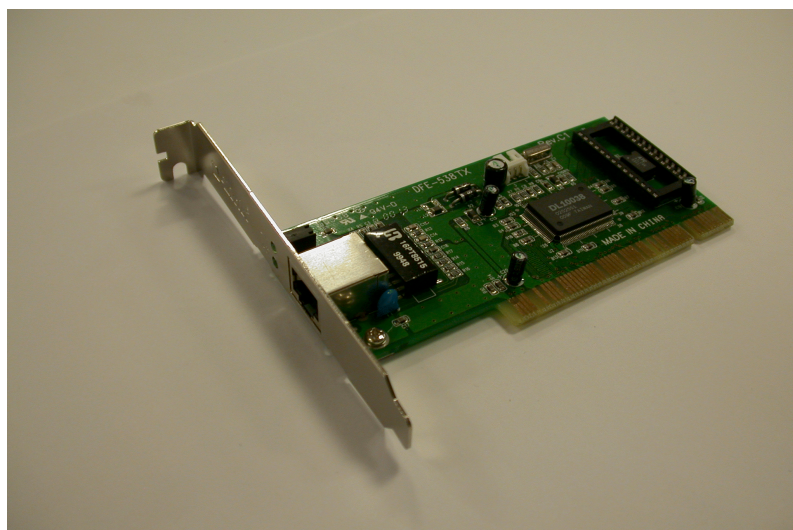
De enkelte ledere lægges i de korrekte spor, klippes af og klemmes på plads med de to håndtag.

**Netværket tilsluttes pc'en**

Når vi skal have vort udstyr tilsluttet, skal vi bruge et dropkabel (se afsnittet patch- og dropkabler). De kan enten købes færdige eller man kan selv nemt lave dem. Et dropkabel er monteret med RJ-45 stik i begge ender.

I pc'en skal der monteres et netværkskort. I ældre modeller kan man komme ud for at skulle indstille jumpere eller dipswitche. I dag klarer Windows XP og dens plug & play det hele. Sluk for strømmen til pc'en, aftag låget på kabinettet, monter netværkskortet, sæt låg på pc'en igen, tilslut strøm til pc'en, og den vil med al sandsynlighed være klar til brug.

Netkortet understøtter typisk standarden 100 BASE-TX, det vil sige 100 Mbit.

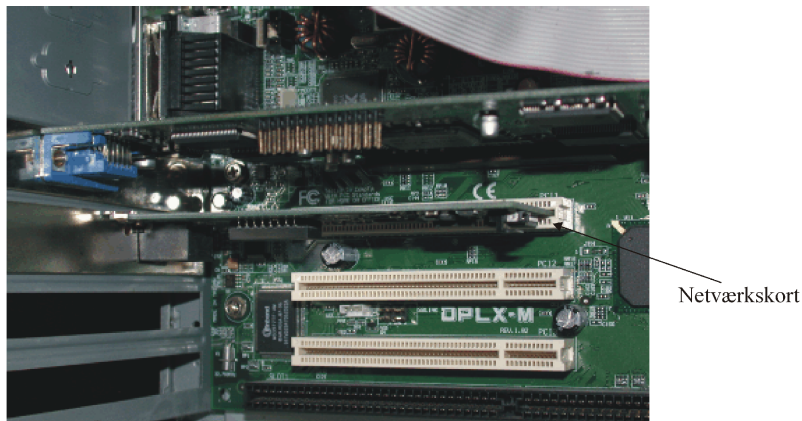


Eksempel på et netkort. Dette klarer både 10 og 100 Mbit dataoverførsel, men der fås typer der understøtter 1000Mbit (Gigabit overførsel).

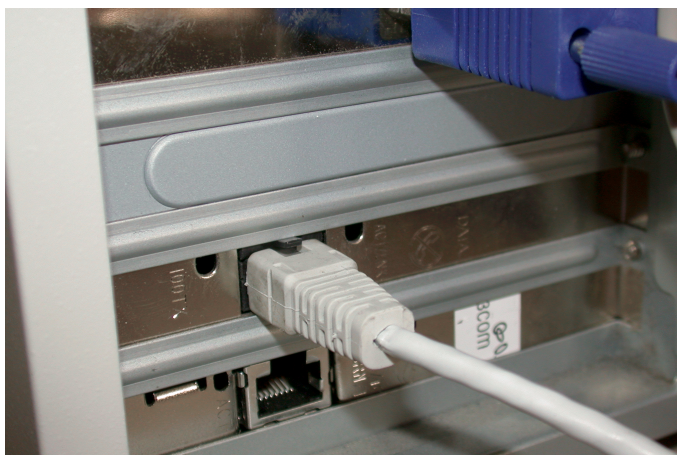
---

**INSTALLATIONER - NETVÆRK TIL BOLIGER OG KONTORER**

---



Her ser vi netkort monteret i en pc.



Her ser vi netværkskort monteret med et RJ-45 stik.

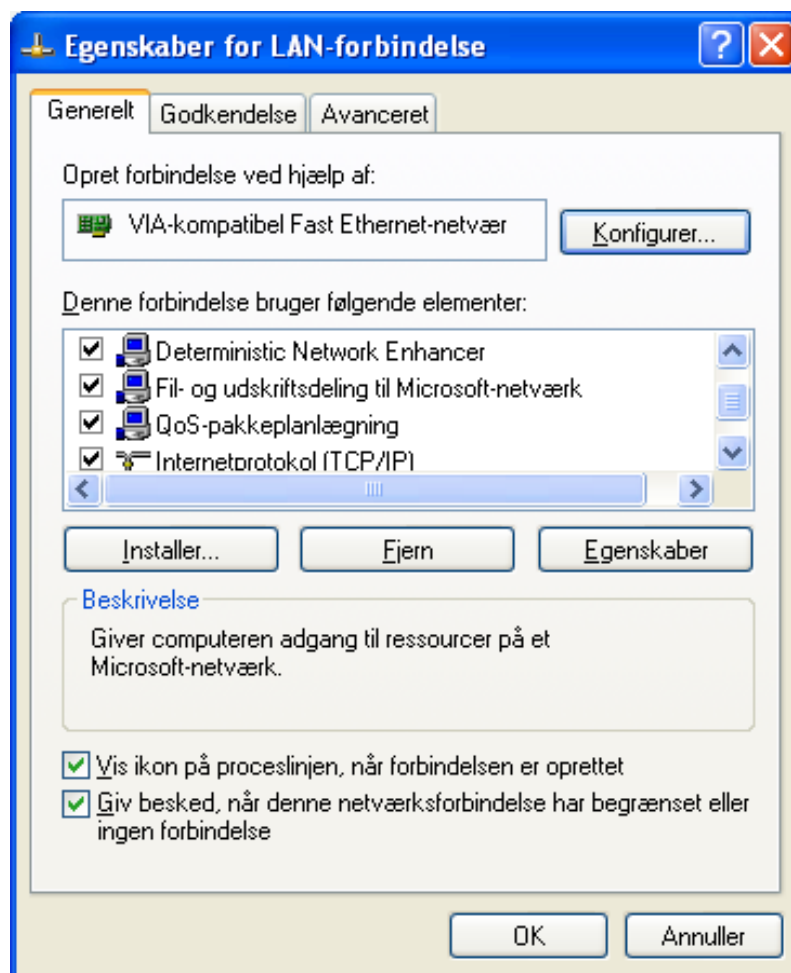
### **Tilslutning af printer, scanner o.l.**

Der findes utrolig meget forskelligt udstyr, som kan tilsluttes en pc, fx kameraer og spil . Det mest almindelige er dog en printer eller en kombimaskine, der indeholder printer, skanner, fax osv.

Tilslutning til disse enheder bliver på ældre modeller tilsluttet via en 25 pol sub-d stik. Nu sker det oftest via en USB port. Nyere pc'er er født med to til fire af disse porte. Har man behov for at tilslutte mange forskellige enheder på samme tid, kan man tilslutte en USB hub.

## Konfigurering af tilsluttet ekstraudstyr

Ud over at foretage den fysiske tilslutning af ekstraudstyret, skal det konfigureres,



Her kan vi se at TCP/IP er aktiveret samt fil- og udskriftdeling til Microsoft-netværk

TCP/IP gør at vi kan komme på internet, og fil og udskriftdeling gør, at vi kan dele mapper og printere med andre på nettet.

### Værktøj til installation af netværk

For at kunne installere et komplet netværk skal man ikke bruge ret meget værktøj. Ved mange af de nye stiktyper skal der kun bruges en skævbider og en punch tool.



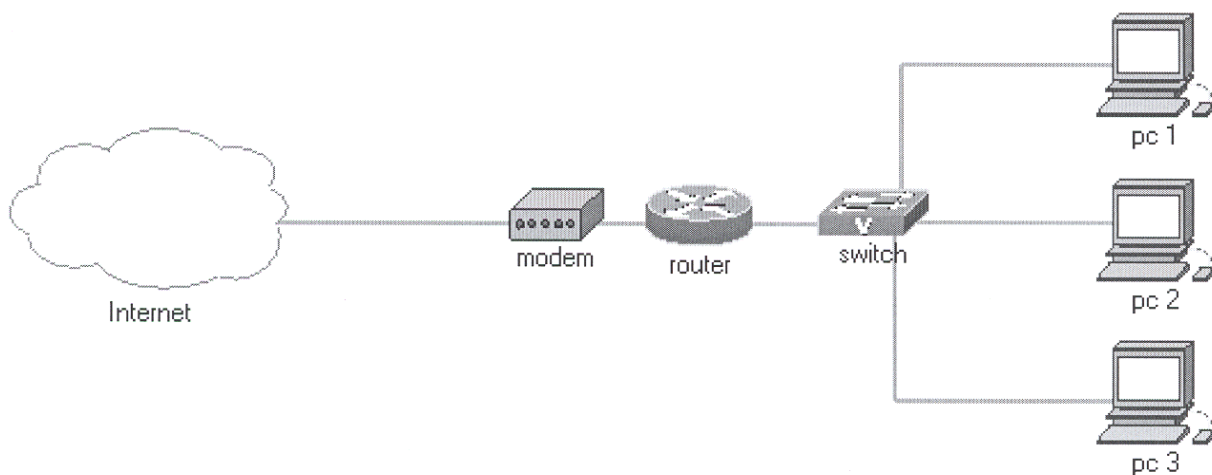
Her en skævbider og en punch tool. Skævbider til at klippe kablet over med, og punch værktøjet bruges til at trykke ledninger fast i RJ-45 konnektorens skæreklemmer.



Eksempler her på værktøj til at skære gennem netværkskablets isolationskappe med.

## Router, tilslutning

Har man behov for at flere skal på nettet på samme tidspunkt (end man har IP adresser), så kan man indsatte en Router. Den opretter nogle ekstra, interne adresser som gør, at man kan komme på nettet med alle de maskiner, man har behov for. Der kan fås meget små og billige routere med en indbygget switch, som er prækonfigureret (forud indstillet) fra producentens side. Dette gør det meget let at tilslutte mange pc'er til internettet.



Her et eksempel på en lille router. Denne har desuden indbygget en lille 4 port switch.

## Trådløst netværk

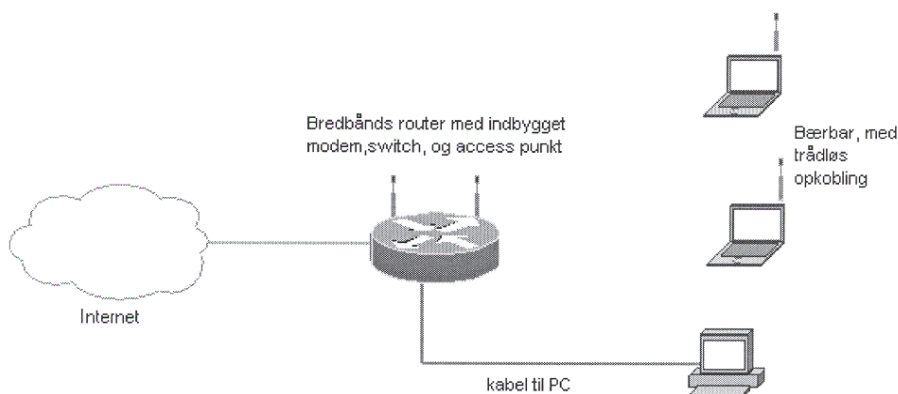
De trådløse netværk bliver mere og mere populære pga. deres fleksibilitet og små krav til installationen. De erstatter de traditionelle netværk, som er udført med kobberkabler.

Et trådløst netværk består af en lille transmissionsenhed, som kan sende til og modtage fra alle de pc'er man nu har i huset. Der findes flere standarder, men standarderne 802.11 b og 802.11 g anbefales, så slipper man for problemer.

Installationen af et trådløst netværkskort på pc'en ligner installationen af et almindelig netværkskort. Der fås netværkskort, som kan bruges på en bærbar pc ved hjælp af PCMCIA porte.

Der skal opsættes et accesspunkt; dette skal placeres et centralt sted i huset. Man skal huske, at de trådløse signaler kommer nemmere igennem luft end gennem en betonmur.

Når man benytter trådløst udstyr, skal man være meget opmærksom på sikkerheden. Trådløst udstyr kan let aflyttes, hvis informationerne ikke er kodet (krypteret). Udover at man transporterer disse signaler ud til resten af huset, skal man huske på, at det strækker sig også ud af ens vinduer og til naboer og forbipasserende, og de vil alle kunne komme på internet.





---

**INSTALLATIONER - NETVÆRK TIL BOLIGER OG KONTORER**

---



Her er et eksempel på et trådløst accesspunkt. Her tilsluttes ens internet og ved hjælp af radiobølger, kan man tilslutte en del pc'er trådløst. Der er flere standarder, som man skal være opmærksom på, men vælger man den samme, er der som regel ingen problemer.

Har man en nyere bærbar, indeholder den nok også et trådløst netkort, men er det en ældre, kan man som regel indsætte et PCMCIA kort.



Her ser vi den fra bagsiden, et stik som tilsluttes ens internet (router). Det er i dag muligt at købe router

---

**INSTALLATIONER - NETVÆRK TIL BOLIGER OG KONTORER**

---

med indbygget switch og accesspunkt.



Her et eksempel på et PCMCIA trådløst netværk-skort.

## Sikkerhed

### Spyware

Med en tilslutning til internet skal man også sikre sin pc mod udefrakommende. Både virusangreb og spyware. Spyware er programmer, som installerer sig på ens pc og tapper den for oplysninger, som derefter sendes via internet til en anden pc'er.

For at undgå spyware skal man installere et antispyware program,. Den sikrer at ens pc ikke bliver angrebet. Husk løbende at opdatere programmet.

### Virus

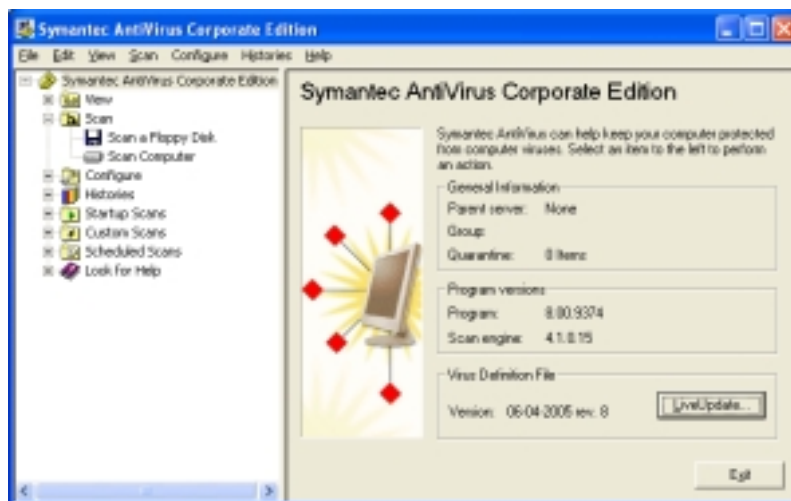
Virus er programmer, som er programmeret til at nedbryde ens pc, programmere og ødelægge data. For at undgå virus på sin pc'er skal man sørge for at installere et antivirus program, som løbende bliver opdateret. Man er mest udsat for virusangreb, hvis man ofte surfer på internettet og downloader programmer..

Her et eksempel på et antivirus program, hvor det er muligt at opdatere fra internet.

---

## INSTALLATIONER - NETVÆRK TIL BOLIGER OG KONTORER

---



## UPS

En UPS (Uninterrupted Power Supply) er i princippet et stort opladeligt batteri, som træder i kraft, når det mister spændingen fra nettet; den holder liv i pc'en, i en nærmere specificeret tid. UPS'en sættes på mellem nettet og komponenten; de findes i mange forskellige størrelser, lige fra 1A. til forsyning af en hel maskine på 100 A.

Før i tiden var de forbeholdt store servere, men i dag er de blevet meget billige. Derudover giver selv de mindre UPS'er transientbeskyttelse, således at støj fra forsyningen bliver filtreret fra.

---

**INSTALLATIONER - NETVÆRK TIL BOLIGER OG KONTORER**

---



Her ser vi en ups forfra.



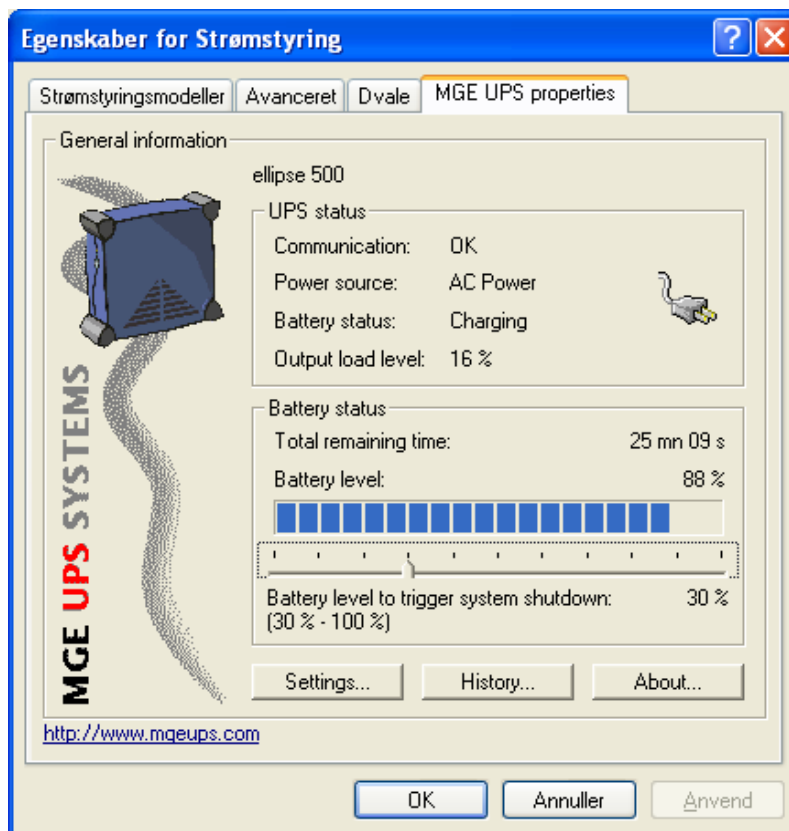
Samme model (set bagfra). Øverst er der plads til ens internetsignal, ind og ud. Der er tre filtrerede stik til 230 volt, samt et stik med batteri backup. Det nederste stik er til forsyning. Allernederst er der et lille stik til kommunikation med ens PC, således at den kan lave en kontrolleret nedlukning ved strøm-

---

**INSTALLATIONER - NETVÆRK TIL BOLIGER OG KONTORER**

---

svigt.



Her kan vi se, at UPS'en med dens nuværende forbrug, vil kunne levere strøm til pc'en i 25 minutter.

---

**INSTALLATIONER - NETVÆRK TIL BOLIGER OG KONTORER**

---



**Antenneteknik**

Almindelige antenneanlæg med antenner på taget vil også bruges i fremtiden. Men signalerne vil blive digitale frem for, som de er i dag analoge.

På de forskellige frekvenser vil der også kunne modtages flere programmer fra samme sender.

**Udbredelsesforhold  
VHF og UHF**

For de højere frekvenser, VHF (Very High Frequency) og UHF (Ultra High Frequency) gælder, at bølgerne normalt ikke afbøjes i grænselagene, men forsvinder ud i rummet. Dette betyder, at afstanden mellem sender- og modtagerantenne skal være ret kort; det siges, at der skal være optisk (direkte) sigt. Antenner til modtagelse af VHF og UHF skal derfor placeres så højt og frit så muligt.

Under ganske særlige atmosfæriske forhold, især om sommeren, kan disse signaler blive reflekteret i grænselagene, og det medfører at udenlandske TV-stationer kan forårsage forstyrrelser på de danske udsendelser på samme frekvens.

Erfaringen har vist, at der finder en ganske svag krumning af signalet sted, og rækkevidden vil derfor være lidt længere end optisk sigt.

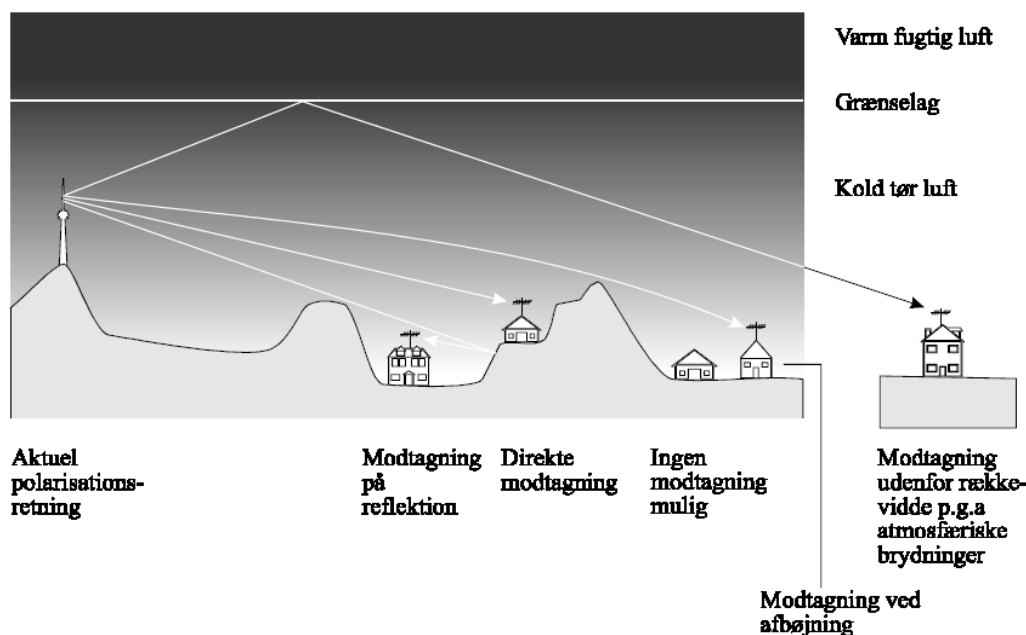
Refraktion er en afbøjning af det udsendte, højfrekvente signal.

Ved modtagning af UHF-signaler over lange afstande er det hovedsagelig reflekterende signaler fra et område i de højere liggende lag, der modtages fra.

---

 INSTALLATIONER - ANTENNEANLÆG
 

---



## TV-kanaler

For at overføre et TV-signal skal der anvendes en række frekvenser, der hver for sig overfører signaler med bestemte funktioner.

Disse signaler må ikke forstyrre hinanden eller tilsvarende signaler i en nabokanal. Derfor skal der være en bestemt afstand mellem de forskellige signaler.

Billedbærebølgen overfører selve billedet, og for at der kan komme farver på billedet, sendes disse informationer på en frekvens, som ligger 4,43 MHz højere end billedbærebølgen.

Tonebærebølgerne ligger forskellige steder afhængigt af, om der sendes mono eller stereo. Monolyd ligger 5,5 MHz over billedbærebølgen og 5,85 MHz over billedbærebølgen ligger der en stereolyd kaldet NICAM, som er digital (**Near Instantaneous Companded Audio Multiplex**).

Båndbredden på en VHF-kanal er 7 MHz og på en UHF-kanal 8 MHz. De vigtigste frekvenser i en TV-kanal er for os billedbærerens og tonebærerens frekvens, idet disse signaler siger lidt om signalets

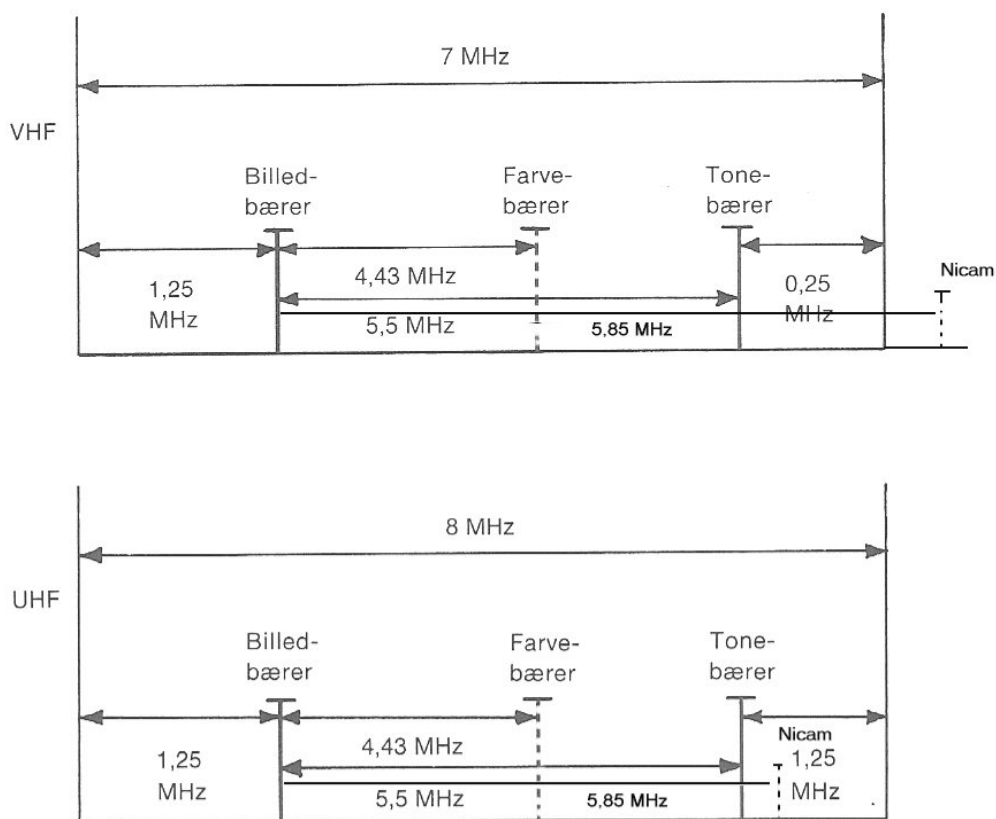
---

**INSTALLATIONER - ANTENNEANLÆG**


---

kvalitet samt anlæggets kvalitet og det er altid disse frekvenser man måler på.

Den måde signalet er opbygget på kaldes også PAL standarden (Phase Alternation Line). Det er det farvefjernsynssystem, som DR anvender i dag. Systemet giver farvebilleder på fjernsynsapparatets skærm med 625 vandrette linier.



## Kanal- og bånd oversigt

### Bånd

Hele frekvensområdet er inddelt i frekvensbånd og kanaler på fælles europæisk plan

### VHF-bånd I

Bånd I inderholder kanalerne 2,3 og 4, som ligger i frekvensområdet fra 47 til 68 MHz.

## **Bånd II**

Bånd II er radio FM og ligger i frekvensområdet fra 87,5 til 108 MHz. Båndet er opdelt i ca. 60 frekvensmodulerede radiokanaler.

## **Bånd III**

Bånd III inderholder kanalerne 5,6,7,8,9,10,11 og 12 som ligger i frekvensområdet fra 174 til 230 MHz.

## **UHF bånd IV**

Bånd IV indeholder kanalerne 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37 og ligger i frekvensområdet fra 470 til 606 MHz.

## **UHF bånd V**

Bånd V indeholder kanalerne 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60 og ligger i frekvensområdet fra 606 til 790 MHz.

## **TV programmer**

For at finde hvilken frekvens og kanal DR1 sender på, kan man gå ind på:

[www.dr.dk](http://www.dr.dk) og i søgefeltet indtaste "frekvenser" hvorefter man kommer til siderne med DR1, DR2, FM, DAB1, DAB2 og DTT sendenettenne.

På samme måde kan man finde TV2 ved at gå ind på: [www.tv2.dk](http://www.tv2.dk)

Indtast i søgefeltet: "TV2 sendere", hvorved kanaler/frekvenser for TV2 fremkommer.

## **Antenner**

Antennens opgave er at opfange de elektromagnetiske svingninger, der udsendes fra senderantennen.

Antennens størrelse bestemmes af den frekvens, som der sendes på og beregnes ud fra :

(bølgelængde) =  $300000/f$  i Hz = km

Eks. Frekvens: 200 MHz

(bølgelængde) =  $300000 / 200000000 = 0,0015\text{km} \sim 1,5\text{ m}$

Enhver ledende genstand, hvis bredde er en rimelig del af en bølgelængde, vil kunne anvendes som antenne. For at få så små tab som muligt i antennen, afstemmes denne til den ønskede frekvens dvs., at antennens bredde er afpasset efter bølgelængden.

I antenneanlæg laves antennens størrelse ud fra en  $1/2$  bølgelængde.

Dette vil medføre meget store antenner ved modtagelse af lave frekvenser, som f.eks. bånd I antenner (47 68 MHz).

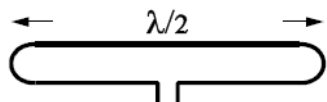
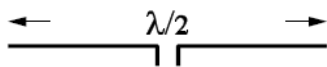
Der anvendes flere forskellige antenneyper til andre kommunikationsanlæg.

I det efterfølgende afsnit vil hovedvægten ligge på antenner, der i overvejende grad anvendes til modtagning af TV- og FM-radiosignaler.

I antenneanlæg til modtagning af TV-signaler og FM-radiosignaler er det nødvendigt at gøre antennerne retningsbestemte, og samtidig opnå en forstærkning via antennens størrelse.

## Retningsantenner

### Dipol



Antennen er bygget op af elementer med forskellige funktioner.

Dipolen er bygget på en antennebom, hvor også de andre elementer er monteret på i forhold til dipolen.

Dipolen er afsluttet i et antennehus, hvor koaxialkablet er monteret. De elektriske elementer er bygget op i forhold til dipolen, som er det centrale element. Disse elementer benævnes de parasitiske elementer.

Den simpleste form for en retningsantenne er en dipol.

Dipolen benævnes som antennens aktive element og skal placeres vinkelret på retning til sendestation.

Dipolen udføres som halvbølge antenne, og i de fle-

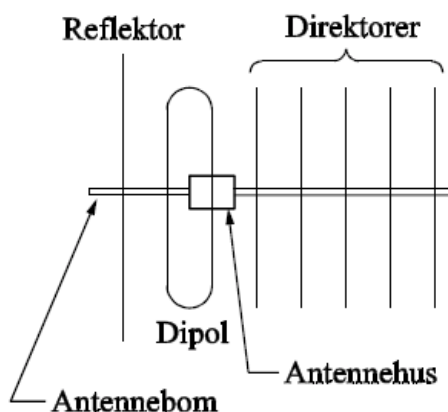
---

**INSTALLATIONER - ANTENNEANLÆG**

---

ste tilfælde anvendes der en foldet halvbølgedipol,  
der har en impedans på  $300 \Omega$  .

Dipolens impedans er  $300 \Omega$ , hvorfor der skal anbringes en impedanstransformer umiddelbart efter dipolen. Det er ofte et lille print, hvorpå transformeren er placeret i antennehuset.



## Reflektor

Reflektoren er anbragt bag dipolen, væk fra senderen, og normalt i samme vandrette plan. Reflektorens længde er ca. 5 % længere end dipolen, og afstanden mellem reflektor og dipol er ca.  $1/4$  bølgelængde.

Reflektorens opgave er at hindre uønskede signaler i at nå frem til dipolen (bagfra kommede signaler).

På steder, hvor der forekommer kraftige signaler bag antennen, kan reflektoren udføres med flere elementer og i visse tilfælde ligefrem som et net.

## Direktorer

Gøres det parasitiske element kortere end dipolen og anbringes foran denne, vil det virke forstærkende på signalet.

Udover at antennen nu har en forstærkning, vil antennens åbningsvinkel blive mindre.

Dette element benævnes direktoren. Det er anbragt ca.  $1/4$  bølgelængde foran dipolen og er ca. 5 % kortere end dipolen.

---

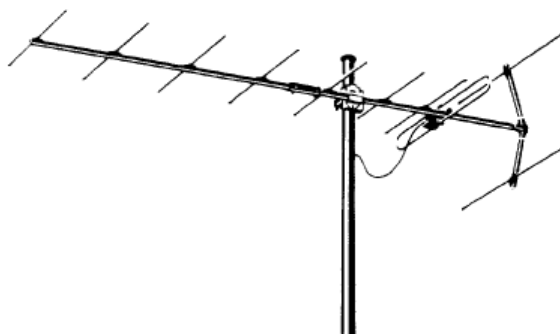
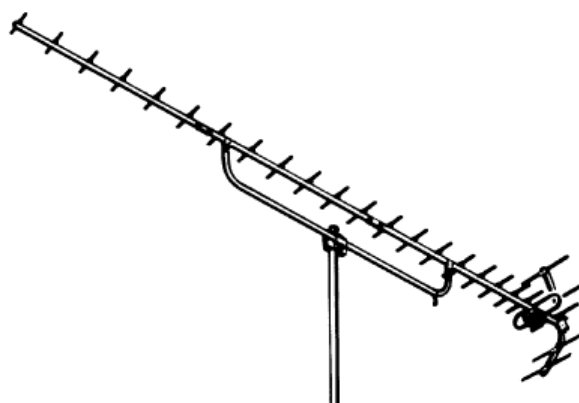
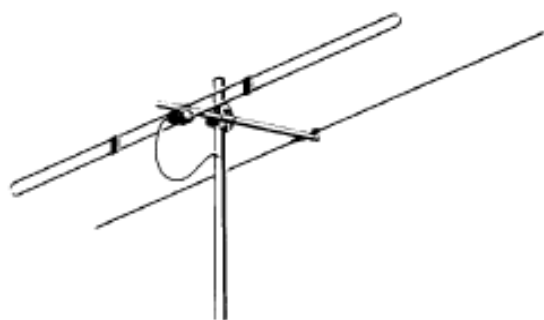
**INSTALLATIONER - ANTENNEANLÆG**

---

Ved at anbringe flere direktorer øges antennens forstærkning og dens åbningsvinkel vil blive mindre.

Her ses et udsnit af forskellige antenner:

- 2 elementers antenne beregnet til FM radio
- 4 elementers antenne beregnet til Bånd III TV
- 26 elementers antenne beregnet til UHF TV
- 10 elementers antenne beregnet til Bånd III TV





---

**INSTALLATIONER - ANTENNEANLÆG**


---

**Forstærkning**

En antennes forstærkning opgives i dB i forhold til en dipol.

Antal elementer	1	2	4	8	16	32	64	128
Forstærkning i dB	0	3	6	9	12	15	18	21

**Anbringelse**

Antenner til modtagelse af VHF og UHF skal derfor placeres så højt og frit så muligt. (se afsnittet UHF og VHF). Under ganske særlige atmosfæriske forhold, især om sommeren, kan disse signaler blive reflekteret i grænselagene, og det medfører at udenlandske TV-stationer kan forårsage forstyrrelser på de danske udsendelser på samme frekvens.

Antennemaster skal overholde byggemyndighedernes til enhver tid gældende bestemmelser. I nogle tilfælde kan lokalplaner, servitutter, fredning o.l. sætte grænser for masters udførelse og anbringelse.

Modtagerantener skal anbringes så frit som muligt, for at antennesignalerne kan blive- reflektions- og forvrængningsfrie.

**Antenneafstand i cm**

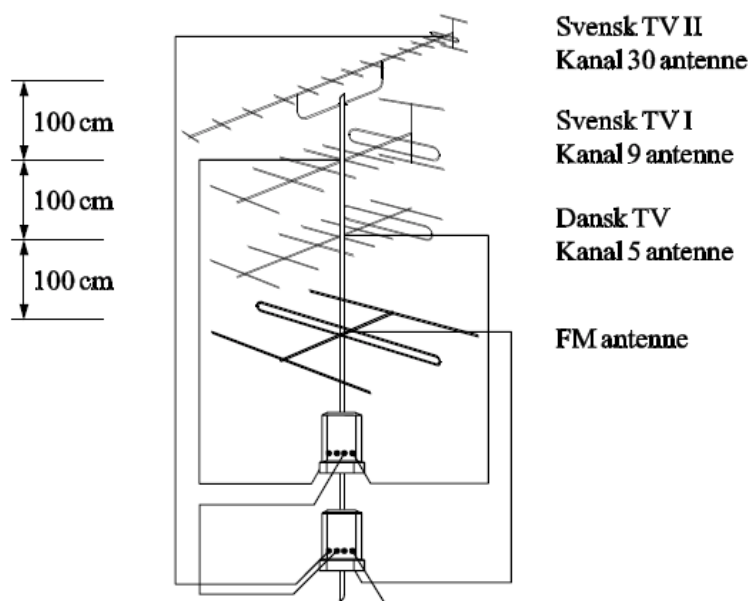
Afstanden mellem antennerne skal mindst være de i skemaet angivne, fordi antennerne skal opsamle energien fra luften. Ellers har det indflydelse på antennernes modtageforhold med det til følge, at man ikke opnår signal nok.

Antenneafstand i cm					
Bånd	1	2	3	4	5
1	225	150	150	150	150
2	150	100	100	100	100
3	150	100	100	100	100
4	150	100	100	80	80
5	150	100	100	80	80

---

**INSTALLATIONER - ANTENNEANLÆG**


---



Antenner på bærerør med højde indtil 5,5 m (målt fra midten af øverste forankringsbeslag) vil kunne befæstes til murværk, jern- eller jernbetonkonstruktion eller til tagkonstruktioner, når følgende bestemmelser overholdes:

1. Bærerøret skal mindst have dimensioner svarende til de i nedenstående skema angivne.

### Højde af bærerør

Højde af bærerør	Meter							
	5,5	5,0	4,5	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0
Dimension af rør	3"	3"	3"	2½"	2½"	2"	2"	1½"
Rørkvalitet	DS541	DS540	DS540	DS541	DS540	DS540	DS540	DS541

Alle bærerør skal være stålrør efter DS 540 (gas- og vandør) eller stålrør efter DS 541 (damprør).

På bærerøret placeres FM- og TV-antenner med givne indbyrdes afstande.

## Koaksialkabler

I fællesantenneanlæg anvendes der udelukkende koaksialkabler.

Koaksialkablet består af:

- Inderleder
- Isolation
- Skærm
- Kappe



### Inderleder

Inderlederen består af cirkulær kobbertråd, der kan være fortinnet eller forsølvet.

Inderlederens tværsnitsareal er forskellig fra type til type.

Inderlederen kan være udført som flertrådet kobber for at opnå større bevægelighed.

### Isolation

Omkring inderlederen er der smeltet et isolerende materiale af f.eks. polyætylen, skum eller teflon.

Denne isolations tykkelse og dielektriske egenskaber er bestemmende for kablets elektriske egenskaber.

### **Skærm**

Uden om isolationslaget er der en skærm, som er udført af flettet kobbertråd eller kobberfolie. Skærmen fungerer som kablets ene leder, men har også til hensigt at skærme af for højfrekvent udstråling fra kablet, samt at hindre støj udefra i at nå ind til kablets inderleder.

En del kabler er forsynet med såvel flet- som folieskærm, hvilket kan give mindre tilladelig bøjningsradius og samtidig bevare folieskærmens gode egenskaber med hensyn til HF-tæthed.

Der fremstilles koaksialkabler med skærm af svejset aluminiumsrør. Disse kabler har fine mekaniske og elektriske egenskaber, men er forholdsmæssigt dyre i anskaffelse.

Uden om skærmen er der lagt en vejrbestandig kappe af PE polyætylen.

### **Kappe**

Til fællesantenneanlæg forlanges det, at alle kabler der nedlægges i jord og oplægges i det frie, skal have kappe af sort materiale p.g.a. UV bestråling fra solen.

### **Kabeldæmpning**

Kabeldæmpningen er afhængig af kablets dimension og det overførte signals frekvens. Dæmpningen stiger med frekvensen og falder ved større fysisk dimension. Kabeldæmpningen angives i dB/100 m.

De kabler, der normalt anvendes til indvendig installation, kaldes montagekabler. Kablerne har hvid eller grå kappe med udvendig diameter på ca. 7-9 mm. Skærmen er udformet som fletskærm af kobbertråd, og inderlederen er som regel forsølvet. Kablerne leveres med massiv isolation eller med isolation af PE-skum.

---

**INSTALLATIONER - ANTENNEANLÆG**

---

Montagekabler, der monteres udvendigt fra antenne til forstærker eller TV-modtager inde i bygning, skal ved fællesantenneanlæg - (og bør ved enkeltanlæg) have sort PVC-kappe for at modstå den ultraviolette stråling fra solen.

**Dæmpning****Eks. på dæmningsforløb**

Dæmpning ved 20 °C		
ved MHz 5	dB/100 m	0,6
ved MHz 50	dB/100 m	1,7
ved MHz 200	dB/100 m	3,4
ved MHz 470	dB/100 m	5,6
ved MHz 862	dB/100 m	7,9
ved MHz 100	dB/100 m	8,7
ved MHz 1350	dB/100 m	10,4
ved MHz 1750	dB/100 m	12,3
ved MHz 2050	dB/100 m	13,3
ved MHz 2150	dB/100 m	13,9

**Godkendelse af kabler**

Kabler, der anvendes i fællesantenneanlæg, skal svarer til CENELEC EN 50117.

## Forstærkeren



Forstærkeren er almindeligvis den centrale enhed i et antenneanlæg med det hovedformål at bringe signalerne op på de niveauer, der er nødvendige for at fremføre disse i et givent anlæg.

Forstærkerne samles normalt på loftet i huset, men kan også anvendes som masteforstærkere anbragt umiddelbart efter en antenne med for svagt signal.

Forstærkere har forskellige mekaniske og elektriske egenskaber, der skal tages med i betragtning, når forstærkertype skal vælges.

De vigtigste egenskaber og data er:

- forstærkerens forstærkning i dB og det justerbare forstærkningsområde.
- den maksimale udgangsspænding i dB $\mu$ V for forstærkeren.
- forstærkerens egenstøj er så lav som muligt (støjtal < 3dB).
- forstærkerens frekvensområder.
- forstærkerens kapslingsklasse (tæthedsgrad).

---

**INSTALLATIONER - ANTENNEANLÆG**

---

**Forstærkning**

Forstærkerens vigtigste egenskab er forstærkningen, som angives i dB.

Indgangsimpedans  $Z_1$  og udgangsimpedans  $Z_2$  skal være  $75 \Omega$ .

Forstærkerne findes med egen strømforsyning indbygget i forstærkerhuset, men har ofte separat strømforsyning.

**Maksimal udgangsspænding**

Den maksimale udgangsspænding for en forstærker angives som  $110 \text{ dB}\mu\text{V}$  ved en  $\text{IMA} = 60 \text{ dB}$ . IMA står for InterModulationsAfstand.

Det vil sige at forstærkeren ikke må køre højere end den maksimale udgangsspænding ved 2 kanaler.

Hvis forstærkeren forstærker flere kanaler end 2, skal der reduceres i udgangsspændingen.

Ved et normalt enkeltanlæg kan man nedsætte udgangsspændingen ca.  $10 \text{ dB}$ , så vil der ikke ske nogen forstyrrelse.

**Forstærkerens egenstøj støjtal**

Forstærkerens egenstøj skal være så lav som muligt, men jo større forstærkning forstærkeren har, jo større støjtal vil man få.

Støjtal for en forstærker ligger mellem  $1 - 6 \text{ dB}$ .

**Forstærkerens frekvensområder**

Forstærkerens frekvensområde er et valg, ud fra hvad man skal forstærke op, og om man skal have flere signaler samlet og forstærket.

**Forstærkerens kapslingklasse (tæthedsgard)**

En forstærkers kapslingklasse er afgørende for, om den kan sidde udenfor eller om den skal placeres på loftet. De fleste forstærkere til enkeltanlæg kan placeres udenfor (stænktæt).

## Eksempel på en forstærkers data



Forstærkning      BI/III: 0 - 20 dB  
                               BII: - 10 - 10 dB  
                               Kanal 33, 43, 50: 8 - 28 dB  
                               Kanal 23, 60: 8 - 28 dB  
                               Rest UHF: 0 - 20 dB

Støjtal: < 3 - 5 dB

Max. Udgangsspænding: 110 dB $\mu$ V v/60 dB IMA

Spænding/strøm + 12 - 24V/65 mA

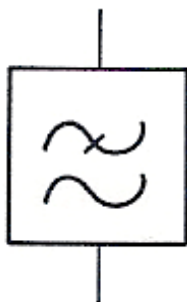
## Filtre

I et antenneanlæg anvendes der mange forskellige filtre og med mange forskellige funktioner.

Et filter er en sammenbygning af spoler og kondensatorer, som så kan anvendes til lavpasfiltre og højpasfiltre.

I det følgende skal der gøres rede for funktionen af de mest anvendte filtertyper.

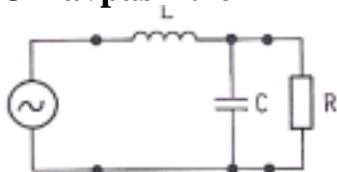


**Lavpasfiltre**

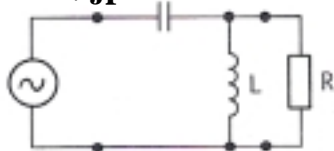
Et lavpasfilter lader lave frekvenser passere og dæmper frekvenser over en for filteret karakteristisk frekvens, afskæringsfrekvensen.

**Højpasfilter**

Et højpasfilter lader alle frekvenser over afskæringsfrekvensen passere igennem, men dæmper alle de lavere frekvenser.

**LC-Lavpasfiltre**

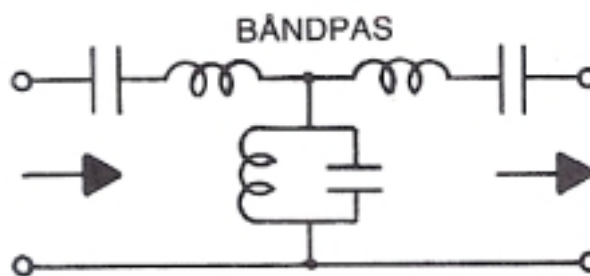
I et lavpasfilter vil der ved stigende frekvens blive en større reaktans (modstand) i spolen, mens reaktansen i kondensatoren falder. Der bliver her tale om stigende spændingsfald (dæmpning) ved stigende frekvens.

**LC-Højpasfiltre**

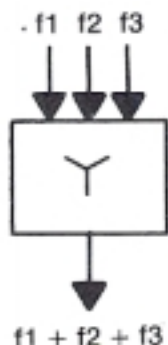
Ved at bytte om på spole og kondensator opnås den modsatte virkning. Ved stigende frekvens bliver kondensatorens reaktans mindre, mens reaktansen i spolen bliver større. Spændingsfaldet vil derfor blive mindre og lader således signaler passere igennem.

Et kanal/båndfilter tillader et bestemt frekvensområde at passere igennem og spærre for alle andre frekvenser.

Dersom flere systemer af denne filtertype kombineres sammen, fremkommer princippet for et samle-/dele-filter.



### Sammenkoblingsfiltret

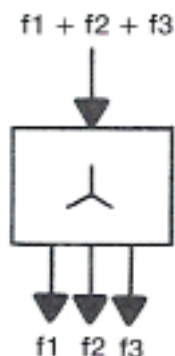


Sammenkoblingsfiltret kobler signaler fra flere signalkilder sammen til et kabel.

Filtret kan f.eks. anvendes, hvor signaler fra et antennesystems enkelte antenner skal samles i et kabel.

Der skal generelt regnes med en gennemgangsdæmpning på ca. 1-2 dB og en filterdæmpning (spærredæmpning) fra en kanal til anden kanal på ca. 18-20 dB.

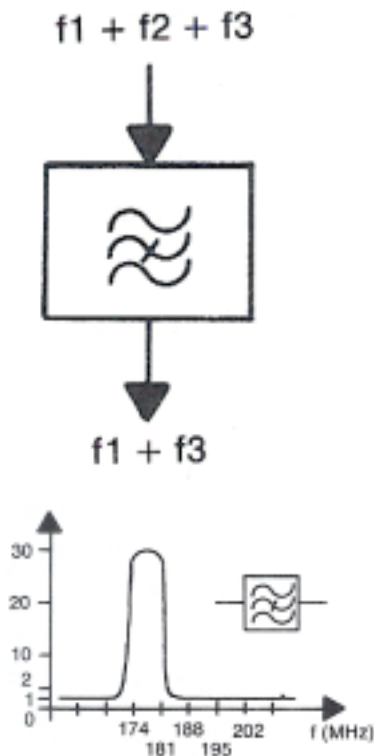
### Delefilteret



Delefilteret anvendes, hvor et antal kanaler i et kabel skal adskilles til forstærkning i kanalforstærkere.

Delefilteret og sammenkoblingsfiltret er ens i opbygning og dæmningsforløb er ens, så det er anvendelsen der bestemmer navnet.

### Kanalspærrefilter



Kanalspærrefiltret eller blot spærrefilteret kan spærre en uønsket kanal ude.

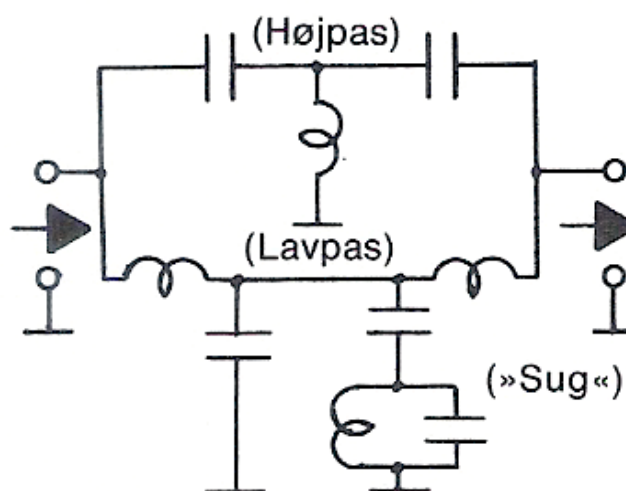
Filtret kan anvendes, hvor en generende kanal skal holdes ude, eller hvor et lokalt signal helt eller delvist skal fjernes som uønsket signal fra en antenne, der er rettet ind og beregnet til at modtage et langdistancesignal.

Kurvediagrammet viser karakteristikken af dæmpningsforløb for et kanalspærrefilter. Her spærres for kanal 5 (175,25 / 180,75 MHz).

Det ses, at dette filter har en dæmpning for kanal 5 på 30 dB, og alle andre frekvenser bliver dæmpet ca. 1 dB.

Ved seriekobling af flere filtre kan dæmpningen forøges yderligere.

### Principdiagram for et kanalspærrefilter



---

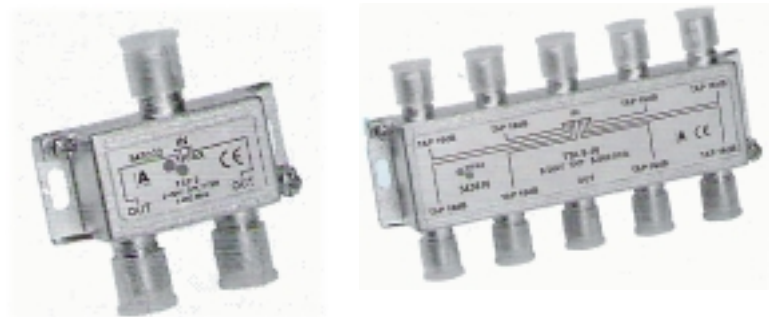
**INSTALLATIONER - ANTENNEANLÆG**

---

**Data for  
fordelere/forgrenere**

Fordelere eller forgrenere anvendes til at dele/splitte signalet op til flere udgange, således at man kan få det antal stik man ønsker.

Disse fordelere / forgrenere har forskellig dæmpning, alt efter type og antal udgange.



En splitter er en fordeler, som deler signalet i lige store spændinger.



En Tap er en forgrenere som har et indsætningstab på ca. 1,7 dB og afgreningstab på ca. 12 - 20 dB.



---

**INSTALLATIONER - ANTENNEANLÆG**


---

Type	TSP 2 Splitter	TSP 8 Splitter	Splitter	TTA 2-12 Tap	TTA 8-16 Tap	TTM 6 Tap
Frekvensområde	5 - 862	5 - 862	5 - 862	5 - 862	5 - 862	5 - 862
Udgange	2	8		2	8	6
Afgreningstab dB 5 - 40 47 - 470 470 - 860	3.2 3.5 3.7	10.2 10.2 12.2		12.5 ± 1.0 12.0 ± 1.0 12.0 ± 1.5	16.0 ± 1.5 16.0 ± 1.5 16.0 ± 2.0	13.0/13.5 14.5/15.5 16.5/17.5
Indsætningstab dB 5 - 40 47 - 470 470 - 860	3.2 3.5 3.7	10.2 10.2 12.2		1.7 1.7 2.2	2.5 2.7 2.9	6.0 ± 1.5 6.0 ± 1.5 6.0 ± 1.5

**Dåser**

Dåser er i princippet et filter med 2 udgange, en til TV og en til Radio. På den måde kan TV og radio tilsluttes via koaksialtilslutninger til anlægget samtidigt.

Mellem tilslutningsdåsens TV- og FM- stik skal der være en dæmpning på mindst 10 dB, for at oscillatoren i radio eller TV ikke kan forstyrre i det andet apparat.

Der skelnes generelt mellem 2 typer tilslutningsdåser:

- Sløjfedåser
- Tilslutningsdåser til stikledningssystemer og enkeltanlæg.

**Sløjfedåser**

Sløjfedåser er en sammenbygning af en forgrener og et filter, således at der er et indsætningstab på ca. 1,5 dB og en afgreningstab på 12 dB.

I sløjfesystemer kaldes tilslutningsdåserne også for gennemgangsdåser, og den sidste dåse i grenen for slutdåsen.

I sløjfedåser er der tale om to dæmpninger:

- Gennemgangsdæmpning

---

**INSTALLATIONER - ANTENNEANLÆG**

---

- Udkoblingsdæmpning.

---

**INSTALLATIONER - ANTENNEANLÆG**

---

**Gennemgangsdæmpning**

Gennemgangsdæmpningen i en sløjfedåse ligger på ca. 1,5 dB.

Sløjfedåsens afgreningstab på ca. 13 dB.

**Retningskoblede sløjfedåse**

Den retningskoblede sløjfedåse muliggør en forholdsvis stor udkoblingsdæmpning til en af siderne i anlægget, hvilket kan give en stor overhøringsdæmpning i forhold til dæmpningen af det indkomne nyt-signal.

Fordres der større overhøringsdæmpning end normalt, fx i forbindelse med kanalbelægning, kan der indsættes retningskoblede tilslutningsdåser.

Ved montage af disse dåser er det strengt nødvendigt, at kablerne monteres i overensstemmelse med signalretningen.

Tilgang og afgang er normalt mærket med ind- og udgangspile.

**Abonnentfordelingsnet i sløjfesystem**

*Fællesantenneanlæg, der etableres i nyt byggeri, som er påbegyndt efter d. 1. April 1990, må ikke udføres i sløjfesystem.*

**Stikledningsdåser**

Stikledningsdåsernes funktion er at dele signalet op til radio og TV (et filter) og ude i standen ved vejen sidder forgreneren.

Stikledningsdåsen indeholder koaksialtilslutningsstik til FM og TV.

Dåsen har en dæmpning på 0,5/0,3 dB for VHF/UHF.

Denne dæmpning i dåserne gør, at den ofte kaldes for en 0 dB-dåse eller en stikledningsdåse.

---

**INSTALLATIONER - ANTENNEANLÆG**


---


**Tekniske specifikationer for tilslutningsdåser. Godkendte dåser**

Type	TD 212B	TD263	TD260	TD252 SAT	TD250SAT
Frekvens- Område (MHz)					
TV	47-68/132/862	47-68/132/862	47-68/132/862	47-68/132/862	47-68/132/862
Radio	87.5-108	87.5-108	87.5-108	87.5-108	-
SAT				950-2150	950-2150
Returvej					
Udkoblings- Dæmpning dB					
VHF	13.0	4.0	0.5	1.0/1.5	1.0/1.5
UHF	13.0	4.5	0.3		
SAT				1.0	1.0
Gennemgangs- Dæmpning (dB)					
VHF	0.8	4.0			
UHF	1.0	4.5			

**Måleinstrumenter**

Der skal være et instrument der er selektivt, det vil sige, at det kan indstilles til en given frekvens. Frekvensområdet skal mindst dække Bånd I, Bånd II, Bånd III og Bånd IV/V, samt mellembåndskanalerne og returvej frekvensområdet fra 5 op til 65 MHz (returvej anvendes til at man igennem anlægget kan sende og modtage data til en pc; Bredbåndstilslutning), således at instrumentet kan måle fra 5 860 MHz. Tilslutnings impedansen skal være 75  $\Omega$ .



Det er vigtigt, at der er en god aflæsningsmulighed af den ønskede frekvens og aflæses i dBV.

Instrumentet bør være uafhængigt af nettilslutning og bør være forsynet med opladelige batterier og nettilslutning.

Et måleinstrument skal ofte transporteres rundt til ubekvemme steder, hvorfor det ikke må være for tungt.

Ca. 3 kg for små instrumenter og op til 10 kg for større modeller.

## **Målenøjagtighed**

Måleinstrumentet har en måletolerance, som for visse instrumenter er  $\pm 6$  dB for VHF og  $\pm 6$  dB for UHF.

Dette medfører, at man måler forkert; enten en halvt så stor spænding eller en dobbelt så stor spænding.

Jo dyrere instrumentet er, jo mere nøjagtigt er det.

Der fås instrumenter helt ned til  $\pm 2$  dB for VHF og  $\pm 2$  dB for UHF.

### **Andre muligheder:**

De forskellige instrumenttyper kan have forskellige praktiske finesser som f.eks.

Analyse af billedesympuls

Spectrumanalyse

Video Ind/ud

Printer

Tekst-TV

Omstilling til DC-måling,

Omstilling til ohmmetermåling

Udgang for DC- forsyning til servicebrug.

Her er en feltstyrkemåler og de aktuelle data for denne måler:

---

**INSTALLATIONER - ANTENNEANLÆG**


---

Type: Combolook



Modtager måleområder TV

VHF/ UHF: 5 - 900 MHz  
 SAT: 920- 2150 MHz

Måleområder

SAT: 35 - 90 dB $\mu$ V  
 TV: 40 - 110 dB $\mu$ V  
 RADIO: dB $\mu$ V  
 ZF: dB $\mu$ V

Målenøjagtighed:  $\pm$  2,0 dB

Korrektionstabel

Spectrum TV 5- 900 MHz

Viserinstrument

TV-skærm JA sort/hvid

Digitalinstrument: JA

Printertilslutning: Nej

Teletekst: Nej

Sat-MF: Nej

Strømforsyning: 230 V/ batterier

Dimensioner: mm

Vægt med/uden batterier: 7,0 kg

## **Tekniske grundlag for antenneanlæg**

Telestyrelsen har i samarbejde med antennebranche og brugerorganisationer udarbejdet et vejledningsmateriale til støtte for ejere og brugere af fællesantenneanlæg.

Hvor der indgås aftaler med leverandører om køb af fællesantenneanlæg indeholder Vejledningen forslag til Telestyrelsen krav, som bør stilles til leverandøren af fællesantenneanlæg med henblik på at sikre en så høj teknisk kvalitet i fællesantenneanlægget som muligt.

I december 1998 udgav Telestyrelsen vejledningsmaterialet:

- Vejledning i etablering af fællesantenneanlæg.
- Vejledende tekniske retningslinier for fællesantenneanlæg.

Vejledende tekniske retningslinier for fællesantenneanlæg er, så vidt det er muligt, baseret på de fælles europæiske CENELEC-standarder for fællesantenneanlæg.

ASK (Antenne-, Satellit- og Kabel-TV Branchens Fællesorganisation) og FDA (Forenede Danske Antenneanlæg) har etableret et frivilligt aftalekoncept, som vil kunne anvendes ved leveringsaftaler vedrørende fællesantenneanlæg (nybygning og udbygning/renovering m.v.).

Vejledningen om tekniske forhold findes i Aftale For Fællesantenne Området AFO' s Vejledende tekniske retningslinier for fællesantenneanlæg.

[www.bfe.dk](http://www.bfe.dk)

.

---

**INSTALLATIONER - ANTENNEANLÆG**

---

**Eksempel**

Der modtages DR 1 på Kanal 31 fra København Vest

TV2 Kanal 53 fra København Vest

DR 2 på Kanal 8 fra Gladsaxe

TV Danmark på Kanal 60 fra Gladsaxe

FM fra fra Gladsaxe

Svensk 1 Kanal 33 fra Hørby i Sverige

Svensk 2 Kanal 43 fra Hørby i Sverige

Anlægget afsluttes i en forgrener (TTA 2-12) en triax tapantenne og 2 stikledningsdåser (TD260c)Triax dåser

**Data for masteforstærker**

Data for mastforstærker til kanal 33/43, da disse signaler er svage.

TA4055-2: 25 dB forstærkning, Støjtal 1.8 dB, Maks. Udgangsspænding 105 dB $\mu$ V

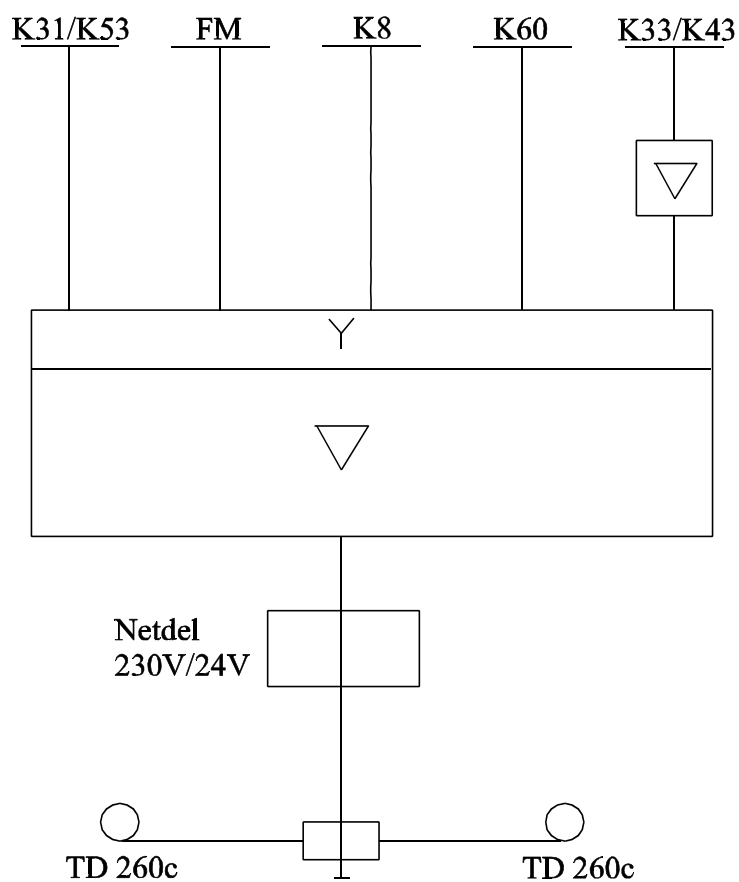
TD 260c: VHF: 0,5 dB, UHF: 0,3 dB

TTA 2-12 Tap tab : 12 dB, indsætningstab: 1,7 dB

---

**INSTALLATIONER - ANTENNEANLÆG**

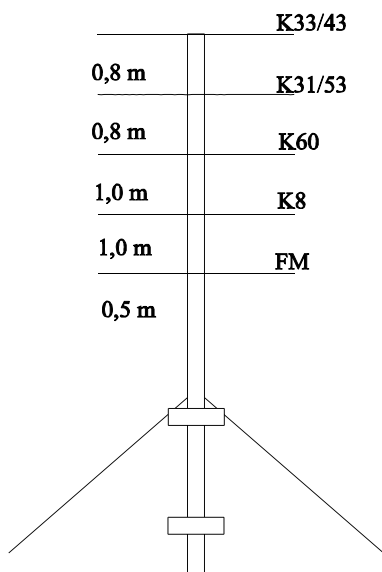
---

**Principskema over antenneanlægget**

---

**INSTALLATIONER - ANTENNEANLÆG**

---

**Valg af antennestørrelser:**

**K31/k53:** Her vælges en 10 elementers antenne, da vi ligger tæt ved senderen.

**K33/K43:** Her vælges den største antenne i UHF, fordi her er vi udenfor senderens dækningsområde, som er ca. 70 Km.

**FM:** Her vælges en 2 eller 3 elementers antenne, da vi er tæt ved Gladsaxe.

**DR2:** Her vælges en 4 elementers antenne, da signalet sendes fra Gladsaxe.


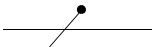
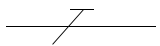
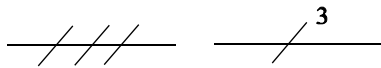
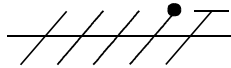


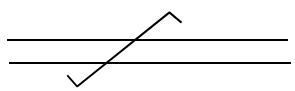
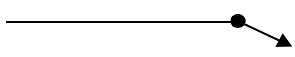
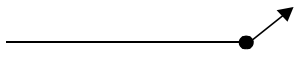
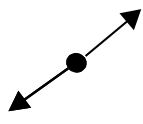


Antennernes placering på masterør og antennernes opsættes med en indbyrdes afstand, ifølge Teknisk vejledning fra [www.bfe.dk](http://www.bfe.dk) /aftalen for fællesantenneområdet (se under AFO og tekniske informationer).

---

**INSTALLATIONER - SYMBOLER**


---

**Symbol - plantegning**

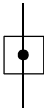
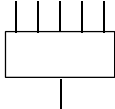










Benævnelse	Symbol
Forbindelse  Eks. Leder Kabel Linie Transmissionsvej	
Nulleleder	
Beskyttelsesleder	
Ledning med tre faser	
Eksempel: ledning med tre faser, nulleleder og beskyttelsesleder	
Bøjelig ledning	
Skærmet leder	
Snoet leder	
Nedadgående ledning	
Opadgående ledning	
Gennemgående ledningsføring	
Dåse, alment symbol	
Samledåse	

---

**INSTALLATIONER - SYMBOLER**


---

**Symbol - plantegning**

Benævnelse	Symbol
Tilslutningssted for brugerinstallation	
Fordelingsanlæg med 5 tilslutninger (tavle)	
Stikkontakt/stikdåse, alment symbol	
Tre sammenbyggede stikkontakter	
Stikkontakt med beskyttelseskontakt	
Stikkontakt pillesikker	
Stikkontakt med enpolet afbryder	
Stikdåse for telekommunikation - type kan anføres med påskrift TP: telefon FX: telefax M: mikrofon FM: radio TV: fjernsyn HT: højttaler	
Afbryder, alment symbol	
Afbryder med indikeringslampe	
Enpolet afbryder	
Kroneafbryder	


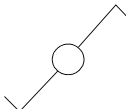
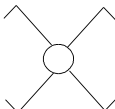



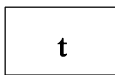
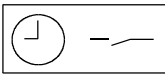
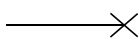
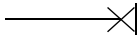

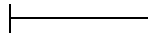
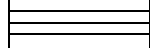
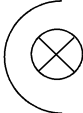
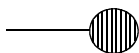
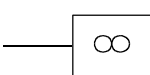



---

**INSTALLATIONER - SYMBOLER**


---

**Symbol - plantegning**

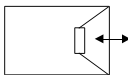

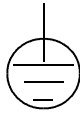

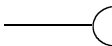


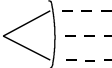
<b>Benævnelse</b>	<b>Symbol</b>
Enpolet afbryder med flere stillinger, for eksempel til flere lysstyrker	
Korrespondanceafbryder	
Krydsningsafbryder	
Dæmper	
Trykkontakt	
Trykkontakt med indikeringslampe	
Apparat med tidsstyring, eksempelvis trappautomat	
Kontaktur	
Lampested	
Lampested på væg	
Lampe, alment symbol	
Armaturlamp for lysstofrør, alment symbol	
Armaturlamp for tre lysstofrør	
Projektør, alment symbol	
Vandvarmer	
Ventilator	
Elektrisk lås	

---

**INSTALLATIONER - SYMBOLER**


---

**Plantegning - symboler**


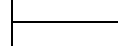

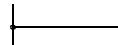



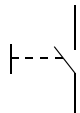
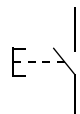
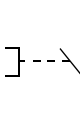
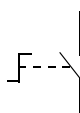
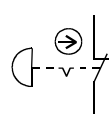


Samtaleudstyr, for eksempel porttelefon	
Jordforbindelse	
Beskyttende jordforbindelse	
Hankontakt i en stikdåse eller stikprop	
Hunkontakt i en stikdåse eller stikprop	
Stikforbindelse	
Belysningsføler	
Bevægelsesmelder	

---

**INSTALLATIONER - SYMBOLER**


---

**Symboler - kredsskemaer**



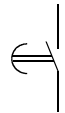
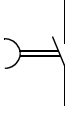

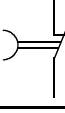


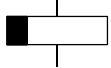
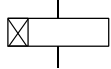
Kode	Beskrivelse	Symbol
W	Ledning	
W	Elektrisk forbindelse	
X	Mekanisk forbindelse	
W	Elektrisk forbindelse anvendes, hvor der er tvivl om der er forbindelse	
X	Terminal	
F	Sikring	
F	Sikring med angivelse af forsyningside	
S	Manuelt betjent afbryder, alment symbol	
S	Trykknopafbryder, sluttekontakt med automatisk tilbageføring	
S	Trækafbryder, sluttekontakt med automatisk tilbageføring	
S	Drejeafbryder, sluttekontakt uden automatisk tilbageføring	
S	Nødstopafbryder (aktiveret med paddehat) med tvangsført brydekontakt og fastholdt stilling	
K	Sluttekontakt	
K	Brydekontakt	

---

**INSTALLATIONER - SYMBOLER**


---

**Symboler - kredsskemaer**

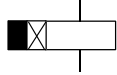


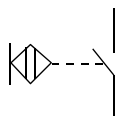
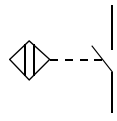
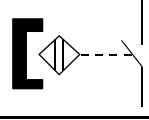
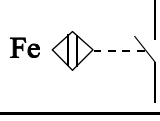
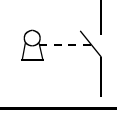
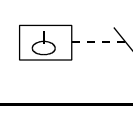

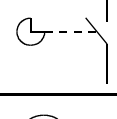

Kode	Beskrivelse	Symbol
K	Skiftekontakt, bryde før slutte	
S	Grænseafbryder (endestop), sluttekontakt	
K	Sluttekontakt der er forsinket, når den indretning, der indeholder kontakten, aktiveres	
K	Sluttekontakt, der er forsinket, når den indretning, der indeholder kontakten, deaktiveres	
K	Brydekontakt der er forsinket, når den indretning, der indeholder kontakten, aktiveres	
K	Brydekontakt, der er forsinket, når den indretning, der indeholder kontakten, deaktiveres	
K	Sluttekontakt, der forsinket, både når den indretning, der indeholder kontakten, aktiveres, og når den deaktiveres	
Q	Aktiveringsindretning (relæspole), alment symbol	
K	Relæspole til et relæ med forsinket udkobling	
K	Relæspole til et relæ med forsinket indkobling	

---

**INSTALLATIONER - SYMBOLER**


---

**Symbol - kredsskemaer**



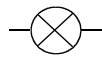
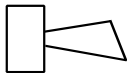


Kode	Beskrivelse	Symbol
K	Relæspole til et relæ med både forsinket indkobling og forsinket udkobling	
K	Kiprelæ	
F	Aktiveringsindretning til et termisk relæ	
B	Berøringsfølsom afbryder, sluttekontakt	
B	Nærhedsafbryder, sluttekontakt	
B	Nærhedsafbryder, der aktiveres ved nærhed af en magnet, sluttekontakt	
B	Nærhedsafbryder, der aktiveres ved nærhed af jern, brydekontakt	
S	Nøgleafbryder, sluttekontakt	
B	Niveauafbryder, sluttekontakt	
B	Temperatursensitiv kontakt - hosliggende symbol ved sluttekontakt kan erstattes af temperaturbetingelserne for aktivering	
B	Kamtontakt, sluttekontakt	
P	Ur	

---

**INSTALLATIONER - SYMBOLER**

---

**Symbol - kredsskemaer**

M	Induktionsmotor, trefaset	
P	Lampe (signallampe), alment symbol	
P	Signallampe, blinkende type	
P	Horn	
P	Klokke	
P	Sirene	

## **Projektarbejde**

Undervejs i et uddannelsesforløb vil der være krav om at demonstrere, at man kan anvende indlært, fagligt stof. Der vil også være forventninger om, at man både kan arbejde selvstændigt og arbejde sammen med andre. Endelig skal man kunne præsentere resultaterne fra et stykke fagligt arbejde i en skriftlig form, som med lethed både kan læses og forstås af andre. Som et stykke værktøj til udvikling af disse faglige og personlige kompetencer er projektarbejdsformen velegnet.

## **Projektoplæg**

Som regel begynder et projektarbejde med, at der udleveres og gennemgås et projektoplæg. Projektoplægget beskriver rammerne for projektarbejdet.

- Hvad skal der arbejdes med?
- Hvordan skal der arbejdes alene/gruppe?
- Hvor lang tid har man til arbejdet - afleveringsdato?
- Hvilke materialer er der til rådighed?
- Hvilke lærere kan man henvende sig til for at få hjælp?
- Gives der projektrelateret teoriundervisning i projektperioden?
- Økonomiske rammer?
- Er der særlige krav til projektrapporten diagrammer, kurver, tabeller etc.?

## **Projektrapport**

Normalt skal et projektarbejde dokumenteres og afleveres i form af en rapport. Opbygningen af rapporten følger sædvanligvis et bestemt mønster et slags skema

med faste punkter. Det er dog ikke altid, at alle punkterne medtages det afhænger af opgavens art. Et bredt formuleret projektoplæg, med vide rammer for løsning af projektopgaven, vil f.eks. kræve, at der i rapporten er et punkt, som omhandler overve-

jelser og begrundelse for valg af projekt. Er rammerne snævrere, således at projektet allerede er givet, er det klart, at sådanne overvejelser er overflødige. Den følgende oversigt omhandler de punkter, man kan bygge sin rapport over, hvis projektet er defineret i oplægget.

### **Forside**

Forsiden er det første indtryk, en læser får af rapporten. Titlen på projektarbejdet skal derfor stå tydeligt og klart gerne med store bogstaver. Derudover forsynes forsiden med forfatternavne, årstal og dato samt skolens navn. Hvis alle de formelle oplysninger anbringes med mindre typer nederst på forsiden (sidefod), er der plads til en illustration eller et foto midt på siden.

### **Indholdsfortegnelse**

Hvis rapporten er på mere end 3-4 sider, er det nødvendigt med en indholdsfortegnelse. I indholdsfortegnelsen kan man hurtigt danne sig et overblik over, hvad rapporten indeholder. Dette overblik bliver bedre, hvis man skriver de enkelte linier i fortegnelsen med korte sætninger. Korte sætninger siger mere om indholdet end enkeltstående ord. Husk at angive sidetal.

#### **Indledning (spalteoverskrift)**

Ved et større og mere åbent projektarbejde kan dette punkt deles op i 2 selvstændige afsnit:

1. Problemformulering (som kan rettes til under projektarbejdet) / afgrænsning
2. Baggrundsviden / teori

Ved mindre og mere bundne projektopgaver er det tilstrækkeligt med et enkelt afsnit en indledning. I indledningen beskrives:

- Hvad opgaven går ud på (Kan ofte hentes



---

## INSTALLATIONER - RAPPORTSKRIVNING

---

direkte fra det udleverede projektoplæg).

- En kort beskrivelse af, hvorledes arbejdet tænkes udført (forsøg/målinger)
- Baggrundsviden/teori - igen kort beskrevet (formler/teorier/statistik/artikler m.m.)
- Hypoteser - d.v.s. hvilke resultater man kan forvente - ud fra teorien.

Giv eventuelt hvert af afsnittene en underoverskrift. Indledningen bør max. fylde 1/3 af rapporten (minus forside og indholdsfortegnelse).

### **Materialer og metoder**

I dette afsnit beskrives præcist og detaljeret metoderne/fremgangsmåden.

- Beskriv hvad du har gjort - med korte, enkle sætninger.
- Vis eventuelle forsøgsopstillinger, måleopstillinger etc.
- Beskriv hvilke materialer du har brugt.
- Eventuelle vanskeligheder du er løbet ind i og hvordan du har løst problemerne.
- Husk at forsyne diagrammer, billeder og tegninger med en kort tekst.
- Ved beregninger vis hvilke formler du har anvendt

### **Resultater**

Her præsenteres de resultater, du har fået ved de beskrevne metoder / målinger. Har du kun få tal, kan du også vælge, at præsentere resultaterne under forrige afsnit (materialer og metoder).

- Vis resultaterne i skemaer eller som grafer (ved målinger over tid)
- Tænk over, hvor mange cifre du skal medtage ved decimaltal

---

**INSTALLATIONER - RAPPORTSKRIVNING**

---

- Husk enheder på tallene ampere, volt, watt etc.

---

## INSTALLATIONER - RAPPORTSKRIVNING

---

- Lad være med at "fuske" med resultaterne, så de passer pænt til teorien.
- Har du mange "rådata", kan du vedlægge dem som bilag husk en henvisning.
- Husk overskrifter, så læseren kan finde ud af, hvordan tallene er fremkommet.

### Diskussion

I dette afsnit sammenligner og vurderer du dit talmateriale / resultaterne.

- Er der afvigende resultater interessante "fund"?
- Var der svagheder ved metoderne noget, som kunne være gjort anderledes?
- Var der fejl eller mangler, som kunne påvirke resultaterne?
- Kan du finde forslag til nye undersøgelser?
- Hvordan stemmer resultaterne med projektoplægget?

### Konklusion og underskrift

Konklusionen skal generalisere resultaterne og skal være relateret til projektoplægget.

Den skal være kortfattet og bør ikke indeholde personlige vurderinger i stil med: "Jeg synes det var et meget lærerigt projekt ...." eller: "Jeg havde lidt svært ved at komme i gang med projektet, men så " .....

Ønsker man at medtage en personlig kommentar, kan man tilføje et ekstra afsnit og f.eks. kalde det: "Supplerende bemærkninger" eller: "Personlig kommentar".

Til sidst skrives navnene på projektrapportens forfattere, og rapporten forsynes med deres personlige underskrifter.

### **Litteraturliste/Kildeangivelser**

Har du anvendt materiale fra bøger, tidsskrifter eller internettet skal du skrive, hvor det stammer fra. Er det bøger kan du lave en alfabetisk liste således:

- Forfatter(es) efternavne - fornavne (initialer) udgivelsesår - kapitlets titel - bogforfatterens navn - bogens titel sidetalsinterval - forlag - udgivelsessted f.eks. således: Boman, M. og Fialla, J. - (1984). - Halvledere - Elektronik Ståbi - (s.187-189). Teknisk Forlag - København.

Har du hentet materialet fra nettet, skriver du navnet på den organisation som står for webstedet samt webadressen, f.eks. således:

- EFU, Højnæsvej 71, 2610 Rødovre, tlf.: 3672 6400, direkte nr., fax: 3672 6433, e-mail: efu@efu.dk

### **Udformning af rapporten**

Den færdige projektrapport skal se pæn ud. Når rapporten gør det, signalerer den, at de personer som står bag projektarbejdet, har arbejdet seriøst med stoffet og er klare over,

at det første indtryk kan skabe en negativ eller positiv forudindtagethed m.h.t. indholdet.

Anskaf f.eks. en tilbudsmappe (fås i forskellige farver, med transparent forsider) til at sætte rapporten ind i. Forsiden er dermed synlig.

Men det kan også svare sig at ofre tid og omtanke på skrifttype, linieafstand, bogstavstørrelse, layout etc. alt sammen for at gøre rapporten mere læsevenlig.

### **Tekst og "hvide rum"**

Alt for ofte ser man 10 linier på en side allerøverst oppe på siden. Resten af siden er blot et "hvidt rum". Det ser ikke godt ud. Træk mere tekst ind på siden, indtil den er udnyttet, men sørg for passende

afsnit i teksten. Det er nemlig heller ikke særlig læsevenligt med en side, som er fuldstændig fyldt med tekst uden et eneste ophold.

### **Skrifttype**

Valg af skrifttyper er en hel videnskab for sig. Generelt kan man sige, at jo mere pynt der er på bogstaverne jo mindre læsevenlige er de, specielt hvis der er meget tekst. Skrifttyper kan inddeles i to grupper: 1) serif typer og 2) sans serif typer.

A dette er en serif skrifttype, med "fødder". A dette er en sans serif skrifttype, uden "fødder".

En serif skrifttype er velegnet til lange trykte tekster. Dette skyldes, at fødderne gør det lettere for øjnene at følge teksten. En sans serif type er velegnet til korte tekster, der hurtigt skal opfattes. Sans serif typen er derfor god til overskrifter, tekst i tabeller etc.

### **Skriftstørrelse**

Standardinstillingen i tekstbehandlingsprogrammer er oftest 12 en passende skriftstørrelse for normalt seende. Til overskrifter kan man så bruge 14 eller 16.

### **Du bør undgå:**

- Mere end to skrifttyper i samme rapport
- Diverse "smarte" / specielle skrifttyper
- At bruge lige marginer hvis du gør det, skal du bruge orddeling
- Brug af kombinerede virkemidler såsom: Fed og kursiv
- Brug af understregninger
- Brug af punktum, kolon el. lignende i overskrifter

---

**INSTALLATIONER - RAPPORTSKRIVNING**

---

- Brug af overflødige illustrationer.

### **Stavefejl og sprog**

Det er direkte meningsforstyrrende med mange stavefejl og uheldigt sprogbrug. Er du klar over, at dansk retstavning ikke er din stærkeste side, så bed en anden om at læse din rapport igennem og brug ellers computerens stavekontrol. Stavekontrollen kan langt fra fange alle fejl, men den er bedre end ingenting.

---

**INSTALLATIONER - RAPPORTSKRIVNING**

---



**Dansk El-Forbund**  
**www.def.dk**

Forbundets formål er at arbejde for forbedring af arbejdsvilkårene og organisere alle, der er beskæftiget med energi, kommunikation, sikring og alarm, for herigennem at varetage medlemmernes interesser på arbejdsmarkedet og i samfundet.

Forbundet vil arbejde for at sikre, at alle er overenskomst- eller aftaledækket og varetage forhandlingsretten med henblik på at forbedre medlemmernes løn-, pensions- og sociale vilkår.

Forbundet vil arbejde for demokrati og medindflydelse på virksomhederne.

Forbundet vil arbejde for at sikre medlemmerne det bedst mulige grundlag for at opnå kompetencegivende grund-, efter- og videregående uddannelser.

Dansk El-Forbund blev oprettet den 1. januar 1904, men allerede i 1893 blev den første afdeling af elektrikere i København oprettet.

I 1922 lykkedes det at stifte den første lærlingeforening (en egentlig lærlinguddannelse kom først omkring århundredeskiftet.)

Dansk El-Forbund er en faglig organisation og består af 13 afdelingskontorer og dækker med sine afdelinger hele landet.

I København ligger Forbundskontoret, som tager sig af de faglige, uddannelses- og administrative fælles opgaver for forbundets 13 afdelingskontorer.

Hver formand for afdelingerne er automatisk medlem af hovedbestyrelsen for Dansk El-Forbund.

Dansk El-Forbund har over 30.000 medlemmer, som er beskæftiget både indenlands og udenlands, og dækker hele elbranchen, el, tele, energi, kommunikation, sikring og alarm inden for offentlige og private virksomheder.

Dansk El-Forbund afholder hvert 4. år ordinære kongresser, som er forbundets øverste myndighed. På kongressen er alle forbundets afdelinger repræ-

---

## INSTALLATIONER - BRANCHEKENDSKAB

---

senteret. Der vælges blandt andet, formand og næstformænd, områdechefer og forbundssekretærer for forbundet, og der behandles/vedtages eventuelle ændringer og tilpasninger til forbundslovene.

Hovedbestyrelsen er forbundets øverste myndighed mellem kongresserne.

Lokalafdelingerne vælger ligeledes på årlige generalforsamlinger deres formænd, kasserere m.m.

Dansk El-Forbund samarbejder med andre nordiske elforbund og med en række internationale organisationer.

Endvidere er Dansk El-Forbund medlem af en række organisationer inden for arbejderbevægelsen.

Det nordiske samarbejde er prioriteret højt og betyder blandt andet:

- Fri overflytningsret for medlemmer
- Afholdelse af fælleskonferencer m.m.
- Automatisk godkendelse af svendebrev mellem de nordiske lande.

Alle medlemmer i Dansk El-Forbund er kollektivt omfattet af en livsforsikring - en gruppelevsfor sikring.

Du kan altid henvende dig til Dansk El-Forbund for at få mere at vide om forbundet.

Du kan også altid henvende dig, når du har et fagligt problem. Dansk El-Forbund giver dig en personlig rådgivning om, hvordan problemet kan løses.

De fagligt ansatte i Dansk El-Forbund har masser af erfaring som elektrikere og har derudover en grundig uddannelse for at bestride jobbet i Dansk El-Forbund.

De ansatte har et stort kendskab til de problemer og situationer, der kan opstå ude på arbejdspladsen, og kan derfor hurtigt sætte ind og afhjælpe de problemer, der opstår.

Som medlem af Dansk El-Forbund står du aldrig

---

**INSTALLATIONER - BRANCHEKENDSKAB**

---

alene med problemerne.

### **Uddannelse.**

Dansk El-Forbund er med til at sikre eluddannelser inden for branchen og er via sin medvirken i skuemesterfunktionen med til at sikre kvaliteten i elektrikeruddannelsen. Desuden er Dansk El-Forbund medlem af de lokale uddannelsesudvalg på de tekniske skoler. Herudover er Dansk El-Forbund repræsenteret i bestyrelserne på mange af de tekniske skoler.

Dansk El-Forbund udgiver såkaldte guider, som er udviklet for at give medlemmerne en let læselig indgang til teknikken:

- Multiguide
- Bygningsautomationsguide
- Industriguide
- IBI guide
- Netværksguide
- Windowsguide

I Dansk El-Forbund er uddannelse et vigtigt parameter. Den eltekniske udvikling i samfundet kræver grund- og efteruddannelser, som ikke kun følger med tiden, men er på forkant med udviklingen.

### **IKV (Individuel Kompetence Vurdering/afklaring) [www.def.ikv.dk](http://www.def.ikv.dk)**

Dansk El-Forbund har udviklet et internetbaseret kompetenceværktøj for medlemmerne.

IKV er et personligt "værktøj", hvor medlemmerne via deres indtastede kompetencer (= det de kan), er i stand til at følge op på deres kompetencer og via relevante kurser kan sørge for, at kompetencerne følger med den hastige udvikling inden for branchen.

**Fagligt.**

Dansk El-Forbund sikrer de løn- og arbejdsmæssige forhold for sine medlemmer, blandt andet ved overenskomstforhandlingerne.

De fleste medlemmer arbejder under en overenskomst. De største medlemsgrupper er omfattet af overenskomst med:

- Elektroinstallatørernes Landsforening (ELFO)
- Dansk Industri (gennem CO-industri)
- Det offentlige

Dansk El-Forbund er ligeledes på de fleste arbejdspladser inden for branchen repræsenteret ved, at der af medlemmerne ude på arbejdspladserne er valgt tillids- og sikkerhedsrepræsentanter, som varetager medlemmernes lønforhandlinger samt arbejds- og sikkerhedsmæssige forhold.

Tillidsmanden er medlemmernes talsmand over for arbejdsgiveren og er en vigtig nøglefigur i Dansk El-Forbund. Tillidsmanden får stadig større betydning, fordi samfundet forandrer sig med rivende hast, og forhandlingerne mere og mere bliver lagt ud til lokale forhandlinger i virksomhederne.

Forbundet sikrer via FIU-kurser (Fagbevægelsens Interne Uddannelser), at tillidsmænd- og sikkerhedsrepræsentanterne får en relevant uddannelse inden for områderne.

FIU-uddannelserne kan ligeledes benyttes af medlemmer, som ønsker - eventuelt på sigt - at blive tillidsmand eller sikkerhedsrepræsentant.

**Fagbladet.**

Dansk El-Forbund udgiver et medlemsblad, Elektrikeren, som udkom første gang i 1908. Elektrikeren bliver sendt ud til alle medlemmerne. Desuden udgiver de lokale afdelinger medlemsblade, som bliver udsendt til medlemmerne i lokalområderne.

**Socialrådgivning og sikkerhed.**

Til Dansk El-Forbund er knyttet en socialrådgivning, som tager sig af og hjælper medlemmerne, når arbejdsbetingede sociale problemer opstår.

Dansk El-Forbund vægter sikkerhed meget højt og har repræsentanter i forskellige udvalg, blandt andet i Sikringsstyrelsen.

**Arbejdsløshedskasse (a-kasse).**

Dansk El-Forbund har en arbejdsløshedskasse - El-fagets arbejdsløshedskasse - som - hvis du er medlem - giver dig ret til dagpenge, hvis du skulle blive ledig. Der er dog visse betingelser, som skal være opfyldt, og så mange regler, at det er umuligt at remse bare de mest almindelige op. Har du spørgsmål, så kontakt den lokale afdeling af Dansk El-Forbund.

Ved medlemskab af Dansk El-Forbund kan der tegnes lønforsikring, så du ved arbejdsløshed kan opnå en højere ydelse end dagpengene.

**Ungdom [www.def.dk/ungdom](http://www.def.dk/ungdom)**

Dansk El-Forbund har en velfungerende ungdomsafdeling, som deltager både i det faglige og uddannelsesmæssige arbejde i forbundet.

I 1982 blev lærlingene fuldgyltige medlemmer af Dansk El-Forbund, og det har blandt andet betydet, at lærlinge/ungdommen har et fast medlem i hovedbestyrelsen.

Desuden er lærlinge/ungdommen repræsenteret i forskellige udvalg i forbundet, blandt andet Uddannelsesudvalget og Organisationsudvalget. Ungdommen er også en aktiv del af lokalafdelingerne i Dansk El-Forbund.

På mange større arbejdspladser er der lærlingeklubber, som er med til at sikre god uddannelse og gode forhold under uddannelsen, og som tilbyder sociale arrangementer for lærlingene på de respektive virk-

---

**INSTALLATIONER - BRANCHEKENDSKAB**

---

somheder.

---

**INSTALLATIONER - BRANCHEKENDSKAB**

---

Dansk El-Forbund Ungdom arrangerer mange aktiviteter for medlemmerne. Der arrangeres alt fra studieture til sjove happenings og sociale hyggetræf med unge fra andre fagforeninger.

Dansk El-Forbund Ungdom har sine egne kurser kun for lærlinge og unge. Her kan deltagerne lære om bl.a. sikkerhed og arbejdsmiljø, taleteknik, forhandlingsteknik og web-design. Dertil er der en masse tværfaglige kurser, som man kan deltage i. I Dansk El-Forbund Ungdom er det de unge, der bestemmer.



**TEKNIQ Installatørernes Organisation**

ELFO er elinstallatørernes forening og et af de to medlemmer i TEKNIQ Installatørernes Organisation.

TEKNIQ er branche- og arbejdsgiverorganisation for over 3.000 tekniske installatører, 1.800 elinstallatører og 1.200 VVS-installatører. Medlemsvirksomhederne har en samlet årlig omsætning på over 30 mia. kr. og beskæftiger i alt ca. 40.000 medarbejdere inden for alle former for tekniske installationer i byggeriet. Medlemmerne omfatter alle typer af installationsvirksomheder inden for el og VVS fra små enmandsvirksomheder til store virksomheder med op til flere tusinde medarbejdere.

TEKNIQ arbejder for, at installatørerne har de bedste betingelser for at udvikle og drive deres virksomhed i en verden, hvor de tekniske installationer i byggeriet får en stadig større betydning, og hvor mulighederne for at udvikle specialløsninger stiger eksplosivt i takt med, at kundernes krav vokser. Gennem politisk indflydelse og deltagelse i den offentlige debat skaber organisationen forståelse for installationsbranchens forhold generelt. Og i overenskomstforhandlingerne søger TEKNIQ at udvikle overenskomsterne, så de er tidssvarende og indrettet efter netop installationsbranchens forhold. Som medlem af TEKNIQ er man omfattet af overenskomsterne. Så står man ikke alene, hvis der måtte være en uoverensstemmelse med lønmodtagersiden. Og som medlem har man således mulighed for at få understøttelse i forbindelse med en strejke, hvis det skulle komme dertil.

TEKNIQ er en del af Dansk Arbejdsgiverforening, hvor organisationen er den 5. største organisation og den næststørste aktør i byggebranchen.

### **Rådgivning og service**

TEKNIQs sekretariat yder rådgivning til medlemsvirksomhederne på alle felter, der berører installatørernes dagligdag.

### **Arbejdsmarked**

I den daglige administration af en virksomhed opstår der en lang række spørgsmål om emner som overenskomster, sygdom, barsel, arbejdsmiljø, pension, konflikt og faglig strid. Spørgsmål, som kan ryddes af vejen ved en opringning til TEKNIQ, hvor medarbejdere med særlig kompetence inden for arbejdsmarkedsforhold hurtigt og professionelt hjælper medlemmerne videre.

### **Erhverv**

TEKNIQ har fokus på erhvervspolitiske forhold og følger og øver indflydelse på udviklingen på en bred vifte af områder inden for erhvervslovgivning og entrepriserådgivning. Det gælder f.eks. AB92, entrepriserforhold, partnering, tilbudsgivning, forsikringsforhold, salgs- og leveringsbetingelser, indeksregulering og meget mere.

### **Tekniske forhold**

TEKNIQ yder også rådgivning om de rent fagtekniske forhold på el- og VVS-området. Den tekniske afdeling følger desuden hele autorisationsområdet tæt og rådgiver om kvalitetsstyringsystemer, branchespecifik lovgivning og standardiseringsarbejdet inden for el og vvs.

### **Virksomhedsudvikling**

Kompetenceudvikling og læring er blevet centrale begreber i moderne ledelse. Det indgående kendskab til el- og VVS-virksomheder betyder, at TEKNIQs udviklingsafdeling kan tilrettelægge kurser og udviklingsforløb, der er skræddersyet til de to brancher. Medlemmer kan her hente råd og hjælp til udvikling af deres virksomheder, lige fra overordnet virksomhedsstrategi til salgskurser gennem service-

montører. Samtidig udvikler TEKNIQ stadig nye lederuddannelsesstilbud og afholder temadage og virksomhedsinterne kurser.

### **Uddannelse**

Uddannelsesområdet har stor prioritet, da branchens udvikling er afhængig af, at medarbejderne har de rigtige kompetencer til at varetage nuværende og kommende arbejdsopgaver. TEKNIQ sidder i en lang række råd, nævn og udvalg under ministerierne og andre organisationer og sikrer derved, at branchens uddannelsespolitiske interesser bliver tilgode-set.

Samtidig er TEKNIQ repræsenteret med mindst tre medlemmer i de lokale uddannelsesudvalg for elektrikeruddannelsen på de tekniske skoler og har repræsentanter i bestyrelsen på de fleste tekniske skoler, der udbyder elektrikeruddannelsen. På elområdet er TEKNIQ med til at sikre kvaliteten på uddannelserne ved at deltage med skuemestre på alle skoleforløb.

Endelig varetager TEKNIQ også skolekontakten til bl.a. folkeskolen og de tekniske skoler.

### **Kommunikation**

Det er TEKNIQs mål at sikre et højt informationsniveau om væsentlige brancheforhold blandt såvel medlemmer som i offentligheden. Det sker blandt andet gennem aktivt pressearbejde, fagbladene *Electra* og *Dansk VVS* til medlemmer og meningsdannere og målrettede informationsserier til medlemmerne. Derudover stiller TEKNIQ på [www.tekniq.dk](http://www.tekniq.dk) en lang række oplysninger, værktøjer, blanketter m.m. til rådighed.

### **Lokal forankring**

TEKNIQs lokale forankring er sikret gennem 35 lokalforeninger i ELFO og 19 lokale kredse i Dansk VVS. De er en meget vigtig del af organisationen, og her foregår en lang række aktiviteter, der sikrer

medlemmerne et netværk af såvel faglig som social karakter.

Det er i de lokale kredse og foreninger, at medlemmer af ELFO og Dansk VVS mødes til fælles arrangementer. Emnerne spænder vidt fra egentlige kurser af helt faglig art, over foredrag og debattmøder om aktuelle tiltag i branchen til kollegiale arrangementer, der også har det sociale fællesskab som formål. Og i de situationer, hvor der er grundlag for det, gennemføres der i lokalt regi fælles markedsføringsinitiativer.

Det er også i og omkring de mange foreninger og kredse, at en række andre aktiviteter som f.eks. kontakten til de lokale uddannelsesinstitutioner finder sted. Den lokale tilstedeværelse sikrer, at TEKNIQ er med til at påvirke branchens vilkår regionalt og lokalt, særligt inden for uddannelses- og arbejdsmarkedspolitikken.

### **Sektioner og interessegrupper**

El- og VVS-installatørernes arbejdsområde er vidt forgrenet. Der er fart på udviklingen inden for alle områder. Det øger behovet for specialisering og dermed også behovet for en løbende udbygning af viden og kompetence. Derfor er der etableret en række sektioner, hvis fornemmeste opgave er at inspirere til den nødvendige kompetenceopbygning. Det sker gennem seminarer, kurser, ERFA-grupper mv.

IBI-gruppen er etableret med det formål at tilføre medlemsvirksomheder en specialviden på området intelligente bygningsinstallationer (IBI).

It-sektionen er det faglige forum for medlemmer, der arbejder med salg, service og installation af informationsteknologi.

Sikringsgruppen er et landsdækkende samarbejde mellem autoriserede elinstallatører, som kan tilbyde professionelle sikringsanlæg til erhverv og privatboliger.

---

**INSTALLATIONER - BRANCHEKENDSKAB**

---

Sol- og Bio-sektionen servicerer de ca. 300 medlemmer med de nødvendige værktøjer til at fremme salget af solvarme og biobrændsel.

---

## INSTALLATIONER - BRANCHEKENDSKAB

---

Sprinklersektionen består af medlemsvirksomheder, som er godkendt af DBI (Dansk Brand- og sikrings-teknisk Institut) til at udføre aktiv brandslukning i form af sprinkleranlæg.

Tag- og facadesektionen er en sammenslutning af virksomheder, der har specialiseret sig i tag- og facadearbejde.

Endelig er der i TEKNIQ tre specialforeninger, der varetager særlige interesseområder:

Foreningen af Ventilationsfirmaer er en specialforening under TEKNIQ for virksomheder, der primært beskæftiger sig med ventilation.

Teknikentreprenøren er en specialforening under TEKNIQ for virksomheder, hvis forretningsområde er de tekniske entrepriser med flere fag.

Og endelig er der VVS-Entreprenørerne, der er en række virksomheder inden for Dansk VVS, der er karakteriseret ved at være mellemstore virksomheder på entreprisemarkedet.

**EFU**

EFU er Dansk El-Forbunds og ELFO/TEKNIQs uddannelsespolitiske samarbejde

EFU blev oprettet i 1967 og har siden da fungeret som det faglige udvalg for elfagets grunduddannelse.

Det faglige udvalgs primære opgaver er at varetage fagets lærlingeuddannelse ved at revidere og udvikle det faglige indhold i uddannelsen og fastsætte uddannelsens varighed og struktur for de enkelte specialer samt fordelingen på skoleundervisning og praktikuddannelse. Udvalget er sammensat af et lige antal personer fra Dansk El-Forbund og ELFO/TEKNIQ.

EFU er en del af Efteruddannelsesudvalget for Tekniske Installationer og Energi (ETIE), som skal sikre opfølgning og udvikling af efteruddannelserne.

**Lokale uddannelsesudvalg**

Medarbejdere fra EFU deltager i lokale uddannelsesudvalgsmøder rundt om på de tekniske skoler for at bistå de lokale uddannelsesudvalg med viden om det faglige udvalgs arbejdsområder.

**Nordisk samarbejde**

EFU deltager i NEUK - Nordisk El-Utbildnings Komité, som består af arbejdsgiver- og arbejdstagerorganisationer inden for elinstallationsbranchen i Danmark, Sverige, Norge, Finland og Island.

EFU administrerer en række hjemmesider, hvor du kan finde nyttige oplysninger om elfaget:

[www.efu.dk](http://www.efu.dk): EFU's hovedside med blandt andet nyheder om lærlingeuddannelsen og efteruddannelse af elektrikere.

---

## INSTALLATIONER - BRANCHEKENDSKAB

---

[www.efu.dk/fagbog](http://www.efu.dk/fagbog): EFU udgiver bøger og opgaver til både grund- og efteruddannelse af elektrikere. På hjemmesiden Fagbøger på Internet kan du bestille bøgerne. Hvis du abonnerer på Fagbøger på Internet, kan du blandt andet købe bøgerne til nedsat pris og selv sammensætte indholdet i dem.

[Elkurser.dk](http://Elkurser.dk): Elkurser.dk er en kursushjemmeside, hvor du kan tilmelde dig elfagets efteruddannelseskurser online. Hjemmesiden er altid opdateret med tid og sted for alle elfagets efteruddannelseskurser, som afholdes på de tekniske skoler.

[www.efu.dk/folkeskole](http://www.efu.dk/folkeskole): Folkeskolens elever og lærere kan fra denne hjemmeside hente gratis undervisningsmateriale til brug for natur/teknik- og fysik/kemi-undervisningen.

### **Kontakt**

EFU, Højnæsvej 71, 2610 Rødovre, tlf.: 3672 6400, direkte nr., fax: 3672 6433, e-mail: [efu@efu.dk](mailto:efu@efu.dk)



---

**INSTALLATIONER - BRANCHEKENDSKAB**

---

---

**STIKORDSREGISTER**


---

1.1 Gyldighedsområde og . . . . .	242	. . . . .	131, 132
1-polet tænding . . . . .	259	Beskyttende jordforbindelser . . .	304-306
ABB sikkerhedsafbrydere . .	168, 191	Bilag til brug for dimensionering . . . . .	168
Abonnentfordelingsnet i sløjfesystem . . . . .	447	Boring . . . . .	327, 333, 334
Adgang til Internet . . . . .	389	Bredbånd . . . . .	389, 392, 395
Adskiller . . . . .	115, 120, 256, 364	Bukning . . . . .	230, 341, 342
ADSL . . . . .	389, 392, 394, 395	Bygning . . . . .	93, 132, 193, 298, 311, 356, 358, 437
Afbarkning . . . . .	237	Bygningsreglement . . . . .	238, 239
Afgrening på stikledninger . . . . .	220	Bøjning af kabel . . . . .	235
Afslutning af kabelbakker . . . . .	316	Bøjning af rør . . . . .	230
Afslutningsmateriel . . . . .	218	CENELEC . . . . .	38, 208, 324, 437, 451
Alternativ el-produktion . . . . .	13	Danfoss - kontaktorer og termoudlø- sere . . . . .	168, 181
Anbringelse . . . . .	234, 271, 433	Dansk El-Forbund . . . . .	473, 474, 476-478, 480, 487
Andre mekaniske påvirkninger . .	204	Danske bestemmelser til fastlæggelse af strømværdi . . . . .	141
Anlægstyper . . . . .	254	Data for fordelere/forgrenere . . . . .	444
Anmeldelse . . . . .	211, 212	Data udtag ved arbejdspladsen . .	405
Antenneafstand i cm . . . . .	433	Datanetværk i boliger . . . . .	399
Antenner . . . . .	425, 428, 429, 432, 434, 442	De kommercielle selskaber . . . . .	30
Automatsikringer . . . . .	101, 103, 108-110, 116, 117, 120, 225, 227	Definition af en elektromagnetisk for- styrrelse . . . . .	284
Automattryk . . . . .	268, 270, 271	Definitioner . . . . .	36, 38, 242
Belastningsfordeling . . . . .	225	Delefilteret . . . . .	442
Belastningsplan . . . . .	121, 122	Dimensionering af 1,5 kW motor - direkte start . . . . .	147, 149
Beskyttelse med ekstra lav spænding . . . . .	86	Dimensionering af 15 kW motor - Y/D-start . . . . .	158-160, 163-165
Beskyttelse med fejlstrømsafbrydere . . . . .	65	Dimensionering af bolig . . . . .	121
Beskyttelsesleder typer . . . . .	95	Dimensionering af boligens kabler og	
Beskyttelsesledere . . . . .	44, 51, 83, 93, 95, 121, 130-132, 134, 135, 198, 301, 305		
Beskyttelsesledere i installationen			

---

**STIKORDSREGISTER**


---

ledninger . . . . .	126	Elforsyning og fordeling . . . . .	4
Dimensionering af Dahlandermotor . . . . .	152-155	Elproduktionen i tal . . . . .	6
Dimensionering af eltavlen . . . . .	137	Elvarmekilder . . . . .	353
Dimensionering af jordingsanlæg . . . . .	121, 130	EMC-løsningsforslag . . . . .	297
Dimensionering af sikringer . . . . .	100, 146	Emner som aftales mellem . . . . .	243
Dimensionering af sikringer foran tav- le . . . . .	146	Fabrikant og bruger . . . . .	243
Dimensionering af stikledning . . . . .	121, 123	Farvemærkning . . . . .	198, 304-306
Dimensionering efter IEC-normen . . . . .	163	Farvemærkning for jordforbindelser . . . . .	304
Dimensioneringsvejledning . . . . .	142, 168, 169	Fejlspændingsafbrydere . . . . .	51, 76
Dipol . . . . .	429, 431, 433	Fejlstrømsafbryder . . . . .	70, 71, 73, 76, 78
Direktorer . . . . .	431, 432	Fejlstrømsafbryder kombineret med kontaktor . . . . .	78
Distributionsnet . . . . .	18, 22, 23	Fejlstrømsafbryderens anvendelse . . . . .	71
Driftkategorier . . . . .	183	Fejlstrømsafbryderens virkemåde . . . . .	67
Driftsmæssige jordforbindelser . . . . .	304, 305	FI-afbryder . . . . .	68
Dåser . . . . .	192, 220, 228, 231, 237, 238, 445, 447, 448, 452	FI/HFI i TN-systemer . . . . .	85
EFU . . . . .	468, 487, 488	Filing . . . . .	331
Eksempel på anvendelse af tabellerne . . . . .	203	Filtre . . . . .	440, 443
Eksempel på beregning af beskyttelses- lederen . . . . .	94	Forbindelser . . . . .	42, 44, 131, 133, 242, 283, 304, 306, 312, 387, 395
Eksempel på installationsplan . . . . .	229	Former for tavlemærkning . . . . .	246
Eksempler på netforstyrrelser/elektrisk støj på ledningsnettet . . . . .	282	Formål . . . . .	20, 22, 38, 90, 95, 105, 110, 211, 225, 229, 242, 258, 262, 304, 365, 367, 473, 484
El-forsyningens prisfastsættelse . . . . .	28	Forstærkeren . . . . .	438, 439
El-vandvarmere . . . . .	381, 387	Forstærkerens egenstøj støjtal . . . . .	439
Elektriske forbindelser . . . . .	44, 312	Forstærkerens frekvensområder . . . . .	438, 439
		Forstærkerens kapslingklasse (tæthed- grad) . . . . .	438, 439
		Forstærkning . . . . .	429, 431-433, 438-440, 442, 452
		Forsyningssikkerhed . . . . .	28

---

**STIKORDSREGISTER**


---

Funktionsafbryder . . . . .	110, 258	Højde af bærerør . . . . .	434
Funktionsmæssige jordforbindelser . . . . .	304, 306	Højfrekvens (HF) interferens . . .	285
Funktionsprøver . . . . .	57, 244	Højpasfilter . . . . .	441
Fælles bestemmelser . . . . .	192, 244	I jord . . .	203, 204, 217, 219, 300, 436
Fællesregulativet . . . 29, 33, 107, 118, 119, 124, 149, 155, 161, 166, 210, 211, 215, 225		IBI, Intelligente Bygningsinstallationer . . . . .	254
Generatoranlæg . . . . .	16	Identifikation og mærkning .	120, 136
Generelt om kabler i fast installation . . . . .	234	Identifikation og mærkning af strøm- redse . . . . .	136
Generelt om rør . . . . .	229	Idriftsættelse og eftersyn . . . . .	41
Gennemgangsdæmpning . . . 442, 445, 447		Ind- og udkobling af et induktivt kredsløb . . . . .	289
Gevindfremstilling . . . . .	338	Indbygning . . . . .	223
Gnaverangreb . . . . .	204, 234	Infravarmestraler . . . . .	353, 370
Gniststøj . . . . .	29, 287, 289	Installationer i boliger . . . . .	210
Gode råd vedrørende kabler . . . .	320	Instrueret person . . . . .	61
Godkendelse af kabler . . . . .	437	Internetforbindelse via antenneforenin- gen . . . . .	391
Graddage . . . . .	361, 362	IP adresser . . . . .	400, 415
Grundlæggende principper . . 38, 105, 254		Isolationsmåling på PELV . . . . .	48
Grupper . 98, 114, 120, 122, 137, 225, 227, 228, 469, 484		Isolationsmåling på SELV . . . . .	47
Gruppetavlens placering . . . . .	224	Isolationsmåling på separat strømkreds . . . . .	49
Gummi- og plastkabler (tilledninger) . . . . .	168, 174	Jordelektrode . . . .	78, 83, 85, 89, 300
Halvlederstøj generelt . . . . .	294	Jordelektrodens overgangsmodstand, måling . . . . .	52
HFI-afbryder . . . . .	70, 302	Jordingsanlæg . . 88, 90, 93, 121, 130, 133, 300	
Holec sikringsafbrydere . . . .	168, 189	Jordleder mellem jordelektroden og hovedjordskinnen . . . . .	131
Hovedbeskyttelsesleder . . . .	131, 132	Kabinet/tavler . . . . .	314
Hvad betyder EMC? . . . . .	283	Kabler . . . .	21, 30, 99, 101, 115, 123, 126, 128, 129, 143, 154, 168, 170, 173, 175, 197, 199, 201, 203-205,
Hvad er det? . . . . .	282		
Hvorfor dimensionere? . . . . .	105		

---

**STIKORDSREGISTER**


---

208, 209, 216-219, 221-223, 234, 235, 237, 256, 285, 292, 314, 318, 320, 322, 365, 366, 400, 402, 403, 436, 437	..... 132
Kabler i jord .....	204, 219
Kablens afslutning i dåser .....	237
Kabling af datanetværk .....	400
Kanalspærrefilter .....	443
Kapslingsklasse ..	195-197, 226, 243, 244
KB-kontrol ..	116, 149, 155, 161, 166
Kiprelæ .....	254, 275, 461
Koaksialkabler .....	435, 436
Kondensvand .....	234
Konfigurering af tilsluttet ekstraudstyr .....	413
Konnektor RJ-45 .....	406
Kontinuerlig drift .....	17
Korrektionsfaktor ....	111, 113, 142, 143, 154, 168-170, 178, 201, 205
Korrespondancetænding .....	263
Kraftværkstyper .....	10, 11
Krav til fordelingstavlen .....	227
Krav til lysinstallation .....	228
Kredsskema .....	145
Kronetænding .....	262
Krydsfelt .....	403, 404
Krydsningsafbryder .....	266, 457
Krympe .....	219
Lavfrekvens (LF) interferens ....	285
Lavpasfiltre .....	440
Lavspændingsforsyningsnet .	26, 212
Lede- og kontrolllys .....	267, 276
Ledere til udligningsforbindelser .....	132
ledninger ....	99, 101, 121, 123, 126, 128, 129, 150, 154, 156, 161, 166, 168, 177, 197, 199, 201, 203, 204, 209, 222, 225, 232, 235, 254, 258, 261, 275, 292, 304, 306, 414
Ledninger i jord .....	203
Ledningsbetegnelse .....	208
Ledningsitrækning .....	230-232
Ledningstilslutning .....	168, 182
Limning .....	343
Lodning .....	286, 343, 344, 346-350
Love og forskrifter .....	33
Lyntransienter .....	29, 292, 294
Lyskilde .....	258
Lægmand .....	61, 110, 244
Maksimal udgangsspænding ....	439
Mindste ledertværsnit ...	91, 94, 206
Modem .....	389-391, 394, 395
Modulopbygning af gruppetavlen .....	226
Montering af RJ-45 konnektor ..	407
Mærkning ...	120, 136, 142, 169, 198, 227, 246, 247, 249, 251, 305, 325, 327
Mærkningsmetode 1 .....	247
Mærkningsmetode 2 .....	247
Måleinstrumenter .....	448
Målenøjagtighed .....	449, 450
Målørskab .....	222, 223
Måling af fejlsløjfeimpedansen ....	53
Måling til nullederen .....	55
Netselskaber .....	27, 28
Netspændingsvariationer og udfald	

---

**STIKORDSREGISTER**


---

.....	291, 292	Rør i skjult installation	231
Nettransienter	29, 292	Sagkyndig person	60, 61
Nulling	80, 84	Sammenkoblingsfiltret	442
Nødakkumulator	14	Savning	331
Nødanlæg	14	SB6 kapitel 637	244
Nødbelysning	15	Selektivitet	72, 119, 146
Opbygning af gruppetavle	225	Sikkerhed	34, 38, 39, 59, 91, 105, 228, 280, 336, 340, 343, 383, 419, 478, 480
Oplysningspligtigt materiel	192	Sikringer	42, 51, 60, 97-101, 107, 108, 120, 146, 168, 179, 180, 203, 225, 227, 228, 247, 252
Ordforklaring	106, 140	Sikringsmateriel	168, 172
Ordforklaring til varmeberegning	140	Skruestiksarbejde	328
Overbelastnings- og kortslutningsbe- skyttelse af stikledningen	125	Sløjfedåser	445
Oversigt over beskyttelsesledere i boli- gen	135	Smeltekurve for sikringer D01 - D02 - D03	168, 179
Overspænding/	308	Smeltekurve for sikringer NH 2	168, 180
Patch- og dropkabler	403, 411	Smeltesikringer	109, 110, 116, 117, 125, 129, 145, 147, 152
Potentialudligning	295, 297, 298, 306, 308	Spændingskvalitet	28, 292
Presning	218, 219	Standarder	33, 61, 108, 292, 323, 416, 417, 451
Principdiagram for et kanalspærrefilter	443	Statisk elektricitet	294, 304
Prøvekreds på	70	Stikledning fra kabelskab	221
Pufferladning	14, 15	Stikledning fra målerskab	223
På mast	216	Stikledninger	211, 213, 215, 220, 222
Reaktans i ohm ved 50 Hz for 3-, 4- og 5-leder kabler	168, 175	Stikledningsdåser	447, 452
Reaktans i ohm ved 50 Hz for gummi- og plastkappeledninger	168, 176	Strukturen i elsektoren	29
Reflektor	370, 431	Strømkreds	43, 49, 50, 53, 65, 85, 94, 97, 110, 115, 200, 201, 298
Retningsantennener	429	Strømværdier for gummiisolerede	
Retningskoblede sløjfedåse	447		
Risiko for galvanisk tæring	306		
Router, tilslutning	415		

---

**STIKORDSREGISTER**


---

.....	154, 168, 177	Udførelse og ansvar .....	303
Stærkstrømsbekendtgørelsen ..	33, 59, 63, 105, 112, 193, 206, 210, 216, 217, 225, 279, 297, 298, 305, 369	Udligningsforbindelse af tilgængelige, ledende dele .....	313, 320
Støbemuffer .....	219	Udligningsforbindelser ...	44, 88, 93, 130-132, 134, 298, 301-306, 308
Støj på nettet .....	29	Udløsekurver for automatsikring type B .....	168, 184
Supplerende udligningsforbindelser ..	44, 93, 131, 132, 134, 298, 301-304	Udløsekurver for automatsikring type C .....	168, 185
Tavlemærkning a .....	247, 249	Udløsekurver for automatsikring type D .....	168
Tavlemærkning b .....	250	Udstyr/maskine .....	312
Tavlemærkning c .....	252	UPS .....	292, 420, 421
TEKNIQ Installatørernes Organisation .....	481	Valg af ledningssystemer .....	199
Tekniske grundlag for antenneanlæg .....	451	Valg af rørtype .....	230
Tilgængelighed ...	42, 197, 224, 243, 331	Valg og installation af materiel ...	38, 192
Tilslutning af printer, scanner o.l. .....	412	Varmeberegning .....	138, 140, 356
Tilslutning hos forbruger .....	26	Varmekabler .....	353, 365, 368-370
Tilslutning til kabinetter .....	315	Varmestyring .....	372, 380
Tilslutninger .....	310, 312, 320, 456	Varmetabsberegning .....	356, 358
Tilslutningsafgift .....	212	Vekselspænding fra akkumulatorer .....	15
Transientbeskyttelse .....	308, 420	Vekselstrømsmodstand ved 20 °C for 3-, 4- og 5-leder kabler .....	173
Transmissions- og distributionsnet .....	18	Verifikation af fejlspændingsafbry- deres funktion .....	53, 54
Transmissionsnet .....	20, 23	Verifikation af fejlstrømsafbryderes funktion .....	53
Trappeautomat .....	270, 272, 274	VHF og UHF .....	425, 433
Trækfjeder .....	232	Vælg gruppeafbryder: .	124, 126, 128
Træktråd .....	232	Vælg kabel: .....	124, 126, 128
Trådløst netværk .....	416	Værktøj til installation af netværk .....	414
TV-kanaler .....	426		
Typebetegnelser .....	168, 188		
Udbredelsesforhold .....	425		

---

**STIKORDSREGISTER**

---