

Minihåndbog for el-installatører og elektrikere

Du kan downloade vores produktkataloger på internettet. Katalogerne indeholder oplysninger om produkternes anvendelse, teknik og konstruktion samt sortiment. Såfremt du har forespørgsel på varer, som ikke fremgår af vores katalog og prisliste, er du velkommen til at kontakte vores salgsafdeling.

Opdateret produktinformation er altid tilgængelig på internettet. Her har du desuden mulighed for at sammensætte dit eget katalog af lige præcis de typer, som du har behov for.

www.nktcables.dk

www.lk.dk

Varenavne og benævnelser i denne bog er varemærker for Lauritz Knudsen og **nkt cables a/s**.

Lauritz Knudsen



by **Schneider Electric**

nkt cables

SI-enheder

Betegnelse	Enhed	Sym-bol	Omregning til andre SI-enheder
Længde	meter	m	
Masse	kilogram	kg	
Tid	sekund	s	
Temperatur	kelvin	K	
Strømstyrke	ampere	A	
Lysstyrke	candela	cd	
Vinkel (plan-)	radian	rad	
Rumvinkel	steradian	sr	
Frekvens	hertz	Hz	1/s
Kraft	newton	N	kgm/s ²
Tryk	pascal	Pa	N/m ² *)
Energi	joule	J	Nm
Effekt	watt	W	J/s
Elektricitetsmængde	coulomb	C	As
Elektrisk spænding	volt	V	W/A
Elektrisk kapacitans	farad	F	C/V
Elektrisk impedans	ohm	Ω	V/A
Elektrisk ledningsevne	siemens	S	1/Ω
Magnetisk flux	weber	Wb	Vs
Fluxtæthed	tesla	T	Wb/m ²
Elektrisk induktans	henry	H	Wb/A
Lysstrøm	lumen	lm	cd sr
Belysningsstyrke	lux	lx	lm/m ²

*) 1 Pa = 10⁻⁵ bar ≈ 1,02 · 10⁻⁵ kp/cm²

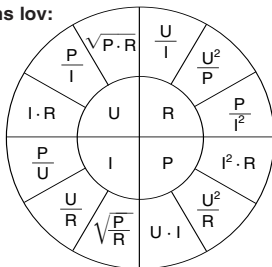
De almindeligst anvendte elektriske måleenheder

	Formel- tegn	
Spænding	U	volt (V) 1 kilovolt (kV) = 1000 V 1 millivolt (mV) = 1/1000 V
	U_L U_F	liniespænding Kun ved trefaset fasespænding vekselstrøm
Strøm	I	ampere (A) 1 kiloampere (kA) = 1000 A 1 milliampere (mA) = 1/1000 A
	I_w I_{wi}	wattstrøm = $I \cdot \cos \varphi$ wattløs strøm = $I \cdot \sin \varphi$
Resistans (Modstand)	R	ohm (Ω) 1 kiloohm (k Ω) = 1000 Ω 1 megaohm (M Ω) = 1 000 000 Ω
Induktans (Selvinduk- tion)	L	henry (H) 1 millihenry (mH) = 1/1000 H
	X_L	Induktiv reaktans $X_L = 2\pi fL = \omega L$
Kapacitans	C	farad (F) 1 mikrofarad (μF) = 10^{-6} F 1 nanofarad (nF) = 10^{-9} F 1 picofarad (pF) = 10^{-12} F
	X_C	Kapacitiv reaktans $Z_C = \frac{1}{2\pi fC} = \frac{1}{\omega C}$

	Formel- tegn	
Impedans Kun vek- selstrøm)	Z	Ohm (Ω) $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$ (resistans med induktiv og kapacitiv reaktans i serie)
Effekter i 3-faset vekselstrømkredse. (N = Netværdier)		
Virke effekt	P	Watt (W) 1 kilowatt (kW) = 1000 W 1 megawatt (MW) = 1000000 W $P = \sqrt{3} \cdot U_N \cdot I_N \cdot \cos \varphi$
Tilsyne- ladende effekt	S	Voltampere (VA) 1 kilovoltampere (kVA) = 1000 VA $S = \sqrt{3} \cdot U_N \cdot I_N$
Reaktiv effekt	Q	Voltamperereaktiv (VAr) 1 kilovoltamperereaktiv (kVAr) = 1000 var $Q = \sqrt{3} \cdot U_N \cdot I_N \cdot \sin \varphi$

	Formel- tegn	
Energi	E	Joule (J) = Ws watt-timer (Wh) 1 kilowatt-time (kWh) = 1000 Wh 1 megawatt-time (MWh) = 1 000 000 Wh 1 kWh = $3,6 \times 10^6$ J $E = \sqrt{3} \cdot U_L \cdot I \cdot \cos \varphi \cdot t$ (3-faset vekselstrøm)
Effekt- faktor	$\cos \varphi$	$\cos \varphi = \frac{I_w}{I} = \frac{P}{S}$ (Kun for sinus- formet str. & sp.)
Periodetal	f	hertz (Hz) I Europa er f normalt = 50 Hz (i skibe dog oftest 60 Hz)
Vinkelfre- kvens	ω	$\omega = 2 \pi \cdot f$ rad/s

Ohms lov:



U = Spænding
 R = Modstand
 I = Strøm
 P = Effekt

Energi (arbejde)


















Enhed	Joule (Wattsek.) (= 1Nm) (=10 ⁷ erg) J (Ws)	Kilowatt- timer kWh	Hestkraft- timer hkt	Kilopond- meter kpm	Kilo- kalorier kcal	British Thermal Unit B.t.u.
1 J (Ws) =	1	0,278 · 10 ⁻⁶	0,378 · 10 ⁻⁶	0,102	0,239 · 10 ⁻³	0,948 · 10 ⁻³
1 kWh =	3,6 · 10 ⁶	1	1,36	3,67 · 10 ⁵	860	3412,7
1 hkt =	2,648 · 10 ⁶	0,7353	1	2,7 · 10 ⁵	632,3	2509
1 kpm =	9,81	0,2723 · 10 ⁻⁵	0,37 · 10 ⁻⁵	1	0,234 · 10 ⁻²	0,929 · 10 ⁻²
1 kcal =	4186,8	0,1163·10 ⁻²	0,158·10 ⁻²	427	1	3,968
1 B.t.u. =	1055,2	0,293 · 10 ⁻³	0,399·10 ⁻³	107,59	0,252	1

Effekt (arbejde pr. tidsenhed)

Enhed	Watt (Joule/s) W (J/s)	Kilowatt kW	Hestekraft hk	Kilopond- meter/s kpm/s	Kilo- kalorier/s kcal/s	British Thermal Unit/s B.t.u./s
1 W (J/s) =	1	$1 \cdot 10^{-3}$	$0,136 \cdot 10^{-2}$	0,102	$0,239 \cdot 10^{-3}$	$0,948 \cdot 10^{-3}$
1 kW =	1000	1	1,36	102	0,2389	0,948
1 hk =	735,3	0,7353	1	75	0,1757	0,697
1 kpm/s =	9,81	$0,981 \cdot 10^{-2}$	0,0133	1	$0,234 \cdot 10^{-2}$	$0,929 \cdot 10^{-2}$
1 kcal/s =	4186	4,186	5,69	427	1	3,97
B.t.u./s =	1055	1,055	1,434	107,6	0,252	1










Enheder for kraft: 1 newton (N) = $1 \frac{\text{kgm}}{\text{S}^2} = 10^5 \text{ dyn} \approx 0,102 \text{ kp}$











Denne oversigt indeholder mærkningssymboler anvendt på Lauritz Knudsen installationsmateriel. Almindeligt kendte symboler er udeladt.










	Minigabafbryder
	Mikrogabafbryder
	Lysrørsbelastning
	Motorbelastning
	Glødelampebelastning
	Sikkerhedstransformer
	Kortslutningssikker transformer
	Jernkerne transformer
	Elektronisk transformer
	Regulérbar fase
	Lodret montage
	Mærkekortslutningsevne
	Armaturer beregnet for direkte montering på almindeligt brændbart underlag
	Veksel- og pulserende jævnstrøm
	Stødstrømssikker
	Frostsikker til -25° C.
	EU-overensstemmelsesmærke





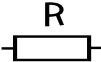



Symboler










Symboler i det følgende er anført i DS/EN 60617 og anvendes bl.a. på etiketter.










Lb.nr.	Symbol	Benævnelse	Bemærkninger
11-13-01		Stikkontakt	
11-13-02		Tre sammebyggede stikkontakter	Én sammenbygget enhed.
11-13-04		Stikkontakt med beskyttelseskontakt	Beskyttelseskontakt benævnes undertiden jordkontakt
11-13-05		Pillesikker stikkontakt	
11-13-06		Stikkontakt med enpolet afbryder	
11-13-08		Stikkontakt med skilletransformer	
11-12-01		Kabler der føres opad	
11-12-02		Kabler der føres nedad	
11-12-03		Kabler der passerer lodret	










Lb.nr.	Symbol	Benævnelse	Bemærkninger
11-14-01		Afbryder	
11-14-04		Topolet afbryder	Antallet af faner viser antallet af poler: se symbol 11-13-DK-03 og -04
11-14-06		Enpolet omskifter	Korrespondance-afbryder
11-14-07		Krydsnings-afbryder	Kredsskema: 
11-14-08		Afbryder med variationsfunktion	Fx: Lysdæmper
11-14-10		Trykkontakt	Symbolet anvendes for både slutte- og brydefunktion
11-14-11		Trykkontakt med indikeringslampe	
11-14-13		Apparat med	Fx: Trappeautomat. Se også symbol 11-14-03
11-14-14		Kontaktur	Se også symbol 08-08-03









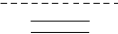
DS/EN 60617	Symbol	Betydning
02-02-03		Jævnstrøm eller jævnspænding
02-02-04		Vekselstrøm eller vekselspænding
02-02-15		Nulleder
		Nulleder (N)
		Beskyttelsesleder (PE)
		Kombineret beskyttelses- og nulleder (PEN)
03-01-01		Leder eller ledning
11-15-01		Lampested Symbolet er vist med ledningsføring
11-15-02		Lampested på væg Symbolet er vist med ledningsføring fra venstre








DS/EN 60617	Symbol	Betydning
03-02-02		Terminal, klemme
03-02-05		Afgrening. Forbindelse af ledere
03-02-04		Afgrening. Forbindelse af ledere
03-02-07		Ledninger med elektriske forbindelser
04-01-01		Ohms modstand, resistans
04-03-01		Induktans
04-03-03		Spole m. magnetkerne
04-02-01		Kondensator, kapacitans


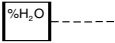
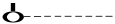
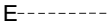
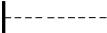
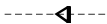
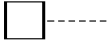
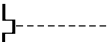
DS/EN 60617	Symbol	Betydning
02-15-01		Jordforbindelse
02-15-04		Stelforbindelse
02-03-01		Variationsmulighed
02-03-08		Trinvis variationsmulighed. Tallet angiver antal trin
06-04-01		Generator (evt. med tilføjelse af strømart)
06-04-01		Elektromotor (evt. med tilføjelse af strømart)
06-09-01		Transformator med to adskilte viklinger
06-09-02		Transformator med to adskilte viklinger
06-09-10		Strømtransformer

DS/EN 60617	Symbol	Betydning
06-09-11		Strømtransformer
06-09-06		Autotransformer
06-09-07		Autotransformer
06-15-01		Jævnspændingskilde (den lange streg angiver den positive pol)
07-02-01		Sluttekontakt
07-04-01		Tidlig sluttekontakt
07-04-02		Sen sluttekontakt
07-08-01		Grænseafbrydere sluttekontakt
07-02-03		Brydekontakt

DS/EN 60617	Symbol	Betydning
07-04-04		Tidlig brydekontakt
07-04-03		Sen brydekontakt
07-08-02		Grænseafbrydere brydekontakt
07-02-04		Skiftekontakt med bryde- før slutte-funktion
07-11-05		Omskifter
07-02-05		Skiftekontakt med midterstilling
07-02-06		Slutte før brydekontakt
07-21-01		Sikring
07-21-02		Sikring. Forsyningside indikeret med tyk streg

DS/EN 60617	Symbol	Betydning
07-21-05		Sikring mekanisk koblet alarmkontakt
08-10-01		Signallampe
08-01-01		Visende instrument (kun i forbindelse med målestørrelse f.eks. V, A, W var)
08-01-02		Registrerende instrument
08-01-03		Integrerende instrument (f.eks. Wh-måler)
08-07-01		Måleværdiomsætter
04-01-05 04-01-07		Modstand eller potentiometer med glidekontakt
05-03-01		Halvlederdiode
02-12-01 02-12-04		Mekanisk forbindelse

DS/EN 60617	Symbol	Betydning
02-01-02		Elektrisk montage – eller brugsgenstand
07-15-01		Aktiveringsspole (relæspole)
07-15-04		Relæspole med to adskilte viklinger
07-15-07		Relæspole, forsinket frafald
07-15-08		Relæspole, forsinket tiltrækning
07-15-15		Polariseret relæ
07-15-14		Relæspole for et relæ med mekanisk ankerspærre

DS/EN 60617	Symbol	Betydning
02-12-05		Mekanisk forbindelse med forsinkelse fra venstre til højre
02-14-05		Styring ved relativ fugtighed
02-14-01		Styring ved væskenniveau
02-13-05		Aktivering ved tryk
02-13-01		Håndbetjent mekanisk aktivering
02-12-07		Mekanisk forbindelse manuelt betjent med fjedervirkning i pilens retning
02-13-20		Aktivering med oplagret mekanisk energi
02-13-25		Termisk aktiveringselement

Installationsbestemmelser

De følgende sider omhandler dels uddrag af SB afsnit 6, 1. udgave, 2001 og dels fabrikant oplysninger.

I projekteringsfasen skal man være opmærksom på, at andre danske myndigheder kan stille yderligere krav til el-installationerne.

Det gælder f.eks.:

- Arbejdstilsynet
- Beredskabsmyndighederne
- Bygningsmyndighederne
- Sundhedsmyndighederne
- Veterinærmyndighederne

Regler for udvidelser eller ændringer af installationer, fremgår af Meddelelse Elinstallationer nr. 21/09.

Uddrag Meddelelse Elinstallationer nr. 21/09.

Udvidelser eller ændringer

Ved en meget begrænset udvidelse eller ændring af en installation, fx installation til et par tilslutningssteder (stikkontakter e.l) eller brugsgenstande, tillades det, at beskyttelseslederen udelades, hvis der ikke er beskyttelsesleder i den eksisterende installation, forudsat at udvidelsen eller ændringen bliver omfattet af beskyttelse med HFI- eller HPFI-afbryder.

Beskyttelsesleder bør dog fremføres, hvor det er praktisk muligt og skal fremføres til elektromedicinske apparater.

Stikkontakter

Hvis stikkontakten har en jordkontakt **skal** der være fremført en virksom beskyttelsesleder, som skal forbindes til jordkontakten.

Udskiftning af brugsgenstande eller tilslutning af nye brugsgenstande.

Tilslutningssteder med virksom beskyttelsesleder

Ved udskiftning af brugsgenstande eller tilslutning af nye brugsgenstande gælder følgende:

Brugsgenstande af klasse I skal forbindes til beskyttelseslederen.

Undtagelse: Udsatte dele på transportable brugsgenstande, som sluttes til stikkontakter i boliginstallationer, behøver ikke at blive forbundet til beskyttelseslederen, bortset fra elektromedicinske apparater.

Systemjording

Der skelnes mellem nedenstående typer af systemjording og de anvendte bogstavkoder har følgende betydning:

1. Bogstav
Driftjord i forsyningssystemet
T = jordforbundet I = isoleret

2. Bogstav
Beskyttelsesjord i installationen
T = jordforbundet N = nullet

Evt. fig. bogstaver
Fremføring af beskyttelsesleder og nulleleder
S = separat beskyttelsesleder C = kombineret beskyttelses- og nulleleder

TN-SYSTEM (NULLING)

Der findes tre typer TN-Systemer afhængig af fremføring af nul- og beskyttelsesleder.

TN-S-SYSTEM

Separat beskyttelsesleder (PE) i hele systemet.

TN-C-SYSTEM

Kombineret nulleleder og beskyttelsesleder (PEN) i een leder i hele systemet.

TN-C-S-SYSTEM

Kombineret nulleleder og beskyttelsesleder (PEN) i een leder i en del af systemet. Et sted i systemet foretages der en opdeling i en separat nulleleder (N) og en separat beskyttelsesleder (PE).

TT-SYSTEM

I et TT-System fremføres der ikke beskyttelsesleder i forsyningsnettet, men installationens udsatte dele er forbundet til en jordelektrode gennem beskyttelsesledere (PE) der er elektrisk uafhængige af forsynings-systemets jordelektrode.

TT-systemet er det mest anvendte i Danmark.

IT-SYSTEM

Et IT-System har ingen direkte forbindelse mellem spændingsførende dele og jord. De usatte dele i installationer er enten:

- jordforbundet enkeltvis eller
- jordforbundet samlet, eller
- samlet forbundet til forsynings-systemets jordforbindelse.

Identifikation af beskyttelsesleder, nulleder og kombineret beskyttelses- og nulleder

Beskyttelsesledere (PE-leder)

- Skal være let genkendelige ved deres form, placering, farve eller mærkning.
- Ved farvemærkning skal farvekombinationen grøn/gul anvendes.
- Grøn/gul må kun anvendes til beskyttelsesleder.
- Uisolerede beskyttelsesledere og isolerede/uisolerede skinner skal mærkes med lige brede grønne og gule striber anbragt tæt sammen.
Anvendes selvklæbende tape skal det være tofarvet grøn/gul.
- Isolerede beskyttelsesledere skal over hele længden have grøn/gul isolation.

Undtagelser:

Der kræves ikke grøn/gul isolation på en beskyttelsesleder

- i kabel eller kappeledning med mere end 5 ledere, hvor isolationen på alle ledere har samme farve.
- i kabel med koncentrisk leder som beskyttelsesleder,
- i mineralisoleret ledning,
- af varmebestandig monteringsledning type H05-SJ-K,
- hvor der ved omlægning eller ændring af faste installationer udført før 1974 anvendes en eksisterende ledning som beskyttelsesleder, forudsat, at lederen mærkes ved enderne med grøn/gul strømpe, selvklæbende tape e.lign.

Nulledere (N-leder)

- Isolerede nulledere bør være blå

Kombinerede beskyttelses- og nulledere (PEN-leder)

- Grøn/gul over hele længde med blå mærkning ved enderne.
- Lyseblå over hele længde med grøn/gul mærkning ved enderne.
- Anvendes den koncentriske leder i et NOSPTTM-kabel skal enderne forsynes med både grøn/gul og blå mærkning.


Farvemærkning for jordforbindelser og udligningsforbindelser

Se side 23.

Farvemærkning for jordforbindelser og udligningsforbindelser i installationer

Beskyttende jordforbindelser og udligningsforbindelser – skal forhindre, at der kan opstå farlige berøringsspændinger i tilfælde af fejl, eller sikre udkobling af forsyning til det fejlramte materiel. Hertil hører også hovedudligningsforbindelser og supplerende udligningsforbindelser.

Isolerede ledere til beskyttende jordforbindelser og udligningsforbindelser skal over hele længden have grøn/gul isolation med de undtagelser, der er angivet i SB afsnit 6 § 514.3.1.

Uisolerede beskyttelsesleder og isolerede eller uisolerede skinner til beskyttelsesledere skal være let genkendelige ved deres form, placering, farve eller mærkning. Anvendes farvemærkning skal denne bestå af lige brede grønne og gule striber anbragt tæt sammen eller med tofarvet grøn/gul tape eller lignende. Alternativt kan mærkningen bestå af bogstaverne PE eller symbolet .

Driftsmæssige jordforbindelser og eventuelle udligningsforbindelser – etableres primært for at fastlægge spændingen i forhold til jord for en forsyning. Som regel er det forsyningens nulpunkt, der jordforbindes ved spændingskilden (transformer, generator, batterianlæg m.v.).

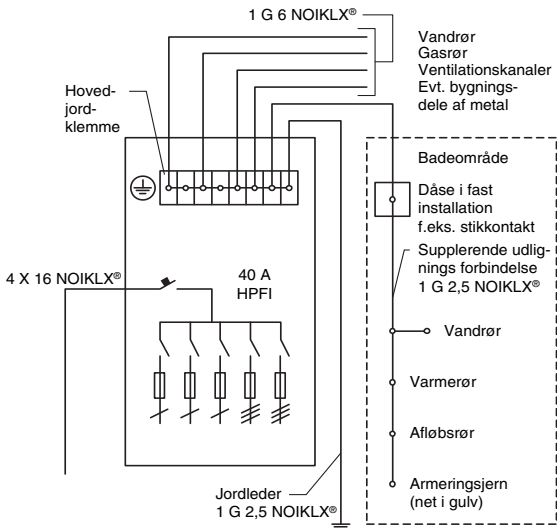
For ledere til driftsmæssige jordforbindelser og udligningsforbindelser må alle farver – også grøn/gul – anvendes.

Funktionsmæssige jordforbindelser og udligningsforbindelser – udføres for at sikre korrekt funktion af elektrisk materiel og har *ikke* beskyttende eller driftsmæssige formål. Som eksempler kan nævnes forbindelser, der udføres for at undgå elektrisk støj i ledninger og apparater, generende potentialforskelle i eller mellem følsomme elektroniske apparater eller opladning med statisk elektricitet, samt forbindelser til overspændingsbeskyttelse og eventuelle udligningsforbindelser til lynbeskyttelsesanlæg (bortset fra hovedudligningsforbindelser).

For ledere til funktionsmæssige jordforbindelser og udligningsforbindelser må alle farver anvendes. Såfremt grøn/gul anvendes skal bestemmelserne i SB afsnit 6 kapitel 54 opfyldes.

Potentialudligning

Eksempel på udførelse af potentialudligning, vist i en installation med hovedjordklemmen placeret i Lauritz Knudsen-gruppetavle type 150



Ledningssystemers varmeafledningsforhold

Installationsmåder

Uddrag af SB afsnit 6

Strømværdierne i tabel på side 28 og 29 gælder for installationsmåderne inddelt i tre hovedgrupper med forskellige varmeafledningsforhold. De to af hovedgrupperne – mindre gode og normale varmeafledningsforhold – er delt op i to undergrupper, da der for nogle installationsmåder gælder reducerede værdier. Det gælder f.eks. for kabler fremført i rør, kanaler og lignende og isolerede ledere og kabler fremført i bygningshulrum og lignende.

Til mindre gode varmeafledningsforhold henregnes f.eks. installationer i isoleret bygningsdel, forudsat at ledningssystemet ikke er helt omgivet af termisk isolering.

Hvis ledningssystemet er helt omgivet af termisk isolering, kan tabellerne på side 28 og 29 ikke anvendes – kontakt derfor **nkt cables**.

Til normale varmeafledningsforhold henregnes f.eks. installationer direkte på væg eller på loft, i gulv, i væg eller i loft, i bygningshulrum eller i ledningskanal.

Til særligt gode varmeafledningsforhold henregnes f.eks. kabelinstallationer anbragt således, at den naturlige luftcirkulation omkring kabler ikke hindres af nærliggende overflader. Det vil i praksis sige, at der skal være en afstand på mindst 0,3 gange kablets diameter mellem kablet og enhver nærliggende overflade.

Tilledninger

En tilledning skal bestå af en bøjelig ledning, som indeholder alle ledere, der hører til samme strømkreds, herunder også en eventuel beskyttelsesleder.

En tilledning skal normalt sluttes til den faste installation i det rum (eventuelt i det fri), hvor det elektriske materiel anvendes.

Tilledningen skal enten tilsluttes en stikkontakt eller en udløbsroset o.l.

Tilslutningssteder skal anbringes i et sådant omfang og på sådanne steder, at anvendelse af tilledninger af unødvendig længde undgås.

Tilledninger skal i begge ender være aflastet for træk og sikret mod vridning ved hjælp af aflastningsindretninger, der udgør en del af det materiel, som tilledningen tilsluttes.

I en stikprop, et forlængerled, eller en transportabel stikkontaktmåse må der kun tilsluttes én tilledning.

I almindelige tørre områder er det tilladt at tilslutte indtil to tilledninger i en udløbsroset o.l., når det kan ske på forsvarlig måde under hensyn til pladsforholdene.

For tilledninger, som tilsluttes udløbsrosetter o.l., skal der være følgende sammenhæng mellem ledertværsnittet for tilledningen og mærkestrømmen for den nærmeste foransiddende kortslutningsbeskyttelse i den faste installation:

Størst tilladte mærkestrøm for kortslutningsbeskyttelse A	10	20	25	32	40	50	80	100	160	200	250	315	400	500
Ledertværsnit \leq mm ²	0,5	0,75	1	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95

Hvor stor vægt må ledninger, lampeudtag og lampestikkontakter bære?

Bøjelige ledninger, må ikke udsættes for et større træk end svarende til 1,5 kg/mm². (kobberværsnit).

Bruges denne regel på PKL[®] og PKA[™], som typisk anvendes til ophængning af lamper, fås nedenstående maximale vægte:

Antal ledere og tværsnit	2×0,75 mm ²	3×0,75 mm ²	2×1 mm ²	3×1 mm ²
Største vægt	2,2 kg	3,4 kg	3,0 kg	4,5 kg

I lampeudtag må ophænges max. 5,0 kg, f.eks. lamper med rør/kæde, ved anvendelse af krog LK-NR. 183A0301 EAN 57 03 302 033 688.

I lampestikkontakt/lampestikprop må ophænges max. 5 kg.

I Clips-Rosetten, U9[™] dåsen m.fl. hvor ledningen fastgøres i en aflastningsklemme, er det ledningens tværsnit ifølge skema, der er bestemmende for største vægt af lampen.

Strømværdier for PVC-isolerede ledninger (PKL®-PKA™) ved en omgivelsestemperatur på 30°C

Uddrag af HD 516 S2: 1997

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

Strømværdier for gummiisolerede ledninger for 60°C ved en omgivelsestemperatur på 30°C

Uddrag af HD 516 S2: 1997.

Korrektionsfaktorer for omgivelsestemperatur, se side 32.

Leder-tværsnit mm ²	En-leder ledninger anbragt tæt sammen		2- og 3-leder ledninger	3-leder ledninger	4-leder ledninger	5-leder ledninger
	2 belastede ledere	3 belastede ledere	2 belastede ledere	3 belastede ledere	3 belastede ledere	3 belastede ledere
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	71	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	

**Strømværdier for PVIKX®, PVIKXJ™, NOSKX®,
NOIKX®Flex, NOIKLX®, NOIKX®, NOSP-CU™, NOAKLX®
NOAKX® ved en omgivelsestemperatur på 30°C**

Leder- tværsnit mm ²	Mindre gode varmeafledningsforhold		Normale varmeafledningsforhold		Særligt gode varmeafledningsforhold
	1	2	1	2	1
	A	A	A	A	A
Kobber					
1,5	13,5	13	15,5	15	18,5
2,5	18	17,5	21	20	25
4	24	23	28	27	34
6	31	29	36	34	43
10	42	39	50	46	60
16	56	52	68	62	80
25	73	68	89	80	101
35	89	83	111	99	126
50	108	99	134	118	153
70	136	125	171	149	196
95	164	150	207	179	238
120	188	172	239	206	276
150	216	196	299	230	319
185	248	223	341	260	364
240	286	261	403	310	430
300	328	298	464	350	497

**Strømværdier for NOIK®-AL-M, NOIK®-AL-S,
NOSP-AL™ ved en omgivelsestemperatur på 30°C**

Leder- tværsnit mm ²	Mindre gode varmeafledningsforhold		Normale varmeafledningsforhold		Særligt gode varmeafledningsforhold
	1	2	1	2	1
	A	A	A	A	A
Aluminium					
16	43	41	53	48	61
25	57	53	70	62	78
35	70	65	86	77	96
50	84	78	104	92	117
70	107	98	133	116	150
95	129	118	161	139	183
120	149	135	186	160	212
150	170	155	227	183	245
185	194	176	259	208	280
240	227	207	305	243	330
300	261	237	351	278	381

Strømværdier for NOBH®, NOBH® Flex, NOBH®-CU-S ved en omgivelsestemperatur på 30°C

Leder- tværsnit mm ²	Mindre gode varmeafledningsforhold		Normale varmeafledningsforhold		Særligt gode varmeafledningsforhold
	1	2	1	2	1
	A	A	A	A	A
Kobber					
1,5	17	16,5	20	19,5	23
2,5	23	22	28	26	32
4	31	30	37	35	42
6	40	38	48	44	54
10	54	51	66	60	75
16	73	68	88	80	100
25	95	89	117	105	127
35	117	109	144	128	158
50	141	130	175	154	192
70	179	164	222	194	246
95	216	197	269	233	298
120	249	227	312	268	346
150	285	259	371	306	399
185	324	295	424	348	456
240	380	346	500	407	538
300	435	396	570	465	621

Strømværdier for NOBH®-AL-S ved en omgivelsestemperatur på 30°C

Leder- tværsnit mm ²	Mindre gode varmeafledningsforhold		Normale varmeafledningsforhold		Særligt gode varmeafledningsforhold
	1	2	1	2	1
	A	A	A	A	A
Aluminium					
16	58	55	71	64	77
25	76	71	93	84	97
35	94	87	116	103	120
50	113	104	140	124	146
70	142	131	179	156	187
95	171	157	217	188	227
120	197	180	251	216	263
150	226	206	283	248	304
185	256	233	323	281	347
240	300	273	382	329	409
300	344	313	440	376	471

Højere harmoniske strømme

De efterfølgende side har til formål at dække det tilfælde, hvor der løber strøm i nullederen i et trefaset system.

Denne strøm skyldes, at fasestrømmen har et harmonisk indhold, som sammenlagt resulterer i en nulstrøm.

Den væsentligste harmoniske strøm, er sædvanligvis den 3. harmoniske. Størrelsen af nulstrømmen, som skyldes den 3. harmoniske, kan være større end fasestrømmen. I dette tilfælde vil nulstrømmen have en betydelig indflydelse på kablets strømværdi.

Man bør være opmærksom på, at situationen er kritisk, hvis kun 2 af de 3 faser er belastede. I disse tilfælde vil nullederen bære den overharmoniske strøm sammen med den ubalanceret strøm. Sådant en situation kan føre til overbelastning af nullederen.

Udstyr, som ofte forårsager betydelige harmoniske strømme, er f.eks. større grupper af lysstofrør eller de DC-strømforsyninger, som findes i computere.

De reduktionsfaktorer, som er anført i tabel 1, side 31 gælder kun for 4 eller 5-leder kabler, hvor nullederen har samme tværsnitsareal som faselederne. Disse reduktionsfaktorer er beregnet på grundlag af den 3. harmoniske strøm. Hvis den 9., 12. osv. harmoniske strøm er større (mere end 10%) eller når ubalancen mellem faserne overstiger 50%, vil de gældende reduktionsfaktorer være lavere.

De beregnede reduktionsfaktorer vil, når de anvendes, angive strømværdien for et kabel med fire belastede ledere. Hvis nulstrømmen forventes at blive højere end fasestrømmen bør valget af kabeldimension baseres på nulstrømmen. Hvis valget af kabeldimension er baseret på nulstrømmen og denne ikke er væsentlig større end fasestrømmen, vil det være nødvendigt at reducere strømværdierne på grund af, at kablet indeholder fire belastede ledere. Hvis nulstrømmen overstiger 135% af fasestrømmen og kabeldimensionen er baseret på nulstrømmen, vil de trefasede ledere ikke være fuldt belastet.

Den varme, som genereres af nulstrømmen, opvejes af den reduktion i varme genereret af faselederne i en sådan grad, at det ikke er nødvendigt at anvende nogen reduktionsfaktor på strømværdierne for 3 belastede ledere.

Højere harmoniske strømme

Tabel 1. Reduktionsfaktorer for overharmoniske strømme i 4- og 5-leder kabler.

Fasestrømmens indhold af 3. harmonisk strøm i %	Reduktionsfaktor	
	Dimension baseret på fasestrøm	Dimension baseret på nulstrøm
0 – 15	1,00	–
15 <% ≤ 33	0,86	–
33 <% ≤ 45	–	0,86
45<%	–	1,00

Eksempel. Anvendelse af reduktionsfaktorer ved harmoniske strømme.

Eksemplet viser en tre-faset strømkreds med en beregnet belastning på 34A, der installeres ved anvendelse af et 4-leder NOIKLX®-kabel, oplagt under normale varmeaflednings forhold.

I tabellen på side 28 fremgår at et 6 mm² NOIKLX®-kabel har en strømværdi på 36 A og derfor er det velegnet, hvis der ikke er harmoniske strømme i kredsløbet.

Hvis indholdet af den 3. harmoniske strøm er 20%, bliver reduktionsfaktoren 0,86 og den beregnede belastning:

$$34/0,86 = 40A$$

Til denne belastning kræves et kabel på min. 10 mm², ifølge tabellen på side 28. Hvis indholdet af den 3. harmoniske er 40%, baseres kabeldimensionen på en nulstrøm, som beregnes til:

$$34 \times 0,4 \times 3 = 41 A$$

og ved anvendelse af en reduktionsfaktor på 0,86 fås en beregnet belastning på:

$$43,2/0,86 = 47,5 A$$

Denne belastning kræver et kabel på min. 10 mm².

Alle ovennævnte kabelvalg er baseret på kablets strømværdi, idet spændingsfald og andre hensyn ikke er taget i betragtning.

Lette kabler

Lette kabler med **nkt cables**-betegnelsen NOIKLX[®], er kabler med isolation og kappe af halogenfri materialer (PVC-fri) og med en mærkespænding på 300/500V og en max. driftstemperatur på 70°C.

NB! Lederisolation er ikke UV-beständig.

Anvendelse:

I overensstemmelse med SB afsnit 6. Til fast installation i tørre og våde rum samt i det fri. Kan lægges i jorden. Kan indmures og indstøbes direkte. Uegnet til indstøbning i vibreret beton.

Korrektionsfaktorer – omgivelsestemperatur

Hvis omgivelsestemperaturen på det sted hvor ledningerne eller kablerne skal installeres afviger fra 30°C, skal strømværdierne på side 28 og 29 korrigeres med nedenstående faktorer.

Omgivelses-temperatur °C	PVIKX [®] /NOIKLX [®] NOIKX [®] /NOAKLX [®] NOIK [®] Flex, NOSKX [®] NOIK [®] -AL-M NOIK [®] -AL-S NOSP-AL [™]	NOBH [®] NOBH [®] Flex NOBH [®] .CU-S NOBH [®] .AL-S	Gummiisolerede ledninger for 60°C
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
30	1,00	1,00	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	

Ved mellemliggende temperaturer er det tilladt at interpolere.

Korrektionsfaktorer for samlet fremføring af flere strømkredse eller flere flerleder kabler

Fremføring	Antal strømkredse eller flerleder kabler								
	1	2	3	4	6	9	12	16	20
Forsænket eller kapslet (se note 1)	1,00	0,80	0,70	0,70	0,55	0,50	0,45	0,40	0,40
Enkelt lag på væg på gulve eller på upeforeret kabelbakke (se note 2)	1,00	0,85	0,80	0,75	0,70	0,70	Hvis der fremføres mere end 9 sideløbende strømkredse, anvendes korrektionsfaktoren for 9 strømkredse uanset det aktuelle antal		
Enkelt lag fastgjort direkte på loft (se note 2)	0,95	0,80	0,70	0,70	0,65	0,60			
Enkelt lag på perforeret vandret eller lodret kabelbakke (se note 2)	1,00	0,90	0,80	0,75	0,75	0,70			
Enkelt lag på kabelstige eller holdere (se note 2)	1,00	0,85	0,80	0,80	0,80	0,80			

Noter:

1. Ved ledningskanalsystemer, der internt er opdelt i flere sektioner, bestemmes korrektionsfaktoren ud fra det samlede antal strømkredse i systemet.
2. Hvis afstanden mellem sideløbende rør eller kabler er større end to gange den største diameter, er det ikke nødvendigt at anvende korrektionsfaktor.
3. Hvis en strømkreds består af flere kabler eller ledere (f.eks. parallelforbundne kabler), hvor antallet n af samtidigt belastede ledere er større end 3, regnes denne som $n/3$ strømkredse.
4. For strømkredse, der kan forventes at føre en strøm, som ikke overstiger 75% af strømværdien efter tabellerne på side 27, 28 og 29 gange med en eventuel korrektionsfaktor for omgivelsestemperatur (hvis denne afviger fra 30°C) tillades følgende:
 - Strømværdien for den pågældende strømkreds behøver ikke korrigeres for samlet fremføring.
 - Der kan ses bort fra den pågældende strømkreds ved bestemmelse af korrektionsfaktoren for de øvrige strømkredse i den samlede fremføring.
 - Hvis 75%-reglen er opfyldt for samtlige strømkredse, behøver der slet ikke korrigeres for samlet fremføring.

Benyttelse af korrektionsfaktorerne i ovenstående tabel, er den forventede levetid for lederisolationen 20 år. Benyttelse af ovenstående 75%-regel, kan levetiden blive kortere.

Samlet fremføring af flere strømkredse

Strømværdierne i tabellerne på side 28 og 29 gælder for en enkelt strømkreds bestående af to eller tre samtidigt belastede ledere, f.eks. i form af isolerede ledere i rør eller et flerleder kabel m.v.

Korrektionsfaktorerne for samlet fremføring gælder for samlet fremføring af isolerede ledere og kabler, der har samme højeste tilladelige driftstemperatur.

Ved samlet fremføring af isolerede ledere eller kabler med forskellige tilladelige drifts-

fortsættes

temperaturer skal strømværdien for alle isolerede ledere eller kabler i den samlede fremføring baseres på den laveste af de tilladelige driftstemperaturer af hvert af kablerne m.v. i den samlede fremføring sammen med den gældende korrektionsfaktor. Når flere strømkredse er fremført samlet, skal strømværdierne i tabellerne på side 28 og 29 ganges med en korrektionsfaktor som angivet i tabel på side 33. Korrektionsfaktorerne for samlet fremføring er fastlagt ud fra, at ledningsbundtet består af ens, 100% belastede ledninger. Hvis en samlet fremføring indeholder leder-tværsnit, der spænder over mere end tre standardtværsnit, anbefales det i stedet at anvende en korrektionsfaktor ifølge SB afsnit 6 stykke 523.4.3.1.

Spændingsfald i forbrugeres installationer

Normalt anbefales det, at spændingsfaldet mellem installationens forsyningspunkt og en fast installeret brugsgenstand eller stikkontakt ikke overstiger 4% af installationens nominelle spænding.

Større spændingsfald kan bl.a. accepteres for motorer i startperioden og andet udstyr med høj indkoblingsstrøm.

Der kan ses bort fra forbigående forhold som transienter eller spændingsvariationer, der skyldes unormal drift.

Beregning af spændingsfald i lavspændingskabler

For lavspændingskabler kan man se bort fra kapacitansen. Ses der også bort fra reaktansen, er fejlen under 10% for tværsnit < 35 mm², hvis $\cos \varphi > 0,85$.

Med trefaset symmetrisk belastning fås da:

$$\Delta U_0 = R_k \cos \varphi \times \Sigma (I \times L)$$

hvor

ΔU_0 = spændingsfaldet i volt pr. faseledning

I = strømmen i ampere

L = længden i km af de enkelte kabelafsnit

R_k = den effektive modstand i ohm pr. km faseledning

Tages hensyn til reaktansen, fås:

$$\Delta U_0 = (R_k \times \cos \varphi + X_k \times \sin \varphi) \times \Sigma (I \times L)$$

hvor

X_k = reaktansen i ohm pr. km faseledning.

Spændingsfaldet udtrykt i % kan findes som:

$$\Delta U_0 = \frac{\Delta U \times 100}{U_F}$$

hvor

U_F = Fasespændingen i volt

For en- eller tofaset kredsløb regnes med ledningens dobbelte længde.

Data til beregninger: se side 35 og 36.

Vekselstrømsmodstand R_k i ohm pr. km. ved 50 Hz

Ledertværsnit mm ²	Kabler for faste installationer klasse 1 og 2		Tilledninger klasse 5
	Kobberleder ohm/km ved 20°C	Aluminiumleder ohm/km ved 20°C	Kobberleder ohm/km ved 20°C
0,5	–	–	40,1
0,75	–	–	26,0
1	–	–	19,5
1,5	12,1	–	13,3
2,5	7,41	–	7,89
4	4,61	–	4,95
6	3,08	–	3,30
10	1,83	–	1,91
16	1,15	1,91	1,21
25	0,727	1,20	0,780
35	0,525	0,868	0,544
50	0,388	0,641	0,386
70	0,269	0,444	0,273
95	0,194	0,321	0,207
120	0,155	0,254	0,163
150	0,126	0,207	0,131
185	0,1017	0,166	0,109
240	0,0787	0,127	0,0841
300		0,103	

Omregning af modstand

Omregning af modstanden mellem 20°C og en anden temperatur t sker efter formlen

$$R_t = R_{20} (1 + \alpha (t - 20))$$

hvor R_{20} er modstanden ved 20°C, og α er temperaturkoefficienten.

$$\alpha \text{ for kobber} = 0,00393$$

$$\alpha \text{ for aluminium} = 0,00403$$

Reaktans X_K i Ohm pr. km ved 50 Hz

Tværsnit mm ²		Kabeltype										
		3-leder	4-leder	5-leder	4-leder	3-leder	4-leder	NOSP-CU™ NOSP-AL™	NOSP-CU™ NOSP-AL	NOAKLX®	4-leder	5-leder
		PV/KX® NOI/KX® NOI/KX® NOB/H® NOB/H®-CU-S NOI/KX® Flex NOB/H® Flex	PV/KX® NOI/KX® NOI/KX® NOB/H® NOI/KX®-AL-M NOI/KX®-AI-S PEX-M-AL™	PV/KX® NOI/KX® NOI/KX® NOB/H® NOI/KX® Flex NOB/H® Flex		NOSP-CU™ NOSP-AL™	NOSP-CU™ NOSP-AL		NOAKLX®		NOAKLX®	NOAKLX®
1,5		0,108	0,115	0,128	–	–	–	–	0,135	–	0,144	0,160
2,5		0,099	0,107	0,120	–	0,099	–	–	0,124	–	0,133	0,150
4		0,096	0,103	0,117	–	0,096	–	–	0,120	–	0,129	0,146
6		0,092	0,100	0,113	–	0,093	–	–	0,116	–	0,125	0,142
10		0,091	0,090	0,112	–	0,091	–	–	0,114	–	0,113	0,140
16		0,086	0,093	0,107	0,091	0,086	–	–	0,107	–	0,116	0,133
25		0,085	0,092	0,106	0,084	0,077	–	–	–	–	–	–
35		0,073	0,080	0,094	0,082	0,070	–	–	–	–	–	–
50		0,073	0,080	–	0,081	0,074	0,080	0,080	–	0,080	–	–
70		0,072	0,079	–	0,080	0,073	0,079	0,079	–	–	–	–
95		0,070	0,077	–	0,078	0,071	0,077	0,077	–	–	–	–
120		0,070	0,077	–	0,077	0,070	0,077	0,077	–	–	–	–
150		0,070	0,077	–	0,078	0,071	0,077	0,077	–	–	–	–
185		0,070	0,077	–	0,078	0,071	0,077	0,077	–	–	–	–
240		0,070	0,077	–	0,077	0,070	0,077	0,077	–	–	–	–
300		–	–	–	0,077	–	–	–	–	–	–	–

NB: PEX-M-AL™ må ikke umiddelbart anvendes i installationer omfattet af SB afsnit 6:2001

Nøgle til CENELEC betegnelserne

	Standard	Spænding	Isolation	Kappe	Sp. konstruktion	Lederopbygning	Antal ledere	M/u jordmærkning	Ledertværsnit
Harmoniseret type	H								
Autoriseret national type	A								
300/300 volt		0 3							
300/500 volt		0 5							
450/750 volt		0 7							
PVC for 70°C			V	V					
PVC for 90°C			V2	V2					
Natur- eller synt. gummi for 60°C			R	R					
Siliconegummi for 180°C			S						
Neopren eller Hypalon				N					
Glassilkeomfletning				J					
Tekstilomfletning				T					
Flad/delelig					H				
Fald/ikke delelig					H2				
Trådleder						-U			
Kabelleder						-R			
Fintrådet fast oplægning						-K			
Bøjelig						-F			
Ekstra bøjelig						-H			
Kobberspind						-Y			
Antal ledere							*)		
Uden jordmærkning								X	
Med jordmærkning								G	
Ledertværsnit									*)

*) Ledere og ledertværsnit er variable tal.

Cenelec og nkt cables betegnelser

Gruppe	CENELEC	nkt cables betegnelse	Mærkespænding U_0/U_F
Plastisolerede ledninger Flad let plastkappeledning Rund let plastkappeledning Flad almindelig plastkappeledning Rund almindelig plastkappeledning	H03VVH2-F H03VV-F H05VVH2-F H05VV-F	PKLF® PKL®(J) PKAF™ PKA™(J)	300/300V 300/300V 300/500V 300/500V
Plastisolerede ledninger, PVC 90°C Rund let plastkappeledning Rund almindelig plastkappeledning	H03V2V2-F H05V2V2-F	PKL® 90 PKA™(J) 90	300/300V 300/500V
Installationsledninger, PVC 70°C	H07V-U H07V-R	PVL® PVL®	450/750V 450/750V
Monteringsledninger, PVC 70°	H05V-U H05V-K H07V-K	PVL® PVT® PVT®	300/500V 300/500V 450/750V
Monteringsledning, PVC 90°C Varmebestandig monteringsledning	H05V2-U H07V2-R H05V2-K H07V2-K	PVL® 90 PVL® 90 PVT® 90 PVT® 90	300/500V 450/750V 300/500V 450/750V

U_0 = Spændingen mellem en vilkårlig leder og jord eller nul

U_F = Spændingen mellem to faser

Farvekode for PVC-fri plastmonteringskabler NOPT®, NOPTS®

Antal par i kabel	Oplægning antal par	Par nr. i midte og lag
2	Midte: 2	1- 2
3	Midte: 3	1- 3
4	Midte: 4	1- 4
5	Midte: 5	1- 5
6	Midte: 6	1- 6
8	Midte: 8	1- 8
10	Midte: 10	1-10
12	Midte: 12	1-12
15	Midte: 15	1-15
20	Midte: 20	1-20
25	Midte: 25	1-25
30	Midte: 3×10	1-30
40	Midte: 4×10	1-40
50	Midte: 5×10	1-50
100	Midte: 3×10 1. lag: 7×10	1-30 31-100
1×4×0,6 leveres som firsoning Par nr. 1 sort-blå Par nr. 2 rød-gul		

Farvekode for PVC-Fri LK IHC® kabler

IHC link 10

Par nr.	Farve
1	sort-blå
2	hvid-orange
3	violet-grøn
4	rød-brun
5	gul-grå

IHC LINK-10 kablet er udført med samme isolationsniveau som 230/400 V nettet, hvorfor det er tilladt at fremføre denne kabeltype i rør sammen med PVL®90 ledninger.

Par nr.		Farve	
		Åre 1	Åre 2
1	51	sort	blå
2	52	sort	orange
3	53	sort	grøn
4	54	sort	brun
5	55	sort	grå
6	56	blå	hvid
7	57	blå	orange
8	58	blå	grøn
9	59	blå	brun
10	60	blå	grå
11	61	orange	hvid
12	62	orange	grøn
13	63	orange	brun
14	64	orange	grå
15	65	grøn	hvid
16	66	grøn	brun
17	67	grøn	grå
18	86	brun	hvid
19	69	brun	grå
20	70	grå	hvid
21	71	sort	hvid
22	72	sort	rød
23	73	sort	gul
24	74	sort	violet
25	75	hvid	rød
26	76	hvid	gul
27	77	hvid	violet
28	78	blå	rød
29	79	blå	gul
30	80	blå	violet
31	81	grøn	rød
32	82	grøn	gul
33	83	grøn	violet
34	84	rød	grå
35	85	rød	orange
36	86	rød	gul
37	87	rød	brun
38	88	rød	violet
39	89	grå	gul
40	90	grå	violet
41	91	orange	gul
42	92	orange	violet
43	93	gul	brun
44	94	gul	violet
45	95	brun	violet
46	96	lysebrun	sort
47	97	lysebrun	blå
48	98	lysebrun	rød
49	99	lysebrun	orange
50	100	lysebrun	gul

Kablere tilladte trækverdier

Ved træk direkte i kablederne er det maksimalt tilladte træk følgende:

For Kobberledere = 50 N/mm^2 totalt ledertværsnit.

For Aluminiumledere = 30 N/mm^2 totalt ledertværsnit.

Eksempel 1:

Maksimalt tilladte træk i $4 \times 50 \text{ mm}^2$ NOBH®-CU-S:

$$4 \times 50 \times 50 = 10.000 \text{ N}$$

Eksempel 2:

Maksimalt tilladte træk i $4 \times 16 \text{ mm}^2$ NOIK®-AL-M:

$$4 \times 16 \times 30 = 1920 \text{ N}$$

NB! Selv om ovenstående regneregler for store tværsnit kan føre til meget høje trækverdier, må det maksimalt tilladte træk dog aldrig overstige 20000 N.

10 Newton modsvarende 1 kp. 1 kp = tyngden af 1 kg.

Kablere mindste tilladte bøjningsradius:

Nedenfor er angivet den mindste tilladte bøjeradius for lavspændingskabler og ledninger, jordkabler, mellemspændingskabler og højspændingskabler, idet D betegner kablets eller ledningens udvendige diameter.

Installations-, manøvre-, jord-, mellemspændings- og højspændingskabler

Flerlederledninger $10 \times D$

Enlederledninger $15 \times D$

Installations-, manøvre-, jord-, mellemspændings- og højspændingskabler engangsøjning uden efterfølgende udretning under montage:

Flerlederledninger $8 \times D$

Enlederledninger $12 \times D$

Lavspændingskableder og installationsledninger

En enkelt leder uden kappe $6 \times D$

Sektorformet enkeltleder $6 \times$ sektorhøjden

Fleksible plast- og gummikappeledninger, normal brug

Flerlederledninger $6 \times D$

Enlederledninger $8 \times D$

Fleksible plast- og gummikappeledninger som spoles kontinuerligt af og på

Enleder- og flerlederledninger $12 \times D$

Forekomst af dyr

Uddrag af SB afsnit 6 § 522.10.1

Hvor forholdene erfaringsmæssigt eller forventeligt indebærer risiko for skadelig påvirkning fra dyr skal ledningssystemet være valgt i overensstemmelse hermed, eller der skal være anvendt specielle beskyttelsesforanstaltninger, f.eks. ved

- ledningssystemets mekaniske egenskaber, eller
- den valgte placering, eller
- brug af en ekstra lokal eller generel mekanisk beskyttelse, eller
- en kombination af ovenstående

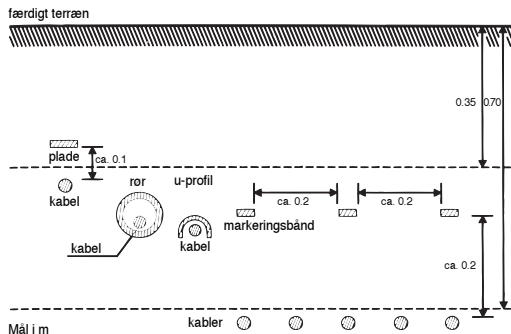
Note: Foranstående skal være opfyldt f.eks. for landbrugets driftsbygninger, pelsdyrfarme, frørensere, møllerier, korn- og foderstoflagre.

Kabler i jord

Uddrag af SB afsnit 6 § 522.8.2.

Eksempler på anbringelse af kabler i jord.

Gælder ikke for kabler for spændinger der ikke overstiger 50V AC eller 120V DC.



Til venstre kabler med mekanisk beskyttelse i 0,35 m til 0,7 m under færdigt terræn.

Til højre kabler uden mekanisk beskyttelse i 0,7 m eller mere under færdigt terræn med markeringsbånd.

Boliger

Uddrag af kapitel 801 fra SB afsnit 6

Ved boliger forstås lejligheder, helårshuse, fritidshuse, hotellejligheder, hotelværelser, værelser på plejehjem, kollegieværelser o.l.

Overbelastningsbeskyttelse af kabler og ledninger for 70°C

Ledertværsnit mm ²		Størst tilladte mærkestrøm A for
Kobber	Aluminium	Sikringer og automatsikringer type B, C og D
1,5		13
2,5		20
4		25
6		32
10	16	50
16	25	63

Tabellen må ikke anvendes 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. Det kan f.eks. forekomme ved anlæg til elektrisk rumopvarmning.

For kabler og ledninger, som er fremført tæt på ydre varmekilder på en strækning, der overstiger 0,5 m.

Det kan f.eks. forekomme, hvor varmerør og kabler er fremført i samme panel eller bygningshulrum.

Beskyttelse mod indirekte berøring.

1. Tilslutningssteder

Som hovedregel skal stikkontakter og andre tilslutningssteder i den faste installation være omfattet af beskyttelse ved automatisk afbrydelse af forsyningen, og som beskyttelsesudstyr skal der anvendes HPFI-afbrydere. Normalt skal der fremføres beskyttelsesleder til stikkontakter og andre tilslutningssteder, også selv om der tilsluttes materiel af klasse II.

Stikkontakter eller andre tilslutningssteder kan for enkelte brugsgenstande (f.eks. fryserne og varme anlæg), som af driftstekniske grunde ikke ønskes omfattet af HPFI-beskyttelsen, beskyttes ved automatisk afbrydelse af forsyningen ved hjælp af andet beskyttelsesudstyr end HPFI-afbrydere (PFI-afbrydere, sikringer, automatsikringer eller maksimalafbrydere).

2. Udeladelse af beskyttelsesleder til tilslutningssteder

Ved HPFI-beskyttelse i boliger opført før 1. april 1975 tillades beskyttelseslederen udeladt i den del af installationen, der anbringes inde i selve boligen (men ikke i f.eks. garager, carporte, udhuse og i det fri).

“Se dog Meddelelse Elinstallationer nr. 21/09 ved udvidelser”.

3. Tilslutning af transportable brugsgenstande

Udsatte dele på transportable brugsgenstande behøver ikke at blive forbundet til beskyttelseslederen i den faste installation, forudsat at tilslutningsstedet er omfattet af HPFI-beskyttelse.

(Se endvidere side 43, 44 og 45 vedr. stikkontakter og lampestikkontakter).

Placering af gruppeafbrydere m.v.

Gruppeafbrydere, HPFI-afbrydere eller andet beskyttelsesudstyr skal anbringes i den bolig, hvortil det hører.

Ovenstående gælder kun for selvstændige boliger og ikke for hotelværelser, værelser på plejehjem, kollegieværelser o.l.

De må ikke være anbragt højere end 2,2 m over gulv, og de skal være anbragt mindst 1 m over gulv eller i aflåseligt skab.

Gruppeantal

Antallet af lysgrupper – dvs. grupper som forsyner 250 V stikkontakter og andre tilslutningssteder for belysningsarmaturer og mindre enfasede brugsgenstande – skal mindst være lig med boligens nettoareal i m² divideret med 50. Der skal dog mindst være 2 lysgrupper.

Elektriske forbindelser

Ved tilslutningssteder for ikke fast monterede belysningsarmaturer skal der findes fast anbragte klemmer, så tilslutning kan foretages uden indgreb i den faste installation.

Antal stikkontakter

Antallet af 250 V stikkontakter i den faste installation skal mindst være som følger:


Lokalitet	Antal stikkontakter
Beboelsesrum samt entreer, gange, grovkøkkener, bryggerser og hobbyrum	1 for hver påbegyndt 4 m ² gulvareal. Der kræves dog ikke mere end 8 pr. rum
Køkkener	3 Skal fordeles på mindst 2 lysgrupper
Kogenicher	1
Badeværelser	1 ud over eventuelle shaverstikkontakter (med mindre badeværelset er så lille, at bestemmelserne i kapitel 701 udelukker anbringelse af stikkontakter)

Stikkontakter, der er placeret højere end 2 m over gulv, samt stikkontakter, der er beregnet for tilslutning af stationære brugsgenstande, er ikke inkluderet i kravene i ovennævnte tabel.

En stikkontakt med flere udtag regnes kun for én stikkontakt.

Stikkontakter skal anbringes med så stor indbyrdes afstand, som det er praktisk muligt.

Fejlstrømsafbrydere

Fejlstrømsafbrydere, som anvendes i boliger, skal være af type PFI eller HPFI, mærket med følgende symbol: 

Den type fejlstrømsafbryder, der kun udløser for vekselstrøm, må således ikke installeres i boliger fremover.

Uddrag af bestemmelser for stikkontakter

Mærkestrøm

For stikkontakter i den faste installation skal der være følgende sammenhæng mellem stikkontaktens mærkestrøm og mærkestrømmen for den nærmeste foransiddende kortslutningsbeskyttelse:

Stikkontaktens mærkestrøm	A	10/13	16	32	63	125	250
Størst tilladte mærkestrøm for kortslutningsbeskyttelse	A	13	16	63	125	250	500

Beskyttelsesmetoder

Som hovedregel skal enhver stikkontakt i den faste installation skal være omfattet af en af følgende beskyttelsesmetoder:

- Beskyttelse ved automatisk afbrydelse af forsyningen
- Beskyttelse ved separat strømkreds
- Beskyttelse ved ekstra lav spænding, SELV og PELV
- Beskyttelse ved FELV

Funktionsafbrydning

Stikpropper og stikkontakter med en mærkestrøm, der ikke er større end 16 A, kan anvendes til funktionsafbrydning.

Nødafbrydning

Stikpropper og stikkontakter må ikke anvendes som middel til nødafbrydning.

Stikkontakter i brandfarlige områder

Stikkontakter med mærkestrøm større end 63 A skal være således indrettet, at stikpropper kun kan indsættes eller udtages i spændingsløs tilstand.

Forlængerledninger må kun anvendes, hvis forlængerled og stikprop har holdeindretning, som forhindrer utilsigtet afbrydelse under normal drift. Forlængerled og stikpropper til industribrug efter EN60309 opfylder dette. (CEE-stik)

Stikkontakter på campingpladser

Til forsyning af fritidskøretøjer m.v. skal der anvendes industristikkontakter efter EN60309-2. (CEE-stik)

Stikkontakterne skal anbringes med underkant mellem 0,80 m og 1,50 m over jord. Stikkontakterne skal have en mærkestrøm på mindst 16 A. Der skal mindst være en stikkontakt for tilslutning af hvert fritidskøretøj. Hver stikkontakt skal forsynes gennem særskilt overstrømsbeskyttelse. Stikkontakter skal være omfattet af beskyttelse med HPFI-afbryder. Hver HPFI-afbryder må højst beskytte tre stikkontakter.

Stikkontakter i marinaer

Til forsyning af lystbåde skal der anvendes industristikkontakter efter EN 60309-2. (CEE-stikkontakter).

Stikkontakterne skal have en mærkestrøm på mindst 16A, og hver stikkontakt må kun forsyne en lystbåd.

Hver stikkontakt skal beskyttes med et særskilt overstrømsbeskyttelsesudstyr. Stikkontakterne skal være omfattet af beskyttelse med HPFI-afbryder, hver HPFI-afbryder må højst beskytte tre stikkontakter.

Stikkontakter og lampestikkontakter i fast installation

Ifølge materielbestemmelserne for stikkontakter til brug i boliger o.l. (SB afsnit 107-2-D1, 4. udgave) skal 250V boligstikkontakter for fast installation enten være sammenbygget med en afbryder eller have en krave på mindst 6 mm.

For 250V boligstikkontakter for fast installation uden krave, kræves det at de er sammenbygget med en afbryder.

Ovenstående gælder både i nybyggeri og ved udvidelse af alle udskiftninger i eksisterende installationer.

- Stikkontakter uden krave med afbryder kan benyttes som hidtil.
- Stikkontakter tillades monteret uden foransiddende afbryder, forudsat disse er forsynet med minimum 6 mm krave.
- Ved udførelse af nye installationer i boliger, skal alle stikkontakter og andre tilslutningssteder have fremført tilsluttet virksom beskyttelsesleder.
- Ved udvidelse af installationer i boliger opført før 1. april 1975, hvor der ikke kræves fremført beskyttelsesleder, er det tilladt at opsætte stikkontakter uden jord (men ikke f.eks. garager, carporte, udhuse og i det fri). Beskyttelsesleder bør dog fremføres, hvor det er praktisk muligt og skal fremføres til elektromedicinske apparater. Hvis stikkontakten har en jordkontakt **skal** der være fremført en virksom beskyttelsesleder, som skal forbindes til jordkontakten. Udeladelse af beskyttelsesleder kræver dog, at installationen i forvejen er beskyttet af HFI eller HPFI-afbryder, hvis ikke – skal der opsættes HPFI-afbryder.

Anvendelsesområderne for stikkontakter og lampestikkontakter henholdsvis med og uden jord.

Stikkontaktudførelse Lokalitet	IP 20		IP 44		
	Uden jord	Med jord	Uden jord	Med jord	Industri-stikkontakter
Boliger opført før 1. april 1975	+	+	+	+	+
Garager, udhuse, ved boliger opført før 1. april 1975	0	+	0	+	+
Boliger opført efter 1. april 1975	0	+	0	+	+
Restaurationskøkkener indtil højde 1,7 m	0	0	0	+	+
Saunaer, badeområde, lokalitet 1 og 2	0	0	0	0	0
Badeområde, lokalitet 3	0	+	0	+	+
Kontorlokaler, butikker m.m.	0	+	0	+	+
Databehandlingsudstyr m. lækstrøm > 3,5 m A	0	0	0	0	+
Møbler, inventar og lign.	0	+	0	+	+
I det fri	0	0	0	+	+
Fugtige områder	0	0	0	+	+
Våde områder	0	0	0	+	+
Byggepladser	0	0	0	+	+
Campingpladser	0	0	0	0	+
Marinaer	0	0	0	0	+
Campingvogne	0	+	0	+	+

Hvis stikkontakten har en jordkontakt **skal** der være fremført en virksom beskyttelsesleder, som skal forbindes til jordkontakten.

+ = tilladt / 0 = ikke tilladt

Adskillelse og afbrydning

Adskillelse

Definition:

Funktion beregnet på at gøre hele installationen eller en bestemt del af den spændingsløs af sikkerhedsmæssige grunde, ved at adskille installationen eller en del af den fra enhver elektrisk energikilde.

Krav:

Enhver strømkreds skal kunne adskilles fra hver af de spændingsførende forsyningsledere med undtagelse af PEN-lederen i TN-C systemer, der ikke må adskilles eller afbrydes og nullederen i TN-S systemer, der ikke kræves adskilt eller afbrudt.

Afbrydning for mekanisk vedligeholdelse (Forsyningsadskillere/sikkerhedsafbrydere)

Definition:

Manøvre beregnet på at afbryde forsyningen til (dele af) elektrisk drevet materiel med det formål at forhindre fare - andet end fare for elektrisk stød eller lysbuer – under ikke-elektrisk arbejde.

Krav:

Der skal forefindes midler til afbrydning, hvor mekanisk vedligeholdelsesarbejde kan indebære fare for legemsbeskadigelse.

Der skal træffes forholdsregler for at forhindre, at materiellet utilsigtet bliver genindkoblet under mekanisk vedligeholdelse, medmindre afbrydningsmidlet til stadighed overvåges af den eller de personer, der udfører vedligeholdelsen.

Se endvidere afsnittet »forsyningsadskillere/sikkerhedsafbrydere« se side 47-48.

Funktionsafbrydning (Betjening/styring)

Definition:

Manøvre beregnet til at ind- eller udkoble eller variere den elektriske energiforsyning til installationen eller til en del af den, for almindelige funktionsmæssige formål.

(Installationsafbrydere, termostater, fotoceller m.m.)

Kortslutningsbeskyttelse af tavler

Uddrag af kapitel 814 fra SB afsnit 6

Tavler skal være kortslutningsbeskyttet. 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.

Kortslutningsbeskyttelsen skal enten være indbygget i tavlens indgang eller være anbragt foran tavlen, f.eks. ved udgangspunktet af den ledning, der forsyner tavlen.

Tavlefabrikantens oplysninger

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 løst i en lomme i tavlen.

Tavlefabrikanten kan give de nødvendige oplysninger på en af følgende måder:

1. Når kortslutningsbeskyttelsen er indbygget i tavlens indgang:

Max. kortslutningsstrøm I_{eff} kA

samt kortslutningsbeskyttelsens type (f.eks. strømbegrænsende maksimalafbryder eller sikringer) og karakteristiske egenskaber (mærkestrøm, brydeevne, brydestrøm, I^2t osv.).

Note: Ved sikringer kan f.eks. være angivet mærkestrøm for største sikring og eventuelt sikringstype, karakteristikker og fabrikat.

Ved maksimalafbryder kan f.eks. være angivet afbrydertype, karakteristikker, indstillingsværdier og eventuelt fabrikat.

2. Når kortslutningsbeskyttelsen skal anbringes foran tavlen:

a) Mærkekorttidsstrøm (I_{cw}) I_{eff} kA sek
Mærkestødstrøm (I_{pk}) I_{pk} kA

b) Betinget mærkekortslutningsstrøm (I_{cc}) I_{eff} kA

c) Mærkekortslutningsstrøm med sikring (I_{cf}) I_{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 (f.eks. strømbegrænsende maksimalafbrydere eller sikringer), som er nødvendigt for beskyttelse af tavlen.

Note: Ovenstående udelukker ikke, at fabrikanten direkte specificerer, hvilket beskyttelsesudstyr der skal anvendes, f.eks. ved angivelse af fabrikat, type osv.

Kortslutningsholdbarhed og/eller brydeevne for tavlekomponenter

Tabellen indeholder kun materiel, der har sikkerhedsmæssig betydning

Udførelse	Kortslutningsholdbarhed eller brydeevne i forbindelse med type gG for-sikring	Brydeevne
PFI- og HPFI-afbrydere 40 og 63A	20 kA med 80A for-sikring 30 kA med 63A for-sikring 50 kA med 50A for-sikring 80 kA med 40A for-sikring 100 kA med for-sikring $\leq 32A$ Ved Backup med LK-automat-sikringer max. 6kA	
Gruppeafbrydere type GA1 m. max 16A sikring	50 kA	50 kA
Automatsikringer	50 kA med Neozed 100 kA med DIN00 Med 50A for-sikring	6 kA
6A		6 kA
10A	Med 63A for-sikring	6 kA
13-16 og 20A	Med 80A for-sikring	6 kA
Lastafbrydere 20-23A	8 kA m. for-sikring som komponent mærkestrøm	
63 A	10 kA m. for-sikring som komponent mærkestrøm	

Hvis oplægningen af ledningerne mellem tavlekomponenten og det efterfølgende kortslutningsbeskyttende apparat er foretaget kortslutningsikkert iht. SB EN 60439-1, 7.5.5.1.2, erstatter dette kortslutningsbeskyttende apparat den foreskrevne forsikring, under forudsætning af at ovennævnte max. sikringsstørrelse ikke overskrides.

Korrektionsfaktorer Gruppeafbrydere

De to tabeller angiver korrektionsfaktorer i relation til henholdsvis tavlekomponenternes gensidige opvarmning og tavlens omgivelsestemperatur. I følgende situationer anbefales det at reducere de i tabellen angivne korrektionsfaktorer med 0,1:

– Hvor en tavle er helt beskyttet med gruppeafbrydere eller

– Hvor en eller flere gruppeafbrydere er belastet vedvarende.

I sidstnævnte tilfælde reduceres korrektionsfaktoren i den række, hvor den vedvarende belastede gruppeafbryder er placeret.

(Med vedvarende belastning forstås belastning i alle døgnets 24 timer).

For 1-pol. + N gruppeafbrydere, hvor den beskyttede pol er placeret imellem to ubeskyttede poler (nul), eller er placeret med en afstand på minimum 18 mm til en beskyttet pol, kan korrektionsfaktorerne i tabellen hæves med 0,1 (dog ikke over 1).

TABEL 1:

Korrektionsfaktor pr. gruppeafbryder i forskellige tavletyper			
Antal rækker	Udvendig normaltæt (IP20)	Planforsænket normaltæt (IP20)	Højere kapslingsklasser
1	1	0,9	0,95
2	0,95	0,85	0,9
3 og derover	0,9	0,8	0,85

Eksempel 1:

I en PGE150-14 tavle (planforsænket, 2 rækker) skal den enkelte gruppeafbryders belastning reduceres til $0,85 \times$ mærkestrømmen.

Eksempel 2:

Hvis der i en PGE150-14 tavle på den ene række er placeret en eller flere gruppeafbrydere, der er vedvarende belastet, reduceres rækkens belastning til $0,75 \times$ mærkestrømmen, mens de øvrige gruppeafbrydere i tavlen kan belastes med $0,85 \times$ mærkestrømmen.

Eksempel 3:

Er der i en PGE150-14 tavle installeret 1-pol. + N gruppeafbrydere, kan disse gruppeafbrydere belastes med $0,95 \times$ mærkestrømmen, hvis de tidligere nævnte forudsætninger er opfyldt.

TABEL 2:

Tavlens omgivelsestemperatur °C	30	35	40	45	50	55	60
Korrektionsfaktor pr. gruppeafbryder	1	0,95	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5

Eksempel 4:

Belastningen i hver enkelt gruppeafbryder i en PGE150-14 tavle skal i henhold til tabel 1 reduceres til $0,85 \times$ mærkestrømmen. Hvis tavlen er installeret ved en omgivelsestemperatur op til 35°C , skal belastningen yderligere reduceres, således at den totale belastning i hver enkelt gruppeafbryder bliver $0,95 \times 0,85 \times$ mærkestrømmen.

Kapslingsklasser for el-materiel

Til angivelse af en kapslingsklasse anvendes bogstaverne IP efterfulgt af to cifre samt evt. et tillægsbogstav.

Første ciffer angiver altid graden af beskyttelse mod, at fremmedlegemer kan trænge ind i materiellet, men samtidigt angiver det en vis mindste grad af beskyttelse af personer mod berøring med farlige dele.

Andet ciffer angiver graden af beskyttelse mod, at vand kan trænge ind i materiellet.

Tillægsbogstavet angiver graden af beskyttelse mod berøring af farlige dele.

Bogstaverne der anvendes er A, B, C eller D.

Hvor A angiver den mindste grad af berøringssikkerhed (50 mm kugle) og D den største (\varnothing 1 mm pind).

Hvis det f.eks. i en standard kun er nødvendigt at stille krav til kapslingsklassen med hensyn til de egenskaber, som karakteriseres af det ene af cifrene eller af bogstavet på tredje plads, er det eller de cifre, som karakteriserer egenskaber, hvortil der ikke stilles krav, med et X.

Første ciffer	
	Kort beskrivelse
0	Ubeskyttet
1	Beskyttet mod faste genstande med en diameter på 50 mm eller mere.
	Beskyttet mod berøring af farlige dele med bagsiden af en hånd.
2	Beskyttet mod faste genstande med en diameter på 12,5 mm eller mere
	Beskyttet mod berøring af farlige dele med en finger.
3	Beskyttet mod faste genstande med en diameter på 2,5 mm eller mere.
	Beskyttet mod berøring af farlige dele med et stykke værktøj.
4	Beskyttet mod faste genstande med en diameter på 1,0 mm eller mere.
	Beskyttet mod berøring af farlige dele med tråde o.l.
5	Støvsikret
6	Støvtæt

Andet ciffer	
	Kort beskrivelse
0	Ubeskyttet
1	Beskyttet mod faste vanddråber.
2	Beskyttet mod vanddråber ved hældning på maksimalt 15°.
3	Beskyttet mod regn
4	Beskyttet mod oversprøjtning.
5	Beskyttet mod vandstråler
6	Beskyttet mod kraftige vandstråler
7	Beskyttet mod følgerne af forbigående nedsænkning i vand
8	Beskyttet mod følgerne af langvarig nedsænkning i vand.

Områder hvor installationen normalt er udsat for fugt eller vand

Uddrag af SB afsnit 6, kap. 802.

Gyldighedsområde

De særlige bestemmelser i dette kapitel gælder for installationer

- I det fri (A)
- I fugtige områder (B)
- I våde områder (C)

- A. I det fri omfatter områder, hvor installationen normalt er udsat for fugt eller vand på grund af vejrliget, herunder også områder, som kun er overdækkede, men ikke har lukkede vægge, f.eks. carporte.
- B. Fugtige områder er rum eller dele af rum, hvor luften normalt eller ofte er så fugtig, at em afsættes på vægge, loft eller elektrisk materiel, men hvor der kun undtagelsesvis dannes vanddråber. Til denne gruppe rum hører f.eks. fugtige kældre, køle- og fryserum, samt en del rum i industrivirksomheder, kemiske fabrikker, levnedsmiddelvirksomheder, gartnerier m.m. Desuden skal installationer i
- restaurationskøkkener, institutionskøkkener og tilberedningsrum til viktualieforretninger, i indtil 1,7 m højde over gulv udføres efter bestemmelserne for fugtige områder. Dog kan brugsgenstande være i kapslingsklasse IP20, når de er således placeret eller afskærmet, at de ikke udsættes for skadelig påvirkning fra rengøringsmidler. Ved institutionskøkkener forstås køkkener, der anvendes til madlavning for institutionen. Køkkener, som i henseende til brug, udstyr og indretning svarer til et privat køkken, henregnes ikke til institutionskøkkener.
- C. Våde områder er rum eller dele af rum, hvor luften normalt eller ofte er så fugtig, at vanddråber afsættes på vægge, loft eller elektrisk materiel, eller hvor elektrisk materiel udsættes for, at vand sprøjter mod kapslingen. Hvis de nævnte påvirkninger kun kan optræde i en del af rummet, er det kun installationen i denne del, der skal udføres efter bestemmelserne for våde områder. Installationen i den øvrige del af rummet skal enten udføres efter bestemmelserne for fugtige områder eller efter de almindelige bestemmelser, afhængigt af, om den pågældende del af rummet skal henregnes til fugtige områder eller til tørre områder. Til denne gruppe rum hører en del rum f.eks. i badeanstalter, i levnedsmiddelindustrien og i farverier. Desuden vaskehaller for biler samt vaskerum, hvor vaskeprocessen udføres i åbne kar.

Valg og installation af materiel

Materiellet skal mindst have kapslingsklasse, som angivet i efterfølgende tabel:

Område	Kapslingsklasse	Bemærkninger
A. I det fri ²⁾	IPX3	Materiel, der kan rammes af regn, men som er anbragt mere end 0,5 m fra vandrette eller skrå overflader. ¹⁾
	IPX4	Materiel, der er anbragt i mindre afstand end 0,5 m fra vandrette eller skrå overflader, der kan rammes af regn. ¹⁾
	IPX1	Materiel, der er anbragt, så det er beskyttet mod regn.
B. Fugtige områder	IPX1	
C. Våde områder ²⁾	IPX4	

1) Det forudsættes, at regn kan falde i en vinkel på op til 60° fra lodret, og at vandsprøjt fra nedslaget kan nå en højde på 0,5 m.
2) Materiel, der udsættes for spuling (vand fra strålerør eller slange) skal mindst have kapslingsklasse IPX5. Materiel må ikke udsættes for højtryksspuling. Hvis der forekommer højtryksspuling, skal materiellet være beskyttet gennem sin anbringelse, afskærmning e.l.

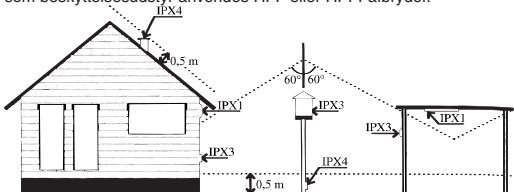
Undtagelse:

Transportable brugsgenstande, herunder håndværktøj, samt transportable stikkontakter (forlængerled o.l.) må benyttes uanset kapslingsklasse, når ejeren/brugeren sørger for, at de ikke udsættes for skadelig fugtighed.

Stikkontakter:

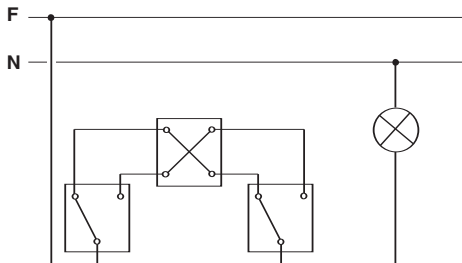
Gulvstikkontakter må ikke anvendes.

Hvis stikkontakter i det fri med en mærkestrøm på højst 16 A er omfattet af beskyttelse ved automatisk afbrydelse af forsyningen, skal der som beskyttelsesudstyr anvendes HFI- eller HPFI-afbrydere.

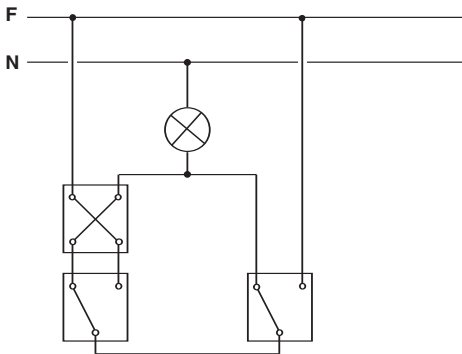


Korrespondance typer

A-korrespondance med krydsningsafbryder



B-korrespondance med krydsningsafbryder



Farvemærkning af ledere

Installations- og forsyningskabler
Bøjelige plast- og gummikabler.

Med beskyttelsesleder

1-leder: Grøn/gul

3-leder: Grøn/gul, blå, brun

4-leder: Grøn/gul, blå, brun, sort

5-leder: Grøn/gul, blå, brun, sort, grå

Uden beskyttelsesleder

2-leder: Blå, brun

3-leder: Blå, brun, sort

4-leder: Blå, brun, sort, grå

5-leder: Blå, brun, sort, grå, sort

Forsyningskabler med koncentrisk leder

1-leder: Sort

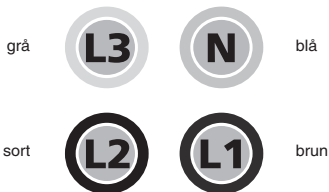
2-leder: Blå, brun

3-leder: Brun, sort, grå

4-leder: Blå, brun, sort, grå

Fasefølge

For at undgå krydsninger af ledere i f.eks. målerrammer foreslår **nkt cables** nedenstående farvevalg.



Montageskruer

I nedenstående tabel er anført sammenhængende dimensioner for skrue, pladetykkelse og forboring for montageskruer brugt som selv-skærende pladeskruer i henholdsvis jern og aluminium.

Skrue		Pladetykkelse mm		Huldiameter mm		Bits	
mm	nr.	over	t.o.m.	Jern	Alumin.	PZD.nr.	Torx
3,2	6		0,56	2,4	2,0	2	
		0,56	0,75	2,6	2,4		
		0,75	1,38	2,6	2,4		
		1,38	1,75	2,7	2,5		
3,5	7	0,50	0,56	2,6	2,4	2	
		0,56	0,88	2,7	2,6		
		0,88	1,38	2,8	2,6		
		1,38	1,75	2,9	2,7		
4,2	8		0,50	3,2	3,0	2	20
		0,50	1,38	3,3	3,2		
		1,38	2,00	3,5	3,5		
4,8	10	0,50	0,75	3,7	3,5	2	25
		0,75	1,13	3,7	3,7		
		1,13	1,75	3,9	3,7		
		1,75	2,00	4,0	3,8		
5,5	12	0,75	1,13	4,2	4,1	3	
		1,13	1,50	4,3	4,1		
		1,50	1,75	4,5	4,2		
		1,75	2,25	4,6	4,4		

Gevindtabeller

Metrisk gevind

Gevindstørrelse mm	Stigning mm	Kærnediam. Ø mm	Borstørrelse Ø mm
M 2	0,4	1,51	1,6
M 2,5	0,45	1,95	2,0
M 3	0,5	2,39	2,5
M 4	0,7	3,14	3,3
M 5	0,8	4,02	4,2
M 6	1,0	4,77	5,0
M 8	1,25	6,47	6,8
M 10	1,5	8,16	8,5
M 12	1,75	9,85	10,3

Metrisk fingevind. (Nippelgevind)

Gevindstørrelse mm	Stigning mm	Kærnediam. Ø mm
MFG 10	1	8,92
MFG 13	1	11,92

PG gevind

Gevindstørrelse	Klem- område i mm	Stigning mm	Kerne diam. Ø mm
Pg 7	3,5-6,0	1,27	11,28
Pg 9	4,0-11,0	1,41	13,86
Pg 11	6,5-13,5	1,41	17,26
Pg 13,5	6,5-13,5	1,41	19,06
Pg 16	6,5-16,0	1,41	21,16
Pg 21	9,0-20,0	1,588	26,78
Pg 29	17,0-28,0	1,588	35,48
Pg 36	23,0-34,0	1,588	45,48
Pg 42	29,0-40,0	1,588	52,48
Pg 48	35,0-46,0	1,588	57,78

Vejledende bøjletabel

Bøjletabel, 1-leder kabler

Dimension	NOIKLX®	PVIKX®	NOAKLX®	NOBH®	NOIKX®Flex NOBH®Flex
mm ²	Nr.	Nr.	Nr.	Nr.	Nr.
1 × 2,5	6	6	8	–	–
1 × 6	8	–	–	–	–
1 × 10	9	–	–	–	–
1 × 16	9	–	–	–	–
1 × 25	10	–	–	–	–
1 × 35	12	–	–	–	–
1 × 50	13	–	–	–	14
1 × 70	–	–	–	19	18
1 × 95	–	–	–	19	20
1 × 120	–	–	–	20	22
1 × 150	–	–	–	22	26
1 × 185	–	–	–	26	28
1 × 240	–	–	–	28	30
1 × 300	–	–	–	–	32

Bøjletabel, 3-leder kabler

Dimension	NOIKLX®	PVIKX®	NOSKX®	NOAKLX®	NOBH®
mm ²	Nr.	Nr.	Nr.	Nr.	Nr.
3 × 1,5	8	10	10	9	11
3 × 2,5	9	11	11	10	12
3 × 4	10	–	–	–	–
3 × 6	12	–	–	–	–
3 × 10	14	–	–	–	–
3 × 16	–	–	–	–	–

Vejledende bøjletabel

Bøjletabel, 4-leder kabler

Dimension	NOIKLX®	PVIKX®	NOSKX®	NOAKLX®	NOIKX® Flex NOBH®Flex	NOBH® CU-S
mm ²	Nr.	Nr.	Nr.	Nr.	Nr.	Nr.
4×1,5	9	11	11	10	–	11
4×2,5	–	–	–	–	–	12
4×4	11	–	–	–	–	–
4×6	13	–	15	14	16	–
4×10	16	–	18	16	18	–
4×16	–	–	–	19	20	–
4×25	–	–	–	–	26	–
4×35	–	–	–	–	28	32
4×50	–	–	–	–	32	28
4×95	–	–	–	–	–	38

Bøjletabel, 5-leder kabler

Dimension	NOIKLX®	PVIKX®	NOSKX®	NOAKLX®	NOIKX® Flex	NOBH®
mm ²	Nr.	Nr.	Nr.	Nr.	Nr.	Nr.
5×1,5	10	12	12	10	–	11
5×2,5	11	13	13	11	–	12
5×4	12	–	–	13	–	–
5×6	15	–	15	15	18	–
5×10	18	–	20	18	19	–
5×16	20	–	24	20	22	–
5×25	–	–	–	–	28	–

Bøjletabel, Manøvrer kabler

Dimension	NOIKLX®	NOSKX®	NOAKLX®	PVIKX®
mm ²	Nr.	Nr.	Nr.	Nr.
7×1,5	10	13	11	13
7×2,5	11	–	12	14
10×1,5	12	–	13	–
10×2,5	14	–	–	–
14×1,5	13	–	15	–
14×2,5	15	–	16	–
19×1,5	15	–	16	–
19×2,5	18	–	–	–
27×1,5	18	–	–	–
27×2,5	20	–	–	–
37×1,5	20	–	–	–
37×2,5	–	–	–	–

nkt cables betegnelser

Halogenfri kabler

	Type	Mærke-spænding	Leder-materiale	Lederform
NOIKLX®	InstallationsKabel Let peX	300/500 V	Kobber	Rund kl. 1+2
NOIKX®Flex	InstallationsKabel peX	1kV	Kobber	Rund kl. 5
NOAKLX®	Armeret installationsKabel Let peX	300/500 V	Kobber	Rund kl. 1+2
NOSKX®	Skærmet installationsKabel peX	1kV	Kobber	Rund kl. 1+2
NOIK®-AL	Forsyningskabel	1kV	Aluminium	Rund kl. 2
NOSP-AL™	Forsyningskabel	1kV	Aluminium	Sektorformet kl. 2
NOSP-CU™	Forsyningskabel	1kV	Kobber	Rund/sektoer kl. 1+2
NOIK®-AL-M	Forsyningskabel	1kV	Aluminium	Massiv sektoer kl. 1
NOIK®-AL-S	Forsyningskabel	1kV	Aluminium	Snoet sektoer kl. 2
NOBH®Flex	Installationskabel brandhæmmet	1kV	Kobber	Rund kl. 5
NOBH®	Forsyningskabel brandhæmmet	1kV	Kobber	Rund kl. 1+2
NOBH®-CU-S	Forsyningskabel brandhæmmet	1kV	Kobber	Sektorformet kl. 2
NOBH®-AL-S	Forsyningskabel brandhæmmet	1kV	Aluminium	Snoet, sektoer kl. 2
NOVL®90	Installationsledning	500-700 V	Kobber	Rund kl. 1+2
NOVT® 90	Monteringsledning	500-700 V	Kobber	Mangetrådet kl. 5

PVC holdige kabler og ledninger

	Type	Mærke-spænding	Leder-materiale	Lederform
PVIKX®	InstallationsKabel	1kV	Kobber	Rundr kl. 1+2
PAPLX®	Armeret InstallationsKabel	300/500 V	Kobber	Rund kl. 1+2
PKLF®	PlastKappeLedningFlad	300/300 V	Kobber	Rundr kl. 5
PKA®	PlastKappeLedning	300/500 V	Kobber	Rundr kl. 5
PKAJ®	PlastKappeLedning	300/500 V	Kobber	Rundr kl. 5
PVT®	Monteringsledning	500/750 V	Kobber	Rundr kl. 5
PVL®	Installationsledning	500/750 V	Kobber	Rund kl. 1+2

AWG tværsnit og diameter

AWG	Tværsnit (mm ²)	Diameter (mm)
0	53,5	-
1	42,4	-
2	33,6	-
3	26,7	-
4	21,2	-
5	16,8	-
6	13,3	-
7	10,6	-
8	8,37	-
9	6,63	-
10	5,26	-
11	4,17	-
12	3,31	-
13	2,62	-
14	2,08	-
15	1,65	-
16	1,31	-
17	1,04	-
18	0,823	-
19	0,653	0,912
20	0,518	0,882
21	0,411	0,723
22	0,326	0,644
23	0,258	0,573
24	0,205	0,511
25	0,162	0,455
26	0,129	0,405
27	0,102	0,361
28	0,0810	0,321
29	0,0642	0,286
30	0,0509	0,255

Belastning relæ-data

IHC Outputmoduler:

230/8x10

400/8x10

1-10V













400/8x16






OPUS66 PIR 230V/10A

LK FUGA PIR 230V/10A

Type	230/8x10 400/8x10 1-10 V OPUS66 PIR 230 V/10 A LK FUGA PIR 230 V/10 A	400/8x16
Lysstofrør: Ukompenseret Parallelkompenseret Parallelkoblet	1200 W 920 W - 100 μ F 2 x 1200 W	1800 W 3600 W
HF spole	900 W	1300 W
Glødelamper	2300 W	3600 W
Halogenlamper (230 V)	2000 W	
Halogenlamper med trafo	500 VA	900 VA
Kviksøvlamper: Ukompenseret Parallelkompenseret	1000 W 1000 W - 100 μ F	
Højtryksnatriumlamper: Ukompenseret Parallelkompenseret	1000 W 1000 W - 100 μ F	
Blandingslyslamper	2000 W	
Dulux-lamper: Kompenseret Parallelkompenseret	800 W 800 W - 100 μ F	
AC1 drift: $\cos \varphi \geq 0,95$	2300 VA	3600 VA
AC3 drift: $\cos \varphi \geq 0,65$	690 VA	

LK IHC® Wireless komponenter

	Type	Beskrivelse
	Sender	Batteritryk 2/4/6 SL 1 eller 1,5 M LK FUGA
	Sender	Fjernbetjening
	Modtager	Stikkontakt 13 A
	Modtager	Lampeudtag Ø80 5 A
	Modtager	Lampeudtag Ø80 250 W UNIDim ⚠ Skal være tilsluttet netspænding og belastning ved programmering
	Modtager	Universalenhed 6 A
	Modtager	Universalenhed 250 W UNIDim ⚠ Skal være tilsluttet netspænding og belastning ved programmering
	Sender/ Modtager	Relækombiafbryder 6 A
	Sender/ Modtager	Kombienhed 250W UNIDim ⚠ Skal være tilsluttet netspænding og belastning ved programmering
	Modtager	Mobil stikkontakt med relæ 10 A (M/u jord)
	Modtager	Mobil stikkontakt 250 W UNIDim (M/u jord) ⚠ Skal være tilsluttet netspænding og belastning ved programmering
	Sender/ Modtager	Control Controller ⚠ Ved linkning til Controller slettes eksisterende programmering.

	Type	Beskrivelse
	Sender	Sender til indbygning (4 input)
	Modtager	Relæ til indbygning, 10 A
	Sender	Jalousi batteritryk
	Sender/ Modtager	Jalousi Standard ⚠ Skal være tilsluttet netspænding og belastning ved programmering
	Modtager	Jalousi med lås ⚠ Skal være tilsluttet netspænding og belastning ved programmering

Programmering af LK IHC®Wireless

Ved programmering kan man lave 2 typer trådløse forbindelser:

Control Link	To betjeningstryk, Tryk 1 og Tryk 2 , styrer tilsammen en eller flere modtagere. Programmeringen af begge tryk foregår i en arbejdsgang. Funktion af tryk: Modtagere med relæ: Tryk 1 = ON, Tryk 2 = OFF. Modtagere med dimmer eller motorstyring: Der skelnes mellem kort/[langt] tryk: Tryk 1 = ON/[regulering OP], Tryk 2 = OFF/[Regulering NED]
Scenarie Link	Der programmeres et tryk af gangen. Hvis modtageren er en lysdæmper huskes det lysniveau som lysdæmperen har ved programafslutning (punkt 4 nedenfor). Funktion af tryk: Modtageren indtager den status, som den havde da programmeringen blev afsluttet (punkt 4 nedenfor.)

Sender

- 1) Tryk på A-knappen 1 eller 2 gange for at starte programmeringen.

Antal tryk angiver linktype:

- 1 tryk = Control Link [Lysdiode lyser Rødt]
- 2 tryk = Scenarie Link [Lysdiode lyser Grønt]

- 2) Tryk på det betjeningstryk, som skal aktivere linket (ved Control Link trykkes blot på ét af de to tryk).

Senderen er nu i linkningsmode, dvs. at alle modtagere, som aktiveres efterfølgende, linkes til senderen.

[Lysdioden blinker rødt eller grønt. (Ved Scenarie Link blinker også lysdioder på modtagere, som allerede er linket til denne knap)]

Punkt 1-2 kan gentages for flere sendere så man kan programmere flere sendere i een arbejdsgang.

Modtager

- 3) Tryk på A-knappen

Modtageren registrerer hvilke(t) betjeningstryk som den kan aktiveres af.

[Lysdioden blinker rødt eller grønt]

Punkt 3 kan gentages for flere modtagere så man kan programmere flere modtagere i een arbejdsgang.

Sender/Modtager - Afslut programmering

- 4) Tryk på A-knappen på en af de aktive komponenter, dvs. en af dem hvor lysdioderne blinker for at gemme/afslutte programmeringen. Ved scenarie links skal det ønskede lysniveau på dimmere være indstillet inden programmeringen afsluttes.
[Alle lysdioder slukkes]

Slet Link: Udfør punkt 1-2-3. I punkt 4 holdes A-knappen nede til lysdioden skiftevis lyser rødt og grønt (ca. 5 sek).

Slet al programmering i enhed: Hold A-knappen nede indtil enhedens lysdiode skiftevis lyser grøn og rød 2 gange. Når dioden lyser konstant afsluttes med endnu et tryk på A-knap.

