

# 14

## Beregning av vern og kabeltverrsnitt

### Læreplanmål

- planlegge, montere, sette i drift og dokumentere enkle systemer for uttak av elektrisk energi, lysstyringer, varmestyring og -regulering beregnet for montasje i bolig
- risikovurdere og sluttkontrollere arbeidet som utføres på systemene
- bruke faglig presist språk om systemene, tilpasset brukere, supportpersonell, kolleger og representanter fra andre fagområder
- utføre arbeidet på systemene fagmessig, nøyaktig og i overensstemmelse med gjeldende lover og forskrifter, normer og produsentens tekniske dokumentasjon
- arbeide i overensstemmelse med rutiner for kvalitetssikring og internkontroll, med hovedvekt på avvikshåndtering og helse, miljø og sikkerhet

*Ved elektriske installasjoner er planleggingen en viktig del. Hvis du har slurvet med planleggingen, kan det være at du har brukt for tynne ledere i en kabel i installasjonen din. Hvis du oppdager feilen blir det bare dyrt å gjøre den sammen jobben på ny med en tykkere kabel. Hvis du ikke oppdager feilen, blir det fare både for liv, helse, materiell og eiendom. Her får du lære hvordan du planlegger slik at det blir brukt rett tverrsnitt på kabelen i din installasjon.*

**Utfør praksisoppgaven som du finner på nettet.**

## Å bestemme kabelverrsnitt og størrelse på et vern (kurssikring) ( $I_n$ )

### Overbelastning av en kabel

Når en kabel blir overbelastet, er det isolasjonen som er det svake punktet. Isolasjonen rundt en elektrisk kabel skal vare i 30 til 50 år. For å oppnå det må strømmen i kobberet ikke varme opp isolasjonen over en viss temperatur.

Det finnes mange isolasjonstyper. Den mest brukte isolasjonstypen er plastmaterialet PVC. Fordelen med PVC er at det er rimelig og lett å forme. Ulempen er at om det blir utsatt for temperaturer over ca. 70 °C, vil levetiden bli redusert. Om temperaturen over tid bare øker 10 % over grensen, vil kabelens levetid halveres. PVC vil også avgi livsfarlige gasser ved en brann.

For å unngå overbelastning i en kabel må vi ha et vern ( $I_n$ ). Vernet må tilpasses kabelverrsnitt og belastningsstrømmen ( $I_B$ ). Belastningsstrømmen er den strømmen som en belastning trekker, for eksempel varmeovn eller lampe.

I alle elektriske anlegg skal det dokumenteres at kablene ikke blir overbelastet. Dokumentasjonen gjøres gjennom beregninger.

I tilfeller hvor beregninger viser at det er muligheter for overbelastning, må tverrsnittet på kabelen økes.

I enkelte installasjoner kan ikke vanlig PVC-kabel og ledere brukes. En vanlig PVC-kabel tåler kun 70 °C. Halogenlamper utvikler veldig høy temperatur og varmen i downlight boksen blir også høy. Derfor bruker en for eksempel TP90 som tåler 90 °C. I en badstue må du bruke en kabel med isolasjon av silikon som tåler 125 °C.

# Beregninger

## Definisjoner

- Belastningsstrømmen ( $I_B$ ). Høyeste strøm som en belastning trekker fra nettet. Verdien måles eller beregnes (den strømmen kretsen er beregnet for).
- Vern ( $I_n$ ). Kurssikringens størrelse som kabelen skal sikres med før den tar skade. Verdien på de forskjellige størrelsene finner du i en produkt-katalog (vernets merkestrøm).
- Strømføringsevnen ( $I_Z$ ). Den maksimale strøm kabelen tåler før isolasjonen skades når omgivelsestemperaturen er 30 °C. Verdien finner du i tabeller i NEK 400.

Når vi har bestemt disse verdiene, må vi kontrollere følgende:

Belastningsstrømmen ( $I_B$ ) må være mindre eller lik størrelsen på vernet ( $I_n$ ) som igjen må være mindre eller lik strømføringsevnen ( $I_Z$ ).

$$I_B \leq I_n \leq I_Z \text{ (Krav 1)}$$

## Å bestemme strømføringsevnen

Tabell 52B-1 – Oversikt over referanseinstallasjonsmetoder som grunnlag for tabeller med strømføringsevner

Referanseinstallasjonsmetoder		Tabell og kolonne							Omgivelses-temp.-faktor	Gruppe-reduksjons-faktor
		Strømføringsevne for enkle kursur								
		PVC isolert		PEX / EPR isolert		Mineral isolert		2 og 3-leder		
1	2	3	4	5	6	7	8	9		
	Isolerte ledere i rør i en termisk isolert vegg	A1	Tabell 52B-2 Kol. 2	Tabell 52B-4 Kol. 2	Tabell 52B-3 Kol. 2	Tabell 52B-5 Kol. 2	-	Tabell 52B-14	Tabell 52B-17	
	Flerleder-kabel i rør i en termisk isolert vegg	A2	Tabell 52B-2 kol. 3	Tabell 52B-4 kol. 3	Tabell 52B-3 kol. 3	Tabell 52B-5 kol. 3	-	Tabell 52B-14	Tabell 52B-17 Unntatt C (Tabell 52B-19 anvendt)	
	Isolerte ledere i rør på en trevegg	B1	Tabell 52B-2 kol. 4	Tabell 52B-4 kol. 4	Tabell 52B-3 kol. 4	Tabell 52B-5 kol. 4	-	Tabell 52B-14	Tabell 52B-17	
	Flerleder-kabel i rør på en trevegg	B2	Tabell 52B-2 kol. 5	Tabell 52B-4 kol. 5	Tabell 52B-3 kol. 5	Tabell 52B-5 kol. 5	-	Tabell 52B-14	Tabell 52B-17	
	En- eller flerleder-kabel montert på en trevegg	C	Tabell 52B-2 kol. 5	Tabell 52B-4 kol. 6	Tabell 52B-3 kol. 6	Tabell 52B-5 kol. 6	70 °C skjerm Tabell 52B-6 105 °C skjerm Tabell 52B-7	Tabell 52B-14	Tabell 52B-17	

Figur 14.1 Tabell 52B-1

For å finne strømføringsevnen til en kabel tar vi utgangspunkt i NEK 400–5–52, tabell 52B-1. Du finner et utdrag av tabellen nedenfor.

Under kolonne 1 finner du igjen metoden du monterte kabelen på, og i kolonne 2 en kode for monteringen (referanse installasjonsmetode). Over kolonne 3 til 7 finner du isolasjonsmaterialet og antall ledere i kabelen. Fra denne tabellen blir du henvist til andre tabeller avhengig av hvordan kabelen er montert ute i anlegget. Legg merke til at alle strømføringsverdier kun gjelder når kabelen ligger i en omgivelsestemperatur på 30 °C, og når kabelen ligger alene.

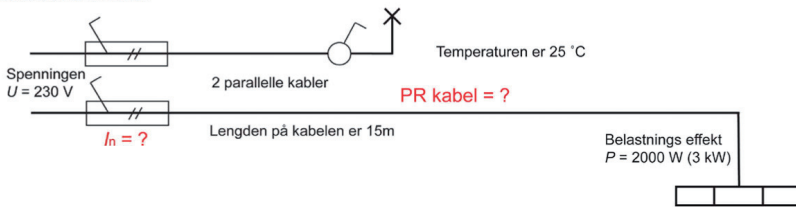
Tabell 52B-2 – Strømføringsevner i ampere for referanseinstallasjonsmetoder i Tabell 52B-1 – PVC isolert / to belastede ledere / kobber eller aluminium Ledertemperatur: 70 °C / Referanseomgivelsestemperatur: 30 °C i luft, 20 °C i jord

Nominelt leder-tværrnitt mm <sup>2</sup>	Referanseinstallasjonsmetode iht. Tabell 52B-1						
	A1	A2	B1	B2	C	D1	D2
kol. 1	2	3	4	5	6	7	8
Kobber					Ampere		
1,5 mm <sup>2</sup>	14,5	14	17,5	16,5	19,5	22	22
2,5	19,5	18,5	24	23	27	27	28
4	26	25	32	30	36	37	38
6	34	32	41	38	46	46	48
10	46	43	57	52	63	60	64

Figur 14.2 Tabell 52B-2

Om kabelen ligger i en høyere eller lavere temperatur, eller om flere kabler ligger tett sammen, må strømføringsevnen korrigeres. På neste side finner du et eksempel på en beregning hvor det brukes et skjema med henvisninger til NEK 400, og deretter forklaringer til bruk av skjema. Markeringene på figurene 14.1 og 14.2 viser hvordan du bruker tabellene i eksemplet.

Eksempel på å beregne vern (sikring) og tverrsnitt på ledene i en PR-kabel til en panelovn i en bolig. Forlegningsmåten er åpen installasjon på vegg. Spenningen  $U = 230\text{V}$ , Omgivelsestemperaturen er  $35^\circ\text{C}$ , Det er 2 kabler ved siden av hverandre på veggen, lengden på kabelen er 15 meter



Bestem vernet  $I_n$  (sikring) størrelse  
Bestem tverrsnittet på ledene i PR-kabelen (husk på å kontrollere med NEK 400 533.2 på rad 12)  
Bestem spenningen ved panelovnen (Nivå 3)

Alle kolonnehenvisninger er fra NEK 400:2010 tabell 52B

Finn eller beregn:	Verdier	Kommentarer
1 Belastningsstrømmen $I_B$ (A)	$I_B = \frac{P}{U} = \frac{2000}{230} = 8,7\text{ A}$	Beregn eller før inn oppgitt verdi
2 Vernet størrelse $I_n$ (A) (Vernets nominelle utløsestrøm)	<b>10 A</b>	Se i produktkatalog $I_B \leq I_n$
3 Referanseinstallasjonsmetode	<b>C</b>	Måten på hvordan kabelen monteres Se kolonne 1 og 2 i tabell 52B-1
4 Type kabelisolasjon (PVC er vanligst ved boliginstallasjon)	<b>PVC</b>	Se kolonne 3 og 4 i tabell 52B-1 Gjelder for PVC
5 2 eller 3 ledere i kabelen	<b>2-leder</b>	Se kolonne 3 og 4 i tabell 52B-1
6 Strømføringsvevnen $I_z$ (A) (tabell 52B-2 eller 52B-4)	<b>19,5 A (for 1,5 mm<sup>2</sup>)</b> Tabell 52B-2 kol. 6	$I_n \leq I_z$ Se kolonne 3 og 4 i tabell 52B-1
7 Kabeltverrsnittet (mm <sup>2</sup> ) (tabell 52B-2 eller 52B-4) <b>NB kontroller med rad 12</b>	<b>1,5 mm<sup>2</sup></b>	Se $I_z$ på rad 6 ovenfor og bruk den for å finne tverrsnittet i tabell 52B-2 eller 52B-4
8 Korreksjonsfaktor for temperatur (tabell 52B-14)	Omgivelsestemperatur: <b>25 °C</b> Korreksjonsfaktor: <b>1,06</b>	Omgivelsestemperatur forskjellig fra 30 °C I en bolig kan en beregne omgivelsestemperaturen til ca 25 °C Se henvisning fra kolonne 8 i tabell 52B-1
9 Korreksjonsfaktor for antall kabler ved siden av hverandre (tabell 52B-17)	Antall kabler til sammen: <b>2 kabler</b> Korreksjonsfaktor: <b>0,85</b>	Oppvarming fra andre kabler Se henvisning fra kolonne 9 i tabell 52B-1
10 Ny $I_z$ med korreksjonsfaktorer	<b>19,5 · 1,06 · 0,85 = 17,6 A</b>	Multiplisere $I_z$ på rad 6 med korreksjonsfaktorene på rad 8 og 9
11 A <b>KRAV 1</b> Når tverrsnittet er $\leq 4\text{ mm}^2$ i en BOLIG Er $I_B \leq I_n$ (NEK 400:2010 avsnitt 823.433.1)	$I_B \leq I_n$ <b>13,04 A <math>\leq</math> 10</b>	OK? For å begrense brannfaren har Krav 1 og Krav 2 forandret ved installasjoner i bolig, leilighet, hytte med mer
11 B <b>KRAV 1</b> På en BEDRIFT eller når tverrsnittet er $\geq 6\text{ mm}^2$ i en BOLIG Er $I_B \leq I_n \leq I_z$ (NEK 400:2010 avsnitt 433.1)	$I_B \leq I_n \leq I_z$ $\leq \leq$	OK? Før inn verdier Hvis IKKE OK, gå tilbake til rad 6 og øk $I_z$ og øk tverrsnittet i rad 7 Gå videre til rad 10 og beregn ny $I_z$ Test så rad 11 på nytt
12 <b>KONTROLLER MED SÆRNSRKE KRAVET</b> For 1,5 mm <sup>2</sup> , 2,5 mm <sup>2</sup> og 4 mm <sup>2</sup> (NEK 400:2010 avsnitt 533.2) Dette er minstekrav. Tverrsnittet kan bli større avhengig av: • krav 1 på rad 1 – 11 • krav 2 på rad 13A og 13B • spenningsfall på rad 14	$I_n = 10\text{ A}$ SKJULT installasjon: MINIMUM 1,5 mm <sup>2</sup> $I_n = 13\text{ A}$ SKJULT installasjon: MINIMUM 2,5 mm <sup>2</sup> $I_n = 13\text{ A}$ ÅPEN installasjon: MINIMUM 1,5 mm <sup>2</sup> $I_n = 16\text{ A}$ ÅPEN/SKJULT installasjon: MINIMUM 2,5 mm <sup>2</sup> $I_n = 20\text{ A}$ SKJULT installasjon: MINIMUM 4 mm <sup>2</sup> $I_n = 25\text{ A}$ ÅPEN installasjon: MINIMUM 4 mm <sup>2</sup>	OK?: OK?: OK?: <b>OK</b> OK?: OK?: OK?:

Nivå 3

13 A <b>KRAV 2</b> Når tverrsnittet er $\leq 4\text{ mm}^2$ i en BOLIG Er $I_2 \leq I_z$ (NEK 400:2010 avsnitt 823.433.1)	$I_2 \leq I_z$ <b>14,5 <math>\leq</math> 17,6</b>	OK? $I_2$ er hvor høy strøm vernet må ha for å løse på 1 time $I_2$ fås fra leverandørens produktkatalog For å begrense brannfaren har $1,45 \cdot I_z$ fjernet i Krav 2 ved installasjoner i bolig, leilighet, hytte med mer
13 B <b>KRAV 2</b> På en BEDRIFT eller når tverrsnittet er $\geq 6\text{ mm}^2$ i en BOLIG Er $I_2 \leq 1,45 \cdot I_z$ (NEK 400:2010 avsnitt 433.1)	$I_2 \leq 1,45 \cdot I_z$ $\leq$	OK? $I_2$ er hvor høy strøm vernet må ha for å løse på 1 time $I_2$ fås fra leverandørens produktkatalog $1,45 \cdot I_z$ er hvor mye vi kan overbelaste kabelen i 1 time
14 Spenningsfall i kabelen $R_L = \frac{\rho \cdot l \cdot 2}{A} =$ $\Delta U = I_n \cdot R_L$ eller $\Delta U = I_B \cdot R_L$ (NEK400:2010 avsnitt 525)	$R_L = \frac{0,0175 \cdot 15 \cdot 2}{1,5} =$ <b>0,35 <math>\Omega</math></b> $\Delta U = 10 \cdot 0,35 =$ <b>3,5 V</b>	OK? Er spenningen høy nok for at belastningen skal fungere? Denne formelen er en forenklet formel for en og tofase. Fullstendig formel finnes i NEK400:2010 tillegg 52F (side 227) <b>Panelovnen har en spenning på 226,5 V. Den virker fint med denne spenningen!</b>

Forklaringer til skjemaet (alle henvisninger finner du i NEK 400):

1 Belastningsstrøm ( $I_B$ )  
Belastningsstrømmen er den høyeste strømmen belastningen trekker fra nettet.

2 Størrelsen på vernet ( $I_n$ )  
Størrelsen på vernet (automatsikringen) finner du i en produktkatalog.

3 Forlegningsmåte (referanse installasjonsmetoder) tabell 52B-1, kol. 1.  
Ligger kabelen skjult eller åpent? Om lederen er montert skjult inne i en vegg, blir lederens evne til kjøling liten i forhold til om den ligger åpent. Derfor tåler en åpen forlagt kabel en høyere belastning.

4 Kabelisolasjon (videre henvisninger fra tabell 52B-1, kol. 3 eller 4).  
Tabell 52B-2 og 52B-4 gjelder kun for PVC. Dette materialet har en grenseverdi på ca. 70 °C.

5 To eller tre strømførende ledere (videre henvisninger fra tabell 52B-1, kol. 3 eller 4).  
Tabell 52B-2 gjelder for to strømførende ledere. Tabell 52B-4 gjelder for tre strømførende ledere.

6 Strømføringsvevne ( $I_z$ ) (videre henvisninger fra tabell 52B-1, kol. 3 eller 4).

Fig 14.3  
Et eksempel. Se kopi på bokens hjemmeside

Strømføringsvevnen er den høyeste strømmen isolasjonen rundt en leder tåler før den tar skade. Strømføringsvevnen tar utgangspunkt i en omgivelsestemperatur på 30 °C og at kabelen ligger alene.

7 Kabeltverrsnitt (mm<sup>2</sup>) tabell 52B-2 for to ledere og tabell 52B-4 for tre ledere. For å finne kabeltverrsnittet må du holde deg i tabellen hvor du fant strømføringsvevnen, og lese det av i kolonne 1.

- 8** Korreksjonsfaktor for temperatur (videre henvisninger fra tabell 52B-1, kol. 8).  
Vi må ta hensyn til omgivelsestemperaturen på strekningen kabelen ligger. Om temperaturen er 30 °C, er faktoren lik 1. Om temperaturen et lokalt sted overstiger 30 °C, vil vi ikke kunne belaste kabelen 100 %, og strømføringsevnen ( $I_Z$ ) må multipliseres med en faktor mindre enn 1.  
Om omgivelsestemperaturen er lavere enn 30 °C, kan vi belaste kabelen mer enn 100 %, og strømføringsevnen ( $I_Z$ ) multipliseres med en faktor større enn 1.
- 9** Korreksjonsfaktor for antall kabler ved siden av hverandre (videre henvisninger fra tabell 52B-1, kol. 9).  
Om en kabel ligger alene, er faktoren lik 1. Er det flere kabler som ligger tett sammen, vil de varme hverandre opp, og de vil nå grensetemperaturen raskere enn om de ligger alene. Derfor må det korrigeres med en faktor mindre enn 1.
- 10** Du har nå funnet den korrigerede strømføringsevnen. Multipliser rad 6 ( $I_Z$ ) med rad 8 og rad 9.
- 11** KRAV 1: Vi er nå klare til å kontrollere om  $I_B \leq I_n \leq I_Z$ , eller  $I_B \leq I_n$  for bolig med tverrsnitt  $\leq 4\text{mm}^2$ .  
Om det ikke stemmer, må vi gå tilbake til punkt 6 for å skrive inn den nye strømføringsevnen (bruk den ledige kolonnen). Videre går vi til punkt 7 for å øke tverrsnittet, så videre til punkt 10 for ny korreksjon og 11 for ny kontroll.
- 12** I NEK 400 avsnitt 533.2 er det et særnorsk krav om vernets størrelse og minste tverrsnitt. Uansett hvilket tverrsnitt vi har beregnet, må det kontrolleres mot NEK 400 avsnitt 533.2
- 13** KRAV 2: Vi kontrollerer at vernet ikke bruker for lang tid på å løse ved overbelastning. Krav 2 sier:  $I_2 \leq 1,45 \cdot I_Z$  eller  $I_2 \leq I_Z$  for bolig med tverrsnitt  $\leq 4 \text{ mm}^2$ .  $I_2$  forteller oss hvor stor overstrøm vernet trenger for å løse ut innen 1 time. Dette kontrollerer vi mot hvor stor strøm kabelen kan overbelastes med i 1 time. Kabelen må tåle den overbelastningsstrømmen som vernet trenger for å løse ut innen 1 time.
- 14** Spenningsfall: Vi kontrollerer at spenningen i enden på kabelen er så høy at belastningen virker som den skal. Hvis spenningsfallet i kabelen blir for stort, så er spenningen til belastningen så lav at den får problemer med å fungere som den skal. Det er anbefalt at spenningsfallet ikke skal være større enn 4 % i en bolig, til en motor er det anbefalt 2 %.

Først må vi beregne resistansen til leder og kabel:

$$R_L = \frac{\rho_{cu} \cdot l}{A}$$

$$\rho_{cu} = 0,0175 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$$

$l$  er det dobbelte av kabelens lengde (lederen går fram og tilbake i kabelen) (m)  
 $A$  er lederens tverrsnitt ( $\text{mm}^2$ ).

Når vi vet resistansen til lederen, kan vi beregne spenningsfallet:

$$\Delta U = R_L \cdot I_n$$

$I_n$  er vernets merkeverdi (den største strømmen som kan gå i kabelen).

$$\Delta U = R_L \cdot I_b$$

$I_B$  er belastningsstrømmen – for eksempel for en varmtvannsbereder.

Figur 14.4 viser et skjema for å beregne overbelastningsvern og tverrsnitt for en kabel.

Tegn en skisse av kursen.

Alle kolonnehenvisninger er fra NEK 400:2010 tabell 52B

Finn eller beregn:		Verdier		Kommentarer
1	Belastningsstrømmen $I_b$ (A)			• Beregn eller før inn oppgitt verdi
2	Vernet størrelse $I_n$ (A) (Vernets nominelle utløsestrøm)			• Se i produktkatalog • $I_b \leq I_n$
3	Referanseinstallasjonsmetode			• Måten på hvordan kabelen monteres • Se kolonne 1 og 2 i tabell 52B-1
4	Type kabelisolasjon (PVC er vanligst ved boliginstallasjon)			• Se kolonne 3 og 4 i tabell 52B-1 • Gjelder for PVC
5	2 eller 3 ledere i kabelen			• Se kolonne 3 og 4 i tabell 52B-1
6	Strømføringsevnen $I_z$ (A) (tabell 52B-2 eller 52B-4)			• $I_n \leq I_z$ • Se kolonne 3 og 4 i tabell 52B-1
7	Kabeltverrsnittet (mm <sup>2</sup> ) (tabell 52B-2 eller 52B-4) <b>NB kontroller med rad 12</b>			• Se $I_z$ på rad 6 ovenfor og bruk den for å finne tverrsnittet i tabell 52B-2 eller 52B-4
8	Korreksjonsfaktor for temperatur (tabell 52B-14)	Omgivelses temperatur:	Korreksjons faktor:	• Omgivelsestemperatur forskjellig fra 30°C • I en bolig kan en beregne omgivelsestemperaturen til ca 25°C • Se henvisning fra kolonne 8 i tabell 52B-1
		°C		
9	Korreksjonsfaktor for antall kabler ved siden av hverandre (tabell 52B-17)	Antall kabler til sammen:	Korreksjons faktor:	• Oppvarming fra andre kabler • Se henvisning fra kolonne 9 i tabell 52B-1
10	Ny $I_z$ med korreksjonsfaktorer			• Multiplisere $I_z$ på rad 6 med korreksjonsfaktorene på rad 8 og 9
11 A	KRAV 1 Når tverrsnittet er $\leq 4 \text{ mm}^2$ i en BOLIG Er $I_b \leq I_n$ (NEK 400:2010 avsnitt 823.433.1)	$I_b \leq I_n$	OK?	• For å begrense brannfaren har Krav 1 og Krav 2 forandrets ved installasjoner i bolig, leilighet, hytte med mer
		$\leq$		
11 B	KRAV 1 På en BEDRIFT eller når tverrsnittet er $\geq 6 \text{ mm}^2$ i en BOLIG Er $I_b \leq I_n \leq I_z$ (NEK 400:2010 avsnitt 433.1)	$I_b \leq I_n \leq I_z$	OK?	• Før inn verdier • Hvis IKKE OK, gå tilbake til rad 6 og øk $I_z$ og øk tverrsnittet i rad 7 • Gå videre til rad 10 og beregn ny $I_z$ • Test så rad 11 på nytt
		$\leq \leq$		
12	KONTROLLER MED SÆRNORSKE KRAVET For $1,5 \text{ mm}^2$ , $2,5 \text{ mm}^2$ og $4 \text{ mm}^2$ (NEK 400:2010 avsnitt 533.2)  Dette er minstekrav. Tverrsnittet kan bli større avhengig av: • krav 1 på rad 1 – 11 • krav 2 på rad 13A og 13B • spenningsfall på rad 14	$I_n = 10 \text{ A}$ SKJULT installasjon: MINIMUM $1,5 \text{ mm}^2$	OK?:	
		$I_n = 13 \text{ A}$ SKJULT installasjon: MINIMUM $2,5 \text{ mm}^2$	OK?:	
		$I_n = 13 \text{ A}$ ÅPEN installasjon: MINIMUM $1,5 \text{ mm}^2$	OK?:	
		$I_n = 16 \text{ A}$ ÅPEN/SKJULT installasjon: MINIMUM $2,5 \text{ mm}^2$	OK?:	
		$I_n = 20 \text{ A}$ SKJULT installasjon: MINIMUM $4 \text{ mm}^2$	OK?:	
		$I_n = 25 \text{ A}$ ÅPEN installasjon: MINIMUM $4 \text{ mm}^2$	OK?:	
<b>Nivå 3</b>				
13 A	KRAV 2 Når tverrsnittet er $\leq 4 \text{ mm}^2$ i en BOLIG Er $I_2 \leq I_z$ (NEK 400:2010 avsnitt 823.433.1)	$I_2 \leq I_z$	OK?	• $I_2$ er hvor høy strøm vernet må ha for å løse på 1 time • $I_2$ fås fra leverandørens produktkatalog • For å begrense brannfaren har $1,45 \cdot I_z$ fjernet i Krav 2 ved installasjoner i bolig, leilighet, hytte med mer
		$\leq$		
13 B	KRAV 2 På en BEDRIFT eller når tverrsnittet er $\geq 6 \text{ mm}^2$ i en BOLIG Er $I_2 \leq 1,45 \cdot I_z$ (NEK 400:2010 avsnitt 433.1)	$I_2 \leq 1,45 \cdot I_z$	OK?	• $I_2$ er hvor høy strøm vernet må ha for å løse på 1 time • $I_2$ fås fra leverandørens produktkatalog • $1,45 \cdot I_z$ er hvor mye vi kan overbelaste kabelen i 1 time
		$\leq$		
14	Spenningsfall i kabelen $R_L = \frac{\rho \cdot l \cdot 2}{A} =$ $\Delta U = I_n \cdot R_L$ eller $\Delta U = I_B \cdot R_L$ (NEK400:2010 avsnitt 525)	$R_L =$ $\Delta U =$	OK?	• Er spenningen høy nok for at belastningen skal fungere? • Denne formelen er en forenklet formel for en og tofase. Fullstendig formel finnes i NEK400:2010 tillegg 52F (side 227)

Figur 14.4  
Skjema