

Peter Andersson

Elenergi Vg1 elektrofag

Oppgavebok

ELFORLAGET

© 2009, Elforlaget, NELFO
2. utgave / 1. opplag

Det må ikke kopieres fra denne boka i strid med åndsverkloven og fotografiloven, eller i strid med avtaler om kopiering inngått med KOPINOR, interesseorgan for rettighets-
havere til åndsverk. Kopiering i strid med lov eller avtale kan medføre erstatningsansvar
og inndragning, og kan straffes med bøter eller fengsel.

www.elforlaget.no

Tekniske tegninger: Keops/Terje Sundby

Andre illustrasjoner:

Block Watne: s. 14, 15, 34, 64

Norema: s. 35

Elko: s. 47, 48, 49, 50, 53

Vi takker alle leverandører som velvillig har hjulpet til og gitt tillatelse til bruk av
illustrasjoner i boka.

Redaktør: Arne Øgård

Omslag: Magne Vitsø

Sats: Grafisk Verksted as, 1930 Aurskog

Forord

Oppgaveboka er delt inn i to deler.

Del 1 skal øke elevens forståelse av fagstoffet. Oppgavene er enkle og utføres i spenningsbånd 1, fortrinnsvis $U = 24$ V. Disse oppgavene er tilpasset temaene i grunnboka og i tillegg *nivådifferensiert*. Nivå 1 har hvit farge, nivå 2 har gul farge og nivå 3 har grønn farge. Henvisninger fra grunnboka gjelder disse oppgavene.

Ved å gjøre oppgavene skal elevene øke forståelsen og interessen for teori-
stoffet i læreboka *Elenergi Vg1 elektrofag*.

Del 2 skal gi elevene mulighet for å øve praktisk installasjon. I tillegg har Del 2 også oppgaver knyttet til grunnboka. Her brukes fortrinnsvis spenningsbånd 2 ($U = 230$ V).

Innhold

Del 1

Forslag til materialliste, Del 1	6
Tema 1 Målinger med internkontroll	7
Tema 2 Plantegninger	13
Tema 3 Styring av lys	17
Tema 4 Verktøy og installasjonsutstyr	19
Tema 5 Belysningssystemer	20
Tema 6 Varmesystemer	21
Tema 7 Kraftproduksjon	25
Tema 8 Overføring av energi	26
Tema 9 Inntak med fordeling med vern	28
Tema 10 Fordelingssystemer	30
Tema 11 Jordingssystemer	31
Tema 12 Kjøkken	33
Tema 13 Bad	36
Tema 14 Beregning av vern og kabelverrsnitt	38
Tema 15 Fse	39

Del 2

Rekkefølgen for montering av brettøvelser	41
Generell lab for brettøvelser	42
Materialliste	43
Evalueringskjema for elenergisystemer	44
Kommentarer til bruk av evalueringskjema for bygningsinstallasjoner	45
Øvelse 1: Stikkontakt med jord	47
Øvelse 2: Enpolt bryter, bryter nr. 1. Åpent anlegg	48
Øvelse 3: Kronevender, bryter nr. 5	49
Øvelse 4: Regulervender (bryter nr. 9 og 29)	50
Øvelse 5: Topolt bryter, bryter nr. 2	53
Øvelse 6: Vekselvender (endevender), bryter nr. 6	55
Øvelse 7: Kryssvender (mellomvender), bryter nr. 7	56
Øvelse 8: Skjult anlegg	57
Øvelse 9: Impulsrelé for styring av lys	57
Øvelse 10: Tilleggsoppgaver for brettøvelser	59
Skjemasympboler for betjeningsutstyr	61
Skjemasympboler for elektriske apparater	62
Prinsippkjema for kobling av brytere og vendere	63
Plantegninger	64

Del 1

Oppgavene i Del 1 er enkle og skal brukes for spenningsbånd I (NEK 400 2-215). Strømkilden bør være SELV (NEK 400 4-41-414).

Regulerbryterne nr. 9 og nr. 29 er kun tatt med av pedagogiske grunner. Som elektriske komponenter ved nyinstallasjon er de lite brukt. De er tatt med for å forklare komponenter koblet i serie og parallell, og fordi de fortsatt er i bruk i eldre installasjoner. Her er det opp til læreren å tilpasse og velge de oppgavene som skal brukes.

Byggingen av fordelingskap er en aktuell oppgave som tester lærlingens kunnskaper i faget. Derfor er temaet «Inntak med fordeling med vern» tatt med både i teoriboken og i oppgaveboken. Det som kan bli en utfordring for eleven, er å finne ut hvordan samleskinnen skal monteres, spesielt i et TN-C-S nett.

Etter hver utført øvelse skal eleven evaluere seg selv ved hjelp av et skjema. Det hjelper eleven til å forbedre sin egen innsats. Et forslag til skjema står på side 44.

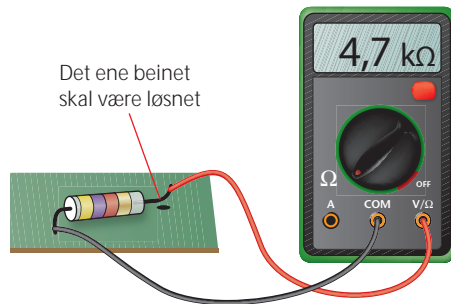
For læreren er det fint å kunne opprette en mappe med elevnavn og kopier av alle skjemaer lett tilgjengelig i klasserommet.

Forslag til materialliste, del 1

	Forslag på El.nr. / artikkel nr.	Forslag på El nr. / artikkel nr.
Glødelampe for 24 V E27, $P = 25$ W		37 111 04
Glødelampe for 24 V E27, $P = 40$ W	37 107 11	37 111 22
Glødelampe for 24 V E27, $P = 60$ W	37 107 26	37 111 32
Glødelampe for 24 V E27, $P = 100$ W	37 107 30	
Lampeholder for glødelampe E27	30 319 00	30 153 11
Spenningskilde/strømforsyning. Husk på at instrumentet skal tåle strømmen til glødelampene.	Instrutek: GWGPR3510HD	
Lysbryter nr. 1	14 137 01	14 118 83
Lysbryter nr. 2	14 137 02	14 118 84
Lysbryter nr. 5	14 137 05	14 118 87
Lysbryter nr. 6	14 137 01	14 118 88
Lysbryter nr. 7	14 137 07	14 118 89
Regulerbryter 9	14 252 54	14 245 04
Regulerbryter 29	14 252 64	14 245 05
Fordelingsskap	IT 17 443 72 TN 17 443 73	17 280 10
Universalinstrument. Husk på at instrumentet skal ha rett CAT også for andre øvingar/oppgåver	Fluke 110 (CAT 3)	
Instrument for å måle overgangsresistansen R_A og isolasjonsresistansen	Fluke 1653	
Lavvolt halogenlampe $P = 20$ W. Utstr. vinkel 10° Sokkel GU5,3	37 200 83	
Lavvolt halogenlampe $P = 35$ W. Utstr. vinkel 38° Sokkel GU5,3	37 200 46	
Lampeholder for Sokkel GU5,3	32 177 35	
PVC kabel PR $2 \times 1,5$ mm ²	10 348 10 / 10 659 53 (ny)	
Halogenfri kabel IFLI $2 \times 1,5$ mm ²	10 458 03 / 10 657 05 (ny)	
Skilletrafo		
CAT 5E		
CAT 7 (til TV/data)		
Busskabel		
Koblingsboks innfelt/åpen		

1 Målinger med sluttkontroll

Figur 1.1
Måling av resistansen til en motstand

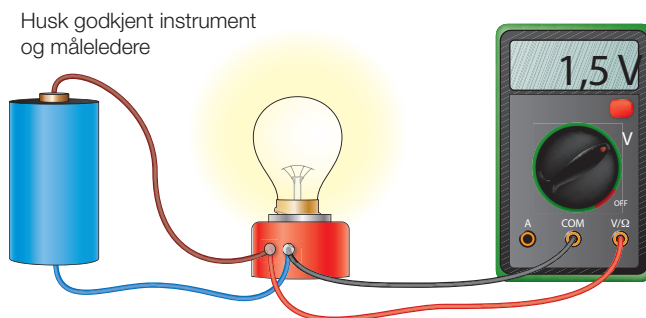


Mål resistansen i serie med (gjennom) motstanden

- 1.1 Finn frem:
- forskjellige motstander. Vær nøye slik at du ikke blander dem
 - universalinstrument og måleledere
- Still måleinstrumentet på resistansmåling merkt med Ω på instrumentet
 - Kobl målelederne i rett kontakt på instrumentet (COM og Ω)
 - Hold måleledningene på hver sin side av motstanden (se også figur i Elenergisystemer i praksis: Resistansmåling)
 - Les av verdien. Viktig å huske på er om instrumentet viser Ω , $k\Omega$ eller $M\Omega$.
 - Notér verdien
 - Legg motstandene tilbake på rett plass

Eksempel på motstander (eller velg noen andre)	Målt resistans (skriv av nøyaktig verdi)	Noter i rekkefølge hvilke farger ringene har på motstanden
$R_1 = 47 \Omega$ $R_1 =$		
$R_2 = 4\,700 \Omega = 4,7 k\Omega$ $R_2 =$		
$R_3 = 47\,000 \Omega = 47 k\Omega$ $R_3 =$		

Figur 1.2
Måling av spenning



Mål spenningen parallelt med (over) glødelampen

- 1.2 Kobl en glødelampe sammen med et batteri eller annen strømskilde. Spenningen skal være lavere enn 50 V slik at det ikke er farlig å koble og måle.

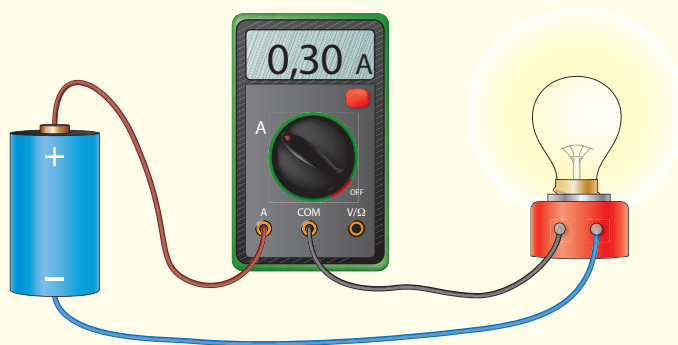
Finn frem:

- batteri eller annen strømskilde som for eksempel et spenningsaggregat (power supply)
 - en glødelampe som er beregnet for spenningen du bruker
 - en lampeholder som passer til glødelampen
 - ledninger i forskjellige farger som brukes til å koble sammen utstyret
 - instrument med måleledere
- a) Bryt spenningen til batteriet/strømforsyningen.
NB! DETTE ER VIKTIG. GJØR DET TIL EN VANE ALLTID Å BRYTE SPENNINGEN FØR KOBLING!
- b) Kobl ledningene fra spenningskilden til lampeholderen. Skru inn glødelampen.
- c) Kobl måleledningene fra instrumentet til lampeholderen (glødelampen). Slå på spenningen. Nå måler du spenningen over glødelampen. Skriv opp verdien som instrumentet viser, i tabellen. Ta med alle desimalene.

Målt spenning over glødelampen (skriv av nøyaktig verdi)

$U =$

Figur 1.3
Strømmåling



Mål strømmen gjennom glødelampen

- 1.3 Kobl en glødelampe sammen med et batteri eller annen spenningskilde. Spenningen skal være lavere enn 50 V slik at det ikke er farlig å koble og måle.

Finn frem:

- batteri eller annen strømkilde som for eksempel et spenningsaggregat (power supply)
- en glødelampe som er beregnet for spenningen du bruker
- en lampeholder som passer til glødelampen
- ledninger i forskjellige farger som brukes til å koble sammen utstyret
- instrument med måleledninger

- Bryt spenningen til batteriet/strømforsyningen.
NB! DETTE ER VIKTIG. GJØR DET TIL EN VANE ALLTID Å BRYTE SPENNINGEN FØR KOBLING!
- Kobl instrumentets røde måleledning til spenningskilden. Instrumentets svarte måleledning kobles til lampeholderen. Ut fra lampeholderen skal det kobles en leder tilbake til batteriet. Slå på spenningen. Skriv opp verdien som instrumentet viser i tabellen nedenfor. Ta med alle desimalene.

Når kretsen er sluttet går strømmen fra positiv pol (+) på spenningskilden inn i instrumentet. Strømmen går videre ut fra instrumentet inn i glødelampen, gjennom glødelampen og tilbake til strømkilden.

FEILSØKING:

Hvis instrumentet ikke viser noen verdi:

- Er rattet stilt på A, mA eller μA ?
- Sett målerledningen i riktig kontakt i forhold til rattet. Har du satt måleledningene i «mA-hullet», må rattet stå på mA

Glødelampen lyser ikke:

Hvis det er rett kobla i forhold til figuren på forrige side, kan det være flere feilkilder:

- Er glødelampen hel?
- Er det spenning fra spenningskilden?
- Er sikringen inne i instrumentet hel?

Målt strøm gjennom glødelampen (skriv av nøyaktig verdi)
$I =$

Beregn og mål glødelampens resistans

1.4 Bruk måleresultatene og glødelampen fra oppgave 1.3.

- Beregn glødelampens resistans. Bruk Ohms lov, med spenningen fra oppgave 1.2 og strømmen fra oppgave 1.3. Skriv inn det beregede resultatet i tabellen nedenfor.
- Mål glødelampens resistans med et ohmmeter. Bruk samme glødelampe som i oppgave 1.2 og 1.3. Skriv inn det målte resultatet i tabellen.

Beregnet resistans i glødelampen: $R = \frac{U}{I}$	Målt resistans i glødelampen:
$R =$	$R =$

- Begrunn hvorfor det er forskjell på den målte og den beregnede resistansen.

Måling av jordlederens kontinuitet (god kontakt i jordlederen)

1.5 Se kapittel 19 «Sluttkontroll» i tekstboka.

Kontinuiteten i jordlederen måles for å finne ut om det er bra kontakt i jordlederen. Det er viktig at det er god kontakt i jordlederen fra belastningen videre til stikkkontakten og fram til jordsmonnet. Hvis det blir en feil i vårt anlegg, skal strømmen lett kunne gå ned i bakken. Måleverdien av resistansen eller kontinuiteten må kontrolleres. Dette gjøres ved å beregne resistansen i jordlederen. Bruk formel:

$$R_{\text{jordleder}} = \frac{\rho \cdot l}{A}$$

Måling av kabelens isolasjonsresistans

1.6 Finn frem:

- en kabel, for eksempel en skjøtekabel, PR-kabel eller lignende
- en isolasjonsmåler ("megger")

a) Mål isolasjonsresistansen mellom faselederne og jord og noter verdiene i tabellen.

Isolasjonsresistansen mellom den ene faselederen og jord	Isolasjonsresistansen mellom den andre fase-/nøytrallederen og jord

b) Skriv en konklusjon på grunnlag av måleresultatene. Diskuter og drøft konklusjonen med en annen elev. Skriv ned felles konklusjon.

Sluttkontrollskjema

1.7 Skriv en begrunnelse hvorfor punkt 1 til 13 er med i sluttkontrollskjemaet. Se i NEK 400:2006 del 6.

	Generelt			
1	Installasjonsmetode			
2	Sikkerhetskontroll/risikovurdering			
3	Er måleinstrument og måleledere godkjent (ifølge fse)?			
4	Visuell inspeksjon Gjelder spenningsløs installasjon. Det er for å sikre at riktig elektrisk utstyr er valgt og korrekt montert.		Utført	Ikke utført
5	Er utstyret i installasjonen montert etter NEK 400 og fabrikantens montasjeanvisning?			
6	Er kapslinger og deksel hele og dekkende?			
7	Er det riktig størrelse på sikringen?			
8	Er det laget koblings skjema?			
9	Er lederne tilfredsstillende tilkoblet med riktig verktøy og riktig moment?			
10	Prøving og måling Her kontrolleres installasjonen om den er sikker med hjelp av målinger			
11	Måle kontinuitet i beskyttelsesledere. Beregn jordlederens resistans $R = \frac{\rho \cdot L}{A}$		$R =$	
12	Måle isolasjonsresistansen for den elektriske installasjonen. Målespenning: 500 V ($R \geq 1M\Omega$)		$R =$	
13	Funksjonsprøving Kontrollere at anlegget virker etter beskrivelsen.		Utført	Ikke utført

Fargekoden for en motstand

1.8 I oppgave 1.1 målte du resistansen og noterte fargen på ringene på motstanden.

a) Bruk de verdiene du målte på motstanden du hadde i oppgave 1.1, og kontroller fargen på ringene på motstandene!

Målt resistans Bruk verdiene fra oppgave 1.1	Noter hvilke farger ringene på motstanden skal ha i henhold til fargekoden nedenfor
$R_1 =$	
$R_2 =$	
$R_3 =$	

Tredje ring:
gull · 0,1
sølv · 0,01

Desimaltall under 10 Ω

Heltall fra 10 Ω og oppover

Merking med fire farger

svart	0	0	ingen nuller
brun	1	1	1 null
rød	2	2	2 nuller
oransje	3	3	3
gul	4	4	4
grønn	5	5	5
blå	6	6	6
fiolett	7	7	7
grå	8	8	8
hvit	9	9	9

Toleranse (±):	
brun	1 %
rød	2 %
gull	5 %
sølv	10 %
ingen farge	20 %

Merking med fem ringer

Fjerde ring:
gull · 0,1
sølv · 0,01 } eller antall nuller

Figur 1.4
Fargekoder

2 Plantegninger

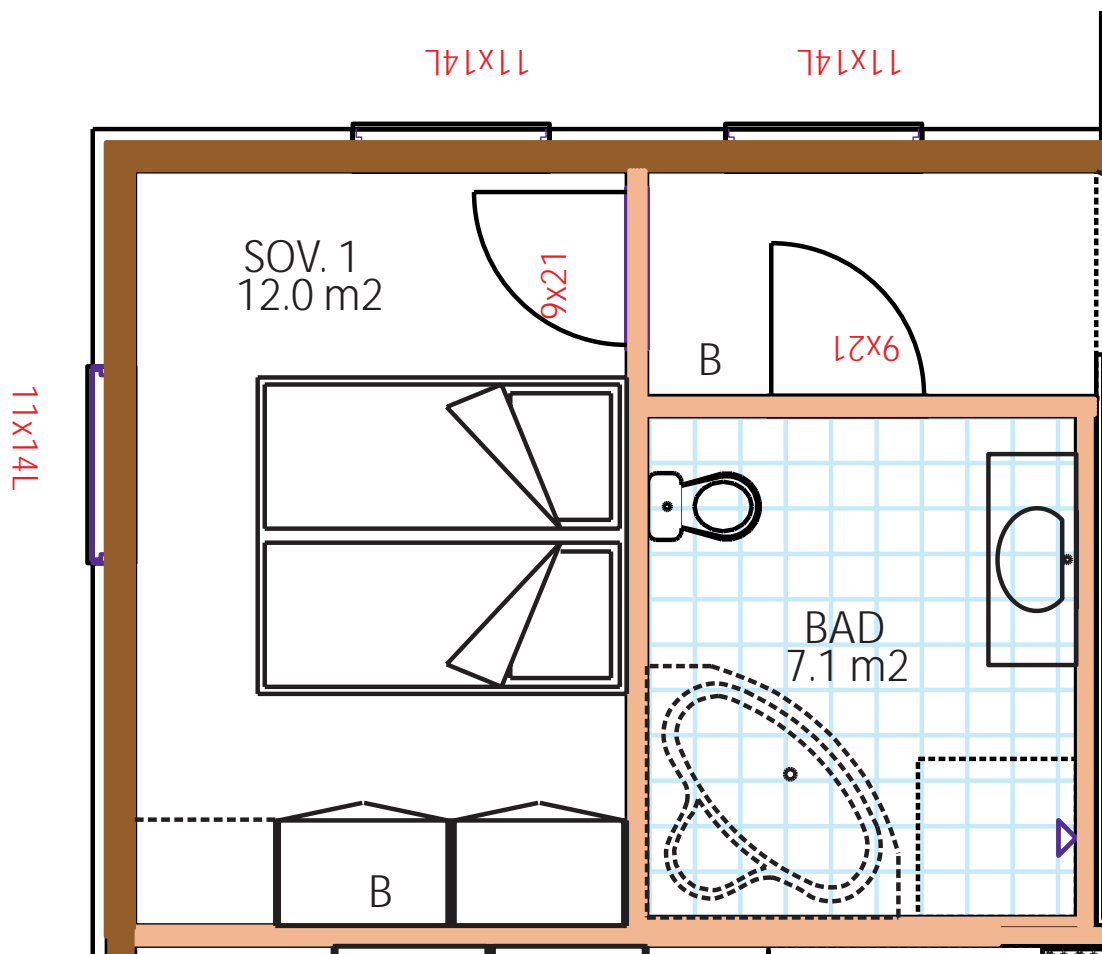
Tegn elektriske symboler

2.1 Tegn inn enlinje- og flerlinjesymboler ved siden av komponentnavnet. Symbolene står på side 141 i læreboken.

Komponentnavn	Enlinjet symbol	Flerlinjet symbol
Lampepunkt		
Dobbel stikkontakt uten jord		
Dobbel stikkontakt med jord		
Automatsikring		
Topolt bryter nr. 2		
Enpolt bryter nr. 1		
Serievender nr. 5		
Koblingsboks		

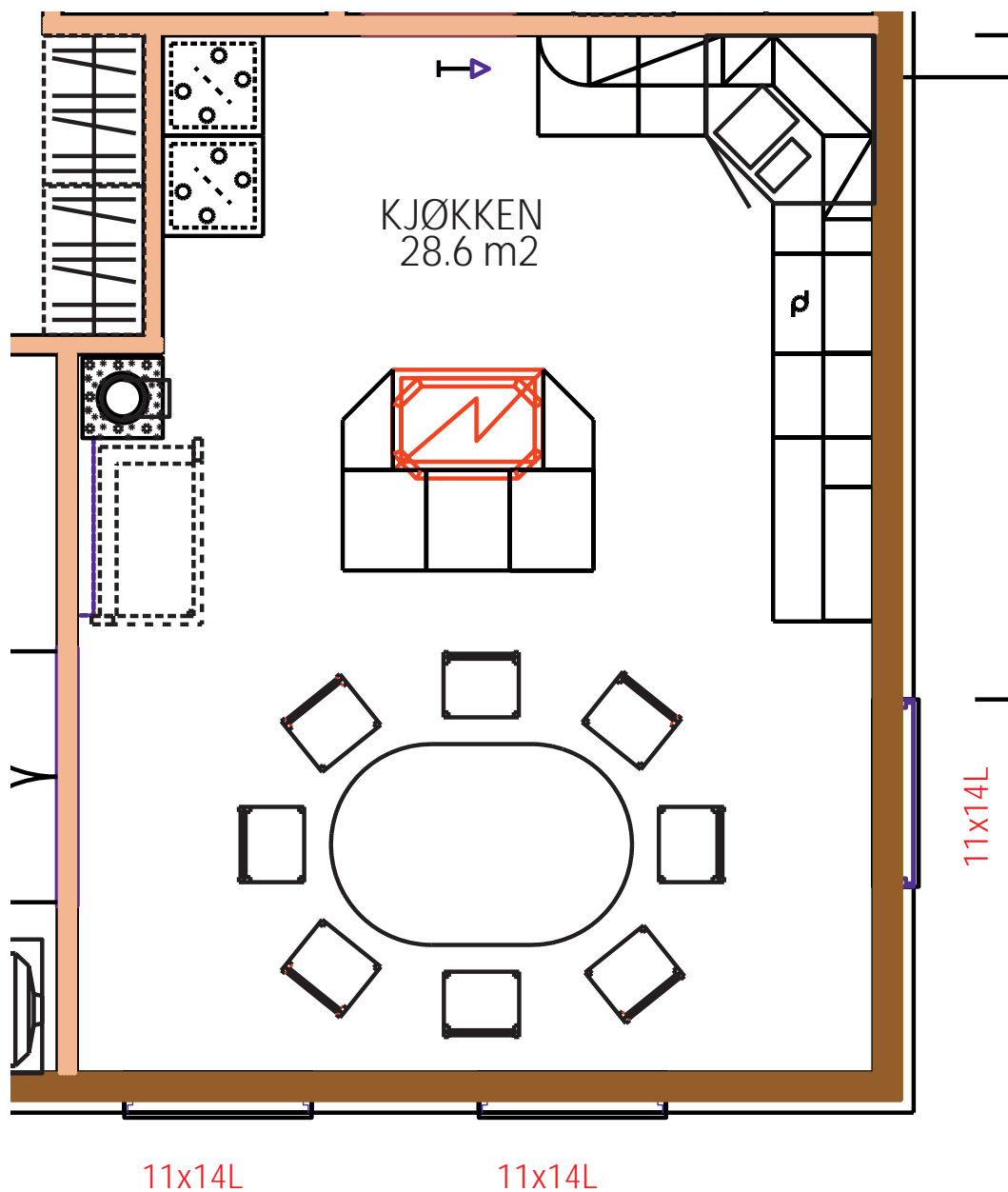
Tegn enlinjeskjema

- 2.2 Tegn enlinjeskjema av en plantegning. Bruk soverom 1 og kjøkkenet (fra plantegningen i kapittel 2 i læreboken).
- a) Tegn enlinjeskjema på plantegningen av soverom 1. Velg selv om du skal tegne en åpen eller skjult installasjon. Det som skal brukes, er en enpolt bryter (bryter nr. 1) og en lampe i taket. Kabelen som forsyner soverommet kommer fra hall/trapp.



Figur 1.5
Plantegning av sove-
rommet i 1. etasje

- b) Tegn enlinjeskjema for plantegningen av kjøkkenet. Velg selv åpen eller skjult installasjon. Det skal monteres en serievender (bryter nr. 5), en lampe i taket og lamper under skapene. Kabelen som forsyner kjøkkenet kommer fra boden. Du velger selv hvor bryteren skal plasseres. Normalt plasseres den ved dobbeltdøren inn til stua eller ved skyvedøren inn til grovkjøkkenet.



Figur 1.6
Plantegning av
kjøkkenet

Tegn koblingsskjema

2.3 Tegn koblingsskjema for en installasjon med enpolt bryter og serievender. Tegn slik at det blir en lukket krets.

VÆR NØYE. DET MÅ VÆRE PENT!

a) Bruk følgende utstyr i din tegning av koblingsskjema:

- En enpolt bryter (bryter nr. 1)
- En lampe
- Ledning

b) Bruk følgende utstyr i din tegning av koblingsskjema:

- En serievender (bryter nr. 5)
- To glødelamper
- Et batteri
- Ledning

3

Styring av lys

Kobl glødelamper og lysbryter nr. 1 og nr. 5

3.1 Kobl glødlamper og lysbrytere til 12 V eller 24 V ut fra koblings-skjemaet i foregående oppgave.

Finn frem:

- batteri eller annen strømkilde, for eksempel et spenningsaggregat (*power supply*)
- to glødelamper som er beregnet for spenningen du bruker
- to lampeholdere som passer til glødlampen
- enpolt lysbryter og serievender
- ledere i forskjellige farger som brukes til å koble sammen utstyret

a) – Kobl slik du har tegnet koblingsskjemaet med enpolt bryter (bryter nr. 1 i oppgave 2.3a)
– Funksjonstest installasjonen

b) Kobl slik du har tegnet i koblingsskjemaet med serievender (bryter nr. 5 i oppgave 2.3b)
– Funksjonstest installasjonen

Kobl glødelampe og lysbrytere nr. 6

3.2 a) Tegn koblingsskjema for to vekselvendere (bryter nr. 6) og en glødelampe. VÆR NØYE. DET MÅ VÆRE PENT!

Finn frem:

- batteri eller annen spenningskilde som for eksempel spenningsaggregat (*power supply*)
- en glødelampe som er beregnet for spenningen du bruker (for eksempel spenning på 12 V eller 24 V)
- en lampeholder som passer til glødlampen
- to vekselvendere (nr. 6)
- ledninger i forskjellige farger som brukes til å koble sammen utstyret

b) Kobl slik du har tegnet i oppgave a) og kobl til den spenningen glødelampen er beregnet for.

Kobling av glødelampe og lysbrytere nr. 6 og nr. 7

- 3.3 a) Tegn koblingsskjema for to vekselvender (bryter nr. 6), en kryssvender (bryter nr. 7) og en glødelampe.
VÆR NØYAKTIG. DET MÅ VÆRE FINT!

Finn frem det utstyret og materiellet som du trenger.

- b) Kobl slik du har tegnet i koblingsskjemaet og kobl til en spenning på 12 V eller 24 V.

4 Verktøy og installasjonsutstyr

Finn rette klammer til rett kabel

- 4.1 Finn frem:
- forskjellige kabeltyper og forskjellige typer ledere
 - forskjellige klammertyper
- a) Kombiner rett klammer til rett kabel. Skriv opp hvilke klammer som passer til de forskjellige kabeltypene.
 - b) Finn ut og skriv ned hva som er forskjellen på forskjellige klammertyper.
 - c) Finn ut og skriv ned hva som er forskjellen på forskjellige kabler.
 - d) Finn ut forskjellen på en datakabel i CAT 5 og CAT 7.

Ulike typer stikkontakter

- 4.2 Finn frem forskjellige typer stikkontakter.
- a) Finn ut hva som er forskjellen på vanlig stikkontakt og teknisk stikkontakt. Skriv ned forskjellen.
 - b) Finn ut og noter hva som er forskjellen på en ISO8 Modulær kontakt og en antennekontakt.

Ulike typer verktøy

- 4.3 Finn frem forskjellige typer av skrutrekkere.
- a) Noter forskjellen på sporskrutrekker, Phillips stjernetrekker, Pozidriv stjerneskrutrekker og Torx skrutrekker.
 - b) Finn frem skruer som passer til de forskjellige skrutrekkerne.

Forskjellige typer bokser

- 4.4 Finn frem forskjellige typer bokser for åpen og skjult installasjon.
- a) Finn ut, noter og tegn forskjellen på de koblingsboksene som en elektriker monterer i en bolig.

5 Belysningsssystemer

Mål spenning og strøm på en lavvoltage halogenglødelampe

5.1 Finn frem:

- to 12 V lavvoltage halogenlamper med effekt (P) 20 W og 35 W
 - armatur for lavvoltage halogenlampe
 - variabel strømkilde som for eksempel spenningsaggregat (*power supply*) og en enpolt bryter (nr. 1)
- a) Les igjennom oppgaven fra a) til h) og lag en risikovurdering.
 - b) Tegn en kobling med en halogenlampe, lampeholder, ledere, og en enpolt bryter (nr. 1), spenningskilde, amperemeter og voltmeter.
 - c) Kobl oppgaven etter godkjent tegning og risikovurdering.
 - d) Mål hvor stor strøm halogenlampen trekker ved forskjellige spenninger. Start med 0 V fra spenningskilden. Øk til halogenglødelampen begynner å lyse. Mål spenningen og strømmen når halogenlampen begynner å lyse. Skriv inn verdiene i tabellen.
 - e) Hev spenningen til 8 V. Mål hvor stor strøm en halogenlampe med merkeeffekten $P = 20$ W trekker ved 8 V.
 - f) Hev spenningen til 12 V og mål hvor stor strøm en halogenlampe med effekten $P = 20$ W trekker.
 - g) Gjør om oppgave d) til f), men med en halogenlampe med effekten 35 W.

	Ved hvilken spenning U begynner en lavvoltage halogenlampe å lyse	Hvilken strøm I trekker en lavvoltage halogenlampe når halogenlampen begynner å lyse	Beregn resistansen R i halogenlampens glødetråd når lampen begynner å lyse $R = \frac{U}{I}$	Hvilken strøm I trekker en lavvoltage halogenlampe når spenningen er 8 V	Beregn resistansen R i halogenlampens glødetråd ved 8 V	Hvilken strøm I trekker en lavvoltage halogenlampe når spenningen er 12 V	Beregn resistansen R i halogenlampens glødetråd ved 12 V
Når halogenlampens effekt er på $P = 20$ W							
Når halogenlampens effekt er på $P = 35$							

- h) Hva er grunnen til at det blir forskjellige verdier når resistansen beregnes?

6

Varmesystemer

Å forstå funksjonen til nokre varmekjelder

6.1 Gruppeoppgave.

Finn frem:

- en åpen panelovn på bein slik at den kan stå oppreist
- en lukket panelovn på bein slik at den kan stå oppreist
- en varmevifte

- a) Kobl spenning på panelovnene og finn ut hvordan varmen sprer seg fra varmeovnen.
- b) Kobl varmeviften til en stikkontakt og finn ut hvordan den virker.

Energiøkonomisering (ENØK)

6.2 Bruk nettsidene www.enova.no og www.enøk.no for å finne svarene på a) og b). Husk å oppgi hvor på Internett du har funnet stoffet (kilde).

- a) Finn frem på Internett og skriv ned hvordan det går an å spare energi i en gammel bolig.
- b) Finn og skriv ned hva en skal tenke på for å spare strøm og energi ved nybygging eller ny installasjon i en bolig.

Mål spenning og strøm og beregn effekt

6.2 Du skal begynne med å måle spenningen og etterpå skal du måle strømmen. I og med at panelovnen skal kobles til en spenning på 230 V må vi følge fse, bl.a. § 16 (aus). Husk på to sikkerhetsbarrierer. Repeter kapittel 15 «Fse».

Finn frem:

- en panelovn
- godkjent instrument og måleledninger (CAT II eller CAT III)
Husk på at måleledningene også skal være merket med CAT II eller CAT III
- godkjent isolert verktøy. Ofte er det merket med maksimal spenning som de isolerer mot
- personlig verneutstyr som godkjente gummihansker, vernebriller, heldekkende klær med mer
- en skilletransformator for at det skal være mindre farlig å måle med spenning på

- Finn ut hvilke farlige momenter det er i denne laborasjonen (risikovurdering). Skriv momentene ned.
- Lag en tegning av hvordan du vil koble og måle. Tegningen og risikovurderingen skal godkjennes av læreren FØR du begynner å koble.
- Bryt spenningen før du kobler.
- Kobl voltmeteret slik tegningen din viser.
- Få koblingen godkjent av læreren.
- Kobl spenningen til panelovnen. Skriv opp måleresultatet.
- Bryt spenningen og kobl amperemeteret.
- Få godkjent av læreren.
- Kobl spenningen til panelovnen. Skriv opp måleresultatet.
- Bryt spenningen til panelovnen.

Målt spenning	Målt strøm	Beregnet effekt
$U =$	$I =$	$P =$

- Beregn effekten i panelovnen og skriv inn verdien i tabellen. Bruk formelen $P = U \cdot I$.

Styring med regulerbryter nr. 9 og 29

- 6.4** Denne oppgaven er tatt med av pedagogiske grunner. I dag installeres det sjelden regulerbrytere, i stedet installeres det termostater. Utstyret kobles til en spenning på 12 eller 24 V.

Finn frem:

- en regulerbryter nr. 9 og en regulerbryter nr 29.
- monteringsanvisning fra leverandøren av regulerbryteren.
- kabler og festemateriell (skruer, klammer med mer)
- en spenningskilde eller skilletransformator for å bruke en lav spenning på oppgaven (spenning på 12V eller 24V)
- to lampeholdere
- to glødelamper med samme effekt og en glødelampe med en annen effekt. Merkespenningen skal passe til spenningskilden (12 V eller 24 V) (Merkespenning; se side 18 i læreboken)

Halvparten av elevene i klassen kan begynne med regulerbryter nr. 9, og den andre halvparten kan begynne med regulerbryter nr. 29.

Spenningsmåling

- Lag en risikovurdering av installasjonen.
- Tegn et skjema der du viser hvordan du kobler utstyret med brytere, to glødelamper og instrument. Bruk leverandørens installasjonsbeskrivelse. Få godkjent risikovurderingen og skjemaet av læreren.
- Bryt spenningen.

- d) Kobl utstyret etter skjemaet fra oppgave b).
- e) Få godkjenning av læreren.
- f) Slå på spenningen.
- g) Spenningsmåling: Still regulerbryteren i stilling 1 og mål spenningen over lampe 1 og lampe 2. Skriv inn verdiene i rett tabell avhengig av hvilken bryter (nr. 9 eller nr. 29) du bruker. Fortsett med stilling 2 og 3. Skriv inn verdiene i tabellen.
- h) Bryt spenningen.

Strømmåling:

- i) Kobl amperemeterne i serie med lampe 1.
- j) Slå på spenningen og mål strømmen gjennom lampe 1 i trinn 1, 2 og 3. Skriv inn verdiene i tabellen.
- k) Bryt spenningen.

Regulerbryter nr. 9

Regulerbryter nr. 9 for lik effekt i glødelampene	Spenningen over lampe 1	Strømmen gjennom lampe 1	Beregn effekten i lampe 1	Spenningen over lampe 2	Strømmen gjennom lampe 2	Beregn effekten på lampe 2 $P = U \cdot I$	Beregn total effekt $P_{\text{lampe1}} + P_{\text{lampe 2}}$
Trinn 1							
Trinn 2							
Trinn3							

Regulerbryter nr. 29

Regulerbryter nr. 29 for ulik effekt i glødelampene	Spenningen over lampe 1	Strømmen gjennom lampe 1	Beregn effekten i lampe 1	Spenningen over lampe 2	Strømmen gjennom lampe 2	Beregn effekten på lampe 2 $P = U \cdot I$	Beregn total effekt $P_{\text{lampe1}} + P_{\text{lampe 2}}$
Trinn 1							
Trinn 2							
Trinn3							

- l) Kobl amperemeteret i serie med lampe 2.
- m) Slå på spenningen og mål strømmen gjennom lampe 2 i trinn 1, 2 og 3. Skriv inn verdiene i tabellen.
- n) Bryt spenningen.
- o) Beregn effekten i lampe 1 og lampe 2 i trinnene 1, 2 og 3. Skriv inn beregningene i tabellen.

Styring med regulerbryter nr. 9 eller 29

- 6.5 Denne oppgaven er den samme som oppgave 6.4, men regulerbryteren skal byttes til den av de to som du ikke brukte i oppgave 6.4. Følg oppgave 6.4 med den nye regulerbryteren.

Beregning av resistansen i serie- og parallell-koblede motstander

- 6.6 Beregning av resistansen i lampene. Velg regulerbryter nr. 9 eller regulerbryter nr. 29. Bruk verdiene fra tabellen på nivå 2
- Beregn resistansen i lampe 1 når den er koblet til merkespenningen.
Beregn resistansen i lampe 2 når den er koblet til merkespenningen.
 - Regulerbryteren står i trinn 1.
Beregn den totale resistansen til lampe 1 og 2 i trinn 1.
Beregn den totale effekten og skriv ned hva vi kan slutte av dette.
 - Regulerbryteren står i trinn 2.
Beregn den totale resistansen i lampe 1 og 2 i trinn 2.
Beregn den totale effekten og skriv ned hva vi kan slutte av dette.
 - Regulerbryter står i trinn 3.
Beregn den totale resistansen i lampe 1 og 2 i trinn 3.
Beregn den totale effekten og skriv ned hva vi kan slutte av dette.

7

Energiproduksjon

Måling av en energikilde

7.1 Gruppearbeid med to elever i hver gruppe. Produser energi med en dynamo og en tråsykkel.

- a) En elev løfter sykkelen og snurrer hjulet med dynamoen på. Den andre eleven måler med et voltmeter. Målingen gjøres mellom enden på ledningen som går ut fra dynamoen og chassiset (rammen) på sykkelen.
- b) Mål spenningen ved lav hastighet.
- c) Mål spenningen ved høy hastighet.
- d) Kobl en glødelampe til dynamoen og mål spenningen ved lav hastighet.
- e) Kobl en glødelampe til dynamoen og mål spenningen ved høy hastighet.

Rotasjonshastigheten til dynamoen	Spenningen UTEN belastning (glødelampe)	Spenningen MED belastning (glødelampe)
Lav		
Høy		

8

Overføring av energi

Måling av spenningsfallet i en leder

8.1 Mål spenningsfallet i en leder ved to forskjellige spenninger. Jobb sammen i grupper.

Finn frem:

- en kabel som minst er 50 m lang. Det bør ha et så lite tverrsnitt som mulig, ikke større enn $1,5 \text{ mm}^2$
- en eller flere lampeholdere og en eller flere 12 V eller 24 V glødelamper. Glødelampen bør ha en effekt på minst 40 W
- en spenningskilde som passer til glødelampene. Husk på at glødelampene trekker en stor strøm og at spenningskilden må kunne levere stor strøm

- Kobl lampeholderen til den ene enden av kabelen. Hvis dere monterer flere glødelamper, kobl dem parallelt for å få et tydeligere resultat.
- Kobl den andre enden av kabelen til spenningskilden. (Spenningen er 12 V eller 24 V.)
- Slå på spenningen. Mål spenningen på spenningskilden. Noter spenningen (U_s).
- Mål spenningen over glødelampen. Noter spenningen (U_L).
- Bryt spenningen.
- Kobl et amperemeter i serie med glødelampen.
- Mål strømmen og noter verdien.
- Beregn kabelens spenningstap, ΔU .

$$\Delta U = U_s - U_L = \dots\dots\dots V$$

- Beregn spenningstapet i prosent.

$$\Delta u = \frac{\Delta U}{U_s} \cdot 100 \% = \dots\dots\dots \%$$

8.2 En felles oppgave som utføres av læreren sammen med hele klassen siden spenningen er over 50 V. Merk § 16 *Arbeid under spenning* (aus) i Fse.

- Bruk samme kabel, men bytt ut glødelampen og spenningskilden.
- Finn frem en eller flere glødelamper med samme effekt som i oppgave 8.1. Merkespenningen skal nå være på 230 V.

- c) Finn frem en skilletransformator (NEK 400 413) eller sikkerhetstransformator med sekundærspenning 230 V.
- d) Kobl kabelen til lampeholdere og spenningskilden.
- e) Mål spenningen ved kilden.
- f) Mål spenningen over glødlampene. Noter verdien.
- g) Bryt spenningen, kobl til amperemeteret, slå på spenningen og mål strømmen. Noter verdien.
- h) Beregn spenningstapet, ΔU .

$$\Delta U = U_s - U_L = \dots\dots\dots V$$

- i) Beregn spenningstapet i prosent.

$$\Delta u = \frac{\Delta U}{U_s} \cdot 100 = \dots\dots\dots \%$$

- j) Hva er grunnen til at det blir så stor forskjell på spenningstapet i oppgave 8.1 og oppgave 8.2? Skriv ned din begrunnelse og drøft deretter problemstillingen med en annen elev.

9 Inntak med fordeling med vern

Fordelingsskap

- 9.1 Finn ut hvordan fordelingsskapet (sikringsskapet) hjemme hos deg er bygd opp.
- Tegn av fordelingsskapet hjemme. Vær nøye med å få med alle vernene og sikringene. Nummerer dem på tegningen og gi dem samme nummer som de har i fordelingsskapet.
 - Skriv opp størrelsene på vernene og sikringene.
 - Rapporter om det er noen vern eller sikringer som ofte løser ut, eller om det aldri er noe problem med vern eller sikringer hjemme hos deg.
 - Er det montert jordfeilbrytere eller jordfeilvarsler? I så fall, hvor lenge siden er det at noen har testet dem? (En jordfeilbryter bryter spenningen hvis det blir en jordfeil. En jordfeilvarsler bryter ikke spenningen, men det begynner å pipe og en lampe lyser hvis det er jordfeil.)

Montering av vern i et fordelingsskap

- 9.2 Montering av et fordelingsskap. På nivå 2 plasseres vernene på rett plass, og på nivå 3 kobles de sammen.
- Jobb sammen to og to. Tegn deres egen boliginstallasjon på tilsvarende måte som det er gjort på boligtegningen på side 64. Finn ut hvor mange stikkontakter, lampepunkter og lysbrytere det skal være i hvert rom. Finn ut hvor mange kurser dere trenger ut fra fordelingsskapet (ikke overdriv). Husk jordfeilbrytere.

Finn frem:

- et fordelingsskap
- de vernene og sikringene dere trenger ut fra oppgave 9.2a (husk på jordfeilbrytere). Hvis dere ikke finner riktig størrelse på vernene og sikringene som dere trenger, går det greit å sette en liten merkelapp på vernet og late som om det er rett størrelse. Dette går bra siden fordelingsskapet ikke skal kobles til spenning og brukes i en installasjon
- b) Monter og fest vernene og sikringene i fordelingsskapet slik installasjonstegningen viser.
- c) Lag en tegning (arrangementstegning) over fordelingsskapet der det fremgår hvor vernene og sikringene sitter og størrelsen på dem.

Kobling av vern i et fordelingsskap

9.3 Kobling fra overbelastningsvernet, OV (hovedsikringen), til måleren og videre til kurssikringene, samt montering av samleskinne. Kobling av jordlederne inne i fordelingsskapet.

a) Beregn overbelastningsvernet når det tas hensyn til en samtidighetsfaktor på 0,4 (se side 92 i læreboken).

Finn frem:

- samme fordelingsskap som dere jobbet med tidligere
- overbelastningsvern (OV)
- energimåler (hvis skolen har)

b) Monter overbelastningsvernet.

c) Kobl rett type ledninger fra overbelastningsvernet frem til samlingskinnen for vernene og sikringene. Husk på å legge inn en sløyfe til energimåleren som e-verket monterer etter at hele installasjonen er ferdig. (Se kapittel 4 «Verktøy og installasjonsutstyr».)

d) Hvis skolen har en måler, kan den kobles inn mellom OV og vernene/sikringene.

e) Mål isolasjonsresistansen mellom fasene og jord med isolasjonsmåleren. Mål også mellom fasene for å forsikre deg om at det er rett koblet. Det er fort gjort at det skjer kortslutning når en monterer en samlingskinne, spesielt i TN-nett. Lag en egen tabell og skriv inn verdiene. Disse skal vises til læreren.

10 Fordelingssystemer

For dette temaet er det ikke noen praksisoppgaver. Du finner stoff om dette på bokas hjemmeside.

11 Jordingsystemer

(Nivå 1 og nivå 2 passer det at hele klassen gjør sammen.)

Slå ned jordspyd

11.1 Mål overgangsresistansen R_A mellom jordelektroden og jordsmonnet.

Finn frem:

- et jordspyd
- et instrument for å måle overgangsresistansen
- en slegge for å kunne slå ned jordspydet. (Spør hvor det er best å slå ned et jordspyd.)

Slå ned jordspydet på anvist plass. La en del av spydet være over marken. Jordspydet skal trekkes opp etter at oppgaven er ferdig.

Mål overgangsresistansen

- 11.2**
- Les leverandørens brukerveiledning for instrumentet.
 - Kobl instrumentet ifølge anvisningene og mål overgangsresistansen. Noter verdien.
 - Dra opp jordspydet slik at det ikke er i veien for gressklipperen, eller at noen snubler over det.

Beregn overgangsresistansen (se NEK 400:2006 411.3 – 411.6)

11.3 Beregninger for å finne ut om det er tilstrekkelig kontakt mellom jordelektroden (for eksempel jordspydet) og jordsmonnet.

Du skal finne ut om jordfeilbryterne løser raskt nok med det jordspydet du brukte. For å være helt sikker bruker vi formelen:

$$R_A = \frac{50 \text{ V}}{I_d}$$

Forventet berøringsspenning skal ikke være over 50 V.

R_A er jordspydets overgangsresistans.

I_d er jordfeilbryterens utløsestrøm. For eksempel 30 mA, 100 mA eller 300 mA.

Kravet for et IT-nett er at $R_A \cdot I_d \leq 50 \text{ V}$
(NEK 400:2006 411.6.2.01).

- b) Bruk verdien du fikk ved måling av overgangsresistansen.
Finn ut om en jordfeilbryter på 300 mA vil løse ut med den overgangsresistansen du målte.
- Beregn maksimale overgangsresistansen når jordfeilbryteren har en utløserstrøm på 300 mA
 - Beregn maksimale overgangsresistansen når jordfeilbryteren har en utløserstrøm på 30 mA

12 Kjøkkenet

Elinstallasjonstegning for kjøkkenet

12.1 Tegn kjøkkenet slik det ser ut hjemme hos deg (omtrent).

- a) Lag en ny installasjonstegning (et enlinjeskjema) slik du vil at en ny installasjon skal være hjemme hos deg. Plasser stikkontakter og belysning nøyaktig der det passer i din installasjon.
- b) Hvordan skal belysningen styres?
- c) Hvor mange kurser skal det være på kjøkkenet?
- d) Hvilken størrelse på vernene passer for din installasjon.
- e) Tegn inn hvilke punkter (stikkontakter, lamper, lysbrytere osv.) som hører til hver kurs.

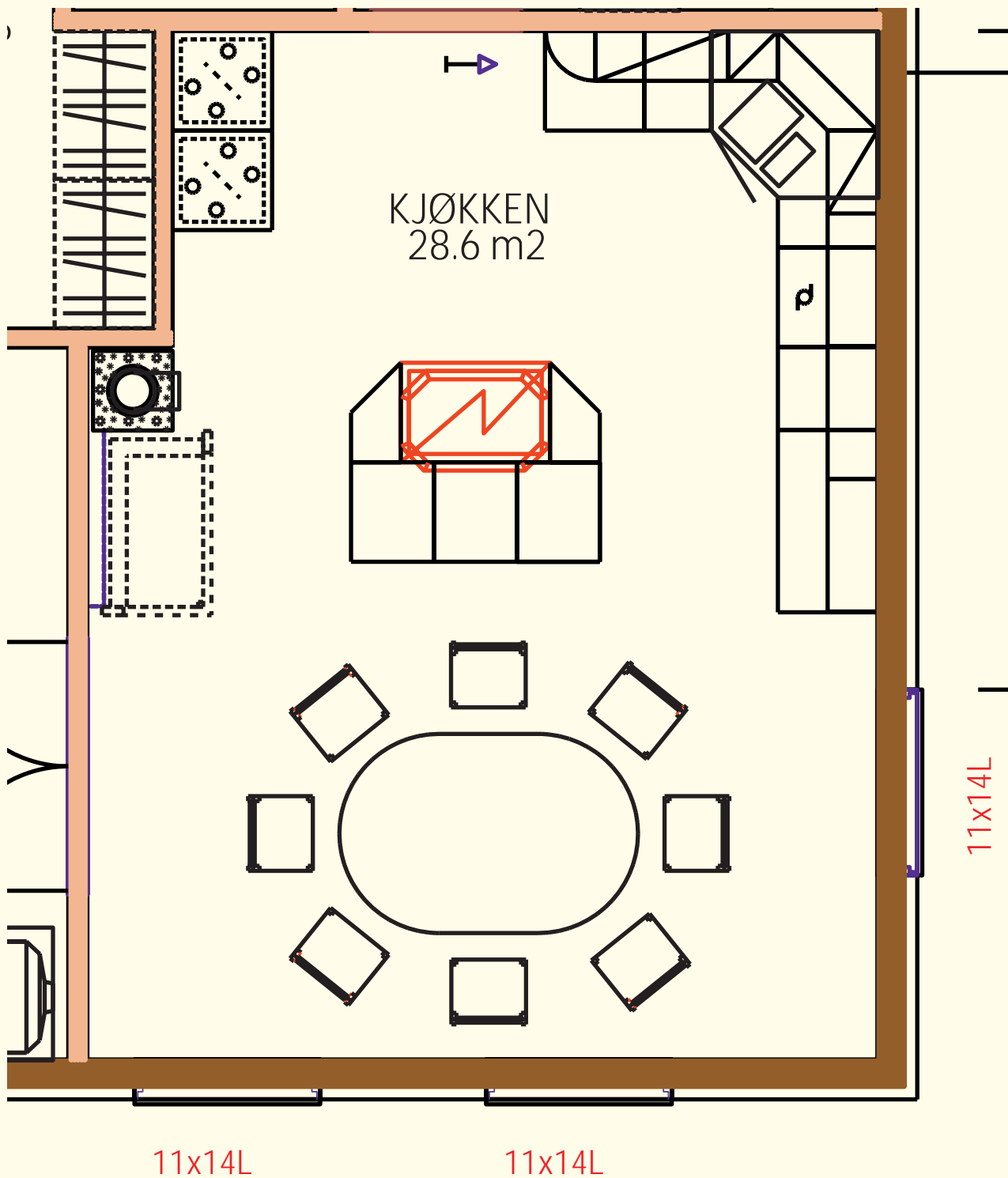
Plassering av høydemål for stikkontakter og belysningspunkter

12.2 Bruk din installasjonstegning fra oppgave 12.1.

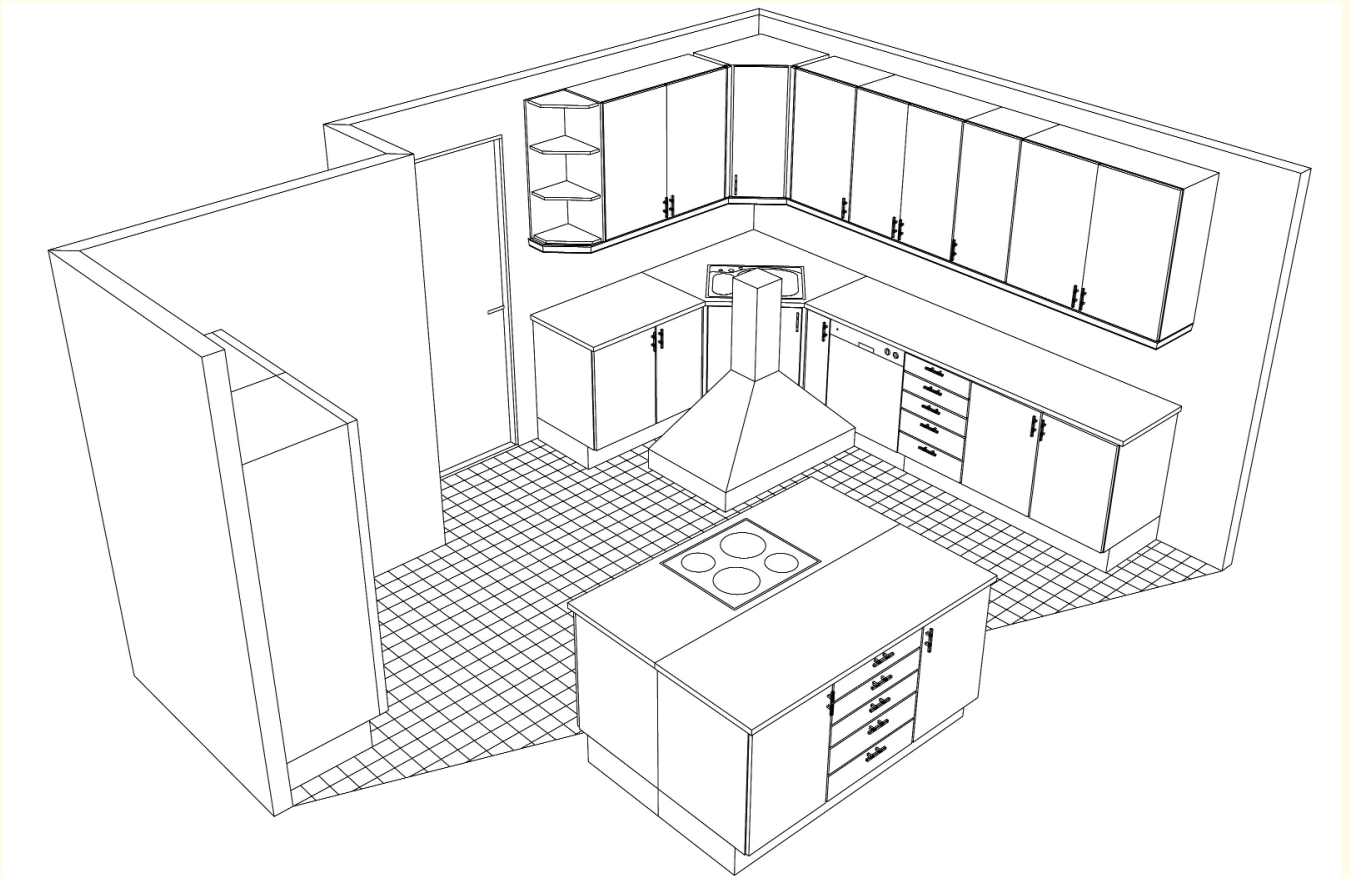
- a) Skriv inn høydemål for alle stikkontakter og belysningskilder.
- b) Velg typen av stikkontakter (enpolt, topolt eller teknisk stikkontakt).
- c) Velg typen av belysningskilder. Bruk leverandørens katalog.

12.3 Bruk plantegningen av kjøkkenet på neste side og tegn inn alle stikkontakter som må og bør være med.

- a) Lag en installasjonstegning (enlinjeskjema) slik du vil ha den elektriske installasjonen. Plasser stikkontakter og belysning nøyaktig der du føler at det passer din installasjon. Husk på at det ikke blir for mange stikkontakter på hver kurs.
- b) Skriv inn høydemål på alle stikkontakter og belysningskilder.
- c) Velg type stikkontakter (enpolt, topolt eller teknisk stikkontakt).
- d) Velg type av belysningskilder. Bruk leverandørens katalog.



Figur 1.7
Plantegning av kjøkkenet



Figur 1. 8 Perspektivtegning av kjøkkenet



Figur 1.9 Perspektivtegning av kjøkkenet

13

Bad

Sikkerhetstiltak på bad

- 13.1** Finn ut om det er tilleggsutjevningsforbindelse på badet ditt. Lån med et instrument hjem. Mål resistansen mellom kraner, sluk og jordstiften på stikkontaktene (eller noe annet jordet elektrisk utstyr).
- a) Mål resistansen mellom jordstiften på en stikkontakten og kranen på servanten. $R = \underline{\hspace{2cm}}$
 - b) Mål resistansen mellom kranen på servanten og kranen på dusjen. $R = \underline{\hspace{2cm}}$
 - c) Mål resistansen mellom kranen på servanten og andre kraner. $R = \underline{\hspace{2cm}}$
 - d) Mål resistansen mellom jordstiften på en stikkontakt og metallsluket. $R = \underline{\hspace{2cm}}$
 - e) Mål resistansen mellom sluket og kran på dusjen. $R = \underline{\hspace{2cm}}$
- 13.2** Finn ut om det er montert jordfeilbryter på badet ditt.
- a) Se etter i fordelingsskapet om det er monteret noen jordfeilbryter.
 - b) Hvis det er montert jordfeilbryter, løs den ut ved å trykke på testknappen. Husk på at det kan være en felles jordfeilbryter foran hele installasjonen. Da brytes alle kursene og hele leiligheten eller boligen blir uten spenning.
 - d) Les på jordfeilbryteren hvilken utløsestrøm den har (hvor stor jordfeilstrøm som skal til for at jordfeilbryteren skal løse ut). Største utløsestrøm for jordfeilbryteren på badet er 30 mA.

Soneinndeling på bad

- 13.3** Finn ut om elektrisk utstyr står for nær badekar og dusj. Mål avstanden mellom elektrisk utstyr og badekar eller dusj.
- a) Mål avstanden mellom stikkontakten og badekaret/dusjen. $l = \underline{\hspace{2cm}} \text{ cm}$
 - b) Mål avstanden mellom lysbryteren (hvis den sitter inne på badet) og badekaret/dusjen. $l = \underline{\hspace{2cm}} \text{ cm}$
 - c) Mål avstanden mellom lampen/belysningen og badekaret/dusjen. $l = \underline{\hspace{2cm}} \text{ cm}$
 - d) Mål avstanden mellom det øvrige elektriske utstyret, dvs. koblingsbokser, vaskemaskin, tørketrommel eller lignende og badekaret/dusjen. $l = \underline{\hspace{2cm}} \text{ cm}$
 - e) Står noe av det elektriske utstyret for nær badekaret/dusjen?

13.4 Hvor går soneinndelingen på badet hjemme?

- a) Tegn baderommet i målestokk. Vær nøyaktig. Det kan være lurt å bruke blyant. Mål lengden på veggene og tegn baderommet på et ark. Tegn badet så stort som mulig på arket. Husk også på å bruke en enkel målestokk. For eksempel 1 : 10, 1 : 25 eller 1 : 50 (hvis det er et stort bad)
- b) Mål nøyaktig størrelsen på servant, badekar/dusj og klosett og hvor de er plassert. Tegn inn dem på tegningen din.
- c) Gjør målinger av hvor det elektriske utstyret er plassert. Tegn utstyret inn på tegningen.
- d) Tegn inn soneinndelingen for ditt baderom. Er det badekar eller dusj med kar? Er det dusj uten kar og vegger? Er det dusj uten kar, men med vegger? Finn ut i teksten på de grønne sidene i *Grunnboka* hva som gjelder for ditt bad.
- e) Er det elektriske utstyret riktig plassert i forhold til NEK 400:2006? (Hvis ikke, kan det likevel være godkjent. Det er godkjent hvis badet fulgte den normen som gjaldt da badet ble installert. En ny norm har ikke tilbakegjeldende kraft).

14

Beregning av vern og kabeltverrsnitt

Overbelastning av kabel

De fleste kabler som brukes ved installasjoner er lagd av PVC, for eksempel PN-ledere og PR-kabel. PVC inneholder ca. 30 % klor. Hvis kabelen blir overbelastet blir den for varm. Når temperaturen i kabelen blir over 70 °C begynner PVC-en å «svette» – avgi en type oljelignende stoff.

Dette lager store problemer:

- 1 Det oljelignende stoffet gjør at lysebrytere og stikkontakter fungerer dårligere. Det blir dårlig kontakt og etter hvert kan det begynne å brenne i stikkkontakten og lysebryteren.
- 2 Når det oljelignende stoffet har «svettet» ut fra PVC-plasten, blir isoleringen stiv og sprø og sprekker lett.

For at unngå disse problemene bruker vi en sikring. Har vi rett størrelse på sikringen i forhold til lederen og kabelen er temperaturen i kabelen under 70 °C. Rett forhold får vi når vi tar hensyn til tverrsnitt, omgivelsestemperaturen og hvor lett en leder eller kabel kan avgi varme.

I tillegg er det et problem til med PVC. Hvis det blir brann i et hus med ledere og kabler med PVC-isolering, blir det røyk. Denne røyken er kraftig og ødelegger fort et rom, selv om det ikke blir ødelagt av brannen. For å unngå dette problemet brukes ledere og kabler med halogenfri isolering.

14.1 Gjør testen UTENDØRS, etter godkjenning av læreren, for å se hva som skjer med en kabel med PVC-isolering og en kabel med halogenfri isolering når den blir for varm. Husk at avgasser fra PVCisolerings er korrosiv! Gassene må ikke innåndes!

PASS PÅ EGEN OG ANDRES SIKKERHET I FORBINDELSE MED ØVELSEN!

- Finn frem en kabel med PVC-isolering, for eksempel en PR-kabel
- Finn frem en kabel med halogenfri isolering, for eksempel en IFLI-kabel
- Finn frem en varmluftspistol for høy varme og skjøtekabel som rekker ut

- a) Ta varmluftspistolen. Varm PVC- kabelen (PR-kabel) slik at den etter hvert begynner å brenne.
- b) Noter hva som skjer med isoleringen før den begynner å brenne, når den begynner å brenne, og hva som skjer når varmluftspistolen fjernes.
- c) Ta varmluftspistolen. Varm den halogenfrie kabelen (IFLI-kabel) på samme måte som PR-kabelen.
- d) Noter hva som skjer med isoleringen før den begynner å brenne, når den begynner å brenne, og hva som skjer når varmluftspistolen fjernes.

15 Fse

Sikkerhet i forbindelse med elektriske anlegg og installasjoner

- 15.1**
- a) Finn ut om det er noen farlige elinstallasjoner i klasserommet. Hvis det finnes, skriv dem ned og meld fra til læreren. Diskuter feilen sammen med de andre elevene i klassen.
 - b) Finn ut om det er noen farlige elinstallasjoner på skolen. Hvis det finnes, skriv dem ned og meld fra til læreren. Diskuter feilen sammen med de andre elevene i klassen
 - c) Finn ut om det er noen farlige elinstallasjoner hjemme hos deg selv eller noen andre. Hvis det finnes, skriv dem ned og meld fra til læreren. Diskuter i klassen hvordan farlige feil kan utbedres.
- 15.2** Diskusjonsforslag:
Hva er grunnen til at en elinstallasjon er farlig?
Hva kan gjøres for å unngå at elinstallasjoner blir farlige?
- 15.3** Hva må vi gjøre når vi når en oppdager en farlig elinstallasjon?
Er det krav om å melde fra?

Del 2

I denne delen av arbeidsboka skal du arbeide med installasjoner på brett. Du skal arbeide med 230 V, og det er viktig at du arbeider med sikkerheten for øye.

For å oppnå et godt resultat er det viktig at arbeidsoperasjonene utføres i riktig rekkefølge og at du lærer av feilene du gjør. Etter å ha utført en øvelse skal du evaluere arbeidet du har gjort ved hjelp av et skjema slik at du kan rette opp eventuelle feil på neste øvelse.

Montasjen skal legges flytende, det vil si at du skal montere etter mål, men velge selv hvor på brettet anlegget skal ligge.

Størrelsen på brettet bør minst være 60 x 75 cm for å få plass til de største anleggene.

Alle skjemaer finner du på bokas hjemmeside på www.elforlaget.no.

Rekkefølgen for montering av brettøvelser

Det er viktig at du først har lest kapittel 2 «Plantegninger», i læreboken.

For at du lettere skal forstå enlinjeskjemaene i øvelsene, finner du en perspektivtegning som viser installasjonen i virkeligheten. På enlinjeskjemaet er de første øvelsene målsatte. Senere er det du som bestemmer målene. For å få et godt resultat er det viktig å arbeide i riktig rekkefølge.

Planlegging og vurdering før arbeidet starter

Se kapittel 1 og § 10 i Fse (kapittel 15).

- Finn ut hva oppgaven går ut på og tenk gjennom hva som skal gjøres
- Risikovurdering
- Tenk gjennom hva slags materiell og verktøy som trengs
- Tegn koblingskjema og lag en materialliste
- Finn frem utstyret

Montering av installasjonen

- Merk opp på sentermålet til komponentene og kabel- eller rørføring på brettet med blyant. Vær nøyte. Dette er avgjørende for et pent resultat
- Monter komponentene
- Fest kablene eller rør. Trekk ledningene i rørene
- Avisoler ledningene
- Kobl til ledningene

Sluttkontroll og dokumentasjon

Se kapittel 1 (bruk skjema fra læreboken).

- Visuell kontroll: Se etter om det er noen synlige feil
- Prøving og måling: Ved hjelp av ulike instrumenter måler du for å forsikre deg om at montasjen er riktig utført
- Funksjonsprøving (testing): Funksjonsprøvingen går ut på at kontrollere og teste at alt virker som det skal

Dokumentasjon

- Koblingskjema som skal leveres eier av anlegget (læreren)
- Materialliste over materiellet som inngår i installasjonen (bruk skjema)
- Fyll ut rapportskjema (samsvarserklæring) som eieren av installasjonen (læreren) skal ha sammen med sluttkontrolldokumentasjonen.
- Skriv en evaluering av egeninnsatsen (bruk skjema). Læreren godkjenner og setter karakter sammen med eleven. Ta eventuelt en kopi og avtal med læreren hvor originalen skal oppbevares. Den kan være en del av mappevurderingen. Bruk kopien som grunnlag til å gjøre neste øvelse enda bedre

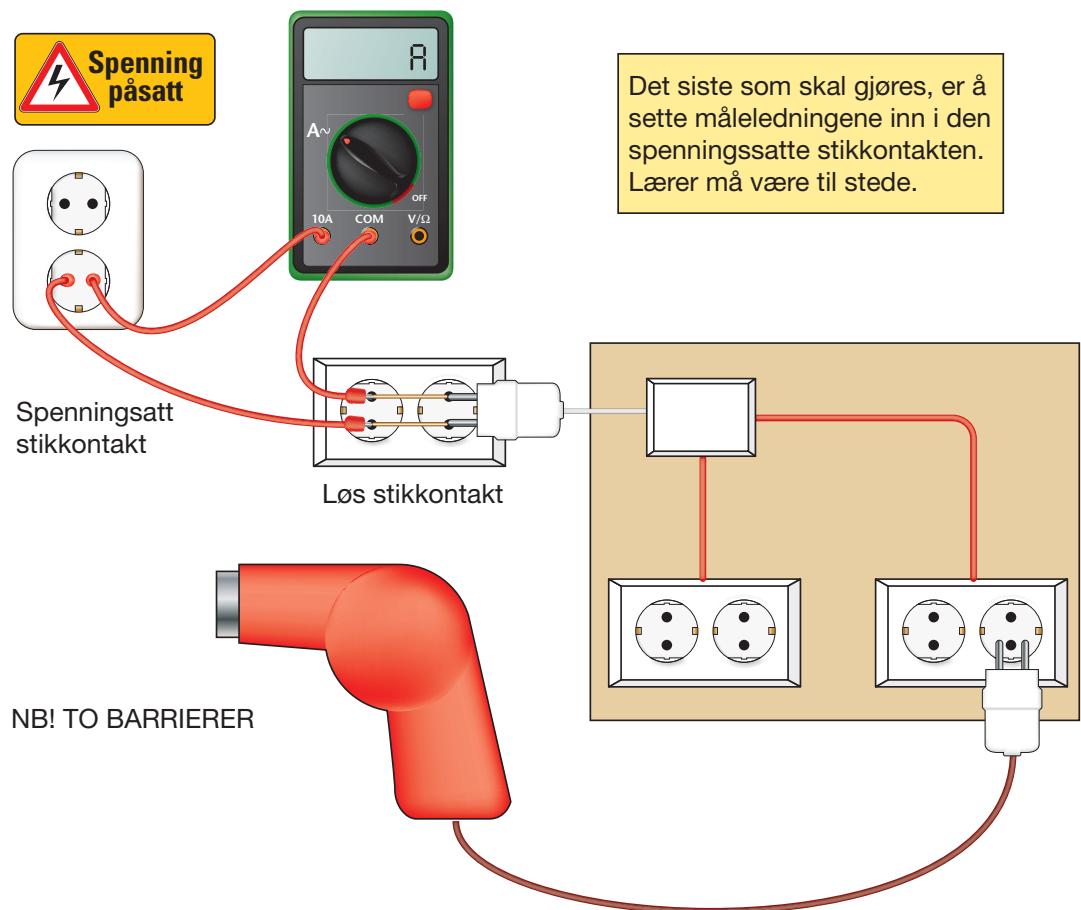
Generell lab for bretteøvelser

Laboppgave for øvelse

- 1 Finn fram en elektrisk belastning med støpsel (f.eks. en hårføner) og mål resistansen.
- 2 Mål til spenningen i stikkkontakten på brettet og notér verdien i tabellen.
- 3 Sett støpselet til belastningen inn i stikkkontakten på brettøvelsen. Slå av eventuelle lyspunkter og mål strømmen som vist på tegningen.
- 4 Før måleverdien inn i tabellen.
- 5 Beregn effekten med de målte verdiene av strøm og spenning.

Måling av strøm

Bruk en løs stikkontakt og tre måleledninger. (Måleledningen bør ha en sikkerhetshylse og være i CAT II eller CAT III-utførelse.) Utfør målingen slik som figuren under viser. Husk å stille multimeteret korrekt.



R (Ω)	U (V)	I (A)

Figur 2.1
Måling av strøm

Evalueringsskjema for elenergisystemer

Navn:

Type øvelse:

Karakter:

Vurdering	Hva er bra / hva kan forbedres
1. Skjemaer og materiallister	
2. Montering av komponentene	
3. Klammerplassering	
4. Kabelføring	
5. Avisolering kabel/ledere	
6. Kobling av komponentene	
7. Utsparing av deksler	
8. Evaluering ev eget arbeid	
9. Logg	

Kommentarer til bruk av evalueringsskjema for bygningsinstallasjoner

Bruk evalueringsskjemaet for å kvalitetssikre brettøvelsen din. Om du eller læreren mener at noe kunne vært utført bedre, noterer du det på evalueringsskjemaet. Notér også det du er fornøyd med. Ta vare på evalueringene og bruk dem for å unngå feil og oppnå bedre resultater.

Ta en kopi og gi den til læreren. Dette er ditt ansvar.

1 Skjemaer og materialister:

- Skjemaet for sluttkontroll (verifikasjon) skal være utfyllt, unntatt funksjonsprøvingen
- Enlinje- og koblingskjema skal tegnes oversiktlig og skal være lett å kjenne igjen på installasjonsbrettet
- Få med alle komponentene du bruker i materiallisten. Antallet er ikke så viktig

2 Montering av komponenter:

- Komponentene skal monteres i senter av tydelige blyantmarkeringer. Det er meget viktig å være nøye med å merke opp anlegget for at det skal bli pent
- Bruk meterstokken til å måle med og linjal til å merke med

3 Klammerplassering:

- Ca. 5 cm fra alle komponenter og svinger
- Ca. 25 cm mellom klamrene på lange strekk
- Lag deg et mål på hammeren.
- Viktig at klammeret treffer rett på blyantstreken
- Unngå å skade lakken på lakkerte klammer

4 Kabelføring:

- Kabelen skal legges rett langs streken
- Vær nøye med å lære deg å bøye kabelen
- Ikke slå hardt med hammer på kabelen

5 Avisolering kabel og ledere

- Avisoleringen av kabelen skal ikke være synlig når dekslet er på
- Avisoleringen av ledningen skal ikke være lengre enn 1 cm. Kobberet skal ikke synes når ledningen er tilkoblet

6 Kobling av komponentene

- Start alltid med å koble jordledningen. Jordledningene skal påføres gul/grønn strøppe
- Koblingen skal stemme med fargevalgene på flerlinjskjemmet
- **Brun** er bryterdirekt
- **Blå** er lampedirekt eller belastningsdirekt
- I en treleder tar **hvit** eller **grå** over den blå ledningens funksjon (blå finnes ikke i en treleder)
- Lag endene så lange at de kan kobles til den skruen som er lengst unna
- Unngå å trykke ned ledningene med verktøy fordi det kan skade isolasjonen
- Skruene skal skrues til med korrekt moment. Bruk momentskrutrekker eller momentnøkkel. Leverandøren oppgir tiltrekkingsmomentet for montering av utstyret.

Obs! Det er lett skru til for hardt i koblingsbokser

7 Utsparing av deksler

- Om du bruker nye deksler, kan du ved hjelp av et spesialverktøy eller en rundfil lage utsparingen for å omslutte kablet så tett som mulig

8 Egevaluering

- Er jeg fornøyd med det jeg har oppnådd?
- Hva har jeg lært?
- Hva var det som var bra?
- Hvordan vil du beskrive din egen innsats og hvorfor?

9 Logg

- Her noterer du dato for start og slutt og hvor mange timer du har brukt. Om du har gjort andre ting innimellom eller vært fraværende, noterer du det også. Vis til baksiden av arket om du ikke får plass



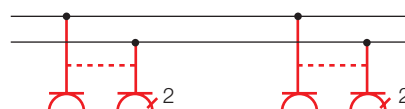
Øving 1: Stikkontakt med jord

En stikkontakt i en bolig skal som regel tilkobles direkte til 230 V. Alle stikkontakter i nyanlegg etter 2002 skal være i jordet utførelse og har vanligvis to uttak.

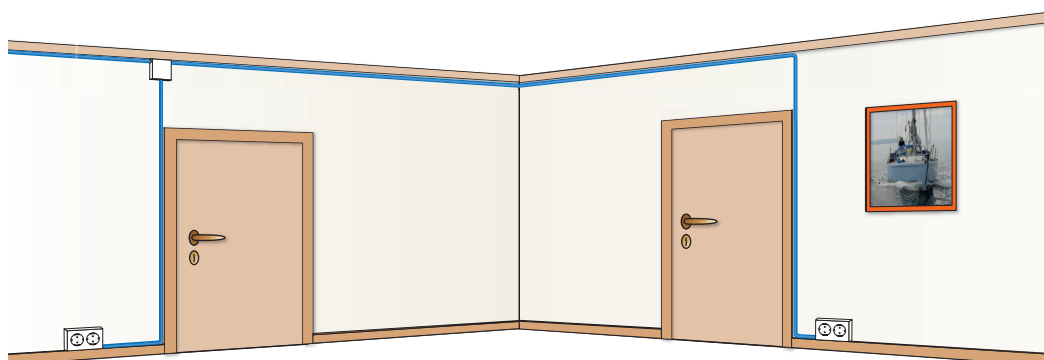
Figur 2.2
Stikkontakt med jord

Enlinjesymbol Koblingsymbol Prinsippskjema

Figur 2.3
Symboler for
dobbel stikkon-
takt med jord

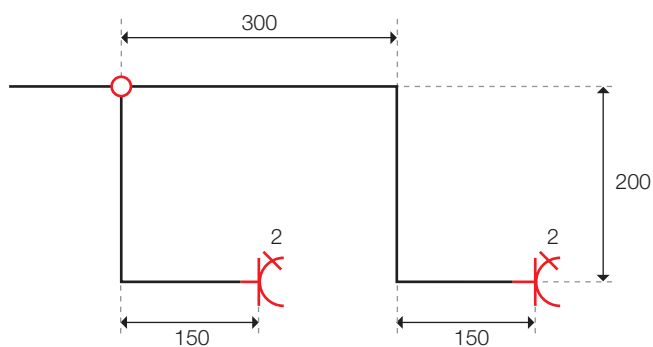


Figur 2.4
Perspektiv-
tegning

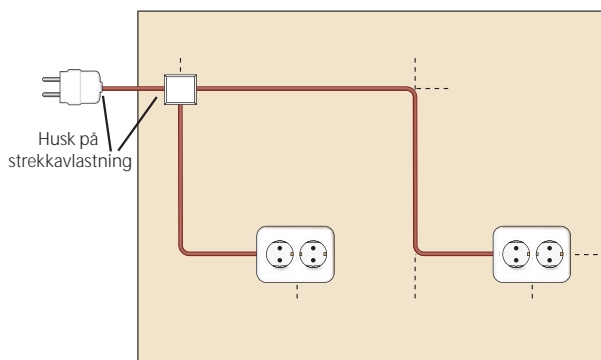


Les «Rekkefølgen for montering av brettøvelser» og monter øvelsen etter det målsatte enlinjeskjema.

Øvelse 1



Figur 2.5 Enlinjeskjema



Figur 2.6 Sånn kan det se ut



Øvelse 2: Enpolt bryter, bryter nr. 1. Åpent anlegg

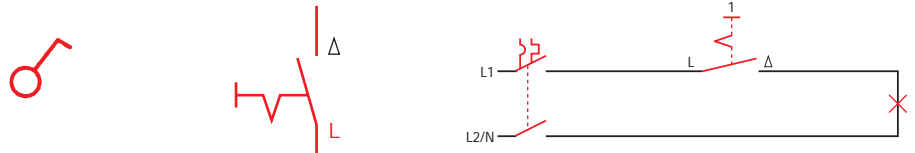
Den vanligste bryteren i husinstallasjonen er den enpolte. Som du ser på prinsippskjemaet kobler den ut den ene fasen.

Figur 2.7
Enpolt bryter

Enlinjesymbol

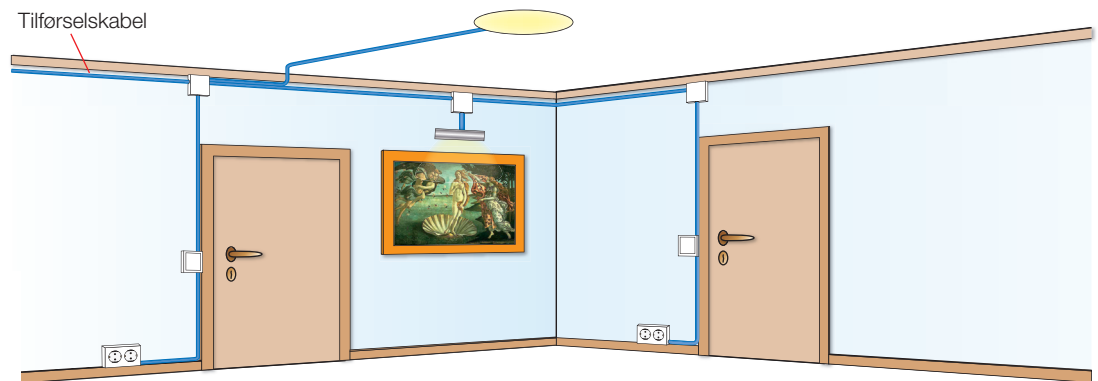
Koblingssymbol

Prinsippskjema



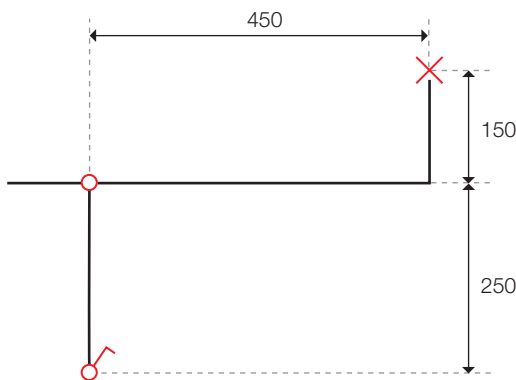
Figur 2.8 Symboler for enpolt bryter

Figur 2.9
Perspektiv-
tegning



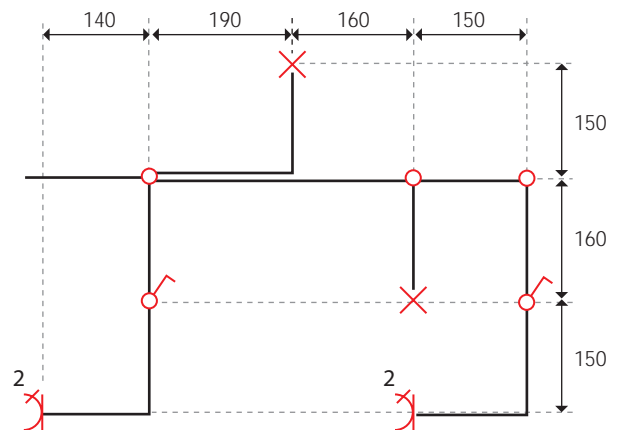
Les «Rekkefølgen for montering av brettøvelser» og monter øvelsene etter målsatte enlinjeskjemaer.

Øvelse 2a



Figur 2.10 Enlinjeskjema

Øvelse 2b



Figur 2.11 Enlinjeskjema



Øvelse 3: Kronevender, bryter nr. 5

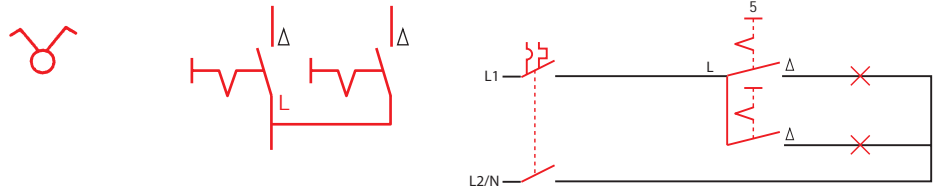
I en kronevender (serievender) er to enpolte brytere bygd sammen under samme deksel. Kronevenderen blir brukt til å tenne og slokke to forskjellige lamper uavhengig av hverandre, for eksempel lyset i taket og lys under overskapet på kjøkkenet.

Figur 2.12
Kronevender

Enlinjesymbol

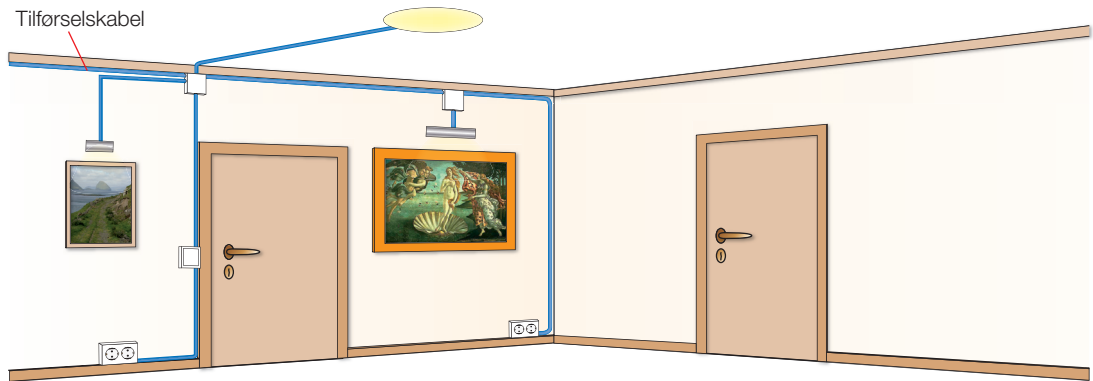
Koblingssymbol

Prinsippskjema



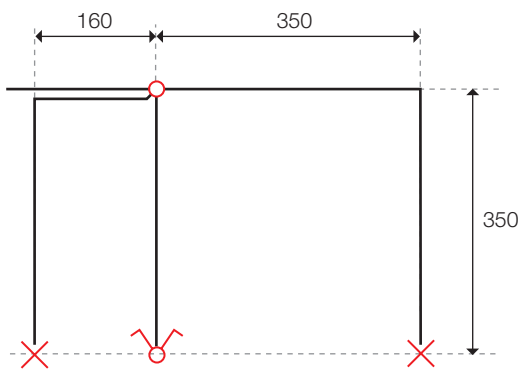
Figur 2.13
Symboler for
kronevender

Figur 2.14
Perspektiv-
tegning



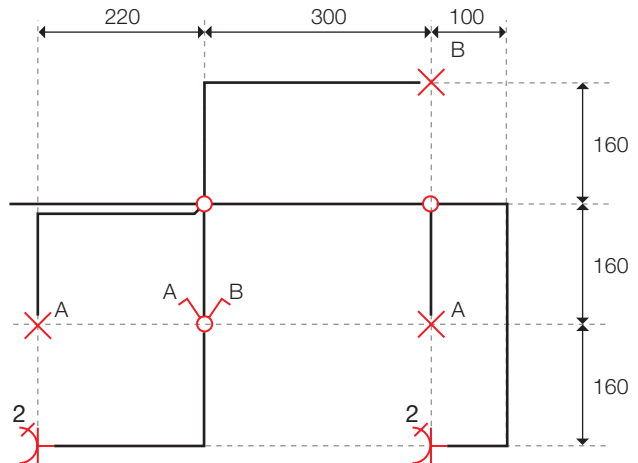
Les «Rekkefølgen for montering av brettøvelser» og monter øvelsene etter målsatte enlinjeskjemaer.

Øvelse 3a



Figur 2.15 Enlinjeskjema

Øvelse 3b



Figur 2.16 Enlinjeskjema

Øvelse 4: Regulervender (bryter nr. 9 og nr. 29)



Figur 2.17
Regulervender

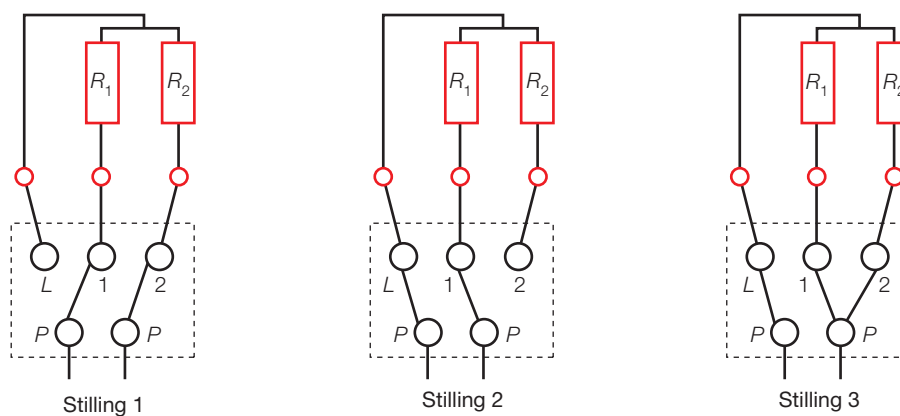
For at vi skal kunne bruke regulervender nr. 9, må belastningen bestå av to like store varmekabler eller varmeelementer for å få riktig regulering:
 $R_1 = R_2$



Figur 2.18
Enlinjesymbol

Du ser på figur 2.19 i stilling 1 at R_1 og R_2 er koblet i serie (1/4 av maksimal effekt).

I stilling 2 er det ene elementet koblet inn alene (halvparten av maksimal effekt), og i stilling 3 er begge elementene koblet inn i parallell (maksimal effekt).



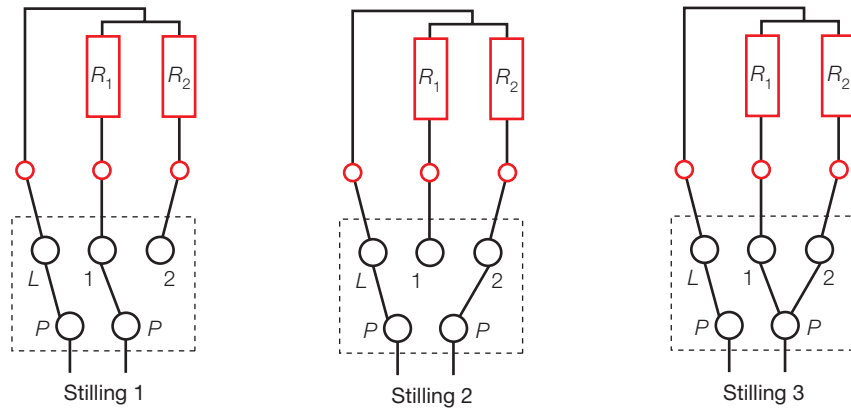
Figur 2.19
Koblingsymboler

Regulervender nr. 29 for ulike elementer



Figur 2.20
Enlinjesymbol

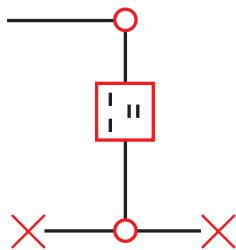
For at vi skal kunne bruke regulervender nr. 29, må belastningen bestå av to ikke like store belastninger (for eksempel varmekabler på 300 W og 500 W), altså med forskjellige resistanser: $R_1 > R_2$. I stilling 1 vil R_1 være innkoblet alene. I stilling 2 vil R_2 være innkoblet alene, og i stilling 3 vil begge elementene være koplet i parallell.



Figur 2.21
Koplingsymboler

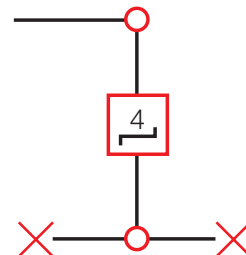
Les «Rekkefølgen for montering av brettøvelser». Sett på mål og monter øvelsene etter de målsatte enlinjeskjemaene.

Øvelse 4a



Figur 2.22
Enlinjeskjema

Øvelse 4b



Figur 2.23
Enlinjeskjema

Oppgave med regulervendere

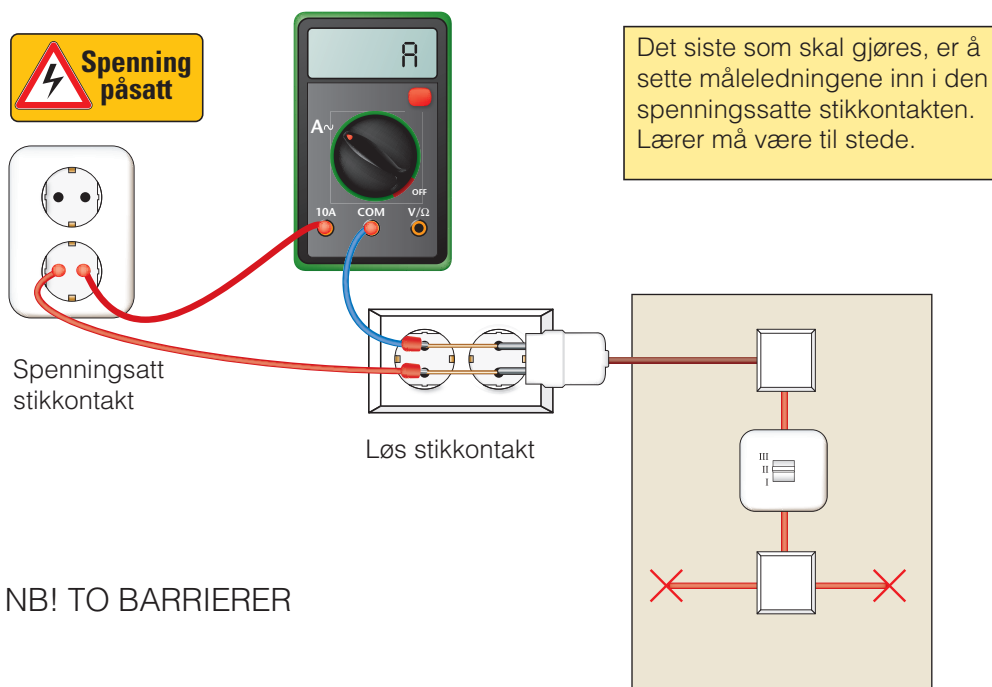
Lag en enklere tegning av målingen

Utfør med bryteren i hver stilling

- Måling av spenningen (skriv inn alle verdiene i måletabellen nederst)
- Måling av strømmen
- Måling av resistansen i kald glødelampe (20 °C)
- Beregning av effekten
- Beregning av resistansen i varm tilstand (glødelampe lyser)
- En forklaring på hvorfor resistansverdien mellom kald og varm tilstand er så stor

Måling av strøm

Bruk en løs stikkontakt og tre måleledninger. (Måleledningen bør ha en sikkerhetshylse og være i CAT II-utførelse.) Utfør målingen slik som figuren under viser. Husk å stille multimeteret korrekt.

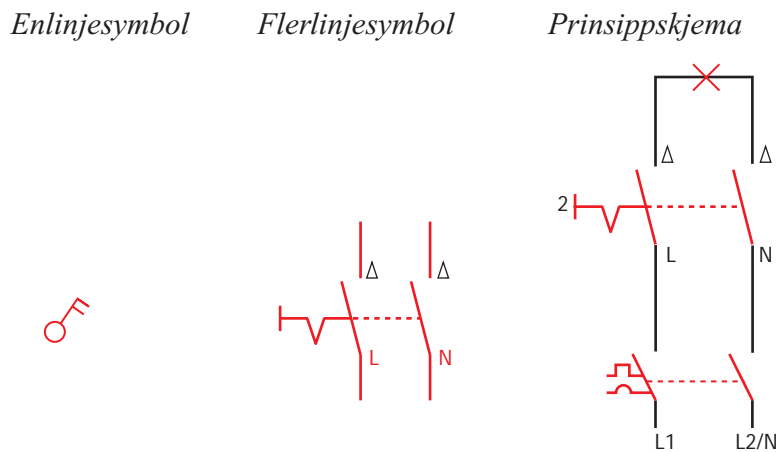


Trinn	U (V)	I (A)	R_{20} (Ω)
1			
2			
3			

Figur 2.24
Måling av strøm

Øvelse 5: Topolt bryter, bryter nr. 2

I enkelte installasjoner som for eksempel utelys og i de fleste bad, er topolte brytere påbudt siden NEK 400 krever at spenningen brytes i begge faser av sikkerhetsmessig hensyn.



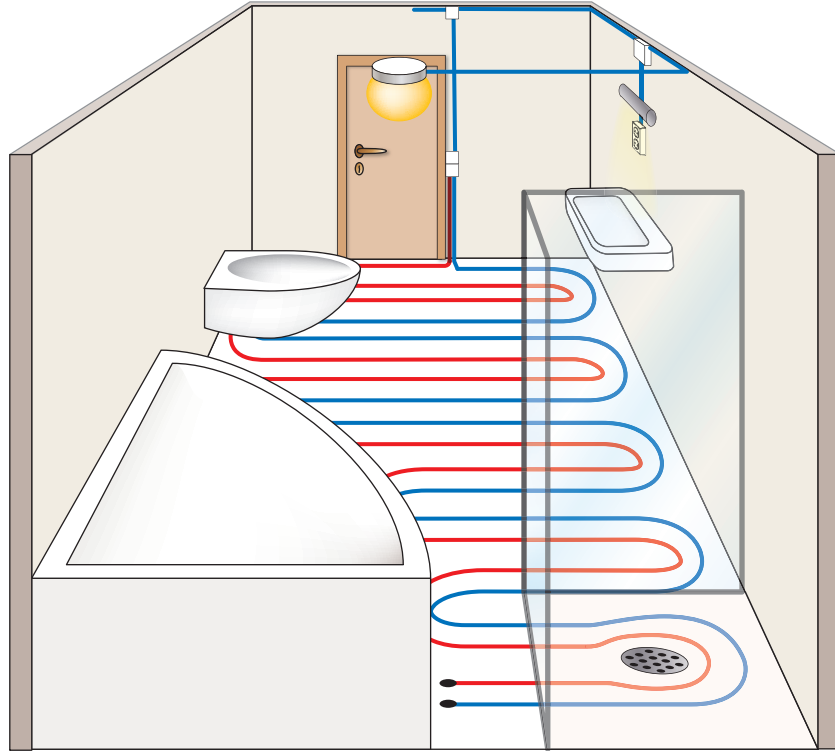
Figur 2.25
Symboler for
topolt bryter

En topolt bryter skal være tydelig merket med «0» og «1» på bryterknasten og montert slik at den gir spenning når knasten blir slått oppover.



Figur 2.26
Topolt bryter

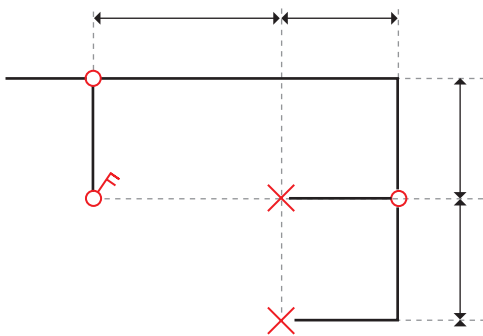
Figur 2.27
 Perspektivtegning
 av badet (1. etg av
 plantegningen på
 side 64)



Les «Rekkefølgen for montering av brettøvelser». Sett på mål og monter øvelsene etter målsatte enlinjeskjemaer.

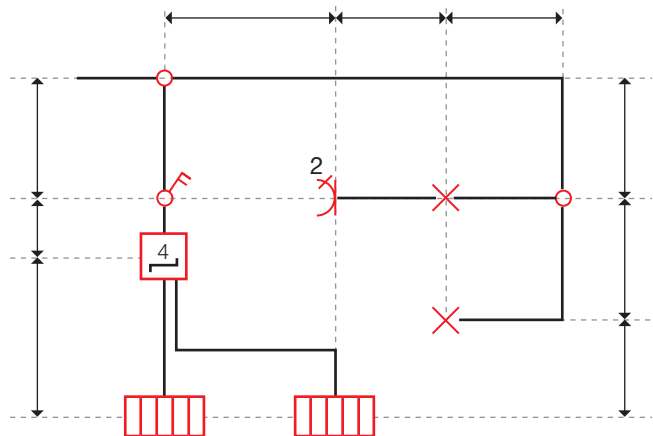
Som varmekabel monterer vi to stikkontakter som du kan skru inn to glødelamper med ulik effekt i lampeholderne.

Øvelse 5a



Figur 2.28
 Enlinjeskjema

Øvelse 5b



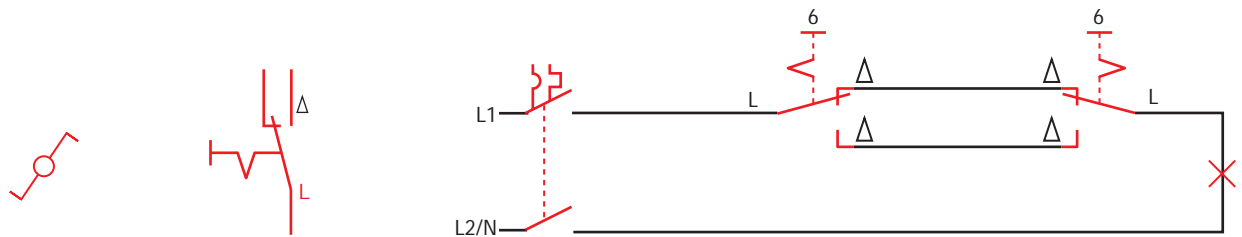
Figur 2.29
 Enlinjeskjema

Øving 6: Vekselvender (endevender), bryter nr. 6

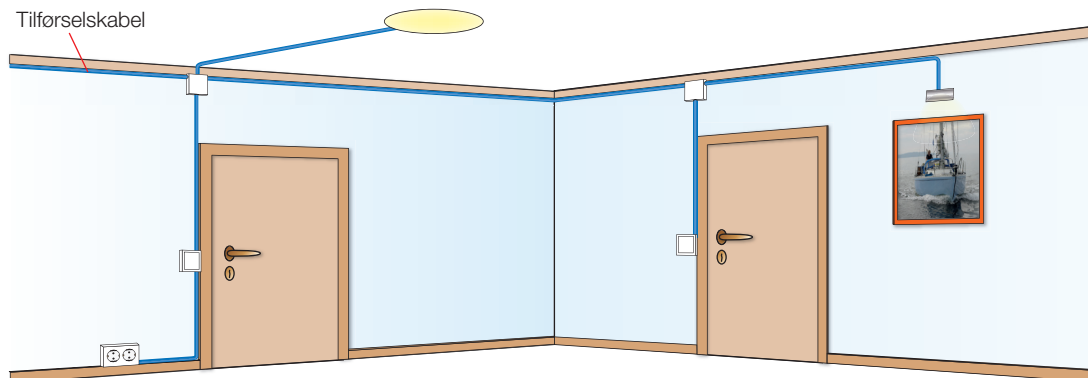
For å få et vekselvendersystem til å virke må vi alltid ha to vendere. Vekselvenderen (endevenderen) kan altså ikke brukes alene. Virkemåten er at en kan slå av og på lyset uavhengig av hvilken bryter en bruker. Systemet brukes ofte mellom to etasjer, for eksempel mellom 1. etasje og kjelleren. Oppgaven dere skal utføre, er å montere en styring av lyset slik at den som kommer inn i rommet gjennom en dør kan tenne lyset og slokke lyset når rommet forlattes gjennom en annen dør.

Figur 2.30
Symboler for vekselvender

Enlinjesymbol Koblingsskjema Prinsippskjema

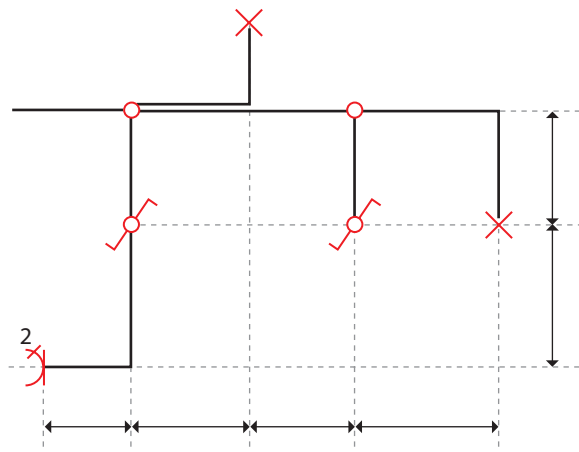


Figur 2.31
Perspektivtegning



Les «Rekkefølgen for montering av brettøvelser». Sett på mål og monter øvelsen etter det målsatte enlinjeskjema.

Øvelse 6

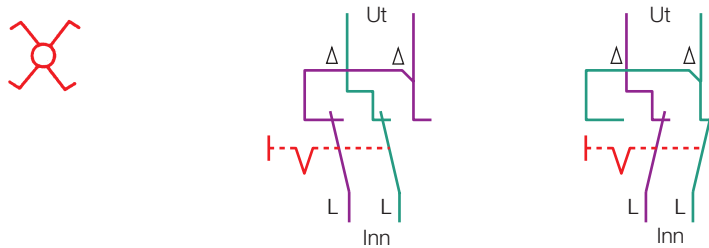


Figur 2.32
Enlinjeskjema

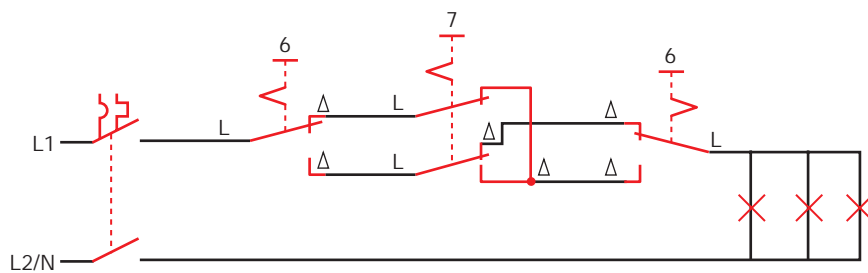
Øvelse 7: Kryssvender (mellomvender), bryter nr. 7

Kryssvenderen (mellomvenderen) brukes i trappeoppganger med flere enn to etasjer, slik at en kan skru lyset av og på uavhengig av hvor i etasjene en befinner seg. For å få et kryssvendersystem til å virke må vi alltid ha vekselvendere i hver ende med kryssvenderer mellom.

Enlinjesymbol Flerlinjesymbol (begge stillinger)



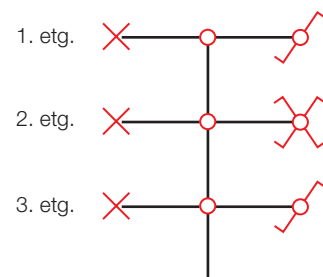
Figur 2.33
Symboler for
kryssvender



Figur 2.34
Prinsippskjema
med veksel-
vendere og
kryssvender

Les «Rekkefølgen for montering av brettøvelser». Sett på mål og monter øvelsen etter det målsatte enlinjeskjema.

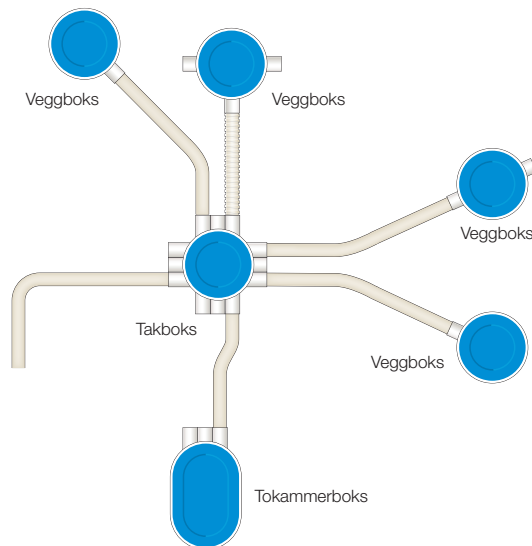
Øvelse 7



Figur 2.35
Enlinjeskjema

Øvelse 8: Skjult anlegg

På figur 2.36 ser du et forslag til hvordan du kan montere bokser og rør. Bruk både stive og korrugerte rør. I dette røranlegget kan du variere med de forskjellige brytertypene du har lært om ved å trekke nye ledninger. Husk å dokumentere øvelsene.

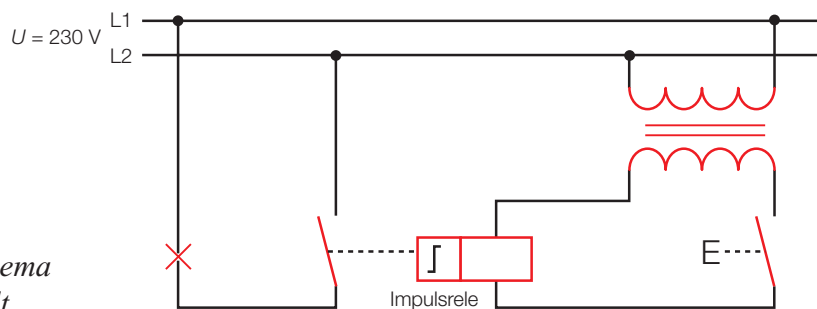


Figur 2.36
Røranlegg

Øvelse 9: Impulsrelé for styring av lys

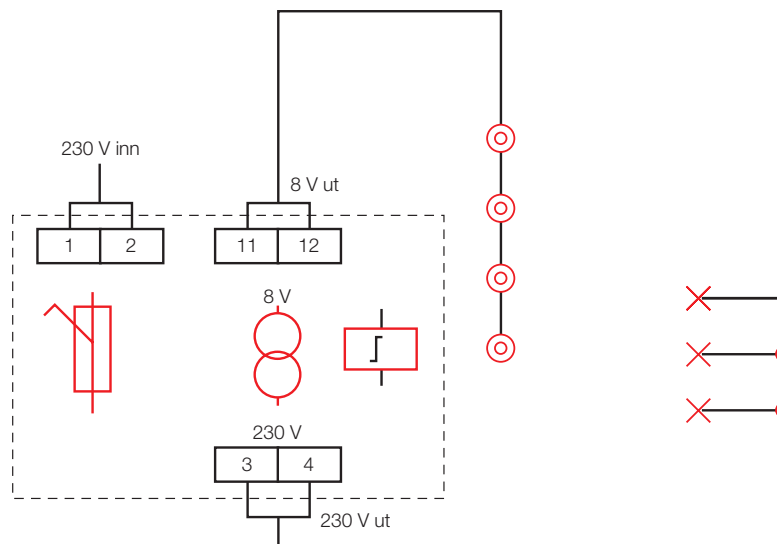
I prinsippet er impulsreleet et vanlig relé eller en kontaktor. Forskjellen er at bryteren i releet skifter posisjon hver gang spolen får en puls. Impulsreleene plasseres i sikringsskapet og som brytere ute i anlegget bruker en kun enpolte impulsbrytere uansett hva som skal styres.

Impulsreleet kan benyttes som erstatning for vekselvendere og kryssvendere der en ønsker å betjene lyset fra flere steder. Installasjonen blir vesentlig enklere. Det finnes impulsreleer med spoler som er beregnet på 8, 24, 48 og 230 V vekselspanning og både enpolt og topolt utførelse.

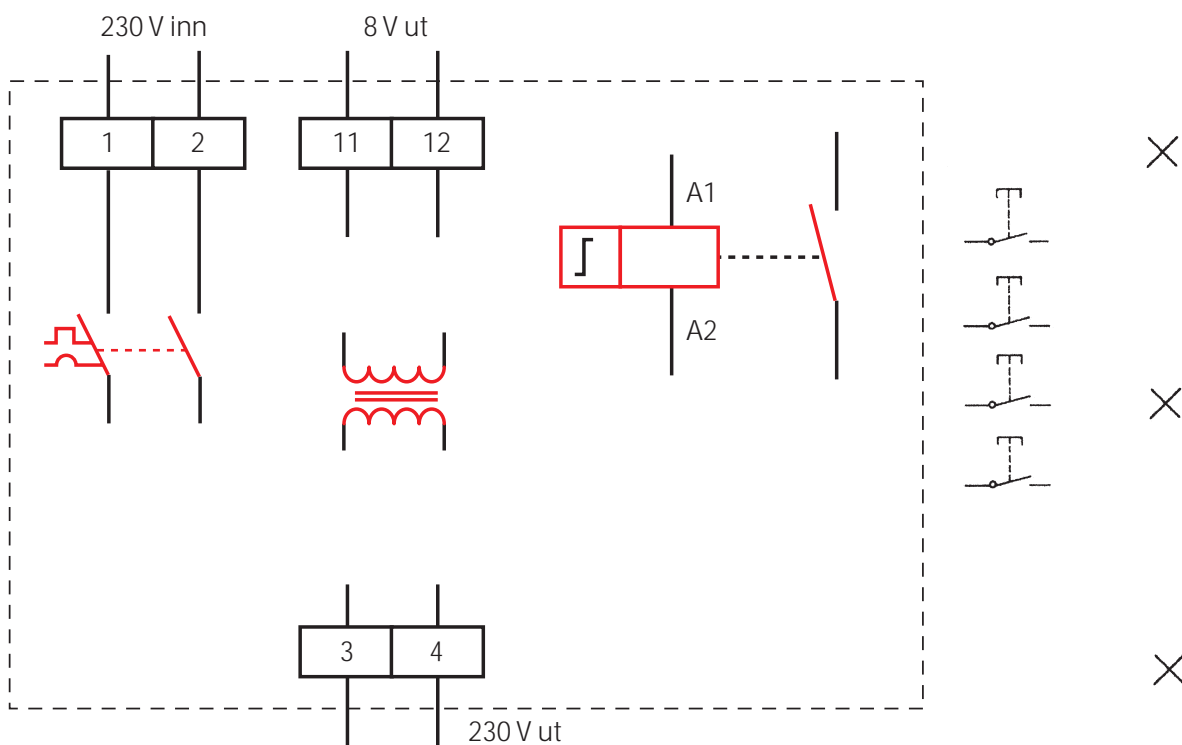


Figur 2.37
Prinsip skjema
for et enpolt
impulsrelé

Figur 2.38
Enlinjeskjema



Fullfør koblingskjemaet.

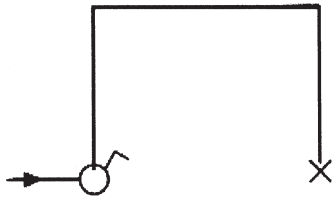


Figur 2.39
Koblingskjema

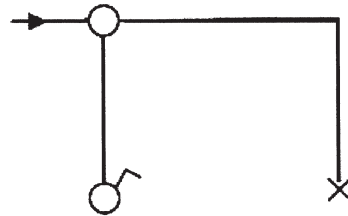
Øvelse 10: Tilleggsoppgaver for brettøvelser

Tegn koblingsskjema for øvelsene om du trenger trening. Installer gjerne noen av øvelsene på øvelsesbrettet om du trenger tilleggsoppgaver.

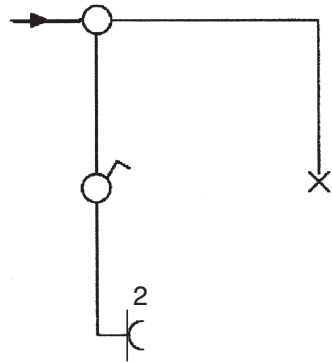
a)



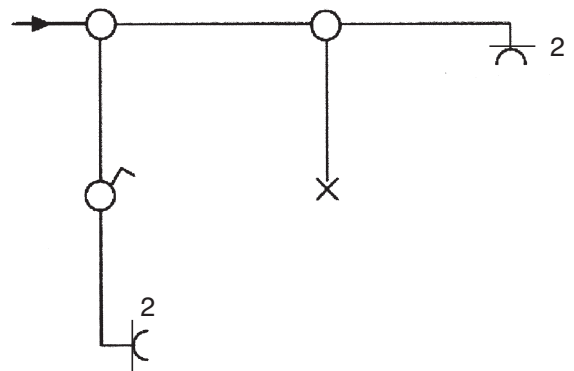
b)



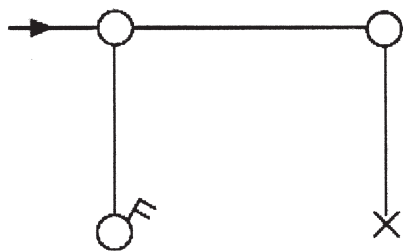
c)



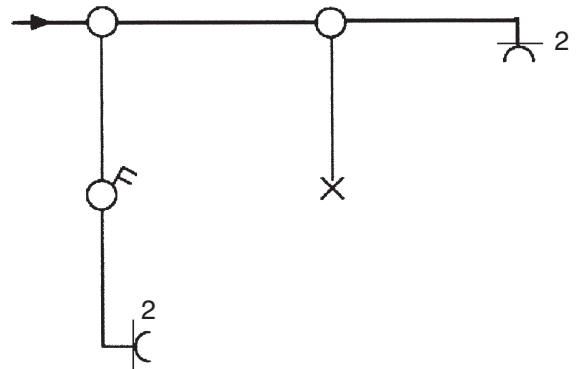
d)



e)

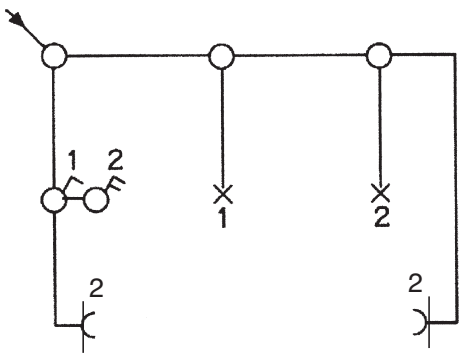


f)

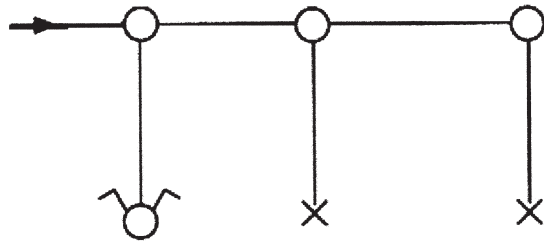


Figur 2.40
Koblingsskjemaer

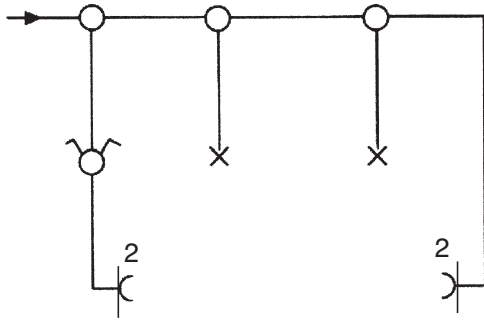
g)



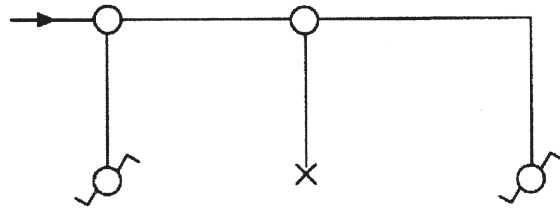
h)



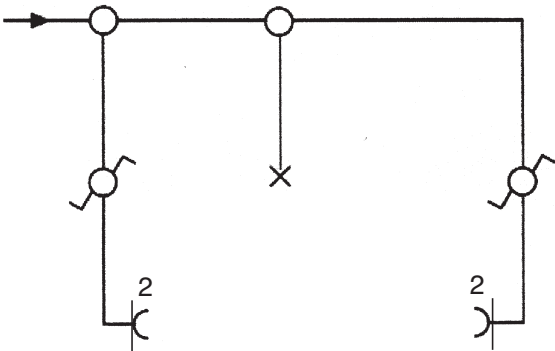
i)



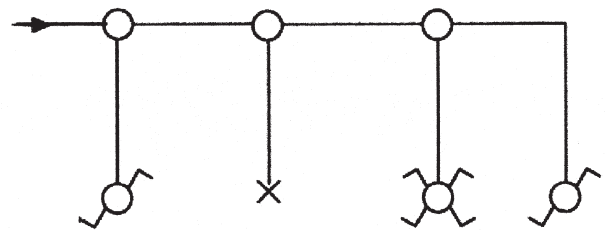
j)



k)































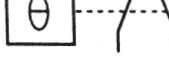


l)








Skjemasymboler for betjeningsutstyr

(enlinje- og koblingssymboler)

Enlinjet skjemasymbol	Flerlinjet skjemasymbol	Kommentar
		Sikring
		Automatsikring/vern, tofaset
		Koblingsboks
		Lampepunkt
		Enkel stikkontakt
		Enkel stikkontakt m/jord
		Dobbel stikkontakt
		Dobbel stikkontakt m/jord
		Enpolt bryter
		Topolt bryter
		Serievender (kronevender)
		Vekselvender (endevender)
		Kryssvender
		Reguleringsvender nr. 9 (like elementer)
		Reguleringsvender nr. 29 (ulike elementer)
		Termostat

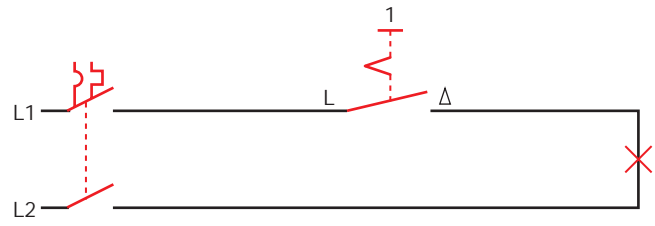
Skjemasympoler for elektriske apparater

(Tegn inn flere symbol etter behov)

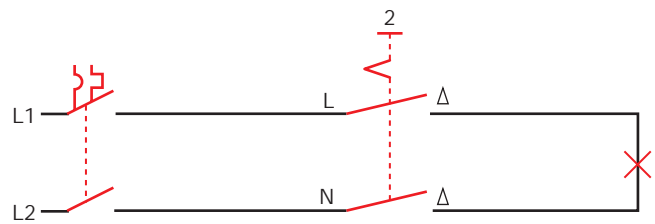
Romoppvarmingsapparat. Ikke IEC-normert.			
Kjøle- eller fryseapparat. Ikke IEC-normert.			
Koke- eller stekeapparat. Ikke IEC-normert.			
Tørkeskap. Ikke IEC-normert.			
Vannvarmer.			

Prinsippskjema for kobling av brytere og vendere

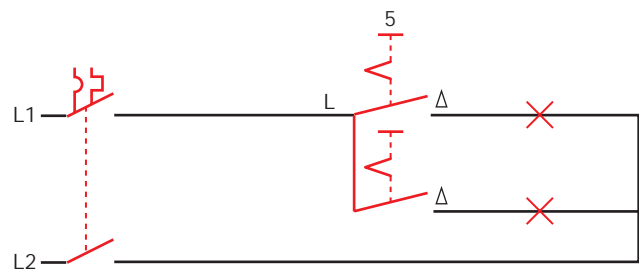
1 Enpolt bryter



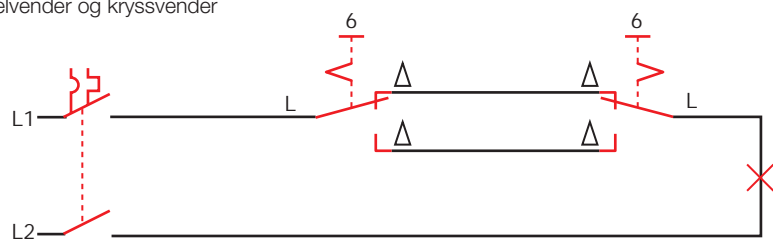
2 Topolt bryter



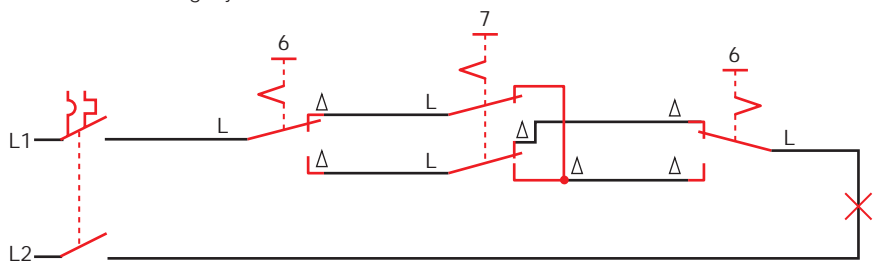
5 Serievender



6-7 Vekselvender og kryssvender

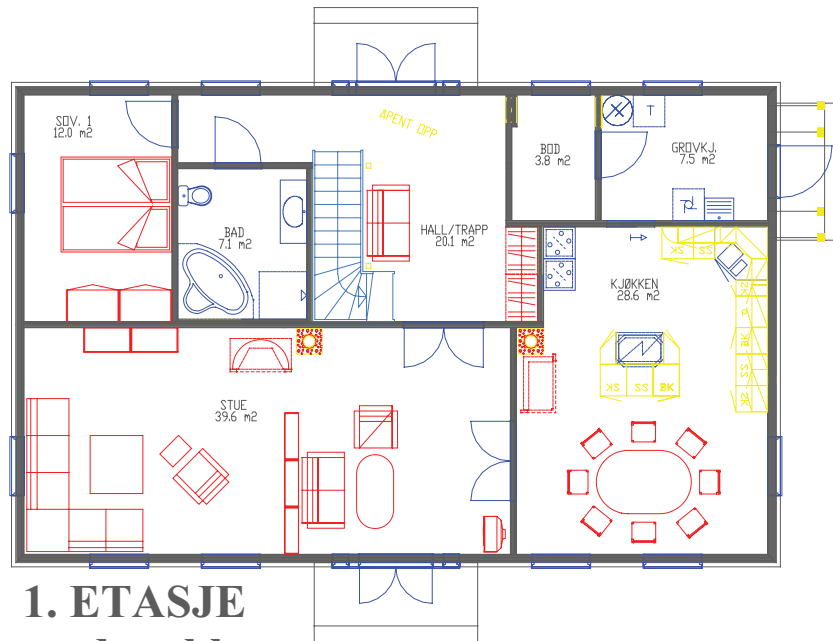


6-7 Vekselvender og kryssvender

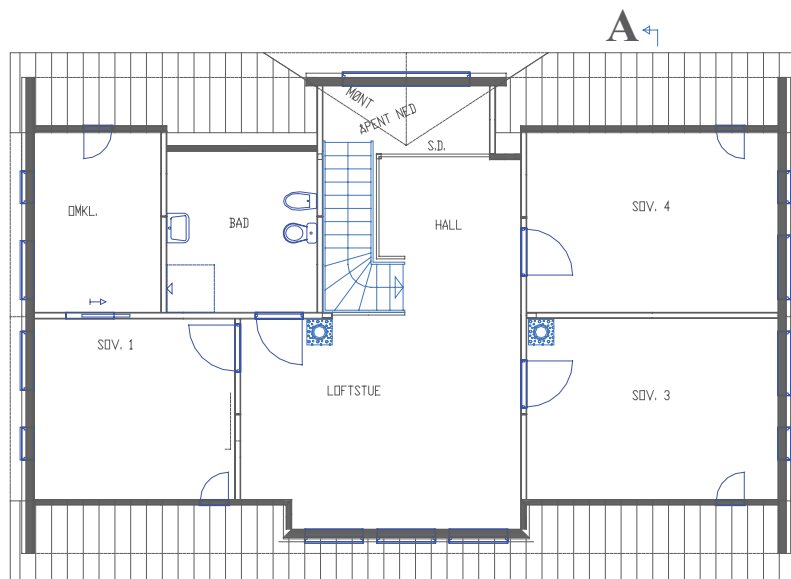


Figur 2.41
Koblingskjemaer

Plantegninger



**1. ETASJE
med møbler**



**2. ETASJE
uten møbler**

Se hjemmesiden www.elforlaget.no for å finne tegninger i riktig målestokk.