

Kapittel 1 Sikkerhetsopplæring

1.1

Elektroteknikk og måleteknikk

1.2

Elektroteknikk – den delen av fysikken som omhandler elektrisitet, elektronikk og elektromagnetisme.

1.3

Mye av arbeidet som utføres kan bare observeres med måleinstrumenter.

1.4

Installere, kontrollere, vedlikeholde eller reparere elektriske anlegg og utstyr.

1.5

Feil på elektriske installasjoner eller utstyr kan skade mennesker og dyr eller også ta liv. Feil kan også forårsake brann.

1.6

Helse, miljø og sikkerhet. Gjelder alle ansatte og skoleelever.

1.7

Helse er vårt fysiske og psykiske velbefinnende. Et klasserom kan for eksempel ha utfordringer med luft, lys, stoler og sittestilling.

1.8

Miljø kan være fysiske forurensninger, men kan også gjelde psykisk miljø som forteller hvordan miljøet er i en klasse eller hos en bedrift, altså hvordan vi har det i klasserommet eller i bedriften som lærling. Utplassering hos bedriften er en fin måte å finne ut hvordan miljøet er hos dem. Er det et dårlig miljø har du kanskje ikke lyst til å jobbe der?

1.9

Det er ALLTID å fokusere på sikkerhet når du jobber, men også sikkerhet i forhold til din egen installasjon: Er installasjonen sikker for brukeren?

1.10

Forskriften må man følge, mens en norm bør man følge, da normen henviser til minimumskravene ved arbeidene.

1.11

Standard og norm er egentlig det samme, men begrepet norm brukes ofte innen elektrofaget.

1.12

For å forhindre skader på grunn av spenning og strøm i alle installasjoner.

1.13

For å forhindre skader på grunn av spenning, strøm og bevegelige deler på maskiner.

1.14

NEK 400 viser til minstekravet ved elinstallasjon i boliger, hytter, bedrifter, fabrikker og andre spesielle installasjoner som for eksempel marinaer og campingplasser.

1.15

Minimum en gang i året.

1.16

Ved risikovurderingen finner vi hva som kan være farlig med vår installasjon, både når vi gjennomfører installasjonen og hvilke farer som kan oppstå etter at installasjonen er ferdig til å tas i bruk.

1.17

Hva kan gå galt? Hva kan vi gjøre for å hindre dette? Hva kan vi gjøre for å redusere konsekvensene dersom det skjer?

1.18

Ettersom vi er lovpålagt å risikovurdere må vi kunne bevise at risikovurderingen er gjort. Dette gjelder spesielt hvis det skjer et uhell. Da er det krav om å vise frem risikovurderingen. Hvis ikke risikovurderingen er gjennomført kan bedriften få bot og miste forsikringsutbetalinger.

1.19

Trinn 1: Finn farekildene.

Trinn 2: Hva kan skje og hvor sannsynlig er det?

Trinn 3: Hva kan vi gjøre for å hindre det?

Trinn 4: Tiltak og videre arbeid.

1.20

- Alt arbeid på praksisoppgaven skal planlegges før arbeidet påbegynnes.
- Spenningen skal være brutt før og under jobben.
- Alle deler som kan bli spenningsførende, må tildekkes med lokk eller deksler slik at vi ikke kan komme i kontakt med spenningsførende deler.
- Det skal kontrolleres at praksisoppgaven er sikker før spenningen settes på.
- Alle må få informasjon før det settes på spenning på en praksisoppgave.

1.21

Forskriftens formål er å hindre at det oppstår skader.

1.22

Forskriften gjelder for arbeid på eller nær elektriske anlegg, samt også for drift av elektriske anlegg. Skoler må rette seg etter forskriften.

1.23

Eieren av virksomheten, for eksempel en skole eller et elektroinstallasjonsfirma, og eieren av et elektrisk anlegg. MEN det er ditt fulle ansvar å følge fse! Det gjelder både for elever, lærlinger og elektrofagarbeidere.

1.24

Jording av anleggsdeler der arbeid pågår.

1.25

Noe som gir beskyttelse mot direkte berøring, for eksempel en stiv plate av plast.

1.26

Markering som er satt opp for at en ikke skal komme for nær spenningsførende deler.

1.27

Med frakobling mener vi at all spenning kobles fra oppgaven eller installasjonen. Den skal i tillegg sikres slik at spenning ikke kan tilkobles under arbeidet med oppgaven.

1.28

Normalt er det læreren som har ansvar for klassen som godkjenner at man setter spenning på et anlegg. Dette inngår i «organisering».

1.29

Eleven skal ALLTID til legeundersøkelse og ulykken skal ALLTID meldes, uansett om det er et lite støt eller større strømgjennomgang.

1.30

Det betyr at det kun er de elevene som skal være til stede som får lov å være i klasserommet på grunn av fare for elektrisk sjokk. Det betyr også at rommet må være låst, for eksempel i friminutter, slik at ingen uvedkommende kommer inn i rommet.

1.31

Planlegging er at eleven, lærlingen og elektrofagarbeideren må:

- Finne informasjon om praksisoppgaven eller anlegget (for eksempel hva oppgaven går ut på, risikovurdering og hvordan oppgaven skal løses, hvilket utstyr som kreves og belastningsstrøm).
- Velge arbeidsmetode – hvordan skal oppgaven utføres?
- Kontrollere at alt utstyr på plass.
- Vurdere om det trengs verneutstyr for å gjennomføre oppgaven.

1.32

Det er både lærer og alle elevene. Det vil si alle som er i klasserommet eller verkstedet.

1.33

Anlegget skal være spenningsløst: Koble fra spenningen. Sørg for at det ikke går an å koble spenningen på igjen, for eksempel ved å stenge av med hengelås og merke med varselskilt. Mål for å kontrollere at anlegget er spenningsløst – husk «to sikkerhetsbarrierer».

1.34

Alle som er i nærheten og som kan komme i kontakt med den spenningsførende oppgaven. I praksis betyr det at alle i klasserommet/verkstedet skal ha beskjed.

1.35

For å få lov til å jobbe med spenning på skal det være like sikkert som å jobbe på frakoblet anlegg.

- Utarbeide en skriftlig arbeidsinstruks om hvordan jobben skal utføres for hver enkelt oppgave.
- Den som jobber, MÅ ha tilstrekkelig opplæring av å jobbe med spenning på anlegget.

TO SIKKERHETSBarrierer:

- Personlig beskyttelse, for eksempel isolerende hansker og bekledning.
- Anleggsbeskyttelse, for eksempel godkjent verktøy (isolert) og godkjente instrumenter med måleledere (CAT III).
- Verktøyene skal være merket med to trekanten og 1000 V.

1.36

Når det skal utføres arbeid nær spenningsatte elektriske anlegg, skal sikkerhetsavstanden merkes. I tillegg skal det settes opp avskjerminger. Det skal også her etableres to (2) sikkerhetsbarrierer.

1.37

Alle store anlegg (industri og næringsbygg) skal ha enlinjeskjema. Vedlikehold skal følge fastsatte rutiner.

1.38

For å bytte sikringer må det brukes isolert redskap eller tekniske sikkerhetsløsninger.

1.39

Før et anlegg eller en praksisoppgave kobles til spenning, må de som er berørt bli informert, slik at de vet at anlegget ikke er spenningsløst

1.40

NEK EN 60204-1

1.41

Maskinsikkerhet er til for å beskytte oss mot skader i forbindelse med elektrisk sjokk og bevegelige deler når vi jobber med maskiner.

1.42

Muskelskader, nerveskader og skjelettskader. I tillegg kan vi få psykiske problemer etter strømutlykken.

1.43

For at vi skal være klar over hva vi må fokusere på før, under og etter at vi har utført et arbeid, og at vi vet hva vi skal gjøre hvis en kompis, kollega eller andre kommer ut for en ulykke.

1.44

Internkontroll er et system for å være sikker på at bedriften der elektrofagarbeideren jobber følger lover og normer/prosedyrer. Internkontrollen er ofte en perm, den såkalte IK-permen. Skoler har også internkontrollsystem.

1.45

Hvilken faglig kompetanse hver enkelt elektrofagarbeider har. Bekreftelse på at alle elektrofagarbeidere har gjennomgått årlig opplæring i fse og førstehjelp. I IK-permen skal også inneholde arbeidsrutiner. Dette gjelder også arbeidsrutiner i klasserommet.

1.46

Inkluderende arbeidsliv betyr at når en person har vært sykemeldt en periode så skal bedriften/arbeidsgiver legge til rette for at den sykemeldte personen skal ha mulighet til å komme seg tilbake på jobb.

Kapittel 2 Førstehjelp

2.1

Fse, § 7

2.2

Slik at alle kan hjelpe hverandre.

2.3

Tenk sikkerhet i all planlegging, med blant annet risikovurdering. Ha kunnskap om internkontrollsystemet. Gjennomfør årlig opplæring i fse-forskriften. Unngå stress. Si fra når dere ser usikkert arbeid. Gjør egne sikre valg.

2.4

Dels for å sikre at elevene ikke har fått skader, men også for å få registrert uhellet. Å registrere uhellet er viktig med tanke på senskader. Hvis ikke eleven har fått medisinsk hjelp blir det vanskelig å bevise at en eventuell senskade kommer av et uhell på skolen.

2.5

«Personskader eller skader på anlegg eller eiendom som er forårsaket av elektrisitet eller som oppstår ved arbeid på eller betjening av elektriske anlegg, skal i hvert enkelt tilfelle meldes snarest mulig til tilsynsmyndigheten.»

2.6

DSB, NAV, arbeidstilsynet og forsikringsselskapet.

2.7

Ansvarlig for melding av ulykker hos elever er lærer, avdelingsleder og rektor.

2.8

Strømulykkeappen.

2.9

Førstehjelp kan ses som den hjelp vi gir ved ulykker, skader og akutt sykdom. Ofte er vår førstehjelp en akutt hjelp inntil medisinsk personell kan ta over og fortsette førstehjelpen.

2.10

Ved å hjelpe andre med førstehjelp så minker konsekvensene av en ulykke, skade og akutt sykdom. Ofte kan førstehjelp være livreddende, men førstehjelp kan også være at man viser omsorg for andre ved ulykker, skader og akutt sykdom.

2.11

Det er type ulykke, og skadens eller sykdommens art som bestemmer hva som må gjøres.

2.12

Vurder situasjonen: Er det flere som er skadet?

Behold roen: Hva kan du bidra med.

Egen sikkerhet: Er det fare at jeg selv kan få elektrisk sjokk, kan andre ting skade meg osv.

2.13

Hva menes med «Opptreden på skadestedet: Ta ledelsen»?

Skaff deg oversikt: Er noen bevisstløse? Bevissthet – Luftveier - Åndedrett (se BLÅ tekstboks).

Er det en elektrisk skade (se GRØNN tekstboks.), store blødninger (se RØD tekstboks.) eller fallskade?

2.14

Er det farlig der den skadde ligger? Må spenningen brytes? Er det fare for brann? Kan noe falle over deg og den skadde?

2.15

Avhengig av skade: Se BLÅ, GRØNN eller RØD tekstboks.

2.16

Ring 113 og oppgi følgende (er du i tvil om noe, vil du få råd og veiledning):

- HVEM – Navnet ditt, telefonnummer
- HVA – Beskriv situasjonen: Hvor mange skadde, omtrentlig alder, hva feiler den/de skadde?
- HVOR – Adresse, kommune og fylke

2.17

Fortsett med førstehjelpen til profesjonell hjelp kommer.

2.18

Bevissthet/våkenhetsgrad: Se på den skadde, snakk med og ta på ham/henne. Klarer den skadde å svare? Har han/hun frie luftveier? Spør om hva som har skjedd.

- Hode og nakkeskade skal mistenkes ved alle fallskader. Stabiliser hode og nakke slik at hodet ligger støtt.
- Blødning: Stans store synlige blødninger, det vil si betydelige pulsåre- eller veneblødninger. Se RØD tekstboks.
- Elektrisk skade: Se GRØNN tekstboks.

2.19

Om den skadde er bevisst og det kan mistenkes at den skadde har noe i halsen:

- Prøv å få den skadde å hoste selv.
- Utfør fem slag mellom skulderbladene samtidig som hodet bør ligge så lavt som mulig.
- Gi den skadde hjerte-lunge-redning (HLR) dersom han/hun mister bevisstheten. Se BLÅ tekstboks.

Om den skadde er bevisstløs:

- Rop etter hjelp.
- Plasser den skadde på rygg og sørg for frie luftveier.

- Observer om pasienten puster normalt. Observer i ett minutt og kontroller deretter jevnlig.
- Observer om pasienten puster normalt. Om IKKE, ring 113 og start hjerte-lunge-redning (HRL). Se BLÅ tekstboks.

2.20

- Se og ta på brystet til den skadde for å sjekke om han/hun puster. Se BLÅ tekstboks.
- Start hjerte-lunge-redning (HLR) dersom den skadde IKKE puster normalt. Se BLÅ tekstboks.

2.21

- Stans synlige pågående blødninger.
- Manuell kompresjon. Trykk skal anlegges mot blødninger slik at denne stanser. Se RØD tekstboks.

2.22

- Reagerer den skadde på tiltale?
- Reagerer den skadde på smerte?
- Hodeskade?
- Beskytt den skadde mot kulde eller mot for høy varme!

2.23

- Fjern årsaken til brannskaden. Bryt spenningen om det er en elektrisk skade. HUSK DIN EGEN SIKKERHET. Se GRØNN tekstboks.
- Ved forbrenninger bør det forbrente området skylles med vann lunket (svalt, ikke iskaldt) i 15 minutter.

2.24

- Sørg for at den skadde er mest mulig i ro.
- Behandle eventuelle sår.
- Bruddet kan eventuelt spjelkes. Det vil si støttebandasje med avstivning.
- Dekk den skadde for å forhindre nedkjøling.

2.25

Vær hos personen. Ro den skadde ned.

2.26

Rist personen forsiktig. Rop «Hallo! Er du våken» inn i øret. Er det ikke reaksjon ved berøring eller tiltale, er vedkommende bevisstløs.

2.27

Fjern oppkast, mat eller gebiss. Løsne på tøy. Løft frem haken – bøy hode bakover.

2.28

Legg øret ditt ned til ansiktet i 10 sekunder - hører du pustlyder? Føler du pust mot kinnet? Ser du brystet heve seg?

2.29

Det betyr at man utfører 30 hjertekompresjoner og deretter utfører 2 innblåsninger.

2.30

Legg pasienten på ryggen. Legg deg på kne inntil personens bryst. Legg hendene over hverandre midt på bryst- kassen (mellom brystvortene). Trykk brystet 4–5 cm ned med strake armer og tell høyt. Utfør 30 kompresjoner, med jevn takt på 100 per minutt (i takt med Bee Gees - Stayin' Alive).

2.31

Bruk eventuelt en beskyttelsesduk. Gi frie luftveier. Klem neseborene sammen. Tett pasientens munn med din. Gi to innblåsninger - brystet skal heve seg. Bruk ett sekund på hver innblåsning.

2.32

Elektrisk sjokk, støt eller strømgjennomgang.

2.33

Det kan ta flere timer før skader synes.

2.34

Er den skadde fortsatt i kontakt med spenning? Har elektriske ledninger eller apparater falt ned i nærheten av den skadde? Er det spenningsførende deler som det er mulig å komme i kontakt med?

2.35

Rød og varm hud? Tretthet? Lite brannsåre der strøm har gått inn, og stort brannsåre der strøm har gått ut? Pusteproblemer? Kramper? Bevisstløs? Hjerteproblemer? Fallskader? Skader på indre organer, blodårer, muskler eller vev?

2.36

Bryt strømmen! Du må se til at du selv ikke blir utsatt for en strømutrykke. Dytt eller rykk raskt i klærne til den skadde for å fjerne fra spenningsførende deler.

Fortsett med førstehjelp.

2.37

Bruk sterile engangshansker. Press eller klyp sårkantene sammen. Bruk små plasterstrimler på tvers av såret. Sett teip over. Legg på steril kompress. Avslutt med ytre elastisk bandasje. Ta kontakt med legevakt eller medisinsk personell.

2.38

Legg bandasje som ved sprikende kutt. Legg en ekstra bandasje utenpå den første. Hold høyt og klem i 5–10 minutter på såret. Legg eventuelt på en trykkbandasje (hard gjenstand oppå

kompressen). Stram den ytre bandasjen passe hardt slik at det fortsatt er blodsirkulasjon nedenfor såret.

Fortsett med generell førstehjelp.

2.39

Få legehjelp og få en stivkrampesprøyte.

Kapittel 3 Måleteknikk

3.1

Multimeter

3.2

Voltmeter, amperemeter og ohmmeter.

3.3

De har lenger holdbarhet fordi de ikke har andre bevegelige deler enn venderen som brukes for å velge målområde. Digitale multimetre er også mer nøyaktige. I tillegg er de digitale multimetrene billigere å produsere.

3.4

Du må ha opplæring før du kan jobbe med farlig spenning på anlegget. I tillegg må du ha godkjente verktøy og godkjent personlig verneutstyr, det vil si to barrierer.

3.5

AUS: Arbeid under spenning

3.6

CAT II og merket med spenning over 230 V, f.eks. 600 V eller 1000 V.

3.7

CAT III og merket med spenning over 230 V (IT-nett) eller 400 V (TN-nett), f.eks. 600 V eller 1000 V.

3.8

På elektronisk utstyr, for eksempel målinger i en TV.

3.9

Enfase- og tofasenett.

3.10

Trefasenett.

3.11

Mellom e-verket og frem til overbelastningsvernet.

3.12

U

3.13

Volt

3.14

Parallell

3.15

Venderen på instrumentet skal peke på symbolet «V med to streker over». De to strekene symboliserer likspenning.

3.16

Venderen skal stå på «V med bølge over». Bølgen symbolisere sinuskurven i vekselspenningen.

3.17

12 V er en sikker spenning som ikke kan gi elektrisk sjokk.

3.18

Kontrollmåling av at installasjonen er spenningsløs.

3.19

Frakoblet anlegg er når spenningen er slått av og installasjonen er spenningsløs.

3.20

Vi kontrollerer at instrumentet fungerer og at instrumentet ikke er ødelagt.

3.21

To barrierer betyr at man BÅDE bruker godkjent instrument og måleprober OG godkjente verneutstyr som for eksempel gummihansker stemplet med to trekant og merket med f.eks. 1000 V.

3.22

To trekant inni hverandre og merket med minimum merkespenning, f.eks. 600 V eller 1000 V.

3.23

Når vi merker at anlegget er slått av og at det er fare for skade hvis spenningen kobles på installasjonen.

3.24

Vernet må låses med spesiallås og hengelås, eller så må porselensikringen fjernes og en spesiallås med hengelås festes der porselensikringen satt.

3.25

/

3.26

Ampere

3.27

Seriekobles, da vi må få strømmen til å gå gjennom instrumentet.

3.28

Instrumentets sikring kan ryke eller instrumentet kan bli ødelagt.

3.29

Frakoble installasjonen, det vil si bryte spenningen.

3.30

Ohmmeter

3.31

At installasjonen er spenningsløs, det vil si frakoblet anlegg.

3.32

Det ene benet må løsnes. Hvis ikke kan det bli feil måleresultat fordi målingen blir gjort i parallell med andre komponenter på kretskortet.

3.33

Installasjonstester

3.34

Å måle kontinuiteten.

3.35

0 Ω

3.36

På en multimeter kan det stå O.L. (overload) eller lignende. På en installasjonstester kan det stå mer enn > 1000 M Ω eller lignende.

3.37

0 Ω da kontakten er normalt lukket (NC). Det betyr at det er god kontakt mellom skruene.

3.38

O.L. eller lignende da kontakten er normalt åpen (NO). Det betyr at det er brudd, dårlig kontakt.

3.39

Spør læreren om lov før spenningssetting. Bruke riktig godkjent instrument og måleprober. Hvis det er lange metallstifter i enden på måleprobene må det brukes TO BARRIERER, det vil si personlig beskyttelsesutstyr som gummihansker. Dette fordi det er mulig å ta på metallet på måleprobene samtidig som man måler i stikkkontakten eller i en koblingsboks.

3.40

Det er et instrument som måler strøm uten å bryte kretsen.

3.41

Dekke til de spenningsførende delene med godkjent gummiduk eller bruke godkjente gummihansker.

3.42

Bryt spenningen til motoren. Lås og marker. HUSK TO BARRIERER: Kontrollmål med instrumentet at spenningen er brutt.

Koble instrumentet mellom L1 og U1 på motorplinten. Få godkjenning av lærer til å låse opp sikringen, fjerne skiltet og slå på sikringen igjen. Husk å gi beskjed til alle som jobber i nærheten, at du kommer til å slå på spenningen.

Start motoren, les av og noter verdien på instrumentet. Slå av motoren. Bryt spenningen. Fjern instrumentet. Gi beskjed til alle som jobber på anlegget, at du slår på spenningen igjen etter at du har fått tillatelse av lærer.

Kapittel 4 Likespenningsskretser

4.1

Mye av det en elektrofagperson arbeider med, bare kan observeres med måleinstrumenter. Derfor er det viktig å lære seg måleteknikk (hva og hvor man skal måle) og bruk av måleinstrumenter (hvordan man skal måle).

4.2

- a) Spenning
- b) Strøm
- c) Resistans

4.3

- a) Konvensjonell strømretning
- b) Elektronstrømretning

4.4

- a) U (spenning), I (strøm) og R (resistans)
- b) Volt (spenning), ampere (strøm) og ohm (resistans)
- c) Eks. tonn, kilogram, gram, timer, minutter, sekunder, mil, meter, millimeter, kvadratmeter, liter, celsius mm.

4.5

- a) En likespenning er en spenning hvor plusspolen er pluss hele tiden, og minuspolen er minus hele tiden. En vekselspenning er en spenning som veksler hele tiden mellom pluss og minus.
- b) Med plusstegn (+) og minustegn (-)
- c) Fordi hver pol veksler mellom pluss og minus hele tiden.
- d) Et batteri er en likespenningskilde, mens en generator leverer vekselspenning

4.6

- a) Vekselspenning blir produsert i store elektriske generatorer som hovedsakelig befinner seg i vannenergiverk. Generatorer kan også bli drevet med vindenergi, bølgeenergi eller andre energikilder.
- b) De to maskinene er ganske like i konstruksjon, men den prinsipielle forskjellen er at motoren er en forbruker av elektrisitet, mens generatoren produserer elektrisitet.

4.7

Fenomenet kalles induksjon. Det produseres en vekselspenning.

4.8

Lenz' lov sier at den induserte strømmen har en slik retning at de kreftene som oppstår, virker mot bevegelsen som induserer strømmen.

4.9

- a) Det blir indusert en spenning i ledersløyfen. Fordi ledersløyfen roterer i magnetfeltet vil den induserte spenningen endre seg fra null til en maksverdi, så tilbake til null og videre til en maksverdi i motsatt retning osv. Det induseres en vekselspenning.
- b) Se figur 4.6.

4.10

- a) $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,05 \text{ s}} = 20 \text{ Hz}$
- b) $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,01 \text{ s}} = 100 \text{ Hz}$

4.11

- a) Ohms lov sier at den elektriske spenningen U over endepunktene av en leder er proporsjonal med strømstyrken I gjennom lederen. Proporsjonalitetskonstanten kalles lederens elektriske resistans og betegnes med R .
- b) $U = R \cdot I, I = \frac{U}{R}, R = \frac{U}{I}$
- c) Det betyr at forholdet mellom dem alltid er det samme. Om spenningen dobles, halveres strømmen osv.

4.12

$$a) I = \frac{U}{R} = \frac{24 \text{ V}}{2500 \Omega} = 9,6 \text{ mA}$$

$$b) I = \frac{U}{R} = \frac{12 \text{ V}}{2500 \Omega} = 4,8 \text{ mA (når spenningen blir halvert blir også strømmen halvert)}$$

c) Proporsjonalitet er når to størrelser varierer slik at forholdet mellom størrelsene er konstant. (Som spenning og strøm i Ohms lov.)

4.13

$$a) R = \frac{U}{I} = \frac{12 \text{ V}}{20 \text{ mA}} = 600 \Omega$$

b) En motstand er en elektrisk komponent, mens resistans er en størrelse på samme måte som strøm og spenning.

4.14

$$a) R = \frac{U}{I} = \frac{24 \text{ V}}{1500 \text{ mA}} = 16 \Omega$$

$$b) U = R \cdot I = 16 \Omega \cdot 10 \text{ A} = 160 \text{ V}$$

4.15

$$a) I = \frac{U}{R} = \frac{48 \text{ V}}{9 \Omega} = 5,33 \text{ A}$$

b) Som figur 4.14, men uten voltmeteret (V).

4.16

$$a) I = \frac{U_{R2}}{R_2} = \frac{80 \text{ V}}{100 \Omega} = 0,8 \text{ A}$$

$$b) R_1 = \frac{U_{R1}}{I} = \frac{60 \text{ V}}{0,8 \text{ A}} = 75 \Omega, R_3 = \frac{U_{R3}}{I} = \frac{90 \text{ V}}{0,8 \text{ A}} = 112,5 \Omega$$

$$c) U = U_{R1} + U_{R2} + U_{R3} = 60 \text{ V} + 80 \text{ V} + 90 \text{ V} = 230 \text{ V}$$

4.17

$$U_R = 48 \text{ V} - 12 \text{ V} = 36 \text{ V}$$

$$R_S = \frac{U_R}{I} = \frac{36 \text{ V}}{0,1 \text{ A}} = 360 \Omega$$

4.18

$$U_R = 24 \text{ V} - 12 \text{ V} = 12 \text{ V}$$

$$R_S = \frac{U_R}{I} = \frac{12 \text{ V}}{5 \text{ A}} = 2,4 \Omega$$

4.19

$$\text{a) } R_{t1} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{100 \Omega \cdot 100 \Omega}{100 \Omega + 100 \Omega} = 50 \Omega$$

$$\text{b) } R_{t2} = \frac{R_{t1} \cdot R_3}{R_{t1} + R_3} = \frac{50 \Omega \cdot 50 \Omega}{50 \Omega + 50 \Omega} = 25 \Omega$$

c) Ja, $50 \Omega < 100 \Omega$ i a) og $25 \Omega < 50 \Omega$ i b).

4.20

a) Spenningen over begge motstandene er 48 V.

$$\text{b) } I_1 = \frac{U}{R_1} = \frac{48 \text{ V}}{10 \Omega} = 4,8 \text{ A}, I_2 = \frac{U}{R_2} = \frac{48 \text{ V}}{15 \Omega} = 3,2 \text{ A}$$

4.21

a) Elektrisk effekt er hvor mye elektrisk energi som genereres i en elektrisk krets per tidsenhet. Effekt måles i watt (W).

$$\text{b) } P = U \cdot I = 48 \text{ V} \cdot 8 \text{ A} = 384 \text{ W}$$

4.22

Feil i oppgaven: Strømmen skal være 80 mA og ikke 8 A.

$$P = I^2 \cdot R = (0,08 \text{ A})^2 \cdot 100 \Omega = 0,64 \text{ W}$$

4.23

a) $P = U \cdot I = 230 \text{ V} \cdot 0,15 \text{ A} = 34,5 \text{ W}$

b) $E = P \cdot t = 34,5 \text{ W} \cdot 8 \text{ h} = 276 \text{ Wh} \approx 0,28 \text{ kWh}$

- c) Elektrisk energi er evnen til å utføre et arbeid. Den elektriske effekten er et uttrykk for hvor raskt arbeidet blir utført, det vil si mottatt eller avgitt elektrisk energi i løpet av en gitt tid.

4.24

- a) Elektriske batterier er kjemiske spenningskilder med lagret energi i kjemisk form.
b) Batterier som kan lades og batterier som ikke kan lades

4.25

- a) Mindre apparater som klokker, nøkler, kalkulatorer, kameraer, kalkulatorer og høreapparater
b) Merkes med bokstav- og tallkode som beskriver hvilket materiale batteriet er laget av og diameter og høyden på batteriet.

4.26

- a) Angir materialet batteriet er laget av (nikkel-metallhydrid).
b) Elektroniske apparater, batteriradioer, elektrisk håndverktøy og batterilykter
c) Ja

4.27

- a) Lav vekt, høy batterikapasitet, lang levetid. Brukes i fotoapparater, klokker, mobiltelefoner, elektrisk verktøy, modellfly, røykvarslere mm.
b) De fungerer godt ved lave temperaturer.

- c) En videreutvikling av litiumbatteriet, men med enda lavere vekt. Inneholder heller ikke miljøfarlige materialer.

4.28

Alarmanlegg og nødllysanlegg

4.29

- a) Lang levetid, sikre å håndtere, avgir ikke gasser ved lading, tåler flere sykluser med utlading og opplading enn konvensjonelle batterier.
- b) Man lader batteriet over lang tid med en lav ladestrøm for å hindre at batteriet er flatt når man trenger å bruke det. Vedlikeholdslading øker batteriets levetid vesentlig.

4.30

- a) Batterikapasiteten sier hvor lang tid det vil ta før batteriet tømmes for energi. Oppgis i Ah (ampere-timer) som angir den høyeste strømstyrken som kan hentes ut over en bestemt tidsperiode helt til batteriet er utladet.
- b) Batteriet kan lade ut 30 % av den totale kapasiteten.

$$Q_{30} = 120 \text{ Ah} \cdot 0,3 = 36 \text{ Ah}$$

$$\frac{36 \text{ Ah}}{4 \text{ A}} = 9 \text{ h}$$

Batteriet kan derfor være tilkoblet i 9 timer.

4.31

a)

$$R_{\text{itot}} = \frac{R_i}{3} = \frac{0,2 \Omega}{3} = 0,06667 \Omega$$

$$R_{\text{tot}} = R_{\text{itot}} + R_y = 0,06667 \Omega + 10 \Omega = 10,07 \Omega$$

$$I = \frac{E}{R_{\text{tot}}} = \frac{1,5 \text{ V}}{10,07 \Omega} = 0,149 \text{ A}$$

$$U_k = R_y \cdot I = 10 \Omega \cdot 0,149 \text{ A} = 1,49 \text{ V}$$

$$I_k = \frac{E}{R_{\text{itot}}} = \frac{1,5 \text{ V}}{0,06667 \Omega} = 22,5 \text{ A}$$

b)

$$R_{\text{itot}} = 3 \cdot R_i = 3 \cdot 0,2 \Omega = 0,6 \Omega$$

$$R_{\text{tot}} = R_{\text{itot}} + R_y = 0,6 \Omega + 10 \Omega = 10,6 \Omega$$

$$I = \frac{3E}{R_{\text{tot}}} = \frac{3 \cdot 1,5 \text{ V}}{10,6 \Omega} = 0,42 \text{ A}$$

$$U_k = R_y \cdot I = 10 \Omega \cdot 0,42 \text{ A} = 4,2 \text{ V}$$

$$I_k = \frac{3E}{R_{\text{itot}}} = \frac{3 \cdot 1,5 \text{ V}}{0,6 \Omega} = 7,5 \text{ A}$$

4.32

a) $I_k = \frac{E}{R_i} = \frac{12 \text{ V}}{0,004 \Omega} = 3000 \text{ A}$

b) Dersom man kommer i skade for å kortslutte batteriet kan det eksplodere.

Kapittel 5 Vekselspenningskretser

5.1

- a) Trefasenett kan overføre mer energi over ledningsnettets enn et enfasenett. Tillater høyere spenninger som også gir lavere energitap over lange avstander. Trefasenett (eventuelt med nøytralleder) gjør det mulig å hente ut forskjellige spenningsnivåer som kan drive alle typer belastninger, fra trefasemotorer til enfase husholdningsapparater.
- b) Fra 6 kV til 16 kV

5.2

- a) Rotoren danner et roterende magnetfelt som induserer spenning i statorviklingene.
- b) Fordi den fysiske konstruksjonen av generatoren er slik at de tre statorviklingene er plassert med 120 grader mellom hverandre.
- c) På grunn av faseforskyvningen på 120 grader mellom de tre spenningene. (Dette kan vises matematisk ved hjelp av trigonometri.)
- d) En last hvor det ikke er faseforskyvning mellom spenningen over lasten og strømmen gjennom den, som i en varmeovn.

5.3

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{4000 \text{ W}}{\sqrt{3} \cdot 230 \text{ V}} = 10,04 \text{ A}$$

5.4

$$U = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot I} = \frac{3000 \text{ W}}{\sqrt{3} \cdot 7,53 \text{ A}} = 230 \text{ V}$$

5.5

- a) $\pm 10 \%$
- b) Fra 207 V til 253 V
- c) Lengden på lederen, tverrsnittet av lederen, materialet til lederen (dvs. resistiviteten) som vanligvis er kobber eller aluminium

5.6

$$R = \frac{U}{I} = \frac{4 \text{ V}}{1 \text{ A}} = 4 \Omega$$

$$l = \frac{R \cdot A}{\rho} = \frac{4 \Omega \cdot 1 \text{ mm}^2}{0,0175 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}} = 228,5 \text{ m}$$

5.7

a)

$$R = \frac{\rho \cdot l}{A} = \frac{0,0175 \Omega \text{ mm}^2/\text{m} \cdot 2 \cdot 500 \text{ m}}{2,5 \text{ mm}^2} = 7 \Omega$$

$$\Delta U = I \cdot R = 20 \text{ A} \cdot 7 \Omega = 140 \text{ V}$$

b)

$$U + \Delta U = 230 \text{ V} + 140 \text{ V} = 370 \text{ V}$$

5.8

$$R = \frac{\sqrt{3} \cdot \rho \cdot l}{A} = \frac{\sqrt{3} \cdot 0,0175 \Omega \text{ mm}^2/\text{m} \cdot 30 \text{ m}}{1,5 \text{ mm}^2} = 0,60 \Omega$$

$$\Delta U = I \cdot R = 16 \text{ A} \cdot 0,60 \Omega = 9,7 \text{ V}$$

5.9

En faktor som angir hvordan den elektriske resistiviteten til en leder endrer seg med temperaturen. Resistansendringen beregnes i forhold til en temperatur på 20 °C.

5.10

$$R_{50} = R_{20} + R_{20} \cdot \alpha \cdot (t - 20 \text{ °C}) = 120 \Omega + 120 \Omega \cdot 0,004 \cdot (60 \text{ °C} - 20 \text{ °C}) = 139 \Omega$$

5.11

$$R_{60} = R_{20} + R_{20} \cdot \alpha \cdot (t - 20 \text{ °C}) = 200 \Omega + 200 \Omega \cdot 0,004 \cdot (70 \text{ °C} - 20 \text{ °C}) = 240 \Omega$$

5.12

Resistiv, induktiv og kapasitiv last

5.13

- a) Induktiv last
- b) Kapasitiv last
- c) Resistiv last

5.14

Spenningskurven og strømkurven har sine toppverdier og nullverdier samtidig i tid.

5.15

Strømkurven når sine toppverdier og nullverdier en viss tid før eller etter spenningskurven.

5.16

Man kobler inn en komponent som forsøker å redusere faseforskyvningen mellom spenningen og strømmen i kretsen. For eksempel kan man fasekompensere en induktiv last (som en motor) ved å koble til en kapasitiv last (som en kondensator).

5.17

En elektrisk komponent som kan lagre energi når den kobles til likespenning. Fungerer som et lite batteri. Når den kobles til vekselspanning vil den lades opp og lade ut i takt med den periodisk varierende spenningen.

5.18

Lederne i en kondensator kalles kondensatorplater. Platene holdes isolert fra hverandre med et isolasjonsmateriale, som kan være luft eller et lag av impregnert papir, glimmer, glass, keramikk, polystyren, polykarbonat mm. Når det settes opp en elektrisk spenning mellom de to platene, blir den elektriske ladningen som opptas proporsjonal med spenningen. Ladningen er også avhengig av platenes størrelse, avstanden mellom platene og egenskapene til isolasjonsmaterialet.

5.19

Hvor stor ladning en kondensator kan ta opp per volt ladespenning.

5.20

- a) $47 \mu\text{F}$
- b) 18 nF
- c) 150 pF

5.21

$$C = C_1 + C_2 = 4,7 \mu\text{F} + 10 \mu\text{F} = 14,7 \mu\text{F}$$

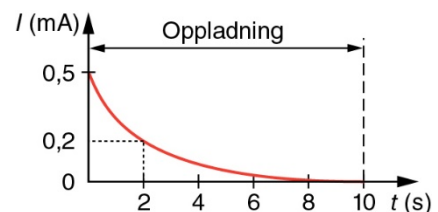
5.22

$$C = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2} = \frac{4 \mu\text{F} \cdot 6 \mu\text{F}}{4 \mu\text{F} + 6 \mu\text{F}} = 2,4 \mu\text{F}$$

5.23

a) $I_C = \frac{U}{R} = \frac{10 \text{ V}}{20 \text{ k}\Omega} = 0,5 \text{ mA}$

- b) Se figur for oppladningskurven (jfr. også figur 5.14 i læreboka). Ved hjelp av litt matematikk som vi ikke kommer inn på i boka, kan vi finne at strømmen synker til 37 % av toppverdien av strømmen etter to sekunder. Det betyr at i vårt tilfelle vil strømmen synke til i underkant av 0,2 mA etter to sekunder. Av kurven ser vi at strømmen allerede etter 10 sekunder er 0, og det vil den være etter 15 sekunder også.



5.24

- a) Se figur 5.7. Resistive laster kan være elektriske varmeovner, glødelamper, brødrister og kaffemaskiner.
- b) Se figur 5.17. Kapasitive laster kan være kondensatorer på kretskort og kondensatorbanker i kraftanlegg.
- c) Se figur 5.19. Induktive laster kan være transformatorer og motorer, men også husholdningsartikler og enheter med bevegelige deler som vifter, støvsugere, oppvaskmaskiner, vaskemaskiner og kompressorene i kjøleskap og klimaanlegg.

5.25

a)

$$X_C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 50 \text{ Hz} \cdot 10 \text{ } \mu\text{F}} = 318 \text{ } \Omega$$

b)

$$I_C = \frac{U}{X_C} = \frac{230 \text{ V}}{318 \text{ } \Omega} = 0,72 \text{ A}$$

5.26

- a) Se figur 5.15.
- b) $U = R \cdot I = 45 \text{ k}\Omega \cdot 2 \text{ mA} = 90 \text{ V}$
- c) $Q = C \cdot U = 40 \text{ } \mu\text{F} \cdot 90 \text{ V} = 3,6 \text{ mC}$

5.27

a)

$$X_C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 100 \text{ Hz} \cdot 10 \text{ } \mu\text{F}} = 159 \text{ } \Omega$$

b)

$$I_C = \frac{U}{X_C} = \frac{30 \text{ V}}{159 \text{ } \Omega} = 0,19 \text{ A}$$

c)

$$X_C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 150 \text{ Hz} \cdot 10 \text{ } \mu\text{F}} = 106 \text{ } \Omega$$

d)

$$I_C = \frac{U}{X_C} = \frac{30 \text{ V}}{106 \Omega} = 0,28 \text{ A}$$

5.28

Feil i oppgaven: Spolen skal kobles til 12 V / 50 Hz.

$$X_L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L = 2 \cdot \pi \cdot 50 \text{ Hz} \cdot 0,02 \text{ H} = 6,28 \Omega$$

$$I = \frac{U}{X_L} = \frac{230 \text{ V}}{6,28 \Omega} = 36,6 \text{ A}$$

5.29

a)

$$X_L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L = 2 \cdot \pi \cdot 50 \text{ Hz} \cdot 0,04 \text{ H} = 12,56 \Omega$$

b)

$$Z_{Sp} = \sqrt{R_{Sp}^2 + X_L^2} = \sqrt{(4 \Omega)^2 + (12,56 \Omega)^2} = 13,18 \Omega$$

c)

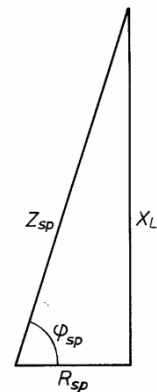
$$\cos \varphi_{Sp} = \frac{R_{Sp}}{Z_{Sp}} = \frac{4 \Omega}{13,18 \Omega} = 0,303$$

d)

$$I = \frac{U}{Z_{Sp}} = \frac{12 \text{ V}}{13,18 \Omega} = 0,91 \text{ A}$$

$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi_{Sp} = 12 \text{ V} \cdot 0,91 \text{ A} \cdot 0,303 = 3,3 \text{ W}$$

e)



5.30

Feil i oppgaven: Strømmen er 3,5 A når spolen kobles til 120 V / 50 Hz. Spolen skal også kobles til 120 V / 50 Hz i deloppgave d)

a)

$$Z_{\text{Sp}} = \frac{U}{I} = \frac{120 \text{ V}}{4 \text{ A}} = 30 \Omega$$

b)

$$R_{\text{Sp}} = \frac{U}{I} = \frac{80 \text{ V}}{3,5 \text{ A}} = 22,85 \Omega$$

$$X_L = \sqrt{Z_{\text{Sp}}^2 - R_{\text{Sp}}^2} = \sqrt{(30 \Omega)^2 - (22,85 \Omega)^2} = 19,44 \Omega$$

c)

$$\cos\varphi_{\text{Sp}} = \frac{R_{\text{Sp}}}{Z_{\text{Sp}}} = \frac{22,85 \Omega}{30 \Omega} = 0,76$$

d)

$$P = U \cdot I \cdot \cos\varphi_{\text{Sp}} = 120 \text{ V} \cdot 4 \text{ A} \cdot 0,76 = 365 \text{ W}$$

5.31

a)

$$X_C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 50 \text{ Hz} \cdot 45 \mu\text{F}} = 70,8 \Omega$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X_C^2} = \sqrt{(75 \Omega)^2 + (70,8 \Omega)^2} = 103 \Omega$$

Impedansdiagram tilsvarende figur 5.24.

b)

$$I = \frac{U}{Z} = \frac{230 \text{ V}}{103 \Omega} = 2,23 \text{ A}$$

c)

$$U_C = X_C \cdot I = 70,8 \Omega \cdot 2,23 \text{ A} = 158 \text{ V}$$

$$U_R = R \cdot I = 75 \Omega \cdot 2,23 \text{ A} = 167 \text{ V}$$

d) Spenningsdiagram tilsvarende figur 5.25.

e)

$$\cos\varphi = \frac{R}{Z} = \frac{75 \Omega}{103 \Omega} = 0,73$$

f)

$$P = U \cdot I \cdot \cos\varphi = 230 \text{ V} \cdot 2,23 \text{ A} \cdot 0,73 = 373 \text{ W}$$

Eller

$$P = R \cdot I^2 = 75 \Omega \cdot (2,23 \text{ A})^2 = 373 \text{ W}$$

5.32

- a) Aktiv effekt
- b) Aktiv effekt
- c) Reaktiv og tilsynelatende effekt
- d) Aktiv, reaktiv og tilsynelatende effekt

5.33

- a) Virkningsgraden er forholdet mellom tilført effekt og avgitt eller utnyttbar effekt. Den er et mål på hvor effektiv motoren er.

Effekttapet er forskjellen mellom tilført og avgitt effekt. I en motor er det effekttap i form av varme. Dette skyldes både at selve motoren blir varm (jerntap), at viklingene blir varme når det går strøm gjennom dem (kobbertap), tap som oppstår i mellomrommet mellom stator og rotor (luftgangtap) og treghet i kulelageret (friksjonstap).

- b) Virkningsgrad:

$$\eta = \frac{P_2}{P_1}$$

Effekttap:

$$\Delta P = P_1 - P_2$$

5.34

a)

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\varphi = \sqrt{3} \cdot 230 \text{ V} \cdot 9,5 \text{ A} \cdot 0,866 = 3277 \text{ W}$$

b)

$$S = \sqrt{3} \cdot U \cdot I = \sqrt{3} \cdot 230 \text{ V} \cdot 9,5 \text{ A} = 3784 \text{ VA}$$

c)

$\cos\varphi$ er 0,866. Ved hjelp av kalkulatoren finner vi at vinkelen φ er 30 grader.

Da blir $\sin\varphi$ lik 0,5.

$$Q = S \cdot \sin\varphi = 3784 \text{ VA} \cdot 0,866 = 1892 \text{ Var}$$

Eller

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2} = \sqrt{3784^2 - 3277^2} = 1892 \text{ VAR}$$

d)

Tilsvarende figur 5.27.

e)

Avgitt effekt:

$$P_{\text{avgitt}} = P_{\text{tilført}} \cdot \eta = 3277 \text{ W} \cdot 0,9 = 2949 \text{ W}$$

Effekttap:

$$\Delta P = P_{\text{tilført}} - P_{\text{avgitt}} = 3277 \text{ W} - 2949 \text{ W} = 328 \text{ W}$$

f)

Om motoren fasekompenseres med en kondensator slik at $\cos\varphi$ blir 1, blir den aktive effekten uforandret. Kondensatoren omsetter ikke aktiv effekt.

$$I_{\text{fasekompensert}} = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi} = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot 230 \text{ V} \cdot 1} = 8,22 \text{ A}$$

$$\Delta I = I - I_{\text{fasekompensert}} = 9,5 \text{ A} - 8,22 \text{ A} = 1,28 \text{ A}$$

5.35

Et tangamperemeter kan måle strøm gjennom en leder uten at man behøver å koble instrumentet til kretsen. Den brukes til å måle høye strømmen og der det ikke er behov for like stor nøyaktighet som et multimeter har.

Tangamperemeteret har en strømtang som griper rundt lederen hvor strømmen skal måles. Den registrerer og omformer det elektromagnetiske feltet den måler til tallverdier som vises på displayet på instrumentet.

5.36

En transformator er et apparat som omsetter elektrisk vekselstrøm med en viss spenning til vekselstrøm med en annen spenning av lavere eller høyere verdi.

Transformatorer brukes innen alle områder av vekselspenningsteknikken. De bygges fra de minste for elektroniske kretskort til enheter på over 1 million kVA for transformatoranlegg.

5.37

Se figurene 5.29 og 5.30.

En varierende strøm i transformatorens primærvikling danner et varierende magnetfelt i jernkjernen. Dette magnetfeltet påvirker igjen sekundærviklingen. Det varierende magnetfeltet i sekundærviklingen induserer en varierende elektromotorisk spenning i sekundærviklingen. Ved å utnytte Faradays lov endrer altså transformatorer vekselstrømmer fra ett spenningsnivå til et annet i et kraftnett.

5.38

Hhv. primærspolen og sekundærspolen

5.39

$$U_2 = \frac{U_1 \cdot N_2}{N_1} = \frac{230 \text{ V} \cdot 100 \text{ vindinger}}{1000 \text{ vindinger}} = 23 \text{ V}$$

5.40

a)

$$n = \frac{N_1}{N_2} = \frac{1200 \text{ vindinger}}{85 \text{ vindinger}} = 14$$

b)

$$U_2 = \frac{U_1 \cdot N_2}{N_1} = \frac{230 \text{ V} \cdot 85 \text{ vindinger}}{1200 \text{ vindinger}} = 16,3 \text{ V}$$

c)

$$I_1 = \frac{I_2}{n} = \frac{5 \text{ A}}{14} = 0,35 \text{ A}$$

d)

Fordi det går en mye lavere strøm gjennom primærviklingen.

5.41

Effekten som omsettes i primærspolen magnetiserer jernkjernen, som igjen induserer en spenning i sekundærspolen som blir tilgjengelig effekt på sekundærsiden (jfr. transformatorprinsippet). Men som for motoren vil det også være noe tap i transformatoren, særlig varmetap i viklingene fordi det går strøm gjennom dem og varmetap i jernkjernen som skyldes magnetiseringen.

5.42

a)

$$P_1 = U_1 \cdot I_1 = 230 \text{ V} \cdot 0,6 \text{ A} = 138 \text{ W}$$

$$P_2 = P_1 \cdot \eta = 138 \text{ W} \cdot 0,8 = 110 \text{ W}$$

$$I_2 = \frac{P_2}{U_2} = \frac{110 \text{ W}}{12 \text{ V}} = 9,2 \text{ A}$$

b)

$$P_2 = 110 \text{ W}$$

c)

$$N_2 = \frac{U_2 \cdot N_1}{U_1} = \frac{12 \text{ V} \cdot 1000 \text{ vindinger}}{230 \text{ V}} = 52 \text{ vindinger}$$

Kapittel 6 Installasjonsutstyr

6.1

Slik at man har mulighet til å gjennomføre og avslutte oppgaven.

6.2

Utstyret kan bli ødelagt og du kan skade deg selv eller andre.

6.3

Kjernen

6.4

Kordeler

6.5

Tykkelsen eller tverrsnittet. Tykk leder (stort tverrsnitt) kan lede en høy strøm.

6.6

mm²

6.7

PVC

6.8

PVC: Mye, tett og giftig røyk som er stor miljøfare.

HF-plast: Lite, lys og lite giftig røyk som er mindre miljøfarlig.

6.9

Kjernen består av 7 kordeler. Fordi den har 7 kordeler, er det lett å trekke i rør i boliger. PN har PVC-isolering og IX har halogenfri isolering.

6.10

En RK/RQ-leder har enda flere tynne kordeler enn PN/IX-lederen og er dermed mykere og lettere å bøye enn PN/IX-lederen. PN og RK har PVC-isolering. IX og RQ har halogenfri isolering.

6.11

RKK/RZ1-K-ledere har dobbel isolering og er dermed bedre beskyttet mot mekanisk skade. RK og RKK har PVC-isolering. RQ og RZ1-K har halogenfri isolering.

6.12

Kabelen består av en eller flere ledere samlet i en kappe.

6.13

Kappen er det ytterste laget med plast på kabelen.

6.14

Skjermen er laget av kobber eller aluminium og dekker kabelen under kappen. Den gjør kabelen mindre følsom for elektromagnetiske forstyrrelser. Skjermen kan også brukes som beskyttelsesleder.

6.15

I åpen installasjon i boliger mm.

6.16

Det er en uisolert kobberleder som bør beskyttes med gul/grønn plaststrømpe i for eksempel koblingsbokser og lysbrytere.

6.17

I åpen installasjon, på kabelstiger eller lignende og i rør. Brukes ofte til motorinstallasjoner. Kan også legges i bakken.

6.18

I åpen installasjon, på kabelstiger eller lignende og i rør. Brukes ofte til motorinstallasjoner. Kan også legges i bakken.

6.19

PFXP/ IFXI-kabelen har gul/grønn leder og PFSP/IFSI-kabelen har skjerm som beskyttelsesleder.

PFXP/ IFXI-kabelen regnes som dobbelt isolert da også beskyttelseslederen har isolering.

6.20

Isolasjonen tåler 90 °C.

6.21

For å begrense brannspredning.

6.22

For at enkelte elektriske apparater skal kunne fungere litt lenger ved brann da det tar lengre tid før en funksjonssikker kabel blir ødelagt ved brann.

6.23

For å skille funksjonssikre kabler fra andre «vanlige» kabler.

6.24

Elektromagnetisk støy, EMI, er forstyrrelser som kommer fra atmosfæriske og elektrostatisk utladninger. Det kan også være forstyrrelser fra elektrisk utstyr, spesielt fra frekvensomformere.

6.25

Elektromagnetisk kompatibilitet, EMC, er å forhindre at elektrisk støy sprer seg og forstyrrer annet elektrisk utstyr.

6.26

Det betyr at installasjonen ikke slipper ut elektromagnetisk støy som kan forstyrre annet elektrisk utstyr.

6.27

Ved å bruke såkalt EMC-kabel. EMC-kabelen holder inne den elektromagnetiske støyen, slik at forstyrrelser unngås.

6.28

CAT forteller hvor høy datahastighet kabelen kan overføre uten forstyrrelser.

6.29

Å koble sammen forskjellige data- og TV-utstyr.

6.30

ISO-8-modular-kontakt eller RJ45-kontakt.

6.31

Maks 45 mm.

6.32

Maks 13 mm.

6.33

UTP er datakabel uten skjerm mot forstyrrelser. FTP er datakabel med skjerm.

6.34

LSA-verktøy

6.35

Den klarer å overføre større datamengder enn UTP/FTP (parkabel, Ethernetkabel).

6.36

Den brukes ved trådbunden intelligent styring.

6.37

Den kobler sammen sendere og aktuatorer for å overføre informasjon, men også for spenningsforsyning på ca. 30 V DC.

6.38

I skjult installasjon med rør i vegger eller rør i bakken.

6.39

K-rør er bøyelige, mens de andre rørene er stive. Det trengs verktøy til å bøye stive, glatte plastrør. Det er lettere å trekke ledere i et stivt, glatt rør.

6.40

Med skjøtemuffe

6.41

16 og 20 mm

6.42

De merkes med to trekkanter og den høyeste spenning verktøyet er godkjent for.

6.43

Verktøyene må være hele og rene.

6.44

Feil skrutrekker ødelegger skruen. Feil skrutrekker kan også forårsake at du «sklir» og skrutrekken kommer bort i spenningsførende deler eller at du får skrutrekkeren i hånda.

6.45

Forskjellen er at en Pozi har en ekstra «stjerne» på enden.

6.46

Tykkelsene er PH 0, PH 1 og PH 2.

6.47

Pozidriver

6.48

Tykkelsene er PZ 1, PZ 2 og PZ 3.

6.49

Den er sekskantet i forskjellige størrelser.

6.50

Tykkelsene for Torx er T7, T8, T9, T10, T15, T20, T25, T27, T30 og T40.

6.51

Størrelse 8 (blå) og størrelse 10 (gul)

6.52

På midten

6.53

Tallene 6 x 9 betyr at klammeren passer til en oval kabel som er 6 mm høy og 9 mm bred, som for eksempel PR 2 x 1,5.

6.54

I enden/kanten på klammeren

6.55

Plast

6.56

Tallene 4-6 betyr at klammeren passer til kabel som er 4 til 6 mm i diameter.

6.57

I enden/kanten på klammeren

6.58

Metall

6.59

Tallet 8 betyr at den passer til kabel som er 8 mm bred.

6.60

Bokstaven O betyr at klammeren passer til oval kabel.

6.61

Tallet 16 betyr at klammeren har en stift som er 16 mm lang.

6.62

Letti 8-O-16

6.63

APK 23 nH

6.64

TKK 6x9

6.65

Fordi det ikke er pent.

6.66

Først og fremst i industrien og i kontorlandskaper

6.67

De klarer å føre mange store og tunge kabler. Det er enkelt å trekke kabler over store avstander som for eksempel på en fabrikk.

6.68

De er tunge og lite pene. En annen ulempe er at det er vanskelig å beregne tverrsnitt på ledere og vern fordi det senere kan komme andre elektrofagarbeidere som legger flere kabler på kabelstigen. Med flere kabler oppe på hverandre får de underste kablene dårligere kjøling.

6.69

Når det behov for et mindre antall kabler og når kablene er tynnere. Passer fint til motorinstallasjoner på skoler.

6.70

Kabelstiger kan holde mange store og tunge kabler. Kabelstiger og gitterrenner gir bedre kjøling til kablene enn en uperforert kabelkanal.

En uperforert kabelkanal kan være med på å begrense forstyrrelse av elektromagnetisk støy (EMI).

6.71

Når noe skal festes direkte i tre eller sammen med plugg i gipsvegg eller betong.

6.72

4 x 20 betyr at treskruen er 4 mm i diameter og at skruen er 20 mm lang.

6.73

Bruke riktig skrutrekker som passer til hodet på skruen.

6.74

Når vi skal feste noe i et ferdig hull i metall. Hullet skal på forhånd være gjenget slik at riktig maskinskrue passer.

6.75

M3, M4, M5, M6, M8 og M10

6.76

M4 betyr at diameteren til skruen er 4 mm.

6.77

Skruens diameter er 6 mm og lengden på skruen er 30 mm.

6.78

Bruke riktig skrutrekker som passer til hodet på skruen OG at du bruker korrekt diameter og lengde på skruen.

6.79

Gjengetappen brukes til å lage spor, gjenger, i hullet i metallkonstruksjonen.

6.80

Boret til M4 skruer skal ha diameteren 3,3 mm.

6.81

Mutter brukes sammen med en maskinskrue for å feste sammen for eksempel to plater.

6.82

For å feste for eksempel treskruer til hull eller klammer i betong-/murvegg.

6.83

Pluggen må være tilpasset hullets diameter og lengde. I tillegg må det brukes riktig plugg, det vil si om man skal bruke treskrue, klammer med spiker/stift eller til Letti-klammer.

6.84

Koblingsklemmer brukes til å koble sammen ledere.

6.85

Når man bruker Torix koblingsklemme avisoleres lederen og kobberlederne tvinnes sammen med hjelp av koblingsklemmen. Ved bruk av Wago avisoleres lederen og kobberlederne dyttes i hvert sitt hull på innstikksklemmen.

6.86

Bokser i en åpen installasjon festes på veggen og brukes til å koble sammen ledere.

6.87

Bokser i en skjult installasjon monteres i veggen og brukes til å feste for eksempel lysbrytere og stikkontakter, og til å koble sammen ledere.

6.88

Takbokser brukes til å koble sammen lysarmatur eller lampe i taket. Det er ikke lov å bruke takboks som koblingsboks da det er fare at boksen blir veldig varm, avhengig av lysarmaturen og lampen som brukeren monterer.

6.89

Brukes til å koble lysarmatur eller lampe til installasjonen. Det er ikke lov å bare la lederne med koblingsklemme henge ut fra takboksen. Lederne må kobles til en DCL-kontakt på grunn av sikkerhet.

6.90

LED-armaturer avgir mye mindre varme enn halogen-armaturer.

6.91

Man må velge en spesiell downlights-boks som er laget slik at det blir tett mellom boksen og fuktsperren.

6.92

Det er en type transformator som omformer spenningen fra 230 V til den spenningen og strømmen LED-armaturen trenger. Det er viktig å velge riktig type LED-driver som passer til LED-armaturen.

6.93

På grunn av varmen var det viktig å få stor avstand mellom halogen-armaturen og isolasjonen i taket. Hvis det var for lite luft mellom isolasjonen og armaturen kunne det begynne å brenne.

6.94

Den ene feilen er at lyskilden (halogen-lyskilden) er ødelagt. Den andre feilen er at transformatoren er ødelagt.

6.95

Man må plassere den nye transformatoren i kanten til boksen så langt fra lyskilden som mulig på grunn av varmen. Den nye transformatoren må ha en maks effekt som er større enn det lyskildene trenger. Det må også brukes kabel som tåler 90 °C, som en TP90-kabel.

Kapittel 7 Planlegging, gjennomføring og dokumentasjon

7.1

På grunn av sikkerhet, for å unngå ulykker og skade på liv og eiendom og for dokumentasjon av at forskrifter er fulgt.

7.2

50 V AC og 12 V DC (spenningsbånd 2)

7.3

fel (§16) og fse (§10)

7.4

Arbeidet for å gjennomføre installasjonen

7.5

En sammenstilling av all informasjon, tegninger, beregninger og skjemaer som kunden skal ha etter at installasjonene er ferdig.

7.6

Et fellesbegrep som omfatter alle digitale måleinstrument og programmer på PC-en. Internett kan også regnes som digitalt verktøy.

7.7

Skjemaer som skal gjøre det lettere å gjennomføre planlegging og dokumentasjon.

7.8

Bli kjent med oppgaven, risikovurdere, lage en tidsplan, lage tegninger, beregne ledere og vern og lage materialliste.

7.9

Å bli kjent med oppgaven er å finne ut hva som skal gjøres. Dette må til for at man skal kunne vurdere risikoen, lage tegninger, utføre beregninger og bestemme hvilket materiell som skal brukes. I tillegg må man finne ut om man selv har kunnskaper nok til å gjennomføre oppgaven.

7.10

Det er viktig å lære å tenke igjennom hvor lang tid en oppgave kan ta. Dette må elektrofagarbeidere kunne for å blant annet å kunne svare på kundens spørsmål om kostnaden av en jobb.

7.11

Ved å tenke igjennom risikoen med en praksisoppgave så oppdager vi faremomentene som kan gi skader og elektrisk sjokk.

7.12

- Kan jeg få elektrisk sjokk?
- Er spenningen over 50 V AC eller 120 V DC?
- Må jeg jobbe med farlig spenning på anlegget?
- Må jeg bruke isolerte verktøy for å unngå elektrisk sjokk?
- Er det farlig spenning i nærheten?
- Er instrumentene jeg skal bruke godkjente?
- Er det mulig å skade seg på verktøyene jeg må bruke?
- Må jeg jobbe i høyden? (Arbeidstilsynet stiller krav til bruk av stige og gardintrapp.)

7.13

Plantegninger i 2D og i 3D, enlinjeskjema, koblingskjema, flerlinjeskjema, rekkeklemmetabell og for eksempel ladder til PLS-programmering.

7.14

I 3D ser man dybden med vegger sett på skrå ovenfra. I 2D ser man vegger som kun streker sett rett ovenfra.

7.15

En målestokk/skala forteller hvor mange ganger tegningen er forminket. Skala 1:100 betyr at en centimeter på tegningen er 100 centimeter i virkeligheten.

7.16

I en åpen installasjon er alt elektrisk utstyr som bokser og kabel plassert på veggen og synlig for brukeren. I en skjult installasjon er utstyr som bokser og rør plassert inni i veggen og er da skjult for brukeren.

7.17

Et koblingsskjema viser nøyaktig hvordan utstyret skal kobles med ledere og kabler mellom utstyret. Et flerlinjeskjema er en prinsipptegning som viser hvordan elektrisk utstyr skal kobles.

7.18

CAD = Computer Aided Design

DAK = Dataassistert konstruksjon

7.19

Lage/tegne elektroniske tegninger

7.20

NEK 144

7.21

For å unngå misforståelser, som igjen kan forårsake at utstyr og eiendom får skade, eller skade på mennesker og dyr.

7.22

Vi får automatisk riktige symboler. Flere tegninger og skjemaer blir også laget automatisk som rekkeklemmetabell og materialliste.

7.23

Det er mye enklere og raskere å koble riktig med rekkeklemmetabeller når vi har kabler som skal kobles sammen med elektrisk utstyr i et skap.

7.24

PC, mobil eller lignende, og programvare som er tilpasset det elektriske utstyret vi skal programmere.

7.25

Blant annet for å kunne lage materialliste

7.26

Ledere og kabel kan bli for varme slik at de ødelegges, for stort spenningsfall (ikke nok spenning fram til utstyret) eller at vernet ikke løser ved overbelastning og kortslutning. Dette fører også til at ledere og kabler blir for varme.

7.27

Man misbruker tid fordi man må dra tilbake til firma eller grossist for å hente mer utstyr.

7.28

Firmaet bruker materiallista for å fakturere/sendte regning til kunden.

7.29

Hvis du ikke har riktig verktøy, må du avbryte jobben for å skaffe dette. Det tar tid og koster penger. Og er spesielt viktig om du må jobbe med spenning på anlegget.

7.30

For å unngå skade ved elektrisk støt og elektrisk sjokk

7.31

Bruke måleinstrument for å kontrollere at installasjonen din er sikker ved å måle kontinuitet og isolasjonsresistans. I tillegg tester du at installasjonen din fungerer

7.32

At du tester installasjonen din fungerer som planlagt.

7.33

Man har bare lov å jobbe med spenning på installasjonen hvis man har hatt opplæring i arbeid under spenning, AUS. Dette kravet stilles for å unngå skader på grunn av elektrisk sjokk.

7.34

Sammenstilling av alle skjemaer, tegninger og lister som kunden skal ha

7.35

Sluttkontrollen gjennomføres ved inspeksjon og prøving. Inspeksjon er å bruke sansene ved å se, kjenne lukte og høre. Prøving er å måle med godkjente måleinstrumenter. Kunden skal ha en rapport av sluttkontrollen.

7.36

En sammenstilling av de vernene som brukes i et fordelingsskap. Viser hvilken type vern som er montert på kursen, og hva vernet beskytter og forlegningsmåte, lengde og type kabel som er brukt

7.37

En forenklet sammenstilling over utstyret som er brukt hos privatkunden

7.38

En mer detaljert forklaring over utstyret som leveres bedrifter.

7.39

Den skal forklare kunden hvordan installasjonen fungerer og hvordan installasjonen skal vedlikeholdes.

7.40

Du gir kundens garanti på at du som elektrofagarbeider (elev) har fulgt alle forskrifter og normer under planleggingen, gjennomføringen og sammenstilling av dokumentasjonen. I tillegg garanterer du at installasjonen er fagmessig utført.

7.41

Ved å reflektere over egen karakter så må du tenke igjennom hva som er bra og hva som kan bli bedre. Det gjør at du har mulighet til å gjennomføre en bedre oppgave neste gang. Samtidig er det da lettere å samtale med læreren om hva som er bra med oppgaven og hva som kan forbedres til neste gang.

Kapittel 8 Sluttkontroll

8.1

Verifikasjon er kontroll av at den elektriske installasjonen er sikker ifølge normer, paragrafer og leverandørens monteringsanvisninger. Verifikasjon består av inspeksjon og prøving.

8.2

Inspeksjon er å undersøke installasjonen med sansene våre: Se, kjenne, lukte og høre.

8.3

Prøving er å måle med instrumenter og vurdere måleresultatene for å forsikre seg om at installasjonen er sikker.

8.4

En rapport er en sammenstilling av resultatene av inspeksjon og prøving som skal leveres kunden. Rapporten skal oppbevares i hele installasjonens livslengde.

8.5

Periodisk verifikasjon er å med jevne mellomrom kontrollere at en eksisterende installasjon fortsatt er sikker. I en bolig skal perioden være minimum 10 år. I enkelte installasjoner på bedrifter kan kontrollen være nødvendig flere ganger i året.

8.6

Korrekt avstand mellom klammer, deksel på alle bokser og brytere, lokk og deksel skal være tette, korrekt montert jordfeilautomat og vern, skader på kabler, strekkavlastning til gummikabelen mm.

8.7

Vi kontrollerer at det er LAV NOK resistans i tilkoblingspunkter og beskyttelsesleder. Vi måler resistansen fra f.eks. PE-skinne (jordingskinne) i fordelingsskapet til jordingsstiftet på alle stikkontaktene.

8.8

Resistansen i beskyttelseslederen må måles OG kontrolleres med beregninger. Vi bruker formelen

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

8.9

Ved for høy resistans i beskyttelseslederen går feilstrømmen gjennom mennesket i stedet for gjennom beskyttelseslederen.

8.10

Veldig lave resistanser på grunn av at på skolen har vi veldig korte avstander. Da forventer vi verdier på ca. 0,01 til 0,02 Ω . Hvis resultatet på skolen kommer opp mot 0,1 - 0,2 Ω må du begynne å tenke hva som kan være grunnen.

8.11

Dårlig kontakt mellom festeskruen på stikkontakt og beskyttelseslederen eller f.eks. irr på skruen slik at målepinnen ikke får bra nok kontakt. Eller at målerlederne og instrumentet ikke er kompensert og kalibrert.

8.12

Vi kontrollerer at vi har HØY NOK resistans mellom fasene og beskyttelsesleder/jordings-systemet.

8.13

Kravet er minimum 1 M Ω .

8.14

Det går en strøm mellom fase og jordingssystemet. Da kan det begynne å brenne eller blir farlig for personer og dyr på grunn av elektrisk sjokk om et elektrisk apparat blir spenningsførende.

8.15

Ned mot et par MΩ. Dette kan være fordi det er gamle, store varmeapparater som har en lekkasje mellom fase og jord i varmetrådene.

8.16

Uendelig høy resistans, det vi si at det er kontakt mellom fase og jord. Instrumentet kan da vise f.eks. 1999 MΩ, 199 MΩ eller 1000 MΩ.

8.17

For å kontrollere at jordfeilbryteren løser raskt nok både på jordfeilstrøm og på tid.

8.18

Jordfeilbryterens utløsestrøm, maks 30 mA og utløsetid, maks 400 ms.

8.19

Minimum utløsestrøm er 30 mA og minimum utløsetid er 400 ms.

8.20

Strømmen gjennom kroppen blir så stor at den er farlig. Og hvis tiden blir for lang så vil energien som feilstrømmen danner i kroppen bli så stor av vi får skader (brannskader).

8.21

Utløsestrøm ca 17 – 25 mA og utløsetid mellom 30 og 100 ms.

8.22

For å være sikker på at vernet/sikringen løser ved kortslutning.

8.23

Lengden og tverrsnittet på lederne. En kabel som er lang med tynne ledere gir stor motstand for strømmen ved kortslutning, lav kortslutningsstrøm.

8.24

Lengst ut i enden på hver enkelt kurs.

8.25

Det er vernets/sikringens merkestrøm og utløsekarakteristikk som bestemmer minste godkjente kortslutningsstrøm. Eksempel: En 10 A B-automat trenger en kortslutningsstrøm på 50 A for å løse med en gang, momentant. En 10 A C-automat trenger en kortslutningsstrøm på 100 A for å løse momentant.

8.26

Vernet løser ikke med en gang. Det kan ta mange sekunder eller minutter før vernet løser og da kan det oppstå brann eller fare om vi tar på et elektrisk apparat som er kortsluttet.

8.27

Når det er lange kabler, for eksempel på en gammel skole, kan minste kortslutningsstrøm være ca. 100 – 300 A. Hjemme i boligen kan kortslutningsstrømmen være mellom f.eks. 500 – 1000 A. På en fabrikk med korte og tykke kabler og ledere kan kortslutningsstrømmen være over 1000 A (1 kA).

8.28

For å være sikker på at belastningen har nok spenning til å virke som den skal.

8.29

Det er produsenten som bestemmer hvor høy spenning en belastning trenger for å fungere. På et elektrisk apparat er det en merkeskilt som forteller hvor høy spenning som trengs. En TV kan fungere mellom 110 – 240 V, en motor kan fungere med spenning mellom 210 – 240 V eller 380 – 440 V og en panelovn kan ha kravet at spenningen skal være mellom 200 og 250 V.

Men hvis vi ikke vet hva kunden skal bruke på en kurs, for eksempel ved en stikkontakt, skal spenningen være over 220,8 V, anbefalt 4 % spenningstap, eller anbefalt 2 % spenningstap ved motorinstallasjoner.

8.30

Det elektriske apparatet virker ikke som den skal og at apparatet trekker så høy strøm at varmen ødelegger apparatet.

8.31

Når vi måler spenningstapet på skolen, er det korte kabler og lav strøm på belastningen. Da forventer vi at vi får mellom 225 – 230 V. Husk at du må måle med belastning på kursen slik at det går en strøm i lederne. Hvis du prøver å måle spenningstapet uten å ha koblet en belastning til kursen er strømmen 0 A og da blir også spenningsfallet 0 V (på grunn av Ohms lov, $U = R \cdot I$).

8.32

For å være sikker på at vernet tåler å bryte den høyeste kortslutningsstrømmen uten å bli ødelagt. I dag er dette normalt ikke noe problem da de fleste nye vernene tåler en kortslutningsstrøm på 10 000 A (10 kA).

8.33

Lengden og tverrsnittet på lederne inn i fordelingsskapet.

8.34

Så nær e-verket sin installasjon som mulig, det vil si i tilknytningsskapet til en bolig. På en skole kan det være overlastvernet, OV, i fordelingsskapet til klasserommet, eller på elevens overlastvern på arbeidsplassen.

8.35

Maks kortslutningsstrøm som vernet tåler står på vernet. Det kan for eksempel stå 10 000 inne i en liten boks på vernet. Høyeste kortslutningsstrøm står også i leverandørens brukerveiledning.

8.36

Vernet blir ødelagt inni og må byttes ut.

8.37

På en gammel skole kan høyeste kortslutningsstrømmen være på for eksempel 500 – 800 A. Hjemme i boligen kan høyeste kortslutningsstrøm være for eksempel 1000 A. På en fabrikk kan den høyeste kortslutningsstrømmen være over 5000 A (5 kA).

8.38

Uten spenning – husk å feste jordingslederen før du setter spenning på anlegget igjen!

8.39

For å være sikker på at jordfeilstømmen lett går ned i bakken i stedet for å gjennom deg. Da er det viktig at resistansen mellom overgangen av jordsmonnet og jordelektroden er lav nok.

8.40

Topunktsmetoden og trepunktsmetoden.

8.41

For å finn minimumkravet bruker vi Ohms lov $U_c = I_d \cdot R$. Forventet berøringsspenning U_c får ikke være over 50 V. I_d er den jordfeilstømmen som vi kan få i vår installasjon (oppgis av e-verket). Da blir formelen $R = U_c / I_d$.

Om oppgitt jordfeilstøm er 2 A så blir minimumskravet på overgangsresistansen $R = 50 \text{ V} / 2 \text{ A} = 25 \Omega$. Men hvis vi bruker jordfeilbrytere på ALLE kurser kan den høyeste jordfeilstømmen være 30 mA. Da blir minstekravet $R = 50 \text{ V} / 0,03 \text{ A} = 1667 \Omega$.

8.42

Da blir forventet berøringsspenning, det vil si spenningen på dekselet på et apparat ved jordingsfeil, over 50 V. Det vil si at spenningen blir så høy at det utgjør en fare for liv og helse.

8.43

Lav verdi. Hvis du har jordfeilbrytere på ALLE kurser, skal overgangsresistansen være under 1667 Ω . Hvis det ikke er jordfeilautomater på alle kurser kan kravet være at overgangsresistansen er under 50 – 25 Ω . Dette må kontrolleres opp mot e-verkets oppgitte forventede jordfeilstrøm i installasjonen.

8.44

Om en motor kobles til feil fasefølge kan være at den får motsatt rotasjonsretning. Dette kan være farlig for brukeren eller utstyret motoren kobles til å drive.

Kapittel 9 Effektuttak

9.1

Til flyttbare elektriske apparater og til midlertidige behov.

9.2

15 cm eller på gulvlist.

9.3

6 stk

9.4

16 A

9.5

Til takbokser der det skal monteres belysningsarmaturer og lamper.

9.6

6 A

9.7

10 A

9.8

Type B

9.9

Nei. På kursen til ladning av elbil er det ikke lov å koble noe annet, ikke en gang en liten LED-armatur ved siden av laderen.

9.10

25 A

9.11

Komfyren

9.12

Blå

9.13

Rød

9.14

Det betyr at kontakten har fire strømførende stifter, det vil si en stift til L1, L2, L3 og nøytralleder, maks 16 A vern og stiften til beskyttelseslederen har plasseringen klokken 6. Rød farge betyr at spenningen er 400 V.

9.15

Det betyr at kontakten har to strømførende stifter, det vil si en stift til L1, L2 eller L1 og nøytralleder, den tåler 16 A og stiften til beskyttelseslederen har plasseringen klokken 9. Blå farge betyr at spenningen er 230 V.

Kapittel 10 Belysning

10.1

For å kunne kommunisere med andre elektrofagarbeidere, og for å planlegge og skrive brukerveiledning. I tillegg må du kunne veilede kunden.

10.2

Lysstoffrør, sparelamper og 12 V halogenlamper til downlights.

10.3

Den trekker for mye strøm og gir lite lys.

10.4

Alle lysrør og kompaktlysrør er spesialavfall på grunn av kvikksølvinnholdet i disse.

10.5

Det blir for varmt og kan begynne å brenne?

10.6

En varm rødaktig farge

10.7

En blåaktig farge

10.8

LED-lyskilden fordi den trekker minst strøm og holder lengre enn andre lyskilder.

10.9

Det er ikke sikkert at dimmeren er laget for den lave effekten til LED-lyskilden.

10.10

Den gamle T8 og den nyere T5

10.11

T5 er mer energigjerrig og inneholder mindre kvikksølv.

10.12

G13 til T8-rør og G5 til T5-rør

10.13

Sokkelen ble funnet opp av Thomas Edison med gjengediameter 27 mm, derav E27. Den brukes til alle spenninger. Det er kun lov å selge LED-lyskilder med E27-sokkel. Både glødelamper og halogenlamper med E27-sokkel er faset ut og selges ikke lengre.

10.14

Edison med sokkeldiameter 14 mm = E14

10.15

G betyr at lampehuset er av glass. U betyr at lampens sokkel er U-formet (sett fra siden), og at den er av porselen. Det er 5,3 mm mellom stiftene. Den kobles til 12 V spenning.

10.16

$$P = U \cdot I$$

10.17

Watt (W)

10.18

Det betyr at LED-pampen er mer energigjerrig, mellom 6 og 7 ganger mer energigjerrig. Og den trekker mindre strøm.

10.19

Light Emitting Diode

10.20

En lyskilde som er laget av en eller flere lys-dioder

10.21

1 til 2 volt

10.22

Det brukes en elektronisk driver som transformerer om spenningen fra 230 V til 1 – 2 V.

10.23

Varme!

10.24

Den trekker lite strøm, lyser sterkere når den er kald, finnes i forskjellige effekter og lysfarger, fargen kan tilpasses bruken, levetid opp mot 25 000 til 50 000 timer, klarer mange av og på, både lysstyrken og lysfargen kan tilpasses, avgir ikke UV- eller IR-strålinger, tåler slag og vibrasjoner mm.

10.25

Energiforbruket: $E = P \cdot t = 10 \text{ W} \cdot 8760 \text{ h} = 86\,400 \text{ Wh} = 86,4 \text{ kWh}$

Kostnad: $K = k \cdot E = 1 \text{ kr/kWh} \cdot 86,4 \text{ kWh} = 86,4 \text{ kr per år}$

10.26

Energiforbruket: $E = P \cdot t = 60 \text{ W} \cdot 8760 \text{ h} = 525\,600 \text{ Wh} = 525,6 \text{ kWh}$

Kostnad: $K = k \cdot E = 1 \text{ kr/kWh} \cdot 525,6 \text{ kWh} = 525,6 \text{ kr per år}$

10.27

$525,6 \text{ kr per år} - 86,4 \text{ kr per år} = 439,2 \text{ kroner per år}$

10.28

Det anslås at besparelsen blir ca. 2,7 TWh. Dette kan sammenlignes med at alle husholdninger i Oslo brukte 4,5 TWh og alle husholdninger i Bergen brukte 2 TWh per år (kilde: <https://www.ssb.no/energikomm>).

10.29

Lysutbyttet forteller hvor mye lys det blir fra lampen i forhold til lampens effekt.

10.30

Måleenheten er lumen per watt (lm/W).

10.31

Fargetemperaturen beskriver om lyset er rødt, gult, hvitt eller blått. Måleenheten er kelvin (K).

10.32

Kelvin (K)

10.33

2 000 – 3 000 K

10.34

5 000 – 10 000 K

10.35

LED-armaturer med lav SDCM-verdi er mer lik i lysfargen og passer innendørs. Men de er dyrere enn LED-armaturer som har større verdi for SDCM. En LED-armatur med høy verdi for SDCM er billigere, men kan ha store forskjeller i lysfarge. Derfor velges det LED-armaturer ut fra behov og bruk. Det skal for eksempel brukes SDCM 1 eller 2 på et museum, men man kan bruke SDCM 4 på et lager eller ute. Gatelys kan ha SDCM 5.

10.36

Den forteller hvor korrekt lyskilden gjengir de ekte fargene i for eksempel et bilde eller et maleri.

10.37

Måleenheten er prosent (%).

10.38

$Ra = 100 \%$

10.39

Ra på over 90 %

10.40

Lysfluksen forteller hvor mye lys som totalt sendes ut fra lyskilden i alle retninger.

10.41

Måleenheten er lumen (lm).

10.42

Belysningsstyrken sier oss hvor mye lys som for eksempel treffer en pult på skolen.
Belysningsstyrken blir svakere desto lenger fra lyskilden og lysarmaturen pulten står.

10.43

Måleenheten er lux (lx).

Kapittel 11 Behovsstyrte anlegg for lys

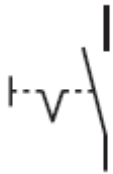
11.1

Ca. en meter eller mellom 0,8 til 1,1 meter.

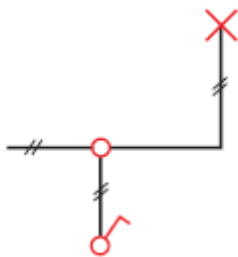
11.2

Inne og der det er tørt.

11.3



11.4



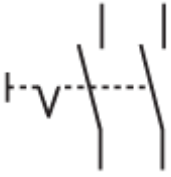
11.5

Utelys og på badet når eier selv kan bytte lyskilde.

11.6

Fordi en topolt lysbryter bryter begge fasene eller fase og nøytralleder. Enpolt lysbryter bryter kun en fase.

11.7



11.8



11.9

Når det er to lyskilder som skal tennes hver for seg.

11.10



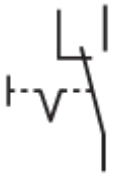
11.11



11.12

Når en eller flere lyskilder skal tennes fra to forskjellige steder, for eksempel i en korridor.

11.13



11.14



11.15

En dimmer brukes når det er behov å tilpasse lysmengden.

11.16



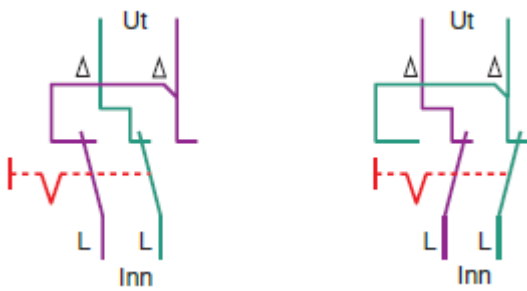
11.17



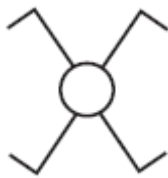
11.18

Når et eller flere lyskilder skal tenes fra tre eller flere forskjellige steder, for eksempel i lange korridorer der det er behov for å tenne lyskilden fra mange steder.

11.19



11.20



11.21

Det innebærer at lyset automatisk tilpasses rommet og menneskene som bruker rommet.

11.22

Belysningsstyrke. Belysningsstyrke måles i Lux (lx).

11.23

Et tidsur kan brukes til nesten alt vi har behov for å slå av og på et bestemt klokkeslett.

11.24

Et astrour vet når solen går opp og ned uavhengig av om det er vinter eller sommer.

11.25

Lyset kan for eksempel styres slik at lyset er på til de tidene vi har behov for det, og kan slå av lyset når vi ikke har behov for det.

11.26

En fotocelle registrerer hvor mye lys det er. Den brukes til å slå av og på lyset når det er lyst eller mørkt nok ut fra innstilt verdi.

11.27

For da kan lyset slå seg på først når det blir mørkt og slå seg av igjen når det blir lyst ute.

11.28

Om det er mennesker eller dyr til stede i rommet.

11.29

En type bevegelsesdetektor

11.30

Den kan slå av lyset når det ikke er noen til stede i rommet.

11.31

Gjennom å behovstilpasse lyset ved å slå av og på lyset når den registrerer om det er mennesker til stede.

11.32

En tilstedeværelsesdetektor er mer følsom, nøy og bedre til å registrere om det er mennesker i et lokale.

11.33

PIR, ultralyd og fotocelle

11.34

Ultralyddetektoren registrerer mennesker bak en skjermvegg. Det gjør ikke en PIR, som da opplever at rommet er tomt, og vil kunne slå av lyset til tross for at det kan være mennesker til stede.

11.35

Utstyret har blitt mye billigere, enklere i bruk og mer fleksibelt i tillegg til at vi har blitt mer miljøbevisste.

11.36

Trykknapsbrytere, sensorer og givere som for eksempel termostat, fotocelle, PIR og tilstedeværelsesdetektor, CO₂-sensor, brann- og innbruddsdetektorer mm.

11.37

Av-og-på-brytere, dimmere, «stikkontaktplugg», transformator mm.

11.38

Det er ikke behov å trekke kabel og ledere mellom sender og aktuator. Senderen kan festes der behovet er størst.

11.39

Kommunikasjonen går via radiobølger som varer ca. 0,1 sekund.

11.40

Den enkleste programmeringen er å trykke på en programmeringsknapp på både sender og aktuator. Da parer vi de to enhetene sammen slik at for eksempel en trykknapp påvirker en dimmer.

11.41

Med PC, mobil eller nettbrett, og bruk av dataprogrammer og apper.

11.42

1. Når radiosignalene har vanskelig å komme frem, for eksempel gjennom tykke betongvegger eller mellom etasjer.
2. Det trengs ikke innebygget batteri i senderen.

11.43

Ca. 29 V DC

11.44

Telegram

11.45

Åpen standard betyr at alle produsenter kan lage utstyr til KNX.

11.46

Når vi trykker på trykknappbryterens PÅ-knapp, går det et signal, et telegram, med en spesiell adresse i busskabelen. Mottakeren som er knyttet til lysbryteren kjenner igjen adressen trykknappbryteren sendte ut. Mottakeren slår da på spenningen til lampen/lysarmaturen.

11.47

Med et spesialprogram, ETS. ETS kan lastes ned gratis og brukes fritt med maks fem komponenter. Dette er mer enn nok for å teste ut og prøve programmering på skolen.

Kapittel 12 Behovsstyrte anlegg for varme

12.1

For å spare energi.

12.2

Isolering av tak, gulv, vegger, vindu og ytterdører. Størrelsen på huset. Brukernes vaner. Dusjer man ofte og lenge? Sover man med åpent vindu og varmen på? Antall beboere. Ytre klima. Hvor kaldt det er på stedet. Det trengs mer oppvarming lenger nord i landet.

12.3

Det kan begynne å brenne.

12.4

Det er lett å tilpasse bruken og forandringer i et rom.

12.5

Under vinduer

12.6

Temperaturforskjeller i rommet. Hvis panelovnen havner bak møbler, kan det bli dårlig varmespredning.

12.7

Måten luften passerer og varmes opp av ovnen.

12.8

Gjennomstrømningsovn – fordi luften strømmer gjennom ovnen.

12.9

Lufta blir oppvarmet når lufta kommer i direkte kontakt med varmespiralene inne i ovnen. Varmlufta begynner da å sirkulere.

12.10

Varmespiralen varmer opp overflaten på panelovnen, som da varmer opp lufta rundt panelovnen. Den varme lufta begynner å sirkulere.

12.11

En lukket panelovn er større enn en åpen panelovn.

12.12

En varmevifte har en vifte som blåser lufta gjennom en varmespiral.

12.13

Enleder, toleder og selvbegrensende varmekabel

12.14

Enleder og selvbegrensende varmekabel er vanligst, men toleder varmekabel kan også brukes.

12.15

Toleder varmekabel.

12.16

Fordi føttene blir varmet opp. Resten av kroppen føles da varmere.

12.17

Vi kan senke temperaturen og spare energi.

12.18

Varmekabel kan anvendes til totaloppvarming av boligen. Varmekabelen kan brukes i tillegg til for eksempel en vedovn. Når varmekabelen ligger nær gulvoverflaten med isolering under er det lett å tilpasse varmen til behovet: Kaldt når ingen er hjemme og varmt når vi er til stede. Det kan være lavere temperatur i rommet. Varmen stiger rett oppover fra gulvet mot taket. Varmekilden er ikke synlig, og det blir lett å plassere møbler. Det er enkelt å legge ny varmekabel ved ombygging, da det nye gulvet med varmekabel kun bygger rundt 3 cm. Varmekabel kan brukes også rett under tregulv.

12.19

Riktig effekt til behovet. Ved trekk fra vinduer må det være større effekt under vinduet. Bruk av ekstra isolerplater ved gamle gulv med dårlig isolering. Monter varmekabelen så høyt som mulig i et gulv.

12.20

Energiøkonomisering

12.21

Termostat. I dag er det kun lov å selge elektroniske termostater.

12.22

Vi stiller inn ønsket temperatur og termostaten slår på varmen når det blir kaldt og slår av varmen når det blir varmt.

12.23

Nei – behovet for opplevd varme øker med alderen eller når man er syk.

12.24

Man sparer energi.

12.25

Dag- og nattsenking

12.26

I tillegg til elektrisk varme kan for eksempel en solfanger varme opp vannet når det er sol, varmepumpe kan brukes når det ikke er veldig kaldt, pelletsovn brukes som tilleggsvarme de dagene det er ekstra kaldt. Da bruker vi den energiformen som passer best til behovet og forutsetningene.

12.27

Elektrisk oppvarming er lett å tilpasse og holde på en jevn temperatur.

12.28

Lett å behovsstyre når en trenger mindre og høyere temperatur.

12.29

Lett å behovsstyre når en trenger mindre og høyere temperatur. Ny rentbrennende ved- og pelletsovner slipper ikke ut CO₂, men forurenses med sotpartikler.

12.30

Det produseres varmtvann uten forbruk av energi, mer enn til den lille pumpa som får det oppvarmede vannet til å sirkulere.

12.31

Det er hvor mye varme de slipper ut, og hvor lite energi som trengs for å varme opp huset.

12.32

Energiforbruket skal være mindre enn 15 kW/h per m² og per år.

12.33

Halvparten av oppvarmingen skal være fornybar energi.

12.34

Energiforbruket skal være mindre enn 30 kW/h per m² og per år.

12.35

Nullhus har omtrent ikke forbruk av energi til oppvarming i det hele tatt. Oppvarming skjer med for eksempel varmepumpe og solfanger eller andre fornybare energikilder.

12.36

Et plusshus skal produsere mer energi enn huset forbruker. Overskuddsenergien kan selges eller lagres i batteripakker.

12.37

Tett kald trekk! Senk innetemperaturen så mye som mulig. Senk varmen i rom som ikke brukes. Luft godt og raskt. Undersøk andre oppvarmingsmåter. Slå av lys når ingen er i rommet. Husk å slå av TV-en, ikke bare sett den på standby. Dette bør man gjøre også på grunn av brannfare.

12.38

Enova jobber for å bevisstgjøre oss i bruken av strøm og energi.

12.39

Energi (E) måles i joule (J). For måling av elektrisk energi brukes som regel wattimer (1 Wh = 3600 J). 1 Wh er en svært liten energienhet, så det er vanlig å bruke 1 kWh (1 kilowattime = 1000 Wh).

12.40

Energi er «drivkraften» i universet. Det alt vesentligste av den energien vi kjenner til, får vi som stråling fra sola. Energien opptrer i mange former, som lys, varme, bevegelse, potensiell, kjemisk binding og elektrisitet.

12.41

Effekt (P) måles i watt (W).

12.42

Effekt betyr energi omsatt per tidsenhet (timer eller sekunder). Høy effekt er altså mye energi omsatt på kort tid. Effekten til et elektrisk apparat sier oss hvor mye energi den kan levere i løpet av et visst tidsrom. Effekten til en varmeovn forteller hvor mye varme den kan avgi. Effekten til en motor forteller hvor stor last den kan trekke.

12.43

Når vi styrer effekten på varmen til en varmeovn eller en varmekabel, avgir den like mye varme uansett hvor varmt eller kaldt det er i rommet. Ved styring brukes IKKE TERMOSTAT, men en vanlig av/på bryter.

12.44

Når vi regulerer effekten til en varmeovn eller varmekabel så tilpasses varmen slik at man får en jevn temperatur i rommet. Ved regulering BRUKES TERMOSTAT som holder varmen på en jevn temperatur. I en regulering er det alltid en tilbakemelding som forteller om det er for varmt eller for kaldt.

12.45

60 – 100 W/m²

12.46

120 – 150 W/m²

12.47

På badet bruker man normalt mindre med klær og man kan være våt etter en dusj.

12.48

En elektronisk termostat er mer nøyaktig og sparer mer energi.

12.49

De datateknologiske enhetene kan kommunisere med hverandre og kan programmeres med PC-program eller app.

12.50

Ved å samkjøre varme, lys og ventilasjon er det store miljømessige og økonomiske gevinster ved at energiforbruket kan senkes uten at det påvirker komforten.

12.51

Panelovn, varmepanel og varmelist

12.52

Varmeovnens effekt, type og størrelse i forhold til rommet den skal brukes i.

12.53

Med elektronisk termostat

12.54

Lett å regulere og tilpasse varmen. Det vil si at det er lettere å ha dag- og nattsenking for å tilpasse bruken når rommet kan være kaldere og varmere.

12.55

Da er det risiko for at det blir kalde soner på gulver. Dette er spesielt viktig på badet for der går vi barbeinte og kan være våte.

12.56

c-c avstanden er avstanden mellom sløyfene.

12.57

Kun ute

12.58

Toleder varmekabel kan brukes nesten over alt.

12.59

Den avgir høy elektromagnetisk stråling.

12.60

Den avgir nesten ikke noe elektromagnetisk stråling.

12.61

Selvbegrensende varmekabel forandrer varmeeffekten. Når det er kaldt rundt den selvbegrensende varmekabelen blir den varm. Når temperaturen rundt varmekabelen øker, synker effekten til den selvbegrensende varmekabelen.

12.62

For å spare energi. Hvis termostaten stilles på +5 °C så sparer man energi når det over +5 °C, da det i likevel ikke kan dannes is i takrennen.

12.63

Varmefolien er tynn. Ved rehabilitering og ombygning er det lett å behovsstyre varmen.

12.64

Ved rehabilitering og ombygning

12.65

Varmtvannsberederen

12.66

Fast installasjon. Det betyr at det er ikke lov å bruke støpsel og stikkontakt. Kabelen fra varmtvannsberederen må kobles til en boks med strekkavlastning.

12.67

Arealet av rommet. Hva rommet skal brukes til. Isolering: Har rommet mange vinduer, isolasjonstykkelse i vegger, gulv og tak, om rommet har yttervegg eller kaldt rom over eller under. Hvor i landet huset ligger.

12.68

Fordi at ved bruk av termostat holder temperaturen seg uansett til ønsket varme. Ved å bruke høyere effekt enn det det er behov for så kan temperaturen i rommet raskere komme opp i ønsket temperatur etter natt- og dagsenking.

12.69

60 °C

12.70

40 – 60 % luftfuktighet

12.71

Ventilasjon eller ved å tilføre fukt til lufta.

12.72

Nær det elektriske apparatet. En dobling av avstanden minker det elektromagnetiske feltet med en fjerdedel.

Kapittel 13 Produksjon, lagring og overføring av elektrisk energi

13.1

Den omdanner bevegelsesenergi til elektrisk energi.

13.2

I et kraftverk for å drive generatoren.

13.3

Ved at vannet renner fra et høyere til et lavere nivå. Vannet blir ledet inn i en turbin, som igjen driver en generator.

13.4

Propellen er en vindturbin som driver en generator.

13.5

Solcellepaneler omformer solenergi direkte til elektrisk energi.

13.6

Olje eller kull brennes i et forbrenningskammer, som så varmer opp vann til damp. Dampen blir ført inn under høyt trykk til en dampturbin. Turbinen driver en generator.

13.7

Gassen brennes direkte inne i en jetmotor. Varmen som utvikles, ledes inn i en turbin som driver en generator. Avgassene har nok energi til å varme vann til damp. Dampen blir ført inn under høyt trykk til en annen turbin. Denne turbinen driver en generator.

13.8

Når uranatomer spaltes, skapes det varme som videre brukes til å varme opp vann til damp. Dampen blir ført inn under høyt trykk til en dampturbin. Turbinen driver en generator.

13.9

Fornybar energi. Høy virkningsgrad. Lite forurensning. Ved stans kan anlegget startes opp raskt. Relativt billig energi

13.10

Store inngrep i naturen. I vestlige land er det meste av vannenergien utbygget. Avhengig av vassdrag.

13.11

Fornybar energi. Egner seg bra i Norge. Ingen forurensning i forhold til utslipp. Ved stans kan anlegget startes opp raskt. God virkningsgrad, men tar kun opp et lite område av vinden. Relativt billig energi.

13.12

Må plasseres der hvor det er mye vind, og det må settes opp mange møller. Store inngrep i naturen. Støy fra vindturbin (propell). Leverer ingen energi når det er vindstille eller for sterk vind.

13.13

Fornybar energi. Fint på hytte og båt, hvor det ikke er krav til høyt effektbehov. Ved stans kan anlegget startes opp raskt. Kan installeres hvor som helst.

13.14

Store anlegg til større effekter. Dyr energi. Avhengig av sol. Dårlig virkningsgrad.

13.15

Store ressurser på kort sikt. Kan installeres hvor som helst. Relativt billig energi på kort sikt.

13.16

Ikke-fornybar energi. Store utslipp av klimagassen CO₂, svovel og andre skadelige stoffer. Ved driftsstopp tar det lang tid å starte opp anlegget. Dårlig virkningsgrad.

13.17

Kan installeres hvor som helst. Relativt billig energi på kort sikt.

13.18

Ikke-fornybar energi. Store utslipp av klimagassen CO₂, svovel og andre skadelige stoffer. Ved driftsstopp tar det lang tid å starte opp anlegget. Dårlig virkningsgrad.

13.19

På kort sikt er store ressurser tilgjengelige. Små forurensning når anlegget fungerer som det skal. Rimelige strømpriser. Kan installeres hvor som helst.

13.20

Ikke-fornybar energi. Fare for forurensning av store områder av ekstremt helsefarlig avfall. Avfallet må lagres forsvarlig i mange generasjoner.

13.21

Energioperatør er en elektrofagarbeider som arbeider innen energiproduksjon og energiforsyning.

13.22

Overvåke og drifte energiproduksjonen. Vedlikehold.

13.23

ACER er et felles energimarked i EU og EØS for elektrisitet og gass.

13.24

Kontroll av energimarkedet med blant annet rettferdig prissetting. Samordne nye elkabler og gassrør mellom landene. Samordne lovgivningen i forhold til felles energimarked.

13.25

«Agency for the Cooperation of Energy Regulators» eller på norsk, «Europeisk energiregulatorbyrå».

13.26

Transmisjonsnett, regionalnettet og distribusjonsnett

13.27

Et landsdekkende ledningsnett. Meget høyt spenningsnivå (300 kV, 420 kV) og relativt lite energitap. Transmisjonsnett ble tidligere kalt sentralnett.

13.28

Et ledningsnett som normalt går frem til kommunen. Høye spenningsnivåer (66 kV, 132 kV) med litt større energitap.

13.29

Et ledningsnett som normalt går innom kommunen og frem til boligfelt og større fabrikker. Spenningsnivåer på for eksempel 11 kV og 22 kV. Har enda litt større energitap. Derfor brukes disse på kortere avstander.

13.30

Ledningene går i lufta og er festet på stolper.

13.31

Ledningene går i bakken.

13.32

Utenfor tettbebygde strøk

13.33

Lett og rimelig å bygge. Utsatt for vær (snø) og vind.

13.34

I tettbebygde strøk

13.35

Fordelen er at kablen ikke er i veien og ikke er utsatt for snø og vind. Ulemper er at det er vanskeligere å reparere ved feil og kan være utsatt ved graving.

13.36

Energimontøren er en elektrofagarbeider som arbeider elektrisk energi fra produksjon helt frem til forbrukerne.

13.37

Reise master og strekke linjer, strekke og montere kabler, montere transformatorer, koblingsanlegg og styringsanlegg. Vedlikehold og ettersyn og feilsøking.

13.38

Måleren som måler energiforbruket hjemme hos oss.

13.39

Klimagasser påvirker klimaet og bidrar til global oppvarming.

13.40

Karbondioksid, CO₂

13.41

Metan (CH₄), lystgass (N₂O), hydrofluorkarboner (HFK), svovelheksafluorid (SF₆) og perfluorkarboner (PFK)

13.42

FNs klimakonvensjon ønsker at klimagasser i atmosfæren skal stabiliseres på et nivå som forhindrer en farlig og negativ menneskeskapt påvirkning på klimasystemet.

13.43

Flere forslag og lover for å forbedre miljø og klima som landene i EU må forholde seg til.

13.44

Målene er å minske CO₂-utslippene og minske energiforbruket.

13.45

«Lov om klimamål (klimaloven)»

13.46

Reduksjon av klimagassutslipp fra 1990- til 2030-nivå med minst 40 %.

13.47

Reduksjon av klimagassutslipp fra 1990- til 2050-nivå med 80 – 95 %. Norge skal være et lavutslippssamfunn, som beskrevet i Parisavtalen fra 2015.

13.48

Brukes for å kontrollere og redusere CO₂-utslippene i EU og EØS.

13.49

For å redusere CO₂-utslippene

13.50

Blant annet innen transport, landbruk, avfall og bygg og anlegg og deler av industrien og petroleumssektoren.

13.51

Til å lage varme til oppvarming og til å produsere elektrisk energi.

13.52

For å minske CO₂-utslippene.

13.53

I de regionene og landene som produserer kull blir mange arbeidsplasser borte.

13.54

Til å lage varme til oppvarming og til å produsere elektrisk energi.

13.55

Man minsker CO₂-utslippene.

13.56

CCS betyr å rense utslippene ved forbrenning av gass. Man bruker begrepet å «fange» CO₂-utslippene ved forbrenning av gassen.

13.57

CCU betyr at man først fanger utslippene, og så bruker CO₂-forurensningen sammen med grønt hydrogen for å lage flytende elektrodrivstoff, såkalt e-drivstoff. E-drivstoffet er på en måte kjemisk fremstilt grønn bensin og grønn diesel.

13.58

Kjemisk fremstilt grønn bensin og diesel som er miljøvennlig uten farlige utslipp av CO₂.

13.59

Bytte ut forbrenningsmotoren til elmotor fordi elmotoren har mye høyere virkningsgrad.

13.60

Batteripakker og hydrogen

13.61

Ved bruk av elmotorer eller bruke e-drivstoff.

13.62

Gjennom å bruke intelligent styring med behovstilpasset automatisering av varme, lys og ventilasjon.

13.63

Vannenergi

13.64

Vind, tidevann, bølger, sol, bioenergi og hydrogen

13.65

Ved å bruke stillingsenergien til vann til å lede vannet fra et høyere nivå ned til energiverket. Vannet driver turbinhjulet rundt og trekker med seg generatoren som er koblet til samme aksel.

13.66

Fordi det er forskjell mellom vannenergiverkene. På grunn av forskjeller i vannmengde og fallhøyde vil det komme mye eller lite vann og det vil høyt eller lavt trykk.

13.67

Vinden driver propellbladene som driver generatoren. For å få riktig turtall på generatoren brukes et gear. Vindmøllene reguleres automatisk alt etter vindstyrken og vindretningen.

13.68

Fordi at både på kysten og på vidda blåser det mye hele tiden.

13.69

Ved at vann går frem og tilbake med tidevannet. Propeller brukes på samme måte som ved et vindenergiverk.

13.70

Det finnes litt forskjellige teknikker, men man kan bruke en stor «dupp» som går opp og ned. Denne er koblet til en aksel og videre til en generator.

13.71

Solceller brukes til å lage elektrisk energi, mens solfangere brukes til å varme opp væske.

13.72

Solfangere har best virkningsgrad, opp mot 50 %, mens en solcelle har en virkningsgrad opp mot 20 %.

13.73

Biobrensel lages av plantevekster.

13.74

Gass, væske eller fast form

13.75

Biogass, metangass, dannes når vekster og matavfall begynner å råtne.

13.76

Etanol er en type alkohol som dannes ved gjæring av sukker i vekster. Biodiesel dannes ved kjemiske reaksjoner med olje fra vekster som for eksempel rapsolje og soyaolja.

13.77

For eksempel ved å presse flis fra tre til pellets.

13.78

Mekanisk lagring, termisk lagring, elektrisk lagring og kjemisk lagring av energi

13.79

Ved å pumpe vann opp i en vanndam, for å så bruke vannet til å produsere energi når det er høy pris på energien.

13.80

Ved å varme opp varmtvann om dagen ved hjelp av sol og solfangere, for å så bruke energien på kvelden når vi har bruk for varmtvannet.

13.81

Ved å bruke fornybare energikilder som er avhengige av sol eller vind for å produsere grønt hydrogen. Grønt hydrogen kan lagres og transporteres dit der det er behov for energien.

13.82

Batterier - stasjonære batterier - kan brukes til å lagre store mengder elektrisk energi.

13.83

Kjøretøyet lader fra den kobles i laderen frem til den kobles fra eller kjøretøyet er fulladet.

13.84

Kjøretøyet begynner ikke å lade umiddelbart når den tilkobles, men på et predefinert tidspunkt.

13.85

Ladingen styres automatisk med ytre signaler. Et slikt signal kan for eksempel være variasjoner i energiprisen.

13.86

Smart lading hvor energi også kan tilbakeføres fra kjøretøyet batteri til strømmettet.

13.87

Lages av ren fornybar energi, hvilket gir null miljøskadelige utslipp.

13.88

Lages av naturgass. CO₂-utslippene fra naturgassen fanges og lagres i store lommer i bakken (CSS).

13.89

Lages av naturgass uten å ta vare på og lagre. Miljøkonsekvenser på grunn av store CO₂-utslipp.

13.90

Grøntn hydrogen, solenergi, vindenergi og vannenergi sammen med lagring av energi i batterier.

13.91

Elektrisitet 4 %, olje og petroleum 34%, ved og avfall 6 %, gass 4 %, kull og koks 3 % og fjernvarme 2 %.

13.92

Olje 34 %, kull og koks 26 %, gass 21 %, bioenergi 10 %, kjernekraftverk 6 %, vannkraft 2 % og andre kilder 1 %.

Kapittel 14 Produksjon og lagring av fornybar energi

Oppgavene i dette kapitlet er en blanding av praktiske teoretiske spørsmål til byggingen av et solcelleanlegg. Det er derfor ikke laget fasit til dette kapitlet.

Kapittel 15 Fordelingssystemer og jordingssystemer

15.1

E-verkets kabel som går frem til tilknytningsskapet.

15.2

Det er koblingspunktet mellom e-verkets kabel og huseiers utstyr og ansvar. Det er også koblingspunktet (grensesnittet) mellom ekom og huseiers utstyr.

15.3

Det er kabelen som går fra tilknytningsskapet inn til fordelingsskapet (sikringsskapet).

15.4

PFXP fordi at alle ledere har isolasjon, også beskyttelseslederen. Det betyr at kabelen er dobbelt isolert.

15.5

Å fordele energien ut på flere kurser. En kurs består av et vern og kabel som går ut til stikkontakter, lysarmaturer og annet elektrisk utstyr. I tillegg er det vanlig med ekomutstyr i en del av fordelingsskapet.

15.6

Å beskytte ledere og kabel og elektrisk utstyr for å bli så varme at de ødelegges.

15.7

Jordfeilautomaten bryter kortslutningsstrømmer, overbelastningsstrømmer OG jordfeilstrømmer på over 30 mA.

15.8

I fordelingsskapet

15.9

Overbelastningsvernet beskytter hele fordelingsskapet og inntakskabelen mot for høy strøm.

15.10

230 V

15.11

Brukes i alle gamle systemer. Brukes når livsviktig utstyr må fungere ved jordfeil, som ved sykehus og i gruver. Jordfeilstrømmen blir mindre enn i et TT-nett.

15.12

Kun 230 V, noe som gir større strømmen og tykkere tverrsnitt på ledere og kabler. IT-nett blir et TT-nett ved feil på e-verkets overspenningsvern ved lynnedslag.

15.13

230 V mellom fase og nøytralleder og 400 V mellom fasene.

15.14

Brukes i «alle» nye systemer. Ved kortslutning mellom faseleder og jording løser vernet ut med en gang. Tilgang til både 230 V og 400 V. Høyere spenning og lavere strøm. Mindre tverrsnitt på kabelen enn i et IT-nett. Lavere spenningstap på nettet fra e-verkets transformator frem til boligen på grunn av høyere spenning mellom fasene – 400 V.

15.15

Må ikke brukes på operasjonsrom på sykehus, da vernet løser ved jordfeil.

15.16

230 V

15.17

Et driftssikkert fordelingsnett. Brukes kun i områder med mye lynnedslag.

15.18

Beskyttelseslederen er lederen som skal føre feilstrømmen fra belastningen til PE-skinne og videre til hovedjordskinnen og videre ned i bakken. Beskyttelseslederen har gul/grønn isolasjon som i for eksempel i PFXP-kabel eller blank kobberleder som i for eksempel PR-kabel.

15.19

Hovedjordskinnen sitter normalt plassert ved siden av vannmåleren på eldre hus. I nye boliger sitter hovedjordskinnen i tilkoblingsskapet. I næringsbygg er hovedjordskinnen plassert i et teknisk rom.

15.20

Jordlederen trekkes mellom hovedjordskinnen og jordelektroden.

15.21

Jordelektroden er blank kobberleder som er gravd ned under bygget for å lage god kontakt mellom byggets jordsystem og jordsmonnet. Man kan også bruke et jordspyd.

15.22

Utsatt ledende del betyr at dekslet på et elektrisk apparat er av metall, slik at det er utsatt for farlig spenning ved feil. Utsatt ledende del kan være metallgodset på en varmeovn, brødrister, komfyr og lignende som kan bli spenningsførende på grunn av feil.

15.23

Jordfeil er når det går en feilstrøm, for eksempel når isolasjonen rundt en strømførende leder blir skadet eller strømførende lederen kommer i kontakt med dekslet til en komfyr.

15.24

Det er «jordings»-skinnen i fordelingsskapet der alle gul/grønne beskyttelsesledere er koblet sammen.

15.25

Det må være lav resistans fra metalldeksler ned til jord i bakken. Det er da viktig at det er god kontakt på alle koblinger, at det brukes korte beskyttelsesledere og at det er god kontakt mellom jordelektroden og jordsmonnet.

15.26

En jordelektrode som ligger i en ring under huset eller bygget.

15.27

En jordelektrode som er slått ned i bakken.

15.28

En jordelektrode som er sveiset faset for eksempel i armeringen i grunnmuren eller festet til stålkonstruksjoner i bygget.

15.29

At det er god kontakt fra det elektriske apparatet hele veien ned i bakken. Dette fordi en feilstrøm skal gå i beskyttelseslederen og videre ned i bakken i stedet for gjennom mennesker, som da vil bli utsatt for elektrisk sjokk og kan dø.

15.30

I tilknytningsskapet

15.31

Kortslutningsvernet beskytter e-verkets stikkabel mot høye kortslutninger.

15.32

Bryteren brukes for å kunne bryte spenningen i resten av installasjonen. Bryteren skal låses og gult markeringsskilt med svart tekst «Arbeid pågår» skal monteres.

15.33

Overspenningsvernet (OV) beskytter utstyr og apparater mot overspenning. Overspenning kan komme av lynnedslag og tordenvær.

15.34

Energimåleren måler energiforbruket vårt. Informasjonen sendes til e-verket, som gir informasjonen videre til energiselskapet slik at vi får en regning ut ifra hvor mye energi vi har brukt, i tillegg til nettleie, skatter og merverdiavgift.

15.35

Energimåleren monteres av e-verket.

15.36

Overbelastningsstrøm er den strømmen som oppstår når vi kobler for mange apparater til en kurs slik at sikringen løser ut.

15.37

Kortslutningsstrømmen er den strømmen som oppstår ved en feil der for eksempel to faser får kontakt. Vernet må løse momentant (med en gang). Vernets I_5 forteller hvor høy kortslutningsstrøm som må til for at vernet skal løse ut med en gang.

15.38

Merkestrømmen forteller hvor stor strøm et vern tåler før den løser ut ved overbelastning. Vernets I_n forteller hva merkestrømmen er.

15.39

Startstrømmen er hvor høy strøm som oppstår når for eksempel en motor starter. Vernets I_4 forteller hvor høy startstrøm vernet tåler uten å løse ut.

15.40

Jordfeilstømmen er strøm som oppstår når en fase kommer i kontakt med for eksempel dekkelet på en brødrister. For å beskytte mennesker skal vernet løse ut på mindre enn 30 mA.

15.41

De vanligste er B- og C-elementautomater.

15.42

B-automaten trenger ikke like høy kortslutningsstrøm for å løse ut som en C-automat. B-automaten klarer ikke like høy startstrøm som en C-automat.

15.43

C-automaten passer best til installasjoner som trekker høy strøm i starten, som når mange PC-er starter samtidig, og til store belysningsinstallasjoner der LED-armaturer slås på samtidig.

15.44

De tåler like høy belastningsstrøm.

15.45

Smeltesikringen tåler høyere kortslutningsstrømmer før de eksploderer.

15.46

Utløsestrømmen/merkestrømmen skal ikke være over 30 mA.

15.47

Type A

15.48

Type B fordi den bryter også for pulserende likestrøm.

15.49

RCD-vern («Residual Current Device»)

15.50

Motorvernbryteren bryter strømmen til motoren. Motorvernbryteren bryter både kortslutningsstrømmer og overbelastningsstrømmer. Overbelastningsstrømmen kan justeres og tilpasses motorens merkestrøm. Det er ikke behov for andre vern i motorinstallasjonen.

15.51

Overbelastningsstrømmen kan justeres og tilpasses motorens merkestrøm.

15.52

Bryter IKKE strømmen til motoren, gir kun signal til styrestrømmen. Løser IKKE på kortslutning. Det må være et ekstra vern som beskytter mot kortslutning.

15.53

Overspenningsvernet beskytter mot høye SPENNINGER som kan komme av tordenvær.

15.54

Ved høy spenning på en fase «lukker» en bryter i overspenningsvernet til jordingssystemet slik at den høye spenningen og strømmen (energien) kan gå ned i bakken i stedet for å ødelegge følsomme elektroniske apparater.

15.55

Dobbelisolert leder type RKK eller RZ1-K

15.56

T: Direkte forbindelse fra N-punktet (nøytralpunktet) i transformatoren til jordsmonnet.

15.57

N: Beskyttelseslederen er koblet til utsatte deler på et elektrisk apparat og videre direkte til transformatorens N-punkt med en egen leder (PEN-leder).

15.58

C: Nøytralleder (N) og beskyttelsesleder (PE) blir ført frem som en kombinert leder (PEN-leder).

15.59

S: Nøytralleder (N) og beskyttelsesleder (PE) blir ført frem som to separate ledere.

15.60

I: Alle spenningsførende ledere er isolert fra jordsmonnet.

15.61

T: Beskyttelseslederen er koblet fra utsatte deler på et elektrisk apparat direkte til jordsmonnet.

15.62

Forventet berøringsspenning er spenningsnivået på dekslet til et elektrisk apparat ved jordfeil. Den forventede berøringsspenningen skal være under 50 V. Det forutsetter at det er god nok kontakt hele veien mellom dekslet og jordsmonnet.

15.63

Overgangsresistansen er resistansen mellom jordelektroden og jordsmonnet. Overgangsresistansen sier hvor god kontakt det er mellom jordelektroden og jordsmonnet. Resistansen skal være så lav som mulig, det vil si god kontakt.

15.64

Jordfeilstrømmen er den feilstrømmen som oppstår når en fase kommer i kontakt med jordingsystemet, som når en fase kommer bort i dekslet til et vaffeljern.

15.65

Vi kobler to faser til stikkkontakten.

15.66

Ca. 0,5 A til 2 A

15.67

Fordi jordfeilstømmen i et IT-nett er lav, det vil si fra 0,5 til 2 A. Det betyr at en vanlig elementautomat/automatsikring ikke løser da merkestrømmen normalt er på 10 A eller 16 A.

15.68

Jordfeilautomaten trenger minimum 30 mA for å løse ut ved jordfeilstømmer.

15.69

Vi kobler en fase og nøytrallederen til stikkkontakten for å få 230 V.

15.70

Fra ca. 500 A til 1500 A i en bolig. På en bedrift blir den enda større.

15.71

Hvis man kobler feil så kan et elektrisk apparat som skal ha spenningen 230 V få 400 V i stedet. Da trekker det elektriske apparatet for mye energi, og blir for varm tog blir raskt ødelagt.

15.72

Jordfeilautomaten beskytter mot kortslutningsstrømmer, overbelastnings-trømmer og jordfeilstømmer. Jordfeilbryteren beskytter kun mot jordfeilstømmer.

15.73

A) fabrikat, B) Type G, C) jordfeilbryterens merkestrøm, D) elementautomaten merkestrøm, E) vernet er toplot, F) C-automat, G) Testknapp, H) elementautomaten merkestrøm, I) Høyeste strøm vernet tåler

15.74

Jordfeilbryteren måler strømmen som går inn i vernet og videre til belastningen, og sammenligner den med strømmen som kommer tilbake fra belastningen. Er det forskjell mellom disse to strømmene løser jordfeilbryteren ut.

15.75

Selektivitet betyr at det er vernet nærmest feilen som skal løse ut. Hvis det for eksempel oppstår kortslutning i en komfyr, er det vernet til komfyren som skal løses ut og ikke overbelastningsvernet.

15.76

Når overbelastningsvernet er litt tregere er det lettere å få selektivitet i installasjonen.

15.77

Det betyr at man tenker at alle belastninger i en bolig ikke brukes samtidig. Dette er samtidighetsfaktoren, som kan være mellom ca. 40 % (0,4) og 60 % (0,6).

15.78

AMS-måleren registrerer hvor mye energi som brukes og kan gi beskjed til boligens intelligente styring, for eksempel ved å slå av varmen en kort stund når man lager mat. Dette for å slippe toppforbruk.

15.79

Elnett, elmåler (AMS), ekomnett

Kapittel 16 Beregning av ledertverrsnitt og vern

16.1

Før jobben påbegynnes må man vurdere farene og finne riktig materiell og verktøy.

16.2

Skade som oppstår når en feilstrøm går gjennom kroppen. Skaden kan oppleves som ubetydelig, men man skal uansett oppsøkes lege.

16.3

Spennings størrelse og type og tiden vi er utsatt for feilstrømmen gjennom kroppen.

16.4

Ekstra lav spenning

16.5

50 V vekselspanning (AC) og 120 V likespenning (DC)

16.6

Når feilstrømmen går gjennom hjertet.

16.7

Når det oppstår en elektrisk feil og dekslet til et elektrisk apparat blir spenningsførende, som på en brødrister eller et vaffeljern. Eller ødelagt isolasjon på ledere og kabler, ødelagte kapslinger og deksler, ødelagt eller feil type vern mm.

16.8

Fse, Forskrift om sikkerhet ved arbeid i og drift av elektriske anlegg, § 8

Fel, Forskrift om elektriske lavspenningsanlegg, § 15

Fef, Forskrift om elektriske forsyningsanlegg, § 3-4

Fme, Forskrift om maritime elektriske anlegg, § 9

16.9

Personlig beskyttelse er verneutstyr som beskyttelse mot elektrisk sjokk: Godkjente verktøy, hansker, skotøy og heldekkende beskyttende klær.

16.10

Godkjent verneutstyr skal være merket med to trekanten og den høyeste spenning verneutstyret tåler.

16.11

Beskyttelse ved at vi ikke kommer i kontakt med spenningsførende deler, for eksempel helt deksel på lysbrytere, koblingsbokser og koblingsbrettet til en motor eller at isolasjonen til alle ledere og kabler er hele.

16.12

Det er som navnet sier; isolasjonen skal være hel og det skal ikke være mulig å komme i kontakt med spenningsførende deler slik at vi kan bli utsatt for elektrisk sjokk.

16.13

Det betyr at det ikke skal være mulig å komme i spenningsførende deler. Alle deksler og kapslinger skal alltid være på og festet ved testing av koblinger vi gjør på skolen. Det skal ikke være mulig å fjerne dekslene uten verktøy.

16.14

Det er at feilstrømmen brytes eller at feilstrømmen går direkte til bakken, for eksempel at det brukes vern for å bryte før ulykke skjer eller at det brukes beskyttelsesleder for å fjerne feilstrømmen ned til bakken slik at vi ikke utsettes for ulykker.

16.15

Vernet løser ved feil.

16.16

Beskyttelsesledere som er koblet til elektriske apparater og jordingssystemet videre ned i bakken. Utjevningsleder for beskyttelsesformål som er koblet mellom metallkonstruksjoner i et bygg og jordingssystemet videre ned i bakken. Og utjevningsleder for beskyttelsesformål som tilleggsutjevningsforbindelse som kobles mellom to elektriske apparater.

16.17

Gul og grønn

16.18

Jordfeilbrytere eller jordfeilautomat som løser ut innen 30 mA.

16.19

Ekstra isolering både på ledere og apparater.

16.20

Ekstra lav spenning, ELV, kobles til det elektriske utstyret, f.eks. 12 V, 24 V, eller 48 V.

16.21

Ekstra lav spenning, SELV, er at det elektriske utstyret er koblet til lav spenning, men IKKE ER KOBLET til jordingssystemet.

16.22

Ekstra lav spenning, PELV, er at det elektriske utstyret er koblet til lav spenning og ER KOBLET til jordingsystemet.

16.23

Når strømmen brytes før strømmen rekker å bli så stor at ledere, kabler, motorer eller annet elektrisk utstyr blir for varme slik at de blir ødelagt.

16.24

PVC tåler ikke temperaturer over 70 °C og avgir giftige gasser ved brann.

16.25

Normalt en kobbertråd der strømmen går.

16.26

Normalt består en kabel av ledere som samlet i en kappe for den skal være lett å installere. En kabel med to ledere tåler høyere strøm enn en kabel med mange strømførende ledere.

16.27

Vernets merkestrøm (I_n) er den strøm vernet løser ut på.

16.28

Belastningsstrøm (I_B) er den strømmen som et elektrisk apparat trekker.

16.29

Strømføringsevne (I_z) er den strøm som lederen tåler før strømmen blir så høy at varmen ødelegger isolasjonen. Det vil si lederens evne til å lede strøm.

16.30

Varmen blir veldig høy på halogenlampa og i takboksen.

16.31

Kabelens forlegningsmåte, antall ledere i kabelen, lederens tverrsnitt, omgivelsestemperaturen og hvor mange kabler som ligger ved siden av hverandre.

16.32

Strømføringsevnen finner vi i NEK 400-5-52, tabell 52B-1, 52B-2 og 52B-4.

16.33

Forlegningsmåten forteller hvordan kabelen er trukket og festet.

16.34

Lederne er trukket i rør inne i veggen, skult installasjon.

16.35

Kabelen er trukket utenpå vegg, åpen installasjon.

16.36

Kabelen er trukket og forlagt i «luft», det vil si på kabelstige, nettingkanal eller hullede (perforert) kabelkanal.

16.37

En leder med tverrsnittet $1,5 \text{ mm}^2$ tåler mindre strøm før den blir for varm. En tykkere leder, f.eks. $2,5 \text{ mm}^2$ gir mindre motstand for lederen og tåler mer enn $1,5 \text{ mm}^2$ før den blir for varm.

16.38

Hvis lederne og kablet er trukket og festet et sted der det er kaldt, f.eks. i et kjølerom, er den kalde luften med på å kjøle ned ledere og kablet, som da tåler høyere strøm. Hvis lederne og kablet er trukket et sted der det er varmt, f.eks. i taket i en bedrift, så er den varme luften med på å varme opp ledere og kablet, som da tåler mindre strøm før den blir for varm.

16.39

Når det ligger flere kabler ved siden av hverandre og det går en strøm gjennom disse så avgir alle varme. Denne varmen er med på å varme opp alle kablene, som da betyr at ledere tåler mindre strøm.

16.40

- a) $I_n = 16 \text{ A}$. Da den høyeste strømmen som kan kobles til stikkontakten er 16 A velges dette. Dette er et vurderingsspørsmål som man bestemmer ved risikovurderingen.
- b) $A = 2,5 \text{ mm}^2$ ut fra skjema.

EN- OG TOFASE INSTALLASJON

	Finn eller beregn:	Verdier	Kommentarer
1	Belastningsstrømmen I_B (A)	$I_B = 16 \text{ A}$	<ul style="list-style-type: none">• Beregn eller før inn oppgitt verdi
2	Vernet størrelse I_n (A) (Vernets nominelle utløsestrøm)	$I_n = 16 \text{ A}$	<ul style="list-style-type: none">• Se i produktkatalog• $I_B \leq I_n$
3	Referanseinstallasjonsmetode	C	<ul style="list-style-type: none">• Måten på hvordan kablet monteres• Se kolonne 1 og 2 i tabell 52B-1
4	Type lederisolasjon (PVC er vanligst på Vg1)	PVC	<ul style="list-style-type: none">• Se kolonne 3 og 4 i tabell 52B-1• Gjelder for PVC
5	2 eller 3 ledere i kablet	2	<ul style="list-style-type: none">• Se kolonne 3 og 4 i tabell 52B-1

6	Strømføringsvevnen I_z (A) (tabell 52B-2 eller 52B-4)	$I_z = 27 \text{ A}$ (tabell 52B-1, kolonne C)		<ul style="list-style-type: none"> $I_n \leq I_z$ Se kolonne 3 og 4 i tabell 52B-1
7	Ledertverrsnittet (mm^2) (tabell 52B-2 eller 52B-4)	$A = 2,5 \text{ mm}^2$		<ul style="list-style-type: none"> 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:	<ul style="list-style-type: none"> 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
		$t = 30 \text{ °C}$	1	
9	Korreksjonsfaktor for antall kabler ved siden av hverandre (tabell 52B-17 eller 52B-20)	Antall kabler til sammen:	Korreksjons faktor:	<ul style="list-style-type: none"> Oppvarming fra andre kabler Se henvisning fra kolonne 9 i tabell 52B-1
		1	1	
10	Ny I_z <u>med</u> korreksjonsfaktorer	$I_z = 27 \cdot 1 \cdot 1 = 27 \text{ A}$ Er I_z større eller lik I_n ?		<ul style="list-style-type: none"> Multiplisere I_z på rad 6 med korreksjonsfaktorene på rad 8 og 9 Lederens evne til å lede strøm må være større eller lik vernets størrelse, hvis ikke blir ledere varm.
11 A	KRAV 1 Når tverrsnittet er $\leq 4 \text{ mm}^2$ i en BOLIG Er $I_B \leq I_n$ (NEK 400 avsnitt 823.431.4.1)	$I_B \leq I_n$ 16 \leq 16	OK? OK	<ul style="list-style-type: none"> Må også kontrolleres opp mot I_z, krav 2 på rad 13. Lederen må tåle vernets størrelse: $I_z \leq I_n$
	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 avsnitt 431.4.1)	$I_B \leq I_n \leq I_z$ $\leq \leq$	OK?	
11 B				<ul style="list-style-type: none"> 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	KONTROLLER MED SÆRNORSKE KRAVET	$I_n = 10 \text{ A SKJULT installasjon: MINIMUM } 1,5 \text{ mm}^2$	OK?:
	For $1,5 \text{ mm}^2$, $2,5 \text{ mm}^2$ og 4 mm^2	$I_n = 13 \text{ A SKJULT installasjon: MINIMUM } 2,5 \text{ mm}^2$	OK?:
	(NEK 400 avsnitt 533.2)	$I_n = 13 \text{ A ÅPEN installasjon: MINIMUM } 1,5 \text{ mm}^2$	OK?:
	Dette er minstekrav. Tverrsnittet kan bli større avhengig av:	$I_n = 16 \text{ A ÅPEN/SKJULT installasjon: MINIMUM } 2,5 \text{ mm}^2$	OK?: OK
	• krav 1 på rad 1 – 11	$I_n = 20 \text{ A SKJULT installasjon: MINIMUM } 4 \text{ mm}^2$	OK?:
	• krav 2 på rad 13A og 13B • spenningsfall på rad 14	$I_n = 25 \text{ A ÅPEN installasjon: MINIMUM } 4 \text{ mm}^2$	OK?:

16.41

- a) $P_{\text{tot}} = P/\text{armatur (14 W)} * \text{antall armaturer (10 stk)} = 140 \text{ W}$. Vi bruker effektformelen for å beregne hvor mye strøm LED-armaturene trekker: $P = U * I \rightarrow I = P/U$
 $\rightarrow I = 140 \text{ W} / 230 \text{ V} = 0,61 \text{ A}$
- b) Vi velger et standardvern f.eks. 10 A B-jordfeilautomat. Hadde det vært enda flere LED-armaturer burde vi ha valgt en C-jordfeilautomat pga. startstrømmen til LED-armaturen.
- c) $1,5 \text{ mm}^2$ ifølge dokumentasjon i skjema.
- d) Ja; $0,6 \leq 10$.
- e) Ja; $14,5 \leq 16,6$
- f) $R_L = \frac{0,0175 \cdot 20 \cdot 2}{1,5} = 0,47 \Omega \rightarrow \Delta U = I_B \cdot R_L = 0,61 \text{ A} * 0,47 \Omega = 0,29 \text{ V}$.
- KONKLUSJON: Spenningstapet er $0,29 \text{ V}$ så spenningen ved LED-armaturene blir: $230 \text{ V} - 0,29 \text{ V} = 229,71 \text{ V}$. LED-armaturen tåler spenning ned til 220 V , så spenningstapet er ikke noe problem.

Kapittel 17 Motorstyringer

17.1

Å installere og koble, spenningssette, teste og feilsøke på motorinstallasjonen.

17.2

Læreren

17.3

Maskinsikkerhet (maskindirektivet), NEK EN 60204, og Tavlenormen NEK 439

17.4

NEK 400

17.5

Det skal være nedskrevet rutiner som beskriver grunnleggende beskyttelse, tilleggsbeskyttelse og hvem som er ansvarlig for testing av motorinstallasjonen. Klassens arbeidsrutine er en del av skolens IK-dokumentasjon.

17.6

Skrive ned de faremomenter som kan oppstå ved kobling, idriftsetting og bruk av den ferdige motorinstallasjonen.

17.7

Motorinstallasjonen skal ha grunnleggende beskyttelse: Se og kjenne på alle deksler og kapslinger for å sjekke at de er riktig montert og hele.

Tilleggsbeskyttelse: Se og kjenne på alle beskyttelsesledere og utjevningsledere for å sjekke at de er godt festet både til motor, skap og stativ og andre deler av metall. Vernet skal ha riktig merkestrøm og motorvernet skal være stilt inn på motorens merkestrøm.

17.8

Motorinstallasjonen skal kontrollmåles før spenningssetting for å være sikker på at installasjonen er sikker.

17.9

At det er god kontakt i hele jordingssystemet fra inntak til jordingpunkt i skapet videre til beskyttelseslederen og jordingsskruen til motoren og annet utstyr utenfor skapet.

17.10

Alle ledere og kabler skal være i orden slik at det ikke går en feilstrøm mellom en fase og jordingssystemet.

17.11

Den delen av en motorinstallasjon som får motoren til å virke slik vi ønsker.

17.12

Til start og stopp av motoren.

17.13

Det er en spole som danner et magnetfelt når det går strøm gjennom spolen. Dette magnetfeltet gjør at kontaktene i en kontaktor lukker seg (eller åpner seg).

17.14

Det beskytter motoren kun mot overbelastning, ikke mot kortslutning. Når motoren trekker for høy strøm åpner kontakten til tilkoblingskrue 95 og 96.

17.15

En tegning som viser hvordan koblingen av vern, trykknapper og kontaktor skal utføres.

17.16

NO

17.17

NC

17.18

A1 og A2

17.19

Holdekretsen gjør at man slipper å holde startknappen inne hele tiden. Det er nok med et trykk på startknappen. For å stoppe må man trykke på stoppknappen.

17.20

95-96

17.21

Fordi motorvernet selv ikke bryter strømmen til motoren, men det kan bryte styrestrømmen som i sin tur bryter strømmen til motoren.

17.22

Et koblingsskjema som viser hvordan strømmen går til motoren. I hovedstrømmen går det høy strøm. Hovedstrømmen styres av styrestrømmen.

17.23

Den slår av og på strømmen til motoren. Kontaktoren styres av kontaktorspolen som er koblet til styrestrømmen.

17.24

Det er motoren som utfører jobben. Den kan for eksempel drive en vifte, en pumpe eller et transportbånd.

17.25

«Sammenstilling av deler eller komponenter som er forbundet med hverandre, der minst en er bevegelig ...»

17.26

HMI (Human-Machine Interface)

17.27

Rask stopp av maskinene eller motoren ved fare eller ulykke.

17.28

Beskyttelse av den topolte kretsen til styrestrømmen mot overbelastning og kortslutning.

17.29

Beskyttelse av motor og kabel/ledere både mot overbelastning og kortslutning.

17.30

Et motorvern, termisk relé, bryter ikke strømmen til motoren og beskytter motor og kabel kun mot overbelastning.

En motorvern bryter bryter strømmen til motoren og beskytter motor og kabel både mot overbelastning og kortslutning.

17.31

Vernet skal stilles på motorens merkestrøm, det vil si maksimal strøm som motoren kan trekke før motoren blir ødelagt.

17.32

Et trepolt vern brukes til hovedstrømmen til motoren når vi har motorvern (termisk relé). En motorvern bryter har innebygget elementautomat/automatsikring og da trenger man ikke en trepolt elementautomat/automatsikring i tillegg.

17.33

PFXP har gul-grønn beskyttelsesleder, PFSP har skjerm som beskyttelsesleder og EMC-tett kabel beskytter mot elektromagnetisk støy.

17.34

Y- og D-kobling (eller Δ -kobling)

17.35

230 V og 400 V AC (vekselspenning)

17.36

Til å koble kabler utenfra skapet sammen med lederne inne i skapet.

17.37

Ved å bytte om på to av de tre fasene til motoren.

17.38

Å forhindre at motoren prøver å rotere begge veier samtidig. Ved å bruke forrigling så forhindrer vi at begge kontaktorene trekker samtidig slik at det blir kortslutning.

17.39

For å få flere hjelpekontakter da det noen ganger ikke er nok med den ene kontakten, tilkoblingskrue 13 og 14 på kontaktoeren.

17.40

Vi må bruke kabelskotang med moment for å få akkurat passe trykk. Hvis vi bruker en kabelskotang uten moment så kan kabelskoen løsne om vi klemmer sammen for løst, eller hvis vi klemmer sammen for hardt kan kabelskoen bli ødelagt.

Kapittel 18 Programmerbare logiske styringer – PLS

18.1

Det går raskere å koble om og gjøre forandringer. Det blir på sikt billigere å bruke PLS da tidsbruken blir mindre når maskinens funksjon skal forbedres og forandres.

18.2

Normalt er det 8 innganger, men det kan både være flere eller færre.

18.3

Kun en! Hvis det kobles flere trykknapper til en inngang, blir muligheten til å forandre på en enkel måte borte.

18.4

Normalt er det 4 utganger, men det kan både være flere eller færre.

18.5

Kun en! Hvis det kobles flere kontaktorer eller signallamper til en utgang blir muligheten til å forandre på en enkel måte borte.

18.6

Vanligst er 230 V AC, men det kan også være 24 V DC.

18.7

Ladder (ladder logic) er den vanligste måte å programmere styrestrømmen til en motor.

18.8

Normalt åpen (NO)

18.9

3 og 4

18.10

Som en normalt åpen kontakt.

18.11

Ingenting skjer da inngangen ikke får spenning før vi trykker på startknappen.

18.12

Kontakten i PLS-programmeringen skifter stilling fra normalt åpen (NO) til normalt lukket (NC).

18.13

Med en gang vi setter spenning på PLS-en skifter kontakten i PLS-programmeringen retning. Da er det viktig at stoppknapper programmeres som normalt åpen (NO), da kontakten lukker (NC) med en gang vi setter spenning på PLS-en.

18.14

Ettersom stoppknappen har normalt lukket kontakt (NC) så har inngangen spenning om ingen trykker på stoppknappen. Når vi trykker på stoppknappen så bryter vi spenningen til inngangen, og bryteren i PLS-programmeringen bryter da også.

18.15

En reléutgang kan brukes til både 230 V og 400 V. Normalt tåler en reléutgang større strømmer enn en transistorutgang.

18.16

Fordi om en nødstop bare går inn i PLS-en og det er en programmeringsfeil, så er vi ikke sikker på at motoren og maskinen stopper når vi trykker på nødstop. Hvis vi i tillegg kobler nødstoppen til et sikkerhetsrelé så brytes spenningen til kontaktoeren og motoren stopper uavhengig av PLS-programmeringen.

18.17

Den kobles til tre faser, rotoren er på en måte kortsluttet og rotoren roterer litt saktere enn nettets frekvens på 50 Hz.

18.18

Enkel å lage, billig, og sparer tid og penger ved at det er lite vedlikehold.

18.19

U1 og U2, V1 og V2 og W1 og W2

18.20

U1 og U2

18.21

V1 og V2

18.22

W1 og W2

18.23

Laskene kobles i D-kobling, trekantkobling, deltakobling eller Δ -kobling.

18.24

Laskene kobles i Y-kobling eller stjernekobling

18.25

L1 til U1, L2 til V1 og L3 til W1.

18.26

Vi snur på to av fasene: L2 til U1, L1 til V1 og L3 til W1.

18.27

En tilordningsliste viser hvilke trykkknapper, følere og sensorer som er koblet til inngangene og hvilke kontaktorer og signallamper som er koblet til utgangene.

Kapittel 19 Frekvensomformereren

19.1

Motorens fysiske oppbygging med en eller flere viklinger per fase, og frekvensen på nettspenningen til motoren.

19.2

Motorens turtall synker.

19.3

Omtrent 2800 omdreininger per minutt

19.4

Omtrent 1400 omdreininger per minutt

19.5

En topolt motor har halvparten så mange viklinger som en firepolt. Det betyr at rotoren til en topolt motor roterer en omdreining per sinuskurve. En firepolt roterer en halv omdreining per sinuskurve.

19.6

Hva er grunnen til at turtallet til motoren endrer seg med forskjellige nettfrekvenser?

Hvis frekvensen er lav, går det lang tid mellom hver sinuskurve og da blir det lavt turtall. Hvis frekvensen er høy, blir sinuskurvene tettere og hver sinuskurve er raskere og turtallet på motorakselen øker.

19.7

Litt avhengig av fabrikat, men normale turtall kan være frekvensen 0,5 Hz til frekvensen 100 Hz.

19.8

Omtrent 5600 omdreininger per minutt.

19.9

Det kan være at utstyret ikke tåler det høye turtallet og kan da bli ødelagt.

19.10

Frekvensomformerer danner elektromagnetisk støy som kan forstyrre annet elektrisk utstyr.

19.11

Elektromagnetisk kompatibilitet. Det betyr at det elektriske utstyret ikke forstyrrer annet elektrisk utstyr.

19.12

Ved å bruke godkjente kabler ut til motoren, spesielle støyfilter og koblinger og paknipler slik at støyen ikke sprer seg ut fra frekvensomformerer til annet elektrisk utstyr.

19.13

Det står i leverandørens datablad for kabelen.

19.14

Det står i leverandørens datablad for sikkerhetsbryteren.

19.15

Hvis spenningen til motoren blir for lav så blir motoren for svak. Da klarer ikke motoren til å trekke lasten og den blir overopphetet og kan bli ødelagt.

19.16

Lederens resistans og strømmen som går i kabelen.

19.17

Ved å bruke denne formelen kan man finne resistansen ved 20 °C.

$$R_{\text{leder ved } 20^{\circ}\text{C}} = \frac{\rho \cdot l \cdot \sqrt{3} \cdot \cos\varphi}{A}$$

19.18

$$\Delta U = R_{\text{leder ved } 20^{\circ}\text{C}} \cdot I_{\text{motorvernbyrter}}$$

19.19

$$U_{\text{motor}} = U - \Delta U$$

19.20

Hvor stort tap vi har i en motor.

19.21

Tilført effekt er den elektriske effekten som kommer inn i motoren. Avgitt effekt er den roterende mekaniske effekten ut på motor-aksen.

19.22

Tilført effekt P_1 og avgitt effekt P_2

19.23

η (måles i prosent)

19.24

At noe øker i hastighet, for eksempel når en motor starter og går fra stillestående til fullt turtall.

19.25

At noe minker i hastighet, for eksempel når en motor går med fullt turtall og turtallet minker ned mot stillestående.

19.26

- A) Spenningen som motoren skal kobles til. Laskene er koblet i stjerne eller trekant.
- B) Frekvensen 50 Hz
- C) Avgitt effekt P_2 på motorakselen
- D) Turtallet uten belastning på motorakselen
- E) Merkestrømmen, maks strøm motoren tåler å trekke uten å bli ødelagt.
- F) Motorens effektfaktor, faseforskyvning, $\cos\varphi$. Brukes i formler.

19.27

Forskjellen i prosent (%) mellom avgitt og tilført effekt.

19.28

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{P_{\text{ut}}}{P_{\text{inn}}} =$$

19.29

$$P_{\text{inn}} = U \cdot I \cdot \sqrt{3} \cdot \cos\varphi$$

19.30

På merkeskiltet

19.31

Energimerking av motorer

19.32

For å forbedre virkningsgraden til motoren.

19.33

Motoren må brukes sammen med frekvensomformer.

19.34

Man regner med å spare omtrent like mye energi i EU og EØS som hele Norges energiproduksjon.

19.35

IE2: Små motorer virkningsgrad over 0,77 (eller 77 %) og for store motorer virkningsgrad på over 0,92 (92 %).

IE3: Små motorer virkningsgrad over 0,8 (eller 80 %) og for store motorer virkningsgrad over 0,95 (95 %).

IE4: Små motorer virkningsgrad over 0,85 (eller 85 %) og for store motor virkningsgrad opp mot 0,97 (97 %).

19.36

Det turtallet på det roterende magnetfeltet som igjen trekker rotoren.

19.37

$$n_s = \frac{2 \cdot f}{poltall} \cdot 60$$

19.38

$$n_s = \frac{2 \cdot 50}{2} \cdot 60 = 50 \cdot 60 = 3000 \text{ opm}$$

19.39

Omtrent 2800 omdreininger per minutt.

19.40

$$n_s = \frac{2 \cdot 50}{4} \cdot 60 = 25 \cdot 60 = 1500 \text{ opm}$$

19.41

Omtrent 1400 omdreininger per minutt.

19.42

Det turtallet som står stemplet på merkeskiltet.

19.43

Sakking er forskjellen mellom det synkrone turtallet og merketurtallet. Sakking måler i prosent.

19.44

Rotoren består av to ringer som er koblet sammen med tykke, korte staver. Stavene gir så liten resistans at de kan sees på som kortsluttet.

19.45

På motorens merkestrøm, det vil si den maksimale strømmen som motoren tåler før den blir ødelagt.

19.46

Motorvern bryteren bryter hovedstrømmen ved overbelastning og kortslutning. Det termiske releet løser kun styrestrømmen ved overbelastning.

19.47

Frekvensomformereren har innebygget motorvern som kan programmeres.

19.48

- Systemets nettspenning
- Merkestrømmen til motoren
- Forlegningsmåten
- Omgivelsestemperaturen
- Antall kabler som ligger ved siden av hverandre
- Lengden til kabelen
- $\cos\phi$, faseforskyvning/effektfaktor

Kapittel 20 Måling av bevegelse, trykk og temperatur

20.1

For å spare energi, miljø og penger.

20.2

Trykknapper, sensorer og givere/følere

20.3

Belysning, kontaktorer og signallamper

20.4

PIR-detektoren registrerer når det er mennesker til stede i rommet. Den kan da gi beskjed når det skal være lyst i rommet og gi beskjed når lyset skal slukke.

20.5

Slik at det skal være mulig å forstå, utbedre og feilsøke en programmering. Gjelder spesielt store PLS-programmerer.

20.6

Lufta vi puster ut, karbondioksid

20.7

Ved hjelp av en varmeveksler der varmen fra den gamle lufta som suges ut fra rommet varmer opp den kalde utelufta før den blåser inn i rommet.

20.8

For å spare energi. Det er ikke behov for å ventilere like mye når det er få i rommet som når rommet er fullt av mennesker. I tillegg blir det mindre slitasje på utstyret hvis det ikke går for fullt hele tiden.

20.9

Man sparer energi da en EC-viftemotor trekker mindre strøm. Lettere å styre turtallet for å behovstilpasse ventilasjonen.

20.10

Fordi når PLS-en kobles til spenning så skifter de normalt åpne (NO) kontaktene i PLS-programmet til normalt lukket (NC). Dette fordi inngangene til PLS-en får spenning med en gang uten at vi trykker på stoppknappene.

20.11

Differensialvakten registrerer forskjell på lufttrykk.

20.12

For eksempel på to sider av en vifte for å registrere om vifta går eller for å registrere når et filter begynner å bli møkkete.

20.13

Fordi man da kan finne ut om det er noe feil med PLS-programmeringen før man tester oppgaven. Dette kan redde utstyr som ellers kunne ha blitt ødelagt.

20.14

For eksempel for å kontrollere at det er trykk i en ventilasjonskanal.

20.15

Vi trenger å justere spjeldet slik at det blir passe trykk etter vifta.

20.16

Innstilt temperatur

20.17

Registrere temperaturen på varmlufta etter varmebatteriet

20.18

Ved å plassere termostater i hvert rom for å behovstilpasse varmen til hvert enkelt rom.

20.19

Til å hjelpe til å varme opp lufta som blåser.

20.20

I små installasjoner som i en bolig.

20.21

I store installasjoner som i bedrifter, skoler, kontorkomplekser mm.

20.22

Fordi varmebatteriet fortsetter å varme en liten stund etter at spenningen er slått av til varmebatteriet. Hvis vifta stopper samtidig som varmen kan varmebatteriet bli for varmt.

20.23

De to innebygde termostatene beskytter mot overoppheting og brann.

20.24

Til å lage tidsforsinkelse – enten tilslags- eller fraslagsforsinkelse.

20.25

I denne oppgaven brukes tidsfunksjonen for å få vifta til å gå en stund etter at varmebatteriet er slått av, slik at varmebatteriet blir nedkjølt.

20.26

On-delayed betyr tilslagsforsinket og off-delayed betyr fraslagsforsinket.

20.27

For å vise funksjoner, for eksempel om en viftemotor går, om varmebatteriet er på eller om hele oppgaven er på.

20.28

For å gi beskjed til operatøren, for eksempel at et filter begynner å bli tett eller at vifta har stoppet.

20.29

Å kontrollere at spenningen er lik den spenningen som signallampen skal ha. Det kan være 12 V DC, 24 V DC, 48 V DC eller 230 V AC.

20.30

Inspeksjon utføres uten spenning, bruk sansene se, kjenne lukte og høre for å finne ut om ventilasjonsanlegget er i orden. Blant annet skal det kontrolleres at alle kabler har isolasjonen i orden og at de er godt festet.

20.31

Prøving er at man bruker måleinstrument for å kontrollere at ventilasjonsanlegget er sikkert. Måleresultatene skal noteres.

20.32

Kontinuiteten testes uten spenning på anlegget. Kontinuitet betyr at beskyttelseslederen skal kontrolleres i hele anlegget. Husk å kontrollere eventuell skjøtekabel som brukes til å koble spenning på anlegget.

20.33

Isolasjonsresistansen testes uten spenning på anlegget. Isolasjonsresistans betyr at isolasjonen på kabler til hovedstrømmen skal kontrolleres. NB! Det er viktig du bare tester isolasjonsresistansen på hovedstrømskabelen. Styrestrømmen bruker normalt 24 V og kan bli ødelagt fordi testspenningen til instrumentet er på 500 V.

20.34

Rapport: Skriv ned alt du har testet og resultatene av testene.

20.35

For å lære å vurdere seg selv, som gjør at man må tenke igjennom hva som har vært bra og hva som kan forbedres til neste gang. Når man har lært å vurdere sin egen installasjon kan man lettere vurdere hva man skal gjøre bedre neste gang. Da blir man flinkere og flinkere, hvilket en arbeidsgiver forventer.

20.36

De fleste moderne PLS-er har en eller annen busskommunikasjon.

20.37

Her kan det være Bluetooth eller annen trådløs kommunikasjon i forskjellige standarder.

20.38

Ifølge NEK EN 60204-1, Maskinsikkerhet skal lederne ha disse fargene:

- SORT: AC og DC effektkretser (det vil si hovedstrømmen)
- RØD: AC styrekretser (det vil si styrestrøm som er koblet til vekselspanning)
- BLÅ: DC styrekretser (det vil si styrestrøm som er koblet til likespenning, f.eks. 24 V DC til PLS-en)
- ORANGE: Unntatte kretser i henhold til avsnitt 5.3.5

20.39

I følge Cenelec HD 308 S2 er fargerekkefølgen brun, svart, grå for trelederkabler.

Kapittel 21 Luftbehandlings- og varmepumpesystemer

21.1

Luftkvalitet, varme og lys. I tillegg er det lyder og stoler og pulter, det vil si gode og trygge arbeidsstillinger.

Luftkvalitet (atmosfærisk miljø), varme (termisk miljø), lys (aktinisk miljø), lyd (akustisk miljø) og arbeidsstilling (mekanisk miljø).

21.2

En vifte som suger ut inneluft ut. Ny frisk luft kommer fra ventiler mm.

21.3

Balansert ventilasjon er som navnet sier – balansert. Det betyr at det trekkes ut like mye luft som det blåses inn. Fordelen ved å ha kontroll på inn- og utluft er at den varme luften som trekkes ut fra rommet er med på å varme opp den kalde friske luften som kommer utenfra og som blåses inn i rommet.

21.4

Varmeveksleren tar varmeenergien fra varmluften som trekkes ut fra rommet. Denne varmeenergien overføres til den kalde friske luften som kommer utenfra.

21.5

Filter brukes til å rense luften fra støv, pollen og annen grov forurensning. Det er viktig at luften er ren når den passerer varmeveksleren. Derfor brukes det filter både til luften som kommer innenfra og luften som kommer utenfra. I tillegg ønsker vi ren luft inn i rommet.

21.6

Det er på grunn av at mennesker puster ut karbondioksid (CO_2). Det er dette som gjør at vi får dårlig luft i rommet, det vil si dårlig inneklime. Det er karbondioksidet vi ønsker å ventilere ut.

21.7

Sterke kroppslukter, støv, fukt og bakterier i lufta

21.8

Maks 1000 ppm

21.9

Den kalde friske lufta trekkes inn utenfra og videre inn i varmeveksleren.

21.10

Fra varmeveksleren fordeles den oppvarmede frisklufta i rørsystemet inn i oppholdsrom, kontor, klasserom, stue og soverom.

21.11

I rørsystemet trekkes oppvarmet dårlig oppbrukt luft inn i varmevekslere. Avtrekkene plasseres i rom som er ekstra forurensede som toalett, bad og vaskerom.

21.12

Fra røret blåses den nedkjølte dårlige oppbrukte lufta ut utenfor bygningen.

21.13

Viser hvilke komponenter et ventilasjonsanlegg inneholder.

21.14

Fordi brann og røyk sprer seg lett når brannen får tilførsel av friskt oksygen. I tillegg kan brannen spre seg mellom to rom om den hete røygassen kan spre seg i rørsystemet i ventilasjonsanlegget.

21.15

At ventilasjonskanaler ikke ligger mot brennbare materialer, da kanalene blir veldig varme ved brann.

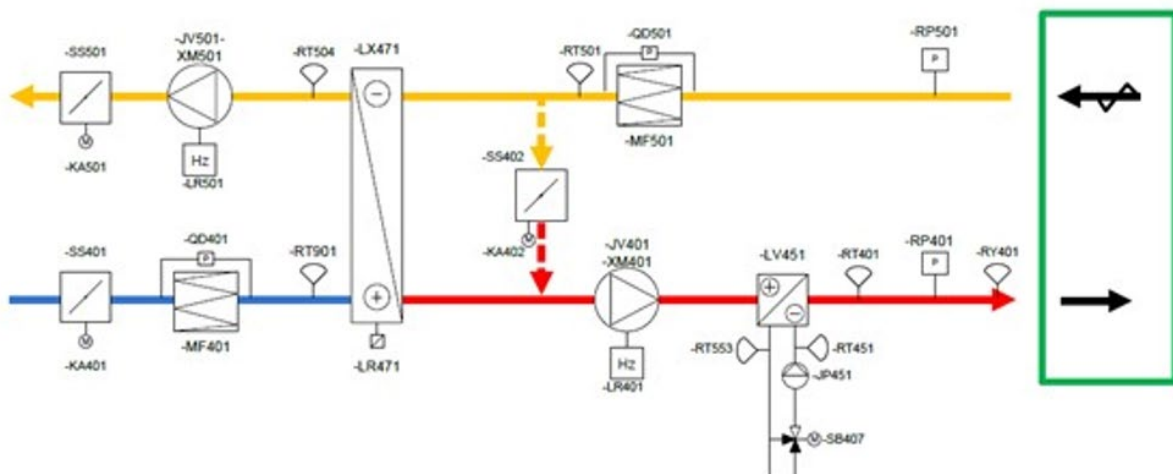
21.16

Sprinklersystemer som kjøler ned kanaler og spjeld som lukker automatisk slik at lufta stoppes.

21.17

Varmebatteriet

NB! Oppgavene 21.18 til 21.22 er det ikke mulig å løse kun ved hjelp av læreboka fordi komponentkodene refererer til et prosessdiagram og en kodetabell som ble tatt ut av lærebokmanuset i en tidligere fase.



21.18

Stengespjeld

21.19

Differensialvakt

21.20

Trykkvakt

21.21

Temperaturgiver/termostat

21.22

Vifte

21.23

Filter i renseanlegg i forskjellige størrelser og funksjoner.

21.24

En permanentmagnetmotor

21.25

Energigjerrig: Trekker mindre strøm, bråker mindre, mulig med høyere turtall og lettere å styre turtall.

21.26

Ventilasjonsvifter, elbiler og elmotor til tog og store fartøy.

21.27

Alle spenninger fra 12 V opp til og med 400 V.

21.28

Fordi PM-motoren kan lages av vanlige ferritter i stedet for dyre sjeldne grunnstoffer.

21.29

Kun godkjente og sertifiserte varmepumpemontører

21.30

Stor risiko for utslipp av farlig klimagass som ødelegger miljøet.

21.31

Slik at varmepumpemontøren skal ha mulighet til å planlegge, installere, justere og dokumentere anlegget.

21.32

Man sparer strøm – kan spare mellom 50 til 60 % av strømmen/energien som brukes til oppvarming.

Man sparer penger – kan levere varme til omtrent en tredjedel av prisen.

Man sparer miljøet på grunn av redusert strømforbruk og CO₂-utslipp.

Bedre komfort – varmepumper gir behagelig varme og et godt inneklima.

Enkelt – varmepumper krever lite vedlikehold og er enkle i drift.

21.33

De er vanskelige å plassere ved ombygning (rehabilitering). Det kan være dyrt å installere en varmepumpe hvis man velger andre typer enn luft-til-luft varmepumpe.

21.34

Den sparer normalt 2 til 3 ganger energien som brukes for å drive varmepumpa. Varmen trekkes fra utelufta og blåses inn som varm luft i huset. Moderne luft-til-luft varmepumper fungerer ned til minus 25 °C. Den koster mellom 15 000 og 30 000 kroner. Nedbetaling på mellom 3 og 8 år avhengig av varmebehovet og pris på varmepumpe. Levetid 12 til 15 år.

Normalt trengs en annen varmekilde som for eksempel pelletsovn eller varmekabel på de kaldeste dagene.

21.35

Stor energibesparing med tanke på livsløpet til varmepumpa. Kan brukes som aircondition, men trekker da energi i stedet for å spare. Relativ lav installasjonskostnad. Kan brukes stort sett i alle bygg.

21.36

Varmen trekkes fra utelufta og overføres til en varmtvannsbeholder. Sparer normalt 2,5 til 3,5 ganger i forhold til energien som varmepumpa bruker. Passer til bygg som normalt bruker over 25 000 kWh per år. Må planlegges før bygging. Passer bra når en bytter ut den gamle oljefyringen. Varmepumpa koster mellom 60 000 og 130 000 kroner i tillegg til installasjonen. Nedbetalt på 6 til 10 år avhengig av størrelsen på bygget og hvor mange som bruker anlegget. Levetid 12 til 15 år. Normalt trengs en annen varmekilde som for eksempel pelletsovn eller varmekabel på de kaldeste dagene.

21.37

Lavere energiforbruk enn ved direkte bruk av strøm til oppvarming. Virkningsgraden er høy. Får varmen fra utelufta og man trenger ikke å bore etter varme.

21.38

Varmen trekkes ut for eksempel fra bakken eller en elv i stedet for fra lufta. Sparer normalt 3 til 4 ganger energien som brukes for å drive varmepumpa. Varmen trekkes fra bakken, grunnvann eller sjøvann og lager varmtvann til oppvarming og tappevann eller blåses inn som varm luft i huset. Ettersom varmen tas fra bekken eller lignende har man en høyere og jevnere temperatur på vinteren. Varmepumpa koster fra ca. 120000 kroner. I tillegg kommer installasjonskostnadene. I en større bolig med energiforbruk på over 30000 kWh kan besparelsen bli opp mot 15000 til 20000 kroner i året. Levetid opp til 20 år. Normalt trengs ingen annen varmekilde de kaldeste dagene.

21.39

Lavere energiforbruk enn de andre varmepumpealternativene gir stor miljøgevinst. Jo større energiforbruk til varme og varmtvann desto større besparelse. Virkningsgraden er høy

uansett utetemperatur. Dekker normalt byggets varmtvannbehov. Billig aircondition på sommerhalvåret. Ingen synlige utedeler. Lave eller ingen forstyrrende viftelyder.

24.40

Gass som veksler mellom å være varm gass og kald væske. Kort forklart, kald væske trekker varme ute og varm gass avgir varme inne.

21.41

Utedelen kalles fordampere og den trekker varmen utenfra.

21.42

Innedelen kalles kondensator og den gir fra seg varmen som har blitt trukket utenfra. (Begrepet kondensator skal ikke forveksles med elektronikkomponenten kondensator. Se også boka «Elektroniske kretser og nettverk».)

21.43

Kompressoren pumper arbeidsmediet rundt mellom utedelen, fordampere og innedelen (kondensatoren).

21.44

Ventilen er en trykkreduksjonsventil som har som oppgave å forandre trykket på arbeidsmediet fra høyt til lavt trykk.

21.45

- 1) Fordampere, utedelen: Når væsken kommer inn i fordampere har den lavt trykk og er kaldere enn utelufta.
- 2) Ettersom utelufta er varmere enn væsken, blir væsken mer og mer oppvarmet jo lengre den passerer røret i fordampere. Til slutt begynner væsken å koke og blir til damp før den går ut fra fordampere.
- 3) Kompressoren (pumpa): Kompressoren suger dampen med lavt trykk i et tykt rør fra kondensatoren og pumper den videre inn i kondensatoren. Etter kompressoren er røret tynt og da øker trykket. Og når trykket øker temperaturen enda mer.

- 4) Kondensatoren, innedelen: Når den varme gassen kommer inn i kondensatoren er gassen varmere enn temperaturen i rommet. Den varme gassen avgir varme til rommet og blir avkjølt. Når gassen har passert kondensatoren er den så nedkjølt at den blir til væske igjen.
- 5) Ventilen, trykkreduksjonsventil: Den nedkjølte væsken transporteres fra kondensatoren frem til ventilen. Trykker synker på grunn av den smale åpningen i ventilen og fordi røret etter ventilen er grovt. Når den nedkjølte væskens trykk synker, synker også temperaturen enda mer, under $-26\text{ }^{\circ}\text{C}$ eller $-56\text{ }^{\circ}\text{C}$. Den nedkjølte væsken går så inn i fordamperen der væsken trekker varme fra omgivelsen igjen – se punkt 1 og så videre.

21.46

Ved å bruke en PM-motor til kompressor og vifter slik at varmepumpa vil trekke mindre strøm, ved å bruke turtallsregulering av motorene og ved å bruke ny teknologi på strupeventilen som bedre tilpasses brukerens behov.

21.47

Rengjøring og bytte av filter, støvsuging og støvtørking.

21.48

Arbeidsmediet/væsken pumpes rundt i rør som går i slynger frem og tilbake i solfangeren og videre ned i en stor vanntank og så tilbake til solfangeren. I tanken går arbeidsmediet/væsken i rør frem og tilbake og varmer opp vannet i tanken som brukes til kranvann og dusj og oppvarming av bygget.

21.49

Solfangere varmer opp vann til forbruk, solceller lager elektrisk strøm. Virkningsgraden til en solfanger er opp mot 50 % og virkningsgraden til en solcelle er opp mot 20 %. Solfangeren kan enkelt og billig lagre energien slik at vi kan bruke varmtvannet ved behov. Hvis vi skal lagre energien til en solcelle kan vi bruke dyre batteripakker. Ved bruk av solceller blir det mer komplisert å lagre energien slik at vi kan bruke den når vi har behov, som på kvelden når vi er hjemme.

21.50

Omtrent 2700 kr per år

21.51

Omtrent 2000 kr per år