Håndbok Midlertidige elinstallasjoner (løsblad)
ME blad

Forord, innhold, stikkord

1.10 Fordelingsnett for framføring av elektrisk strøm
1.20 Byggeprosessen og det midlertidige anlegget

2.10 Samarbeid med elverk ved prosjektering og utførelse
2.20 Elverkenes leveringsvilkår og strømtariffer (utgis senere)

3.10 Regelverk og institusjoner
3.31 Administrative bestemmelser og definisjoner
3.32 Ledninger, kabler og sikringer
3.33 Kapsling av anleggsdeler
3.34 Beskyttelsesjording
3.35 Krav og normer for brytere, stikkontakter og plugger
3.36 Termiske apparater og varmeanlegg
3.37 Maskiner, sveiseaggregater og tinetransformatorer
3.38 Enheter og elektrotekniske tegnesymboler
3.39 Tegninger

4.10 Sikringsmateriell
4.20 Stikkontaktmateriell
4.30 Lyskilder
4.31 Lysarmaturer og -stolper
4.40 Jordfeilbryter og jordfeilvarsler
4.50 Flyttbare sentraler

---

5 Byggemaskiner og -utstyr med elektriske komponenter (utgis senere)

6.10 Prosjekteringsfasen – Forberedelse av byggestrømsforsyningen
6.11 Bruk av byggets elanlegg ved oppføring av bygget
6.20 Produksjonsfasen – Planleggingsteknikk og hjelpemidler
6.30 Planleggingseksempel for 220 V anlegg
6.40 Om lystekniske ord og uttrykk
6.41 Krav til arbeidslyset
6.42 Beregning av lysanlegg
6.50 Spenningsfalltabeller
6.60 Kalkulasjon av strømforbruk og -kostnader

---

7 Montering, vedlikehold, demontering, lagring, innkjøp, radio- og telekommunikasjon, diverse (utgis senere)

NORGES VASSDRAGS- OG ELEKTRISITETSVESENS BIBLIOTEK

85/659

Håndbok Midlertidige elinstallasjoner (løsblad)
ME blad

Forord, innhold, stikkord

621.31(038)
M
eks.1

1.10 Fordelingsnett for framføring av elektrisk strøm
1.20 Byggeprosessen og det midlertidige anlegget

2.10 Samarbeid med elverk ved prosjektering og utførelse
2.20 Elverkenes leveringsvilkår og strømtariffer (utgis senere)

3.10 Regelverk og institusjoner
3.31 Administrative bestemmelser og definisjoner
3.32 Ledninger, kabler og sikringer
3.32.1 Varmekabelanlegg. Frostsikring av rørledninger
3.32.2 Varmekabelanlegg. Snøsmelteanlegg
3.33 Kapsling av anleggsdeler
3.34 Beskyttelsesjording
3.35 Krav og normer for brytere, stikkontakter og plugger
3.36 Termiske apparater og varmeanlegg
3.37 Maskiner, sveiseaggregater og tinetransformatorer
3.38 Enheter og elektrotekniske tegnesymboler
3.39 Tegninger

4.10 Sikringsmateriell
4.20 Stikkontaktmateriell
4.30 Lyskilder
4.31 Lysarmaturer og -stolper
4.40 Jordfeilbryter og jordfeilvarsler
4.50 Flyttbare sentraler

5.10 Elektrisk håndverktøy
5.20 Mindre, elektrisk drevne maskiner

6.10 Prosjekteringsfasen – Forberedelse av byggestrømsforsyningen
6.11 Bruk av byggets elanlegg ved oppføring av bygget
6.20 Produksjonsfasen – Planleggingsteknikk og hjelpemidler
6.30 Planleggingseksempel for 220 V anlegg
6.31 Elrigg for mindre byggeplasser
6.40 Om lystekniske ord og uttrykk
6.41 Krav til arbeidslyset
6.42 Beregning av lysanlegg
6.50 Spenningsfalltabeller
6.60 Kalkulasjon av strømforbruk og -kostnader

7.10 Telekommunikasjon. Lukket radiosambandsnett
7.20 Telekommunikasjon. Mobiltelefon
7.30 Telekommunikasjon. Installasjon og service

FORORD

NBI tok i februar 1970 opp arbeidet med rasjonalisering og forbedring av de midlertidige elektriske installasjonene på bygge- og anleggsplasser og gjennomførte i mai samme år en spørreundersøkelse blant ca. 40 entreprenørbedrifter. Resultatet av undersøkelsen er dokumentert i en intern NBI arbeidsrapport, Provisorisk elektrisk kraft for bygg og anlegg.
Senere kontakter med entreprenørbedriftene og flere private og offentlige instanser innen elsektoren viste tydelig at det var stor interesse for en innsats på området.
En engere gruppe som NBI nedsatte, utarbeidet et program for det videre arbeidet. Hovedkonklusjonen i programmet var bl.a. at disse hjelpemidlene burde utarbeides:

- Håndbok for midlertidige elinstallasjoner
- Katalog for elektrisk materiell og utstyr

Begge publikasjonene ble planlagt som løsbladsystem med mulighet for ajourføring.
Til å utføre arbeidet ble det i 1972 nedsatt et «Utvalg for midlertidige elektriske anlegg». Utvalget som i det daglige ble kalt UME, hadde representanter fra disse organisasjonene:

Elektroinstallatørenes Landsforbund
El-grossistforeningen
Entreprenørenes Servicekontor
Landsforeningen for Elektroteknisk Industri
Norsk Brannvern Forening
Norges byggforskningsinstitutt
Norsk Forening for Industriell Elektroteknikk
Norges Elektriske Materiellkontroll
Norsk Elektriker- og Kraftstasjonsforbund
Norske Elektrisitetsverkers Forening
Norsk Lysteknisk Komité
Norske kommuners sentralforbund
Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen, Eldirektoratet
Rådgivende Ingeniørers Forening
Statens bygge- og eiendomsdirektorat
Skadeforsikringsselskapenes Forening
Statens Arbeidstilsyn, Direktoratet

NBI i samarbeid med NVE, Eldirektoratet, ble oppnevnt som sekretariat for utvalget.
Katalogen som kalles ELMI-katalogen, forelå i desember 1976 etter at Entreprenørenes Servicekontor og Elektroinstallatørenes Landsforbund ble valgt som utgivere.
For håndboken som foreligger her, står NVE, Eldirektoratet, som utgiver med NBI som forlag.
NVE, Eldirektoratet, og NBI retter en hjertelig takk til personer og organisasjoner som har deltatt i arbeidet.

Oslo, mai 1980

NORGES
VASSDRAGS- OG ELEKTRISITETSVESEN

NORGES
BYGGFORSKNINGSINSTITUTT

Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen

Norges byggforskningsinstitutt

Midlertidige elinstallasjoner på bygge- og anleggsplasser

Stikkord for ME-blad

Utvalg for midlertidige elektriske anlegg (UME)

Stikkordliste

Utgitt våren 1980

A
Absorpsjon ... 6.40
Adaptasjon ... 6.40
Akkomodasjon ... 6.40
Alminnelige bestemmelser ... 3.31
Anbudsgivning ... 1.20
Anbudsmateriale ... 6.10
Anleggsformann, -leder ... 3.31
Anleggsstyring ... 1.20
Apparater, termiske ... 3.36
Arbeidervern, regelverk for ... 3.10
Arbeidslys ... 4.31
Armaturvirkningsgrad ... 6.40
Automatisk utkobling, varsling ... 3.34
Autorisasjon ... 3.31
Avtaleforhold ... 3.31

B
Bebyggelsesplan ... 1.20
Belastning av ledning ... 3.32, 3.37
Belysningsteknikk ... 4.30, 4.31, 6.40, 6.41
Berøringsbeskyttelse ... 3.31
Beskyttelsesjording ... 3.34
Bevegelige ledninger ... 3.32, 3.36
Bisymmetrisk lysarmatur ... 6.40
Blanke ledninger og apparatdeler ... 3.34
Blending ... 6.40
Brann, regelverk for ... 3.10
Brennstilling for lamper ... 4.30
Brytere ... 3.33
Byggeformann, -plassleder ... 3.31
Byggesakens utvikling ... 2.10
Byggeprosessen ... 1.10
Byggstyring ... 1.20
Byggestrømkasse, se Flyttbare sentraler

C
CEE ... 3.10
CEE-publikasjon 7 ... 4.20
CEE-publikasjon 16 ... 4.10
CEE-publikasjon 17 ... 4.20
CEE-publikasjon 19 ... 4.10
CENELEC ... 3.10

D
Damplamper ... 4.30
Dekadiske prefikser ... 3.38
Departementer ... 3.10
Det stedlige tilsyn ... 3.10
Direktorater ... 3.10
Distribusjon av elkraft ... 2.10
Driftsleder ved høyspenningsanlegg ... 3.31
Dryppsikker utførelse ... 3.33

E
Eksplosjonsfarlig område ... 3.31
Eldirektoratet ... 2.10
EMKO ... 3.10
Enheter og symboler ... 3.38, 6.40
Elektrisitetstilsynet ... 3.10
Elektriske varmluftsaggregater ... 3.36
Elektroinstallatør ... 3.31
Elektromontør ... 3.31
Elektrotegninger ... 3.38
Elrigg
– riggplaner, definisjoner ... 3.39
– hovedriggplan, eksempel ... 6.30
Elverk ... 2.10
– arbeidsområde og funksjoner ... 2.10
– informasjon fra/til ... 2.10
– organisasjon ... 2.10
– salg av kraft ... 2.10
Ettersyn med termiske apparater og varmeanlegg ... 3.36

F
Faglig utdannelse ... 3.31
Faglært person ... 3.31
Fagmessig utførelse ... 3.31
Faresoner for muskelkrampe og hjertekammerflimring ... 3.34
Fargemerking av jordleder ... 3.34
Farger (vedr. lys) ... 6.40, 4.30
Feilspenning ... 3.34
Feilsøking ... 4.40
Fireledersystem ... 1.10
Flatstift stikkontaktmateriell ... 4.20
Flyttbare ovner ... 3.36
Flyttbare sentraler ... 4.50
Fordelingsnett ... 1.10
Fordelingssentral ... 1.10, 4.50
Forkoblingsutstyr for lamper ... 4.30
Forsikringer ... 3.10
Forskrifter m.v.
– alminnelige administrative og tekniske bestemmelser ... 3.31
– automatsikringer ... 4.10
– beskyttelsesjording ... 3.34
– brytere ... 3.33
– D-sikringer ... 4.10
– høyeffektsikringer ... 4.10
– kabler, ledninger, sikringer ... 3.32
– kapsling av anleggsdeler ... 3.33
– materiell for bruk i husinstallasjoner o.l. ... 4.20
– maskiner, sveiseaggregater, tinetransformatorer ... 3.37
– oversikt over regelverk og institusjoner ... 3.10
– stikkontakter, plugger, skjøtekontakter og apparatkontakter for bruk i industriinstallasjoner o.l. ... 4.20
– termiske apparater og varmeanlegg ... 3.36
Forvaltning ... 1.20
Forvaltningslover ... 3.10
Fri høyde for ledninger ... 3.32
Førstehjelp ved ulykker ... 3.31

G
Ganglys innendørs ... 4.31
Gatelyskabel ... 1.10
Generalplan ... 1.20
Generatoranlegg, transportable ... 3.31, 3.37
Godkjenning av elektrisk materiell ... 3.10, 3.33
Gresk alfabet ... 3.38

H
Halogenlampe ... 4,30
Heiser ... 3.31, 3.37
Hellingsvinkel for lysarmatur ... 6.40
Hovedentreprenør ... 3.31
Hovedledning ... 1.10
Hovedsentral ... 1.10, 4.50
Hovedsikringer ... 1.10
Hovedtavle ... 1.10
Høyspenningsanlegg ... 1.10, 3.31
Høyspenningskabel, -linje ... 1.10
Høytrykksdamplampe ... 4.30
Håndlamper ... 3.31

I
IEC ... 3.10
Ildsikkerhet ... 3.31, 3.36
Industrivern, regelverk for ... 3.10
Innbyrdes avstand ledninger ... 3.33
Innføringsstasjon ... 1.10
Inntak ... 2.20
Inntaksledning ... 1.10, 2.20
Installasjoner ... 2.20
Institusjoner ... 3.10
Instruert person ... 3.31
Intermitterende drift, definisjon ... 3.37
Isolasjonsovervåking ... 3.34
Isolatorer ... 3.33
Isoluxdiagram ... 6.40, 6.41

Utgitt av

Norges byggforskningsinstitutt Tlf. (02) 46 98 80 Postadresse: Postboks 322 Blindern Oslo 3

Ettertrykk forbudt

J
Jordelektrode ... 3.34
Jording
– alminnelige bestemmelser ... 3.31, 3.34
– av kraner ... 3.37
– av sveiseaggregater ... 3.37
Jordfeilbryter ... 3.34, 4.31
Jordfeilrelé ... 3.34
Jordfeilvarsler ... 4.40
Jordkabelnett ... 1.10
Jordledning ... 3.34
Jordmotstandsmåling ... 3.34
Jordslutning ... 3.34
Jordstrømrelé ... 4.40

K
Kabel
– tverrsnitt m.v. ... 3.32, 3.37
– grøfter ... 1.10
– fordelingsskap ... 1.10
Kalkulasjon av strømforbruk og -kostnader ... 6.60
Kapsling av anleggsdeler ... 3.33, 4.40, 4.50
Kjenningsbokstaver for strømløpsskjemaer ... 3.38
Koblingsbokser ... 3.33
Kommunalt koordineringsutvalg ... 2.10
Konsesjon ... 3.31
Kortslutning ... 1.10, 3.34
Klokkeslettstilling for stikkontaktmateriell ... 4.20
Kraftoverføring ... 1.10
Kraner ... 3.31, 3.37
Krav til arbeidsbelysning ... 6.40
Krav til materialer og utførelse ... 3.31
Kroppsmotstand (strøm) ... 3.34
Koordinering ... 1.20, 2.10, 6.10

L
Lavspenningsanlegg ... 1.10, 3.31
Lavtrykksdamplamper ... 4.30
Ledning:
– alminnelige bestemmelser ... 3.32
– direkte tilkopling til luftnettet ... 3.32, 3.37
– sikring av tilførselsledning til motorer ... 3.37
– transportable generatoranlegg ... 3.37
– tverrsnitt ... 3.32, 3.34
Ledningsmast ... 1.10
Lover ... 3.10
Luftledningssystem ... 1.10
Lukket utførelse ... 3.33
Luminansmeter ... 6.40
Luxmeter ... 6.40
Lys:
– lyskilder ... 4.30
– lysarmaturer ... 4.30
– lysmaster ... 4.30
– lysmåling ... 0.00
– begreper ... 6.40
– krav til belysning ... 6.40
– lysfordelingskurver ... 6.40
– lystekniske beregninger ... 6.41
Låsing etter arbeidstid ... 3.31

M
Maksimal tillatt berøringsspenning ... 3.34
Maskiner, forskrifter for ... 3.37
Mastearrangement ... 1.10
Matematiske tegn ... 3.38
Meldinger til elverk (Tilsynet) ... 2.20, 3.31, 3.37
Mellomspenningsanlegg ... 1.10
Merking
– av stikkontaktmateriell ... 4.20
– av termiske apparater og varmeanlegg ... 3.36
Midlertidige anlegg
– alminnelige bestemmelser for ... 3.31
– planlegging av ... 1.10, 2.10, 6.20, 6.30, 6.41, 6.50
Montering
– av apparater ... 3.36
– av varmeanlegg ... 3.36
– av jordfeilbryter ... 4.40
Motorer ... 3.37
Motorvernbryter ... 3.37
Måler for strømforbruk ... 1.10

N
Nettstasjon ... 1.10
NEK ... 3.10
NEMKO ... 3.10
NEN ... 3.10
NEVF ... 2.10
Norske elverk ... 2.10
Null-leder ... 1.10
Null-spenningsutløsning ... 3.37
Nyttefaktor for lysarmatur ... 6.40
NVE ... 2.10, 3.10
Normer
– for strømtariffer ... 2.10
– generelt ... 3.10
– for flyttbare sentraler ... 4.50
– for sikringer ... 4.10
– for stikkontakter, plugger, skjøtekontakter og apparatkontakter for bruk i industriinstallasjoner ... 4.20
– for materiell for bruk i husinstallasjoner o.l. 4.20

O
Områdebelysning ... 4.31
Oppsigelse strøm ... 2.20
Organisasjoner ... 3.10
Overbelastning ... 1.10
Overbelastningssikringer ... 1.10
Overgangsmotstand ... 3.34
Overspenningsvern ... 3.37
Overstrøm ... 3.34
Overstrømsvern ... 3.37
Ovner ... 3.36

P
Permanent elanlegg ... 1.10
Plassbelysning ... 4.31
Plugger ... 3.33
Produksjon (bygg, anlegg) ... 1.20
Produksjonsplanlegging
– alminnelige synspunkter ... 1.10
– belysning ... 4.30, 4.31, 6.40, 6.41
– kalkulasjon strømforbruk og -kostnader ... 6.60
– planleggingsgrunnlag ... 6.20
– riggplan, eksempel ... 6.30
Prosjektering ... 1.10, 1.20, 6.10
Prosjektstyring ... 1.20
Punktmetoden-belysning ... 6.41

R
RA-indeks ... 6.40
Refleksjon ... 6.40
Regelverk ... 3.10
Regionplan ... 1.20
Reguleringsplan ... 1.20
Relativ spektral energifordeling ... 6.40
Rengjøring av termiske apparater og varmeanlegg ... 3.36
Reservelinje ... 1.10
Rippel, definisjon ... 3.37
Riksadvokaten ... 3.10
Romgrupper ... 3.31
Rotasjonssymmetrisk lysarmatur ... 6.40
RTT ... 3.10
Rundstift stikkontaktmateriell ... 4.20

S
Samfunnsprosessen ... 1.10
Seksjonsbryter – høyspenning ... 1.10
Selektivitet – overstrømsvern ... 1.10
SI-enheter ... 3.38
Signalkabel ... 1.10
Sikring av jordfeilbryter ... 3.34
Sikring av kontaktor ... 3.34
Sikring av maskiner og motorer ... 3.37
Sikring av tinetransformator ... 3.37
Sikringer
– bruk ... 3.32
– definisjoner ... 4.10
– funksjon ... 3.32, 3.34
– minstestørrelser ... 3.32
– selektivitet ... 4.10
– typer ... 4.10
Sikringsmateriell ... 4.10
Sirkulasjonsapparater for vannvarming ... 3.36
Skadeansvar ... 2.20, 3.10
Skjemaer for strømløp m.v. ... 3.39
Spektralanalyse ... 4.30
Spektral fordeling ... 6.40
Spektrum ... 4.30

Spenning
– berøringsspenning ... 3.34
– brennspenning ... 4.30
– driftsspenning ... 4.20
– feilspenning ... 3.34
– høyspenning ... 1.10
– lavspenning ... 1.10
– mellomspenning ... 1.10
– merkespenning ... 4.20
– spenningsavhengighet for lamper ... 4.30
– spenningsavvik ... 1.10
– tennspenning ... 4.30
– spenningsfalltabeller ... 6.50
– svakstrøm ... 1.10
Spredningsvinkel for lysarmaturer ... 4.30, 6.40
Sprutsikker utførelse ... 3.33
Standarder ... 3.10
Statens Sprengstoffinspeksjon ... 3.10
Stikkontaktmateriell ... 4.20
Stikkledningsskap ... 1.10
Stikkontakter ... 3.33
Stolper ... 3.31
Strekkavlastning ... 3.31
Strøm
– bestilling og salg av ... 2.10
– merkestrøm ... 4.20
– skader av ... 3.31
– tilkobling, utkobling ... 3.31
– utløsestrøm ... 3.34
– sterkstrømanlegg ... 1.10, 3.31
– svakstrømanlegg ... 1.10, 3.31
– virkningen av strøm gjennom mennesket ... 3.34
Stråling ... 4.30
Symboler og enheter ... 0.00
Synet ... 6.40
Sveiseaggregater ... 3.37

T
Tavlerom ... 1.10
Tavleskap ... 1.10
Tegnsymboler ... 3.37
Temperaturavhengighet for lamper ... 4.30
Termiske apparater ... 3.36
Termiske reléer for motorer ... 3.37
Tett utførelse ... 3.33
Toledersystem ... 1.10
Transmisjon ... 6.40
Transformator
– generelt ... 1.10
– for høyspenningsanlegg ... 3.31
– sumstrømtransformator ... 4.40
– tinetransformator ... 3.31, 3.37
Transportable generatoranlegg ... 3.37
Treledersystem ... 1.10

U
Ubenyttede ledninger ... 3.31
Ulykker ... 3.31
Utførelse av installasjoner, krav til ... 3.31
Undersentral ... 1.10, 4.51
Understasjon ... 1.10
Utløsestrøm ... 3.34
Utnyttelse permanent installasjon ... 2.10, 6.10
Utsatte anleggsdeler ... 3.34
Uttakssted ... 1.10

V
Varmeanlegg ... 3.36
Vedlikehold (bygg) ... 1.20
Vedtekter ... 3.10
Vekselstrøm ... 1.10
Vernetiltak, samordning av ... 3.31
Vridningsavlastning ... 3.31

1.10 Fordelingsnett for framføring av elektrisk strøm
1.20 Byggeprosessen og det midlertidige anlegget

422 *Kabelgrøfter* kan graves med smal gravemaskinskuff, og kablene legges med eller uten mellomlegg mellom kablene, se fig. 422 a og b. Murstein, betongheller e.l. er velegnet til mellomlegg. Plastplater og impregnerte trebord kan også brukes når de tilfredsstiller retningslinjer bestemt av NVE. Grøftene bør ha varselbånd.
I kabelgrøfter uten mellomlegg må minsteavstanden mellom høyspenningskabler innbyrdes og mellom kabler med ulik spenning være 0,5 m. Denne minsteavstanden gjelder ikke for svakstrømskabler som bare brukes til drift av anlegget.
I alle grøfter skal kabler for svakstrøms-, lav- og mellomspenning ha overdekning på minst 0,5 m og høyspenningskabler minst 0,7 m.

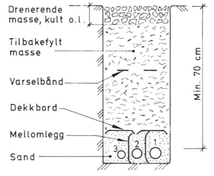


Fig. 422 a
Kabelgrøft med mellomlegg

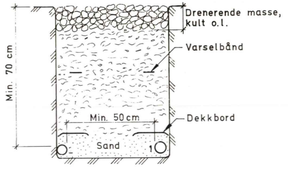
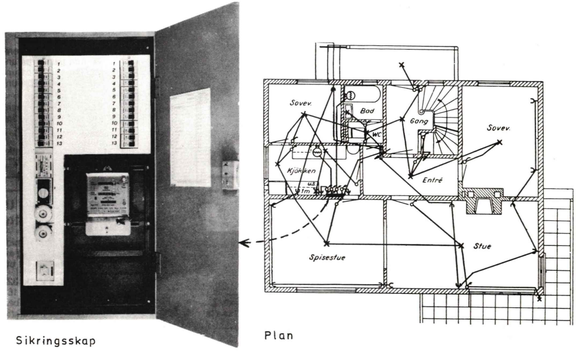


Fig. 422 b
Kabelgrøft uten mellomlegg

43 Innvendig fordeling (Installasjon)

431 *Småhus.* Måleranlegg for elverkets avlesning er plassert i sikringsskap hos den enkelte abonnent. Dersom hovedsikringene er > 63A, benyttes vanligvis måletransformator. Sikringsskapet inneholder dessuten sikringer for hver kurs fram til de forskjellige uttaksstedene i huset. Se fig. 431.



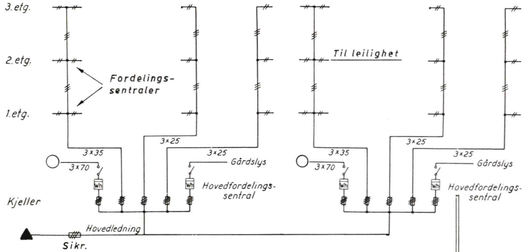
Sikringsskap

Plan

Fig. 431
Innvendig fordeling

432 *Boligblokker, kontor- og industribygninger.* I større anlegg føres stigeledninger fra en hovedfordelingssentral (hovedtavle) fram til mindre fordelingssentraler (sikringsskap), fig. 432. Herfra går det kurser til uttaksteder for lys o.l. eller eventuelt til enda mindre fordelingssentraler. I fordelingssentralen monteres ett sett sikringer for hver kurs. Større motorer, gårdslys o.l. kan ha direkte kurs fra hovedfordelingssentral.

433 *Sikringene* oppgave er først og fremst å hindre overoppheting av ledningene ved overbelastning eller kortslutning og dertil sørge for at ikke hele anlegget kobles ut ved feil på en enkelt anleggsdel (selektivitet). Sikringenes størrelse avhenger av de aktuelle ledningstverrsnittene, og belastningen avgjør om det skal være en- eller trefasede kurser.



▲ Nettstasjon

3-faset kurs, f.eks. fra hovedsentral fram til fordelingssentral eller uttakssted for motorer o.l.

1-faset kurs, f.eks. fra fordelingssentral fram til uttakssted for lys

3-faset sikring

Wh Måler

○ Motor

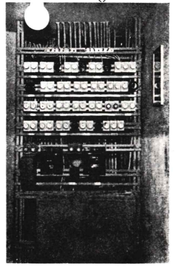


Fig. 432
Hovedfordeling i boligblokk

5 MIDLERTIDIG FORDELINGSNETT

51 Planlegging
Selv om et midlertidig anlegg bare skal brukes i en forholdsvis kort byggeperiode, er det viktig at installasjonene planlegges nøye. De må utføres slik at de dekker det vekslende kraftbehovet for belysning, oppvarming, maskiner m.m. etterhvert som byggearbeidet går framover.
Materiell og utstyr bør velges med tanke på at det lett skal kunne demonteres og flyttes, enten innen byggeplassen eller til et nytt anlegg.
Ledningsføring og uttakssteder må velges slik at grunnarbeider, kraner og annen trafikk ikke hindres og slik at fare ikke oppstår. Fig. 51 gir et skjematisk situasjonsbilde av et midlertidig fordelingsanlegg.

52 Bruk
Det er viktig – allerede ved prosjektering og planlegging – å vurdere om deler av det permanente elanlegget kan utføres forholdsvis tidlig og brukes i byggeperioden. Utnyttelse av det permanente elanlegget vil kunne gi både økonomiske og sikkerhetsmessige fordeler. Se nærmere om dette i ME-blad 6.10 og 6.11.

6 REFERANSER

61 Dette bladet inngår i samlingen «Midlertidige elinstallasjoner for bygg og anlegg». Det er utarbeidet av Utvalg for midlertidige elektriske anlegg (UME), nedsatt av NVE og NBI. Redaksjonen er avsluttet i november 1978. Bladene distribueres av Norges byggforskningsinstitutt, Forskningsveien 3b, Oslo 3.

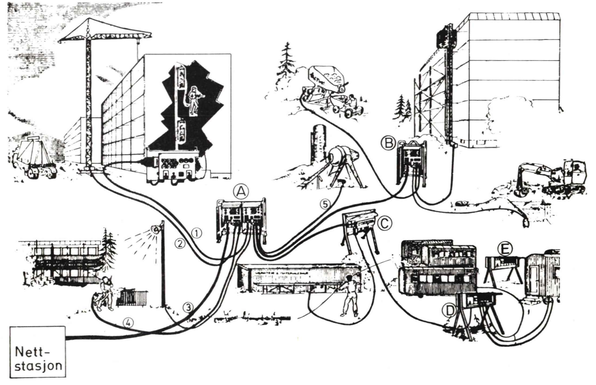


Fig. 51
Skjematisk situasjonsbilde av et midlertidig elanlegg

Nikolai Olsens trykkeri a.s.

Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen
Norges byggforskningsinstitutt

Midlertidige elinstallasjoner på bygge- og anleggsplasser

Fordelingsnett for framføring av elektrisk strøm

Utvalg for midlertidige elektriske anlegg (UME)

ME 1.10
Utgitt våren 1980

0 GENERELT

01 Dette bladet gir en grov oversikt over elektriske installasjoner i forbindelse med strømforsyning til nybygg.

02 Bladet er særlig beregnet for byggeplassledere og andre uten spesiell elektroteknisk utdannelse – som skal samarbeide med elverk/elektroinstallatør. Bedre kjennskap til elverkets og elektroinstallatørens arbeid vil kunne lette dette samarbeidet.
Elinstallasjonene utgjør en viktig del av byggearbeidet, og byggepladsledelsen må ta disse med i sin vurdering når driftsopplegg og produksjonsplaner utarbeides.

03 Elverkets produksjonsandel kan omfatte nettstasjon og ledningsframføring til hovedsentral til midlertidig eller permanent formål.
Elektroinstallatørens produksjonsandel kan omfatte ledningsframføring fra hovedsentral (eventuelt fra nettstasjon) til fordelings- og undersentraler.

04 Andre ME-blad med særlig tilknytning til dette bladet:
ME 2.10 Samarbeid med elverk ved prosjektering og utførelse
ME 2.20 Elverkenes leveringsvilkår (Utgis senere)
ME 3.10 Regelverk og institusjoner
ME 3.31 Administrative bestemmelser og definisjoner
ME 3.38 Enheter og tegnesymboler
ME 4.50 Flyttbare sentraler
ME 6.10 Prosjekteringsfasen. Planlegging av byggestrømsforsyningen
ME 6.11 Bruk av byggets permanente elanlegg ved oppføring av bygget
ME 6.20 Produksjonsfasen. Planleggingsteknikk og hjelpemidler

1 KRAFTOVERFØRING

Distribusjon av strøm fra kraftstasjon til forbruker foregår i prinsippet som vist i fig. 1.

Av økonomiske årsaker skjer kraftoverføring helst gjennom luftstrekk. Avstanden og kraftmengden avgjør valg av spenninger i høyspenningsnettet. I Norge brukes vanligvis 5, 11, 22, 30, 45, 66, 110, 132, 230, 275 eller 380 kV. Ved kraftstasjonen transformeres spenningen til ønsket nivå. Nedtransformering skjer trinnvis i innføringsstasjon og i en eller flere understasjoner. Nettstasjonen (transformatorstasjonen) er siste stasjon i høyspenningsnettet. Her nedtransformeres spenningen til lavspenning, f. eks. fra 20, 11 eller 5 kV til 230 V, som er arbeidsspenning til vanlige formål.

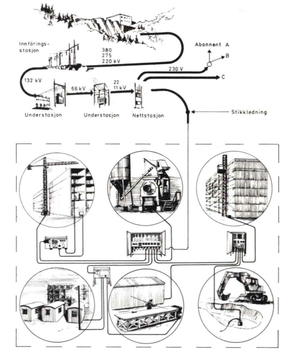


Fig. 1
Distribusjon av strøm

2 FORDELINGSSYSTEM OG SPENNING

De fleste elverk leverer trefaset vekselstrøm.
Lavspenningsnettet fra nettstasjon består normalt av tre ledere med 230 V mellom hver av fasene. Stikkledning med to ledere brukes ved mindre uttak til belysning og små-apparater.
Enkelte elverk bruker mellomspenning istedet for lavspenning. Mellomspenningsnettet fra nettstasjon består da av fire eller fem ledere, med 400 V mellom hver av de tre fasene. I tillegg til de tre faselederne kommer enten en kombinert jord- og nøytralleder (PEN-leder) eller en jordleder og en nøytralleder. Mellom hver av fasene og nøytralleder er spenningen 230 V. I mellomspenningsanlegg har en således både 400 V og 230 V til rådighet.
I industrien brukes også mellomspenningsanlegg med 400 V, 500 V eller 690 V mellom hver av fasene.
De fleste land i Europa bruker mellomspenningsanlegg med 380–415 V mellom fasene og 220–240 V mellom fase og nøytralleder. Importerte byggekraner har ofte utstyr for 380–415 V, og disse må enten bygges om eller utstyres med transformator hvis ikke elverket kan levere denne spenningen.

Utgitt av
Ettertrykk forbudt

Norges byggforskningsinstitutt Tlf. (02) 46 98 80 Postadresse: Postboks 322 Blindern Oslo 3

3 HØYSPENNINGSFORDELINGSNETT FRAM TIL NETTSTASJON

31 Luftledningsnett

Utenfor tettbebyggelse består vanligvis fordelingsnettet – både høy- og lavspenning – av luftledninger. Fra innførings- eller understasjonene går høyspenningsledningene i stråleform ut til nettstasjonene, fig. 31.

Høyspenningsmaster kan ha brytere for oppdeling av nettet slik at elverkets feilsøking eller reparasjonsarbeid kan innskrenkes til et begrenset område.

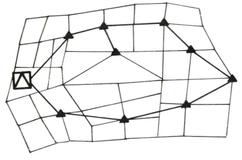
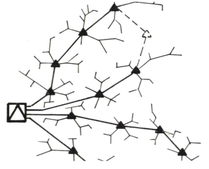


Fig. 31
Luftledningsnett



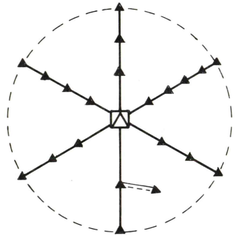


Fig. 32
Jordkabelnett

32 Jordkabelnett

I tettsteder vil fordelingen fra innførings- eller understasjon oftest skje via jordkabler av hensyn til bebyggelse m.m.

Nettstasjoner kan ha tilførselskabler fra flere understasjoner eller være tilknyttet flere tilførselskabler fra en understasjon, se fig. 32. Dette forenkler elverkets arbeid med feilsøking og feilretting da alle nettstasjoner kan være i full drift selv om en skadet kabel er frakoplet.

Tegnforklaring til fig. 31 og fig. 32

Understasjon

Nettstasjon

Høyspenningskabel (– ledning)

Lavspenningskabel (– ledning)

Reservekabel (-ledning)

33 Nettstasjon

331 Nettstasjon i egen bygning direkte på terreng kalles transformatorkiosk eller bare kiosk, men blir den plassert i ledningsmast, kalles den mastetransformator (mastearrangement).

332 Ved luftledningsnett er mastearrangement vanlig for fordelingstransformatorer med effekt inntil 300 kVA, se fig. 332a. Større transformatorer plasseres vanligvis i kiosk på grunn av størrelse og tyngde. Tranformatorens viktigste komponenter er skjematisk vist i fig. 332b.

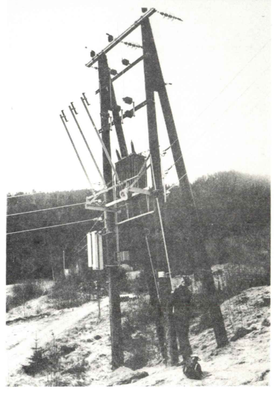


Fig. 332a
Mastetransformator

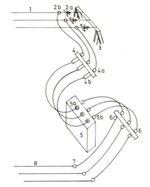


Fig. 332b
Hovedkomponenter i transformatorarrangement
1. Høyspenningsledninger
2a. Isolatorer
2b. Avgreningsklemmer
3. Mast
4. Trepolet knivbryter med manøvrering fra bakken, utstyrt med horn for slokking av lysbue, dessuten:
   4 a Isolatorer
   4 b Høyspenningssikringer
5. Transformator
   5 a Gjennomføringer på høyspenningssiden
   5 b Transformatorens lavspenningsside
6. Lavspenningssikringer
7. Lavspenningsisolatorer
8. Lavspennings fordelingsnett

333 Ved jordkabelnett brukes oftest transformatorkiosk av stål eller betong. Den kan være prefabrikkert eller bygd på stedet og plassert på eller delvis under terreng. En frittstående stasjon for spenning inntil 10 kV er vist i fig. 330 a–c.

Fordelingen fra stasjonen og videre til forbruker skjer via jordkabel eller luftledning.

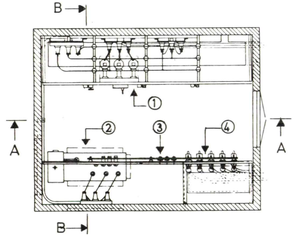


Fig. 333 a
Nettstasjon for spenning inntil 11 kV. Plan
1. Høyspenningsstativ
2. Transformator
3. Forbindelse med transformator til lavspenningsstativ
4. Lavspenningsstativ med kabler ut til nettet

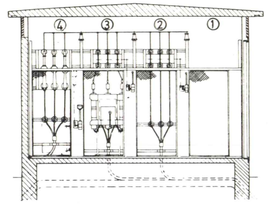


Fig. 333 b
Nettstasjon, snitt A–A.

1. Ledig plass for eventuell senere kabel
2. Inngående høyspenningskabel med effekt-skillebryter
3. Inngående høyspenningskabel med effektbryter og overstrømsreléer
4. Høyspenningskabel til transformator med lastskillebryter og høyeffektsikringer for transformatoren

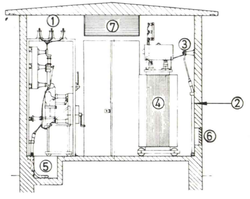


Fig. 333 c
Nettstasjon, snitt B–B

1. Samleskinnene montert på støtteisolatorer oppå høyspenningsstativet
2. Kabel fra lastskillebryter fort over støtteisolatorer, 3, til høyspenningsgjennomføringer på transformatoren, 4.
5. Kabelkanal
6. Friskluftsinntak
7. Avtrekk

4 PERMANENT FORDELINGSNETT FOR LAV- OG MELLOMSPENNING

41 Luftledningsnett

Ved luftledningsnett kan strøm med lav spenning fordeles fra nettstasjon til abonnent som vist i fig. 41 a. Fordelingen skjer fra mastearrangement eller fra kiosk via kabel som føres opp langs en stolpe og videre med luftledning til abonnent. Sikringer plasseres i abonnentenes anlegg. Det kan også være sikringer i stolpe eller i skap på yttervegg.

Gatebelysning har vanligvis egen fordeling.

Fig. 41 b viser eksempler på ledningsmaster.

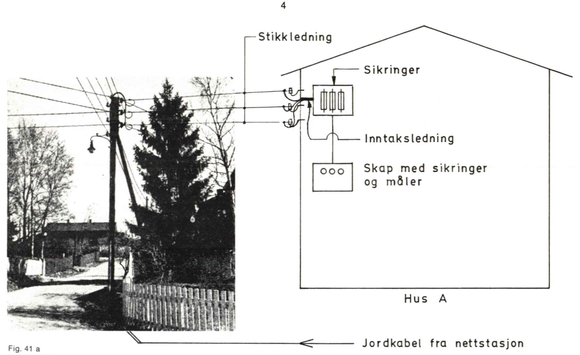
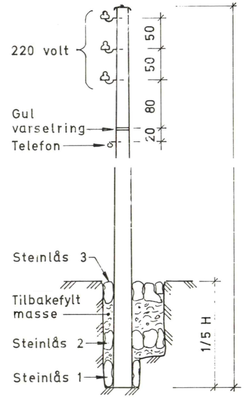


Fig. 41 a
Luftledningsnett



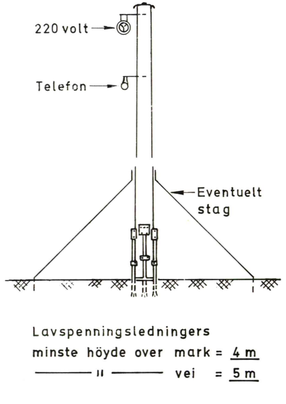


Fig. 41 b
Ledningsmaster

42 Jordkabelnett

421 Ved *jordkabelnett* skjer fordelingen med jordkabel direkte fra nettstasjon eller via kabelfordelingsskap/stikkledningsskap til inntak på grunnmur. Herfra føres kabel fram til sikringer. Sikringer er plassert i abonnentenes anlegg. Sikringer kan også være plassert i egen inntaksboks/skap i eller utenpå bygningen, se fig. 421 a, eller i kabelfordelingsskapet. Kabelfordelingsskap med sikringer for seks boliger er vist i fig. 421 b.

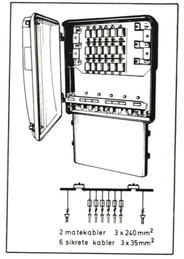
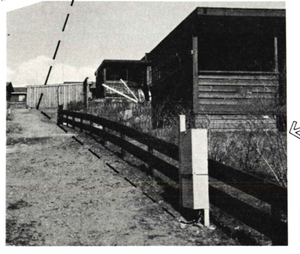


Fig. 421 b
Kabelfordelingsskap



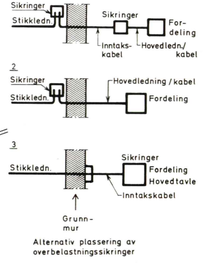


Fig. 421 a
Jordkabelnett

Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen

Norges byggforskningsinstitutt

Midlertidige elinstallasjoner på bygge- og anleggsplasser

Utvalg for midlertidige elektriske anlegg (UME)

Byggeprosessen og det midlertidige elanlegg

ME 1.20
Utgitt våren 1980

0 GENERELT

01 Dette bladet gir en konsentrert fremstilling av byggeprosessen sett i sammenheng med offentlig forvaltning samt midlertidige elanlegg som del av byggeprosessen.

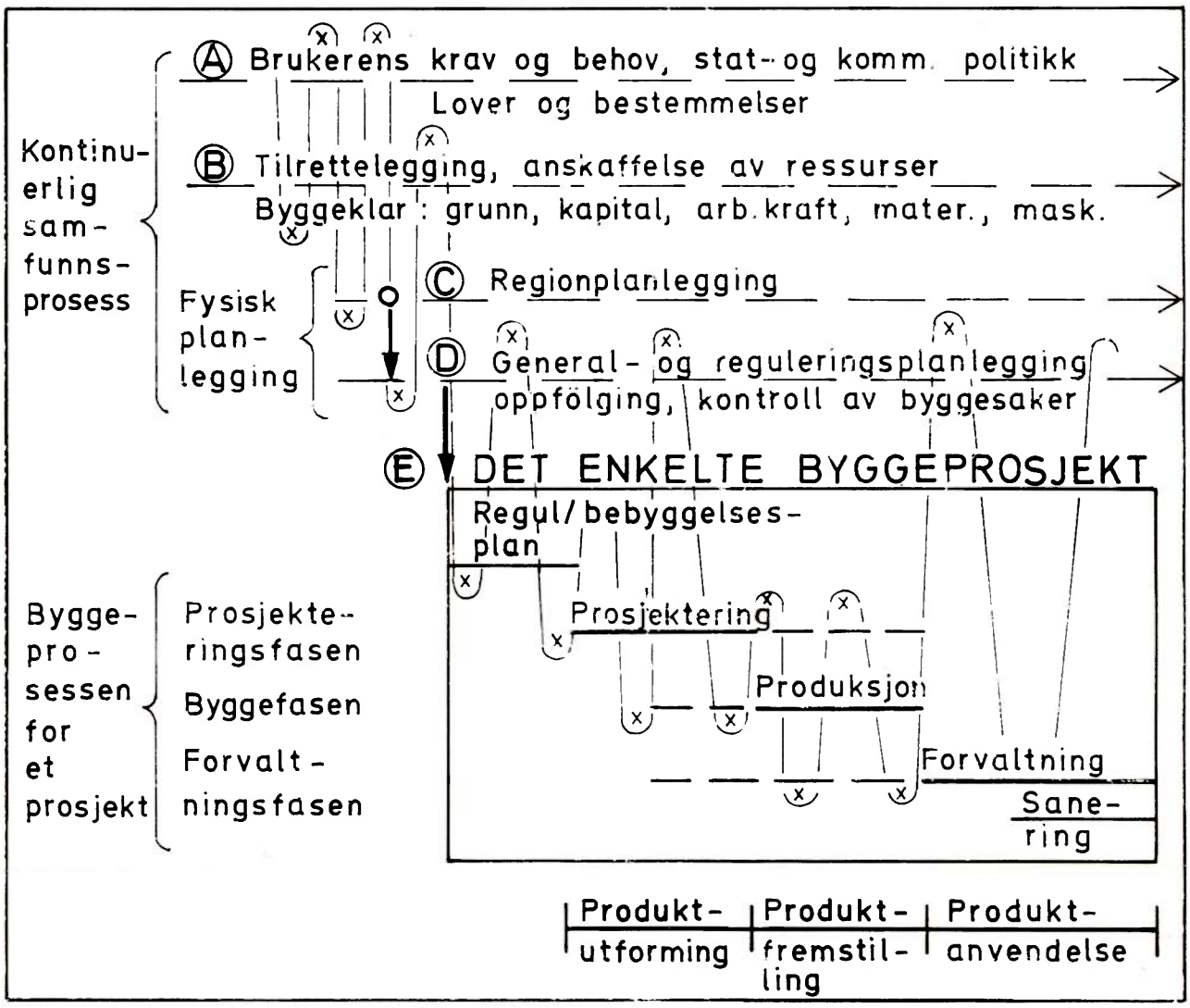
02 Hensikten med bladet er å gi en oversikt over byggeprosjektets utvikling og de arbeidsoppgavene som inngår.

03 Andre ME-blad med særlig tilknytning til dette bladet:
ME 2.10 Samarbeid med elverk ved prosjektering og utførelse
ME 3.10 Regelverk og institusjoner
ME 6.10 Prosjekteringsfasen. Forberedelse av byggestrømsforsyninger
ME 6.20 Produksjonsfasen. Planleggingsteknikk og hjelpemidler

1 BYGGEPROSESSEN OG OMVERDENEN

11 Sammenhengen mellom byggeprosessen for et prosjekt og den kontinuerlige samfunnsprosessen er vist i fig. 11. Den viser også byggeprosjektets utvikling og hvordan de ulike prosessene påvirker hverandre.

Fig. 11
Byggeprosessen og samfunnsprosessen
Den buktede linjen symboliserer valg- og beslutningssituasjoner under prosjektets utvikling.



Utgitt av

Ettertrykk forbudt

Norges byggforskningsinstitutt Tlf. (02) 46 98 80 Postadresse: Postboks 322 Blindern Oslo 3

2 BYGGEPROSESSEN OG DE MIDLERTIDIGE ELANLEGGENE

21 De viktigste avsnittene i byggeprosessen og de oppgaver som må løses, er nevnt nedenfor.

211 *Tekniske etaters koordinering av oppgavene:* Samarbeid mellom elverk, veg-, vann- og kloakkvesen, Televerket og eventuelt byggherre med prosjekteringsstab når byggherren fremmer reguleringsforslag
– Forberedelse, koordinering av etatenes produksjonsplaner og budsjetter med tanke på tidlig utnyttelse av de permanente elanleggene.

212 *Prosjektering.* Byggherre, prosjekterende, elverk, veg-, vann- og kloakkvesen og Televerket tilrettelegger for optimal utnyttelse av permanente anlegg i byggetiden.

213 *Anbudsgivning.* Entreprenør gir pristilbud på rigg (midlertidige elanlegg, veger m.m.), eventuelt basert på utnyttelse av permanente elanlegg i byggetiden.

214 *Produksjonsplanlegging.* Elverkets, veg-, vann- og kloakkvesenets, Televerkets, hoved-, side- og underentreprenørers arbeider sammenfattes i et produksjonsprogram som danner grunnlag for riggplan inklusive elriggplan.

215 *Produksjon og vedlikehold* utføres av offentlige etater (inklusive elverk) og hoved-, side- og underentreprenører.
Innkjøp, utførelse og vedlikehold av midlertidige installasjoner og anlegg foretas.

216 *Avvikling.* Demontering og flytting eller lagring av utstyr for installasjoner og anlegg.

22 Styringen av et byggeprosjekt er illustrert i fig. 22.

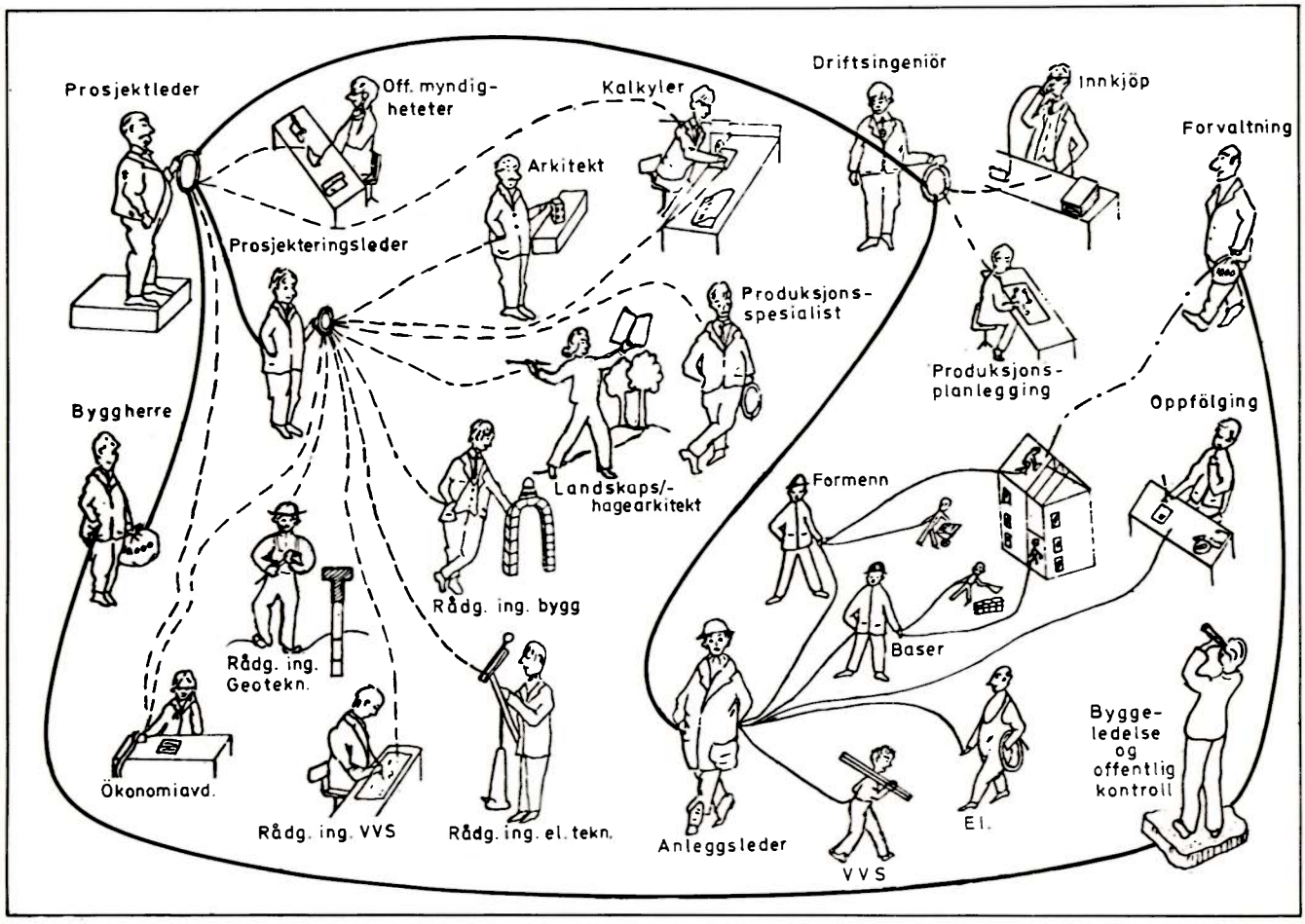


Fig. 22
Skjematisk fremstilling av styringen av et byggeprosjekt

3 REFERANSER

31 Dette bladet inngår i samlingen «Midlertidige elinstallasjoner for bygg og anlegg». Det er utarbeidet av Utvalg for midlertidige elektiske anlegg (UME) nedsatt av NVE og NBI. Redaksjonen er avsluttet november 1978. Bladene distribueres av Norges byggforskningsinstitutt, Forskningsveien 3b, Oslo 3

32 Litteratur

321 Norges byggforskningsinstitutt. Prosjektadministrasjon. Aktivitetsinndeling for program- og prosjekteringsfasene. Oslo 1975. NBI-blad PA 3.2.

322 Norges byggforskningsinstitutt. Oslo 1979. Byggforskserien, blad A 551.233 Televerkets installasjoner. Arbeidsrutiner ved prosjektering og utførelse.

Nikolai Olsens trykkeri a.s.

2.10 Samarbeid med elverk ved prosjektering og utførelse
2.20 Elverkenes leveringsvilkår og strømtariffer (utgis senere)

Planleggings-trinn	Ansvarlig plan-leggende instans	Informasjonsgrunnlag fra ansv. planleggende instans til elverk	Utredning om elforsyning og returinformasjon til ansv. planl.instans. Samarbeid med eksterne planl. Prosjektering og utførelse.
Produksjon	Elektro-installatør	Forhåndsmelding for for byggestrøminstallasjon Ferdigmelding for bygge-strøminstallasjon	Behandling Kontroll og godkjenning
	Hoved-entreprenør	Stikkledningsbestilling for byggestrøm Bestilling av byggestrøm	Montering av stikkledning Montering av måler og tilkobling
	Elektro-installatør	Forhåndsmelding for permanent installasjon Ferdigmelding for permanent installasjon	Behandling Kontroll og godkjenning
	Byggherre	Stikkledningsbestilling for permanent installasjon	Montering av stikkledning
	Hoved-entreprenør	Avbestilling av byggestrøm	Måleravlesning, frakobling
Over-levering	Byggherre (abonnent)	Strømbestilling for for permanent strømlevering	Montering av måler og tilkobling

3 REFERANSER

31 Dette bladet inngår i samlingen «Midlertidige elinstallasjoner for bygg og anlegg». Det er utarbeidet av Utvalg for midlertidige elektriske anlegg (UME), nedsatt av NVE og NBI. Redaksjonen er avsluttet i november 1978. Bladene distribueres av Norges byggforskningsinstitutt, Forskningsveien 3b, Oslo 3.

32 Litteratur

321 Skaar, B. H. m.fl. Provisorisk elektrisk kraft for bygg og anlegg; spørreundersøkelse hos 42 entreprenører. Oslo 1979. (Norges byggforskningsinstitutt. Arbeidsrapport)

322 Berdal, J. m.fl. Midlertidige elektriske installasjoner i bygge- og anleggsindustrien; problemdefinisjoner og oppgaver; utkast til prosjektprogram for UME. Oslo 1972. (Norges byggforskningsinstitutt. Arbeidsrapport)

323 Vibstad, H. m.fl. Spørreundersøkelse hos 154 elverk; elverkrutiner, tariffer m.v. Oslo 1973. (Norges byggforskningsinstitutt. Arbeidsrapport)

324 Skaar, B. H. Midlertidige elektriske anlegg på byggeplassen; prosjektering og produksjon på byggefeltet Hamar Vest. Elektro, b. 86, nr. 15, 1973, s. 16, 19–20, 22.

325 Norske Elektrisitetsverkers Forening. Medlemsliste 1975. Oslo 1976.

Nikolai Olsens trykkeri a.s.

Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen

Norges byggforskningsinstitutt

Midlertidige elinstallasjoner på bygge- og anleggsplasser

Samarbeid med elverk ved prosjektering og utførelse

Utvalg for midlertidige elektriske anlegg (UME)

ME 2.10
Utgitt våren 1980

0 GENERELT

01 Dette bladet handler om samarbeidsforhold med elverk ved prosjektering og utførelse av byggearbeider. Det gir også en orientering om elverkenes organisasjon og arbeidsområder.

02 Bladet er beregnet på prosjekterende, entreprenører o.a., samt kommunale planleggingsinstanser som skal samarbeide med elverk ved nye byggeprosjekter.
Elverkets andel i et byggeprosjekt kan omfatte prosjektering og utførelse av under- og nettstasjoner og framføring av ledninger til hovedsentraler og -tavler.
Dersom elverkets permanente installasjoner kan utføres tidlig i byggeperioden og utnyttes for levering av byggestrøm, kan de midlertidige installasjonene reduseres betraktelig. En slik løsning vil kunne gi økonomiske og sikkerhetsmessige fordeler, men det krever en nøye koordinering av elverkets oppgaver og de øvrige byggearbeidene, se ME-blad 6.10.

03 Andre ME-blad med særlig tilknytning til dette bladet:
ME 1.10 Fordelingsnett for framføring av elektrisk strøm
ME 1.20 Byggeprosessen og det midlertidige elanlegget
ME 3.31 Administrative bestemmelser og definisjoner
ME 6.10 Prosjekteringsfasen. Forberedelse av byggestrømsforsyningen
ME 6.20 Produksjonsfasen. Planleggingsteknikk og hjelpemidler

1 ELVERKETS GENERELLE ARBEIDSOMRÅDE OG INTERNE ORGANISASJON

11 Elkraft distribueres gjennom statlige, kommunale eller private elverk. Virksomheten er basert på fastsatte konsesjonsbetingelser i henhold til lovgivningen.

12 De fleste elverk er tilsluttet Norske Elektrisitetsverkers Forening som har kontor i Oslo. I medlemslisten, se pkt. 325, finnes det opplysninger om organisasjon, forsyningsområde, spenninger m.v.

13 Elverkene drives som forretningsmessige virksomheter. Offentlige elverk er administrativt underlagt fylkes- eller kommunestyrer som også godkjenner elverkenes leveringsvilkår og strømtariffer. I en viss utstrekning skal leveringsvilkår og tariffer godkjennes av NVE ved Elektrisitetsdirektoratet.

14 Elverkenes virksomhet kan inkludere enkelte eller alle sider ved elforsyningen. Oppgavene kan omfatte planlegging, konstruksjon, bygging, drift og vedlikehold av produksjonsanlegg, overføringsanlegg og fordelingsnett, installasjoner og tilsyn med disse samt salg av strøm.

15 Elverkets administrasjon og interne organisasjon varierer med størrelsen og andre forhold. Ønskes nøyaktige og detaljerte opplysninger, må disse innhentes hos det aktuelle elverket. Eksemplene i fig. 15a og 15b er generelle og veiledende.
For store elverk som har alle ledd i elforsyningen, kan organisasjonen bli ganske omfattende. Fig. 15a viser organisasjonsplanen for Oslo Lysverker som ved årsskiftet 77/78 hadde ca. 1650 ansatte. Henvendelser om byggestrøm skjer her til salgs- og tilsynsavdelingen.

OSLO LYSVERKERS ADMINISTRASJONSORDNING

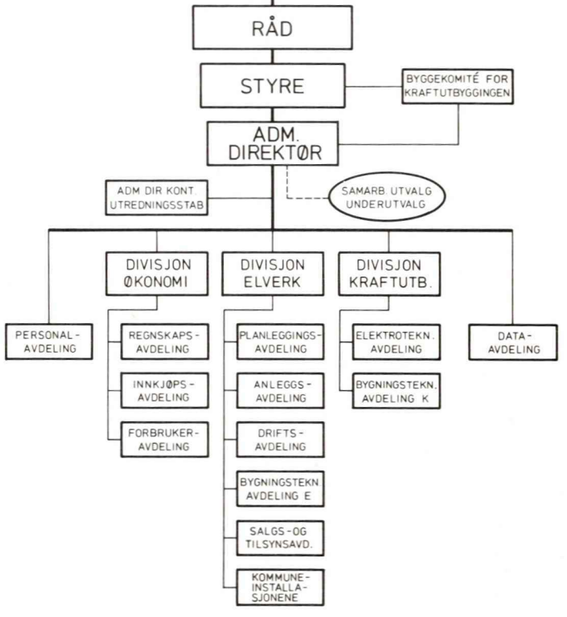


Fig. 15 a
Organisasjonsplan for Oslo Lysverker

Utgitt av

Ettertrykk forbudt

Norges byggforskningsinstitutt Tlf. (02) 46 98 80 Postadresse: Postboks 322 Blindern Oslo 3

Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen

Norges byggforskningsinstitutt

Midlertidige elinstallasjoner på bygge- og anleggsplasser

Samarbeid med elverk ved prosjektering og utførelse

Utvalg for midlertidige elektriske anlegg (UME)

ME 2.10
Utgitt våren 1980

0 GENERELT

01 Dette bladet handler om samarbeidsforhold med elverk ved prosjektering og utførelse av byggearbeider. Det gir også en orientering om elverkenes organisasjon og arbeidsområder.

02 Bladet er beregnet på prosjekterende, entreprenører o.a., samt kommunale planleggingsinstanser som skal samarbeide med elverk ved nye byggeprosjekter.
Elverkets andel i et byggeprosjekt kan omfatte prosjektering og utførelse av under- og nettstasjoner og framføring av ledninger til hovedsentraler og -tavler.
Dersom elverkets permanente installasjoner kan utføres tidlig i byggeperioden og utnyttes for levering av byggestrøm, kan de midlertidige installasjonene reduseres betraktelig. En slik løsning vil kunne gi økonomiske og sikkerhetsmessige fordeler, men det krever en nøye koordinering av elverkets oppgaver og de øvrige byggearbeidene, se ME-blad 6.10.

03 Andre ME-blad med særlig tilknytning til dette bladet:
ME 1.10 Fordelingsnett for framføring av elektrisk strøm
ME 1.20 Byggeprosessen og det midlertidige elanlegget
ME 3.31 Administrative bestemmelser og definisjoner
ME 6.10 Prosjekteringsfasen. Forberedelse av byggestrømsforsyningen
ME 6.20 Produksjonsfasen. Planleggingsteknikk og hjelpemidler

1 ELVERKETS GENERELLE ARBEIDSOMRÅDE OG INTERNE ORGANISASJON

11 Elkraft distribueres gjennom statlige, kommunale eller private elverk. Virksomheten er basert på fastsatte konsesjonsbetingelser i henhold til lovgivningen.

12 De fleste elverk er tilsluttet Norske Elektrisitetsverkers Forening som har kontor i Oslo. I medlemslisten, se pkt. 325, finnes det opplysninger om organisasjon, forsyningsområde, spenninger m.v.

13 Elverkene drives som forretningsmessige virksomheter. Offentlige elverk er administrativt underlagt fylkes- eller kommunestyrer som også godkjenner elverkenes leveringsvilkår og strømtariffer. I en viss utstrekning skal leveringsvilkår og tariffer godkjennes av NVE ved Elektrisitetsdirektoratet.

14 Elverkenes virksomhet kan inkludere enkelte eller alle sider ved elforsyningen. Oppgavene kan omfatte planlegging, konstruksjon, bygging, drift og vedlikehold av produksjonsanlegg, overføringsanlegg og fordelingsnett, installasjoner og tilsyn med disse samt salg av strøm.

15 Elverkets administrasjon og interne organisasjon varierer med størrelsen og andre forhold. Ønskes nøyaktige og detaljerte opplysninger, må disse innhentes hos det aktuelle elverket. Eksemplene i fig. 15a og 15b er generelle og veiledende.
For store elverk som har alle ledd i elforsyningen, kan organisasjonen bli ganske omfattende. Fig. 15a viser organisasjonsplanen for Oslo Lysverker som ved årsskiftet 77/78 hadde ca. 1650 ansatte. Henvendelser om byggestrøm skjer her til salgs- og tilsynsavdelingen.

OSLO LYSVERKERS ADMINISTRASJONSORDNING

Fig. 15 a
Organisasjonsplan for Oslo Lysverker

Utgitt av

Ettertrykk forbudt

Norges byggforskningsinstitutt Tlf. (02) 46 98 80 Postadresse: Postboks 322 Blindern Oslo 3

Tabell 21
Informasjon til og fra elverket. Elverksfunksjoner

Planleggings-trinn	Ansvarlig plan-leggende instans	Informasjonsgrunnlag fra ansv. planleggende instans til elverk	Utredning om elforsyning og returinformasjon til ansv. planl.instans. Samarbeid med eksterne planl. Prosjektering og utførelse.
Generalplan	Bygningsråd (general-utvalgplan)	Planutkast (1:50000) for arealanvendelse, natur, kommunikasjon, tekniske anlegg, fellesanlegg næring og industri Prognoser Utnyttelsesgrad Utbyggingstakt	Vurdering av mulighet for kraft-tilførsel Prosjektering av overføringslinjer og anlegg Prognose kraftbehov og dekning Spesielle forhold og betingelser som knytter seg til planutkastet, f.eks. grunnervervelse
		Stadfestet generalplan Geoteknisk rapport	Prosjektering, produksjonsplanlegging, kostnadsberegning, langtidsbudsjettering
Regulering-splan	Bygningsråd	Planutkast (1:1000) for arealanvendelse, terreng, vann og kloakk, priv. og off. veier, teleinstallasjon, boligtype, befolkningstetthet, helse-, sosial-, kulturinst., parker, fritidsområder, industri- og forretningsanlegg Verneområder Geoteknisk rapport Utbyggingstakt	Beregning av kraftbehov og dekning Angivelse av nye nettstasjoner, traséer for kabler eller luftledninger, spesielle betingelser, f. eks. byggeforbud m.m. Kostnadsoverslag, budsjettering
	»	Stadfestet reguleringsplan Utbyggingstakt Reguleringsbestemmelser	Detaljprosjektering av kabel/luftledninger og nettstasjoner Budsjettering, produksjonsplan Eventuelt bygging av overføringslinjer og understasjoner
	»	Nøyaktig kartverk (situasjonsplan) med inntegnet vei, vann, kloakk, teleledninger, m.v.	Inntegning av elverkets anlegg
	Eventuelt kommunalt koordinerings-utvalg	Plan for samordnet produksjon av offentlige tekniske anlegg	Drøfting og etablering av samarbeidsform mellom elverk, Televerket, tekniske etater og byggherre.
Prosjektering	Byggherre Hovedarkitekt Rådg. ing. elektro	Beslutning om utbygging Orientering om prosjektet Mulighet for byggetillatelse	Oppgave over eksisterende og planlagte elverksanlegg, disponibel effekt, forbehold, betingelser Utlevering av: Leveringsvilkår for strøm Tariffer Bestemmelser for jording Eventuell avtale mellom el-, veg-, vann-, kloakk- og teleetat om samordnet utførelse
			Orientering fra elverk om samarbeidsrutine elverk, hovedentreprenør og elinstallatør vedr. elinstallasjon og anleggsarbeid
	Bygningsvesen Bygningsråd	Byggeanmeldelse	Registrering av byggeanmeldelse Inntegning av eksisterende anlegg på anmeldelsestegning Angivelse av eventuelle forbehold, betingelser Utlevering av instruks til byggherre
	»	Byggetillatelse	Registrering
	Rådg. ing. elektro	Orientering om prosjekterte lavspenningsanlegg Forslag til plassering av nettstasjoner Oppgave over effektbehov	Eventuelle bemerkninger til prosjekterte anlegg
Anbud	»	(Merknad: Alle opplysninger som entreprenører trenger for sitt anbudsarbeid, bør være innhentet av rådg. ing. elektro på forhånd og innarbeidet i anbudsbeskrivelsen til hovedentreprenør/elinstallatør).	
Produksjons-planlegging	Hovedentreprenør	Fremdriftsplan (NB. Innflytningsdatoer, terrengarbeider, veg-, vann-, kloakk-, tele- og elverksanlegg) Plan for byggestrømlevering	Godkjenning Utarbeiding av elverkets arbeidsprogram Eventuell bygging av nettstasjon og eventuell etablering av byggestrømlevering

3.10 Regelverk og institusjoner
3.31 Administrative bestemmelser og definisjoner
3.32 Ledninger, kabler og sikringer
3.33 Kapsling av anleggsdeler
3.34 Beskyttelsesjording
3.35 Krav og normer for brytere, stikkontakter og plugger
3.36 Termiske apparater og varmeanlegg
3.37 Maskiner, sveiseaggregater og tinetransformatorer
3.38 Enheter og elektrotekniske tegnesymboler
3.39 Tegninger

19 Skip, oljeboringsplattformer
Oversikt over institusjoner og regelverk er vist i fig. 19.

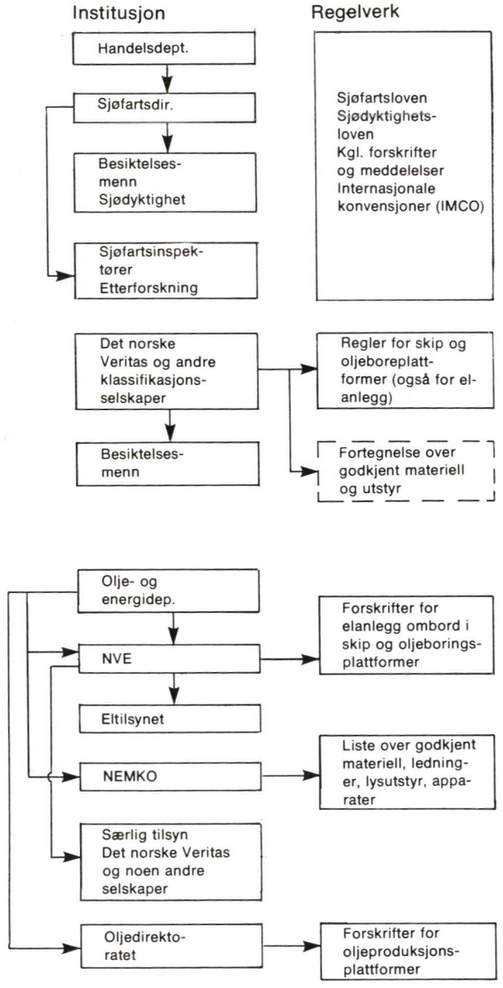


Fig. 19
Skip/oljeborings -og oljeproduksjons-plattformer m.v.

20 Forsikring
De ulike typer forsikringer er underlagt forsikringslovgivningen, se fig. 20. Denne regulerer forholdet mellom forsikringsselskap og forsikringstaker. En forsikringspolise er en kontrakt som forplikter begge parter. Det er derfor viktig at forsikringstakeren overholder sine forpliktelser slik at en erstatning ikke vil bli avkortet p.g.a. misligholdelse.
Vurdering av forsikringsbehov bør skje i samarbeid med selskapet.

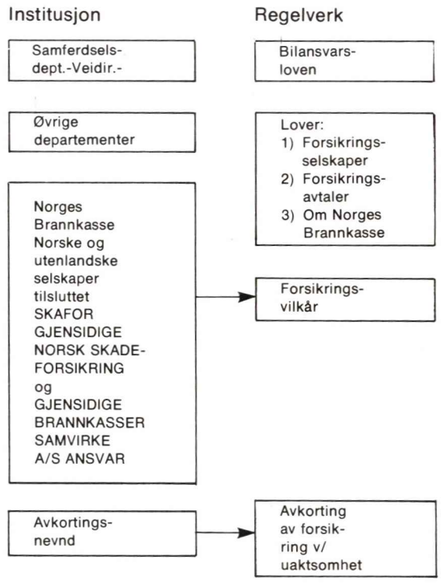


Fig. 20
Forsikring

2 REFERANSER

21 Dette bladet inngår i samlingen «Midlertidige elinstallasjoner for bygg og anlegg». Det er utarbeidet av Utvalg for midlertidige elektriske anlegg (UME) nedsatt av NVE og NBI.
Redaksjonen er avsluttet november 1978.
Bladene distribueres av Norges byggforskningsinstitutt, Forskningsveien 3b, Oslo 3.

22 Litteratur

221 Norsk Brannvern Forening: Branntekniske lover og forskrifter. 5. utg. Oslo 1970.

222 Alf Johansen: Lover og institusjoner for elektriske anlegg. Universitetsforlaget. Oslo 1968.

Nikolai Olsens trykkeri a.s

Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen

Norges byggforskningsinstitutt

Midlertidige elinstallasjoner på bygge- og anleggsplasser

Regelverk og institusjoner

Utvalg for midlertidige elektriske anlegg (UME)

ME 3.10
Utgitt våren 1980

REGELVERK OG INSTITUSJONER

0 GENERELT

01 Dette bladet gir en kort oversikt over lover, forskrifter, vedtekter og standarder som angår elanlegg og -utstyr. Det viser hvilke institusjoner og organisasjoner som utarbeider og iverksetter dette regelverket.
Bladet har også en kortfattet framstilling av lover og forskrifter med hensyn til arbeidervern, bygninger og brann.

02 Bladet er ment som oppslagsinformasjon for personell i bygge- og anleggsbransjen.
Regelverket styrer i stor grad all offentlig og privat virksomhet og har stor innflytelse på forholdene i industrien, se fig. 02.

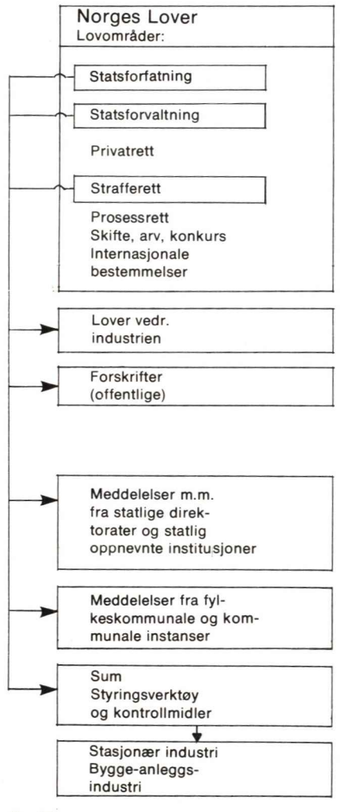


Fig. 02
Regelverket – oversikt

1 OVERSIKT OVER REGELVERK M.M.

11 Lover og kongelige resolusjoner
Det er på grunnlag av lover og kongelige resolusjoner at forskrifter og vedtekter utarbeides, se fig. 11.

12 Forskrifter, rundskriv og meddelelser
Departementet eller den institusjonen som departementene eller loven bemyndiger, kontrollerer håndhevelsen av lover og forskrifter. Vedtatte lover gir vanligvis departementet eller institusjonen fullmakt til å utarbeide og fastsette forskrifter. Elanlegg sorterer under Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen (NVE) som er underlagt Olje- og energidepartementet, se fig. 12.

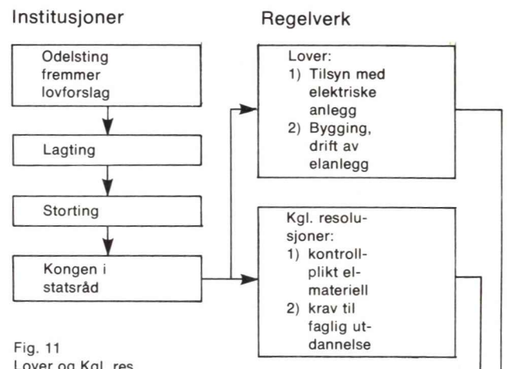


Fig. 11
Lover og Kgl. res.

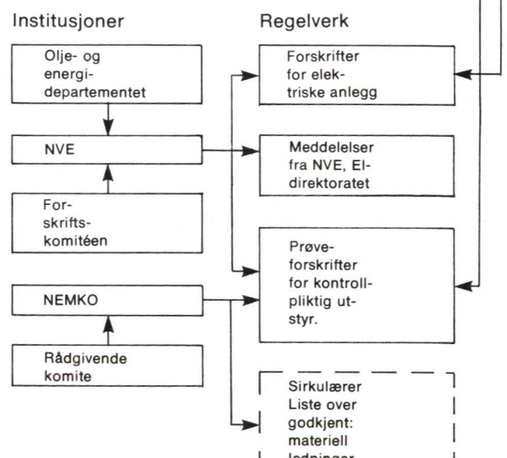


Fig. 12
Forskrifter, meddelelser m.v.

Utgitt av

Ettertrykk forbudt

Norges byggforskningsinstitutt Tlf. (02) 46 98 80 Postadresse: Postboks 322 Blindern Oslo 3

13 Prøving og godkjenning av elmateriell

Utstyr skal være godkjent (tillatt brukt) av Elektrisitetstilsynet eller Det stedlige tilsyn. Kontrollpliktig utstyr skal på forhånd være prøvd og godkjent av Norges Elektriske Materiellkontroll (NEMKO).

14 Kontroll og rapportering

NVE har pålagt Det stedlige tilsyn kontrollen med elanlegg som er tilknyttet elverkenes lav- og mellomspenningsnett, og har utarbeidet instruks for dette.

I henhold til denne skal det ved besiktigelse kontrolleres at forskriftene følges. Pålegg om retting av feil og mangler skal utferdiges skriftlig med passende kort frist for retting. Grovere overtredelse av forskriftene skal anmeldes til påtalemyndighetene. Elektrisitetstilsynet fører tilsyn med høyspenningsanlegg og med at Det stedlige tilsyn virker som forutsatt i henhold til instruks. For Norges Statsbaner, Teledirektoratet og Kystdirektoratet er anordnet Særlig tilsyn underlagt NVE. Se fig. 14 a og 14 b.

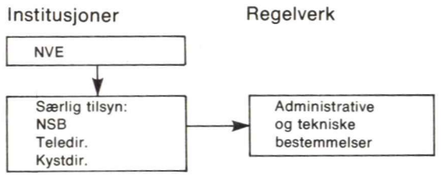


Fig. 14 a
Tilsyn med elanlegg – særlig tilsyn

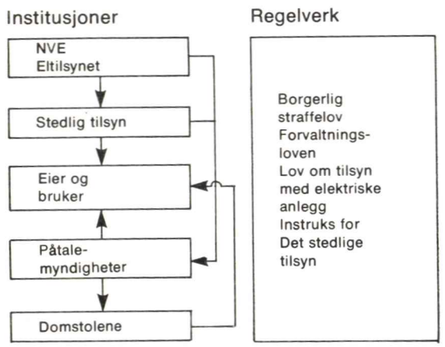


Fig. 14 b
Tilsyn med elanlegg – stedlig tilsyn

15 Standardisering, normer og internasjonalt samarbeid

Norske forskrifter og normer utarbeides vanligvis på grunnlag av internasjonale normer eller anbefalinger. Norsk elektroteknisk norm (NEN) utgis av Norsk Elektroteknisk Komite (NEK) som er medlem av den nordiske organisasjonen NOREK, European Committee for Electotechnical Standardization (CENELEC) og International Electrotechnical Commission (IEC), fig. 15. CENELEC utgir Harmoniseringsdokumenter (HD) og Europanormer (EN) som Norge har forpliktet seg til å følge. IEC utgir rekommandasjoner (anbefalinger).

Norsk Standard (NS) utgis av Norges Standardiseringsforbund (NSF) som er medlem av International Organization for Standardization (ISO).

Flerspråklige tekniske ordbøker utgis av Rådet for teknisk terminologi (RTT).

NEMKO samarbeider med de andre nordiske materiellkontrollanstalter gjennom EMKO, og internasjonalt gjennom International Commission on Rules for the Approval of Electrical Equipment (CEE).

NVE samarbeider med de andre nordiske lands myndigheter gjennom Nordisk komite for samordning av elektriske sikkerhetsspørsmål (NSS).

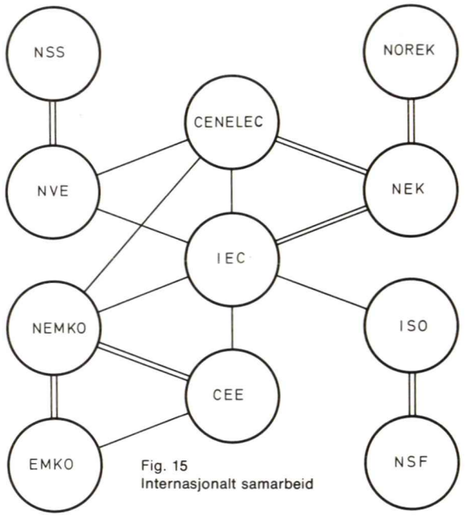


Fig. 15
Internasjonalt samarbeid

16 Arbeider- og industrivern

Selv om Arbeidsmiljøloven dekker de fleste områder, har også andre lover og forordninger innvirkning på dette feltet, se fig. 16.

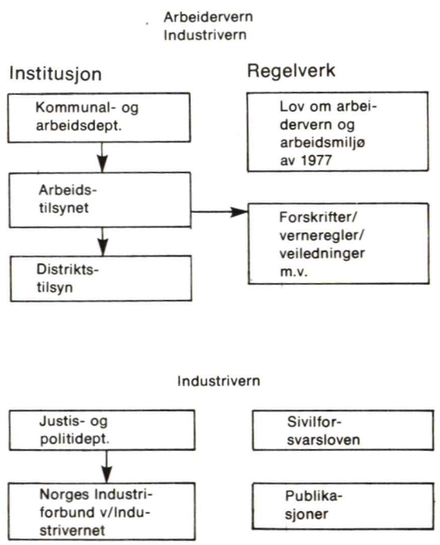


Fig. 16
Arbeider-/industrivern

17 Brannvern

Spørsmål vedrørende brann sorterer under Kommunal- og arbeidsdepartementet ved Kontoret for bygnings- og brannvesen, se fig. 17. Statens branninspeksjon er oppnevnt som brannteknisk sentralinstans for hele landet. Branninspeksjonen godkjenner koke- og varmeapparater for flytende og gassformig brensel, slokkings- og varslingsanlegg, bygningsmaterialer m.v.

Branninspeksjonen skal føre tilsyn med brann- og feiervesen i hver kommune og påse at alle gjøremål utføres i samsvar med brannvernloven og forskrifter og bestemmelser gitt i medhold av denne. Kommunalt brannvesen gir pålegg av bygningsteknisk art i byggesaker, bl.a. etter klassifiseringsreglene fra Norges brannstekniske laboratorium. Eksplosjons- og brannfarlige stoffer er regulert ved lover som overvåkes av Sprengstoffinspeksjonen.

Riksadvokaten utgir meldinger om hvordan brannsaker skal etterforskes.

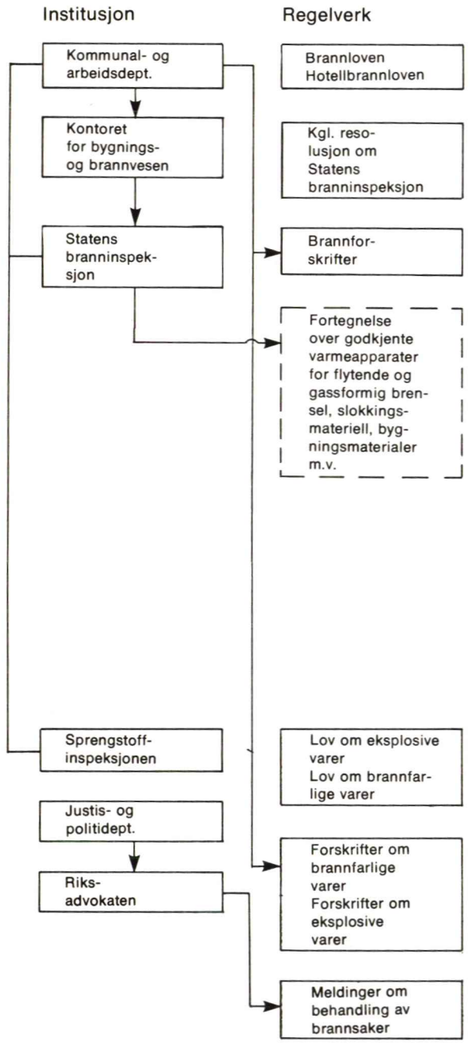


Fig. 17
Brann-, eksplosjonsvern

18 Bygning

Bygningsloven og byggeforskriftene er de viktigste offentlige bestemmelsene på dette området. De sorterer under Kommunal- og arbeidsdepartementet v/Kontoret for bygnings- og brannvesen. Bestemmelser og vedtekter er også utarbeidet av andre instanser, se fig. 18.

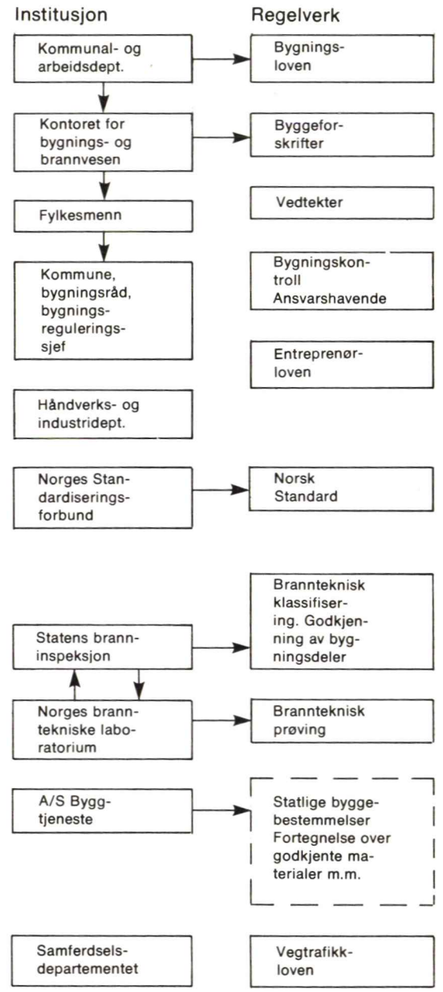


Fig. 18
Bygning/veg m.v.

9 REFERANSER

91 Dette bladet inngår i samlingen «Midlertidige elinstallasjoner for bygg og anlegg». Det er utarbeidet av Utvalg for midlertidige elektriske anlegg (UME) nedsatt av NVE og NBI. Redaksjonen er avsluttet november 1978. Bladene distribueres av Norges byggforskningsinstitutt, Forskningsveien 3b, Oslo 3.

92 Litteratur

921 NVE: Forskrifter for elektriske anlegg
922 Alf Johansen: Lover og institusjoner for elektriske anlegg. Universitetsforlaget.

Nikolai Olsens trykkeri a.s,

Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen

Norges byggforskningsinstitutt

Midlertidige elinstallasjoner på bygge- og anleggsplasser

Administrative bestemmelser og definisjoner

Utvalg for midlertidige elektriske anlegg (UME)

ME 3.31
Utgitt våren 1980

0 GENERELT

01 Dette bladet behandler administrative bestemmelser i bl.a. Forskrifter for elektriske anlegg.
Det inneholder en del definisjoner samt forslag til rutiner og avtaler.

02 Bladet er beregnet på elektrofagfolk, hovedentreprenører og byggeleder/anleggssjef.
For å sikre en gunstig utvikling av bestemmelser og regler som angår sikkerhet og produksjon, er det viktig at erfaringer som gjøres, blir meddelt Det stedlige tilsyn eller Elektrisitetstilsynet.

03 De henvisninger som finnes i teksten, viser til paragrafer i Forskrifter for elektriske anlegg.
Andre ME-blad som omhandler regler og bestemmelser:
ME 3.32 Ledninger, kabler og sikringer
ME 3.33 Kapsling av anleggsdeler
ME 3.34 Beskyttelsesjording
ME 3.36 Termiske apparater og varmeanlegg
ME 3.37 Maskiner, sveiseaggregater og tinetransformatorer

04 Bare de bestemmelser som har særlig betydning for midlertidige elektriske anlegg, er omtalt/referert. For den fullstendige teksten vises til de aktuelle forskrifter.

1 DEFINISJONER

Svakstrømsanlegg: Med svakstrømsanlegg forstås anlegg hvor elektrisiteten utelukkende brukes til overføring av lyd, bilder, tegn, skrift, figurer, signaler o.l., samt anlegg som arbeider med så lav spenning eller strøm at anlegget ikke kan medføre fare for liv og eiendom. I tvilstilfelle skal avgjørelsen treffes av Elektrisitetstilsynet (§ 101).

Sterkstrømsanlegg: Med sterkstrømsanlegg forstås alle elektriske anlegg som etter § 101 ikke kan anses som svakstrømsanlegg (§ 102).

Lavspenningsanlegg: Med lavspenningsanlegg forstås sterkstrømsanlegg med spenning opptil 250 V vekselstrøm eller 500 V likestrøm, for sporveis- og baneanlegg opptil 800 V likestrøm (§ 103).

Mellomspenningsanlegg: Med mellomspenningsanlegg forstås sterkstrømsanlegg med spenning over 250 V opptil 1 000 V vekselstrøm eller over 500 V opptil 1 500 V likestrøm (§105).

Høyspenningsanlegg: Med høyspenningsanlegg forstås sterkstrømsanlegg med spenning over 1 000 V vekselstrøm eller over 1 500 V likestrøm (§ 104).

Konsesjon: Tillatelse fra NVE til å bygge og drive elektriske høyspenningsanlegg.

Kraftleiekonsesjon: Tillatelse fra NVE til å kjøpe elkraft utover 500 kW.

Forhåndsmelding: Melding til Elektrisitetstilsynet eller Det stedlige tilsyn om planlagt elinstallasjon som ikke må påbegynnes før tillatelse foreligger.

Ferdigmelding: Melding til Elektrisitetstilsynet eller Det stedlige tilsyn om at elanlegget er ferdig utført. Elektrisitetstilsynet eller Det stedlige tilsyn skal gi sin tillatelse før anlegget tas i bruk.

Autorisasjon av elektroinstallatør m.v.: Tillatelse fra elverk til å forestå elinstallajoner i verkets forsyningsområde.

Elektrofagfolk: Fellesbetegnelse for personer som tilfredsstiller de krav som er fastsatt om faglig utdannelse m.v. for de forskjellige kategorier av elektrofagfolk (Driftsledere, elektroinstallatører, elektromontører m.v.). Tillatt arbeidsområde for de enkelte kategorier er gitt i Forskrifter om faglig utdanning for elektrofagfolk.

Instruert person: Person som ikke tilfredstiller Forskrifter om faglig utdanning for elektrofagfolk, men som er gitt instruksjon for betjening m.v. av bestemte elanlegg eller deler av elanlegg. Vedkommende bør i nødvendig omfang ha fått kjennskap til mulige farer, nødvendige beskyttelsesinnretninger og forholdsregler. Av instruks e.l. skal det klart fremgå hvilke elanlegg vedkommende har adgang til og hva personen har tillatelse til å utføre.

Utgitt av

Ettertrykk forbudt

Norges byggforskningsinstitutt Tlf. (02) 46 98 80 Postadresse: Postboks 322 Blindern Oslo 3

Hovedentreprenør:	Begrepet er i denne forbindelse brukt om en bedrift som er kontraktansvarlig overfor byggherren for utførelse av hele byggearbeidet eller en overveiende del av det. Bedriftens ledelse må ha entreprenørautorisasjon som gjelder for den typen byggearbeid som skal utføres.
Byggeleder:	Denne er byggherrens representant på byggeplassen.
Byggeplassleder/ anleggsleder:	Hovedentreprenørens ansvarlige representant på byggeplassen/anlegget som om nødvendig skal være innvilget ansvarsrett fra det kommunale byggningsråd.
Bygge-/anleggsformenn:	Personer som står ansvarlig overfor byggeplassleder/anleggsleder, eventuelt hovedentreprenør, for en begrenset del av byggearbeidet.

2 KONSESJON OG MELDING

21 Svakstrømsanlegg og lavspenningsanlegg med spenning < 42 V
Slike anlegg er vanligvis fritatt for meldingsplikt (§ 14) unntatt i eksplosjonsfarlig område

22 Lav- og mellomspenningsanlegg
Anlegget skal forhåndsmeldes og ferdigmeldes, vanligvis til Det stedlige tilsyn. Det må ikke tas i bruk før tillatelse er gitt (§ 12).

23 Høyspenningsanlegg
For høyspenningsanlegg kreves det konsesjon fra NVE for bygging og drift. Dessuten kreves forhånds- og ferdigmelding og særskilt tillatelse fra Elektrisitetstilsynet før det tas i bruk (§ 11).

24 Transportable generatoranlegg
Anlegg bestående av strømkilde og bruksgjenstand med tilhørende anleggsdeler, sikringer, brytere, regulatorer etc. beregnet på transport fra ett brukssted til et annet, skal meldes til Elektrisitetstilsynet før det tas i bruk første gang (§ 528 i).

25 Tinetransformator
Eier skal melde anskaffelse av tinetransformator til det lokale elverk. Om tillatelse til bruk, se blad 3.37.

3 MATERIELL OG UTSTYR

Alle elektriske maskiner, apparater, materiell m.v. som framstilles, falbys eller omsettes, må tilfredsstille kravene som er fastsatt i Forskrifter for elektriske anlegg. Elektriske anlegg må ikke tas i bruk før Elektrisitetstilsynet eller Det stedlige tilsyn har gitt tillatelse til det. Materiell, apparater m.v. som er underlagt kontrollplikt, må ikke falbys, omsettes eller tas i bruk før arten eller typen er godkjent av NEMKO (§ 22, § 400).

4 ROMGRUPPER

Installasjoner i ulike typer av rom skal tilfredsstille kravene for vedkommende romgruppe (§§ 486–499).
Rommene inndeles i følgende grupper:

Driftsrom	Våte rom
Tørre rom	Syreholdige rom
Smussige rom	Garasjer
Fuktige rom	Brannfarlige rom

Eksplosjonsfarlige områder
Landbruksinstallasjoner
Tilfluktsrom
Apparater, maskiner og installasjoner som brukes i det fri, skal tilfredsstille samme krav som for bruk i våte, fuktige eller syreholdige rom, avhengig av formålet og forholdene på stedet. Apparatene må ikke være tilgjengelige for uvedkommende (§ 501, § 405).

5 UTFØRELSE OG PLASSERING

52 Generelle krav
Alle anlegg skal være utført fagmessig og slik at de ikke virker unødig skjemmende på omgivelsene.
Utførelse, endring og reparasjon av meldepliktige anlegg må bare utføres av elektrofagfolk som tilfredsstiller de kravene som er fastsatt for slikt arbeid (§ 21) og Forskrifter om faglig utdanning for elektrofagfolk. Apparater og materiell skal være i godkjent utførelse og brukes i samsvar med godkjenningsbetingelsene. Maskiner, apparater og installasjonsmateriell med tilhørende beskyttelseskapsler skal være utført slik at de påkjenninger som oppstår under drift, kan tåles med tilstrekkelig sikkerhet. Anleggsdelene skal være oversiktlig plassert. De delene som krever tilsyn og betjening under drift, skal være lett tilgjengelige og godt belyst. De skal være montert i den stillingen de er beregnet for. Merking og plassering skal såvidt mulig hindre feilbetjening som kan volde skade, og koplingsorganer må være anbragt slik at strømmen ikke kan sluttes eller brytes utilsiktet (§ 405). Ledninger og kabler skal være lagt slik at de ikke utsettes for unødig mekanisk eller klimatisk påkjenning (§ 503).

521 *Midlertidige lav- og mellomspenningsanlegg* skal i alminnelighet utføres og vedlikeholdes i samsvar med forskriftene, men mindre avvik kan tillates.
Berøringsbeskyttelse, ildsikkerhet og jording skal være i samsvar med forskriftene.
Utkopling og låsing må foretas ved arbeidstidens slutt. Kabler må gjøres spenningsløse når de ikke er i bruk. Sikringsskap o.l. som er tilgjengelige for uvedkommende, må også gjøres spenningsløse eller låses. Uvedkommende skal ikke kunne inn- eller utkople maskiner, apparater eller annet elektrisk utstyr.

53 Midlertidige høyspenningsanlegg
I alminnelighet skal disse utføres og vedlikeholdes ifølge forskriftene.
Unyttede ledninger skal enten tas ned eller vedlikeholdes i samråd med Elektrisitetstilsynet. De skal stå i god ledende forbindelse med jord og befares årlig (§ 730).

6 ELEKTROFAGFOLK – AUTORISASJON

Se Forskrifter om faglig utdanning for elektrofagfolk og Forskrifter om autorisasjon av elektroinstallatører og elektromontører som står i elektroinstallatørs stilling.

61 Drift av høyspenningsanlegg
Drift av elanlegg av bestemt art og størrelse som fastsettes av NVE, skal forestås av sakkyndig driftsleder.
Høyspennings strømforsyning i et område vil vanligvis forestås av det elverket som har områdekonsesjon.

62 Utførelse og reparasjon av elektriske anlegg
Utførelse og reparasjon av elektriske sterkstrømsanlegg med spenning over 42 V skal forestås av elektroinstallatør (gruppe H for lav-, mellom- og høyspenningsanlegg, gruppe L for lav- og mellomspenningsanlegg), men med enkelte unntak. (Se Forskrifter om faglig utdanning for elektrofagfolk).
Elektroinstallatørgruppe H skal godkjennes av NVE.
Elektroinstallatørgruppe L og elektromontørgruppe L som innehar elektroinstallatørs stilling, skal ha autorisasjon fra det elverket som forsyner det området hvor installasjonen foretas.
Autorisasjonene kan være:
- Områdeautorisasjon som omfatter det elverksforsyningsområde hvor installatøren har sin forretning
- Tilleggsautorisasjon som også gjelder utenfor forsyningsområdet
- Bedriftsautorisasjon som gjelder innen en bedrift e.l. hvor ikke tilsyn er underlagt Elektrisitetstilsynet

Slik autorisasjon gis til:

a Elektroinstallatør gr. L som er fast ansatt ved bedriften og som ikke samtidig forestår annen installasjonsvirksomhet.

b Elektromontører gr. L som også må være fast ansatt. Autorisasjonen gjelder bare reparasjon, vedlikehold og mindre installasjonsarbeid i forbindelse med flytting og utskifting av maskiner o.l. tilknyttet lav- og mellomspenningsanlegg. Montøren har ikke tillatelse til å utføre lignende arbeid utenfor bedriften.

7 AVTALEFORHOLD

71 Samordning av vernetiltak
På bygge- og anleggsplasser blir ofte side- og underentreprenørers elmateriell tilkoplet hovedentreprenørens anlegg. Det kan da oppstå misforståelser med hensyn til ansvaret for det vedlikehold som forskriftene krever (§ 21). Arbeidsmiljøloven (§ 15) forutsetter:

«Når flere arbeidsgivere samtidig driver virksomhet på samme arbeidsplass, skal:

a) hver av arbeidsgiverne sørge for at deres egen virksomhet er slik innrettet og deres egne arbeidstakeres arbeid er ordnet og blir utført på en slik måte at også de øvrige arbeidstakere er vernet i samsvar med reglene i denne lov,

b) hver arbeidsgiver medvirke til et samarbeid for å sikre et fullt forsvarlig arbeidsmiljø for alle arbeidstakere på arbeidsplassen,

c) hovedbedriften ha ansvaret for samordningen av de enkelte virksomheters verne- og miljøarbeid.»

Det bør derfor opprettes skriftlig avtale om partenes ansvarsforhold m.h.t. vedlikehold og ettersyn, f.eks.:

«Undertegnede forplikter seg til å holde det elmateriell som brukes på xx byggeplass i forskriftsmessig stand. Jeg er innforstått med at materiell som har tydelige mangler eller skader eller som utløser jordfeilbryter eller jordfeilsignal, vil bli nektet tilkopling.»

Dato: (Side- eller underentreprenør)
Underskrift

72 Avtale mellom eier av midlertidig elanlegg (hovedentreprenør) og elektroinstallatør bør presisere installatørens plikt til å foreta ettersyn av anlegget, og at alle feil skal rettes for eierens regning.

8 BYGGEPLASSLEDERS/ANLEGGSSJEFS PLIKTER

81 Elanlegg skal vedlikeholdes og ettersees slik at de til enhver tid er i forskriftsmessig stand. Dette er et ansvar som er pålagt eieren av elanlegget (entreprenøren). Byggeplassleder/anleggssjef som er entreprenørens stedlige representant, må ha fullmakt til å bestille elektrofagfolk av riktig kategori (vanligvis elektroinstallatør, se pkt. 62) til å foreta ettersyn, reparasjon og vedlikehold.

82 Byggeplassleder/anleggssjef er ansvarlig for:
- at arbeiderne har fått nødvendig opplæring i behandling av elmateriell og utstyr
- at alt elektrisk utstyr som brukes på byggeplassen, er i forskriftsmessig stand
- å sørge for at oppslag om betjening m.v. finnes i sikringsskap, verksted, brakker og ved kraner og andre maskiner i den utstrekning dette er nødvendig for riktig og sikker bruk, betjening, vedlikehold m.v.

Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen

Norges byggforskningsinstitutt

Midlertidige elinstallasjoner på bygge- og anleggsplasser

Ledninger, kabler og sikringer

Utvalg for midlertidige elektriske anlegg (UME)

ME 3.32
Utgitt våren 1980

0 GENERELT

01 Dette bladet behandler minstekrav til lednings- og kabeltverrsnitt og sikringsstørrelser ved ulik belastning. For ledninger og kabler angis kvalitets- og sikkerhetskrav, bestemmelser om plassering, kryssing av veger og andre kabler og nærføring av bygninger.
Sikringenes funksjon og regler for bruk av dem blir også omtalt.

02 Bladet bygger på Forskrifter for elektriske anlegg, og henvisningene refererer til disse.

03 Andre ME-blad med tilknytning til dette bladet:
ME 3.31 Administrative bestemmelser og definisjoner
ME 3.33 Kapsling av anleggsdeler
ME 3.34 Beskyttelsesjording
ME 3.36 Termiske apparater og varmeanlegg
ME 3.37 Maskiner, sveiseaggregater, tinetransformatorer
ME 4.11 Sikringsmateriell

1 LEDNINGER OG KABLER

11 Definisjon
Ledning er isolert eller uisolert en- eller flertrådet leder eller en kombinasjon av flere isolerte ledere. Kabel er en eller flere isolerte ledere, omgitt av en felles beskyttelseskappe.

12 Tverrsnitt, belastning
Høyeste tillatte belastning for fast opplagte gummi- eller plastisolerte ledninger og kabler for spenning opp til 1 kV er gitt i tabell 12a.

Tabell 12 a
Høyeste tillatte strøm og sikringer for fast opplagte kabler og ledninger med isolasjon av plast eller gummi og for bevegelige ledninger brukt for tilførsel til sentraler

Tverrsnitt		Høyeste tillatte strøm		Sikring	
Kopper mm²	Aluminium mm	Kopper A	Aluminium A	Kopper A	Aluminium A
1,5		14		10	
2,5		20		16	
4		25		20	
6		31		25	
10		43		35	
16	16	65	43	63	35
25	25	90	65	80	63
35		120		100	
50	50	150	115	125	100
70		200		160	
95	95	240	185	200	160
120		280		225	
150	150	325	255	250	225
185		380		315	
240	240	450	330	350	315
300		525		400	
400	400	640	500	500	400

Papir- eller plastisolerte kabler med spenning opp til 1 kV som legges i jord, luft, rør eller ventilert eller uventilert kanal i jord, kan høyst belastes som vist i tabell 12b.

Tabell 12 b
Høyeste tillatte belastning for papir- eller plastisolerte kabler utendørs og i jord

Tverrsnitt		Belastning					
		I jord *		I luft		I rør	
Kopper mm²	Aluminium mm²	Kopper A	Aluminium A	Kopper A	Aluminium A	Kopper A	Aluminium A
1,5		26		17		21	
2,5		35		24		28	
4		47		38		38	
6		59		53		46	
10		80		66		62	
16	16	105	80	87	66	83	62
25	25	135	105	115	87	105	83
35		160		140		130	
50	50	195	150	170	135	160	120
70		240		210		195	
95	95	285	220	255	200	230	180
120		325		295		260	
150	150	365	280	340	265	300	230
185		410		390		340	
240	240	480	370	365	360	395	305
300		535		535		440	
400	400	630	490	630	500	495	415

*) Forutsetter jord med spesifikk termisk motstand = 100 °C, cm/W

Høyeste tillatte belastning for bevegelige ledninger er gitt i tabell 12 c.

Utgitt av

Norges byggforskningsinstitutt Tlf. (02) 46 98 80 Postadresse: Postboks 322 Blindern Oslo 3

Ettertrykk forbudt

Nikolai Olsens trykkeri a.s

Tabell 12 c
Høyeste tillatte strøm og største sikringer for bevegelige ledninger (Se også tabell 12 a)

Tverrsnitt mm²	Høyeste tillatt strøm A	Største tillatte sikring A
0,75	6	10
1,0	10	16
1,5	16	20
2,5	25	25
4,0	32	35
6,0	40	63
10,0	63	80
16,0	80	100
25,0	100	
35,0	125	
50,0	150	
70,0	190	
95,0	230	
120,0	265	
150,0	305	

Verdiene i tabellene er satt slik at lederisolasjonen ikke skal få høyere temperatur enn det isolasjonen tåler. Belastningen i tabellene forutsetter at en kabel ligger alene ved normal omgivelsestemperatur. Ved nærføring av flere kabler eller dårlig varmeavledningsmulighet må belastningen reduseres. Se forskriftene. I praksis må det ofte velges større tverrsnitt for kabler og ledninger, bl.a. for at spenningsfallet ikke skal bli for stort.

2 LEDNINGER OG KABLER I JORD

21 Materialer og utførelse
Armerte kabler med ledende skjerm/beskyttelseskappe kan legges direkte i jord.
På byggeplasser o.l. kan det være praktisk å legge kabler i jord i trekanaler o.l. Det gjør det lettere å ta opp igjen kablene og gir god beskyttelse mot ytre påkjenninger (§ 508). For belastning se tabell 12b.
Kabler uten armering eller ledende skjerm/beskyttelseskappe som unntaksvis legges i jord, må beskyttes med solide rør eller betongkanaler.

3 LUFTLEDNINGER OG -KABLER, HENGELEDNINGER

31 Materialer og utførelse
Til luftledninger brukes isolerte eller uisolerte enledere. Hengeledning EX og EXW er 2, 3 eller 4 isolerte ledninger snodd sammen. EXW har bæreline i tillegg.
Luftledninger kan belastes og sikres høyere enn vist i tabell 12a forutsatt at temperaturen dermed ikke blir farlig for driften eller omgivelsene. Hengeledninger kan imidlertid ikke belastes særlig høyere da polyetylenisolasjonen mykner ved høyere temperaturer og lederne kan kortsluttes. Tillatte belastninger er gitt i tabell 31.

Tabell 31
Tillatt belastning av hengeledning (EX og EXW)

Ledningstverrsnitt mm²	Tillatt belastning A	Største sikring A
25	95	63
50	140	100
95	220	160
150	295	250

Spenningsførende ledninger i det fri må kunne utkoples (§ 511).

32 Avstand og fri høyde
Ved frie spenn må ledningenes innbyrdes avstand avpasses etter spennvidden.
Både den innbyrdes avstanden mellom fast opplagte, isolerte ledninger og til andre ledende gjenstander eller bygningsdeler skal være minst 100 mm. (Egne isolasjonsfester er unntatt).
Ledninger og selvbærende kablers frie høyde over bakken skal være minst 4 m (§ 511). Hvor det normalt ikke foregår kjøring, kan stikkledningers frie høyde reduseres til 2,5 m når ledningene er isolerte eller det brukes kabel.

33 Kryssing og nærføring

331 Ved kryssing av offentlig veg skal lavspenningsledninger ha minst 5 m høyde over vegbanen.
Trestolper som plasseres nærmere enn 10 m fra offentlig veg, plass eller sterkt beferdet område, skal være av furu eller likeverdig virke og impregnert på godkjent måte (§ 518).

332 Over leke- og idrettsplasser, skytebaner og andre lignende områder må det ikke føres luftledninger. Elektrisitetstilsynet eller Det stedlige tilsyn kan allikevel gi tillatelse til at isolerte ledninger for belysningsanlegg blir ført over slike plasser og områder (§ 525).

333 Til bygning eller bygningsdel skal blanke ledninger ha en avstand på minst 1,5 m. Ledninger og kabler som føres langs bygninger, skal ha en avstand av minst 1,5 m til disse. Blanke og isolerte ledningr og kabler skal ha en fri høyde over hustak, balkonger og stillaser av minst 2,5 m. Over mindre tilbygg som ikke er egnet til opphold eller ferdsel, kan fri høyde over tak reduseres til 1,5 m hvis dette er nødvendig for å oppnå et hensiktsmessig inntak i bygningen (§ 526).

4 BEVEGELIGE LEDNINGER

41 Materialer og utførelse
Bevegelige ledninger skal være slitesterke og olje- og/eller værbestandige, av type NMHVO, NSHO, NMHVR dersom ikke annen type er tillatt for det utstyret de er tilkoplet.
Til håndlamper skal det brukes gummislangeledning av ikke lettere type enn NMHO.
Bevegelige ledninger skal være kortest mulig. Skjøteledninger bør unngås. Stikkontakter (sentraler) bør derfor være plassert nær de steder hvor flyttbart elutstyr brukes.
Ledninger som ligger på bakken, må være beskyttet eller tydelig merket slik at de ikke utsettes for skadelige påkjenninger. Uvedkommende må ikke kunne sette ledningene under spenning.
Bevegelige ledninger må ikke brukes i tørkerom eller -skap uten spesiell tillatelse (§ 458, § 505).

42 Tverrsnitt, belastning
Bevegelige ledninger kan belastes og skal ha forankoplede sikringer som vist i tabell 12c.
Til apparater, maskiner o.l. skal ledningens tverrsnitt minst svare til påstemplet merkestrøm for apparatene/maskinene.
Må skjøteledning brukes, skal tverrsnittet tilsvare belastningen og alltid være minst 1,0 mm².
For bevegelige ledninger som tilførsel til sentraler skal tverrsnittet være tilpasset belastningen som angitt i tabell 12a.

43 Tilkopling, strekk, vridningsavlastning
Overgang fra fast opplagt til bevegelig ledning for belysningsutstyr, apparater, maskiner o.l. skal vanligvis skje ved stikkontakt og plugg. Stasjonære og fastmonterte apparater o.l kan fast tilkoples med bevegelig ledning når de er godkjent for slik tilkopling.
Kontaktforbindelser må ikke utsettes for strekk eller vridning.
Strekk- og vridningsbelastning skal opptas av typegodkjent strekkavlaster.
Ved innføring i apparater, håndlamper o.l. som beveges under bruk, skal ledninger med tverrsnitt mindre enn 4 mm² ha godkjent isolerende forsterkning. Denne skal rekke minst 25 mm utenfor innføringsstedet som bør være slik utformet og plassert at påkjenningen på ledningen blir minst mulig.

44 Direkte tilkopling til luftnett
Bevegelig ledning som koples direkte til luftnettet, skal ha et minste tverrsnitt 2,5 mm². Ledningen skal være strekkavlastet på betryggende måte, og spennvidden må ikke overstige 15 m. Ledningen skal ha belastningsbegrensede sikringer i.h.t. tabell 12a. Disse sikringene kan være plassert etter ledningen. Ledninger som er tilgjengelige fra marken eller som festes til eller føres inn i bygninger o.l., skal ha forankoplede sikringer med merkestrøm høyst 2,5 ganger verdien i tabell 12a.
For tilkopling av kappsager, kompressorer, betongblandere, hvilebrakker o.l. til luftnett ved hjelp av spesiell tilkoplingsanordning, må tillatelse gis av Elektrisitetstilsynet eller Det stedlige tilsyn.
Tillatelse til å foreta tilkopling gis vanligvis bare til elektrofagfolk, men unntaksvis også til ikke elektrofagfolk. Da gis skriftlig instruks som det må kvitteres for.
Direkte tilkopling uten spesiell tilkoplingsanordning kan bare foretas av elektrofagfolk. Til elverkets nett skal slik tilkopling vanligvis foretas av elverket.
Ved inntak til hvilebrakker og eventuell videreføring kan brukes overgangsbokser, koplingsbokser e.l. med strekkavlastning.
Det kan også brukes stikkontakter og plugger eller apparatinntak og skjøtekontakter.

5 SIKRINGER

51 Utførelse
Sikringer skal være utført slik at de ikke forårsaker kortslutninger ved innsetting eller utskifting. Høyeffektsikringer bør bare brukes i sikringsbrytere. Automatsikringer må ha forankoplede smeltesikringer med merkestrøm ikke over det som er tillatt for automatsikringene.

52 Utskifting
Når sikringer går, skyldes det vanligvis overbelastning eller feil på anlegget, f.eks. kortslutning eller jordslutning. Materialtretthet p.g.a. langvarig belastning nær opp mot merkestrømmen kan også være årsak til at sikringer smelter av. Er sikringen gått, undersøk da først om kursen er overbelastet før ny sikring settes i. Skifting bør skje uten at sikringen er belastet slik at skader på kontaktflatene mellom sikringsholder og sikring unngås. Slike skader fører til varmgang, og sikringene vil dermed smelte av for tidlig. Hvis sikring går umiddelbart etter innsetting, kan en regne med at det er feil på anlegget eller de apparatene som er i bruk. Feilen må da lokaliseres og repareres av fagfolk. Reservesikringer bør alltid finnes hvis ikke automatsikringer brukes. Det er forbudt å bruke for store, forfalskede eller reparerte sikringer.
Forøvrig finnes det flere feilkilder som ikke varsler ved sikringsbrudd, men som likevel kan føre til ulykker og brannskader, se bl.a. ME-blad 3.34 om beskyttelsesjording.

6 REFERANSER

61 Dette bladet inngår i samlingen «Midlertidige elinstallasjoner på bygg og anlegg». Det er utarbeidet av Utvalg for midlertidige elektriske anlegg (UME) nedsatt av NVE og NBI. Redaksjonen er avsluttet november 1978. Bladet distribueres av Norges byggforskningsinstitutt, Forskningsveien 33, Oslo 3.

62 Litteratur

621 NVE, Eldirektoratet. Forskrifter for elektriske anlegg
622 Bestemmelser om forhold mellom offentlige veger og elektriske ledningsopplegg. (Vedlegg til forskriftene)
623 NEK: NEN 62.75. Norske normer for kraftkabler. Belastningstabeller

323 Overgang til hovedledning
Ved frostsikring av ledninger i friluft må frostsikringen utføres til tilstrekkelig dyp ved overgang til hovedledning i grunnen. Dersom ledningene ligger i grunn grøft i telefarlige masser, må grøftebunnen sikres mot telehiving som kan føre til ledningsbrudd og motfall.

324 Overdekning i grøfter
I grøfter der trafikk kan forekomme, bør ledninger ha overdekning på minst 0,5 m, i trafikkert veg minst 0,8 m. Overdekningen rundt selve rørledningen bør bestå av 5-8 mm eller 8-12 mm pukk, forøvrig kult, fig. 324 a. Av hensyn til eventuell senere graving må ledningen dekkes med heller el.l. og grøfta markeres med rødt bånd. Ledningen kan også legges i kulvert el.l., fig. 324 b. På steder uten trafikk kan overdekningen bestå av vanlig sand, grus, leire eller porøse materialer av bark el.l.

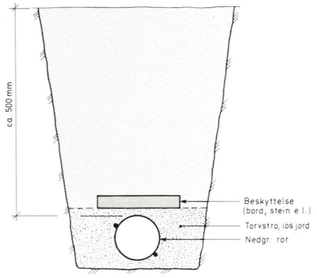


Fig. 324 a
Varmekabel montert for frostsikring av nedgravd vannledningsrør

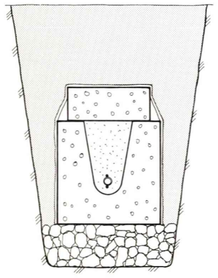


Fig. 324 b
Rørledning og varmekabel i lettbetong kulvert

325 Elvekryssing
Ved elvekrysninger o.l. kan røret med påbendslet varmekabel trekkes inn i et større plastrør som beskyttelse mot mekaniske påkjenninger og avkjøling, fig. 325.

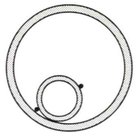


Fig. 325
Rørledning av plast og varmekabler tredd inn i større plastrør

326 Beskyttelse mot telehiv
I telefarlige masser må en hindre at ledninger og kabler kan skades p.g.a. telehiv. En kan da isolere på oversiden av røret for å hindre frostnedtrengning, fig. 326. For fastlegging av nødvendig tykkelse og bredde på isolasjonen, se [422.2] og [422.3].

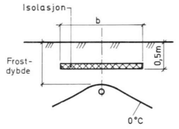


Fig. 326
Beskyttelse mot telehiv

327 Tilkoblingsledning
Det bør benyttes kald tilkoblingsledning for å unngå høy temperatur i koblingsboksene. På steder med høy fuktighet skal det benyttes vanntett materiell. Koblingsbokser bør plasseres over terreng.

328 Spesialkabler
På steder med aggressive stoffer (i jord, luft eller i væske) må en velge kabeltyper som tåler påkjenningen. I eksplosjonsfarlige områder i sone 0 er varmekabler ikke tillatt. Om utførelse for øvrig, se Forskrifter for elektriske anlegg, § 476, pkt. 4.3 og Meddelelse 1/77 fra Elektrisitetsdirektoratet.

329 Opptining av vannledning
Opptining av vannledning med en utenforliggende varmekabel beregnet for frostsikring vil kunne ta relativt lang tid. For en uisolert 1" vannledning som ligger på 0,5 m dybde i jord, vil det gå ca. to timer hvis effekten er ca. 12 -14 watt/meter rør.

33 Nedgravde ledninger
Det er mulig å frostsikre vannledninger som ligger nedgravd ved å trekke en spesiell varmekabel gjennom ledningen, se eks. fig. 33.

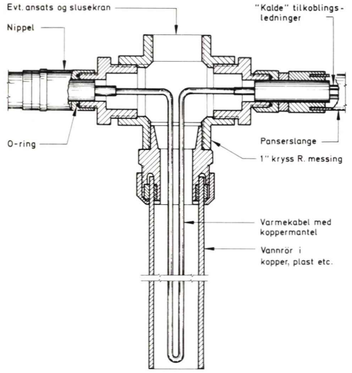


Fig. 33
Eksempel med varmekabel ført inn i vannledning

34 Termostatstyring
Ønskes det en bestemt temperatur på vannet, f.eks. drikkevann, eller det skal spares strøm, benyttes termostatkontroll. Det må da brukes termostatkontroll med kapillarrørføler eller en elektronisk termistorføler lagt på ledningen under eventuell isolasjon. En må da passe på at føleren plasseres der laveste temperatur forekommer.

35 Jordfeilbryter
Varmekabelen bør forankoples jordfeilbryter med utløsestrøm høyst 30 mA. Ved lange lengder av varmekabel kan lekkasjestrømmen bli så stor at jordfeilbryteren løser ut. I slike tilfeller må anlegget seksjoneres.

4 REFERANSER

41 Dette bladet inngår i samlingen Midlertidige elinstallasjoner for bygg og anlegg. Det er utarbeidet av Utvalg for midlertidige elektriske anlegg (UME), nedsatt av NVE og NBI. Redaksjonen er avsluttet i desember 1984. Bladene distribueres av Norges byggforskningsinstitutt, Forskningsvn. 3b Blindern, 0314 OSLO 3.

42 Litteratur

421 NVE, Forskrifter for elektriske anlegg
422 NBI byggdetaljblad:
422.1 G 451.021 Data for frostsikring
422.2 A 515.923 Frostsikring av private ledninger i jord
422.3 A 515.924 Frostsikring av private ledninger i fjell
422.4 A 515.925 Frostsikring av private ledninger i friluft
423 Kataloger fra varmekabelfabrikanter og forhandlere

Nikolai Olsens trykkeri a.s

Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen
Norges byggforskningsinstitutt

Midlertidige elinstallasjoner på bygge- og anleggsplasser

Varmekabelanlegg
Frostsikring av rørledninger

Utvalg for midlertidige elektriske anlegg (UME)

ME 3.32.1
Utgitt 1985

0 GENERELT

01 Innhold
Dette bladet behandler frostsikring av vann- og avløpsledninger i forbindelse med brakkerigg o.l.

02 Økonomi
Bygging av ledninger i friluft eller i grunne grøfter sparer tid og penger til graving og sprenging. Frostsikringen kan utføres ved hjelp av varmekabler i kombinasjon med varmeisolasjon.

03 Henvisninger
Varmekabelanlegg skal utføres i samsvar med Forskrifter for elektriske anlegg, jfr. § 476 [421], og være godkjent av NEMKO. Elmontør/elinstallatør skal utføre arbeidet. Tabellene og de fleste av figurene i bladet er fra Varmekatalog 1983, utgitt av STK, Standard Telefon- og Kabelfabrikk A/S.

1 MATERIALER

11 Varmekabler

111 Ledermateriale
Ledermaterialet er vanligvis en kopper-/nikkellegering som har lav temperaturkoeffisient. Variasjon i effektavgivelse ved forskjellige driftstemperaturer blir derved liten. Det produseres både en- og to-leder varmekabel foruten mer spesielle typer.

112 Isolasjons- og kappemateriale
I utgangspunktet er det viktig å velge en kabel som passer til formålet og som er tilstrekkelig robust, særlig med tanke på de påkjenninger kabelen utsettes for under montering. En skadet kabel kan medføre driftsstans og store utgifter til reparasjon. Som isolasjonsmateriale benyttes forskjellige kunststoffer, f.eks. tverrbundet polyetylen (PEX), polyvinylklorid (PVC) eller andre spesielle typer.
Til metallkappe/skjerm brukes blykappe, blybånd eller flettet skjerm av fortinnede koppertråder. Type materialer og kabelens oppbygging er avgjørende for bruksmessige egenskaper, bl.a.:
- bøyelighet (mykhet) i kulde
- mekaniske påkjenninger
- kjemiske påkjenninger (olje, fett, løsningsmidler, sement, kalk m.m.)
- tetthet mot fukt
- korrosjon
- vær-, temperatur- og aldringsbestandighet

Ved valg av og ved utlegging av varmekabler er det derfor viktig å ta hensyn til varedeklarasjonen fra kabelfabrikanten. Vær også oppmerksom på at enkelte kabeltyper har en ytre plastkappe som kan inneholde helsefarlige stoffer og derfor ikke må brukes direkte i drikkevann.

113 Kabeltyper – eksempler
Figur 113 a viser eksempel på varmekabel av enledertypen. Den legges i en sløyfe utenpå langs rørledningen, under eventuell isolasjon. For et gitt antall meter rør må en ha det dobbelte antallet meter varmekabel. For mindre rør kan det være tilstrekkelig med en sløyfe. For rør med større diameter kan en bruke to eller flere sløyfer for å oppnå bedre varmefordeling. Omvikling av varmekabel i spiral rundt røret bør bare utføres hvis det ikke er mulig på annen måte å få den effekten som trengs.
Toleder varmekabel, fig. 113 b, har en effekt på 18 - 20 W/m og bør normalt ikke brukes på plastrør på grunn av fare for overoppheting.
Av spesielle typer kan nevnes kabel for plassering inne i drikkevannsledning, fig. 113 c. For korte ledningsstrekk kan spesielle varmekabler (parallellmotstandskabel), fig. 113 d og fig. 113 e, egne seg bra.

Fig. 113 a
Varmekabel av enledertypen

Fig. 113 b
Varmekabel av to-ledertypen

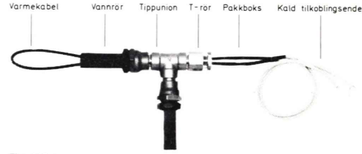


Fig. 113 c
Eksempel på kabeltype som legges innvendig i vannrør for frostsikring

Ettertrykk forbudt

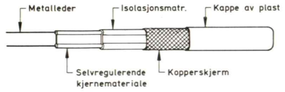


Fig. 113 d
Varmekabel med selvregulerende effekt. Den avgitte effekten reduseres når temperaturen stiger og øker når temperaturen faller. Effekten pr. meter er uavhengig av kabelens lengde. Kabelen fins i handelen med forskjellige effektgrenser.

Oppbygging
Leder: Motstandstråd flertrådet

Lederisolasjon: PEX (tverrbundet polyetylen)

Skjerm: Fortinnet kopperskjerm (benyttes også som jordleder)

Ytre kappe: PVC gul

Spenningsgrense: 380 V

Temperaturgrense: 80°C

Fig. 113 e
Varmekabel med selvregulerende effekt som kan kuttes i vilkårlige lengder

12 Isolering av rørledninger

God isolering av ledninger i friluft kan redusere varmetapet betydelig, opptil 90%. Ved kontinuerlig vannføring og korte rørstrekk vil i mange tilfeller isolasjonen alene hindre at vannet fryser. Rørskåler i mineralull eller plast lages for de fleste rørdiametre og i tykkelser fra 10 – 60 mm. Hvis varmeisolasjonen blir fuktig, nedsettes isolasjonsevnen betydelig. Stor motstand mot fuktighet har skumglass og ekstrudert polystyren. Polyuretan, ekspandert polystyren, lettklinker og mineralull blir raskt fuktig og må derfor beskyttes. Se pkt. 322.

13 Rørmaterialer

131 Plastrør

Plastrør har lav varmeledningsevne, liten varmekapasitet, og egner seg derfor bra både for vann- og avløpsledninger. De er også relativt bøyelige helt ned til 0 °C. Både rør og skjøter tåler dessuten påkjenningene om vannet fryser ved eventuell strømstans.

132 Spesialrør

Det er utviklet forskjellige typer vannledninger med påmontert varmekabel. De består av et vannførende rør i polyetylen (eller PEL-rør) og et ytterrør i polyetylen, fig. 132 a. Varmekabelen er plassert i luftrommet mellom rørene. Vannrøret leveres i forskjellige dimensjoner og trykklasser. Det kan fås med flerleder-varmekabel der effekten kan reguleres i flere trinn. Slike rør skal ikke tilleggsisoleres p.g.a. faren for overoppheting. De leveres også med selvregulerende varmekabler, enten i faste rørlengder, fig. 132 b, eller i vilkårlige rørlengder som kan kuttes på stedet. Tilkoblingsutstyret både for elektriker og rørlegger følger med rørleveransen.

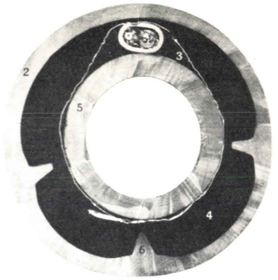


Fig. 132 a
Vannledning med påmontert varmekabel (Elvestadrør)
1. Varmekabel med 5 ledere og skjerm
2. Ytterrør av polyetylen
3. Aluminiumsfolie for jevn varmefordeling
4. Isolerende luftsjikt
5. Vannrør (PE-rør i trykklasse NT 10)
6. Avstandsholder for vannrøret

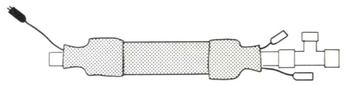


Fig. 132 b
Eksempel på rørledning med isolasjon og selvregulerende varmekabel. Det er støpsel/skjøtekontakt for elektrisk tilkopling i begge ender og T-kupling for skjøting og avgrening.

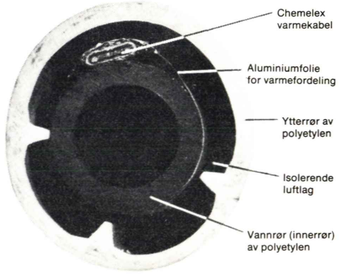


Fig. 132 c
Rørledning med isolasjon, ytre beskyttelsesrør og selvregulerende varmekabel. Rørledning med varmekabel kan kuttes i ønsket lengde.

2 EFFEKTBEHOV

21 Varmetap

Nødvendig effektbehov for frostsikring av ledninger avhenger av ledningens varmetap, som igjen avhenger av luft-, eventuelt jordtemperatur på stedet. Anslagsvise tall for dette er gitt i tabell 21 a og 21 b. For mer detaljerte opplysninger vises til [422.2] og[422.3].

Tabell 21 a
Dimensjonerende utetemperaturer noen steder i landet

Sted	Temp. °C	Sted	Temp. °C
Røros	÷ 40	Førde i Sunnfjord	÷ 17
Dombås	÷ 26	Kristiansund N.	÷ 9
Vinstra	÷ 30	Trondheim	÷ 19
Lillehammer	÷ 25	Brønnøysund	÷ 14
Trysil	÷ 27	Hattfjelldal	÷ 31
Gardermoen	÷ 22	Mo i Rana	÷ 20
Oslo	÷ 20	Bodø	÷ 13
Nesbyen	÷ 28	Narvik	÷ 15
Kongsberg	÷ 23	Bø i Vesterålen	÷ 11
Horten	÷ 18	Bardufoss	÷ 29
Kristiansand	÷ 20	Tromsø	÷ 12
Klepp	÷ 15	Vardø	÷ 20
Ullensvang	÷ 15	Kirkenes	÷ 30
Bergen	÷ 10	Karasjok	÷ 42

Tabell 21 b
Dimensjonerende jordtemperatur i °C i forskjellige dybder i jorden

Sone	0,5 m	0,6 m	0,8 m	1,0 m
1 Kyststrøk	÷ 7,0	÷ 6,5	÷ 5,0	÷ 3,5
2 Innlandsklima, f.eks. Oslo	÷ 10,0	÷ 9,0	÷ 7,5	÷ 6,0
3 Strengt innlandsklima, f.eks. indre Østlandet	÷ 14,5	÷ 13,5	÷ 12,0	÷ 10,5
4 Ekstreme forhold, f.eks. Røros, indre Finnmarksvidda	÷ 17,5	÷ 16,0	÷ 15,0	÷ 13,5

Tabell 22 a
Frostsikring av isolerte rør i luft
(Avrundede verdier)

Innv. rør-diam. tommer	Ytre rør-diam. mm	Isolasjonstykkelse 15 mm			20 mm			25 mm			30 mm			40 mm			50 mm			100 mm		
		Temperatur-forskjell °C																				
		10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30
1	33	4,0	8,0	12,0	3,5	7,0	10,0	3,0	6,0	9,0	3,0	5,0	8,0	2,5	5,0	7,0	2,0	4,0	6,0	1,5	3,0	4,0
1¼	42	5,0	10,0	15,0	4,0	8,0	12,0	4,0	7,0	10,0	3,0	6,0	9,0	3,0	5,0	8,0	2,5	5,0	7,0	2,0	3,0	5,0
1½	48	5,5	11,0	16,0	4,5	9,0	13,0	4,0	8,0	11,0	4,0	7,0	10,0	3,0	6,0	8,0	2,5	5,0	7,0	2,0	3,5	5,0
2	60	6,5	13,0	19,0	5,0	10,0	15,0	5,0	9,0	13,0	4,0	8,0	12,0	3,0	6,0	9,0	3,0	6,0	8,0	2,0	4,0	6,0
2½	75	8,0	16,0	24,0	6,0	12,0	18,0	5,0	10,0	15,0	5,0	9,0	13,0	4,0	7,0	11,0	3,0	6,0	9,0	2,0	4,0	6,0
3	89	9,0	18,0	27,0	7,0	14,0	21,0	6,0	12,0	17,0	5,0	10,0	15,0	4,0	8,0	12,0	4,0	7,0	11,0	2,5	4,5	7,0
4	114	11,0	22,0	33,0	9,0	18,0	27,0	8,0	15,0	22,0	6,0	12,0	18,0	5,0	10,0	15,0	4,0	8,0	12,0	2,5	5,0	8,0
5	140	14,0	28,0	42,0	11,0	21,0	31,0	9,0	17,0	25,0	7,0	14,0	21,0	6,0	12,0	17,0	5,0	10,0	15,0	3,0	6,0	9,0
6	165	15,0	30,0	45,0	12,0	24,0	36,0	10,0	20,0	30,0	9,0	17,0	25,0	7,0	14,0	21,0	6,0	11,0	17,0	3,5	7,0	10,0
7	194	17,0	34,0	51,0	14,0	28,0	42,0	11,0	22,0	33,0	10,0	19,0	29,0	8,0	15,0	22,0	6,0	12,0	18,0	4,0	8,0	11,0
8	219	20,0	40,0	59,0	15,0	30,0	45,0	13,0	25,0	37,0	11,0	21,0	32,0	9,0	17,0	25,0	7,0	14,0	21,0	4,0	8,0	12,0
9	245	22,0	43,0	64,0	17,0	34,0	51,0	14,0	27,0	40,0	12,0	23,0	35,0	10,0	18,0	28,0	8,0	15,0	23,0	4,5	9,0	13,0
10	267	23,0	46,0	69,0	19,0	37,0	55,0	15,0	30,0	45,0	13,0	26,0	39,0	10,0	20,0	30,0	8,0	16,0	24,0	5,0	10,0	14,0

22 Tabeller for effektbehov

Tabell 22 a og b gir anslagsvise tall for effektbehov og isolasjonsbehov for rør lagt i friluft. Effekten avleses her i W/m rør. Enleder varmekabel bør vanligvis benyttes. Ved effekter over 10 W/m kabel bør en legge flere varmekabelstrenger.

Tabell 22 b gir nødvendig effektbehov for uisolerte rør i jord for enleder varmekabel. Varmekablene legges fram og tilbake med en streng over og en under rørledningen. Dimensjonering skjer ut fra halv avlest effekt pr. m kabel. Eksempel: 1 1/4" vannledning skal graves ned i sone 1. Ledningslengden er 70 m, dvs. 140 m kabel. Nødvendig effekt ifølge tabellen er 4.0 W/pr. m rør. Dvs. det må velges en kabel som gir 2.0 W/m.

Tabell 22 b
Frostsikring av nedgravde uisolerte rør (Avrundede verdier)
Kyststrøk
Sone 1

Rørdiameter		Effektbehov pr. m rørledning ved alternative nedgravingsdybder W/m		
Innv. tommer	Utv. mm	0,5 m	0,8 m	1,0 m
½	21	3,0	2,0	2,0
¾	27	4,0	3,0	2,0
1	33	5,0	4,0	3,0
1¼	42	6,0	4,0	3,0
1½	48	7,0	5,0	4,0
2	60	8,0	6,0	4,0
2½	75	10,0	8,0	5,0
3	89	12,0	9,0	6,0
4	114	16,0	11,0	8,0
6	165	22,0	16,0	11,0

Innlandsklima (f.eks. Oslo-området)
Sone 2

Rørdiameter		Effektbehov pr. m rørledning ved alternative nedgravingsdybder W/m		
Innv. tommer	Utv. mm	0,5 m	0,8 m	1,0 m
½	21	4,0	3,0	3,0
¾	27	6,0	4,0	4,0
1	33	7,0	5,0	4,0
1¼	42	8,0	6,0	5,0
1½	48	10,0	7,0	6,0
2	60	12,0	9,0	7,0
2½	75	15,0	11,0	9,0
3	89	17,0	13,0	11,0
4	114	22,0	17,0	13,0
6	165	32,0	24,0	19,0

Strengt innlandsklima (f.eks. indre Østlandet)
Sone 3

Rørdiameter		Effektbehov pr. m rørledning ved alternative nedgravingsdybder W/m		
Innv. tommer	Utv. mm	0,5 m	0,8 m	1,0 m
½	21	6,0	5,0	5,0
¾	27	8,0	7,0	6,0
1	33	10,0	8,0	7,0
1¼	42	12,0	10,0	9,0
1½	48	14,0	11,0	10,0
2	60	17,0	14,0	12,0
2½	75	21,0	17,0	15,0
3	89	25,0	21,0	18,0
4	114	32,0	26,0	23,0
6	165	46,0	38,0	33,0

Ekstremt kaldt innlandsklima (f.eks. Røros, indre Finnmark)
Sone 4

Rørdiameter		Effektbehov pr. m rørledning ved alternative nedgravingsdybder W/m		
Innv. tommer	Utv. mm	0,5 m	0,8 m	1,0 m
½	21	7,0	6,0	6,0
¾	27	9,0	8,0	7,0
1	33	11,0	10,0	9,0
1¼	42	14,0	12,0	11,0
1½	48	16,0	14,0	13,0
2	60	20,0	17,0	16,0
2½	75	25,0	22,0	20,0
3	89	30,0	26,0	23,0
4	114	38,0	33,0	29,0
6	165	55,0	47,0	42,0

3 UTFØRELSE

31 Ledninger under brakker

For å spare strøm kan varmen fra brakken utnyttes. Det er en fordel å samle vannledning og spillvannsledning under samme isolasjon. Spillvannsledningen trenger da som oftest bare isolasjon og ingen varmekabel, fig. 31

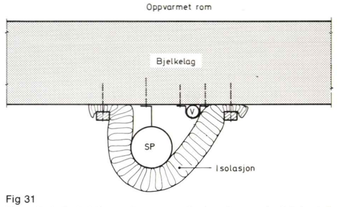


Fig 31
Varmeisolerte ledninger der varmen fra huset er med på å frostsikre ledningene

32 Monteringsanvisning

I leverandørkatalogene finnes det utførlige råd og anvisninger på hvordan varmekabelanlegget med de enkelte kabeltypene skal utføres. Utgangspunktet for all planlegging og utførelse er monteringsanvisninger og forskrifter for elektriske anlegg. Nedenfor er det tatt med en del generelle råd.

321 Kontroll av isolasjonsmotstand

Det er viktig å få konstatert at kabelen ikke har fått skader under leggingen. Varmekabelens isolasjonsmotstand skal derfor måles før rørene isoleres eller graves ned.

322 Varmeisolasjon

Fuktbeskyttelse av varmeisolasjon rundt rørledningene i friluft kan f.eks. utføres med selvklebende plastbånd eller papp. Ledningen kan også legges i en trekasse, fig. 322. For nedgravde ledninger kan det f.eks. brukes plast - eller sementrør som også gir en viss mekanisk beskyttelse. Det bør eventuelt brukes drenerende materiale rundt ledningen og lages fall i bunnen av grøfta. Dersom kabelen legges skjult i trekasse over terreng, skal kassen være solid utført og tydelig merket, f.eks. varmekabel 230 volt.

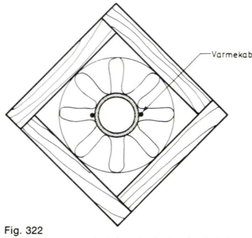


Fig. 322
Rørledning, varmekabel og isolasjon beskyttet med trekasse

27 Tilkopling
Varmekablene kan tilkoples i vanntette koplingsbokser eller koplingsskap. Plasseringen av slike må bestemmes i hvert tilfelle. Fram til koplingsboksen føres hver enkelt varmekabel med en innbyrdes avstand på minst 50 mm. De må ha en kapsling som gir beskyttelse mot mekaniske skader. Det fins spesielle skjøtesett beregnet for kalde tilledninger. Skjøting av lederne utføres med pressverktøy. Lederisolasjonen i skjøten utføres med en ca. 30 mm lang krympeslange med et innvendig limsjikt. Skjøten beskyttes utvendig av en krympeslange, ca. 100 mm lang. Krympeprosessen utføres med en propanbrenner eller en varmluftpistol av spesiell utførelse. Det må benyttes svak varme så ikke ytre kappe eller tilledning skades.

3 ALMINNELIGE FORSIKTIGHETSREGLER

31 En vellykket installasjon avhenger av at planlegging og montering utføres i nøye samsvar med leverandørens monteringsinstruks og gjeldende forskrifter. Arbeidet skal uføres av elmontør. Nedenfor er nevnt noen av de mer generelle regler som bør følges under monteringen av varmekabler.
- Husk å varsle det stedlige eltilsynet for besiktigelse av kablene.
- Sørg for at elektriker er tilstede mens støpearbeidet pågår.
- Sørg for at kablenes isolasjonsmotstand kontrolleres før eventuelt støpearbeid starter og kontrolleres på nytt før støpen herdner.
- Behandle alltid kabelen forsiktig - spesielt når den ikke blir tilgjengelig siden på grunn av gjenstøping.
- La aldri kabelen ligge ubeskyttet i lengre tid - monter den helst kort tid før støpearbeidet.
- Før nøye kontroll med at kabelen er uten skader.
- Pass på at rørmuffer eller trekkanaler ikke fylles med støp.
- Bruk helst kalde tilkoplinger da disse gir sikkerhet mot overoppheting i tilkoplingspunktene.
- Plasser ikke innfelte koplingsbokser i yttervegg. Skillevegger kan benyttes. Fjern eventuell isolasjon i en avstand av ca. 50 mm fra boks og varmekabel.
- Husk at skadet lederisolasjon kan medføre overledning.
- Unngå montering av kabler ved lavere temperatur enn minus 7 °C da kabelens ytre plastlag blir stiv i kulde og derfor lett kan skades.
- Sørg for at kabelens minste tillatte bøyediameter ikke underskrides (50 mm).
- Sørg for tilstrekkelig med montasjelister, avstandsklemmer eller lignende som holder kabelen på plass under støping så overoppheting unngås.
- Vær nøye med at innbyrdes avstand mellom kablene er nøyaktig så stor som tegningen viser. For liten avstand kan føre til overoppheting - for stor avstand medfører for liten smelteeffekt.
- Se etter at underlaget for kablene er plant og fast, f.eks. avrettet betong, asfalt, valset pukk med avrettet stenmel.
- Pass på at kabelen ikke ligger over skarpe gjenstander.
- Kontroller at kabelen har riktig overdekning. Den bør ikke være mindre enn 50 mm. For anlegg med stor treghet bør den være minst 100 mm. Ta nødvendige forholdsregler slik at det ikke oppstår høydeforskjeller på tilstøtende områder som ikke har varmekabel, f.eks. ved masseutskifting med telefrie masser.
- Bruk hønsenetting under kablene hvis underlaget består av polystyren eller lignende.
- Sett ikke strøm på anlegget før etter 8 uker slik at betongen kan herdne normalt. Etter 8 uker kan anlegget eventuelt brukes hvis det er behov for å gi betongen en ekstra uttørking.
- Dekk til varmekabelen med betong før armeringsnett eller heller legges på slik at kablene ligger beskyttet.
- Pass på at eventuell asfalt over kablene er mest mulig avkjølt og aldri over 140 °C før utlegging.
- Pass på at kablene ikke utsettes for skjærkrefter ved overgang mellom forskjellige konstruksjoner/materialer.

32 Ved bruk av utskiftbare varmekabler i elektrikerrør må det brukes trekkanaler i konstruksjonen. Følg da disse forsiktighetsreglene:
- Dekk kanalene med stiv jernplate og betong slik at det ikke blir vannansamling i dem.
- Unngå konsentrasjon av varmekabler i kanalene.
- Sørg for at kanalen er minst 100 mm x 150 mm dersom 2 stk. varmekabler skal ligge i den. Hvis flere enn to kabler skal ligge i en kanal, sørg for å øke kanalens dimensjon tilsvarende slik at overoppheting unngås.
- Fyll aldri kanalene med sand.

4 FEILSØKING

For lokalisering av feil finnes det spesielt feilsøkingsutstyr. Feilsøkingen bør foretas av en erfaren montør som har tegning av anlegget.

5 REFERANSER

51 Dette bladet inngår i samlingen Midlertidige elinstallasjoner for bygg og anlegg. Det er utarbeidet av Utvalg for midlertidige elektriske anlegg (UME) nedsatt av NVE og NBI.
Redaksjonen er avsluttet i desember 1984. Bladene distribueres av Norges byggforskningsinstitutt, Forskningsvn. 3B Blindern, 0314 Oslo 3.

52 Litteratur

521 NVE. Forskrifter for elektriske anlegg

523 NBI byggdetaljer:
G 451.021 Data for frostsikring

524 Kataloger fra varmekabelfabrikanter og forhandlere

Nikolai Olsens trykkeri a.s

Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen

Norges byggforskningsinstitutt

Midlertidige elinstallasjoner på bygge- og anleggsplasser

Varmekabelanlegg Snøsmelteanlegg

Utvalg for midlertidige elektriske anlegg (UME)

ME 3.32.2
Utgitt 1985

0 GENERELT

01 Innhold
Dette bladet behandler bruk av varmekabler i veger o.l. for å holde dem frie for snø og is.

02 Fordeler
Ved bruk av elektriske varmekabler kan et område holdes fritt for snø og is praktisk talt til enhver tid. Man slipper å vente på at snøen skal ryddes bort, og man unngår problemer som følger med eventuell bruk av sand eller salt.

03 Forskrifter
Snøsmelteanlegg med elektriske varmekabler skal utføres av elmontør/elektroinstallatør i henhold til Forskrifter for elektriske anlegg, [1] [2]. Kabler for slike anlegg skal være godkjent av NEMKO.

04 Overdekning og underlag
Varmekablene må ha en overdekning på minst 50 mm av betong, asfalt eller heller. I områder med biltrafikk må det eventuelt brukes ståltrådarmert kabel. Underlaget må være fast og stabilt for å unngå kabelbrudd. Se forøvrig pkt. 2.

05 Henvisninger
Når det gjelder omtale av de forskjellige kabeltypene, vises det til ME-blad 3.32.1. Figurene i bladet er fra Varmekatalog 1983, utgitt av STK, Standard Telefon- og Kabelfabrikk A/S.

1 PLANLEGGING

11 Effektbehov
Nødvendig effekt bestemmes ut fra de klimatiske forhold på stedet og hvor hurtig det er ønskelig at snøen skal smelte. Som utgangspunkt for valg av effekt kan tabell 11 brukes.

Strømmen bør være tilkoplet praktisk talt hele tiden under nedbørsperioden. Anlegget skal da relativt hurtig kunne smelte fallende snø ved temperaturer ned mot minus 12 °C.
På steder med ekstreme vindforhold eller hvis anlegget først koples inn når det begynner å snø, bør tallene i tabell 11 økes til det dobbelte for å oppnå tilfredsstillende smelteeffekt.

Tabell 11
Klima – effektbehov

Areal	Kystklima	Innlandsklima
Gangpartier	130 – 150 W/m^2	180 – 200 W/m^2
Trapper	150 – 180 W/m^2	200 – 220 W/m^2
Kjørebaner	100 – 150 W/m^2	150 – 200 W/m^2

12 Utnyttelse av nattariff
Dersom strømtariffen og strømforbruket gir anledning til utnyttelse av billig nattstrøm, kan det være hensiktsmessig å tilstrebe et snøsmelteanlegg med stor treghet. Derved kan en oppnå en oppmagasinering av varme i løpet av natten som gir tilfredstillende smelteeffekt hele påfølgende dag. Nødvendig effekt fås ved å multiplisere tabellverdien i tabell 11 med forholdstallet 24/n der n er antatt innkoblingstid eller oppmagasineringstid i timer.

13 Varmeisolasjon
Selvbærende konstruksjoner som ramper, trapper o.l. kan ha et betydelig varmetap på undersiden, opptil 50 % varmetap ved vind og lav temperatur. Det kan derfor være lønnsomt å isolere med 50 mm eller tykkere lag med isolasjon på undersiden. Uten isolasjon må effekten økes for å få tilfredstillende smelteeffekt.

14 Avløp
For større anlegg hvor det kan bli betydelige mengder med smeltevann, må det sørges for frostfrie avløp.

Ettertrykk forbudt

Norges byggforskningsinstitutt Tlf. (02) 46 98 80 Postadresse: Postboks 322 Blindern, 0314 Oslo 3

15 Beregning av kabellengde

Effekten pr. meter kabel bør normalt være ca. 20 - 25 watt pr. meter. Den bør ikke overstige 30 W/m kabel. For å unngå ujevn snøsmelting bør avstanden mellom kablene ikke være større enn 150 mm.

Eksempel:

Hvis det er ønskelig å installere 200 watt pr. m^2 og det benyttes kabel med effekt 25 W/m, vil det gå med:

$\frac{200}{25}$ = 8 m kabel pr. m^2.

Avstanden mellom kabelsløyfene blir $\frac{1000\ mm}{8}$ = 125 mm, se fig. 15.

Det bør alltid lages en målsatt tegning av anlegget slik at kabellengden kan måles nøyaktig ut på tegningen. Derved får en kontroll på at den kabellengden en får plass til, gir den ønskede effekten.

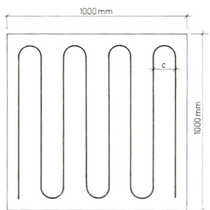


Fig. 15
Beregning av kabellengde pr. m2

16 Små arealer

Fig. 16 viser eksempel på et anlegg med et lite areal. Det er her brukt to-leder varmekabel som er sammenkoplet og isolert i den ene enden slik at denne kan avsluttes på et vilkårlig sted på arealet.

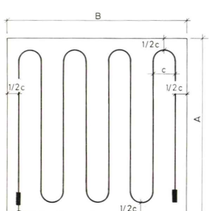


Fig. 16
En to-leder varmekabel med tilledning. Kabeltampen føres ikke tilbake til koplingsboksen.

17 Større arealer

På fig. 17 a er det lagt to en-leder varmekabler parallelt. Derved oppnås bedre reguleringsmuligheter (parvis serie-parallellkopling av kablene). Ved større installasjoner kan det være nødvendig med trefasefordeling og regulering ved hjelp av stjerne-trekantvender. Varmekablene kan da legges adskilt i hvert sitt areal. Se fig. 17 b.

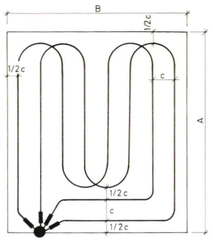


Fig. 17 a
To en-leder varmekabler med tilledning forlagt parallelt. Alle kablene avsluttes i felles koplingsboks.

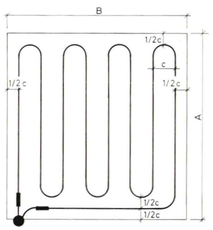


Fig. 17 b
En en-leder varmekabel med tilledning. Begge kabellengder avsluttes i koplingsboks.

18 Nettspenning

Varmekabler for utendørs snøsmeltanlegg tilknyttes vanligvis 220/230 V spenning.

19 Termostatstyring – kontroll

Mindre snøsmelteanlegg bør ha serie/parallell-regulering. Større installasjoner kan ha trefasefordeling med stjerne/trekantvendere for regulering til hel eller en tredjedels effekt.

Varmekabelgrupper sikres vanligvis ikke med større sikringer enn 63 A.

Der det er alminnelig ferdsel, skal anlegget ha jordfeilbryter eller isolasjonsovervåkningsorgan med utløserstrøm ikke over 30 mA. Hver kurs for anlegget skal kunne frakoples i alle faser (allpolig bryter), f.eks. ved at det brukes to-polete reguleringsvendere.

Termostatstyring kan skje med en utendørs lufttermostat som kopler ut anlegget ved stigende temperatur, f.eks. + 5 °C. Det kan dessuten brukes en elektromekanisk termostat med kapillarrørsføler eller en elektronisk termostat med termistorføler som styrer temperaturen i overflaten av det oppvarmede arealet. Eventuelt kan det brukes snødetektor eller fuktighetsføler, men dette krever et hurtigvirkende anlegg med større effekt.

2 UTFØRELSE

21 Gangstier o.l.

Fig. 21 a og fig. 21 b viser eksempler på fortaukonstruksjoner eller gangveger. For å unngå høydeforskjeller mellom oppvarmet og uoppvarmet areal, kan tilstøtende områder eventuelt tilføres telefrie masser.

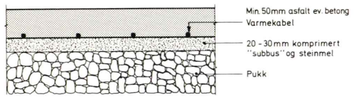


Fig. 21 a
Snitt av fortau med asfalt

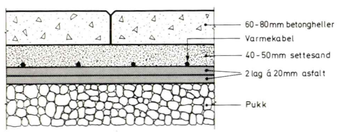


Fig. 21 a
Snitt av fortau med betongheller

22 Frittbærende dekker o.l.

Over betongdekker, fig. 22 a, må en unngå å punktere den vanntette membranen med rørgjennomføringer o.l.

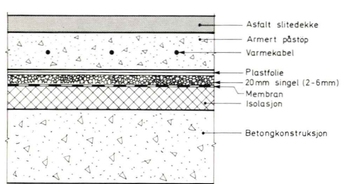


Fig. 22 a
Eksempel på plassering av varmekablene i betongkonstruksjon over kjellerparti

23 Innkjørsler, kjørebaner o.l.

Fig. 23 viser varmekabler som bare er lagt i hjulsporene. Det kan da bli nødvendig å fjerne snøen mellom hjulsporene. Hele oppkjørselen må utføres telesikker slik at det ikke oppstår problemer med høydeforskjeller mellom oppvarmede og uoppvarmede områder. Sporbredden og avstanden mellom hjulsporene må vurderes etter hvilke kjøretøyer som trafikkerer oppkjørselen. Dersom den skal benyttes for tyngre kjøretøyer,

Fig. 23
Varmekabler i hjulspor

bør overdekningen være minst 80 mm, og underlaget må være tilstrekkelig stabilt. Det må dessuten benyttes ståltrådarmert varmekabel. Normalt trengs det ca. 100 watt pr. meter hjulspor ved innlandsklima, og ca. 80 watt pr. meter hjulspor ved kystklima når en regner hjulspor med 400 mm bredde. For 100 W/m hjulspor kan det velges en kabel med effekt på 25 W/m kabel. En får da 4 kabelstrenger i hvert hjulspor med ca. 100 mm mellom kablene. En annen løsning er å benytte en kabel med noe mindre effekt, f.eks. 16 - 17 W/m og med innbyrdes avstand ca. 70 mm.

Installasjonen kan gjøres regulerbar ved at det benyttes minst to kabler som forlegges parallelt slik at alle kablene dekker begge hjulspor.

En kan også legge kablene over hele kjørefeltet slik som vist for gangstier o.l. under pkt. 2l.

24 Lasteramper o.l.

Fig. 24 viser eksempel på varmekabler forlagt på en frittbærende konstruksjon. Det er her lagt isolasjon på undersiden av konstruksjonen for å motvirke varmetap.

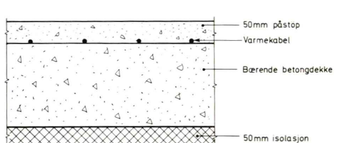


Fig. 24
Snitt av rampe med isolasjon på undersiden

25 Trapper

Fig. 25 a, 25 b og 25 c viser eksempler på varmekabelanlegg i trapp. Som underlag må det være en grovstøpt trapp å montere varmekablene på. Overdekningen kan bestå av betong eller heller lagt i mørtel. Dersom hellene legges i mørtel, må kablene først dekkes med et tynt lag betong som beskyttelse. Hellene kan deretter tilpasses og legges i eget mørtellag. Unngå store fremspring på hellene da dette medfører isdannelse i fremkant.

Dersom trappens underside ligger mot friluft, må den varmeisoleres. Ved dimensjonering regner man bare med de horisontale trappeflatene. Kablene legges vanligvis med avstand 80 - 100 mm både i trinn og reposer. Ved større trapper deles ofte installasjonen opp på to eller flere kurser. Forlegning av to kabler parvis i samme areal gir mulighet til å regulere effekten.

Slake trapper med inntrinn ca. 350 mm gir plass til kabelstrenger med innbyrdes avstand lik 90 mm. Regulering av effekten bør tilpasses slik at forreste kabelstreng er innkoplet på brytertrinn 2, dvs. halv effekt.

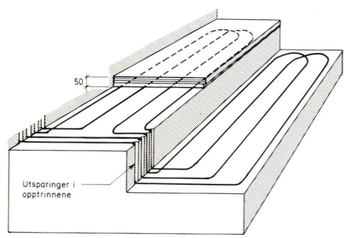


Fig. 25 a
Snitt av trapp med direkte nedstøpte varmekabler

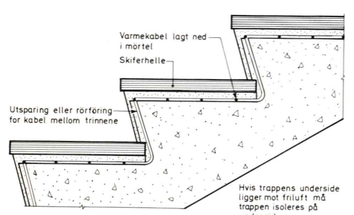


Fig. 25 b
Snitt av trapp med varmekabel lagt i mørtel

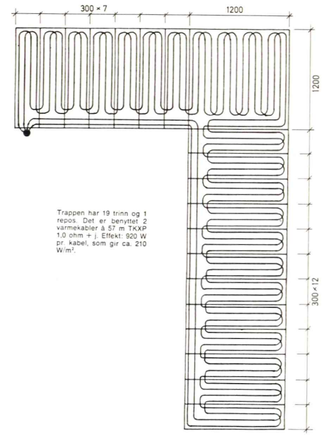


Fig. 25 c
Eksempel på varmekabelinstallasjon i trapp

26 Bygningsfundamenter

Ved grunn fundamentering på telefarlig mark kan det i spesielle tilfeller være nødvendig å frostsikre fundamentet under byggeperioden ved hjelp av varmekabel, fig. 26. Det brukes da ståltrådarmert varmekabel som enten forlegges direkte i jorden eller innstøpt i fundament.

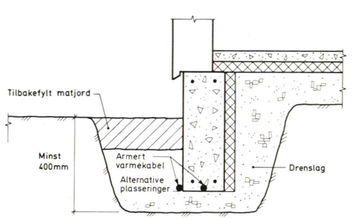


Fig. 26
Eksempel på frostsikring av bygningsfundament med varmekabel

Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen

Norges byggforskningsinstitutt

Midlertidige elinstallasjoner på bygge- og anleggsplasser

Utvalg for midlertidige elektriske anlegg (UME)

Kapsling av anleggsdeler

ME 3.33
Utgitt våren 1980

0 GENERELT

01 Bladet omhandler krav til kapsling av anleggsdeler.

02 De henvisningene som finnes i bladet, refererer til Forskrifter for elektriske anlegg.

03 Andre ME-blad om bestemmelser og regler for midlertidige elanlegg:
ME 3.31 Administrative bestemmelser og definisjoner
ME 3.32 Ledninger, kabler og sikringer
ME 3.34 Beskyttelsesjording
ME 3.35 Krav og normer for koplingsbokser, brytere, stikkontakter og plugger
ME 3.36 Termiske apparater og varmeanlegg
ME 3.37 Maskiner, sveiseaggregater, tinetransformatorer
ME 4.20 Stikkontaktmateriell
ME 4.50 Flyttbare sentraler

1 GODKJENNING OG KONTROLL

10 Godkjenning
Godkjent utstyr er utstyr som er tillatt brukt for formålet av Elektrisitetstilsynet eller Det stedlige tilsyn.

11 Kontroll
Kontrollpliktig utstyr skal dessuten være typegodkjent av NEMKO, kfr. NEMKOs lister over godkjent utstyr.

2 KRAV TIL KAPSLING AV ANLEGGSDELER

21 Minimumskrav
Tabell 21 gjengir minimumskrav til utstyr for midlertidige elinstallasjoner. I visse tilfeller kreves det bedre kapsling, f.eks. av nedsenkbare pumper.

Tabell 21
Krav til kapsling

Anleggsdel	Tett utførelse	Lukket utførelse	Sprutsikker utførelse	Merknad
Brytere	x	x		Avhengig av type og bruksssted
Stikk-kontakter			x	
Koplings-bokser	x	x		
Motorer	x	x	x	–»–
Lysutstyr	x	x	x	Avhengig av type og bruksssted Enten i ekstraisolert utførelse eller med jordskrue for jord-tilkopling
Sentraler		x	x	Se ME-blad 4.50
Hånd-verktøy	x	x	x	Kan være i dekket utførelse når de brukes med aktsomhet i ekstraisolert utførelse
Øvrige an-leggsdeler	x	x	x	Avhengig av type og bruksssted

211 Med *sprutsikker utførelse* forstås en utførelse med kapsling som beskytter mot drypp og mot sprut fra siden eller nedenfra (§ 125).
Kommentar:
Kapslingen skal utholde en bestemt «regnprøve» og dessuten en bestemt prøve med sprut, men ikke direkte spyling. Noenlunde tilsvarende IEC-kapslingsbetegnelse er IP24 (IP = Forkortelse for International Protection).
Med *lukket utførelse* forstås en utførelse som foruten å være sprutsikker, har kapsling som beskytter mot inntrenging av alminnelig støv (§ 126).
Kommentar:
Kapslingen forutsetter ikke fullstendig tetthet mot meget fint støv. Noenlunde tilsvarende IEC-betegnelse er IP 44.
Med *tett utførelse* forstås en utførelse med kapsling som beskytter mot inntrenging av fuktighet og sterkere påkjenning av støv (§ 127).
Kommentar:
Kapslingen skal kunne utholde en bestemt prøve med nedsenking i vann eller annen fastsatt tetthetsprøve. Tett utførelse kan om nødvendig ha avløp for kondensvann. Noenlunde tilsvarende IEC-betegnelse er IP 67.

Utgitt av

Ettertrykk forbudt

Norges byggforskningsinstitutt Tlf. (02) 46 98 80 Postadresse: Postboks 322 Blindern Oslo 3

3 KAPSLINGSARTER

31 Krav til kapslinger
Slike krav er fastsatt av flere institusjoner og organisasjoner. Inndeling, betegnelser, definisjoner og prøvebetingelser er tildels forskjellige og kan derfor ikke uten videre «oversettes».

32 Forskrifter, anbefalinger
For tiden brukes her i landet kapslingsarter fastsatt i:
- Forskrifter for elektriske anlegg
- Prøveforskrifter
- CEE-publikasjoner
- IEC-rekommandasjoner

33 Betegnelser, gradering
Betegnelsene er like i forskrifter og prøveforskrifter og anses likeverdige. Prøveforskriftene har imidlertid flere grader og dermed en finere oppdeling. Prøveforskriftenes kapslingsarter stemmer overens med CEE's kapslingsarter. Både i CEE, forskriftene og prøveforskriftene skjer en overgang til IEC's kapslingsartsystem (IP-systemet).

4 IECs IP-SYSTEM

41 Beskyttelse mot berøring m.v. og fuktighet
IP-systemet betegnes med bokstavene IP (som er forkortelse for International Protection) og to sifre. Det første sifferet angir beskyttelse mot berøring og mot faste partikler og støv,det andre beskyttelse mot fuktighet. Jo høyere siffer desto bedre beskyttelse. De to sifre er i prinsippet uavhengige av hverandre. Av praktiske grunner vil det likevel være en viss avhengighet mellom dem. (Det lar seg f.eks. ikke gjøre å lage en vanntett kapsling som ikke samtidig gir en viss beskyttelse mot støv.)

42 Inndeling m.v.
Inndeling, definisjoner, prøvebetingelser og krav er gitt i IEC-publikasjoner.

5 SAMMENLIGNING MELLOM DE BRUKTE KAPSLINGSARTSYSTEMER

51 Praktisk sammenligning
Som nevnt er det ikke mulig å «oversette» mellom alle de systemer som er i bruk. I tabell 51 er gitt en sammenligning som kan brukes for de fleste praktiske formål.

Tabell 51
Sammenligning mellom kapslingssystemer

Betegnelser i forskrifter (og prøveforskrifter)	CEE-symbol	IEC-betegnelse
Dekket		IP 20
Dryppsikker		IP 21
(Regnsikker)		IP 23
Sprutsikker		IP 34
Lukket		IP 44
(Spylesikker)		IP 56
Tett (Vanntett)		IP 67
(Støvsikker)		IP 54
Tett (Støvtett)		IP 67
(Trykkvannstett)		IP 68

I første kolonne finnes de betegnelser som er satt i parentes bare i prøveforskriftene. I CEE-betegnelsen for trykkvannstett skal det foran m stå antall meter vanntrykk som godkjenningen gjelder for.

6 REFERANSER

61 Dette bladet inngår i samlingen «Midlertidige elinstallasjoner for bygg og anlegg». Det er utarbeidet av Utvalg for midlertidig elektriske anlegg (UME) nedsatt av NVE og NBI. Redaksjonen er avsluttet november 1978. Bladene distribueres av Norges byggforskningsinstitutt, Forskningsvn 3b, Oslo 3.

Nikolai Olsens trykkeri a.s.

Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen

Norges byggforskningsinstitutt

Midlertidige elinstallasjoner på bygge- og anleggsplasser

Beskyttelsesjording

Utvalg for midlertidige elektriske anlegg (UME)

ME 3.34
Utgitt våren 1980

0 GENERELT

01 Dette bladet behandler beskyttelsesjording av utsatte anleggsdeler, varsling av jordfeil ved jordfeilvarslingsutstyr og utkopling ved jordfeilbryter. Det omtaler også personskader som kan forårsakes av strømgjennomgang.

02 De henvisningene som finnes i bladet, refererer til Forskrifter for elektriske anlegg.

03 Andre ME-blad om bestemmelser og regler for midlertidige elanlegg:
ME 3.31 Administrative bestemmelser og definisjoner
ME 3.32 Ledninger, kabler og sikringer
ME 3.33 Kapsling av anleggsdeler
ME 3.35 Krav og normer for koplingsbokser, brytere, stikkontakter og plugger
ME 3.36 Termiske apparater og varmeanlegg
ME 3.37 Maskiner, sveiseaggregater og tinetransformatorer

1 BESKYTTELSESJORDING

11 Definisjoner
- Beskyttelsesjording er en varig ledende forbindelse fra utsatt anleggsdel til jord eller til andre ledende gjenstander som i seg selv har god jordforbindelse.
- Utsatt anleggsdel – en ledende konstruksjonsdel som er tilgjengelig for berøring og normalt ikke spenningsførende, men som ved isolasjonsfeil kan anta spenning overfor andre gjenstander som har forbindelse med jord.
- Berøringsspenning – den spenning en person kan bli utsatt for ved samtidig berøring med jord eller jordet gjenstand og en utsatt anleggsdel som på grunn av feil er blitt spenningsførende.

12 Jordelektrode

121 *Materialer.* Jordelektroder skal vanligvis utføres av kobber eller kobberkledd stål.
Bånd, line, spyd, plate m.v. kan brukes som jordelektroder. Plate og bånd skal ha en tykkelse på minst 1 mm. Bånd, line eller spyd er ofte mer effektive enn plate.
Tilstrekkelig sammenhengende stålarmering i bygningers eller konstruksjoner betongfundament kan også brukes som jordelektrode på visse betingelser.
Jordelektroder skal dimensjoneres slik at overgangsmotstanden mot jord blir tilstrekkelig lav, også ved belastning med de varige jordslutningsstrømmer det må regnes med. Tilledningen skal være så kort som mulig.

122 *Plassering.* Ved etablering av en byggeplass skal det anordnes jordelektrode som tidligst mulig knyttes til byggets jordelektrode. Denne kan mest hensiktsmessig legges som fundamentjording under byggets fundament eller ved siden av fundament og under drenering, eller som armering i betongfundamenter.

13 Jordledning
Jordledning skal være av kopper med tverrsnitt avpasset etter de jordslutningsstrømmer det må regnes med.
Separat opplagt jordledning i det fri og i jorden kan være av kopperkledd ståltråd.
Jordledninger skal være dimensjonert etter de mekaniske påkjenninger de kan bli utsatt for, eller ligge beskyttet.

131 *Tverrsnitt.* Koppertverrsnittet skal minst være 1/3 av tilførselsledningens ekvivalente koppertverrsnitt, men behøver vanligvis ikke være større enn 50 mm². (For mellomspenningsanlegg stilles strengere krav. Se forskriftene.) Jordledning av kopper som legges i jorden, skal ha minst 25 mm² tverrsnitt.
Separat opplagt jordledning av kopperkledd ståltråd skal ha et samlet tverrsnitt minst 20 mm² og med koppertverrsnitt minst 6 mm². Separat opplagt jordledning av kopper skal ha tverrsnitt minst 16 mm² hvis den ligger utsatt og uten spesiell beskyttelse, og ikke mindre enn 4 mm² hvis den ligger beskyttet (§ 409).

14 Jordleder
Som jordleder i kabel brukes enten kopperskjerm, leder isolert på samme måte som de øvrige ledere eller uisolert leder som ligger i kontakt med kabelens ledende beskyttelseskappe.
Jordleder skal være merket med fargene gul og grønn, og ledere med disse fargene må ikke brukes til andre formål. Ytre kappe på kabler skal ikke ha fargekombinasjonen gul og grønn.

141 I *bevegelig ledning* skal jordleder ha samme tverrsnitt som de spenningsførende lederne og være isolert på samme måte som disse. Ledningen skal ha plugg med jordkontakt, og bare en bevegelig ledning må koples til hver plugg.

142 *Utstyr* skal utføres med jordskrue (plassert i tilkoplingsboks) for jordtilkopling eller være i ekstraisolert utførelse.

Utgitt av

Ettertrykk forbudt

Norges byggforskningsinstitutt Tlf. (02) 46 98 80 Postadresse: Postboks 322 Blindern Oslo 3

2 UTSATTE ANLEGGSDELER

21 Jording

Utsatte anleggsdeler skal jordes
- i det fri, f.eks. på byggeplasser
- i fuktige, våte eller syreholdige rom
- i rom med ikke-isolerende golvdekke
- i rom hvor berøringsfare er tilstede av andre grunner

Deler som er beskyttet med ekstra isolasjon, regnes ikke som utsatte anleggsdeler.

22 Berøringsspenningen

Denne skal under alminnelige forhold ikke overstige 50 V.

3 OVERBELASTNING – JORDSLUTNING – KORTSLUTNING

31 Overstrøm

Overstrøm kan inntreffe ved
- kortslutning, dvs. at to ledninger med spenningsforskjell kommer i berøring med hverandre
- jordslutning, dvs. at en ledning på grunn av isolasjonsfeil kommer i ledende forbindelse med jord eller jordet anleggsdel.

4 AUTOMATISK UTKOPLING ELLER VARSLING

41 Berøringsspenning

Dersom kravet til berøringsspenning på høyst 50 V ikke kan overholdes, skal anlegget i tillegg til jording ha utrustning for hurtig og automatisk frakopling av vedkommende anleggsdel slik at en jordslutning ikke medfører fare (§ 406). Om midlertidige elektriske anlegg, se pkt. 422

42 Jordfeilbryter – jordfeilrelé

Jordfeilbryter og jordfeilrelé med kontaktor brukes som utrustning for automatisk utkopling. Utkopling ved feil skjer når strømmen til jord blir lik eller større enn jordfeilbryterens eller -reléets nominelle utløsestrøm.

421 *Sikring av jordfeilbryter* utføres i henhold til NEMKO-sirkulære 28/72.

Sikring mot overbelastning:
- forankoplet sikring ikke større enn jordfeilbryterens merkestrøm eller
- innebygd overbelastningsvern, f.eks. sikringer eller kombinert automatsikring/jordfeilbryter eller
- etterfølgende fast belastning (anlegg uten stikkontakt, f.eks. varmekabelanlegg med strømforbruk som ikke overstiger bryterens merkeverdi) eller
- etterfølgende beskyttelsesorganer som f.eks. sikringer, motorvernbryter o.l.

Sikring mot kortslutning
- forankoplede sikringer, eller umiddelbart etterfølgende sikringer montert i samme skap som jordfeilbryteren, ikke større enn den sikring som fabrikanten angir som kortslutningsbeskyttelse for jordfeilbryteren.

422 *Utløsestrøm.* Jordfeilbrytere leveres vanligvis med nominell utløsestrøm 30, 100, 300 eller 500 mA, fast innstilt fra fabrikken. Jordfeilreléer har ofte stillbar utløsestrøm. I henhold til NEMKO's prøveforskrifter for jordfeilbrytere skal utkopling skje mellom 0,5 og 1 × jordfeilbryterens nominelle utløsestrøm.

Ved midlertidige elanlegg på byggeplasser o.l. skal topolede stikkontakter med merkestrøm til og med 16 A alltid ha forankoplet jordfeilbryter med 30 mA utløsestrøm, – også om jordingsanlegget i seg selv er godt nok til å holde berøringsspenningen under 50 V.

43 Jordfeilvarsling

På byggeplasser o.l. skal det i hovedsentral være utstyr for varsling av jordfeil på anlegget. Det skal gis hørbart og synlig signal når strømmen til jord overstiger 100 mA. Slik varsling kreves likevel ikke dersom hele anlegget (alle uttak) er beskyttet av forankoplet jordfeilbryter med utløsestrøm ikke over 30 mA.

44 Tilkopling, retting av feil

Det må påses at faseledere og jordledning holdes atskilt på målestedet når jordfeilbrytere eller -varslere brukes. Det er en forutsetning at feil som oppstår, rettes opp av fagfolk eller at den defekte anleggsdelen blir frakoplet. Dette kan skje ved hjelp av bryter, sikringer eller plugg. Jordfeilbrytere og -varslere er alltid å anse bare som en tilleggssikkerhet og kan ikke erstatte jording, ekstraisolasjon eller andre sikkerhetstiltak.

5 REFERANSER

51 Dette bladet inngår i samlingen «Midlertidige elinstallasjoner for bygg og anlegg». Det er utarbeidet av Utvalg for midlertidige elektriske anlegg (UME), nedsatt av NVE og NBI. Redaksjonen er avsluttet november 1978. Bladene distribueres av Norges byggforskningsinstitutt, Forskningsveien 3b, Oslo 3.

Nikolai Olsens trykkeri a.s.

Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen

Norges byggforskningsinstitutt

Midlertidige elinstallasjoner på bygge- og anleggsplasser

Krav og normer for koplingsbokser, brytere, stikkontakter og plugger

Utvalg for midlertidige elektriske anlegg (UME)

ME 3.35
Utgitt våren 1980

0 GENERELT

01 Bladet omhandler krav og normer for koplingsbokser, brytere, stikkontakter og plugger.

02 Henvisningene i bladet refererer til Forskrifter for elektriske anlegg.

03 Andre ME-blad om bestemmelser og regler for midlertidige elanlegg:

ME 3.31 Administrative bestemmelser og definisjoner
ME 3.32 Ledninger, kabler og sikringer
ME 3.33 Kapsling av anleggsdeler
ME 3.36 Termiske apparater og varmeanlegg
ME 3.37 Maskiner, sveiseaggregater og tinetransformatorer
ME 4.20 Stikkontaktmateriell
ME 4.50 Flyttbare sentraler

1 KOPLINGSBOKSER

11 Utførelse, tilgjengelighet, antall

Koplingsbokser skal være avpasset etter forholdene der de monteres og plasseres lett tilgjengelige. De skal ha utførelse som svarer til de typer ledninger og kabler som blir brukt. Det skal ikke tilkoples flere ledninger eller kabler enn at tilkoplingen kan utføres oversiktlig, rommelig og hensiktsmessig. Antall og dimensjon av ledere under samme tilkoplingsklemme skal ikke overstige det som er fastsatt i godkjenningsbetingelsene.

2 BRYTERE

21 Antall poler

Brytere skal være flerpolede. Inn- og utkopling skal ved betjening skje samtidig i alle poler (faser). Bare brytere i styrestrømkretser og brytere for kontroll og manøvrering i serie med flerpolet bryter kan være enpolet.

22 Frakopling av utstyr

Fastmontert utstyr skal kunne frakoples ved lett tilgjengelig flerpolet bryter. Det er ikke påkrevd med bryter foran stikkontakter og fastmonterte bruksgjenstander med påmontert flerpolet bryter.

23 Merking av flerpolede brytere

Flerpolede brytere skal ha stillingsmerking som angir bryterstilling (av – på, ut – inn). Krav om slik merking gjelder også betjeningsapparater for fjernbetjente brytere (automatbrytere, kontaktorer m.v.). Hvor forveksling eller utilsiktet betjening av brytere kan forårsake skader eller ulemper, skal bryterne være tydelig merket med skilt som angir de anleggsdeler som blir betjent av vedkommende bryter, se § 465.

3 STIKKONTAKTER OG PLUGGER

31 Hovedtyper

For industribruk er det to hovedtyper på markedet, flatstift- og rundstiftkontakter. Anbefalinger fra internasjonale komitéer som arbeider med normeringer, går i retning av rundstiftkontakter. I tillegg til de to nevnte hovedtypene kommer «den vanlige» topolede 10/16 A stikkontakten med jord (såkalt «Schuko-kontakt»).

På bygg og anlegg blir stikkontakter og plugger utsatt for stor slitasje og må ofte skiftes ut. Både av økonomiske og sikkerhetsmessige grunner bør firmaer basere sine innkjøp på en bestemt norm.

Dersom det på bygge- eller anleggsplass er flere spenninger eller fordelingssystemer i bruk (f.eks. 230 V og 400 V), skal utstyr ikke kunne tilkoples feil spenning. Plugg/stikkontakt-systemene for forskjellige spenninger og strømarter må derfor ikke kunne forveksles (være uforvekselbare).

32 CEE-normerte industristikkontakter

IEC har anbefalt CEE's norm for rundstiftkontakt som standard. (IEC og CEE er internasjonale komitéer for standardisering. Se blad 3.10, pkt. 15.). Fig. 32.

CEE-normene for rundstiftkontakter innebærer at industristikkontakter for forskjellige spenninger, frekvenser og poltall ikke kan brukes om hverandre. En plugg for 230 V kan f.eks. ikke settes inn i en stikkontakt for 400 V. Dette er en sikkerhetsmessig fordel. Normen har krav om mekanisk og elektrisk blokkering (forrigling med pilotkontakt) for materiell med merkestrøm 63 A og 125 A ved driftsspenninger over 42 V. Foreløpig forlanges ikke slik blokkering her i landet. I stedet forlanges at pluggene for nevnte strømmer skal være forsynt med advarselsmerking mot å trekke ut pluggene under last. Merkespenningen for stikkontakter og plugger skal være i samsvar med driftsspenningen. Det er f.eks. *ikke* tillatt å bruke stikkontakter og plugger merket med 400 V i anlegg med driftsspenning 230 V.

Utgitt av

Ettertrykk forbudt

Norges byggforskningsinstitutt Tlf. (02) 46 98 80 Postadresse: Postboks 322 Blindern Oslo 3

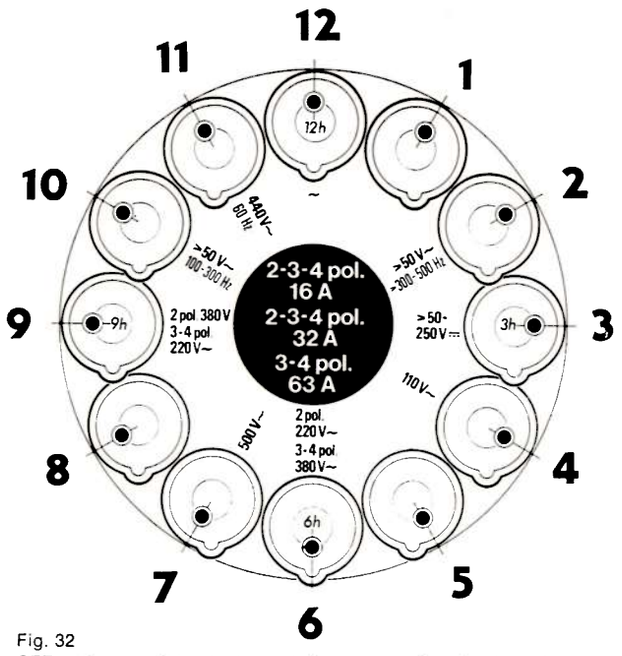


Fig. 32
CEE-normerte stikkontakter – styringsspor og jordingskontakt

Fig. 32 viser skjematisk 12 typer av CEE-normerte stikkontakter sett forfra. Bare styresporet og jordingskontaktene er vist. Systemet er basert på jordingskontaktenes plassering (klokkeslettstilling). Styresporet i stikkontakten forutsettes alltid å være klokken 6. Jordingskontakten i stikkontakten skal innta en bestemt stilling i forhold til styresporet, avhengig av spenning, poltall m.v. Pluggene er slik utformet at de bare kan settes inn i tilsvarende stikkontakt.

Tabell 32 angir jordingskontaktens klokkeslettstilling for ulike spenninger over 42 V. De strømførende kontakthylsenes plassering i stikkontakten er fastsatt, og hver klokkeslettstilling for jordingskontakten svarer til et helt bestemt bruksområde for de forskjellige stikkkontaktene.

33 Jording

Plugger med jordkontakt skal bare brukes for utstyr som har jordingsklemme og bevegelig ledning med jordleder. Plugg med jordkontakt skal ikke brukes for tilkopling av utstyr uten at disse kan jordes gjennom den bevegelige ledningen og pluggen. For tilkopling av utstyr av klasse II (ekstraisolerte apparater merket ⧈) skal brukes bevegelig ledning uten jordleder forsynt med spesiell plugg som passer til stikkontakter både med og uten jordkontakt. For slikt utstyr kan det tillates bruk av jordingsplugg, men apparatet skal ikke jordes, og ledningen skal ikke ha jordleder.

Flyttbare stikkontakter og skjøtekontakter skal ha bevegelig ledning med tverrsnitt minst 1 mm^2 og skal også ha jordleder (§ 467).

Tabell 32
Jordingskontaktens klokkeslettstilling

Poltall	Strømart Per/Sek Hz	Arbeidsspenning	Jordkontakthylsens klokkeslettstilling for stikkontakter	
			16 og 32 A	63 og 125 A
2 P + J	50 og 60	110–130 V	4	4
		220–240 V	6	6
		380–415 V	9	9
		500 V	7	5
		750 V	5	7
		For strøm fra isolertransformator	12	—
	100–300	Over 50 V	—	—
	301–500	Over 50 V	—	—
	Likestrøm	Over 50 og opp til og med 250 V	3	3
		Over 250 V	8	8
3 P + J	50 og 60	110–130 V	4	4
		220–240 V	9	9
		380–415 V	6	6
	60	440 V	11	11
	50 og 60	500 V	7	7
		750 V	5	5
		For strøm fra isolertransformator	12	—
	100–300	Over 50 V	10	—
	301–500	Over 50 V	2	—
3 P + N + J	50 og 60	110–130 V	4	4
		127/220–138/240 V	9	9
		220/380–240/415 V	6	6
		500 V	7	7
		750 V	5	5
	60	250/440 V	11	11
	100–300	Over 50 V	—	—
	301–500	Over 50 V	—	—

Anmerkninger:
1. De klokkeslettstillinger som er merket med en strek (—), er foreløbig ikke standardisert.
2. Klokkesslettstilling 1 er reservert for fremtidig standardisering.
3. Klokkeslettstilling 11 er spesielt reservert for stikkontaktmateriell til bruk ombord i skip med 440 V 3-faseanlegg 60 Hz.
4. Plugger og apparatinntak skal være merket med samme klokkeslettstilling som de tilhørende stikkontakter og skjøtekontakter.

4 REFERANSER

Dette bladet inngår i samlingen «Midlertidige elinstallasjoner for bygg og anlegg». Det er utarbeidet av Utvalg for midlertidige elektriske anlegg (UME) nedsatt av NVE og NBI. Redaksjonen er avsluttet november 1978. Bladene distribueres av Norges byggforskningsinstitutt, Forskningsveien 3b, Oslo 3.

Nikolai Olsens trykkeri a.s.

Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen

Norges byggforskningsinstitutt

Midlertidige elinstallasjoner på bygge- og anleggsplasser

Termiske apparater og varmeanlegg

Utvalg for midlertidige elektriske anlegg (UME)

ME 3.36
Utgitt våren 1980

0 GENERELT

01 Dette bladet behandler bestemmelser for ovner, vannvarmere, varmlufts- og varmekabelanlegg.

02 De henvisningene som finnes i bladet, refererer til Forskrifter for elektriske anlegg, spesielt § 476.

03 Andre ME-blad som omhandler regler og bestemmelser:

ME 3.31 Administrative bestemmelser og definisjoner
ME 3.32 Ledninger, kabler og sikringer
ME 3.33 Kapsling av anleggsdeler
ME 3.34 Beskyttelsesjording
ME 3.35 Krav og normer for koplingsbokser, brytere, stikkontakter og plugger
ME 3.37 Maskiner, sveiseaggregater og tinetransformatorer

1 FORSKRIFTER OG BESTEMMELSER

11 Utførelse og montering
Termiske apparater og varmeanlegg skal utføres, monteres og plasseres slik at de ikke kan gi nærstående brennbare gjenstander eller bygningsdeler høyere temperatur enn 80 °C ved normal bruk.

12 Bruk og ettersyn
Apparatene skal brukes til det formål og i den stilling de er utført for. De skal lett kunne ettersees og rengjøres. Apparatene må ikke tildekkes, og tilstøving skal hindres.

13 Brann- og eksplosjonsfare
Hvor elektrisitet direkte eller indirekte kan antenne eller oppvarme brennbare gasser, væsker eller faste stoffer til farlig temperatur, skal apparatets eller varmeanleggets utførelse, plassering og bruk avpasses etter forholdene på stedet.

14 Apparater uten tilsyn
Termiske apparater som manøvreres automatisk eller til vanlig står tilkoplet uten tilsyn, skal være forsynt med temperaturutløser eller annen automatisk utkopling dersom feil ved kontroll- eller styreorganer for apparatet kan føre til brann eller eksplosjon.

2 OVNER

21 Klasser og merking
Ovner for romoppvarming inndeles i to klasser, klasse L med overflatetemperatur inntil 150 °C og klasse H med overflatetemperatur over 150 °C. De skal ha nødvendig merking, påskrift og monteringsanvisning for betryggende plassering og bruk. Ovner av klasse H skal være merket med minste tillatte fri avstand i stråleretningen og må ikke monteres lavere enn 1,7 m over golvet. Ovner skal ikke plasseres over hverandre.

22 Beskyttelse mot brann
Ovner som kan bli utsatt for nedfallende støv, tøy og lignende, skal være beskyttet, f.eks. med skråstilt skjerm med glatt overflate av ubrennbart materiale. Skjermen skal monteres minst 100 mm over ovnen, og den skal rekke minst 30 mm utover ovnen på alle sider.

23 Flyttbare ovner
Flyttbare ovner skal ikke plasseres på golv med mindre fri golvflate enn 4 m². Flyttbare stråleovner bør ikke brukes.

24 Tørkeovner
Tørkeovner skal være fastmontert. De skal plasseres eller beskyttes slik at brennbare gjenstander ikke kan komme for nær dem.
I tørkerom eller -skap må ikke brukes bevegelig ledning uten spesiell tillatelse.

3 APPARATER FOR VANNVARMING

31 Vannvarmere med kledning av brennbart materiale samt sirkulasjonsapparater skal kobles automatisk ut ved hjelp av termoutløser, nivåbryter e.l. selv om de har termostat. Termostat skal plasseres og innstilles slik at vannet ikke koker.
Termoutløser, nivåbryter e.l. skal plasseres og innstilles slik at tørrkoking unngås.

Utgitt av

Norges byggforskningsinstitutt Tlf. (02) 46 98 80 Postadresse: Postboks 322 Blindern Oslo 3

Ettertrykk forbudt

4 ELEKTRISKE VARMLUFTAGGREGATER

41 Utførelse og installasjon

Forskriftenes bestemmelser angående utførelse gjelder for varmluftsaggregater som ikke er godkjent av NEMKO eller NVE, mens bestemmelsene vedrørende installasjon gjelder for alle varmluftsaggregater.

Varmluftsaggregater skal leveres med spesifiserte monterings-, bruks- og vedlikeholdsanvisninger.

For bruk i brann- eller eksplosjonsfarlige rom kreves det spesiell tillatelse.

Alle varmluftsaggregater, også fastmonterte, skal være merket: Brannfare. Må ikke tildekkes.

411 *Prøving, kontroll og melding.* Fastmonterte varmluftsaggregater skal prøves av anleggets elektroinstallatør før de tas i bruk. Det skal spesielt kontrolleres at alle sikkerhetsinnretninger virker tilfredsstillende.

Det må sendes skriftlig melding til Det stedlige tilsyn om at anlegget er prøvd og virker som det skal.

412 *Plassering.* Dersom elementenes varmekapasitet fører til at aggregatets overflatetemperatur overstiger 80 °C ved strømbrudd, må aggregatet, eventuelt også varmluftskanal, monteres slik at brennbare gjenstander eller bygningsdeler ikke kan få høyere temperatur enn 80 °C.

Varmebatterier må monteres med minst 100 mm klaring til brennbare bygningsdeler og slik at disse ikke oppvarmes mer enn til 80 °C ved normal drift.

Viftemotor må ikke monteres i kanal e.l. etter varmeelement, og elementet må bare kunne innkoples når viftemotoren er innkoplet.

414 *Overopphetingstermostat og termoutløser.* Varmluftsaggregater skal ha overopphetingstermostat og termoutløser som plasseres i øvre del på elementenes varmluftside. De skal koples slik at de – uavhengig av hverandre – kopler ut varmeelementene allpolig ved overtemperatur. Termoutløsere skal ikke ha automatisk gjeninnkopling.

42 *Tilkoplingsklemmer og tilledninger.* Dersom tilkoplingsklemmer eller tilledninger er plassert så nær varmeelementet at de ved feil utsettes for høy temperatur, må klemmene og tilledningene være tilstrekkelig varmebestandige.

43 Støvbeskyttelse, rengjøring

431 *Luftfilter.* Instruks for rengjøring av eventuelle luftfiltre skal settes opp på egnet sted. Filtrene skal være lett tilgjengelige for renhold og utskifting.

Det skal være innretning som indikerer tiltetting av luftfilter. Luftfilter må plasseres i så god avstand fra varmeelement at det ikke kan antennes.

432 *Varmelement.* Varmebatteriet må monteres slik at varmeelementene lett kan rengjøres og skiftes ut.

433 *Luftinntak.* Varmluftsaggregatenes luftinntak må plasseres eller beskyttes slik at støv og brennbare partikler ikke i nevneverdig grad kan trekkes inn i aggregatet.

5 VARMEKABELANLEGG

51 Materiale og utførelse

Varmekabler skal være godkjent av NEMKO og skal legges etter monteringsanvisning godkjent av NVE eller NEMKO.

Elektroinstallatør er ansvarlig for at forskriftenes bestemmelser med hensyn til de bygningsmessige konstruksjonene i forbindelse med varmekabelanlegg overholdes.

Byggeplassledelsen må påse at varmekabelanlegget ikke skades av annen virksomhet på byggeplassen.

52 Varmekabel innlagt i rør

Skal varmekabel plasseres inne i drikkevannsledning, må spesiell tillatelse gis av Elektrisitetsdirektoratet, enten gjennom Det stedlige tilsyn eller Elektrisitetstilsynet. Kablene må i slike tilfeller ha et ytre korrosjonsvern eller vanntett metallmantel av materialer som ikke avgir helsefarlige stoffer.

53 Frostsikring av fundamenter

Fundamenter kan frostsikres ved at varmekabler legges i drensrørene eller gis en likeverdig beskyttelse. Når varmekabler innstøpes direkte i bærende betongkonstruksjoner, må det vises forsiktighet ved bruk av betongvibrator under støpearbeidet slik at varmekablene ikke skades eller forskyves.

6 REFERANSER

61 Dette bladet inngår i samlingen «Midlertidige elinstallasjoner for bygg og anlegg». Det er utarbeidet av Utvalg for midlertidige elektriske anlegg (UME), nedsatt av NVE og NBI. Redaksjonen er avsluttet november 1978. Bladene distribueres av Norges byggforskningsinstitutt, Forskningsveien 3b, Oslo 3.

62 Litteratur

621 NBI. Byggforskserien. Blad A 515.925. Frostsikring av ledninger

622 Fabrikanter/leverandører: Godkjente monteringsanvisninger

Nikolai Olsens trykkeri a.s.

Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen

Norges byggforskningsinstitutt

Midlertidige elinstallasjoner på bygge- og anleggsplasser

Maskiner, sveiseaggregater og tinetransformatorer

Utvalg for midlertidige elektriske anlegg (UME)

ME 3.37
Utgitt våren 1980

0 GENERELT

01 Dette bladet behandler bestemmelser og regler for generatoranlegg, motorer, kraner, heiser, sveiseaggregater og tinetransformatorer.

02 De henvisningene som finnes i bladet, refererer til Forskrifter for elektriske anlegg og meddelelser fra NVE.

03 Andre ME-blad som omhandler regler og bestemmelser for midlertidige el-anlegg:
ME 3.31 Administrative bestemmelser og definisjoner
ME 3.32 Ledninger, kabler og sikringer
ME 3.33 Kapsling av anleggsdeler.
Me 3.35 Krav og normer for koplingsbokser, brytere, stikkontakter og plugger
Me 3.36 Termiske apparater for varmeanlegg

1 MASKINER

11 Elektriske maskiner skal være betryggende utført. De skal ha en fagmessig og praktisk utformet kapsling, ledningstilknytning og avkjølingsanordning (§ 416).

12 Generell sikring
Maskiner skal sikres ifølge § 447.

121 *Brytere, sikringer.* Maskiner som f.eks. generatorer, motorer, forarbeidingsmaskiner, heiser, pumper og vifter skal ha egne flerpolede brytere og smeltesikringer eller egne flerpolede automatiske brytere. Disse skal være avpasset etter den strøm maskinen er beregnet for og plassert nær maskinen eller på annet hensiktsmessig sted.
Apparater og motorer behøver ikke å ha egne sikringer når de er betryggende sikret ved tilførselsledningenes sikringer.

122 *Motorvernbrytere.* Motorer som arbeider uten tilsyn, skal ha motorvernbrytere med termiske reléer i alle faser innstilt på en utløsestrøm som ikke skal være høyere enn motorens strøm ved full last eller ha tilsvarende vern mot overbelastning, f.eks. temperaturfølere i motorviklingene.
Også motorer som arbeider under tilsyn, bør ha vern mot overbelastning.

13 Sikring mot utilsiktet start
Utilsiktet start av en arbeidsmaskin kan inntreffe når spenningen kommer tilbake etter strømbrudd eller når innkopling av en felles bryter kan forårsake igangsetting av flere maskiner samtidig.

131 *Null-spenningsutløsning.* Motorer som ved utilsiktet start kan medføre fare for betjening eller anlegg, skal ha nullspenningsutløser. Dersom nullspenningsutløsning kan medføre særlige ulemper for driften, kan det istedet oppsettes skilt med tydelig tekst om at motoren starter uten varsel.

132 *Sleperingsmotorer og kommutatormotorer* skal i alle tilfeller ha motorvernbryter med nullspenningsutløsning.

133 *Felles bryter med nullspenningsutløsning* kan brukes for flere motorer dersom man har oversikt over samtlige arbeidsmaskiner fra bryterens plass.

2 GENERATORER

21 Melding og tilsyn
Transportable generatoranlegg som består av strømkilde og bruksgjenstand med tilhørende anleggsdeler, ledninger, sikringer, brytere m.m., skal meldes til Elektrisitetstilsynet før de tas i bruk første gang (§ 528). Slik melding kreves ikke for aggregater opptil 10 kVA.

211 *Sikkerhetsinstruks* skal oppsettes. Den skal omfatte bestemmelse om årlig tilsyn av elektroinstallatør.

22 Materiell og utførelse
Materiellet skal være i tett utførelse. Generatorer skal ha automatisk regulator som hindrer farlige strøm- og spenningsvariasjoner.

221 Ledning eller kabel som er fast opplagt på generator, skal ha *vern mot mekanisk skade.* Av hensyn til rystelser og sterk kulde må ikke bly eller plast brukes.

222 *Forbindelsesledning av kobber* med minst 4 mm tverrsnitt skal forbinde alle fastmonterte anleggsdeler som ikke er i isolerstoffkapslet utførelse, til generators gods.
Alle bevegelige anleggsdeler forbindes til generators gods med forbindelsesledning under samme beskyttelseskappe som de strømførende ledninger og skal ha samme tverrsnitt som disse.
Forbindelsesledninger for fastmonterte og bevegelige anleggsdeler skal føres til systemets nullpunkt dersom spenningen er høyere enn 250 V. Generators gods skal i så fall ha forbindelse med nullpunktet.

Utgitt av

Ettertrykk forbudt

Norges byggforskningsinstitutt Tlf. (02) 46 98 80 Postadresse: Postboks 322 Blindern Oslo 3

522 *Spesielle sveiseanlegg.* Spenningen mellom elektrodene kan økes til det dobbelte hvis sveisestrømkretsen ikke er ledende forbundet med arbeidsstykket eller jord og sveisingen foregår ved hjelp av lysbue mellom to eller flere elektroder som er anbrakt i samme holder.

523 For *bærbare enfasede sveiseaggregater* som brukes leilighetsvis og hvor brukeren vanligvis ikke er utdannet sveiser, må ikke tomgangsspenningen overstige 70 V (effektivverdi).

524 *Arbeid i trange rom.* Foretas sveisearbeid i trange beholdere (f.eks. kjeler), i rørledninger e.l., skal det vanligvis brukes likestrøm med rippel (se forklaring i § 477) som ikke er høyere enn 10%. Likestrøm med høyere rippel og vekselstrøm kan tillates på følgende betingelser:

1. Spenningen på tilkoplingsklemme må ikke på noe tidspunkt overstige 80 V (effektivverdi).
2. Ved tomgang må tomgangsspenningen ikke overstige 50 V (effektivverdi). Etter bryting av sveisestrømkretsen må forekommende høyere spenninger settes ned til 50 V i løpet av 0,2 sekunder.
3. Blir betingelsene i pkt. 1 og 2 oppnådd ved hjelp av automatisk beskyttelsesinnretning, må denne kunne prøves for å se om den virker som den skal. Sveiseanlegget må ha utstyr for overvåking av beskyttelsesinnretningen og som viser om den arbeider riktig.
4. Ved svikt i beskyttelsesinnretningen må det være tatt særlige forholdsregler som sørger for at spenningen på sveiseledningens klemmer ikke kan overstige 50 V eller at spenningen blir redusert til 50 V i løpet av 1 sekund.
5. Innretningene nevnt i pkt. 1 - 4 må arbeide tilfredsstillende og tåle de påkjenninger de kan bli utsatt for, selv ved en vinkel på 30°.
6. Sveiseanleggene skal være tydelig merket «50 V». Sveiseanlegget må ikke brukes hvis beskyttelsesinnretningene svikter.

6 TINETRANSFORMATORER

61 Forskrifter, melding
Bestemmelser om utførelse og bruk er tatt inn i Meddelelse nr. 1/64 fra NVE, Elektrisitetsdirektoratet.
Elektrisk tining av rør som inneholder brennbare gasser eller væsker, er vanligvis ikke tillatt. Er slik tining absolutt nødvendig, må det på forhånd innhentes tillatelse fra Elektrisitetstilsynet eller Det stedlige tilsyn i hvert enkelt tilfelle.
Tinetransformatorer skal være godkjent for formålet, og anskaffelse skal meldes til det stedlige elverk. Tining av rør må bare utføres av elektroteknisk sakkyndige eller av personer som er spesielt instruert.

62 Utførelse og tilkopling til ledningsnett
Transformatorens sekundærledninger må være i isolert utførelse, f.eks. sveisekabel. Denne må ha et tverrsnitt som svarer til tinestrømmen – minst 25 mm². Tilkoplingen til ledningsnettet skal foregå med stikkontakt og plugg. Er dette praktisk umulig, må det på forhånd treffes avtale med elverket om annen tilkopling.

63 Sikring mot overbelastning
Sikringer må være plassert slik at de hindrer at tiningsutstyret og ledningsnettet belastes mer enn det det forskriftsmessig er dimensjonert for.

64 Tilkopling til rør
Tinetransformatorens sekundærside må tilkoples det røret som skal tines, med godkjente koplingsklemmer.

65 Før strøm påsettes
Før strømmen påsettes, må det alltid undersøkes om jordledninger for elektriske apparater er tilkoplet den delen av røranlegget som skal innkoples i tinestrømkretsen. Slike jordledninger skal være frakoplet under tiningen, men må tilkoples umiddelbart etter at tiningen er avsluttet. Sterkstrømsapparater som er jordforbundet med rørdelen, må frakoples nettet før jordledningen koples fra røret. Slik frakopling fra nettet skal skje ved hjelp av flerpolet bryter, plugg eller sikringer. Apparatene må ikke tilkoples nettet før tiningen er avsluttet og jordledningen tilkoplet.
Det må også påses at det ikke finnes tilfeldige kontaktforbindelser mellom røret som skal tines og blanke jordledninger eller andre rør for elektriske ledninger, olje e.l. Den som forestår arbeidet, skal nøye kontrollere alle tilkoplinger av strømførende ledninger både på primær- og sekundærsiden.
Vannrør bør stå under trykk, og kraner på det frosne rørstykket bør være åpne under tiningen.

66 Strømstyrke, kontroll av strømveg
Tiningen påbegynnes med laveste strømstyrke. Oppnås ingen virkning innen rimelig tid, kan strømstyrken økes. Tangamperemeter bør brukes til å kontrollere at strømmen ikke tar utilsiktede veger. Slike kan være gjennom rørforbindelser på røret som tines, fra tinestrømledningens tilkoplingssted ut i den motsatte delen av røret eller gjennom ledende bygningsdeler o.l.

67 Tiltak mot brannfare
Etter at strømmen er påsatt, må alle muffer og rørsammenføyninger i strømkretsen holdes under stadig oppsikt av hensyn til faren for brannfarlig oppheting eller utslyng av gnister. Om nødvendig må det over rørsammenføyning legges egen paralellforbindelse med kobberledning med godkjente koplingsklemmer.
Rør er ofte isolert med brennbare materialer, innkledd med trevirke eller ført gjennom trekasser fylt med sagflis, torvstrø e.l. Når slike rør skal tines, må de holdes under spesiell oppsikt både under tiningen og minst to timer etter at den er avsluttet. Det må alltid sørges for at tilstrekkelig brannslokkingsmateriell er for hånden.

7 REFERANSER

71 Dette bladet inngår i samlingen «Midlertidige installasjoner for bygg og anlegg». Det er utarbeidet av Utvalg for midlertidige elektriske anlegg (UME) nedsatt av NVE og NBI. Redaksjonen er avsluttet november 1978. Bladene distribueres av Norges byggforskningsinstitutt, Forskningsvn. 3b, Oslo 3.

Nikolai Olsens trykkeri a.s.

522 *Spesielle sveiseanlegg.* Spenningen mellom elektrodene kan økes til det dobbelte hvis sveisestrømkretsen ikke er ledende forbundet med arbeidsstykket eller jord og sveisingen foregår ved hjelp av lysbue mellom to eller flere elektroder som er anbrakt i samme holder.

523 For *bærbare enfasede sveiseaggregater* som brukes leilighetsvis og hvor brukeren vanligvis ikke er utdannet sveiser, må ikke tomgangsspenningen overstige 70 V (effektivverdi).

524 *Arbeid i trange rom.* Foretas sveisearbeid i trange beholdere (f.eks. kjeler), i rørledninger e.l., skal det vanligvis brukes likestrøm med rippel (se forklaring i § 477) som ikke er høyere enn 10%. Likestrøm med høyere rippel og vekselstrøm kan tillates på følgende betingelser:

1. Spenningen på tilkoplingsklemme må ikke på noe tidspunkt overstige 80 V (effektivverdi).
2. Ved tomgang må tomgangsspenningen ikke overstige 50 V (effektivverdi). Etter bryting av sveisestrømkretsen må forekommende høyere spenninger settes ned til 50 V i løpet av 0,2 sekunder.
3. Blir betingelsene i pkt. 1 og 2 oppnådd ved hjelp av automatisk beskyttelsesinnretning, må denne kunne prøves for å se om den virker som den skal. Sveiseanlegget må ha utstyr for overvåking av beskyttelsesinnretningen og som viser om den arbeider riktig.
4. Ved svikt i beskyttelsesinnretningen må det være tatt særlige forholdsregler som sørger for at spenningen på sveiseledningens klemmer ikke kan overstige 50 V eller at spenningen blir redusert til 50 V i løpet av 1 sekund.
5. Innretningene nevnt i pkt. 1 - 4 må arbeide tilfredsstillende og tåle de påkjenninger de kan bli utsatt for, selv ved en vinkel på 30°.
6. Sveiseanleggene skal være tydelig merket «50 V». Sveiseanlegget må ikke brukes hvis beskyttelsesinnretningene svikter.

6 TINETRANSFORMATORER

61 Forskrifter, melding
Bestemmelser om utførelse og bruk er tatt inn i Meddelelse nr. 1/64 fra NVE, Elektrisitetsdirektoratet.
Elektrisk tining av rør som inneholder brennbare gasser eller væsker, er vanligvis ikke tillatt. Er slik tining absolutt nødvendig, må det på forhånd innhentes tillatelse fra Elektrisitetstilsynet eller Det stedlige tilsyn i hvert enkelt tilfelle.
Tinetransformatorer skal være godkjent for formålet, og anskaffelse skal meldes til det stedlige elverk. Tining av rør må bare utføres av elektroteknisk sakkyndige eller av personer som er spesielt instruert.

62 Utførelse og tilkopling til ledningsnett
Transformatorens sekundærledninger må være i isolert utførelse, f.eks. sveisekabel. Denne må ha et tverrsnitt som svarer til tinestrømmen – minst 25 mm². Tilkoplingen til ledningsnettet skal foregå med stikkontakt og plugg. Er dette praktisk umulig, må det på forhånd treffes avtale med elverket om annen tilkopling.

63 Sikring mot overbelastning
Sikringer må være plassert slik at de hindrer at tiningsutstyret og ledningsnettet belastes mer enn det det forskriftsmessig er dimensjonert for.

64 Tilkopling til rør
Tinetransformatorens sekundærside må tilkoples det røret som skal tines, med godkjente koplingsklemmer.

65 Før strøm påsettes
Før strømmen påsettes, må det alltid undersøkes om jordledninger for elektriske apparater er tilkoplet den delen av røranlegget som skal innkoples i tinestrømkretsen. Slike jordledninger skal være frakoplet under tiningen, men må tilkoples umiddelbart etter at tiningen er avsluttet. Sterkstrømsapparater som er jordforbundet med rørdelen, må frakoples nettet før jordledningen koples fra røret. Slik frakopling fra nettet skal skje ved hjelp av flerpolet bryter, plugg eller sikringer. Apparatene må ikke tilkoples nettet før tiningen er avsluttet og jordledningen tilkoplet.
Det må også påses at det ikke finnes tilfeldige kontaktforbindelser mellom røret som skal tines og blanke jordledninger eller andre rør for elektriske ledninger, olje e.l. Den som forestår arbeidet, skal nøye kontrollere alle tilkoplinger av strømførende ledninger både på primær- og sekundærsiden.
Vannrør bør stå under trykk, og kraner på det frosne rørstykket bør være åpne under tiningen.

66 Strømstyrke, kontroll av strømveg
Tiningen påbegynnes med laveste strømstyrke. Oppnås ingen virkning innen rimelig tid, kan strømstyrken økes. Tangamperemeter bør brukes til å kontrollere at strømmen ikke tar utilsiktede veger. Slike kan være gjennom rørforbindelser på røret som tines, fra tinestrømledningens tilkoplingssted ut i den motsatte delen av røret eller gjennom ledende bygningsdeler o.l.

67 Tiltak mot brannfare
Etter at strømmen er påsatt, må alle muffer og rørsammenføyninger i strømkretsen holdes under stadig oppsikt av hensyn til faren for brannfarlig oppheting eller utslyng av gnister. Om nødvendig må det over rørsammenføyning legges egen paralellforbindelse med kobberledning med godkjente koplingsklemmer.
Rør er ofte isolert med brennbare materialer, innkledd med trevirke eller ført gjennom trekasser fylt med sagflis, torvstrø e.l. Når slike rør skal tines, må de holdes under spesiell oppsikt både under tiningen og minst to timer etter at den er avsluttet. Det må alltid sørges for at tilstrekkelig brannslokkingsmateriell er for hånden.

7 REFERANSER

71 Dette bladet inngår i samlingen «Midlertidige installasjoner for bygg og anlegg». Det er utarbeidet av Utvalg for midlertidige elektriske anlegg (UME) nedsatt av NVE og NBI. Redaksjonen er avsluttet november 1978. Bladene distribueres av Norges byggforskningsinstitutt, Forskningsvn. 3b, Oslo 3.

Nikolai Olsens trykkeri a.s,

Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen

Norges byggforskningsinstitutt

Midlertidige elinstallasjoner på bygge- og anleggsplasser

Maskiner, sveiseaggregater og tinetransformatorer

Utvalg for midlertidige elektriske anlegg (UME)

ME 3.37
Utgitt våren 1980

0 GENERELT

01 Dette bladet behandler bestemmelser og regler for generatoranlegg, motorer, kraner, heiser, sveiseaggregater og tinetransformatorer.

02 De henvisningene som finnes i bladet, refererer til Forskrifter for elektriske anlegg og meddelelser fra NVE.

03 Andre ME-blad som omhandler regler og bestemmelser for midlertidige el-anlegg:
ME 3.31 Administrative bestemmelser og definisjoner
ME 3.32 Ledninger, kabler og sikringer
ME 3.33 Kapsling av anleggsdeler.
Me 3.35 Krav og normer for koplingsbokser, brytere, stikkontakter og plugger
Me 3.36 Termiske apparater for varmeanlegg

1 MASKINER

11 Elektriske maskiner skal være betryggende utført. De skal ha en fagmessig og praktisk utformet kapsling, ledningstilknytning og avkjølingsanordning (§ 416).

12 Generell sikring
Maskiner skal sikres ifølge § 447.

121 *Brytere, sikringer.* Maskiner som f.eks. generatorer, motorer, forarbeidingsmaskiner, heiser, pumper og vifter skal ha egne flerpolede brytere og smeltesikringer eller egne flerpolede automatiske brytere. Disse skal være avpasset etter den strøm maskinen er beregnet for og plassert nær maskinen eller på annet hensiktsmessig sted.
Apparater og motorer behøver ikke å ha egne sikringer når de er betryggende sikret ved tilførselsledningenes sikringer.

122 *Motorvernbrytere.* Motorer som arbeider uten tilsyn, skal ha motorvernbrytere med termiske reléer i alle faser innstilt på en utløsestrøm som ikke skal være høyere enn motorens strøm ved full last eller ha tilsvarende vern mot overbelastning, f.eks. temperaturfølere i motorviklingene.
Også motorer som arbeider under tilsyn, bør ha vern mot overbelastning.

13 Sikring mot utilsiktet start
Utilsiktet start av en arbeidsmaskin kan inntreffe når spenningen kommer tilbake etter strømbrudd eller når innkopling av en felles bryter kan forårsake igangsetting av flere maskiner samtidig.

131 *Null-spenningsutløsning.* Motorer som ved utilsiktet start kan medføre fare for betjening eller anlegg, skal ha nullspenningsutløser. Dersom nullspenningsutløsning kan medføre særlige ulemper for driften, kan det istedet oppsettes skilt med tydelig tekst om at motoren starter uten varsel.

132 *Sleperingsmotorer og kommutatormotorer* skal i alle tilfeller ha motorvernbryter med nullspenningsutløsning.

133 *Felles bryter med nullspenningsutløsning* kan brukes for flere motorer dersom man har oversikt over samtlige arbeidsmaskiner fra bryterens plass.

2 GENERATORER

21 Melding og tilsyn
Transportable generatoranlegg som består av strømkilde og bruksgjenstand med tilhørende anleggsdeler, ledninger, sikringer, brytere m.m., skal meldes til Elektrisitetstilsynet før de tas i bruk første gang (§ 528). Slik melding kreves ikke for aggregater opptil 10 kVA.

211 *Sikkerhetsinstruks* skal oppsettes. Den skal omfatte bestemmelse om årlig tilsyn av elektroinstallatør.

22 Materiell og utførelse
Materiellet skal være i tett utførelse. Generatorer skal ha automatisk regulator som hindrer farlige strøm- og spenningsvariasjoner.

221 Ledning eller kabel som er fast opplagt på generator, skal ha *vern mot mekanisk skade.* Av hensyn til rystelser og sterk kulde må ikke bly eller plast brukes.

222 *Forbindelsesledning av kobber* med minst 4 mm tverrsnitt skal forbinde alle fastmonterte anleggsdeler som ikke er i isolerstoffkapslet utførelse, til generators gods.
Alle bevegelige anleggsdeler forbindes til generators gods med forbindelsesledning under samme beskyttelseskappe som de strømførende ledninger og skal ha samme tverrsnitt som disse.
Forbindelsesledninger for fastmonterte og bevegelige anleggsdeler skal føres til systemets nullpunkt dersom spenningen er høyere enn 250 V. Generators gods skal i så fall ha forbindelse med nullpunktet.

Utgitt av

Ettertrykk forbudt

Norges byggforskningsinstitutt Tlf. (02) 46 98 80 Postadresse: Postboks 322 Blindern Oslo 3

3 MOTORER

31 Sikring av motorvernbryter og termiske reléer
De sikringene som tillates som kortslutningsbeskyttelse for motorens tilførselsledninger (§ 449), er ofte for store for motorvernbryterens termiske reléer. Reléene må derfor beskyttes med forankoplede sikringer av størrelse fastsatt for hvert enkelt relé. Sikringens høyeste merkeverdi i ampere skal være angitt direkte på reléer eller på annet godt synlig sted i motorvernbryteren. Sikringers maksimalstørrelse er også angitt i fabrikantenes kataloger.

32 Sikring av ledninger
Tilførselsledninger til en gruppe motorer (hovedledninger) eller til en enkelt motor (grenledninger) skal sikres mot kortslutning og overbelastning.

321 *Sikring mot overbelastning.* Hoved- og grenledninger anses sikret mot overbelastning hvis hver motor har bryter med utløsning, enten fra termiske reléer i alle poler – ikke innstilt høyrere enn motorens merkestrøm – eller fra temperaturfølere i motorviklingen. Tverrsnittet på hovedledningen skal ifølge tabell 321 a svare til en strøm lik summen av motorenes merkestrøm. Grenledningens tverrsnitt skal minst tilsvare motorens merkestrøm.
De tverrsnitt som er angitt for aluminiumsledninger i tabell 321 a, er prefererte tverrsnitt. Mellomliggende tverrsnitt kan også brukes, men bør helst unngås.
De verdier som er oppgitt i tabell 321 a, forutsetter høyst tre strømførende ledere. Ved flere ledninger eller kabler ved siden av hverandre skal belastningsverdien reduseres. Den tillatte belastningen kan i så fall fastsettes ved hjelp av tabell 321 b.

Tabell 321 a
Belastning og sikring av fast opplagt, gummiisolert eller plastisolert ledning eller kabel for spenning inntil 1 kV ved forlegning i bygninger

Tverrsnitt		Høyeste tillatte strøm		Sikring	
Kopper mm²	Aluminium mm²	Kopper A	Aluminium A	Kopper A	Aluminium A
1,5		14		10	
2,5		20		16	
4		25		20	
6		31		25	
10		43		35	
16	16	65	43	63	35
25	25	90	65	80	63
35		120		100	
50	50	150	115	125	100
70		200		160	
95	95	240	185	200	160
120		280		225	
150	150	325	255	250	225
185		380		315	
240	240	450	330	350	315
300		525		400	
400	400	640	500	500	400

Tabell 321 b
Reduksjonsfaktor for tillatt belastning når flere ledningssett i rør eller kabler er forlagt slik at rør eller kabler over lengre strekning enn 4 m har kortere avstand fra hverandre enn rørenes eller kablenes diameter

Antall rør eller kabler	2	3	4	5	6	7 el. flere
Reduksjonsfaktor:	0,9	0,8	0,75	0,7	0,65	0,6

322 *Sikring mot kortslutning.* Gren- og hovedledninger skal også sikres mot kortslutning ved foranstående smeltesikringer eller brytere med elektromagnetisk utløsning. Er alle grenledninger sikret, kan merkestrømmen/utløsestrømmen for hovedledningens beskyttelse være opptil fem ganger det som er fastsatt i tabell 321a, se fig. 322a. Er en eller flere grenledninger ikke sikret, kan merkestrømmen for hovedledningens beskyttelse være opptil fem ganger det tabell 321a fastsetter for den minste ikke-sikrede grenledning, se fig. 322b.

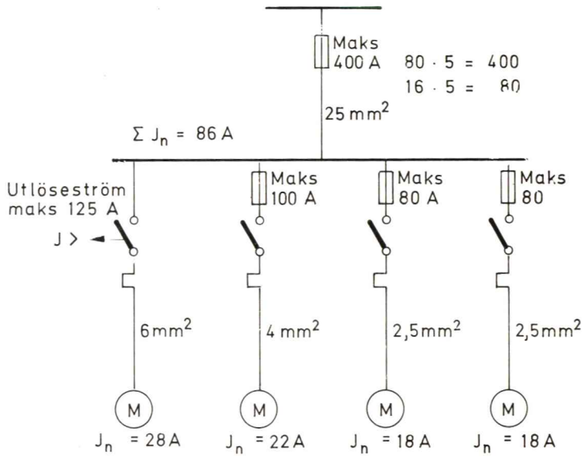


Fig. 322 a
Eksempel på utførelse når alle grenledninger er sikret mot kortslutning
Summen av merkestrømmen er 86 A. Hovedledningen er 25 mm², tillatt strøm 90 A, sikringer 80 A. Hovedledningen kan sikres med 5×80=400 A.

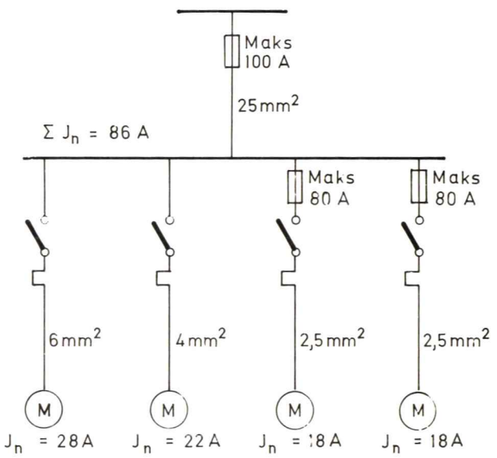


Fig. 322 b
Eksempel på utførelse når to ledninger ikke har kortslutningsbeskyttelse
Summen av motorenes merkestrømmer er 86 A. Hovedledningen er 25 mm², tillatt strøm 90 A, sikringer 80 A. Minste tverrsnitt er 4 mm². Tillatt strøm 25 A, sikringer 20 A. Hovedledningen kan sikres med 5 × 20 = 100 A.

323 *Sikring og belastning ved periodevis drift.* Ved periodevis drift av f.eks. kraner, heiser o.l. kan ledninger og kabler belastes høyere enn angitt i tabell 321 a. De må da også sikres tilsvarende høyere forutsatt at de ikke oppvarmes mer enn ved kontinuerlig belastning ifølge tabellen. Belastningen ved periodevis drift kan fastsettes på grunnlag av forholdet mellom innkoplingstid og utkoplingstid. Belastningsverdiene i tabell 321 a kan økes med halvparten så mange prosent som utkoplingstiden utgjør av innkoplingstiden i en time, se tabell 323.

Tabell 323
Økning av belastningsverdiene ved periodisk drift

Innkoplingstid (driftstid)	Utkoplingstid	Utkoplingstid i % av driftstid pr. time	Øking av belastningsverdiene
50 min.	10 min.	20 %	10 %
40 »	20 »	50 »	25 »
30 »	30 »	100	50 »
20 »	40 »	200 »	100 »
10 »	50 »	500 »	250 »

4 FLYTTBARE KRANER OG HEISER

41 Utførelse og kontroll
Kraner og heiser må tilkoples slik at faseføIgen og dermed motorens dreieretning blir riktig. Feilaktig utførelse kan forårsake skader og alvorlige uhell ved igangkjøring.

42 Hindring av start i feil dreieretning
Transportable kraner og heiser skal ha anordninger som hindrer at motorer starter i feil dreieretning p.g.a. feil faseføIge.
Har kran/heis utstyr for automatisk bytting av fasene, skal den automatiske utkoplingen (endebryterne) fungere tilfredsstillende ved kjøring til ytterpunktene.

43 Bryter for utkopling
Tilførselsledninger for kran- og heisanlegg må kunne koples ut ved lett tilgjengelig flerpolet bryter. Denne skal være tydelig merket med f.eks. «Kranbryter». Kontaktor med styrebryter kan tillates som kranbryter, unntatt når kontaktoren er plassert i kran med tilførsel over bevegelig ledning. Styrebryter for utkopling må være lett tilgjengelig og merket «Kranbryter».

44 Jording
Kraner med tilførsel over bevegelig ledning skal jordforbindes gjennom ledningens jordleder.

441 *Jording over skinnegangen.* Ved spesielt store kraner kan Det stedlige tilsyn gi tillatelse til at jording foretas over skinnegangen. Denne må da være sammenhengende elektrisk ledende, enten ved at skinnene er sveiset sammen eller ved at det legges forbikoplinger over skjøtene og mellom begge skinnene (skinneforbindere).

442 *Jording av skinnene.* For å unngå potensialforskjell mellom kran og skinnegang, og for å sikre kranens jordtilknytning ved eventuell skade på tilførselsledningen, bør skinnegangen alltid jordes. Skinnegangen bør derfor være sammenhengende elektrisk ledende og tilknyttet byggeplassens jordelektrode. For lange kranbaner vil det være en fordel at jordtilknytning skjer på flere steder.

443 *Oppstilling og bruk av kraner nær elektriske ledninger*
Kraner og last skal ikke kunne komme i farlig nærhet av elektriske ledninger. Nær høgspenningsledninger gjelder forskriftenes § 726, annet ledd (Horisontal avstand minst 6–9,5 m avhengig av spenningen. Elektrisitetstilsynet kan i spesielle tilfeller tillate kortere avstand etter søknad gjennom ledningseieren). Den horisontale avstanden gjelder til nærmeste del av oppstilt kran i enhver bruksstilling og til krok ved 30° utsving med løpekatt ytterst på utligger som peker mot ledning. Se medd. nr. 5/78 fra NVE.

5 SVEISEAGGREGATER

51 Utførelse og isolasjon
Sveiseaggregater skal utføres slik at overledning til sveisestrømkretsen fra annen strømkrets med høyere spenning er utelukket.
Sveisestrømkretsen og tilhørende spenningsførende deler skal være betryggende isolert fra aggregatets kapsling (§ 477).

511 *Ledningsføring, jording og tillatt spenning.* Flyttbare sveiseaggregater skal ha isolerende ledningsføring og ekstra innføringsbeskyttelse. De skal jordforbindes ved jordlederen i tilførselskabel.
Sveiseaggregat må ikke tilknyttes sterkstrømsnett med høyere spenning enn 1 000 V med mindre det er utført som motorgenerator.

512 *Sveisestrømkretsens jording og tilkoplingsklemmer.* Dersom sveisestrømkretsen jordes, skal jordledningen tilkoples samme koplingskontakt som tilbakeledningen fra arbeidsstykket. Tilkoplingsklemmene skal utføres og plasseres slik at de under normale forhold ikke kan berøres.

513 *Flyttbare sveisetransformatorer* skal være av klasse I (jordet) eller klasse II (ekstraisolert).

52 Tomgangsspenning

521 *Vanlige sveiseaggregater.* Sveiseaggregaters (sveisetransformatorers) tomgangsspenning skal være så lav som mulig. På spenningsførende elektroder som er tilgjengelige for berøring, skal tomgangsspenningen vanligvis ikke overstige 80 V for vekselstrømsaggregater og 100 V for likestrømsaggregater (med visse forbehold, se § 477). Dersom det av sveisetekniske grunner ikke kan unngås at tomgangsspenningen blir høyere enn angitt, må aggregatet ha en automatisk innretning som, når lysbuen slukkes, reduserer spenningen til den tillatte verdi i løpet av 0,2 sekunder.

Automatisk telefonsvarer

Apparat for opptak av samtaler

Sentralbord, koplingsbokser, håndgeneratorer

Sentralbord etc., alminnelig symbol

Håndgenerator

Koplingsboks, uttak eller stikk-kontakt for hustelefon

Elektriske ur og tidkontroll

Ur, alminnelig symbol

Brann- og tyverialarm

Brannvarsliingsutstyr, alminnelig symbol

Overvåkningsutstyr, alminnelig symbol (watchmans device)

Brannmelder, alminnelig symbol

Manuell brannmelder med trykknapp

Termoutløser (varmedetektor)

Lysutløser (flammedetektor)

Gassutløser (røkdetektor)

Kraft- og transformatorstasjoner

PROSJEKTERT		I DRIFT		Forklaring
stor målestokk	liten målestokk	stor målestokk	liten målestokk	
□	□	▨	■	Kraftstasjon, alminnelig symbol I liten målestokk kan tegnes sort flate i stedet for skravering
○	○	▨	●	Understasjon, alminnelig symbol
⋈		⋈		Understasjon med likeretter
△		▲		Nettstasjon

Ledningsmaster og luftledning

Ledningsmast, alminnelig symbol

Tremast. Stolpe

Betongmast

Rørmast, metall

Gitter- eller fagverksmast, metall

Luftledning, alminnelig symbol

Måleinstrumenter

Pulsteller

Wh — Energimåler. Watt-timemåler

Wh Wmax — Do. med maksimalindikator

4 REFERANSEBETEGNELSE FOR APPARATER OG UTSTYR

Referansebetegnelser brukes i skjemaer for å betegne de enkelte komponenters art og funksjon. Dersom det brukes et egnet referansesystem, kan en også finne ut hvilket apparat eller hvilken del av et anlegg de enkelte komponenter tilhører.
I den norske elektrotekniske normen NEN 145.79 er det fastsatt et slikt referansesystem.
Normen er basert på bruk av bokstaver og tall. Bokstavene og tallene plasseres i en viss rekkefølge i grupper (blokker). Hver blokk har en bestemt betydning. Innen hver blokk angir hver bokstav en bestemt funksjon, plassering, komponenttype m.v.
De forskjellige blokkene i disse normene har følgende betydning:

Blokk 1: Overordnet betegnelse som viser forholdet til andre deler av utstyret med hensyn til plassering og/eller funksjon
Blokk 2: Plassering i utstyret
Blokk 3: Identifikasjon av komponenten:
A: Art
B: Nummer
C: Funksjon
Blokk 4: Klemme- og ledermerking

I de fleste skjemaer er det tilstrekkelig med referansebetegnelser som bare omfatter et hensiktsmessig utvalg av disse blokkene. Utvalget gjøres på grunnlag av skjematypen.
Blokk 3 er normalt tilstrekkelig for enkle skjemaer. I tillegg kan klemme- eller ledernummer tas med som blokk 4. Eksempel på bruk av referansesystemet er gitt i ME-blad 3.39. Følgende referansebokstaver er normert for å betegne komponentens art (blokk 3A) (Forklaringene i parentes er ment som eksempler):

A Seksjoner, subseksjoner
(Bør benyttes for moduler og byggedeler, f.eks. kretskort når disse ikke kan plasseres under noen annen bokstav.
IEC nevner som eksempler forsterkere, transduktorer og magnetiske forsterkere, motorstartere, telefonapparater, laser og maser.)

B Transducere (fra elektrisk til ikke-elektrisk eller omvendt)
(Fotoelektriske og termoelektriske komponenter i alminnelighet. IEC plasserer dog termoelektrisk generator under G, og DIN plasserer optokobler under U. Piezoelektrisk krystall, elektret, mikrofon, høytaler, «pick-up»)

C Kondensatorer

D Komponenter for forsinkelse og lagring, binærlogikk
(IEC angir at «core storage», «register», «magnetic tape recorder» og «disc recorder» skal betegnes med D. Etter NEK's mening er det som regel mer hensiktsmessig å plassere slike store deler under A)

E Diverse
(Vifte, varmeelement, belysningsarmaturer)

F Apparatur for vern
(NEK anbefaler at denne bokstaven hovedsakelig benyttes til smeltesikring, gnistgap, overspenningsavleder, utladningsrør og lignende komponenter for vern. IEC angir Buchholz-vern under F. Bimetallutløser bør også betegnes F.
DIN plasserer f.eks. «Schutzrelais» under F, «Schütze» under K og «Motorschutzschalter» under Q)

G Apparatur for kraftforsyning
(Generatorer, både roterende og statiske. Batteri, akkumulator, roterende omformer, oscillator, ladeaggregat, ladelikeretter)

H Apparatur for signalering
(Optiske og akustiske indikatorer, f.eks. signallampe og ringeklokke)

K Reléer
(Målende reléer (Merk: Termen «Protective relays» er gått ut av IEC-vokabularet), polarisert relé, Reedrelé, kontaktor (kan også plasseres under Q)

L Induktorer
(Drosselspole, ferritkjerne)

N Ledig
(Skal foreløpig være reservebokstav, men DIN har tatt N i bruk for analogteknikk og plasserer bl.a. transduktor under N)

P Apparatur for måling og prøving
(Måleinstrumenter, elektriske ur, signalgenerator, oscilloskop, telleverk)

Q Koplingsapparater for kraftteknikk (sterkstrøm)
(Lastbryter, sikringslastbryter, kontaktor (i hovedstrømkrets), skillebryter, sikringsbryter, lastskillebryter, effektbryter, installasjonsbrytere og -vendere, lask)

R Motstander
(Potensiometer, reostat, shunt, termistor)

S Koplingsapparater for kontroll og teleteknikk
(Kontrollutrustning som definert i IEV 441-01-02. Teletekniske brytere, vendere og velgere. Selektorer, endebryter, trykknapp)

T Transformatorer

U Omformere (fra én elektrisk energitype til en annen)
(Modulator, demodulator, diskriminator, omformere, likeretter, invertor, signalomformere, frekvensomformere, kodeomformere)

V Elektronrør og halvlederkomponeter
(Elektronrør, halvlederkomponenter som f.eks. transistorer, dioder, tyristorer, triac. IEC plasserer også Hall-generator og «magnetoresistor» under V, mens DIN plasserer Hall-generator under B)

W Apparatur for overføring og transmisjon
(Leder, kabel, ledning, samleskinne, bølgeleder, hul-leder, optiske fibre, teletekniske ledninger
Antenner, komponenter for mikrobølge transmisjonsveier)

X Apparatur for tilkopling
(Klemmer, plugger, stikkontakter, prøvepinne, målebøssing, rekkeklemmelist. Muffer)

Y Elektromekanisk apparatur
(Brems, clutch, ventil, mekanisk kobling. DIN plasserer bl.a. permanentmagnet og motorpotensiometer under Y)

Z Apparatur for tilpassing og terminering
(Filtre, korreksjonsledd, attenuatorer, begrensere, avslutningsledd)

5 REFERANSER

51 Dette bladet inngår i samlingen Midlertidige elinstallasjoner for bygg og anlegg. Det er utarbeidet av Utvalg for midlertidige elektriske installasjoner nedsatt av NVE og NBI. Redaksjonen er avsluttet i november 1979. Bladene distribueres av Norges byggforskningsinstitutt, Forskningsveien 3b, Oslo 3.

52 LITTERATUR

– Norges Standardiseringsforbund. Norsk Standard, NS. Oslo:
NS 1020.00. Størrelser og SI-enheter; generelle prinsipper for størrelser, enheter og symboler. 1976.
NS 1020.03. Størrelser og SI-enheter; mekanikk. 2. utg. 1970.
NS 1020.04. Størrelser og SI-enheter; varmelære. 2. utg. 1970.
NS 1020.05. Størrelser og SI-enheter; elektrisitet og magnetisme. 2. utg. 1970.
NS 1020.60. Størrelser og SI-enheter; lys og beslektet elektromagnetisk stråling. 2. utg. 1977.
NS 1021. Omregningstabeller; kilopond til newton, newton til kilopond. 1967.
NS 1022. Omregningstabeller; hestekrefter til kilowatt, kilowatt til hestekrefter. 1967.
NS 1023. Omregningstabeller; kalori til joule, joule til kalori. 1967.
– Norges Standardiseringsforbund: Tekniske og fysiske størrelser og enheter; SI. Oslo 1976.
Inneholder Norsk Standard, NS 1024. SI-enheter og anbefalinger for bruken av deres multipler og visse andre enheter. 2. utg. 1974.
– Norges elektriske materiellkontroll. Forskrifter for stikkontakter, plugger, skjøtekontakter og apparatkontakter for bruk i industriinstallasjoner, o.l. Oslo 1970. (NEMKO 33/69)
– Norsk elektroteknisk komité. Norske normer for elektrotekniske tegnesymboler; del 1. 2. utg. Oslo 1972. (NEN 03.72)
– Deutsches Institut für Normung. Deutsche Normen, DIN 40719, Teil 2. Schaltungsunterlagen; Kennzeichnung von Betriebsmitteln. Berlin 1974.

Nikolai Olsens trykkeri a.s.

Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen

Norges byggforskningsinstitutt

Midlertidige elinstallasjoner på bygge- og anleggsplasser

Enheter og elektrotekniske tegnesymboler

Utvalg for midlertidige elektriske anlegg (UME)

ME 3.38
Utgitt våren 1980

0 GENERELT

01 Dette bladet omfatter de mest alminnelige bokstavsymboler for størrelser og enheter i tekniske fag samt elektrotekniske tegnesymboler.
Bladet inneholder også omregningsfaktorer fra gamle til nye enheter foruten en del matematiske tegn.

02 Bokstavsymbolene for størrelser og enheter bygger på det internasjonale SI-systemet (SI er forkortelse for Système International d'Unités.) SI-enhetene er tatt inn i NS 1020 del 1–10. Omregningstabeller for gamle enheter til SI-enhetene står i NS 1021–1023. I NS 1024 er det fastsatt en del regler for bruk av SI-enhetene. Tegnesymbolene bygger på Norske normer for elektroniske tegnesymboler, bortsett fra jordfeilbryter og -varsler som er etter forslag fra Utvalg for midlertidige anlegg.

1 STØRRELSER, ENHETER, PREFIKSER OG OMREGNINGSFAKTORER

11 I tabell 11 a skrives størrelsessymbolene i kursiv, dvs. skrånende, for at de skal kunne skilles ut fra enhetssymboler og dekadiske prefikser som skrives loddrett. F.eks. har elektrisk strøm symbolene I for størrelse og A for enhet.
Prefiksene, tabell 11 b, kan brukes sammen med SI-enhetene for å få et passe stort tall.
En del omregningsfaktorer står i tabell 11 c.

Tabell 11 a
Bokstavsymboler for størrelser og enheter

Størrelser		Enheter	
Navn	Symbol	Navn	Symbol
Elektrisitet og magnetisme			
Aktiv effekt	*P*	watt	W
Antall vindinger i en vikling	*N*	(dimensjonsløs)	1
Bølgelengde	*λ*	meter	m
*Elektromotorisk kraft	*E, W*	volt	V
Energi, arbeide	*E, W*	joule (kilowatt-time, elektronvolt)	J = Ws = Nm (kWh, eV)
Faseforskyvning, faseforskjell	*φ*	radian	rad
Frekvens	*f*	hertz (perioder per sekund)	Hz = s^{-1} (c/s)

Tabell 11 a, fortsettelse

Størrelser		Enheter	
Navn	Symbol	Navn	Symbol
Impedans	*Z*	ohm	Ω
Kapasitet, kapasitans	*C*	farad	F = C/V = As/V
Konduktans, ledningsevne	*G*	siemens (mho)	S = A/V (mho)
Konduktivitet	*γ, σ*	siemens per meter	S/m = A/Vm
Periode	*T*	sekund (minutt, time)	s (min, h)
Potensial	*V*	volt	V
Reaktans	*X*	ohm	Ω
Reaktiv effekt	*Q*	var	VAr
Resistans, motstand (ohmsk)	*R*	ohm	Ω = V/A = 1/S
Resistivitet, spesifikk motstand	*ϱ*	ohm meter	Ω m
Selvinduktivitet, selvinduktans	*L*	henry	H = Vs/A
Spenning, potensialdifferens, potensialforskjell	*U*	volt	V = J/C = W/A
Strøm	*I*	ampère	A
Strømtetthet	*J*	ampère per kvadratmeter	A/m^2
Temperaturkoeffisient, lineær	*α*	per grad kelvin	K^{-1}
Tidskonstant	*τ*	sekund	s
Tilsynelatende effekt	*S*	volt ampère	VA
Virkningsgrad	*η*	(dimensjonsløs)	1
Lys			
Belysning, belysningsstyrke	*E*	lux	lx = lm/m^2
Brennvidde	*f*	meter	m
Brytningsindeks	*n*	(dimensjonsløs)	1
Bølgelengde	*λ*	meter (ångström)	m (Å)
Frekvens	*f*	hertz	Hz = s^{-1}
Luminans	*L*	candela per kvadratmeter	cd/m^2
Lysemittans	*M*	lumen per kvadratmeter	lm/m^2 = cd·sr/m^2
Lysfluks, lysstrøm	*Φ*	lumen	lm = cd·sr
Lyshastighet	*c*	meter per sekund	m/s
Lysmengde	*Q*	lumen sekund	lm s = cd sr s
Lysstyrke, intensitet	*I*	candela	cd
Strålingsstyrke	I_e	watt per steradian	W/sr = J/s sr
Varme			
Relativ fuktighet	*φ*	(dimensjonsløs)	1
Relativ gassetthet	*σ*	(dimensjonsløs)	1
Temperatur	*t*	grad celsius	°C
Temperatur, absolutt	*T*	grad kelvin	K
Temperaturkoeffisient, lineær	*α*	per grad kelvin	*°K*$^{-1}$
kubisk	*α β γ*	per grad kelvin	*°k*$^{-1}$
Varmegjennomgangstallet (koeffisienten), k-verdien	*K, z*	watt per kvadratmeter grad kelvin	W/m^2 *K*
Varmekapasitet (vannverdi)	*C*	joule per grad kelvin	J/K
Varmeledningsevne	*λ*	watt per meter grad kelvin	W/m K

Ettertrykk forbudt

Utgitt av

Norges byggforskningsinstitutt Tlf. (02) 46 98 80 Postadresse: Postboks 322 Blindern Oslo 3

Tabell 11 a, fortsettelse

Størrelser		Enheter	
Navn	Symbol	Navn	Symbol
Varmemengde, varme	*Q*	joule (kalori)	J = Ws = Nm (cal)
Varmestrøm	Φ	watt	W
Mekanikk. Bølger og lyd			
Akselerasjon	*a*	meter per sekund, per sekund	m/s²
Akselerasjon ved fritt fall, tyngdens akselerasjon	*g*	meter per sekund, per sekund	m/s²
Arbeid	*W*	joule (kilopondmeter, erg)	J = Ws = Nm (kpm, erg)
Areal, flate	*A*	kvadratmeter	m²
Bredde	*b*	meter	m
Bølgelengde	λ	meter	m
Diameter	*d*	meter	m
Dreiemoment, torsjonsmoment, moment av kraftpar	*T*	newtonmeter (kilopondmeter)	Nm (kpm)
Effekt	*P*	watt	W = J/s = Nm/s
Elastisitetsmodul	*E*	newton per kvadratmeter	N/m²
Energi, arbeid	*E, W*	joule	J = Ws = Nm
Frekvens, svingetall	*f*	hertz (perioder per sekund)	Hz = s^{-1}
Friksjonskoeffisient	μ	(dimensjonsløs)	1
Hastighet, fart	*v*	meter per sekund	m/s
Høyde, dybde	*h*	meter	m
Kraft	*F*	newton (kilopond, pond, dyn)	N (kp, p, dyn)
Kraftmoment, bøyemoment	*M*	newtonmeter (kilopondmeter)	Nm (kpm)
Lengde	*l*	meter	m
Lydstyrke, hørenivå	L_N	phon	phon
Masse	*m*	kilogram	kg
Omdreiningstall	η	per sekund (omdreininger per minutt)	s^{-1}
Overflatespenning	σ	newton per kvadratmeter	N/m²
Periode, svingetid, omløpstid	*T*	sekund	s
Radius, radiell avstand	*r*	meter	m
Romvinkel	Ω	steradian	sr
Spesifikk vekt, vekttetthet, egentyngde	γ	newton per kubikkmeter	N/m³
Tetthet, spesifikk masse, massetetthet, densitet	ϱ	kilogram per kubikkmeter	kg/m³
Tid	*t*	sekund (minutt, time)	s (min, h)
Tidskonstant	τ	sekund	s
Treghetsmoment	*I, J*	kilogram kvadratmeter	kg m²
Trykk	*p*	newton per kvadratmeter (kilopond per kvadratmeter, atmosfære, bar, mm kvikksølv	N/m² (kp/m², atm. bar, mmHg)
Tykkelse	*d*, δ	meter	m
Veilengde, linjesegment	*s*	meter	m
Vekt, tyngde	*G*	newton (kilopond, pond)	N (kp, p)
Vinkel, plan	α, β, γ	radian (grad)	rad (. . . °)
Vinkelakselerasjon	α	radian per sekund, per sekund	rad/s²
Vinkelhastighet, vinkelfrekvens	ω	radian per sekund	rad/s
Virkningsgrad	η	(dimensjonsløs) (prosent)	1 (%)
Volum	*V*	kubikkmeter (liter)	m³ (l)

Tabell 11 b
Prefikser

Faktor som enheten multipliseres med	Navn	Symbol
10^{12}	tera	T
10^{9}	giga	G
10^{6}	mega	M
10^{3}	kilo	k
10^{2}	hekto	h
10^{1}	deka	da
10^{-1}	desi	d
10^{-2}	centi	c
10^{-3}	mili	m
10^{-6}	mikro	μ
10^{-9}	nano	n
10^{-12}	piko	p
10^{-15}	femto	f
10^{-18}	atto	a

Tabell 11 c
Omregningsfaktorer

1 kp	≈ 9,80665 N	≈ 10 N
1 N	≈ 0,10197 kp	≈ 0,1 kp
1 kpm	≈ 9,80665 Nm	≈ 10 Nm
1 Nm	≈ 0,10197 kpm	≈ 0,1 kpm
1 hk	≈ 0,73549 kW	≈ 0,74 kW
1 kW	≈ 1,35962 hk	≈ 1,36 hk
1 at	≈ 98067 Pa	≈ 10^5 N/m² (Pa)
	≈ 0,98067 bar	≈ 1 bar
1 kp/mm²	≈ 1 daN/mm²	≈ 10 MPa
1 Pa	≈ 10^{-5} bar	≈ 10^{-7} kp/mm²
1 J	≈ 1 Nm = 1 Ws	
1 kpm	≈ 9,81 J	≈ 10 J
1 kcal	≈ 4187 J	≈ 4,2 kJ
1 J	≈ 0,23885 cal	≈ 0,24 · 10^{-3} kcal
1 kWh	≈ 860 kcal = 3,6 · 10^6 J	

2 MATEMATISKE TEGN

21 Matematiske tegn som brukes ofte er vist i tabell 21 a,

Tabell 21 a
Matematiske tegn

Δ	differanse, endring
δ	variasjon
>	større enn
<	mindre enn
≥	lik eller større enn
≤	lik eller mindre enn
≈	tilnærmet lik
±	forskjellig fra

3 ELEKTROTEKNISKE TEGNESYMBOLER

Listen nedenfor er et utvalg av de symbolene som er mest alminnelige i bygg og anlegg. Norsk Elektroteknisk Norm NEN 03.72 av mai 1972 inneholder nærmere regler om bruken av symbolene.

Jordforbindelse

Chassis- eller rammeforbindelse
Skravering kan utelates hvis tverrstrekene tegnes vesentlig tykkere

Feil (jordslutning, overslag, gjennomslag etc.)
Symbolet anvendes også på skilter og apparater for å advare mot spenning. Symbolet skal da være rødt på kontrasterende bakgrunn «FARLIG SPENNING»
Hvis det er nødvendig å angi farlig spenning, benyttes ramme
ANMERKNING. ISO anvender innrammet symbol for verktøymaskiner og tillegger det betydningen «Hovedbryter». Se ISO R369–1964. IEC bruker svart pil på gul bunn for angivelse av farlig spenning.

Strømarter

Symbolene tegnes i tilknytning til symboler for apparater, maskiner og materiell for nøyaktig angivelse av strømart, fordelingssystem, koblingsmetode etc. Dessuten brukes symbolene ofte på merkeskilt for apparater og maskiner.

Likestrøm

Vekselstrøm, alminnelig symbol

Den numeriske verdien for frekvensen eller frekvensområdet kan plasseres til høyre for vekselstrømsymbolet. Eks.: 10 kHz

Universalutstyr som kan brukes både for likestrøm og vekselstrøm

Pulserende likestrøm
Likerettet strøm

I vekselstrømssystemer kan antallet faser skrives til venstre og frekvens til høyre for symbolet.
Eks.: Enfase vekselstrøm, 50 Hz

Ledere, ledninger og kabler

N	Nøytralpunkt (Nullpunkt)
	Nøytralleder (Null-leder)
PE	Kombinert jordleder
PEN	Kombinert jordleder og nøytralleder

Enlinje Flerlinje

Enkel leder
En gruppe ledere

To ledere

Tre ledere + bi-leder

n ledere

Overgang fra enlinje til flerlinjefremstilling eller omvendt

Sammenkobling av ledere

Avgrening, enkel

Ledere som krysser hverandre uten å være elektrisk forbundet

Leder eller kabel avsluttet uten kobling
Eksempel:
Fire ledere i bruk, n ledere i reserve

Ledningsmateriell med spesiell utførelse

Bevegelig ledning

Symbol som angir skjerming

En leder, skjermet

Koaksialkabel

Lederne utgjør en kabel

Kabel med to ledere

Kabel med n ledere

Et antall ledere som utgjør en kabel i en gruppe ledere som følger samme vei i skjemaet
Eksempel:
Fire kabelledere i en gruppe på syv

Varmekabel

Romgrupper

Tø	Tørre
Sm	Smussige
Fu	Fuktige
Vå	Våte
Sy	Syreholdige
Br	Brannfarlige
Eks	Eksplosjonsfarlige

Hvis ingen tilleggsbetegnelse benyttes, forstås materiell for tørre rom.

Eksempler på anvendelse:

Ledningsopplegg

Ledning, alminnelig symbol
Hvis ikke annet er angitt, forutsettes at ledningen utgjør en del av et fast opplegg

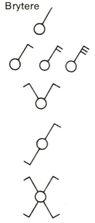
Ledning som går oppover
Ledning som går nedover
Ledning som passerer vertikalt gjennom et rom

Sett fra det etasjeplan som tegningen representerer

Den fylte sirkelen markerer koblings- eller forgreningsstedet. Energiføringens retning kan angis med en pil.

Eks.: Ledning som går oppover med energiretning henholdsvis nedenfra og ovenfra.

Brytere



Bryter. Uttak for bryter, alminnelig symbol

Bryter, enpolet resp. 2- og 3-polet

Serievender — Eldre betegnelser: «vender 5», «kronevender»

Vekselvender — Eldre betegnelser: «vender 6», «trappevender», «endevender»

Kryssvender — Eldre betegnelser: «vender 7», «mellomvender»

Regulervender med trinn
Eks.: fem stillinger

Serie-parallell vender

Kontaktor, alminnelig symbol

Kontaktor med verneutstyr

Trekkbryter, enpolet

Trykknappbryter, enpolet

Bryter med lås

Trykknapp
Trykknapp med lys

Starter, alminnelig symbol
Symbolet angir utstyr for igangsetting av elektriske motorer.

Stikkontakter

Stikkontakt, alminnelig symbol — For topolede stikkontakter tegnes det fullstendige symbolet slik:

Do. tovegs (dobbel)

Do. trevegs — Vanligvis utelates skråstrekene da det sjelden kan oppstå misforståelser.

Stikkontakt med jord

Stikkontakt, trepolet

Toveis, trepolet stikkontakt med jord

Stikkontakt med enpolet bryter i samme armatur

Stikkontakt for telekommunikasjon og elektronikk

Stikkontakt med skilletransformator — Også kalt «barberstikkontakt»

Sikringer, overspenningsvern, jordfeilbryter, jordfeilvarsler

Sikring, alminnelig symbol

Tilførselssiden kan markeres med en tykk strek

Sikring for 3 faser

Automatsikring
Symbolet bør bare benyttes for ledningsvern i husinstallasjoner

Sikring med alarmkontakt

Do. tegnet med separat alarmkrets

Skillebryter med sikring

Lastskillebryter med sikring

Overspenningsavleder

Jordfeilbryter. I henhold til Utvalg for midlertidige elanlegg.

Jordfeilvarsler. I henhold til Utvalg for midlertidige elanlegg.

Sentraler, terminaler, bokser

Tavle, skap, tablå, sentral, panel etc., alminnelig symbol

Do. for belysning

Do. for nødbelysning

Do. for oppvarming

Do. for ventilering

Do. for tidkontroll

Do. for brannvarsling

Forgreningsskap eller tavle
Eks.: En inn- og fem utgående kurser

Koblingsboks eller uttak

Boks med tre uttak

Koblingslist (to eksempler)

Lask
a) lukket b) åpen

Muffer

Endemuffe

Kabel i jord med endemuffe og n ledere

Skjøtemuffe

Forgreningsmuffe med tre løp
Y- eller T-muffe

Belysningsmateriell

Lampe – lampegruppe
Uttak for lampe(gruppe), alminnelig symbol

Lampe med tilleder

Tre 40 watt lamper i ett uttak

Lampe på vegg markeres ved å tilføye en kort strek. Høyde over golv angis i meter.

Eksempler på tegning av veggmontert lampe med tilleder
Høyde over golv hhv. 2,0 og 1,4 meter

Lampe tilkoplet regulerbar spenning

Lampe for nødbelysning

Lyskaster

Do. med konsentrert stråling (spot light)

Do. med divergerende stråling. Flomlys

Lampe med bryter innbygd i armaturen

Lysrør

Apparater

Vifte. Ventilator

Høyttaler

Radiomottaker

Fjernsynsmottaker

Forsterker

Antenne, alminnelig symbol

Dipol

Telefonapparat, alminnelig symbol

Apparat, alminnelig symbol

Panelovn

Varme- og tørkeapparat, alminnelig symbol

6 ELTEGNINGER OG SPESIFIKASJONER FRA FABRIKANTER

Tegninger og spesifikasjoner danner grunnlag for entreprenørenes innkjøp og produksjonsplanlegging. Tegninger og spesifikasjoner omfatter målsatt skisse, skjema, tekniske spesifikasjoner, monterings- og brukerveiledning i konsentrert form.

Se katalog for elektrisk utstyr og materiell for midlertidig elektrisk anlegg utgitt av EIL og ES.

7 ANDRE HJELPEMIDLER

Stykkliste plasseres på strømløpsskjemaet og inneholder alle data for de enkelte komponenter som inngår i skjemaet.

Klemliste, intern koplingstabell, viser alle eksterne kabeltilkoplinger og interne ledninger ført i klemmer. Fig. 7 a.

Koplingstabellen viser alle øvrige interne forbindelser. Fig. 7 b.

LIST NR.					
TILKOBLINGSSTED	LASKER	KLEMMENR	TILKOBLINGSSTED	KLEMMEST.	LEDNINGS-TVERRSNITT
POS.			POS.		

Fig. 7 a
Klemliste

TVERR-SNITT	INTERNE FORBINDELSER FOR LIST						
	FRA	TIL	TIL	TIL	TIL	TIL	TIL

Fig. 7 b
Koplingstabell

Kabeltabell inneholder betegnelse over alle kabler i anlegget med påført nummer, tilkoplingssteder, type, tverrsnitt og eventuelle ledige ledere.

Oversikt over tegningene utarbeides for hvert anlegg.

Materialliste utarbeides på grunnlag av strømløpsskjemaenes stykklister. På listene er alt elektrisk materiell spesifisert med type og antall.

8 FORENKLET SKJEMAOPPLEGG

For sikringsskap og anlegg med lite automatikk benyttes et forenklet skjemaopplegg eller den eksisterende kursfortegnelsen direkte, fig. 8. Inneholder denne fortegnelsen kursnummer, benyttes disse, hvis ikke gis kursene fortløpende nummer fra største til minste kurs.

For hvert tavlefelt skrives en kursfortegnelse hvor data for hver kurs påføres. Klemlisten for kursklemmene merkes slik at det tydelig fremgår at det er en hovedstrømslist.

ADVARSEL!

Abonnenten er etter straffeloven ansvarlig for bruk av ikke godkjente eller forfalskede sikringer. Elektrisitetsverket har plikt til å anmelde forholdet til påtalemyndighetene.

Anl. nr.: _____

Tilkoblet fase: _____

Kursfortegnelse for tavle: _____

_____

List nr.: _____ Bl. nr.: _____ Ant. bl.: ____

Skjema nr.	Kurs nr.	Kursfortegnelse	Sikr. størr. amp.	Ledningstverrsnitt mm²	Tilkobl. klemme nr.

Fig. 8
Kursfortegnelse

Med de kurser som har komponenter som f.eks. kontaktorer, brytere, reléer o.l. montert i tavle, påføres kursfortegnelsen skjemanummeret hvor koplingen er vist.

Hvert av disse skjemaene har sin egen styrestrømslist. Effektkretsen blir ført til hovedstrømslisten.

Er det i en effektkurs innkoplet f.eks. en reguleringsbryter, får denne koplingen ikke egen klemlist, men hovedstrømslisten blir brukt til nødvendig mellomkopling med bare utgående klemmenummer oppført i kursfortegnelsen. Det tegnes imidlertid skjema for hele koplingen, og skjemanummer anmerkes på kursfortegnelsen.

9 Referanser

Dette bladet inngår i samlingen «Midlertidige elinstallasjoner for bygg og anlegg». Det er utarbeidet av Utvalg for midlertidige elektriske anlegg (UME), nedsatt av NVE og NBI. Redaksjonen er avsluttet i november 1979. Bladene distribueres av Norges byggforskningsinstitutt, Forskningsvn. 3b, Oslo 3.

Nikolai Olsens trykkeri a.s.

Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen

Norges byggforskningsinstitutt

Midlertidige elinstallasjoner på bygge- og anleggsplasser

Tegninger

Utvalg for midlertidige elektriske anlegg (UME)

ME 3.39
Utgitt våren 1980

0 GENERELT

01 Dette bladet gir råd om opptegning av elrigg på byggeplasser og en kort orientering om strømkretsskjemaer. (Også kalt strømveis- eller strømløpsskjema.)

02 Elriggplanen utarbeides i samarbeid med byggeplassledelsen og er en viktig del av byggets produksjonsplan.

03 Andre ME-blad med særlig tilknytning til dette bladet:
ME 3.38 Enheter og elektrotekniske tegnesymboler
ME 6.20 Produksjonsfasen – planleggingsteknikk og hjelpemidler
ME 6.30 Planleggingseksempel for 220 V anlegg

1 HOVEDRIGGPLAN

Hovedriggplanen er vanligvis en enlinjet fremstilling med typebetegnelse på ledninger og referansenummer på sentraler.

Nødvendig snitt tegnes.

Planen må dessuten angi:
- De viktigste belastningsobjektene som kran, heis, brakker og lyskastere
- Jordingssystem og jordfeilbeskytelse
- Fase eller tidsrom av byggearbeidet planen gjelder for

Planen må ha nødvendig snitt og forklarende tekst hvis det er opplysninger av produksjons- eller sikkerhetsmessig art som elektromontør eller ikke elektrofagfolk må være oppmerksomme på. Dette kan bl.a. gjelde byggingsmessige arbeider med kabler, ledningsmaster, fundamenter o.l.

2 DETALJRIGGPLAN

Detaljriggplan er vanligvis en enlinjet fremstilling av elinstallasjonene for en del av hovedriggen, f.eks. en maskinoppstilling eller installasjon i brakke.

3 OVERSIKTSSKJEMA

Oversiktsskjema utføres vanligvis enlinjet og angir i grove trekk kopling og fordeling av hovedriggen eller deler av denne.

Skjemaet brukes for å gi oversikt over hvordan belastningen er fordelt. Det kan ha stor økonomisk betydning at sentralene plasseres i nærheten av de større belastningsobjektene.

4 STRØMKRETSSKJEMA

Strømkretsskjema brukes når koplingen for spesielle deler av anlegget eller et apparat løst opp i sine enkelte strømkretser skal fremstilles. Fremstillingen brukes for å angi virkemåten av anlegget eller apparatet.

Strømkretsskjemaet omfatter et hovedstrømsskjema som viser anleggets hovedkretser og et styrestrømsskjema som viser styre- og signalstrømskretser, se fig. 4 a.

Begge skjemaene påføres referansenummer for apparater og utstyr. Under hver strømkrets for hoved- og styrestrøm skrives fortløpende nummer som angir strømkretsnummeret og operasjonsforklaring for hver funksjon. Skjemaene skal illustrere strømmens gang gjennom alle avhengighetskontaktene før den kommer dit hvor den skal utføre selve arbeidet (aktivisere kontaktor, releåspole, signallampe o.l.). Det tas ingen hensyn til de enkelte kontakters og reléers geografiske plassering, unntatt i betegnelsene.

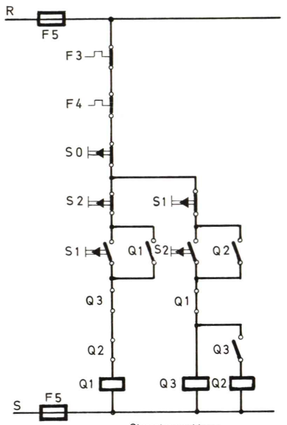
Ved opptegning av strømkretsskjemaer tenker man seg alle mateskinner og komponenter uten spenning og uten strøm. Mekaniske kontakter, ende-, trykk- og nivåbrytere står i upåvirket stilling.

Fig. 4 b viser eksempel på skjemaer for automatisk manøvrering av utebelysning på byggeplassen der bare klemmemerking er brukt som referanse. De øvrige komponenter har betegnelser i klart språk hvor det er nødvendig.

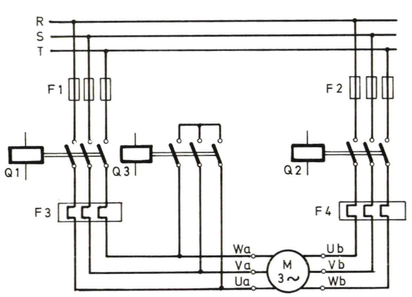
Utgitt av

Norges byggforskningsinstitutt Tlf. (02) 46 98 80 Postadresse: Postboks 322 Blindern Oslo 3

Ettertrykk forbudt



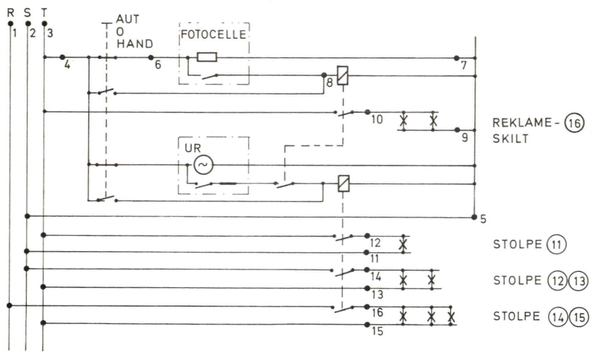
Styrestrømsskjema



Hovedstrømsskjema

Fig. 4 a
Strømkretsskjemaer

Oversiktsskjema



Koplingsskjema

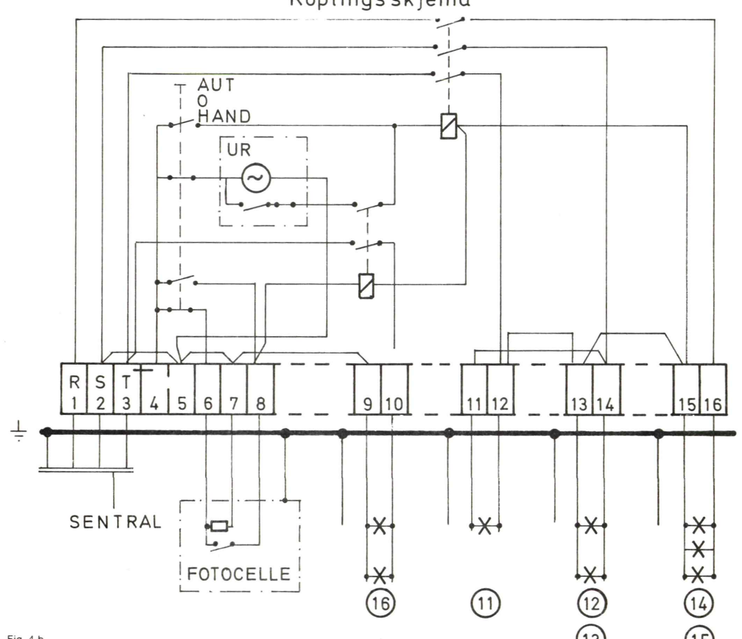


Fig. 4 b
Skjemaer for automatisk manøvrering av byggeplassbelysning

5 REFERANSESYSTEM

For fabrikanter av utstyr kan det bli et anseelig antall strømkretsskjemaer å holde rede på. Det er derfor nødvendig med et entydig referansesystem. Hvert apparat eller del av dette gis en betegnelse etter NEN 145.79 (se ME-blad 3.38).
For å kunne bygge opp et anlegg ut fra de forskjellige strømkretsskjemaene tegnes apparatbilder med kontakter og spoler i sammenstilt form. Ut for hver kontakt påføres hvor kontakten befinner seg i skjemaet, se fig. 5 a.

Fig. 5 b viser strømkretsskjemaer og sammenstillingstegninger.
I eksemplet er vist to skjemaer. På skjema nr. 1 har relé K 1 kontakten 13–14 i strømkrets 2. Under K 1 står (3) som viser at reléets drivorgan og sammenstilling er plassert i strømkrets 3. Ser man på sammenstillingstegningen, viser denne at kontakten er innkoblet i strømkretsskjemaet i strømkrets 2.
På samme skjema er i strømkrets 3 kontakten 33–34 for relé K 1 hovedreferanse 09. Dette reléets drivorgan og sammenstilling er plassert på skjema nr. 2 i strømkrets 2. På sammenstillingstegningen ser man at kontakt 33–34 er brukt i strømkretsskjema på skjema nr. 1, strømkrets 3.

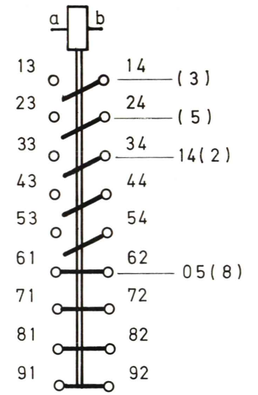


Fig. 5 a
Sammenstillingstegning

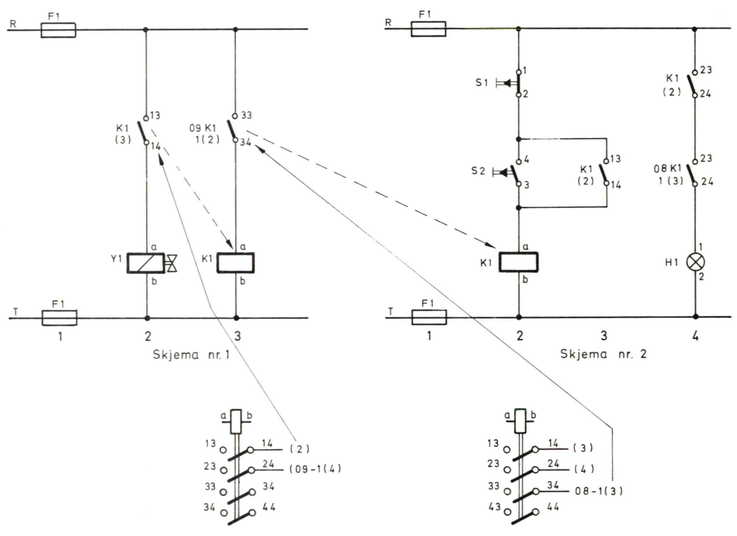


Fig. 5 b
Strømkretsskjemaer og sammenstillingstegninger

4.10 Sikringsmateriell
4.20 Stikkontaktmateriell
4.30 Lyskilder
4.31 Lysarmaturer og -stolper
4.40 Jordfeilbryter og jordfeilvarsler
4.50 Flyttbare sentraler

3 SELEKTIVITET

Ved oppbygging av fordelingssystem er det svært viktig at bare den kurssikring som skal løse ut ved en feil gjør dette og at ikke den foranstående gruppesikring/hovedsikring løser ut slik at en større del av anlegget settes ut av drift. Systemet må med andre ord ha selektiv utløsning.

Ved sikringer av samme type og treghet kan dette vanligvis oppnås ved at gruppesikring/hovedsikring velges med 2 trinn høyere merkestrøm enn kurssikringen hvis ikke andre forhold (mange kurser, høy belastning) tilsier en høyere gruppesikring.

Hvis kurssikringene er trege og gruppesikringene kvikke, bør sistnevnte ligge 3 trinn høyere enn kurssikringene. Når det gjelder selektivitet mellom smeltesikringer og automatsikringer, kan ingen generelle regler gis, og det anbefales å konferere med leverandøren.

I diagrammet, fig. 3, er tegnet inn midlere strøm/tid-karakteristikker for 10–25A D-sikringer, kvikke og trege, for 10A automatsikringer med L- og G-karakteristikk og for 125A høyeffektpatron.

Ut fra dette diagrammet kan en bl.a. se at det er svært liten forskjell på kvikke og trege patroner ved moderat overbelastning opptil det dobbelte av merkestrømmen. Etter dette blir de trege betydelig tregere. Allerede ved 3 ganger merkestrømmen får vi en utløsningstid på ca. 10 ganger tiden for kvikke patroner (10s/1s).

En må her huske at det er midlere strøm/tid-karakteristikker som er tegnet inn, og at spredningen kan dreie seg om ± 10 % både for sikringer og automater. Videre må en være klar over at forvarmingen av sikringene kan ha en betydelig innvirkning på utløsningstiden. Et viktig moment i denne forbindelse er om sikringene, og spesielt automatsikringene, er montert svært tett sammen i sikringsskapet eller sentralen.

Det må således legges mye omtanke i planleggingen av et fordelingssystem for å oppnå den nødvendige sikkerhet og den nødvendige selektivitet.

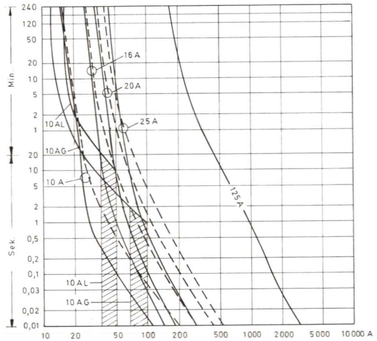


Fig. 3
Midlere strøm/tid-karakteristikker for: 10 A, 16 A, 20 A og 25 A D-sikringer, kvikke (———) og trege (- - - - -), samt for 10 A automatsikringer med L-(10AL) og G-(10 AG) og G-karakteristikk for 125 A høyeffektpatron

4 REFERANSER

41 Dette bladet inngår i samlingen «Midlertidige elinstallasjoner for bygg og anlegg». Det er utarbeidet av Utvalg for midlertidige elektriske anlegg (UME), nedsatt av NVE og NBI.
Redaksjonen er avsluttet i november 1979. Bladene distribueres av Norges byggforskningsinstitutt, Forskningsveien 3b, Oslo 3.

42 LITTERATUR

421 Norges Elektriske Materiellkontroll, (NEMKO)
Godkjent elektrisk utstyr. Del 1, Materiell
(NB! Sikringsmateriell skal være godkjent av NEMKO (opp til 200 A for sokler etc. for høyeffektpatroner). Det henvises til NEMKO's godkjenningsliste ovenfor.)
422 Forskrifter for automatiseringer, NEMKO 43./63
423 Forskrifter for D-sikringer. NEMKO 41./71
424 Forskrifter for høyeffektsikringer. Under utarbeidelse
Normer:
425 CEE-publ. nr. 19, automatsikringer (Om CEE, se ME-blad 3.10). NEMKO 43./63 er en oversettelse av denne normen.
426 CEE-publ. nr. 16, D-sikringer. NEMKO 41./71 er en oversettelse av denne normen.
427 DIN-norm 43620, høyeffektsikringer

Nikolai Olsens trykkeri a.s.

Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen
Norges byggforskningsinstitutt

Midlertidige elinstallasjoner på bygge- og anleggsplasser

Sikringsmateriell

Utvalg for midlertidige elektriske anlegg (UME)

ME 4.10
Utgitt våren 1980

0 GENERELT

01 Dette bladet gir oversikt over sikringer for bruk i midlertidige elektriske anlegg. Strøm/tid-karakteristikk og selektivitetsforhold er også behandlet.

02 Bladet er ment som informasjon for produsenter og brukere av flyttbare sentraler.

03 Andre ME-blad med tilknytning til dette bladet:
ME 4.50 Flyttbare sentraler

1 DEFINISJONER

Faguttrykkene nedenfor er hentet fra RTT 32, Ordbok for Elektro-Kraft-Teknikk, Del 4, Installasjonsmateriell, utgitt av Rådet for Teknisk Terminologi i 1973, Universitetsforlaget.

a) Sikring
En bryteranordning som ved smelting av en eller flere av dens dertil bestemte og dimensjonerte deler, bryter strømkretsen den er innsatt i når strømmen gjennom den en viss tid overstiger en gitt verdi. Sikringen omfatter alle de deler som danner den komplette anordningen.

b) Automatsikring
Bryter beregnet for automatisk utkobling når strømmen gjennom den en viss tid overstiger en gitt verdi. Kan også om nødvendig kobles for hånd. Se fig. 1 b.

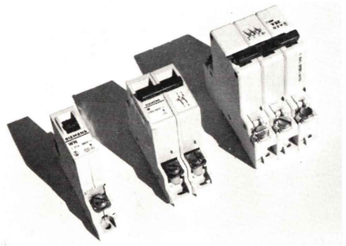


Fig. 1 b
Automatsikringer

c) Bryteevne
Effektivverdien av den største antatte kortslutningsstrøm som sikringen kan bryte ved en gitt spenning og under gitte betingelser.

d) D-sikring
System av uforvekselbare sikringer basert på diameteravtrapping. Se fig. 1 d.

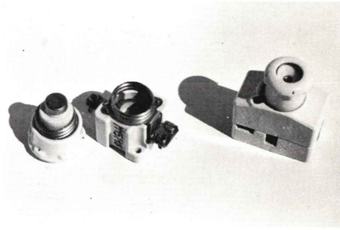


Fig. 1 d
D-sikringsmateriell

e) Effektbryter
Bryter som er beregnet for kobling av normal last og som tåler kobling ved kortslutning. (Effektbryter kan også være utført med påbygde sikringssokler, se fig. 1 e.)

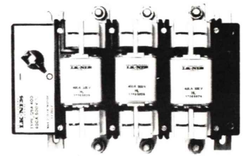


Fig. 1 e
Effektbryter

f) Høyeffektpatron
Patron i høyeffektsikring. Se fig. 1 f.

Utgitt av

Ettertrykk forbudt

Norges byggforskningsinstitutt Tlf. (02) 46 98 80 Postadresse: Postboks 322 Blindern Oslo 3

Fig. 1 f
Høyeffektpatron

g) Høyeffektsikring
Sikring med stor bryteevne
h) Merkestrøm (for en sikringspatron)
Den strøm som sikringspatronen kan føre varig uten å skades og uten at de foreskrevne overtemperaturer overskrides når sikringspatronen er anbrakt i den sikringsholderen og den sikringssokkelen som den er beregnet for.
i) Passdel (bunnskrue)
Den del av en uforvekselbar sikring som skal hindre bruk av sikringspatron med større merkestrøm enn merkeverdien for passdelen. Fig. 1 i.

Fig. 1 i
Passdel

j) Sikringsholder (patronlokk)
Den avtagbare del av sikringen, som holder patronen på plass og letter utskifting av patronen. Fig. 1 j.

Fig. 1 j
Sikringsholder

k) Sikringsbryter (sikringslastskillebryter)
Bryter utført som en knivbryter med en smeltesikring som en del av hver kniv og beregnet for kobling ved normal last. Fig. 1 k.

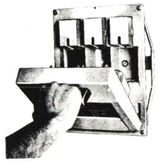


Fig. 1 k
Sikringsbryter

l) Sikringspatron
Den del av sikringen som må skiftes for at sikringen skal kunne brukes på ny etter å ha virket. Består av smelteledd innkapslet i en isolerende del med metalliske endekontakter. Fig. 1 l, fig. 1 f

Fig. 1 l
Sikringspatron

m) Sikringsskillebryter
Skillebryter utført som en knivbryter med en smeltesikring som en del av hver kniv, ikke beregnet for kobling under last. Fig. 1 m

Fig. 1 m
Sikringsskillebryter

n) Sikringssokkel (tidl. også kalt sikringsunderdel)
Den faste del av sikringen med tilkoblingsklemmer og eventuell kapsling. Fig. 1 n1 og fig. 1 n2.

Fig. 1 n1
Sikringssokkel for D-sikring

Fig. 1 n2
Sikringssokkel for høyeffektsikring

o) Smelteledd
Den del av sikringen som er beregnet på å smelte av når sikringen virker

2 TYPEINNDELING
Tre hovedtyper av sikringer er aktuelle for midlertidige elektriske anlegg:
– Høyeffektsikringer
– D-sikringer
– Automatsikringer

21 Høyeffektsikringer
Eksempler på utførelser av dette materiellet er vist i fig. 21 a–c.

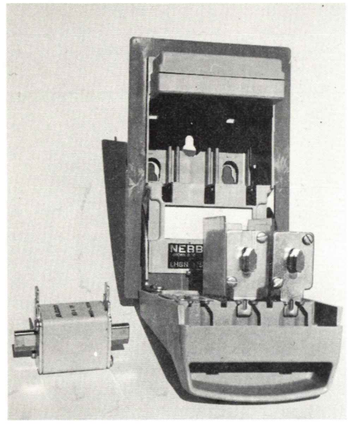


Fig. 21 a
Sikringsbryter

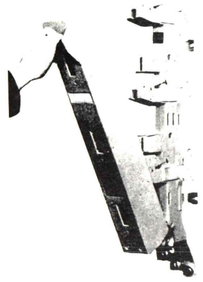


Fig. 21 b
Sikringslist (sikringsbryter)

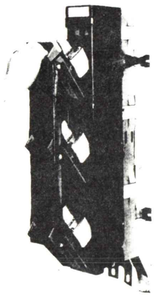


Fig. 21 c
Sikringslist (sikringsbryter)

Materiellet fremstilles i størrelsene 00, 0, 1, 2, 3 og 4. Dette tilsvarer følgende normerte merkestrømmer (iflg. DIN) for sikringssoklene:
00 – 100A (her tillates også 125A)
0 – 160A
1 – 250A
2 – 400A
3 – 630A
4 – 1250A
Sikringspatronenes maksimale merkestrømmer tilsvarer sikringssoklenes merkestrømmer. Høyere strømverdier innen hver størrelse skal ikke anvendes.
Følgende strømverdier foretrekkes og er normert iflg. DIN og IEC (mellomliggende og lavere verdier finnes imidlertid hos enkelte fabrikanter):
2-4-6-8-10-12-16-20-25-32-(36)-40-50-63-80-100-125-160-200-250-315-400-500-630-800-1000-1250A.
Normalt vil de enkelte størrelsene dekke følgende strømområder (men det er ikke uvanlig at enkelte fabrikanter begynner på lavere verdier): 00: 2–125A, 0: 6–160A, 1: 36–250A, 2: 80–400A, 3: 315–630A og 4: 800–1250A.
Merkespenning er 500V AC (vekselstrøm).
Sikringspatronene har bryteevne på 100 kA og mer. I de flyttbare sentralene anvendes høyeffektsikringer for strømmer fra 125A og oppover til 1250A. Sikringspatronene skal for dette bruk være montert i sikringsbrytere, av hensyn til enkel og sikker betjening.
Sikringsbryterne (sikringslastskillebryterne) har ofte en mekanisme som bevirker moment-innkobling og -utkobling og er dessuten utstyrt med slukkekamre der hvor strømbruddet mellom kniv og fast kontakt finner sted. Dette bevirker at de er i stand til å bryte i overkant av merkestrømmen og dessuten at de er forholdsvis berøringssikre ved skifting av patron. Se fig. 21 a–c.
Sikringsskillebryterne derimot er bare beregnet på å åpnes i tilnærmet strømløs tilstand. Hvis det er ønskelig å åpne en sikringsskillebryter, må derfor strømmen brytes på forhånd ved hjelp av organer som er beregnet på dette, f.eks. brytere på maskiner, lysutstyr, sikringsbrytere eller automatsikringer.
Sikringsskillebryterne er også, bl.a. fordi de mangler slukkekamre, mer berøringsfarlige enn sikringsbrytere. Sikringsbrytere bør alltid anvendes fremfor sikringsskillebrytere.
Selv om sikringsbryterne som nevnt er forholdsvis berøringssikre ved skifting av patron, bør tilkoblingen være slik at de utsvingte knivene på patronene er spenningsløse når bryteren er halvåpnet.
Høyeffektsikringssystemet er ikke, slik som D-sikringssystemet, konstruert slik at man ikke kan sette inn for store patroner. I sokler av størrelse 00 kan imidlertid ikke settes inn patroner av andre størrelser. Hvis en i sokler i sikringsbrytere av de øvrige størrelser forsøker å sette inn en større patron, vil en vanligvis erfare at bryteren ikke lar seg betjene tilfredsstillende. Dette kan ha meget uheldige konsekvenser (brannsår, overslag, kortslutning). En må derfor påse at riktig patronstørrelse benyttes.
Selektivitet mellom patroner av ulike merkestrømmer og typer er behandlet i avsnitt 3.

22 D-sikringer (Diazed-sikringer, «vanlige sikringer»)
Eksempler på utførelser av dette materiellet er vist i fig. 22. Materiellet er normert i størrelsene D II, D III og D IV som dekker flg. strømområde: D II: 2–25 A, D III: 35–63 A, D IV: 80–100 A. Normal merkespenning er 500 V AC.

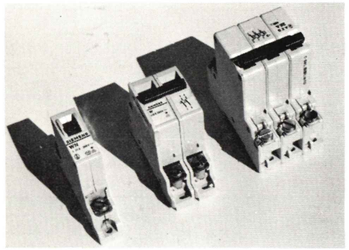


Fig. 22
D-sikringsmateriell

Sikringspatronenes bryteevne ligger normalt over 70 kA, oftest over 100 kA.
I denne forbindelse må for øvrig bemerkes at det ikke er de høyeste strømmene som er vanskeligst å bryte. Vanskeligheten er størst ved sikringens «kritiske strøm» som er omtrent 40 ganger merkestrømmen (for en 16 A patron mellom 600 og 700 A, for en 25 A patron mellom 900 og 1100 A).
I de flyttbare sentralene er anvendt sikringer med merkestrømmene 16 A til 63 A. For de lavere verdier er imidlertid anbefalt konsekvent bruk av flerpolede automatsikringer.
D-sikringer fremstilles både med treg og kvikk strøm/tid-karakteristikk. Se nærmere om dette og om selektivitet under avsnitt 3.

23 Automatsikringer
Eksempler på utførelser av automatsikringer er vist i fig. 23.

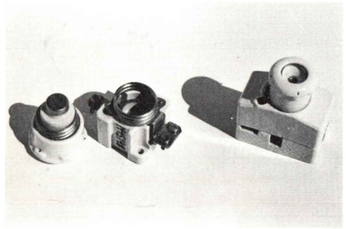


Fig. 23
Automatsikringer

Materiellet fremstilles i størrelser fra 0,5 til 63 A, men har hittil i Norge vært lite anvendt over 25 A.
Automatsikringenes bryteevne er betydelig lavere enn for de andre sikringstypene og vil ligge et sted mellom 1,5 kA og 10 kA. Automatsikringene fremstilles med forskjellige strøm/tid-karakteristikker, avhengig av om de skal brukes hovedsaklig for beskyttelse av vanlig husinstallasjonsledninger, lys og varme, eller om de skal anvendes for beskyttelse av apparater og motorer med høy innkoplingsstrøm.
Den første typen har «L»-karakteristikk, den siste har «G»-karakteristikk. Sistnevnte er kvikkere til å løse ut ved moderat overbelastning, men tregere ved høy, kortvarig overbelastning.
På grunn av den nevnte lave bryteevnen er automatsikringene avhengige av å ha forankoblede smeltesikringer som beskytter ved kortslutningsstrømmer større enn 5 kA. Maksimal tillatt forankoblet sikring er angitt i NEMKOS liste over godkjent materiell. Den er aldri over 125 A ved 250 V vekselstrøm eller 100 A ved 380 V vekselstrøm.
Automatsikringene krever liten plass, gir oversiktlig installasjon og betjening og betyr derfor tidsbesparelse for brukeren. For midlertidige elanlegg bør det alltid anvendes *flerpolede* automatsikringer med G-karakteristikk fordi en da kan være sikker på at anlegget er spenningsløst når automatsikringen har løst ut.

23 *CEE 17 normert flatstiftmateriell*

Fig. 23 a og fig. 23 b viser utdrag av CEE 17 normblad X og XI for flatstiftmateriell 25 A, 40 A og 80 A. Dimensjonene (som er angitt med bokstavsymboler på figurene) står i vedkommende normblad og er forskjellige for ulike merkestrømmer og poltall. I motsetning til CEE 17 rundstiftsystem gir ikke flatstiftsystemet noen sikkerhet mot at stikkontakter beregnet for forskjellige spenninger kan brukes om hverandre. For eks. er det mulig å stikke en 25 A plugg tilkoblet et apparat merket 220 V i en stikkontakt med 380 V spenning (med de uheldige eller farlige følger dette kan få).

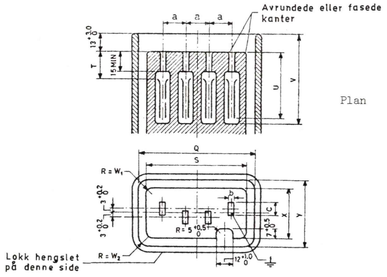


Fig. 23 a
Stikkontakter

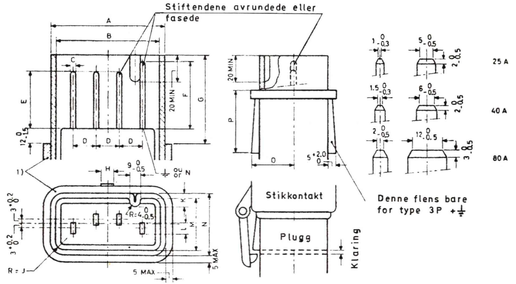


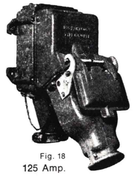
Fig. 23 b
Plugger

Eksempler på CEE 17 normert flatstiftmateriell er vist i fig. 23 c og fig. 23 d.

Stikk innfelt Type FKI
Stikk – vegg Type FK
Stikk – vegg Type FKG

Plugg Type FP
Skjøtekontakt Type AKF

Fig. 23 c
En serie i industristikkontaktsystemet CEE 17 normert flatstift Materiellet finnes i størrelse 25, 40 og 80 A, 3-polet + jord.



Stikkontakter Type 125 III MSF
Plugger Type 125 III MPF

Fig. 18
125 Amp.

Fig. 23 d
Stikkontakt med plugg. (Unormert) 125 A, 3-polet jord

3 CEE 7 – NORMERT MATERIELL
Utdrag fra CEE 7 normblad er vist i fig. 3 a.

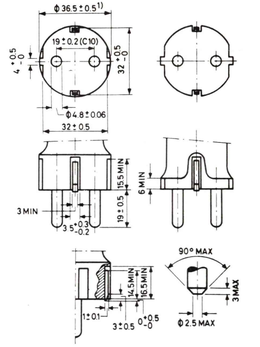


Fig. 3 a
CEE norm for 10/16A, 250 V, 2-polet plugg med sidejordingskontakter Mål i mm.

Av CEE 7 normert materiell er det 2-polet 16 A + jord 220 V, som har interesse. Dette beror på at håndverktøy og lysutstyr ofte er påmontert (vulkanisert) støpsel, 2-polet, 16 A + jord fra fabrikantens side. Eksempler på dette materiellet, se fig. 3 b.

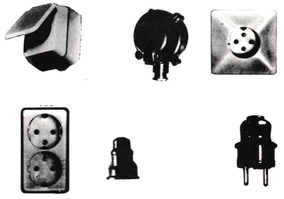


Fig. 3 b
CEE 7 normert materiell (2-polet 16A + j)

4 DIN/VDE NORMERT MATERIELL
Rundstift-stikkontakter etter DIN/VDE normer, fig. 4, er i Norge bare tillatt i forbindelse med utskifting og utvidelser på anlegg hvor denne typen materiell allerede er i bruk.

Fig. 4
Rundstift-stikkontakter etter DIN/VDE normer

5 REFERANSER

51 Dette bladet inngår i samlingen «Midlertidige elinstallasjoner for bygg og anlegg». Det er utarbeidet av Utvalg for midlertidige elektriske anlegg (UME), nedsatt av NVE og NBI.
Redaksjonen er avsluttet i november 1979. Bladene distribueres av Norges byggforskningsinstitutt, Forskningsveien 3b, Oslo 3.

52 LITTERATUR

521 Norges Elektriske Materiellkontroll, NEMKO.
Godkjent elektrisk utstyr. Del 1, Materiell.
522 Forskrifter for stikkontakter, plugger, skjøtekontakter og apparatkontakter for bruk i industriinstallasjoner o.l. NEMKO publ. 33./69 (I teksten kalt Prøveforskrifter)
523 Materiell for bruk i vanlige husinstallasjoner o.l., se NEMKO publ. 31 eller 32

Normer
524 CEE-publ. 17, stikkontakter, plugger, skjøtekontakter og apparatkontakter for bruk i industriinstallasjoner. [622] er en oversettelse av denne publikasjonen (Om CEE se ME-blad 3.1 pkt. 16.).
525 Materiell for bruk i vanlige husinstallasjoner o.l., se CEE-publ. 7 og CEE-publ. 22. [623] er oversettelser av disse publikasjonene.

Nikolai Olsens trykkeri a.s.

Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen
Norges byggforskningsinstitutt

Midlertidige elinstallasjoner på bygge- og anleggsplasser

Stikkontaktmateriell

Utvalg for midlertidige elektriske anlegg (UME)

ME 4.20
Utgitt våren 1980

0 GENERELT

01 Dette bladet omhandler stikkontaktmateriell for bruk i midlertidige elektriske anlegg på byggeplasser.

02 Bladet er særlig beregnet på personer som planlegger midlertidige elanlegg.
Det er viktig å ha et ensartet stikkontakt-system. Ulike systemer i samme bedrift kan medføre administrative og driftsmessige ulemper. Vær også oppmerksom på dette ved kjøp av anleggsmaskiner o.l. med påmontert stikkontaktmateriell.

03 Andre ME-blad med tilknytning til dette bladet:
ME 4.50 Flyttbare sentraler

1 UTDRAG FRA PRØVEFORSKRIFTENE
Dette avsnittet inneholder definisjoner og endel viktige bestemmelser for plugger, stikkontakter, skjøte- og apparatkontakter. Om materiellets bruk, se fig. 1.

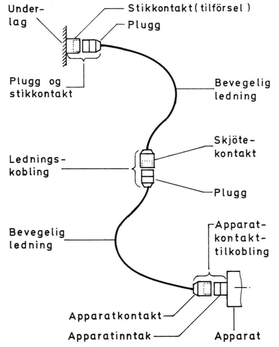


Fig. 1
Bruken av stikkontaktmateriell

11 Definisjoner
a. *Plugg og stikkontakt* er en anordning som tjener til å oppnå forbindelse mellom en bevegelig ledning og den faste installasjonen og består av to deler:
– *en stikkontakt* som er den delen som monteres fast i den faste installasjonen
– *en plugg* som er den delen som enten er laget i ett med eller beregnet for å monteres på den bevegelige ledningen som er koplet til et apparat eller liknende eller til en skjøtekontakt
En stikkontakt kan også være innebygd i flyttbare sentraler.
b. En ledningskopling er en anordning som tjener til å oppnå forbindelse mellom to bevegelige ledninger og består av to deler:
– en *skjøtekontakt* som er den delen som enten er laget i ett med eller beregnet på å monteres på den bevegelige ledningen som er koplet til nettet
– en *plugg* som er den delen som enten er laget i ett med eller beregnet på å monteres på den bevegelige ledningen som er koplet til et apparat eller liknende eller til en skjøtekontakt
Pluggen for en ledningskopling er identisk med pluggen i forbindelse med «plugg og stikkontakt». I alminnelighet har en skjøtekontakt det samme kontaktarrangementet som en stikkontakt.
c. En *apparatkontakttilkopling* er en anordning som tjener til å oppnå forbindelse mellom den bevegelige ledningen og et apparat eller liknende og består av to deler:
– en *apparatkontakt* som er den delen som enten er laget i ett med eller beregnet på å monteres på den bevegelige ledningen som er koplet til nettet
– et *apparatinntak* som er den delen som er innbygd i eller festet til apparatet eller liknende
I alminnelighet er en apparatkontakt identisk med en skjøtekontakt. Et apparatinntak har samme kontaktarrangement som en plugg.
d. En *utskiftbar* plugg eller skjøtekontakt er utført slik at den bevegelige ledningen kan skiftes ut.
e. En *ikke utskiftbar* plugg eller skjøtekontakt er utført slik at den bevegelige ledningen ikke kan skilles fra materiellet uten å gjøre dette permanent ubrukelig.
f. En *blokkering* er en anordning (enten elektrisk eller mekanisk) som hindrer kontaktene på en plugg i å bli spenningsførende før de er ført helt inn i en stikkontakt eller skjøtekontakt, og som enten hindrer en plugg fra å bli trukket ut mens dens kontakter er spenningsførende eller som gjør kontaktene spenningsløse før de skilles fra kontakthylsene.

Utgitt av
Ettertrykk forbudt

Norges byggforskningsinstitutt Tlf. (02) 46 98 80 Postadresse: Postboks 322 Blindern Oslo 3

g. En *holdeanordning* er en mekanisk anordning som holder en plugg eller en skjøtekontakt i stilling når de er helt innført og hindrer at utilsiktet uttrekking kan forekomme.

h. *Merkestrøm* er den høyeste strømmen materiellet er beregnet for og merket med av fabrikanten.

i. *Merkespenning* er den høyeste spenningen (for trefase nett, linjespenning) som materiellet er beregnet for og merket med av fabrikanten.

j. *Driftsspenning* er den nominelle nettspenningen som materiellet er beregnet brukt for.

k. *Driftsisolasjon* er den isolasjon som er nødvendig for tilfredsstillende drift av materiellet og for en grunnbeskyttelse mot elektrisk støt.

l. *Tilleggsisolasjon* (beskyttelsesisolasjon) er en uavhengig isolasjon i tillegg til driftsisolasjonen i den hensikt å beskytte mot elektrisk støt i tilfelle av feil på driftsisolasjonen.

m. *Dobbeltisolasjon* er en isolasjon som består av både driftsisolasjon og tilleggsisolasjon.

n. *Forsterket isolasjon* er en forbedret driftsisolasjon med slike mekaniske og elektriske egenskaper at den gir samme grad av beskyttelse mot elektrisk støt som dobbeltisolasjon.

o. *Bassingklemme* er en klemme hvor lederen føres inn i et hull eller en fordypning hvor den klemmes under enden på en eller flere skruer. Trykket mot lederen kan tilføres direkte av skruen eller gjennom en mellomliggende del hvor trykket tilføres ved hjelp av skruen.

p. *Skrueklemme* er en klemme hvor lederen er festet under skruehodet. Trykket mot lederen kan tilføres direkte ved skruehodet eller gjennom en mellomliggende del, f.eks. en stoppskive, festeplate eller liknende.

q. *Mutterklemme* er en klemme hvor lederen er festet under en mutter. Trykket kan tilføres direkte ved en passende formet mutter eller gjennom en mellomliggende del, f.eks. en stoppstive, festeplate eller liknende.

r. *Sadelklemme* er en klemme hvor lederen er festet under en lask ved hjelp av to eller flere skruer eller muttere.

s. *Kabeskoklemme* er en skrue- eller mutterklemme beregnet for feste av kabelsko eller skinne ved hjelp av en skrue eller mutter.

t. *Mantelklemme* er en klemme hvor lederen klemmes mot bunnen av et spor i en bolt ved hjelp av en mutter. Lederen klemmes mot bunnen av sporet ved en passende formet skive under mutteren, ved en sentralt plassert stift eller bolt hvis mutteren er en kappemutter eller ved likeverdig effektive anordninger for overføring av trykket fra mutteren til lederen inne i sporet.

12 *Klassifisering*

Materiellet klassifiseres

a. etter bruksmåten:
   plugger og stikkontakter,
   ledningskoplinger,
   apparatkoplinger

b. etter formen:
   materiell i rund utførelse,
   materiell i rektangulær utførelse

c. etter graden av beskyttelse mot fuktighet:
   dekket utførelse,
   sprutsikker utførelse,
   tett utførelse

d. etter mulighetene for jording:
   materiell uten jordingskontakt,
   materiell med jordingskontakt

e. etter tilkoplingsmåten for ledning:
   utskiftbart materiell,
   ikke utskiftbart materiell

f. etter mulighetene for blokkering:
   materiell uten blokkering
   materiell med mekanisk blokkering,
   materiell med elektrisk blokkering (bare for materiell i rund utførelse)

13 *Merkespenninger*

Normale merkespenninger for vekselstrøm er

– for materiell i rund utførelse:
  24 V, 42 V, 220 (240) V, 380 (440) V, 500 V, 750 V
– for materiell i rektangulær utførelse:
  500 V vekselstrøm

For 380 V materiell er bestemmelsene basert på den forutsetning at spenningen mellom en fase og jord ikke overstiger 250 V i normal bruk.

Materiell i rund utførelse kan ha forskjellige merkespenninger for vekselstrøm og likestrøm.

Materiell med en merkespenning på 42 V passer for en driftsspenning som ikke overstiger 50 V.

14 *Merkestrømmer*

Normale merkestrømmer er:

– for materiell i rund utførelse: 16, 32, 63, 125 og 200 eller 250A,
– for materiell i rektangulær utførelse: 25, 40 og 80 A.

15 *Konstruksjonskrav*

a. Det skal ikke være mulig å sette inn plugger eller skjøtekontakter i stikkontakter eller apparatinntak som har forskjellig merking eller som har forskjellige kontaktkombinasjoner.
   I tillegg skal utførelsen være slik at
   – jordingsstiften ikke kan gi kontakt med nullederhylsen eller nullederstiften med jordinghyslen,
   – faselederstiftene ikke kan gi kontakt med nullederhylsen eller jordlederhylsen eller styrelederhylsen,
   – nulleder- eller jordlederstiften ikke kan gi kontakt med faselederhylsene eller styrelederhylsen,
   – styrelederstiften ikke kan gi kontakt med nullederhylsen, jordlederhylsen eller faselederhylsene.

b. For materiell i rund utførelse skal det ikke være mulig å sette sammen plugger med stikkontakter eller skjøtekontakter som har forskjellige jordingskontaktstillinger eller stillinger for hjelpestyreribbe og -spor.

c. Det skal ikke være mulig å gjøre enpolede forbindelser mellom plugger og stikkontakter eller skjøtekontakter, eller mellom apparatinntak og skjøtekontakter eller stikkontakter.

For at disse krav skal kunne oppfylles, har CEE utviklet spesielle systemer, se avsnitt 2 og 3.

16 *Merking*

Prøveforskriftene inneholder omfattende krav til merking av materiellet. Her skal nevnes de regler som gjelder for rundstiftmateriell dersom fargekode benyttes for å angi driftsspenningen.

Hvis driftsspenningen er markert ved hjelp av en farge i tillegg til den foreskrevne merkingen, foretrekkes fargekoden som vist i tabell 16. En markeringsfarge kan bare brukes hvis den lett kan skilles fra kapslingens farge.

Tabell 16
Fargekode for driftsspenninger

Driftsspenning V	Farge[1])
20 til 25	fiolett
40 til 50	hvit
110 til 130	gul
220 til 240	blå
380 til 440	rød
500 til 750	svart

[1]) For frekvenser over 60 Hz til og med 500 Hz kan det brukes grønn farge, om nødvendig i kombinasjon med fargen for driftsspenningen.

2 CEE 17 NORMERT MATERIELL

21 **CEE 17 omfatter 3 hovedtyper av industristikkontaktmateriell:**

– CEE 17 rundstift. En utførelse for runde stifter og med runde åpninger for driftsspenninger opp til 750 V, fig. 21 a
– CEE 17 rundstift. En utførelse for runde stifter og med runde åpninger for driftsspenninger opp til 50 V, reduserte spenninger, 24 V og 42 V, fig. 21 b
– CEE 17 flatstift. En utførelse for flate (rektangulære) stifter og med rektangulære åpninger for driftsspenninger opp til 500 V, fig. 21 c

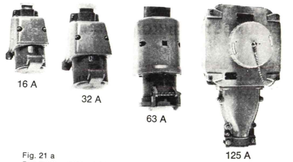


Fig. 21 a
Rundstift – stikkontakter

Fig. 21 b
Rundstift-stikkontakter for reduserte spenninger

Fig. 21 c
Flatstift-stikkontakter

22 *CEE 17 normert rundstift-materiell*

Dette materiellet er såkalt uforvekselbart. Dette vil si at stikkontakter beregnet for forskjellige spenninger, frekvenser og poltall ikke kan brukes om hverandre. Bruk av f.eks. en stikkontakt med merkespenning 500 V på anlegg med lavere driftsspenninger, f.eks. 110, 220 eller 380 V, er således ikke tillatt. Dette innebærer en vesentlig sikkerhetsmessig fordel. Karakteristisk for CEE 17 rundstiftmateriell er bl.a.:

a. Kontaktstiften for jordingen har en større diameter enn de strømførende kontaktstifter R-S-T. En jordingsstift vil m.a.o. ikke kunne stikkes inn i en strømførende kontakthylse merket R, S eller T.

b. Jordingskontakten i en stikkontakt skal innta en bestemt stilling i forhold til det styresror som tjener til styring av pluggen når denne stikkes inn i stikkontakten.
   Denne stillingen i forhold til styresporet betegnes med jordingskontaktens *klokkeslettstilling*.
   Se fig. 22 a og b.

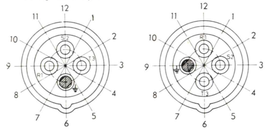


Fig. 22 a
Jordingskontakten i klokkeslettstilling 6 og 9

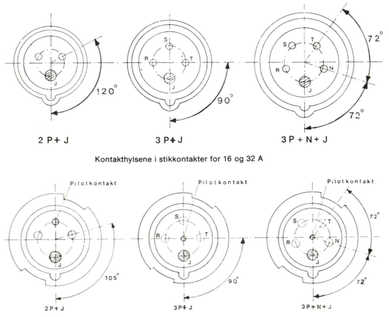


Fig. 22 b
Kontakthylsenes plassering i CEE's Rundstift-stikkontakter

Jordingskontaktens stilling i forhold til styresporet er markert som timenes stilling på urskiven, fra 1 til 12, fig. 22 c.

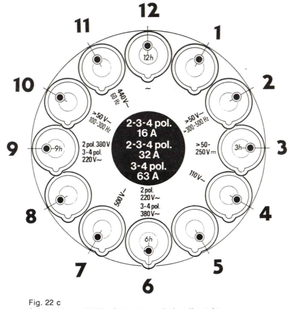


Fig. 22 c
Standardiserte klokkeslettsystemer. Industrikontakter

Forutsetningen for denne nummereringen er at man betrakter stikkontakten forfra og at styresporet i stikkontakten alltid står i klokkeslettstilling 6.

De klokkestettstillinger som p.t. er standardiserte, fremgår av tabell 22 a og 22 b.

Tabell 22 a
Standardiserte klokkeslettstillinger for jordkontakthylsen for materiell beregnet for driftsspenning fra 50 V opp til 750 V

Poltall	Strømart pr./sek. Hz	Spenning V	Jordkontakthylsens klokkeslettstilling for stikkontakter 16 A 32 A	63 A 125 A
2P + j	50–60	110–130	4	4
		220–240–277	6	6
		380–415–480	9	9
		500	–	–
		750	–	–
	100–300 over 300–500 likestrøm	over isolertransformator	12	–
		over 50	–	–
		over 50	2	–
		over 50–250	3	3
		over 250	8	8
3P + j	50–60	110–130	4	4
		220–240	9	9
		380–415–480	6	6
	60	440*	11**	11
		500	7	7
	50–60	600–750	5	5
		over isolertransformator	12	–
	100–300 over 300–500	over 50	10	–
		over 50	2	–
3P + N + j	50–60	110–130	4	4
		127/220–138/240	9	9
		220/380–240/415–277/480	6	6
		500	7	7
		750	–	–
	60	250/440**	11	11
	100–300 over 300–500	over 50	–	–
		over 50	2	–

* Særlig for skipsbruk
** Klokkeslett 3 for 32 A, 50–60 Hz

Tabell 22 b
Standardiserte klokkeslettstillinger for styresporet for materiell med merkespenninger opp til 42 V

Materiellets merkespenning V	Frekvens Hz	Hjelpestyreribbe eller hjelpestyrespor [1])
24	50 og 60	Ikke hjelpestyreribbe eller hjelpestyrespor
42	50 og 60	12
	100 til og med 200	4
	300	2
24 og 42	400	3
	over 400 til og med 500	11
	Likestrøm	10

[1]) Hjelpestyresporets stilling er markert ved det tilhørende nummer.

Stillingene 1, 8 og 9 er reservert for fremtidig standardisering. Av konstruksjonsmessige grunner kan ikke stillingene 5, 6 og 7 brukes.
Eksempler på rundstiftmateriell for ulike formål, se fig. 22 d.

Fig. 22 d
En serie i industristikkontaktstystemet CEE 17, rundstift

Nikolai Olsens trykkeri a.s

Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen

Norges byggforskningsinstitutt

Midlertidige elinstallasjoner på bygge- og anleggsplasser

Lyskilder
Glødelamper

Utvalg for midlertidige elektriske anlegg (UME)

ME 4.30 B
Utgitt våren 1980

0 GENERELT

01 Dette bladet omhandler lyskilder til bruk på bygge- og anleggsplasser.

02 Bladet er ment som oppslagsinformasjon for planlegging av arbeidsbelysningen på byggeplassen.

Om definisjoner, se ME 4.30 A.

03 Andre ME-blad med tilknytning til dette bladet:
ME 4.30 A Lyskilder. Damplamper
ME 4.31 Lysarmaturer og -stolper
ME 6.40 Om lystekniske ord og uttrykk
ME 6.41 Krav til arbeidslyset
ME 6.42 Beregning av lysanlegg

Glödetråd av wolfram

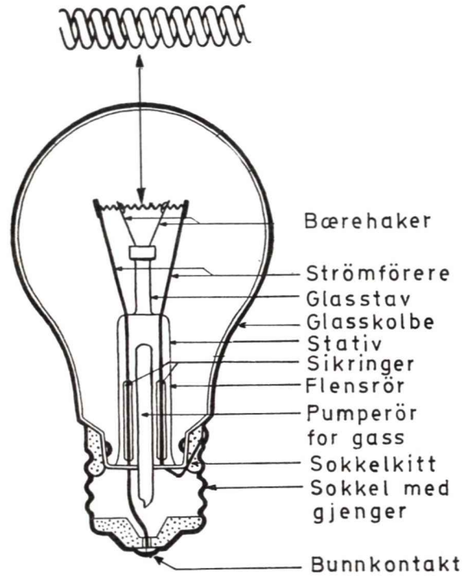


Fig. 211 a
Glødelampen

1 NORMALGLØDELAMPER (230-240 V)

11 Lys oppstår når elektrisk strøm varmer opp glødetråden til høy nok temperatur, fig. 11 a. Glødetrådens materiale, dimensjon og temperatur er avgjørende for lampens levetid. Lamper med lang levetid, dvs. 2500 timer, skal være merket med L. Lamper med 1000 timers levetid kan eventuelt være merket med H for høyt lysutbytte. Levetiden 1000–2500 timer og lysutbyttet 9–20 lm/W er relativt lite (lm = lumen, enhet for lysstrøm el. lysfluks). Lampekolben er fylt med inaktiv gass (argon + nitrogen) som nedsetter glødetrådens fordamping og derved øker lampens levetid.
Lamper opp til 25 W er vanligvis gasstomme.
En del data for aktuelle lampestørrelser, se tabell 11 og fig. 11 b.

Tabell 11
Lampedata for normalglødelamper 230–240 V

Normallamper, matte: Levetid 2500 timer

Watt	Volt	Sokkel	Ca. lm/watt	l m
25	230–240	E27–B22	8	200
40	» »	» »	8	320
60	» »	» »	9	540
75	» »	» »	10	750
100	» »	» »	11	1100
150	» »	» »	12	1800
200	» »	E27–E40–B22	13	2600

Normallamper, klare: Levetid 1000 timer

Watt	Volt	Sokkel	Ca. lm/watt	l m
300	230–240	E40	16	4800
500	» »	»	17	8500
1000	» »	»	19	19000
1500	» »	»	20	30000

Normallamper, matte med forsterket konstruksjon
Levetid 1000 timer

Watt	Volt	Sokkel	Ca. lm/Watt	l m
25	230–240	E27–B22	8	200
40	» »	» »	8	320
60	» »	» »	9	540
100	» »	» »	11	1100
200	» »	» »	13	2600

Lamper med forsterket konstruksjon er spesielt beregnet for håndlamper og steder med rystelser.

Utgitt av

Norges byggforskningsinstitutt Tlf. (02) 46 98 80 Postadresse: Postboks 322 Blindern Oslo 3

Ettertrykk forbudt

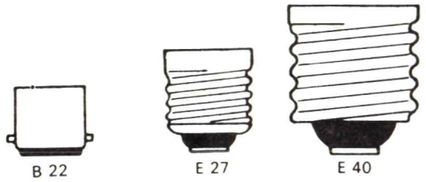


Fig.11 b
Sokler for glødelamper
M = 1:2

12 Da lampene er følsomme overfor rystelser, bør armaturer som er montert på kraner o.l., ha fjærende opplegg. Glødelamper har god fargegjengivelse og lysfarge og tåler kulde godt. Spenningsvariasjoner innvirker sterkt på levetid og lysytelse, fig. 12 a og 12 b.

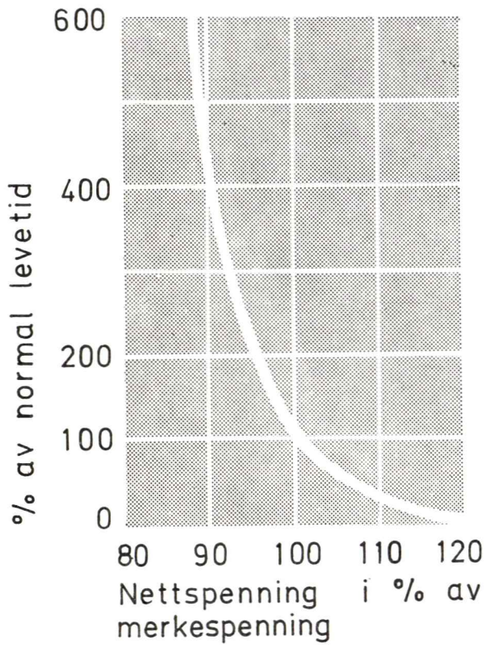


Fig. 12 a
Glødelampens levetid som funksjon av nettspenningen

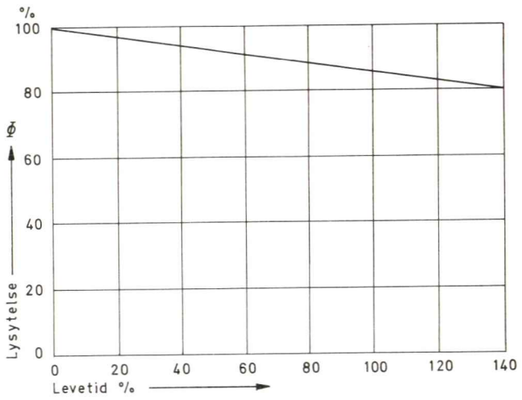


Fig.12 b
Glødelampens lysytelse som funksjon av levetiden

2 PRESSGLASSLAMPER

21 Kolben består av pressglass som er vesentlig sterkere enn glasset i normalglødelampen. Skjerm er unødvendig da kolben er forsynt med innvendig reflektor og dessuten har et ugjennomsiktig belegg på en del av flaten, fig. 21. Pressglasset tåler vannsprut, men lampekolben må slutte tett til lampeholderen. Lampene kan fås med forskjellig spredningsvinkel og i effektene 100 og 150 W med sokkel E 27 samt 300 W med sokkel E 40. Størrelser ca.: Diameter fra 120–180 mm, lengde fra 120–140 mm avhengig av wattstørrelser og spredningsvinkel.
Spenningsavhengighet, følsomhet overfor kulde og rystelser, lysutbytte, fargegjengivelse og lysfarge er omtrent som for normalglødelamper. Levetid 2000 timer.

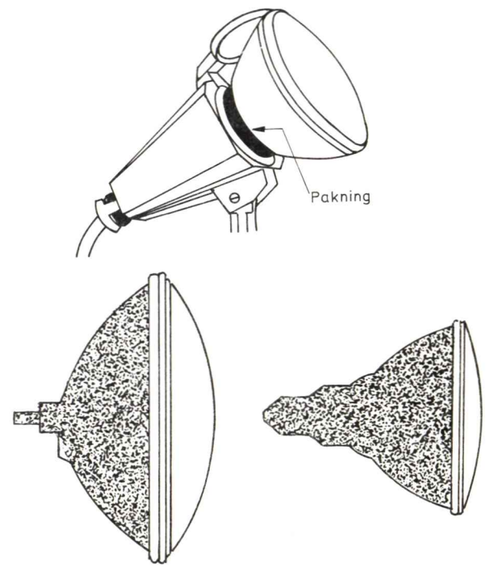


Fig. 21
Pressglasslamper

3 HALOGENGLØDELAMPER

31 Gassfyllingen i kolben består foruten av argon og nitrogen av et halogen, f.eks. jod eller brom som motvirker sverting av glasset. Lampene er rørformet. Avhengig av wattstørrelsen og typen varierer diameteren på lampene fra 11–12 mm, lengden fra 118–333 mm. Temperaturen på glødetråden er vesentlig høyere enn på normalglødelampen, hvilket gir høyere lysutbytte. Berøring av varm lampe med bar hud kan gi alvorlige forbrenningsskader. Brennstillingen bør ligge innenfor området ± 15° fra horisontalen da avvik ut over dette reduserer lampens levetid.

32 Da det er minimal sverting av kolben, blir lysutbyttet tilnærmet konstant i lampens levetid. Lysutbyttet er større enn for normalglødelampen, men endres sterkt ved forandring av nettspenningen. 1 % endring av nettspenningen i forhold til lampens merkespenning tilsvarer 3–4 % endring av lysutbyttet. Følsomhet overfor kulde og rystelser er omtrent som for normalglødelampen. Behagelig lysfarge og god gjengivelse. Levetid 2000 timer.
Eksempler, se fig. 32 a og 32 b.

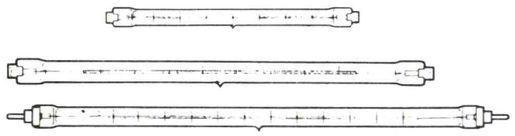


Fig. 32 a
Eksempler på halogenglødelamper

Fig. 32 b
Sokler for halogenglødelamper. M = 1:2

Tabell 32
Lampedata for halogenglødelamper

Watt	Volt	Sokkel	Ca. lm/w	lm ca.
500	240–250	R7s–15	17	8500
1000	» »	» »	22	22000
1500	» »	» »	22	33000
2000	» »	Fa4	22	44000

4 REFERANSER

41 Dette bladet inngår i samlingen «Midlertidige elinstallasjoner for bygg og anlegg». Det er utarbeidet av Utvalg for midlertidige elektriske anlegg (UME), nedsatt av NVE og NBI.
Redaksjonen er avsluttet i november 1979. Bladene distribueres av Norges byggforskningsinstitutt, Forskningsveien 3b, Oslo 3.

63 Når spenningen settes på, starter utladningen gjennom edelgassen (tenngassen) i røret. Denne utladningen gir et svakt rødlig lys. Etter hvert fordamper natriumet, lyset blir sterkere og fargen går mer og mer over i gult. Etter 5–10 minutter vil lampene ha kommet opp i ca. 80 % av sin fulle lysytelse.
I lavtrykkslampene vil det ta ca. 15 minutter før alt natriumet er fordampet og optimal lysytelse inntrer. Typisk startforløp er vist i fig. 63 a og 63 b.

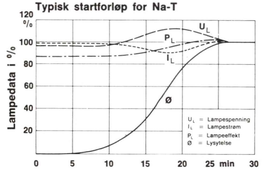
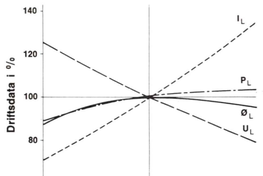


Fig. 63 b
Startforløp for natrium-lavtrykksdamplampe med reaktorspole

Lavtrykksdamplampene vil kunne tennes igjen straks etter at de er slukket.

64 De lampetekniske datas variasjoner med nettspenningen er vist i fig. 64. Nettspenningsvariasjoner opptil ± 10 % har ingen spesiell innvirkning på lysytelse og levetid. Høy varig overspenning vil skade lampene og redusere levetiden. Lampene vil kunne brenne ved spenninger ned til 150 volt.



P_L = Lampeeffekt
$Ø_L$ = Lysytelse
U_L = Lampespenning
I_L = Lampestrøm

Fig. 64
Spenningsavhengighet for natrium-lavtrykks-damplampe

65 Natriumdamplampene vil tenne og brenne normalt ved temperaturer mellom –40 °C og + 100 °C. Lavtrykkslampenes lysytelse vil variere noe med omgivelses-temperaturen. Lysytelsen er maksimal ved ca. + 20 °C lufttemperatur omkring lampen. Ved + 80 °C er lysytelsen redusert med 3–5 %, ved 0 °C 3 %, ved –20 °C 8 % og ved –40 °C ca. 15 %.

66 Lampen gir det høyeste lysutbytte av samtlige lyskilder, opptil 183 lm/watt.
Oslo Lysverkers laboratorium har utført levetidsforsøk for de vanligste lampetyper i størrelsene 55–180 W, fig. 66. I motsetning til de andre typer damplamper viser figuren at natriumlavtrykksdamplamper har en stigning i lysytelsen over tiden. Forsøket viste også at opptatt effekt fra nettet for lamper med forkoplingsutstyr øker med driftstiden, tabell 66.

Lampene har begrensede brennstillinger.
De tåler rystelser godt.

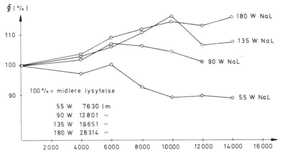


Fig. 66
Nedgang i lysfluks for middelverdi av lysytelsen for natrium-lavtrykks-damplamper. Prøveserien påbegynt april 1974.

Tabell 66
Økning i opptatt effekt i % for natrium-lavtrykks-damplamper
Serien påbegynt 1974

Fabrikat nr.	1	2
55 W	9.2 %	6.4 %
90 W	21.0 %	20.5 %
135 W	34.6 %	4.5 %
180 W	31.6 %	31.3 %

67 Lyset fra natrium-lavtrykksdamplampene er ensfarget gult med lysutstråling bare i en bølgelengde, dvs. monokromatisk, fig. 67. Ingen farger vil oppfattes riktig i dette lyset. Det monokromatiske lyset spaltes ikke og trenger derfor lettere gjennom tåke og dis.

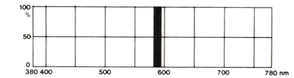


Fig. 67
Relativ spektral energifordeling for en natrium-lavtrykks-damplampe

Tabell 67 gir noen data for de vanligste lampetyper. Brennstillingen vil variere med type og fabrikat.
Avhengig av wattstørrelse og type varierer diameteren fra 45–68 mm, lengden fra 310–1120 mm.

Tabell 67
Lampedata for natrium-lavtrykks-damplampe

Watt	Sokkel	lm/watt	lm ca.
35	BY 22	133	4655
55		140	7700
90	B 22 d	139–141	12510–12690
135		159	21465
180		178–183	32040–32940

7 NATRIUM-HØYTRYKKSDAMPLAMPER

71 Fig. 71 viser noen aktuelle lampetyper.

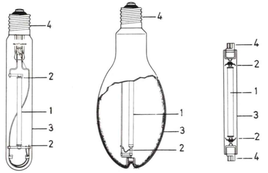


Fig. 71
Natrium-høytrykksdamplamper

1. Utladningsrør
2. Elektrode
3. Kolbe
4. Sokkel E40 hos de to lamper til venstre, enpolet sokkel i hver ende for lampen til høyre.

Utladningsrøret er laget av et materiale som er motstandsdyktig mot det kjemisk meget aktive natriumet, selv ved høyt trykk og høye temperaturer.
Utladningsrøret er fylt med en edelgass (tenngass), oftest xenon, og en liten mengde natrium og kvikksølv.
I hver ende av utladningsrøret er det en elektrode av wolfram med emitterende belegg.
Kolben er i klar, rørformet utførelse, eller ellipsoid-formet med et lysspredende belegg på innsiden.
På grunn av den radiostøyen lampene kan forårsake, må defekte lamper skiftes straks. Armaturen må være spenningsløs når den åpnes for lampeskifte.

72 Lampene må koples i serie med en reaktanspole som virker som strømbegrenser. På grunn av den høye tennspenningen som er nødvendig (4.5 kV), kreves en spesiell tennanordning som gir en høyfrekvent høyspenning. Enkelte fabrikata har bimetallkontakter i lampen som gjør utvendig tennorgan unødvendig. Tennorganet kan monteres i en avstand fra lampen av høyst 3 m. Koblingsskjemaer, se fig. 72.

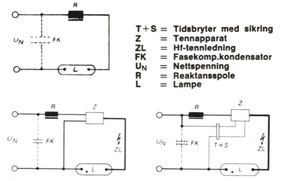


Fig. 72
Koplingsskjemaer for natrium-høytrykks-damplamper

73 Straks spenningen er satt på lampen, starter en utladning gjennom edelgassen. Etter hvert fordamper natriumet og kvikksølvet, og lysstrålingen tiltar.
Trykket i røret vil stige til ca. 250 mm kvikksølvsøyle. Ved normal drift vil utladningsrørets temperatur på det varmeste stedet være ca. 1200 °C og i endene ca. 700 °C.
Kolbetemperaturen vil være ca. 300 °C.
Det tar ca. 5 minutter innen optimal lysytelse inntrer, fig. 73.

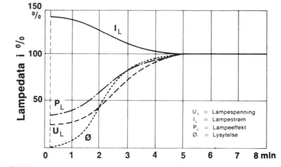
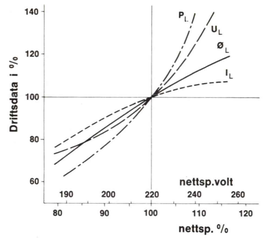


Fig. 73
Startforløp for natrium-høytrykks-damplamper

Lamper tilkoplet standard tennapparat krever fra ½ til 1½ minutt nedkjølingstid før de igjen vil tenne. Lamper med bimetallkontakter trenger 10–20 minutters nedkjølingstid. Lamper med to sokler kan gjentennes straks i driftsvarm tilstand ved en impuls fra et dertil egnet ekstra tennutstyr som er innkoblet i strømkretsen.

74 Natrium-høytrykksdamplampenes lampespenning varierer sterkt med nettspenningen. Dette gjør at både høy og lav nettspenning i forhold til reaktanspolens merkespenning vil kunne forårsake at lampene slukker eller gir ustabile forhold.
Lampene garanteres ikke for større nettspenningsvariasjoner enn ± 5 %. Det er derfor viktig å benytte reaktanspoler med flere tilkoplingsmuligheter, f.eks. for 220 V – 230 V og 240 V nettspenning, fig. 74.

Lampenes lysytelse påvirkes ikke av temperatursvingninger innenfor områder som nevnt i pkt. 65.
Lampene har normalt vilkårlig brennstilling.
De tåler rystelser godt.



P_L = Lampeeffekt
$Ø_L$ = Lysytelse

Fig. 74
Spenningsavhengighet for natrium-høytrykks-damplampe

75 Lampene gir en stråling i alle det synlige spekterets bølgelengder med hoveddelen i områdene som representeres av lysfargene gul og orange. Dette gir en gulhvit, varm lysfarge, og det vil oppnås en viss gjengivelse av alle farger uten at fargegjengivelsen er spesielt god. Se eksempel fig. 75.

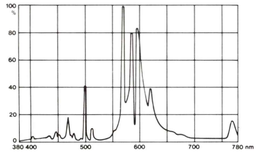


Fig. 75
Relativ spektral energifordeling for en natrium-høytrykks-damplampe

Tabell 75 gir noen data for de vanligste lampetyper. Avhengig av wattstørrelse og type varierer diameteren på lampene fra 23–165 mm, lengden fra 211–400 mm. For lampestørrelsene 225 W og 360 W fins det lamper som tenner uten ekstra tennorgan og som kan kobles til kvikksølvdamplampereaktansspole 250 W, henholdsvis 400 W.

Tabell 75
Lampedata for natrium-høytrykks-damplamper

Watt	Sokkel	lm/Watt	lm ca.
150	E 40	97	14550
225	E 40	89	20025
250	E 40 Fc2	92–102	23000–25500
360	E 40	100	36000
400	E 40 Fc 2	109–120	43200–48000
1000	E 40	93–130	93000–130000

Nikolai Olsens trykkeri a.s.

8 REFERANSER

81 Dette bladet inngår i samlingen «Midlertidige elinstallasjoner for bygg og anlegg». Det er utarbeidet av Utvalg for midlertidige elektriske anlegg (UME), nedsatt av NVE og NBI.
Redaksjonen er avsluttet i november 1979. Bladene distribueres av Norges byggforskningsinstitutt, Forskningsveien 3b, Oslo 3.

Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen
Norges byggforskningsinstitutt

Midlertidige elinstallasjoner på bygge- og anleggsplasser

Utvalg for midlertidige elektriske anlegg (UME)

Lyskilder
Damplamper

ME 4.30 A
Utgitt våren 1980

0 GENERELT

01 Dette bladet omhandler lyskilder til bruk på bygge- og anleggsplasser.

02 Bladet er ment som oppslagsinformasjon for planlegging av arbeidsbelysningen på byggeplassen.

03 Andre ME-blad med tilknytning til dette bladet:
ME 4.30 B Lyskilder. Glødelamper
ME 4.31 Lysarmaturer og -stolper
ME 6.40 Om lystekniske ord og uttrykk
ME 6.41 Krav til arbeidslyset
ME 6.42 Beregning av lysanlegg

1 DEFINISJONER OG FORKLARINGER

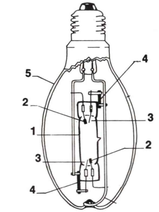
- Fargegjengivelses-egenskaper (relativ spektral energifordeling) er omtalt for hver lampetype.
- Spenningsvariasjoner oppstår som følge av spenningsvariasjon på elverkets nett og ved ut- og innkopling av belastning på byggeplassen.
- Tennspenning er den laveste spenning som kan tenne en damplampe. Den måles mellom lampens elektroder.
- Brennspenning er spenningen mellom damplampens elektroder når den brenner normalt.

2 ULIKE FORMER FOR LYS

- Stråling. Alle faste stoffer kan sende ut (emittere) elektromagnetisk stråling. Et stoff kan bringes til å lyse på flere måter:
  1) ved oppvarming, 2) ved kjemiske prosesser, 3) ved mekaniske prosesser, 4) ved bombardement av elektroner eller andre atomdeler, 5) ved elektromagnetisk stråling (bombardement med fotoner).
  Temperaturstråling kalles den stråling som oppstår ved oppvarming. Eksempel på temperaturstrålere er sola og glødelamper. Ved temperaturer under 300 °C har alle legemer en infrarød energiutstråling. Stiger temperaturen over 300 °C, får en i tillegg en mer kortbølget utstråling som kan oppfattes som lys.
  Luminescensstråling. En utladningslampe gir lys når elektronene i gassatomene i lampen bombarderes av frie elektroner. En slik bombardering kan komme i stand ved hjelp av elektroner som frigjøres fra f.eks. glødeelektroder.
  Eksempel på luminescensstråler er natrium- og kvikksølvdamplamper.

3 KVIKKSØLV – HØYTRYKKSDAMPLAMPER

31 Lampens oppbygning er vist i fig. 31



1. Utladningsrør
2. Hovedelektrode
3. Hjelpeelektrode
4. Høyohmige motstander
5. Ytterkolbe

Fig. 31
Kvikksølv – høytrykksdamp-lampe

Utladningsrøret består vanligvis av kvartsglass som tåler de høye temperaturer som kreves for utladningen og har høyere transmisjonsfaktor enn vanlig glass. Hovedelektrodene i hver ende av utladningsrøret er av wolfram med emitterende belegg. I tillegg til hovedelektrodene er det en eller to hjelpeelektroder (tenneelektroder) av molybden i nærheten av hovedelektrodene. De høyohmige motstandene forbinder hovedelektroden til hjelpeelektroden i motsatt ende. Ytterkolben er av hardtglass som innvendig er belagt med lysstoffpulver og er ellipsoidformet for å oppnå jevn driftstemperatur og lysfordeling. Det fins også lamper som har innvendig reflektor. Ytterkolben er da soppformet for å gi en effektiv refleksjon (kvikksølvreflektorlampe). Den egner seg godt der det er mye støv e.l. som kan tilsmusse en reflektor i lysarmatur.

32 Lampen må koples i serie med en strømbegrenser, og det benyttes normalt en reaktanspole (drossel) som strømbegrenser, fig. 32. Koples en utladningslampe direkte til nettet uten strømbegrenser, vil lampens levetid bli *meget* kort. Det *må* alltid påses at reaktanspolene er riktig dimensjonert i henhold til lampetype, effekt og nettspenning slik at lampene får riktige driftsforhold.

Utgitt av
Norges byggforskningsinstitutt Tlf. (02) 46 98 80 Postadresse: Postboks 322 Blindern Oslo 3

Ettertrykk forbudt

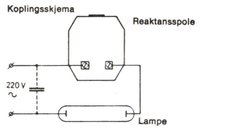


Fig. 32
Koplingsskjema

Dette er en betingelse for at lampene skal yte det de er beregnet for, både med hensyn til ytelse og levetid. En strømkrets med utladningslampe og reaktanspole gir en induktiv belastning med effektfaktor cos φ ca. 0.5. For å forbedre effektfaktoren innkoples ofte en kondensator, normalt en for hver lampe.
Fasekompenseringskondensatoren *skal alltid* koples parallelt over nettet så sant ikke noe annet er spesielt angitt. Enhver annen tilkopling *vil gi uriktige driftsforhold for lampene*. Det er dessuten viktig at det benyttes riktig dimensjonert kondensatorstørrelse i forhold til lampetype. Bruk av feilaktig dimensjonerte kondensatorer vil også kunne gi lampene feil driftsforhold.

33 Når spenningen settes på, starter først en elektrisk utladning mellom hovedelektrode og hjelpeelektrode. Gassen blir derved ionisert, og utladningen mellom hovedelektrodene kommer i gang.
Etter noen minutter er temperaturen i utladningsrøret steget til flere hundre grader, og trykket øker fra ca. 1 til 10 atmosfærer, avhengig av wattstørrelsen og typen. Kvikksølvet fordamper, og en elektrisk utladning gjennom kvikksølvdamp gir, under nevnte forhold, en elektromagnetisk utstråling i det langbølgede, ultraviolette området, ikke registrerbart for det menneskelige øye, samt noe stråling i den synlige delen av spekteret, dog ikke i den røde. Lysstoffpulveret på ytterkolben treffes av den ultraviolette strålingen og sender ut nye stråler med lengre bølgelengder, hovedsakelig i den røde delen av spekteret. Ved at usynlig stråling på denne måten omformes til lys, øker lampenes lysutbytte, og lysets kvalitet forbedres.
Fig. 33 viser et typisk startforløp for en høytrykksdamplampe (induktiv). Startstrømmen er langt større enn driftsstrømmen. Forskjellen er mer markant for de større wattstørrelser enn for de mindre.

Enhver høytrykksdamplampe må ha en nedkjølingstid på 10–15 minutter for den igjen kan tennes, så sant den ikke er av en spesiell utførelse og tilkoplet tilleggsutstyr for øyeblikkelig gjentenning.

Dette skyldes at trykket i utladningsrøret må falle til det trykk lampen har i kald tilstand før en ny utladning kan starte på normal måte.

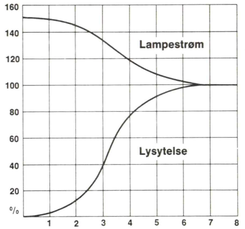


Fig. 33
Startforløp for høytrykksdamplamper

34 Nettspenningsvariasjoner må vanligvis ligge innenfor grensene ± 10 % fra lampens merkedata dersom stabil drift skal kunne oppnås. Spenningsfall som gjør at spenningen blir under 200 volt, selv kortvarig, vil kunne skape problemer for lampene (utladning), og de vil kunne slukne. De vil kunne tennes igjen (dette kan skje helt ned til 160 volt) etter tilstrekkelig nedkjøling, men vil da etter kort tid igjen slukne. Ved overspenning vil lampens levetid forkortes. Lampedata som funksjon av nettspenningen er vist i fig. 34.

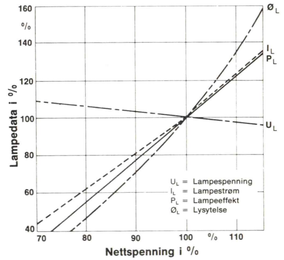


Fig. 34
Typisk diagram: Lampedata som funksjon av nettspenningen

35 Lampene vil normalt tenne og brenne ved lufttemperatur ned til ca. –30 °C forutsatt at nettspenningen er normal. Jo lavere lufttemperaturen er, desto høyere tennspenning kreves. Temperaturforholdene har imidlertid ingen innvirkning på lysytelsen når lampen først er tent. Dette skyldes de høye temperaturer i utladningsrøret i drift (600°–1000 °C). Variasjoner i omgivelsestemperaturen vil i denne sammenheng virke bagatellmessige.

36 For de fleste lyskilders vedkommende vil det i løpet av brenn-tiden oppstå en reduksjon i lysytelsen (lystap). Tapet skyldes avsetting av elektroner på utladningsrørets innside (hindrer strålingsgjennomgang) og en viss aldring i lysstoffpulveret.

Oslo Lysverkers laboratorium har utført levetidsforsøk på de vanligste typer lamper i størrelsene 80–400 W, fig. 36. Forsøket viste bl.a. at de fleste lamper kunne lyse i lengre tid enn proveperioden. Av figuren fremgår at nedgangen i lysytelse da er relativt stor. Effektopptaket er imidlertid det samme, og dette bør en ta hensyn til når tidspunktet for lampeskifte skal bestemmes.

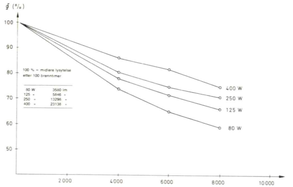


Fig. 36
Nedgang i lysfluks for middelverdien av lysytelsen for kvikksølv-høytrykksdamplamper. Prøveserien påbegynt april 1974.

Tillatt brennstilling må være angitt av lampefabrikanten. Fins det ingen spesielle merknader, kan en regne med vilkårlig brennstilling.
Lysytelsen varierer med brennstillinger slik at en lampe vanligvis gir mer lys i vertikal brennstilling enn i horisontal. Forskjellen er 5–10 % og størst for de større wattstørrelser. Hvis det bare er angitt en lysytelseverdi, refererer denne seg til den brennstilling som gir lampen optimal lysytelse.
Lampen tåler godt rystelser.

37 Lampen gir en kald, hvit lysfarge. Den spektrale energifordelingen, fig. 37, for ulike lampetyper kan imidlertid være nokså forskjellig, noe som gjør at fargegjengivelsesegenskapene også er forskjellige.
Kvaliteten på lyset er ikke spesielt god, og lyskildene egner seg ikke der det stilles høye krav til en god fargegjengivelse.

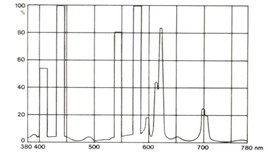


Fig. 37
Relativ spektral energifordeling for en kvikksølvhøytrykksdamplampe

Tabell 37 angir en del driftsdata for de vanligste lampestørrelser. Lampens brennstillinger er vanligvis fri.
Avhengig av wattstørrelsen og type varierer diameter fra 55–236 mm og lengden fra 130–400 mm.

Tabell 37
Lampedata for kvikksølv-høytrykksdamplamper

Watt	Sokkel	Im/Watt	Im ca.
50	E 27	40	2000
80		44–47	3520–3760
125		46–50	5650–6250
250	E 40	48–54	12000–13500
400		52–57	20800–22800
700		57–60	39900–42000
1000		55–60	55000–60000
2000		55–60	110000–120000

4 BLANDINGSLYSLAMPER
Blandingslyslampen er en høytrykks-kvikksølvdamplampe hvor en wolfram-glødespiral er montert i serie med utladningsrøret. Spiralen tjener i første rekke som strømbegrenser, men gir også lysstråling. Lampen er vanligvis utført med ellipsoidformet ytterkolbe som innvendig er belagt med lysstoffpulver. Lampen kan kobles direkte til nettet og er ikke nødvendig å fasekompensere. Lampen er relativt omfintlig overfor rystelser. Ved strømbrudd må lampen ha nedkjølingstid. Krav til brennstilling varierer med type og fabrikat.
Fargegjengivelsesegenskapene er relativt gode, fig. 4. Endel lampedata for de vanligste typer fremgår av tabell 4.
Avhengig av wattstørrelse og type varierer diameteren fra 75–160 mm og lengden fra 177–315 mm.

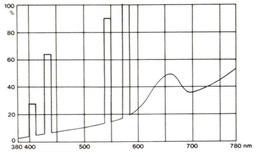


Fig. 4
Spektral energifordeling for en blandingslyslampe

Tabell 4
Lampedata for blandingslyslampe

Watt	Sokkel	Im/Watt	Im ca.
160	E 27	19	3040
250	E27–E40	22	5500
500	E 40	28	14000
1000	E 40	33	33000

5 HALOGEN – METALLDAMPLAMPER

51 Lampens oppbygging er vist i fig. 51.

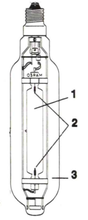


Fig. 51
Halogen-metalldamplampe

Disse lampene er et resultat av en videreutvikling av kvikksølv-høytrykksdamplampene. Da lampene krever en tennspenning som er høyere enn nettspenningen, må de i tillegg til reaktanspole ha et spesielt tennutstyr. Unntatt fra dette er 2000 watt lamper med natrium-jodid som har bimetallkontakter innenfor ytterkolben. Lampene tenner straks etter innkobling ved at utladningen starter gjennom argon-gassen mellom elektrodene. Temperaturen i utladningsrøret stiger til flere hundre grader C, og trykket øker til flere atmosfærers trykk. Noen lampetyper leveres med et spesielt tennutstyr som muliggjør øyeblikkelig gjentenning. Ytterkolben er av hardtglass. Lampene leveres i ellipsoidformet utførelse med lysstoffpulver slik at hele kolben virker som et lysende legeme. Dessuten fins det lamper i klar utførelse med rørform (eller soffittform).

52 Nettspenningsvariasjonene må vanligvis ligge innenfor grensene ± 5 % dersom stabil drift skal kunne oppnås, fig. 52. Lampestørrelsene til og med 1000 watt vil kunne slokke hvis nettspenningen faller under 200 volt, selv kortvarig, med gjentenning etter tilstrekkelig nedkjøling når spenningen igjen har stabilisert seg. Varig overspenning, dvs. spenning som er høyere enn reaktanspolens merkespenning, vil redusere levetiden.

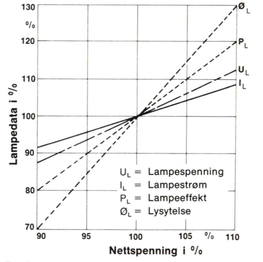


Fig. 52
Lampedata som funksjon av spenningen for halogen-metalldamplampe

Temperaturavhengighet, lystap og brennstilling er som for kvikksølv-høytrykksdamplampene, se pkt. 35, 36 og 37.

53 I tillegg til kvikksølv har lampene andre metaller (f.eks. dyprosium) som gir større lysutbytte og kvalitetsmessig bedre lys enn høytrykksdamplampene, fig. 53.

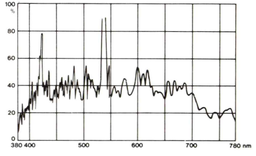


Fig. 53
Spektral energifordeling for en halogenmetalldamplampe

Tabell 53 gir noen data for de vanligste lampetyper. Brennstillingen vil variere med type og fabrikat.
Avhengig av wattstørrelsen og type varierer diameteren fra 42–165 mm, lengden fra 220–490 mm.

Tabell 53
Lampedata for halogenmetalldamplamper

Watt	Sokkel	Im/Watt	Im ca.
250	E 40	68	17000
400		50–65	23200–26000
1000		80–88	80000–88000

Ellipsoid form m/lysstoffpulver

Watt	Sokkel	Im/Watt	Im ca.
250	E 40	80	20000
400		63–78	25200–31200
1000		80–88	80000–88000
2000		85–95	170000–190000
3500		86	301000

Rørform med klart glass

Watt	Sokkel	Im/Watt	Im ca.
250	E 40	72	18000
400	FC 2	61–70	24400–28000
1000		90	90000

Soffittform med klart glass

6 NATRIUM – LAVTRYKKSDAMPLAMPER

61 Fig. 61 viser eksempel på en lampetype.

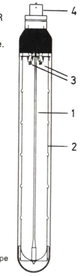


Fig. 61
Natrium-lavtrykksdamplampe

Utladningsrøret er laget av spesialglass, innvendig beskyttet på en spesiell måte mot natriumdampens kjemiske skadevirkninger.
Kolben er av klart glass, innvendig belagt med et gjennomsiktig reflekterende belegg som reflekterer den infrarøde strålingen (varmestråling) fra utladningen. Mellom kolben og utladningsrøret er det vakuum som sammen med det varmereflekterende belegget reduserer varmetapet i utladningen og dermed den energimengde som må til for å opprettholde riktig temperatur i utladningsrøret, ca. 280 °C.
Utladningsrøret er fylt med edelgass (tenngass), oftest neon med lavt trykk, og en nøye avmålt mengde natrium.
Utladningsrøret er i begge ender forsynt med en elektrode av wolfram med emitterende belegg. Lampen tenner uten noen forvarming av elektrodene.

62 I likhet med øvrige utladningslamper må natriumdamplampene koples i serie med en strømbegrenser og eventuelt tennutstyr. Alt forkoplingsutstyr må være riktig dimensjonert i forhold til lampetype, wattstørrelse og den aktuelle nettspenningen slik at lampene får de driftsforhold de er beregnet for.
Noen lampetyper krever en tennspenning på 400–600 volt. Det benyttes normalt en såkalt spredetransformator (autotransformator) som, foruten å gi nødvendig tennspenning, også virker som strømbegrenser og gir lampene riktige driftsforhold. Med en slik transformator vil effektfaktoren cos φ bli ca. 0,3. Koplingsskjema, se fig. 62.

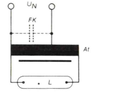


Fig. 62
Koplingsskjema

U_N = Nettspenning
FK = Fasekomp.kondensator
At = Autotransformator
L = Lampe

Ved fasekompensering må det påses at
– riktig dimensjonert kondensator i henhold til lampetype og størrelse benyttes. De riktige verdier oppgis av lampeprodusentene.
– kondensatoren er innkoplet på riktig plass i strømkretsen. Feil plassert kondensator kan gi uriktige driftsforhold.

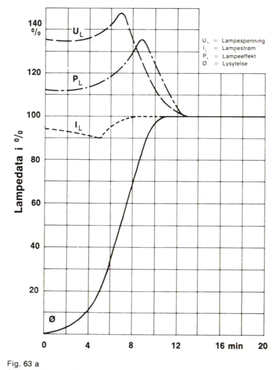


Fig. 63 a
Startforløp for natrium-lavtrykks-damplampe med spredningstransformator

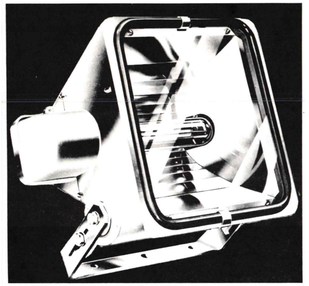


Fig. 34 e
Armatur for 1 stk. 400 watt halogen-metalldamplampe eller natrium-høytrykksdamplampe

35 Lysarmaturer for lave master

Når et bygge- eller anleggsområde planlegges, kan man ved plassering av nødvendige stolper og brakker få til egnede monteringsplasser for områdebelysning, lys på tilførselsveger, parkeringsplasser, lagerplasser o.l. Se eksempler fig. 35 a–c.

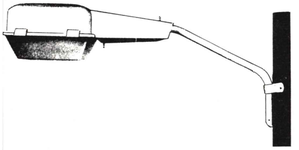


Fig. 35 a
Gatelysarmatur for 125 og 250 watt kvikksølv-høytrykksdamplampe

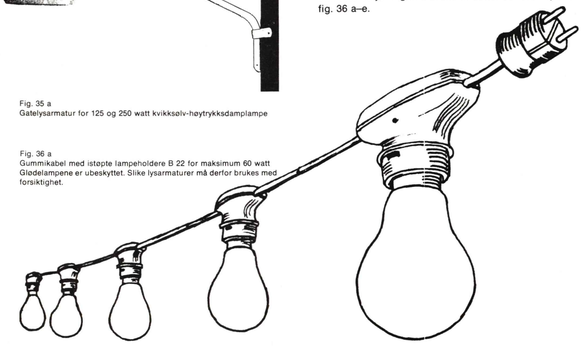


Fig. 36 a
Gummikabel med istøpte lampeholdere B 22 for maksimum 60 watt Glødelampene er ubeskyttet. Slike lysarmaturer må derfor brukes med forsiktighet.

Fig. 35 b
Armatur for montering på vegg eller stolpe med 200 watt glødelampe eller 160 watt blandingslyslampe
Armaturen er forsynt med krystall panserglass.

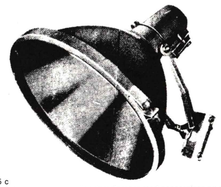


Fig. 35 c
Lyskaster for glødelamper eller damplamper med panserglass og med feste for vegg eller stolpe
Armaturene leveres i forskjellige størrelser fra 200 til 2000 watt.

36 Ganglys inne (ganger, trapper, kjellere o.l.)

På et bygg må transport- og gangveger sikres med godt lys for å lette arbeidet og for å trygge arbeidsplassen. Rekkebelysning er vel den mest alminnelige og den enkleste belysningen å bruke til dette. Se forøvrig eks. fig. 36 a–e.

Fig. 36 b
Beskyttelsesgitter

Fig. 36 c
S-klammer
Ledningsoppheng i PVC

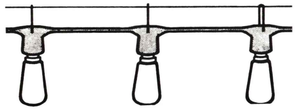


Fig. 36 d
Neoprenkabel med istøpte lampeholdere maks. 60 watt, med mellomsokkel maks. 200 watt

Fig. 36 e
Armatur som monteres med NMHV gummikabel
Armatur utført i gummi med kuppel i makrolon
Holder E27 eller B22 maks. 60 watt

Fig. 37 a
Håndlampe i gummi med pressglass og beskyttelsesgitter E27 eller B22, maks. 60 W

37 Arbeidslys inne

Behovet for godt arbeidslys inne på byggeplasser vil variere sterkt, alt etter den arbeidsoperasjon som skal utføres. Men felles for all denne belysningen er at den må være lett å flytte, grei å regulere samtidig som den bør være slik at den ikke blender. Se eks. fig. 36 a–c.

Fig. 37 b
Arbeidslampe med beskyttelsesgitter
Armaturen er påmontert stikkontakt 10/2+j for viderekobling, f.eks. til ny lampe eller til elektrisk håndverktøy.

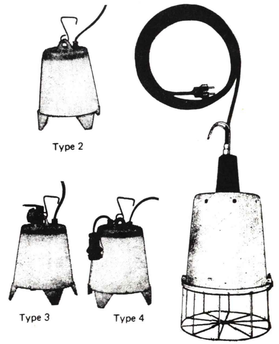


Fig. 37 c
Arbeidslamper med plastskjerm, dobbeltisolert
Lampene gir blendfritt lys gjennom skjermen. Type 2 og 3 er påmontert stikkontakt 10/16A+j for viderekobling, maks. 200 watt glødelampe.

Type 4 med skjøtekontakt av panserbakelitt 10/16A m/jord

38 Skifte-, vaske- og spiserom (brakker). Verksted og lager. Kontor

Det blir etter hvert mer alminnelig å skifte ut glødelampearmaturen med lysrørarmaturer i slike rom. Dette henger nært sammen med økte krav til trivsel og miljø på arbeidsplassen. Det finnes en rekke typer armaturer som er velegnet til formålet, fra enkle lyslister til utstyrsarmaturer. Se eks. fig. 38 a–f.

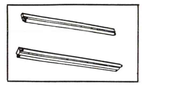


Fig. 38 a
Lyslister, 1 og 2 rørs

Fig. 38 b
Lyslist m/reflektor

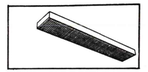


Fig. 38 c
Lyslist m/ramme og plastraster

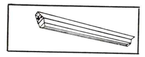
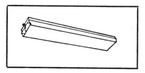


Fig. 38 d
Industriarmaturer m/akrylskjerm, 1 og 2 rørs



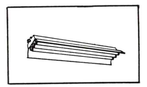
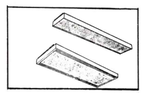


Fig. 38 e
Industriarmatur m/reflektor



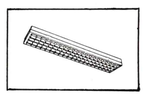


Fig. 38 f
Interiørarmaturer 1, 2, 3 og 4 rørs m/plastskjerm, prismatisk plast, plastraster eller aluminiumsraster

4 REFERANSER

41 Dette bladet inngår i samlingen «Midlertidige elinstallasjoner for bygg og anlegg». Det er utarbeidet av Utvalg for midlertidige elektriske anlegg (UME), nedsatt av NVE og NBI.
Redaksjonen er avsluttet i november 1979. Bladene distribueres av Norges byggforskningsinstitutt, Forskningsveien 3b, Oslo 3.

42 Litteratur

421 Elektroinstallatørenes Landsforbund, Entreprenørenes Servicekontor, ELMI-katalogen.
422 NEMKO Godkjent elektrisk utstyr. Del 2 Lysutstyr.

Nikolai Olsens trykkeri a.s.

Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen
Norges byggforskningsinstitutt

Midlertidige elinstallasjoner på bygge- og anleggsplasser

Lysarmaturer og -stolper

Utvalg for midlertidige elektriske anlegg (UME)

ME 4.31
Utgitt våren 1980

0 GENERELT

01 Innhold

Dette bladet omhandler lysarmaturer og -stolper for bygge- og anleggsplasser.

02 Bladet er ment som oppslagsinformasjon ved planlegging av arbeidsbelysningen. Eksempler på det materiellet som finnes på markedet, er vist i leverandørkataloger og -brosjyrer.

03 Andre ME-blad med tilknytning til dette bladet:
ME 3.33 Kapsling av anleggsdeler
ME 4.30 A Lyskilder. Damplamper
ME 4.30 B Lyskilder. Glødelamper
ME 6.40 Om lystekniske ord og uttrykk
ME 6.41 Krav til arbeidslyset
ME 6.42 Beregning av lysanlegg

1 MASTER FOR OMRÅDEBELYSNING

Mastehøyden kan klassifiseres som høy, > 18 meter, middels 12–17 meter og lav 6–11 meter. Armaturtype og monteringsmåte vil avhenge sterkt av byggeplassens form.
På større byggeplasser med høye bygninger, 4 etasjer og mere, hvor en skal ferdes fritt med kjøretøyer og kraner, må en ofte montere et fåtall høye master med kraftige lyskastere, 2000 watt halogenglødelamper eller 1000–2000 watt kvikksølv-høytrykksdamplamper. Fig. 1 a.

Fig. 1 a
Lysmast
Ofte kan det være formålstjenlig å gå til reising av høygittermaster som settes sammen i seksjoner. For disse må det støpes solide fundamenter som er sikret mot ujevne setninger eller teleheving.

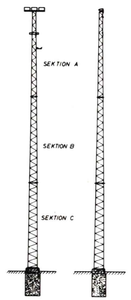
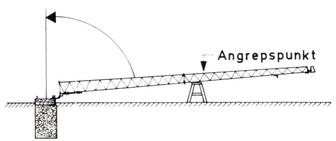


Fig. 1 b
Seksjonsmaster

18 m. mast
Type
11-60033



Utgitt av
Ettertrykk forbudt

Norges byggforskningsinstitutt Tlf. (02) 46 98 80 Postadresse: Postboks 322 Blindern Oslo 3

Stor mastehøyde kan innebære både fordeler og ulemper. Av fordelene kan nevnes:
- Store arealer kan belyses effektivt fra få master
- Redusert blending
- Overlapping av lyset gjør at det er mindre plagsomt om en lampe slokner.

Av ulemper kan nevnes:
- Mastenes fundamenter kan være kostbare og plasskrevende. Jo høyere mast, jo større plass kreves for fundamentering, særlig der det er vanskelige grunnforhold.
- Strølys mot nabobebyggelse kan føre til klager
- Flytrafikk kan begrense mulighetene for høymaster
- Atkomsten til høymaster kan være farlig

På plasser med mindre byggehøyder, og hvor det er muligheter for å benytte flere master, kan disse være fra 12–17 meter høye og bestykkes med mindre lyskastere, 1000 watt halogenglødelamper eller 250–400 W kvikksølv- eller natrium høytrykks-damplamper. Fig. 1 b.
Ved 1–2 etasjes bebyggelse, på en del lagerplasser o.l., kan mastehøyden reduseres til 6–11 m. Fig. 1 c.
For mastehøyder 6–7 m brukes ofte impregnerte trestolper som fundamenteres til ca. 1,5 meters dybde. Masteavstanden bør ikke overskride 30 meter.
Også kranstammer, hvor disse står stille, kan benyttes som lysmaster. Lyskastere på bevegelige kranstammer og -armer kan derimot ikke anbefales for områdebelysning.

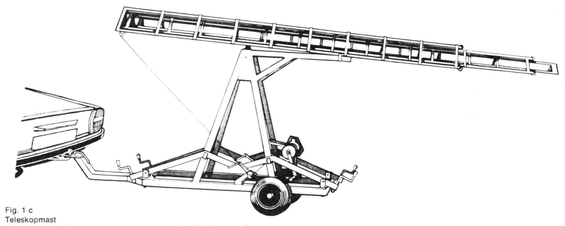


Fig. 1 c
Teleskopmast
Teleskopmast 5 til 13 meter, transportabel med stativ for montering.
Masten er beregnet for 3 armaturer. Den kan heves og senkes med påmontert heiseanordning.

2 MASTER FOR PLASSBELYSNING

Områdebelysningen er vanligvis ikke tilstrekkelig som belysning der arbeid pågår.
Som belysning i slike områder er det hensiktsmessig med lett flyttbare lysmaster, gjerne teleskop påmontert belysningsarmaturer. Fig. 2 a og 2 b.

Fig. 2 a
Teleskopstativ påmontert glødelampearmatur

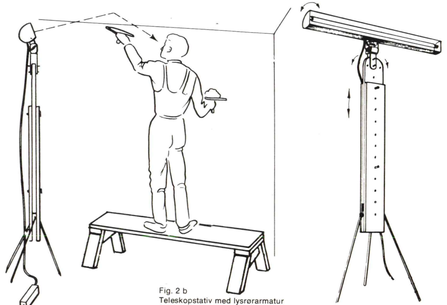


Fig. 2 b
Teleskopstativ med lysrørarmatur
Egner seg ved tynnpussing (sandsparkling) av tak for å unngå slagskygger.

3 LYSARMATURER

31 Optikk

311 En lyskaster består av lysarmatur og lyskilde. Lysarmaturen har en lampeholder for å holde lyskilden (lampen) i riktig stilling og for å tilføre strøm og et armaturhus med feste- og innstillingsanordning, eventuelt også et rom for forkoblings- og tilkoblingsutstyr.
For å lede lyset ut av armaturen og å gi den ønskede lysfordeling i de forskjellige retninger, brukes reflekterende flater inne i armaturhuset som kan gi speilende eller diffus refleksjon eller en kombinasjon av begge. Som reflektor kan brukes platemateriale som vanligvis har en refleksjonsfaktor på 75–90 % i ny (og ren) tilstand. Speilende flater kan også være hamret eller fasettert slik at virkningen blir delvis diffuserende.
Spredning kan i en viss utstrekning oppnås ved å gi dekkglasset en ruglet eller fasettert overflate, eller ved å tilsette lyssprednde pigment i materialet. Sistnevnte metode nedsetter lystransmisjonen og øker refleksjonen. Legges det inn rettlinjede eller sirkulære riller i overflaten, vil lysstrålen få en større eller mindre brytning, avhengig av dybden av rillene. Se fig. 311.

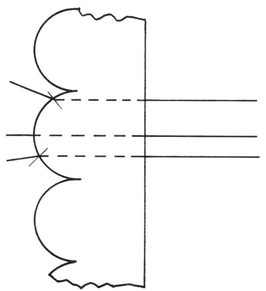


Fig. 311
Brytning av lyset gjennom rillet glass eller plast

312 Lyskilder med svært små dimensjoner i forhold til reflektoren kan betraktes som nær punktformede lyskilder. Plasseres lyskildens lysende legeme i brennpunktet til en reflektor med form som rotasjonsparaboloide, vil lyskasteren sende ut parallelle lysstråler, fig. 312 a. Åpningsvinkelen på reflektoren avgjør vidden på lysutsendelsen. En kan få større vidde ved å plassere et transparent lyssprednde materiale mellom lyskilde og reflektor, eller spre lyset ved hjelp av riller i frontglasset. Lysvidden kan også økes ved å forskyve lyskilden ut fra reflektorens brennpunkt. Men ved for stor forskyvning kan dette lett forårsake ujevn lysutsendelse.

For lyskilder med stor utstrekning kan en få konsentrert lysvidden ved hjelp av rillet frontglass som ved sin brytning av lyset samler dette, fig. 312 b.

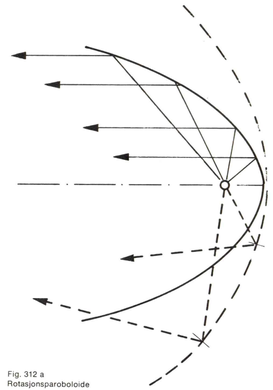


Fig. 312 a
Rotasjonsparaboloide

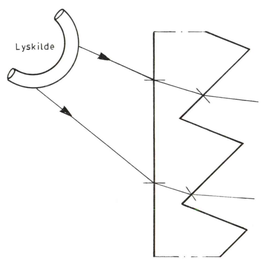


Fig. 312 b
Brytning av lyset gjennom lyskasterens frontglass for å oppnå konsentrert lysutsendelse for lyskilder med stor utstrekning

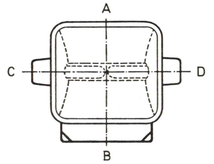
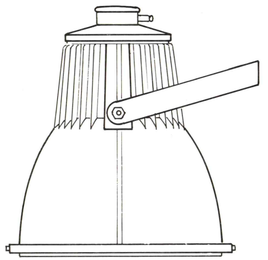
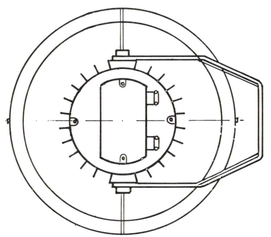
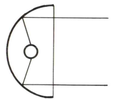


Fig. 313 a
Bisymmetrisk lysarmatur med stavformet lyskilde





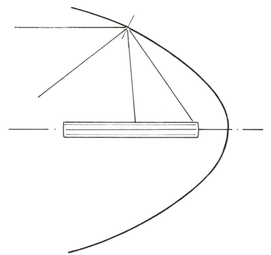
Ig. 313 b
lotasjonssymmetrisk lysarmatur med stavformet lyskilde



313 Stavformede lyskilder anbringes gjerne vannrett inne i armaturen, fig. 313 a. I vertikalsnittet A–B på figuren får vi et system med punktformet lyskilde, og lysvidden kan bestemmes ved hjelp av åpningsvinkelen på reflektoren. I horisontalaksen C–D har lyskilden en meget stor utstrekning, og det er vanskelig å få til noen lyssamling.

Plasseres en stavformet lyskilde med sin lengdeakse i lysarmaturens senterakse, blir lysutsendelsen symmetrisk om reflektorens lengdeakse. Lysvidden blir her nokså stor, fig. 313 b.

32 Alminnelige krav til utstyret og bruken av det
Påse at riktig lysutstyr blir anskaffet og at det blir montert og tilkoblet på en forsvarlig måte.
Påse at lysutstyret er tilpasset faktisk spenning og at lampeskifte, renhold, montering og demontering er enkelt. Utstyret må ha godkjent kapsling i solid utførelse som tåler røff behandling og være korrosjonsbestandig.
Avløpshull for kondensvann er vanligvis nødvendig for tette armaturer.
Sørg for jevnlig inspeksjon og sørg for at kondenshullet ikke blir tilstoppet.



33 Spredevinkel
For praktisk talt alle typer lyskilder kan det leveres armaturer med smal, middels eller bred spredevinkel (strålebunt), dog ikke lysrør som på grunn av sin lengde best egner seg for bred spredevinkel. For lyskilder med rørform kan det leveres armaturer med bred spredevinkel i horisontalplanet og mer eller mindre smal vinkel i vertikalplanet, dessuten armatur med asymmetrisk lysfordeling.
Bredstrålende armatur gir et jevnere lys enn smalstrålende, men gir samtidig mer strølys utenfor selve arbeidsområdet. Er man i tvil, kan det ofte være hensiktsmessig å velge en middels bredstrålende armatur og siden supplere denne etter behov med smalstrålende og/eller bredstrålende armaturer.

34 Lysarmaturer for høye og middels høye master
Se eks. fig. 34 a–e.

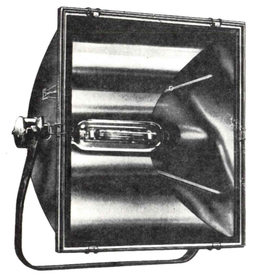


Fig. 34 a
Armatur for 2000 watt halogenmetalldamp-lampe

Fig. 34 b
Armatur for halogen metalldamp-lamper. Fåes for 500, 1000, 1500 og 2000-watt lamper

Fig. 34 c
Armatur for 250 og 400 watt halogen metalldamplamper eller natriumhøytrykksdamplamper

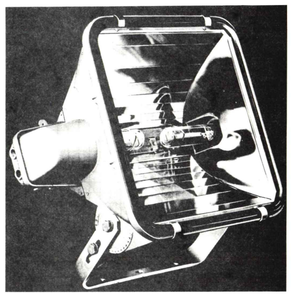


Fig. 34 d
Armatur for 2 stk. 400 watt halogen metalldamplamper eller natriumhøytrykksdamplamper

23 Kapsling

Der hvor man risikerer at fuktighet eller støv kan trenge inn i bryteren, bør det benyttes tett isolerstoffkapsel (fig. 16 b). Ved bruk av slik kapsel må det benyttes *isolerstoff* pakknipler for innføringene. Metallnipler må *ikke* brukes. En metallnippel på tilførselssiden kan ligge an mot jordet metalldel (skap). Hvis det da oppstår isolasjonsfeil på kabelen foran bryteren, vil ikke bryteren kunne registrere feilen, og man kan få farlig berøringsspenning på skapet. Jordfeilbryteren kan nemlig bare beskytte mot skader som skyldes feil som oppstår *etter* bryteren.

24 Montering og tilkobling

De fleste jordfeilbrytere for 25–40 og 63 A leveres med hurtigfeste for montering på normprofilskinne (35 mm) og de fleste festeskinnetyper i vanlige sikringsskap. De er også forsynt med festehull som muliggjør feste med skruer.

Jordfeilbryteren tilkobles de faser som er aktuelle i anlegget og eventuell N-leder, som alle må føres gjennom bryteren. Blir en 4-polet – (3-polet + N) bryter bare benyttet som 2-polet, må det påses at de riktige klemmer tilkobles. Dette fremgår av vedlagt montasjeanvisning eller av koblingsskjema på merkeskiltet på bryteren.

OBS! Jordledningen må *ikke* tilkobles bryteren, men føres utenom, ellers vil bryteren ikke løse ut. Det oppstår aldri noen differansestrøm. Dette gjelder også kombinert jord- og nulleder i mellomspenningsanlegg, PEN-leder.

25 Kontroll

Etter at bryteren er montert, kan man kontrollere at bryteren fungerer ved å gi et kort trykk på prøvetasten. Derved simulerer man en jordfeil, og bryteren skal momentant løse ut.

26 Feilsøking

Jordfeilbryteren har koblet ut – Hvor er feilen? Se fig. 26.

3 JORDFEILVARSLER

31 Oppbygging

Jordfeilvarslere kan ha noe forskjellig oppbygging. De hittil mest benyttede jordfeilvarslere består av en sumstrømstranformator (også kalt jordstrømstransformator, kabelstrømstransformator) med påbygd eller med separat jordstrømsrelé. Fig. 31 a, 31 b og 31 c.

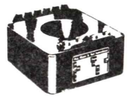


Fig. 31 a
Sumstrømstransformator

Fig. 31 b
Jordstrømsrelé med signallampe og innstillingsknapp for varslingsnivå

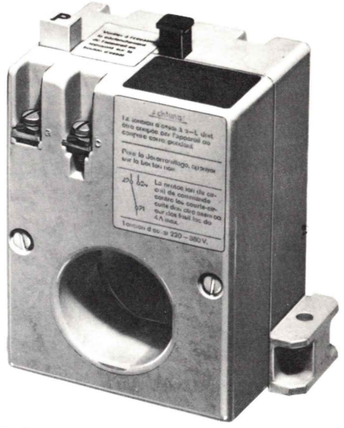


Fig. 31 c
Sumstrømstransformator med relé (oftest benevnt jordfeilrelé)

Sumstrømstransformatoren kan leveres med forskjellige hulldiametere for kabelgjennomføringen.

Jordstrømsreléet leveres i utførelser som passer til den strømtransformator man velger. Selve reléet består av en elektonikkenhet, nettransformator og utgangsrelé. Det hele er vanligvis bygd under en kapsling hvor fronten er forsynt med en innstillingsknapp og en signallampe som indikerer når jordstrømmen overstiger den innstilte verdien. I tillegg til denne indikering kan ekstern varsling eller utkobling skje over utgangsreléets kontakter, ved synlig og/eller hørbart signal, eller om man ønsker over en kontaktor som automatisk kobler ut strømmen ved en på forhånd innstilt jordstrøm.

32 Virkemåte

Jordfeilvarsleren arbeider etter samme prinsipp som jordfeilbryteren, nemlig at summen av alle fasestrømmene i et feilfritt anlegg er lik null. Er summen ikke lik null, indikerer dette en feilstrøm. Se for øvrig fig. 32.

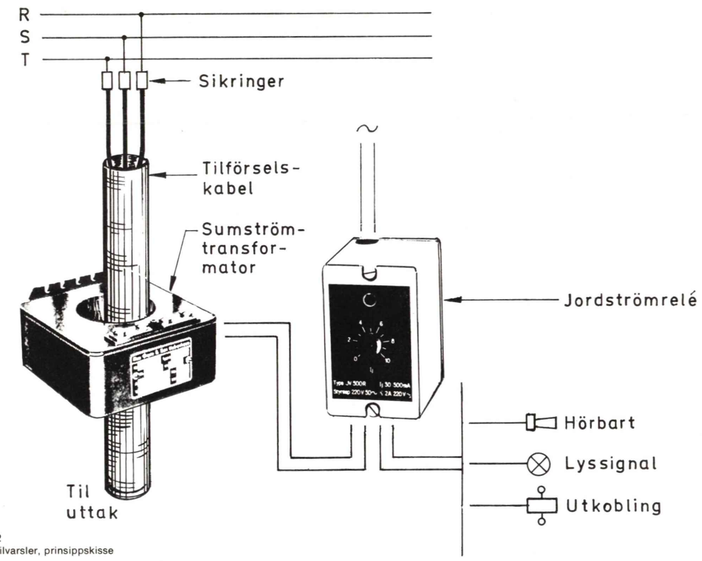


Fig. 32
Jordfeilvarsler, prinsippskisse

33 Montering

Det må påsees at alle faser – og eventuell N-leder, føres gjennom sumstrømstransformatoren. Eventuell jordleder eller jordingsskjerm på kabelen må føres utenom transformatoren. Dette gjelder også kombinert jord- og nulleder (PEN-leder). Jordfeilvarsler kan benyttes for 1 fase, 3 faser og 3 faser + N-leder.

34 Feilsøking

Ved feilsøking brukes signalet (lys eller lyd) som hjelpemiddel. For øvrig blir fremgangsmåten i prinsippet som ved feilsøking med jordfeilbryter.

6 REFERANSER

61 Dette bladet inngår i samlingen «Midlertidige elinstallasjoner for bygg og anlegg». Det er utarbeidet av Utvalg for midlertidige elektriske anlegg (UME), nedsatt av NVE og NBI. Redaksjonen er avsluttet i november 1979. Bladene distribueres av Norges byggforskningsinstitutt, Forskningsveien 3b, Oslo 3.

62 LITTERATUR

621 NEMKO-sirkulære 28/1972. Sikring av jordfeilbrytere.

Nikolai Olsens trykkeri a.s.

Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen
Norges byggforskningsinstitutt

Midlertidige elinstallasjoner på bygge- og anleggsplasser

Jordfeilbryter og jordfeilvarsler

Utvalg for midlertidige elektriske anlegg (UME)

ME 4.40
Utgitt våren 1980

0 GENERELT

01 Dette bladet omhandler jordfeilbryterens og jordfeilvarslerens oppbygging, virkemåte og bruk.

02 Jordfeilbryter-beskyttelse gir, sammen med andre beskyttelsesmetoder i lavspenningsanlegg, en rekke fordeler. Foruten å beskytte mot farlig berøringsspenning, gir jordfeilbryteren beskyttelse mot brannfare som kan oppstå ved overledning (jordslutning) p.g.a. dårlig isolasjon eller isolasjonsskader.

Et supplement til jordfeilbryter er jordfeilvarsler. Jordfeilvarsleren må være tilknyttet et eget utkoblingsorgan for at anlegget skal kobles ut når jordfeil oppstår. Uten utkoblingsorgan (motorvernbryter eller kontaktor) kan jordfeilreleene/jordfeilvarsleren gi signal – synlig og/eller hørbart – hvis man ikke ønsker utkobling (driftsstans uønsket).

03 Andre ME-blad med særlig tilknytning til dette bladet:
ME 4.50 Flyttbare sentraler

1 JORDFEILBRYTERENS OPPBYGGING OG VIRKEMÅTE

11 Oppbygging

Jordfeilbryteren inneholder en strømtransformator hvor alle faser og eventuelt N-leder er ført gjennom ringkjernen, se fig. 11. Trafoens sekundærvikling er tilknyttet jordfeilbryterens «hjerte» – en såkalt sperremagnet. Det er sperremagneten som påvirker utkoblingsmekanismen som ved lekkasjestrøm til jord trer i funksjon og sørger for utkopling.

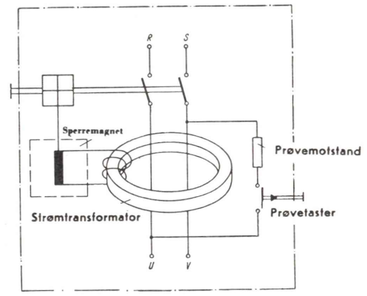


fig. 11
Skjematisk fremstilling av jordfeilbryter med sperremagnet

12 Virkemåte

121 Ved normal drift i et feilfritt anlegg, fig. 121 a, er den vektorielle summen av strømmene (øyeblikksverdien) gjennom tranformatorens ringkjerne lik null. 10 A går gjennom den ene fasen og tilbake i motsatt retning i den andre. Det er balanse i systemet, og det induseres ingen spenning i sekundærviklingen. Dette forandrer seg straks det oppstår en isolasjonsfeil/jordfeil etter jordfeilbryteren slik som vist i fig. 121 b. Det er likegyldig om feilen opptrer i apparatet som skal beskyttes eller i tilførselsledningen etter jordfeilbryteren. Av de 10,5 A som går gjennom den ene fasen, går bare 10 A tilbake den «riktige» veg over den andre fasen, mens 0,5 A finner veien tilbake over apparatets jordforbindelse og nettledningens kapasitet mot jord. Denne feilstrømmen på 0,5 A vil indusere en spenning i sekundærviklingen som gjør at jordfeilbryteren kobler ut momentant (på under 0,03 sek.). (Vi har forutsatt at i eksemplet er jordfeilbryterens merkeutløsestrøm maks. 0,5 A.).

Utgitt av
Norges byggforskningsinstitutt Tlf. (02) 46 98 80 Postadresse: Postboks 322 Blindern Oslo 3

Ettertrykk forbudt

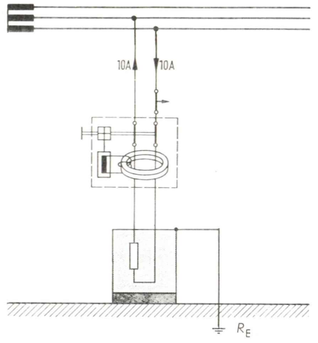


Fig. 121 a
Jordfeilbryter i et anlegg uten isolasjonsfeil

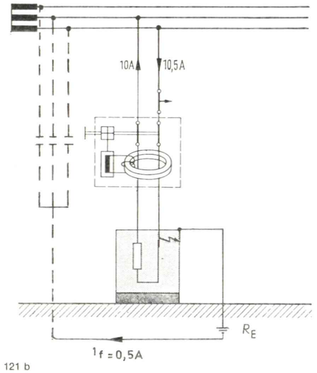


Fig. 121 b
Isolasjonsfeil i anlegget
Det flyter en feilstrøm I_f på 0,5 A via nettets kapasitet mot jord tilbake til transformatoren

122 I anlegg med isolert nøytralpunkt (som er det vanlige her i landet i 230 V fordelingssystemer) er det de omtalte kapasiteter mellom lederne og jord som er årsaken til at det i hele tatt kan flyte en strøm hvis en av lederne i et ellers feilfritt nett får forbindelse til jord. En slik kapasitiv jordslutningsstrøm er alltid liten i forhold til den enpolede kortslutningsstrømmen som vil opptre i fordelingssystemer med direkte jordet nøytralpunkt. I små nett med luftledninger kan den kapasitive jordslutningsstrømmen være 1–10 mA. I større nett kan den være 1 A. I kabelnett kan jordslutningsstrømmen være 5–10 ganger større.

123 På byggeplasser som forsynes fra egen transformator, bør en være oppmerksom på at en jordfeilbryter eller -varsler ikke alltid virker ved jordfeil hvis jordfeilbryteren eller -varsleren er plassert for nær transformatoren. Dette skyldes at det er nettets kapasitet mot jord *foran* jordfeilbryteren eller -varsleren som avgjør om jordslutningsstrømmen blir stor nok til å føre til utkobling eller signal. Se fig. 123.

13 Jordfeilbryterens følsomhet
Det finnes jordfeilbrytere for forskjellige merkestrømmer. Dette beror på bryterens såkalte merkeutløsestrøm eller nominelle utløsestrøm (I_{fn}). Jordfeilbrytere finnes i dag i utførelse for følgende merkestrømmer (de tillatte belastningsstrømmer) I_N og nominelle utløsestrømmer I_{fn}
I_N: 25 A – 40 A – 50 A – 63 A – 100 A – 160 A
I_{fn}: 0,03 A – 0,3 A – 0,5 A – 1 A

14 Jordfeilbrytere i «høyomfintlig» utførelse
De jordfeilbrytere som blir mest benyttet i dag, er av den såkalte «høyomfintlige» utførelse. Disse har merkeutløsestrøm I_{fn} = 0,03 A. Det betyr at bryteren med sikkerhet kobler ut ved en feilstrøm på 0,03 A i løpet av 10–30 millisekunder. Disse bryterne gir derfor en bedre personbeskyttelse enn de med I_{fn} = 0,3 – 0,5 A og høyere. En feilstrøm på 30 mA regnes vanligvis som en ufarlig verdi for mennesket når den kobles ut hurtig. Det betyr at disse jordfeilbryterne til en viss grad beskytter mot farlig strøm som man kan bli utsatt for ved direkte berøring av driftsmessig spenningsførende del eller apparat med isolasjonsfeil hvis jordledningen er brutt. Hvis fase og jord er ombyttet ved tilkobling av et apparat, oppstår selvsagt en livsfarlig situasjon for brukeren hvis han får strømmen gjennom seg (danner forbindelse til jord). I slike tilfeller kan en jordfeilbryter med I_{fn} = 0,03 A gi en god beskyttelse ved sin momentane utkobling.

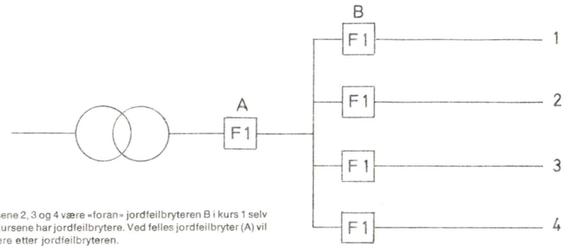


Fig. 123
I figuren vil kursene 2, 3 og 4 være «foran» jordfeilbryteren B i kurs 1 selv om også disse kursene har jordfeilbrytere. Ved felles jordfeilbryter (A) vil alle kursene være etter jordfeilbryteren.

15 Jordfeilbryter med forsinket utkobling
Jordfeilbrytere med såkalt forsinket utkobling gir selektivitet i et anlegg med jordfeilbrytere. Disse jordfeilbryterne kan således benyttes som hovedjordfeilbrytere. De leveres i kapslet utførelse, 4-polet for 100 A og 160 A med nominell utløsestrøm I_{fn} = 1 A.

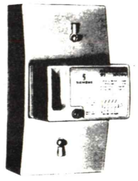


Fig. 16 a
Klemmedeksel

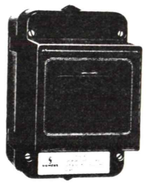


Fig. 16 b
Tett isolerstoffkapsel

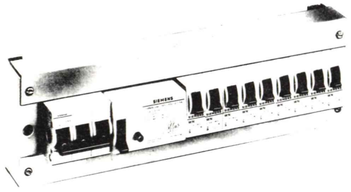


Fig. 16 c
Plast vinkellist

16 Kapsling
Vanlige kapslinger for jordfeilbrytere er:
– Klemmedeksel, fig. 16 a
– Tett isolerstoff-kapsel, fig. 16 b
– Plast vinkellist beregnet brukt i sikringsskap, gjerne i forbindelse med automatsikringer, fig. 16 c

2 MONTERING OG BRUK AV JORDFEILBRYTER

21 Jording og forskriftenes krav til jordingsmotstand

211 *Uten bruk av jordfeilbryter.* **Forskriftene (§ 406) sier at** tillatt berøringsspenningen ikke må overstige 50 V ved beskyttelsesjording. Ved beskyttelsesjording uten bruk av jordfeilbryter blir det eventuelt sikringspatronen eller automatsikringen som er utkoblingsorgan ved jordslutning. En sikringspatron løser ikke momentant ut for den påstemplede merkestrømmen, men tåler vesentlig større strøm i flere sekunder innen den bryter kretsen. For å oppnå utkobling må man stille følgende krav til den totale impedans i jordslutningskretsen:

$$z = \frac{50}{10 \times 3{,}5} = 1{,}43 \text{ ohm}$$

Vi har regnet at en 10 A forankoblet sikring vil kunne føre 3,5 × merkestrømmen, dvs. 35 A i flere sekunder før utkobling skjer. I praksis er det så å si bare i anlegg med direkte jordet nøytralpunkt at impedansen i jordslutningskretsen kan bli så lav som 1,43 Ω ved enpolet jordslutning. Selv om kravet kan oppfylles, vil utkoblingsstrømmen på 35 A likevel flyte i relativt lang tid før utkobling finner sted. I denne tiden kan man ha livsfarlige spenninger.

212 *Ved bruk av jordfeilbrytere* skal alle apparater og anleggsdeler jordes på vanlig måte.
Kravet til jordingsmotstandens størrelse for å oppnå at jordfeilbryteren kobler ut er imidlertid beskjedent. Den minste strømmen som jordfeilbryteren med *sikkerhet* skal løse ut for, er merkeutløsestrømmen. I praksis finner utkobling sted mellom 0,5 × I_{fn} og I × I_{fn} – dvs. for en bryter med I_{fn} = 0,03 A mellom 0,015 og 0,03 A.
Det er jordfeilbryterens nominelle utløsestrøm I_{fn} som danner grunnlaget for den maksimalt tillatte overgangsmotstanden til jord, Rj, for anlegget. Ifølge Ohm's lov blir da:

$$Rj = \frac{\text{Tillatt berøringsspenning}}{\text{Nominell utløsestrøm}}$$

1	2
Jordfeilbryter med I_{fn} = 0,5 A	Jordfeilbryter med I_{fn} = 0,03 A
$Rj = \frac{50}{0{,}5} = 100\ \Omega$	$Rj = \frac{50}{0{,}03} = 1667\ \Omega$

Disse overgangsmotstandene kan oppnås ved enkle midler, f.eks. jordingsspyd.

22 Forankoblede sikringer for jordfeilbrytere
Ved bruk av forankoblede sikringer som overbelastningsvern må sikringenes merkestrøm ikke være større enn jordfeilbryterens merkestrøm. Ved en fast tilkoblet belastning – som ikke overskrider jordfeilbryterens merkestrøm, f.eks. varmekabelanlegg, – kan de forankoblede sikringene betraktes som kortslutningsbeskyttelse. Høyeste tillatte forankoblede sikringers merkestrøm oppgis av bryterfabrikanten. Se også NEMKO-Sirkulære 28/72.

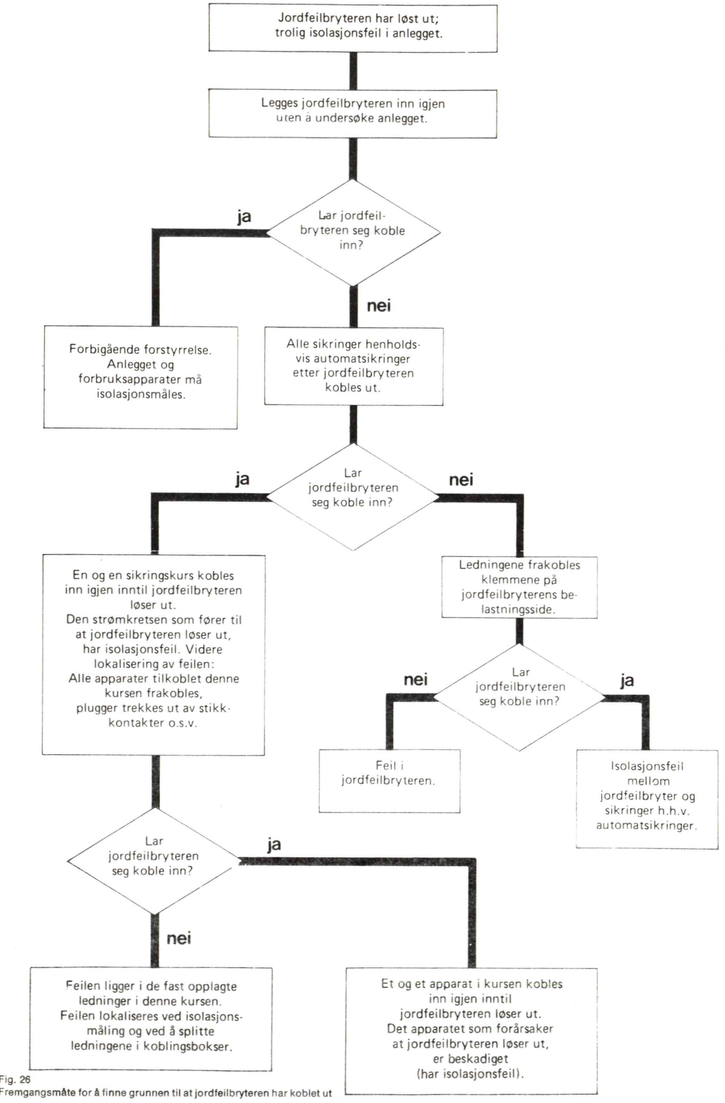


Fig. 26
Fremgangsmåte for å finne grunnen til at jordfeilbryteren har koblet ut

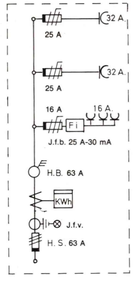


Fig. 4 a
Hovedsentral type HS 63 m/stik.ford.

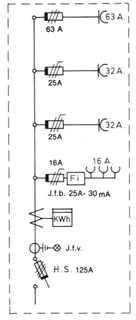


Fig. 4 b
Hovedsentral type HS 125 m/stik.ford.

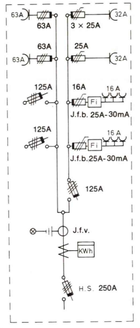


Fig. 4 c
Hovedsentral type HS 250 m/stik.ford.

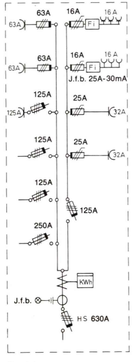


Fig. 4 d
Hovedsentral type HS 630 m/stik.ford.

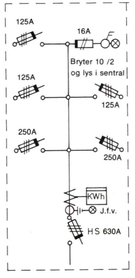


Fig. 4 e
Hovedsentral type HS 630

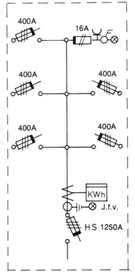


Fig. 4 f
Hovedsentral type HS 1250

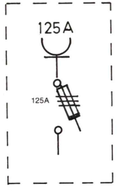


Fig. 4 g
Fordelingssentral type FS 125

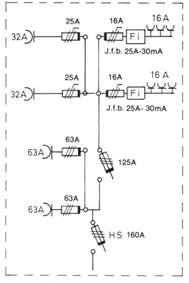


Fig. 4 h
Fordelingssentral type FS 160

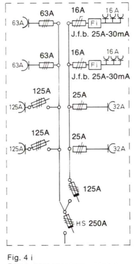


Fig. 4 i
Fordelingssentral type FS 250

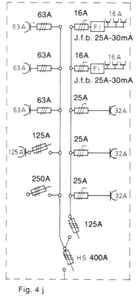


Fig. 4 j
Fordelingssentral type FS 400

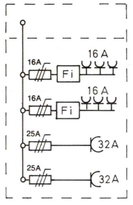


Fig. 4 k
Undersentral type US 00206

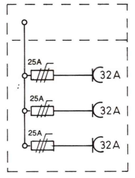


Fig. 4 l
Undersentral type US 00300

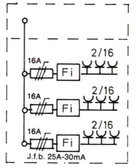


Fig. 4 m
Undersentral type US 00009

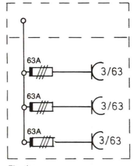


Fig. 4 n
Undersentral type US 03000

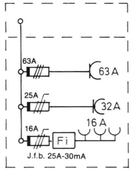


Fig. 4 o
Undersentral type US 1103

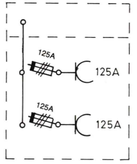


Fig. 4 p
Undersentral type US 20000

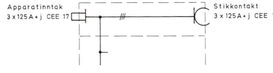


Fig. 4 q
Tilkopling og viderekopling av US gjennom apparatinntak og stikkontakt.

5 REFERANSER

51 Dette bladet inngår i samlingen «Midlertidige elinstallasjoner for bygg og anlegg». Det er utarbeidet av Utvalg for midlertidige elektriske anlegg (UME), nedsatt av NVE og NBI. Redaksjonen er avsluttet i november 1979. Bladene distribueres av Norges byggforskningsinstitutt, Forskningsveien 3b, Oslo 3.

Nikolai Olsens trykkeri a.s.

Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen

Norges byggforskningsinstitutt

Midlertidige elinstallasjoner på bygge- og anleggsplasser

Flyttbare sentraler

Utvalg for midlertidige elektriske anlegg (UME)

ME 4.50
Utgitt våren 1980

0 GENERELT

01 Innhold

Dette bladet er et forslag til norm for flyttbare sentraler. Sentralene er nødvendige ledd i distribusjon av byggestrømmen og er forsynt med sikringer for uttak til de forskjellige produksjonsformål. Aktuelle størrelser på sentraler, type, utstyr og kapslingsart er angitt. Retningslinjene er utarbeidet på grunnlag av oppgaver og råd som er innhentet fra bransjehold, bl.a. entreprenører, produsenter, NEVF, elverk, NVE og NEMKO.

02 Hensikt

Hensikten med forslaget er at det skal være retningslinjer og bidra til å eliminere en del av de problemer som både produsenter og brukere står overfor i dag som følge av manglende norm, som f.eks. bruk av forskjellige typer stikkontakter, apparatinntak, plugger, skjøtekontakter, sikringsutstyr o.a. Manglende felles norm har medført at de større fabrikanter ikke har kunnet satse særlig på produktutvikling og produksjon av sentraler. Omvendt har manglende tilbud fra de større produsenter ført til utvikling av forskjellige systemer og hjemmeproduksjon hos større entreprenører. Mange små og middels store entreprenører er dermed blitt hengende etter i utviklingen, med tildels dårlig og uhensiktsmessig utstyr som har liten eller ingen ombruksverdi (fig. 02). Dersom sentralene i større utstrekning kan bli vanlig handelsvare, vil dette kunne effektivisere byggeproduksjonen i vesentlig grad og bety større sikkerhet for personellet.

Fig. 02
Et provisorisk fordelingsanlegg som ikke bør forekomme på en byggeplass

Forutsetningen for normen er at den ikke må bli til hinder for produktutvikling og må kunne endres i takt med utviklingen.

03 For utførelse og bruk av sentraler gjelder Forskrifter for elektriske anlegg. Det stedlige tilsyn fører generell kontroll med at sentralene tilfredsstiller forskriftenes krav. Enkelte typer er underlagt kontrollplikt ved NEMKO.

04 Andre ME-blad med tilknytning til dette bladet:
ME 3.38 Enheter og elektroniske tegnesymboler
ME 4.10 Sikringsmateriell
ME 4.20 Stikkontaktmateriell
ME 4.40 Jordfeilbryter og jordfeilvarsler

1 KLASSE- OG TYPEINNDELING

11 Alt etter hvilke funksjonskrav som skal oppfylles, kan sentralene deles i tre klasser. Klassene er gitt betegnelsene
1. Hovedsentral
2. Fordelingssentral
3. Undersentral
Figur 11 a viser skjematisk en elrigg plan hvor alle tre klasser er i bruk.
Klasseinndelingen går fram av fig. 11 b.

Innen hver klasse omfatter forslagene forskjellige typer (størrelser) av sentraler. Hoved- og fordelingssentraler betegnes etter hovedsikringens størrelse i ampere. For hoved- og fordelingssentraler refererer type nr. seg til størrelsen på sentralens hovedsikringer. For undersentraler refererer de oppsatte ampère-verdier seg til foranstående sikringer plassert i hoved- eller fordelingssentraler, se tabell 11 a.

For undersentraler omfatter forslaget 6 typer:
US 00206, US 00300, US 00009, US 03000, US 01103, US 20000
Sifrene i typebetegnelsen angir antall stikkontakter og stikkontaktenes merkestrøm. Se eksempel fig. 11 c.

Inndelingen i klasser og typer er basert på de sentralstørrelser og -typer som stort sett brukes på byggeplassene i dag.

Utgitt av

Ettertrykk forbudt

Norges byggforskningsinstitutt Tlf. (02) 46 98 80 Postadresse: Postboks 322 Blindern Oslo 3

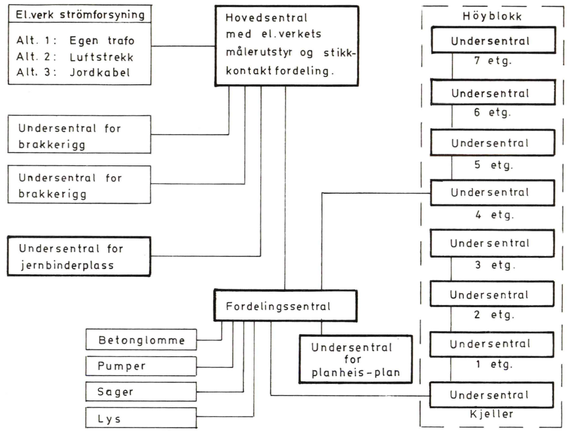


Fig. 11 a
Skjematisk elriggplan med flyttbare sentraler

Tabell 11 a
Flyttbare sentraler. Minste tverrsnitt for inngående ledning

Hovedsentral	HS			63	125		250			630	1250
Fordelingsentral	FS				125	160	250	400			
Undersentral	US	16	25	63	125	160					
Kapasitet	Ampere	16	25	63	125	160	250	400	630	1250	
–=– ved 220 V kw	0,8–0,9	5	8	20	40	50	80	120	200	400	
	Inngående ledning. Minste tverrsnitt i mm².										
Bevegelig ledning		2,5	4	16	50	70	150 2 × 50	2 × 95			
Kabel utendørs forlagt i jord (§ 507, tabell 5)				10 Cu 16 Al	25 Cu 50 Al	50 Cu 95 Al	95 Cu 150 Al	240 Cu 2 × 70 Cu 2 × 95 Al	2 × 120 Cu 3 × 70 Cu 2 × 240 Al 3 × 95 Al	3 × 240 Cu 4 × 150 Cu 4 × 240 Al	
Forlagt i luft				10 Cu 16 Al	35 Cu	50 Cu 95 Al	120 Cu 150 Al	240 Cu 2 × 70 Cu 2 × 150 Al	2 × 150 Cu 3 × 95 Cu 2 × 240 Al 3 × 150 Al	3 × 240 Cu 4 × 185 Cu 4 × 240 Al	
Forlagt i rør				16 Cu 25 Al	35 Cu 95 Al	70 Cu 95 Al	150 Cu 2 × 50 Cu 240 Al 2 × 95 Al	2 × 95 Cu 3 × 50 Cu 3 × 150 Al 3 × 95 Al	2 × 185 Cu 3 × 95 Cu 3 × 150 Al 4 × 95 Al	4 × 185 Cu	

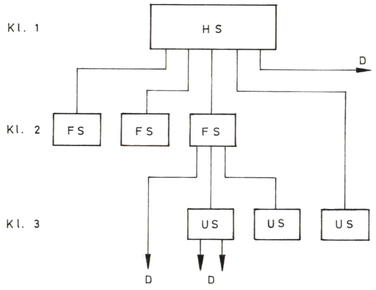


Fig. 11 b
Flyttbare sentraler, klasseinndeling

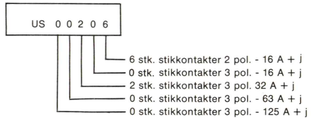


Fig. 11 c
Typebetegnelse for undersentraler
Antall sikkontakter og stikkontaktenes merkestrøm for undersentral type US 00206 er brukt som eksempel.

2 DEFINISJONER

21 Hovedsentral (HS)
Hovesentralen skal formidle all strøm fra elverkets nett. En hovedsentral har hovedsikringer, utstyr for varsling av jordfeil, plass for elverkets måleutstyr, eventuelle nødvendige jordfeilbrytere, brytere, sikringer for uttak samt uttak, eventuelt som stikkontakter.

Merknad:
I praksis finnes det også sentraler hvor hovedsikringer og elverkets måleutstyr er montert i en separat enhet. Enheten er utstyrt med flens for tilkopling til selve hovedsentralen. Derved kan denne byttes ut med en større eller mindre hovedsentral i løpet av anleggsperioden.

22 Fordelingssentraler (FS)
FS får strøm fra hovedsentral og formidler denne direkte til bruksenheten eller undersentralen.
En fordelingssentral har hovedsikringer, sikringer og nødvendige brytere for uttak, direkte uttak eller stikkontakttuttak. Det skal være montert nødvendig jordfeilbrytere. Se pkt. 34.

23 Undersentraler (US)
US får strøm fra fordelingssentral, eventuelt hovedsentral, og formidler denne til mindre bruksenheter. En undersentral har sikringer, eventuelt nødvendige brytere og stikkontakttuttak med forankoplede jordfeilbrytere. Se pkt. 34. Undersentralen har ikke hovedsikringer og forutsettes sikret av foranstående sikringer i fordelings- eller hovedsentral, dvs. tilførselsledningens sikring. Undersentraler bør være utstyrt med koplingsstykke eller stikkontakt for viderekopling. Undersentralen skal være merket med høyeste tillatte merkestrøm for foranstående sikringer. Det skal være montert nødvendige jordfeilbrytere.

3 FUNKSJONSKRAV GENERELT

311 *Transport, lagring.* P.g.a. vekten er det mest praktisk at de største sentralene er frittstående. De skal være forsynt med løftekroker. De mindre sentralene skal være utstyrt med ører eller bøyler samt demonterbart stativ eller ben slik at de etter behov kan henges opp på vegg e.l. eller monteres frittstående. Det er viktig også av hensyn til transport og lagring at stativ eller ben lett kan demonteres.

312 *Instruks til bruker* skal stå i alle sentraler. Se fig. 312.

313 *Kapslinger* må være av et solid materiale, gjerne isolerende, og være korrosjonsbeskyttet på en tilfredsstillende måte.
Sentralenes kapslingsart, se ME-blad 3.33 og 3.31. Sentralene må være konstruert slik at det ikke dannes innvendig kondens av betydning for sikkerheten. De må om nødvendig ha kondensavløp.

Instruks til bruker av midlertidige elektriske anlegg

1. Feilaktig bruk av elektriske anlegg kan medføre person- og brannskader.
2. Elektriske anlegg skal monteres og repareres av fagfolk.
3. Sentralene skal være avlåst når de ikke betjenes.
4. Når jordfeilvarsleren gir signal, betyr dette at det er feil på anlegget. Meld da straks fra til anleggsledelsen.
5. Jordledning skal være ført frem til alle tilkoblingssteder.
   Det skal bare benyttes stikkontakter med jord.
6. Elektrisk utstyr ved utkopling av brytere eller sikringer i sentralen skal frakobles eller gjøres spenningsløst når det ikke er i bruk, for å unngå utilsiktet igangsetting eller bruk av uvedkommende.
7. Elektrisk utstyr må være i forskriftsmessig stand, og skal enten være i ekstraisolert utførelse merket ⊡ eller være forskriftsmessig jordet.
8. Kabler og ledninger skal såvel utendørs som innendørs plasseres eller beskyttes slik at de ikke blir skadet.
9. Kabler, ledninger og utstyr med feil eller mangler skal frakobles, og ikke tas i bruk før reparasjon er foretatt.
10. Bruk av forfalskede eller for store sikringer er forbudt, og kan medføre straffeansvar. Sørg for reservesikringer.

Fig. 312
Instruks til bruker

314 *Størrelse og disponering.* Det er ønskelig med ett rom for tilkopling, ett for sikringer og evt. jordfeilbrytere eller brytere og ett for stikkontaktene.
Sentralene skal være rommelige og utført slik at sikringer, brytere og annet utstyr og alle tilkoplinger er lett tilgjengelig anbragt bak låsbare dører.

315 *Låsanordning.* Sentralene skal kunne låses med solid låseanordning, gjerne hengelås, type Trio Ving. Sentralene skal være forsynt med lås for Ving OLC-nøkkel. Hvor det i tillegg er dør hvor bare sakkyndige har adgang, skal denne døren ha lås for Ving OL-nøkkel. Når sentraler skal brukes utendørs, bør de kunne låses også når de bevegelige ledninger er fort ut av sentralene (f.eks. ved utsparing for ledninger i bunn).

316 *Blanke spenningsførende deler* skal være betryggende beskyttet mot berøring.

317 *Jordskinne, jordklemmerekke.* Det må være en solid, lett tilgjengelig jordskinne eller jordklemmerekke i alle sentraler. Skinner eller klemmerekker må ha en slik utførelse at hver jordleder kan tilkobles og frakobles uten å løse andre jordledere. Det bør være plass for separat jordleder til egen jordelektrode eller for ekvipotensialforbindelse.

318 *Tilkopling og viderekopling.* Sentralenes tilkopling og eventuell viderekopling uten apparatinntak eller stikkontakt skal foretas på lastsikrings(skille)brytere eller i koplingsstykker. HS og FS skal ha klemmer egnet for både Cu- og Al-ledere.
Bevegelige ledninger skal være strekkavlastet.

32 Sikringsutstyr
Som sikringsutstyr skal benyttes: Lastsikrings(skille)brytere eller sikringslister for kopling under last for sikringer med merkestrøm 125 A eller høyere.
For mindre kurser: Flerpolede automatsikringer, G-karakteristikk, eller smeltesikringer.
Se forøvrig ME-blad 4.10.
Vær oppmerksom på at hurtigfester ofte kan være for svake for sikringsmateriell i flyttbare sentraler.

33 Stikkontakter
Alle sentraler med stikkontakter forsynes med CEE 17 normerte kontakter (rundstift med klokkesletts tilling for jordingskontakter) med unntak for stikkontakter 2 × 16A+j som skal være CEE 7 normert.
Se forøvrig ME-blad 4.20.

34 Jordfeilbrytere og -varslere
Det skal være jordfeilbryter med utløserstrøm 30 mA foran topolede stikkontakter med merkestrøm ≤ 16A.
Det skal være jordfeilvarsler i HS som gir signal når strømmen til jord overstiger 100 mA. Er det jordfeilbryter med utløsestrøm 30 mA for samtlige uttak, kreves ikke jordfeilvarsler.
Jordfeilbryter er beskrevet i ME-blad 4.40.
Vær oppmerksom på at hurtigfester ofte kan være for svake for jordfeilbrytere i flyttbare sentraler.

4 DE ENKELTE SENTRALER

Tabell 4 gir en oversikt over utstyret i de enkelte sentraler. Rubrikken helt til høyre gir figurhenvisninger til koblingsskjemaer for sentralene. Stjernene i denne rubrikken viser til fotnote.

Tabell 4
Oversikt over produktfunksjoner med figurhenvisning

Type	Til- og viderekopling	Hovedsikringer UZ	Last sikringsskillebryter	Elverk måler-utstyr	Kurs nr.	Felles-sikring for stikkontakt-fordeling	Last-sikrings-skille-bryter	Jord-feil-varsler	Jord-feil-bry-ter	Sikrin-ger UZ	Auto-mat-sikrin-ger	Last sikrings-skille-bryter	Stikkontakt CEE 7	Stikkontakt CEE 17	Figur-henvis-ning og merk-nader
HS 63	Stikkledning	3×63A		x	1,2 3			x	x		3×25A 3×16A		3 stk. 2×16A+j	3×32A+j	Fig. 4 a
HS 125	–=–		3×125A	x	1 2,3 4			x	x	3×63A	3×25A 3×16A		3 stk. 3×16A+j	3×63A+j 3×32A+j	Fig. 4 b
HS 250	–=–		3×250A	x	1,2 3,4 5,6 7,8	} 3×125A		x	x	–=–	3×25A 3×16A	3×125A	3 stk. 2×16A+j	3×32A+j 3×63A+j	Fig. 4 c
HS 630 med stikkon-taktfor-deling	–=–		3×630A	x	1,2 3,4 5,6 7 8,9 10	} –=–		x *	x	–=–	3×16A 3×25A	–=– –=– 3×250A	–=–	3×32A+j 3×63A+j 3×125A+j	Fig. 4 d
HS 630	–=–		3×630A	x	1 2 3 4,5 6			x		2×16A		3×125A 3×250A 3×125A 3×250A	2×16A+j		* Fig. 4 e
HS 1250	–=–		3×1250A	x	1 2-6			x		–=–		3×400A	–=–		* Fig. 4 f
FS 125					1							3×125A		–=–	Fig. 4 g
FS 160		3×160A			1,2 3,4 5,6	} –=–			x	3×63A	3×16A 3×25A		3 stk. 2×16A+j	3×32A+j 3×63A+j	Fig. 4 h
FS 250		3×250A			1,2 3,4 5,6 7,8	} –=–			x	–=–	3×16A 2×25A	3×125A+j	–=–	3×32A+j 3×63A+j 3×125A+j	Fig. 4 i
FS 400		3×125A			1,2 3, 4, 5 6, 7, 8 9, 10	} –=–			x	3×63A	3×16A 3×25A	3×125A	3 stk. 2×16A+j	3×32A+j 3×63A+j 3×125A+j	Fig. 4 j
US 00206	Koblings-stykke 3×50**				1,2 3,4				x		3×16A 3×25A		3 stk. 2×16A+j	3×32A+j	Fig. 4 k**
US 00300	–=–				1, 2, 3						–=–			–=–	Fig. 4 l**
US 00009	–=–				1, 2, 3				x		3×16A		–=–		Fig. m**
US 03000	–=– 3×70**				1, 2, 3					3×63A				3×63A+j	Fig. 4 n**
US 01103	–=– 3×50**				1 2 3				x	–=–	3×25A 3×16A		–=–	–=– 3×32A+j	Fig. 4 o**
US 20000	–=– 3×70**				1,2						3×125A			3×125A+j	Fig. 4 p**

* Sentralen skal ha bryter og lys.

** Tilkobling og viderekobling slik det er vist på skjemaene for US bygger på koblingsstykke. Tilkobling og viderekobling må være utført slik at kablene kan bli forsvarlig strekkavlastet. Tilkobling og viderekobling kan også skje gjennom apparat-inntak og stikkontakt, se fig. 4q.

** Autmatsikringer bør være av type flerpolede. De må være av type som er godkjent for 125A forankoblede sikringer, og sentralene må være tydelig merket: MAX forankoblet sikring 125A.

5	Byggemaskiner og -utstyr med elektriske komponenter (utgis senere)	5

Fig. 41 b
Støvavsug for vinkelsliper

Fig. 41 c
Pusseutstyr for vinkelsliper

42 Våtsliping
Det finnes også vinkelslipere for våtsliping, spesielt beregnet for steinindustrien. Vannet føres under drevhuset og gjennom midten av spindelen. Legg merke til at turtallet for disse typene er lavere enn for kappe- og slipemaskiner.

43 Spesielle faremomenter og vernetiltak
- Sprut, støv og splinter fra slipeskiver og fra materialer som bearbeides
- Bruk hjelm, ansiktsvern, åndedrettsvern og hørselsvern.
- Pass på at slipeskiver o.l. tåler det høyeste turtallet som vinkelsliperen kan få.
- Antennelse og brann på grunn av gnister fra slipeskiven eller fra de materialer som behandles
- Beskytt underlag og omgivelser.

5 STIKKSAG (vippesag)

51 Typer og bruksområder
Stikksagen er beregnet på skjæring av tre, metaller og kunststoffer. Det må brukes riktig blad til de forskjellige materialtypene. Bladprodusentene har spesialkataloger som viser de best egnede blad til forskjellige materialer.
Sagene leveres i to hovedtyper:
a. stikksag hvor bladet løper rett opp og ned, fig. 51 a
b. pendelstikksag hvor bladet i tillegg til den vanlige opp/nedbevegelsen pendler. Fordelen ved denne typen er at den skjærer opptil fire ganger fortere enn den vanlige stikksagen, fig. 51 b.

Fig. 51 a
Stikksag

Fig. 51 b
Pendelstikksag

Sagenes skjærekapasitet kan variere noe for de forskjellige typene, men de vanligste kapasitene er 60 mm for tre, 20 mm for bløte metaller og kunstfibre og 6 mm for stål. Kuttetallet kan vanligvis reguleres i trinn, men i den senere tiden har det kommet pendelsager med trinnløs elektronisk regulering av kuttetallet. Pendelsag med trinnløs regulering er spesielt egnet for arbeid i metall. Det er vanlig at fotplaten kan stilles trinnløst opp til 45° til begge sider. Sagtypen har etterhvert fått et stort bruksområde da den er godt egnet for kurvesaging og til saging midt i en flate. Det må da bores et hull for bladet hvor sageoperasjonen kan begynne.

52 Spesielle faremomenter og vernetiltak ved bruk av stikksager
- Splinter og sprut fra materialer som bearbeides, og fra blad som brekker
- Bruk hjelm, ansiktsvern og hørselsvern.

6 HÅNDSIRKELSAG

61 Størrelse og bruksområde
Håndsirkelsagen er en anvendelig sagtype som, forsynt med riktig sagblad, skjærer praktisk talt ethvert materiale. Sagen leveres i tre størrelser, 6", 7" og 9". Den mest brukte sagen i bygge- og anleggsbransjen er den som i daglig tale benevnes 9", med en sagbladdiameter på 210 mm. Skjæredybden kan stilles trinnløst, og største skjæredybde for en 9" sag er ca. 80 mm, fig. 61. Sagen er forsynt med hel fotplate som kan stilles i skjærevinkel fra 90° til 45°. Den har fjærbelastet vernedeksel under og på siden av bladet slik at bladet er helt dekket ved skjæring, unntatt under arbeidsstykket.

Fig. 61
Håndsirkelsag

62 Tilleggsutstyr
Støvavsug. Det finnes sagtyper som er konstruert for påmontering av støvavsug, fig. 62 a.
Sagbord. Håndsirkelsag kan brukes stasjonært ved montering i sagbord, fig. 62 b.
Sagblad. Det finnes forskjellige sagbladtyper tilpasset materialene som skal skjæres, fig. 62 c.

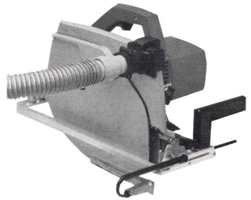


Fig. 62 a
Sirkelsag med støvavsug

Fig. 62 b
Sagbord

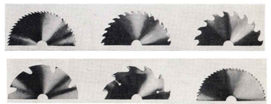


Fig. 62 c
Sirkelsagblad

7 KJEDESAG

71 Bruksområde
Den elektriske kjedesagen er spesielt egnet for mindre skogrydningsarbeider ved bygge- og anleggssteder. Den er driftssikker, gir ingen luftforurensning fra eksosgasser og har et lavt vibrasjons- og støynivå, fig. 71. De fleste sagene er utstyrt med sikkerhetsclutch som hindrer tilbakeslag om kjedet kiler seg fast. Sverdlengden varierer for de forskjellige typene, men ligger gjerne mellom 300 og 450 mm. Ved bruk må en passe på at det alltid er nok olje på kjedesagen til smøring av kjedet.

Fig. 71
Kjedesag

72 Spesielle vernetiltak
Minstekravet ved bruk av kjedesag er at brukeren er over 18 år, bruker vernebriller eller ansiktsmaske og hørselsvern samt lårings eller bukse med godkjent innlegg slik at saga stanser ved at innlegget kiler seg fast i kjedet om en skulle være uheldig å skjære mot benet. Se for øvrig pkt. 05.

8 SLIPEMASKINER

81 Plansliper
Plansliperen er en lett håndterlig slipemaskin for små og middelstore arbeider, fig. 81. Et høyt svingningstall (vibrasjonstall) på pusseskiven gir et godt resultat ved vertikale og horisontale flater. Plansliperen blir vanligvis ikke levert med støvavsug, men dette kan leveres som tilleggsutstyr.

Fig. 81
Plansliper

82 Båndsliper
Båndsliperen er beregnet på større horisontale innendørs slipearbeider, fig. 82. Den er som standard utstyrt med støvavsug montert på maskinen og kan leveres med forskjellige slipebredder, 75 mm og 105 mm. En del fabrikanter leverer båndsliperen med to hastigheter slik at den kan tilpasses materialet for å oppnå optimal slipeeffekt.

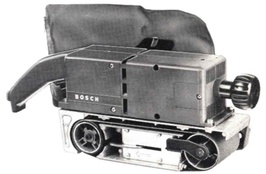


Fig. 82
Båndslipemaskin m/støvavsug

83 Slipepapir
Til begge typer slipemaskiner leveres pussepapir med forskjellig korning for forskjellige pusseoppgaver.

84 Tilleggsutstyr
Det kan leveres stativ for å gjøre båndsliperen om til stasjonært slipebord, fig. 84.

Fig. 84
Tilleggsutstyr for båndsliper

85 Vernetiltak
Ved sliping skal det brukes vernebriller, spesielt for å beskytte øynene mot støv. Brukes slipemaskinen uten støvavsug, bør det også brukes støvmaske.

9 REFERANSER

91 Dette bladet inngår i samlingen "Midlertidige elinstallasjoner for bygg og anlegg". Det er utarbeidet av Utvalg for midlertidige elektriske anlegg (UME), nedsatt av NVE og NBI.
Redaksjonen avsluttet i oktober 1984.
Bladene distribueres av Norges byggforskningsinstitutt, Forskningsveien 3b Blindern, 0314 OSLO 3.

Nikolai Olsens trykkeri a.s

Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen
Norges byggforskningsinstitutt

Midlertidige elinstallasjoner på bygge- og anleggsplasser

Elektrisk håndverktøy

Utvalg for midlertidige elektriske anlegg (UME)

ME 5.10
Utgitt 1985

0 GENERELT

01 Innhold
Dette bladet omhandler elektrisk håndverktøy som brukes på bygge- og anleggsplasser. Oppbygging, virkemåte og driftstekniske forhold forklares, og det gis råd om innkjøp, bruk og vedlikehold. Utstyret omfatter i første rekke håndbormaskiner, vinkelslipere, stikksager, sirkelsager, kjedesager og pussemaskiner. Varianter av disse som ikke er behandlet nærmere i bladet, er bl.a. gjengeskjærere, slagmuttertrekkere, platesakser, platetyggere, skumgummisager, overfreshøvler og sprøytepistoler. Tilsvarende utstyr kan også leveres trykkluftdrevet.

02 Hensikt
Hensikten med bladet er i første rekke å peke på forhold som har betydning for person- og driftssikkerheten. Generelle råd om vern finnes i avsnitt 4 og 5. Spesielle råd står under avsnittene for de forskjellige verktøytypene.

03 Målgruppe
Bladet er særlig beregnet på dem som har ansvar for innkjøp, bruk, reparasjon og vedlikehold. For nærmere opplysninger om markedsført utstyr vises til leverandørkatalogen.

04 Forskrifter for elektrisk håndverktøy
Forskrifter for elektrisk håndverktøy er fastsatt av Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen (NEMKO-publikasjon 701/79). Forskriftene skiller mellom tre klasser håndverktøy:
Klasse I Jordet verktøy (med jordleder)
Klasse II Dobbeltisolert verktøy (uten jordleder)
Klasse III Verktøy for redusert spenning (maks. 42 volt)
Ifølge forskriftene skal verktøyet påstemples NEMKOs godkjenningsmerke (N). Det skal dessuten ha skilt påført merkespenning, merkefrekvens, merkeeffekt, merkestrøm, fabrikat, modell, klasse, symbol for kapsling og turtall. Dobbeltisolert verktøy skal være merket ⧈. Det skal da ikke jordes. Verktøyet skal leveres med egnet bruksanvisning, dvs. på norsk.

05 Forskrifter m.v. til arbeidsmiljøloven
Ved bruk av elektrisk håndverktøy skal også bestemmelsene fra Arbeidstilsynet følges. Av særlig interesse er:
bestillingsnr. B 149 Veiledning til vern mot øyeskader
» B 168 Arbeid i trange rom
» B 175 Vernereger for motorkjedesager
» B 176 Førstehjelpsutstyr
» B 293 Trebearbeidingsmaskiner
» B 212 Ungdoms betjening av farlige maskiner
» A 221 Maskiner, redskap og verktøy
» B 250 Personlig verneutstyr
» B 262 Maskindrevne håndsirkelsager
» B 371 Øyevern
» B 372 Hjelm, fottøy, belte, 1978
Bestemmelsene inneholder bl.a. forskrifter og veiledning for utførelse, oppstilling, bruk, vedlikehold og miljøforhold.

1 MOTOR

11 Seriemotor
Vanligvis er det seriemotoren som brukes i håndverktøy. Den egner seg for mange typer arbeidsoppgaver.

12 Strømarter
I prinsippet er seriemotorer for likestrøm og for enfase vekselstrøm ganske like i konstruksjonen. Motorer som kan brukes for begge strømarter, kalles ofte universalmotorer. Av hensyn til vekselstrømsmagnetiseringen blir universalmotoren utstyrt med stator og anker (rotor) laget av dynamoblikk.

13 Hoveddelene i seriemotoren
Fig. 13 viser eksempel på aktive deler i en seriemotor. Til høyre har vi statoren med to poler og tilhørende feltvikling, til venstre ankeret med ankervikling, kommutator og påbygd vifte for ventilasjon (kjøling av motoren). Delene på figuren hører til en typisk innbyggingsmotor. Den kan produseres i forskjellig form og størrelse slik at den passer for det aktuelle håndverktøyet. Strømtilførselen til ankeret skjer over kommutatoren ved hjelp av børster (ikke vist på figuren). Børstene er laget av en mer eller mindre hard grafittblanding.

Fig. 13
Aktive deler i en seriemotor

Ettertrykk forbudt

Norges byggforskningsinstitutt Tlf. (02) 46 98 80 Postadresse: Postboks 322 Blindern, 0314 Oslo 3

14 Spenning
Håndverktøy leveres normalt for spenning 230 volt, 50 Hz. Det kan også leveres verktøy for andre spenninger og frekvenser.

15 Belastning
Startstrømmen for en seriemotor i vekselstrømsdrift er lav i forhold til det høye startmomentet og ligger sjelden over ca. to ganger merkestrømmen. Ved konstant nettspenning er turtallet på motoren avhengig av belastningen. På en ubelastet motor kan turtallet stige til over det dobbelte av merketurtallet, med risiko for mekaniske skader. Dette er vanligvis ikke noe problem for håndverktøy da kjølevifter, lagerfriksjon og friksjon i tannhjulsoverføringer representerer en viss belastning. Generelt kan man likevel si at en seriemotor ikke bør gå helt ubelastet i lengre tid.

2 RÅD TIL BRUKER

21 Innkjøp
- Kartlegg på forhånd hva slags arbeider verktøyet skal brukes til og hvilke krav som må stilles til yteevne m.v.
- Vær klar over at kvaliteten av hobbyverktøy og verktøy for industriformål ofte er vesentlig forskjellig.
- Kjøp dobbeltisolert verktøy når slikt kan skaffes.
- Sammenlign pris, støynivå, vekt og verktøydata for flere aktuelle fabrikata og typer.
- Kontroller at verktøyet ligger godt i hånden, dvs. er ergonomisk riktig utformet og fungerer bra.
- Undersøk leverandørens servicetilbud, bl.a. med hensyn til reservedeler, ettersyn og reparasjon.
- Se etter at verktøyet har bruksanvisning og vedlikeholdsinstruks på norsk. Dessuten skal det ha monteringsanvisning og reservedelsliste, se fig. 21 a, b og c.
- Standardiser innkjøpene. Kjøp av unødvendig mange typer eller fabrikata av verktøy kompliserer vedlikeholdet.

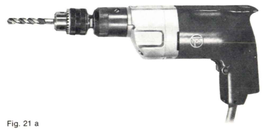


Fig. 21 a
Slagdrill

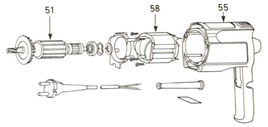


Fig. 21 b
Reservedeler

51			Rotor med vifte 220V
51.01	1	2 604 010 *524*	
51.2	1	2 604 010 525	
51.03	1	2 604 010 523	
51.04	1	2 604 010 526	
52	1	2 606 610 049	Vifte
53	1	2 916 660 008	Sikr.ring 24J DIN 472
54	1	2 600 400 008	Hylse
55	1	2 605 104 116	Motorhus
56	1	2 601 328 033	Skive
57	4	2 910 611 005	Stjerneskrue B2, 9×9, 5 mm
58			Stator 220 V
58.01	1	2 604 220 *388*	
58.02	1	2 604 220 389	
58.03	1	2 604 220 387	
58.04	1	2 604 220 395	

Fig. 21 c.
Reservedelsliste

22 Service og reparasjoner ved egen bedrift

221 Rutiner m.v.
- Lag hensiktsmessige rutiner for vedlikehold og reparasjoner.
- Sørg for å ha monteringsanvisning og delekatalog for alt verktøy.
- Sørg for nødvendig reservedelslager med originaler.

222 Sjekkeliste ved feilsøking
- Brudd i tilførselskabel
- Utslitte børster (gir lysbue/gnistring over kommutator)
- Feil på av-/på-bryter eller elektronisk bryter/turtallsregulator
- Kortslutning i ankervikling (brent anker). Dette ses ved lysbue over hele kommutatoren.
- Kortslutning i statorvikling. Dette oppdages også ved lysbue over hele kommutatoren.
- Defekte lager
- Slitte tannhjul i overføringer
- Verktøyet er nedstøvet slik at kjølingen er nedsatt og børstene henger i støv (spesielt ved arbeider i gipsplater kan dette være en stor plage).

223 Huskeliste ved reparasjoner
- Sørg for at beskyttelse mot berøringsspenning, brann og radiostøy forblir intakt.
- Erstatt *aldri* sikkerhetsorganer som sikringer, termoutløsere, overstrømsreléer o.l. med deler som nedsetter sikkerheten.
- Bruk bare original bevegelig ledning eller gummislangeledning type NMHV, NMHVO eller NMHVR (se ME 3.32).
- Sørg for skikkelig strekkavlastning av ledningen.
- Kontroller at bryter, eventuelt med låseknapp, fungerer som den skal.

23 Faremomenter og vernetiltak

231 Faremomenter
Feil bruk og bruk av feil eller defekt verktøy kan føre til skader som:
- kutt- og slagskader fra verktøyet eller fra materialer som blir bearbeidet. Ansikt, syn og hender er særlig utsatt.
- skade ved fall (dårlig stillas/stiger, uryddig arbeidsplass)
- belastningsskader ved feil arbeidsstilling
- strømgjennomgang fra skadet verktøy, ledning eller plugg
- hørselsskader
- lungeskader (støv)

232 Råd om vernetiltak
- Bruk såvidt mulig verktøy av kl. II (ekstraisolert, merket med ⧈). Verktøy av kl. I (for jording) skal på bygge- og anleggsplasser tilkoples jordingsstikkontakt. Skjøteledning e.l. må da ha jordleder og plugg og skjøtekontakt med jord.
- Der det er meget trang plass (tvungen arbeidsstilling) eller for øvrig kan være stor fare for strømgjennomgang, kan det oppnås ekstra sikkerhet ved å bruke skilletransformator eller verktøy av kl. III.
- Belast ikke verktøyet slik at hastigheten avtar for mye (verktøyet arbeider tungt).
- Steng ikke verktøyets luftspalter slik at egenkjølingen reduseres.
- Påse at støv ikke pakker seg i luftspaltene slik at kjølingen blir redusert på denne måten.
- Føl på temperaturen ved langvarig bruk og stor belastning av verktøyet. Blir verktøyet ubehagelig å holde i hånden, må det få en pause for nedkjøling.
- Bruk ikke ledninger, kontakter eller plugger som er skadet.
- Følg verktøyets bruksanvisning og vedlikeholdsanvisning.
- Sørg for at verktøyets verneinnretninger er montert og fungerer.
- Bruk egnet tilleggsutstyr (støvavsug, stativer og holdere) når det er mulig.
- Bruk bor, skiver, blad etc. som passer til verktøyet og til det arbeidet som skal utføres.
- Bruk personlig verneutstyr i nødvendig utstrekning (hjelm, hørselsvern, åndedrettsvern, ansiktsskjerm, øyevern, vernesko og hansker), se pkt. 05. Verneutstyr kan også være aktuelt for den som oppholder seg i nærheten.
- Hold arbeidsplassen ryddig og sørg for god belysning.
- Trekk pluggen ut av stikkontakten når verktøyet ikke er i bruk.
- Trekk pluggen ut av stikkontakten før skifting av bor o.l. NB! Det er ikke nok å slå av bryteren.
- Chuck-nøkkel bør være festet med tape o.l. til ledningen nær pluggen. Bruk aldri en kjetting, tråd eller lignende for å feste nøkkelen til verktøyet.
- Ikke legg ned verktøyet før det har stanset helt.
- Pass på at ledninger, kontakter og plugger ikke blir skadet, og hold dem fri for olje, bensin, fett og smuss.
- Utsett ikke verktøyet for vann eller stor fuktighet. La ikke verktøyet ligge ute i regnvær.

3 BORMASKINER

31 Bormaskiner (driller)
Bormaskiner leveres i mange forskjellige utførelser alt etter den arbeidsoperasjonen de er beregnet på å utføre. Avgitt effekt, turtallet og bordimensjonen (som gjerne er begrenset av chucken) er av de ting som er avgjørende for valg av riktig verktøy. Fig. 31 viser en vanlig drill gjennomskåret.

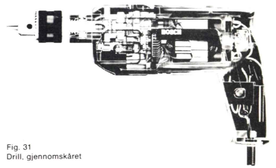


Fig. 31
Drill, gjennomskåret

32 Spesialdrill
I byggebransjen brukes ofte en drill påmontert en visp. Denne drillen går oftest under navnet kalkvispedrill, fig. 32. Denne typen drill må ha et meget lavt turtall, ikke over 200 omdr. pr. min., og en tilført effekt på over 1000 Watt. Drillen må ha dobbelt håndtak, og vispen må være montert på drillen med flenskobling. Monter aldri vispen i chucken da den kan løsne under fart og være farlig.

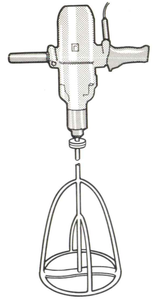


Fig. 32
Kalkvispedrill

33 Tilleggsutstyr til drill
Til de fleste driller kan det skaffes tilleggsutstyr. Det mest anvendelige til industribruk er borstativet, fig. 33. Tilleggsutstyr som sirkelsag, slipemaskin, smergelsliper o.l. er ikke egnet til industribruk. Her anbefales spesialverktøy.

Fig. 33
Borstativ

34 Slagdrill
En vanlig slagdrill er gjerne utstyrt med mekanisk omkopling mellom slag og vanlig boring og skiller seg ellers ikke ut fra en vanlig drill. Slaget fremkommer ofte mekanisk ved at to horisontale tannhjul med skråstilte tenner roterer mot hverandre. En slik slagmekanisme er vist på fig. 34 a. De fleste slagdrillene er utstyrt med regulering av slaglengden. De større slagdrillene (borhammere) er gjerne utstyrt med pneumatisk slagverk hvor slaget fremkommer ved kompresjon av luft mellom to stempler, fig. 34 b.
Det pneumatiske slagverket blir mer vibrasjonssvakt i hånden og er mer slitesterkt. Det er derfor å anbefale for større slagdriller. Det kan også leveres med rekyldempet håndtak. Flere typer av de større slagdrillene (borhammere) er også egnet for meiselarbeider.

Fig. 34 a
Slagdrillmekanisme

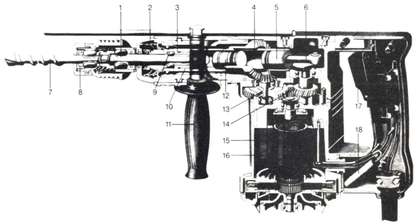


Fig. 34 b
Borhammer

35 Hjelpeutstyr
Til arbeid i tak finnes teleskopstativ for boring med drill eller slagdrill, fig. 35.

Fig. 35
Teleskopstativ

36 Skrutrekkerdrillen
Det som skiller skrutrekkerdrillen (borskruedrillen) fra en vanlig drill, er at den kan kjøres begge veier. Den leveres med forskjellig turtall alt etter arbeidsoperasjonen den skal brukes til. Drillen kan leveres med ett turtall, med direkte innkopling, eller med trinnløs kopling. Det vanligste i dag er å bruke driller med trinnløs kopling. Det finnes spesielle skrutrekkerdriller som har friksjonskopling eller stillbar momentutløsning, fig. 36 a.Til skrutrekkerdrillen leveres "bits" av forskjellige typer, tilpasset den skruetypen som skal benyttes, fig. 36 b.

Fig. 36 a
Skrutrekkerdrill

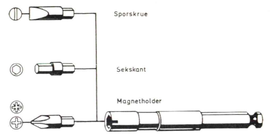


Fig. 36 b
Bits for skrutrekkerdrill

37 Spesielle vernetiltak
- Forviss deg om at du ikke treffer strømførende ledninger, rør o.l.
- Vær forsiktig ved boring når du kan risikere å treffe spiker, skruer, armeringsstål e.l. Dette kan forårsake fastkiling, noe som er meget farlig.
- Hvis fastkiling, forsøk å holde drillen. Kople ut bryteren eller trekk boret ut av hullet. Det kan være meget farlig å slippe verktøyet. Prøv heller, om nødvendig, å få tilkalt hjelp slik at strømmen blir slått av.

4 VINKELSLIPER

41 Tørrsliping
Vinkelsliperen, fig. 41 a, er beregnet for sliping av jern og metaller. Den brukes også ved kutting av bolter o.l. På byggeplasser brukes ofte vinkelsliperen til slissing i lettklinkerbetong, teglstein o.l. Dette frembringer mye støv, og til slikt arbeid anbefales støvavsug, fig. 41 b. Ellers kan vinkelsliperen brukes med slipeskive for slipepapir, polerskive og for sliping med karborundumstein, fig. 41 c.

Fig. 41 a
Vinkelsliper

Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen

Norges byggforskningsinstitutt

Midlertidige elinstallasjoner på bygge- og anleggsplasser

Utvalg for midlertidige elektriske anlegg (UME)

Mindre, elektrisk drevne maskiner

ME 5.20
Utgitt 1985

0 GENERELT

01 Innhold
Dette bladet omhandler drifts- og vernemessige forhold for mindre maskiner med elektrisk drift som er i bruk på bygge og anleggsplasser. Det er også gitt en kortfattet orientering om maskinenes elektriske oppbygning og virkemåte.

02 Målgruppe
Bladet er ment som informasjon til dem som forestår innkjøp av maskiner i bedriften, til brukere av maskiner og til dem som har ansvar for reparasjon og vedlikehold.

03 Produktkataloger
En mer fullstendig presentasjon av markedsførte maskiner finnes i "maskinlisten" utgitt av Svenska byggnadsentreprenadforeningen. Listen kan fås hos Entreprenørenes Landssammenslutning, Servicekontoret. For øvrig vises til kataloger fra norske maskinleverandører.

04 Av praktiske grunner skiller vi her (i håndboken) mellom tre hovedtyper maskiner:
- Elektrisk drevet håndverktøy. Kfr. blad ME 5.10
- Mindre, elektrisk drevne maskiner
- Store, elektrisk drevne maskiner. Kfr. blad ME 5.30

1 MASKINTYPENE

11 Fellestrekk
Mindre, elektrisk drevne maskiner har det til felles at de under drift vanligvis er stasjonære og ved behov relativt lett kan flyttes med håndkraft av en til to personer. De vanligste typene er:
- sirkelsager, båndsager, steinsager, smergelskiver, slipesteiner, takslipemaskiner, golvslipemaskiner, parkettslipere, senkepumper, slaskepumper, betongblandere, vibratorer (omformere), vibrobjelker, jordstampere, glattemaskiner, små kompressorer, sprøytepussere, varmevifter, vakuumpumper, ventilasjonsvifter.

Maskinene har vanligvis små kortslutningsmotorer som er en- eller trefaset, nødvendig startutstyr og eventuell motorbeskyttelse.

2 KORTSLUTNINGSMOTOREN

21 Enfase- eller trefasedrift
I kortslutningsmotoren består rotorviklingen av kobberstaver eller aluminiumsstaver, kortsluttet innbyrdes i endene og med isolerte viklinger som spoler i statoren. Driften kan være basert på en fase eller tre faser.

22 Trefase kortslutningsmotor
Trefase kortslutningsmotorer har driftsmessig mange bra egenskaper: stabilt dreiefelt, kraftig startmoment, enkel og driftssikker motorkonstruksjon.
På steder der trefaset strøm er tilgjengelig, bør derfor alle mindre maskiner ha slike motorer. Figur 22 a og 22 b viser koplingen av trefase kortslutningsmotorer - uansett størrelse. De seks klemmene på koplingsbrettet kan forbindes innbyrdes med skinner, slik at en kan velge mellom stjernekopling (Y) ved 380 volt og trekant (D) ved 220 volt. Det leveres også motorer med andre spenningsvarianter, f.eks. 380/660 V (D/Y).

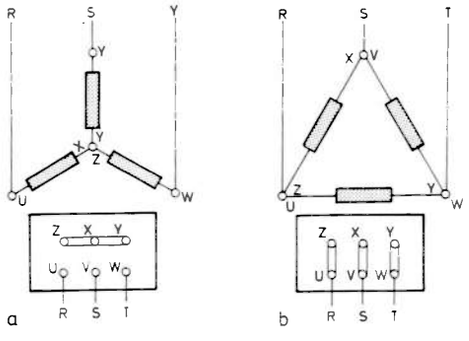


Fig. 22
a Stjernekopling (Y) av trefase kortslutningsmotor
b Trekantkopling (D) av trefase kortslutningsmotor

Spenningen er stemplet på motorens dataskilt. Se eksempel, fig. 22 c. Før tilkopling av motoren på maskinen skjer, må en kontrollere at forbindelsene på koplingsbrettet tilsvarer nettspenningen på det stedet hvor maskinen skal brukes. En ulempe ved kortslutningsmotoren er at den krever høy startstrøm ved direkte start, inntil 5 ganger normalstrømmen. Det er dessuten vanskelig å regulere omdreiningstallet.
Trefasemotorer leveres normalt med hastighetene ca. 3000, 1500, 1000 eller 750 omdreininger/min ved 50 Hz. Motorens omdreiningstall kan reguleres ved frekvensomforming. For å snu dreieretningen på en trefasemotor byttes to faser i tilførselen.

FABRIKANT	Nr: A 96160
TYPE HXUR 325-B3	
50 Hk	11 kW 15 hp
Y/Δ 380/220V	23/40 A cosφ 0.84 R.M. 1450

Fig. 22 c
Eksempel på dataskilt

23 Polomomkoppelbar trefasemotor (Dahlanderkopling)
Dersom det er ønskelig med to hastigheter på en kortslutningsmotor, kan det brukes polomkoppelbar motor (Dahlanderkopling). Eksempel på dette er motor med 1000 – 500 o/min, 1500 – 750 o/min, 3000 – 1500 o/min, se fig. 23. Det finnes andre typer polomkoppelbare motorer, men disse brukes sjelden på bygge- og anleggsmaskiner.

Ettertrykk forbudt

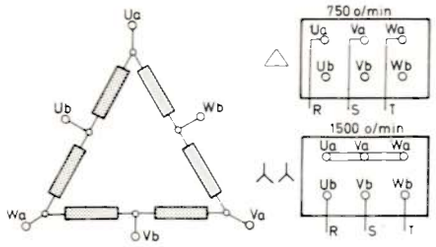


Fig. 23
Polomkoppelbar trefasemotor. Dahlanderkopling

24 Enfasemotorer

Det karakteristiske ved trefasemotoren, pkt. 22 - 23, er dreiefeltet som gjør at motoren starter og akselererer opp til full hastighet når den koples til nettet. Ved enfasestrøm får vi intet slikt dreiefelt. Dersom vi kopler en trefasemotor til et enfasenett og trekker motoren i gang, vil den gå videre som enfasemotor, men bare med ca. 50% av trefaseeffekten. For å få en selvstartende enfasemotor må det tas spesielle forholdsregler. Det vanlige er å skape et erstatningsfelt med en kunstfase. Dette kan gjøres på en rekke forskjellige måter, og av de mest brukte kan nevnes:

- hjelpefase med startkondensator, sentrifugalutløser og driftskondensator m.v.

Av andre ulemper ved enfasemotoren kan nevnes:

- lettere å overbelaste
- motorvernbryteren gir ikke så god beskyttelse som ved bruk på trefasemotor
- lettere å "brenne", f.eks. hvis sentrifugalbryter svikter og ikke kopler ut hjelpefasen
- kortslutning i kondensatorer

3 STARTAPPARATER OG HJELPEUTSTYR

31 Startmetoder

Det finnes flere måter å starte motorer på:

- direkte start ved maskinens plugg
- av- og på-bryter
- motorvernbryter med start og stopp (vanligvis ikke nullspenningsutløsning)
- manuell av/på-bryter med eller uten motorvern (vanligvis ikke med nullspenningsutløsning)
- kontaktor med eller uten motorvern
- start- og stoppbetjening kan plasseres uavhengig av kontaktorens plassering (gir vanligvis nullspenningsutløsning)
- stjerne-/trekantvender (Y/D) - kan leveres i manuell og automatisk utførelse. Denne startformen er ikke vanlig for mindre maskiner.
- bryter med polomkopling for motorer med to hastigheter.

32 Hjelpeutstyr

Det mest vanlige av hjelpeutstyr er:

a) apparatinntak
b) fasevender
c) fasefølgerelé
d) motorvernbryter
e) trykkbryter
f) temperaturbryter
g) urbryter
h) grensebryter
i) tidsforsinking
j) timeteller o.l.

33 Drifts- og vernemessige forhold

Ved vurdering av en maskin er det viktig også å ta i betraktning det elektriske utstyret. En del viktige forhold i denne forbindelsen er nevnt under pkt. 331 - 335.

331 Maskinen bør være forsynt med motorvernbryter. For maskiner hvor utilsiktet igangsetting kan være farlig, bør det benyttes kontaktor med start-/stoppknapp og motorvern. Derved oppnås nullspenningsutløsning på maskinen ved strømbrudd.

332 Start- og stoppbryter må være lett synlig og tilgjengelig, og på maskiner hvor begge hender er bundet til arbeidsoperasjonen, bør maskinen kunne stanses med andre kroppsdeler, f.eks. med foten.

333 I den utstrekning det er mulig, bør maskinen være forsynt med apparatinntak istedet for fast tilkoplet kabel. Derved kan en få riktig lengde på kabelen fra stikkontakt til maskin uten bruk av skjøteledning. Skulle det oppstå skade på kabelen, er det raskt å skifte den ut. Ved transport unngås transportskader på kabelen ved at denne koples fra med et håndgrep. Når det gjelder valg av apparatinntak, se blad ME 4.20 om stikkontaktmateriell i håndboken.

334 Maskiner hvor en er avhengig av en bestemt dreieretning eller ønsker å snu dreieretningen, kan utstyres med fasevender. Maskiner hvor feil dreieretning kan være farlig, bør utstyres med fasefølge-relé.

335 Maskiner som er plassert slik på bygge- og anleggsplasser at de kan nås av uvedkommende når maskinen ikke er i bruk, skal kunne låses eller sikres på annen betryggende måte.

34 Koplingsskjema

Eksempel på koplingsskjema (hoved- og styrestrøm) for trefasekortslutningsmotor er vist i fig. 34. Figuren inneholder apparatinntak, kontaktor med start/stopp/motorvern og fasefølgerelé. Med hensyn til opplegg og sikring av styrestrøm vises til § 466 i Forskrifter for elektriske anlegg.

Koplingen på fig. 34 forutsetter at alle komponenter er plassert i betjeningsskap (boks). Hvis motorsikringene er større enn 16 A, og start- /stoppknappene plasseres utenfor betjeningsskap (boks), skal styrestrømmen ha styrestrømssikringer.

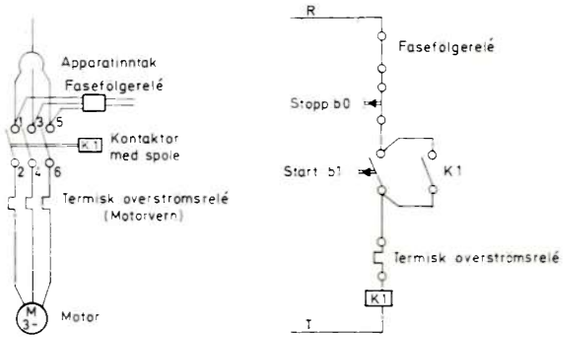


Fig. 34
Eksempel på koplingsskjema for trefasemotor

4 REFERANSER

41 Dette bladet inngår i samlingen Midlertidige elinstallasjoner for bygg og anlegg. Det er utarbeidet av Utvalg for midlertidige elektriske anlegg (UME), nedsatt av NVE og NBI.

Redaksjonen er avsluttet i oktober 1984. Bladene distribueres av Norges byggforskningsinstitutt, Forskningsveien 3 B, Blindern, 0314 OSLO 3.

Nikolai Olsens trykkeri a.s

[illegible]	Prosjekteringsfasen – Forberedelse av byggestrøms-forsyningen
6.11	Bruk av byggets elanlegg ved oppføring av bygget
6.20	Produksjonsfasen – Planleggingsteknikk og hjelpemidler
6.30	Planleggingseksempel for 220 V anlegg
6.40	Om lystekniske ord og uttrykk
6.41	Krav til arbeidslyset
6.42	Beregning av lysanlegg
6.50	Spenningsfalltabeller
[illegible]	Kalkulasjon av strømforbruk og -kostnader

Tabell 31 b, fortsettelse.

Det midlertidige elektriske anlegget antas å ha interesse for følgende offentlige etater:

d Off. etater — Navn, adresse og telefon

Elektrisitetsverk .....
Televerk .....
.....
Reguleringsvesen vedr. vann og kloakkvesen .....

I denne orientering ber vi om følgende opplysninger, som kan lette den senere kontakten

a) Personlige kontakter
b) Nåværende anlegg på tomten
c) Anlegg i byggetiden
d) Anlegg i det ferdige bygg
e) Økonomiske forhold, tariffer

e *Elverket (sterkstrømsanlegg)*
Personlige kontakter etc.
Saksbehandler vedr.:
Utendørs høyspentkabler .....
» veglys .....
Transformatorstasjon, el.anlegg .....
» bygn.m.anl. .....
Tariffspørsmål .....
Kontroll, forskrifter .....

f *Nåværende anlegg på tomten*
På vedlagte situasjonsplan (transparent) ber vi Dem:
tegne inn eksisterende anlegg på tomten,
tegne inn veglys på tilstøtende veger.
Benyttes kabel eller friluftstrekk til veglys? .....
Mastehøyde ..... Type, stål/tre .....
Armaturtype ..... Watt .....

g *Anlegg i byggetiden*
Det vil bli behov for max, ca. ..... kW elektrisk effekt i byggetiden.
Den permanente strømforsyning må etableres i samsvar med fremdriften.
Kan permanent elektrisk anlegg legges så tidlig at det kan nyttes i anleggstiden?

h *Utendørs kabelanlegg*
På vedlagte situasjonsplan er matepunktene inntegnet.
Vi ber Dem tegne inn antatt trace for tilførselskabel.
Skjer driftsavbrudd mere enn 4 ganger årlig? .....
Hvor lenge varer driftsavbruddet maksimalt? .....
Hvilke spesielle bestemmelser gjelder for jordingsanlegg?

i *Jording*
Orientering til elverket om grunnforhold fundamenter o.l. som har betydning for jording. Angi forslag til jording.
Elverkets kommentar: .....

j *Nettstasjonen*
Kan nettstasjon etableres før anleggsarbeidet skal begynne?
ca. .....
Rombehov? .....
Dimensjon av transportveg til nettstasjon H × B m .....

k *Prosjektering*
Hva gjelder generelt for Elverket:
Arrangementstegning av el.anlegg, tegninger for bygningsmessige arbeider (ventilasjon, avløp, evt. oljegruve)?
Utsparingstegninger?
Leverer verket:
Dører, rister, Elkington lokk?
Avslutter verket sitt anlegg på hovedtavlen?

l *Spenning*
Garantert høyspenning ..... kV ..... ± %
Garantert lavspenning ..... V ..... ± %
Sannsynlig ..... V ..... ± %

m *Økonomiske forhold, tariffer etc.*
En ber om følgende opplysninger ut fra Elverkets vedtekter og tariffer:
Vil evt. omlegging av el.anlegg på tomten bli belastet byggherren? .....
Kreves anleggsbidrag for:
midlertidig strømforsyningsanlegg? .....
tilførselskabel for fast kraft? .....
tilførselskabel for tilfeldig kraft? .....
nettstasjonens elektriske anlegg for fast kraft? .....
nettstasjonens elektriske anlegg for tilfeldig kraft? .....
nettstasjonens bygningsmessige utstyr? .....
Betaler Elverket for å benytte rommet? .....

n *Tariffer*
Tariff i byggetiden.
Vi ber om Deres standardtariff.
Vi ber om Deres forslag til valg av normaltariff eller spesialtariff.
Hvis tilfeldig kraft ønskes levert, vil «oljeformelen» bli lagt til grunn?

o *Belastning fast kraft*
Belastningsverdien anslås til ca. _____ W/m²
Det regnes med at bygget innen ..... år blir utvidet med _____ m²

Tabell 31 c
Opplysninger fra Televerket (etter Jan Grosch)

a) *Personlige kontakter*
Etatens adresse
..... Navn ..... tlf. .....
Etatsjef ..... tlf. .....
Saksbehandler vedr.:
Utendørs kabelanlegg ..... tlf. .....
Linjer til bygget i byggetiden ..... tlf. .....
Linjer til bygget i drift ..... tlf. .....
Mobiltelefon ..... tlf. .....

b) *Nåværende anlegg på tomten*
På vedlagte situasjonsplan (transparent) ber vi Dem tegne inn eksisterende anlegg på tomten.
Benyttes jordkabel eller luftstrekk? .....
Evt. andre opplysninger:

c) *Anlegg i byggetiden*
I byggetiden regnes det med instalasjon av (manuell) telefon(sentral) med apparat(er) på anleggskontor(ene, messe og i bygget).
Antall apparater stk.
(» linjer ca. »)
Hvorledes kan avregning skje?
Vi antar at beløpet skal fordeles på hvert enkelt firma.
Kan avregning utføres ved at hvert firma disponerer spesielle linjer for utgående samtaler?
Bør elektroinstallatøren utføre det midlertidige ledningsanlegg for telefon?

4 REFERANSER

41 Dette bladet inngår i samlingen «Midlertidige elinstallasjoner for bygg og anlegg». Det er utarbeidet av Utvalg for midlertidige elektriske anlegg (UME), nedsatt av NVE og NBI. Redaksjonen er avsluttet i november 1979. Bladene distribueres av Norges byggforskningsinstitutt, Forskningsveien 3b, Oslo 3.

42 Litteratur
NBIs byggforskserie, blad A 551.233 Televerkets installasjoner. Arbeidsrutiner ved prosjektering og utførelse.

Nikolai Olsens trykkeri a.s,

Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen

Norges byggforskningsinstitutt

Midlertidige elinstallasjoner på bygge- og anleggsplasser

Utvalg for midlertidige elektriske anlegg (UME)

Forberedelse av byggestrømsforsyningen i prosjekteringsfasen

ME 6.10
Utgitt våren 1980

0 GENERELT

01 Dette bladet gir råd i prosjekteringsfasen om tilrettelegging av midlertidige elinstallasjoner.

02 Bladet er ment som et hjelpemiddel for prosjekterende. Når byggearbeidet starter, vil det ofte være omgående behov for elektrisk strøm. Det har stor betydning at de som prosjekterer, har lagt forholdene til rette slik at byggestrømmen kan leveres til rett tid og til så lave kostnader som mulig.

03 Andre ME-blad med tilknytning til dette bladet:
ME 1.20 Byggeprosessen
ME 2.10 Samarbeid med elverk ved prosjektering og utførelse
ME 6.11 Bruk av byggets elanlegg ved oppføring av bygget
Me 6.20 Produksjonsfasen – planleggingsteknikk og hjelpemidler

1 BYGGESTRØMBEHOV

11 Elektrisk strøm kreves i grove trekk til følgende formål:
– Belysning
Almenbelysning (områdebelysning), arbeidsbelysning utvendig og i bygget, belysning i skifte-, hvile-, vaske-, spise- og TV-rom samt kantiner, lager, verksted, kontor
– Oppvarming
Rom som nevnt foran, frostbeskyttelse av konstruksjoner og rør, tining av snø og is, uttørking av bygget
– Kraft til drift av maskiner og håndverktøy

12 Elinstallasjoner som trengs for å dekke byggeproduksjonens behov kan omfatte:
– Ledningsfremføring fra elverkets eksisterende nett fram til hovedsentraler og videreføring til fordelings- og forbruksstеder for lys, varme og maskiner m.v.
– Egne generatorer for i enkelte tilfeller å skaffe elektrisk energi for kortere eller lengre tid.

13 Effektbehov
Innen husbyggingssektoren (unntatt f.eks. kalde lagerhaller og garasjebygg) vil som regel prosjektets permanente effektbehov være større enn effektbehovet i anleggs- og byggeperioden. Oppgave over effektbehovet kan eventuelt innhentes i forbindelse med anbudsinnbydelsen.

2 UTNYTTELSE AV PROSJEKTETS PERMANENTE ANLEGG

21 Elverkets fremføringer og nettstasjoner
Muligheten for en tidlig utførelse av elverkets permanente anlegg med tanke på utnyttelse av disse for byggeproduksjonen bør vurderes så tidlig som mulig. Foruten elverket bør bl.a. Televerket og veg-, vann- og kloakkvesenet delta ved planleggingen av både midlertidige og permanente anlegg på et så tidlig tidspunkt som mulig, og nødvendige samarbeidsavtaler opprettes mellom partene.

22 Inntak og hovedtavle m.v.
For høyhus, boligblokker o.l. med hovedtavlene plassert i nederste etasje, vil det vanligvis ikke by på større tekniske problemer å få utnyttet den permanente lavspenningsinstallasjonen tidlig.
For lavbygg med stor horisontal utstrekning vil utnyttelse av den permanente lavspenningsinstallasjonen tidlig i byggeperioden avhenge av hovedtavlens plassering i forhold til hvilke angrepspunkter og driftsretning som velges for byggearbeidet.

23 Andre permanente anlegg
Utnyttelse av de permanente elinstallasjoner bør ses i sammenheng med en eventuell utnyttelse av andre permanente anlegg. Sluttresultat kan ofte være en betydelig reduksjon av riggkostnadene (for veger, vann og avløp, toaletter, heiser, brakker, lagerrom, telefon m.v.).

24 Koordinering av arbeidet
Det kan være hensiktsmessig at en bestemt person i prosjekteringsteamet (f.eks. rådg.ing. elektro, prosjekteringsleder) koordinerer innsatsen med å legge forholdene til rette for utnyttelse av prosjektets permanente anlegg i byggeperioden.

25 Anbudsmateriale
Anbudsbeskrivelse for hovedentreprenøren bør bl.a. angi hvilke side- og underentreprenører som skal strømforsynes, og i hvilket omfang. Nærmere vilkår for byggestrømforsyningen og eventuell utnyttelse av permanente anlegg i byggeperioden må angis.

Utgitt av

Ettertrykk forbudt

Norges byggforskningsinstitutt Tlf. (02) 46 98 80 Postadresse: Postboks 322 Blindern Oslo 3

3 VURDERINGER OG KONTAKTER I PROSJEKTERINGEN

31 Tabell 31 a nevner i stikkordsform vurderinger som bør gjøres og kontakter som må tas i de forskjellige faser i prosjekteringen. Det er også utarbeidet egne spørreskjemaer som kan brukes når kontakt skal tas med de offentlige etater, se tabell 31 b og 31 c.

Tabell 31 a
Sjekkliste ved prosjektering

Fase		Aktivitet	Utføres av	Formål/resultat
	A	Innhente informasjon hos:		
Utredning		Reguleringsvesen Reguleringsvilkår. Byggelinjer og høydenivå vedr. terreng, veger, bygninger m.v. Naboforhold. Evt. pågående eller fremtidige prosjekter som kan innvirke på planleggingen. Eksisterende anlegg på området. Evt. program for fremtidig bebyggelse.	Hovedarkitekt	Klarlegge vilkår for bebyggelse
		Kommunens tekniske etat. Utførte grunnundersøkelser og andre byggetekniske data for byggeområdet. (Se også veg-, vann- og kloakkvesen.)	Rådg. ing. byggetekn.	–»–
		Elverk Beliggenhet av eksisterende nettstasjoner og nett. Mulig effektuttak. Evt. program for fremtidig utbygging i området. Forhold av betydning for angrepspunkter og driftsretning. Restriksjoner, f.eks. kryssende høgspenningsledninger. Opplysninger vedr. nettstasjoner, ledningstraséer, stolper, grøfter, veglys, jording. Tariffer og strømleveringsvilkår. Vilkår for bruk av permanente ledningsanlegg i byggetiden. Grense mellom elverkets/byggherrens arbeider.	Rådg. ing. elektro teknikk	–»–
		Vegvesen Adkomstveger. Eventuelt program for utbygging i området. Tekniske bestemmelser vedr. utførelse. Forhold av betydning for angrepspunkter og driftsretning.	Rådg. ing. byggetekn.	–»–
		Vann- og kloakkvesen. Beliggenhet og kapasitet vedr. eksisterende nett. Muligheter vedr. tilknytning av midlertidig vann og avløp. Tekniske bestemmelser vedr. grøfter og ledningsanlegg. Forhold av betydning for angrepspunkter og driftsretning. Vannproblemer.	Rådg.ing. VVS-teknikk	–»–
		Televerket Beliggenhet av eksisterende nett. Muligheter for telekommunikasjon i byggeperioden.	Rådg. ing. elektro-teknikk	–»–
		Politi Trafikkmessige forhold	Hoved-arkitekt	–»–
		Sivilforsvaret Program og tekn. bestemmelser vedr. evt. planlagte anlegg.	–»–	–»–
Byggeprogram	B	Utarbeide oversiktskart Kart (M 1:1000) med bygninger, el-, veg-, vann- og avløpsanlegg m.v. inntegnet. Angi mulige tilknytningspunkter til eksisterende el-, tele-, vann- og avløpsanlegg, høyde-, lengdemål av betydning for graving, sprenging og disponering av masser, områder som skal vernes.	Hovedarkitekt Rådg. ing. byggetekn./ elektrotekn.	Sammenstille informasjon
	C	Beskrive og sammenstille opplysninger innhentet foran med henvisning til oversiktskart. Angi tidsfrister.	–»–	–»–

Fase		Aktivitet	Utføres av	Formål/resultat
Forprosjekt Hovedprosjekt	D	Vurdere hensiktsmessig rekkefølge for utførelse av anlegg og bygninger. Angi permanente bygninger og anlegg som kan utnyttes i byggeperioden og nærmere vilkår for dette.	Prosjekteringsgruppen	Koordinering Styringsgrunnlag
	E	Program formulering Formulere mål som ønskes nådd med hensyn til utnyttelse av permanente anlegg og byggestrømforsyningen.	–»–	Styringsgrunnlag
	F	Framdriftsplaner Grovplan for rekkefølge av byggearbeidene. Graving, sprengning, fylling, utomhus-anlegg, el-, veg-, vann-, kloakk-, teleanlegg. Bygninger. Offentlige og private anlegg. Supplerende redegjørelse vedr. fremdriften kan være nødvendig. Midlertidige tilknytninger inkluderes i planen. Grovplan med tidsfrister for prosjekteringsresultater.	–»–	–»–
	G	Koordinere fremdriften for private og offentlige anlegg. Drøftelser med elverket, Televerket, tekniske etater. Godkjenning av fremdriftsplaner.	–»–	Koordinering
	H	Justering av oversiktskart, masse-disponeringsplan og fremdriftsplaner.	–»–	Justerte planer
	I	Utarbeide anbudsmateriale for midlertidige elanlegg. Oversiktskart M = 1:500 (eventuelt 1:200 eller 1:1000) som bør angi: Prosjektets permanente anlegg, dvs. bygninger, nettstasjoner, hovedtraséer for ut- og innvendig el-, (sterk- og svakstrøm), veg-, vann-, avløpsanlegg. Grense for offentlige og private anlegg. Muligheter for midlertidige tilknytninger med tilgjengelig effekt. Aktuelle høydeangivelser og lengdemål.	Rådg. ing. elektro Rådg. ing. elektro-, VVS-, byggeteknikk	Hovedentreprenørens grunnlag for vurdering av angrepspunkter og driftsretning og utarbeidelse av riggplan.
		Massedisponeringskart Angi kvantum og type masser og hvordan disse skal disponeres. Områder som skal vernes.	Rådg. ing. byggeteknikk Hagearkitekt	–»–
		Anbudsbeskrivelse – Redegjørelse for eventuelle vedtatte produksjonsplaner om samordning av offentlige el-, veg-, vann-, avløps- og teleanlegg på området. Redegjørelse for eventuelle tilsvarende private anlegg.	–»–	Orientering til entreprenøren og huskeliste ved kalkulasjon
		– Angi anlegg og bygninger (rom) i prosjektet som kan egne seg til bruk som lager, verksted, rigganlegg o.l. i byggeperioden. Nærmere forbehold eller betingelser, f.eks. om skader og samarbeidsforhold med andre entreprenører angis.	–»–	
		– Spesifisere riggposter, herunder ytelser til andre entreprenører.		

Tabell 31 b
Opplysninger til og fra elverk (etter Jan Grosch)

ORIENTERING OM BYGGESAKENS ANLEGG

Denne kombinerte orientering, sjekkliste og spørreskjema behandler de problemer og spørsmål som oppstår vis a vis *offentlige etater*. Vi håper på Deres velvillige bistand, og imøteser Deres orientering. Vi er klar over at Deres orientering på dette grunnlag må være uforbindtlig. På vedlagte situasjonsplan er bygning(er) med foreløpig plassering av hovedtavle(r) inntegnet.

a Bygget
- Byggets navn .....
- Adresse .....
- Eier .....
- Bruk .....
- Tomteareal ..... Etasj. under terreng .....
- ..... Etasj. over terreng .....
- Golvareal br. ..... Volum br. .....

b Tid
- Antatt byggestart .....
- Antatt byggetid .....

c Prosjekterende
- Arkitekt .....
- Adresse ..... tlf. .....
- Saksbeh. .....
- .....

- Byggeteknikk .....
- Adresse ..... tlf. .....
- Saksbeh. .....
- .....

- Elektroteknikk .....
- Adresse ..... tlf. .....
- Saksbeh. .....
- .....

- V.V.S. .....
- Adresse ..... tlf. .....
- Saksbeh. .....

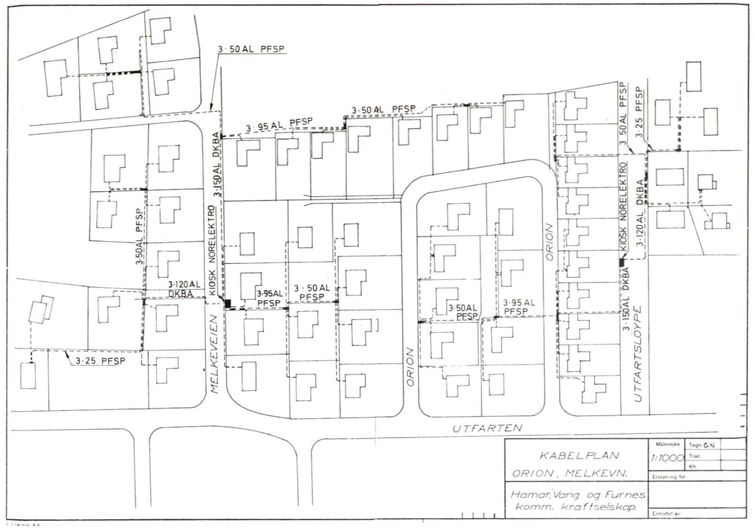


Fig. 27 a
Bebyggelse med kabeltraséer

- Matjordavtaking og eventuelle større planeringsarbeider (1)
- Vann og avløpsledninger (2), legges i prosjektert gatetrasé med avgrening til tomtene. Gjenfylling av grøft
- Utgraving av vegtrau (3) og grøft i fortau for el. kabler og telekabel (6–10). Fjerning av overskuddsmasser
- Høyspent og signalkabel (6) og (7) «sløyfes» inn i prosjektert nettstasjon (11)
- Gatelyskabel (8) «sløyfes» inn til prosjektert gatelysmast (5)
- Lavspent fordelingskabel (9) «sløyfes» inn til prosjektert kabelfordelingsskap (12)
- Legging av bærelag (3) i veg og komprimering med 4½ tonns vibrasjonsvalse

På de områder hvor bygging er nær forestående, monterer elverket deretter:

- Prefabrikkert nettstasjon (11) på sandfundament
- Lysmast for vegbelysning (5)
- Kabelfordelingsskap (12) med et 4" PE-rør (4) som krysser vegbanen

Vi er nå kommet til det tidspunkt da bygningsentreprenøren skal begynne arbeidet på de enkelte tomter og det er behov for byggestrøm. Minst 3 arbeidsdager i forvegen varsler byggherren eller elinstallatøren kraftselskapet som da vil sette opp et midlertidig skap (13) for uttak av byggestrøm.

- Etter at fundamentene er utført, legges fundamentjording (16) *. Installatøren monterer den permanente inntaksboksen (15) på ferdig grunnmur. Med minimum 1 ukes varsel vil nå elverket legge den permanente stikkledningen. Et stikkledningsskap (14) blir montert på tomtegrensen mellom f.eks. 4 hus. Stikkledningen legges fra stikkledningsskapet (14) fram til inntaksboksen (15).
- De utvendige elektriske arbeidene er nå avsluttet. Når entreprenøren ikke har behov for byggestrøm lenger, varsles elverket som vil demontere det midlertidige byggeskapet (13).

* Eventuelt legges fundamentjording på forhånd under fundamentene.

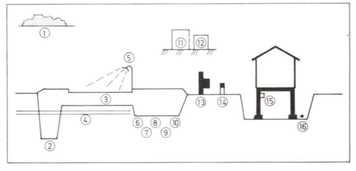


Fig. 27 b med forklarende tekst

Fig. 27 c
På høyre side av vegen er området utbygd, og det er klart for videre utbygging på venstre side.
Vann- og avløpsledninger, el- og telekabler ligger i vegen som er ferdig asfaltert.
Fra kabelfordelingsskapet som kan skimtes mellom lysmastene, henter entreprenøren sin byggestrøm.

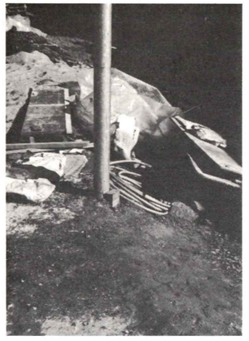


Fig. 27 d
Såkalt «sløyfing» av kabel for senere montering til lysmast

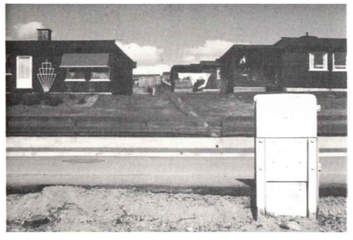


Fig. 27 e
Kabelfordelingsskap plassert på ubebygd vegside

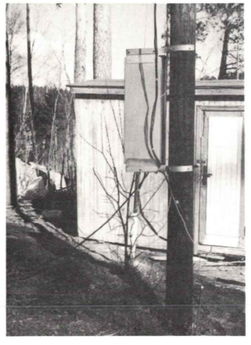


Fig. 27 f
Standard uttaksskap for byggestrøm (sett bakfra) leies ut av kraftselskapet. Ved behov for større skap må disse holdes av entreprenøren.

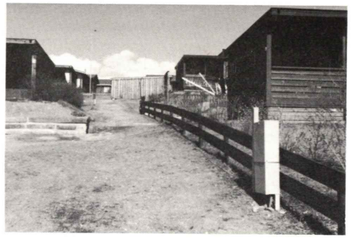


Fig. 27 g
Stikkledningsskap plassert i tomtegrensen

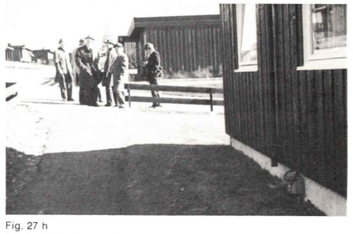


Fig. 27 h
Inntaksboks plassert på grunnmur

28 Kraftselskapets erfaringer

281 De midlertidige elektriske anleggene blir redusert til et minimum, og arbeidsutgiftene for det permanente anlegget er betydelig mindre enn om kabelanlegget hadde blitt utført på et senere tidspunkt. Riktignok kreves det noe tidligere større investeringer for det komplette kabelanlegget på de nye boligfeltene, men fordelene er så mange at det på lengre sikt vil gi økonomiske fordeler. Estetisk sett blir anlegget meget tiltalende, med minimale vedlikeholds- og etterarbeider. Erfaringene med ordningen har hittil vært så positive at samme opplegg nå også blir gjennomført på samtlige større boligfelt i forsyningsområdet.

282 Hovedanlegget i byggefeltet er dimensjonert etter et antatt forbruk på 6 kW for eneboliger, leiligheter i rekke og kjedehus, og 2 kW for leiligheter i blokkbebyggelse med sentralvarmeanlegg. (Samtidighetsfaktor = 1.)

283 Kraftselskapet har i stor utstrekning basert seg på kabeltype PFSP 3 × 16 mm² med aluminiumsledere. Fordelene med denne kabelen fremfor 3 × 10 mm² med kobberledere er at den er lettere og billigere.

3 REFERANSER

Dette bladet inngår i samlingen «Midlertidige elinstallasjoner for bygg og anlegg». Det er utarbeidet av Utvalg for midlertidige elektriske anlegg (UME), nedsatt av NVE og NBI. Redaksjonen er avsluttet i november 1979. Bladene distribueres av Norges byggforskningstinstitutt, Forskningsveien 3b, Oslo 3.

Nikolai Olsens trykkeri a.s.

Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen
Norges byggforskningsinstitutt

Midlertidige elinstallasjoner på bygge- og anleggsplasser

Bruk av byggets elanlegg ved oppføring av bygget

Utvalg for midlertidige elektriske anlegg (UME)

ME 6.11
Utgitt våren 1980

0 GENERELT

01 Dette bladet beskriver to eksempler på bruk av byggets permanente elanlegg, jordkabler, nettstasjoner, tavler o.l., under byggetiden og fra et tidlig tidspunkt av denne.

02 Hensikten med bladet er å videreføre til de prosjekterende erfaringer om bruk av denne metoden. Det har vist seg at man kan spare både tid og penger når byggets elanlegg brukes ved oppføringen av bygget.

03 Andre ME-blad med tilknytning til dette bladet:
ME 1.20 Byggeprosessen
ME 2.10 Samarbeid med elverk ved prosjektering og utførelse
ME 6.10 Forberedelse av byggestrømsforsyningen i prosjekteringsfasen

Fig. 131 a
Permanent nettstasjon og midlertidig hovedsentral

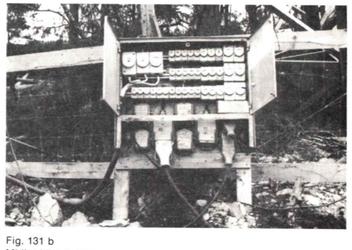


Fig. 131 b
Midlertidig sentral

1 BOLIGBLOKKBEBYGGELSE

11 Dette eksemplet stammer fra et boligfelt med 2500 leiligheter i Oslo-området. Det var hovedentreprenøren i samarbeid med Oslo Lysverker som tok initiativet til gjennomføringen av metoden.

12 Vilkår for bruk av metoden
Metoden er best egnet for jordkabelanlegg. Bruk av metoden forutsetter at den innordnes i den totale prosjekterings- og produksjonsplan for bebyggelsen. Planene må være tilstrekkelig detaljerte med hensyn til gravings, sprengings- og fyllingsarbeider på området. Byggherrens elanlegg og andre private kabler, el- og Televerkets-, veg- vann- og kloakkvesenets anlegg må i nødvendig utstrekning innordnes i planene. All kontakt med etatene bør skje i samarbeid med byggherrens prosjekteringsgruppe, i første rekke rådgivende ing. elektro, samt elektroinstallatøren for de permanente elanlegg. Planlegging og utførelse må følges nøye opp fra hovedentreprenørens side.

13 Metodebeskrivelse

131 Nettstasjonen (trafokiosken) som skal forsyne de første boligblokkene, bør monteres og settes i drift før grunnarbeidet på husene starter, fig. 131 a. Til brakkene og byggevirksomheten i første fase oppsettes midlertidig hoved- og fordelingssentraler, fig. 131 a og 131 b, eller uttak og målearrangement etter annen avtale med elverket.

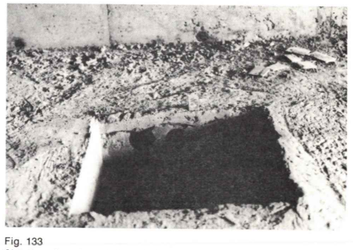


Fig. 133
Sirkulære kanaler i kjellergolv for kabler

Utgitt av
Norges byggforskningsinstitutt Tlf. (02) 46 98 80 Postadresse: Postboks 322 Blindern Oslo 3

Ettertrykk forbudt

132 Opplegg for brakkebyen kan eventuelt tilkobles over egen måler.

133 Så snart første kjellergolv er støpt, må kabelgrøft fram til respektive hus graves, og de permanente stikkledningene trekkes fram til plassen for tavlerom. Kablene trekkes gjennom kjellergolvet via kanaler av luftslanger (Ductubes), fig. 133, eller rør innstøpt i kjellergolvet.
Permanente kabler kobles til permanent tavleskapstativ eller til midlertidig hovedsentral plassert noe utenfor tavlerommets vegger.

134 Så snart kjelleren er bygd, må tavlerommet gjøres ferdig slik at elmontør får montere sin tavle. NB! Husk det er bestillingstid på tavler. Dersom den permanente hovedtavlen skal brukes for midlertidig strømforsyning, må tavlerommet være tilstrekkelig tørt og skikkelig ventilert.
Så snart tavlen er ferdig montert, frigjøres den midlertidige hovedsentralen, og hovedkabel kobles permanent på stativet (tavlen).

135 Strømmen leveres og måles over den midlertidige hovedsentralen inntil hovedtavlen tas i bruk. Målerarrangement, tariff og overflytting avtales med elverket.

136 Umiddelbart etter at råbygget er bygd, må stigeledninger trekkes. Hvis mulig bør trekking av stigeledningene ligge bare en eller to etasjer etter støpearbeidet.

137 Dersom blokkene er prosjektert med skjult anlegg for kjellerbelysning, kan ledningene trekkes og utnyttes til belysning i kjellerkorridor allerede i råbyggfasen. I innredningsfasen kan den permanente korridorbelysningen eventuelt brukes. Strøm for supplerende belysning og andre uttak tas fra midlertidig sentral, se fig. 137 a.
Anlegg for trappebelysning trekkes sammen med stigeledningene. Bortsett fra lampekuplene utnyttes anlegget fullt ut, fig. 137 b.

138 Sikringsskap ved entrédørene til leilighetene klargjøres så snart råbygget er ferdig og stigeledninger er trukket. Forsyning til midlertidig undersentral plassert i forbindelse med det permanente skapet eller på åpningen for søppelnedkast, tas ut fra stigeledningen i det permanente sikringsskapet. I den utstrekning bærevegger i leiligheten har skjult røranlegg, kan selvsagt de forskjellige ledninger trekkes og benyttes.

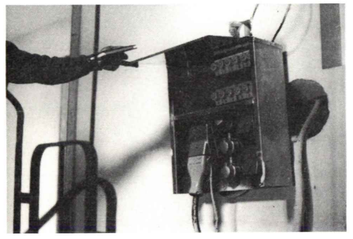


Fig. 137 a
Midlertidig sentral

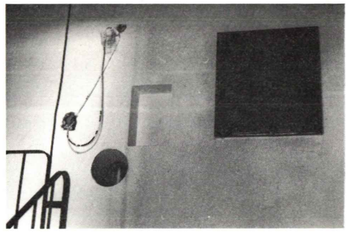


Fig. 137 b
Trappebelysning

139 Utenfor tavlerommet monteres en midlertidig undersentral for uttak til noe større belastninger (maskiner). Man regner med at kranene flyttes over før eller samtidig med at midlertidig hovedsentral fjernes. (Ofte er grunnarbeidet avsluttet og en annen hovedsentral montert i neste tomt før denne flyttingen skal foregå.)

14 Erfaringer

141 Man får en mørk periode når råbygget går opp i påvente av at stigeledningen skal kunne brukes. Siden det stort sett ikke pågår noe innredningsarbeider i råbyggperioden, kan man, i hvert fall for lavere bebyggelse, velge et enkelt midlertidig anlegg for belysning i denne perioden. Dette kan da følge støpesyklusen. For høyhus kan man vel regne med at stigeledningene kan trekkes før hele råbygget er oppe.

142 Det kan være fordelaktig å få elektroinstallatøren for det permanente elanlegget til å ta seg av både midlertidig anlegg og hovedanlegg til fast pris og reparasjoner av disse på timeavtale. Man slipper da unødvendig reise- og ventetid i tillegg til at man alltid får folk (gjerne en fast mann i laget) som kjenner anlegget fullt ut.

2 STØRRE REGULERINGSPROSJEKT

21 Dette eksemplet omhandler reguleringsprosjektet Hamar Vest. Hamar, Vang og Furnes Kommunale Kraftselskap i samarbeid med ingeniørvesenet og Televerket utførte her sine anlegg på byggefeltet før råbyggfasen startet.

22 Motivet fra kraftselskapets side var å unngå midlertidig elanlegg som etter tidligere erfaringer hadde vist seg å innebære sløsing med arbeidskraft, materiell og utstyr. Ingeniørvesenet fant det også fordelaktig å bygge veg-, vann- og kloakkanlegg før råbyggfasen. Televerket sa seg villig til å følge opp med sine arbeider.

23 Spesifikasjon av bebyggelsen:
Areal 2350 da.
900 leiligheter i blokk
850 leiligheter i kjede- og rekkehus
280 leiligheter i terrassehus
1100 eneboliger
Service og forretningssenter
Kirke
Ungdoms- og barneskole
Barneinstitusjoner
Offentlig veg- vann- og kloakkanlegg
Teleinstallasjoner

24 Forutsetninger for gjennomføringen

241 *Anleggstilskudd for kabelinntak* (1973-kr), settes til 1200 kr for eneboliger og 685 kr for leiligheter. Beløpet betales av kjøper ved utstedelse av skjøte. Utgifter til gate- og vegbelysning inkluderes i tomteprisen og tilfaller kommunen.

242 *Krav til kartmateriale og bebyggelsesplaner.* Eksakte planer for utbyggingen med nøyaktig kartverk over byggefeltet utarbeides. Hver etat mottar fra ingeniørvesenet kart over byggefeltet for inntegning av sine ledningssystemer m.v. Ingeniørvesenet sammenfatter systemene på sin transparentkopi ved hjelp av symboler. Videre foretar ingeniørvesenet oppmåling av arealer og tomtegrenser, byggelinjer m.m. og utfører beregninger ved hjelp av datamaskin (EDB) slik at mulighet for rask kontroll er tilstede.

243 *Utlysing av parseller.* Ved utlysing av tomteparseller for salg foreligger oppmålingskart med areal- og prisangivelse på de enkelte tomter. Oppmålingskartet har referanse til bebyggelsesplaner der kotehøyder og stigningsforhold for offentlige veger m.v. og sokkelhøyder for grunnmurer er påført.

244 *Planleggingsmøter.* Hver måned holdes møte i kommunal regi v/teknisk rådmann og med supplerende arbeidsmøter etter behov. På møtene informeres de impliserte om byggesakens utvikling, arbeidsoppgaver blir fordelt og tidsfrister bestemt.

25 Arbeidsrutine for inntak, byggestrøm og legging av jordelektroder
Følgende arbeidsrutiner ble utarbeidet og vedlagt byggetillatelsen som orientering til byggherren:

251 For at byggherrens, installatørens og kraftselskapets planlegging av de nødvendige elektriske anlegg skal bli gjort i rett tid og riktigst mulig, har kraftselskapet utarbeidet en konsentrert orientering om forholdet byggherre/installatør/elverk. Denne orienteringen forutsettes vedlagt byggetillatelsen fra bygningssjefen. Dessuten skal det følge med bygningstegninger for huset og situasjonsplan. Av kraftselskapets orientering fremgår at byggherren snarest må oppsøke kraftselskapet for nærmere orientering. Situasjonsplanen og bygningstegningene for huset skal da medbringes. Kraftselskapet tar 2 kopier av situasjonsplanen.

252 På grunnlag av kart over transformatorkrets, eventuell befaring samt byggherrens tegninger og opplysninger, bestemmer kraftselskapet plass for inntaksboks og midlertidig målerskap. Disse skapene er registrert i et kartotek der midlertidige målernummer og abonnentens navn og adresse for byggeplassen anføres.

253 For registrering av data for stikkledning, midlertidig byggestrømsanlegg og strømbestilling har kraftselskapet utarbeidet et skjema i 4 deler, se fig. 253 a–d. Del 1 er stikkledningsbestilling, del 2 er bestilling og arbeidsordre for midlertidige anlegg, del 3 er strømbestillings- og avregningsskjema for byggestrøm og del 4 er gjenpart for byggherren. I sistnevnte skjema oppføres bl.a. arten av stikkledning (luftlinje, kabel, antall faser), og i de to kopier av situasjonsplanen skisseres inn plassen for inntaksboksen, midlertidig målerskap og stikkledning (dimensjon og trasé).

254 Byggherren får det ene eksemplaret av situasjonsplanen og instruers om å henvende seg til en installatør for legging av jordelektrode i forbindelse med fundamenteringen av huset og for planlegging av den elektriske installasjon på grunnlag av situasjonsplanen og bygningstegninger.

255 NB! Dersom en installatør legger jordelektroden, skal han sende egen ferdigmelding for denne delen av det elektriske anlegget.

256 Skjemaets del 1, 2 og 3 og det andre eksemplaret av situasjonsplanen vedheftet skjemaets del 1, oppbevares alfabetisk ordnet i arkivskap ved kraftselskapets tekniske kontor. Når midlertidig skap skal bestilles oppsatt og tilknyttet, benyttes skjemaets del 2 som arbeidsordre, der dato for oppsetting av midlertidig skap noteres og målerstand påføres skjemaets del 3. Kartoteket for midlertidige skap ajourføres.

HAMAR, VANG OG FURNES KOMMUNALE KRAFTSELSKAP

№ 0110 — Del 1

Navn
Sted
Regn.adr. Til.

Trafo
Sikk.ordre nr.
Utført den
av

Herved bestilles ☐ 1 faset ☐ 3 fase ☐ stikkledning ☐ luftstrekk ☐ jordkabel ønskes fra ca. Antatt belastning kW

Vedlagte situasjonsplan viser nærmeste bestående ☐ stolpe ☐ kabelskap ca. m fra byggeplassen og viser hvor inntak og inntaksboks ønskes plassert.

Stedsangivelse for somtens beliggenhet

Beskyttelses-jordelektrode ☐ er ☐ blir lagt av autorisert installatør

Merknad

Det provisoriske anleggs varighet blir ca. mndr.
og overtas etter
Hamar, / 19
bestillerens underskrift.

Fig. 253 a
Stikkledningsbestilling

HAMAR, VANG OG FURNES KOMMUNALE KRAFTSELSKAP

№ 0110 — Del 2

Navn
Sted
Regn.adr. Til.

Trafo
Prov.anlegg
Skap nr.
Oppsatt den
av

Herved bestilles prov. anlegg

Bestillingen ønskes effektuert ca. Antatt belastning kW

Vedlagte situasjonsplan viser nærmeste bestående ☐ stolpe ☐ kabelskap ca. m fra byggeplassen og viser hvor inntak og inntaksboks ønskes plassert.

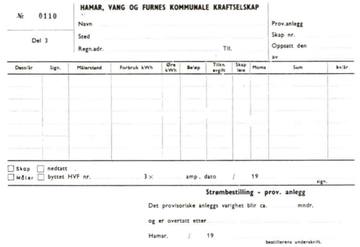
Stedsangivelse for somtens beliggenhet

Beskyttelses-jordelektrode ☐ er ☐ blir lagt av autorisert installatør

Merknad

Det provisoriske anleggs varighet blir ca. mndr.
og overtas etter
Hamar, / 19
bestillerens underskrift.

Fig. 253 b
Bestilling og arbeidsordre for byggestrøm



HAMAR, VANG OG FURNES KOMMUNALE KRAFTSELSKAP

№ 0110 — Del 3

Navn
Sted
Regn.adr. Til.

Prov.anlegg
Skap nr.
Oppsatt den
av

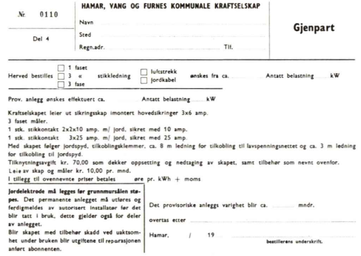
Dato/år	Sign.	Målerstand	Forbruk kWh	Øre kWh	Beløp	Tilsv. avgift	Skap leie	Moms	Sum	kr/år

☐ Skap ☐ nedtatt
☐ Mål.nr. ☐ byttet HVF nr. 3 × amp.; dato / 19 sign.

Strømbestilling - prov. anlegg

Det provisoriske anleggs varighet blir ca. mndr.
og er overtatt etter
Hamar, / 19
bestillerens underskrift.

Fig. 253 c
Strømbestilling og avregningsskjema for byggestrøm



HAMAR, VANG OG FURNES KOMMUNALE KRAFTSELSKAP

№ 0110 — Del 4

Gjenpart

Navn
Sted
Regn.adr. Til.

Herved bestilles ☐ 1 faset ☐ 3 × stikkledning ☐ luftstrekk ☐ jordkabel ønskes fra ca. Antatt belastning kW
☐ 3 fase

Prov. anlegg ønskes effektuert ca. Antatt belastning kW

Kraftselskapet leier ut sikringskap innomhus hovedsikringer 3x6 amp.
3 faset måler.
1 stk. stikkontakt 2x2x10 amp. m/ jord. sikret med 10 amp.
1 stk. stikkontakt 3x25 amp. m/ jord. sikret med 25 amp.
Med skapet følger jordspyd, tilkoblingsklemmer, ca. 8 m ledning for tilkobling til lavspenningsnettet og ca. 3 m ledning for tilkobling til jordspyd.
Tilknytningsavgift kr. 70,00 som dekker oppsetting og nedtaging av skapet, samt tilbehør som nevnt ovenfor.
Leie av skap og måler kr. 10,00 pr. mnd.
I tillegg til ovennevnte priser betales øre pr. kWh + moms

Jordelektrode må legges før grunnmursliin støpes. Det permanente anlegget må utføres og ferdigmeldes av autorisert installatør før det blir tatt i bruk, dette gjelder også for deler av anlegget.
Blir skapet med tilbehør skadd ved uaktsomhet under bruken blir utgiftene til reparasjonen anført abonnenten.

Det provisoriske anleggs varighet blir ca. mndr.
overtas etter
Hamar, / 19
bestillerens underskrift.

Fig. 253 d
Gjenpart for byggherren

257 Etter utført arbeid leveres skjemaene tilbake til kraftselskapets tekniske kontor for videre oppbevaring sammen med dataskjemaets del 1. Del 2 oppbevares sammen med del 1 på det tekniske kontor. Del 3 ekspederes til abonnentavdelingen.

258 Minst 1 uke før legging av permanent inntakskabel eller innstrekk av stikkledning skal installatøren bestille arbeidet utført. Installatøren er ansvarlig for at inntaksboksen da er montert på plass. Kraftselskapets eventuelle merutgifter vil i motsatt fall bli belastet ham. Arbeidsordre på permanent stikkledning skrives ut i henhold til skjema del 1 og situasjonsplan. Samtidig kan det være aktuelt å si opp byggestrømmen hvis dette ikke er gjort tidligere. Arbeidet kan eventuelt omfatte demontering av midlertidig skap og avlesing av målerstand. Kraftselskapets montør får da, foruten arbeidsordre på den permanente stikkledningen, utlevert skjemaets del 3 for notering av målerstand og dato for nedtaking. Dersom måler ikke er montert for det permanente anlegget, skal montøren forsegle inntakssikringene. På arbeidsordrens bakside skal elverkets formann, når arbeidet er utført, tegne inn kartskisse og returnere den til det tekniske kontoret sammen med skjemaets del 3. Det tekniske kontoret ekspederer skjemaets del 3 til abonnentavdelingen. Kartoteket for midlertidige skap ajourføres.

259 Regning for byggestrøm, tilknytningsavgift og leie for midlertidig skap utskrives og sendes. Elverkets tekniske kontor kompletterer kartverket med stikkledningen til den nye abonnenten.

26 Introduksjon av planen
Planen ville bety et brudd med tildigere rutiner fra dengang kraftselskapet var henvist til å dekke behovet for byggestrøm etterhvert som dette meldte seg i byggeperioden. Et orienterende møte om planen hvor byggherre, prosjekterende, elinstallatører, entreprenører m.fl. var til stede, ble derfor holdt. Kraftselskapet fremhevet her de fordeler man ventet seg ved den nye ordningen: Rasjonell drift med hensyn til bestillingsrutiner, stikkledningsarbeider, installasjonskontroll og tidsmessig kartotek med nøyaktige kart og at disse fordeler ville føre til at elektroinstallatørens arbeid ville komme i bedre gjenge.
Det ble under møtet ikke reist prinsipielle innvendinger mot planen.

27 Utførelse
Fig. 27 a viser utsnitt av bebyggelsen med kabeltraséer inntegnet. I grove trekk var arbeidsgangen slik:
– Bestemme utbyggingens rekkefølge.
– Opparbeide veger med kabler og ledninger fram til topplag (asfalt) før byggearbeidet på parsellene startet, herunder: Utskifting av masser og legging av vann-, overvanns- og kloakkledninger fram til stoppekran for de respektive hus.
– Legging av el- og telekabler i fortau.
– Oppsetting og tilkobling av nettstasjoner.
Fig. 27 b gir nærmere orientering om arbeidsgangen. Fig. 27 c – 27 h viser fotos fra utbyggingen.

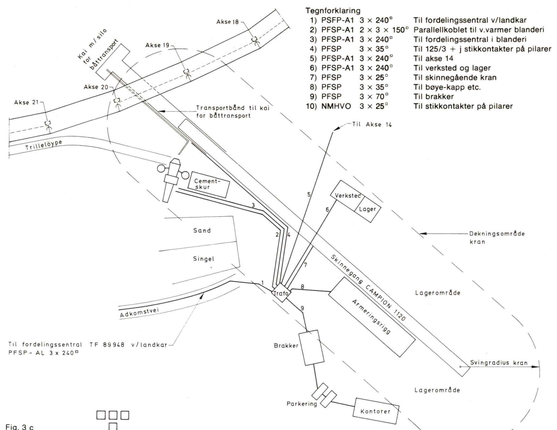
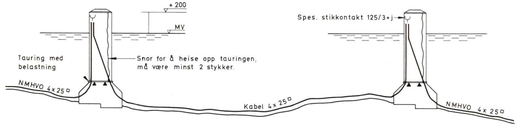


Fig. 3 c
Elrigg for kaianlegg



På pilarene fra akse 27 til og med 21 monteres stikkontakter med tilførsel fra fordelingssentral ved landkar. Det benyttes kabel som legges på sjøbunnen og opp til hver stikkontakt. (I dette tilfellet var nyttet kabeltype NMHVD. Type må godkjennes av Tilsynet i andre tilfeller.) Det benyttes en tausløyfe rundt pilaren som belastes slik at den holder kablene inn til pilaren i bunnen. To tau festes i sløyfen og opp i toppen på pilaren slik at sløyfen kan trekkes opp for evt. reparasjon eller bytte av kabel mellom pilarene.
På pilaren fra akse 20 til og med 15 monteres stikkontakter med tilførsel fra hovedsentral på SANDØYA. Installasjonen utføres som på pilarene i akse 21–27. Lys og strøm til trilleløype tas fra fordelingssentral i blanderi. Strøm til transportbånd og lys i forbindelse med dette tas fra fordelingssentral i blanderi.

Fig. 3 d
Eksempel på arbeidsbeskrivelse

4 KOMMENTARER TIL DE ENKELTE PLANLEGGINGS-TRINN

41 Trinn 1. Granske vilkår og problemer

Viktige forutsetninger og problemer man støter på ved gjennomgåelse av prosjektmaterialet, produksjonsplaner m.v., ved befaring på byggefeltet, konferanser o.l., bør noteres etterhvert. Det forutsettes at elektroinstallatøren eller vedkommende som planlegger elriggen, har til disposisjon nødvendig prosjektmateriale og produksjonsplaner som arbeidsgrunnlag. Hovedentreprenørens produksjonsplaner skal gi svar på hvilke enheter som skal strømforsynes og kommenteres nedenfor.

Produksjonsplaner kan omfatte planer for fremdrift, rigg, leveranse av innebygde materialer, av produksjonsutstyr, bemanning. Planene må omfatte alle entreprenørene på bygget og i nødvendig utstrekning arbeidene til elverket, Televerket, veg-, vann- og kloakkvesenet. Se skjematisk oversikt fig. 41 a. Figuren antyder riggplan for 3 faser i framdriften.

Framdriftsplanen skal opplyse om rekkefølgen for arbeidene, hvilke arbeider det gjelder samt når og hvor de skal utføres. Foruten en oversiktlig plan må det vanligvis lages forskjellige typer detaljplaner som forteller noe mer om type aktiviteter, armering, stop osv. samt rekkefølge for og avhengighet mellom aktivitetene.

Hovedriggplanen (M = 1:200 eller 1:500) skal vise arealdisponeringen på byggefeltet, om nødvendig for forskjellige avsnitt i byggearbeidet. Permanente bygninger og anlegg vises på planen sammen med alle midlertidige bygninger, anlegg, arealer for materiallager m.v., som kreves for byggearbeidet. Hovedriggplanen gir underlag for opptegning av el-hovedriggplan, se fig. 3 c. Detaljriggplaner (M = 1:50 eller 1:100) tjener bl.a. som arbeidstegninger vedr. brakkerigg, maskinoppstillinger, innredning av verksted, lager o.l.

Leveranseplan for innebygde materialer (materialplan) omfatter materialer og utstyr som inngår i det ferdige bygget (anlegget). Kjøreveger, laste-, losse-, opplagsplasser og lagerrom m.v. som trengs for materialleveranser, vises på hovedriggplanen. Nødvendig produksjonsutstyr for dette (heiser m.v.) registreres på maskinplanen.

Bemanningsplanen omfatter alle yrkesgrupper for hoved-, side- og underentreprenør. Nødvendige arealer til brakker, verksteder og arbeidssteder for personalet vises på hovedriggplanen. Produksjonsutstyret som personalet skal bruke, registreres på maskinplanen.

Leveranseplan for produksjonsutstyr (maskinplan) er en fortegnelse over alt det viktigste produksjonsutstyret som trengs for gjennomføring av aktivitetene på fremdriftsplanen og er et viktig grunnlag for bl.a. beregning av effektbehovet.

Riggarbeider (driftshjelpearbeider), som f.eks. oppsetting av brakker, kraner m.v. og el-installasjoner for levering av midlertidig strøm, kan vises i tilknytning til fremdriftsplanen eller på egen plan.

Gjennomgåelse av produksjonsplanene bør skje sammen med byggeplass-/anleggsleder. Man kan starte med framdriftsplanen og gå systematisk gjennom aktivitetene, fra byggstart til ferdigstillelse:

– Tenk etter hva aktivitetene trenger av arealer, materialer, produksjonsutstyr, bemanning.

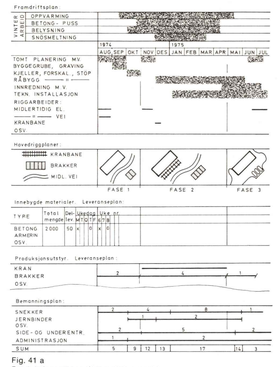


Fig. 41 a
Produksjonsplaner. Skjematisk oversikt

– Kontroller at veger, materialopplag, maskinoppstillinger, brakker m.v. som trengs for driften, er tegnet inn på riggplanene.
– Se etter at maskiner m.v., med elkraftbehov, er tatt med på maskinplanen.
– Konferer framdriftsplanene, og markér de arealer m.v. på riggplanene som har behov for områdebelysning, arbeidslys, nødbelysning, ganglys, vegbelysning.
– Noter på riggplanene steder som er uegnet for ledningsframføringer og sentraler p.g.a. graving, sprenging, materialopplag, kranbaner, fyllinger m.v. og steder som forutsetter jordkabelgrøfter eller luftledninger.
– Markér på riggplanene krav til arbeidsrom som følger av kranene (areal, høyde).
– Drøft med byggeplasslederen vilkårene for å utnytte de permanente elanlegg i byggeperioden.
– Presiser vilkår og problemer for de arbeider som skal planlegges.

For å få full nytte av framdriftsplanen ved planlegging av midlertidige elanlegg, bør viktige avsnitt i framdriften illustreres på situasjonsplaner, fig. 41 b. Disse situasjonsplanene brukes som hjelpemiddel ved opptegning av el-hovedriggplaner. Dette er bl.a. aktuelt for grunnarbeidsfasen da terrenget undergår drastiske endringer (skjærinnger, fyllinger, grøfter m.v.). Illustrasjonene gjør det enklere å se hvor det midlertidige fordelingsnettet bør legges for å unngå konflikt med byggearbeidene. Det blir også enklere å planlegge framdriften av arbeider for elverket, Televerket, samt veg-, vann- og kloakkarbeidene. For nærmere orientering om illustrasjonsmetoden, se NBI PA-blad nr. 8.1.

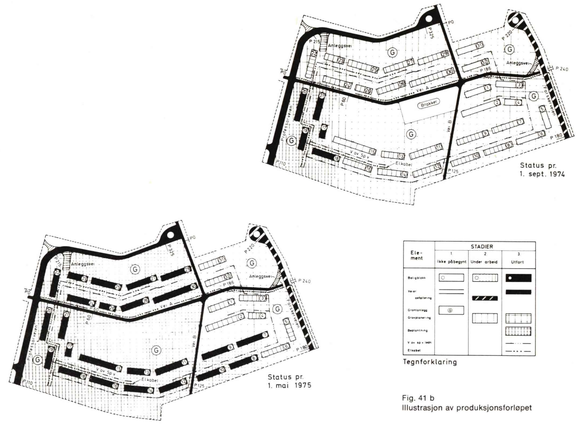


Fig. 41 b
Illustrasjon av produksjonsforløpet

42 Trinn 2. Søke alternativer

Dette trinnet skal tjene som sperrebom for vanetenking og forhastede løsninger (tenke i nye baner). En skal utrede hvilke alternativer og valgmuligheter av betydning som er til stede for utnyttelse, resp. utførelse, av det permanente og midlertidige fordelingsnettet. Når en har fått dette klart, bør en drøfte fordeler/ulemper ved de alternativer som fins med byggeplasleder og eventuelt andre, og sortere ut urealistiske alternativer.

Gjelder det større planleggingsoppgaver, bør en på dette trinnet eventuelt lage et tidprogram for det videre planleggingsarbeidet.

43 Trinn 3. Samle vurderingsgrunnlag

Dette trinnet innebærer at man skaffer til veie opplysninger, tids- og kostnadsdata m.v. som trengs i tillegg til egne erfaringer for å kunne jevnføre alternativene.

44 Trinn 4. Velge løsning, utarbeide plan

I dette trinnet sammenligner man alternativene og treffer begrunnet valg. Nødvendige tegninger og andre spesifikasjoner som ansees nødvendig for vurderingen utarbeides. Alternativene kan gjelde større eller mindre deler av fordelingsnettet. Kostnadene for hvert alternativ må eventuelt beregnes. En faktor som må vurderes nøye, er hvilket alternativ som tjener driften på byggeplassen best. Alternativene kan eventuelt også gjelde spørsmålet om kjøp/leie av nytt utstyr.

45 Trinn 5. Oppnå enighet om planen

Det er viktig at de personer man har kontakt med i planleggingsarbeidet, blir orientert og får anledning til å kommentere resultatet. I noen tilfeller kan de valg som er truffet, ha konsekvenser i videre sammenheng slik at nødvendig aksept fra firmaledelsen eller andre må innhentes.

46 Trinn 6. Forberede arbeidsstart

Nødvendige arbeidstegninger og spesifikasjoner for materialer, utstyr, bemanning m.v. utover det som er utført i trinn 4, utarbeides.

47 Trinn 7. Følge opp planen

Under oppfølgingen konstaterer man om planen er vel gjennomtenkt og virker som den skal. Det kan skje at forutsetningene for planen rokkes p.g.a. endringer i framdriften på bygget. I så fall må planen ajourføres. Det må i alle tilfeller avtales en oppfølgingsrutine med byggeplasslederen.

5 REFERANSER

Dette bladet inngår i samlingen «Midlertidige elinstallasjoner for bygg og anlegg». Det er utarbeidet av Utvalg for midlertidige elektriske anlegg (UME), nedsatt av NVE og NBI. Redaksjonen er avsluttet i november 1979. Bladene distribueres av Norges byggforskningsinstitutt, Forskningsveien 3b, Oslo 3.

Nikolai Olsens trykkeri a.s.

Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen
Norges byggforskningsinstitutt

Midlertidige elinstallasjoner på bygge- og anleggsplasser

Produksjonsfasen – planleggingsteknikk og hjelpemidler

Utvalg for midlertidige elektriske anlegg (UME)

ME 6.20
Utgitt våren 1980

0 GENERELT

01 Dette bladet omhandler fremgangsmåte og hjelpemidler for planlegging av byggeplassens elrigg.

02 Bladet er ment som et hjelpemiddel for personell i entreprenørbedrifter o.l. som planlegger elriggen på bygg og anlegg. De ulike trinn i planleggingsarbeidet og arbeidsoppgavene som inngår er beskrevet. Det er lagt vekt på å beskrive bruken av framdrifts- og riggplaner m.v. som utarbeides av hovedentreprenørens byggeplass-/anleggsleder. Disse planer må legges til grunn ved planleggingen.

03 Det er gjort henvisninger senere i teksten til andre ME-blad med tilknytning til dette bladet.

1 FØR PLANLEGGINGEN

11 Planleggingsstart

Planlegging av byggestrømforsyningen bør starte så tidlig i prosjekteringsfasen som mulig. Dette er av betydning for bl.a. å oppnå gode vilkår for tidlig utnyttelse av permanente elanlegg i byggeperioden.

12 General- og hovedentreprise

På anbudsstadiet bør entreprenøren kontrollere i anbudsdokumentene og hos elverket om byggherren har gjort forberedelser for å sikre en tilfredsstillende byggestrømsforsyning. Hvis ikke må dette gjøres så snart som mulig.

13 Totalentreprise

Byggherren kan ha engasjert entreprenørkonsulent under prosjekteringen. Entreprenøren må skaffe seg oversikt over hva som er forberedt. Er forberedelsene mangelfulle, må entreprenøren ta seg av det nødvendige.

14 Geografisk beliggenhet og arbeidets omfang

Kostnadene for midlertidig stikkledning øker med avstanden til elverkets uttak og til en viss grad med prosjektets størrelse og geografiske utstrekning.

2 GANGEN I PLANLEGGINGEN

21 Planleggingsprosessen

En planleggingsoppgave vil omfatte:
Forarbeidet – planleggingen – etterarbeidet – oppfølgingen.
Under forarbeidet setter man seg inn i oppgaven, finner mulige løsninger og innhenter om nødvendig opplysninger for vurdering av løsningene. Plan for gjennomføring (utførelse) av den valgte løsningen må utarbeides. Etterarbeidet består i å få nødvendig oppslutning om planen fra de personer/instanser som berøres av planen, og fra dem som skal utføre arbeidet. Arbeidets utførelse bør følges opp, bl.a. for å konstatere om den valgte løsningen virker bra eller om justeringer må gjøres under arbeidet. Oppfølgingen er også av betydning for å skaffe seg erfaring som kan nyttes ved senere oppgaver.
Fig. 21 er en skjematisk fremstilling av planleggingsarbeidet. Figuren er brukt som referansegrunnlag videre i bladet. Hvert av de 7 trinnene på figuren må vanligvis bearbeides i flere omganger. Innholdet i hvert trinn beskrives i avsnitt 4.

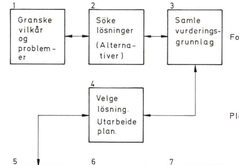


Fig. 21
De 7 viktige trinnene ved løsning av problemer og planleggingsoppgaver

Utgitt av
Ettertrykk forbudt

Norges byggforskningsinstitutt Tlf. (02) 46 98 80 Postadresse: Postboks 322 Blindern Oslo 3

22 Oversiktsplanlegging for elrigg (Grovplanlegging)

Før byggestart er det viktig å skaffe opplysninger som gir oversikt over alle faser i byggearbeidet med hensyn til hvilke arbeider som skal utføres, enheter som skal strømforsynes og disponeringen av byggeområdet, fig. 22 a. Trinn 1–4 gjennomgås, fig. 22 b. Unngå unødvendige detaljer. Hensikten er å få grunnlag for riktig valg av en helhetsløsning. Er tiden knapp, har oppmerksomheten ofte lett for å bli konsentrert for mye om startfasen, (A), som ligger nærmest i tid og som det er lettest å skaffe planleggingsgrunnlag for. Faren ved dette er at man blir stående ved løsninger som kan passe bra for startfasen, men som senere i byggeprosessen kan få uheldige konsekvenser med bl.a. bortkastet tid og penger til omlegging av fordelingsnettet.

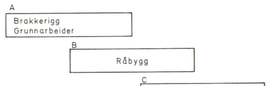


Fig. 22 a
Faser i byggearbeidet

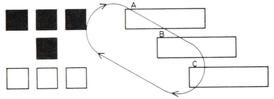


Fig. 22 b
Forarbeid og grovplanlegging for hele byggearbeidet

23 Detaljplanlegging for elrigg

Når man har funnet fram til en helhetsløsning, bearbeides denne videre i henhold til trinnene 1–4 idet man da konsentrerer arbeidet om oppstartingsfasen. Forarbeid og planlegging (trinnene 1–4) for de videre installasjonene som skal utføres gjennom byggeperioden, fase B og C, skjer deretter suksessivt, fig. 23. Samtidig må etterarbeidet, trinnene 5–7, for påbegynte installasjoner ivaretas.

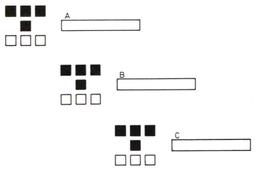


Fig. 23
Forarbeid og detaljplanlegging for de ulike avsnitt (faser) i byggearbeidet

3 ARBEIDSOPPGAVER OG HJELPEMIDLER

Arbeidsoppgavene i de 7 planleggingstrinnene er sammenstilt i tabell 3. I kolonnen «teknikk, hjelpemiddel» er bl.a. vist til sjekkelister, 1–6. Disse nevner i stikkordsform faktorer man bør være oppmerksom på. Listene er ikke ment å være uttømmende og bør suppleres med egne erfaringer og observasjoner. Hvert trinn kommenteres i avsnitt 4.

Tabell 3
Arbeidsoppgaver og hjelpemidler

Trinn og arbeidsoppgaver	Teknikk Hjelpemiddel	Hensikt Resultat
1. *Undersøke vilkår og problemer* – Undersøke prosjektmaterialet – Undersøke planlagt produksjon – Undersøke lokalitetene – Kontakte, intervjue – Klarlegge hva som skal planlegges og presisere spesielle vilkår og problemer for de arbeider som skal gjennomføres – Sjekke lover og bestemmelser m.v.	Sjekkeliste nr. 1 Sjekkeliste nr. 2 Sjekkeliste nr. 3 Fig. 3 a Fig. 3 b Sjekkeliste nr. 4 ME-blad 3.1–3.37	Kjennskap til hva som skal bygges og hvordan byggearbeidet skal gjennomføres. Klarlagt målsetting om hva som skal planlegges
2. *Søke løsninger* – Tenke etter om det fins flere alternativer for utførelse – Skissere, formulere aktuelle løsninger – Eventuelt lage tidprogram for det videre arbeidet	Sjekkeliste nr. 5	Oversikt over alternativer vedr. midlertidige el-installasjoner
3. *Samle vurderingsgrunnlag* – Innhente grunnlag for å kunne vurdere aktuelle alternativer med hensyn til arbeidsmetode, arbeidsinnsats, materiell, utstyr m.v.	Sjekkeliste nr. 6	Grunnlag for valg av riktig løsning

Tabell 3, fortsettelse.

Trinn og arbeidsoppgaver	Teknikk Hjelpemiddel	Hensikt Resultat
4. *Velge løsning, utarbeide plan* – Vurdere hvilken løsning som er å foretrekke (drifts-, tids-, kostnads- og sikkerhetsmessige hensyn) – Utarbeide elriggplan med nødvendige spesifikasjoner for den valgte løsning	Alternativ kalkyle ME-blad 6.30, 3.39	
5. *Oppnå enighet om planen* – Orientere om planen til personer/instanser som kan innvirke på planens gjennomføring – Sørge for at nødvendige vedtak blir fattet	Fig. 3 a	Visshet om at planen ikke blir forpurret
6. *Forberede arbeidsstart* – Tenke gjennom hvem som skal informeres og hva det skal informeres om for å få planen til å virke – Bestemme informasjonsmåte (muntlig, skriftlig, visuell) og eventuelt utarbeide informasjonsmateriale	Fig. 3 c, 3 d	Visshet om at de som skal delta i planens gjennomføring (administrativt og fysisk) forstår hva de skal gjøre
7. *Følge opp planen* – Medvirke ved arbeidsstart (instruere og gi impulser) – Kontrollere at planen følges (kontrollere viktige avsnitt i utførelsen) – Kontrollere hvorvidt forutsetningene for planen fortsatt gjelder – Vurdere om det er hensiktsmessig med kostnadsoppfølging eller annen registrering for å konstatere om metoden er bra – Foreta nødvendige revisjoner av planen, søke impulser til bedre metoder og utstyr, nye tiltak – Sørge for å spre erfaringer til firmaets avdelinger, ta vare på erfaringsmaterialet		Visshet om at planen følges Ta forholdsregler Treffe mottiltak Finne bedre metoder Opplysninger som kan brukes til neste planleggingsoppgave

Sjekkeliste nr. 1 for prosjektmateriale

Prosjektmaterialet kan omfatte
– Beskrivelser, tegninger, rapporter, bestemmelser, korrespondanse m.v. fra arkitekter (hoved-, landskaps-, hage-), konsulenter (elektro-, bygge-, geoteknikk, VVS-), elverket, Televerket, veg-, vann-, kloakk-, bygnings-, reguleringsvesen

Kontrollér spesielt:
– Situasjonskarter. Momenter: 1) tomtegrenser, grunneierforhold, uklare byggelinjer, sokkelhøyder, terrenghøyder, fallforhold, veg, vann avløp m.v. 2) Atkomstveger og plassering av riggen i oppstartingen. 3) Avstand fra elverkets fordelingsnett. 4) Vernede, fredede områder. 5) Kryssende ledninger (el, vann og avløp)
– Elektrokonsulentens tegninger. Momenter: 1) Fordelingsnettets beliggenhet i forhold til angrepspunkter og utbyggingsretning/-rekkefølge på byggeområdet og i bygget. 2) Målerarrangementet.
– Anbudsbeskrivelsene. Momenter: 1) Forberedelse av byggestrømforsyningen fra byggherren: side 2) Hvilke sideentreprenører o.a. som skal forsynes med byggestrøm 3) Tidsfrister, utbyggings- og innflyttingstakt.

Sjekkeliste nr. 2 for planlagt produksjon

Planlagt produksjon kan være dokumentert i form av:
– Fremdrifts-, rigg-, massedisponerings-, maskin-, bemannings-, materialleveranseplaner
– Arbeidstegninger og fremdriftsplaner fra hoved-, side- og underentreprenører
– Produksjonsplaner fra elverket, Televerket, veg-, vann- og kloakkvesen
– Avtaler mellom byggherre og sideentreprenør
– Oppgaver fra eget lager om disponibelt utstyr
– Materiale fra anbudsfasen, kalkyler, tilbud, rapporter

Sjekkeliste nr. 3 for undersøkelse av lokalitetene

Elverket
Leveringsvilkår, tariffer, administrative og tekniske bestemmelser for utførelse, produksjonsprogram og tidsfrister, effektuttak med hensyn til beliggenhet, størrelse, spenning (frekvens) og spenningsvariasjon. Plassering av permanente og midlertidige nettstasjoner. Betingelser knyttet til utnyttelse av permanente elanlegg. Målerarrangement.

Eksisterende anlegg
Anlegg (eller andre faktorer) som kan utnyttes eller som det *må tas hensyn til.*
Bygninger, gjerder o.l., veger, plasser, fyllinger, el-, tele-, veg-, vann- og avløpsledninger, lokaltrafikk, fly (markeringslys), igangværende byggearbeider, andre faktorer.

Terreng, grunn m.v.
Terreng, grunn og andre forhold av betydning for valg av *ledningstraséer, materiell og utstyr*
Vernede områder (vegetasjon, fornminner m.v.) skog, grunnforhold (jord, fjell, fyllinger), fundamenter, aggressive stoffer, terrengform, vann, elv, flomvann, teledybde, barmarkstid.

Lokale klimaforhold
Ekstreme temperatur-, snø-, vind-forhold, vinterhalvårets varighet

Sjekkeliste nr. 4 for presisering av vilkår og problemer

Summere opp observasjonene og presisere viktige vilkår og problemer for den planen som skal utarbeides
Momenter:
– Tidsfrister som må oppfylles, koordinering
– Vilkår vedr. elverkets strømleveranse (tidsfrister, effektbehov, utførelse m.v.)
– Vilkår vedr. Televerkets, veg-, vann og kloakkvesenets arbeider (fremdrift)
– Vilkår vedr. utførelse av permanente elanlegg med tanke på utnyttelse av disse (elektrokonsulent og installatør), elverk
– Vilkår vedr. andre entreprenørers arbeider, (grunn, råbygg, innredning)
– Belastningsfordeling, spenningsfall
– Ledningsframføringer, sentraler
– Utstyr, materialer og utførelse
– Sikkerhetsbestemmelser
– Temperatur, vær, atkomst
– Målerarrangement i innflyttingsperioden

Sjekkeliste nr. 5 for idéer

Stikkord
– Bruke andre energikilder
– Utnytte permanente elanlegg
– Sette bort – utføre selv, leie – kjøp
– Kabel i jord – på bakken – i luft
– Prefabrikasjon
– Endre kvalitet, kvantitet, dimensjon, type
– Utstyrs- og materiellkombinasjoner
– Endre plassering av strøminntak
– Endre angrepspunkter, tidspunkt for arbeidstart, arbeidsrekkefølge

Sjekkeliste nr. 6 for innhenting av vurderingsgrunnlag

Momenter
– Eget firma (erfaringer fra tidligere utførte arbeider)
– Direkte undersøkelser (entreprenørkontakter, elverk, byggeplasser m.v.)
– Litteratur (tidsskrifter, forskningsrapporter, håndbøker, normer og regler, brosjyrer, kapasitetsdata)
– Strømtariffer, leveringsvilkår (ME-blad 2.1)

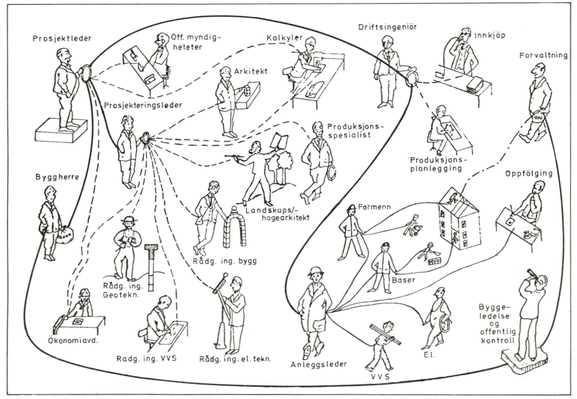


Fig. 3 a
Impliserte i byggeprosessen

Belysningsbehov

Sted kode	Formål	Areal m²	Ønsket lux-nivå	Lumen	1975 Tidsrom D J F M A M J J A S O N D	Merknader
A	Områdebelysning	2000	25	50000		Se riggplan datert 15.11.74
B	Vegbelysning	5 × 400	15	30000		

Motordata

Vedrørende maskin:

Fabrikat:	Omdr.tall:	Frekvens:
Bestill. nr.	Effektfaktor:	Merkeeffekt:
Strømart:	Startstrøm:	Virkningsgrad:
Merkespenning:	Intermittens:	Merkestrøm:
	Startmetode:	

Sammenstilling av effektbehov

Antall	Type	hk / η	kW enhet	kW h.gr.	Sum kW	1974 Jul	Aug	Sep	1975 Okt	Nov	Des	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep
1 × 1	Kran	65 / 0,8			60															
2 × 1	Betong lomme	5,5 / 0,8	5	5	10															
2 × 10	Byggtørkere		2,5	25	50															
2 × 5	Lyskaster		2	10	20															
2 × 10	Brakker		3	30	60															
	Diverse				10															
Sum installert effekt						70	30	160	160	160	160	210	210	190	140	110	110	110	40	

Oppvarming
Betong – Mur – Puss
Belysning
Snørydding
Max.

I rubrikken Antall står det første tallet for antall hovedgrupper, h.gr., det andre tallet for antall enheter pr. hovedgruppe.

Fig. 3 b
Kartlegging av strømforbrukere og effektbehov

74 Tilførsel til maskiner
Sikringer og ledertverrsnitt basert på maskinenes merkeverdier er angitt i kolonne 7 og 9, fig. 73. Kolonne 8 kan benyttes for spesifikasjon av eventuelle stikkontakter. Det er ikke tatt hensyn til intermitterende drift. Se om dette i ME 3.37.

75 Tilførsel til øvrige belastningsobjekter
For belastningsobjekt nr. 1, 2, 3, 4, 8 samt utvendig belysning må strømstyrken beregnes ut fra angitt effekt i kolonne 5 og 6, fig. 73. Sikringer og ledertverrsnitt velges som angitt i ME 3.32 og 3.37

76 Sentraler og ledninger mellom disse
For induksjonsfri belastning settes samtidighetsfaktoren S til 1.0. For induktiv belastning velges S = 0.8 og cos φ = 0.8. I tabell 76 er strømstyrken i den enkelte sentral beregnet. Nærmeste normerte sentral, se ME 4.50, med tilførselsledninger er angitt i kolonnen lengst til høyre.

Sentral nr.	kW	I amp.	⊟ A	⌒ A	Leder □ Cutj	Sentral Type
A	14 259	2,6 · 14 + 3,3 · 259 · 0,8 = 722	800		3x3x185 Cu 3x3x240 AL)	HS 1250
B	24	2,6 · 6 + 3,3 · 18 = 76	80		25 □	uS 01103
C	8	3,3 · 8 = 27	25		6 □	uS 00009
D	8 96	2,6 · 8 + 3,3 · 96 = 336	250		150 □	HS 630
E	8	27	25		6 □	uS 00009
F	8	27	25		6 □	uS 00009
G	5 28	2,6 · 5 + 3,3 · 28 = 106	80		25 □	F 160 uS 08206

Tabell 76
Strømstyrke, ledertverrsnitt og sentraltyper

77 Kontroll av spenningsfall, se ME 6.50, avsnitt 3. Nedenfor er vist kontroll av spenningsfallet fram til slipemaskin 15 etter formelen

$$\Sigma \Delta u = \frac{P \cdot L}{U \cdot \lambda \cdot A}$$

Følgende tabelltverrsnitt er valgt:

Fra slipemaskin til G: 20 meter 3 × 1,5 mm²
Fra G til D: 22 meter 3 × 25 mm²
Fra D til A: 70 meter 3 × 120 mm²

Formelen for spenningsfallberegningen ovenfor er avledet av formelen for kabeltverrsnitt

$$A = \frac{\sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot \cos \varphi}{\lambda \cdot \Delta u} \qquad 1)$$

hvor A = ledertverrsnitt i mm²
I = strømstyrke i ampere
λ = Ledermaterialets spesifikke ledningsevne
(for Cu: λ = 56, for Al: λ = 35)
U = hovedspenningen i volt
Δu = spenningsfall i volt
L = lengde i meter

Settes formelen for strømstyrken (pkt. 51) inn i 1), får vi

$$A = \frac{P \cdot L}{U \cdot \lambda \cdot \Delta u} \qquad 2)$$

$$\text{eller } \Delta u = \frac{P \cdot L}{U \cdot \lambda \cdot A} \qquad 3)$$

Det totale spenningsfallet fra A til slipemaskin 15 (fig. 72) vil være summen av

$$\Delta u_{AD} + \Delta u_{DG} + \Delta u_{DG}$$

De respektive belastninger finner vi i fig. 73:

P_{15} = 1,0 kW 1 000 W
P_G = 33 kW 33 000 W
P_D = 104 kW 104 000 W

Lengdene kan måles på riggplanene, fig. 72, og står for øvrig på fig. 73 (kolonne 9 og 10)

$$\Delta u_{G15} = \frac{1\,000 \cdot 20}{230 \cdot 56 \cdot 1{,}5} = 1{,}04 \text{ V}$$

$$+\Delta u_{GD} = \frac{33\,000 \cdot 22}{230 \cdot 56 \cdot 25} = 2{,}25 \text{ V}$$

$$+\Delta u_{DA} = \frac{104\,000 \cdot 70}{230 \cdot 56 \cdot 150} = 3{,}68 \text{ V}$$

Totalt spenningsfall = 6,97 V ≈ 7 V

7 volt er sum spenningsfall under forutsetning av at alle belastningsobjekter på vedkommende kurs fra HS er i drift samtidig.

8 REFERANSER

81 Dette bladet inngår i samlingen «Midlertidige elinstallasjoner for bygg og anlegg». Det er utarbeidet av Utvalg for midlertidige elektriske anlegg (UME), nedsatt av NVE og NBI. Redaksjonen er avsluttet i november 1979. Bladene distribueres av Norges byggforskningsinstitutt, Forskningsveien 3 b, Oslo 3.

Nikolai Olsens trykkeri a.s,

Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen
Norges byggforskningsinstitutt

Midlertidige elinstallasjoner på bygge- og anleggsplasser

Planleggingseksempel for 220 v anlegg

Utvalg for midlertidige elektriske anlegg (UME)

ME 6.30
Utgitt våren 1980

0 GENERELT

01 Dette bladet viser eksempel på dimensjonering av flyttbare elsentraler og tilførselskabler for byggeplassens elrigg.

02 Bladet er ment som hjelpemiddel ved planlegging.

03 Henvisninger til andre ME-blad fins i bladets tekst.

1 ELEKTROTEKNISKE BEREGNINGER M.V.
De elektrotekniske beregninger som skal utføres, er relativt enkle. Valg av sentralstørrelser og kabler bør i første rekke baseres på det utstyr vedkommende hovedentreprenør har til rådighet og forøvrig på normerte sentraler. Mest tidkrevende er vanligvis innhenting av data vedr. maskiner og produksjonen forøvrig. Vel gjennomarbeidede produksjonsplaner fra byggelederen letter planleggerens arbeid betraktelig. Hvis det knytter seg usikkerhet til effektbehovet p.g.a. mangelfulle produksjonsplaner, må selvsagt sentraler og kabler dimensjoneres rikelig ut fra antatt effektbehov.

2 MASKINDATA
Merkeverdier som vanligvis er påstemplet vedkommende motor eller apparat er:
1) Fabrikat og type
2) Driftsart, intermittensfaktor
3) Merkespenning
4) Merkestrøm
5) Merkeeffekt
6) Effektfaktor
7) Omdreiningshastighet
8) Frekvens
Størrelsen av forankoplede sikringer for en maskin avhenger bl.a. av om motoren har direkte start eller Y/D start (stjerne/trekant). Merkeverdi for sikringer for ulike nettspenninger oppgis av maskinleverandøren.

3 PLANLEGGING

31 Fremdriftsplan og valg av utstyr
Særlig i byggeindustrien, men også i stor grad i anleggsindustrien, er byggeområdet mer eller mindre i stadig forvandling fra byggestart til ferdig bygg, fig. 31. Forflytninger og transport på området skjer i stor utstrekning. Nærmere vilkår for plassering av sentraler, kabler og ledninger må derfor klarlegges på forhånd ved å utarbeide riggplan for de ulike faser i byggearbeidet, se ME 6.20. Dette gir grunnlag for å vurdere hvordan de flyttbare sentraler og kablene eventuelt skal legges om i takt med produksjonen. Ønskemålet er selvsagt minst mulig omlegging, og målsettingen må være at omleggingen skal skje uten produksjonsstans og med lavest mulige kostnader.
Produksjonsstans unngås best ved å planlegge installasjonsarbeidene på grunnlag av byggets fremdriftsplan og forøvrig i samråd med byggeledelsen. Lavere kostnader kan bl.a. oppnås ved å velge metoder og utstyr som muliggjør et høyt ombruk av materiell og som er lite arbeidskrevende.

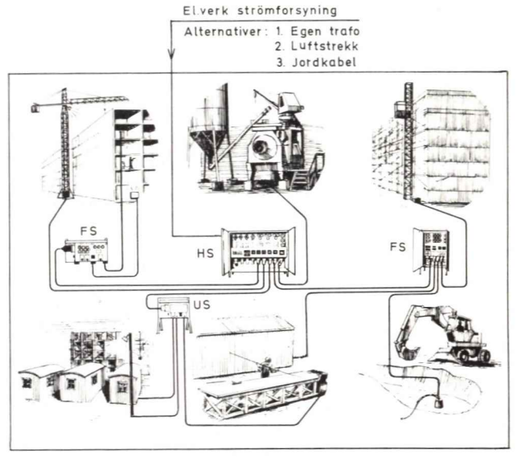


Fig. 31
Skjematisk fremstilling av et midlertidig elanlegg

Utgitt av
Ettertrykk forbudt

Norges byggforskningsinstitutt Tlf. (02) 46 98 80 Postadresse: Postboks 322 Blindern Oslo 3

32 Fordeling av belastningen

Som hovedprinsipp gjelder at sentralene bør plasseres nær de større belastningsobjekter. Maskiner som er særlig viktige for driften, bør knyttes direkte til hovedsentralen, eventuelt til en fordelingssentral direkte tilknyttet hovedsentralen. Det samme gjelder maskiner og annet utstyr med stort effektbehov. Derved unngås skade på kontaktorer o.l. for annet utstyr som følge av spenningsfall ved start av store maskiner. For å unngå overbelastning av de minste sentralene bør bare små maskiner og belysningsenheter tilknyttes disse.

33 Samtidighetsfaktor

Strømforbrukerne er sjelden i bruk samtidig. Sum effekt for de installerte maskiner (installert effekt) er derfor større enn effektbehovet i praksis. Ved dimensjonering bør derfor tallet for installert effekt ofte reduseres dersom en vil unngå overdimensjonering av sentraler og tilførselskabler/-ledninger.

Forutsetningen for en reduksjon er at beregnet installert effekt er endelig og at ingen viktige belastningsobjekter er uteglemt.

For bygge- og anleggsarbeider med høy utnyttelse av maskinparken må reduksjonen bli liten. Det samme gjelder arbeider hvor noen få større maskiner dominerer driften og arbeider mer eller mindre kontinuerlig.

For arbeider med mange forskjellig maskintyper og størrelser blir reduksjonen større enn for mindre arbeider med et fåtall maskiner.

Reduksjonens størrelse er en erfaringssak som må vurderes av planleggeren på grunnlag av produksjonsplanen.

Under alminnelige forhold har følgende reduksjonsfaktorer (S) vist seg brukbare:

Byggearbeider

Større bygg	Install.effekt	> 300 kW	S = 0,5
Middels store bygg	»	150–300 kW	S = 0,6
Middels store bygg	»	50–150 kW	S = 0,7
Mindre bygg	»	< 50 kW	S = 0,8

Anleggsarbeider S = 0,7 –0,8

4 DIMENSJONERING AV KABLER OG LEDNINGER

41 Belastning

Kabler og ledere må ikke belastes mer enn angitt i Forskrifter for elektriske anlegg, se ME 3.32 og 3.37

42 Spenningsfall

Spenningsfallet må ikke være for stort. For lange ledninger (> 150 meter) eller ved høye startstrømmer må spenningsfallet alltid kontrolleres. Dersom startstrømmen er større enn samlet normal driftsstrøm i vedkommende sentral, bør ledertverrsnittet økes. Tabeller og formler, se ME 6.50.

En del elverk har retningslinjer for største spenningsfall oppgitt i % av driftsspenningen. For industrielle anlegg kan elverket dispensere fra vanlige bestemmelser. For midlertidige anlegg aksepteres vanligvis et spenningsfall på 7 % (maks. 10 %) regnet fra hovedsentralen og regnet ut fra maskinenes merkestrøm. Dette beror bl.a. på at motorene sjelden går fullastet kontinuerlig. Det må likevel påses at motorenes klemmespenning ikke blir lavere enn 10 % under motorens merkespenning ved fullast.

5 BEREGNING AV STRØMSTYRKE

51 Induksjonsfri belastning

For trefaseanlegg beregnes strømstyrken I i ampere etter formelen

$$I = \frac{P \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot U}.$$

Ved 220 V anlegg blir $I \approx 2{,}6 \cdot P$ ampere

hvor P er installert effekt i kW og U er spenningen i volt.

52 Induktiv belastning

521 For en enkelt motor blir strømstyrken I ved full belastning:

$$I = \frac{P_n \cdot 1000 \cdot 100}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi \cdot \eta}$$

P_n merkeeffekt i kW (avgitt effekt)

U hovedspenning i volt

$\cos\varphi$ effektfaktor

η motorens virkningsgrad i %

I svarer til motorens merkestrøm (I_n)

522 For å beregne samlet strømstyrke for en gruppe maskiner, beregnes først installert effekt

$$P = \frac{P_n \cdot 100}{\eta}$$

for hver maskin, hvoretter samlet installert effekt summeres. For å få et mest mulig korrekt tall for strømstyrken (og spenningsfallet) skal egentlig også resulterende effektfaktor beregnes. Dette kan være et ganske tidkrevende arbeid. For overslagsberegninger og ved normal motorbelastning er det som oftest tilstrekkelig å sette $\cos\varphi = 0{,}8$ for motorer på ca 1 kW, stigende til 0,9 for motorer på ca. 30 kW. Tilsvarende verdier for virkningsgraden er henholdsvis 80 og 90 %. Kalles samlet installert effekt P, blir

$$I = \frac{P \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot U \cdot 0{,}8}$$

Ved 220 V anlegg blir da $I \approx 3{,}3 \cdot P$ ampere.

6 BEREGNING AV SPENNINGSFALL

Spenningsfallet kan være avgjørende m.h.t. valg av ledertverrsnitt. Tabeller for avlesning av tilnærmet spenningsfall for ulike tverrsnitt, se ME 6.50.

7 PLANLEGGINGSEKSEMPEL

71 Forutsetninger

Fremdriftsplan, hovedriggplan og ressursplaner (vedr. et industribygg) foreligger, og beregning av effektbehov for brakker, lys og maskiner er utført. Hovedriggplan fremgår av fig. 71.

72 Plassering av sentraler og kursfordeling

Fig. 72 viser forslag til plassering av sentraler og fordeling av kurser. Plassering er basert på retningslinjene nevnt i avsnitt 32 foran. Sentralene er på figuren betegnet med henholdsvis A, B, C, D, E, F, G.

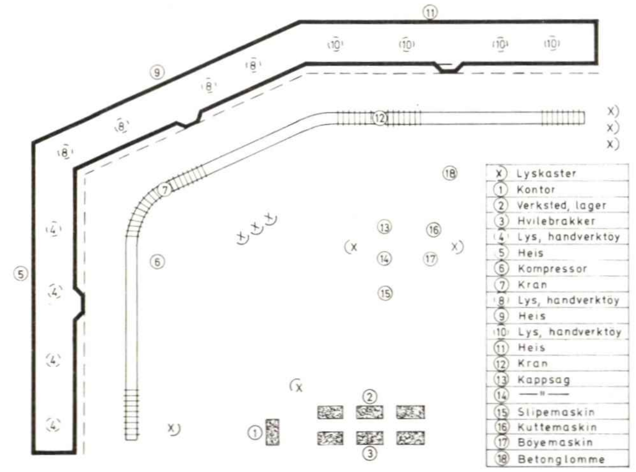


Fig. 71
Riggplan. Kontorbygg. M = 1:500

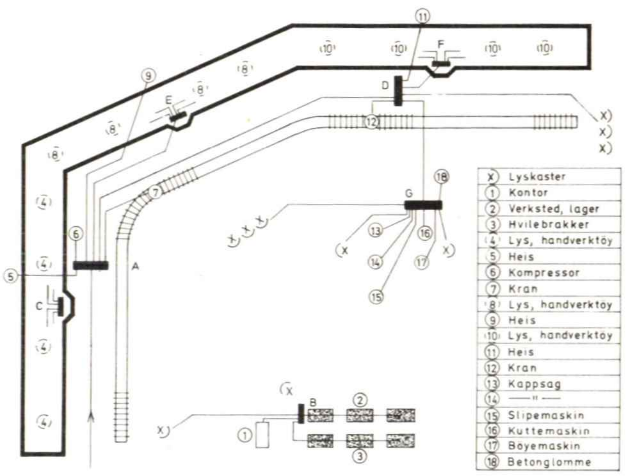


Fig. 72
El-riggplan. M = 1:500

73 Sammenstilling av data

Fig. 73, kolonne 1–3, inneholder nummer, antall og navn på riggenheter og kolonnene 4–6 beregnet effekt i kW. Ledningslengder er angitt på nederste linje i kolonne 9. I kolonne 10 er belastningen på de enkelte sentraler i henhold til fig. 72 summert. Ledningslengder mellom sentralene er angitt øverst i kolonne 10. Kolonne 11 viser tidsrommet for bruk av de enkelte enhetene.

Installert effekt pr. måned er summert under tiddiagrammet fig. 73, kolonne 11. Maksimal installasjon (effekt) inntreffer i januar – mars 1976 med henholdsvis 14 kW induksjonsfri og 259 kW induktiv belastning. (Som induksjonsfri belastning kan regnes varme- og glødelamper. Såkalt induktiv belastning er bl.a. motorer og ukompenserte lysrørarmaturer.)

1 OBJEKT NR.	2 ANTALL	3 BETEGNELSE	4 KW PR. ENHET	5 KW SUM INDUK-FRI	6 KW SUM INDUK-TIV	7 UTTAK A	8 UTTAK A	9 LEDNING (TYPE) TVERRSNITT / LENGDE
1	1	Kontor	1	1		10		3 x 1,5 / 8
2	1x3	Verksted	1x2 2x5		18	63		3 x 16 / 20
3	1x3	Brakke	1,3	4		20		3 x 4 / 30
(x	2x1	Utv. lys	0,5	1		10		3 x 1,5 / 25 5
4	4x1	Lys og handverktöy	2		8	25		3 x 6
5	1	Heis			15	125		3 x 16 / 15
6	1	Kompressor			54	250		3 x 70 / 10
7	1	Kran			45	160		3 x 50 / 40
8	4x1	Lys og handverktöy	2		8			3 x 6
9	1	Heis			15	125		3 x 16 / 40
10	4x1	Lys og handverktöy	2		8			3 x 6
11	1	Heis			15	125		3 x 16 / 15
12	1	Kran			45	225		3 x 120 / 30
13 14	2x1	Kappsag			8	25		3 x 2,5 (1,5) / 10 15
15	1	Slipemaskin			1	10		3 x 1,5 / 20
16	1	Saks	4		4	16 (20) (10)		3 x 2,5 (1,5) / 5
17	1	Böyemaskin			5	25		3 x 4 (2,5) / 10
(x	1x3	Utv. lys	1	3		10		3 x 1,5 / 30
(x	1x3	—"—	1	3		10		3 x 1,5 / 40
(x	2x1	—"—	1	2		10		3 x 1,5 / 10
18	1	Betonglomme			10	63		3 x 10 / 5

10 SENTRALER OG UTTAK (Sum kW)	A	B	C	D	E	F	G
Ind.fri belastning	14	6		8			5
Induktiv —"—	259	18	8	96	8	8	28

11	1975 JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	1976 JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES
Sum kW	23	23	67	122	190	273	273	273	267	264	210	195	158	95	5			

OPPVARMING — BETONG MUR PUSS — BELYSNING — SNÖRYDD. — OPPVARM — BETONG — BELYSN — SN

Fig. 73
Effektbehov for maskiner og utstyr

24 Stikkontaktmateriell

Fig. 24 a viser bruken av stikkontaktmateriell. Det bør i sentraler være av typen rundsstift - CEE 17 norm. Stikkontakter av denne typen kan ikke forveksles. Det er jordstiftens plassering og klokkestilling i forhold til styresporet som gjør dette mulig, se eksempler i fig. 24 b. Systemet gir full sikkerhet mot sammenblanding av stikkontakter og plugger for forskjellige spenninger, frekvenser og faser.

For to-polet 16 ampere (eller mindre) stikkontaktmateriell bør det brukes rundstift etter CEE 7-norm (dvs. vanlig husholdningsinstallasjon). Denne typen passer nemlig for den vulkaniserte pluggen (støpslet) som vanligvis finnes på håndverktøy, belysningsutstyr m.v. Det finnes også overgangsplugger fra f.eks. rundstift til flatstift med fasevender m.m. på markedet.

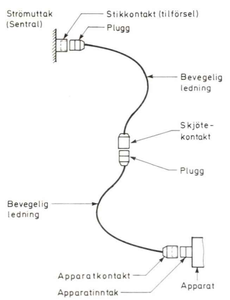


Fig. 24 a
Bruken av stikkontaktmateriell

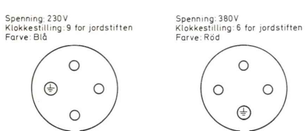


Fig. 24 b
Jordstiftens plassering ved 230 V og 400 V tre-faset iflg. CEE 17-normen

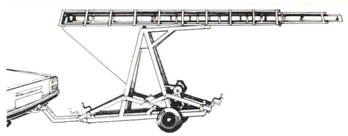
25 Belysning

Det skilles mellom almen belysning (områdebelysning) og arbeidslys (plassbelysning).

Almen belysning skal gi tilstrekkelig lys for gang- og kjøretrafikk. På små byggeplasser uten kraner står man relativt fritt når det gjelder valg av utvendig belysning. Ofte er det tilstrekkelig med to lyskastere eller enklere armatur på master eller stolper i 5 – 10 m høyde, se fig. 25 a, eller det kan brukes trær og bygninger for opphenging av lyskastere. Pass på at trærne ikke skades. Til almen belysning i korridorer o.l. kan det brukes lysrekker med forskjellig lampeavstand, f.eks. 5 m, se fig. 25 b. Eksempel på lysarmatur er vist i fig. 25 c.

I tillegg til almenbelysningen trengs det spesielt arbeidslys, se fig. 25 d.

Det er ellers viktig å huske på følgende:
- Sørg for tilstrekkelig belysningsstyrke.
- Plasser lysarmaturene slik at de ikke blender.
- Dårlig eller feil belysning øker risikoen for skader og ulykker og fører til redusert arbeidsinnsats.



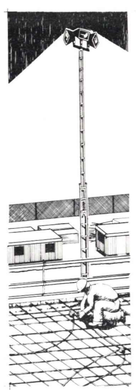
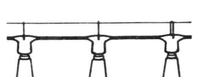


Fig. 25 a
Områdebelysning. Eksempel på teleskopisk lysmast



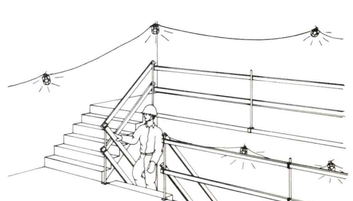


Fig. 25 b
Innvendig ganglys. Lysrekker

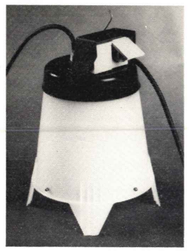


Fig. 25 c
Eksempel på arbeidslampe med stikkontakter for håndverktøy o.l. Plastskjermen sørger for diffus belysning som ikke blender, og den beskytter en 200 W glødelampe mot vannsprut og slag.

Fig. 25d
Arbeidslys. Halogenlamper på sammenleggbart teleskopstativ

3 DRIFT, SIKKERHET, VEDLIKEHOLD

31 Strømbrudd pga. jordfeil m.v.

For å hindre ulykker skal det i hovedsentralen være en jordfeilvarsler som varsler at anlegget har jordfeil på mer enn 100 milliampere. Ved feil må anlegget straks frakoples og repareres.

Det skal også være installert jordfeilbryter foran stikkkontakter med merkestrøm 16 A eller lavere. Disse bryterne skal automatisk bryte strømmen ved jordfeil som overstiger 30 milliampere.

For å begrense driftsstopp og for å unngå ulykker ved at byggeplassen mørklegges pga. jordfeil, må anlegget ha tilstrekkelig antall kurser. Det er også viktig at varmekabelanlegg som skal hindre frostskader, er trygt sikret. En feil ett sted må ikke forplante seg over hele byggeplassen.

Større maskiner som kraner o.l. som krever høy startstrøm, bør ha egen kurs til hovedsentralen. Man reduserer derved spenningsfall på resten av anlegget. Hvis sikringen ryker, begrenses driftsstoppen til den ene maskinen.

Moderne sentraler har de nødvendige jordfeilvarslere og brytere, og leverandørene kan gi råd m.h.t. nødvendig antall kurser og strømstyrke.

32 Feilsøking

Ved utkopling av anlegget ved jordfeil må man snarest prøve å lokalisere feilen for å unngå lange avbrudd i driften. Med godt planlagte anlegg som er tilstrekkelig oppdelte med brytere og sikringer, er det relativt enkelt å finne fram til den anleggsdelen som har feil. Når feilen er funnet, frakoples bare denne delen av anlegget ved hjelp av bryter og sikring. Er anleggsdelene sammenkoplet med stikkontakter og plugger, kan utstyr med feil frakoples med disse og eventuelt erstattes med reserveutstyr. Se ME 4.50.

Sikringstiltak

33 Maskiner må være forskriftsmessig kapslet og isolert. I tillegg er det aktuelt med spesielle sikringstiltak for å forebygge ulykker. Slike tiltak kan være:
- montering av nullspenningsutløser på motorer som kan forårsake ulykker ved uventet start etter et strømbrudd
- installasjon av fasefølgerelé på motorer for å unngå feil dreieretning pga. forbytting av faser
- montering av stoppknapp som betjenes med foten eller kneet, på bygningssager o.l. hvor arbeidsstykket må holdes med begge hender.

For øvrig skal maskiner m.v. gjøres spenningsløse når de ikke er under direkte tilsyn. Uvedkommende skal ikke kunne sette anlegget eller deler av det under spenning.

34 Vedlikehold

Av hensyn til sikkerheten er det viktig at utstyret vedlikeholdes godt. Defekt utstyr må merkes og ikke blandes med materiell som er i orden, før det er reparert. Det må også alltid være reservemateriell tilstede slik at skadde ledninger, lamper o.l. raskt kan skiftes ut.

4 REFERANSER

41 Dette bladet inngår i samlingen "Midlertidige elinstallasjoner for bygg og anlegg". Det er utarbeidet av Utvalg for midlertidige elektriske anlegg (UME), nedsatt av NVE og NBI.

Redaksjonen er avsluttet i november 1984. Bladene distribueres av Norges byggforskningsinstitutt, Forskningsveien 3B, Blindern, 0314 Oslo 3.

42 Litteratur

421 Elektrisk materiell og utstyr til midlertidig bruk på bygg og anlegg (ELMI-katalogen). Oslo 1976. Utgitt av Entreprenørenes Landssammenslutning og Installatørenes Service- og Opplysningskontor.

422 Forskrifter for elektriske anlegg. Oslo 1979. Grøndahl & Søn A/S.

423 Veiledning om elektriske tilkoplinger du selv kan foreta. Brosjyre utarbeidet av Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen og Elforsyningens informasjonstjeneste.

424 Valg av belysningsstyrker. Oslo 1973. Selskapet for lyskultur. Publikasjoner, 1.

Nikolai Olsens trykkeri a.s

Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen

Norges byggforskningsinstitutt

Midlertidige elinstallasjoner på bygge- og anleggsplasser

Elrigg for mindre byggeplasser

Utvalg for midlertidige elektriske anlegg (UME)

ME 6.31
Utgitt 1985

0 GENERELT

01 Innhold

Dette bladet behandler elektriske anlegg for mindre byggeplasser. Det gir en oversikt over aktuelt materiell, planlegging og tilrigging for midlertidige elanlegg som skal forsyne byggeplassen med strøm til belysning, oppvarming og drift av håndverktøy og større maskiner.

02 Sentraler

De viktigste delene i det midlertidige elektriske anlegget - hovedsentral, fordelingssentraler og undersentraler - kan idag kjøpes eller leies ferdig montert, se fig. 02 a. Dette betyr anlegg som er sikre i drift.

Så sent som på 70-tallet var det ikke uvanlig å bygge opp sentralene på stedet som vist på fig. 02 b. Undersøkelser utført av NBI viser at slike anlegg fører til mye driftsstans. Installasjonen blir således kostbar, og ombruken av materiellet er liten. Risikoen for personulykker og materielle skader pga. brann er høy.

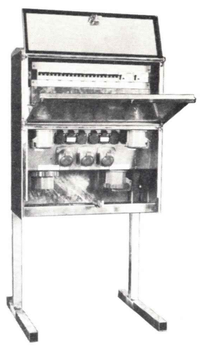


Fig. 02 a
Eksempel på en moderne og sikker undersentral

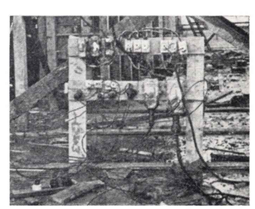


Fig. 02 b
Livsfarlig sentral. Slike må ikke forekomme.

03 Strømlevering

For å unngå forsinkelser i leveringen av byggestrøm er det viktig å få klarlagt strømbehovet så tidlig som mulig og konferere med elverket om leveransen.

Elanlegget skal meldes til elverket av godkjent installatør på stedet før det påbegynnes, og når det er ferdig, skal elverket godkjenne det før det tas i bruk.

Eieren må dessuten undertegne strømbestilling. Skjemaer for dette fås på elverket.

04 Tilkopling

Elverket kopler stikkledningen til hovedsentralen og installerer strømmåler. Hovedsentralen blir stående på samme sted til byggestrømmen avbestilles og elverket foretar frakoplingen.

Fordelings- og undersentraler kan det bli aktuelt å flytte etterhvert som byggearbeidet går fremover. Moderne sentraler er derfor laget slik at til- og frakopling kan utføres av byggeplassens personell ved hjelp av hensiktsmessig stikkontaktmateriell.

05 NEMKO-godkjent utstyr

Det må bare brukes utstyr og materiell som er prøvd og godkjent av NEMKO. Slikt utstyr er merket med Ⓝ.

06 Andre ME-blad med tilknytning til dette bladet er:

ME 2.10 Samarbeid med elverk ved prosjektering og utførelse
ME 6.10 Prosjekteringsfasen. Planlegging av byggestrømsforsyningen
ME 6.30 Planleggingseksempel for 220 V anlegg
ME 6.41 Krav til arbeidslyset

Ettertrykk forbudt

Norges byggforskningsinstitutt Tlf. (02) 46 98 80 Postadresse: Postboks 322 Blindern, 0314 Oslo 3

1 PLANLEGGING

11 Effektbehov
Ved planlegging av anlegget må det først skaffes en oversikt over samlet effektbehov for alle strømforbrukere på byggeplassen. På alt elektrisk utstyr står effektbehovet oppført i W eller hk (1000 W = 1 kW = 1,36 hk).
For oppvarming av brakker trengs 100 - 150 W pr. m^2.
For utendørs belysning med damplamper trengs ca. 0,5–0,7 W pr. m^2 for hver 25 lux belysningsstyrke. For innvendig belysning med halogenglødelamper trengs ca. 15 W pr. m^2 pr. 100 lux.

12 Strømlevering fra elverket
Elverket bør kontaktes tidligst mulig, eventuelt gjennom elinstallatøren, for å få klarlagt muligheten for strømleveranse. Det er en fordel å ha med et situasjonskart der planlagte bygninger, veger, vann, avløp, anleggsbrakker, maskinoppstillinger m.v. er tegnet inn. Videre må samlet effekt oppgis.
På grunnlag av dette kan elverket sammen med entreprenøren/elinstallatøren bestemme plassering og størrelse på stikkledningen fram til hovedsentralen. Samlet effektbehov er dimensjonerende for størrelsen på hovedsikringene i hovedsentralen. Se eks. fig. 12 a og 12 b.
Ved mindre effektbehov vil elverkene normalt kunne levere strøm til hovedsentralen få dager etter bestilling. Ved større effektbehov og lange stikkledninger vil leveringstiden avhenge av kapasiteten på eksisterende ledningsnett og bemanningen ved elverket.
Ved lang stikkledning og stort effektbehov som eventuelt krever ny nettstasjon, kan kostnadene som belastes entreprenøren/byggherren, bli store. Dette kan imidlertid unngås hvis man i tide samarbeider med elverket for å få lagt fram den permanente strømtilførselen. Det er også mulig å gjøre bruk av byggets permanente installasjon innvendig, f.eks. stigeledningen.

13 Behovet for sentraler
Spesielt for større byggeplasser er det viktig å avklare hvordan effektbehovet varierer i løpet av byggetiden med bruk av maskiner og behov for oppvarming og belysning. Hovedsentralen dimensjoneres etter det maksimale effektbehovet.
Ved planlegging av fordelings- og undersentraler må det tas hensyn til variasjonen i effektbehovet og hvordan behovet fordeler seg på sted og over tid. Dette er nødvendig både for å få riktig størrelse på sentralene og for å få dem riktig plassert i forhold til belastningen.
Bevegelige ledninger på bakken skades lett og ligger ofte i vegen. En gjennomtenkt plassering av sentralene vil redusere både antallet og lengden av løse ledninger.

14 Jording
Til jordelektrode brukes jordspyd eller jordplate inntil byggets permanente jordelektrode kan tas i bruk.

15 Størrelse på sikringer
Størrelsen på sikringene må avpasses etter effektuttaket. Effekt = strømstyrke x spenning. Ved vanlig enfase strøm med spenning på 230 V og 10 A sikringer kan det maks. tas ut en effekt på 10 A x 230 V = 2300 W.
Hvis strømmen er tre-fase, multipliseres med 1,73 slik at maks. effektuttak blir 2300 W x 1,73 = 4000 W. Maks. belastning bør imidlertid planlegges etter noe mindre effekt. For kortslutningsmotorer må det tas hensyn til at startstrømmen kan være opptil 5 x motorens merkestrøm. Sikringene må derfor dimensjoneres etter startstrømmen og være trege.

16 Eksempel
Midlertidig elanlegg for bygging av to rekkehus, hvert på tre leiligheter i tre etasjer, skal planlegges. Areal pr. leilighet 126 m^2. Byggetid mai 81 – januar 82, dvs. 9 mndr. I tre av leilighetene blir det i henhold til fremdriftsplanen og årstiden nødvendig med tørkestrøm.

Hvor stort blir effektbehovet i kW?
Hvor stor hovedsentral må benyttes?

Ca. effektbehov blir:

Brakkerigg, hjulbr., arb.br.	14,5 kW
Maskiner (sager, pumper o.l.)	8,0 »
Utvendig belysning	4,0 »
Arbeidslys, håndverktøy	6,0 »
Tørkestrøm (3 leiligheter)	30,0 »
Sum	62,5 kW x 0,8 = 50 kW

Tallet 0,8 er samtidighetsfaktor, se ME 6.31.
Hovedsentral HS 250 med hovedsikringer 3 x 160 ampere eller 3 x 200 ampere vil passe bra. Riggplan er vist i fig. 16.

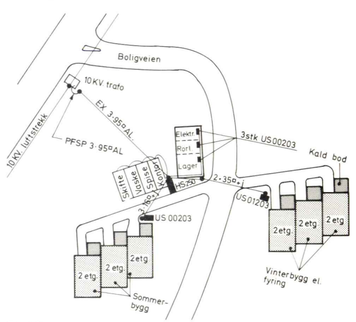


Fig. 16
Riggplan midlertidig elanlegg

2 MATERIELL

21 Standardisering av materiell
Materiell til midlertidige elanlegg omfatter sikringer, lyspærer, ledningsmateriell, stikkontaktmateriell, skjøteutstyr og lysarmaturer.
Det er et stort utvalg på markedet, og det er flere typer utstyr som ikke uten videre kan brukes om hverandre. Innen en bedrift er det god økonomi å standardisere alt materiell. Dette gjelder spesielt stikkontaktmateriell.

22 Sentraler
Behovet for sentraler avhenger av byggeplassens størrelse. Det skilles mellom tre typer: Hovedsentral, fordelingssentral og undersentral.
Hoved- og fordelingssentraler betegnes etter hovedsikringenes størrelse i ampere, f.eks. HS 63, FS 125.
For undersentraler refererer de oppgitte ampereverdiene seg til foranstående sikringer i hoved- eller fordelingssentral. Undersentralene betegnes også med siffer som angir antall stikkontakter og deres merkestrøm, se eks. i fig. 22 d.
Tabell 22 gir en oversikt over markedsførte sentraler med kapasitet i ampere og kW. Vanlig sentral til bruk ved små byggeoppdrag er HS 3/63 med direkte måling.

Tabell 22
Oversikt over markedsførte sentraler med angivelse av kapasitet

Kapasitet		Type sentral		
Ampere	kW	Hoved-sentral HS	Fordelings-sentral FS	Under-sentral US
16	5			x
25	8			x
63	20	x		x
125	40	x	x	x
160	50		x	x
250	80	x	x	
400	120		x	
630	200	x		
1250	400	x		

Hovedsentralen, se fig. 22 a, mottar og formidler strøm fra elverkets nett til en eller flere fordelings- og undersentraler. Den har hovedsikringer, plass for elverkets måleutstyr, jordfeilvarslere, jordfeilbrytere og strømuttak med sikringer, brytere og stikkontakter.

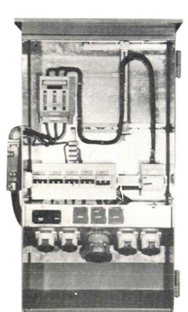


Fig. 22 a
Eksempel på hovedsentral (HS)

Fordelingssentralen, se fig. 22 b, får strøm fra hovedsentralen og formidler den videre til bruksenheter eller undersentraler. Fordelingssentralen har hovedsikringer, jordfeilbrytere og strømuttak med sikringer, brytere og stikkontakter. Fordelingssentraler er det vanligvis ikke behov for på mindre byggeplasser, heller ikke hovedsentraler større enn 250 A.
Undersentralen, fig 22 c, får strøm fra en fordelings- eller hovedsentral og formidler den videre til mindre bruksenheter. Undersentralen har sikringer, eventuelt nødvendige brytere og stikkontakter med forankoplede jordfeilbrytere. Den har ikke hovedsikringer og forutsettes sikret av tilførselsledningens sikring i hoved-eller fordelingssentral. Den skal være merket med høyeste tillatte merkestrøm for foranstående sikringer. Det er en fordel at undersentralen har apparatinntak så den kan plugges istedenfor å koples.

Fig. 22 b
Eksempel på fordelingssentral (FS)

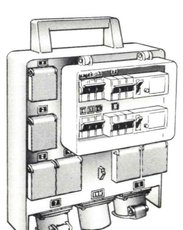


Fig. 22 c
Eksempel på undersentral (US)

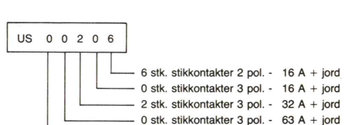


Fig. 22 d
Typebetegnelse for undersentraler

23 Kabler og ledninger

231 Det må brukes kabler og ledninger som har de riktige egenskapene i forhold til bruksområdet [428] og [429]. Ved føring av kabler og ledninger må det tas hensyn til at materiellet ikke skades eller kommer i vegen for kraner, kjøretøyer osv.

232 "Faste" ledninger PFSP (hovedledninger) kan føres som kabler i jord og eventuelt trekkes gjennom rør eller kanaler som gir egnet beskyttelse samtidig som kablene da kan brukes om igjen.
Dersom ikke krantrafikk er til hindring, kan EX hengeledning være en god løsning, se fig. 232. Det må alltid sørges for tilfredstillende strekkavlastning slik at tilkoplingen ikke skades.

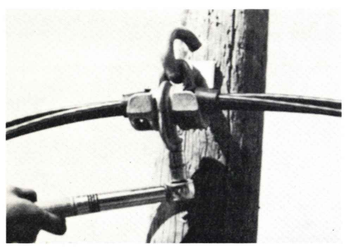


Fig. 232
Eksempel på hengeledning

233 Bevegelige ledninger skal være gummiisolerte av type NMHVO, NMHVR eller NSHO. Ledningene kan legges på bakken og må eventuelt beskyttes, se fig. 233, eller de kan henges opp med maks. 15 m mellom opphengspunktene forutsatt at de er tilfredstillende festet og strekkavlastet. Innvendig i bygget bør bevegelige ledninger fjernes fra golvene ved f.eks. å føre ledningene gjennom søppelsjakter, ved opphenging på vegger o.l. Det permanente elanlegget bør også utnyttes.
Av praktiske grunner bør lengden på skjøteledninger stadardiseres, f.eks. 10 – 15 – 25 – 50 m.

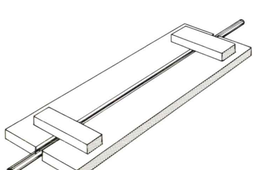


Fig. 233
Beskyttelse av ledning på bakken

234 Skjøteutstyr (ledning med kontakter og plugger) leveres i flere typer. Fig. 234 a, b og c viser eksempler. Utstyret skal ha skilt som angir bruksområde og tillatt belastning. Vær oppmerksom på at tillatt effektuttak på kabelsneller avhenger av hvor mye ledning som er rullet ut. Slike sneller kan forårsake brann hvis effektuttaket blir for stort.

a

b

c

Fig. 234
Skjøteutstyr
a. Skjøtekasse med ledning
b. Kabelsnelle med uttak
c. Skjøteledning

22 Fargeangivelse for lyskilder

221 *Fargetemperatur* angis med enheten Kelvin (K). Sammenhørende verdier av farge og temperatur er fastsatt på grunnlag av de endringer i farge som inntreffer når et absolutt svart legeme (jfr. svart jern) utsettes for stigende temperatur. Jernet endrer da farge fra svart til henholdsvis mørkerødt, lyserødt, gult, hvitt.
Eksempler på fargetemperaturer:
– Stearinlys 1 500 K
– Glødelampe 2 500–3 000 K
– lysrør 3 000–7 000 K
– Dagslys ved klar himmel 6 000–6 500 K
– Skyet himmel 6 000–7 000 K
– Sollys morgen og kveld 2 000–4 000 K
Fargetemperaturen sier intet om lysets sammensetning. To lyskilder med samme fargetemperatur kan nemlig ha forskjellig fargesammensetning og dermed helt forskjellig fargegjengivelse.

222 *Relativ spektral energifordeling.* I noen lampekataloger angis den prosentvise fordelingen av det samlede lysutbytte på de forskjellige farger i fargespektret. Fagfolk kan på dette grunnlaget grovt bedømme lyskildens fargegjengivelse.
I forhold til sollysets spektrum har f.eks. glødelampen høy utstråling i den røde delen av spektret og mindre i den blå, fig. 222 a. Den har som figuren viser kontinuerlig spektralfordeling og hører med lant de kunstige lyskilder som har best evne til å gjengi fargene i omgivelsene korrekt.
Lysskilder som mangler eller har vesentlig redusert utstråling i større deler av spektret, vil ikke ha fullt så god fargegjengivelse, fig. 222 b.

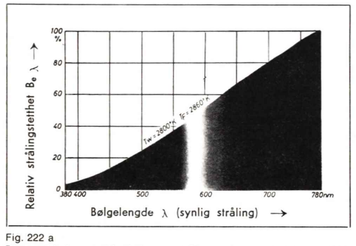


Fig. 222 a
Den spektrale energifordeling av strålingen fra en glødelampe (200 W/220 V)

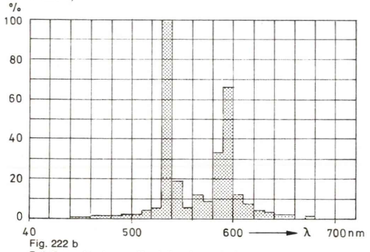


Fig. 222 b
Relativ spektral energifordeling for en lyskilde

223 Fargegjengivelsesindeks Ra
Ra-indeksen gir et tilnærmet mål for en lyskildes fargegjengivelse og angis i enkelte lampekataloger:
Ra 90–100 svarer til ekstra god fargegjengivelse
Ra 80–90 svarer til god fargegjengivelse
Ra 80 og lavere svarer vanligvis til mindre god fargegjengivelse
Metode for måling av Ra-indeksen er publisert av Den Internasjonale Belysningskomisjonen CIE.

23 Lysanleggets økonomi

231 *Levetid* er antall timer som lyskilden brenner før den må skiftes. En kan skille mellom teknisk og økonomisk levetid. Teknisk levetid (som oppgis i fabrikantenes lampekataloger) er midlere levetid for en viss lampetype og denne bestemmes på grunnlag av standardiserte prøveregler. Økonomisk levetid beror bl.a. på hvilke krav som stilles til belysningens kvalitet og lysutbytte.

232 *Lysytelse.* Merkeverdi for lysytelse er den lysflux lyskilden har etter et visst antall driftstimer, for utladningslamper 100 timer, for glødelamper 1 time.

233 *Armaturvirkningsgrad* (oppgis av enkelte fabrikanter) angir den prosentvise del av lyskildens lysflux som forlater lysarmaturen.

234 Lysutbytte – lyskildens virkningsgrad – angis i lm pr. watt og er et uttrykk for hvor mange lm lyskilden avgir pr. tilført watt.

235 *Lumentimer (lm h)* er lumen multiplisert med antall timer lyskilden brenner.

236 *Vedlikeholdsfaktoren* er forholdet mellom lyskildens lysstyrke ved nyverdi og verdi ved utskiftning.

24 Lysarmaturens spredevinkel, hellingsvinkel, nyttefaktor
Størrelse på vertikal og horisontal spredevinkel angis med grader (°). Spredevinkelen er vinkelen mellom den linjen som representerer lyskasterens maksimale lysstyrke, max I, og den linjen der lysstyrken er halvparten av max I. Fig. 24 a viser den vertikale spredevinkelen (30° ned, 20° opp) ved asymmetrisk lysfordeling.
Hellingsvinkelen er vinkelen mellom lyskasterens horisontalakse og vertikalen.
Fig. 24 b viser lyskasteren sett ovenfra med horisontal spredevinkel angitt til 2 × 20°.

Fig. 24 a Vertikal spredevinkel og hellingsvinkel

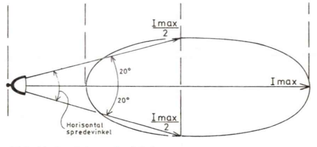


Fig. 24 b Horisontal spredevinkel

Den delen av lyset som faller utenfor spredevinkelen (strølys), kan under gunstige forhold komme til nytte, særlig nær armaturen. Armaturens nyttefaktor er et mål på hvor mye av den totale lysflux som faller innenfor spredevinkelen.

25 Lysfordelingskurver
Lyskasterens optiske egenskaper angis ved hjelp av lysfordelingskurver. Kurvene angir vanligvis lysstyrker som armaturen vil ha dersom lyskilden i den tilsammen sender ut 1 000 lm. Kurven utarbeides ved hjelp av målinger med fotoelement (luxmeter) og beregninger. Det er vanlig å måle en armatur i et eller flere vertikalplan gjennom armaturens sentralakse. Ved rotasjonssymmetrisk armatur angis lysfordelingskurven i et vertikalplan, fig. 25 a.

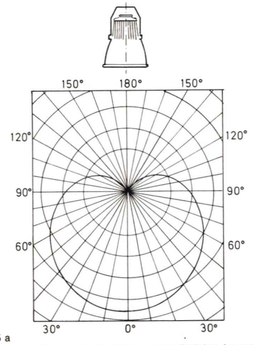


Fig. 25 a
Polart system. Lysfordelingskurve i et vertikalplan for rotasjonssymmetrisk armatur

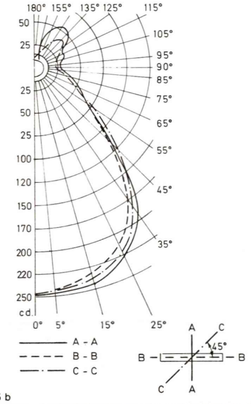


Fig. 25 b
Polart system. Lysfordelingskurver i tre vertikalplan for bisymmetrisk armatur

Ved bisymmetrisk armatur (dvs. armaturen er symmetrisk om to vertikalplan i 90° på hverandre) er det vanlig å angi lysfordelingen i disse planene og i et plan 45° til de to andre, fig. 25 b.
For bisymmetrisk armatur brukes også en fremstilling som vist på fig. 25 c og 25 d.
Lysfordelingskurven er et hjelpemiddel til å utarbeide isoluxdiagram som gir et konkret bilde av belysningsstyrken i det belyste planet. Se ME-blad 6.42

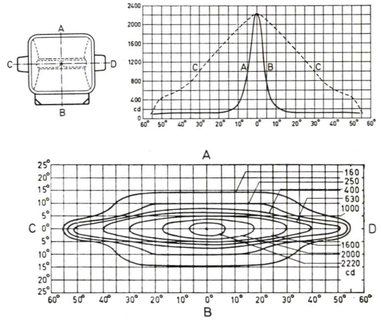


Fig. 25 c
Lysfordelingskurver for bisymmetrisk armatur

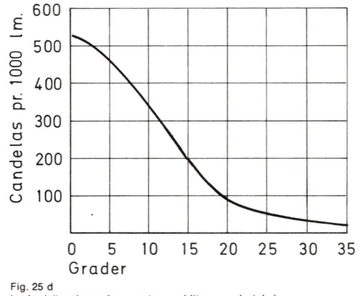


Fig. 25 d
Lysfordelingskurve for armatur med liten spredevinkel

3 REFERANSER

31 Dette bladet inngår i samlingen «Midlertidige elinstallasjoner for bygg og anlegg». Det er utarbeidet av Utvalg for midlertidig elektriske anlegg (UME), nedsatt av NVE og NBI.
Redaksjonen er avsluttet i november 1979. Bladene distribueres av Norges byggforskningsinstitutt, Forskningsveien 3B, Oslo 3.

Nikolai Olsens trykkeri a.s.

Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen
Norges byggforskningsinstitutt

Midlertidige elinstallasjoner på bygge- og anleggsplasser

Om lystekniske ord og uttrykk

Utvalg for midlertidige elektriske anlegg (UME)

ME 6.40
Utgitt våren 1980

0 GENERELT

01 Dette bladet orienterer om synsprosessen og egenskaper ved lyset og omgivelsene, dvs. de gjenstander og flater som blir belyst. Det behandler også faguttrykk som man finner i bl.a. kataloger for lamper og lysarmaturer.

02 Bladet er ment som oppslagsinformasjon for planleggere av belysningen på bygge- og anleggsplasser.

03 Andre ME-blad med tilknytning til dette bladet:
ME 4.30 Lyskilder
ME 4.31 Lysarmaturer og -stolper
ME 6.41 Krav til arbeidslyset
ME 6.42 Beregning av lysanlegg

1 SYNET, LYSET, OMGIVELSENE

11 Synet
Øynene våre trenger lys for å kunne formidle synsinntrykkene til hjernen. Dette kan vi lett konstatere i skumringstimen. Så lenge solen er oppe, ser vi farger og kontraster klart og tydelig. Når skumringstimen setter inn, vil fargene litt etter litt avta i intensitet og bli til nyanser i grått innen nattemørket utsletter alt.

111 Øyets oppbygging. Akkomodasjon
Akkomodasjon kalles øyets evne til skarp avbildning av gjenstander i forskjellige avstander.

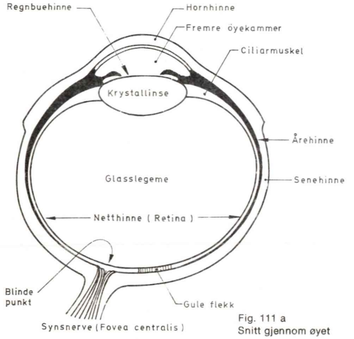


Fig. 111 a
Snitt gjennom øyet

Fremre øyekammer, fig. 111a, er fylt med en vannklar væske. Ved hjelp av ciliarmuskelen kan linsen hvelves mer eller mindre, alt etter som øyet betrakter nær- eller fjerntliggende gjenstander. Muskelens elastisitet avtar med alderen, slik at innstillingsmuligheten for nærsyn (akkomodasjon) etter hvert opphører. Denne ulempen kan kompenseres med briller.
Akkomodasjonsvidden, -hastigheten og -presisjonen avtar også med svak belysning og med alderen, fig. 111 b og 111 c. Akkomodasjonstiden må en ta hensyn til ved utforming av arbeidsplassen, spesielt i de tilfeller der det er nødvendig å fokusere på forskjellige avstander og kanskje med varierende lysnivå. Fig. 112 a.

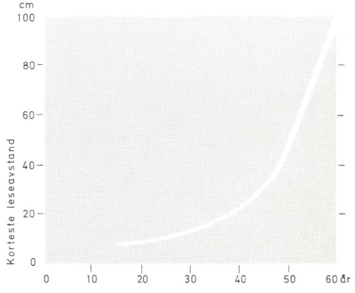


Fig. 111 b
Alderens innvirkning på nærsynet

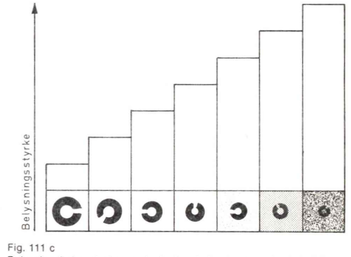


Fig. 111 c
Belysningsbehovet øker med minskende kontrast og detaljstørrelse.

Avhengig av fikseringspunktets avstand kan man få endringer i pupilleiameteren og retningen for aksene til øynene. Nærpunktet, resp. fjernpunktet, kalles det nærmeste, resp. fjerneste, punkt øynene fremdeles kan se skarpt.

Utgitt av
Ettertrykk forbudt
Norges byggforskningsinstitutt Tlf. (02) 46 98 80 Postadresse: Postboks 322 Blindern Oslo 3

112 *Adaptasjon (adapsjon).* Ved endring av lysnivået tilpasser øyets lysfølsomhet seg det nye lysnivået slik at evnen til å se kontraster blir best mulig, fig. 112 a. Denne prosessen kalles adaptasjon eller bare adapsjon.
Synsprosessen, fig. 112 b, beror i høy grad på styrken av det lyset som treffer netthinnen. Øyets lysømfintlighet reguleres dels gjennom størrelsen av pupillen. Men av større betydning enn regulering av pupilleåpningen er den innstilling av lysømfintligheten som skjer i netthinnen, dvs. adaptasjon. Adaptasjonen skjer i 2 faser. Den første utløses over nervesystemet mens den andre er av fotokjemisk natur. Ved adaptasjon til sterkere lysnivå skjer reaksjonen over nervesystemet i løpet av 1/20 sekund hvorved lysømfintligheten nedsettes til ca. 1/5. Deretter skjer en fotokjemisk adaptasjon som består i nedbryting, respektive oppbygging av lysømfintlige pigmenter i netthinnen, avhengig av om netthinnen utsettes for lys eller mørke. Adaptasjon til sterkere lysnivå kalles lysadaptasjon, adaptasjon til mørke kalles mørkeadaptasjon.
Ved stor endring i lysnivå vil det på grunn av den fotokjemiske adaptasjonen ta tid før øyets kontrastfølsomhet er blitt så god som det nye lysnivået tillater. Mørkeadaptasjon tar her relativt lang tid i forhold til lysadaptasjon. (Sammenlign når man går fra dagslys ute og inn i et dårlig belyst rom og omvendt.)

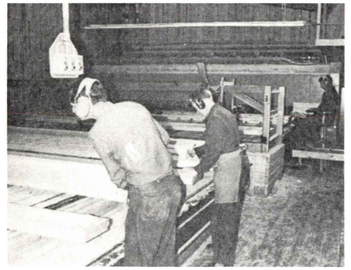


Fig. 112 a
Kontroll av planker
Belysningsstyrken var her 5 ganger høyere ved standplassene enn ved borteste ende av plankene. Dette medfører stadige endringer i øyets adapsjon og derved unødvendig synsanstrengelse.

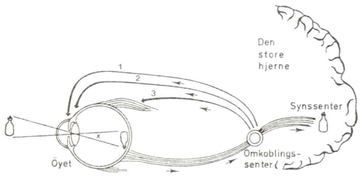


Fig. 112 b
Skjematisk fremstilling av synsprosessen
Tallene angir nervene for regulering av de muskler som bestemmer:
1 Pupillevidden. 2 Innstilling for nærsyn
3 Øyebevegelser.

Synsfelt og oppfattelsesevne beror på en rekke psykologiske og fysiologiske faktorer og varierer fra individ til individ. Øyets lysfølsomhet varierer som nevnt med lysnivået, men også fra individ til individ og for samme individ fra dag til dag, med årstid og med alderen.

113 *Blending* oppstår når kontrastene i synsfeltet blir for store, slik at evnen til å se kontraster i den svakest belyste delen av synsfeltet blir nedsatt. Det skilles mellom synsnedsettende (synssvekkende) blending og ubehagsblending. Synsnedsettende blending forekommer f.eks. ved mørkekjøring når frontlysene på møtende biler hindrer oss i å skjelne detaljer i vegbanen. Ubehagsblending kan f.eks. forekomme inne i et lokale hvor dagslys fra vinduer eller kanskje lyskilder er vesentlig lysere enn resten av synsfeltet. Ubehagsblending behøver ikke nødvendigvis nedsette kontrastfølsomheten. Fig. 113.

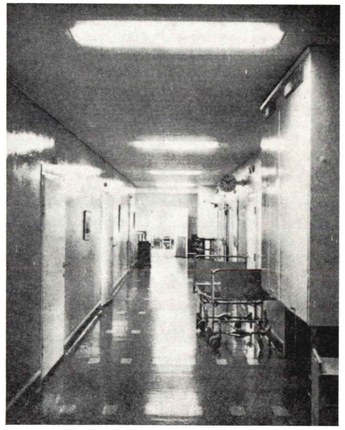


Fig. 113
Ujevn luminans og blending fra reflekterende flater og lyskilde
Armaturene burde vært forsynt med avskjerming (raster), evt. vært plassert tettere og i korridorens lengderetning for å redusere direkteblendingen. Mattere flater ville gitt jevnere luminans.

Et lysanlegg som skal gi gode arbeidsforhold, bør hverken gi synsnedsettende eller særlig grad av ubehagelig blending.
Blending kan også forekomme når lyskilden reflekteres i blanke flater, dvs. indirekte blending. Dette bør en være oppmerksom på ved plassering av lyskilder i forhold til arbeidsplass.

114 *Synsskarphet* karakteriseres som øyets evne til å adskille to nærliggende linjer eller konturer. (Den måles ved den resiproke verdi av synsvinkelen i minutter mellom de to linjene.) I praksis måles synsskarpheten som regel ved evnen til å gjenkjenne bokstaver og tall på et synsprøvekart.

12 Dagslyset
Solen er vår viktigste lyskilde, og dagslyset gir ofte det beste arbeidslyset. Men da dagslysets styrke og farge varierer med årstid, døgntid og værforhold, kan en vanskelig basere arbeidslyset bare på det. Den delen av solens strålingsenergi som direkte når jordoverflaten, ligger innenfor det elektromagnetiske bølgeområdet 295–13 500 nm (1nm = 1 nanometer = 1 milliontedels millimeter = 10^{-6} mm). Elektromagnetisk strålingsenergi dekker imidlertid et mye større bølgeområde, se fig. 12. Den delen av strålingsområdet som øyet registrerer som lys, er stråler med bølgelengde fra ca. 400 til 750 nm. Under ca. 400 nm har vi de ultraviolette strålene (som gir huden brunfarge), og over ca. 750 nm finner vi de infrarøde strålene (som organismen registrerer som varme).
Lyset fra solen virker for oss som hvitt lys og er en blanding av lysstråler som tilsammen representerer hele fargespektret. Jfr. når sollyset brytes gjennom et glassprisme. Fiolette stråler har den korteste bølgelengden (ca. 360–430 nm) og de røde strålene den lengste (ca. 650–760 nm). Når solstrålene passerer et prisme, vil stråler av ulik bølgelengde avbøyes i forskjellige vinkler. Kortbølgede stråler vil avbøyes sterkere enn stråler av lengre bølgelengde.

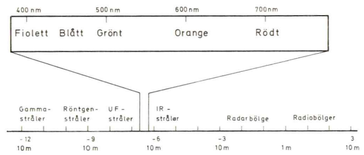


Fig. 12
Lysets farger og bølgelengder

13 Omgivelsene. Refleksjon – transmisjon – absorpsjon
Fargene som omgir oss, avhenger av lyset og overflaten som lyset treffer. Fargeoppfattelsen skyldes en kombinasjon av lysabsorpsjon og lysrefleksjon, eventuelt lystransmisjon, hos omgivelsene.

131 *Refleksjon* er en flates evne til å returnere lysstrålene som treffer flaten. Ulike typer av refleksjon, se fig.131.

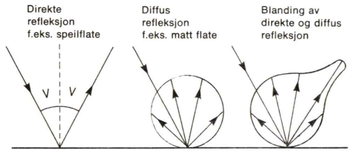


Fig. 131
Ulike typer refleksjon

Refleksjonsfaktoren er forholdet mellom den reflekterte og innfallende mengde av lyset, se tabell 131.

Tabell 131
Eksempel på fargers refleksjonsfaktor
Lyse farger reflekterer 35–80 %, middels lyse 20–70 % og mørke 5–30 % av lyset.

Farge	Lys	Middels	Mørk
Hvit	0,80	0,70	–
Gul	0,70	0,50	0,30
Beige	0,65	0,45	0,25
Brun	0,50	0,25	0,08
Rød	0,35	0,20	0,10
Grønn	0,60	0,30	0,12
Blå	0,50	0,20	0,05
Grå	0,60	0,35	0,20

132 Transmisjon
Transmisjon er materialets evne til å slippe lyset igjennom (jfr. glass.) Direkte, diffus og blandet transmisjon samt transmisjonsfaktor defineres på samme måte som for refleksjon.

133 Absorpsjon
Absorpsjon inntreffer når lysstråler absorberes i materialet.
Absorpsjonsfaktor defineres på samme måte som for refleksjon.

134 Sammenhengende verdier for refleksjons- (P), transmisjons- (T) og absorpsjonsfaktor (α)
Sammenheng mellom materialets refleksjons- (P), transmisjons- (T) og absorpsjonsfaktor (α) kan generelt skrives $P + T + \alpha = 1$.
Lystekniske materialegenskaper hos endel materialer ved hvitt lys, se tabell 134.

Tabell 134
Refleksjons-, absopsjons- og transmisjonsfaktorer for noen materialer

Materiale	Refleksjons-faktor	Transmisjons-faktor	Absorbsjons-faktor
Gips	0,70–0,80	0,30–0,20	
Betong	0,40–0,50	0,60–0,50	
Tegl	0,10–0,30	0,90–0,70	0
Hvit oljemaling	0,75–0,80	0,25–0,20	
Aluminium	0,55–0,85	0,45–0,15	
Klart glass, tykkelse 2–4 mm	0,10–0,08	0	0,91–0,92
Klar akrylplast	0	0,08	0,92
Klar akrylplast, svakt opalisert	0,17	0,05	078

14 Fargeoppfattelse
Den viktigste egenskapen ved øyet utenom dets evne til å skille mellom lys og mørke er evnen til å skille mellom forskjellige farger i våre omgivelser. Treffer sollyset et papir som ser rødt ut, betyr dette at papirflaten absorberer alle lysstråler av andre farger (bølgelengder) enn de røde. De røde strålene reflekteres fra papirflaten og registreres på øyets netthinne. Et hvitt papirark vil tilsvarende, om det utsettes for hvitt lys, reflektere alle lysstrålene uansett bølgelengde (farge). Eventuell trykt sort tekst på papiret absorberer alle lysstrålene, og teksten blir derfor sort av farge uansett hvilken belysning den betraktes i. Det er lysets fagesammensetning som er avgjørende for det synsinntrykket vi får av fargene i våre omgivelser. Fargen på en gjenstand kan således ikke identifiseres korrekt hvis lyset som faller på gjenstanden mangler stråler av tilsvarende fargenyanser (bølgelengde). Et typisk eksempel er lavtrykksnatriumsdamplamper, som består av lysstråler av en og samme bølgelengde – rent, gult lys. I lyset fra disse lampene er det bare gule fargenyanser som kan identifiseres. Andre farger enn gult vil oppfattes som nyanser av brunt eller sort.

15 Fargefølsomhet
Øyets fargefølsomhet er ikke konstant, men avhenger av lysstrålenes bølgelengder. Spaltes de elektromagnetiske bølgene innen det synlige strålingsområdet (400–760 nm), får vi den spektrale fordeling. Øyets spektrale følsomhetskurve kan da fremstilles som vist i fig. 15. Av figuren fremgår at maksimal følsomhet ved nattsyn inntreffer ved ca. 510 nm (grønngul farge) og ved dagsyn ca. 550 nm (gul farge). Oppfattelsen av fargenyansen er individuell. Selv blant personer med vanlig fargesyn er det personlige variasjoner.

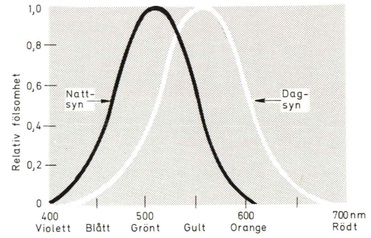


Fig. 15
Fargeoppfattelse i lys og i mørke

Lyskildens fargesammensetning kan virke inn både fysiologisk og psykologisk. Blått og grønt gir inntrykk av avstand. Orange, rødt, brunt og violett gir inntrykk av nærhet. Orange og gult kan virke opplivende, rødt opphissende, blått og grønt beroligende.
Ved høy belysningsstyrke virker rødt lys unaturlig.

2 STØRRELSER, ENHETER M.V. SOM ANGIS I LAMPEKATALOGENE

21 Måleenheter for lys, se fig. 21

Enhet	Forkortelse	Symbol	Betegnelse	Forholdet mellom enhetene	Forklaring
Candela	cd	I	Lysstyrke		**1 cd** svarer omtrent til lysstyrken fra et stearinlys. Anta at vi har en punktformet lyskilde på1 cd som svever fritt i et mørkt rom.
Lumen	Lm	Φ	Lysflux	$\Phi = I \cdot \omega$	**Lysfluxen** er da den samlede lysstrømmen som stråler ut i alle retninger fra lyskilden.
Lux	Lx	E	Belysningsstyrke	$E = \frac{\Phi}{A} = \frac{1\ \text{lumen}}{1\ m^2} =$ 1 lux (lx)	Anta at lyskilden er plassert i sentrum av en hul kule med radius = 1 meter. Hver m^2 av kuleflaten treffes da av en lysflux = 1 Lumen. Belysningsstyrken på flaten blir = 1 Lux.
$\frac{\text{Candela}}{m^2}$	$\frac{cd}{m^2}$	L	Luminans	$L = \frac{I}{A} =$ $\frac{1\ cd}{1\ m^2}$	Avhengig av kulens materialegenskaper vil endel lys bli kastet tilbake. Luminansen er et mål på hvor lys flaten ser ut.

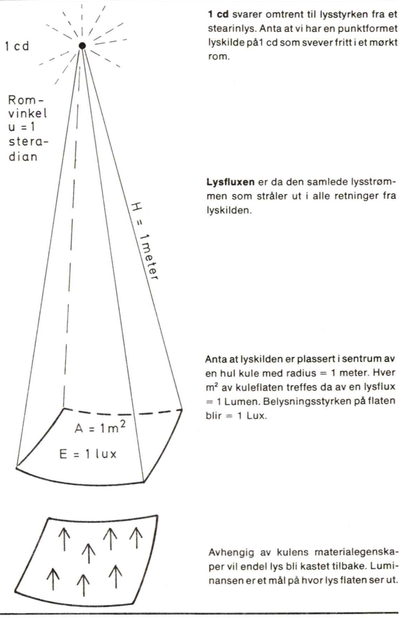


Fig. 21 Lystekniske enheter

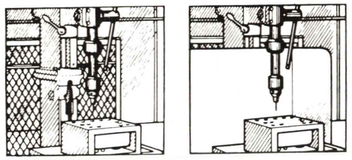
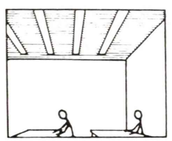


Fig. 8 d
Dersom bakgrunnen dekkes med en skjerm, blir kontrasten bedre.



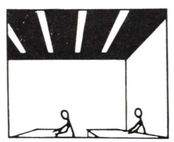


Fig. 8 e
Ved direktestrålende armatur er et lyst tak bedre enn et mørkt tak fordi forholdet mellom lyskildens og takets luminans da blir mindre.

Fig. 8 f
Lyskilde plassert rett foran arbeidsbordet kan gi forstyrrende reflekser.

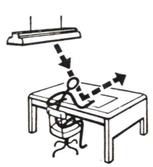


Fig. 8 g
Lys fra siden er best. Forstyrrende reflekser dirigeres vekk fra bordet.

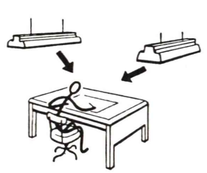


Fig. 8 h
Bordet er riktig plassert. Plassering
av bordet under en av armaturene hadde gitt dårligere belysning

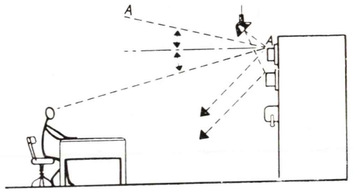


Fig. 8 i
Refleks fra instrumentbordet kan unngås dersom armaturen plasseres over linjen A.

Fig. 8 j
Vertikale arbeidsbord belyses best med armaturen plassert høyere enn bordets overkant

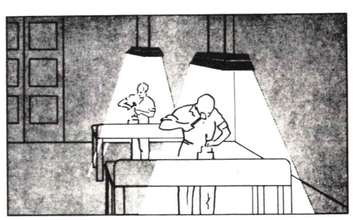


Fig. 8 k
Arbeid i et «lysfelt» i et forøvrig dårlig opplyst lokale, kan medføre synsbesvær.
Veggflatene utgjør her en stor del av synsfeltet. Veggluminansene bør derfor avbalanseres med luminansen på standplassene

9 REFERANSER

91 Dette bladet inngår i samlingen «Midlertidige elinstallasjoner for bygg og anlegg». Det er utarbeidet av Utvalg for midlertidige elektriske anlegg (UME), nedsatt av NVE og NBI. Redaksjonen er avsluttet i november 1979. Bladene distribueres av Norges byggforskningsinstitutt, Forskningsveien 3B, Oslo 3.

92 Litteratur

921 Siv.ing. Sven Kullenberg m.fl.
El på bygget. SBEF. Stockholm 1972.

922 Gösta V. Hultgren og Allan Ottoson.
Arbete och belysning. Svenska Arbetsgivare-Föreningen SAF. Stockholm 1973.

923 Arbetarskyddsstyrelsen. Belysning och belysningsplanering.
Arbetarskyddsstyrelsen, Publikasjonsservice. Stockholm 1979.

Nikolai Olsens trykkeri a.s.

Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen

Norges byggforskningsinstitutt

Midlertidige elinstallasjoner på bygge- og anleggsplasser

Krav til arbeidslyset

Utvalg for midlertidige elektriske anlegg (UME)

ME 6.41
Utgitt våren 1980

0 GENERELT

01 Dette bladet omhandler generelle krav og en del praktiske råd i forbindelse med planlegging av arbeidsbelysningen.

02 Bladet er ment som hjelp til alle som er ansvarlige for arbeidsbelysningen på bygge- og anleggsplasser.

03 Andre ME-blad med tilknytning til dette bladet:
ME 4.30 A Lyskilder. Damplamper
ME 4.30 B Lyskilder. Glødelamper
ME 4.31 Lysarmaturer og -stolper
ME 6.40 Om lystekniske ord og uttrykk
ME 6.42 Beregning av lysanlegg

1 BELYSNINGSSTYRKE

De meget skiftende forhold gjør det vanskeligere å velge riktig belysningsstyrke på byggeplassen enn f.eks. for permanente vegger, eller idrettsplasser. Vanligvis arrangerer man på byggeplassen en almenbelysning som suppleres med lokal arbeidsbelysning etter behov.

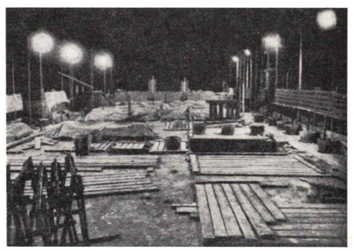


Fig. 2 b
Jevn og god belysning

Dersom minste akseptable belysningsstyrke settes til 5 å 6 lux, bør maksimal belysningsstyrke således ikke være høyere enn 60 lux. Regner man med den aritmetiske middelverdien, kan man for grove overslagsverdier sette $E_{middel} = \frac{E_{maks}}{1,75}$

Kontroll av belysningsstyrken er det enkelt å utføre med et luxmeter, se fig. 2 c.

2 ALMENNBELYSNING, KRAV TIL JEVN BELYSNINGSSTYRKE

Ujevnheter i belysningsstyrke kan overstige forholdet 5 : 1, men bør ikke overstige forholdet 10 : 1. Ved forholdet 10 : 1 er man ved grensen for blendingsrisiko, og større ujevnheter enn 10 : 1 virker også trettende på synet. Fig. 2 a og 2 b

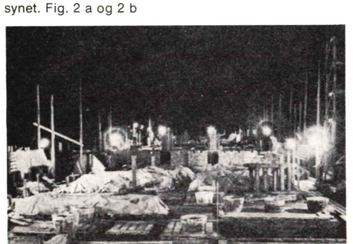


Fig. 2 a
Lampene er anbragt i tilfeldige høyder
Ujevn og blendende belysning

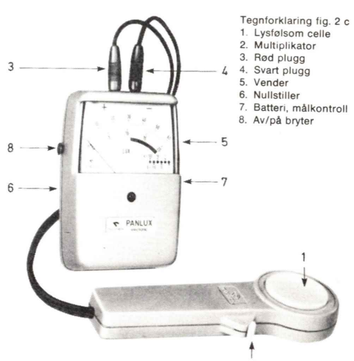


Fig. 2 c
Eksempel på luxmeter

Utgitt av

Ettertrykk forbudt

Norges byggforskningsinstitutt Tlf. (02) 46 98 80 Postadresse: Postboks 322 Blindern Oslo 3

JEVN LUMINANS

Strengt tatt er styrken av det lyset som blir reflektert fra de belyste flater den riktigste verdimåleren for lysets godhet. Som nevnt skifter imidlertid forholdene på byggeplassen såvidt raskt at det i praksis sjelden er mulig å basere belysningsplanleggingen på luminansverdier. Der forholdene er mer stabile, f.eks. for innendørs arbeidsbelysning o.l., kan man imidlertid måle styrken av det reflekterte lyset med luminansmeter, fig. 3 a og 3 b. Med dette instrumentet er relativt kostbart, og det kreves god øvelse for å få riktige resultater.

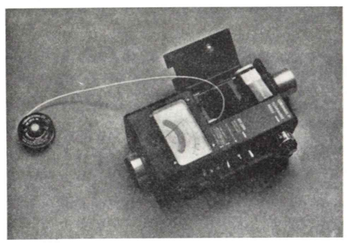


Fig. 3 a
Eksempel på luminansmeter

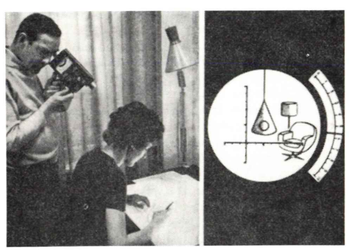


Fig. 3 b
Universalmåler brukt som luminansmeter
Til høyre på figuren er vist synsfeltet og luminansskalaen.

For flater i sentrum av synsfeltet bør forholdet mellom flatenes luminanser være ≦ 3:1. Mellom sentrum og periferi og mellom større flater innbyrdes bør luminansene aldri overstige forholdet 5:1. Mellom lyskilde og bakgrunn innendørs bør forholdet helst være ≦ 20:1, men sistnevnte krav er det ofte vanskelig å oppfylle. Måling av luminanser er særlig aktuelt der forholdene er mer konstante, f.eks. i stasjonær industri. Dersom belysningsstyrken (lx) og refleksjonsfaktoren er kjente størrelser, kan luminansen tilnærmet beregnes.
Eksempel: En vegg får en vertikal belysningsstyrke på 50 lx og har en refleksjonsfaktor lik 0,4. Luminansen vinkelrett på veggen blir:

$$\frac{50\ \text{lx} \cdot 0{,}4}{3{,}14} = 6{,}4\ \frac{\text{cd}}{\text{m}^2}$$ (cd = candela, se ME 6.40)

Store variasjoner i luminans innenfor synsfeltet og hurtige vekslinger i luminans medfører psykisk og fysisk ubehag. Over en lengre tidsperiode vil slike forhold svekke synsevnen.

4 DIRIGERING AV LYSET

41 Innendørs

Blending kan unngås ved hensiktsmessig armaturplassering eller ved avskjerming. Innendørs kan uheldig blending vanligvis unngås når armaturer uten avskjerming av lyskilden er plassert i den såkalte «blendfri sektor», se fig. 41 a. Figuren gjelder for arbeidsoppgaver som ikke krever at blikket rettes særlig over horisontalplanet.

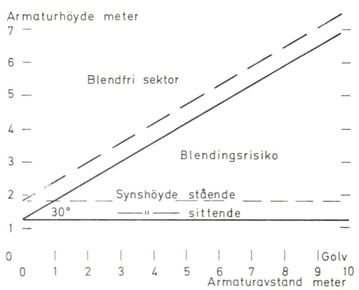


Fig. 41 a
Armaturplassering innendørs

42 Utendørs

Hellingsvinkelen for lyskastere bør avpasses i forhold til lyskasterens lysstyrke og spredevinkel. Bredstrålere, fig. 42 a, er vanligvis beregnet på relativt lav mastehøyde og belysning av nærliggende objekt. Hellingsvinkel v bør ikke overstige 60°. Større hellingsvinkel medfører blendingsrisiko og at nyttefaktoren blir lav, fig. 42 b.

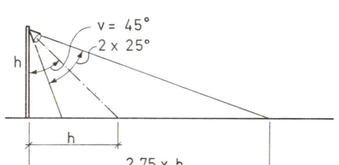


Fig. 42 a
Bredstråler (2 × 25° i vertikalaksen) med 45° hellingsvinkel

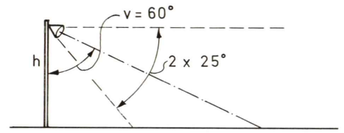


Fig. 42 b
Bredstråler med for stor hellingsvinkel gir lav nyttefaktor og øker blendingsrisikoen

Smalstrålende lyskastere, fig. 42 c, er gjerne beregnet på større mastehøyder og kan gis en hellingsvinkel på inntil ca. 70°. De får derved stor rekkevidde og høy nyttefaktor. Lyskasteren må da gi minimalt lys utenfor spredevinkelen («strølys»).

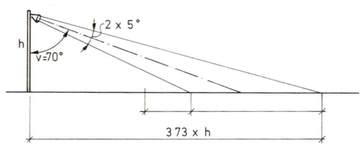


Fig. 42 c
Smalstrålende lyskaster (2 × 5° i vertikalaksen) med 70° hellingsvinkel

Plasseres lyskasteren lavt i forhold til sin lysstyrke, blir spredningen av lyset dårlig og nyttefaktoren lav.
Lys fra bare en retning gir mørke skygger, og lyset bør derfor, hvis mulig, alltid komme fra flere retninger, fig. 42 d og 42 e.

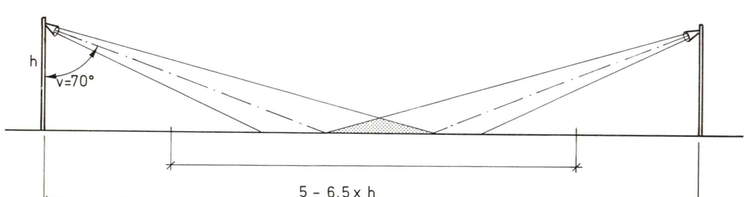


Fig. 42 d
Lyset bør komme fra flere retninger

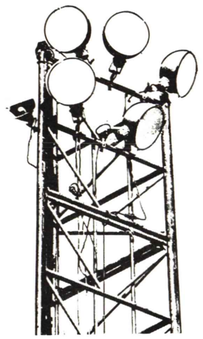


Fig. 42 e
Flere lyskastere samlet på én mast, utenfor byggekranens svingradius

Lyset bør dirigeres slik at det kommer best mulig til nytte, dvs. at mest mulig av lyset treffer den flaten som skal belyses.
For utendørs belysning er det i første rekke forholdet mellom lyskasterens høyde H og den innbyrdes avstand S mellom lyskasterne (lysmastene) som bestemmer blendingsrisikoen. Dersom masteavstanden blir for stor, kreves det meget høye lysstyrker og høye verdier på lyskasterens hellingsvinkel, noe som resulterer i lange skygger og synssvekkende blending.

5 KONTRAST

I visse fall kan det ved planlegging av armaturplassering være gunstig å tilstrebe en viss skyggevirkning for å oppnå kontraster mellom objekter som det er viktig å atskille (f.eks. for kranførere som arbeider i stor høyde og skal skjelne detaljer på bakken).
Små detaljer er lettere å få øye på når en sørger for skygge- eller fargekontrast eller arrangerer lys/respektive mørk bakgrunn.

6 FLIMRING, STROBOSKOPVIRKNING

Flimring og ubehagelige virkninger av roterende bevegelser (stroboskopisk effekt) kan motvirkes ved å fordele strømtilførselen til lysarmaturene noenlunde likt mellom de tre fasene. Dette bør brukes ved alle typer gassutladningslamper, men er ikke nødvendig for glødelamper.

7 RIKTIG LYSFARGE

I alminnelighet vil lys med lav fargetemperatur (dvs. gulaktig lys) være behagligst ved lav belysningsstyrke, under 500–600 lux, mens lys med høy fargetemperatur, dvs. hvitt lys, bør anvendes ved høy belysningsstyrke. Lys med høy fargetemperatur og lav belysningsstyrke kan virke kaldt og ubehagelig. Se tabell 7. Lys fra forskjellige lyskilder bør ha omtrent samme fargetemperatur. Ved blanding av dagslys og kunstig lys er det en fordel at det kunstige lyset har fargetemperatur ca. 4 200 K. Ved blanding av lys fra glødelamper og damplamper er 3 000 K gunstigst.

Tabell 7
Sammenheng mellom belysningsstyrke, fargetemperatur og aktuelle lyskilder

Belysningsstyrke lux	Fargetemperatur		
	3 500 K varm hvit	3 500–5 500 K hvit	5 500 K kald hvit
< 500	behagelig	nøytralt	kaldt
500–1 000	↑	↓	↓
1 000–2 000	nøytralt	behagelig	nøytralt
2 000–3 000–	↑	↑	↓
3 000	unaturlig	nøytralt	behagelig
Aktuelle lyskilder	Glødelamper	Lysrør, hvite	Lysrør, dagslys
	Halogen-staver	Lysrør, hvite de lux	Kvikksølvdamp Halogen
	Lysrør, gul-hvite	Lysrør- dags-lys	
	Lysrør, gul-hvite, de lux	Kvikksølvdamp Høytrykk-natrium	
	Høytrykk-natrium	Kvikksølvdamp Halogen*	

*) Avhengig av fabrikat

8 FIGUREKSEMPLER

En del praktiske råd er vist i figurene 8 a – 8 k.

Fig. 8a
Kontroll av små arbeidsdetaljer
Feil og ujevnheter i blanke flater avsløres lett ved hjelp av reflekser fra lyskilden. Se også fig. 8 f.

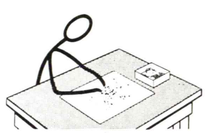


Fig. 8 b
Lysende lampe plassert under en matt glassplate kan lette arbeidet med små gjenstander og med transparenttegninger.

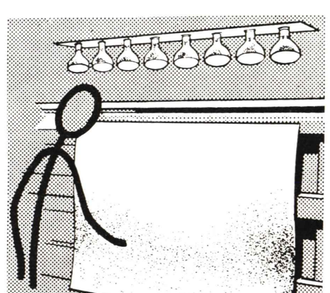


Fig. 8 c
Arbeidskontroll
En rad reflekterende lamper plassert rett over platen avslører lett ujevnheter i denne.

46 Opptegning av isoluxdiagram

461 Ved hjelp av formelen for avstands- og cosinusloven (og eventuelt vinkelavstandsdiagrammet, fig. 45 c), armaturens lysfordelingskurve og lampedata, kan vi regne ut hvilke belysningsstyrker som oppnås i forskjellige avstander fra armaturen når opphengshøyden og hellingsvinkelen er gitt. Ved å overføre disse verdier til et koordinatsystem kan belysningsstyrkekurve tegnes opp og overføres til et isoluxdiagram.

462 *Armatur som lyser rett ned.* Gitt lyskaster med lysflux 94000 lm, fig. 462 a, og lysfordelingskurve som vist på fig. 462 b. Monteringshøyde 15 meter, hellingsvinkel 0°. Tegn isoluxdiagram i målestokk 1:500.

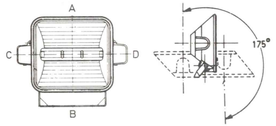
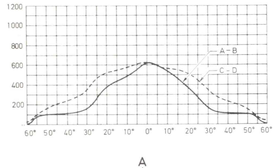


Fig. 462 a
Lyskaster HNF 01B 94000 lm



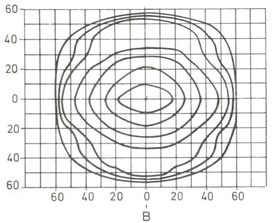


Fig. 462 b
Lysfordelingskurve for HNF 01B pr. 1000 lm

Utregning av belysningsstyrke kan skje etter formelen

$$E = \frac{I_v \cdot \cos^3 v}{h^2}$$

. De punkter som er valgt å beregne, er avmerket på fig. 462 c, og punktenes avstand fra origo er ført opp i tabell 462, kolonne 2. Vinkelen v til de enkelte punkter er bestemt ved hjelp av fig. 45 c og ført opp i kolonne 3. $\cos^3 v$, kolonne 4 tas fra tabell 41 b. Lysstyrken I_v pr. 1000 lm, kolonne 5, tas fra lysfordelingskurven, fig. 462 b. Verdiene av E, kolonne 7 i tabell 462, er deretter avsatt på aksesystemet, fig. 462 c, hvoretter belysningsstyrkekurven for lyskasterens akse A–B og C–D kan tegnes. Belysningsstyrkekurvene kan deretter overføres til isoluxdiagrammet, fig. 462 e, ved hjelp av passer.

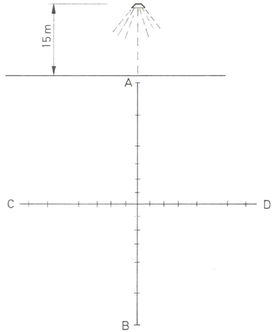


Fig. 462 c
Aksesystem og valgte punkter M = 1:500

Tabell 462
Beregning av belysningsstyrke

1	2	3	4	5	6	7
Akse	Pkt.	v	$\cos^3 v$	I_v pr. 1000 lm	I_v total	$E = \frac{I_v \cdot \cos^3 v}{h^2}$
A–B	0	0	1,0	608	57 000	254
	2,5	10	0,96	530	49 800	213
	5,5	20	0,83	370	34 700	128
	8,5	30	0,65	170	16 000	46
	12,5	40	0,45	110	10 300	21
	19,0	52	0,23	100	9 400	10
	23,0	57	0,16	40	3 760	3
C–D	0	0	1,0	608	57 000	254
	2,5	10	0,96	560	52 500	224
	5,5	20	0,83	510	47 000	173
	8,5	30	0,65	350	32 900	95
	12,5	40	0,45	220	20 700	41
	19,0	52	0,23	130	12 200	13
	26,0	60	0,13	50	4 700	3

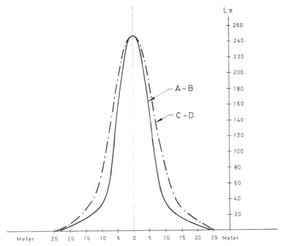


Fig. 462 d
Belysningstyrkekurver

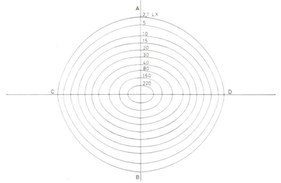


Fig. 462 e
Isoluxdiagram

463 *Armatur som lyser skrått.* Gitt samme betingelser som i pkt. 462, men hellingsvinkelen er nå 60°. Tegn isoluxdiagram i målestokk 1:500.

Utregning av belysningsstyrken kan skje etter formelen

$$E = \frac{I_v \cdot \cos^3\alpha \cdot \cos^3\beta}{h^2}$$

(se fig. 45 b). Først velges endel retninger, dvs. gradtall langs lyskasterens A–B-akse som skal beregnes, se fig. 463 a. På Z–Z-aksen fremkommer da korresponderende punkter 1–7 som kan beregnes for denne aksen. Lengemålene som står påført fig. 463 a, er bestemt ved hjelp av fig. 45 c. Utregningen er vist i tabell 463. Av tabellen fremgår at for C–D aksen er det valgt å beregne belysningsstyrken i retningene 10°, 20°, 30° osv.

Når lysstyrken I_v pr. 1000 lm (tabell 463, kolonne 5) skal bestemmes ut fra lysfordelingskurven fig. 462 b, må en huske at lyskasteren er rettet inn med 60° hellingsvinkel. De vinkler (gradtall) som er nødvendige for å bestemme lysstyrken I_v i de respektive akser, er illustrert på fig. 463 b. For bestemmelse av vinkelen β_1 er det enklest å bruke diagrammet fig. 45 c.

Belysningsstyrken for punktene i tabell 463, kolonne 7, er overført på belysningsstyrkekurvene, fig. 463 c. Ved hjelp av passer er deretter belysningsstyrkene 2 lx, 5 lx, 10 lx osv. avsatt på de respektive akser i fig. 463 d hvoretter isoluxdiagrammet kan tegnes.

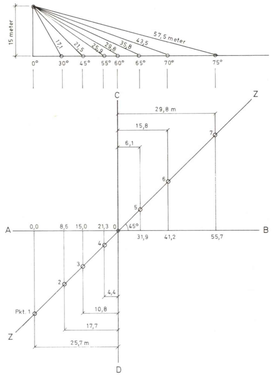


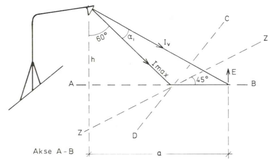
Fig. 463 a
Aksesystem M = 1:500

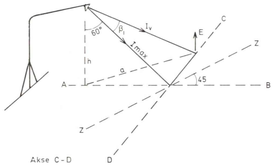
Tabell 463
Beregning av belysningsstyrke

1	2	3	4	5	6	7
Akse	Pkt	α $\cos^3\alpha$	β $\cos^3\beta$	I_v pr. 1000 lm	I_v total	$E = \frac{I_v \cdot \cos^3\alpha \cdot \cos^3\beta}{h^2}$
A–B	0,8	3 0,995	0 1,0	40	3 750	1,6
		30	0			
	8,6	0,650	1,000	240	22 600	65
		45				
	15,0	0,354		450	42 400	67
		55				
	21,3	0,189		600	56 400	47
		60				
	25,7	0,125		608	56 500	31
		65				
	31,9	0,076		600	56 400	19
		70				
	41,2	0,040		500	47 000	8
		75				
	55,7	0,017		450	42 300	3,2
		60	10			
C–D	5,2	0,125	0,955	550	51 700	27
			20			
	10,7		0,830	470	44 200	20
			30			
	17,1		0,650	380	35 800	13
			40			
	25		0,450	220	20 700	5,2
			45			
	29,8		0,354	190	17 900	3,5
			50			

Tabell 463 Beregning av belysningsstyrke, fortsettelse

1	2	3	4	5	6	7
Akse	Pkt	α $\cos^3\alpha$	β $\cos^3\beta$	I_v pr. 1000 lm	I_v total	$E = \frac{I_v \cdot \cos^3\alpha \cdot \cos^3\beta}{h^2}$
	35,4		0,266	140	13 200	2,0
			55			
	42,5		0,189	80	7 500	0,8
		0	60			
Z–Z	1	1,0	0,125	40	3 760	2
		30	46			
	2	0,65	0,335	140	13 200	13
		45	28			
	3	0,354	0,688	360	33 800	37
		55	10			
	4	0,189	0,955	550	51 700	42
		60	0			
	0	0,125	1,000	608	56 500	31
		65	10			
	5	0,076	0,955	530	49 800	16
		70	20			
	6	0,040	0,830	360	33 800	5
		75	28			
	7	0,017	0,688	140	13 200	0,7





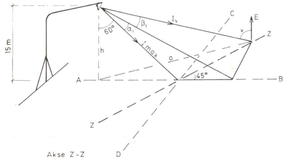


Fig. 463 b
Perspektivskisser for vinklene α_1 og β_1

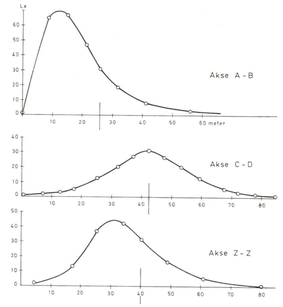


Fig. 463 c
Belysningsstyrkekurver

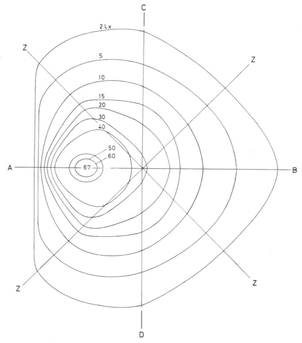


Fig. 463 d
Isoluxdiagram

5 REFERANSER

51 Dette bladet inngår i samlingen «Midlertidige elinstallasjoner for bygg og anlegg». Det er utarbeidet av Utvalg for midlertidige elektriske anlegg (UME), nedsatt av NVE og NBI. Redaksjonen er avsluttet i november 1978. Bladene distribueres av Norges byggforskningsinstitutt, Forskningsveien 3b, Oslo 3.

Nikolai Olsens trykkeri a.s.

Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen

Norges byggforskningsinstitutt

Midlertidige elinstallasjoner på bygge- og anleggsplasser

Utvalg for midlertidige elektriske anlegg (UME)

Beregning av lysanlegg

ME 6.42
Utgitt våren 1980

0 GENERELT

01 Dette bladet viser metoder for beregning av utendørs belysning på bygge- og anleggsplasser.

02 Andre ME-blad med tilknytning til dette bladet:
ME 4.30 Lyskilder
ME 4.31 Lysarmatur og -stolper
ME 6.40 Om lystekniske ord og uttrykk
ME 6.41 Krav til arbeidslyset

1 OVERSLAGSBEREGNING AV ANTALL LYSARMATURER

11 Eksempel
Et område på 50 × 100 m skal belyses. Midlere belysningsstyrke ønskes lik 25 lux. Finn nødvendig lampelumen. For overslagsberegning kan en regne med en totalvirkningsgrad fra armaturene på ca. 25 %.

$$\text{Nødvendig lampelumen} = \frac{E \text{ middel} \times \text{Areal}}{0.25}$$

$$= \frac{25 \times 50 \times 100}{0.25} = 500\,000 \text{ lumen}$$

Velges det f.eks. kvikksølvdamplamper på 1000 W som gir ca. 52 000 lm, blir nødvendig lampeantall:

$$\frac{500\,000}{52\,000} = 10 \text{ stk.}$$

2 OVERSLAGSBEREGNING AV BELYST AREAL OG MIDLERE BELYSNINGSSTYRKE FRA EN ARMATUR

21 Belysningsstyrke
Etter virkningsgradmetoden beregnes midlere belysningsstyrke etter formelen:

$$\text{E-middel} = \frac{\text{lysflux} \times \text{nyttefaktor} \times \text{vedlikeholdsfaktor}}{\text{areal}}$$

Vedlikeholdsfaktoren er forholdet mellom lampens lysstyrke ved nyverdi og verdi ved utskifting og kan settes lik 0.8. Verdien 0.8 inkluderer ikke nedsmussing av armaturen. Nyttefaktoren kan tas fra tabell 21 og er forholdet mellom lampens totale lysflux og effektiv lysflux innenfor en utstrålingsvinkel som avgrenser et lysfelt der belysningsstyrken ved ytterkant av feltet er minimum 1/10 av maksimumsverdien. Det forutsettes sirkulært areal for rotasjonssymmetrisk armatur og elliptisk areal for bisymmetrisk armatur ved hellingsvinkel lik null grader. For bestemmelse av lengdemål for arealet kan fig. 45 c benyttes. Resultatet etter denne metoden bør kontrolleres etter punktmetoden, se ME 6.42.

Tabell 21
Veiledende tall vedr. nyttefaktor for lysarmaturer
Etter R.W. Ames. Electrical times, 1. jun. 1972

Lampetype / Betegnelse	Effekt watt	Spredning	Utstråling grader: Vertikalt	Utstråling grader: Horisontalt	Nyttefaktor
Projektorlampe m/spredelinse	≤ 1500	Ekstra smal	≤ 18	≤ 46	0,25–0,35
Projektorlampe, m/spredelinse	250–1500	Smal	18–29	≤ 70	0,3–0,4
Glødelampe m/spredelinse Natrium-, kvikksølvlampe	500–2000	Medium	29–46	≤ 70	0,3–0,4
Glødelampe m/spredelinse Metall halogenlampe	500–2000	Bred	46–70	≤ 100	0,4–0,5
Natrium-, kvikksølvlampe	140–200	Bred	46–70	≤ 100	0,4–0,5
Metall halogen	500–2000	Ekstra bred	> 70	Inntil 100°	0,4–0,5
Natrium-, kvikksølvlampe	140–200	Ekstra bred	> 70	og mer	0,4–0,5
Projektorlampe	≤ 1500	Ekstra smal	≤ 18		0,25–0,35
Projektorlampe	250–1500	Smal	18–29		0,3–0,4
Glødelampe	200–1500	Medium	29–46		0,35–0,45
Glødelampe	200–1500	Bred	46–70		0,4–0,5
Kvikksølvlampe	250–2000	Bred	46–70		0,4–0,5
Glødelampe	200–1500	Ekstra bred	≥ 70		0,4–0,6
Kvikksølvlampe	250–2000	Ekstra bred	≥ 70		0,4–0,6

Utgitt av
Norges byggforskningsinstitutt Tlf. (02) 46 98 80 Postadresse: Postboks 322 Blindern Oslo 3

Ettertrykk forbudt

22 Eksempel, fig. 22
Rotasjonssymmetrisk armatur
Lampelumen 17 300
Nyttefaktor 0,45
Radius r kan tas fra fig. 45 c, eller en kan tegne fig. 22 i målestokk og avsette $\frac{v}{2}$ med transportør.

r blir lik 7 meter.

Arealet $A = \pi \cdot r^2 = 3{,}14 \cdot 7^2 = 154\ m^2$

$$E_{middel} = \frac{17300 \cdot 0{,}45 \cdot 0{,}8}{154} = 40\ lux$$

23 Eksempel, fig. 23
Bisymetrisk armatur
Lampelumen 17300
Nyttefaktor 0,4
Utstrålingsvinkel 40° · 80°

Ellipsens areal kan settes lik $\pi \cdot \frac{B}{2} \cdot \frac{L}{2}$.

$\frac{B}{2}$ og $\frac{L}{2}$ finnes ved å oppsøke høyden 10 meter og gradtallene 40 ° og 20° på fig. 45 c.

$A = 3{,}14 \cdot 3{,}6 \cdot 8{,}4 = 95\ m^2$.

$$E_{middel} = \frac{17300 \cdot 0{,}4 \cdot 0{,}8}{95} = 59\ lux$$

24 Eksempel, fig. 24
Rotasjonssymmetrisk armatur
Lampelumen 17300
Nyttefaktor 0,35
Utstrålingsvinkel 20°
Hellingsvinkel 69°

Vinkelen 20° avmerkes på fig. 45 c hvoretter L og H_2 måles direkte til L = 35 m og H_2 = 28 m. Høyde 28 m og v = 10° gir på fig. 45 c $\frac{B}{2}$ = 4,9 m.

$$A = 3{,}14 \cdot \frac{35}{2} \cdot 4{,}9 \approx 260\ m^2$$

$$E_{middel} = \frac{17300 \cdot 0{,}35 \cdot 0{,}8}{260} \approx 18\ lux$$

NB!
For armaturer som monteres skrått, blir nøyaktigheten av beregningen etter denne metoden heller dårlig og mindre nøyaktig jo større hellingsvinkelen er. *Metoden egner seg ikke for bredstrålende armaturer.*

3 BRUK AV ISOLUXDIAGRAM

31 Ved hjelp av lystekniske lover (cosinusloven og avstandsloven) kan en for gitt opphengshøyde og hellingsvinkel for en bestemt armaturtype beregne belysningsstyrkene som oppnås i forskjellige punkter på det belyste planet. De beregnede verdier kan deretter overføres til et isoluxdiagram som derved gir et konkret bilde av belysningsstyrken i det plan som ønskes belyst. Når isoluxdiagrammets målestokk svarer til riggplanen, er det enkelt å se hvor stort areal som blir belyst. Flere fabrikanter har EDB-program for beregning av belysningsstyrken etter punktmetoden og kan derfor lett utarbeide isoluxdiagrammer etter denne.
Midlere belysningsstyrke (aritmetisk middelverdi) for et belyst område kan anslagsvis settes til:

$$E_{middel} = \frac{E_{max}}{1.75}$$

Dersom E_{middel} ønskes lik 20 lux, må altså E_{max} være: $1.75 \times 20 = 35$ lux.
Reduksjon eller øking av E_{max} kan skje ved å øke, respektive minske, monteringshøyden eller hellingsvinkelen for armaturen. For overslagsberegning kan en regne med at en mindre øking av høyden vil redusere E_{max} ca. 12 % pr. meter høyde. For bredstrålende armaturer vil E_{max} minske ca. 5–6 % for hver grad hellingsvinkelen økes. For smalstrålende armaturer er tilsvarende reduksjon ca. 6 % ved hellingsvinkel 50° og ca. 2,5 % ved hellingsvinkel 70°.

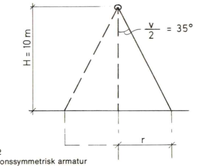


Fig. 22
Rotasjonssymmetrisk armatur

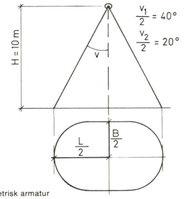


Fig. 23
Bisymmetrisk armatur

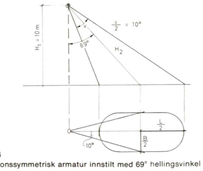
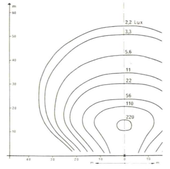
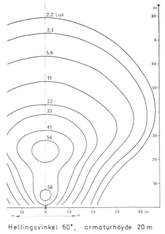


Fig. 24
Rotasjonssymmetrisk armatur innstilt med 69° hellingsvinkel





32 Eksempel
Armatur med lampe som har en lysflux på 180 000 lm, spredevinkel 2 × 15°. Isoluxdiamgram foreligger, se fig. 32. Minste ønskelige monteringshøyde er 14 meter. Midlere belysningsstyrke ønskes lik 50 lux. Bestem hellingsvinkel og monteringshøyde.
$E_{max} = 50 \times 1.75 = 87.5$ lux. Isoluxdiagrammet, 60°/15 m, ligger nærmest med E_{max} lik 102 lux.
102 lux – 87.5 lux = 14.5 lux. For å oppnå E_{middel} lik 87.5 lux må armaturen heves:

$$\frac{100}{12} \times \frac{14{,}5}{102} = 1{,}2 \text{ meter.}$$

Hvis en i stedet ønsker å øke hellingsvinkelen, blir økningen:

$$\frac{100}{4{,}25} = \frac{14{,}5}{102} \approx 3°$$

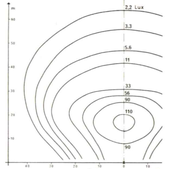
(4,25 er her middelet av 6 % og 2,5 %.)

33 Ved større endringer av lyskasterens høyde i forhold til isoluxdiagrammer må både målestokk og belysningsstyrkeverdier i isoluxdiagrammet forandres.
En får forandring av målestokken etter følgende formel:

$$M_{ny} = M_g \cdot \frac{h_g}{h_{ny}},$$

$h_g = h_{gammel}$ = lyspunkthøyden på kurvebladet
h_{ny} = den lyspunkthøyden en ønsker å benytte
M_g = målestokken på kurvebladet (må settes inn i formelen som brøk, f.eks. $\frac{1}{500}$)

M_{ny} = ny målestokk for ny lyspunkthøyde (h_{ny})



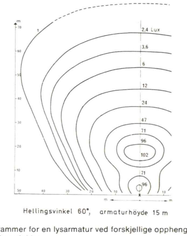


Fig. 32
Isoluxdiagrammer for en lysarmatur ved forskjellige opphengingshøyder og hellingsvinkler

Belysningsstyrken forandres slik:

$$E_{ny} = E_g \cdot \left(\frac{h_g}{h_{ny}}\right)^2,$$

h_g og h_{ny} er lyspunkthøyder som angitt ovenfor
E_g = belysningsstyrker i kurvebladet
E_{ny} = tilsvarende belysningsstyrker etter justering til h_{ny}

Eksempel, se fig. 33.
Armatur 50 625 41 (og lampe HQL 125W) med h_{ny} = 4 m

Målestokk: $M_{ny} = \frac{1}{500} \cdot \frac{8}{4} = \frac{1}{250}$

Belysningsstyrke: $E_{ny} = E_g \cdot \left(\frac{8}{4}\right)^2 = E_g \cdot 4$

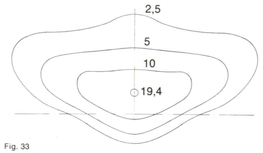


Fig. 33
Isoluxdiagram

4 UTARBEIDELSE AV ISOLUXDIAGRAM

41 Trigonometriske funksjoner
Ved lystekniske beregninger er en avhengig av å bruke vinkler og trigonometriske funksjoner. Definisjoner i denne forbindelse er vist i fig. 41. De mest brukte funksjoner er cosinus og tangens, tabell 41.

$\sin A = \frac{a}{c} = \cos B$ $\quad tg\ A = \frac{a}{b} = cotg\ B$

$\cos A = \frac{b}{c} = \sin B$ $\quad cotg\ A = \frac{b}{a} = tg\ B$

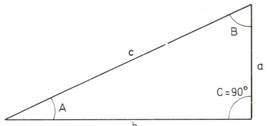


Fig. 41
Trigonometriske funksjoner

42 Lystekniske enheter

421 Oversikt over lystekniske enheter som vanligvis brukes ved beregninger, er gitt i tabell 421 a.

Tabell 421
Lystekniske enheter

Begrep	Enhet	Forkortelse	Symbol	Samband
Lysflux	Lumen	lm	Φ	
Lysstyrke	Candelas	cd	I	$I = \frac{\Phi}{\omega}$
Belysningsstyrke	Lux	lx	E	$E = \frac{\Phi}{A}$
Luminans	Candelas/m²	cd/m²	L	$L = \frac{I}{A}$

Tabell 41
Verdier av $\cos^3 v$ og tg v

$v°$	$\cos^3 v$	tg v
0	1,000	0,000
2	0,998	0,035
4	0,993	0,070
5	0,989	0,087
6	0,984	0,105
8	0,971	0,141
10	0,955	0,176
12	0,936	0,213
14	0,913	0,249
15	0,901	0,268
16	0,888	0,287
18	0,860	0,325
20	0,830	0,364
22	0,797	0,404
24	0,762	0,445
25	0,744	0,466
26	0,726	0,488
28	0,688	0,532
30	0,650	0,577
32	0,610	0,625
34	0,570	0,675
35	0,550	0,700
36	0,530	0,727
38	0,489	0,781
40	0,450	0,839
42	0,410	0,900
44	0,372	0,966
45	0,354	1,000
46	0,335	1,04
48	0,300	1,11
50	0,266	1,19
52	0,233	1,28
54	0,203	1,38
55	0,189	1,43
56	0,175	1,48
58	0,149	1,60
60	0,125	1,73
62	0,103	1,88
64	0,084	2,05
65	0,076	2,15
66	0,067	2,25
68	0,053	2,48
70	0,040	2,75
71	0,035	2,90
72	0,030	3,08
73	0,025	3,27
74	0,021	3,49
75	0,017	3,73
76	0,014	4,01
77	0,011	4,33
78	0,0089	4,71
79	0,0069	5,15
80	0,0052	5,67
81	0,0038	6,31
82	0,0027	7,12
83	0,0018	8,14
84	0,0011	9,51
85	0,0007	11,4
86	0,0003	14,3
87	0,0001	19,1
88	0,0000	28,6
89	0,0000	57,3
90	0,0000	∞

422 Eksempel
Dersom en lysflux på 2000 lm treffer en flate på 4 m², blir midlere belysningsstyrke på flaten $E_{middel} = \frac{\Phi}{A} = \frac{2000}{4} =$ 500 lx.

43 Avstandsloven
«Belysningsstyrken som en punktformet lyskilde gir på en flate, er omvendt proporsjonal med kvadratet av avstanden mellom lyskilden og den belyste flaten», dvs. $E = \frac{I}{r^2}$ lx der r er avstanden. Se fig. 43.

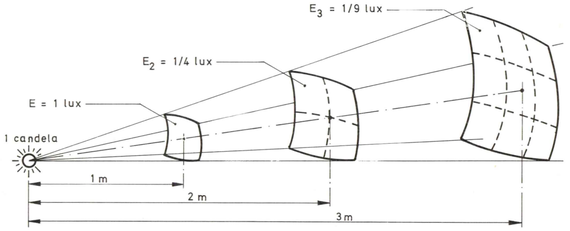


Fig. 43
Belysningsstyrken avtar med kvadratet av avstanden

44 Cosinusloven
«Belysningsstyrken som en flate får, er proporsjonal med cosinus til lysets innfallsvinkel.
På fig. 44 er lysstrålene først rettet loddrett mot flaten. Flaten mottar en lysflux på Φ_1. Så dreies flaten vinkelen v. Flaten vil da motta en lysflux Φ som er mindre enn Φ_1. Av figuren fremgår at $\Phi = \Phi_1 \cdot \cos v$ som gir $E = E_1 \cdot \cos v$. Her er E_1 belysningsstyrken når lyset treffer loddrett på flaten og E belysningsstyrken etter dreiningen.

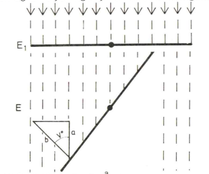


Fig. 44 Cosinusloven $E = E_1 \cdot \frac{a}{b} = E_1 \cdot \cos v$.

45 Avstands- og cosinusloven. Formler
Eksempel på bruk av avstandsloven og cosinusloven, se fig. 45 a. O representerer lyskilden, og belysningsstyrken E_h i punktet P skal finnes.

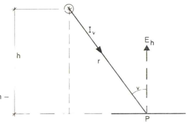


Fig. 45 a
Avstandsloven – cosinusloven

Etter avstandsloven har vi: $E_1 = \frac{I_v}{r^2}$ 1)

Cosinusloven gir videre: $E_h = E_1 \cdot \cos v = \frac{I_v}{r^2} \cdot \cos v$ 2)

Dersom man isteden for avstanden r ønsker å bruke lyskasterens opphengningshøyde h, ser vi at $r = \frac{h}{\cos v}$,

og cosinusloven kan skrives: $E_h = \frac{I_v \cdot \cos^3 v}{h_2}$ 3)

Verdien av $\cos^3 v$ kan tas fra tabell 41 b. Ved beregning av belysningsstyrken på f.eks. langstrakte flater, kan det være hensiktsmessig å bruke følgende uttrykk for beregning av belysningsstyrken E_h:

$$E_h = \frac{I_v \cdot \cos^3 \alpha \cdot \cos^3 \beta}{h^2}$$ Se fig. 45 b. 4)

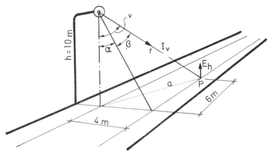


Fig. 45 b
Alternativ beregning av E_h

Verdien av r og v, fig. 45 b, kan også bestemmes grafisk ved hjelp av fig. 45 c.
Forst bestemmes r. Høyde 4 meter og avstand 6 meter gir r = 7.2 meter. Høyde 10 meter og avstand 7.2 meter gir r = 12.3 meter og vinkel v = 36°.

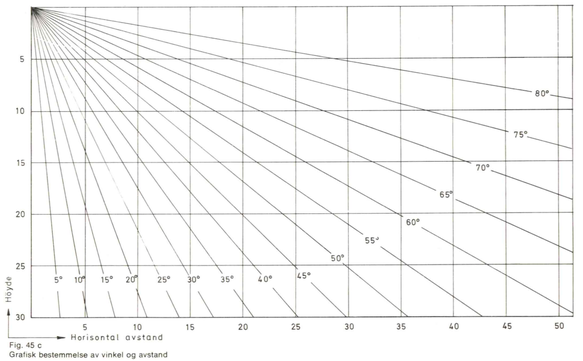


Fig. 45 c
Grafisk bestemmelse av vinkel og avstand

3 FAST FORLAGTE Cu-KABLER VED PERMANENTE ANLEGG OG MED 3 % SPENNINGSFALL

Kabeltverrsnittet beregnes ut fra følgende formler:

3-fase belastning: $A = \frac{\sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot \cos \varphi}{\lambda \cdot \triangle u} = \frac{P \cdot L}{U \cdot \lambda \cdot \triangle u}$

3-fase belastning (flere uttak): $A = \frac{\sqrt{3}}{\lambda \cdot \triangle u} \Sigma I_v \cdot L$

1-fase belastning: $A = \frac{I \cdot 2 \cdot L}{\lambda \cdot \triangle u}$

A = Tverrsnitt i mm²
P = Effekt i watt
U = Spenning i volt
L = Ledn.lengde i m
$\triangle u$ = Spenn.fall i volt
I_v = I · cos φ ved hvert uttak.
λ = Spesifikk ledningsevne (λ_{cu} = 56)
Σ = Summen av

Maksimalt anbefalt spenningsfall i %:
Hoved- og stigeledninger 2.
Kursledn. til lampepunkter 1,5.
Kursledn. til motorer ell. term. app. 3.
For sikringspatroner 100 A og større er det forutsatt høyeffektpatroner.
Lengste kabellengde ved forskjellige tverrsnitt og belastninger er gitt i tabell 3.

Tabell 3
Maksimal kabellengde ved 2 % og 3 % spenningsfall

Tverrsnitt	Sikring merkestrøm	Sikringselement størrelse	Maksimal overført aktiv effekt med strøm lik sikringers merkestrøm og 220 V spenning i kW				Ved belastning lik sikringers merkestrøm og cos φ = 1 må kablene dimensjoneres etter spenningsfallet når kabellengden overstiger meter			
			3-fase cos φ =		1-fase cos φ =		3-fase ε_{maks} =		1-fase ε_{maks} =	
mm²	A	A	1,0	0,8	1,0	0,8	2 %	3 %	2 %	3 %
1,5	10	25	3,8	3,1	2,2	1,8	21	32	18	27
2,5	15	25	5,7	4,6	3,3	2,6	24	36	21	31
4	20	25	7,6	6,1	4,4	3,5	28	43	25	38
6	25	25	9,5	7,6	5,5	4,4	34	51	30	45
10	35	60	13	10	7,5	6	41	61	36	54
16	60	60	23	18	13	10	38	57	33	50
25	80	100	31	25	18	14	44	65	39	59
35	100	100	38	30	22	17	50	75	43	65
50	125	160	47	38	27	22	57	85	50	75
70	160	160	61	48	35	28	62	94	54	81
95	200	250	76	61	44	35	68	103	59	88
120	225	250	86	69	50	40	75	115	66	98
150	260	400	99	79	57	46	82	123	71	107
185	300	400	114	91	66	53	98	147	76	114
240	350	400	133	106	77	62	98	147	85	129
300	430	600	163	131	95	76	100	150	85	129
400	500	600	190	151	110	88	114	171	98	148
500	600	600	228	182	132	106	118	177	103	155
	700		266	213	154	123				
	850		324	260	187	150				
	1000		380	305	220	176				

4 REFERANSER

41 Dette bladet inngår i samlingen «Midlertidige elinstallasjoner for bygg og anlegg». Det er utarbeidet av Utvalg for midlertidige elektriske anlegg (UME), nedsatt av NVE og NBI. Redaksjonen er avsluttet i november 1979. Bladene distribueres av Norges byggforskningsinstitutt, Forskningsveien 3b, Oslo 3.

Nikolai Olsens trykkeri a.s,

Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen

Norges byggforskningsinstitutt

Midlertidige elinstallasjoner på bygge- og anleggsplasser

Spenningsfalltabeller

Utvalg for midlertidige elektriske anlegg (UME)

ME 6.50
Utgitt våren 1980

0 GENERELT

01 Dette bladet inneholder tabeller for avlesing av største lengde og overført aktiv effekt ved gitt kabeltverrsnitt og spenningsfall.

02 Bladet kan brukes ved dimensjonering av kabler. For byggeplassens elrigg brukes 10 V spenningsfall. For anlegg av mer permanent karakter brukes 2–3 % spenningsfall. Spenningsfallet vil ofte være avgjørende ved valg av tverrsnitt. Høyeste tillatte belastning er fastsatt i Forskrifter for elektriske anlegg.

03 Andre ME-blad med tilknytning til dette bladet:
ME 6.30 Planleggingseksempel for 220 V anlegg

1 BEVEGELIGE LEDNINGER VED 10 V SPENNINGSFALL
Se tabell 11.

Tabell 11
Tverrsnitt, belastning, lengde og overført aktiv effekt ved 10 V spenningsfall for cos φ = 1,0 og 0,8
Nettspenning 220 V. Kabellengde avrundet til nærmeste hele 5 meter

Dimensjon	Belastning	Kabellengde i M ved Δ u = 10 V		Overført aktiv effekt kW	
mm²	A	cos φ = 1	cosφ = 0,8	cosφ = 1	cosφ = 0,8
2 × 1,5	10	35	45	2,2	1,8
2 × 2,5	16	40	50	3,5	2,8
2 × 4,0	20	50	60	4,4	3,5
2 × 6,0	25	60	70	5,5	4,5
2 × 10	35	75	90	7,5	6,0
2 × 16	63	65	75	14,0	11,0
2 × 25	80	80	90	17,5	14,0
2 × 35	100	90	100	22,0	17,5
2 × 50	125	100	110	27,5	22,0
2 × 70	160	115	115	35,0	28,0
2 × 95	200	120	120	44,0	35,0
*2 × 120	225	150	140	49,5	39,5
*2 × 150	250	160	140	55,0	44,0
3 × 1,5	10	40	50	3,8	3,15
3 × 2,5	16	45	55	6,0	5,0
3 × 4,0	20	55	70	7,5	6,0
3 × 6,0	25	70	85	9,5	7,5
3 × 10	35	85	105	13,5	10,5
3 × 16	63	75	90	24,0	19,0
3 × 25	80	90	105	30,0	24,0
3 × 35	100	100	115	38,0	30,5
3 × 50	125	115	130	48,0	38,5
3 × 70	160	130	135	61,0	49,0
3 × 95	200	135	135	76,0	61,0
*3 × 120	225	170	160	85,0	68,0
*3 × 150	250	185	165	95,0	76,0

* 120 mm² og 150 mm² er ikke normert

2 FAST FORLAGTE Cu og Al-KABLER VED 10 V SPENNINGSFALL
Se tabell 21, fig. 21 a, 21 b, 21 c og 21 d.

Tabell 21
Tverrsnitt, belastning, lengde og overført aktiv effekt ved 10 V spenningsfall for cosφ = 1.0 og 0.8. Nettspenning 220 V
Cu-kabler

Dimensjon	Belastning	Kabellengde 1 M ved Δ u = 10 V		Overført aktiv effekt kW	
mm²	A	cosφ = 1,0	cosφ = 0,8	cosφ = 1,0	cosφ = 0,8
2 × 1,5	10	42	52,5	2,2	1,75
2 × 2,5	16	44	55	3,5	2,8
2 × 4,0	20	56	70	4,4	3,5
2 × 6,0	25	66	83	5,5	4,4
2 × 10,0	35	80	100	7,7	6,1
2 × 16,0	63	70	88	13,9	11,1
3 × 1,5	10	48	61	3,8	3,05
3 × 2,5	16	50	63	6,1	4,9
3 × 4,0	20	65	80	7,6	6,1
3 × 6,0	25	77	95	9,5	7,6
3 × 10	35	92	115	13,3	10,6
3 × 16	63	81	100	24,0	19,2
3 × 25	80	101	120	30,0	24,0
3 × 35	100	112	127	38,0	30,4
3 × 50	125	122	133	48,0	38,5
3 × 70	160	138	142	61,0	48,8
3 × 95	200	152	147	76,0	61,0
3 × 120	225	171	155	85,0	68,0
3 × 150	250	189	162	95,0	76,0
3 × 185	315	189	149	120,0	96,0
3 × 240	350	223	158	133,0	100,0
3 × 300	400	245	157	152,0	121,0
3 × 400	500	250	141	190,0	152,0
Al-kabler					
3 × 25	63	76	93	24,0	19,2
3 × 50	100	92	105	38,0	30,4
3 × 95	160	115	122	61,0	48,8
3 × 150	225	127	124	85,0	68,0
3 × 240	315	150	128	120,0	96,0
3 × 400	400	190	132	152,0	121,0

Utgitt av

Norges byggforskningsinstitutt Tlf. (02) 46 98 80 Postadresse: Postboks 322 Blindern Oslo 3

Ettertrykk forbudt

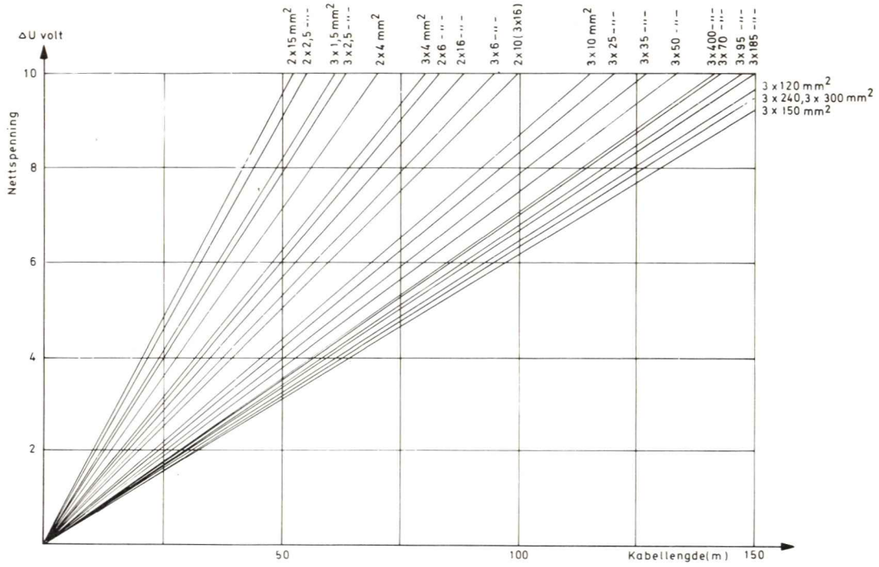


Fig. 21 a
Cu-kabler fast forlagt. Spenningsfall som funksjon av kabellengde ved cosφ = 0.8 ved en strømstyrke tilsvarende sikringenes merkestrøm for vedkommende kabel. Nettspenning 220 V

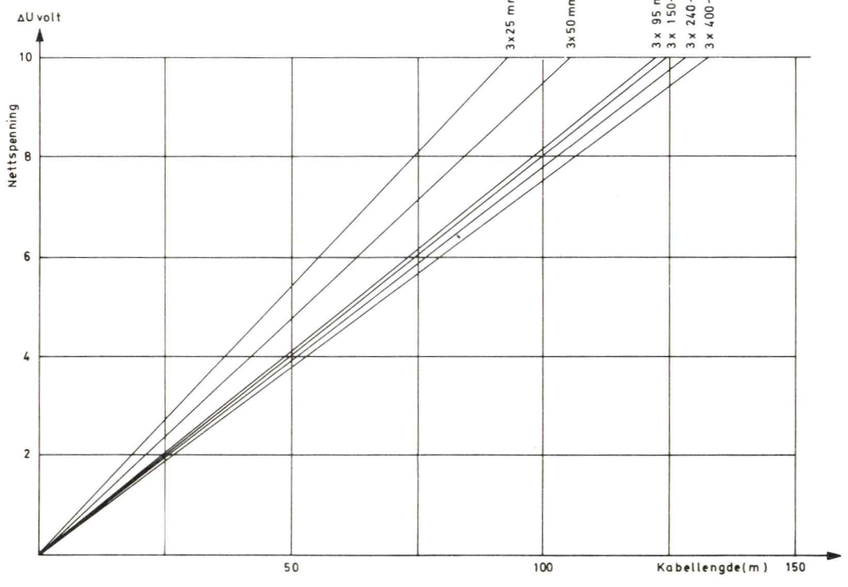


Fig. 21 b
Al-kabler fast forlagt. Spenningsfall som funksjon av kabellengde ved cosφ = 0.8 ved en strømstyrke tilsvarende sikringenes merkestrøm for vedkommende kabel. Nettspenning 220 V

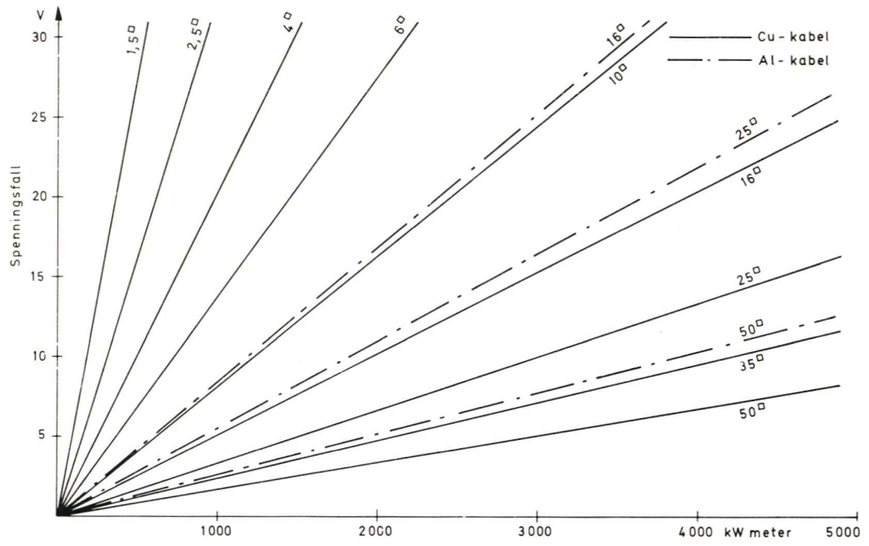


Fig. 21 c
Al- og Cu-kabler i luft, 1,5□–50□. Spenningsfall som funksjon av kabellengde i m multiplisert med overført effekt i kW. Nettspenning 220 V. 3-faseanlegg. cosφ = 1.0

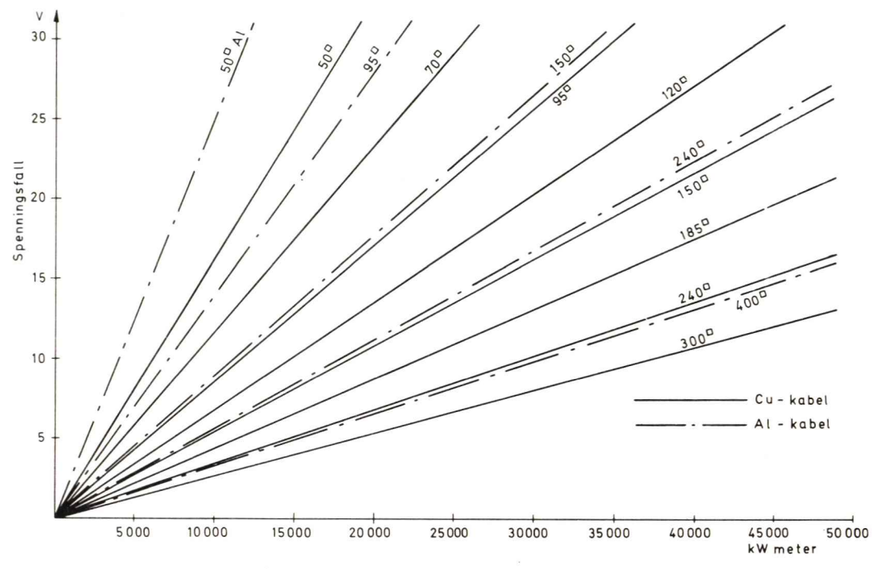


Fig. 21 d
Al- og Cu-kabler i luft, 50□–400□. Spenningsfall som funksjon av kabellengde i m multiplisert med overført effekt i kW. Nettspenning 220 V. 3-faseanlegg. cosφ = 1.0

Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen

Norges byggforskningsinstitutt

Midlertidige elinstallasjoner på bygge- og anleggsplasser

Kalkulasjon av strømforbruk og -kostnader

Utvalg for midlertidige elektriske anlegg (UME)

ME 6.60
Utgitt våren 1980

0 GENERELT

01 Dette bladet beskriver en metode for kalkulasjon av strømforbruk og -kostnader som kan være aktuell i sammenheng med f.eks. anbuds- og produksjonskalkyle, oppfølging av strømforbruk og -kostnader og valg av strømtariff.

02 Kalkulasjon av strømforbruket etter denne metoden betinger en realistisk produksjonsplan. Er planen lite detaljert, som tilfellet ofte er på anbudsstadiet, må selvsagt stipulert strømforbruk gis et skjønnsmessig påslag for uforutsette og uteglemte strømforbrukere.

03 Når det gjelder strømforbruket, er erfaringene med bruk av metoden foreløpig sparsomme. Metoden anbefales brukt i tilfeller hvor entreprenøren mangler relevante erfaringstall for strømforbruket eller ikke har sikrere beregningsmetode. Kalkulert strømforbruk samt tariffer og leveringsvilkår fra vedkommende elverk danner grunnlag for selve kostnadskalkylen.

04 Andre ME-blad med tilknytning til dette bladet:

ME 6.20 Produksjonsfasen – Planleggingsteknikk og hjelpemidler
ME 6.30 Planleggingseksempel for 220 V anlegg

1 KALKULASJON AV STRØMFORBRUK

11 Oversikt over strømforbrukerne

Først utarbeides oversikt over strømforbrukerne i byggeperioden, se tabell 11. Oversikten viser hvilke strømforbrukere som er installert på byggeplassen til enhver tid og effektbehov pr. strømforbruker eller gruppe av disse.

12 Vurdering av effektforbruket P og brukstid t

121 Kolonne nr. 1–6 i tabell 121 tilsvarer tabell 11. Utregningen i tabellen gir som sluttresultat maksimalt effektuttak P som må kjennes av hensyn til effektleien, samt energiforbruket E.
Kommentarer til utregningen i de enkelte kolonner er gitt i pkt. 122–124.

122 Først vurderes *samtidighetsfaktoren*, S, for hver enhet (Kolonne nr. 7). For kontoret (øverst på figuren) som bare utgjør 1 kW, er det for enkelhets skyld forutsatt at hele den installerte effekten utnyttes fullt ut, hvorfor samtidighetsfaktoren er satt lik 1. Når det gjelder verkstedet (som f.eks. kan omfatte strøm til belysning, oppvarming, maskiner), har man i dette tilfelle vurdert at bare halvparten av den totalt installerte effekten på 18 kW er i bruk samtidig (S = 0.5). For utvendig belysning og håndverktøy er S vurdert til 0,8. For de enkelte maskinenheter, f.eks. en kran, må vanligvis samtidighetsfaktoren settes lik 1 idet kranen tar ut hele det oppførte effektbehovet den tiden den er i bruk.

123 *Maksimalt effektuttak, P,* må kjennes av hensyn til målertype, valg av tariff og beregning av effektleie (Kolonne nr. 8). I dette tilfelle er det forutsatt maksimalmåler og at maksimaleffekten blir målt som middeleffekt over 15 minutter. De to kranene og betonglommen er i bruk bare korte perioder, mindre enn 15 min. Man har vurdert at det er lite sannsynlig at de blir registrert samtidig. Den ene kranen og betonglommen er derfor ikke medtatt i summeringen. De øvrige strømforbrukerne er merket x.

124 Neste skritt består i å *vurdere brukstiden pr. strømforbruker* (Kolonne nr. 9–13). I kolonne 9–14, tabell 121, er det gått suksessivt fram idet man først vurderer hvor stor del av en time den enkelte strømforbruker antas å være i bruk sammenlagt, kolonne nr. 9. Deretter vurderes timer pr. døgn, kolonne nr. 10, og døgn pr. uke, kolonne nr. 11. Uker pr. år og antall år kan vurderes med utgangspunkt i oversikten, tabell 11. For oppvarming og belysning kan de tidsperioder som er angitt øverst i kolonne nr. 11 i tabell 11, være en rettesnor for vurderingen.

Utgitt av

Norges byggforskningsinstitutt Tlf. (02) 46 98 80 Postadresse: Postboks 322 Blindern Oslo 3

Ettertrykk forbudt

Nikolai Olsens trykkeri a.s.

Tabell 11
Oversikt over strømforbrukere og effektbehov

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
OBJEKT			KW			UTTAK			SENTRALER OG UTTAK	
NR	ANTALL	BETEGNELSE	PR. ENHET	SUM INDUK. FRI	SUM INDUK. TIV	I A	LEDNING (TYPE) A	TVERRSNITT / LENGDE	A B C D E F G	OPPVARMING, BETONG MUR PUSS, BELYSNING, SNØRYDD. / OPPVARM, BETONG, BELYSN, SN; 1975 JUL AUG SEP OKT NOV DES 1976 JAN FEB MAR APR MAI JUN JUL AUG SEP OKT NOV DES
1	1	Kontor	1	1					45	
2	1x3	Verksted	1x2 2x5		18				10 70	
3	1x3	Brakke	1,3	4					35	
(x	2x1	Utv. lys								
4	4x1	Lys og handverktøy	2		8					
5	1	Heis			15					
6	1	Kompressor			54					
7	1	Kran			45					
8	4x1	Lys og handverktøy	2		8				22	
9	1	Heis			15					
10	4x1	Lys og handverktøy	2		8				10	
11	1	Heis			15					
12	1	Kran			45					
13 14	2x1	Kappsag			8					
15	1	Slipemaskin			1					
16	1	Saks	4		4					
17	1	Bøyemaskin			5					
(x	1x3	Utv. lys	1	3						
(x	1x3	—"—	1	3						
(x	2x1	—"—	1	2						
18	1	Betonglomme			10					
		Ind.fri belastning							14 6 8 5	
Sum kW		Induktiv —"—							259 18 8 96 8 8 28	23 23 67 122 190 273 273 273 267 264 210 195 158 95 5

Tabell 121
Oversikt over effektforbruk, brukstid og totalt effektbehov

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
OBJEKT			KW					BRUKSTID						
NR	ANTALL	BETEGNELSE	PR. ENHET	SUM INDUK. FRI	SUM INDUK. TIV	Samtidighets-faktor S	Maksimum effekt-uttak P	Del av time a	Timer/døgn b	Døgn / uke c	Uker / år d	År e	Energiforbruk E = a·b·c·d·e	Merknader
1	1	Kontor	1	1		1	1 x	1	24	5	46	1,25	6900	
2	1x3	Verksted	1x2 2x5		18	0,5	9 x	1	8	5	36	1,0	13000	
3	1x3	Brakke	1,3	4		0,8	3,2 x	1	24	7	36	1,25	24200	
(x	2x1	Utv. lys	0,5	1		0,8	0,8 x	1	24	7	25	1	3400	
													–	
4	4x1	Lys og handverktøy	2		8	0,8	6,4 x	1	8	5	46	1	11800	
5	1	Heis			15	1	15 x	0,5	8	5	25	1	7500	
6	1	Kompressor			54	1	54 x	1	6	5	30	1	48600	
7	1	Kran			45	1	45 x	0,5	8	5	40	1	36000	
8	4x1	Lys og handverktøy	2		8	0,8	6,4 x	1	8	5	40	1	10200	
9	1	Heis			15	1	15 x	0,5	8	5	40	1	12000	
10	4x1	Lys og handverktøy	2		8	0,8	6,4 x	1	8	5	36	1	9200	
11	1	Heis			15	1	15 x	0,5	8	5	36	1	10800	
12	1	Kran			45	1	45 x	0,5	8	5	42	1	37800	
13 14	2x1	Kappsag			8	1	8 x	0,2	5	5	42	1	1700	
15	1	Slipemaskin			1	1	1 x	0,1	5	5	42	1	100	
16	1	Saks	4		4	1	4 x	0,5	5	5	42	1	2100	
17	1	Bøyemaskin			5	1	5 x	0,4	8	5	36	1	2900	
(x	1x3	Utv. lys	1	3		0,8	2,4 x	1	8	5	36	1	3500	
(x	1x3	—"—	1	3		0,8	2,4 x	1	8	5	36	1	3500	
(x	2x1	—"—	1	2		0,8	1,6 x	1	24	7	36	1	9700	
18	1	Betonglomme			10	1	10	0,1	8	5	46	1	1800	
						Sum P kW =	202					Sum E kWh =	265500	

2 KALKULASJON AV STRØMKOSTNADER

21 Beregningsgrunnlaget er tatt fra tariffnormen av 1973 fra Norske Elektrisitetsverkers Forening. I eksemplet foran er effektuttaket så stort at bare T3-tariffen er aktuell. Ved prisnivå f.eks. nr. 16 blir totalkostnaden uten overforbruk i 1¼ år:

$$K = (k_{01} + k_1 \cdot P)\,1{,}25 + \frac{1}{100}\,k_2 \cdot E$$

K = Totalkostnad i kroner
k_{01} = Abonnementsavgift
P = Maksimaleffekt (største middelverdi over 15 min.)
k_1 = Effektavgift i kroner pr. kW og år
k_2 = Energipris i øre/kWh
E = Beregnet totalforbruk i kWh

Benyttes tallverdien fra tabell 121, blir totalkostnadene:

$$K = (200 + 170 \cdot 202)\,1{,}25 + \frac{1}{100} \cdot 4{,}2 \cdot 256{,}5 \cdot 1\,000 =$$

kr 45 313,–

Andre tariffer
For elverk som ikke bruker NEVF's tariffnorm, må det innhentes opplysninger fra elverket om beregningsmåte.

3 REFERANSER

31 Dette bladet inngår i samlingen «Midlertidige elinstallasjoner for bygg og anlegg». Det er utarbeidet av Utvalg for midlertidige elektriske anlegg (UME), nedsatt av NVE og NBI. Redaksjonen er avsluttet i november 1979. Bladene distribueres av Norges byggforskningsinstitutt, Forskningsveien 3b, Oslo 3.

32 Litteratur

Norske Elektrisitetsverkers Forening:

321 Norm for vilkår for levering av elektrisk kraft, Oslo 1970. NEVF Serie nr. 176/1970

322 Tariffoversikt (utgis årlig)

323 Innstilling fra Tariffkomitéen 1979
Norm for husholdningstariffer, tariffer for næringsvirksomhet, særtariffer. Norske Elektrisitetsverkers Forening, Oslo 1973. Serie nr. 217–1973.

324 Vibstad, H. m.fl.: Spørreundersøkelse hos 154 elverk. Elverksrutiner, tariffer m.v. Intern NBI-arbeidsrapport 1973.

7 SIKKERHETSFORSKRIFTER

71 Ved bruk av tennere i nærheten av radiosendere gjelder:

- Stasjonære, sivile radiosendere på frekvens over 30 MHz innebærer så liten fare for utilsiktet initiering av elektriske tennere at en i praksis kan se bort fra dette. Det samme gjelder radiosendere med mindre enn 5 W utgangseffekt uten hensyn til frekvens.
- I nærheten av radiosendere må ikke ledningssystemet for elektriske tennere på noe punkt komme i ledende kontakt med jord. Ledningsender og skjøter må derfor isoleres godt, og det må utvises forsiktighet under ladearbeidet slik at isolasjonen på tennerledningene ikke blir skadet.
- Ledningsopplegget må legges på eller i jevn høyde over og helt nær bakken. Man må unngå at deler av ledningssløyfen legges høyere enn sløyfen forøvrig. Vær oppmerksom på dette forholdet ved arbeid i sterkt kupert terreng.
- Det må bare brukes tennere med originale ledningslengder (ledningene får ikke kappes). Tennerledninger som er for lange, foldes forsiktig sammen og stikkes løst ned i borhullet.
- Sikkerhetsavstandene som er gitt i tabell 71, regnes som den korteste horisontale projiserte avstanden mellom senderanlegg og tennerkrets.
- Ved sprengningsarbeider nærmere sterkt trafikkert offentlig veg enn 10 meter, skal det nyttes tennere i gruppe 2 eller gruppe 3.

Tabell 71
Minste tillatte avstand ved sprengning med vanlige elektriske tennere nær radiosender*

Utstrålt effekt i watt	Avstand i meter	Utstrålt effekt i kilowatt	Avstand i meter
5	4	1	40
10	10	5	75
50	15	10	95
100	20	50	150
200	25	100	200
300	30	200	250
500	35	300	300
		500	350
		750	400
		1000	500
		2000	650

* Ved bruk av trege tennere i gr. 2 og 3, kan avstandene reduseres inntil det halve av det angitte.

Opplysninger om offentlige radiosenderes effekt og frekvens fås ved å kontakte senderstasjonen.
Sikkerhetsavstandene gjelder ikke for radaranlegg.

8 DEFINISJONER OG FORKLARINGER

81 Radiobølger
Radiobølger er en form for elektromagnetisk stråling eller populært sagt svingninger (bølgebevegelser) i luften (eteren). Svingningene kommer i stand ved at radiosenderen får et elektromagnetisk felt ved antennen til å svinge. Bølgene (svingningene) brer seg i alle retninger fra antennen med lysets hastighet, 300000 km pr. sek.

Antall svingninger pr. sek uttrykkes i Hertz (Hz). Fig. 81.
For å slippe for mange nuller gjøres forkortelser:
- 1000 Hz = 1 kilohertz (kHz)
- 1000000 Hz = 1 megahertz (MHz)

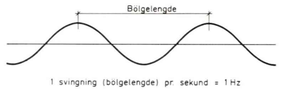


Fig. 81
Bølgelengde

82 Frekvensbånd
Fig. 82 viser områdene for de forskjellige svingningshastigheter eller frekvenser for radiobølger m.v. Områdene er inndelt i såkalte bånd. Lukket radiosamband foregår i VHF-båndene 68 – 87,5, 138 – 174 MHz og UHF-båndet 450 – 470 MHz. 27 MHz-båndet er tildelt privatradio (walkie-talkie). Forstyrrelsene i dette området er relativt store, og lytterforholdene blir deretter.

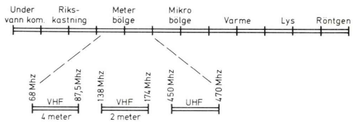


Fig. 82
Frekvensbånd

83 Frekvenser – radiokanaler
Hvert samband opptar en plass på 25 kHz. Som vi ser, er det begrenset plass i de aktuelle båndene. Dette gjør at frekvenstildelingen må styres. Dette gjøres av Teledirektoratet som utsteder konsesjoner, tildeler frekvenser, godkjenner tekniske opplegg og driftsmåter i de enkelte radiosamband samt godkjenner det radioutstyret som tillates brukt.

84 Radiobølgenes utbredelse
Radiobølgene i VHF-området følger til en viss grad jordkrummingen i noenlunde flatt lende. Ved større hindringer kan det imidlertid oppstå udekkede områder eller radioskygger. Fig. 84 a. UHF-bølgene reflekteres effektivt mot terrenghindringer og kan derfor gi bra dekning i byer. Fig. 84 b.

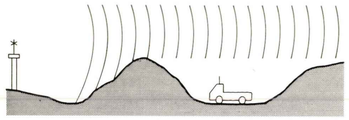


Fig. 84 a
Radioskygge

Fig. 84 b
UHF-bølger reflekteres effektivt mot hindringer.

9 REFERANSER

91 Dette bladet inngår i samlingen Midlertidige elinstallasjoner for bygg og anlegg. Det er utarbeidet av Utvalg for midlertidige elektriske anlegg (UME), nedsatt av NVE og NBI. Redaksjonen er avsluttet i oktober 1984. Bladet distribueres av Norges byggforskningsinstitutt, Forskningsvn. 3B Blindern, 0314 Oslo 3.

Nikolai Olsens trykkeri a.s

Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen
Norges byggforskningsinstitutt

Midlertidige elinstallasjoner på bygge- og anleggsplasser

Telekommunikasjon
Lukket radiosambandsnett

Utvalg for midlertidige elektriske anlegg (UME)

ME 7.10
Utgitt 1985

0 GENERELT

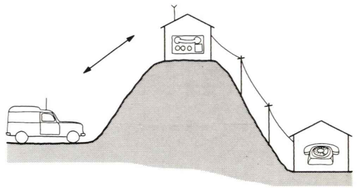
01 Innhold, målgruppe
Dette bladet gir orientering om bruk av lukket radiosambandsnett i entreprenørbedrifter o.l. Bladet beskriver hvilke hovedtyper av radioapparater som inngår i et radiosambandsnett og hvilke systemløsninger som kan velges. Bladet er i første rekke beregnet på byggeplass- og anleggsledere og andre som planlegger å ta i bruk lukket radiosamband. Forklaringer til endel faguttrykk som er benyttet, står i pkt. 8.

02 Televerkets landmobile tjeneste
Lukket radiosambandsnett inngår i den landmobile tjenesten til Televerket som også omfatter personsøkeanlegg, privat radio (walkie-talkie), mobiltelefontjenesten m.m.
Lukket VHF/UHF-radiosambandsnett består vanligvis av en fast radiostasjon - såkalt basisstasjon- og mobile stasjoner plassert i kjøretøyer samt bærbare stasjoner. At nettet er lukket, betyr at sambandet foregår internt mellom brukerens basisstasjon og mobile stasjoner innenfor et begrenset geografisk område. VHF/UHF er forkortelser for de frekvensbåndene som radiosambandet foregår på.

03 Sikkerhetsforskrifter
Ved bruk av elektriske tennere i nærheten av sendere gjelder forskrifter for bruk av eksplosive varer fastsatt av styret for Statens sprengstoffinspeksjon 17. november 1981, se avsnitt 7.

04 Konsesjonssøknad
All radiosending i Norge er underlagt lov av 29.4.1899 samt internasjonale bestemmelser som Norge har tiltrådt. Dette innebærer bl.a. at man for å drive radiosending, må ha konsesjon fra Teledirektoratet som også skal godkjenne utstyret. Konsesjonssøknaden skrives på spesielt skjema som vanligvis fylles ut av radioleverandøren. Utstyret skal spesifiseres på søknaden. Skjemaet skal undertegnes av søkeren. For konsesjonen betales en årlig avgift, men det betales ingen samtaleavgift.

05 Tildeling av konsesjon
Det lukkede VHF/UHF radiosambandsnettet arbeider i VHF-båndene 68 – 87,5 MHz og 138 – 174 MHz og UHF-båndet 450 – 470 MHz.
Det er begrenset plass i de aktuelle frekvensbåndene og stor pågang fra søkere. De tilgjengelige kanalene må derfor ofte deles mellom konsesjonærer. Konsesjon for lukket radiosambandsnett tildeles derfor i første rekke når mobiltelefontjenesten er uhensiktsmessig for formålet.



06 Tilknytning til offentlig telefon (telefonoverdrag)
Det lukkede radionettet kan tilknyttes det offentlige telefonnettet. Teledirektoratet gir konsesjon bare til brukergrupper som ivaretar større samfunnsmessige interesser, som politi, brannvesen, offentlig helsevern og elforsyningen. For private bedrifter tillates det lukkede radiosambandsnettet normalt ikke tilknyttet telefonnettet. Tillatelse for overdrag til hustelefon er noe enklere å oppnå. Eventuelt telefonoverdrag krever tilleggsutstyr.

07 Personsøking i lukket nett
Alle brukergrupper har tillatelse til å benytte personsøker i sitt lukkede nett.
En personsøker er en radiomottaker i brystlommeformat (vekt ca. 50 - 150 g, avhengig av type). Ved søking vil mottakeren gi fra seg et lydsignal. Signalet kan bli etterfulgt av en talt beskjed eller en melding vist i et vindu på mottakeren.
Ifølge nåværende bestemmelser skal alle nye radionett med personsøking benytte et signaliseringssystem med kapasitet på minst 5 siffer. Denne typen personsøking er et godt supplement i et eksisterende sambandsnett. Det gir mulighet til å varsle personell selv om vedkommende ikke befinner seg i umiddelbar nærhet av sin radio.

08 Henvisninger
Nærmere opplysninger om de ulike typer radiosambandstjenester, godkjent utstyr m.v. fås ved henvendelse til Teledirektoratet eller til radioforhandleren. Det finnes egne lister over godkjent radioutstyr utarbeidet av Teledirektoratet.
Andre ME-blad som behandler telekommunikasjon er
- ME 7.20 Mobiltelefon
- ME 7.30 Installasjon, service

Ettertrykk forbudt

Norges byggforskningsinstitutt Tlf. (02) 46 98 80 Postadresse: Postboks 322 Blindern, 0314 Oslo 3

1 UTSTYR

11 Stasjoner

Et radiosystem kan bygges opp av forskjellige enheter:

- Mobile stasjoner
  Disse kan være montert i kjøretøyer, fig. 11 a, eller være bærbare, fig. 11 b.
- Basisstasjon, fig. 11 c
  Basisstasjonen er stasjonær og er styrende enhet i systemet. Sendereffekt og antenneplassering er bestemmende for rekkevidden.
- Reléstasjon
  Dette er en basisstasjon med tilleggsfunksjon som gjør at de mobile enhetene kan opprette direkte innbyrdes forbindelse via reléstasjonen.

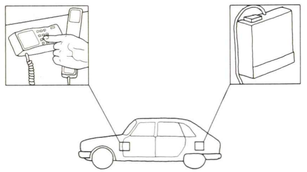


Fig. 11 a
Mobilstasjon med betjening installert i bil

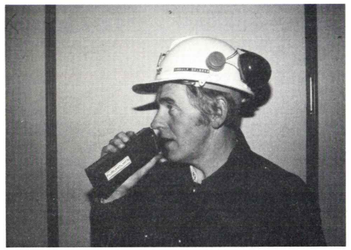


Fig. 11 b
Mobilstasjon – håndapparat

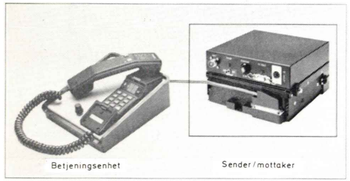


Fig. 11 c
Basisstasjon

2 REKKEVIDDE (DEKNINGSOMRÅDE)

21 Generelle begrensninger

Hvis det bare sto på radioutstyret, er det i dag ingen ting i veien for å dekke så stort område som en måtte ønske. Men her setter omkostningene og Teledirektoratets bestemmelser klare grenser. Spørsmålet for bedriften blir derfor hvor stort område det er økonomisk forsvarlig å dekke med et radiosambandsnett.

22 Spesielle begrensninger

Rekkevidden for et lukket radiosambandsnett bestemmes bl.a. av:

- senderens effekt
- antennetype og antennens plassering
- frekvens
- terrengform

221 Sendereffekt

Senderens effekt avhenger av hvilken type stasjon som velges, bærbar, mobil eller basisstasjon. En bærbar stasjon bør begrenses til ganske få watt for ikke å bli for tung. For basisstasjonen spiller vekten mindre rolle da den er fast installert. Men her setter Teledirektoratet en øvre grense for tillatt utstrålt effekt. Denne fastsettes etter behovet til dekning og sendereffektene på de mobile stasjonene. For tiden tillates maks. 25 watt.

222 Antennetype og -plassering

Antennetype og antennens plassering i terrenget har mye å si for rekkevidden.

Jo høyere antennen er plassert, jo bedre dekning. Vanligvis tillater Teledirektoratet at basisstasjonens antenne plasseres inntil 15 m over den gjennomsnittlige terrenghøyden i det området som skal ha radiodekning. Ved antennevalg kan man også bestemme formen på det området som skal dekkes, f.eks. sirkelform, avlangt osv.

223 UHF- og VHF-båndene

Frekvensbåndet som tildeles og terrengformen i det aktuelle området er viktige faktorer for rekkevidden. UHF-båndet gir best dekning i byområder fordi de korte radiobølgene reflekteres bedre enn de lange mellom bygningene. I land-og skogområder vil VHF-båndene gi størst rekkevidde.

23 Rekkevidder i flatt til småkupert terreng

De begrensninger fra Teledirektoratet som er nevnt foran, har til hensikt å bedre utnyttelsen av tilgjengelige frekvenser og redusere forstyrrelsene for brukerne. Særlig i tettbebyggelse hvor det er mange som søker konsesjon, er dette viktig. Ved de forannevnte bestemmelsene om sendereffekt og antenneplassering vil det i flatt til småkupert terreng normalt oppnås følgende rekkevidder:

- 35 km for 4-meter-båndet VHF
- 25 km for 2-meter-båndet VHF
- 15 km for 0,7-meter-båndet UHF

Radionett som spenner over større områder og med eksklusiv frekvenstildeling, gis vanligvis bare til institusjoner som ivaretar viktige samfunnsoppgaver, f.eks. vegvesen og politi.

3 KANALER – FREKVENSER – TRAFIKKFORM

31 Med eller uten basisstasjon

Innen et dekningsområde må samtaler som skal skje samtidig, foregå på forskjellige kanaler. En radiokanal arbeider enten med en eller to frekvenser, avhengig av om sambandet er bygd opp med eller uten basisstasjon.

32 Simplex – trafikk

Samband uten basisstasjon foregår som simplex trafikk. Dvs. at trafikken foregår på samme frekvens i begge taleretninger ved at man vekselvis lytter og taler, fig. 32. Sambandet har liten rekkevidde.

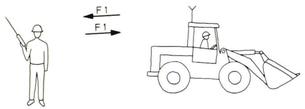


Fig. 32
Simplex (kanal med en frekvens)

33 Semiduplex-trafikk

Samband med basisstasjon foregår som regel i semiduplex form. Dvs. at trafikken foregår på to frekvenser, en for lytte og en for tale, fig. 33. Har de mobile apparatene duplex-filter, kan samtalen skje i begge taleretninger samtidig, dvs. på samme måte som en vanlig telefonsamtale.

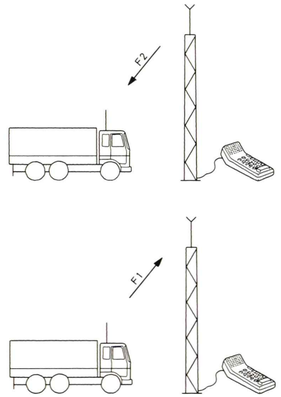


Fig. 33
Semi-duplex (kanal med to frekvenser)

34 Relétrafikk

Relétrafikk krever også to frekvenser, fig. 34. Reléstasjonen er en basisstasjon med utvidet bruksområde, dvs. at den mottar på en frekvens og automatisk videresender på en annen frekvens. Denne funksjonen kalles gjennomsnakk.

Hensikten med relétrafikk er å gi de bærbare og mobile stasjonene like stor rekkevidde som reléstasjonen. Derved kan det oppnås et pålitelig samband innen et større dekningsområde.

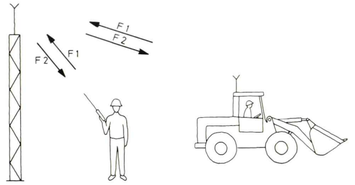


Fig.34
Relétrafikk

4 ANROP

41 Åpent anrop

Ved åpent anrop trykker en senderknappen inn, hvoretter ønsket stasjon anropes muntlig. Samtlige stasjoner vil da høre trafikken på kanalen. Ulempen ved dette er at man kan bli forstyrret av trafikk som ikke angår en selv. Fordelen ligger i et enkelt anrop og at man kan være informert om alt det som skjer. Kapasiteten pr. kanal kan være inntil 50 stasjoner (apparater).

42 Selektivt anrop

Selektivt anrop innebærer at alle stasjonene normalt har sin høyttaler utkoplet. Høyttaleren koples inn automatisk med et spesielt nummersignal fra anropende stasjon. Hver stasjon har sitt eget individuelle nummer, og et anrop vil derfor ikke forstyrre de andre stasjonene. Etter nåværende retningslinjer gjelder som hovedregel at et lukket radiosambandsnett skal ha selektivt anropsutstyr. Systemet som i dag er standard, har fått betegnelsen 5 - tone CCIR. Dette gir mulighet for inntil 100.000 nummer i et lukket nett.

43 Automatisk kvittering

Automatisk kvittering innebærer at stasjonen som mottar anrop, automatisk sender tilbake en signaltone. Dette forteller senderen at forbindelsen er i orden.

5 BEHOVSVURDERING OG ANSKAFFELSE AV UTSTYR

51 Bruksområder

Radiosambandsnett er i dag i mange tilfeller helt nødvendig for å oppnå effektiv styring og drift av bygge- og anleggsplasser m.v. Stadig flere bedrifter finner det lønnsomt å anskaffe radiosambandsnett. I tidsrommet fra 1970 - 1982 har antallet faste og mobile stasjoner her i landet økt fra 11.000 til 35.000.

Fordelene ved radiosambandsnett er åpenbare. Viktige beskjeder når fram uten tidsspille, og dødtiden for folk og maskiner reduseres vesentlig. Radiosambandsnett brukes også i spesielle arbeidssituasjoner for å redusere ulykkesrisikoen. Eksempler på arbeidssituasjoner hvor radiosamband kan være spesielt nyttig er:

- dirigering av varetransport og servicepersonell
- på anleggsområder med store avstander der det er behov for raskt å kunne omdirigere maskinparken eller arbeidslagene
- ved stikningsarbeider hvor det er stor avstand mellom landmåler og stangbærere (Ved stikningsarbeid i tunnel må det brukes UHF-frekvensbånd)
- på byggeplasser der samband ønskes mellom kranfører, formann og kontor
- på større lager og verkstedstomter o.l.
- Når kraner står svært nær hverandre, vil radiosamband mellom kranførere kunne forhindre ulykker.

52 Inntjening

Det finnes forskjellige kommunikasjonssystemer på markedet. Det er viktig å velge system som dekker bedriftens behov i dag, og som kan tilpasses eventuelle behovsendringer i fremtiden. Ved riktig valg blir investeringen i utstyr relativt gunstig. Det er ikke uvanlig at anleggskostnadene kan tjenes inn i løpet av et år.

53 Behovsprognose

Hvis man vurderer anskaffelse av radioutstyr, bør man først utarbeide en behovsprognose. Man stipulerer da antall oppkallinger pr. dag til de forskjellige maskinenheter m.v. over hele anleggsperioden, eller over en ett-årsperiode. En kan deretter vurdere hvor store kostnader som spares inn pr. oppkalling og enhet i forhold til tradisjonell metode der beskjeder må overbringes ved hjelp av bil eller til fots m.v. Når behovet og kostnadsbesparelsene er klarlagt, bør en kontakte to til tre radioleverandører for å få pristilbud.

6 SYSTEMLØSNINGER

61 Byggeplass

På en byggeplass vil det ofte være aktuelt med forbindelse mellom

- kontor/sentralbord
- formann ute på byggeplassen
- mobilkran
- traktor

La oss forutsette småkupert terreng og at området er av størrelse ca. 500 m x 1000 m. Da kravet til rekkevidde er forholdsvis beskjedent, vil det være naturlig å velge enfrekvens. Videre er det bare fire apparater slik at åpent anrop vil være tilfredsstillende. Se fig. 61.

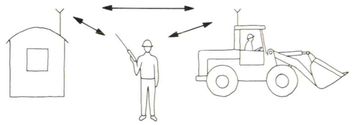


Fig. 6l
En-frekvens forbindelse på mindre byggeplass

62 Anleggsområde

Eksemplet er hentet fra vannkraftutbygging i Nordland fylke. Anleggsområdet, fig. 62, er tilknyttet vegnettet ved hjelp av egen ferje og hurtiggående passasjerbåt. Hovedkontoret ligger nede ved fjorden. Kraftstasjonen bygges i samme område som hovedkontoret ligger. Oppe på fjellet bygges det en dam. Videre inne på fjellet ligger flere mindre anleggsplasser. Helikopter benyttes i stor utstrekning. Kravet til rekkevidde var i dette tilfellet stort. To-frekvens måtte benyttes. Reléstasjon med antenne ble plassert høyt og fritt, ca. 600 m over havet. Dette har gitt et dekningsområde som er meget tilfredsstillende.

Mobile apparater er plassert i begge båtene, på kontoret, i flere av anleggsbrakkene inne på fjellet samt kjøretøyene inne på anleggsområdet. Et mindre antall håndapparater er også i bruk. Bl.a. er ett plassert i helikopteret. Man benytter også her åpent anrop. Dette er gjort for å holde alle informert om innholdet i radiotrafikken. Med så mange apparater kunne ellers selektivt anrop være naturlig.

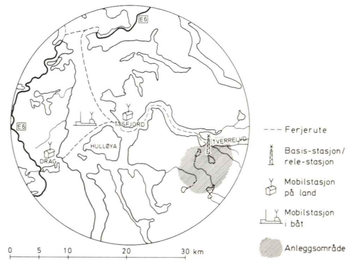


Fig.62
Eksempel på større anleggsområde som krever to-frekvens

Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen

Norges byggforskningsinstitutt

Midlertidige elinstallasjoner på bygge- og anleggsplasser

Telekomminikasjon Mobiltelefon

Utvalg for midlertidige elektriske anlegg (UME)

ME 7.20
Utgitt 1985

0 GENERELT

01 Innhold

Dette bladet gir en orientering om bruk av mobiltelefon. Hensikten med bladet er å gi en orientering til entreprenørbedrifter o.l. som overveier å ta i bruk mobiltelefon for å effektivisere den interne og eksterne kommunikasjonen.

02 Televerkets landmobile tjeneste

Mobiltelefonnettet inngår i den landmobile tjenesten til Televerket som bl.a. omfatter lukket radiosambandsnett m.m., se ME 7.10. En mobiltelefon kan abonnenten ta med over alt, montert i kjøretøy, ev. i brakke eller i en bærbar koffert, fig. 02. Er man bare innenfor dekningsområdet for Televerkets basisstasjoner, kan man ringe til eller bli oppringt fra telefonabonnenter i alle land som Norge har fjernvalg til.

03 Manuell og automatisk mobiltelefon

I dag er det to systemer i drift, manuell mobiltelefon (OLT, offentlig landmobiltelefon) og automatisk mobiltelefon (NMT, nordisk mobiltelefon). Det manuelle systemet har vært i drift siden 1967 og skal fortsette fram til 1990. Da skal det helt avløses av automatisk mobiltelefon, NMT. Dette systemet har i østlandsområdet vært i drift siden 1981, på Sørlandet og Vestlandet siden 1982. Områdene ved Trondheim vil komme i drift i 1984 og Nord-Norge i 1985. Norge samarbeider med Danmark, Finland og Sverige, derav navnet Nordisk mobiltelefon. Når systemet er utbygd, vil en kunne bruke mobiltelefon overalt i Norden.

04 Konsesjonssøknad

Konsesjon på mobiltelefon utstedes av Teledirektoratet - normalt til alle som søker. Søknadsskjema fås på telestasjonene som også har liste over forhandlere som selger mobiltelefonutstyr som er godkjent av Teledirektoratet. Forhandlerne er behjelpelige med å fylle ut søknaden. Abonnenten har ansvaret for vedlikehold av sitt apparat. Mobiltelefonabonnenten blir oppført i rikstelefonkatalogen for det katalogområdet vedkommende tilhører. Det betales årlig avgift og samtaleavgift. Om montering av mobiltelefon i kjøretøyer, se ME 7.30.

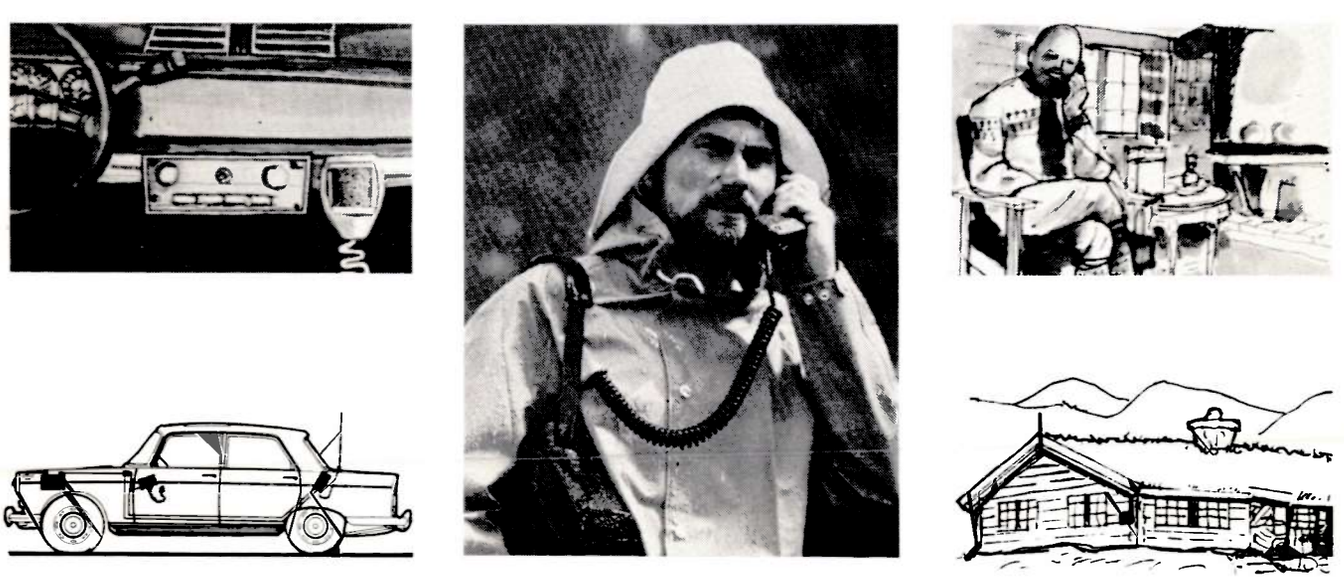


Fig. 02
Mobiltelefonen kan brukes overalt

Ettertrykk forbudt

1 MOBILTELEFONNETTET

11 Manuell mobiltelefon

Mobiltelefonnettet består av Televerkets betjeningsstasjoner og basisstasjoner og av abonnentenes mobiltelefoner. De betjente stasjonene formidler forbindelsen med det offentlige telefonnettet. Det utgis egne kart som viser basisstasjonene med dekningsområder og kanalbestykning. Med en 15 W stasjon i en bil, vil det under vanlige forhold kunne oppnås brukbart samband over en strekning på 30–60 km fra basisstasjonen.

111 De betjente stasjonene formidler forbindelsen med det offentlige telefonnettet.

Man må vite anropsnummeret og hvor mobiltelefonabonnenten er. Bestillingsnummer til nærmeste betjeningsstasjon er 097. De øvrige betjeningsstasjonenes tlf. nr. står i telefonkatalogen.

112 Ulempene med manuell mobiltelefon er bl.a. kapasitetsproblemene som etterhvert har oppstått, særlig i tettbygde strøk. Ekspedisjonstiden blir ofte lang. Telefonnettet kan dessuten avlyttes av andre mobiltelefonabonnenter. Den er også kostbar i bruk.

12 Automatisk mobiltelefonnett

Automatisk mobiltelefonnett, NMT, består av mobiltelefonsentraler, basisstasjoner og abonnentenes mobiltelefoner. Mobiltelefonsentralene er styrende enheter som automatisk oppretter forbindelse mellom hver mobiltelefonabonnent og abonnenten i det faste nettet, eller mellom mobiltelefonabonnenter, fig. 12.

Ulikt det manuelle systemet er det ikke nødvendig å vite hvor mobiltelefonabonnenten befinner seg. Ved bilkjøring blir en koplet automatisk over til ny basisstasjon når en beveger seg fra ett dekningsområde til et annet. Systemet er vanskelig å avlytte.

121 Ved anrop fra en automatisk mobiltelefon må en alltid slå retningsnummer.

Anrop fra abonnent i det faste telefonsystemet skjer ved å slå tjenestekoden for mobiltelefon, 094, foran det femsifrede mobiltelefonnummeret. Til utlandet slås utenlandsprefikset, landsnummeret, tjenestekoden for vedkommende lands mobiltelefon og abonnentens nummer.

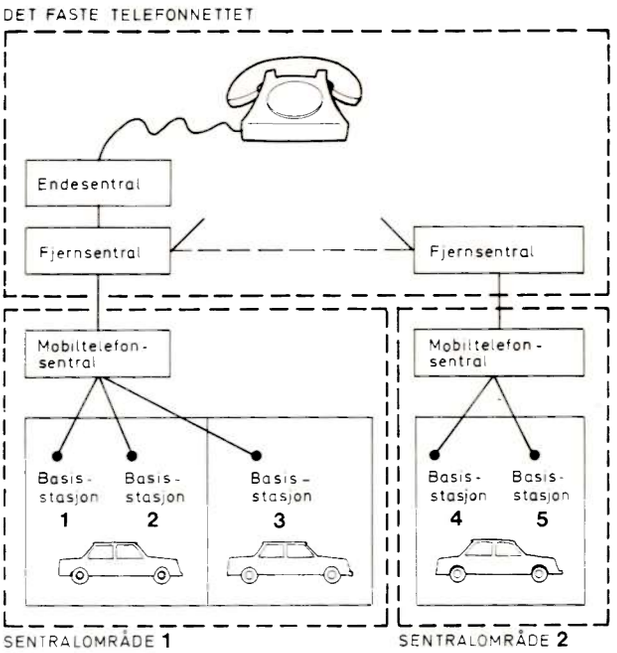


Fig. 12
Skjematisk fremstilling av automatisk mobiltelefonnett NMT

2 REFERANSER

21 Dette bladet inngår i samlingen Midlertidige elinstallasjoner for bygg og anlegg.

Det er utarbeidet av Utvalg for midlertidige elektriske anlegg (UME), nedsatt av NVE og NBI.

Redaksjonen er avsluttet oktober 1984.

Bladene distribueres av Norges byggforskningsinstitutt, Forskningsveien 3 B, Blindern, 0314 OSLO 3.

22 Litteratur

Det henvises til diverse brosjyrer fra Teledirektoratet og radioforhandlere.

Nikolai Olsens trykkeri a.s

Reflektometeret kobles mellom kabelen og stasjonen. Senderknappen trykkes inn, og man kontrollerer at stasjonen gir den rette effekten ut i antennen. Samtidig kontrolleres reflektert effekt som bør være så liten som mulig. Med reflektometeret innkoblet klippes antennen meget forsiktig ca. ½ cm ad gangen til absolutt minimum reflektert effekt er oppnådd.

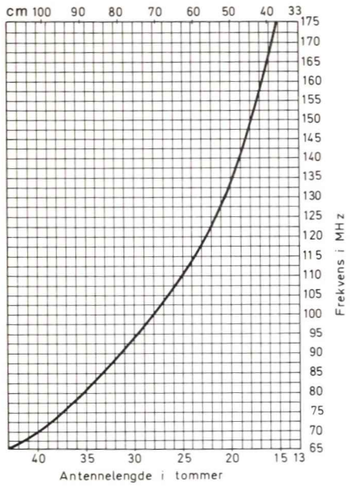


Fig. 23
Tilpassing av antennelengde

24 Bruk

Dersom antennen unntaksvis må monteres på siden av kjøretøyet, f.eks. på en pick-up eller lastebil, må en påse at antennepisken ikke slår borti godset under kjøringen. Antennen bør heller ikke installeres nær blinklys, skilt eller andre gjenstander som vil påvirke strålingsdiagrammet.
Senderen bør ikke brukes med nedlagt antenne. Brukket eller oppfliset antenne fører til skader på sender. Ny antenne må tilpasses med reflektometer.
NB! Radiostasjonens antenne må ikke tilkoples private apparater.

3 FEILSØKING

Ved feil på anlegget bør i første omgang følgende punkter kontrolleres:
- Tilført spenning bør være 12-14 V målt ved inngangen til stasjonen.
- Skift ut tilførselskablene hvis disse har synlig slitasje.
- Se etter at alle tilkoplinger har god kontakt.
- Se over antennearrangementet og fjern eventuelt irr på kontakter.
- Prøv stasjonens kanaler ved å anrope andre stasjoner i systemet. Har stasjonen flere kanaler og bare en er ute av drift, er sannsynlig feil et defekt krystall.
- Ta ut batteriplugg og antenneplugg og fjern stasjonen fra festebraketten. Ta av topp- og bunndeksler og kontroller om det er synlige skader på komponenter og tilkoplinger. På stasjon med reléer, se etter om kontaktene er brente eller skitne. Puss eventuelt kontaktsettene rene med fint smergelpapir eller platinapapir.
- Se etter at stasjonens indikatorlamper er i orden. Ved lampebytte bør lampen låses fast til holderen ved hjelp av en lakkdråpe over gjengene.
- Kontroller at alle krystallene sitter skikkelig fast i holderne.

4 REFERANSER

41 Dette bladet inngår i samlingen Midlertidige elinstallasjoner for bygg og anlegg. Det er utarbeidet av Utvalg for midlertidig elektriske anlegg (UME), nedsatt av NVE og NBI.
Redaksjonen er avsluttet i oktober 1984.
Bladene distribueres av Norges byggforskningsinstitutt, Forskningsveien 3B, Blindern, 0314 OSLO 3.

42 Litteraturliste
Se brosjyrer fra Teledirektoratet og kataloger fra radioleverandører.

Nikolai Olsens trykkeri a.s

Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen

Norges byggforskningsinstitutt

Midlertidige elinstallasjoner på bygge- og anleggsplasser

Telekommunikasjon Installasjon og service

Utvalg for midlertidige elektriske anlegg (UME)

ME 7.30
Utgitt 1985

0 GENERELT

01 Innhold
Dette bladet gir råd og anvisninger for installasjon og service av mobiltelefon og lukket radiosamband (VHF, UHF) i kjøretøyer.

02 Målgruppe
Bladet er rettet mot personell i entreprenørbedrifter og andre bedrifter som har ansvaret for montering eller vedlikehold av radioutstyret.

03 Konsesjon og typegodkjennelse
For kjøp og installasjon av utstyr må det foreligge konsesjon fra Teledirektoratet, se ME 7.10 og ME 7.20. Alt utstyr skal være typegodkjent av Teledirektoratet som kan oppgi hvilke radioforhandlere som har slikt utstyr.

04 Monteringsanvisning – serviceveiledning
Sørg alltid for at det sammen med utstyret fra forhandler følger monteringsanvisning og serviceveiledning og at disse blir nøye fulgt.

05 Installasjonskontroll
Installasjonen skal kontrolleres og godkjennes av Teledirektoratet som også opptrer på vegne av Vegdirektoratet med hensyn til plassering av utstyret.

06 Bruksinstruks
En kortfattet instruks for bruk av radiotelefon må følge hvert apparat. Brukeren bør også gjennomgå opplæringskurs utarbeidet i samarbeid med leverandøren.

07 Vedlikehold
Det er viktig å oppnevne en kontaktmann som er ansvarlig for å etterse utstyret og tilkalle service. Enkelte brukere har en svakstrømsavdeling som tar seg av vedlikeholdet. De fleste vil imidlertid være avhengige av leverandørens serviceorganisasjon, og man kan inngå avtaler om periodevis ettersyn, flerårige servicekontrakter o.l.

08 Reservemateriell
En del reservemateriell bør finnes på lager hos kontaktmann:
- indikatorlampe
- sikringer
- antennepisk med holder
- antenneplugg
- batterikabel
- mikrofon med ledning
- reservekrystaller for basis- og mobilstasjon

Wattreflektometer er meget nyttig ved installasjon og service. Dette instrumentet brukes til måling av effekt ut til antennen og reflektert effekt tilbake til apparatet. Feil i antenneopplegget vil her kunne avsløres.
Andre instrumenter som kan være aktuelle, er frekvensteller og universalinstrument.

09 Henvisninger
Andre ME-blad som behandler telekommunikasjon, er
- ME 7.10 Lukket radiosambandsnett
- ME 7.20 Mobiltelefon.

1 RADIOANLEGGET

11 Plassering
Følgende hensyn må tas når plassering bestemmes:
- Luften må kunne sirkulere fritt rundt stasjonen.
- Pluggene skal være tilgjengelige.
- Stasjonen må plasseres i tilstrekkelig avstand fra varmeapparatet slik at komponenter eller krystaller ikke blir overopphetet.
- Stasjonen skal ikke kunne skade personer ved eventuell kollisjon.
- Stasjonen må ikke hindre betjening av bilens vanlige kontrollorganer.
- Sikringsholdere skal monteres så nær batteriet som mulig av hensyn til eventuell kortslutning på batterikabelen fram til stasjonen.

Ettertrykk forbudt

Norges byggforskningsinstitutt Tlf. (02) 46 98 80 Postadresse: Postboks 322 Blindern, 0314 Oslo 3

12 Før montering
- Kontroller at utstyret er komplett i henhold til leverandørens liste.
- Undersøk kjøretøyets batterispenning og driftsspenningen for stasjonen. Ved avvikende spenning må det skytes inn en omformer mellom kjøretøyets batteri og radiostasjonen.
- Se etter at batteripolene er rene og godt tilskrudd.

13 Montering
- Ved bruk av elektroverktøy og elektrisk sveiseapparat er det absolutt nødvendig å følge gjeldende sikkerhetsregler:
- Bruk bare sikringsstørrelse som foreskrevet for anlegget. Ryker sikringen, så er dette tegn på feil i kretsen, eventuelt feilpolarisering.
- Pass på at tilkopling til batteripoler blir riktig. Normalt skal rød tilførselsledning koples til positiv batteripol og sort tilførselsledning til negativ pol. Hvis tilkoplingen byttes om, vil ikke radioanlegget virke.

14 Strømtilførsel
- Det er viktig at tilførselskabelen er tilstrekkelig dimensjonert slik at spenningstap over kabelen blir lav.
- Sørg for at strømmen tas direkte fra batteriet.
- Ta ikke strøm fra tenningsrelé eller sikringsboks uten å ha kjennskap til bilens elektriske anlegg for øvrig fordi dette kan føre til uønsket spenningsfall i kretsen eller sikringsbrudd. Spenningsfall vil gå mest ut over sendereffekten.

15 Montering av spenningsformer 24 V/12 V
Noen kjøretøyer har 24 V elektrisk anlegg. Til radiostasjon beregnet for 12 V driftsspenning monteres da inn spenningsformer 24 V/12 V. Det er viktig at slik montering skjer omhyggelig og gjennomtenkt. Erfaringer viser at det lett oppstår skader på spenningsformere av blant annet følgende årsaker:
- Vann og søle har trengt inn i omformere.
- For dårlig varmeavledning
- Metallspon etter boring er kommet inn i omformeren og har dannet kortslutning.
- Dårlig kontakt, ofte på grunn av at det er brukt kabelsko som ikke passer sammen
- Dårlig kontakt kan også føre til at ledningen faller av eller kommer borti andre strømførende ledninger eller gods. NB! Private radioer og kassettspillere må ikke koples til mobilstasjonenes omformer da denne kan bli overbelastet.

16 Støydemping

161 Avstand til hovedstasjon
Elektrisk støy fra kjøretøyet kan som oftest dempes med forholdsvis enkle midler. Så lenge radioanlegget befinner seg nær hovedstasjonen, vil elektrisk støy normalt ikke sjenere. Det er først når radioanlegget befinner seg i større avstand fra hovedstasjonen, slik at signalstyrken på mottakeren er forholdsvis lav, at støyen kan gjøre mottakingen vanskelig.

162 Tenningsstøy
Den mest alminnelige støyen er tenningsstøy. Den er karakterisert ved en regelmessig smellende lyd som følger motorens omdreiningshastighet. Så fremt tenningssystemet fra fabrikantens side ikke er forsynt med en støydempingsanordning, bør det isettes støydempingsmotstand i serie med hver tennplugg eller benytteplugledninger med innebygget motstand. Så fremt det anvendes støydempingsmotstand, anbefales det å anvende trådviklet motstand, ca. 5 kohm. Den er i stand til å undertrykke støyen bedre enn en kullstoffmotstand på 10-15 kohm. Når det brukes motstand i tenningsledningene, skal disse plasseres tett ved tennpluggene, og elektrodeavstanden i tennpluggene skal økes med 0,1 mm.
Det kan oppnås ytterligere støydemping ved å kople inn en dempemotstand i kabelen mellom coil og strømfordeler, så nær sistnevnte som mulig. Den beste løsningen er å skifte ut strømfordelerens rotor med en rotor som har innebygd motstand. Skulle det ovennevnte ikke gi tilfredsstillende resultat, kan det innskytes en 0,1 µF koaksialkondensator mellom coilens primærside og jord. Kondensatorenn skal monteres tett ved coilen, og jordforbindelsen skal være så kort som overhodet mulig. Hvis stiftene i strømfordeleren er skitne eller brente, kan dette gi sjenerende støy.

163 Dynamostøy
Dynamostøy er karakterisert ved en hvinende tone hvis frekvens og styrke følger motorens omdreiningshastighet. I de fleste tilfellene skyldes denne støyen gnister mellom skitne eller nedslitte kullbørster og kommutatorer. Rensing eller eventuell utskifting av børstene vil normalt være tilstrekkelig til å fjerne denne støyen. Har kjøretøyet vekselstrømsdynamo, vil støy også i dette tilfelle høres som en hvinende tone som følger motorens omdreiningshastighet. Denne hvinende tonen kan fjernes ved å skyte inn en spesiell drossel i den "varme" ledningen til batteriet.

164 Regulatorstøy
Støy fra spenningsregulatoren kjennes på en raspende lys som gjengis av høyttaleren. Støyen kan normalt fjernes ved å montere en koaksialkondensator i ledningen til dynamoen, så tett ved regulatoren som mulig og med en effektiv jordforbindelse.

165 Instrumentstøy
Alle elektriske instrumenter og motorer for øvrig kan gi støy. Støy fra vindusviskermotoren kan dempes med en alminnelig støydempingskondensator. For øvrig lokaliseres støykildene best ved å avbryte de forskjellige mulige støykildene en for en. Av slike støykilder kan eksempelvis nevnes elektrisk klokke, bensinmåler, oljetrykkslampe m.m. I alle disse tilfellene kan støyen dempes tilstrekkelig med en passende kondensator.

2 INSTALLASJON AV MOBILANTENNER (MOBILTELEFON OG RADIOTELEFON)

21 Utstyr
Det skal benyttes standardantenne fra fabrikk, se eks. fig. 21.
Som antennekabel benyttes type RG 58 CU, ca. 6 mm i ytre diameter. Denne kabelen har stor demping og bør derfor gjøres så kort som mulig. Kabellengden bør aldri overstige 4-5 meter.

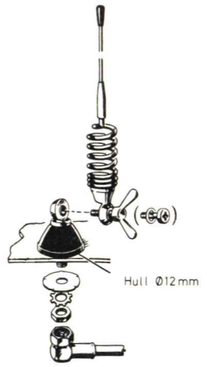


Fig. 21
Eksempel på antenne

22 Plassering

221 Jordplan
Bilantenner må ha godt jordplan, dvs. mest mulig plant og ingen hinder rundt antennen. Følgende plasseringer kan benyttes:
- midt på taket, fig. 221
- på bilens koffertlokk
- på skjerm bak på bilen i en avstand av 0,1 – 0,2 m fra bakvinduet
- Plasser aldri antennen på bilens forskjerm hvis det er risiko for at sokkelen blir utsatt for sprut fra hjulene.

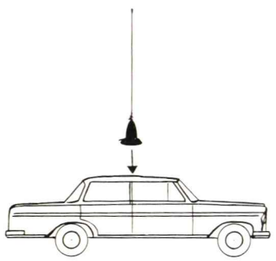


Fig. 221
Antenneplassering som gir godt jordplan

223 Strålingsdiagram
Fig. 223 viser antennens strålingsdiagram ved forskjellige plasseringer på bilen. Plassering midt på taket gir et sirkulært strålingsdiagram med taket som godt jordplan. Ved plassering på koffertlokket eller bakskjermen vil strålingsdiagrammet ikke bli sirkulært, blant annet på grunn av brytningen fra bakruten til biltaket.

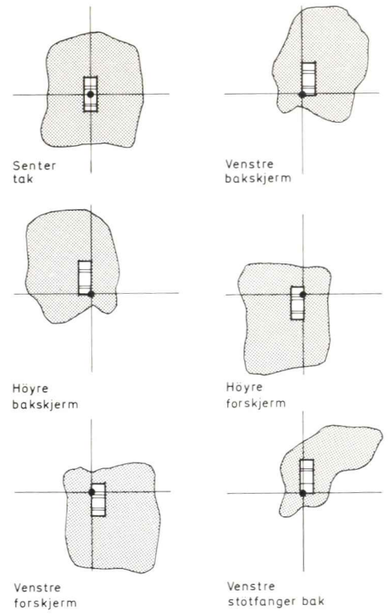


Fig. 223
Strålingsdiagram

23 Montering
Ved montering av antenner må bruksveiledningen følges nøye. Loddebolten må gi mye varme så tinnet smelter hurtig og gir god lodding. Plastisolasjonen mellom innerlederen i koaksialkabelen og skjermen smelter forholdsvis lett. Derfor må man ikke varme opp for meget slik at det oppstår kortslutning mellom skjerm og innerleder. Når antennesokkelen installeres, må man påse at selve skjermen i kabelen gir god kontakt til bilens chassis som eventuelt må skrapes rent for lakk og maling.
En radiostasjon som arbeider med en antenne hvor det er kortslutning eller brudd, vil ha en rekkevidde på bare noen hundre meter. Det sier seg selv at installasjonen av antennen må gjøres meget omhyggelig. Når antennen er montert, skal den klippes til omtrentlig lengde i henhold til fig. 23 og monteringsveiledningen.