

Projektering af elektriske Installationer.

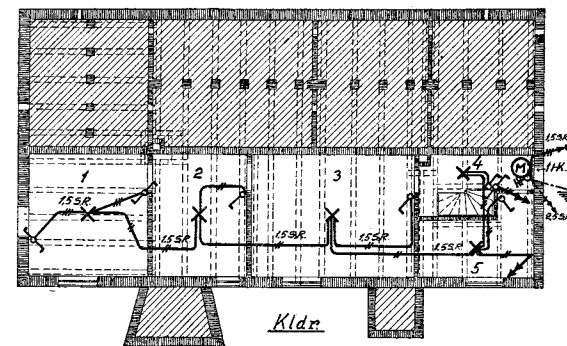
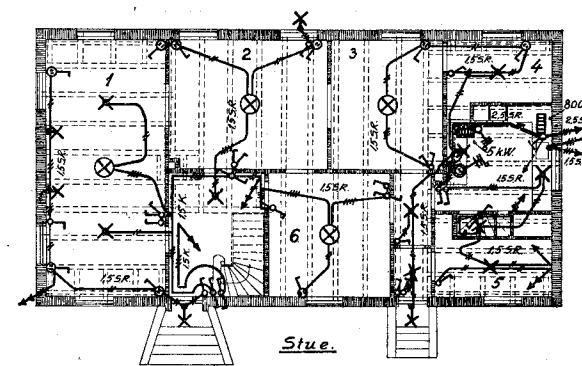
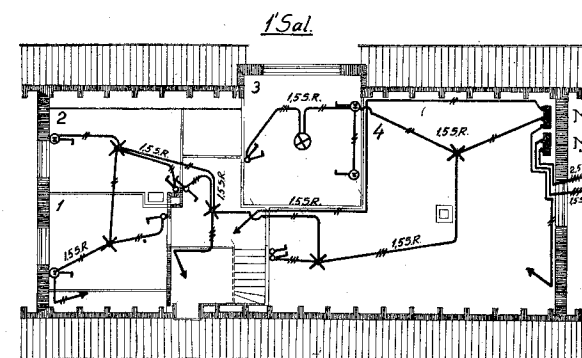
Af cand. polyt. E. C. Eriksen.

Ekspeditionssekretær ved Københavns Belysningsvæsen.

Projekteringen af den elektriske Installation i en Bygning er en Opgave, som alt efter Omfanget og Arten af Opgaven snart tilfalder en raadgivende Ingeniør, en Arkitekt eller en Elektroinstallatør. I en Række af Tilfælde er Opgaven hidtil blevet løst ved et Samarbejde mellem de to sidste, idet Arkitekten har indskrænket sin Del af Arbejdet til en Angivelse af, hvor Lampesteder, Stikkontakter, Afbrydere etc. skal anbringes og iøvrigt overladt til de tilbudsgivende Installatører at udforme Projektet videre med

Hensyn til Gruppeinddeling, Placering af Ledninger og disses Oplægningsmaade o. s. v., en Metode som naturligvis giver de tilbudsgivende et vist Spillerum, og — som Erfaringen viser — aabner Plads for unfair Konkurrence.

Det kan derfor ikke noksom anbefales, at der forud for enhver Tilbudsgivning udarbejdes et virkeligt Projekt over den ønskede elektriske Installation; kun herved kan man sikre sig, at alle de indkomne Tilbud omhandler det samme Arbejde.



Opmaaling af Lysinstallation. (eller Maaler)												
	2x15 SR over Loft	3x15	4x15	2x15 - Indhug i Mur	3x15	4x15	2x15 i Klemflise	3x15 i	4x15 i	6x15 i	Udhuus og Camenering	Bæring af Hulle i Loft
	Meter											
Stueetage	70	35	175	30	20						200	7
Værelse 1	20	80	40	20	30						70	5
2	30	35	20	20							40	4
3	75	85									85	5
4	100	55									55	5
5	30	70	20	20							40	5
6											60	5
Trappe	10	40	60	15	10	40	60	6	1	1	3	
Førstue	25	15									25	5
Gang	45	20									20	5
Køkken	60	65	40								20	7
Kldr. Trap	05	15	15								30	4
1. Sal												
Værelse 1	70	55									55	5
2	30	30									30	6
3	35	50	40	15							55	5
4	100	90	15								90	10
Trappe	50	60	40								40	6
Kølede												
Rum 1	35	55	15								15	5
2	25	05									05	4
3	120	25									25	4
4	60	05	05								10	3
5	80	05									05	5
Jalt	4738	4472	524	40	15	10	40	60	6	1	3	4
Paa Maalerrammen anbringes: 3 Stk. Hovedafbrydere. 2 pol. 1 Sikring.												
Opmaaling af Kraft- og Varmeinstall. (eller M.)												
1 Stk. Hovedafbryder	3-pol.	3 Sikring	Anbringes paa Maalerrammen									
1 -	4-pol.	3 -	men									
95 m	3x15 SR	Indhugget i Mur										
25 -	1x25 -											
80 -	4x25 -											
35 -	5x25 -											
20 -	4x15 -	oplagt paa Mur										
20 -	1x25 -											
20 -	4x25 -	over Loft										
25 -	5x25 -											
1 Stk.	3-pol. Afb.	10 Amp										
1 -	Stikkontakt	2 Faser 0-Jord.	10 Amp									
1 -	1-pol. Afb.	10 Amp	m. Sluts for bevægeligt Kabel									
1 -	4-pol.	15 -										
1 -	Jordelektrode											
4 -	Etagegennemføringer											
1 -	Vandrel Gennemføring											
2 -	Hulle at bore i Loft											

Eksempel paa et Projekt til den elektriske Installation i en Villa.

Det udførlige Projekt.

Det færdige Projekt bestaar først og fremmest af en Bygningstegning, hvorpaa er indtegnet Maalere, Ledninger, Fordelingstavler, Brugsgenstande, Afbrydere og andre Betjeningsapparater. Hertil vil det i Almindelighed være nødvendigt at føje en Beskrivelse, hvori optages de mere detaljerede Oplysninger, som der ikke er Plads til paa en Tegning, saasom Angivelse af, hvilke Kvaliteter af Materiel der ønskes anvendt, hvorvidt Installationen ønskes udført som synlig eller som skjult Installation, hvilke særlige Hensyn der er at tage under Arbejdets Udførelse o. s. v.

Den tegnemæssige Udformning af Projektet var tidligere ikke helt ligetil, men maa efter Indførelsen af den nye danske Standard for saadanne Tegninger (D S 116)¹⁾ siges at være saalet, at ingen tegnekyndig behøver at vige tilbage for den.

Ifølge den nævnte Standard kan man nemlig angive en Ledning med en enkelt Streg, uanset hvor mange Ledere den omfatter, og Grundreglen er iøvrigt den ganske indlysende, at alle Ledninger, som hører til samme Gruppe (udgaar fra samme Sikring), paa Tegningen fremtræder som en sammenhængende Streg.

Grundlaget for Projektet maa iøvrigt være de paa Stedet gældende Regulativbestemmelser og de Oplysninger, der foreligger med Hensyn til, hvad Installationen skal bruges til, og hvilken Udstrækning den skal have, d. v. s. hvilke Brugsgenstande den skal forsyne (Lamper, Motorer, Varmeapparater etc.), og hvor disse samt de dertil hørende Betjenings- og Kontrolapparater (Maalere, Afbrydere, Sikringer, Igangsættere etc.) skal anbringes.

I det følgende skal søges givet en Oversigt over Fremgangsmaaden ved Projekteringen af en elektrisk Installation, bygget paa Stærkstrømsreglementet af 1930 og Landsregulativet af 1931.

Af Hensyn til Overskueligheden behandles Installationerne hver for sig efter deres Anvendelse (A. Lys, B. Motorer, C. Varme og D. blandede Installationer).

A. Lysinstallationer.

En Lysinstallation i sin enkleste Form bestaar af en enkelt Gruppe, hvis Hovedafbryder og Sikring er anbragt ved Maaleren. Den slaar imid-

¹⁾ Findes reproducet Side 746 f.

lertid kun til, saa længe Installationen ikke overskrider den for en Gruppe tilladte Størrelse.

Grupper.

En Lysgruppe maa højst omfatte 20 Lampesteder og Stikkontakter (i Beboelsesrum dog 15 Lamper og 10 Stikkontakter, idet 2 Stikkontakter her kan regnes lig een Lampe i et Antal af indtil 10 Stk.). Et Kronested (d. v. s. et Tilslutningssted for et Belysningslegeme med 2 eller flere Tændinger) skal regnes til det Antal Lamper, der findes i det paagældende Belysningslegeme, dog mindst til 4 Lamper. En Forudsætning for, at man kan udnytte disse Tal fuldt, er dog, at man ikke herved kommer op paa en saa stor Strømstyrke, at det bliver nødvendigt at anvende større Sikringer, end Regulativet tillader.

Gruppens Sikring.

Regulativet foreskriver, at forsaavidt de i Installationen anvendte Stikkontakter med tilhørende Afbrydere højst er paa 4 Amp., maa Gruppen højst sikres med 6 Amp. Sikringer. Dette maa erindres ved Udvidelse paa ældre Installationer.

Er Stikkontakterne med tilhørende Afbrydere paa mindst 6 Amp., hvilket er Tilfældet i alle nye Installationer, maa Gruppen sikres med 10 Amp. Sikringer.

For Installationer paa indtil 130 Volt kan Sikringsstørrelsen forøges til 15 Amp., naar der bruges 2,5 mm² Ledning, og naar Stikkontakterne med tilhørende Afbrydere er paa mindst 10 Amp.

Beregning af Strømstyrken.

Bestemmende for Strømstyrken er Størrelsen af de Lamper og andre Brugsgenstande, som ønskes tilsluttet Installationen. Landsregulativet angiver her for Lampernes Vedkommende Størrelser, som man skal regne med som Mindsteværdier, f. Eks. i Beboelsesrum 25 W, i Butikker 75 W. Dette betyder saaledes, at man i en Butik højst kan have 17 Lamper pr. Gruppe med en Spænding af 130 Volt, et Tal som gaar yderligere ned, hvis man, som Tilfældet ofte er, ønsker at anvende Lamper paa 100 Watt eller derover.

For Stikkontacters Vedkommende skal man regne med samme Værdier, som foreskrevet for Lamperne, men Forudsætningen er da, at der paa Installationen kun skal benyttes transportable Brugsgenstande af de hyppigst forekom-

mende Arter og Størrelser, saasom Haandlamper, Bordlamper, Strygejern, Støvsugere, mindre Værktøjsmaskiner etc., og det maa erindres, at der til en Stikkontakt højst maa tilsluttes en Brugsgenstand med Strømstyrke som den, hvorved Stikkontakten er mærket.

Særlige Apparater.

Hvis Forbrugeren altsaa udtrykkeligt ønsker en Kvarthlampe, en Kogeplade, et Haartørreapparat eller en anden Brugsgenstand med et Forbrug paa over 6 Amp. forsynet gennem Installationen, maa dette ske ved, at den paagældende Brugsgenstand udskilles paa sin egen Gruppe, og da installeres fast eller tilsluttes gennem en Stikkontakt af en saadan Størrelse, at den kan føre den nødvendige Strøm.

Udvidelsesreserve.

Iøvrigt maa det anbefales, at man, hvis det drejer sig om en ny Gruppe, ikke straks udbygger denne i fuld Størrelse, men lader en Del staa i Reserve til Brug for senere Ændringer og Udvidelser, altsaa f. Eks. beregner den for 12 eller 15 Lamper i Stedet for 20.

Fordeling af Grupper.

Ved alle større Installationer vil man begynde med paa Grundlag af det ønskede Lampeantal at skønne over, hvor mange Grupper der vil være nødvendige, og hvorledes disse paa mest praktisk Maade kan fordeles over de forskellige Rum, og her maa det — jfr. det foran anførte — anses for absolut nødvendigt, at man ikke indskrænker Gruppeantallet til et saadant Minimum, at Udvidelse af Brugsgenstandene paa de enkelte Grupper er udelukket. Man søger saavidt muligt at lade Grupperne udgaar fra Hovedfordelingsstedet ved Maaleren, da dette giver den mest overskuelige Installation; ved udstrakte Installationer vil det dog ofte være praktisk og billigere, hvis man anbringer sekundære Fordelingssteder paa passende Steder i Bygningen og forsyner disse gennem Hovedledninger, som udgaar fra Maaleren. Maaleren og Fordelingsstederne skal anbringes paa Steder, hvor de er let tilgængelige, og hvor de ikke kan afstedkomme Brandfare. De enkelte Hovedafbryderes Forsyningsomraade bør angives tydeligt paa eller ved Afbryderen.

En Lysgruppe vil man som Regel udføre som en Toledergruppe, da dette giver størst Overskuelighed. Som Regel vil Installationen kunne

tilsluttes et Forsyningsnet med jordforbundet Nulleleder, og man installerer da Lampegrupperne mellem de spændingsførende Ledere og Nullederen, hvorved man kan anvende de moderne smaa Hovedafbrydere, der kun er forsynet med een Sikring, der skal indsættes i den spændingsførende Leder. Har man ikke en jordforbundet Nulleleder til Raadighed, skal man anvende Hovedafbrydere med to Sikringer.

Afbrydere.

Afbrydere og Stikkontakter bør anbringes saa praktisk som muligt for Betjeningen. Dette betyder, at Afbrydere bør anbringes ved den Dør, hvorigennem man normalt kommer ind i det paagældende Rum, eller hvorigennem man forlader det. Det sidste Krav fører til, at man i mange Tilfælde maa anvende Korrespondance-tænding for en eller flere Lamper i Rummet. Stikkontakterne bør anbringes saadan, at de ikke er i Vejen ved Anbringelse af Møbler og Inventar, og saaledes, at de bevægelige Ledninger, der skal udgaar fra dem, kan blive saa korte som muligt og ikke er udsat for, at man træder paa dem eller falder over dem. Dette vil for almindelige Beboelsesrum føre til, at de mest praktisk anbringes i Hjørnerne af Værelserne eller ved Vinduerne; i sidste Tilfælde dog helst ikke i umiddelbar Nærhed af Gardinerne — af Hensyn til Brandfaren — og heller ikke i umiddelbar Nærhed af Varmeapparaterne — af Hensyn til Berøringsfaren. Højden over Gulvet kan passende sættes til 1,25 m (Landsregulativet foreskriver som Minimum 0,5 m).

Maalerens Anbringelse.

Maaleren for en Installation skal anbringes paa et tørt Sted og saa let tilgængeligt som muligt. I mange Tilfælde vil det være praktisk at anbringe Maaleren i et Skab, saaledes som nærmere omtalt i en Artikel i H. F. B. 1935, Side 515 ff. Vedrørende Udførelsen af Maalerledningen henvises til Bestemmelserne i det særlige Regulativ for Maalerledninger, udgivet af Danske Elektricitetsværkers Forening (Udg. 1934).

Lampesteder.

Vedrørende Lampestederne maa bemærkes, at medens man tidligere i stor Udstrækning anbragte Porcelænsrosetter paa Væggene („Kaolinrosetter“) og fra disse førte bevægelige Ledninger ud under Loftet til de her ophængte

Lamper, er man nu næsten udelukkende gaet over til at indlægge Ledninger i Staalrør i Etageadskillelserne og afslutte disse i Loftet, enten i Porcelænsrosetter eller i en saakaldt Kroneroset. Den sidste udmærker sig ved, at den er forsynet med en Bærekrog for Belysningslegemet, og iøvrigt er der bedre Plads i den for Afslutning af Ledningerne end i Porcelænsrosetten. Visse Elektricitetsværker foreskriver, at Lampestederne i Loftet altid skal udføres ved Hjælp af Kroneroset, og andre foreskriver, at den skal anvendes, naar der paa det paagældende Sted udmunder mere end 2 Rør. Under alle Omstændigheder faar man herved en bedre og solidere Installation, navnlig hvis man drager Omsorg for, at Kronerosetten eller i hvert Fald Bærekrogen befastes forsvarligt til Loftskonstruktionen. Det vil ofte være nødvendigt at indlægge en særlig Trempel.

Installationens Omfang.

Omfanget af Installationen og dermed Prisen paa denne er naturligvis bestemt ved de Krav, som stilles til den. Den voksende Forstaaelse af Belysningens Betydning som Nytte- og Hyggefaktor har ført til, at de Installationer, som udføres indenfor moderne Byggeri, i Omfang langt overgaar tidligere Tidens Minimumsinstallationer.

Til en ordentlig Belysning af et Køkken hører 2 Lamper, en ved Vasken og en ved Kogestedet, og til en Spejlbelysning anvendes bedst en Lampet paa hver Side af Spejlet. Man maa derfor faa anbragt Tilslutningssteder (Lampetaaer) paa alle Steder, hvor man kan regne med, at der vil blive anbragt Spejle (Badeværelser, Entreer, Soveværelser o. s. v.).

Antallet af Stikkontakter bør man ikke være karrig med; Benyttelsen af Bordlamper, Radioapparater, Strygejern o. s. v. er saa stærk, at man dristigt kan regne 3 Stikkontakter pr. Værelse i en Lejlighed.

Installationens Art.

Arten af Installationen er i alt væsentligt bestemt ved Karakteren af de paagældende Rum (om det er fugtigt, brandfarligt, eller om det er et „almindeligt Rum“), og der findes i Landsregulativet ganske klare Bestemmelser i denne Henseende. Æstetiske Hensyn vil kræve, at man i vid Udstrækning anvender skjult Rørinstallation i Beboelsesrum, Kontorer, Butikker og iøvrigt i alle Rum, hvor Udseendet spiller en Rolle. Selv i tekniske Virksomheder, hvor man

af Hensyn til optrædende Fugtighed eller af andre Aarsager er nødt til at anvende Blykabelinstallation, er man i Stand til at udføre denne som skjult Installation, idet man indmurer og indstøber Rør af saa store Dimensioner, at man kan trække Blykabler ind i dem; til en saadan Installation maa anvendes Lampe- daaser etc., der er udformet specielt for dette Formaal.

Ledningsføringen.

Den skematiske Opbygning af en Lysinstallation maa rette sig efter de Lokalteter, hvori den oplægges. Hvis det drejer sig om en Beboelses- eller Forretningsejendom, vil man i Almindelighed tilstræbe at faa saa meget som muligt af Installationen anbragt i Korridorer og lign. Rum og herfra foretage Afgrening til Lampesteder og Afbrydere i de tilstødende Rum. Man kan da i Korridorerne oplægge en Installation, som nogenlunde let lader sig adskille, hvis man senere skulde faa Brug for at udføre Ændringer og Udvidelser paa Installationen. Hertil benyttes nu næsten udelukkende Installation i Porcelænsklemmer og Dækkasse af Træ, men der er i og for sig intet til Hinder for, at man til dette Formaal kan udføre en skjult Rørinstallation, blot maa man da sørge for, at der anbringes Afgreningsdaaser i passende Tal og paa alle saadanne Steder, hvor man kan vente senere at faa Brug for at gøre Indgreb i Installationen.

Sløjfning.

Hvis det drejer sig om en Jernbetonbygning, vil man ofte anvende helt skjult Rørinstallation. Man vil da i endnu højere Grad, end dette allerede sker i det almindelige Byggeri, anvende „Sløjfning“, hvilket betyder, at man i Stedet for at foretage Afgreningerne i særlige Afgreningsdaaser benytter de forhaandenværende Afbrydere, Lampesteder og Stikkontakter som Afgrenings- og Samlepunkter for Installationen. Metoden medfører, at der jævnlig kommer en Ledning eller to mere i Røret, end der ellers vilde komme, og Ledningsinstallationen bliver i det hele taget knapt saa overskuelig som i det først nævnte Tilfælde.

Ledningsdimensioner.

Ledningsdimensionen bestemmes først og fremmest af den højeste forekommende Strømstyrke. Denne vil for en almindelig Lysgruppe

ikke overstige 10 Amp., og 1,5 mm² Ledning, som er den mindste tilladte Dimension til fast Oplægning, vil derfor som Regel være tilstrækkelig. Det er som foran nævnt imidlertid ved Spændinger paa indtil 130 Volt tilladt at sikre Lysgrupper med 15 Amp. Sikringer, og man vil derfor her ofte være nødt til som Minimum at bruge 2,5 mm² Ledning.

Spændingstab.

Endvidere maa man ved Grupper af nogen Udstrækning være opmærksom paa det optrædende Spændingstab. Dette maa ved fuld Belastning (alle Lamper og Stikkontakter regnet til de foreskrevne Mindsteværdier) ikke overstige 2 % af Driftsspændingen, altsaa ved 130 Volt 2,6 V. og ved 220 Volt 4,4 V., regnet fra Maaleren til yderste Lampe eller Stikkontakt.

Som Eksempel paa den største Længde en Gruppeledning kan have ved det tilladte maksimale Spændingstab, naar Gruppen er fuldt belastet, og Belastningen er anbragt i størst mulig Afstand fra Hovedafbryderen, og Gruppeledningen af Minimumtværsnit, skal anføres, idet Formlen for Spændingstabsberegning erindres:

$$\text{Spændingstab} = \frac{2 \times \text{Afstand (i Meter)} \times \text{Modstandsfylde} \times \text{Strømstyrke}}{\text{Ledningstværsnit (i mm}^2\text{)}}$$

$$\text{eller Afstand} = \frac{\text{Spændingstab} \times \text{Tværsnit}}{2 \times \rho \times I}$$

Eks. I. Tilladt 2 % af 220 V = 4,4 Volt;
Tværsnit = 1,5 mm²; I = 6 A; $\rho = 0,0175$.

$$\text{Afstand} = \frac{4,4 \times 1,5}{2 \times 0,0175 \times 6} = \text{ca. } 31,5 \text{ Meter.}$$

Eks. II. Forhøjes Strømstyrken (I) til 10 Amp., reduceres Afstanden til ca. 19 Meter.

Det ses, at selv ved Anvendelse af de minimalt tilladte Ledningstværsnit kan en Gruppeledning med maksimal Belastning have en ret betydelig Længde, uden at det tilladte Spændingstab overskrides.

Hovedledninger.

For Hovedledningers Vedkommende sker Dimensioneringen i Almindelighed paa Grundlag af den samlede Strømstyrke for de Grupper, som forsynes gennem Ledningen, eventuelt efter disse Grupperes Strømværdi i fuldt udbygget Stand. Dette er i hvert Fald nødvendigt, naar det drejer sig om en Lysinstallation i et Butiklokale, en Kirke, et Forsamlingslokale eller et andet Lokale, hvor Lysinstallationen kan ventes at blive brugt i fuld Udstrækning paa samme Tid.

Belastningsfaktor.

Derimod vil det ofte være forsvarligt efter Samraad med vedkommende Elektricitetsværk at regne med en saakaldt Belastningsfaktor, d. v. s. noget mindre end fuld samtidig Benyttelse af Installationens forskellige Dele, naar det drejer sig om en Lysinstallation i en Beboelsesbygning, et Hotel, en Kontorbygning og i visse Tilfælde ogsaa i en Fabrik, en Skole, et Sygehus o. lign., alt efter Bygningens Benyttelsesgrad og i Samraad med Bygherren. En vis Vejledning i denne Henseende vil man maaske kunne hente af de Regler, som findes anført for Dimensionering af Maalerledninger i det af Danske Elektricitetsværkers Forening udgivne Maalerledningsregulativ. (Se bl. a. nedenfor under C.)

For Dimensionering af Hovedledninger til en Installation af større Udstrækning vil Spændingstabet ofte spille en Rolle, og man vil maaske være nødt til at undersøge, hvad der giver den billigste Installation, at lægge Spændingstabet hovedsagelig paa Gruppeledningerne eller hovedsagelig paa Hovedledningerne. I Almindelighed vil man tilstræbe, at Spændingstabet fordeles sig ligeligt over Gruppeledninger og Hovedledninger.

B. Motorinstallationer.

Den simpleste Motorinstallation bestaar af en Ledning, som udgaar fra en Afbryder med Sikringer, som er anbragt ved Maaleren. Denne Ledning afsluttes ved Motoren i en Afbryder, der ofte ligeledes er forsynet med Sikringer.

Grupper og Afsnit.

Denne Installation kan udvides til at danne en Gruppe, hvis man ønsker at forsyne flere Motorer fra samme Sæt Sikringer (hvorom senere), og man kan bygge en endnu større Installation op ved fra samme Fordelingssted at lade udgaa flere Grupper eller flere Ledninger for Enkeltmotorer. Er Installationen saa stor, at man paa denne Maade kommer til mange og lange Ledninger, udgaaende fra et enkelt Fordelingssted, vil det i Reglen være praktisk at dele Installationen i flere Afsnit, som hvert forsynes fra sit Fordelingssted. De enkelte Fordelingssteder forsynes da gennem en eller flere Hovedledninger, som udgaar fra et Hovedfordelingssted ved Maaleren.

Man opnaar ved det her antydede System at faa en overskuelig Installation, idet man har

Sikringer og Afbrydere for de enkelte Motorledninger samlet paa bestemte Steder, hvilket i mange Tilfælde er en Fordel for Anlæggets Betjening. Det kan imidlertid i visse Tilfælde være praktisk at gaa frem efter et andet Skema, idet man fra Maaleren eller et andet Fordelingssted fører en tilpas svær Hovedledning frem gennem Installationen og fra denne grener af til de enkelte Motorer (gennem Afbryder og Sikringer), efterhaanden som man kommer til disse. Denne Metode (populært kaldet Redekamsystemet) har navnlig sin Fordel, naar man ved Projekteringen ikke ved nøje Besked med Størrelsen og Anbringelsen af de enkelte Motorer.

Installationens Udførelse.

Som nævnt under Lysinstallationerne maa Installationens Udførelse rette sig efter Karakteren af de Rum, hvori den oplægges, og der findes i Landsregulativet klare Bestemmelser vedrørende de Krav, der maa stilles til en Installation i fugtige Rum, eksplosionsfarlige Rum o. s. v. Et overvejende Antal Motorinstallationer udføres i vore Dage ved Hjælp af Blykabel i Forbindelse med Afbryder- og Sikringsmateriel af vandtæt eller støvtæt Udførelse, en Installationsform, der byder den bedst mulige Sikkerhed og uden videre lader sig anvende i alle Tilfælde, hvor der ikke ønskes taget ganske særlige Hensyn til Udseendet. Kun i sjældnere Tilfælde vil man gaa over til at udføre en skjult Installation og da udføre den ved Hjælp af indstøbte eller indmurede Staalrør eller Gasrør. I disse trækkes der, hvis det drejer sig om et almindeligt tørt Rum, almindelige gummiisolerede Ledninger, eller, hvis det drejer sig om et fugtigt eller eksplosionsfarligt Rum, Blykabel.

Jordledning.

Ved Motorinstallationer vil man som Regel være nødt til at anvende en Beskyttelsesjordledning, der forbinder Stellet af Motorer, Igangsættere o. lign. til en Jordelektrode og har til Opgave at bortlede Fejlstrømme, som maatte opstaa som Følge af svigtende Isolation paa de nævnte Dele. Som Jordelektrode anvender man saavidt muligt Vandledningen i Bygningen, og Regulativet foreskriver da, at Jordledningen skal forbindes til Vandledningen, hvor denne føres ind i Bygningen (før Hovedstoppanen).

Med Hensyn til Beregningen af Motorledninger maa iøvrigt bemærkes, at man først og fremmest maa skaffe sig Oplysning om, ved

hvilken Strømart (Jævnstrøm eller Vekselstrøm) Forsyningen kan ske, og hvilken Spænding der er til Raadighed.

Sikring af Motorinstallationer.

Medens det er tilladt at danne Grupper paa 10 og eventuelt 15 Amp. ved Lysinstallationer, er det kun tilladt at danne Motorgrupper, forsaavidt Gruppens Sikring tillige er rigtig Sikring for den enkelte Motor indenfor Gruppen.

I Landsregulativet er angivet følgende Tabel over de største Sikringer, som maa anbringes foran en Motor af given Størrelse:

Motorens Størrelse indtil	Jævnstrøm		Trefaset Vekselstrøm	
	220 V	440 V	3×220 V	3×380 V
0,5	6 Amp.	6 Amp.	6 Amp.	6 Amp.
1	6 "	6 "	10 "	6 "
1,5	10 "	6 "	10 "	6 "
2	10 "	6 "	10 "	10 "
3	15 "	10 "	15 "	10 "
4	20 "	10 "	20 "	10 "
5	25 "	15 "	25 "	15 "
7,5	40 "	20 "	35 "	20 "
10	50 "	25 "	40 "	25 "
15	80 "	35 "	60 "	35 "
20	100 "	50 "	80 "	40 "
25	125 "	60 "	80 "	50 "
30	160 "	80 "	100 "	60 "
40	200 "	100 "	125 "	80 "
60	260 "	125 "	160 "	100 "
100	430 "	200 "	260 "	160 "

Da Gruppensikringen skal være stor nok til, at samtlige Motorer indenfor Gruppen kan gaa samtidig, vil det forstaas, at det i Praksis kun er muligt at danne Grupper af saa smaa Motorer, at disse kan sikres ved 6 Amp. eventuelt 10 Amp. Sikringer.

Ledningernes Dimensionering.

Iøvrigt spiller disse Sikringsstørrelser en stor Rolle ved Dimensioneringen af Ledninger, Afbrydere og Sikringsholdere for Motorer, idet disse Dele skal vælges saa store, at de svarer til de angivne Sikringer, og det er ikke tilstrækkeligt at dimensionere efter den Strømstyrke, som man kommer til ved at gaa ud fra Motorens normale Ydelse i HK. At Sikringerne er sat større end Motorens Driftsstrøm, skyldes den Omstændighed, at Sikringerne nødvendigvis skal kunne taale Motorens Igangsætningsstrøm,

der altid er betydelig større end Driftsstrømmen. De angivne Sikringsstørrelser er fastsat under Forudsætning af, at Motorerne under Igangsætningen ikke giver større Strømstød end tilladt ifølge Landsregulativets § 21. Ønsker man at afvige herfra, f. Eks. ved at benytte Kortslutningsmotorer i større Udførelse end tilladt i Landsregulativet (5,5 HK) eller ved at sætte saadanne Motorer i Gang uden Igangsætningsapparat (f. Eks. Stjerne-Trekant Omskifter), maa man regne med endnu større Sikringer end angivet i Tabellen og som Følge heraf eventuelt ogsaa med rigeligere Ledninger, Afbrydere og Sikringsholdere.

Hvis en Motor er anbragt i stor Afstand fra det Fordelingssted, hvorfra den forsynes, vil det ofte være praktisk at anbringe Motorens Sikringer umiddelbart ved Motoren; i dette Tilfælde skal de Sikringer, som sidder foran Ledningen til Motoren, være et Trin større end Motorens Sikringer, da man ellers er udsat for, at en Overbelastning faar Sikringerne paa Fordelingsstedet til at smelte, medens man netop ønsker, at Sikringerne ved Motoren i saa Fald skal smelte.

Det vil forstaas, at man i et saadant Tilfælde er nødt til at dimensionere Ledningen saa rigeligt, at den er sikret forskriftsmæssigt ved den paa Fordelingsstedet anbragte Sikring, og man kommer herved ofte til Ledningsdimensioner, der synes uforholdsmæssigt store i Forhold til den under Motorens Gang optrædende Strømstyrke, et Forhold som der imidlertid ikke er noget at gøre ved, saa længe man arbejder med Sikringer af den hidtil anvendte Konstruktion.

Eksempel: En 10 HK Motor ved 220/127 V (med $\cos \varphi = 0,9$) har en Driftsstrøm af

$$I = \frac{10 \cdot 0,9 \cdot 1000}{220 \cdot \sqrt{3} \cdot 0,9} = 26,4 \text{ Amp.},$$

og man kunde altsaa være fristet til at forsyne den gennem en 6 mm² Ledning, der kan føre 31 Amp.

Den skal imidlertid ifølge Sikringstabellen kunne sikres med en 40 Amp. Sikring, og man maa derfor vælge en 16 mm² Ledning og en 60 Amp. Afbryder og 60 Amp. Sikringsholdere.

Automatiske Afbrydere.

Dette Misforhold mellem Ledningsdimension og Driftsstrøm kan undgaas derved, at man i Stedet for almindelige Afbrydere og Sikringer benytter automatiske Afbrydere, der er forsynet med „Termorelæer“ (Motorbeskyttelses-

afbrydere, populært kaldet „Motorskabe“). Disse er saaledes konstrueret, at de afbryder Strømmen til den paagældende Motor, hvis Varmedviklingen i denne bliver saa stærk, at dens Isolation er udsat for Ødelæggelse. Da Ledningens Opvarmningskarakteristik paa det nærmeste er sammenfaldende med Motorens, vil man ved at anbringe en saadan automatisk Afbryder foran Ledningen til Motoren kunne opnaa at beskytte saavel Ledning som Motor mod Overbelastning, naar Ledningen har en saadan Dimension, at den Strøm, som den maa belastes med, blot er lig med eller lidt større end den Strøm, som Motoren kræver under normal Drift. Dette skyldes, at de nævnte Termorelæer ikke reagerer for Strømstød af en Varighed og Størrelse, som de optræder under normal Igangsætning af Motoren, Strømstød som netop paa Grund af deres Kortvarighed ikke kan naa at bibringe Motor og Ledning nogen skadelig Opvarmning, medens Termorelæerne afbryder Strømmen, naar denne er naaet til at frembringe en saa stærk Varmedvikling, at Isolationen paa Motor og Ledning er truet.

Det maa dog erindres, at den paagældende automatiske Afbryder skal være saaledes konstrueret, at den ved optrædende Kortslutning i Ledning eller Motor afbryder Kortslutningsstrømmen med samme Sikkerhed som en almindelig Smeltesikring. Hvis dette ikke er Tilfældet, maa der i Forbindelse med Afbryderen anbringes et Sæt Sikringer.

De omtalte „Motorskabe“ finder særlig Anvendelse i Forbindelse med Motorer, som er udsat for „haard Drift“, idet man herved opnaar at beskytte Motorerne effektivt mod Overbelastning, men det vil ogsaa ofte i andre Tilfælde kunne betale sig at anvende disse, naar henses til, at en Del af Merudgiften til Anskaffelse af Afbryderen kan indvindes ved Besparelse paa Ledningsudgifterne.

Som nævnt under Lysinstallationer maa der ved Ledningsberegningen tages Hensyn til det optrædende Spændingsfald.

Der tillades i Landsregulativet et Spændingstab paa 2 % af Driftsspændingen, udregnet paa Grundlag af den normale Driftsstrøm.

Hovedledninger.

Hovedledninger for Motorer maa dimensioneres med Henblik paa Driftsforholdene indenfor den paagældende Virksomhed. Hvis en Række Motorer, der forsynes gennem en fælles

Hovedledning, kan ventes at blive benyttet samtidigt, maa Ledningen i hvert Fald dimensioneres saaledes, at den kan føre den samlede Driftsstrøm for Motorerne. Man vil i Almindelighed herved opnaa at faa Ledningen sikret ved saa stor en Sikring, at denne ikke er udsat for at smelte, selv om man starter den sidste Motor indenfor den paagældende Gruppe, men det er dog for en Sikkerheds Skyld foreskrevet i Landsregulativet, at Sikringen for en saadan Hovedledning altid skal være større end Sikringen for den største Motor indenfor Gruppen; dette spiller navnlig en Rolle, hvis de paagældende Motorer er af uensartet Størrelse, i hvilket Tilfælde den største Motor ofte vil være bestemmende for Hovedledningens Dimension.

Eksempel: En Motorgruppe, bestaaende af 9 Stk. 5 HK Motorer ($\cos \varphi = 0,9$) ved 380/220 V, kan forsynes gennem en Ledning paa 16 mm² (i Porcelænsklemmer), der er sikret med 60 Amp. Sikringer og kan føre 75 Amp., idet Driftsstrømmen for Gruppen er

$$I = \frac{9 \cdot 5 \cdot 0,9 \cdot 1000}{380 \cdot \sqrt{3} \cdot 0,9} = 68 \text{ Amp.},$$

og den enkelte Motor kun kræver 15 Amp. Sikringer.

Hvis Gruppen derimod bestaar af 1 Stk. 40 HK og 1 Stk. 5 HK Motor, skal den 40 HK Motor alene kunne sikres med 80 Amp. Sikringer, og da Hovedledningen skal sikres et Trin højere end den største Motor, maa den altsaa sikres med 100 Amp. Sikringer og følgelig udføres med 35 mm² Ledning (PK).

Ofte vil man dog kunne regne med, at Motorerne indenfor en Gruppe eller en Installation ikke vil gaa samtidigt eller i hvert Fald ikke vil komme til at gaa fuldt belastet samtidigt. Man vil i saa Fald efter Samraad med Elektricitetsværket kunne regne med en Belastningsfaktor, der ofte vil kunne gaa ned til 50 % eller maaske endnu lavere.

Anvendelsen af en saadan Belastningsfaktor maa dog ske med en vis Forsigtighed, idet man stadig maa holde sig for Øje, at den største Motor indenfor en Gruppe af Motorer skal kunne starte, medens en passende Del af de øvrige Motorer er i Gang.

C. Varmeinstallationer.

Varmeinstallationer falder i det store og hele i to Hovedgrupper: Industriinstallationer (Bageovne, Tørreanlæg, Ovne for Smeltning, Hærdning, Udgødning, Lakering o. s. v.) og Køkkeninstallationer.

Industriinstallationer.

Projektering af Industriinstallationer for Varmeformaal sker efter lignende Synspunkter, som angivet for Motorinstallationer, blot med den Forskel, at her ikke findes de for Motorer

karakteristiske Igangsætningsstrømstød, hvorfor Ledninger, Afbrydere og Sikringer kan dimensioneres efter Driftsstrømmene alene.

Køkkeninstallationer.

For Køkkeninstallationers Vedkommende vil det i Almindelighed dreje sig om Forsyning af en Række mindre Stege- og Kogeapparater (Stegeovne, Kogeplader, Varmeskabe, Vandvarmere etc.), og det vil da være ønskeligt at kunne samle disse indenfor Grupper, forsynede gennem samme Sæt Sikringer, ganske som det gøres ved Lysinstallationer, og dette er da ogsaa tilladt, idet man ifølge Landsregulativet har Lov at samle Varmegrupper paa indtil 15 Amp. ved alle Spændinger. Man kan altsaa paa samme Gruppe samle Varme- og Kogeapparater med et Forbrug af indtil:

$$15 \times 380 \times \sqrt{3} = 9900 \text{ W ved } 3 \times 380 \text{ V Vekselstr.}$$

$$15 \times 220 \times \sqrt{3} = 5700 \text{ W ved } 3 \times 220 \text{ V —}$$

forudsat at man har en 3 Fase Vekselstrømsinstallation til Raadighed og udfører Gruppen for alle 3 Faser. I mange Tilfælde vil man dog nøjes med som ved Lysinstallationer at udføre Toleder Grupper og faar da pr. Gruppe højst:

$$15 \text{ A} \times 380 \text{ V} = 5700 \text{ W ved } 380 \text{ V Vekselstrøm}$$

$$15 \text{ A} \times 220 \text{ V} = 3300 \text{ W ved } 220 \text{ V —}$$

$$15 \times 130 \text{ V} = 1950 \text{ W ved } 130 \text{ V —}$$

Ved Jævnstrøm kan man danne Grupper paa indtil:

$$15 \times 440 = 6600 \text{ W ved } 2 \times 220 \text{ V Jævnstrøm}$$

$$15 \times 220 = 3300 \text{ W ved } 220 \text{ V —}$$

Apparater med større Forbrug maa installeres paa egne Sikringer, altsaa hver paa en Gruppe for sig.

Apparaterne kan, efter hvad der i det enkelte Tilfælde maatte være praktisk, installeres fast eller som transportable Apparater (paa Stikkontakt). Det maa i denne Forbindelse erindres, at der skal anvendes 10 Amp. Stikkontakter, hvis man vil benytte 15 Amp. Sikringer, og at Belastningen skal fordeles saa godt som muligt paa Forsyningsnettets Ledere, i Overensstemmelse med de Regler, der er fastsat i Landsregulativet eller i Særbestemmelser, udgivet af de enkelte Elektricitetsværker.

Ligeledes maa man rette sig efter de Regler, der af de enkelte Elektricitetsværker er givet med Hensyn til Spændingen for de enkelte Apparater. Nogle Værker foreskriver saaledes,

at Varmelegemer paa over 1,2 KW skal være for 380 Volt, medens andre Værker foretrækker, at man kun anvender 220 Volts Varmelegemer.

Ledningernes Dimensionering.

Ledningerne kan som nævnt dimensioneres efter den maksimalt optrædende Driftsstrøm, hvilket betyder, at man ved 10 Amp. Grupper skal benytte mindst 1,5 mm² og ved 15 Amp. Grupper mindst 2,5 mm².

Med Hensyn til Spændingstab gælder samme Regel som nævnt for Lys- og Motorinstallationer (højst 2 % af Driftsspændingen ved maksimal Strøm).

Installationens Udførelse.

Installationernes Udførelse maa som for Lys- og Motorinstallationers Vedkommende rette sig efter Beskaffenheden af de Lokaler, hvori de udføres. Industriinstallationer vil det som oftest være praktisk at udføre som Blykabelinstallationer, men det maa erindres, at Ledninger, Afbrydere o. lign. maa anbringes saaledes i Forhold til de varmeudviklende Apparater, at de saavidt muligt unddrages Varmens Paavirkning, da Holdbarheden ellers bliver stærkt forringet. Dette medfører ofte, at Installationer maa anbringes paa Bæringer af forskellig Konstruktion i Stedet for at kunne anbringes direkte paa de paagældende Dele.

Installationer i private Køkkener vil ofte med Held kunne udføres som almindelig skjult Installation. For Køkkener til Restaurationer, Sygehuse o. lign. maa det anbefales, at Installationen udføres i Blykabel, ligesom der her i mange Tilfælde maa tages særlige Hensyn ved Installationens Anbringelse, som nævnt under Industri anlæg.

Som ved Motorinstallationer maa der i Varmeinstallationer som Regel regnes med, at der skal fremføres Jordledning til Beskyttelse mod Fejlstrømme. Denne skal udføres efter de samme Regler, som er angivet for Motorinstallationers Vedkommende.

Hovedledninger.

Hovedledninger for Varmeanlæg maa som for de foregaaende Installationers Vedkommende dimensioneres under Hensyn til den samtidige Benyttelse af de installerede Varmeapparater.

For Industrianlæg (Glødeovne, Lakovne etc.) maa man i Almindelighed regne med fuld samtidig Benyttelse af en Hovedlednings samlede Belastning.

For Husholdningsinstallationer vil man derimod kunne regne med en ret lav Belastningsfaktor. Saaledes angives i Maalerledningsregulativet af 1934 følgende Satser til Brug ved Dimensionering af Maalerledninger for kombinerede Lys- og Husholdningsinstallationer i Beboelseslejligheder:

Indtil 4 Lejligh.	90 %	af den saml. Installation		
5—9	75 %	- - - -		
10—14	60 %	- - - -		
15—24	50 %	- - - -		
25 og derover	40 %	- - - -		

D. Blandede Installationer.

Ved „blandede Installationer“ forstaas Installationer, som ikke udelukkende omfatter Brugsgenstande af en af de foran omtalte Kategorier, men fremtræder som en Blanding af to af disse eller af dem alle tre. Saadanne Installationer fremkommer, naar tarifmæssige Hensyn gør det ønskeligt, saaledes i Øjeblikket navnlig, naar det ved Hjælp af særlige Husholdningstariffer (Dobbelttarif, Tarif med Boligafgift o. lign.) bliver muligt at faa saavel et Lysforbrug som et Varmeforbrug afregnet gennem samme Maaler.

En Installation af den her nævnte Art stiller imidlertid i Almindelighed ikke særlige Krav ved Projekteringen, idet den som Regel kan betragtes som opstaaet ved Sammenlægning af den til Lokalerne nødvendige Lysinstallation og den til Husholdningen nødvendige Køkkeninstallation, og disse kan hver for sig behandles i Overensstemmelse med det foran anførte. En Reduktion af den samlede Installationens Omfang faas først, hvis man i Varmeinstallationen havde medregnet Stikkontakter udenfor Køkkenregionen, beregnet paa mindre Ovne, Støvsugning, Strygning etc. Disse vil i det her omhandlede Tilfælde kunne undværes, forudsat at der i de paagældende Rum findes Lysstikkontakter i fornødent Antal og af tilstrækkelig Størrelse.

E. C. Eriksen.