

10 784

Utlånsekst. 1

A1 8312

Yrkeshygienisk institutt

HD 784

=====

BELYSNING

Overingeniør Bjarne Karth Johnsen

ARBEIDSFORSKNINGSINSTITUTTENE  
BIBLIOTEKET  
Gydas vei 8  
Postboks 8149 Oslo Dep. Oslo 1

=====

1978

628.976

1628.976

A1 8312

ARBEIDSFORSKNINGSINSTITUTTENE  
BIBLIOTEKET  
Gydas vei 8  
Postboks 8149 Oslo Dep. Oslo 1

## B E L Y S N I N G

## 1. LYS.

Våre kunnskaper om hvordan belysningen kvantitativt og kvalitativt innvirker på den visuelle oppfatningsevne og dermed direkte på arbeidsprestasjonen er øket betraktelig i de senere år. Vi vet at belysningen også har en stor psykisk betydning og innvirker på helse og trivsel, og dermed også indirekte på arbeidsprestasjonen - se bilag 1.

Hver sterk belysningen skal være har alltid vært et meget omdiskutert emne, kanskje fordi det er så vanskelig å måle i penger hvor stor nytte man har av belysningen. I de tilfeller man har gjort seriøse og omfattende undersøkelser er det imidlertid fremkommet at den mest økonomiske belysningsstyrken ligger langt høyere enn det man trodde (bilag 2).

Dette har to hovedårsaker:

1. Det har i årenes løp funnet sted en betydelig forskyvning i den yrkesaktive befolkningsalder-sammensetning ved at gjennomsnittsalderen er steget. Med hensyn til belysningen er denne aldersforskyvning meget viktig da alle mennesker trenger sterkere lys ved økende alder for å kunne se detaljene tilsvarende like godt som før.

Det er forskjellige meninger om hvor meget mere lys man trenger når man blir eldre. På bilag 3 er det omtrentlige lysbehovet til en 20-åring og en 60-åring angitt. Som man vil se er forskjellen i lysbehovet i % for 60-åringen ved lav belysningsstyrke vesentlig høyere enn ved høyere belysningsstyrke. Dette økende lysbehovet med alderen skyldes bl.a. at pupille-åpningen blir mindre og mindre, og at dens fleksibilitet avtar.

2. En annen grunn til det stigende lysbehov er at arbeidet selv har forandret seg. Med økende automatisering blir det

menneskelige arbeide mer og mer kontor- og laboratoriebetonet. Kravet til belysningen har steget fordi detaljene man skal se blir finere, man kan bare ta telefonkatalogen som eksempel på dette. Arbeidstempoet er også steget og konsekvensene av misforståelser og feil er blitt alvorligere.

Før man kan uttale seg om belysningens styrke og art er det nødvendig å forklare en del grunnbegreper.

Lys er en form for elektromagnetiske svingninger med en transversell bølgebevegelse, altså lik bølgene i vann. Hastigheten er ca. 300 000 km/sek.

En del av det samlede spektrum til den elektromagnetiske stråling er vist på bilag 4. Spektret omfattes i tillegg av den kosmiske stråling, gamma- og røntgenstråling samt radar-radio- og fjernsynsbølger. På bilag 4 angir tallene øverst bølgelengden med betegnelsen nanometer, som forkortet betegnes med nm =  $10^{-9}$  m.

1 nanometer = 0,0000001 mm = 10 Å = 1 millimicron.

Som bilag 4 viser ligger den stråling som menneskets øye kan oppfatte i bølgeområde fra 400 til 750 nm.

Videre fremgår det av bilag 4 at hver bølgelengde eller hvert bølgeområde avgir et bestemt farveinntrykk, fra fiolett til rødt. Blandet sammen gir dette det normale dagslys.

Som kjent har øyets lysomfindtlige netthinne to typer mottagere, de såkalte tapper som formidler farveinntrykkene og de såkalte staver som er farveblinde og som bare formidler sort-hvitt-inntrykk.

Øyets følsomhet er størst i det midtre bølgeområdet og avtar kontinuerlig mot større og mindre bølgelengder. Dessuten har øyets tapper og staver forskjellig følsomhet. Dette er anskueliggjort i bilag 5. Følsomheten er her angitt i prosent. Høyeste følsomhet har man altså ved ca. 550 nm med stadig avtagende følsomhet mot blått og fiolett samt mot rødt.

Følsomhetskurven for tappene og stavene er noe forskjellig. For tappene er den maksimale følsomheten ved 555 nm, mens den maksimale følsomheten for stavene ligger ved 506 nm. Denne forskyvning av følsomheten må man ta hensyn til ved måling av belysningsstyrken. Ved måling av f.eks. gatebelysning vil man i regelen benytte en lysmåler med en smidtlighetskurve tilsvarende øyets staver, da man ved en gatebelysning ikke legger vekt på fargeinntrykket, men bare på styrken.

Det finnes i lysteknikken en rekke enheter og de viktigste av disse skal behandles (bilag 6).

Det første begrep man må kjenne er lysstyrken I som også betegnes med 1 Candela som brukes siden 1948. Lysstyrken er basert på det absolutt sorte legemes stråling ved størknepunktet til platina som er  $2046^{\circ}$  Kelvin. Enheten er fastlagt med den såkalte hulrom-stråler som inneholder platina. Man har nu fastsatt at ved platinaets størketemperatur har hver  $\text{cm}^2$  av hulrommets indre en lysstyrke på 60 Candela, målt loddrett på den glødende flaten (tidligere ble lysstyrken definert med lysintensiteten til en amyliacetat-lampe, den såkalte Häfner-lampe).

Lysstrømmen (fluxen)  $\Phi$  betegnes med enheten 1 Lumen, forkortet lm og angir lysytelsen. Enheten er definert på følgende måte:

1 Lumen = lysstrømmen fra en punktformet kilde på en Candela i sentrum av en kule med radius = r gjennom en romvinkel som omfatter en sfereflate =  $r^2$  = 1 steradian.

Man benytter Lumen og Watt til beregning av forholdet mellom utstrålt lysenergi og tilført energi, med andre ord beregning av lysutbyttet til en lyskilde.

For en bedre forståelse må følgende eksempel anvendes: Når man skal anskaffe seg en normal elektrisk glødetrådlampe til et bestemt formål, vil man som regel forbinde lysytelsen med watt, altså f.eks. 40 W, 60 W eller 100 W. Dette watt-betegnelsen gir imidlertid strengt tatt ikke uttrykk for den utsendte lysytelse. Den gir bare uttrykk for strømforbruket til pæren.

De elektriske pærer man idag kan kjøpe har alle en høy virkningsgrad, altså høyt utbytte av lys i forhold til tilført elektrisk energi. Det er derfor uvanlig at man går i en forretning og kjøper en pære med så og så mange Lumen.

Begrepet Lumen og watt m.h.t. lysytelse kommer kanskje best frem når man sammenligner de normale glødetrødlampene med lysstoffrør. Mens f.eks. en 40 W pære vil gi en lysytelse på ca. 400-800 Lumen, d.v.s. 10-20 Lumen/watt, vil et lysstoffrør som også bruker 40 W avgi en lysytelse på 2400-3300 Lumen, d.v.s. ca. 60-80 Lumen/watt. Med det samme watt-forbruk vil man ved lysstoffrør altså oppnå en vesentlig større lysytelse ved samme watt-forbruk.

Lysmengden  $Q$  som vist i bilag 6 betegnes med enheten 1 Lumentime, forkortet 1 lmt. Lysmengden kan man sammenligne med kW-timer i elektrisitetslæren.

Lysmengden vil spille en rolle f.eks. den økonomiske beregning av belysningen når man skal fastslå mengden av den elektriske energi som må anvendes for en bestemt belysningsenergi.

Det vel viktigste begrepet for den som arbeider med lys og lysmålinger, er belysningsstyrken. Belysningsstyrken  $E$  betegnes med enheten 1 Lux, forkortet 1 lx.

Belysningsstyrken er lysstrømmen (fluxen) som faller på den belyste flaten og som enhet har man valgt 1 Lumen og 1 m<sup>2</sup> flate, og 1 Lux blir følgelig:

$$1 \text{ Lux} = \frac{1 \text{ Lumen}}{\text{m}^2}$$

Et annet begrep man må kjenne er lystettheten eller luminansen,  $L$ , som betegnes med enheten Candela /cm<sup>2</sup> eller Candela/m<sup>2</sup> og angir lysstyrken som avgis pr. flateenhet fra overflaten til en lysende gjenstand. Begrepet lystetthet anvendes for den lysstyrke som en belyst gjenstand reflekterer, eller den lysstyrke som en selvlysende gjenstand sender ut. På bilag 7 er lystettheten til en rekke lyskilder, selvlysende og ikke-selvlysende angitt.

Begreper som refleksjon, transmisjon og absorpsjon er viktige ved konstruksjon av lamper og for eksempel bestemmelse av de lystekniske egenskaper til byggematerialene, som bl.a. de reflekterende egenskaper til forskjellige overflater.

Hvis man som vist på bilag 8, betegner den lysstrøm som faller på en flate med  $\Phi_0$ , den lysstrøm som reflekteres med  $\Phi_r$ , den lysstrøm som transmitteres med  $\Phi_t$  og den lysstrøm som absorberes med  $\Phi_a$  blir:

$$\begin{aligned} \text{Refleksjonsgraden } \rho &= \frac{\Phi_r}{\Phi_0} \\ \text{Transmisjonsgraden } \tau &= \frac{\Phi_t}{\Phi_0} \\ \text{Absorpsjonsgraden } \alpha &= \frac{\Phi_a}{\Phi_0} \end{aligned}$$

Herav følger at:

$$\rho + \tau + \alpha = 1$$

På bilag 9 er angitt refleksjonsgraden til forskjelligefarvede vegger. Som man vil se varierer refleksjonsgraden fra ca. 0,8 for hvitmalt vegg til bare 0,3 for grønn- eller blåmalt vegg. For sort fløyelsstoff er refleksjonsgraden bare 0,02-0,03. Bilag 10 viser refleksjonsgraden og transmisjonsgraden til en rekke materialer.

Til slutt skal de såkalte avstandslover og cosinuslover kort behandles.

#### Første avstandslov.

Den belysningsstyrke som en punktformet lyskilde avgir mot en flate, avtar med 2.potens av avstanden mellom lyskilde og den belyste flaten.

#### Anden avstandslov.

Den belysning som en uendelig lang linjeformet lyskilde avgir, avtar med første potens av avstanden mellom lyskilde og den belyste flaten.

#### Tredje avstandslov.

Den belysning som en uendelig stor flateformet lyskilde avgir, er uavhengig av avstanden mellom lyskilde og den

belyste flate. Selvsagt forekommer det i praksis hverken punktformede, uendelig lange linjeformede eller uendelig store flateformede lyskilder, men de anførte lover kan ofte med tilstrekkelig tilnærmelse anvendes på f.eks. glødelamper, på lange rekker av lysstoffrør og lysende tak.

#### Første cosinuslov.

På bilag 11 er vist et flatestykke med bredde  $a$  som treffes av en lysstrøm som kommer fra venstre side. Opprinnelig har flatestykket stått loddrett og har derfor oppfanget hele den antydede lysstrøm. Hvis flaten nu, som vist på skissen, dreies en vinkel tilsvarende  $V$ , så kan den ikke lenger oppfange hele lysstrømmen idet en del av denne nu slipper forbi. Det sees på skissen at den lysstrøm som nu oppfanges er gitt ved  $a \cdot \cos V$ . Dette er den såkalte første cosinuslov som sier at den belysning som et flatestykke får er proporsjonal med cosinus til lysets innfallsvinkel. Loven spiller en stor rolle i praksis så snart det er tale om skrått innfallende lys.

#### Annen cosinuslov.

Lysstyrken av et lysende flateelement avtar direkte med cosinus til utstrålingsvinkelen. Loven har betydning når man f.eks. skal beregne den belysning som vinkelformede eller flateformede lyskilder avgir, men den har foreøvrig mest teoretisk anvendelse.

Alle rom som ikke har et tilstrekkelig naturlig lys i arbeidstiden må forsynes med kunstig lys. Belysningen skal tjene til:

1. Å hindre overanstrengelse og tidlig tretthet av synsorganene.
2. Lette det arbeide som skal utføres.
3. Fremme fysisk og psykisk trivsel.
4. Forhindre feil og ulykker.

For å kunne iaktta en gjenstand er refleksjonsgraden og belysningsstyrken viktig. Ved planlegging av belysningen må man derfor først kjenne refleksjonsgraden for å kunne bestemme den ønskede belysningsstyrken, Lux-mengden.



## 2. LYSETS KVALITET.

På grunnlag av omfattende undersøkelser og et stort erfaringsmateriale har man idag tabeller over den nødvendige belysningsstyrken (Lux-behov) for en rekke forskjellige arbeider. Slike tabeller utgis bl.a. av Selskapet for Lyskultur. Bilag 12 viser noen eksempler.

Ved kunstig belysning vil man generelt skille mellom tre forskjellige belysningstyper. Disse er:

1. Alminnelig rombelysning.
2. Alminnelig rombelysning som er arbeidsplassorientert.
3. Alminnelig rombelysning og arbeidsplassbelysning.

Som regel er den alminnelige rombelysning å foretrekke da den gir en jevn og regelmessig belysning av rommet, og skaper de mest optimale betingelser for synsinntrykket.

Man taler om alminnelig rombelysning som er plassorientert når lyskildene er slik plassert at de skaper tilstrekkelig belysning for de forskjellige arbeidsplasser i rommet.

Bare ved overordentlig store krav til belysningen, eller når bestemte krav til innfalleretningen eller kontraster stilles, vil man anvende arbeidsplassbelysning. Som eksempår på nødvendigheten av slik arbeidsplassbelysning kan nevnes urmaker-arbeid, gravering, operasjon, stepping og arbeide ved prøve-og kontrollbord.

Da man under slikt anstrengende arbeide stadig må se opp, altså fra tid til annen rette blikket mot andre gjenstander i rommet, må samtidig en god almenbelysning være til stede, da øyet hver gang det endrer retning må omstille seg til den andre belysningsstyrken. Hvis forskjellen i styrken på den alminnelig belysning og arbeidsplassbelysningen er stor, vil dette virke trettende da øyets pupiller hver gang må omstille seg betraktelig.

Der hver man forlanger usedvanlig god arbeidsplassbelysning bør den alminnelige rombelysning ikke ligge under 90 % av arbeidsplass-belysningen. Ellers bør den alminnelige rombelysning ikke ligge under 80 % av arbeidsplass-belysningen.

Da de aller fleste bruksgjenstander som skal belyses ligger vannrett gjelder de Lux-angivelser man finner i tabellene for vannrette flater. Ved tilstrekkelig stor horisontalbelysning vil denne belysningsstyrke i de aller fleste tilfelle også være tilstrekkelig for skråflater eller vertikale flater. I de tilfeller hvor man spesielt må legge vekt på belysningen av vertikale flater, som f.eks. i tegnesaler, skolerom og museer, må vertikalbelysningen vies en spesiell oppmerksomhet.

Det optiske synsinntrykket grunner seg på lystettheten og forskjellen i lystettheten (kontrast). Ved planlegging av belysningen i et arbeidsrom må man derfor ta hensyn til refleksjonsforholdene, nemlig refleksjonsgrad og refleksjonsart.

Ved forbedring av refleksjonsforholdene i byggematerialer og i utstyr kan nivået til lystettheten bedres vesentlig. Man bør derfor tilstrebe et lyst utstyr.

De store krav man stiller med hensyn til belysningsstyrke og lystetthet gjelder spesielt for arbeidsrom. Ved belysning av oppholdsrom, kultur- og festlokaler er disse krav ikke så fremtredende. Belysningen av slike lokaler vil være mere bestemt av en viss kunstnerisk stemning som man vil fremheve. Selvsagt gjelder også for slike rom at man tydelig og sikkert må kunne se gjenstandene.

For å oppfatte dybdevirkningen til gjenstandene må fordelingen av lys og skygge stå i et riktig forhold. I en skyggefri belysning virker alle gjenstander flate. Ved for stor skyggevirking vil detaljene forsvinne, og ved gal skyggefordeling vil gjenstandene få et uvirkelig og uvant utseende.

I lokaler med høy refleksjonsgrad av taket vil forholdene mellom lys og skygge i reglen være riktig. I mindre rom må man gjøre alt for dype skygger lysere. Dette kravet blir imøtekommet ved at de enkelte gjenstander eller punkter blir belyst fra flere lyskilder.

De gunstigste synsbetingelser har man som tidligere nevnt når lystettheten til gjenstanden og omgivelsene er omtrent den samme, altså når de flater blikket er vendt mot har samme nivå i lystetthet. En viss mulighet for en riktig tilpassing av lystettheten har man når man måler den minste horisontale belysningen  $E_{min}$  og den midlere belysningsstyrke  $E_m$ .

I arbeidsrom med alminnelig rombelysning eller alminnelig rombelysning som er plassorientert bør forholdet mellom den minste belysningsstyrken  $E_{min}$  og den midlere belysningsstyrke  $E_m$  være ca. 1:2. I rom som anvendes til hvile og avkobling kan dette forholdet være opptil 1:10.

For en jevn fordeling av belysningen er selvsagt også fordelingen av lyskildene viktig. Hertil kommer plasseringen av arbeidsstedet, overlys, plassering av vinduer etc.

Periodiske forandringer i lysstyrken kan virke irriterende og i mange tilfelle direkte frastøtende. En slik flimring kan være et resultat av vekselstrømmens frekvens.

Ved alminnelige gledetråd-lamper vil denne flimringen ikke oppstå da gledetråden er i besittelse av en stor varmetreghet. Slik flimring kan imidlertid oppstå i lystoffrør. Flimringen kan også skyldes ukerrekt montering. Den vil ved nye rør som regel forsvinne hvis man tenner og slukker lystoffrøret noen ganger. Ved eldre lystoffrør vil denne av-og påtenning ikke hjelpe og røret må erstattes med et nytt.

Et belysningsanlegg som tilfredsstiller kravene til belysningsstyrke og jevn lystetthet kan imidlertid fremdeles være utilfredsstillende hvis det oppstår blinding. Denne uønskede blinding oppstår ved uhensiktsmessig plassering av lyskildene eller ved gjenspeiling av disse fra glatte, eller glinsende overflater. Blinding innvirker på syns-

komforten og arbeidsprestasjonen kan bli merkbart mindre. Direkte blending kan som bilag 13 viser eksempler på, unngås ved avskjerming.

Ubehagelige gjenspeilinger fra arbeidsgjenstander eller arbeidsbordet kan som regel unngås hvis man velger riktig stilling og plass til gjenstanden i forhold til lyskilden, eller gir gjenstanden eller underlaget en matt overflate. Dertil stilles bestemte krav til lyskildenes plassering med hensyn til den horisontale retning av blikket - se bilag 14.

Sammenhengen mellom lysfarge og belysningsstyrke blir karakterisert med den såkalte behagelighetskurve. Ifølge denne sammenheng vil ved en større andel av den røde delen av lyset, belysningsstyrken kunne settes lavere. En slik lysfarge virker som vi alle kjenner til varm og behagelig.

Jo større andel lyset har av blått, jo større må belysningsstyrken være for å unngå at lyset virker kaldt. Holder man imidlertid belysningsstyrken høy nok, vil dette blålige lyset virke oppkvikkende og stimulerende.

Med farvedynamikk forstår man samspillet mellom lys, farver og flater i et rom.

Et arbeidsrom som er riktig dimensjonert med hensyn til lys- og farve-psykologi vil skape et klima som øker arbeidsgleden, det vil fremme trivselen og dermed bidra til en økning av prestasjon og sikkerhet.

### 3. LYSMÅLINGER.

Til slutt skal de lystekniske målinger kort behandles.

Lux-målinger skjer som regel nesten alltid ved hjelp av fotoelektriske belysningsmålere som består av et fotoelement i forbindelse med et fælsomt dreiespolegalvanometer. Fotoelementet er bygget opp av en jernplate som det er utsmeltet et tynt lag selen på, som igjen er forsynt med et ganske tynt lag med gull.

Når fotoelementet rammes av lys vil dette gå gjennom det tynde gulllaget og ned til selenlaget hvor det blir frigjort elektroner. Noen av disse vil ha så stor fart at

de kan nå opp i gull-laget og derfra gjennom det tilsluttede galvanometer, og så via jernet tilbake til selenet. Det går altså en strøm gjennom galvanometret og denne strøm er et direkte mål for belysningens styrke.

Som det ble nevnt innledningsvis, er fotoelementets følsomhet justert slik at det praktisk talt oppviser den spektrale følsomhet til øyet. Denne justering skjer ved hjelp av kulerte glassfiltre.

De fleste instrumenter er farve-korrigerende slik at de uten videre kan brukes til å måle styrken av fargede belysninger, som f.eks. fra gledetrådslamper, damp-og lysstofflamper.

Fotoelementene egner seg best til måling av lys som faller inn vinkelrett. Ved måling av skrått innfallende lys kan det forekomme betydelige feil fordi fotoelementet "speiler" noe av lyset bort. Man må ved belysnings-målinger i alle tilfelle ta hensyn til dette forhold da man ellers kan risikere å få gale, som regel for lave resultater.

Denne feilkilden kan elimineres ved bruk av en såkalt cos-forsats.

Lysmåleren kan også anvendes til måling av lysstyrke. Fremgangsmåten er den at fotoelementet oppstilles i kjent avstand fra den lyskilde som skal undersøkes, hvorefter lysstyrken bestemmes ved å multiplisere den målte belysningen med kvadratet av avstanden.

Som en tredje anvendelse av lysmåleren skal nevnes hvordan man kan måle refleksjonsevnen til for eksempel tapet eller malte vegger. Først måler man ganske normalt belysningsstyrken på den angjeldende flate. Derneft fjerner man fotocellen et stykke, f.eks. 20-30 cm fra flaten, vender fotocellen om slik at den "ser" inn mot flaten og altså belyses av lys som er reflektert fra flaten. Lux-metret avleses og forholdet mellom den sistnevnte målte og den førstnevnte målte belysning angir med ganske god tilnærming refleksjonsevnen til den angjeldende flate.

Ved hjelp av fotoelementet kan man også foreta en orienterende bestemmelse av transmisjonen. Målingene utføres ved

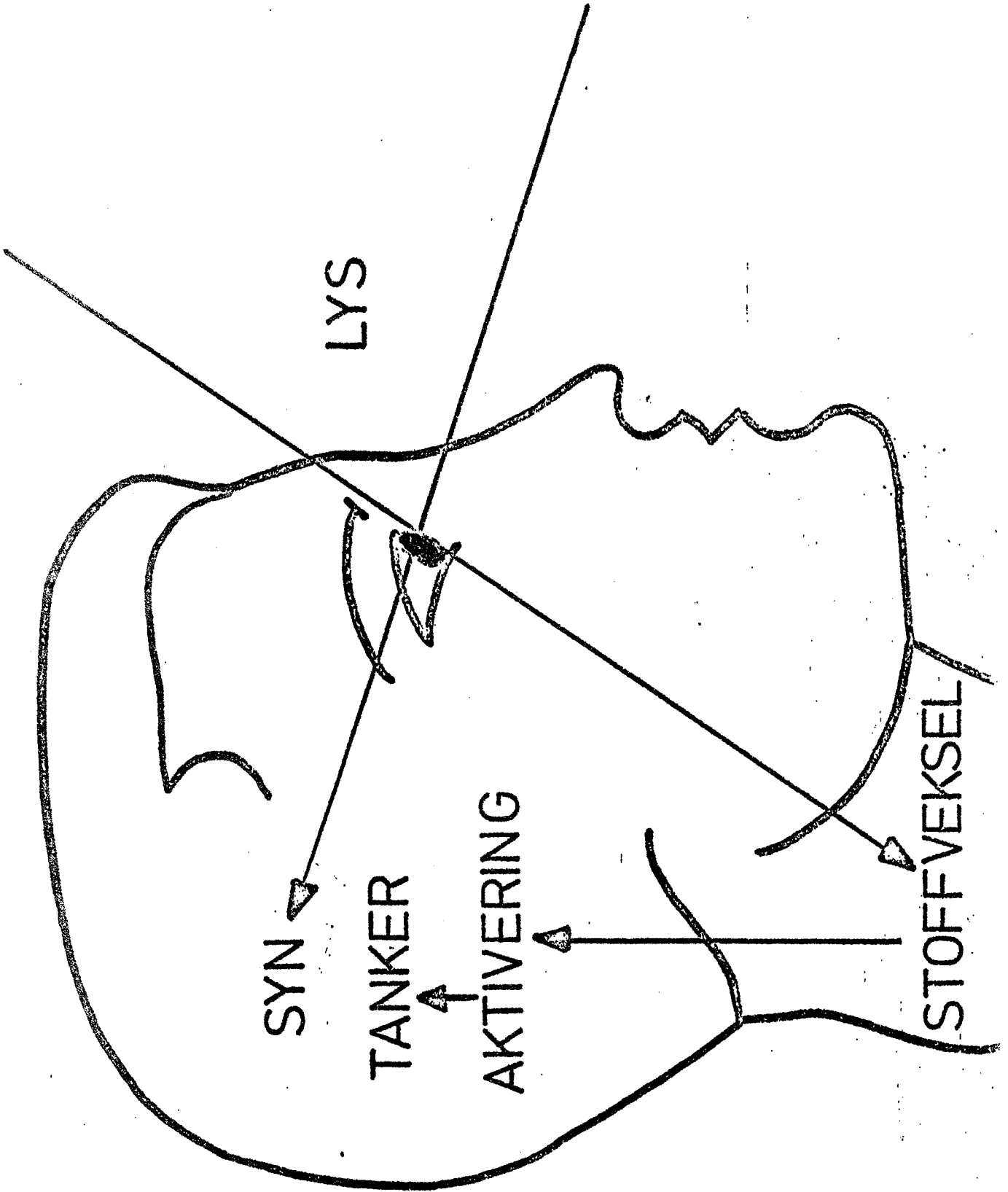
at fotocellen oppstilles slik at den belyses av en lampe. Avstanden mellom lampen og cellen varieres inntil man får et passende utslag på lysmåleren, f.eks. 100 Lux. Derneft anbringes det stoff som man skal måle transmisjonen til umiddelbart foran cellen, og Lux-metrets utslag vil da angi direkte i prosent andelen av det lyset som går gjennom.

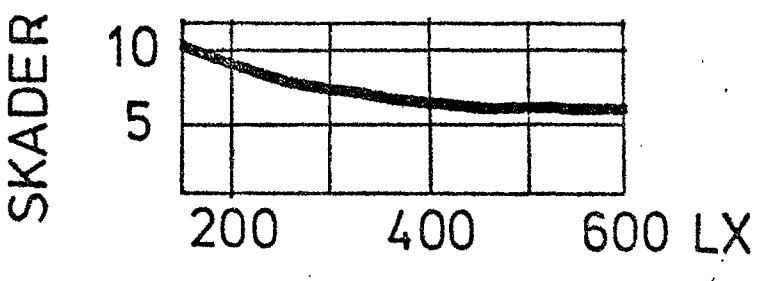
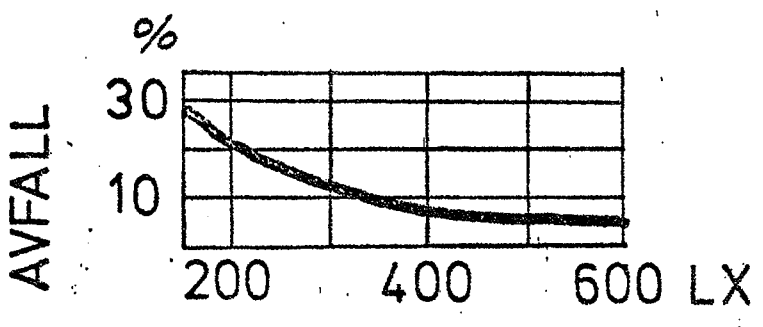
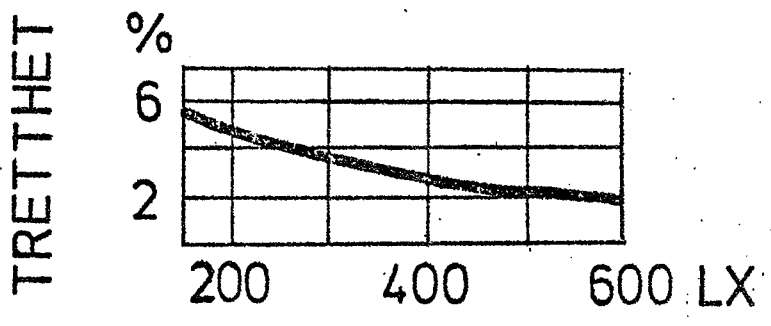
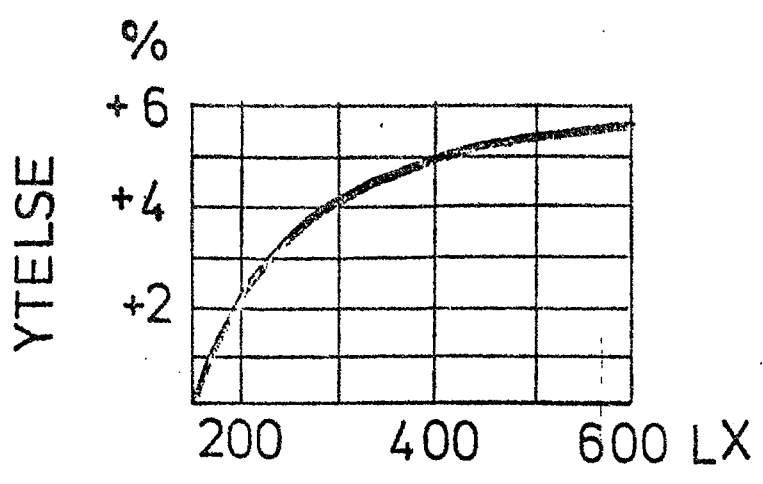
Man må ved disse målinger som ved alle lysmålinger, passe på at cellen ikke treffes av uvedkommende lys som kan forårsake betydelige feil i målingene.

Som tidligere nevnt, er fordelingen av lystettheten eller luminansen innenfor synsfeltet i et rom av stor betydning. Man kan derfor vente at luminansmålinger i fremtiden vil bli mer og mer alminnelig. Luminansmålingen utføres ved at middelluminansen av en større flate, f.eks. en vegg måles ved at fotoelementet "ser" inn mot den angjeldende flate. Derefter avleses Lux-metrets utslag og verdien divideres med hvorefter man tilnærmet får den søkte middelluminans i Candela /m<sup>2</sup>.

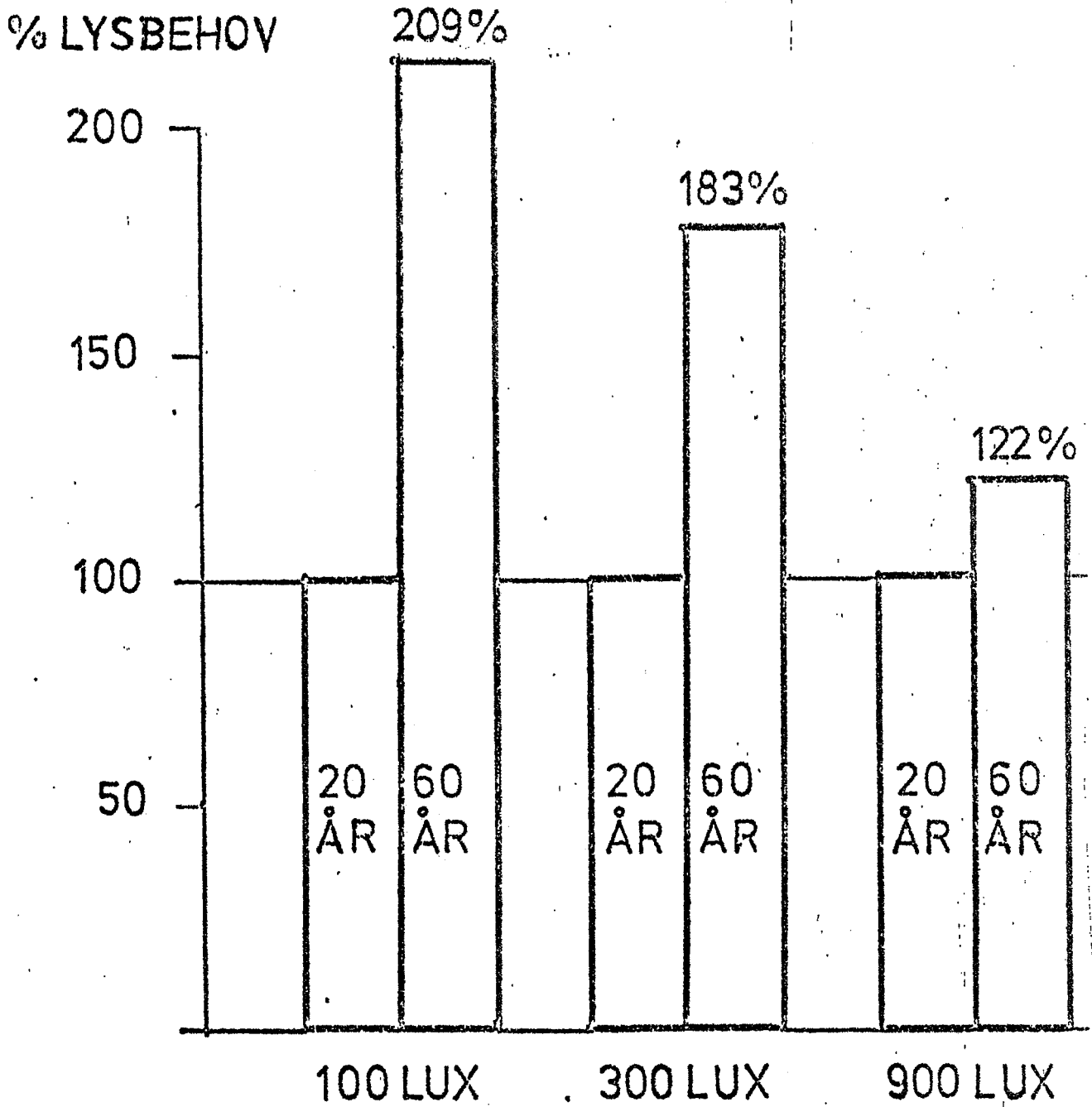
Oslo, 11.10.1978

Bjarne Karth Johnsen





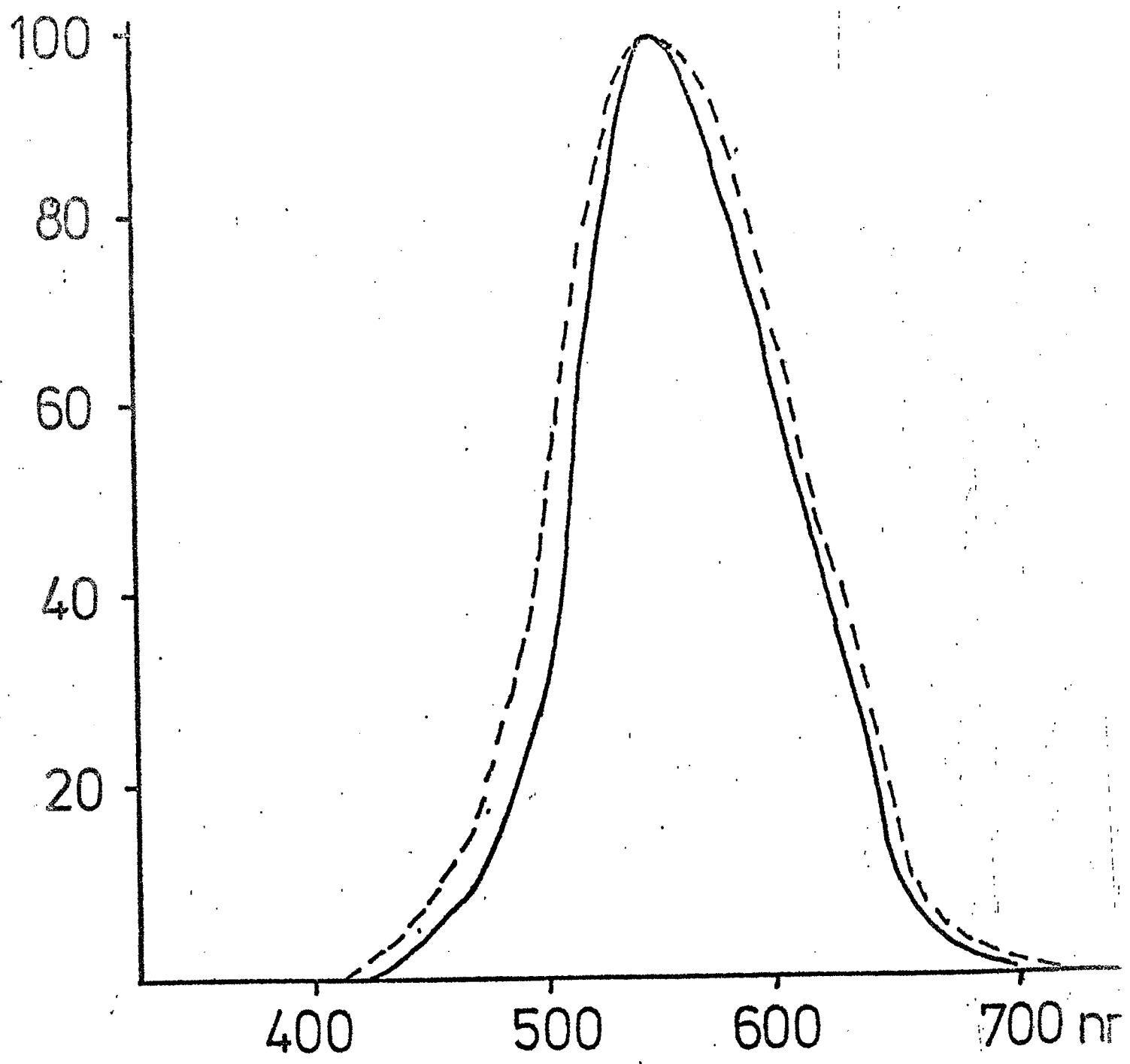




200	400	500	750	1200 nm
ULTRAVIOLETT	SYNLIG		INFRARØD	
BIOVIRKNING	VI	BL	GR	GU
			OR	RØ
			VARME	

1 NANOMETER =  $10^{-9}$  mm = 10 Å = 1 MILLIMIKRON

% Føl somhet



----- INSTR.FØLSOMHET

————— ØYETS FØLSOMHET

LYSMENNGDE  $Q = 1$  LUMENTIME  
 $= 1$  LMT.

LYSSTRØM  $\Phi = 1$  LUMEN  $= 1$  LM.

LYSSTYRKE  $J = 1$  CANDELA  $= 1$  CD.

BELYSNINGS-

STYRKE  $E = 1$  LUX  $= 1$  LX.

$$= \frac{1 \text{ LUMEN}}{1 \text{ m}^2}$$

LYSTETTHET  $L = \frac{1 \text{ CANDELA}}{1 \text{ cm}^2}$

MIDLERE LYSTETTHET  $\text{cd}/\text{cm}^2$ 

MIDDAGS-SOL

150000

MÅNEN

0,25

KLAR HIMMEL

0,3 - 0,5

OVERSKYETHIMMEL

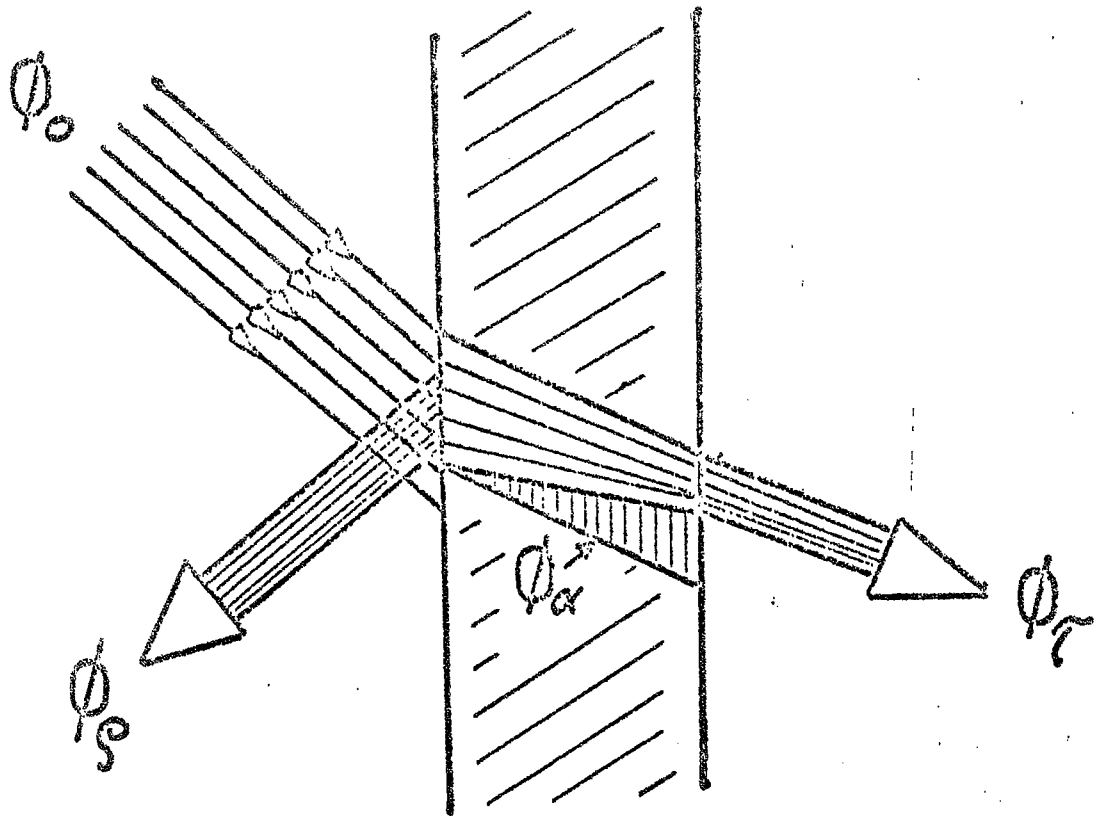
0,25

STEARIN-LYS

0,7

EL. PAERE, KLAR

200-2000



LYSSTRØM =  $\Phi_0$

REFL. GRAD  $\rho = \Phi_r / \Phi_0$

TRANS. GRAD  $\tau = \Phi_t / \Phi_0$

ABS. GRAD.  $\alpha = \Phi_a / \Phi_0$

$$\rho + \tau + \alpha = 1$$

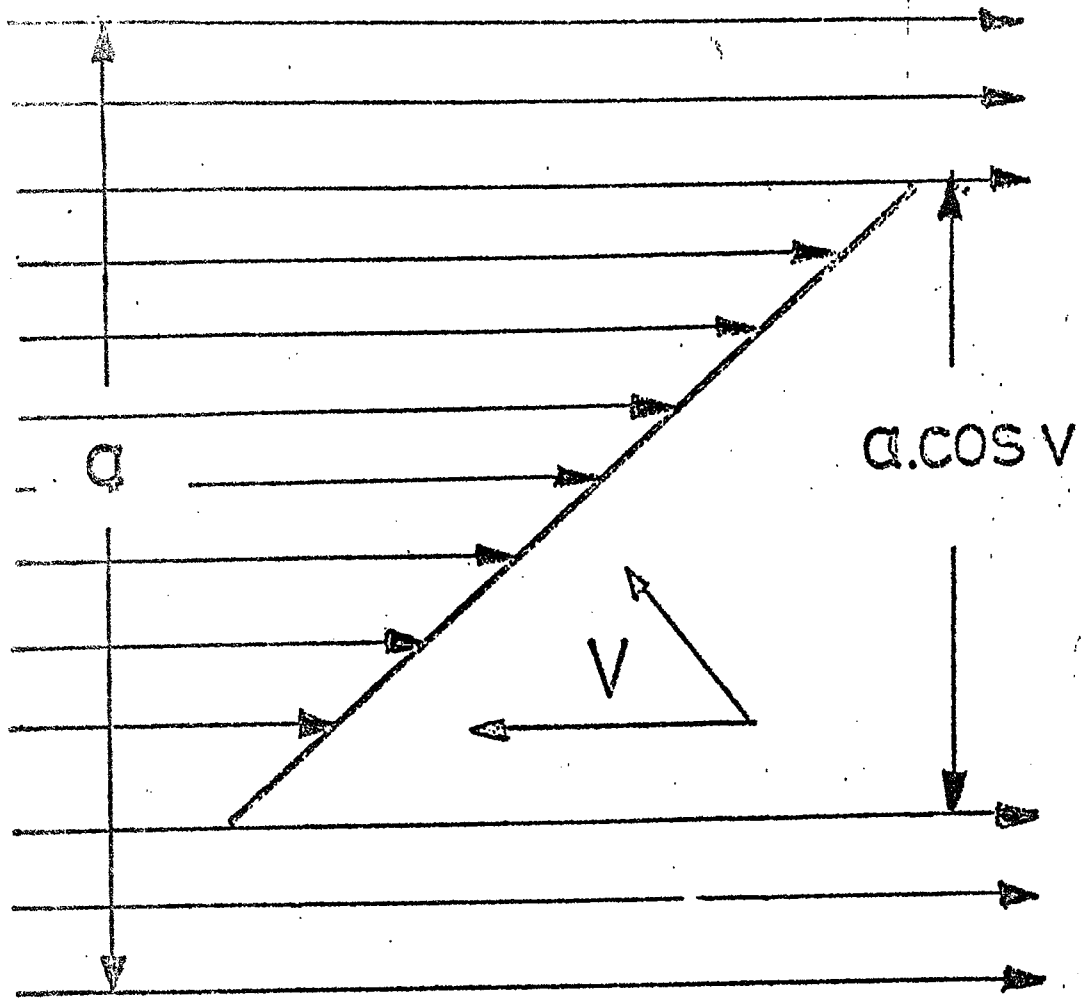
REFL. GRAD

HVIT VEGG	0,7-0,8
GUL VEGG	0,5-0,7
RØD VEGG	0,3-0,5
GRÅ, BRUN VEGG	0,25-0,5
GRØNN, BLÅ VEGG	0,15-0,45
SORT FLØYELSSTOFF	0,02-0,04

REFL.GR. TRANS.GR.

KLART GLASS 3mm	0,06-0,10	0,85-0,92
MATT GLASS	0,08-0,20	0,70-0,90
LAMPESKJERPAPIR	0,20-0,50	0,20-0,60
VEVET TEKSTIL	0,35-0,40	0,15-0,30





1. COSIN USLOV

## MINIMUM LUX - BEHOV

APOTEK, VEIING	1000
" , RESEPTUR	150
GULLSMEDVERKSTED	2000
LABOR, NORMALT ARBEIDE	150
" , ANALYSER	300
OPERASJONSBORD	2000 - 800
OPERASJONSSAL, ALM.	300
LANGVARIG LESING	300

