



Det här verket har digitaliserats vid Göteborgs universitetsbibliotek och är fritt att använda. Alla tryckta texter är OCR-tolkade till maskinläsbar text. Det betyder att du kan söka och kopiera texten från dokumentet. Vissa äldre dokument med dåligt tryck kan vara svåra att OCR-tolka korrekt vilket medför att den OCR-tolkade texten kan innehålla fel och därför bör man visuellt jämföra med verkets bilder för att avgöra vad som är riktigt.

This work has been digitized at Gothenburg University Library and is free to use. All printed texts have been OCR-processed and converted to machine readable text. This means that you can search and copy text from the document. Some early printed books are hard to OCR-process correctly and the text may contain errors, so one should always visually compare it with the images to determine what is correct.



Rapport

R146:1979

**Ljutfärg som
belysningskvalitet**

Förstudie

**Anders Liljefors
Pehr Sällström**

Bygghorsknningen

TEKNISKA HOGSKOLAN I LUND
SEKTIONEN FOR VAG- OCH VATTEN
BIBLIOTEKET

R146:1979

LJUSFÄRG SOM BELYSNINGSKVALITET
Förstudie

Anders Liljefors
Pehr Sällström

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 770947-6
från Statens råd för byggnadsforskning till Avdelningen
för formlära, Tekniska högskolan, Stockholm.

I Byggforskningsrådets rapportserie redovisar forskaren sitt anslagsprojekt. Publiceringen innebär inte att rådet tagit ställning till åsikter, slutsatser och resultat.

R146:1979

ISBN 91-540-3143-5

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

LiberTryck Stockholm 1979 959437

Innehåll

1. Förord	5
2. Introduktion: Allmänt om ljusfärg.....	7
3. Arkitekten och forskaren samtalar om ljusfärg..	10
4. Begreppet ljusfärg - hur kan det preciseras?...	19
5. Ljusfärg i samband med miljöplanering	23
6. Synpunkter på forskning om ljusfärg	27
7. Strövtåg i litteraturen	34
8. Litteraturhänvisningar	54
9. Sammanfattning	57



Kravet på högt ljusutbyte för god ljusekonomi och lågt energibehov står i viss motsättning till de krav på ljuskvalitet som måste ställas för en upplevelsemässigt tillfredsställande belysning. Utvecklingen under senare år har skärpt behovet av kunskap om gränser för obehag av olämplig strålningssammansättning hos använda ljuskällor. I synnerhet den ökade användningen av kvicksilver- och natriumlampor i arbetsmiljö har lett till att problemet uppmärksammas, men sedan länge har även lysrörens strålningssammansättning i olika sammanhang förorsakat kritik.

I samband med belysningsplanering är det därför angeläget att man kan föra resonemang och göra avvägningar, vid valet av ljuskälla, i annat än rent tekniska och ekonomiska termer - med andra ord i termer som står för hur den tilltänkta miljön kommer att upplevas av de människor som skall vistas där.

Den förstudie, som här redovisas, hade som allmänt syfte att utreda förutsättningarna för en behagligt upplevd ljusfärg i arbetsmiljö. Den har omfattat litteraturstudier, några studiebesök i industri-lokaler samt - i blygsam omfattning - belysningsexperiment, dels i fullskala (ett mindre kontorsrum med flyttbara lysrörsarmaturer) och dels i modell (rum i skala 1:10, som man kikade in i genom en fönsteröppning och i vilket belysningsstyrkan kunde varieras kontinuerligt över ett stort område).

Kapitlen i rapporten har varierande karaktär. Som introduktion ett förslag till hur man relativt populärt kan presentera begreppet ljusfärg och de anslutande tekniskt betonade begreppen spektralfördelning, färgrenderingsindex och färgtemperatur. Det är en text som skulle kunna tänkas ingå i en handbok eller ett studiematerial kring belysning.

Därpå följer ett kapitel som är skrivet som en fingerad dialog mellan en arkitekt och en forskare. Det visade sig vara den rimligaste formen för redovisning av de vittomspännande samtal, de studiebesök och de experiment som genomförts i denna utredning, och som huvudsakligen tjänat till att levandegöra problematiken. Av dialogen framgår med önskvärd tydlighet att detta med "varsebliven ljusfärg" inte är fullt så enkelt som utredarna från början trott. Man kommer in på grundläggande frågor som gäller hur vi skall förstå och beskriva belysningskvalitet överhuvudtaget.

Termen "ljusfärg" används i praktiken i olika betydelse. I kap. 4 utreds, en smula omständligt, på vilka vägar den kan preciseras. Den visar sig stå för åtminstone tre skilda begrepp, som det kan vara meningsfullt att särskilja, nämligen "ljusarten", "ljusfärgen" och "ljuskaraktären".

Kapitel 5 handlar om hänsynstagande till "ljusfärg" i samband med byggnadsplanering och utgör därmed en första ansats till nyttiggörande av de vunna insikterna. Därvid anknyts till den studie över belysningsplanering som tidigare genomförts av Christina Ädelqvist och redovisats i BFR-rapport R 14:1978.

Avslutningsvis finner man ett kapitel som innehåller synpunkter på vilka forskningsuppgifter som vore möjliga och angelägna i samband med "ljusfärg". För dokumentationens skull redovisas även en del anteckningar från de litteraturstudier som ingått i förstudien.

Framställningen är alltså till en början allmänorienterande och tämligen populärt hållen, men vänder sig i de senare kapitlen till specialintresserade.

Arbetet påbörjades våren 1978 och har utförts av Pehr Sällström.

Projektledare: Anders Liljefors, Avd. Formlära KTH.

Introduktion: Allmänt om ljusfärg

Det är välbekant att en miljö kan göra högst varierande intryck. Man kan finna den trivsamt och inbjudande eller trist och avvisande. Den kan göra en glad till sinnes, eller nedstämd. Den kan vara stimulerande eller tröttande att vistas i. Det kan råda en stämning som påminner om en solskensdag eller om gråväder; kanske om månsken.

Denna upplevelse beror bland annat på belysningens karaktär. Man kan ofta karakterisera ljuset i rummet som "kallt" eller "varmt". Ljuskaraktären hänger samman med ljuskällornas egenskaper och armaturernas utformning och placering i rummet samt med färgsättningen. Ibland, exempelvis om man kommer direkt från ett rum med annan sorts lampor, kan man iaktta en färg hos belysningen, vanligtvis gulaktig eller blåaktig. En sådan varsebliven ljusfärg understöder intrycket av att belysningen är varm, respektive kylig.

När man i ett rum, upplyst av dagsljus från fönstren, tänder en arbetslampa, kan man få en påtaglig upplevelse av att glödlampsljuset är varmt och gulaktigt. I den situationen uppträder skuggor som vid närmare påseende inte är rätt och slätt grå, utan blå- eller gultonade, alltefter om de är vända mot fönstret eller mot lampan. Man kan tänka sig speciella synuppgifter där denna effekt är förvirrande, men som regel går det bra att kombinera ljuskällor av olika art.

Det sken som glödlampor ger är emellertid - som var och en av egen erfarenhet vet - inte alltid varmt till karaktären och inte heller nödvändigtvis gulaktigt, utan oftast färglöst. Ett rum, upplyst av en oskärmad glödlampa, fritt nedhängande mitt i taket, gör ett kallt och otrivsamt intryck. Hur ljusstrålningen fördelas i rummet (vilket bestäms av armaturernas utformning, antal och placering) har, liksom färgsättningen av väggar och tak, avgörande betydelse för ljuskaraktären.

Vad själva ljuskällan bidrar med är strålning av en viss spektral energifördelning. Olika lampor ger olikartat ljus, vars egenskaper kan åskådliggöras med en kurva, spektralkurvan, som brukar redovisas i lampfabrikanternas kataloger.

Spektralfördelningen har betydelse för ljuskaraktären i rummet, framför allt därför att den bestämmer hur olika färgmaterial tar sig ut. Erfarenhetsmässigt vet man, att sådant ljus ger det naturliggaste utseendet hos färgerna i rummet, som har en någotsånär jämn och obruten spektralkurva, som solljus, dagsljus eller glödlamps-ljus.

Avvikelserna från denna norm är varierande för olika lampor. Ett mått på avvikelsen ges av det s.k. färg-renderingsindex (eller Ra-index). Ju mer detta index avviker från 100 desto större är risken för att ljuset från lampan skall ge förvrängda färger hos föremålen i rummet, jämfört med hur de "normalt" ser ut. (Standardlysrör har ett Ra-index på 50-70, medan de luxe har 85 eller högre). Vilka färger som förvrängs, eller på vilket sätt, utsäger inte färgrenderingsindex. Förvrängningen kan bestå i att kulörtonen förskjuts (en rent gul färg blir exempelvis grönaktigt gul) eller färger kan bli neddämpade eller alternativt lysa upp (i synnerhet röda färger är känsliga i detta avseende: de kan bli nästan "självlysande" eller dämpade mot brunt). Färgskalor som har jämna steg av nyanser i dagsljus kan i det artificiella ljuset bli ojämna.

Eftersom det är så gott som omöjligt att exakt förut säga hur givna färgmaterial tar sig ut i olika lampors sken är det alltid säkrast att pröva på ort och ställe. Därvid försöker man bilda sig en uppfattning om färgernas allmänna karaktär: om de ser naturliga eller konstlade ut (lägg särskilt märke till hudens utseende, det brukar vara en riktig prövosten för ljus kvalitet), om de är grälla eller diskreta, klatschiga eller nyansrika, om alla färger verkar att höra ihop eller om vissa bryter sig ut ur sammanhanget.

Men det är inte alltid som ljus av olika ljusart leder till besvärande förändringar i färgmaterials utseende. Det gäller t.ex. om man jämför dagsljus vid olika tidpunkter, eller dagsljus med glödlamps-ljus. I det fallet kan man tala om färgförskjutningar till skillnad från förvrängningar. Dessa förskjutningar - som stundom är förknippade med att man upplever en mer eller mindre tydlig färgton hos själva belysningen - har betydelse för rummets karaktär. Aftonsolens gyllene sken ger en annan färgskala och därmed en annan stämning, än den blå himlens svala och strikta ljus.

I belysningstekniska sammanhang används den s.k. färgtemperaturen för att beskriva den tendens till förskjutning av färgskalan som ljusstrålning av olika art har. (Begreppet blir förståeligt om man tänker på en till glödning upphettad kropp, som utsänder ett ljus som är allt intensivare och tillika vitare ju högre temperatur kroppen har). En stearinljuslåga har en färgtemperatur på c:a 1900K ("grader Kelvin").

medan vanliga glödlampor ligger mellan 2500 K och 3000 K. Solljus ligger kring 5500 K och den klarblå himlens ljus ända upp mot 50000 K.

Lysrör brukar indelas i tre klasser:

"varmtonade" (eller varmvita) som ligger kring 3000 K, "neutralvita", som ligger omkring 4000 K samt "dagsljuslika", som ligger mellan 5000 K och 7000 K.

I samband med dessa benämningar, skall man ha klart för sig att strålningen från ett "dagsljuslikt" lysrör är långt ifrån detsamma som verkligt dagsljus. Likaså ger ett "varmtonat" lysrör inte samma slags ljus som en glödlampa, även om färgtemperaturen kan vara densamma.

Vilken färgtemperatur man skall välja beror på hur pass starkt man vill understryka en viss ljuskaraktär i rummet. Till dels är detta en fråga om tycke och smak, eller kanske snarare vana och konvention. Det är emellertid en erfarenhet att man måste ha högre belysningsstyrka ju högre färgtemperatur ljuset har, annars verkar rummet gärna kyligt och trist eller grådaskigt. Ett dagsljuslikt lysrör brukar inte uppskattas vid belysningstyrkor under c:a 700 lux. I kontrast härtill kan man med en koltrådslampa, eller en vanlig glödlampa försedd med gul eller röd skärm, med fördel ligga så lågt som 10-20 lux, utan att belysningen fördenskull gör ett grådaskigt intryck.

När det gäller ljuskaraktären i en lokal är det, liksom ifråga om färgernas karaktär, tillrådligt att man gör den slutliga bedömningen under så verklighetsnära förhållanden som möjligt. Förlitar man sig, vid valet av ljuskälla, på färgrenderingsindex och färgtemperatur är det stor risk för att resultatet inte kommer att motsvara förväntningarna. Dessa tekniska begrepp ger inte fullständig information om de egenskaper hos ljuset som är avgörande för karaktären hos belysningen och färgerna i ett rum.

Arkitekten och forskaren samtalar om ljusfärg

A. Hur skall man i belysningsplaneringen hantera den bit som handlar om ljusfärgens betydelse för vår upplevelse av miljön? Det är en fråga som aktualiseras i samband med valet av lamptyp. I industrisammanhang kan det gälla att ta ställning till högtrycksnatriumkontra kvicksilverlampor. I kontorsmiljö kan valet stå mellan varmtonade och dagsljuslika lysrör. Jag skulle vilja höra hur du som forskare ser på den här frågan.

F. Det är, såvitt jag förstår, i hög grad en fråga om subjektiva värderingar.

A. Ja, självfallet, och det är väl kanske just det jag upplever som ett handikapp i en planeringsdiskussion. Vi som jobbar med belysning har i allmänhet en personlig uppfattning i sådana här frågor och ibland skulle det vara en styrka om man kunde veta att den var vetenskapligt underbyggd.

F. Nåja, man skall inte undervärdera den personliga erfarenhetens betydelse! Att referera till "vetenskapliga undersökningar" är ofta ganska tvivelaktigt. Från forskarens synpunkt är det ju dessvärre så, att praktiska livets situationer kännetecknas av en förvirrande och avskräckande komplexitet. En mångfald av tillfälligt samspelande omständigheter, som är omöjliga att fastlägga, kontrollera eller ens överblicka. Då drar man sig gärna med en suck av lättnad tillbaka till sitt laboratorium!

A. Det tror jag gärna, bror. Men det är just vad jag inte vill tillåta dig att göra nu! Jag har tänkt pressa dig på vad du skulle kunna ha att bidra med i ljusfärgfrågan.

F. Jag tror att vad forskningen på sådana här områden skulle kunna ha att bidra med är av "pedagogisk" karaktär. Vi kan påvisa möjligheter, samband, kopplingar. Vi kan peka på betydelsefulla distinktioner och bevaka att inte alltför ensidiga och förenklade betraktelsesätt blir dominerande eller allenaåtdanade. Vi kan anvisa gränser för vad som är tekniskt och biologiskt möjligt och rimligt. Men inom dessa gränser tycker jag arkitektens kreativa fantasi kan få härska. Det kunnande han behöver, hämtar han bäst ur umgänget med ljuskällor, armaturer och färgmaterial i konkreta miljöer. Att experimentera sig fram är viktigt. Men inte så mycket för att testa uppställda teorier, som för att bekanta sig med möjligheterna.

A. På den punkten håller jag med dig. Vi har ju också tillsammans gjort en del experiment i den andan. Hur skulle du vilja formulera våra erfarenheter?

F. Jag är rädd för att det blir en lång historia. Först begreppet "ljusfärg". Det var i början en orsak till missförstånd mellan oss, att vi inte menade riktigt detsamma med det ordet. Å ena sidan kan "ljusfärg" beteckna en egenskap hos ljuskällan, eller snarare den strålning den utsänder. Det är väl ungefär så som lampfabrikanterna använder ordet. Alltså vad som avses när man talar om att det finns varmtonade, neutralvita och dagsljuslika lysrör. Denna tekniska innebörd kan vi senare återkomma till. Jag tror emellertid att vad du i första hand har i tankarna är en psykologisk innebörd, du tänker på ljusfärg i betydelsen av "ljusfärgupplevelse".

A. Det är helt riktigt. Det är ju den ståndpunkt som är naturlig för arkitekten, åtminstone i det skede då han gör sig föreställningar om hur en tilltänkt miljö kan upplevas.

F. Men hur skall vi då karakterisera denna "ljusfärgupplevelse"? Ibland är det väldigt tydligt hur belysningen har en "färg", oftast en anstrykning av gulaktighet eller blåaktighet, stundom grönaktighet eller rödaktighet. Men detta inträffar när man har möjlighet till direkt jämförelse mellan olika belysningar. Till exempel vid samspel mellan dagsljus och glödlampsljus eller om man kommer från en korridor med lysrör in i ett rum med glödlampsbelysning. Det är påfallande hur upplevelsen av "färgat ljus" försvinner så snart man vistas i rummet och i synnerhet om man på nära håll betraktar mångfärgade mönster eller bilder, eller om man koncentrerar sig på någon synuppgift, som att läsa.

A. Med undantag för ljuset från natriumlampor. Det är väl ändå alltid gult?

F. Jo, det är sant och man kan förstås med hjälp av färgfilter - som på teatern - åstadkomma "färgad" belysning. Men jag tycker det är viktigt att konstatera att om man bredvid varandra ser två lysrör, som har olika färgtemperatur, då ser de verkligen ut som två olikfärgade föremål och det är helt uppenbart vad man menar med "ljusfärg". Men som en egenskap hos en "rådande belysning" är färgen aldrig lika påtaglig.

A. Jag drar mig till minnes ett av våra experiment, då vi ökade belysningsstyrkan i rummet genom att tända fler lysrör av en och samma sort, säg varm-vita. Vi upplevde en ändring i ljusfärgen, men inte så att den förskjöts mot gult eller mot blått, utan snarare att ljuset blev "vitare".

F. För ett par år sedan, minns jag, frågade mig någon om det kan finnas "grått ljus", vilket jag den gången förnekade. Nu, efter våra experiment, känner jag mig böjd att instämma i att belysning skulle kunna beskrivas i sådana termer som "vithet" och "gråhet".

A. Den tanken kom du väl in på när du försökte utröna vad som ligger bakom Kruithofs diagram (se figur), till vilket ofta hänvisats i belysnings-sammanhang. Kruithof menade sig ha funnit, att gränserna för den belysningsstyrka som ger behaglig ljusupplevelse i ett rum, ligger avsevärt lägre vid låg färgtemperatur hos ljuskällan, än vid hög. Exempelvis bör man, enligt honom, ligga i området 50-200 lux med glödlampor, men över 500 lux om man använder dagsljuslysrör, för att ljuset skall kännas "riktigt".

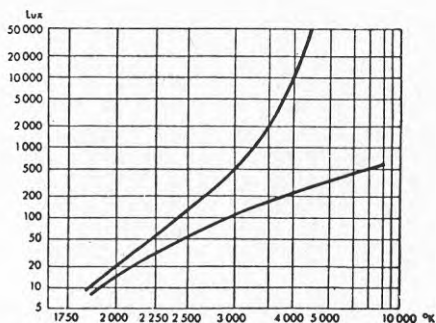


Fig. 5: 8. Kruithof's experiment. A radiation source between the two lines is perceived as neutral colour of light, above the upper line as warm light and beneath the lower line as cold light.

Bilden hämtad ur Hesselgren (1969)

F. Jag hade ett litet modellrum, som man kikade in i genom en fönsteröppning. Belysningsstyrkan i rummet kunde varieras kontinuerligt. Med en koltrådslampa som ljuskälla (färgtemperatur ungefär 2100 K) visade det sig, när jag succesivt ökade belysningen från noll, att det fanns ett läge där intrycket av rummet övergick från "grådaskigt" till solskensaktigt". Det inträffade någonstans vid 10-20 lux. Använde jag i stället en vanlig glödlampa som ljuskälla (färgtemperatur c:a 2700 K) upphörde grådaskigheten först uppåt 50-100 lux och med en fotolampa (3400K) fick jag, med samma kriterium, gå upp till några hundra lux. Visserligen är det inte helt klart vad som skall menas med "grådaskighet" - det var nog närmast den vita väggens utseende jag fäste avseende vid.

A. Det är intressant att du kunnat verifiera Kruit-hofs gamla iakttagelser, i grova drag. Men man skall akta sig för att göra dogmatik av det här. De behaglighetsgränser (uttryckt i luxtal) som man kommer fram till är naturligtvis i högsta grad beroende av hur belysningen är arrangerad i rummet. I ditt fall var det, såvitt jag förstått, diffust ljus, infallande från ett för iakttagaren icke synligt fönster. En helt annan sak är det om man exempelvis har en naken glödlampa fritt nedhängande från taket mitt i rummet. Då får man en synnerligen "kall" och otrivsamt belysning. I ett sådant fall sker det underverk om man avskärmar lampan och flyttar den, eller riktar den, så att en väggyta blir upplyst. Med andra ord: blotta ljusfördelningen kan vara avgörande för om ljuset verkar "varmt" eller "kallt".

F. Det är ett viktigt påpekande. På samma sätt spelar också väggfärgen sin roll. I min modell var väggar, tak och golv vita. Jag skulle gissa att man då är som mest känslig för "gråhet". Det skall erkännas, att när jag prövade med färg på väggarna - för att inte tala om mönstrade tapeter - hände det så mycket, visuellt, när belysningsnivån varierades, att jag kände mig helt handfallen.

A. Vi gjorde dock ett ganska enkelt och instruktivt försök i den riktningen, i fullskala. Jag tänker på när vi hade en blå gardin över en bit av den vita väggen, belyst av lysrörsarmaturen, som placerats nära intill väggen. Det arrangemanget förtog i viss mån intrycket av kylighet hos ljuset.

F. Ja, och detsamma gällde när vi hade ett gulrödrandigt draperi på väggen. Det är förstas mindre förvånande. Att såväl blått som gult kan ge "varmare" stämning är väl något i stil med att man kan värma sig, om man känner sig ruggig, antingen genom att ta en kalldusch eller en varmdusch!

A. Hit hör väl den erfarenhet vi gjorde vid ett industribesök. En lagerlokal, utrustad med högtrycksnatriumlampor, hade fått en kulörstark, kontrastrik färgsättning, vilket gjorde att ljuset inte verkade så enformigt som sådant ljus annars brukar.

F. Att färgsättningen har direkt inflytande på hur belysningen upplevs är obestridligt. Om samtliga ytor i synfältet har en dragning mot exempelvis gult, uppfattar man det som om det rådde en gulaktig belysning - i annat fall skulle det ju inte vara möjligt att i en målning eller på ett färgfotografi ge illusion av färgad belysning.

A. Därmed är inte sagt att det skulle vara särskilt lyckat att försöka trola bort natriumljusets gulhet genom en övervägande blå färgsättning, eller att försöka ge ett rum med dagsljuslysrör en "varm" karaktär genom en inredning i gult, brunt och rött.

F. Nej, jag tror överhuvudtaget inte att det är tillrädligt att försöka på detta sätt "lura" ögat - om det nu inte är frågan om en teaterscen. I verkliga livet finns ett överflöd av möjligheter för synsinnet att informera sig om förhållandena och "avslöja" vilken art av ljus som används.

A. Det är många slags förändringar i färgers utseende som inträffar när man växlar från en art av belysning till en annan. Rött kan bli "självlysande", eller det kan bli neddämpat mot brunt. Färgerna kan i ett slags ljus verka hårda och påträngande, i ett annat milda och avstämde mot varandra. Ytorna kan ha tydlig textur och ge materialkänsla, eller verka svävande och immateriella. Sannolikt är vi speciellt känsliga när det gäller hudens utseende; om den ser frisk eller glåmig ut.

F. Din kommentar pekar mot att det egentligen inte räcker med färgtemperaturen, när man talar om ljusfärgupplevelse, utan att själva spektralfördelningen hos ljuset måste beaktas.

A. Jag vill minnas att Kruihof, som kriterium för den övre gränsen för tillrädlig belysningsstyrka, använde "onaturlig färgåtergivning".

F. Det stämmer, men jag upplevde det nog inte riktigt så i mina försök. Med koltrådslampa blir gulheten hos ljuset alltför påtaglig vid hög nivå. Det känns "klibbigt". Men jag skulle inte säga att färger blir förvrängda. Det är f.ö. ett viktigt erfarenhetsfaktum, att blå färger syns utmärkt i glödlampsljus, ja till och med i eldsken, trots att sådant ljus har ytterst ringa andel av strålning i den kortvågiga, "blå", delen av spektrum.

A. På senare år har det väl gjorts undersökningar som pekar på att vi nöjer oss med lägre belysningsstyrkor när färgåtergivningen är bättre.

F. Det stämmer. I exempelvis Bodmars undersökning, som var en uppföljning av Kruihofs, fann man en tendens till att ett större område av belysningsstyrka är acceptabelt ifråga om de luxe lysrör, jämfört med standardlysrör. Nu är det visserligen klart, att är färgåtergivningen bristfällig, så är den. Det kan man inte ändra på genom att höja belysningsstyrkan. Psykologiskt, skulle jag tro, är det så, att om man ligger på låg ljusnivå tolkar man instinktivt behovet av "bättre" ljus som ett behov av "mera" ljus. Ligger man, å andra sidan, redan på för hög nivå, tolkar man det i stället som att ljuset är "för starkt", dvs. den dåliga färgåtergivningen ger ett slags bländningsupplevelse. Men detta är en hypotes från min sida.

A. Strängt taget är kanske färgrenderingsegenskaperna viktigare än färgtemperaturen när det gäller val av ljuskälla. De förstnämnda har med förvrängning, den senare med förskjutning att göra. Vissa förskjutningar skulle kunna vara något som ögat är "införstått" med, men förvrängningar ger obehag.

F. Här kommer vi in på ett ekologiskt resonemang. Synsinnet har ju utvecklats i anpassning till en bestämd ljusmiljö. Hög färgtemperatur och höga belysningsstyrkor hör ihop med dagsljus, lägre färgtemperatur med solnedgångsljus och eldsken. Kuriöst nog är det faktiskt så, att den övre begränsningskurvan i Kruithofs diagram ganska väl överensstämmer med hur ljusflödet från en glödande kropp tilltar med växande temperatur. Det betyder, att när vi minskar en glödlampas styrka med hjälp av en tyristorvariator, så får vi "automatiskt" den korrigering av färgtemperaturen hos ljuset, i riktning mot ett gulare sken, som behövs för att man inte skall uppleva tristess och "gråhet" hos belysningen!

A. Jag kan gott tänka mig att en känsla av obehag och trötthet i en arbetssituation kan bero på att ljusstrålningen inte passar ihop med synsinnets naturliga funktionssätt, man blir så att säga konstant "snedbelastad". Det är då inte säkert att man är medveten om vad det är som orsakar irritationen. Vet man egentligen vad de skarpa energitopparna vid bestämda våglängder i kvicksilverlampor och lysrörs spektra har för biologiska konsekvenser? Finns det inte en risk för en nedsmutsning av miljön och en sinneas förgiftning, även när det gäller ljus?

F. Det är inte otänkbart. Dessvärre saknas det faktiskt ännu så länge goda idéer om hur man skulle undersöka den saken. Det har gjorts försök att fastställa fysiologiska verkningar av olikfärgad belysning - dvs. hur puls, blodtryck och andningsrytm påverkas, när man vistas exempelvis i ett helt rött rum. Verkningarna visade sig vara individuellt varierande och svårkontrollerbara. Vi får nöja oss med att konstatera, att vad gäller fysiologiska effekter av artificiell ljusstrålning återstår angelägna forskningsuppgifter.

A. Så mycket större anledning tycks det i så fall vara att lyssna på vad folk som vistats länge under en viss typ av ljuskälla har att anföra av eventuella obehag. Som riktlinje tycker jag man skulle eftersträva belysningar som i möjligaste mån liknar naturligt förekommande, dvs. sådant ljus som vi kan förutsetta att synsinnet är anpassat till.

F. Ja, "naturlighetskriteriet" är många gånger det bästa. Men man kan strängt taget inte förutsätta att den biologiska anpassningen är hundraprocentig - evolutionen är ju alltjämt pågående! Direkt solljus är outhärdligt för en oskyddad människa. Vi föredrar att sätta på oss kläder och att uppsöka skuggiga platser. Halvskymning kan ge ett utsökt behagligt ljus, i vilket färgerna lyser med förtrollande intensitet. De flesta däggdjur trivs i skymningen och vi människor kan väl inte helt förneka släktskapen. Att okritiskt efterhärma dagsljuset vid all artificiell belysning är en missriktad ambition, som en gång i tiden Poul Henningsen - en stor kämpe för kultiverad belysning - påpekade.

A. Till ett ekologiskt synsätt hör också att det bör få finnas en rytmisk variation i belysningens styrka och varför inte också i dess färg.

F. Helt säkert. "Ögat söker omväxling i sina tillstånd", som Goethe skrev i sin färglära. Men för att nu återgå till den medvetna ljusupplevelsen, så har jag lagt märke till att det under samtalets gång har skett en viss glidning ifråga om vad vi menar med "ljusfärg". Inledningsvis nämnde jag att ljusfärg kan beteckna spektralegenskaperna hos ljuskällan. Sedan pratade vi om ljusfärg som en iakttagbar färgton hos belysningen. Men du har en böjelse att tala om ljusfärgen som varm/kall hellre än som gulaktig/blåaktig. Visserligen är det sant att en koltråds-lampas gyllengula sken, liksom solljuset, känns varmt när det träffar huden - större delen av strålningen utsänds ju i det infraröda området. Men jag har förstätt att du talar om varmt ljus i överförd bemärkelse. Det är en beskrivning av hur du upplever att situationen inverkar på dig, känslomässigt. På samma sätt som man kan känna sig hjärtligt och varmt emottagen av en grupp människor, likaväl som kyligt bemött och utfrusen.

Ljusfärg, i den bemärkelsen, är väl mera ett slags helhetsbedömning, vid vilken en mångfald faktorer vävs samman. Lika gärna som varmt/kallt kunde man kanske använda ordpar som trivsamt/otrivsamt, inbjudande/avvisande eller uppmuntrande/nedslående?

Ljusfärg, i denna mening, kan vara förknippad med en iakttagen färgton hos belysningen, men behöver inte vara det.

A. Du har rätt i detta. Jag tänker mig nog "ljusfärg" som en beskrivning av något som har med "stämningen" eller "atmosfären" i rummet att göra. Därför kan det många gånger vara omöjligt att avgöra om det är belysningsarrangemanget, ljuskällans art, färgsättningen av tak och väggytor eller inredningen som gör att rummet verkar varmt och trivsamt, alternativt kyligt och trist. Kanske kunde man, till undvikande av missförstånd, tala om "ljusfärg" när man verkligen menar en iakttagen kulör hos belysningen och i stället om "ljuskaraktär" när man åsyftar det intryck som belysningsförhållandena i ett rum gör.

F. Ja, och förslagsvis tala om "ljusart" när man åsyftar en egenskap hos lampan eller den ljusstrålning den utsänder. Ljusarten har inflytande på ljusfärgen och på ljuskaraktären. De tre sakerna hänger ihop men är inte entydligt kopplade till varandra. Det är väl något som framgått av vår diskussion.

A. Det ligger snubblande nära till hands att ljuskaraktären blir en subjektiv värdering. Det är ofta underförstått att "varmt" ljus är något man tycker om och "kallt" ljus något man vill slippa. Men jag skulle föredra att använda det som en ren beskrivning av hur belysningen upplevs. Hur ljuskaraktären värderas är en fråga för sig; det beror ju på avsikterna med miljön. En varm belysning kan lika gärna bedömas som kladdig och insmickrande, en kall som sober och uppriskande.

F. Det beror på vad man är på för humör och från vilken annan situation man just kommer. Därför bör man inte förhastat sig om man verkligen vill beskriva ljuskaraktären, utan ge sig tid att bekanta sig med den belysning man skall karakterisera, ta den under övervägande. En subjektiv bedömning har sitt oöverträffade värde i att den kan vara en komplicerad sammanvägning av ett ouppräkneligt antal medverkande omständigheter; något som man med ett analytiskt betraktelsesätt inte skulle komma åt. Men i praktiken är det förstas ofta så, att man inte ser till helheten utan tar fasta på någon enskildhet som råkar vara vad man först får i sinnet. Den ger en association, som i sin tur kopplar till en förutfattad mening ... och så är man klar med sin värdering.

A. Ja. när man värderar ljusfärg-oavsett i vilken av dess tre betydelser - då gör man klokt i att tänka efter på vilka grunder värderingen görs. Praktiska synpunkter ligger närmast till hands, om det gäller en väldefinierad synuppgift. Det kan ju finnas uppgifter där en färgad skugga kan vara vilseledande, exempelvis, eller vid vilka stora krav ställs på förmågan att särskilja färgnyanser. En litet annan typ av värdering är det frågan om när man resonerar i den här stilen: "Det är verkligen på tiden att vi kostar på oss att sätta upp moderna lysrörsarmaturer i stället för de här föråldrade glödlampsgloberna". I ett sådant fall kan det mera vara frågan om status än om ändamålsenlighet.

F. Jag hörde för inte så länge sedan berättas om ett beklagligt exempel på en värdering av detta slag. Högtrycksnatriumlampor i en viss arbetsmiljö hade ansetts socialt diskriminerande, jämfört med kvicksilverlampor, av enbart den orsaken att de har lägre Ra-index. En värdering som gjordes utan kännedom om det faktum att Ra-index inte är användbart för detta slags lampor. En litet annorlunda beräkningsmetod (enligt ett förslag till förbättring av Ra-index) visar sig leda till att de båda lamptyperna får exakt samma värde.

(Schanda, 1979)

A. Jo du, svagheten för sådant som kan anges med siffervärden är välbekant. Rimligare hade kanske varit att hävda rätten till en neutral ljusfärg. Men det viktigaste är, som sagt, att bedömningen grundas på en ingående karakterisering av de kvaliteterna som en viss belysning ger - eller inte ger.

F. Bara för att omdömen kan vara fördomsfulla eller ytliga skall man inte glömma att de inte behöver vara det. En ansvarsfullt menad subjektiv bedömning är väl tillsist det mest tillförlitliga. Sådana bedömningar måste få plats i byggprocessen om resultatet skall bli gott.

A. Här tar du nästan ordet ur munnen på mig. Det värsta är väl att vissa omdömen endast kan göras inför det konkreta resultatet, man måste ha det inför ögonen. Vid det laget är det vanligtvis för sent att ändra på saken.

F. Viktigare än att psykologiskt undersöka "ljusfärgupplevelsen" är nog att undersöka hur man skulle kunna verkligen nyttiggöra den förmåga till subjektiva, kvalitativa omdömen som vi människor har, vare sig vi nu är arkitekter, ingenjörer eller brukare av miljön.

A. Med det uttalandet tycks vi ha kommit tillbaka till utgångspunkten för vårt samtal. Det viktiga är inte att påstå något om vad som är "bra" eller "dåligt", utan att tala om vad det är man behöver uppmärksamma och tänka på i planeringen. Det gäller att anvisa en väg för hantering av ljusets kvalitet.

Begreppet ljusfärg - hur kan det preciseras?

I vilka sammanhang talar man om ljusfärg? Erfarenhetsmässigt vet vi att ljuset i en situation kan upplevas på olika sätt. Det är inte rätt och slätt ljus eller mörkt i ett rum. Det är skillnad på gråvädersljus och solljus, på vinterljus och sommarljus, på glödlampsljus och lysrörsljus, motorvägarnas natriumljus och skenet från en eld. Den skillnaden är inte bara en fråga om styrka, riktning, rumslig variation och skuggbildning. Det finns också en "inre" (dvs. icke-rumslig) kvalitet hos ljuset. Det är den vi är ute efter när vi talar om ljusfärg. Den har att göra med typen av ljuskälla och med att två olika belysningar - när man har tillfälle att jämföra dem sida vid sida - kan ge tydligt intryck av att ha olika färg. Det ena ljuset verkar gulaktigt och det andra blåaktigt. Den hänger slutligen också samman med helhetsintrycket av den atmosfär eller stämning som råder i ett rum och som beskrivs i termer som varmt/kallt, glatt/trist, inbjudande/avvisande etc.

När vi nu vill klargöra för oss denna "inre kvalitet" hos belysningen, kan vid följaktligen antingen försöka komma åt den genom att göra mätningar på ljuskällan och dess utstrålning, eller vi kan studera den så som den kommer till uttryck i visuella fenomen, eller vi kan lägga märke till hur belysningen verkar på oss genom de sinnesstämmingar, emotioner, föreställningar, hågkomster och handlingsimpulser den väcker.

På så sätt kommer man fram till tre skilda begrepp som ordet "ljusfärg" står för, nämligen:

- (1) Ljusfärg som en tekniskt mätbar egenskap hos ljuskällan, eller närmare bestämt den strålning denna utsänder;
- (2) Ljusfärg som en under vissa förhållanden iakttagen färgton hos lampan eller hos belysningen;
- (3) Ljusfärg som en känslomässigt upplevd verkan av den i ett rum rådande belysningen.

Lampfabrikanter och belysningstekniker talar oftast om ljusfärg i bemärkelsen (1). Arkitekten och gemene man har ofta betydelse (2) och (3) i tankarna. Till undvikande av missförstånd är det tillrådligt att

man använder tre skilda termer. förslagsvis: ljusart (1), ljusfärg (2) och ljuskaraktär (3).

Var och en av de tre betydelserna av ljusfärg kan i sin tur ytterligare preciseras, som följer.

- LJUSFÄRG, i bemärkelsen ljusart, kan innebära en grov klassificering av ljuskällor, exempelvis som varmttonade, neutralvita och dagsljuslika (en vanlig indelning när det gäller lysrör). Eller den kan anges något mer exakt genom den "korrelerade färgtemperaturen" (varvid ljuskällans strålning jämförs med den strålning som en idealt svart kropp, upphettad till olika temperaturer, utsänder). Eller, ännu hellre, genom kromaticiteten, dvs. en punkt i CIE:s x-y-diagram.

Betänker man att den upplevda belysningsfärgen och ljuskaraktären beror på hur strålningen samverkar med de många olikpigmenterade ytorna i rummet inser man att ljusarten kanske helst borde anges med spektralkurvan - först när man har tillgång till den vet man vad man har för ljus (Problemet är bara det, att ingen kunnat säga hur man av spektralkurvans utseende skall kunna avgöra den motsvarande strålningens lämplighet som belysning).

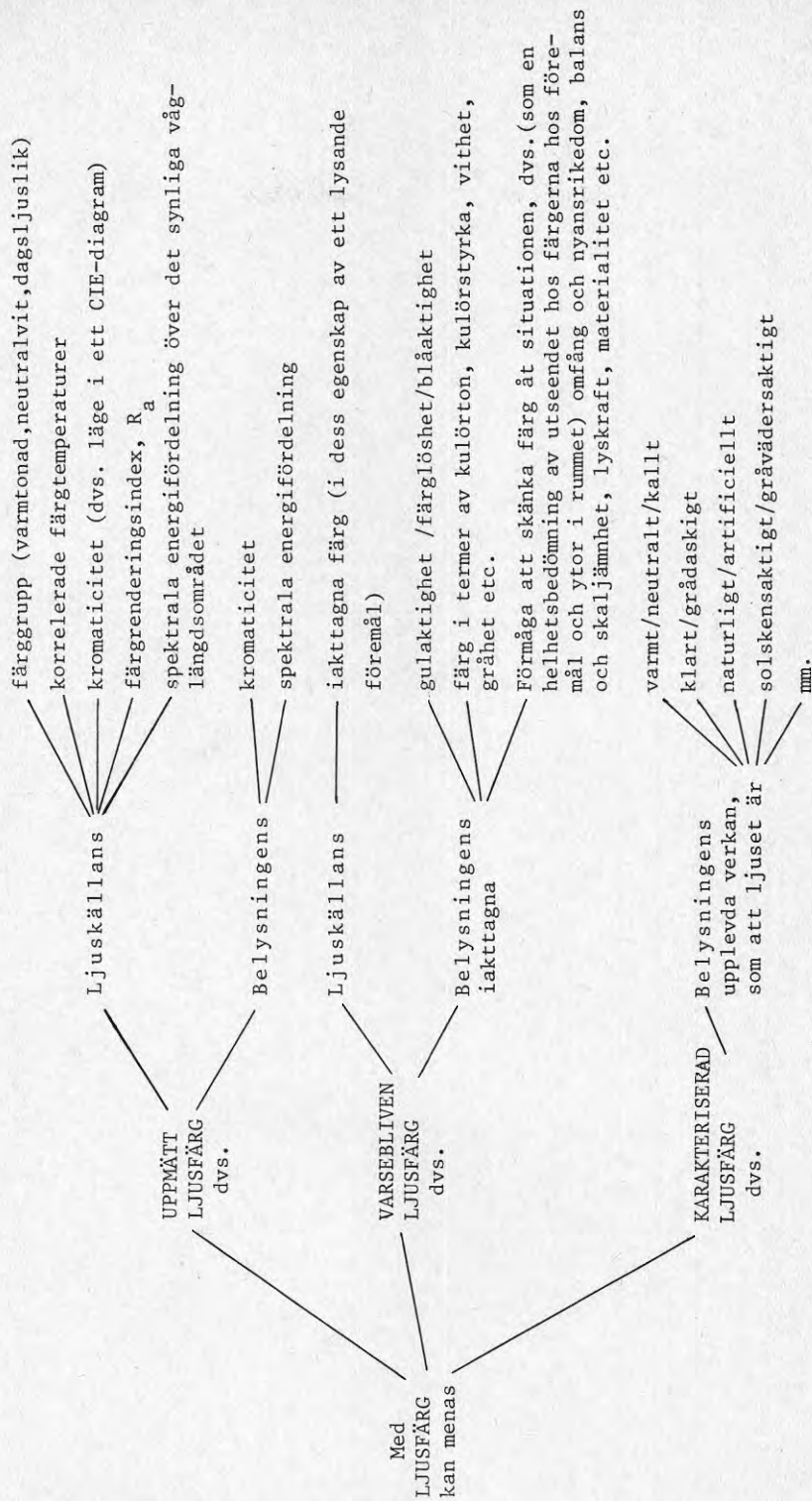
Till slut är det ju så, att ljusarten - till följd av återsken från stora ljusa ytor, som väggar och tak - är något som varierar en smula från plats till plats i rummet och alltså noga taget inte är en egenkap hos ljuskällan utan snarare hos den lokalt rådande belysningen.

- LJUSFÄRG, i bemärkelsen av iakttagen färg hos belysningen beror på ljusarten, men därutöver på en rad andra omständigheter, som färgsättningen och belysningsarrangemanget. Den beror även på ögats adaptations-tillstånd vid det tillfälle då iakttagelsen görs.

Vanligtvis upplevs, till följd av adaptationen, inte belysningen som kulört, men kan likväl stundom beskrivas som "gråaktig" eller, i ett annat fall, som mer eller mindre "vit".

Ljusfärg kan härutöver ha en något annorlunda betydelse, nämligen belysningens förmåga att skänka färg åt tingen i rummet. Hur föremålen och ytorna i rummet ser ut i färgavseende - dvs om ett visst färgområde dominerar, om färgerna är dämpade eller intensiva m.m. - är ett intryck som kunde kallas ett slags ljusfärgupplevelse.

- LJUSFÄRG, i bemärkelsen ljuskaraktär, är inte en renodlat visuell iakttagelse. När vi talar om ljuset som "varmt" eller "kallt", beskriver vi en mer omfattande iakttagelse, som man kan göra inför rummet som helhet. Denna bedömning av ljusets karaktär baseras bl.a. på känslor och föreställningar som väcks hos en när man konfronteras med (eller är utsatt för, "insvept i" en rådande belysning).



Preciseringsvägar för begreppet ljusfärg

I stället för varmt/kallt kan det hända att man finner termer som "brilliant" eller "grådaskigt" som mer passande för beskrivning av det intryck ljuset gör. Eller man kan vilja tala om belysningen som glad, upplivande eller strikt, sober; man kan tycka att den stämmer till arbete eller rekreation, att den verkar privat eller offentlig etc. På den vägen glider omdömet över från att vara karakteriserande till att bli värderande. Man tycker att belysningen är inbjudande eller motbjudande, trivsamt eller otrivsamt, vackert eller ful. Det blir avgörande att den påminner om "sådan ljus man är van vid" eller att den ger associationer till solsken och sommar eller kanske gråväder och höstrusk. Kanske att den verkar modern eller gammaldags, påkostad eller billig, ändamålsenlig eller olämplig etc. Det hela utmynnar i ett totalomdöme: belysningen är helt enkelt bra eller den är dålig.

Vi har emellertid anledning att begränsa innebörden av termen "ljuskaraktär" till att åsyfta en i möjligaste mån värdeneutral, rent beskrivande bedömning av det intryck situationen gör.

Ovanstående resonemang sammanfattas i figuren på föregående sida, som visar de olika vägar på vilka ordet "ljusfärg" kan preciseras. I praktiken beror det sedan på intentionsdjupet hur långt man behöver gå. Man skall ju inte driva precisering och fackterminologi som självändamål, eftersom det alltid hotar att göra en framställning tung och svårtillgänglig. Det är emellertid tillrådligt att man håller i sär de tre grundbetydelserna: ljusart, ljusfärg och ljuskaraktär.

Ljusfärg i samband med miljöplanering

Begreppet ljusfärg har sin roll att spela i samband med belysningsplanering. Var kommer det in i den bild vi gör oss av planerings- och byggprocessen i stort?

Christina Ädelqvist har i skriften "Belysning i arbetsmiljö" BFR rapport R14:1978, visat hur man i olika stadier av byggprocessen medvetet kan resonera om, och planera för, belysningskvalitet. Jag skall nedan i korthet redovisa en vidarebearbetad och schematiserad version av den problemstrukturerad som Christina i sin rapport påbörjat.

En generell avsikt vid all byggnadsplanering är att man vill åstadkomma en god miljö. "God" betyder att den skall vara till glädje och gagn för de människor som skall leva där; möjliggöra och understödja de verksamheter som bedrivs. Låt oss säga att miljön skall vara upplevbar och brukbar.

Upplevbar innebär att man inte skall behöva känna sig främmande inför den, inte behöva gardera och avskärma sig, utan tvärtom stimuleras till att förbinda sig med den, bli bekant med den, känna att man har där att göra.

En sådan upplevbarhet och brukbarhet förutsätter att miljön inte är ett falsarium, en kuliss. Den måste hålla för närmare bekantskap, tåla att hanteras och att utforskas med alla sinnen, över relativt lång tid.

Inte bara utformningen av miljön, utan även de material som utformningen sker i, är av vikt. När det gäller belysning är det på motsvarande sätt inte bara själva belysningsarrangemanget utan även arten av det ljus som distribueras, som måste beaktas. Härvidlag är det som ljusfärgen får sin betydelse, som ett uttryck för själva ljusmaterialets kvalitet.

Föreställningarna om vad som är god miljö kan konkretiseras genom att man formulerar en rad avsikter, som är knutna till det givna byggprojektet och dess ändamål. Översikten på sidan 25 visar (i kolumnen längst till höger) vad sådana "avsikter" kan avse.

Mot avsikterna står de praktiska möjligheterna, i form av olika tekniska lösningar (vänstra kolumnen). Genom det valda belysningsarrangemanget skapas en optisk situation, som utgör medel till förverkligande av avsikterna. Till dessa medel som står oss till buds hör ljusarten, vilken i stort sett bestäms genom valet av ljuskälla (även om armaturer och färgsättning av tak och väggytor i princip också medverkar i någon mån).

På vad sätt man med dessa medel kan tillmötesgå de formulerade avsikterna, beträffande vilka upplevelse- och hanteringsmöjligheter miljön skall ge, är emellertid fortfarande föga självklart. I ett försök att få grepp om den frågan, kan man ange ett antal subjektivt iakttagbara och beskrivbara kvaliteter som används för att karakterisera belysnings-situationer. Dessa belysningskvaliteter bildar så att säga en mellanplattform, från vilken man å ena sidan kan knyta an till avsikterna, å andra sidan till de tekniska medel som står till förfogande. Erfarenheten lär oss vilka medel som behöver tillgripas för att vi skall nå bestämda kvaliteter; dessa kan därför betecknas som mål för ljusbehandlingen (se tredje kolumnen!)

Som framgår av översikten föreslås ljuskaraktär såsom en av dessa, genom insiktsfull planering kontrollerbara kvaliteter hos belysningen. Ljuskaraktären är ett helhetsomdöme om belysningen i rummet. Den behöver inte vara påfallande, utan kan ofta helt anges som "indifferent". Stundom kan den rådande belysningen karakteriseras som "kall", eller som "varm". Detta omdöme är inte nödvändigtvis grundat på att man iakttar en blåaktig eller gulaktig ton hos belysningen eller hos själva ljuskällan. Rummet kan göra ett kyligt eller varmt intryck även när ljusfärgen är neutral. En icke-neutral ljusfärg kan emellertid användas för att understryka en bestämd ljuskaraktär. Avgörande för ljuskaraktären är sålunda inte bara valet av lamptyp, utan även det sätt på vilket belysningen är arrangerad och rummet färgsatt. (Exempel på ljuskaraktärisering se sid. 40.)

Föremålsfärgernas karaktär är en belysningskvalitet som även den har med ljusarten att göra. Härmed avses upplevelsen av att färgerna i rummet, som en genomgående tendens, kan vara påträngande eller diskreta, mer eller mindre lysande och svävande, eller alternativt, materiella till sin karaktär; att färgskalan kan vara ensidig eller välbalanserad, klatschig eller nyansrik.

LÖSNINGAR

MEDEL

MÅL

AVSIKTER

"Den handgripliga delen"

"Den tekniskt definierbara, instrumentellt mätbara delen"

"Den subjektivt iakttagbara, men kvantifierbart beskrivbara delen"

"Den subjektivt övervägbara delen som handlar om förväntningar och önskemål"

-Val av ljuskälla
dagsljus
glödlampor
lysämnesrör
urladdningslampor

-Val av armaturer
samt dessas antal
och placering

-Fönsterplacering och
övrig arkitektonisk
utformning

-Färgsättning
Val av färgmaterial
på väggar, tak och
andra stora ytor

För rummets ljuskällor:
Ljusart (dvs.)

Spektral energifördelning
eller färgtemperatur och
färgrenderingsindex)

På några lämpligt valda
ytor eller platser i
rummet:
Belysningsstyrka (lux)

Ljusriktningsfördelning
(dvs. huvudriktning
för infallande ljus
samt dess karaktär av
hårt/mjukt)

Reflektans hos den belysta
ytan

Från ett antal strategiskt
valda positioner i rummet,
ex.vis dörr, arbetsplats:

Luminansfördelning (cd/m^2)

beträffande helhetsin-
trycket av:

- Ljuskaraktär
- Ljusfärg
- Föremålsfärger
- Ljusnivå
- Ljus/mörker-balans
- Skuggbildning
- Bländning

beträffande enskilda ytor
och föremål, tydligheten
av:

- Läge i rummet
- Form

- Detaljer

- Gränskonturer

- Mönstergestalter

- Textur

- Ytkaraktär (blank /matt
etc.)

- Färgton (kulör, vithet
svarthet)

- Blänk

beträffande:

- identifierbarhet hos före-
mål
- igenkännbarhet
- orienterbarhet
- hanterbarhet
- nyansrikedom
- rumsupplevelse
- materialupplevelse
- funktionsuttryck
- konstruktionsuttryck
- omvärldsförankring

- känslöstämning

- attitydstöd

- sensuell behaglighet

- fysiolgisk ofarlighet och
ändamålsenlighet (stimulans,
vaknhet, tidskänsla m.m.)

Ljusnivå och bländning är belysningskvaliteter som inte endast beror på belysningsstyrkan och luminansfördelningen utan även, i någon mån, på ljusarten.

Att ange några enkla regler för hur belysningskvaliteterna påverkas av ljusarten, eller för hur ljuskarakteren bestäms av samspelet mellan ljusart, belysningsstyrka, luminansfördelning m.m., är dock inte möjligt (jfr. följande kapitel).

Vi skall inte glömma att det är frågan om direkt iakttagbara och upplevbara förhållanden, som var och en genom erfarenhet har möjlighet att utveckla sin förmåga att bedöma. Ett schema, som det på föregående sida, tjänar därför inte till att styra planeringen, utan till att medvetandegöra vad det är som man har anledning att uppmärksamma och ta under övervägande i samband med planering av miljö.

I den förstudie som redovisas i denna rapport var syftet att utreda förutsättningarna för behaglig ljusfärgupplevelse vid användning av urladdningslampor i arbetsmiljö. Målsättningen för en forskning kring ljusfärg vore att ta fram material som skulle tjäna som underlag för praktisk belysningsplanering. I förstudien har gjorts ett försök att överblicka och sammanfatta tillgänglig kunskap samt att bedöma angelägenheten och den erforderliga omfattningen av en experimentell insats för att säkerställa kriterier och på vissa punkter tillföra ny kunskap.

Det inledande kapitlet i denna skrift - "allmänt om ljusfärg" - redovisar, i stort sett, det planeringsunderlag man i dag har när det gäller ljusfärg - frågan. Det är en på många punkter tämligen vag och till största delen praktiskt erfarenhetsgrundad kunskap, knuten till de båda tekniska begreppen färgrenderingsindex och färgtemperatur. Läser man kapitlet i kritisk anda, kan man finna anledning att här och var sätta frågetecken. Härigenom antyds de punkter där forskningsinsatser eventuellt vore på sin plats. Låt mig förteckna raden av frågor.

FRÅGOR GÄLLANDE LJUSKARAKTÄREN

- Hur pass nära är ljuskaraktären kopplad till den varseblivna ljusfärgen? Är alltså ett gul- eller rödaktigt ljus nödvändigtvis förknippat med en varm ljuskaraktär och blå- eller grönaktig med en kylig?
- Ändras ljuskaraktären med tiden, t.ex. vid adaptation? Är den färgton man stundom varseblir vid inträdet i ett rum en tillförlitlig indikation på den ljuskaraktär man upplever i rummet efter att en tid ha vistats där?
- Hur pass kraftigt inverkar belysningsarrangemanget på ljuskaraktären? Kan man, enbart genom ljusfördelningen i rummet, åstadkomma att lysrör av dagsljusstyp ger "varm" ljuskaraktär?
- Hur inverkar rummets färgsättning på ljuskaraktären? I vilken utsträckning kan man genom färgsättningen påverka ljuskaraktären? Upplever man belysningen som "kall" i ett rum med blå väggar? Kan en dagsljuslik ljusart kompenseras med gul eller gulröd färgsättning, så att rummet ger ett neutralt, eller rentav varmt intryck?
- Är ljuskaraktären alltid möjlig att fastställa? Eller är den svår att observera? Fordras speciell träning? Hur pass beroende är den av individuella skiljaktigheter mellan dem som gör bedömningen? Hur pass beroende är den av sinnesstämmning och attityd hos den som gör bedömningen?

- Hur pass stor roll spelar detta med ljuskaraktären i en arbetslokal, jämfört med andra belysningskvaliteter, som bländning, skuggbildning etc? Finns det anledning att rekommendera att man i arbetsmiljö eftersträvar en neutral ljusfärg?
- Hur långt behöver man sträcka sig när det gäller att bedöma ljusfärgen under "så verklighetsnära" förhållanden som möjligt? Vad innebär detta krav i praktisk planering?

FRÅGOR GÄLLANDE LJUSARTEN

- Hur inverkar ljusarten, i samspel med andra medel, på belysningskvaliteterna (ljuskaraktär, färgkaraktär, ljusnivå, bländning etc.)?
- Ställer valet av färgmaterial bestämda krav på ljusarten (dvs. valet av lamptyp) för att resultatet skall bli det avsedda?
- Vilken ljusart är mest behaglig, minst tröttande, bäst anpassad till synsinnets fysiologiska funktion? Kan man, med andra ord, ange hur den spektrala energifördelningen skulle se ut som man, från perceptuell ståndpunkt, skulle önska att lampfabrikanterna kunde få fram?
- Kan man av spektralkurvans form utläsa om motsvarande strålning lämpar sig som belysning eller ej? Är "jämn och obruten kurvform" ett nödvändigt villkor, ja, är det ens ett tillräckligt villkor?
- Finns det någon bättre metod att utvärdera ljusarten, än med hjälp av färgrenderingsindex och färgtemperatur? Går skillnaden mellan "färgförskjutningar" och "färgförvrängningar" - som är intuitivt tilltalande - att ge en mera precis, teknisk definition?
- Kan ljuskällor av olika ljusart godtyckligt kombineras eller finns det grund för den gamla regeln att man skall undvika "tveljus"?
- Närmare bestämt vilken är den upplevelsemässiga skillnaden mellan glödlampsljus och ljuset från ett motsvarande varmtonat lysrör?
- Vad är det som ligger bakom sambandet mellan belysningsstyrka och behaglig färgtemperatur? Går det att närmare precisera förutsättningarna för detta samband?
- Vad har ljusarten för betydelse för färgblindas (och andra synhandikappades) miljöupplevelse? Finns det risk för att vissa lampor (t.ex. trebandslysrör) har en tendens att understryka skillnaden mellan normalseende och dem som har ett avvikande färgseende?

- Hur är det med risken för fysiologiska skadeverkningar av strålning från olika ljuskällor? Speciellt vad gäller högre funktioner i synsinnessystemet och dessas utveckling under barndomen. Ävenledes vad gäller inverkan på organismen i övrigt, genom synsinnets förmedling.

KOMMENTARER

Inför flertalet av dessa frågor frestas man svara: Prova själv, se efter själv i förekommande fall! Att få fram planeringsunderlag måste ske genom erfarenhetsåterföring från praktiken. Det finns i detta en viktig FoU-uppgift, som är av pedagogisk karaktär. Det gäller att utveckla demonstrationsmaterial och anvisningar som hjälper till att medvetandegöra ljuskaraktären och dess roll i miljöupplevelsen.

Några av frågorna ovan har en aspekt som berör grundforskning. Det gäller ljusartens betydelse för synsinnets funktion och hur man kan finna bättre metoder än R_a -index och färgtemperatur för att beskriva och värdera ljusarten. Beträffande dessa frågor pågår inom olika CIE-kommittéer arbete med att sammanställa material och initiera forskning. Möjligheterna att besvara dessa frågor står i relation till vår kunskap om seendet och synsinnets funktionssätt och den kunskapen är - trots allt vad gäller de mer subtila funktionerna fortfarande bristfällig. (För en mera ingående diskussion, se Sällström 1977).

Detsamma gäller frågan om ljusartens betydelse för synhandikappade. Som regel får man väl säga att dessa ställer större, men inte principiellt annorlunda, krav på vad som skall vara god belysning. (När det gäller avvikande färgseende finns anledning till några intressanta klarlägganden, se Sällström 1978).

De i planeringssammanhang kanske viktigaste frågorna är emellertid de som gäller samspelet mellan olika belysningskvaliteter samt hur dessa är kopplade till de tekniska medel som står planeraren till förfogande. Ett par litet mer ingående kommentarer skall ägnas detta.

SAMBANDET MELLAN Å ENA SIDAN LJUSART OCH ÖVRIGA MEDEL, Å ANDRA SIDAN LJUSKARAKTÄR OCH ANDRA BELYSNINGSKVALITETER.

På senare år har gjorts undersökningar, vid vilka man genom subjektiv skalering (vanligtvis i termer av semantiska differentialer) sökt definiera ett antal någotsånär distinkta "dimensioner" för upplevelsen av belysning och undersöka hur dessa är relaterade inbördes och till belysningsstyrka, belysningsarrangemang, färgtemperatur, färgrendering och färgsättning.

En sammanställning av några sådana undersökningar redovisas i tabellen på sid. 37. Figuren nedan illustrerar schematiskt denna tabell. Det framgår att så gott som samtliga belysningskvaliteter i mer eller mindre grad beror på samtliga medel. På samband är så svaga eller obestämda att de inte kunnat påvisas statistiskt!

Belysningsarrangemanget och belysningsstyrkan inverkar på samtliga undersökta kvaliteter. Färgtemperaturen hos ljuskällan har inflytande i första hand på ljuskaraktern (varmt/kallt) men, svagt, också på andra kvaliteter. Huruvida även färgrendering och färgsättning har inflytande på ljuskaraktern (vid given färgtemperatur) har inte rapporterats, ehuru det finns all anledning förmoda att de har det.

	rymd	ljus-nivå	varm/kall	visuell klarhet	färg-rikedom
arrangemang	■	■	■	■	■
belysningsstyrka	■	■	■	■	■
färgtemperatur	■	■	■	■	□
färgrendering	□	■	?	■	■
färgsättning	■	?	?	?	?
	?	□	?	□	■

■ säkert samband ■ svagt samband □ inget samband □ ? icke undersökt

Det är en sak att påvisa att ett samband finns, en annan sak att närmare beskriva hur detta samband är. De olika angivna tekniska medlen betingar varandra inbördes, ifråga om den verkan de har på en given belysningskvalitet.

Sålunda har exempelvis belysningsstyrkan inflytande på samtliga här upptagna kvaliteter och likaledes finns det synprestationer som - inom vissa gränser - förbättras vid ökad belysningsstyrka. Men detta gäller inte oberoende av övriga förhållanden. Belysningsarrangemanget och ljusarten har medinflytande. Det betyder, att om man i ett visst fall, för en bestämd prestation, finner att en viss belysningsstyrka är önskvärd, så kan man - genom ändring av belysningsarrangemanget eller val av annan ljusart - finna att, exempelvis, en lägre belysningsstyrka ger samma prestationsförmåga. Den sortens samband är, som man förstår, betydelsefulla när det gäller avvägningar där driftskostnader kommer in i bilden.

Redan påvisandet av sådana samband är betydelsefullt för planeringen - att kvantitativt fastlägga dem ställer sig svårare. Som ett exempel skall här diskuteras Kruithof's effekt.

KRUIHOF'S SAMBAND MELLAN FÄRGTEMPERATUR OCH BELYSNINGSSTYRKA.

Att ljuskaraktären beror på belysningsstyrkan kan konstateras, likaså vet vi att den beror på färgtemperaturen. Men dessa båda faktorer är inbördes kopplade, så att de gränser för belysningsstyrka, inom vilka man upplever en behaglig ljuskaraktär, varierar alltefter vilken färgtemperatur ljuset har. Kruithof rapporterade 1941 hur sambandet ser ut, jfr. diagrammet på sid.12.

Som framgår av diskussionen i kap. 3 i denna förstudie har vi emellertid anledning att förvänta oss att ljuskaraktären (och därmed troligtvis även gränserna för behaglighet ifråga om belysningsstyrka) dessutom beror på färgrenderingen - dvs. allmänt på ljusarten - samt i hög grad på hur belysningen är arrangerad (luminansfördelning i synfältet). Härtill kommer färgsättningens inverkan. Ett tillfredsställande klarläggande av Kruithof's effekt skulle kräva att även dessa variabler beaktades. (Se vidare sid. 51-52)

Vid uppläggnen av denna förstudie var tanken bl.a. den, att man skulle skissera ett experiment för efterprovning och fullständigande av Kruithof's resultat. Mot bakgrund av vad som ovan sägs framstår emellertid ett sådant experiment som mer omfattande och resurskrävande än vad som kan anses rimligt, när det gäller att få fram material till planeringsunderlag.

Begränsar man försökssituationen i så pass hög grad som Kruithof måste ha gjort, när man resultat vars direkta tillämpbarhet måste ifrågasättas, med hänsyn till de högst varierande omständigheter som kännetecknar praktiska situationer.

Det är viktigt för planeraren att vara medveten om att dessa samband finns och i vilken riktning de går. Men några enkla normer eller tumregler förefaller det inte som om man skulle kunna ge.

LJUSKARAKTÄR OCH IAKTTAGEN LJUSFÄRG

Att iakttagelsen av en gulhet/blåhet (ev. rödhet/grönhet) hos ljuskällan eller belysningen i ett rum hänger nära samman med upplevelsen av ljuset som varmt eller kallt är ett erfarenhetsfaktum. Man skall förden-skull inte sätta likhetstecken mellan ljuskaraktär och ljusfärg. Även vid neutral ljusfärg förefinns en ljuskaraktär. Hur pass nära de två begreppen hör ihop återstår att undersöka.

Ofta är det så, att ljusfärgen är tydlig just när man träder in i rummet, nämligen om man kommer från ett rum med belysning av annan art. Så snart man vistas en stund i rummet försvinner detta färgintryck och ljusfärgen blir neutral. Detta beror inte på att ljuset förändrats, utan på att synsinnet adapterat till förhärskande stimuli, vilket innebär en nedsättning av sensitiviteten för belysningens kromaticitet. Adaptationen anses i gengäld medföra ökad förmåga att särskilja föremålsfärger som iakttas i denna belysning. Likväl saknar man icke, när ögat adapterat, information om den rådande belysningens art: så länge man vistas i rummet befinner sig ju synorganet i just det speciella tillstånd som balanserar yttre stimuli. Adaptationstillståndet "speglar" den yttre situationen. Synsinnet är så att säga "avstämt" mot belysningen. Därför är det rimligt att man fortfarande kan erfara en bestämd "ljusfärg", men nu inte som en färgiakttagelse utan mera som en "stämning".

Ljuskaraktären, som man uttrycker i termerna varmt/kallt, kan alltså mycket väl kvarstå, oberoende av adaptationen. Det väsentliga i ljuskaraktären ligger däri, att den uttrycker individens upplevelse av sitt förhållande till den yttre situationen, utan att förden-skull förutsätta en subjektorienterad attityd hos den som faller omdömet (betr. attitydens betydelse när det gäller färgiakttagelser, se Katz 1935, pag 167).

SLUTSATSER.

Beträffande "ljusfärg", i alla dess tre bemärkelser av upplevd ljuskaraktär, iakttagen ljusfärg och använd ljusart, finns en rad frågor som man har anledning att söka besvara, för att få fram fylligare underlag för belysningsplanering.

Frågorna är av mycket varierande slag, och aktualiserar ett antal forskningsområden, som både metodiskt och vad beträffar målsättningen skiljer sig från varandra:

- I. Forskning om den fysiologiska verkan av artificiella komponenter i stimulusfältet
- II. Forskning kring visuell perception
- III. Forskning om subjektivt upplevelsegrundad värdering av miljön
- IV. Pedagogiskt forsknings- och utvecklingsarbete rörande medvetandegörande av belysningskvaliteter
- V. Forskning om byggnadsplanering och byggprocessen, till möjliggörande av en värderande insats som uppmärksammar belysningskvaliteter
- VI. Tekniskt forsknings- och utvecklingsarbete rörande belysning, i synnerhet ljuskällors spektralfördelning.

Det är viktigt att frågorna blir ställda, men över-sätta till forskningsuppgifter blir många av dem svår-angripbara på grund av komplexiteten och relativt krävande ifråga om forskningsresurser. I enlighet med ramprogrammet för verksamheten inom belysningsområdet vid KTH-A (Liljefors 1977) framstår det som i första hand angeläget att skapa förutsättningar och former för tillämpning av existerande kunskap och teknik i belysningsplaneringen. Detta fokuserar intresset till forskning av typ IV och V.

Genom fortlöpande kontakter med CIE-kommittéerna och bevakning av litteraturen på området, kan planerings-underlaget succesivt byggas på med material, som hän-för sig till forskning av övriga slag.

Strövtåg i litteraturen

Ljusfärg i den tekniska meningen av korrelerad färgtemperatur behandlas i de flesta handböcker. Detsamma gäller färgrenderingsproblemet. (Se Sällström, 1977). Ljusfärg i betydelsen av varsebliven eller upplevd karaktär hos den i en situation rådande belysningen har däremot knappast behandlats alls, antagligen på grund av att man förhastat tagit för givet att den är direkt och okomplicerat relaterad till ljuskällans färgtemperatur.

I samband med att det närbesläktade begreppet "visual clarity" under senare år uppmärksammats i en rad mer eller mindre omsorgsfulla studier, har det emellertid framkommit en del stoff av intresse för vår frågeställning.

Det finns också en rad monografier i vilka beskrivning och värdering av belysningskvaliteter mer eller mindre i förbigående behandlas. Nedan skall redovisas några spridda anteckningar, hämtade ur litteraturen.

Först sju undersökningar i vilka man försökt komma åt belysningskvaliteter med semantiska metoder. Man har varierat belysningsarrangemanget, belysningsnivån, färgtemperatur och Ra-index (olika typer av lysrör samt i några fall även högtrycksnatrium- och kvicksilverlampor) samt färgsättningen.

En del av försöken har gjorts i fullskala, några i modell. Fördelen med modellrum är lättheten att variera de olika parametrarna i belysningsstyrka, färgsättning etc.

Nackdelen är att man inte kan vara säker på att den upplevelse man har när man tittar in i ett modellrum stämmer överens med upplevelsen av att vistas i ett rum i normal skala. Även om exempelvis belysningsstyrkan mätt i lux är densamma, är det säkert att den upplevda ljusnivån är densamma i fullskala som i modell? Boyce påpekar att det gjorts vissa jämförande undersökningar som pekar mot att en eventuell effekt av skalan i varje fall inte nämnvärt berör de här studerade sambanden.

De subjektiva bedömningarna har skett dels absolut, dels genom jämförelse mellan två intilliggande rum. Man har gjort skattningar av bl.a.

rymlighet (spaciousness) i termer av stort/litet
(stundom även öppet/slutet)
ljusnivå (lighting level) i termer av om den bedöms som tillfredsställande eller icke
ljusfärg i termer av "visually warm/visually cool"

klarhet (visual clarity) i diverse termer

färgrikedom (colourfulness)

trivsamt (pleasantness) i en mångfald olika, mer eller mindre socio-kulturellt involverade termer.

På följande sida ges en översikt av vad som behandlats i de olika undersökningarna, såvitt det gått att utröna ur artiklarna. Resultaten är väl inte alltid utan vidare jämförbara, men ett försök till sammanställning har gjorts på sid. 34

Några ytterligare data beträffande de enskilda försöken:

AKSUGYR 1978.

Två boxar med variabel belysning, invändigt klädbara med färgark, angivna enligt Munsellsystemet.

Belysning: glödlampor 2970K och lysrör 6500K

Antal försökspersoner: 42 st

Rummet uppskattades som större i dagsljus-rummet än i glödlamps-rummet. Beträffande väggfärgens inflytande gällde följande ordning: blått (störst rum)-grönt-gult-rött (minst)

Skillnaden mellan arkitekter och icke-arkitekter var icke signifikant.

Teckenförklaring till tabell sid. 37:

WW varmvita lysrör	"perifer komponent"
CW neutralvita lysrör	betyder belyst fondvägg.
DL dagsljuslika lysrör	
HPS högtrycksnatrium	
HQ kvicksilverlampa	

FAKTORER ATT VARIERA:	MOTSVARANDE "MODES OF LIGHTING"	Aksugyr Botman Boyce Flynn Lemon Delaney Kanaya	SUBJEKTIV VÄRDERING AV	Aksugyr Botman Boyce Flynn Lemon Delaney Kanaya
Belysningsarrangemang	uniform/variations- rik	o	spaciousness	x
Belysningsstyrka	uppifrån/perifer diffus/klar ljus/mörkt	x x x x x x x x	lighting level	x x o o x
Färgtemperatur	gulaktigt/blå- aktigt	x x x x x x x	coolness	x x x
R _a -index	färgrik/färglös	o x o x	clarity	x x x x
Färgsättning	kulörtonad/neutral	x	colourfulness	x o o
METODIK:			pleasantness	x x x x
Fullskalerum, absolut		x		x
Fullskalerum, jämförande		x x		x
Modellrum, absolut		o		o
Modellrum, jämförande		x x x x		x x
Subjektiv skalering		x x x x		x x
Ekvivalensinställning		x x		x x

x utförligt behandlat
o behandlat i förbigående

	subjektiv värdering av rymlighet	subjektiv värdering av belysningsnivån	subjektiv värdering av ljusfärg (varm/kall)	subjektiv skattad visuell klarhet	subjektivt skattad färgrikedom
Belysningsarrangemang diffus/klart perifer komponent	perifer komp. större rymlighet (Flynn)	klart ljus ngt. bättre, perifer komponent ytterligare förbättring, vid 100 lux (Flynn)	CW verkar en aning mindre kylig vid perifer komponent (Flynn)	diffust uppifrån sämst, klart uppifrån bättre, perifer komponent bäst. (Flynn)	perifer komponent och klart ljus ger ev. något större intryck av färgrikedom. (Flynn)
Belysningsstyrka	1000 lux rymligare än 100 lux vid diffus ljus uppifrån (Flynn)	"god" i området 700 lux -2000 lux oberoende av färgtemperatur (Bodman) vad gäller WW, CW och DL.	DL verkar "cool" under 700 lux. WW verkar "excessive" över 3000 lux (Bodman)	växer i takt med belysningsnivån (Flynn, Boyce, Lemons)	växer i takt med belysningsnivån. (Boyce)
Färgtemperatur hos ljuskällan	rymligare vid lysrör (DL) än vid glödlampor (Aksugyt) ej påvisbar skillnad vid HPS och WW jämfört med CW (Flynn)	ej påvisbart (Flynn Bodman, Kanaya) förbättras en aning med växande färgtemp (Boyce, De Laney)	direkt korrelerad (Flynn) CW verkar mera "cool" än såväl WW som DL om man har deluxerör vid 750 lux (DeLaney)	CW något bättre än WW (Flynn, Boyce, DeLaney) CW och DL likvärdiga (DeLaney) WW bättre än CW (Lemons)	ej påvisbar (Boyce)
Färgrenderingsindex hos ljuskällan	ingen nämnvärd vid HPS och HQ jämfört med lysrör (Flynn)	något bättre vid högt R (Boyce) "god" nivå ligger lägre ju högre R _a , oberoende av T (Kanaya) Bredare acceptabelt område vid lysrör med högt R _a (Bodman)	?	CW, WW något bättre än HPS och HQ (Flynn) ökar med R -index (Boyce, Lemons)	oavgårbart (Flynn) ökar med R _a (Boyce)
Färgsättning väggar i div. kulör färgrik/färglös	Väggfärgen inverkar som följer, från stort till litet: blått-grönt-gult-rött (Aksugyt)	ingen inverkan (Boyce) vad gäller färgstyrkan	?	ingen påvisbar verkan (Boyce)	ökar med den "objektiva" (Boyce)

BODMAN OCH MEDARBETARE 1963, 1967

Stort konferensrum.

Belysningen: varierad mellan 220 och 6000 lux.

Diverse lysrör varierande i färgtemperatur,
standard såväl som deluxe.

Antal försökspersoner: 400 st i grupper om 5 st.

Uppgiften var att beskriva:

1. rummets allmänna atmosfär, såsom skapad av ljusnivå och ljusfärg
2. rummets ljushet i största allmänhet
3. ljusheten på arbetsytan (too bright - good - too dark)

Man vistades 20 min i rummet före avgivande av omdömet.

Resultat:

Table 4.3. Impressions associated with different levels and colours of fluorescent lighting in a conference room.

Average illuminance (lx)	warm white	white	daylight
< 700	not unpleasant	dim	cool
700-3000	pleasant	pleasant	neutral
> 3000	excessive, artificial	pleasant, lively	pleasant

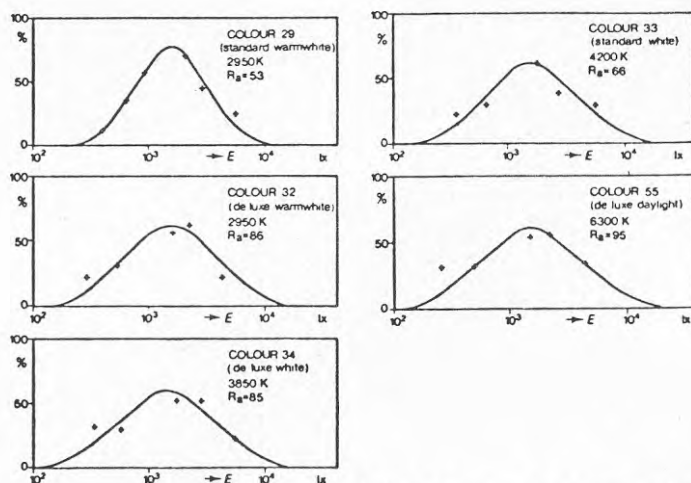


Figure 4.7 Percentage of observers assessing the level of illuminance E at the working plane as 'good' for fluorescent light sources of differing colour appearance and colour rendering.

BOYCE, 1977

Modell av kontorsrum, skala 1:12, två identiska bredvid varandra (spegelvända i sin möblering). Inredningen kan varieras ifråga om färgsättningen på stora ytor:

kraftigt mättade - ordinärt mättade - lågt mättade - akromatiska

Belysning: genom plastdiffusatorer i taket, variabel genom höjning och sänkning i utrymmet ovanför. Nivåerna var två: 350 lux och 600 lux
Lampor: 5 st lysrör med varierande R_a-index och färgtemperatur.

Försökspersoner: 12 st.

Uppgiften var att besvara, med 7-graders skala:

How pleasant does the office look?

How colourful

How satisfactory is the lighting level?

How visually distinct are the details?

Dessutom gjordes inställningar - när de två rummen hade olika ljuskällor - av de relativa belysningsnivåerna där rummen var "equally satisfactory in visual appearance".

FLYNN OCH MEDARBETARE, 1977

Sammanträdesrum, 4x12 m, "neutral" färghållning i beige, träfärger, svart tavla, kulörstarka objekt avlägsnade.

Belysning: Kunde varieras beträffande arrangemang, nivå och ljuskälla. Man hade "cool white" och "warm white" lysrör samt högtrycksnatrium och kvicksilver del luxe.

Nivån var 750-800 lux då övriga parametrar varierades. Vid studium av nivåns inverkan jämfördes 100 lux med 1000 lux.

Ljuset föll uppifrån; ena frontväggen (som försökspersonerna satt vända mot) kunde belysas - s.k. peripheral component.

Antal försökspersoner, varierade mellan 24 och 80 st.
Man fick adaptera 1 minut. (verkar litet?)

Omdömet gällde rummets atmosfär, utan direkt hänvisning till just belysningen. Dels gjordes fritt formulerade omdömen (några exempel, se sid. 40) dels subjektiv skalering med hjälp av semantiska differentialer, 19 st. i det fall då man undersökte ljuskällans inverkan.

Flynn nämmer även att han gjort undersökningar som visar att det inflytande som belysningen har är likartat för rum med varierande inredning och aktivitet.

Beträffande sambandet mellan färgtemperatur och varsebliven ljusfärg säger Flynn att "the subjects were clearly recognizing the differences in light color presented to them - even though the light settings were presented in random order and were separated with an unrated intermediate setting. In using the "warm/cool" rating scale the subjects were responding almost exclusively to the variation in light color, and they tended to categorize the presented source colors in a manner that approximated the color temperature scale."

Denna erfarenhet står i någon mån i strid med vad som framhålls i denna förstudie, nämligen att "varm/kall"-värderingen skulle handla om mer än blott och bart ljuskällans korrelerade färgtemperatur (eller dess kromaticitet).

Några exempel på vad försökspersoner uttalat, hämtade från Flynns artiklar, visar oss att uttalanden i praktiken ofta i ett svep innefattar flera värderingsaspekter:
/sagt om högtrycksnatrium i ett sammanträdesrum/

Har vilsamma kvaliteter.

Det här ljuset skapar en lugn, varm känsla, som om det vore solsken.

Skapar en ganska främmande atmosfär.

Tröttsamt för ögonen. Svårt att fokusera länge, fastän allting verkar tydligt och skarpt.

Det känns som om rummet förlorat mycket av sin tredje dimension.

Gult ljus är väl en smula tvivelaktigt!

Jag tror man skulle kunna falla i sömn lätt under sådana här villkor.

Obehagligt varm känsla.

Tror inte det passar i slutna utrymmen.

/ därefter om neutralvitt lysrörsljus i samma rum/

Jag känner mig bättre till mods i den här atmosfären.

Det blir väldigt dimmigt för ögonen.

Verkar gråväder, som om det skulle börja regna.

Flynn och hans medarbetare gjorde en intressant erfarenhet. Efter det att var och en av försökspersonerna i en grupp hade avgivit sitt omdöme, lät man gruppen träffas och ut-

byta sina intryck. Efter det samtalet var alla eniga om hur olämpligt högtrycksnatrium var. De facto hade en del av personerna uttalat sig positivt om den belysningen, men i den öppna diskussionen höll de inne med sin uppfattning - eller kom att betvivla riktigheten av den. Flynn kommenterar: "en högröstad minoritet kan skapa ett snedvridet intryck av hur pass acceptabelt ett visst belysningsarrangemang, som man vill pröva, är " (Flynn 1977:2, p 171). Frågan är väl dock om det här inte finns en mer närliggande tolkning, nämligen att de som tidigare i en viss naivitet uttalat sig positivt om natriumljus till följd av diskussionen och utbytet av erfarenheter kommit till större klarhet beträffande sin egen ståndpunkt.

KANAYA OCH MEDARBETARE, 1978

Kontorsrum. Belysningen kunde varieras i styrka och såväl färgtemperatur som R_a -index varierades.

Antalet försökspersoner var 5 st.

Uppgiften var att ange den lägsta belysningsnivå som bedömdes som tillräcklig om fp. tänkte sig att han samtalade med en person i ett affärssammanhang(!)

Resultatet blev att den erforderliga nivån var högre ju lägre R_a -index var, dvs. ju sämre färggivningen var.

Däremot hade färgtemperaturen ingen signifikant effekt, i strid med Kruithof's resultat. Variationsområdet sträckte sig mellan 2700K och 7000K.

Vilken ljusnivå det var frågan om, i lux, anges inte.

DeLANEY OCH MEDARBETARE, 1978

Två intilliggande boxar med diverse färgade objekt i. Belysningen: låg på nivån 750 lux och jämförelsen gjordes mellan deluxerör vid olika färgtemperatur, samt trebands-lysrör.

Antal försökspersoner inte uppgivet.

Uppgiften var subjektiv skattning med 14 st semantiska differentialer.

Dels gjordes absolutskattningar (en enda box) dels jämförande skattningar.

Till skillnad från Flynn anser DeLaney icke att "cool/hot" följer färgtemperaturen: 4200K anges som mer "cool" än såväl 3000 som 5000K.

4200K bedömdes som ljusare (more bright) än 3000K, en effekt som var än mer uttalad då 5000K jämfördes med 3000K. Om man jämför detta med Kanayas resultat (att färgtemperaturen inte spelar någon roll ifråga om lägsta acceptabla ljusnivå) och med Kruithof's resultat (att man är tillfreds med lägre belysningsnivåer ju lägre färgtemperaturen är) förstår man hur förvirrande komplicerad problematiken är!

LEMONS OCH ROBINSON, 1976.

Två intilliggande boxar, rummet i övrigt mörkt. Boxarna invändigt vitmålade, innehållande diverse objekt.

Belysning: lysrör med varierande färgtemperatur och Ra-index (några av tre-bands-typ). Nivåer icke angivet. I ett fall studerades även glödlampsljus.

Försökspersoner: 20 st.

Uppgiften var att ställa in belysningen i den ena boxen så att "visual clarity" blir densamma i båda. Man fann att högre Ra-index medför behov av lägre ljusnivå högre färgtemp. " " " högre " för konstant visuell klarhet i rummet.

Några ytterligare anteckningar ur litteraturen:

HELSON och LANSFORD, 1970

Stort upplagd undersökning över hur pass "trevliga" man tycker färgprover (och även människohud, matvaror) ser ut i olika slags belysning och mot bakgrunder av olika färger.

Antal försökspersoner 10 st.

Testade belysningar:

ljuskälla	T	Ra	Lux
I glödlampsljus	2854K	98	570
WW varmtonat lysrör	3000K	51	410
CW neutralvitt lysrör	4500K	85	430
DL dagsljuslikt lysrör	6500K	91	345

Försökspersonernas uppgift var att på en niogradig bipolar skala ange hur "pleasant" de tyckte varje färgprov var.

Resultatet (vad gäller ljuskällans inverkan) var:

genomsnittlig ordningsföljd
vid värdering av färgprover: CW, I, DL, WW

d:o vid värdering av hy och
biff, smör, äpple, sallad, tomat: I, CW, DL, WW

d:o värdering av bakgrunderna,
dvs större färgtor: CW, DL, I, WW

Ingen korrelation mellan rank order och R-index, dvs. färg-renderingen är inte avgörande för hur trevligt ett färgprov ser ut. Viktigare är detta dock när det gäller hyns och matvarornas utseende:

Samtliga försökspersoner skattade hyn högst i glödlampsljus.

Ljuskällans inverkan var ringa jämfört med bakgrundens betydelse för hur ett färgprov värderades;

"hence a good background colour may be used to compensate for a bad source" säger författarna.

Det är anmärkningsvärt hur tämligen intetsägande resultat man dock kommer till. Någon åtskillnad mellan betydelse av ljusfärg och färgrenderingsindex har ej gjorts. Vidare är det tvivelaktigt att använda glödlampsljus vid 570 lux i jämförelse med dagsljuslikt lysrör vid endast 345 lux!

HENNINGSEN, 1974

Poul Henningsens skrivelser kring belysningskonsten, ofta hållna i en polemisk ton, är inspirerande läsning - även om man som forskare känner sig förpliktad att tillråda att en del av vad som sägs tas cum grano salis.

I samband med vårt sökande efter lämpliga "ljuskvaliteter" att uppställa som mål i en belysningsplanering, kan det vara intressant att notera vilka kvaliteter PH diskuterar:

- lysets styrke
- klarhetsraekken (=luminansskalan)
- skyggedannelsen
- lysets indre karakter (äv.lysets farve)
- blaending

- karakteriseringsevne
- farvegengivelsesevne
- stoffgengivelsesevne
- formgengivelsesevne

- lysets fordeling i rommet

Några lösryckta citat och påpekanden (med sidhänvisning):

- Ljuskällan skall vara synlig, men icke bländande, annars övertar den starkast belysta ytan i rummet ljuskällans roll och får en överklig, ostofflig, karaktär. (19)
- Elljus skall icke efterhärma dagsljuset ... (26)
- För bedömning av stoffkaraktären är stearinljus speciellt tjänligt. Det är icke ljusfärgen i och för sig, utan spektrums karaktär som är det avgörande. Speciellt viktigt är det röda i spektrum. (29)
- Observera skillnaden mellan förskjutning och förvrängning! (151)
- Där ögat är som svagast bör väl belysningen vara starkast! Varför skulle man ge mest ljus där ögat är känsligast? (159)
- Ett ensidigt framhävande av det gulgröna mittpartiet i spektrum ödelägger vår förmåga att se skillnader (165)
- Lysröret låter oss se vad vi icke skulle se och det tillåter oss icke att se vad vi skulle se. Kvicksilverlinjerna i spektrum är som ostämnda tangenter på en klaviatur. (174)
- Om belysningskonsten: Vad det kommer an på är ett uppövat kritiskt sinne och iakttagelseförmåga. (13)

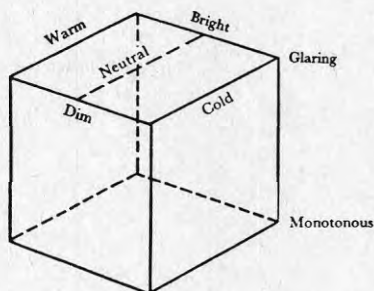
HESSELGREN, 1966, 1969

I sin studie över arkitekturens formspråk har Sven Hesselgren bl.a. uppmärksammat belysningens kvaliteter.

- Ljusfärg finns med bland vad Hesselgren kallar belysningens attribut:

ljushet	(perceived light intensity: apparent brightness, lightness)
bländning	(glare, veiling)
ljusfärg	(colour of light)
ljusriktning	(perceived direction of light)
skugga	(distribution of light and shadow)

De tre första attributen sammanfattar han i denna figur:



Bilden hämtad ur Hesselgren (1969)

Perceptionspsykologiskt behandlas ljusfärg på sid.100-103 varvid bl.a. Kruithof's experiment beskrivs.

- I kapitlet om ljusets formalestetik (sid.225-32) behandlas ljusfärg endast i förbigående (sid. 228):

"vad beträffar ljusfärgens estetiska värde, är det uppenbart att detta varierar med den applicerade normen. En person som vid första mötet med dagsljusvitt, kallt lysrörsljus finner det otrivsamt, kan ofta komma att värdera detta ljus som "sobert".

Att man föredrar ett varmtonat ljus, i synnerhet vid låga belysningsstyrkor (eller luminansnivåer) förefaller dock att vara en spontan, av den kulturella kontexten måhända tämligen oberoende, värdering (jfr. Kruithof's resultat)

- Sagt om texturens formalestetik (sid: 233) /fri översättning/:

En färgs textur är i viss mån jämförbar med en tons vibrato i musiken Vibratot gör tonen "levande och varm", detsamma gör texturen åt färgen. För att ge denna effekt måste emellertid vibratot hållas inom vissa gränser, och detta är också tillämpligt på texturen, som inte bör vara för våldsamt.

- När det gäller det arkitekturella uttrycket behandlas inte ljusfärgen av Hesselgren. Den enda kommentaren av relevans för vårt sammanhang hittar vi på sid. 284:

Det bör framgå vilket slags ljus som hanteras. Artificiellt ljus skall inte imitera dagsljus utan understrika sin egen karaktär.

Vid en diskussion av belysningens semantik kan det emellertid visa sig fruktbart att tillämpa de kategorier Hesselgren inför. Man skulle kunna tala om ett belysningens:

- funktionsuttryck (beskydda, skänka trygghet, "hjälpa ögat", vara rumsskapande, öppna och förbinda, vägleda, distribuera ...)
- konstruktionsuttryck (hur ljuset behandlas i armaturer, skärmar, samspel mellan dagsljus och artificiellt ljus, mellan arbetsplats - och allmänbelysning ...)
- materialuttryck (mer eller mindre påtaglig "ljusnärvaro" i rummet, guld-gult solnedgångsljus, kyligt himmelsljus, sken från elds-låga

Det är väl framförallt materialuttrycket som berörs av ljusfärgvärderingen.

- Däremot säger Hesselgren en del om emotioner, kopplade till belysningsattributen. Han framhåller, att "ljus och belysning är mer direkt kopplade till basemotionerna än någon annan perceptionsmodalitet" (sid.309). Bl.a. i högre grad än vad gäller för färg, med andra ord.

Det gäller ljusriktning (uppifrån kontra nedifrån)
 skuggor (starka skuggor kontra skugglöshet)
 intensitet (starkt ljus kontra svagt)

Däremot talar han i detta sammanhang inte om ljusfärgen. (Färg är kanske mer uttryck för en emotion än uppväckande den? Man kommer att tänka på, vad som ofta konstaterats, att svartvitfilmer kan uppvisa emotionellt laddade scener, som inte överträffas av färgfilm - snarast kan färgen, om den inte är exakt adekvat, distrahera och "mjuka upp" stämningen; måhända också för det att den gör bilden mer realistisk.

Möjligen kan man påstå att ljusfärg har mer med känslöstämningar än med känslorörelser (emotioner) att göra!)

ÄDELQVIST - BELYSNING I ARBETSMILJÖ, 1978

Frågan hur ljusfärgvärdering skall kunna infogas i planeringsprocessen kan lämpligtvis behandlas mot bakgrund av ett planeringsunderlag av detta slag.

Boken är strukturerad efter idén att man vid genomläsningen succesivt, med utgångspunkt från ganska vaga föreställningar om önskade kvaliteter hos miljön, närmar sig konkreta lösningar och checklistor.

Denna succesiva konkretisering går i fyra steg:

Ljusets roll i omgivningsupplevelsen	(1) /sid.21,25/
ljuskvaliteter	(2) /sid.49,51/
medel för ljuskvaliteter	(3) /sid.67,69/
lösningar	(4) /sid.86,88/

Låt oss nu se hur "ljusfärg" behandlas på de olika stadierna.

- (1) Varmt eller kallt ljus, svagt eller starkt,..... allt i samverkan med färg, form, material, ljud osv. ger helt olika stämningar.

Färger kan upplevas olika när ljuset förändras.

I skymningen framträder

/Här saknar man en kommentar om vad som i största allmänhet kan hända med färgernas karaktär i olika slags artificiellt ljus/.

Genom att variera färgen på ljuset kan man också försvåra tolkningen av omgivningen /avses väl: identifiera, känna igen/.

- (2) De flesta människor får en positiv upplevelse av den variation dagsljuset har ifråga om ljusstyrka, ljusriktning och ljusfärg.
/Ljusfärg behandlas emellertid inte under rubriken ljuskvaliteter, annat än i bemärkelsen färgåtergivning/.

- (3) Färgtemperaturen anges som mått på själva ljuskällans färg.

Låg färgtemp - varmt ljus - låga belysningsstyrkor
hög " - kallt, obehagligt ljus - höga d:o

Det går bra att blanda ljus av olika färg, t.ex. glödljus och dagsljus /med blanda avses troligen kombinera!/
/

Färggivningsförmågan (R_a -index och spektralfördelningskurva).

/Här sägs att man ur spektralkurvan kan utläsa om vissa färger får oproportionellt stor framhävningsgrad - vilket väl inte är så lätt som det kan låta ... Om R_a -index sägs att det inte utsäger på vad sätt färggivningen är dålig. Nåja, det är ett mått på hur mycket färgstimuli avviker från vad de skulle vara i dagsljus eller i ljus från en temperaturstrålar (jämn spektralkurva).

- (4) Val av ljuskälla / I översikten över förekommande lampor och deras egenskaper saknas endast några småsaker.
"Ljusfärg" bör anges som färgtemperatur och som de tre färgklasserna: varmtonad, neutralvit och dagsljuslik.
Färgtemp för glödlampor bör anges: ung.2700K. Om glödlampor sägs att "ljusfärgen upplevs normalt varm" - det bör man undvika att säga, det beror hur ljuset är fördelat och på vad man har möjlighet att jämföra med. Glödlamps-
ljus kan lika gärna göra ett kallt intryck.

Möjligtvis kunde man säga: "upplevs, rätt använt, som varmt och trivsamt". Färgtemperatur och Ra-index kan, för enhetlighetens skull uppges även för kvicksilverlampor och högtrycksnatrium. Eventuellt skulle metallhalogenlamporna förtjäna en utförligare presentation än på en rad/.

Färg och materialval.

/Här betonas vikten av att färgvalet görs i samordning med valet av ljuskälla. Viktigt är att understryka att det inte bara är färgvalet utan fastmer färgmaterialvalet, som denna kommentar gäller! Olika material med exakt samma utseende i dagsljus kan se olika ut i lysrörljus/.

I övrigt se kapitel 5!

ARBETARSKYDDSNÄMNDEN: BELYSNING, 1977

Kan man vänja sig vid en dålig belysning? (sid 1:2)
Påpekandet om risken för "arbetsplatsblindhet" är viktigt och måste ihågkommas när vi diskuterar subjektiv värdering av miljön.

I samband med "krav på god belysning" talas om ljusets färg. Det heter bl.a.: Uppfattningen om kall eller varm miljö sammanhänger med ljuskällans färgegenskaper och rumsytornas färgsättning. (sid 2:14)

När man sedan, i kapitlet "ljuskällor", tar upp frågan till närmare behandling, säger man visserligen att "ljusets färg spelar en viktig psykologisk roll" - men därmed är det också slut. Det förklaras inte hurså det har psykologisk betydelse. Vidare nöjer man sig med det förenklade schemat:

varmt= gult = låg färgtemperatur
kallt= vitt = hög färgtemperatur (sid 5:4,6)

Låter alltså varmt/kallt vara något som enbart handlar om valet av ljuskälla, ehuru vi vet att det sätt på vilket man behandlar ljuset är avgörande för upplevelsen. Glödlampsljus behöver inte alls se gult ut och det kan mycket väl göra ett "kallt" intryck.

I övrigt ägnas diskussionen åt färgåtergivning, och det må vara berättigat. I en ambition att lära läsaren konsten att av spektralfördelningskurvan bedöma hur ljuskällan påverkar färgåtergivningen, ställer man upp tesen "färg = våglängd" och kommer till en rad tvivelaktiga konklusioner. (Det är beklagligt att det aldrig kan bli slut med denna vilseledande sammanblandning mellan de färger man ser i ett spektrum och de man ser på en pigmenterad yta!)

Det är viktigt att vad man skriver om det här inte leder till felaktiga föreställningar - då är det bättre att inte påstå något alls. Rådet att prova olika typer på sin arbetsplats, (mitt på sid 5:6) är förvisso klokt.

Nedan kommenteras helt kort några påståenden som görs i kompendiet beträffande ljuskällors färgegenskaper:

PÅSTÅENDE:

KOMMENTAR:

...vi väljer ett lysrör som har en "varm" färg i stället för ett dagsljusliknande "kallare" lysrör trots att det sistnämnda har bättre förmåga att återge färger (5:3)

Det bör tilläggas: vid givet ljusutbyte. Det finns ju högklassiga varmttonade lysrör. (Osrams interna, Philips miljöror).

Det är en brist att man endast talar om standardlysrör, som vid det här laget borde vara på avskrivning. Bättre är väl att uttryckligen rekommendera att deluxe används i t.ex. kontor. (jfr.tabellen sid. 5:15)

...3000K innebär att ljuset är gult och betonar gula och röda färger hos de belysta föremålen ... (5:4)

Snarare: är gult vid jämförelse med ljus av högre färgtemperatur. Gula färger framträder dåligt eftersom de närmar sig vitt. Blått syns förvånansvärt bra i glödlamps-ljus, ja, till och med koltrådsljus.

...röda och gula färger kommer att framträda bättre än blå färger vid glödlampsbelysning (4:6)

En gul pigmentfärg kännetecknas av att den absorberar strålning i den kortvågiga (blå) delen av spektrum. För att gult skall synas bra krävs alltså att belysningen innehåller korta våglängder. (Däremot måste den inte nödvändigtvis innehålla strålning i den gula delen av spektrum!)

Röda (men inte gula) färger får en viss betoning, "lyser upp", i glödlampsljuset.

Dagsljuset ger större rättvisa åt alla färger men med en viss betoning av blå färger (5:4)

Blått får inte större lyskraft än andra färger i dagsljus. Men ett dagsljusliknande lysrör kan - på grund av sina spektraltoppar i den kortvågiga delen av spektrum - betona vissa blå färgmaterial, på ett sätt som kan verka onaturligt.

...Detta gör dagsljuset blåaktigt. (4:6)

Det finns en del lampor som helt saknar vissa färger - våglängder. Ett exempel på detta - lågtrycksnatriumlampor. (5:4)

Missvisande exempel. Om ljuset innehåller endast tre - lämpligt valda - våglängder så kan så gott som alla färger återges. (jfr. principen för trebandslampor!)

För att en viss färg - exempelvis en nyans av gult - skall synas, krävs inte att den färgen finns i belysningens spektrum. (det följer av kolorimetrins ljusblandningslagar).

Ju mer likt dagsljuset desto bättre färgåtergivning. (5:5)

Det förklarar inte glödlampsljusets förvånansvärt goda färgåtergivning.

Man bör undvika att blanda ljus från lampor med helt olika spektralfördelningskurvor. (5:5)

Ett sätt att förbättra ljusets kvalitet kan vara att blanda ljus från lysrör med olika spektralfördelning - det leder till en viss utjämning (men spikarna kommer man inte ifrån, eftersom de alltid ligger på samma ställe). Däremot kan det eventuellt ge ett obehagligt intryck om man i en armatur i rummet sätter varmvita och i en annan neutralvita (om båda syns på en gång). Glödlampsljus och dagsljus kan ofta samverka på ett behagligt sätt (som platsbelysning och allmänljus).

Starka och dominerande färger försämrar färgåtergivningen. (5:6)

Vad menas?

EN KOMMENTAR BETRÄFFANDE "SERIÖS" FORSKNING.

För den oinvidige måste det förefalla plausibelt att mer än ett århundrades inträngande forskning vid det här laget skulle gett oss en så pass exakt kunskap om synsinnets funktions-sätt, att man på basis av den kunskapen skulle kunna förklara exempelvis Kruithof's resultat beträffande sambandet mellan behaglig ljusnivå och färgtemperatur.

Tar man emellertid del av kända fakta blir man desillusionerad. Det finns en outtömlig mängd högst intressanta resultat från omsorgsfulla undersökningar av människans färgseende, men det är endast undantagsvis man kan säga något bestämt om vad dessa fakta har för konsekvenser för människans miljöupplevelse i praktiska livets situationer.

Orsaken till detta är att man i den "seriösa" forskningen arbetar under laboratoriebetingelser i syftet att renodla varje enskilt fenomen, medan praktiska livets situationer kännetecknas av en tillfällig samverkan mellan en mångfald varierande omständigheter. Det är en idealisering att tro att total-effekten skulle kunna beskrivas genom något slags enkel summering av kända deleffekter. Lyckligtvis - får vi väl säga - är vårt synsinne så nyanserat, variationsrikt, individualiserat och anpassningsbart, att det alltid tycks ha nya överraskningar att bjuda forskaren!

Det är ofrånkomligt att forskningen måste bedrivas på flera skilda nivåer av komplexitet. Har man nu, som lampfabrikanterna, funnit att det är rekommendabelt att använda dagsljuslika lysrör endast vid ganska höga belysningsstyrkor, kan man gå vidare och i systematiska försök, som Kruithof, söka närmare fastlägga detta samband mellan färgtemperatur och gränser för behaglig belysningsstyrka. De resultaten blir kvantitativt mer exakta, men samtidigt får man inte glömma att de hänför sig till en bestämd försökssituation, som redan utgör en viss förenkling - eller i varje fall ett specialfall - i förhållande till praktiken.

Som ett nästa steg kan man försöka underbygga och ytterligare förstå dessa resultat genom att anföra fakta från den psykofysiska forskningen, som verkar att peka i samma riktning.

Det är en välkänd erfarenhet att blå och blågröna färger i skymningen kan framstå förvånansvärt ljusa i förhållande till vad man är van vid från dagsljus. Denna förskjutning i ljushetsförhållandet mellan blå och röda färgstimuli, den s k Purkinje-effekten, inträder gradvis när luminansnivån sjunker (se OSA p. 105). Man kunde tänka sig att kompensera effekten, och alltså upprätthålla ljushetsförhållandena mellan färgerna, genom att göra belysningen rödare, dvs. sänka färgtemperaturen i takt med ljusnivån.

Den "förklaringen" skulle passa bra, om det bara inte vore så att Purkinje-skiftet blir nämnvärt först vid luminansnivåer under 1 cd/m^2 . Det fenomen Kruithof beskriver utspelar sig på betydligt högre nivåer.

Ovanför $c: a 10 \text{ cd/m}^2$ är förändringarna inte lika påfallande men de finns där likväl. Med ökande luminans ökar mångfalden av särskiljbara färger, färgens mättnad (i bemärkelsen iakttagbar kulörstyrka) växer till ett visst maximum för att sedan åter avta. Purdy har visat att detta maximum ligger lågt för röda och i synnerhet för blå färger och avsevärt högre för gula och gulgröna. Det överensstämmer ganska bra med det faktum att blå och röda färger i praktiken har avsevärt lägre luminans än gula och gulgröna. Det betyder att vid en viss belysningsnivå - som ligger någonstans mellan 100 och 800 lux - når alla kulörer ungefär samtidigt sin maximala mättnad. Men det förutsätter att belysningens färgtemperatur är lämpligt avstämd. Dominerar den kortvågiga (blå) delen av spektrum för mycket, kommer blå färger att nå maximal mättnad vid lägre belysning än de gula - eventuellt med påföljd att ljuset verkar blåaktigt! Dominerar i stället den långvågiga sidan av spektrum är det risk för att gula färger lyser för kraftigt, med påföljd att ljuset verkar gulaktigt. På så sätt förklaras alltså åtminstone en bit av de Kruithofska iakttagelserna.

Svårigheten att dra några närmare slutsatser av Purdy's undersökningar ligger i att de gjorts med spektralrena stimuli och artificiell pupill. Det går inte utan vidare att översätta detta till en situation där man betraktar belysta pigmenterade ytor. Vidare är det inte troligt att ögats adaptation är densamma i Purdy's försök som i en praktisk situation.

Ett par enkla iakttagelser visar att ögats adaptation spelar roll för ljusfärgupplevelsen.

Man blundar en stund med ena ögat, så att det får ställa om sig i riktning mot mörkeradaptation. Om man därefter (genom att växelvis blunda med det ena och det andra ögat) jämför omvärldens utseende genom vardera ögat, finner man att belysningen gör ett varmare, stundom t.o.m. gulare, intryck för det "utvilade" ögat. Om därför ljusfördelningen i ett rum är sådan att det finns mörka partier att "vila" blicken på, kommer de ljusare partierna att inte bara framstå som ljusare utan även varmare.

Den andra iakttagelsen kan man göra genom att titta genom ett gult glas eller plastfolie. "Ögat gläds, hjärtat vidgas, sinnet muntras upp, det tycks blåsa omedelbar värme emot oss" säger Goethe i sin färglära. Men inte bara det: Trots att filtret absorberar ljus, så verkar det att bli ljusare när man tittar genom det. Eller kanske snarare grållt och bländande, som Jaeckel (1928) påpekat. Det kan ha att göra med att synbilden blir kontrasthårdare, vilket i sin tur påverkar adaptationstillståndet. När solen bryter fram en gråvädersdag, blir det ljusare, inte bara för att den genomsnittliga luminansnivån ökar utan även för att kontrasterna blir större (jämför vad Evans säger på p 195-196).

Härutöver finns ytterligare många psykofysiska iakttagelser som det kunde finnas anledning att nämna i samband med funderingar kring Kruithof's försök. Men det skulle föra för långt att här gå in på. (Låt mig dock i förbigående notera att frågan om stavarnas funktion åter tagits upp till diskussion,

se Tilton 1977. Traditionellt anses stavarna i näthinnan svara för skymningsseendet, medan tapparna svarar för det färgseende som man har vid högre belysningsstyrkor. Nu har emellertid ifrågasatts om inte också stavarna medverkar vid färgseendet).

Ytterligare ett steg i riktning mot en fördjupad förståelse vore att uppsöka den fysiologiska nivån och utröna hur sambandet ser ut mellan de psykofysiska lagbundenheterna och själva synorganets funktion. Elektrofysiologiska undersökningar på gulfiskretina - som påminner mycket om människans - har gett högintressanta resultat. Alternativt kan man genom analogier med informationsbehandlande tekniska system vidareutveckla sin förståelse.

En litet annan typ av fysiologiska studier är också på sin plats i detta sammanhang. Det gäller frågan hur vi människor, rent biologiskt - eventuellt genom förmedling av sinnesorganen och varseblivningen - reagerar för strålning av olika spektralsammansättning.

Även vid denna typ av forskning kan man avlägsna sig mer eller mindre från praktiska livets situationer.

Som ett exempel refereras:

GEBERT, 1977

Försökspersonerna (23 st, mer omfattande försök 5 st) befann sig under 1 timme en och en i en liten kammare som hade färgade tapeter och var upplyst med färgat ljus, som föll in genom ett mattglas utifrån belyst av fotolampor. Belysningsstyrkor (i ögonhöjd) Rött 590 lux, Blått 235 lux, Grönt 240 lux, Gult 640 lux.

Förutom subjektiv, verbal karakterisering av upplevelsen, mättes puls och andningsfrekvens fortlöpande under försöket.

Slutsatser: "De fysiologiska mätningarna visade endast för Rött nästan genomgående tydliga resultat. I övriga färger var inga regelbundna ändringar iakttagbara".

Även för rött var reaktionen individuell. "En allmän, för alla människor giltig färgverkan måste vi efter våra resultat i fysiologiskt avseende betvivla, medan den i psykologiskt avseende väsentligen kunde bekräftas".

Litteraturhänvisningar

- Aksugür, Erdal (1978) Effects of surface colours of walls under different light sources on the perceptual magnitude of space in a room *Color* 77, p 388-391.
- Arbetarskyddsnämnden-Brevskolan (1977), Belysning, ett kompendium för vidareutbildning.
- Boyce, P.R. (1977), Investigations of the subjective balance between illuminance and lamp colour properties, *Lighting Res. and Technology*, 9, p 11-24.
- de Boer & Fischer (1977) Interior Lighting, Philips Technical Library, Antwerpen. Där: kapitel 4.2.2 (p 97-100) refereras undersökningar av Bodman et al (1967)
- de Laney et al. (1978) An examination of visual clarity with high color rendering fluorescent light sources, *Journal of IES*, 7, No 2.
- Evans, Ralph (1974) The perception of color, New York.
- Flynn, John (1977:1) A study of subjective responses to low energy and nonuniform lighting systems, *Lighting design and application*, febr. p. 6-14.
- Flynn & Spencer (1977:2) The effect of light source color on user impression and satisfaction, *Journal of IES*, april, p 167-178.
- Gebert, Frank (1977) Psychologische und physiologische Wirkungen von Umgebungsfarben, (doktorsavhandling). Aus dem physiologischen Institut der Universität Marburg/Lahn.
- Helson, H & Lansford, T (1970) The role of spectral energy of source and background color in the pleasantness of object colors, *Applied Optics*, 9, No 7, p 1513-1539.
- Henningsen, Poul (1974) Om lys, artiklar från åren 1921-66, utgiven av Rhodos förlag, Köpenhamn
- Hesselgren, Sven (1966) Miljöperception, Lund

- Hesselgren, Sven (1969) The language of architecture, Studentlitteratur, Lund.
- Jaeckel, G (1928) Die Blendung durch farbiges Licht. Kort notis i Naturwissenschaften, p 979
- Kanaya et al. (1978) Subjective balance between general colour rendering index, colour temperature, and illuminance of interior lighting. Sammanfattning inför Kyoto-konferensen 1979, översänt till CIE tekn.kommitté TC 3.5
- Katz, David (1935) The world of colour, London.
- Kruithof (1941): se Hesselgren p 102 eller Henningsen p 85
- Lemons & Robinson (1976) Does visual clarity have meaning for IES illumination recommendations for task lighting? Lighting design and application, nov. p.24-28
- Liljefors (1977) Förslag till program för verksamheten inom belysningsområdet vid KTH-A 77 09 15 (däri sid. 10,11,12,18, 1:2 samt bilaga 11)
- O S A (Committee on colorimetry, Optical Society of America, 1963) The science of color 7:e tryckningen 1970.
- Purdy, D. (1931) On the saturations and chromatic thresholds of the spectral colours. British journal of psychology, vol 21, p 283-313
- Sällström, Pehr (1970) Miljön som sinneserfarenhet, tidskr. På väg mot en ny pedagogik, nr 2. p.29-33.
- Sällström Pehr (1977) Belysning och färgseende. University of Stockholm, Institute of Physics. Report USIP 77-21.
- Sällström, Pehr (1978) Färgblindas miljöupplevelse, en orienterande förstudie utförd vid avdelningen för formlära, A-sekt. KTH, Stockholm.
- Tilton, Homer B. (1977) Scotopic inminosity function and color-mixture data, J. Opt.Soc. Am. Vol 67. p 1494-1501.

Valberg, Seim, Sällström (1979) Colour Rendering and the
Three-Band Fluorescent Lamp.
Presenteras vid CIE-konferensen i
Kyoto, 1979

Ädelqvist, Christina (1978) Belysning i arbetsmiljö.
Planeringsunderlag för brukare och
projektörer,
Byggforskningen, rapport R14:1978.

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 770947-6 från Statens råd för byggnadsforskning till Avdelningen för formlära, Tekniska högskolan, Stockholm.

R146: 1979

ISBN 91-540-3143-5
Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6700046

Abonnemangsgrupp:
Y. Byggnadsfunktion

Distribution:
Svensk Byggtjänst
Box 7853
103 99 Stockholm

Cirka pris: 20 kr exkl moms