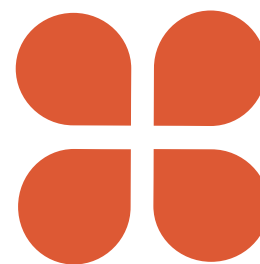


Vårda väl



Riksantikvarieämbetet april 2014

Ljusmätning

Ljus är en viktig del i upplevelsen av en utställning eller miljö. Samtidigt kan ljuset förändra färger och ändra materialens fysiska egenskaper. För att kontrollera ljuset och eventuellt åtgärda ljusnivån behöver ljuset mätas. I detta rådgivningsblad beskrivs hur ljuset kan mätas i olika situationer.

Varför mäta ljuset?

Ljusets nedbrytande effekt kan ge synliga färgförändringar men också leda till ändrad löslighet och försvagning av material. Organiska material såsom papper, textilier, läder, fjädrar, oljor, och organiska färgämnen är särskilt utsatta.

Skador från ljus beror på den totala ljusdosen materialet utsätts för. Om belysningsstyrkan höjs till det dubbla, bör man alltså förkorta utställningstiden till hälften. Vill man minska skadeeffekten, bör man både dra ned på belysningsstyrkan och tiden föremålet är belyst.



Mätning av ljus i utställningsmiljö. I bakgrunden syns del av konstverket "Tulla och Munch" av Cecilia Sikström.
Foto: Riksantikvarieämbetet CC BY.

Allt ljus är inte lika skadligt. Ljus med kortare våglängder orsakar i allmänhet mer skada än ljus med längre våglängder. Blå-violett ljus är således mer skadligt än röd-gult ljus. UV är kortvågig strålning som inte bidrar till synupplevelsen och som därför bör undvikas eller minimeras. Dagsljus är mer skadligt än artificiellt ljus då UV-innehållet är större.

Att kontrollera ljuset är viktigt för att kunna skapa en bra miljö för föremålen. För att veta när man behöver åtgärda något, till exempel genom att använda gardiner eller flytta på ett föremål, behöver man kunna mäta ljuset.

Hur mycket ljus är acceptabelt?

Målet är att hitta en belysningsnivå som gör att betraktaren kan se föremålet tillfredsställande samtidigt som man tar ansvar för föremålets långsiktiga förvaltning. Det kan man göra genom att i största möjliga mån undvika UV-strålning samt kontrollera den totala ljusexponeringen. Det kan handla om att justera utställningstiden eller installera styrning som gör att belysningsnivån ökar när en besökare närmar sig, och minskar igen när ingen besökare är i närheten.

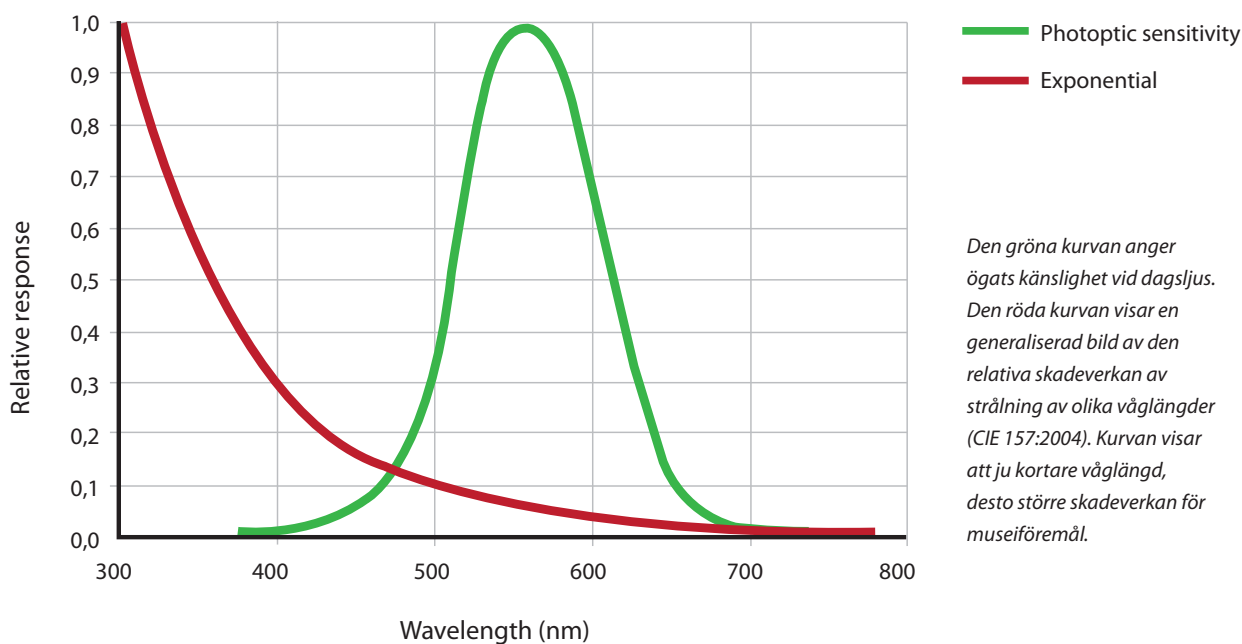
Olika föremål är olika ljuskänsliga. Allmänt sett är organiska material som färgämnen, papper och

textil mer ljuskänsliga än oorganiska material som metaller, glas och keramik. För mer information om olika föremålskategoriers ljuskänslighet se Vårda Vål-bladet *Ljusets påverkan på museiföremål*. Man kan också kontakta en konservator för bedömning av ljuskänsligheten i enskilda föremål.

De generella riktlinjer för olika föremålskategorier som är accepterade i branschen återges i Vårda Vål *Ljusets påverkan på museiföremål*. Där finns såväl en rekommenderad belysningsnivå som en rekommenderad maximal årlig ljusdos uttryckt i lux-timmar per år. Man kan betrakta rekommendationerna som en fingervisning. Genom att göra en riskanalys där man tar hänsyn till föremålets ljuskänslighet, dess förväntade livslängd samt visuell tillgänglighet kan man göra en individuell bedömning.

Att mäta ljus: allmänt

Det finns huvudsakligen två olika sätt att mäta ljus och strålning. I ena fallet, *radiometrisk mätning*, mäter man den rena strålningsenergin utan hänsyn till hur människan uppfattar strålningen. Den grundläggande storheten kallas strålningsflöde och mäts i watt. Ofta är man intresserad av hur mycket effekt som infaller på en yta och man mäter då irradians (eller strålningstäthet) med enheten watt per kvadratmeter (W/m^2).



Det andra sättet att mäta kallas *fotometriskt* och handlar om att mäta ljuset såsom människan uppfattar det. I fotometri rör man sig alltså i den delen av spektret som människan uppfattar, alltså mellan 380 och 780 nanometer. Det mänskliga ögat är som mest känsligt för ljus i det gul-gröna området, runt 555 nm (se diagrammet på föregående sida). Alla fotometriska storheter tar hänsyn till hur ögat uppfattar ljuset och är således viktade enligt ögats känslighetskurva. Enheten som normalt används är lux (lumen per kvadratmeter) vilket man mäter med en luxmätare.

I museivärlden använder man sig huvudsakligen av fotometriska mätningar och begrepp. Vid mätning av UV, som ju är osynlig för det mänskliga ögat (såvida man inte ställer ut fluorescerande material), används dock radiometriska storheter och enheter.

Att mäta "synligt" ljus

Ljus mäts med en luxmätare. Luxmätaren viktar ljuset enligt ögats spektrala känslighet så att man får ett värde på hur mycket ljus ögat uppfattar. Eftersom ögat inte uppfattar UV registreras inte detta av luxmätaren. Även de violetta och blå våglängderna blir relativt sett underrepresenterade eftersom ögat är relativt okänsligt för dessa.

Att mäta UV

UV-strålning finns i dagsljuset och i ljuset från till exempel lysrör. I glödljuset finns en liten mängd UV. LED-lampor för museibruk brukar inte avge UV (fråga leverantören).

UV är kortvågig strålning som är mer energirik än synligt ljus och som inte gör att vi ser bättre. Därför bör man i möjligaste mån undvika UV i miljöer med ljuskänsliga objekt. Det kan göras genom att använda ljuskällor fria från UV, såsom LED-lampor, eller genom att använda UV-filtrer. Filter kan användas på ljuskällan eller på fönsterglas. Det rekommenderas att man kontrollerar UV-filtrets funktion med jämna mellanrum. Man kan också använda specialglas som filtrerar bort UV.

Som tidigare nämnts mäts UV radiometriskt, det vill säga, man mäter strålningsenergin inom ett visst våglängdsområde. UV anges ofta i mikrowatt per kvadratcentimeter ($\mu\text{W}/\text{cm}^2$). I museibranschen är det också vanligt att räkna om detta värde för att visa hur stor andel UV det är i ljuset som faller in mot sensorn. Detta värde anges i mikrowatt per

lumen ($\mu\text{W}/\text{lumen}$). I detta fall har avståndet till ljuskällan inte någon betydelse. Många mätare på marknaden som vänder sig till museer ger både $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ och $\mu\text{W}/\text{lumen}$.

Det finns i dagsläget ingen standard för den spektrala känsligheten hos UV-mätare. UV-mätare på marknaden har varierande spektral känslighet vilket innebär att olika delar av UV-spektret kommer bidra mer eller mindre till den totala uppmätta UV-nivån. I praktiken innebär detta att den uppmätta UV-strålningen i en viss situation riskerar att variera beroende på vilken typ av mätare som används.

En UV-mätning kan indikera om man har UV i ljuskällan. Att göra en tillförlitlig kvantitativ mätning av hur mycket UV ett föremål exponeras för är dock svårt med de mätare som idag finns på marknaden för museibruk.

Ljusdos

I rekommendationer anges ofta den maximala ljusdosen per år som ett föremål får utsättas för. Detta anges i lux-timmar per år och räknas ut genom att multiplicera belysningsstyrkan (i lux) med antalet timmar museet håller öppet per år. Därutöver får man lägga till annan tid belysningen är tänd som till exempel vid städning. Detta förutsätter att museet är släckt övrig tid och att man inte har fönster som släpper in dagsljus vid övriga tider på dygnet.

Genom att beräkna den årliga ljusdosen och utgå ifrån den i rekommendationer snarare än att specificera maximala lux-nivåer, kan man vara mer flexibel och tillåta varierade lux-nivåer beroende på vad som är lämpligt för ett visst föremål eller en viss utställning.

I vissa fall kan det vara bra att styra ljuset så att belysningsstyrkan ökar när en besökare närmar sig ett föremål eller en monter. På så sätt kan den totala ljusdosen bli mindre.

När och hur ofta ska man mäta?

Om man bara har artificiell belysning bör man mäta när installationen är färdig och sedan kontrollera regelbundet så att ingen inställning ändrats (vilket kan hända till exempel vid evenemang i museilokalerna eller vid underhållsarbeten).

Om man har infallande dagsljus i rummet varierar ljuset med dygnet, årstiden och väderleken.

Även UV-innehållet i dagsljuset varierar. För att få en uppfattning om hur mycket ljus som faller in under olika tidpunkter kan man göra en kontinuerlig mätning med en ljusmätare som kan logga data över tid. Placeringen av sensorn har stor betydelse. Ofta vill man placera mätaren där det faller som mest ljus i förhållande till föremålet.

Mätning

När man mäter ljuset håller man ljusmätaren parallellt med föremålets yta och ser till att man inte själv skuggar sensorn. Tänk på att även undvika att skugga indirekt reflekterat ljus som faller på föremålet. Ett vitt golv ger till exempel mer reflekterat ljus än ett mörkt. Mäter man på flera olika ställen så märker man var mest ljus faller. Kontrollera också skalan vid avläsning så att den är lämplig i det aktuella fallet, ibland kan man själv ändra skalan så att man läser av lux i tiotal osv.

Val av instrument

Inför val av ljusmätare bör man tänka igenom vilka funktioner man har behov av. Mätområde, känslighet och felmarginal bör också beaktas. En spektralfördelningskurva ska finnas specificerad för instrumentet, så att man får en bild av instrumentets känslighet vid olika våglängder.

Följande funktioner kan vara önskvärda vid val av mätinstrument:

- display för avläsning av värde
- indikering som visar att instrumentet är i aktivt läge under loggning
- "hold"-funktion som håller kvar mätvärdet när man flyttar mätaren är praktiskt när man inte kan avläsa mätvärdet direkt
- indikator för batterinivå
- loggningsfunktion för kontinuerlig mätning (särskilt användbar i miljöer där ljuset skiftar)
- användarvänlig mjukvara för dataloggning
- möjlighet att avläsa den ackumulerade ljusdosen
- tillräckligt brett mätområde vad gäller minimum och maximum värde för lux.

Skötsel och kalibrering av instrument

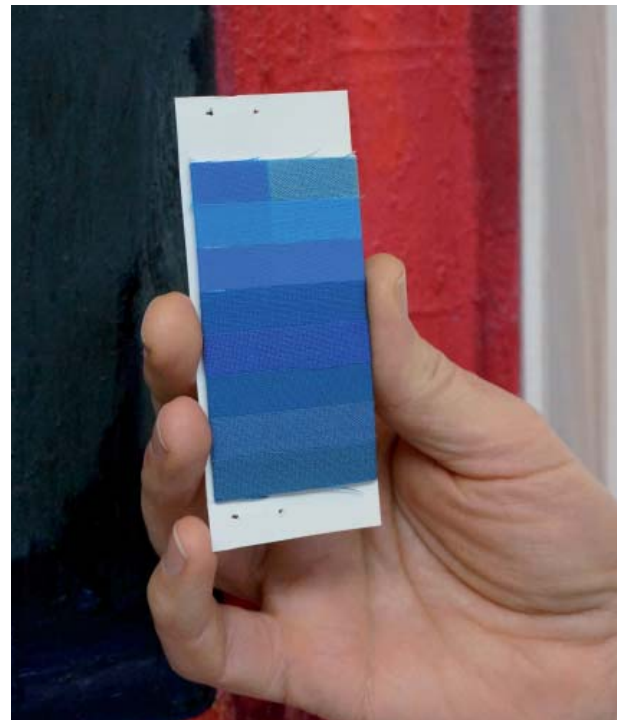
Instrumentens sensorer skyddas normalt av ett plastfilter. Var rädd om filtrets yta för att undvika damm eller repor. Filtrets yta kan torkas av försiktigt med en mjuk trasa vid behov.

Kalibrering är alltid viktigt för mätinstrument. Luxmätare av god kvalitet håller sig dock normalt relativt stabila. Man kan kontrollera sin luxmätare genom att jämföra den med en annan luxmätare. Får man indikationer på att luxmätaren avviker kan man kontakta leverantören för kalibrering.

Vill man kontrollera en UV-mätare genom att jämföra med ett annat instrument måste man jämföra med samma sorts instrument eftersom olika UV-mätare kan ha sensorer med olika känslighetskurvor.

Mätosäkerhet

Instrumentens onoggrannhet brukar anges i den tekniska specifikationen. Luxmätare kan ha en onoggrannhet på omkring ± 5 procent medan UV-mätare ofta har en större onoggrannhet, upp till ± 10 procent. Till detta kommer andra osäkerhetskällor, där den största för luxmätare ofta är detektorns (bristande) anpassning till det mänskliga ögats känslighet. Detta innebär att om luxmätaren är inställd eller kalibrerad för mätning av ljus från en glödlampa, kan felet om man istället mäter ljus från ett lysrör bli betydande (ofta ± 10 procent eller mer för enklare luxmätare).



En typ av dosimeter består av åtta referensstyger av blått ylle, där nr 1 bleks dubbelt så fort som nummer 2 etc.

Foto: Riksantikvarieämbetet CC BY.

Begrepp

Radiometriska storheter	Enhet	Fotometriska storheter	Enhet
Strålningsflöde	Watt (W)	Ljusflöde	Lumen (lm)
Irradians	W/m ²	Belysning (illuminans)	lm/m ² = lux

Som tidigare nämnts kan UV-mätare dessutom ha olika spektral känslighet vilket innebär att den uppmätta UV-strålningen i en viss situation riskerar att variera beroende på vilken typ av mätare som används.

Dosimetrar

För att få en uppfattning av den totala ljusdosen och blekningen den kan orsaka, eller utvärdera om en miljö är lämplig för utställning, kan man också använda engångsdosimetrar. Dessa består av material som vid ljusexponering ändrar färg på ett känt sätt. Dosimetrarna placeras man invid ett föremål eller på en plats man vill kontrollera och läser sedan av dem enligt instruktioner från leverantören.

Den vanligaste typen består av åtta blå referensstyger av ylle. Lämpligast täcker man för ena halvan av referensstygena. Man får då en illustrativ bild av vad som händer vid ljusexponering. Blåulls-proverna lämpar sig dock inte för riktigt låga ljusnivåer eller riktigt ljuskänsliga föremål.

Dosimetrar ersätter inte mätning av ljus, men de kan vara bra för att få en bild av den ackumulerade färgförändringen som orsakas av ljuset i kombination med övriga miljöfaktorer, som temperatur, luftfuktighet och föroreningar.

Framtidens mätning

Genom att mäta ljuset med en luxmätare och kontrollera den totala ljusdosen samt undvika UV, kan man på ett ansvarsfullt sätt förebygga ljusskador på föremål.

En nackdel med dagens lux- och UV-mätare är dock att man inte på ett enkelt sätt får ett helt rättvisande och jämförbart mått på den skadliga strålning föremål utsätts för om de exponeras för olika typer av ljuskällor (till exempel halogen, LED eller dagsljus). Det pågår utvecklingsarbete inom området och nya mätinstrument som utgår ifrån föremålets känslighet för strålning av olika våglängder (se diagrammet för relativ skadeverkan på s. 2) har börjat utvecklas. Riksantikvarieämbetet följer utvecklingen och uppdaterar dessa råd vid behov.

Litteratur och källor

CIE 157:2004. *Control of damage to museum objects by optical radiation*. Commission Internationale de l'Eclairage, Vienna.

PAS 198:2012. *Specification for managing environmental conditions for cultural collections*. The British Standards Institution, London.

Vårda Vål: *Ljusets påverkan på museiföremål*.

Riksantikvarieämbetet, Visby. <http://samla.raa.se/xmlui/handle/raa/3340>

Vårda Vål: *LED-belysning*. Riksantikvarieämbetet, Visby. <http://samla.raa.se/xmlui/handle/raa/347>

