



KRISTIAN RENSTRÖM | PAUL HÅKANSSON

BELYSNINGSTEKNIK

LJUSPLANERING OCH DIALUX
GRUNDKURS I DIGITAL LJUSDESIGN

Ljusplanering & Ljusstyrning

*En specialversion för
Installationsteknik, nivå 3*

Kristian Renström och Paul Håkansson

PAULHÅKANSSON
FÖRLAG

Förord

Den här boken är ett särtryck framtaget för att uppfylla det centrala innehållet i Installationsteknik, nivå 3, med särskilt fokus på:

”Belysningsberäkningar, till exempel med hjälp av CAD-baserade digitala hjälpmedel”

Materialet är bearbetat och utvalt ur vår populära faktabok Belysningsteknik – Ljusplanering & Ljusstyrning och kompletteras med teoretiska övningsfrågor samt praktiska DIALux-övningar. Tillsammans ger detta en grundkurs i digital ljusdesign med tydlig koppling mellan teori och praktisk tillämpning.

Författarpresentation

Kristian Renström

Jag är huvudförfattare till detta läromedel och utbildad ljusdesigner från Ljushögskolan i Jönköping. I dag arbetar jag som kreativ chef i belysningsbranschen, med fokus på att utveckla ljuskoncept och nya innovativa idéer som lyfter butiksupplevelsen.

Genom åren har jag arbetat både praktiskt och kreativt med ljus. Min bakgrund som elektriker ger mig en värdefull förståelse för de tekniska utmaningar som finns ute på fältet, samtidigt som den hjälper mig att skapa lösningar som fungerar i verkligheten – inte bara på papper.

Jag håller regelbundet kurser och föreläsningar inom ljusdesign och belysning, där jag brinner för att göra ljusfrågor begripliga, inspirerande och direkt användbara i yrkeslivet.

Min förhoppning är att den här boken ska väcka nyfikenhet, ge dig en grundläggande kunskap och inspirera dig att planera belysningsanläggningar där människan alltid står i centrum.

Paul Håkansson

Jag är medförfattare i detta läromedel och huvudförfattare till ett flertal titlar inom det el- och teletekniska området. Titlar som jag nu ger ut i egen regi på Paul Håkansson Förlag. Parallellt med mitt skrivande driver jag företaget PE Allkonsult AB med konsultverksamhet inom pedagogik och el-teleteknik. Jag har tidigare arbetat som elektriker i ett 15-tal år samt varit yrkeslärare på Elprogrammet i 15 år.



Kristian Renström



Paul Håkansson

PAULHÅKANSSON
FÖRLAG

Ljussplanering och ljusstyrning

Ljus är fantastiskt	5
Människan och ljuset	5
Vad är ljus?	6

1 Ögat och synsinnet

Ögat	8
Ögat fungerar som en kamera	8
Tappar och stavar skickar signaler till hjärnan	8
Ackommodation	9
Synintryck	9
Vad är synergonomi?	9
Ögats förmåga i ljus/mörker	10
Kontraster	10
Ljusstyrka och ljusfördelning	10
Ålder påverkar synsinnet	11
Bländning	12
Reflexer	12

2 Tekniska storheter, enheter och begrepp

Allmänna belysningstekniska begrepp	14
Belysningsstyrka	14
Belysningsstyrkan vid arbetsplatsen	14
Mätning av belysningsstyrka	14
Hur utförs mätning av belysningsstyrka?	15
Redovisning av mätresultat	15
Luxtalet har styrt för mycket!	16
Dagsljus	16
Dagsljusfaktor	16
Luminans	16
Luminans – en viktig faktor för bra belysning	17
Mätning av luminans	17
Reflektans	19
Begrepp kring ljuskällor och armaturer	19
Ljusstyrka	19
Ljusflöde	19
Ljusutbyte/energieffektivitet	19
Ljuskvalitet	20
Val av färgtemperatur	20
Färgåtergivning	21
Spektraldiagram	21
Det visuella är det vi ser, det fysikaliska är det vi mäter	31
Visuella effekter	31

3 Grundläggande ljusplanering

Richard Kelly	23
Att välja rätt ljus	24
Välj kvalitetsnivå	24
Ekonomi och underhåll	24
Hur ska rummet användas?	24
Dagsljus och fönster	24
Ljusinfallet från höger/vänster	25
Belysningsprinciper för kontorsarbetsplatser	25

4 Ljuskällor

Lysdiod – LED

Hur fungerar en lysdiod	27
Jämförelse ljuskällor	28
Färgtemperatur	28
Lysdiodens effektivitet	29
LEDs förmåga att återge färger	29

5 Armaturer

Vad är armaturens uppgift?	31
CE-märkning eller S-märkning?	31
Armaturers olika delar	32
Kapslingsklasser	32
Reflektorer – riktar ljuset	33
Armaturtyper	34
Dekorative armaturer	34
Armaturer för lysrör	34
Infällda armaturer	34
Pendelarmaturer	34
Väggarmaturer	35
Spotlights	35
Downlights	35
Industriarmaturer	36
Utomhusarmaturer	36
Fiberoptisk belysning	37

6 Ljusplaneringsprocessen

Vem gör vad i processen?	39
Ta reda på...	39
Planeringsstruktur	40
1. Analysera	40
2. Planera	44
3. Granska	45
4. Dokumentera	47
5. Utvärdera	48
Ljusbildning	50
Samla samtliga dokument	50

7 Trådlös ljusstyrning

Teknikalternativ	51-54
------------------	-------

DIALux evo - ditt verktyg i denna kurs

Ljusplanering – vem ansvarar för vad?	55
Beställare	55
Planeringsansvarige	55
Dokumentera	55
Databaserad ljusberäkning	56
DIALux evo	56

Välkommen till faktakoll och DIALuxövningar

Ljus är fantastiskt

Ljuset ger oss känslor, upplevelser och information som gör att vi uppfattar och förstår vår omgivning. Ibland är ljuset en nödvändighet, ibland ett sätt att skapa visuella effekter och/eller att försköna omgivningen.

Alla kan vi relatera till ljusets effekter. Tänk dig in i följande situationer och känn efter hur ljus skapar harmoni.

- Sänglampans varma sken som riktas mot boken som du läser innan du somnar.
- Det blå havet du ser framför dig en varm och solig sommar dag.
- En vacker fasad som vid mörkrets inbrott är belyst av ljus som ytterligare förskönar byggnaden.



En fasad som uppmärksammas även i mörker och ytterligare förskönas med belysning.

Solen, en stor energikälla. På ett år får en kvadratmeter av jordytan i de solrikaste delarna ta emot mer än 2000 kilowatt-timmar solenergi. Det skulle räcka för att koka en kastrull vatten oavbrutet i sex veckor.

Människan och ljuset

Solljuset är en förutsättning för liv på jorden. Ljuset behövs till mer än att man ska kunna se. Under årtusenden gick vi upp med solen för att utföra våra sysslor och slutade när det blev mörkt. Men i och med den moderna industrialiseringen ändrades våra vanor. När det elektriska ljuset uppfanns hade man helt plötsligt andra tider att utföra arbetet på.

Kortisol och melatonin

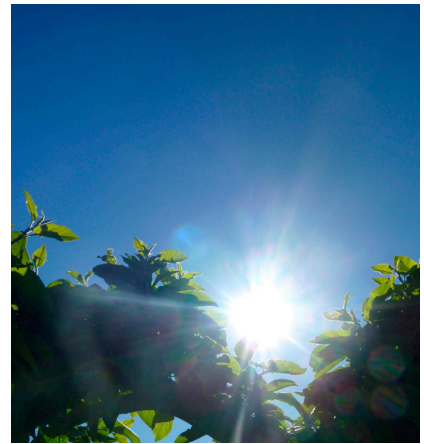
De hormoner som styr vår dygnsrytm är kortisol och melatonin. Kortisolet gör dig pigg, alert och produktiv under dygnets ljusa timmar. Melatonin gör dig sömnig vid mörkrets inbrott på kvällen. För att kroppen ska kunna producera kortisol och melatonin behövs det tillräckligt med ljus. Olika forskningsresultat har visat att en kombination av dagsljus och ljuskällornas egenskaper vid olika tidpunkter av arbetsdagen ökar prestation och trivsel. Som du säkert förstår finns det många lärdomar som vi kan dra nytta av när vi utför vår ljusplanering.

Den tredje receptorn

För ungefär tjugo år sedan upptäckte forskare i USA att det också fanns en tredje typ av ljusreceptor i ögats näthinna.

Dessa känner enbart av blått ljus och skickar signaler till kroppens "centrala klocka", en mycket liten samling celler i hjärnan. Signalerna hämmar produktionen av melatonin (sömnhormoner), vilket hjälper kroppen att veta att det är dag.

Denna nya forskning kan man använda för att utveckla belysningsarmaturer med ljuskällor som ger detta blåa ljus (i kombination med alla andra våglängder) för att öka vår vakenhet vid arbetsplatsen. Tyvärr uppfattas dock det blåa ljuset som visuellt tråkigt, och bör endast användas under kortare tid på dagen.



Blått ljus gör oss piggare!

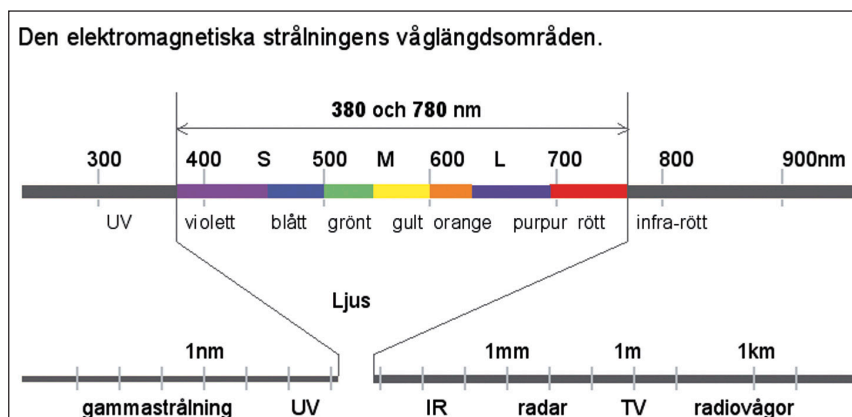
Vad är ljus?

Några 1600-talsfilosofer trodde att ljus var synlig strålning. De hade fel. Trots detta kan man än idag läsa i böcker att ljus är synlig strålning. Ljus och mörker handlar om sinnesupplevelser och om hur vårt öga och vår hjärna tolkar skillnader mellan ljus och mörkt. Den elektromagnetiska strålningen är omöjlig för oss att se, eftersom den består av osynliga så kallade fotoner. Fotonflödet bär information med en viss intensitet och våglängd. Först när fotonflödet träffar en yta och sedan reflekteras till ögats nervlager blir det en synupplevelse. Vi ser alltså inte fotonflödet, utan det vi ser är ytor som träffas av elektromagnetisk strålning inom våglängdsområdet 380–780 nm. I likhet med annan elektromagnetisk strålning i andra våglängdsområden, till exempel radio- och TV-vågor, fortplantar sig ljuset med en hastighet av 300 000 km/s.

Ljus med våglängder omkring 360 nm är violett och ljus med våglängder omkring 750 nm är rött. Mellan dessa finner vi våglängder av blått, grönt och gult ljus och alla nyanser av denna strålning. Precis som de färger som visas i regnbågen. I solljuset finns alla våglängder av ljus. Att en växt är grön beror på att bladen absorberar ("suger in") ljus av andra våglängder än inom det gröna området. Det gröna ljuset reflekteras därför och uppfattas av våra ögon.

Ljus i fysikens mening (fotoner) går inte att se. Det vi ser är belysta ytor.

Måttenheten för ljusstrålning är nanometer, som förkortas nm.



Ljus är synupplevelser som uppkommer när ytor belyses med elektromagnetisk strålning inom våglängderna 380–780 nm. Varje spektralfärg har sitt eget våglängdsområde.

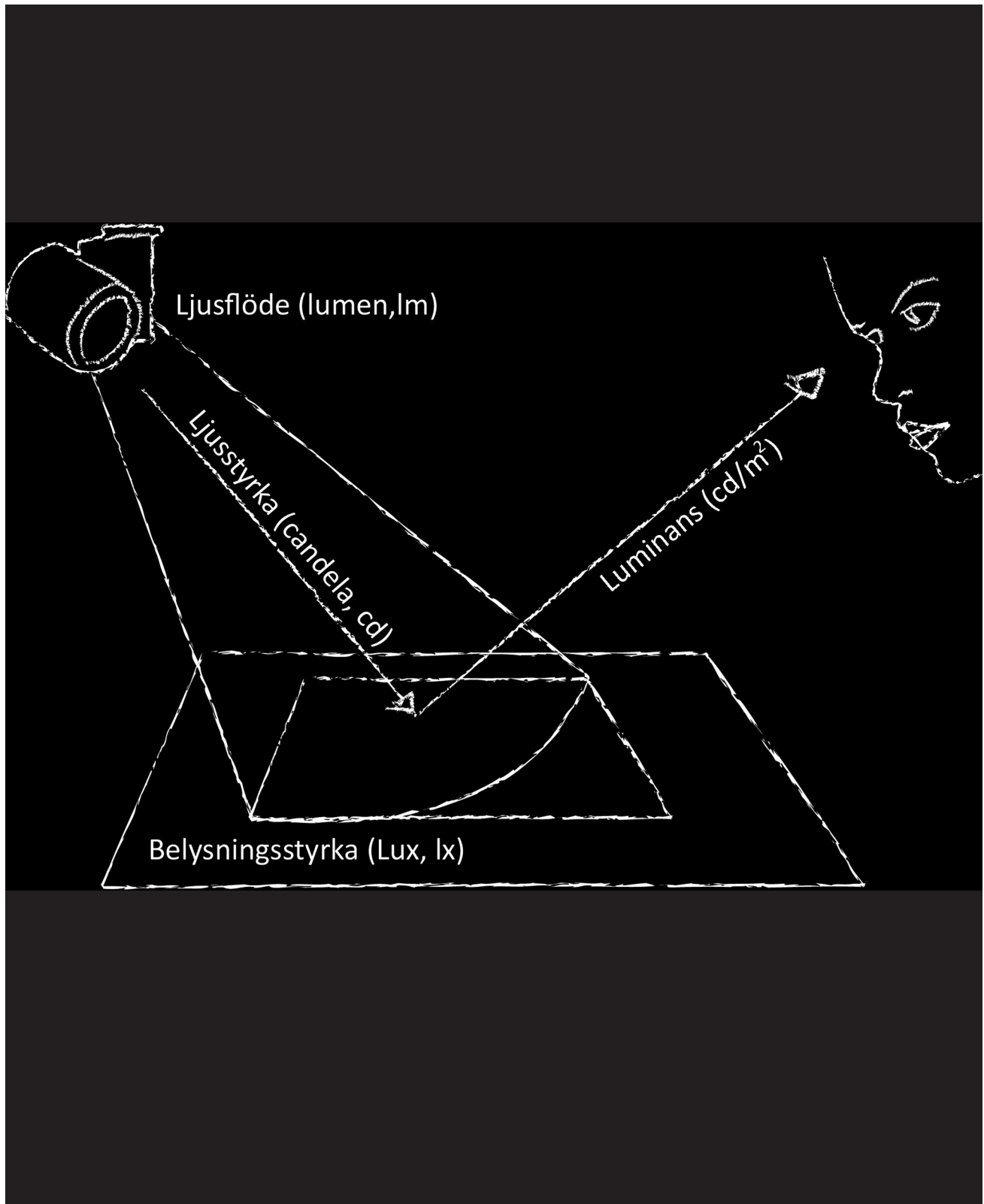
1 Ögat och synsinnet

Ögat och hjärnan ett samspelt lag!



2 Tekniska storheter, enheter och begrepp

Begrepp och storheter är en nödvändiga kunskaper när du ska välja armatur, reflektortyp och ljuskälla i din projektering.



3 Grundläggande ljusplanering

Den planeringsansvarige för en belysningsanläggning kan snart vara du! Vad gäller då?



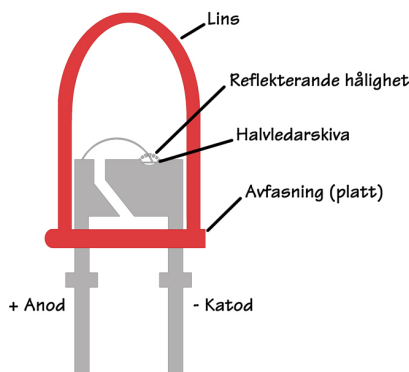
4 Ljuskällor

**Det finns mängder av olika ljuskällor.
Vad ska man välja?**



Lysdiod – LED

Idag är det självklart att vi alltid använder LED som ljuskälla när vi projekterar en ny belysningsanläggning. Men så har det inte alltid sett ut och historiskt har vi haft mängder med ljuskällor att förhålla oss till.



Exempel på de ingående komponenterna i en lysdiod utan kylning.

Hur fungerar en lysdiod?

LED är en förkortning av Light Emitting Diode, det vill säga en lysdiod. LED har revolutionerat belysningslandskapet. Höga ljusflöden ger suverän effektivitet och ekonomi. Livslängder på tiotusentals timmar gör att man, istället för att byta ljuskälla, kan byta till en helt ny armatur. Därför går trenden mot att belysningsstillverkarna utvecklar LED-armaturer som täcker belysningsprojektets hela behov. Från att tidigare mest ha varit en accentlösning, har man anpassat LED-tekniken för allmänbelysning och kraftfulla spotlights, såväl inomhus som utomhus.

En halvledare som utstrålar ljus

Lysdioden är en halvledare som utstrålar ljus när den utsätts för elektrisk påverkan. Lysdioden drivs med likström, DC (oftast 12 eller 24 V) och kräver oftast ett separat driftdon eller en "driver". Lysdioden är mycket liten; den aktivt lysande ytan är inte större än 1–2 mm². En enda diod ger sällan tillräckligt med ljus för att lösa en belysningsuppgift. För att enheten ska fungera krävs också att den monteras på ett kretskort. Därför sätts flera lysdioder samman i ett kluster till en LED-modul.

Vilken färg ljuset får, beror på vilka material som lysdioden är tillverkad av. Grundfärgerna är rött, orange och grönt samt blått i olika nyanser. Vitt ljus framställs genom att en blå diod förses med ett lager fosforbaserat lyspulver.

5 Armaturer

Vackra armaturer att se på, men har de rätt egenskaper?



6 Ljusplanerings- processen

Ljusplaneringsprocessen, är ett projekt med många inblandade och med dig i centrum. I kapitlet kommer vi att fokusera på processen kring arbetsplatser.



7 Trådlös ljusstyrning

Det blir allt vanligare att vi styr vår belysning trådlöst.

Används främst till:

- Bostäder
- Restauranger
- Mindre projekt, typ kontor

Teknikalternativ.

Det finns många olika tekniker där man oftast använder sig av blåtandsteknik, även kallad Bluetooth. Även andra olika typer utav frekvenser kan användas och även WiFi styrning. Gemen-samt med detta med dessa system är att man ska undvika att använda trådar till sina styrknappar och komponenter. Vi kommer här prata om några av de vanligaste styrsystemen som finns både för hemmabruk men också professionellt bruk. Det blir allt vanligare att systemen pratar med varandra så att du exempelvis kan använda ett system från Lutron i ditt Casambinätverk

Bluetooth Low Energy – BLE

Bluetooth Low Energy är den snabbast växande radiotekniken på marknaden och används i allt ifrån trådlösa hörlurar, högtalare, klockor och mobiltelefoner. Den har nu även gjort sitt intåg inom belysning. Tekniken som sådan drivs på av utvecklingen av framför allt mobiltelefoner och dess tillbehör, och idag är vi uppe i BLE 5.x. Varje generation har fört med sig förbättringar inom dataöver-föring och energianvändning. Inom belysning används BLE i en mängd olika applikationer, allt från enkla styrningar av en enskild armatur till enklare standalone-system. Det stora genombrottet för BLE kom med BLE-mesh-nätverk, där varje enskild nod agerar individuellt samtidigt som det är en del av ett större nätverk. Fördelen med mesh-nätverk är att en nod kan falla bort utan att det påverkar resten av nätverket, så det finns inga s.k. single points of failure. Detta innebär att styrsystemet finns i varje enskild nod istället för i en central punkt, vilket gör det mindre sårbart.

Bluetooth Low Energy kan nyttja flera olika protokoll och de flesta kan på produktnivå interagera med de vanligaste förekommande standarderna som t.ex. DALI, 1-10 V, bakkantsdimring eller andra styrlösningar, så det är idag relativt enkelt att förvandla en traditionell anläggning till trådlös BLE.

Välkommen till faktakoll och DIALuxövningar

Faktakoll

Du kommer få frågor på kapitlets innehåll. Se din inläring som viktig kunskap för att lyckas med dina framtida ljusplanerings- och ljusstyrningsuppdrag.

DIALux evo

Från och med kapitel 3 kommer du få utföra DIALuxlektioner. Du kommer där och i efterföljande kapitels lektioner utveckla dina kunskaper inom DIALux. Samtidigt kommer faktaboken successivt ge dig mer och mer kunskap inom ljusplanering.

Ljusskolan

En rekommendation är att du tidigt tar del av Belysningsbranschens kanal på Youtube. Sök på "Ljusskolan" (sju avsnitt).



Allt ljus och mörker bidrar till olika upplevelser och känslor. I övningsboken ska du träna på ljusets alla olika beståndsdelar.

BELYSNINGSTEKNIK

Ljusplanering och DIALux – Grundkurs i digital ljusdesign

Den här boken är ett särtryck framtaget för att uppfylla det centrala innehållet i Installationsteknik, nivå 3, med särskilt fokus på:

”Belysningsberäkningar, till exempel med hjälp av CAD-baserade digitala hjälpmedel”

Materialet är bearbetat och utvalt ur vår populära faktabok belysningsteknik – Ljusplanering & Ljusstyrning och kompletteras med teoretiska övningsfrågor samt praktiska DIALux-övningar. Tillsammans ger detta en grundkurs i digital ljusdesign med tydlig koppling mellan teori och praktisk tillämpning.

Innehållet ger en helhetsförståelse för ljus och seende samt hur god belysning planeras med människan i centrum. För att kunna utforma en fungerande belysningsanläggning är det nödvändigt att förstå sambandet mellan armaturens prestanda, placering, rummets utformning, dagsljus och individens synförutsättningar. Därför behandlas områden som ögat och seendet, färg, gestaltning, ljus, ljusplanering och belysningsteknik.

Paul Håkanssons utgivning, numera i egen regi, består av nedanstående läromedel med tillhörande arbetsmaterial i form av övningsbok och elevguide/arbetsuppgifter. Arbetsmaterialet finns även som ett interaktivt AI-verktyg som ersätter de tryckta versionerna.



PAULHÅKANSSON
FÖRLAG