

SLUTRAPPORT AVSEENDE PROJEKT 32382-1

**INVENTERING AV KUNSKAPSLÄGET AVSEENDE UTVÄRDERING
AV OLIKA TYPER AV LJUSKÄLLOR**

Förslag till en öppen databas om ljuskällor

Thorbjörn Laike

Marianne Küller

**Miljöpsykologi, Institutionen för arkitektur och byggd miljö
Lunds Tekniska Högskola, Lunds Universitet**

2010

FÖRSLAG TILL EN ÖPPEN DATABAS OM LJUSKÄLLOR

Förord

Energimyndigheten beviljade 2009 Miljöpsykologi, Institutionen för arkitektur och byggd miljö vid Lunds Tekniska Högskola, Lunds Universitet, stöd för att analysera förutsättningarna för att bygga upp en öppen databas för erfarenhetsutbyte mellan belysningsområdets olika aktörer. Projektet har genomförts inom ramen för ”Program för energieffektivisering inom belysningsområdet”.

Projektarbetet inleddes hösten 2009. En referensgrupp bildades, bestående av Leif Berggren, Philips AB, Stockholm, Jonas Sparthan, Vägverket (Trafikverket), Göteborg, Tommy Govén, Fagerhult AB, och Nils Svendenius, Jönköpings Tekniska Högskola.

Referensgruppsmöten har hållits fortlöpande under arbetets gång. Det första hölls i Lund i november 2009, då en tidplan upprättades. Diskussionerna om databasens innehåll fortsatte i ett telefonmöte i december. I januari hölls ett sammanfattande referensgruppsmöte i Stockholm. Vid detta tillfälle deltog referensgruppens medlemmar också i ett internationellt LED-seminarium i Stockholm.

I maj skickades ett utkast av arbetet till referensgruppen för synpunkter, som sammanställdes och ändringar och tillägg gjordes. Resultatet är föreliggande rapport.

Lund 2010-06-24

Thorbjörn Laike

Marianne Küller

Förord

INNEHÅLLSFÖRTECKNING	3
MILJÖPÅVERKAN FRÅN BELYSNING	5
Ekodesigndirektiv	5
Syfte och målgrupper	6
INTERNATIONELLA STANDARDISERINGSORGANISATIONER	7
INTERNATIONELLA UTVECKLINGS- OCH FORSKNINGS- ORGANISATIONER	8
SVENSKA STANDARDISERINGS- OCH INFORMATIONSKANALER	10
LJUSRELATERADE FORSKNINGSORGANISATIONER	13
SVENSK FORSKNING INOM LJUSOMRÅDET	16
DATABASER	18
DEN PLANERADE DATABASENS OLIKA KOMPONENTER	20
Avgränsningar	20
Språkval	20
Nyckelord	21
Grundläggande termer och begrepp	21
Produktdata	22
<i>LED – en annorlunda ljuskälla</i>	23
Vetenskapliga artiklar, böcker	25
<i>Open access</i>	27
Fallbeskrivningar av genomförda förändringar och nyinstallationer	27
Nationella och internationella organisationer	29
INLÄGGNING AV UPPGIFTER I DATABASEN	29
Inläggning av produktdata	29
Inläggning av fallbeskrivningar	30
Inläggning av forskningsresultat	30
GRANSKNING OCH KONTROLL	30
LÖPANDE UTVÄRDERINGAR	30
SÖKFUNKTIONER OCH JÄMFÖRELSEMÖJLIGHETER	31

UPPBYGGNAD AV DATABASEN	31
Alternativ 1	32
Alternativ 2	32
Finansiering	32
Placering	33
Ägande	33
Organisation	33
Uppstart	33
Drift och underhåll	34
KOSTNADSBERÄKNING	34
Alternativ 1	34
Alternativ 2	34
Sammanställning kostnader	36
<i>År 1. Initial uppbyggnadsfas</i>	36
<i>År 2. Fortsatt uppbyggnad</i>	37
<i>År 3. Driftskostnader</i>	38
BASALA KRAV	39
– JÄMFÖRELSE MELLAN ALTERNATIV 1 OCH ALTERNATIV 2	
REFERENSER OCH LITTERATUR	40

MILJÖPÅVERKAN FRÅN BELYSNING

Miljöpåverkan ur livscykelperspektiv analyserar en produkts miljöpåverkan under hela dess livscykel. För vissa produkter sker den största påverkan vid tillverkning, medan det för andra produkter är skrotningen som påverkar miljön negativt. För belysningsprodukter är det användning och drift som medför den största belastningen på miljön, man har konstaterat att cirka 90% av påverkan från belysningen beror på energianvändningen, medan resterande 10% fördelar sig lika på tillverknings- och skrotningsmomenten. En föråldrad belysningsanläggning drar ofta fyra gånger så mycket energi som en ny. Att byta ut gamla belysningsanläggningar är således förknippat med stora vinster i form av lägre energikostnad och mindre underhåll. En studie som gjorts av Energimyndigheten visar att mer än 63% av kontoren, 67% av idrottsanläggningarna, 73 % av landets skolor och hela 82% av sjukhusen har mer än 10-15 år gamla belysningsystem (Belysningsbranschens informations skrifter).

Energibesparingspotentialen med optimerad belysningsteknik är således stor. Belysningen använder idag 14% av all elektricitet inom EU. En besparing på produktnivå skulle kunna uppgå till 35% med ett snittvärde på 15%. Besparingen på systemnivå genom installation av effektiva belysningsystem och utnyttjande av närvaro- och dagsljusstyrning skulle kunna uppgå till 70% med ett snittvärde på 40%.

EU-beslutet att fasa ut glödlampan samt förbudet mot kvicksilverlampan har emellertid medfört att marknaden idag översvämmas av produkter vars kvalitet vi inte vet så mycket om (Kommissionens förordning 2009). Det finns därför behov av en samlad, lättillgänglig bild av kunskapen inom området. Föreliggande rapport är ett förslag till ett sådant verktyg.

Ekodesigndirektiv

I början på 1900-talet ersatte glödlampan fotogenlampan som främsta belysningskälla i Sverige (Garnert, 1993). I EU-kommissionen förordningar av den 18 mars 2009 om genomförande av Europaparlamentets och rådets direktiv anges ekodesignkrav för rundstrålande lampor för hushållsbruk samt för lysrör utan inbyggt förkopplingsdon, urladdningslampor med hög intensitet samt förkopplingsdon och armaturer som kan driva sådana lampor. Kraven på ökad energieffektivitet för energianvändande produkter har resulterat i en utfasning av produkter som inte uppfyller kraven. Utfasningen sker i tre huvudsteg från september 2009 till 2017, vilket ger tillverkarna tid att anpassa utformningen av de aktuella produkterna. Lampor som är satta på EU's inre marknad får säljas och användas tills de tar slut. 2016 ska utfasningen av glödlampan ha nått sitt mål, dvs i praktiken innebär dessa förordningar att glödlampans mer än hundraåriga historia går mot sitt slut. I Sverige beräknas förbudet mot glödlampor att spara tio procent av den el som används i hushållen.

Obligatoriska krav på ekodesign gäller för samtliga produkter på marknaden, oavsett var de installeras, och därför är inte kraven beroende av var produkten används t ex kontors- eller gatubelysning. Förordningen gäller produkter som i huvudsak är avsedda för allmänna belysningsändamål, dvs artificiellt ljus för normalt mänskligt seende.

Ekodesignkraven syftar till att förbättra de berörda produkternas miljöprestanda, bidra till den inre marknadens funktion och bidra till gemenskapens mål att minska energiförbrukningen med 20% fram till 2020. Ekodesignlagstiftningen har krav som säkerställer att energieffektiviseringen inte sker på bekostnad av kvalitet och/eller funktion, och inte heller på hälsa, sä-

kerhet eller miljö. Särskilt gäller att fördelarna med minskad elanvändning under användningsfasen ska vara större än eventuell extra miljöpåverkan vid tillverkning av de produkter det gäller. Samtidigt får tillverkarna också skyldighet att ge omfattande teknisk information på webbsidor och i teknisk dokumentation.

Tabell 1. Sammanfattning av utfasningen av glödlampor och ineffektiva ljuskällor inom EU.

September 2009	Alla matta rundstrålande lampor Klara rundstrålande lampor \geq 100 Watt
April 2010	Enkelfärgslysrör T8 T5 och T8 lysrör med Ra index <80
September 2010	Klara rundstrålande lampor \geq 75 Watt
September 2011	Klara rundstrålande lampor \geq 60 Watt
April 2012	Enkelfärgslysrör T10 och T12 Ineffektiva högtrycksnatriumlampor Ineffektiva metallhalogenlampor med E27, E40 och PGZ12 socklar
September 2012	Klara rundstrålande lampor \geq 15 Watt
April 2015	Kvicksilverlampor och högtrycksnatriumlampor retrofit
September 2016	Klara rundstrålande lampor $>$ 60 lumen
April 2017	Ineffektiva metallhalogenlampor \leq 405 Watt, E27, E40 och PGZ12

Syfte och målgrupper

Ekodesign syftar till att optimera produkters miljöprestanda och samtidigt bevara deras användningskvalitet, och den erbjuder därför nya och konkreta möjligheter för tillverkare, konsumenter och samhället. Enligt ekodesigndirektivet kan det, för att maximera miljövinsterna av förbättrad design, visa sig nödvändigt att informera konsumenterna om energianvändande produkters miljömässiga egenskaper och miljöprestanda och ge råd om hur de skall använda produkterna på ett miljövänligt sätt.

Ny teknik bedöms kunna energieffektivisera befintliga belysningsystem med mer än 50% jämfört med dagens konventionella teknik. Det är därför av stor vikt att följa och sprida den snabba kunskapsutvecklingen inom området till gagn för svenska organisationer som är uppköpare av belysning samt för belysningsindustrin, såväl som för enskilda konsumenter.

För konsumenten är det viktigt att ha tillgång till oberoende objektiv kunskap om såväl energieffektivitet som prestanda hos ljuskällorna i vår omgivning. Idag är sådan kunskap spridd på

många olika håll. Kunskap som inte är tillgänglig och lätt åtkomlig är ett generellt problem. Forskningsrön publiceras oftast som artiklar i vetenskapliga tidskrifter. Många studier har aldrig publicerats och därför inte synliggjorts. Detta gäller i stor omfattning också utvärderingar av olika belysningsfunktioner och system. En samlad kunskapsdatabas skulle bli en kunskapsdatabas som användas för återföring av erfarenheter vad gäller prestanda, kvalitet, underhålls- och driftproblem för olika belysningsystem. Har man möjlighet att välja det mest energieffektiva alternativet kommer man att kunna spara energi utan att ge avkall på kvalitet, och argument kommer att finnas för att välja en viss typ av ljuskälla. Genom att samla kunskapen på ett ställe, skulle möjligheterna öka för såväl bransch, beställare som allmänhet att göra övervägda och rationella val, baserade på objektiv, jämförbar och trovärdig kunskap.

Föreliggande rapport analyserar förutsättningarna för att bygga upp en databas för att beskriva ljuskällors kvalitet och för erfarenhetsutbyte mellan belysningsområdets olika aktörer, samt föreslå hur databasen ska organiseras. Syftet är också att ge förslag till hur löpande utvärderingar ska utformas.

Målgruppen är således bred, den omfattar enskilda konsumenter, bransch och beställare och uppköpare av belysning samt belysningsindustrin. En stor grupp är kommunernas inköpare, som både avseende inomhus- och utomhusbelysning har ett stort behov av neutral kunskap i samband med beställning och installation. Speciellt i mindre kommuner finns sällan denna expertkompetens. Man räknar med att 120 000 personer arbetar inom belysningsrelaterade branscher. I och med utfasningen av glödlampan och introduktionen av nya ljuskällor kommer enskilda personer också få ett större behov av information, då marknaden förväntas svämma över av nya, prövade produkter, varav LED är ett exempel.

INTERNATIONELLA STANDARDISERINGSORGANISATIONER

Kunskapen om ljuskällor är idag spridd. Den finns till exempel hos internationella organisationer, allmänna som branschspecifika, enskilda företag och myndigheter. Avsnittet beskriver dessa olika organisationer.

Standardisering är en process där man utvecklar tekniska specifikationer baserad på konsensus bland engagerade parter: industrin, inklusive små och medelstora företag, konsumenter, fackföreningar, icke-statliga miljöorganisationer och myndigheter. Standardiserings- och harmoniseringsarbete inom ljusområdet pågår inom ett antal organisationer, internationellt såväl som nationellt. Avsikten är bland annat att underlätta det gemensamma kvalitetsarbetet. Arbetet bedrivs av oberoende grupper, som arbetar på nationell, europeisk och internationell nivå. EU har sedan mitten av 1980-talet ökat bruket av standard som stöd för sin politik och lagstiftning. En europeisk standard (EN) är ett dokument som har antagits av ett av de tre erkända europeiska standardiseringsorganen: CEN, CENELEC eller ETSI.

CEN <http://www.cen.eu/cen/Pages/default.aspx>; <http://www.sis.se/>

European Committee for Standardization's nationella medlemmar är Nationella Standardiseringsorganisationer (NSOs) i de 27 EU-länderna samt Kroatien och länderna i European Free Trade Association (EFTA), Norge, Schweiz, Island och Liechtenstein. Varje land har en medlem. Det är CEN's nationella medlemmars ansvar att implementera europeisk standard

som nationell standard. National Standards Bodies distribuerar och säljer den implementerade europeiska standarden och måste dra tillbaka nationella standarder som är i konflikt med internationella. Sverige representeras av Swedish Standards Institute (SIS)

CENELEC <http://www.cenelec.eu/Cenelec/Homepage.htm>; <http://www.elstandard.se/>

Comité Européen de Normalisation Électrotechnique, den europeiska kommittén för elektroteknisk standardisering. CENELEC en ideell teknisk organisation som består av de nationella elektrotekniska kommittéerna i 31 europeiska länder. Dessa har arbetat tillsammans för europeisk harmonisering sedan 1950-talet, genom att skapa normer som begärts av marknaden och harmoniserade standarder till stöd för europeisk lagstiftning. CENELEC arbetar med 15.000 tekniska experter från de 31 europeiska medlemsländerna. Dess arbete ökar direkt marknadspotential, främjar teknisk utveckling och garanterar säkerhet och hälsa för konsumenter och arbetstagare. Svensk medlem är SEK, Svensk Elstandard.

ETSI <http://www.etsi.org/WebSite/homepage.aspx>

European Telecommunications Standards Institute producerar globalt tillämpliga standarder för informations- och kommunikationsteknik, inbegripet fasta, mobila, radio, konvergerade, TV- och internetteknik. ETSI är officiellt erkänt av EU som ett europeiskt standardiseringsorgan. ETSI har mer än 700 medlemsorganisationer i 62 länder över hela världen. ETSI's syfte är således att producera och revidera tekniska standarder. Arbetet utförs i kommittéer och arbetsgrupper bestående av tekniska experter från medlemsföretag och organisationer.

ISO <http://www.iso.org/iso/home.htm>

International Organization for Standardization är världens största utvecklare och utgivare av internationella standarder. ISO är ett nätverk för de nationella standardiseringsorganen i 161 länder, en medlem per land, med ett central sekretariat. ISO är en icke-statlig organisation som utgör en bro mellan den offentliga och privata sektorn. Å ena sidan ingår många av de anslutna i den statliga strukturen i sina länder, eller på uppdrag av sin regering. Å andra sidan har andra medlemmar sina rötter inom den privata sektorn. ISO verkar för samförståndslösningar som uppfyller både kraven från företag och ett bredare samhällsbehov.

INTERNATIONELLA UTVECKLINGS- OCH FORSKNINGSORGANISATIONER

IEA <http://www.iea.org/>

International Energy Agency. En av IEA's målsättningar är att främja samarbete mellan de 28 medlemsländerna och integrationen av energieffektiva och hållbara teknologier i hälsosamma byggnader och organisationer. Programmet Energy Conservation in Buildings and Community Systems (ECBCS) bedriver forskning och utveckling med målsättningen en näronn energiförbrukning och koldioxidutsläpp i den byggda miljön. Deltagande länder är Australien, Österrike, Belgien, Canada, Danmark, Finland, Tyskland, Grekland, Israel, Italien, Japan, Korea, Nederländerna, Nya Zeeland, Norge, Polen, Portugal, Sverige, Schweiz, Turkiet, UK och USA.

EnR <http://www.enr-network.org/>

European Energy Network är ett frivilligt nätverk bestående av 23 europeiska energiorganisationer med ansvar för planering, förvaltning eller granskning av nationell forskning och utveckling inom områdena energieffektivitet och förnybar energi samt klimatförändringar. Syftet är att stärka samarbetet mellan medlemsorganisationerna och andra europeiska aktörer i alla frågor av betydelse för hållbar energi som t ex energieffektivitet, hållbara transporter och förnybar energi. Internationella jämförelser och utbyte av information sker främst genom EnR's arbetsgrupper, som även är öppna för relevanta icke-medlemsorganisationer. Förutom detta utbyte av information fungerar arbetsgrupperna som forum för utformning och genomförande av gemensamma projekt inom ramen för EU-finansierade program

IEC <http://www.iea.org/>

International Electrotechnical Commission's främsta syfte är att verka för internationellt samarbete i alla frågor rörande standardisering inom de elektriska och elektroniska områdena. Dessutom publicerar IEC internationella standarder. Medlemmarna är nationella elektrotekniska kommittéer, inte länder. Experter inom elektricitet och elektronik deltar i tekniska kommittéer och arbetar på att bereda standarder. Omkring 90% av dem som förbereder IEC-standarder arbetar inom industrin. The Affiliate Country Programme är för dem som är intresserade av att delta, men som har begränsade resurser att göra det. Internationella standarder kan användas som underlag för nationell standard. I Europa sker detta samordnat, på elområdet inom organisationen CENELEC, och de flesta standarderna från IEC fastställs också som europeisk standard. Svensk medlem i IEC är SEK Svensk elstandard, som under namnet Svenska Elektrotekniska Kommittén grundades i detta syfte 1907.

En publikation från IEC är **ILCOS** International Lamp Coding System. Technical Specification (1999). Denna publikation beskrivs närmre i kapitlet "Den planerade databasens komponenter", då detta beskrivningssystem kan vara en utgångspunkt vid uppläggningsen av den planerade databasen.

CELMA <http://www.celma.org/home/index.php>

Federation of National Manufacturers Associations for Luminaires and Electrotechnical Components for Luminaires in the European Union. CELMA representerar 18 nationella organisationer för tillverkning av ljuskällor och driftdon till ljuskällor samt 1000 företag i 13 europeiska länder. CELMA verkar för koordination, representation och assistens för de nationella organisationerna inom ljuskälleindustrin. Ett mål är att anta gemensamma normer för att säkerställa att enhetliga tekniska standarder rörande produktion, testning, installation, säkerhet, tillförlitlighet, energieffektivitet, miljöaspekter och miljöprestanda, ett annat är att inom ramen för EU och nationell konkurrensrätt främja god affärssed hos tillverkare av armaturer, komponenter och ljuskällor, samt mellan tillverkarna och deras kunder eller leverantörer och anta en för medlemmarna gemensam uppförandekod. Att bekämpa förfälskning eller kopiering av medlemmarnas produkter är också en målsättning.

ELC <http://www.elcfed.org/>

Aktiva medlemmar i **European Lamp Companies Federation** är de ledande europeiska lampproducenterna Philips Lighting, Osram GmbH, GE Lighting, Havells Sylvania, Aura Light, BLV Licht- und Vakuumtechnik GmbH and NARVA Lichtquellen GmbH + Co. KG. Dessa företag står för 95% av den totala europeiska ljuskälleproduktionen. Målen är att verka för effektiv belysning till förmån för den globala miljön, mänsklig komfort samt hälsa och säkerhet för konsumenterna; Att övervaka, råda och samarbeta med lagstiftande grupper för att utveckla europeiska direktiv och föreskrifter av relevans för den europeiska lampindustrin; De aktiva medlemmarna består av producenter av ljuskällor med europeiska huvudkontor i något EU eller EFTA-land. Associerade medlemmar är nationella eller regionala ljusorganisationer, i EU eller EFTA land. ELC-styrelsen består av en ordförande och åtta medlemmar, med sekretariat i Bryssel.

De redovisade organisationerna speglar hur produktionen inom belysningsindustrin hitintills varit uppbyggd. I och med att nya ljuskällor som LED introduceras på marknaden är inte alla organisationers roll lika självklar som den tidigare varit. Det är till exempel viktigt att armaturtillverkare och ljuskälletillverkare har ett nära samarbete. Som representanter för ljuskälleindustrin arbetar CELMA och ELC tillsammans för utarbetande av standarder under EU:s ekodesigndirektiv för att påskynda revidering av existerande installationer, samt skapandet av internationella kriterier för installation och design under de nya direktiven för att uppnå målet med 20% ökning i energieffektivitet till 2020. För att åstadkomma detta föreslås utvecklingen av implementeringsmåt (Implementing Measures), som anger gränser för energieffektivitet för den framtida användningen av lampor, ballast, belysningsystem och standby-kontroller enligt ekodesigndirektivet. Dessa mått bör enligt CELMA och ELC formuleras oberoende för lampor, ballast, optiska ljuskällesystem samt kontrollsystem (stand by). Implementeringsmått bör också innehålla generiska kriterier för energieffektivitet för speciella produktkategorier oberoende av tillämpningsområde.

CELMA och ELC ser det som sin uppgift att bistå vid utvecklingen av implementeringsmåt genom sin tekniska ljusexpertis, att vidareföra revideringsplanerna som nationella aktionsplaner samt bygga upp medvetenhet om behovet av en harmonisering av designkriterier för större besparingar i installationer.

SVENSKA STANDARDISERINGS- OCH INFORMATIONSKANALER

SIS <http://www.sis.se/>

Swedish Standards Institute är en medlemsbaserad, ideell förening med ett helägt dotterbolag, SIS Förlag AB. SIS standardiseringsverksamhet bedrivs i föreningen som år 2009 hade 1 515 medlemmar. Svenskt standardiseringsarbete har aldrig bedrivits av myndigheter eller under myndighetsövervakning utan arbetet har alltid haft en bred förankring med representanter från den aktuella branschen. SIS deltar mycket aktivt i det internationella arbetet i såväl ISO som CEN. SIS arbetar intensivt med att, förutom att tillvarata svenska medlemmars intressen, effektivisera processen med att ta fram och införa nya standarder. SIS har tre produktområden: standardisering, standarder och handböcker samt utbildning och konsulttjänster. Man arbetar tillsammans med företag, organisationer, forskare och myndigheter i Sverige och utomlands.

SEK <http://www.elstandard.se/>

Svensk Elstandard svarar för standardiseringen på elområdet i Sverige och samordnar svensk medverkan i internationell och europeisk standardisering som medlem i IEC och CENELEC. SEK informerar om standarder och pågående projekt och resultaten finns tillgängliga genom SEK's återförsäljare. För att stödja användningen av standarder ger SEK också ut handböcker och tekniska rapporter. SEK är en ideell organisation med frivilligt deltagande från svenska myndigheter, företag och organisationer som har ett intresse att medverka i och påverka arbetet med tekniska regler inom elektrotekniken.

Energimyndigheten <http://www.energimyndigheten.se/>

Energimyndigheten är en statlig myndighet som arbetar för ett tryggt, miljövänligt och effektivt energisystem genom analyser och utredningar, som utgör beslutsunderlag till regeringen samt underlag för myndighetens arbete. Arbetet bidrar till ökad kunskap och driver därigenom på teknikutvecklingen och skapar tillväxt genom att nya tekniker och forskningsresultat kommersialiseras på marknaden. Energieffektivisering främjas genom riktad information, teknikupphandling, uppföljning och utvärdering av goda exempel, samt genom tester och märkning av produkter. Energimyndigheten handhar stora delar av systemet med elcertifikat. Arbetet sker i kommunal samverkan och i samarbete med befintliga nationella nätverk som branschorganisationer samt olika lokala och regionala aktörer dels som utvecklingsprogram och dels som stöd till länsstyrelserna i deras arbete med de regionala energi- och klimatstrategierna. Detta utförs inom flera olika organisationer på nordisk, europeisk och global nivå. Några exempel på organisationer som Energimyndigheten arbetar inom är: Nordiska Ministerrådet (NMR); Europeiska Unionen (EU); European Energy Network - EnR; International Energy Agency - IEA och Förenta Nationerna (FN). Energimyndigheten stödjer forskning och utveckling för ny kunskap kring tillförsel, omvandling, distribution och användning av energi. Stöd lämnas även till pilot- och demonstrationsanläggningar där ny teknik prövas. Myndigheten medverkar vidare i internationellt energiforskningsarbete bl a för ökad användning av förnybara energikällor samt utveckling av nya tekniker och system för energiförsörjning. Energimyndigheten ligger under Näringsdepartementet, men får också uppdrag från andra departement, till exempel Miljödepartementet och Forsvarsdepartementet. Beslut inom verksamheten fattas av generaldirektören och Energiutvecklingsnämnden (EUN). Insynsrådet följer myndighetens verksamhet och är även rådgivande för myndighetens generaldirektör.

Energimyndighetens hemsida vänder sig till ett stort antal grupper, från hushåll, kommuner och företag till forskare vid energimyndigheten med uppgifter om forskningsstöd. Likaså lämnas uppgifter om bidrag till olika energibesparande åtgärder. Internationell verksamhet inom området redovisas. Hemsidan vänder sig även till privatpersoner, men det är troligt att den stora informationsmängden gör att materialet kan upplevas kompakt för en privatperson som inte har datorvana och som är intresserad t ex av detaljinformation om ljuskällor. Hemsidan är omfattande och vänder sig till grupper med skilda behov, men är trots detta relativt tillgänglig.

Energimyndighetens Testlab fokuserar på energianvändning hos energikrävande produkter, men testar även funktion, hantering, miljö och buller. Testerna är opartiska och sker enligt standardiserade metoder. Man arbetar även med energimärkning av produkter och gör stickprover hos tillverkarna och kontroller i butiker som säljer produkterna. Testlab arbetar också

med införandet av ekodesigndirektivets EU-gemensamma krav på produkter avseende energi-effektivitet och miljöpåverkan.

Belysningsbranschen <http://www.belysningsbranschen.se/>

Belysningsbranschen är huvudorganisation för Sveriges tillverkare och importörer av ljuskällor, belysningsarmaturer och komponenter. Branschföreningens uppgift är att bevaka utvecklingen, etablera samarbete och ge information till branschen, riksdag, departement, andra myndigheter och organisationer etc. Produktspecifika frågor bedrivs i fem olika sektioner;

- Driftdonsgruppen – sektion för driftdonstillverkarna
- Lampa – sektion för ljuskälleleverantörerna
- Ljusa – sektion för armaturleverantörerna
- LED-gruppen – sektion för LED-leverantörerna
- FSN – sektion för leverantörerna av nödbelysning
- Sektionen säkerhet genom nödbelysning

För branschgemensamma tekniska frågor arbetar Belysningsbranschens tekniska kommitté som består av representanter från de olika sektionerna.

På hemsidan finns också möjlighet att ladda ner ett antal informationsbroschyrer om energieffektivitet och olika ljuskällor. Där ges också goda exempel på genomförda energieffektiviseringar. Vd för Belysningsbranschen är Magnus Frantzell, som också är chefredaktör och ansvarig utgivare för branschorganisationens tidskrift Ljuskultur.

Ljuskultur <http://www.ljuskultur.se/>

Ljuskultur är en fackskrift som vill inspirera och informera alla som arbetar professionellt med belysning. Läsare är såväl arkitekter, inredare, elinstallatörer, el- och belysningskonsulter, som brukare och beställare. Innehåller aktuell information om belysning. Ges exempel på goda exempel, samt tillgång till informationsbroschyrer som berör branschen.

I Sverige finns tre belysningsällskap med nära samarbete, nämligen:

Svenska Belysningsällskapet <http://www.belysningsallskapet.com/>

Svenska Belysningsällskapet är en ideell förening som arbetar för kunskap, kreativitet och utveckling inom belysningsområdet samt för att öka insikten om ljusets betydelse för den totala miljön. Arrangerar och bjuder in till möten, föredrag och debatter om aktuella ämnen liksom studiebesök på intressanta projekt och arrangerar den årligen återkommande tävlingen Svenska Ljuspriset. Cirka 500 medlemmar; arkitekter, inredare, tillverkare, el- och belysningskonsulter, läkare, optiker och skyddsingenjörer. På hemsidan annonseras studiebesök etc.

Sydsvenska belysningsällskapet <http://www.sydsvenska.org/>

Sydsvenska Belysningsällskapet är en ideell förening med målsättning att sprida information om ljus, både det naturliga och det artificiella samt verka för att skapa bra belysning i samhället med fokus på både tekniska och synergonomiska aspekter såväl som rent estetiska. Sällskapet arrangerar föredrag, seminarier och studiebesök med tyngdpunkt på ny teknik och erfarenheter inom ljusforskningen och ljusets användning, både inom- och utomhus. I medlemskretsen finns konsulter, arkitekter, synpedagoger, anställda inom belysningsindustrin

Västsvenska belysningsällskapet <http://www.vastsvenska.org/>

Västsvenska Belysningsällskapet är ett öppet forum för informella kontakter mellan alla yrkeskategorier med intresse av eller som sysslar med belysningsfrågor: arkitekter, inredare, elkonsulter, belysningstekniker, ljussättare, armatur- och ljuskälletillverkare, läkare, personal som arbetar med företagshälsovård och arbetsmiljö, optiker, skyddsingenjörer m.fl. VSB arrangerar studiebesök, kurser och resor.

Branschhemsidor

Många företag har ambitiösa hemsidor där produktdata redovisas liksom uppgifter om hälso- och ljusforskning. Problemet med dessa sidor är när producenten redovisar fakta utöver det som regleras genom bestämmelser så kan man känna sig osäker på om det baserar sig på fakta, eller om det är vinklat för att passa producenten ifråga.

LJUSRELATERADE FORSKNINGSORGANISATIONER

CIE <http://www.cie.co.at/>

Commission internationale d'éclairage, den Internationella Kommissionen för Belysning, är en sammanslutning av belysnings- och ljusexpertter. CIE har accepterats av ISO (International Organization for Standardization) som expertorgan inom detta område. Man publicerar standarder, tekniska rapporter och forskningsöversikter inom belysningsområdet. Man har ett huvudkontor i Wien, Österrike. I Sverige finns Svenska Nationalkommittén av CIE vid Ljuskultur i Stockholm. CIE:s arbete med ljusteknikfrågor är uppdelat på sju divisioner enligt nedan

1. Synsinnet, färguppfattning, beskrivning av färger
2. Mätning av egenskaper hos synligt och osynligt ljus
3. Inomhusbelysning
4. Belysning och ljussignaler för trafik och transport
5. Utomhusbelysning
6. Ljusets biologiska och kemiska inverkan
7. Bilder teknologi

Division 3 leds för närvarande av Jan Ejhed, Sverige, och Tommy Govén är för närvarande ordförande i Svenska Nationalkommittén för CIE.

Utöver Tekniska Publikationer ger man kvartalsvis ut CIE News, där de tekniska programmens verksamhet samt kommande möten redovisas.

EDRA - <http://www.edra.org/>

Environmental Design Research Association är en internationell, interdisciplinär organisation grundad 1968 med målet att verka för spridandet miljöpsykologisk forskning och därigenom öka förståelsen för relationen mellan människan, de byggda och naturliga omgivningarna, samt bidra till skapandet av miljöer som svarar mot människors behov. Anordnar årliga konferenser.

IAPS – <http://www.iaps-association.org/>

International association for people-environment studies bildades för att underlätta interdisciplinär debatt och internationellt samarbete vid forskning om människa-miljö och miljöbeteende IAPS har medlemmar från många discipliner såsom antropologi, arkeologi, konst, naturvetenskap, teknologi, arkitektur, design, ekonomi, gerontologi, boende, historia, landskapsarkitektur, ekologi, samt från nästan alla kontinenter. Anordnar konferenser inom ämnet. Tidskriften Journal of Environmental Psychology har stark anknytning till IAPS.

CIBSE <http://www.cibse.org/>

Chartered Institution of Building Services Engineers fick sitt kungliga privilegiebrev 1976 Det är en branschorganisation inom byggnation och är normgivande inom installationsteknik. Rådgivare åt regeringen i frågor som rör teknik, konstruktion och hållbarhet. Representerade i organisationer som styr byggande och verkstadsindustri i främst Storbritannien men även i Europa.

SLL <http://www.cibse.org/index.cfm?go=page.view&item=68>

Society of Light and Lighting är branschorganisationen för belysning i Storbritannien med över 2.000 medlemmar i Storbritannien och internationellt. SLL kontrolleras av CIBSE.

Sällskapetets mål är:

- att verka för god belysning
- att ge professionellt erkännande till personer kvalificerade inom ljusområdet
- att verka för god belysningsdesign och teknik i alla aspekter
- att bidra med ett forum där människor intresserade av ljusets alla aspekter kan mötas
- att bistå med ett forum för personer intresserade av ljuset och belysningens alla aspekter
- att fastställa och vidmakthålla hög standard i utbildning i ljus och belysning
- att råda regering och andra organ bästa användningen och tillämpningen av ljus

Society of Light and Lighting medverkar i utvecklingen av engelska standarder. Medverkar i International Commission on Illumination (CIE). SLL bistår också regeringsdepartementen i ärenden som byggnadsreglering, hälsa och säkerhetslagsstiftning och vid standardiseringsarbetet i Storbritannien. Sällskapetets forskningstidskrift, Lighting Research & Technology är

internationellt erkänd som den ledande internationella tidskriften för ljus och belysningsteknologi. Medlemmar finns i över 50 länder, och de regelbundna konferenserna attraherar ett stort antal delegater från hela världen.

SRBR <http://www.srbr.org/Pages/default.aspx>

Society for Research on Biological Rhythms bildades för att verka för grundforskning och tillämpad forskning rörande alla aspekter av biologiska rytmer, sprida forskningsresultat till forskare och allmänhet, bidra till ökad undervisning i ämnet, verka för interdisciplinär kommunikation samt anordna konferenser. Man ger också ut tidskriften *Journal of Biological Rhythms*. I tidskriften publicerar sig forskare från många områden, ekologi, neurobiologi, utvecklingsbiologi, farmakologi, psykologi etc.

EUCLOCK <http://www.euclock.org/>

Entrainment of the Circadian Clock är ett stort europeiskt EU-finansierat nätverk för forskning om den biologiska klockan. Människans beteende, fysiologi och biokemi präglas av dagliga svängningar. Dessa cykler regleras inte enbart av yttre förändringar som ljus/mörker, utan också av endogena klockor som synkroniseras till omvärlden genom en process kallad entrainment. I EUCLOCK medverkar 34 kronobiologer från 29 institutioner i 11 europeiska länder. En avdelning av detta nätverk behandlar människans biologiska klocka under ledning av Anna Wirz-Justice vid Universitetet i Basel. Under rubriken EULIS finns referenser för projektet samlat i en databas som är under utveckling. Det som i dagsläget är inlagt i databasen behandlar huvudsakligen forskning som inte berör människan och ljus.

Esoli <http://esoli.org/> <http://www.nyttljus.se/esoli.asp>

Energy Savings Outdoor Lighting. Trafikkontoret i Göteborg har tillsammans med 16 parter i 14 andra länder Europa antagits som deltagare i ett EU-projekt som rör kommunikation ut till marknaden när det gäller energieffektiva metoder inom väg- och gatubelysning. Projektet påbörjas i maj 2010. Även Trafikverket är anslutet. Gruppen från Sverige ansvarar för att ta fram 6 olika projekt vad gäller intelligent belysning och redovisa dess fördelar och nackdelar. Samordnare är Berliner Energiagentur och Kreativtljus. Svensk representant är Ingemar Johansson. Projektet pågår fram till 2013 och resultaten kommer att redovisas på adresserna ovan och på Ceebels hemsida, se nedan.

Ceebel <http://ceebe.se/>

Syftet med **Centrum för energieffektiv belysning** är att bevaka, sprida, presentera och koordinera forskning och utveckling inom energieffektiv och funktionell belysning till såväl branschen som till vetenskapssamhället, och därigenom bidra till att höja den allmänna kompetensnivån inom belysningsområdet.

Centret ska särskilt koordinera den verksamhet som initieras genom Energimyndighetens speciella satsning på att utveckla energieffektiv belysning och därigenom skapa förståelse för hur teknikens fulla energieffektiviseringspotential kan utnyttjas genom att sätta in forskningsresultat i ett samhälleligt sammanhang.

Informationen till branschen, myndigheter och andra intressenter sker bland annat genom webb med nyhetsbrev. Med bransch avses alla aktörer som har med belysning att göra vid såväl uppförande av nya anläggningar som underhåll av befintliga anläggningar.

Ceebel leds av en styrgrupp bestående av Kenneth Asp, Energimyndigheten, Magnus Frantzell, Belysningsbranschen, Roy Holmberg, Tekniska Högskolan i Jönköping, Kåre Rumar, Energimyndigheten, Nils Svendenius, Jönköpings Tekniska Högskola, Cinna Adanko, Tekniska Högskolan i Jönköping. Föreståndare är Thorbjörn Laike, Lunds Tekniska Högskola.

SVENSK FORSKNING INOM LJUSOMRÅDET

Forskningen handlar dels om de tekniska aspekterna såsom optik, material mm dels om människans relation till ljus och belysning. Nedan ges en grov översikt.

Tillsammans med tillverkare av belysningsarmaturer har Nils Svendenius arbetat med syfte att utveckla datorbaserade metoder för konstruktion av ljusoptik och reflektorer i armaturerna. Forskningen har varit inriktad på att förbättra ljusarmaturers optiska och belysningsmässiga egenskaper. Tillämpning av metoderna har resulterat i utveckling av ett stort antal väl fungerande och energieffektiva ljusarmaturer. Forskningen har också inneburit deltagande i ett flertal internationella forskningsprogram inom bl a IEA (International Energy Agency), SHC (Solar Heating and Cooling Program). Forskningen har omfattat både utveckling av metoder för att åstadkomma ett större utnyttjande av dagsljus inomhus och för utveckling av mer energieffektiva artificiella belysningsystem, samt inriktats på utnyttjande av LEDs (Light Emitting Diode). I flera av studierna har Allan Ottosson varit samarbetspartner (Ottosson & Svendenius 1981; 1983; Svendenius & Ottosson 1982; 1983a; 1983b; 1985).

Vid Fasta tillståndets fysik, Lund Universitet, bedriver Lars Samuelson banbrytande forskning på lågdimensionella strukturer. Under senare år har forskningen inriktats på nya tillämpningar inom elektronik, fotonik och biovetenskap. En ny typ av LED-chip, var och en med miljontals nanowire lysdioder eller nLED, väntas erbjuda alla fördelar med konventionella lysdioder med radikalt lägre tillverkningskostnader. Samuelson är Fellow vid institutet för fysik i Storbritannien, medlem av Kungliga Ingenjörsvetenskapsakademien, IVA, Kungliga Svenska Vetenskapsakademien, KVA. År 2008 utsågs han till "Einsteinprofessor" av den kinesiska vetenskapsakademien.

På 1960-talet ingick ljus som en del i forskning om inomhusklimat av bl a Hans Ronge, Börje Löfstedt och David Wyon. Den förste i Sverige som studerade psykologiska effekter av ljus var Sven Hesselgren, som 1967 ombads etablera en Study Group inom CIE, Psychological Problems of Lighting. Vid den miljöpsykologiska konferensen i Lund 1973 ägnades en dag åt ljusforskning, där Sven Hesselgren, Lars Sivik, Anders Hård, Hans Allan Löfberg, Börje Löfstedt, David Wyon och Anders Liljefors presenterade resultat från svensk färg- och ljusforskning (Frigerg & Ronge 1970; Hesselgren 1969; 1973; Hygge & Löfberg 2000; Küller 1973; Liljefors 1973; 2003; 2006; Liljefors & Ejhed 1990; Löfberg 1969; 1973; 1987; Löfberg, odaterad; Löfberg, Löfstedt, Nilsson & Wyon 1973). Hans Allan Löfberg har varit verksam inom CIE sedan 1983, både som president för den svenska Nationalkommittén och som president för den internationella organisationen.

Andra tidiga ljusforskare var Sten-Sture Bergström och Jan Ejhed, nuvarande ordförande för Division 3 (Inomhusbelysning) i CIE (Bergström 1977; Bergström & Derefeldt 1973; Berg-

ström, Derefeldt & Holmgren 1976; Ejhed 1992; 2007; Ejhed, Liljefors & Olsson 1984). Vid Arbetslivsinstitutet arbetade Roger Wibom med ljusfrågor (Sandström, Bergqvist, Küller, Laike, Ottosson & Wibom 2002; Wibom, Nylén & Wennberg 1995). Kåre Rumar fokuserade på belysning i vägtrafik samt miljöer som skolbelysning (Hörberg & Rumar 1975; Johansson & Rumar 1962; Rumar 1969; 1970; 1991; Rumar, Helmers & Thorell 1973). Vid Karolinska Institutet har Thorbjörn Åkerstedt sedan 1970-talet studerat människans circadiska rytmer, där också ljusaspekter ingår (Åkerstedt 2007; Åkerstedt, Hume, Minors, Waterhouse & Folkard 1992; Axelsson, Åkerstedt, Kecklund & Lowden 2004; Bjorvatn; Kecklund & Åkerstedt 1999; Ingre & Åkerstedt 2004; Lowden et al 2004).

Till denna generation hör också Rikard Küller som på 1970-talet initierade ljusforskning vid Miljöpsykologi vid Lunds Universitet. Rikard Küller var president i IAPS, den internationella miljöpsykologiska organisationen, samt ordförande i TC6-16: Psychobiological effects of lighting, CIE. Hans forskning har resulterat i ett stort antal publikationer (Brunn et al 2003, Küller 1981, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2008, Küller, R & Küller, M. 2001). The CIBSE Walsh-Western Award för den bästa publikationen inom ljusforskning på engelska tilldelades 1993 Rikard Küller .

Fortfarande bedrivs en omfattande forskning inom området människa/ljus vid Miljöpsykologi i Lund med docenterna Thorbjörn Laike och Maria Johansson som projektledare (Govén, Laike & Pendse, 2006; Govén, Laike, Pendse & Sjöberg, 2007; Govén, Laike, Raynham & Samsal, 2009; Johansson 2010a&b; Johansson, Laike, Govén, Berndtsson & Kuhn. 2009; Johansson & Rosén 2007; Johansson, Rosén & Küller (in press); Küller, Ballal, Laike, & Mikellides, 1999; Küller, Ballal, Laike, Mikellides & Tonello, 2006; Küller, Laike, Ballal, Mikellides & Tonello 2002; Laike, 2010; Laike, T. & Tonello, G. 2009; Küller & Laike, 1998)

Exempel på aktuella projekt finansierade bl a av Energimyndigheten och Formas

- Utomhus LED-belysning i flerbostadsområden: Effekter för energianvändning och ljusupplevelse samt upplevd trygghet och tillgänglighet
- Utvärdering av personalens upplevelse och användning av olika typer av moderna styrsystem för effektivare energianvändning av belysning inom en kontorsbyggnad
- Minskad energianvändning med hjälp av ny algoritmisk ljusstyrning tillsammans med dagsljus- och närvarokontroll kan ge bättre arbetsmiljö och förbättrad prestation i skolan – En undersökning över ett läsår i fyra olika klassrum
- Nya ljuskällors betydelse för vakenhet, välbefinnande och prestation
- Design som stödjer hållbar energianvändning – Interaktionen mellan människa och ljusstyrningsutrustning
- Brukarvänliga och energieffektiva belysningssystem
- Utveckling av en holistisk metod för utvärdering av framtida och befintliga belysningsanläggningar

Projektet bedrivs i samarbete med bl a

- Tommy Govén, belysningsteknisk chef vid Fagerhult AB

- Professor Takeshi Morita, Fukuoka Women's University, Faculty of Human Environment Science, Japan
- Docent Klas Sjöberg Universitetssjukhuset, Malmö
- Med Dr Baba Pendse, Universitetssjukhuset, Lund
- Lecturer Peter Raynham, Bartlett, University College, London
- Docent Jan Janssens, Miljöpsykologi, LTH
- Professor Jesper Arfvidsson, Byggnadsfysik, LTH
- Riksbyggen, Stockholm, Helsingborg och Luleå
- Niclas Norlén, LumenRadio AB, Göteborg
- Tekn Dr Graciela Tonello, Departamento de Luminotecnia, Luz y Visión, Universidad Nacional de Tucumán, Argentina

I projekten medverkar ett antal doktorander

- Eren Sansal, Bartlett, University College London
- Linda Kuhn, Miljöpsykologi, Lunds Universitet
- Mathias Adamsson, Energi- och byggsystem, Lunds Universitet
- Elizabeth Marcheschi, Miljöpsykologi, Lunds Universitet
- Pimkamol Maleetipwan, Miljöpsykologi, Lunds Universitet

Det finns idag ytterligare några aktiva forskare med tyngdpunkten på människa/ljus-relationen i Sverige. Vid Jönköpings Ljushögskola finns två doktorander verksamma inom området, handledda vid Chalmers. Igor Knez i Gävle har under en längre tid bedrivit forskning i ämnet, men har nu bytt inriktning (Knez 1995; Knez 2001; Knez 2005; Knez, Undated Report; Knez & Hygge, 2002; Knez & Kers, 2000; Knez & Löfberg, 2000; Knez & Niedenthal, 2008) Staffan Hygges forskningsinriktning har främst varit buller, men han har också publicerat sig inom ljusforskningen (Hygge & Löfberg, 2000; Knez & Hygge 2002). Monica Billger, Berit Bergström och Karin Fridell Anter har sin tyngdpunkt i färgforskningen, där också ljusaspekter ingår (Bergström 2008; Billger 1999; Fridell Anter 2006, 2007a, 2007b). Vid väg- och trafikinstitutet studerar Annika Jägerbrandt och Gudrun Öberg vägbelysning.

DATABASER

Ett bra sätt att förmedla kunskaper till många olika intressenter är att bygga upp oberoende, fristående databaser med relevant information. Det finns ingen heltäckande databas inom belysningsområdet, utan kunskapen finns spridd nationellt såväl som internationellt. Nationellt finns ett antal relevanta databaser.

Webbtinget <http://www.webbtinget.se/>

Webbtinget beskrivs som en samlingsplats för referat av presentationer vid Energitinget. På hemsidan presenteras material från 12 års Energiting, omfattande 1830 cv och referat, 757 presentationer och 371 filmer. Som prenumerant på Webbtinget och får man full tillgång till allt innehåll såsom presentationer, ljudupptagningar och filmer. Prenumerationsavgiften är för närvarande 800 kr (exkl. moms). Digitalisering av CV och referat mellan åren 1999 och 2010 har genomförts på uppdrag av Statens Energimyndighet.

Databasen redovisar aktuell kunskap som presenterats vid de årliga energitingen, som beskrivs som Sveriges största mötesplats för energi- och klimatfrågor. Icke prenumeranter får tillgång till de medverkandes cv samt sammanfattningar av presentationerna. Med utgångspunkt från namn på föreläsare samt presentationen är det möjligt för den intresserade att gå vidare, t ex att själv kontakta föreläsaren.

Kvaliteten på inlagda uppgifter varierar dock i hög grad. En kontroll av presentationerna vid 2010 års Energiting visar t ex att under huvudrubriken Energieffektivisering – en oundgänglig del i ett hållbart samhälle finns för Session 17: Från Policy till Prylar inga föredrag inlagda. För Session 19: Centrum för energieffektiv belysning finns däremot sammanfattningar av varje föredrag samt presentation av föreläsaren. Session 59: New Lighting - New LEDs innehåller titlarna på ett antal presentationer. Även sammanfattningar finns för dessa. Men det anges felaktigt en och samma föreläsare för större delen av presentationerna.

För den som är aktiv inom belysningsområdet kan bredden i presentationerna vid Energitinget också vara en nackdel. Teman 2010 var Transporter, Framtidens energisystem, Energi som motor i samhället, Industrin – problem och möjligheter, Energieffektivisering – en oundgänglig del i ett hållbart samhälle, Makt och ansvar i energisamhället – konsumenter, producenter och politiker. Föreläsningar av relevans för belysningsområdet återfinns under flera av rubrikerna, och kan vara svåra att hitta.

Sammanfattningsvis kan sägas att Webbttinget redovisar bredden i svensk forskning och utveckling inom klimat- och energifrågor, och att belysningsområdet är en liten del av denna satsning. Det tycks därför motiverat att samla kunskap om ljus och belysning i en databas, som därigenom kan bli mer specialiserad.

Environmental Product Declaration, EPD <http://www.environdec.com/pageId.asp>

Environmental Product Declaration, EPD, är en databas för att beskriva miljöegenskaper hos produkter och tjänster i ett livscykelperspektiv. Databasen administreras av Miljöstyrningsrådet och är näringslivsinitierat och näringslivsdrivet. Informationssystemet följer principerna för de internationella standarderna för livscykelanalyser och sk miljödeklarationer. Det är möjligt för organisationer, som är intresserade av verksamheten eller som har djupgående och värdefulla kunskaper inom relaterade områden, att gå in som medlemmar och delta i den framtida utvecklingen av systemet. Medlemmar är bl a Svenska Miljöinstitutet, Vattenfall.

Databasen omfattar produktkategorier av olika slag, t ex Mat och dryck; Återvinning och Landtransporter. För utomhusbelysning finns ett omfattande material rörande upphandling och krav relaterade till denna. Man behandlar all belysning utomhus som belysning för trafikanter, anläggning och belysningsprodukter. Databasen har en miljöeffektinriktning, där man beskriver produkternas miljöprestanda uttryckt i potentiell miljöpåverkan. För utomhusbelysning innebär detta att man behandlar: Miljöaspekter Energiförbrukning, Hälso- och miljöfarliga kemikalier, Resursförbrukning, Växthuspåverkande utsläpp, Biologisk mångfald och Avfallshantering. Exempel ges också på goda lösningar och förstudier inom utomhusbelysning.

Databasen finns både i engelsk och i svensk version. Den vänder sig i första hand till organisationer. Målsättningen är att underlätta kommunikationen om produkter mellan olika organisationer, producenter och avsnämare.

Utdata består av längre dokument (rapporter) om olika aspekter av t ex upphandling av utomhusbelysning; Varför miljöpåpassa upphandling av utomhusbelysning? (27 sid), Miljöstyrningsrådets upphandlingskriterier för utomhusbelysning – produkter (35 sidor) och Förstudie: Utomhusbelysning (39 sidor). Goda exempel för utomhusbelysning omfattar endast 3 sidor. Skrifterna är informativa, men sökmöjligheterna bli i den här formen begränsade.

CPM <http://www.cpm.chalmers.se/>

Center for environmental assessment of product and material systems är ett kompetenscentrum vid Chalmers Tekniska Högskola som syftar till att förebygga och minska miljöpåverkan vad gäller produkter, att samla och stärka den svenska kompetensen inom hållbar produktutveckling samt ge industrin och samhället relevanta metoder och stöd. Som ett led i detta har man utvecklats en databas för livscykelanalys av produkt- och materialsystem. Databasen omfattar också en kalkylator, som beräknar miljöpåverkan och som beaktar klassificering, karaktärisering och viktning vid beräkningarna, som tydligt visar hur mycket varje flöde bidrar till och vilka in-och utgångar som inte är medtagna i beräkningarna. Ansvarig för uppbyggnaden av databasen var senior researcher Raul Carlson.

DEN PLANERADE DATABASENS OLIKA KOMPONENTER

Innehållet i detta kapitel kan ses som kravspecifikation för den framtida databasen, och kommer att användas i kommunikationen med den som slutligen blir ansvarig för konstruktionen av densamma.

Databasens innehåll har diskuterats i referensgruppen under projektiden, varvid företrädare för såväl branschorganisationer, som statliga verk och universitet deltagit. Målet har varit att få en balans i innehållet, från övergripande vetenskapliga frågeställningar till enskilda produktdata. Det har ansetts väsentligt att redan från starten försöka integrera kunskap på olika nivåer, för ett maximalt utbyte för så många grupper som möjligt.

Den planerade databasen avses innehålla

- Grundläggande termer och begrepp
- Produktdata
- Vetenskapliga artiklar, böcker
- Fallbeskrivningar
- Nationella och internationella organisationer

Avgränsningar

Primärmålet är ljuskällor, och en ytterligare avgränsning är ljuskällor för belysningsändamål. Förokopplingsdon får ingen egen status i databasen, inte heller armaturer.

Språkval

Databasen kommer att huvudsakligen vara på svenska. I den mån man redovisar artiklar och böcker som skrivits på engelska kommer engelska sammanfattningar att läggas in. Europeiska fallbeskrivningar kommer att redovisas på svenska eller engelska, beroende på vilket språk som används vid den ursprungliga redovisningen. Varje svenskt nyckelord ska ha en engelsk översättning i nyckelordslistan.

Nyckelord

En bärande idé är att det ska finnas ett antal basnyckelord, som gäller för samtliga delar av databasen, så att man t ex vid samma sökning får fram vetenskapliga artiklar, produktdata och eventuella fallstudier där t ex en viss produkt använts. Nyckelordssystemet bör vara relevant för samtliga delar av databasen. Nyckelordslistan är således väsentlig och bärande för projektet. Utarbetandet av nyckelordslistan bör påbörjas i ett tidigt skede i arbetet med databasen. Vid utarbetandet av nyckelordslistan måste man utgå från databasens samtliga komponenter

Grundläggande termer och begrepp kommer naturligt att utgöra en bas för nyckelordslistan, liksom produktdata. Ett problem kan vara detaljeringsgraden. Den under hans Hans-Allan Löfbergs ledning sammanställda svenska belysningsordlistan baserad på CIE:s internationella ljusvokabulär bör ligga till grund för nyckelordlistan. Syftet med CIE:s International Lighting Vocabulary är att man i kommunikation angående ljus ska kunna använda samma begrepp. Ordlistan finns på Ljuskulturs hemsida: <http://www.ljuskultur.se/litteratur-och-utbildning/cie/>

Vad gäller vetenskapliga publikationer bör man vid utarbetandet av nyckelordslistan gå igenom ett antal publikationer, där författarna själva angivit nyckelord för sina artiklar. Man bör därvid studera hur frekventa enskilda nyckelord är och bedöma relevansen för databasens övriga delar, dvs de ska vara applicerbara inte bara på vetenskapliga artiklar, utan även på övriga komponenter i databasen.

På ett liknande sätt bör man analysera ett antal fallbeskrivningar. Författarna till dessa redogörelser har sannolikt inte angett nyckelord, varför förfarandet blir något annorlunda. Ett antal fallbeskrivningar analyseras innehållsmässigt, bl a med avseende på termer som beskriver studiens genomförande. Termer som kan bli aktuella som nyckelord är sådana som återkommer i flera olika fallbeskrivningar, dvs har en viss frekvens och utnyttjas av flera utvärderare. Det ska också finnas en enighet i användandet, dvs consensus vad gäller termens betydelse. Man kan tänka sig att de slutliga nyckelorden i denna grupp har en stor överlappning med nyckelorden från databaskomponenten Grundläggande termer och begrepp. Även här ska det slutliga urvalet av nyckelord vara relevant för övriga komponenter i databasen.

En genomgång och analys av branschens och branschorganisationers hemsidor på liknande sätt kan ge ytterligare bidrag till nyckelordslistan.

Grundläggande termer och begrepp

Termer och begrepp finns specificerade i olika sammanhang. Vägledande vid redovisningen i databasen kommer SS-EN 12665. Ljus och belysning - Grundläggande termer och kriterier vid specificering av belysningskrav (2003) att användas, liksom Starbys bok om belysning (Starby 2006) och Illuminating Engineering Society's Ljushandbok (Rea 2000).

Produktdata

Enligt ett EU-direktiv från 1998 ska lampor som sälj i EU vara märkta med energiklass enligt den europeiska skalan A-G, där A är bäst energimässigt. I kommissionens förordning (EG) nr 245/2009 av den 18 mars 2009 återfinns rådets direktiv när det gäller krav på ekodesign för lysrör utan inbyggt förkopplingsdon, urladdningslampor med hög intensitet samt förkopplingsdon och armaturer som kan driva sådana lampor. Databasen måste redovisa de angivna kraven på produktinformation om lampor.

Tillverkarna ska 2010 tillhandahålla minst nedan förtecknade information på fritt tillgängliga webbplatser och i andra former som de bedömer vara lämpliga, för alla typer av lysrör utan inbyggda förkopplingsdon och alla urladdningslampor med hög intensitet som de marknadsför.

- Wattalets nominella värde och märkvärde
- Ljusflödets nominella värde och märkvärde
- Ljusutbytet märkvärde vid 100 timmar i standardförhållande
- Ljusflödesbibehållningsfaktorns märkvärde vid olika antal timmar
- Lamplivslängdsfaktorns märkvärde vid samma antal timmar
- Lampans kvicksilverinnehåll
- Lampans färgåtergivningsindex
- Lampans färgtemperatur
- Den omgivningstemperatur där lampan är avsedd att ha sitt bästa ljusflöde

1999 gav IEC, den internationella elektrotekniska kommissionen ut den tekniska specifikationen TS 61231, International Lamp Coding System (ILCOS). Målsättningen med ILCOS är att

- Förbättra kommunikationen rörande olika ljuskällor
- Bidra till diskussionen om utbytbarhet och jämförbarhet mellan olika ljuskällor
- Att skapa ett närmande mellan internationella standarder och producenters litteratur
- Bidra till korrekt ersättning av ljuskällor
- Att användas som ett komplement vid märkning av ljuskällor
- Ersätta nationella och internationella klassificeringssystem

Principerna vidutvecklandet av ILCOS har bland annat varit

- Producentoberoende vad gäller innehåll och ordval
- Samband mellan ILCOS och internationella standarder skall etableras
- ILCOS skall vara internationellt gångbart
- Kodens längd skall vara så kort som möjligt och så lång som det krävs
- Beroende på den tekniska mångfalden hos olika lampkategorier är det inte möjligt att definiera en enda kod för samtliga ljuskällekategorier
- Koden skall inte ersätta producentspecifik märkning på ljuskällan, utan användas som korsreferens i ljuskälle- och armaturlitteratur

Den kompletta lampkoden enligt ILCOS består av en bokstavs- och en siffersektion. Den första bokstaven beskriver lampkategori, där I = glödlampor, H = halogenlampor, F = Lysrör, S

= Högtrycksnatriumlampor, L = Lågtryckslampor, Q = Kvikksilverlampor, M = Metallhalogenlampor, X = Speciallampor. Nästkommande bokstavssektion ger ytterligare detaljer i beskrivningen av de olika lampkategorierna. Lysröret kan i sin tur vara tvåsidigt socklade (FD), ensidigt socklade (FS), och ha inbyggda förkopplingsdon (FB). Formen på lysrören anges i nästa steg som cirkelformad (C), dubbelformad (D), globformad G. I underavdelningar beskrivs även färg eller finish på lampan etc. Sifferkombinationerna anges Watt, Volt, Sockel och Lampdimensioner.

Detta system är logiskt och väl förankrat hos producenterna. Vid struktureringen av produktdata kommer ILCOS att ligga till grund för databasen. Upplösningsgraden skall vara en nivå under lampkategori. Varje ljuskälla förses med en fullständig ILCOS-kod och kodnyckel skall finnas. Glödlampor kommer att behandlas mycket översiktligt i databasen, då de är i utfasning. För LED finns ännu ingen ILCOS-kod, varför andra temporära klassificeringsgrunder måste användas.

LED – en annorlunda ljuskälla

LED är en annorlunda ljuskälla, som utvecklas mycket snabbt, och som har egenskaper man inte är van vid i belysningsssammanhang. Ljuset från LED är således annorlunda än det från glödlampor och lysröret, och kan inte beskrivas med koncept och mått som utvecklats under glödlampans och lysrörets era. Nya standarder krävs då en oprofessionell introduktion av denna nya teknologi kan både hos allmänheten och verksamma inom belysningsområdet resultera i missuppfattningar och felaktiga förväntningar. Detta i sin tur kan resultera i att LED-tekniken råkar i vanrykte innan den fullt etablerats på marknaden, vilket kan menligt påverka marknadsutvecklingen för den nya tekniken.

I LED-tekniken alstras ljuset i en halvledare, som på elektrisk väg stimuleras till att lysa. . Redan 1907 upptäcktes den fysikaliska effekten av elektroluminescens, men det var först 1962 som den första industriellt tillverkade lysdioden började marknadsföras. Från att först varit enbart rött ljus, utvecklades de följande årtiondena ytterligare färger och effekten har förbättrats. Ljusets färg är beroende av materialet halvledaren tillverkas av. Den idag vanligaste tekniken för att skapa vitt LED-ljus är att använda blåa dioder kompletterade med ett lyspulver för önskad spektral fördelning.

LED har många fördelar:

- De är små
- Avger inte UV- och IR- strålning
- Avger inte värme
- Fungerar bra i kalla miljöer
- Går att ljusreglera
- Hög luminans
- Låg underhållskostnad
- Lång livslängd, om de används rätt
- Effektiv energikälla

Nackdelarna kan sammanfattas nedan:

- I själva halvledaren bildas värme, som måste föras bort
- Avsaknad av internationella standarder som ger risk för stora kvalitetskillnader i livslängd och färgavvikelse
- Hastig ljusnedgång vid höga temperaturer
- Färgåtergivningen kan variera över tiden
- Starkt beroende av rätt drift- och omgivningstemperatur

Först 100 år efter den första upptäckten, 2007, började LED användas inom allmänbelysningen. LED är fortfarande under stark utveckling. Trots att det idag är möjligt att tillverka högpresterande LED för användning i normal rumstemperatur måste tekniken vidareutvecklas innan LED kan anses den mest effektiva ljuskällan för alla applikationer. En faktor att ta hänsyn till är att dioderna drivs av lågspänning och kräver förkopplingsdon. Ljuskällan ger också upphov till stora värmeproblem vilket gör det nödvändigt att ha aktiv eller passiv kylning för att hålla vissa låga temperaturer och därmed upprätthålla ljusegenskaper och utlovad funktionstid.

Ny LED-teknik kommer att energieffektivisera nuvarande belysningsystemet jämfört med dagens konventionella teknik. I starten av denna utveckling är det än viktigare att få en samlad kunskap om denna och de erfarenheter som erhålls både vad gäller kvalitet, prestanda och investeringar, underhåll och drift. Det är således av stor vikt att följa och sprida den snabba kunskapsutvecklingen inom LED-området till gagn för svenska organisationer som är uppköpare av belysning samt för belysningsindustrin.

För LED-belysning finns ännu ingen standardisering enligt ILCOS. Arbetet med denna pågår, när detta är klart vet man inte idag. Fram till den dag den internationella standardiseringen föreligger får man använda interimistiska modeller. Så har t ex både Ljuskultur och CELMA gett ut rekommendationer kring livslängds- och ljusutbytesangivelser för LED-moduler: Livslängdsangivelser: Eftersom en lysdiod har ett avtagande ljusflöde bör livslängden uttryckas i antal timmar då en procentuell nivå av det ursprungliga ljusflödet kvarstår. Vidare är diodens livslängd beroende av temperaturen inuti dioden och därmed i dess omgivning. Eftersom omgivningstemperaturen kan påverkas av individuella förutsättningar och dessutom kan vara svårt att mäta exakt, bör diodmodulstillverkarens mätpunktstemperatur även anges i kombination med livslängdsangivelser. Livslängdsangivelser anges enligt följande: x % ljusflöde efter y timmar, givet en omgivningstemperatur på ta och en mätpunktstemperatur på tc. Exempel L50 = 50% av det ursprungliga ljusflödet kvarstår efter 50 000 timmar, givet att omgivningstemperaturen är t ex 25 grader C och temperaturen på LED-modulens mätpunkt t ex är 40 grader C. Observera att det är armaturkonstruktionen som ytterst bestämmer LED-prestanda i praktiken och jämförelsedata bör baseras på prestanda i en armatur.

Inom ELC (European Lamp Companies Federation) och CELMA (Federation of national Manufacturers Associations for Luminaries and Electrotechnical Components for Luminaires in the European Union) bildades 2007 en arbetsgrupp för LED med syfte att positionera LED teknologi för allmänheten och identifiera möjligheterna att ta upp LED teknologin diskussioner om energieffektivitet. Bland målen för gruppen kan anges

- Att verka för LED som en energieffektiv lösning där den passar och tillfredsställer användarbehov.
- Att formulera förslag till standarder och termer/definitioner för LED
- Att formulera förslag till standarder för presentation av fotometriska data för LED armaturer

- Att finna argument för att effektivt bidra till ökad LED användning
- Att etablera sprida information för att effektivt positionera LED
- Lobbying

Inom den europeiska standardiseringsorganisationen CEN TC169/WG7 arbetar idag en arbetsgrupp med att ta fram en harmoniserad standard med förslag till mätmetod för fotometri för LED-armaturer.

Vetenskapliga artiklar, böcker

Inom vetenskapen presenteras forskningsrön oftast som artiklar i vetenskapliga tidskrifter. Publicering i erkända vetenskapliga tidskrifter följer ett strikt mönster. En redaktionsgrupp tar emot inlämnade publikationer, som sedan vidarebefordras till granskare, erkända forskare inom det aktuella området. Granskarna, vanligtvis tre stycken, bedömer sedan de inlämnade artiklarna, och föreslår avslag, acceptans efter omarbetning eller slutligen acceptans i nuvarande form. En artikel i en sådan vetenskaplig tidskrift har således genomgått en granskning och värdering före publiceringen, som borgar för artikelns vetenskapliga korrekthet.

Det är viktigt att förutom produktdata också insamla/sammanställa kunskap om den forskning som genomförts rörande olika ljuskällor. Vid miljöpsykologiska enheten finns stor erfarenhet av sammanställning av kunskap inom ljusområdet. 1981 publicerades en bibliografi: Non-visual effects of light and colour, innehållande ett stort antal referenser och abstract (Küller 1981). Den följdes 2001 av en CIE-publikation The influence of daylight and artificial light on diurnal and seasonal variations in humans (Küller & Küller, 2001). Den senare publikationen gavs ut som en cd, där artiklar och abstract fanns inlagda i en databas för litteratur.

Målsättningen är att databasen ska innehålla nationella och internationella publikationer rörande ljus och belysning från i första hand de senaste 10 åren.

Efter analys av ett antal publikationer i initialskedet kan ett antal olika grupperingar föreslås och prövas i det fortsatta arbetet. Efterhand som arbetet fortskrider kommer de preliminära grupperna ersättas med slutliga sådana. Detta utesluter inte att efterhand som forsknings- och utvecklingsarbetet inom området fortsätter, så kommer nya undergrupper att bildas.

Erfarenhet från tidigare bibliografier ger ämnen som bör täckas in:

- Ljus och synprestation
- Ljus och textur
- Responser på traditionell belysning
- Lighting devices
- Väg- och gatubelysning
- Effekter av färgat ljus
- Subjektiva reaktioner på olika ljusförhållanden
- Ljus och hälsa
- Ljuskontroll och ljusmätning
- Utrustning för interiöra och exteriöra miljöer
- Dagsljus
- Energieffektivitet

- Hållbarhet
- Effekt av ljusstrålning på huden
- Ljusets påverkan på hälsa, välbefinnande och beteende
- Effekter på nervsystemet
- Effekter på människans hormonella system
- Effekter på emotioner
- Effekter på prestationer
- Ljus och färgpreferenser
- Upplevelse av den byggda miljön såväl som naturmiljö
- Ljusets interaktion med psykologiska och sociala faktorer
- Ljusupplevelse och personliga karaktäristiska som emotional state och personal traits
- Ljusupplevelse och kulturell bakgrund
- SAD
- Den biologiska klockan
- Melatonin och kortisol
- Skiftesarbete och jet lag
- Hormonella årstidsvariationer
- Ljusterapi
- PMS (premenstrual syndrome)
- Fönsterlösa lokaler
- Ljuskaraktäristika
- Individuella och grupp- skillnader

Medicinska publikationer om patologiska effekter av ljusstrålning som hudcancer och fotoallergier liksom studier på molekylär nivå inklusive effekter på DNA kommer inte att ingå. Inte heller kommer ljus använt som botemedel inom medicinen att ingå, som t ex ljusbehandling vid hyperrubinemia hos för tidigt födda barn. Annan medicinsk ljusforskning på djur eller t ex speciella cellkulturer har i allmänhet föga intresse för den målgrupp databasen vänder sig till, och kommer därför heller inte att ingå.

Insamlandet av materialet kommer att ske på flera sätt. Material som ska ingå i databasen klassificeras och grupperas, samt abstract skrivs, där detta saknas. Även om tidsperspektivet i första hand rör sig om de senaste 10 åren kommer även en del äldre artiklar att tas med, sådana som kan beskrivas som klassiker.

Vid Miljöpsykologi, Lunds Universitet, finns förutom ett omfattande ljusbibliotek, också en stor mängd ljuslitteratur inlagd i referensprogram, varifrån direkt överföring bör kunna ske på ett enkelt sätt.

Lunds Universitetsbibliotek har access till ett stort antal nätbaserade tidskrifter, sorterade efter att 20-tal ämnesområden. De ämnesområden där sökningarna kommer att koncentreras är:

- Utbildning
- Miljö
- Medicin
- Psykologi
- Naturvetenskap
- Sociala vetenskaper
- Teknologi och ingenjörsvetenskap

Förutom de databaser som Lunds Universitetsbibliotek, UB, abonnerar på finns det ett antal sökbara tidskrifter på nätet, som t ex Lighting Research & Technology (LR&T) som är CIB-SE's internationella tidskrift innehållande referee granskade artiklar rörande alla aspekter av ljusforskning och ljus-teknologi.

Konferensartiklar från CIE, IAPS och EDRA samt andra områdesspecifika konferenser kommer också att bevakas.

Den som publicerar sig i en traditionell tidskrift har i avtalet begränsat rättigheterna till artikeln. Man kan heller inte direkt kopiera abstracts och artiklar från en traditionell tidskrift för publikation i en databas. Man kan skriva egna sammanfattningar för att komma ifrån detta problem, men detta är emellertid ett mer tidskrävande arbete än enbart nyckelordsklassificering och kan påverka inflödet i databasen negativt.

Ett alternativ är att länka till originalen, men man bör då vara observant på att vissa länkar gäller inom Lunds Universitet men kanske inte inom Ceebel eller för någon som söker utifrån. Länkar måste också kontrolleras ofta, ett annat problem i den framtida hanteringen. Man bör i görligaste mån undvika länkning. Ett alternativ är att skriva abstract för de viktigaste publikationerna, sedan kan man hänga på med enbart titlar och nyckelord för andra publikationer.

Open Access

Förändringar inom universitetens forskning har lett till nya former av rapportering av forskningsresultat. I dag är inte forskningsresultaten tillgängliga endast för de som prenumererar på dyra vetenskapliga tidskrifter, utan resultaten kan publiceras i fritt tillgängliga, open access, publikationer på internet, som tillåter användarna att läsa, ladda ned, kopiera, söka, överföra till databaser etc. Det som kraftigast talar för open access tidskrifter är att en stor del av forskningen vid universitet och högskolor finansieras med allmänna medel. Därmed faller det naturligt att forskningsresultaten bör vara tillgängliga för allmänheten som kan anses ha finansierat forskningen. Även forskning som utförs av företag skulle i framtiden kunna göras tillgänglig för allmänheten på ett liknande sätt. En öppen och fördomsfri kunskapsspridning resulterar i sin tur i ny och användbar kunskap. Av världens vetenskapliga journaler är cirka 1,5 % open access, och mer än 4.000 använder sig av kvalitetsgranskning via peer review. Medicin och matematik är de dominerande ämnesområdena, men man kan förvänta sig en ökning även inom andra ämnesområden, vilket i framtiden skulle underlätta uppbyggnaden och den framtida utvecklingen av den här planerade databasen.

Fallbeskrivningar av genomförda förändringar och nyinstallationer

En genomgång måste ske av tidigare fallstudier för att slutligt bestämma vilka uppgifter som är väsentliga att redovisa. Där kan man tänka sig storlek på den aktuella anläggningen, kostnader för bytet. Vilka ljuskällor togs bort, och vad ersattes de med? Produktdata för använda ljuskällor, före och efter bör ingå. Likaså bör kostnaderna för bytet och den fortsatta driften redovisas och något mått på energieffektiviseringen ges. Kanske är det möjligt att klassificera de redovisade fallbeskrivningarna på en skala där man bedömer om förändringen kan ses som ett gott exempel eller ett misslyckat sådant. Det bör också anges om man i respektive fall gjort uppföljningar, t ex direkt efter förändringen och/eller när den varit i drift under en viss tid. Det förefaller som om många kostsamma förändringar görs vad gäller t ex vägbelysning, men att det sällan görs uppföljningar för att kontrollera om de avsedda effekterna uppnåddes. An-

läggningar som uppfyller kraven kan vara väldigt olika kvalitativt. Risken är att det t ex vid väganläggningar endast blir kostnad per belysningssträcka.

Olika tekniska kommittéer inom CIE har erfarenheter av genomförda fallstudier, liksom SKL och inte minst Trafikverket, som också skall ingå i databasen.

Energikartläggning (energimyndigheten)

<http://www.energimyndigheten.se/Foretag/Energieffektivisering-i-foretag/Ekonomiskt-stod-for-energikartlaggning/>

Detta är ett belysningsprogram för företag, kommuner och statliga myndigheter för att stimulera till investeringar i energieffektiva belysningsanläggningar.

Från och med 2010 finns det ett nytt stöd för företag som vill kartlägga sin energianvändning i verksamheter och anläggningar. Stödet administreras av Energimyndigheten och ges till företag som använder minst 500 MWh energi per år, dvs relativt energiintensiva företag och syftet är att uppnå en effektiv användning av energi. Energikartläggningen ska innehålla förslag till åtgärder för energieffektivisering. Ett villkor är att stödmottagaren ska lämna de uppgifter som krävs för uppföljning och utvärdering av stödet.

Energikartläggningen omfattar inte bara belysning utan också annan energianvändning. Men det borde vara möjligt för Energimyndigheten att av stödmottagarna i deras slutrapportering kräva en specificerad redovisning av belysningsförhållandena före och efter. Dessa uppgifter skulle sedan kunna läggas in i databasen under fallbeskrivningar på ett enkelt sätt.

Greenlight – the European greenlight programme <http://www.eu-greenlight.org/>

Greenlight är ett frivilligt europeiskt program där privata och offentliga organisationer åtar sig att uppgradera existerande belysningsystem till mer energieffektiva installationer. Tanken är att kostnaderna för åtgärderna ska betalas tillbaka genom de besparingar man erhåller samt att belysningskvaliteten ska bibehållas eller förbättras. För att bli en partner i programmet måste man ersätta minst 50% av belysningen i de egna lokalerna med bästa möjliga belysningstekniker. Systemen ska dessutom styras på ett sådant sätt att man undviker ljus som är påslaget när det inte används, undviker onödigt bruk av belysning samt uppmuntrar användningen av dagsljus. Belysningen står för ca 40% av elanvändningen i kommersiella lokaler och utgör därmed en påtaglig andel av verksamheternas energikostnader. Genom att investera i den bästa tekniken är det möjligt att spara 30 till 50% av den el som används för belysningsändamål med bibehållen eller förbättrad belysningskvalitet. Det nationella målet är att sänka energianvändningen för belysningen i offentliga och kommersiella lokaler med 200GWh per år.

Energimyndigheten leder arbetet i Sverige, som är ett av 13 deltagande länder. De medverkande presenteras på mässor, seminarier och konferenser.

Fallbeskrivningar inom Green Light projektet skulle också kunna ingå i den framtida databasen.

Nationella och internationella organisationer

Nationella och internationella ljusrelaterade organisationer kommer att redovisas i mindre omfattning, t ex som redovisningen i kapitlen Internationella standardiseringsorganisationer, Internationella utvecklings- och forskningsorganisationer samt Svenska standardiserings- och informationskanaler i denna skrift.

INLÄGGNING AV UPPGIFTER I DATABASEN

Huvuddelen av de inlagda uppgifterna svarar ansvariga för databasen för, t ex kommer inläggningen av Grundläggande termer och begrepp helt hanteras av databasgruppen. Men inom andra delar skall databasen vara öppen för inläggning av t ex forskare och praktiker. Det ska finnas strukturerade inläggningsformulär för data, lätt tillgängliga. Efter det att data lagts in hålls den dold till dess att den kontrollerats av för området utsedd ansvarig. Behörighet för inläggning av data måste diskuteras efter hand som databasen byggs upp. Inläggning av fallbeskrivningar skulle t ex kunna vara helt öppna. Ett alternativ är att man från kommuner, producenter, företag etc ansöker om behörighet, för en viss period, alternativt löpande.

Inläggning av produktdata

Om man specificerar för fabrikanterna vilka data, som de redan har registrerade, man önskar och formatet för filen med uppgifterna, kan man överföra dessa direkt till databasen, vilket underlättar inläggningen av produktdata och minimerar felprocenten i databasen. Ju fler moment och överföringar, ju större felrisk.

Nedan ges ett exempel på hur produktdata redovisas på en producenthemsida:

Tekniska specifikationer

Form: Spiral
Ljuseffekt: Varm vit
Wattal: 5 W



Wattal, vanlig lampa: 25 W
Sockel: E27
Spänning: 220-240 V
EEL: A
Dimbar: Nej
Livslängd för lampor: 8 år
Livslängd för lampor: 8 000 timmar

<http://www.philips.se/index.page>

Inläggning av fallbeskrivningar

Om rapporter till Energimyndigheten enligt ovan kommer att ligga till grund för databasens fallbeskrivningar är det möjligt att på ett liknande sätt standardisera uppgifterna och förenkla överföringen. Hur detta ska ske utformas i samarbete med Energimyndigheten.

Kommuner, företag, branschorganisationer ska också kunna få behörighet att lägga in data enligt ovan.

Inläggning av forskningsresultat

Förutom ansvariga för databasen kan också ljusforskare inom Sverige få behörighet att lägga in inte bara egna publikationer utan även sådana de under sin forskning träffat på och funnit intressanta. Innan uppgifterna publiceras kontrolleras de av ansvariga för databasen.

En av Ceebels uppgifter är att sprida, presentera och koordinera forskning och utveckling inom belysningsområdet. Detta kan utvecklas ytterligare genom databasen.

GRANSKNING OCH KONTROLL

Data som läggs in av andra än ansvariga för databasen kommer att kontrolleras på olika sätt innan de publiceras.

Vetenskaplig litteratur från etablerade tidskrifter kommer in i aktuellt skick. Andra publikationer lämnas till expertgrupp (forskare i Sverige eller utomlands) för bedömning.

Data som läggs in av andra med given behörighet kommer att kontrolleras på olika sätt. Ett alternativ är att den som är ansvarig för inläggningen av vetenskapliga publikationer och forskningsresultat i databasteamet också kontrollerar externt inlagt vetenskapligt material. Ett annat – mer tungarbetat - alternativ är att materialet kontrolleras av en referensgrupp, bestående av de forskare som själva har behörighet för inläggning av data. Först efter intern kontroll publiceras uppgifterna på nätet.

En expertgrupp bestående av forskare från de skilda områdena kommer gemensamt utarbeta kriterier för bedömning och redovisning av fallstudiers kvalitet.

Vad gäller produktdata får man utgå från självsanering från producenternas sida. De bör inte lägga in annat än sådant de kan stå för. I och med att Ilcos används som klassificeringssystem och att data från olika producenter finns samlade i en och samma databas sker ju en viss övervakning från konkurrenternas sida.

LÖPANDE UTVÄRDERINGAR

Utvärderingar av databasen sker på två olika nivåer. Dels kan man mäta besöksfrekvensen totalt liksom besöksfrekvens på de olika delarna, dels sker kvalitetsutvärderingar.

Mått på besöksfrekvens ges i databasen från det den tas i bruk. Frekvenser kommer att kunna redovisas som diagram med jämförelser etc. En fråga när man lämnar basen kommer att vara: Hittade du vad du sökte? Fick du svar på dina frågor? Det sistnämnda ger ett grovt mått på

användarnas tillfredsställelse med databasens olika delar. En sådan kontroll görs t ex månadsvis och resultaten analyseras i gruppen som är ansvarig för databasen.

Kvalitetskontroll görs på olika sätt. Kvaliteten på inlagda forskningsartiklar, som inte publicerats på annat håll, granskas av tre granskare. Man skulle kunna säga att den delen av forskningspubliceringen kan ses som en open access tidskrift, vilket bör beaktas vid konstruktionen av denna del i databasen.

Produktdata granskas av ansvariga för databasen. Om tillräckligt många producenter deltar kan man förhoppningsvis också räkna med att dessa kontrollerar varandra. Det kommer att finnas möjligheter till jämförelser mellan olika produkter. Om en producent finner uppgifter som han inte tycker är korrekta ska möjligheter ges i databasen till direkt kontakt med ansvariga.

SÖKFUNKTIONER OCH JÄMFÖRELSEMÖJLIGHETER

Man ska kunna söka på databasens alla delar samtidigt. Sökfunktionen skall vara enkel, och basera sig på bl a nyckelorden.

Man ska således kunna gå in och söka på en viss ljuskälla och få ut produktdata, uppgift om den studerats tidigare t ex återfinns i fallstudier. Det ska också vara möjligt få uppgift om ljuskällan studerats vetenskapligt, och vilka resultat man då erhållit.

Det ska också vara möjligt göra jämförelser mellan olika ljuskällor, dels från enkla produktfakta men också resultat från ev fallstudier och vetenskapliga studier. Programmet ska således kunna göra beräkningar och jämförelser, t ex mellan olika produkter, enligt specifikation.

UPPBYGGNAD AV DATABASEN

I utredningsarbetet har kontakt tagits med Raul Carlson seniorforskare vid Victoria Institute, Göteborg. Han har bl a utvecklat en databas, som är tillgänglig för allmänheten och finns på Chalmers, CPM, Centre for environmental assessment of product and material systems. Se beskrivning tidigare i rapporten. Databasen omfattar livscykeldata, med assessment ur tre valbara perspektiv, t ex är ett baserat på Eco-indicator 99. Databasen innehåller också en kalkylator, som omfattar klassificering, karaktärisering och viktning, där man kan beräkna miljöpåverkan från en livscykelprocess enligt de tre perspektiven. Databasen har vissa likheter med den planerade databasen. Raul Carlsson har sagt sig vara beredd att medverka konsult vid utvecklingen av databasen.

En databas kan liknas vid en bankomat. För att kunna ta ut krävs mycket förarbete, och man bör tänka över vad man vill kunna ta ut. I förarbetet måste man definiera kravspecifikationer för olika områden samt vilka frågor man vill ha svar på, och användningsfallen, dvs vilka behov som föreligger. Alla krav ska lösas. Dessa specifikationer ställer å andra sidan krav på strukturen.

Under utredningsarbetet har två olika alternativ framkommit vilka presenteras nedan.

Alternativ 1

Det första alternativet är att använda en färdig applikation, ett befintligt publiceringsverktyg, som t ex det som LTH arbetar med, Typo3. En nackdel i sammanhanget är att det just nu inom Lunds Universitet pågår en utredning om det finns något annat verktyg, som är lämpligare. Beslut om detta kommer att fattas i senare i år

Typo3 är byggt med öppen källkod dvs inga licenskostnader och det är ett fullvärdigt CMS (Content Management System) med stor kapacitet och det är användarvänligt. Man loggar enkelt in från vilken webbläsare som helst och gör ändringar direkt på servern. Inloggning och rättigheter styr vem som får göra vad.

I princip fungerar det så att man hyr in sig på en server, minnesstorleken bestämmer man själv, och man betalar efter minnesstorlek. Detta innebär att databasen kan växa efter hand, genom att mer utrymme kan köpas. Sedan byggs sidor på ett ganska enkelt sätt, och det finns sökmotorer för fri sökning och möjlighet att lägga upp formulär för inläggning av data.

På grund av den planerade databasens omfattning och bredd kommer professionell hjälp att behövas under uppbyggnaden. Pixelant (<http://www.pixelant.se/>) är ett sådant bolag som specialiserat sig på Typo3, och som skulle kunna anlitas under uppbyggnaden.

Ett argument som talar för ett publiceringsverktyg som används i ett större system, i det här fallet LTH, är att när detta system uppdateras alternativt byts ut i en okänd framtid, så följer det med det större systemet, och bibehåller sin funktion.

Alternativ 2

Enligt alternativ utvecklar en systemutvecklare/modellerare ett för databasen skräddarsytt system. Detta innebär att man anställer/hyr in en tekniker som kan modulerarteori, som arbetar i en relationsdatabas, kunnig i SQL (Structured Query Language), som är ett standardiserat språk för att hämta och modifiera data i en relationsdatabas. SQL är den standard som de flesta databaser följer. Valet av programvara är beroende av hur lättanvänd/generell lösning som önskas och på programmeringsspråk (Halpin.& Morgan, 2008). Teknikern utvecklar sedan programmet på en dator, där det hålls installerat en tid. Eventuellt hålls programmet sedan snurrande på en webserver. Inläggningen av data sker med hjälp av Access Office.

Finansiering

I och med utfasningen av glödlampan och LED:s utveckling kommer med all sannolikhet en stor mängd nya producenter in på marknaden. Självsanering kommer att behövas, då redan nu ett stort antal undermåliga produkter strömmar ut på marknaden. Förslag att t ex etablerade producenter ger en andel av såld diod för att hålla igång databasen.

Ett alternativ är att företag, kommuner och statliga myndigheter ges möjlighet att prenumerera på databasen, dvs för en månadskostnad få fri tillgång till uppgifterna i databasen, som tex är fallet med Webbtinet, där man betalar 800 kr plus moms för att få fri tillgång till databasen.

I Sverige arbetar idag, som nämnts, 120 000 personer inom belysningsrelaterade branscher. Förutom intresse från branschen kan man förvänta ett ökat intresse från privatpersoners sida i och med utfasningen av glödlampan och introduktionen av nya ljuskällor.

Man kan tänka sig två nivåer i access. En mindre omfattande där fabrikantens upplysningar om ljuskällans egenskaper är tillgängliga samt grundläggande termer och begrepp. Dessa upplysningar kan utnyttjas främst av privatpersoner. För ytterligare tillgång till databasen kan man tänka sig en prenumeration, avsedd främst för branschen och intresserade forskare.

Vad gäller priset för denna bör det ligga över Webbtinet, då denna databas kommer att innehålla mer avancerad kunskap, disponerat på ett något annorlunda sätt.

Placering

En placering vid ett universitet signalerar att i databasen presenteras kunskap som är objektiv och trovärdig. Föreslås att databasen placeras vid Miljöpsykologi, Institutionen för arkitektur och byggd miljö i Lund. Här finns kompetensen inom såväl tekniska data som forskning inom området, samt ett omfattande specialbibliotek inom ljusområdet. Genom att knyta databasen till Lunds Universitet erhåller man dessutom i arbetet tillgång till de databaser som Lunds Universitetsbibliotek prenumererar på.

Ägande

Föreslås att databasen ägs av Energimyndigheten, Lunds Universitet, Ceebel, Vägverket, Trafikverket, SKL och eventuellt andra oberoende intressenter.

Organisation

- Styrelse med ledningsfunktion
- Forskargrupp för vetenskaplig kontroll av innehållet
- Referensgrupp med svenska representanter i relevanta organisationer, Belysningsbranschen, CIE, SIS, CELMA.

Arbetet blir därigenom interaktivt, dvs personer som agerar i standardiseringsprocesser etc kan direkt återföra kunskapen till databasen, liksom de får information via databasen som är relevant för arbetet i respektive organisation.

Uppstart

I inledningen av denna skrift poängterades vikten av att följa och sprida kunskapsutvecklingen inom området. Med tanke på den snabba utvecklingen av nya produkter är det viktigt att databasen snarast finns tillgänglig för de olika målgrupperna. På så sätt ges möjlighet till att göra övervägda och rationella val, baserade på objektiv, jämförbar kunskap. En snabb uppsatt av arbetet är därför högt prioriterat.

Drift och underhåll

Det är viktigt att uppbyggnaden av databasen påbörjas snarast. Uppbyggnadsarbetet erfordrar i initialskedet en engångssatsning ekonomiskt och personalmässig, för att så fort som möjligt få en fungerande databas.

Då databasen fått sin slutliga form och inlagda data ger en fullödig bild av kunskapen inom området, är det viktigt att medel och personal avsätts för upprätthållande av databasens, så att den inte förlorar i aktualitet.

Det är viktigt att databasen även efter uppbyggnadsskedet hålls aktuell, och innehållet kontrolleras. Om medel avsätts för detta, och ansvarig personal får möjlighet att dagligen följa utvecklingen inom området och redovisa detta, så kan databasen i praktiken fungera lång tid framåt. Om inte medel avsätts och inte någon längre är ansvarig för databasen, kommer allt det nedlagda arbetet vara meningslöst, och databasen förlora aktualitet mycket snabbt.

Under rubriken kostnadsberäkning nedan ges en uppskattning av kostnaderna för en kontinuerlig skötsel av databasen.

Föreslås att medel avsätts för underhåll och uppdatering av databasen för en 10-årsperiod, samt att drift och underhåll administreras genom Lunds Universitet/Ceebel. Förutsättningen för det sistnämnda är att databasen redan vid uppbyggnaden placeras vid Lunds Universitet.

KOSTNADSBERÄKNING

Alternativ 1

Dataföretaget Pixelant har lämnat en preliminär offert, se Appendix 1. I offerten beräknas kostnaden till 242,520 kronor (exkl moms). Arbetet beräknas ta 100 dagar, dvs ca 5 månader.

För supporten ges i offerten 3 olika alternativ, 800 kr, 1500 kr och slutligen 2500 kronor per månad. I supporten ingår fria uppdateringar av TYPO3 och fri support för max 5 användare.

I offerten erbjuds också hostingtjänst, från 250 kr/ månad till 750 kr, beroende på storleken. Backup ingår också i hostingtjänsten. Backupen lagras i 14 dagar och sparas varje natt.

Alternativ 2

För alternativ 2 anställs en programtekniker 10 månader 100 %. Inköp programvara, 10.000 kr. Beroende på utformningen av databasen och placeringen av densamma är det idag svårt beräkna kostnaderna för hosting, backup etc. Vad gäller support bör avtal slutas med datateknikern vid anställningen, om fortsatta anställning för support efter uppbyggnadsåret, ca 10-15% av lönen/år.

För både alternativ 1 och 2 beräknas en högre personalintensitet under första året. Denna förväntas sedan sjunka successivt efterhand som databasen etablerats och den första inläggningen av data är klar. I projektet beräknas första året 100% tjänst, fördelat på olika funktioner,

baserat på databasens bredd och omfattning. Med all sannolikhet kommer funktionerna att överlappa, vilket förutsätter samarbete dememellan. Nedanstående kompetenser föreslås ingå.

- Ljusexpert, som svarar för kontakter med företag, myndigheter etc angående fallbeskrivningar samt för inläggning av data och formerna härför (ca 25%).
- Expert med erfarenhet av forskning och redovisning av forskningsresultat. I uppgiften ingår också ansvaret för uppläggningsen av nyckelord (ca 50%). Då databasen ska omfatta de senaste 10 årens forskning inom området samt ev tidigare klassiker är denna del av arbetet den största i initialskedet.
- Ljustekniker, som svarar för urval av grundläggande termer och begrepp samt inläggningen av detta (ca 25%).

Andra året beräknas lägre kostnader för ljustekniker och ljusexpert, då termer och grundläggande begrepp liksom fallbeskrivningar bör vara inlagda, och det nu gäller löpande registrering (15 respektive 10%). Vad gäller vetenskapliga publikationer räknar man med ett fortsatt arbete för att täcka in den senaste 10-årsperioden (25%).

Tredje året beräknar man ha kommit ner till en basnivå, den årliga kostnad som krävs för att hålla databasen igång i framtiden, en person ca 25%.

Kostnaderna för datorer (3 x 7.000) förbrukningsmaterial (10.000/år), styrelse (25.000/år) samt res- och konferenskostnader för presentation av databasen (20.000 kr/år) beräknas vara desamma oavsett om man väljer Alternativ 1 eller 2.

Sammanställning kostnader

År 1. Initial uppbyggnadsfas

Alternativ 1

Pixelant databaskonstruktion	242.520
Support, hosting, backup	40.000
Summa	282.520

Alternativ 2

Datatekniker 100% 10 mån inkl soc kostnader	450.000
Programkostnader	10.000
Summa	460.000

Kostnader oberoende av alternativ

Datorer	21.000
Förbrukningsmaterial	10.000
Styrelse	25.000
Res- och konferenskostnader	20.000
Summa	76.000

Lönekostnader oberoende av alternativ

Lön ljusexpert 25% inkl soc kostn	225.000
Forskningsansv 50% inkl soc kostn	270.000
Ljustekniker 25% inkl soc	135.000
Summa	630.000

Således beräknas en totalkostnad om 988,520 kr för alternativ 1 och 1.166.000 kr för alternativ 2 under år 1. Tillkommer OH-kostnader om 35%

Alternativ 1 inkl OH = 1.335 kkr

Alternativ 2 inkl OH = 1.574 kkr

År 2. Fortsatt uppbyggnad

Alternativ 1

Support, hosting, backup	50.000
Summa	50.000

Alternativ 2

Datatekniker inkl soc kostnader 15%	81.000
Hosting backup	25.000
Summa	106.000

Kostnader oberoende av alternativ

Förbrukningsmaterial	10.000
Styrelse	25.000
Res- och konferenskostnader	20.000
Summa	55.000

Lönekostnader oberoende av alternativ

Lön ljusexpert inkl soc kostn 10%	90.000
Forskningsansv inkl soc kostn 25%	135.000
Ljustekniker inkl soc 15%	81.000
Summa kostnader	306.000

För andra året beräknas således en kostnad om 411 kkr för alternativ 1, och för alternativ 2 beräknas 467 kkr. Tillkommer OH, 35%.

Alternativ 1 inkl OH = 554 kkr

Alternativ 2 inkl OH = 630 kkr

År 3 Driftskostnader

Alternativ 1

Support, hosting, backup	50.000
Summa	50.000

Alternativ 2

Datatekniker inkl soc kostnader 10%	45.000
Hosting backup	25.000
Summa	70.000

Kostnader oberoende av alternativ

Förbrukningsmaterial	10.000
Styrelse	25.000
Res- och konferenskostnader	20.000
Summa	55.000

Lönekostnader oberoende av alternativ

Databasansvarig inkl soc kostn 25%	135.000
Summa kostnader	135.000

Kostnaderna för att driva databasen beräknas från och med år 3 och kosta 240 kkr enligt alternativ 1 och 260 enligt alternativ 2. Tillkommer OH kostnad om 35%.

Alternativ 1 inkl OH = 324 kkr

Alternativ 2 inkl OH = 351 kkr

BASALA KRAV – JÄMFÖRELSE MELLAN ALTERNATIV 1 OCH ALTERNATIV 2

Den planerade databasen bör uppfylla vissa basala krav:

1. rimlig anläggningskostnad
2. rimliga driftskostnader
3. hög hållbarhet
4. enkla sökfunktioner
5. enkla inläggningsfunktioner
6. möjligheter till jämförelser mellan t ex olika produkter
7. mätning av besöksfrekvens

De beräknade anläggnings- och driftskostnaderna, punkterna 1 och 2, ger genomgående en något högre kostnad för alternativ 2.

Vad gäller hållbarheten, punkt 3, bedöms Alternativ 1 ha de bästa förutsättningarna. I Alternativ 1 anlitas ett stabilt dataföretag som har goda förutsättningar att fortsätta sin verksamhet flera år framåt. Eftersom LTH idag använder sig av programmet TYPO3 i sina nätpublikationer kommer den planerade databasen lätt passa in i det övergripande systemet, och har förväntas också därigenom ha högre hållbarhet. För Alternativ 2 kan problem uppstå då programteknikern efter första året inte längre kan anställas på 100%. Denne kommer då söka annan anställning vid sidan om supporten för databasen, vilket kan inverka menligt på kontinuiteten i supporten, och i det långa loppet därigenom också hållbarheten.

Som tidigare beskrivits är det också angeläget med en snabb uppstart av databasen. Det förefaller som Alternativ 1 är bäst lämpat tidsmässigt, då man inte behöver börja med utannonsering av tjänst med ansökningstider, tillsättningsgång etc, utan kan starta redan första dagen med utarbetandet av databasen.

Sammantaget kan sägas att det finns ett stort behov av en databas av det beskrivna slaget, vare sig man väljer något av de båda föreslagna alternativen eller någon annan lösning. Viktigt är att föreliggande arbete visar att det finns goda möjligheter att inom rimlig tid påbörja uppbyggnaden av en databas. Tiden är en viktig faktor då utvecklingen inom belysningsområdet just nu sker väldigt snabbt. Behovet av neutral kunskap är stor och kan tillgodoses genom en databas av det ovan beskrivna slaget.

REFERENSER OCH LITTERATUR

Akerstedt, T. 2007. Altered sleep/wake patterns and mental performance, *Physiology and Behavior*, 90 (2-3), 209-218 Leverantör: Elsevier

Akerstedt, T.; Hume, K.I.; Minors, D.S.; Waterhouse, J.M.; Folkard, S. 1992. Sleep on a shortening day/night schedule. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 82 (2), 102-111

Annell 2007. Våra vanligaste ljuskällor - kompendium, Annell ljus + form.

Axelsson, J., Akerstedt, T., Kecklund, G., & Lowden, A. 2004. Tolerance to shift work-how does it relate to sleep and wakefulness? *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 77(2), 121-129

Belysningsbranschen.(odaterad) En säkrare framtid. Att spara energy och miljö med modern utomhusbelysning, Stockholm

Belysningsbranschen.(odaterad) När ljusnar det? Belysningsbranschens rapport om offentlig belysning, Stockholm

Belysningsbranschen. 2008. Rekommendationer kring livslängds- och ljusutbytesangivelser för LED-moduler. Utgåva 1. Information från Belysningsbranschen.

Belysningsbranschen.2008. Att tänka på vid projektering och installation av LED: Information från Belysningsbranschen, Utgåva 1.

Bergström, B. 2008. Colour choices: a practitioner's guide to colour scheming and design. Formas, Stockholm

Bergström, SS. & Derefeldt, G. 1973. The effect of luminance relations on induced color. Psykologiska Inst, Uppsala

Bergström, SS. 1977. Common and relative components of reflected light as information about the illumination, colour, and three-dimensional form of objects. Psykologiska Inst, Uppsala

Bergström, SS., Derefeldt, G. & Holmgren, S. 1976. Chromatic induction as a function of luminance relations . Psykologiska Inst, Uppsala

Billger, M. 1999. Colour in Enclosed Space. Göteborg, Department of Building Design, Chalmers University of Technology.

Bjorvatn, B., Kecklund, G. & Akerstedt, T. 1999. Bright light treatment used for adaptation to night work and re-adaptation back to day life. A field study at an oil platform in the North Sea. *Journal of Sleep Research*, 8(2), 105-112

Bülow-Hübe, H. 2008. Daylight in glazed office buildings. A comparative study of daylight avail-

ability, luminance and illuminance distribution for an office room with three different glass areas. Report EBD-R--08/17.

CIE 2007. Energisparande kräver smart belysning. Pressmeddelande från CIE:s kongress 2007. Ljuskultur (5/2007): 24.

Dahlin, Å. & M. Billger, Eds. 2001. Colour. Nordisk arkitekturforskning, No. 2, Göteborg.

Dalenstam, E. odaterad. Livscykelkostnad. Miljöstyrningsrådet

Dalenstam, E. odaterad. Miljöanpassad upphandling av utomhusbelysning.

Dalenstam, E. 2009. Förstudie: Utomhusbelysning. Miljöstyrningsrådet, Rapport 2009:1,

Derefeldt, G. 1977. Induced colour as a function of luminance relations. Almqvist & Wiksell, Stockholm

Derefeldt, G., Holmgren, S. & Berström, SS. 1977. Hue shift of induced colour as a function of luminance relations. Psykologiska Inst, Uppsala

Ejhed, J. 1992. Ljus och rum: beskrivning av grundläggande samband för specifika rumskaraktärer. Stockholm

Ejhed, J. 2007. Den 26:e CIE-kongressen i Beijing 2007. Ljuskultur(5/2007): 19-22.

Ejhed, J. Liljefors, A. & Olsson, A. 1984. Årskostnader för belysning. En diskussion om samband mellan kostnad och kvalitet som underlag för belysning. Belysningslära, KTH, Stockholm

Erikson, C. & Küller, R. 1983. Non-visual effects of office lighting. CIE 20th Session, Amsterdam 1983, Vol. 1: D602/1-4.

Erikson, C. & Küller, R. 1984. Lysrörsbelysningens icke-visuella effekter. En fältstudie. Slutrapport till Statens Råd för Byggnadsforskning, Stockholm.

Erikson, C., Küller, R. & Wetterberg, L. 1983. Non-visual effects of light. XIV Acta Endocrinologica Congress Satellite Symposium, pp. 22. Karolinska Institute, Stockholm.

Friberg, L. & Ronge, H. (Eds). 1970. Hygien. Svenska bokförlaget, Stockholm

Fridell Anter, K. (Ed). 2006. Forskare och praktiker om FÄRG, LJUS, RUM. Stockholm, Formas.

Fridell Anter, K. 2007a. Ljus/Färg och deras samverkan i rummet. SE RUM, Stockholm

Fridell Anter, K. 2007b. Aktuell svensk litteratur om ljus och färg. Annoterad bibliografi. SE RUM, Stockholm

Fritzell, B. & Löfberg, HA: 1970. Dagsljus inomhus. Starkt förkortad översättning och bearbetning av Hopkinson, RG, Petherbridge, P & Longmore, J: Daylighting.

- Garnert, J. 1993. Anden i lampan, Carlsson, Stockholm
- Goven, T., Bångens, C., Persson, B. 2002. Preferred luminance distribution in fourking areas. Proceedings Right Light 5, France
- Govén, T., Laike, T. & Pendse, B. 2006. The background Luminance and colour temperatures influence on alertness and mental health. Pre-study. Proceedings of the 2nd CIE Expert Symposium, Ottawa, Ontario, Canada
- Govén, T., Laike, T., Pendse, B. & Sjöberg, K. 2007. The impact of back ground luminance and colour temperature on arousal, perception and emotional status. Proceedings CIE 26th session 4-11 July, Beijing China
- Govén, T., Laike, T., Raynham, P. & Sansal, E. 2009. The influence of ambient lighting on pupils in classrooms - considering visual, biological and emotional aspects as well as use of energy. Lux Europa Istanbul
- Halpin, T. & Morgan, T. 2008. Information modeling and relational database. Morgan Kaufman, Amsterdam
- Hesselgren, S. 1969. The Language of Architecture, Studentlitteratur, Lund
- Hesselgren, S. 1972. Opening of the CIE Study Group A. In: Küller, R. 1973. (Ed). Archtiectural Psychology. Proceedings of the Lund Conference, Studentlitteratur, Lund & Dowden, Hutshinson & Rioss, Stroudsburg
- Håkansson, P. & K. Renström (2004). Ljus & Belysning. En handbok om ljus, seende, ljusplanering och belysningsteknik, Liber.
- Hjertén, R., I. Mattsson & H. Westholm (2001). Ljus inomhus. Stockholm, Arkus.
- Hörberg, U. & Rumar, K. 1975. Running Light. University of Uppsala, Uppsala
- Hygge, S. & Löfberg, HA: 2000. POE Post occupancy evaluation of daylight in buildings : a report of IEA SHC TASK 21 / ECBCS annex 29. Högskolan i Gävle, Gävle
- ILCOS. International Lamp Coding System. Technical Specification. 1999. CEI IEC TS 61231, Geneve
- Ingre, M. & Akerstedt, T 2004. Effect of accumulated night work during the working lifetime, on subjective health and sleep in monozygotic twins. Journal of Sleep Research, 13 (1), 45-49
- Janssens, J. 2006. Lagom är bäst. Om belysning och färgsättning på kontor. I: K. Fridell Anter (Red). Forskare och praktiker om färg – ljus – rum. Formas, Stockholm
- Janssens, J. 2007. Jämförelse av två typer av vägbelysning. Environmental Psychology, Depart of architecture and built environment, Lund University, Lund
- Janssens, J., Balogh, J. & Küller, R. 2004. Arbetslokaler för diagnostiskt ultraljud Environmental Psychology Unit, Dept of architecture and built environment, Lund

- Johansson, M. (2010a). Measuring the perception of outdoor LED in residential areas. Paper presented at Energitinget, Stockholm March 2010.
- Johansson, M. (2010b). Utomhus LED-belysning i flerbostadsområden. Miljöforskning, 1
- Johansson, G. & Rumar, K. 1962. Siluetteffekter vid mörkertrafik University of Uppsala, Uppsala
- Johansson, M. & M. Küller, Eds. (2005). Svensk miljöpsykologi. Lund, Studentlitteratur.
- Johansson, M. & Rosén, M. 2007. Belysningskvalitetens betydelse för tillgänglighet och upplevd rädsla längs gångvägar. Statens väg- och transportforskningsinstitut. VTI:s Transportforum, Linköping
- Johansson, M. , Laike, T., Govén, T. Berndtsson, K. & Kuhn, L. 2009. Utomhus LED i flerbostadsområden effekter för energianvändning och ljusupplevelse samt upplevd trygghet och tillgänglighet. Poster presenterad vid Ceebels programkonferens, Katrineholm
- Knez, I. 1995, Effects of indoor lighting on mood and cognition. *Journal of Environmental Psychology*, 16, 39-51
- Knez, I. 2005a. Ljusets psykologiska inverkan. *Svensk miljöpsykologi*. M. Johansson & M. Küller. Lund, Studentlitteratur: 71-84.
- Knez, I. 2005b. Non-Visible Flicker from Fluorescent Lighting: Psychological Impact . *Right Light* 6, May 2005, Shanghai
- Knez, I. 2001. Effects of colour of light on nonvisual psychological processes. *Journal of Environmental Psychology*, 21, 201-208
- Knez, I. & Hygge, S. 2002. Irrelevant Speech and Indoor Lighting: Effects on Cognitive Performance and Self-Reported Affect. *Appl. Cognit. Psychol.* 16: 709–718
- Knez, I. & Kers, C. 2000. Effects of indoor lighting, gender, and age on mood and cognitive performance. *Environment and Behaviour*, 33(6), 817-831
- Knez, I. & Löfberg, HA. 2000. Belysningsforskningen i Sverige och internationellt 2000. Elforsk rapport 00:13. Stockholm, Svenska Elföretagens forsknings- och utvecklings AB.
- Knez, I. & Niedenthal, MA. 2008. Lighting in Digital Game Worlds: effects on Affect and Play Performance. *Cyber-Psychology & Behaviour*. 11(2), 129-137
- Knez, I. Non-visible flicker from fluorescent lighting. Psychological impact. Undated Report. Department of Technology & Built Environment, Gävle.
- Kommissionens förordning (EG) nr 245/2009 om genomförande av Europaparlamentets och rådets direktiv 2005/32/EG när det gäller krav på ekodesign för lysrör utan inbyggt förkopplingsdon, urladdningslampor med hög intensitet samt förkopplingsdon och armaturer som kan driva sådana lampor och om upphävande av Europaparlamentets och rådets direktiv 200/55/EG.

Küller, M., Küller, R., Imamoglu, E.O. & Imamoglu, V. 1990. Health and outdoor environment for the elderly. In: H. Pamir, V. Imamoglu & N. Teymur (Eds.) Culture Space History. Proceedings IAPS 11, 1990, Vol 3, pp. 236-245. METU Faculty of Architecture Press, Ankara.

Küller, R. 1980. Non-visual effects of daylight. In: J. Krochman (Ed). Proceedings of the Symposium on Daylight. Physical, physiological and architectural aspects. West Berlin, 1980, pp. 172-181. Institute für Lichttechnik, TU, Berlin.

Küller, R. 1981. Non-visual effects of light and colour. Annotated bibliography. Document 15, Swedish Council for Building Research, Stockholm.

Küller, R. 1982. Subjektiva effekter av kontorsbelysning. I: M. Küller (Red). Icke-visuella effekter av optisk strålning. Miljöpsykologiska Monografier nr. 2, sid. 37-44. Sektionen för Arkitektur, Lunds Tekniska Högskola, Lund.

Küller, R. 1983. Ljus och färg påverkar hur vi mår. Forskning och Framsteg, 1: 35-39.

Küller, R. 1986a. Hur inverkar belysningen på människan? Miljöpsykologisk forskning vid Sektion A. Ordo, 2: 23-28.

Küller, R. 1986b. Non-visual effects of visual surroundings. Proceedings of the International Scientific Conference: Work with Display Units. Stockholm 1986. Part II, pp. 730-733. Swedish National Board of Occupational Health, Solna.

Küller, R. 1986c. Närmiljö - stimulans eller stressfaktor. Byggforskning, 6: 25-26.

Küller, R. 1986d. Physiological and psychological effects of illumination and colour in the interior environment. Journal of Light & Visual Environment, 10(2): 33-37.

Küller, R. 1987a. Non-visual effects of visual surroundings. In: B. Knave & P.G. Widebäck (Eds). Work with Display Units 86, pp. 376-381, Elsevier Science Publishers B.V., North-Holland.

Küller, R. 1987b. Physiological and psychological effects of illumination and colour in the interior environment. Journal of The Illuminating Engineering Institute of Japan, 71(4): 222-225

Küller, R. 1987c. The effects of indoor lighting on well-being and the annual rhythm of hormones. CIE 21st Session. Venice 1987. Volume 1. No 601, pp. 342-345.

Küller, R. 1988a. Dagsljus - ett nödvändigt inslag i människans tillvaro. Vår Näring, 23(4): 109-110.

Küller, R. 1988b. Ljus, välbefinnande, melatonin. Presentation vid Svensk Belysningskongress, 1988, Göteborg.

Küller, R. 1990. Licht, Farbe und menschliches Verhalten. In: L. Kruse, CF. Graumann, & E.D. Lantermann (Red). Ökologische Psychologie. Ein Handbuch in Schlüsselbegriffen, pp. 614-619. Psychologie Verlags Union, München.

Küller, R. 1991a. Directions for future psychobiological lighting research. CIE 22nd Session. Melbourne 1991. Volume 1, Part 2, Workshops, pp. 8-10.

Küller, R. 1991b. Report from the workshop: Directions for future psychobiological lighting research. Proceedings. CIE 22nd Session. Melbourne 1991. Volume 2, Keynote Papers, pp. 51-53.

Küller, R. 1992a. Dagsljusets fördelar. Vi mår bättre. Presentation vid Seminarium om Dagsljus. Älvsjö, 1992. NUTEK & Byggeforskningsrådet.

Küller, R. 1992b. Ljus och färg kan ge stressreaktioner. Arbetsmiljöfonden. Sammanfattningar 1509. Arbetsmiljöfonden, Stockholm.

Küller, R. 1994a. Går det at arbejde i vinduesløse rum? LYS, Tidsskrift for Lysteknisk Selskab, 94(1): 50-51.

Küller, R. 1994b. Ljuset i rummet. Nyhetsbrev, Svenska Rum Projekt, April.

Küller, R. 1994c. Swedish chronobiological research. Paper presented at the Philips Forum, 1994, Rensselaerville Institute, Rensselaerville, N.Y.

Küller, R. 1995a. Ljusets inverkan på hälsan. I: Kvalitetssäkra sunda hus. sid. 11:1-3, Statens Provvningsanstalt, Borås.

Küller, R. 1995b. Ljusets kronobiologiska betydelse. Presentation vid EFP-Temadag Vinduer, dagslys og energi. 1995. Statens Byggeforskningsinstitut, Hörsholm.

Küller, R. 1996a. Chronobiology and arousal in subterranean environments. Paper presented at the Philips Forum, 1996, Eindhoven, The Netherlands.

Küller, R. 1996b. Den biologiska klockan under jord. I: Küller, M. (Red). 1996. Människa under Jord. Workshop i Stockholm 1995. Byggeforskningsrådet & Ingenjörsvetenskapsakademien. Miljöpsykologiska Monografier, Nr 12, sid. 5-9. Institutionen för Arkitektur, Lunds Tekniska Högskola, Lund.

Küller, R. 1996c. Seasonal effects on well-being in hospitals with and without windows. Proceedings of the 25th International Congress on Occupational Health, Book of Abstracts II:OS 417, p. 190. Stockholm.

Küller, R. 2004. Planning for good indoor lighting. Building issues Volume 14, Housing Development & Management, Lund University, Lund

Küller, R. 2005. Icke-visuella effekter på människans av ljus och färg. I: M. Johansson & M. Küller (Red.). Svensk miljöpsykologi. Lund: Studentlitteratur

Küller, R. 2006. Hur ljus och färg påverkar människan. I: K. Fridell Anter (Red). Forskare och praktiker om färg - ljus - rum. Formas, Stockholm.

Küller, R. 2008. Light, Mood and Seasonal Disorders. In: T. Porter & B. Mikellides. (Eds). Colour for Architecture Today. Pp 138-142. Taylor and Francis, Oxford

Küller, R., Ballal, S.G, Laike, T. & Mikellides, B. 1999. Shortness of daylight as a reason for fatigue and sadness. A cross-cultural comparison. In: Proceedings CIE 24th Session, Warsaw

1999. Volume 1, Part 2, pp 291-294.

Küller, R., Ballal, S.G., Laike, T., Mikellides, B. & Tonello, G. 2006. The impact of light and colour on psychological mood: A cross-cultural study of indoor work environments. *Ergonomics*, 49(14), 1496 – 1507

Küller, R. & Küller, M. 2001. The influence of daylight and artificial light on diurnal and seasonal variations in humans. A bibliography. CIE Technical Report No. 139, Commission International de l'Eclairage, Vienna, Austria.

Küller, R. & Laike, T. 1998. The impact of flicker from fluorescent lighting on well-being, performance and physiological arousal. *Ergonomics* , 41, 4, 433-447.

Küller, R., Laike, T., Ballal, S., Mikellides, B & Tonello, G. 2002. The importance of light for health and well-being in outdoor and indoor environments. In: R.Garcia Mira, J.M. Sabucedo Cameselle & J. Romay Martinez (Eds.) *Culture, Quality of Life and Globalization. Problems and Challenges for the New Millennium*. 17th Conference of the International Association for People-Environment Studies. Coruna, Spain. Pp. 599-601.

Küller, R & Lindsten, C. 1991. Hälsoeffekter vid arbete i fönsterlösa klassrum, Rapport 10. Statens Råd för Byggnadsforskning, Stockholm.

Küller, R. & Lindsten, C. 1992. Health and behavior of children in classrooms with and without windows. *Journal of Environmental Psychology*, 12: 305-317.

Küller, R., Mikellides, B. & Janssens, J. Color, Arousal and Performance - A Comparison of Three Experiments. *Color Research and Application*. 34(2), pp141-152

Küller, R. & Wetterberg, L. 1993. Melatonin, cortisol, EEG, ECG and subjective comfort in healthy humans: Impact of two fluorescent lamp types at two light intensities. *Lighting Research and Technology*, 25(2): 71-81.

Küller, R. & Wetterberg, L. 1996. The subterranean work environment: Impact on well-being and health. *Environment International*, 22(1): 33-52.

Laike, T. 2010. Belysnings skall vara energisnål och befrämja hälsa. *Miljöforskning*, 1, 14-17

Laike, T. & Tonello, G. 2009. Building- and Work-Related Symptoms (BWRS) A Multivariate Exploratory Study of Office Environments. *Journal of Light and Visual Environment*, 33, 3, 147-152

LED begrepp. 2009. Broschyr från Ljuskultur, Stockholm

Lenz, R., Meer, P & Hauta-Kasari, M . 1998. Spectral based illumination estimation and color correction. [Linköping Univ., Linköping](#)

Lenz, R. 2001. Estimation of Illumination Characteristics. *IEEE Transactions on Image*, 10, 7, 1031-1039

Liljefors, A. 1973. Light planning with minimum energy consumption. *The Quality of Lighting*.

- In: Küller, R. 1973. (Ed). Architectural Psychology. Proceedings of the Lund Conference, Studentlitteratur, Lund & Dowden, Hutshinson & Rioss, Stroudsburg
- Liljefors, A. 2003. Seende och ljusstrålning. Jönköping, Belysningslära, Ljushögskolan, Högskolan i Jönköping.
- Liljefors, A. 2006. Ljus och färg i seendets rum. Forskare och praktiker om FÄRG LJUS RUM. K. Fridell Anter. Stockholm, Formas: 229-250.
- Liljefors, A. & Ejhed, J. 1990. Bättre belysning: Om metoder för belysningsplanering. Statens Råd för Byggnadsforskning, Stockholm.
- Ljus och belysning – grundläggande termer och kriterier vid specificering av belysningskrav. 2003. Svensk Standard. SIS, Stockholm
- Ljuskultur 2005. Energieffektiv belysning. Checklistor för inventering och energianalyser av belysningsanläggningar, Ljuskultur.
- Ljuskultur 2007. LED- ljus ur lysdioden, Ljuskultur.
- Ljuskultur. 2009. Värt att veta om LED. Broschyr från Ljuskultur, Stockholm
- Löfberg, HA. 1969. Belysning i skolsalar. Byggnadsforskningen, Stockholm
- Löfberg, HA. 1973. Dagsljus, sol och utsikt i rum innanför loftgång och balkong. Byggnadsforskningen, Stockholm
- Löfberg, HA. 1976. Sannolikhet för solsken. Statens Institut för byggnadsforskning, Gävle
- Löfberg, HA. 1987. Räkna med dagsljus. Statens Institut för byggnadsforskning, Gävle
- Löfberg, HA. (undated) Engelsk-svensk belysningsordlista baserad på CIE International Lighting Vocabulary
- Löfberg, HA. (undated) Svensk-engelsk belysningsordlista baserad på CIE International Lighting Vocabulary
- Löfberg, HA., Löfstedt, B., Nilsson, I. & Wyon, D. 1973. The effect of heat and light on the mental performance of school children. An introduction to a climate chamber experiment. In: Küller, R. 1973. (Ed). Architectural Psychology. Proceedings of the Lund Conference, Studentlitteratur, Lund & Dowden, Hutshinson & Rioss, Stroudsburg
- Lowden, A., Akerstedt, T. & Wibom, R. 2004. Suppression of sleepiness and melatonin by bright light exposure during breaks in night work. Journal of Sleep Research, 13 (1), 37-43
- Magnusson, L. 2007. Ny och framtida effektiv belysningsteknik, Elforsk rapport 07:03.
- Månsson, L. 2003. Ljus & rum. Planeringsguide för belysning inomhus, Ljuskultur.
- Metoder för att beskriva den förväntade livslängden hos LED-moduler i armaturer. (översättning av en tysk artikel på uppdrag av belysningsbranschens LED-grupp. Översättare Börje Beronius,

Beron Ljuskonsult.) Ljuskultur 5/04.

Miljöstyrningsrådets upphandlingskriterier för utomhusbelysning – produkter. (odaterad)
Miljöstyrningsrådet

Ottosson, A. & Svendenius. N. 1983. Grundläggande reflektorformer för. Belysningsteknisk rapport, 2, Lunds Universitet

Ottosson, A. & Svendenius. N. 1981 Lysrörs luminansfördelning. Belysningsteknisk rapport, 1, Lunds Universtiet

Petersdottir, L. 2002. Nya utgångspunkter för belysningsplanering: modell för beställning av belysning, Arkitekturskolan. Kungliga tekniska högskolan, Stockholm

Philips (Odaterad). Ljus och färger. Färgval och ljuskällor, Philips.

Rea, M.S. (ed). 2000. Lighting Handbook. Illuminating Engineering Society of America, New York

Richter, HO. & Knez, I. 2007. Superior short-wavelength contrast sensitivity in athenopics during reflexive readjustments of ocular accommodation. *Ophthal Physiol Opr*, 27, 361-372

Rumar, K. 1969. Experimental studies of driver characteristics in some traffic situations with special regard to visual capacity in night driving University of Uppsala, Uppsala

Rumar, K. 1970. Halogen and conventional continental European headlights. University of Uppsala, Uppsala

Rumar, K. 1991. Ögat och mörkertrafiken, Skandia, Stockholm

Rumar, K., Helmers, G. & Thorell. M. 1973. Obstacle visibility with European halogen H4 and American sealed beam headlights. University of Uppsala, Uppsala

Sandström, M., Bergqvist, U., Küller, R., Laike, T., Ottosson, A. & Wibom, R. 2002. Belysning och hälsa - en kunskapsöversikt med fokus på ljusets modulation, spektralfördelning och dess kronobiologiska betydelse. *Arbete och Hälsa* 2002:4, Arbetslivsintitutet, Stockholm

SIS 2002. Ljus och belysning. Grundläggande termer och kriterier vid specificering av belysningskrav. Stockholm, SIS förlag SS-EN 12665.

SIS 2003. Ljus och belysning. Belysning av arbetsplatser del 1, arbetsplatser inomhus. Stockholm, SIS förlag, SSEN 12464-1.

Starby, L. 1992. Belysningshandboken. Underlag för planering av belysningsanläggningar. Stockholm, Ljuskultur.

Starby, L. 2006. En bok om belysning. Stockholm, Ljuskultur.

Svendenius, N. & Ottosson, A. 1982. Ljuskällors färgspektrum : förstudie, Byggeforskningsrådet,

Stockholm

Svendenius, N. & Ottosson, A. 1983a. Asymmetrisk belysning : några planeringsexempel, KTH, LU, Stockholm, Lund

Svendenius, N. & Ottosson, A. 1983b. Datorprogram för dimensionering av lysrörsreflektorer, Belysningsteknisk rapport, 3, Lund

Svendenius, N. & Ottosson, A. 1985. Funktionell asymmetrisk arbetsplatsbelysning för olika arbetsuppgifter : en idéskisskatalog, Belysningsteknisk rapport, Stockholm

Thelke Schröder, K. 2007. Nya forskningsrön påverkar framtidens belysningslösningar. Ljuskultur: 32-39.

Tonello, G. 2001. Lighting, Mood and Seasonal Fatigue in Northern Argentina - Comparison to Countries Close to and Further from the Equator. Doctoral Dissertation. Lund University, Lund

Tonello, G. 2004. How is Worker's Mood Affected by Workplace Lighting? Journal of Lighting and Visual Environment, 28(3), 139-147

Tonello, C. & Laike, T. 2006 . Sick Building Syndrome. A comparison between two countries. 19th IAPS conference , Alexandria, Egypt 11-16 September 2006.

Wibom, R. Nylén, P & Wennberg, A. 1995. Flimmer från lysrör: en möjlig bidragande orsak till besvär vid elöverkänslighet. Arvetslivsinstitutet, Solna