



LUND
UNIVERSITY

MILJÖPSYKOLOGISKA MONOGRAFIER
Environmental Psychology Monographs

No 24 2012

Kunskapskällor för ljusforskning och belysning

Thorbjörn Laike & Marianne Küller

ARCHITECTURE AND BUILT ENVIRONMENT FACULTY OF ENGINEERING

Copyright © Thorbjörn Laike, Marianne Küller

Institutionen för arkitektur och byggd miljö. Lunds Tekniska Högskola
Box 118, 221 00 Lund
ISSN 0280-8269

Printed in Sweden by E-husets tryckeri, Lund University
Lund 2012

Kunskapskällor för ljusforskning och belysning

Thorbjörn Laike & Marianne Küller

Förord

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

Projektet redovisades i en rapport till Energimyndigheten 2010. Emellertid har vi från många håll fått frågor om ljuskällor och den forskning som i dag finns, då belysningsområdet har blivit intressant för en allt större grupp människor i samband med utfasningen av glödlampor. Genom att omarbeta rapporten har vi försökt möta detta behov. I föreliggande monografi ges en samlad bild av var den intresserade kan söka kunskap om ljuskällor och ljusforskning.

Lund 2012

Thorbjörn Laike & Marianne Küller

Innehållsförteckning

Förord

Innehållsförteckning

1 Miljöpåverkan från belysning	9
Ecodesignkravet	10
Branschhemsidor	12
Produktdata	12
Tekniska specifikationer	12
LED – En annorlunda ljuskälla	14
Grundläggande termer och begrepp	16
<i>International Lighting Vocabulary ILV</i>	16
<i>Termer på svenska</i>	17
2 Svensk forskning inom ljusområdet	18
Tidig svensk ljusforskning	18
Svensk forskning om energieffektiv belysning	20
3 Ljusrelaterade forskningsorganisationer	21
Centrum för Energieffektiv Belysning ceebel	21
CIE Commission internationale d'éclairage	22
IES Illuminating Engineering Society	22
CIBSE Chartered Institution of Building Services Engineers	23
SLL Society of Light and Lighting	23
IEI-J Illuminating Engineering Institute of Japan	24

SRBR Society for Research on Biological Rhythms	24
EUCLOCK Entrainment of the Circadian Clock	24
EDRA Environmental Design Research Association	24
IAPS International association for people-environment studies	25
4 Internationella standardiseringsinstitutioner	26
CEN European Committee for Standardization	26
CENELEC Comité Européen de Normalisation Électrotechnique	27
ETSI European Telecommunications Standards Institute	27
ISO International Organization for Standardization	27
5 Internationella utvecklingsorganisationer	28
IEA International Energy Agency	28
<i>Efficient Electrical End-Use Equipment (4E)</i>	28
<i>SSL Solid State Lighting Annex</i>	29
EnR European Energy Network	29
IEC International Electrotechnical Commission	29
CELMA Federation of National Manufacturers Associations for Luminaires and Electrotechnical Components for Luminaires in the European Union	30
ELC European Lamp Companies Federation	30
Ecodesigndirektivet och standardiseringsarbetet	31
LightingEurope	31
6 Nordiska organisationer	33
SEK Svensk Elstandard	33
Energimyndigheten	34
SP Sveriges tekniska forskningsinstitut	35
Belysningsbranschen	36
Svenska Belysnings­sällskapet	36
<i>Syd­ljus Sydsvenska belysningssällskapet</i>	37

<i>Västsvenska belysningsällskapet</i>	37
Lyskultur	37
Dansk lys - Innovationsnätverk	38
<i>ELCA - European Lighting Cluster Alliance</i>	38
DCL Dansk Center for Lys	38
Suomen Valoteknillinen Seura IES	38
7 Vetenskapliga tidskrifter	40
Lighting Research and Technology	40
Journal of Light & Visual Environment JLVE	41
Leukos	41
Journal of Biological Rhythms	41
Environment and Behaviour E&B	41
Environment, Development and Sustainability	42
Journal of Architectural and Planning Research JAPR	42
Perception	43
Journal of Environmental Psychology JEP	43
Optometri and Vision Science	43
8 Databaser och fallbeskrivningar	44
CPM	44
Energikartläggning	44
Greenlight – the European greenlight programme	45
9 Nätverk - Sociala Medier	46
Facebook	46
LinkedIn	47
Litteratur	49

1 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 belysningssystem (Belysningsbranschens informationsskrifter).

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 belysningssystem 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 medfört att marknaden idag översvämmas av produkter vars kvalitet vi inte vet så mycket om. Det finns därför behov av en samlad, lättillgänglig bild av kunskapen inom området.

Ecodesignkravet

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 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, säkerhet 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.

Ekodesign syftar till att optimera produkters miljöprestanda och samtidigt bevara deras användningskvalitet, och den erbjuder därför nya och konkreta möjligheter för tillverkare, konsumenter och samhälle. Enligt ekodesigndirektivet kan det, för att maximera miljövinster 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.

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

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

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. I och med utfasningen av glödlampan och introduktionen av nya ljuskällor finns således ett stort behov av information, då marknaden förväntas svämma över av nya, oprövade produkter, varav LED är ett exempel.

Idag är kunskapen spridd på många olika håll. Kunskap som inte är tillgänglig och lätt åtkomlig är ett generellt problem. 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.

Objektiv, jämförbar och korrekt kunskap kan bidra till att såväl bransch, beställare som allmänhet kan göra övervägda och rationella val.

Branschhemsidor

Många företag har ambitiösa hemsidor där produktdata redovisas liksom uppgifter om hälso- och ljusforskning. Problemet med dessa sidor är att när producenten redovisar uppgifter 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.

Produktdata

Enligt ett EU-direktiv från 1998 ska lampor som säljs 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.

I Tabell 2 ges ett exempel på hur produktdata redovisas på en producenthemsida.

Tekniska specifikationer

Tillverkarna ska sedan 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 färgtemperatur
- Den omgivningstemperatur där lampan är avsedd att ha sitt bästa ljusflöde
- Lampans färgåtergivningsindex

Tabell 2. Exempel på teknisk specifikation

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	

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 utbytbart 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 vid utvecklandet 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 av 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 = Kvicksilverlampor, 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) eller globformad G. I underavdelningar beskrivs färg eller finish på lampan etc. Sifferkombinationerna anger Watt, Volt, Sockel och Lampdimensioner.

LED – En annorlunda ljuskälla

Light Emitting Diode, LED, är en ljuskälla som utvecklas mycket snabbt och som har egenskaper man inte är van vid i belysningssammanhang. 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 ljuspulver för önskad spektral fördelning.

Ljuset från LED är således annorlunda än det från glödlampan 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 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.

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
- Energieffektiv ljuskälla

Nackdelar

- I själva halvledaren bildas värme, som måste föras bort
- Avsaknaden av internationella standarder ger risk för stora kvalitetsskillnader i livslängd och färgavvikelser
- Hastig ljusnedgång vid höga temperaturer
- Färgåtergivningen kan variera över tiden
- Starkt beroende av rätt drift- och omgivningstemperatur
- Vid dimring kan flimmar uppstå

För LED finns ännu ingen ILCOS-kod, varför andra temporära klassificeringsgrunder måste användas. Fram till den dag den internationella standardiseringen föreligger får man använda interimistiska modeller. Så har t ex både Ljuskultur och CELMA (Federation of National Manufacturers Associations for Luminaires and Electrotechnical Components for Luminaires in the European Union) gett ut rekommendationer kring livslängds- och ljusutbytesangivelser för LED-moduler: 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 svår 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 t_a och en mätpunktstemperatur på t_c . Exempel L50 = 50 % av det ursprungliga ljusflödet kvarstår efter 50 000 timmar, givet att omgivningstemperaturen är t_a ex 25 grader C och temperaturen på LED-modulens mätpunkt t_c 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 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 fotometrisk data för LED armaturer
- Att finna argument för att effektivt bidra till ökad LED användning
- Att 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.

Grundläggande termer och begrepp

International Lighting Vocabulary ILV

Commission internationale d'éclairage (CIE), har gett ut en International Lighting Vocabulary, med syftet att man i kommunikation angående ljus ska kunna använda samma begrepp, bli genom en sökbar databas. Den finns än så länge enbart på engelska men utökning till flera språk lovas framöver. På hemsidan hittar man de termer och definitioner (> 1400) som finns i den aktuella versionen av ILV (CIE S 017/E:2011). Databasen har fyra olika sökfunktioner.

Termer på svenska

Termer och begrepp finns specificerade i olika sammanhang bl a i SS-EN 12665. Ljus och belysning - Grundläggande termer och kriterier vid specificering av belysningskrav (2003), liksom i Starbys bok om belysning (Starby 2006) och Illuminating Engineering Society's ljushandbok (Rea 2000).

Den svenske ljusforskaren Hans-Allan Löfberg har sammanställt en svensk belysningsordlista baserad på CIE:s internationella ljusvokabulär. [Ordlistan](#) finns på Ljuskulturs hemsida.

2 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.

Tidig svensk ljusforskning

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 (International Commission On Illumination), Psychological Problems of Lighting. Vid en miljöpsykologisk konferens 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 (Friberg & Ronge 1970; Hesselgren 1969; 1973; Hygge & Löfberg 2000; Küller 1973; Liljefors 1973; 2003; 2006; Liljefors & Ejhed 1990; Löfberg 1969; 1973; 1987; Löfberg, odaterad; Löfberg et. Al., 1973). Hans Allan Löfberg var verksam inom CIE redan 1983, som president för den svenska Nationalkommittén och som president för den internationella organisationen.

Andra tidiga ljusforskare var Sten-Sture Bergström och Jan Ejhed. Den senare har varit ordförande för Division 3 (Inomhusbelysning) i CIE (Bergström 1977; Bergström & Derfeldt 1973; Bergström, Derfeldt & 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).

Till denna generation hör också Rikard Küller som på 1970-talet initierade ljusforskning vid Miljöpsykologi vid Lunds Universitet. Rikard Küller var den förste presidenten 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. 1981 publicerades bibliografin: 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). Fortsatt forskning inom området människa/ljus vid Miljöpsykologi i Lund har letts av docenterna Thorbjörn Laike och Maria Johansson (Johansson & Rosén 2007; 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).

Vid Karolinska Institutet har Thorbjörn Åkerstedt sedan 1970-talet studerat människans circadiska rytmer, där också ljusaspekter ingår. Här finns också Arne Lowden som en aktiv forskare (Åkerstedt 2007; Åkerstedt, Hume, Minors, Waterhouse & Folkard 1992; Axelsson, Åkerstedt, Kecklund & Lowden 2004; Bjorvatn; Kecklund & Åkerstedt 1999; Ingre & Åkerstedt 2004; Lowden et al 2004).

Tillsammans med tillverkare av belysningsarmaturer arbetade Nils Svendenius 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. 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.

Magnus Willander Linköping Universitet, Nano-photonics, arbetar med utveckling av lysdioder, laser och displayer utifrån nanostrukturer på både kristalliska och amorfa substrat. Målet är att utveckla vita lysdioder med hög ljusstyrka, för att spara energi och miljö.

Svensk forskning om energieffektiv belysning

2009 etablerades Centrum för energieffektiv belysning. ceebel, ett nationellt organ för utveckling och forskning inom ljusområdet, se nedan.

2010 bildades vid Pufendorf institutet, LU, en Advanced Study Group för tvärvetenskapliga dialoger inom ljusområdet. Detta arbete resulterade i en skrift om flervetenskaplig ljusforskning, ([Karlsson, Laike & Samuelson 2011](#)) med syfte att beskriva Lunds Universitets ljuskompetens inom fysik, biologi, medicin, psykologi, estetik och teknik. Under portalen [Lund Lighting Initiative](#) finns författarnas verksamhetsområden beskrivna.

3 Ljusrelaterade forskningsorganisationer

Centrum för Energieffektiv Belysning ceebel

Centrum för energieffektiv belysning etablerades 2009, som ett nationellt organ för utveckling och forskning inom ljusområdet i Sverige. Ceebel verkar som ett nav för att koordinera, sprida och presentera forskning om och utveckling av energieffektiv belysning till såväl belysningsbranschen som avnämare och allmänhet samt inom vetenskapssamhället. Med bransch avses alla aktörer som har med belysning att göra vid såväl uppförande av nya anläggningar som underhåll av befintliga anläggningar. Ett ytterligare mål är att höja den allmänna kompetensnivån inom belysningsområdet. Forskningen som ingår är både human- och tekniskt inriktad. Centrumbildningen är öppen för samtliga högskolor i landet men drivs gemensamt av Lunds Universitet och Jönköpings Tekniska Högskola. Ceebels arbetsgrupp består av föreståndare Thorbjörn Laike, Lunds Tekniska Högskola, biträdande föreståndare Annika Kronqvist, Jönköpings Tekniska Högskola, och samordnare Laura Liuke, Lunds Tekniska Högskola, samt forskningssamordnare Reine Karlsson, Lunds Universitet.

Ceebel 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. Under perioden 2009-2011 avsattes 40 miljoner kronor till energieffektivisering inom belysningsområdet. För en andra etapp 2012-2015 avsattes 60 miljoner kronor.

På ceebels hemsida och i dess nyhetsbrev redovisas kontinuerligt pågående forskningsprojekt inom området och slutredovisningar av berörda projekt. Ceebel administrerar också en professionell grupp på LinkedIn, där aktuell ljusforskning diskuteras.

CIE Commission internationale d'éclairage

Commission internationale d'éclairage, den Internationella Kommissionen för Belysning, är en sammanslutning av belysnings- och ljuse experter. CIE har accepterats av ISO (International Organization for Standardization) som expertorgan inom detta område. Man publicerar standarder, tekniska rapporter och forskningsöversikter inom belysningsområdet. Huvudkontoret finns i Wien, Österrike. I Sverige finns Svenska Nationalkommittén av CIE vid Ljuskultur i Stockholm. CIE:s arbete med ljus teknikfrågor 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. Bildteknologi

Utöver tekniska publikationer ger man kvartalsvis ut CIE News, där kommissionens olika verksamheter och kommande möten redovisas.

IES Illuminating Engineering Society

The Illuminating Engineering Society of North America är sedan 100 år en erkänd auktoritet inom området ljus, med syfte att sprida information om alla aspekter av belysning till sina medlemmar och till konsumenterna. Genom tekniska kommittéer samordnar IES forskning, utveckling och diskussion och ger ut tekniska publikationer inklusive rekommendationer och standards. IES' 8.000 medlemmar finns huvudsakligen i US, Canada och Mexico. 25% är engagerade i tillverkning, 25% är ljusdesigners och arkitekter medan återstående 50% omfattar ett brett spektrum allt från enskilda individer till forskare inom fältet. IES ger ut tidskriften Leukos.

CIBSE Chartered Institution of Building Services Engineers

Chartered Institution of Building Services Engineers med huvudkontor i London 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 Society of Light and Lighting

Society of Light and Lighting är branschorganisationen för belysning i Storbritannien med över 2.000 medlemmar i nationellt och internationellt. SLL administreras av CIBSE. SLL:s 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 fastställa och vidmakthålla hög standard i utbildning i ljus och belysning
- att råda regering och andra organ om bästa användningen och tillämpningen av ljus

Society of Light and Lighting medverkar i utvecklingen av engelska standarder samt i International Commission on Illumination, CIE. SLL bistår också regeringsdepartementen i ärenden som byggnadsreglering, hälsa och säkerhetslagsstiftning och vid standardiseringsarbetet i Storbritannien. Medlemmarna finns i över 50 länder. SLL anordnar regelbundet internationella konferenser. Sällskapetets forskningstidskrift, Lighting Research & Technology är känd som en av de ledande internationella tidskrifterna för ljus och belysningsteknologi.

IEI-J Illuminating Engineering Institute of Japan

Illuminating Engineering Institute of Japan grundades 1916 och målsättningen är att bidra till utvecklingen av ljusområdet i Japan genom att främja forskning, utbildning och kunskapsspridning inom området. Organisationen har dryg 5.000 medlemmar, 200 företag och 25 utbildningsanstalter knutna till sig. IEI-J ger ut tidskriften Journal of Light & Visual Environment.

SRBR Society for Research on Biological Rhythms

Society for Research on Biological Rhythms mål är 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 ut tidskriften Journal of Biological Rhythms.

EUCLOCK Entrainment of the Circadian Clock

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. Under rubriken EULIS finns forskningsprojekt samlade i en databas som är under utveckling. Det som i dagsläget är inlagt behandlar huvudsakligen forskning som inte berör människan/ljusrelationen.

EDRA Environmental Design Research Association

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. Ger ut tidskriften Environment and Behavior.

IAPS International association for people-environment studies

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 ett flertal forskningsområden som antropologi, arkeologi, konst, naturvetenskap, teknologi, arkitektur, landskapsarkitektur, design, ekonomi, gerontology, boende, historia, ekologi, psykologi, socialpsykologi, sociologi från nästan alla kontinenter. Anordnar vartannat år konferenser inom ämnet. Tidskriften Journal of Environmental Psychology JEP har stark anknytning till IAPS. Sammanfattningar av [IAPS-konferensbidrag](#).

4 Internationella standardiseringsinstitutioner

Standardisering är en process där man utvecklar tekniska specifikationer baserade på konsensus bland engagerade parter: industrin, inklusive små och medelstora företag, konsumenter, fackföreningar, icke-statliga miljöorganisationer och myndigheter. Standardiserings- och harmoniseringsarbete inom ljosområdet 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 standarder 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 European Committee for Standardization

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 Comité Européen de Normalisation Électrotechnique

Comité Européen de Normalisation Électrotechnique, den europeiska kommittén för elektroteknisk standardisering. CENELEC är 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 European Telecommunications Standards Institute

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 International Organization for Standardization

International Organization for Standardization är världens största utvecklare och utgivare av internationella standarder. ISO är ett nätverk för nationella standardiseringsorgan 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 samförstånds lösningar som uppfyller både kraven från företag och ett bredare samhällsbehov.

5 Internationella utvecklingsorganisationer

IEA International Energy Agency

International Energy Agency'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 nära-noll 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.

Ett av IEA:s fyra annex, dvs prioriterade områden, är

Efficient Electrical End-Use Equipment (4E)

2008 gick tretton länder från Asien och Stillahavsområdet, Europa, Nordamerika och Afrika sammans under forum 4E för att utbyta information och överföra erfarenheter för en god politisk utveckling vad gäller energieffektiva apparater och utrustning. 4E fokuserar på elektrisk utrustning eftersom detta är en av de största och snabbast växande områdena för energiförbrukning i och med tillväxten i den globala handeln med dessa produkter. 2011 publicerade 4E 60 rapporter och presenterade vid alternativt organiserade 25 konferenser.

IEA Efficient Electrical End-Use Equipment (4E), initierade Annex 4E-SSL Solid-State Lighting (LED) 2010-2014

SSL Solid State Lighting Annex

Solid State Lighting (SSL) har som mål att göra elektrisk belysning mer effektiv än rådande dagens teknik och till konkurrenskraftiga livscykelkostnader, då den stora variationen i SSL prestanda som för närvarande finns på marknaden allvarligt kan hota konsumenternas förtroende för SSL-belysning och fördröja acceptans på marknaden och bromsa införandet av tekniken. Målet är att utveckla enkla verktyg för att hjälpa regeringar och konsumenter över hela världen att snabbt och säkert identifiera vilka SSL belysningsprodukter som har erforderlig effektivitet och kvalitetsnivå för att effektivt minska energiförbrukningen av artificiellt ljus. Man arbetar internationellt för att stödja det arbete som görs på nationell nivå för att ta itu med de viktigaste utmaningarna med SSL-teknik.

EnR European Energy Network

European Energy Network är ett frivilligt nätverk bestående av 23 europeiska energioorganisationer 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 International Electrotechnical Commission

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 <http://www.elstandard.se/> En publikation från IEC är ILCOS International Lamp Coding System. Technical Specification (1999).

CELMA Federation of National Manufacturers Associations for Luminaires and Electrotechnical Components for Luminaires in the European Union

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 av 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 European Lamp Companies Federation

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 har sitt sekretariat i Bryssel.

Ecodesigndirektivet och standardiseringsarbetet

De redovisade organisationerna speglar hur produktionen inom belysningsindustrin hitintills varit uppbyggd. I och med att nya ljuskällor som LED introducerats 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 EcoDesign-direktiv 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 implementeringsmått (Implementing Measures), som anger gränser för energieffektivitet för den framtida användningen av lampor, ballast, belysningsystem och standby kontroller enligt EcoDesign-direktivet. 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 har sett det som sin uppgift att bistå vid utvecklingen av implementeringsmått 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.

LightingEurope

December 2012 hölls ett första möte för att formalisera och starta upp LightingEurope som i framtiden kommer att ersätta både European Lamp Companies Federation (ELC) och Federation of National Manufacturers Associations for Luminaires and Electrotechnical Components for Luminaires in the European Union (CELMA). LightingEurope ska verka som en plattform för utveckling av framtidens belysning och kommunikation inom Europa och globalt. Målen är innovation,

hållbarhet och kvalitet samt att utforma strategier, riktlinjer och standarder inom området.

6 Nordiska organisationer

SIS Swedish Standards Institute

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. Förutom att tillvarata svenska medlemmars intressen arbetar SIS med att effektivisera processen med att ta fram och införa nya standarder. SIS har tre produktområden: standardisering, standarder och handböcker samt utbildning och konsulttjänster. Arbetet sker tillsammans med företag, organisationer, forskare och myndigheter i Sverige och utomlands.

SEK Svensk Elstandard

Svensk Elstandard som grundades 1907 under namnet Svenska Elektrotekniska Kommittén, 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

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 med till exempel forskningsfinansiering, förnybar energi och försörjningstrygghet.

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 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 energiforskningssamarbete. Energimyndigheten ligger under Näringsdepartementet, men får också uppdrag från andra departement, till exempel Miljödepartementet och Försvarsdepartementet.

Energimyndighetens Testlab arbetar bl a med införandet av ekodesigndirektivets EU-gemensamma krav på produkter avseende energieffektivitet och miljöpåverkan.

Energimyndighetens hemsida vänder sig till ett stort antal grupper från hushåll, kommuner och företag till forskare med uppgifter om forskningsstöd. Likaså lämnas uppgifter om bidrag till olika energibesparande åtgärder. Internationell verksamhet inom området redovisas. På hemsidan finns en [projektdatabas](#), där man kan söka uppgifter om forsknings- och utvecklingsprojekt inom Energimyndighetens olika programområden.

SP Sveriges tekniska forskningsinstitut

SP har en opartisk testfunktion och tillhandahåller information om aktuell utveckling. Genom att inventera marknaden, mäta och utvärdera upplevelsen av ljuset från nya belysningskällor kan designers och konsumenter få hjälp vid val och minska risken för felinvesteringar.

SP arbetar med certifiering, kalibrering, provning och utvärdering inom bl a optik och fiberoptik samt tekniska lösningar och analyserar olika utvecklingsvägar inom lysdioder, bl a vad gäller spektral fördelning, färgtemperatur, färgåtergivningsindex, stabilitet. SP utför kort och långtidsprov med löpande kontroll av egenskaper som spektralt innehåll och ljusfördelning samt har möjlighet till accelererade långtidsprov med variation av driftströmmar, värmeprov och/eller elektriska störningar. Livscykelanalyser utförs. Hälsoaspekter, bästa spektrala sammansättning för välbefinnande, påverkan/strålskador på ögon, hud samt hjärna utvärderas också. Fotometri innebär mätning av ljus baserat på hur det mänskliga ögat upplever ljusstyrkan. I mätningarna ingår därför en viktning, efter en modell av ögats känslighet. SP arrangerar årligen en workshop på temat energieffektiv belysning, hitintills med tyngdpunkt på utvecklingen av LED-produkter.

Elsäkerhetsverket

Ellagen kom 1902 och året därpå, 1903 bildades Statens Elektriska Inspektion, som senare blev Elsäkerhetsverket. Elsäkerhetsverket är ansvarig myndighet för tekniska säkerhetsfrågor såsom elsäkerhet och elektromagnetisk kompatibilitet, EMC. Verket utfärdar föreskrifter om elsäkerhet och elektromagnetisk kompatibilitet för elektriska anläggningar samt elektriskt materiel. Vidare är Elsäkerhetsverket ansvarig myndighet för handläggning av behörighetsansökningar som elinstallatör.

En annan viktig uppgift är tillsyn av elektriska anläggningar, vilket bland annat görs genom inspektioner som utförs av verkets elinspektörer. Elinspektörerna utreder även elolycksfall och elbränder. Elsäkerhetsverket utför marknadskontroll av elektriskt materiel och utfärdar försäljningsförbud på materiel som inte uppfyller gällande krav.

Standardiseringsarbete sker genom medverkan nationellt inom Svensk Elstandard, SEK, samt internationellt inom CENELEC och IEC.

Belysningsbranschen

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 samt andra myndigheter och organisationer. 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
- Sektion för säkerhet genom nödbelysning

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

På hemsidan finns 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. <http://www.ljuskultur.se/>

Ljuskultur är en fackskrift som vänder sig till professionella inom området belysning; arkitekter, inredare, elinstallatörer, el- och belysningskonsulter, liksom brukare och beställare med aktuell information om belysning.

Svenska Belysnings­sällskapet

Svenska Belysnings­sällskapet 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 möten, föredrag och debatter om aktuella ämnen, studiebesök, liksom den årligen återkommande tävlingen Svenska Ljuspriset. Cirka 500 medlemmar; arkitekter, inredare, tillverkare, el- och belysningskonsulter, läkare, optiker och skyddsingenjörer.

Belysningsällskap finns också i Malmö och Göteborg:

Sydljus Sydsvenska belysningsällskapet

Sydljus 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. I medlemskretsen finns konsulter, arkitekter, synpedagoger, anställda inom belysningsindustrin.

Sydsvenska belysningsällskapet bytte 2011 namn till Sydljus, men det gamla föreningsnamnet är fortfarande det formella namnet i juridiska sammanhang.

Västsvenska belysningsällskapet

Västsvenska Belysningsällskapet är ett öppet forum för 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.

Lyskultur

Lyskultur är en förening inom området ljus och belysning i Norge, som stiftades 1936. Föreningen är landstäckande, med regionala avdelningar i hela landet. Lyskulturs syften är: att arbeta för god och riktig användning av ljus och belysning; att vara en neutral mötesplats för alla intresserade; att vara en samlande och förmedlande förening som stimulerar till ökad kompetens bland medlemmarna, samt bidra till utveckling av nationella och internationella riktlinjer inom ljus och belysning.

Lyskultur är genom [Norsk Lysteknisk Komité \(NLK\)](#) erkänt nationellt organ för den internationella belysningsorganisationen CIE.

Lyskultur ger ut [lys](#), magasin för belysning och lysdesign.

Dansk lys - Innovationsnätverk

Dansk Lys är ett innovationsnätverk med fokus på ljus och belysning som med stöd från Forsknings- og Innovationsstyrelsen etablerades 2010. Nätverkets målgrupp är aktörer som specialiserar sig på ljuskällor, armaturer samt rådgivning och design. Inom innovationsnätverket har ELCA bildats:

ELCA - European Lighting Cluster Alliance

European Lighting Cluster Alliance (ELCA) bildades av Cluster Lumière Lyon and The Danish Lighting Innovation Network 2011 och stöds av nationella myndigheter; Frankrike, OSEO (ett franskt investerings/innovationsorgan) och Danmark, DASTI (Danish Agency for Science, Technology and Innovation). Genom möten, konferenser, ljusdesign tävlingar, samt nätverkande lyfter man fram kritiska teman, som behovet av teknisk innovation, marknadsutveckling och certifiering av nya ljuskällor.

DCL Dansk Center for Lys

Dansk Center for Lys DCL är ett kunskapscenter för ljus och belysning som stiftades 1948, under namnet Lysteknisk Selskab med syfte är att främja kunskapsspridning inom ljuskvalitet och ljuskultur. Centret är representerat i ett antal viktiga arbetsgrupper, där aktuella belysningsbeslut fattas. DCL förmedlar den senaste teknologiska kunskapen, EU-direktiven och standarder, bl a som nationalkommitté inom CIE. DCL är oberoende i förhållande till kommersiella intressen, och arbetet baseras på tvärvetenskaplig grund.

Suomen Valoteknillinen Seura IES

Soumen Valoteknillinen Seura, finska Illuminating Engineering Society (IES) arbetar sedan 60 år som en självständig organisation för att främja användningen av god och lämplig belysning. IES samarbetar med liknande organisationer i andra nordiska länder samt med Internationella belysningskommissionen , CIE, och har representanter i den europeiska organisationen för standardisering, European Committee for Standardization, CEN.

IES har över 460 medlemmar och har som mål att sprida information om belysningens roll för komfort, hälsa och säkerhet samt att utbyta information om ljus och belysningsfrågor inom forskning och utbildning samt att motionera för specifikationer, rekommendationer och direktiv inom verksamhetsområdet samt att representera Finland i internationella sammanhang.

IES publicerar VALO Magazine, som är en branschtidning för ljusdesigners, konsulter, arkitekter, inredningsarkitekter, elinstallatörer och andra som arbetar inom belysningsbranschen.

7 Vetenskapliga tidskrifter

Forskningsrön presenteras 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 acceptans i nuvarande form. En artikel i en vetenskaplig tidskrift har således genomgått en granskning och värdering före publiceringen, vilket borgar för artikelns vetenskapliga korrekthet.

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 vetenskapliga tidskrifter, utan resultaten kan publiceras i fritt tillgängliga publikationer på internet, open access, som tillåter användarna att läsa, ladda ned, kopiera, söka, samt överföra till databaser. 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 kunna göras tillgänglig för allmänheten på ett liknande sätt. En öppen kunskapsspridning resulterar i sin tur i ny och användbar kunskap. Av världens vetenskapliga tidskrifter är cirka 1,5 % open access. Medicin och matematik är de dominerande ämnesområdena, men man kan förvänta sig en ökning även inom andra ämnesområden.

Lighting Research and Technology

Lighting Research & Technology publiceras av Sage Journals i samarbete The Society of Light and Lighting, SLL. Den är en av de ledande internationella peer-reviewed tidskrifterna, där forskning rörande ljus och belysning publiceras, med författare från hela världen. Artiklarna spänner från mänsklig respons på ljus till ljusteknologi, belysningsstyrning och -mätningar, interiört såväl som exteriört, dagsljus, energieffektivitet och hållbarhet. Tidskriften ges ut 4 gånger om året.

Journal of Light & Visual Environment JLVE

Journal of Light & Visual Environment publiceras av The Illuminating Engineering Institute of Japan och kommer ut var fjärde månad. Artiklarna omfattar områden som ljuskällor, syn, färg, radiometri och ljusdesign.

Leukos

Leukos ges ut av Illuminating Engineering Society of North America. Den är en online tidskrift med artiklar om den tekniska utveckling och aktuella frågor inom belysningsteknik och belysningsdesign, teknikutveckling, samt tekniska aspekter av belysningstillämpning. Syftet är att förse det internationella belysningssamhället med information som är såväl ämnes- som generellt inriktad inom områden direkt och indirekt riktade mot belysning. Leukos publiceras främst på internet, med 4 nummer per år. Dessutom ges vid slutet av varje år ut en tryckt upplaga av årets publikationer.

Journal of Biological Rhythms

Journal of Biological Rhythms publicerar forskningsresultat omfattande alla aspekter av biologiska rytmer. Tyngdpunkten ligger på circadiska och årstidsrelaterade rytmer. Forskningen inom området är flervetenskaplig och behandlar betydelsen av sådana rytmer för bl a hälsa och välbefinnande för växter, djur och människor. Exempel: sömn-vakenhetscykeln, inflytande på hälsa och sjukdom, rytmer och depression, jet lag och skiftarbete. Tidskriften ges ut i samarbete med Society for Research on Biological Rhythms.

Environment and Behaviour E&B

Environment and Behaviour redovisar aktuell forskning och teoriutbildning om som miljöns inverkan på individer, grupper och institutioner i fysiska miljöer som grannskap, städer, transportvägar och rekreationsområden. Studier om enskilda miljöfaktorer som ljus behandlas, dock sparsamt. Andra områden är planering och

politiska åtgärder som syftar till att reglera miljöer och mänskligt beteende. E&B publiceras av Sage Publications i samarbete med EDRA

Environment, Development and Sustainability

Environment, Development and Sustainability är en multidisciplinär tidskrift. De komplexa interaktioner som uppstår mellan utveckling och miljö studeras ur ett hållbarhetsperspektiv. Relevanta ämnen: tekniska, ekonomiska, etiska och filosofiska aspekter av hållbar utveckling och global hållbarhet, hinder och sätt att övervinna dessa, implementering av lokal och regional hållbarhet, hållbar utveckling av vatten-, energi- och biologiska resurser, effekter av energianvändning. Konsekvenser av befolkningstillväxt och mänskliga aktiviteter, sociala och kulturella aspekter vid hållbar utveckling, politiska och ekonomiska instrument i en hållbar utveckling, samt brister i hållbar utveckling och dess konsekvenser. Tidskriften publiceras av Springer, som också erbjuder open-access alternativ.

Journal of Architectural and Planning Research JAPR

Journal of Architectural and Planning Research strävar efter att ge en koppling mellan teori och praktik för forskare och yrkesutövare. JAPR är tvärvetenskaplig och omfattar ämnen som stadsplanering, arkitektur, design, teknik, miljö och beteende, post occupancy evaluation (POE), miljöbedömning, miljöutbildning, energi samt ämnen som har anknytning till förvaltning och administrativa beslut. Tidskriften publiceras i samarbete med The American Institute of Architects (AIA), Architectural Research Centers Consortium (ARCC), Division of Environmental Psychology of the International Association of Applied Psychology (IAAP), Environmental Design Research Association (EDRA), International Association for People-Environment Studies (IAPS), People and Physical Environment Research (PaPER), The Royal Institute of British Architects (RIBA), Society for Environmental Graphic Design (SEGD)

Perception

Perception redovisar vetenskapliga experiment, resultat och teorier inom områdena människors och djurs perception. Ämnesområdet omfattar bland annat fysiologiska mekanismer och kliniska neurologiska störningar, upplevelse av mönster och föremål, kulturell påverkan på perception och estetik samt teorier om varseblivning för estetik och konst.

i-Perception är en systertidskrift till Perception som omfattar samma akademiska områden. i-Perception är en pay-to-publish, free-to-read, tidskrift. De två tidskrifterna har en gemensam redaktion och samma granskningsstandarder.

Journal of Environmental Psychology JEP

Journal of Environmental Psychology fokuserar på relationen mellan människor och deras fysiska omgivning: byggd såväl som naturmiljö, naturresurser, och hållbart beteende. Teoretiska, metodologiska och praktiska aspekter av människa/miljö interaktionen studeras med tvärvetenskapliga metoder. Forskningsområdena är bl a perception och utvärdering av byggnader och landskapsmiljö. Rumslig kognition och orientering. Ekologiska konsekvenser av mänskligt beteende. Design av arbetsplatser, skolor, bostäder, offentliga byggnader och miljöer. Psykologiska aspekter på resurshantering och förvaltning. Miljörisker, perception, beteende och förvaltning. Stress i den fysiska miljön, trängsel, privatliv, territorialitet. JEP publicerad av Elsevier i samarbete med IAPS.

Optometri and Vision Science

Tidskriften redovisar aktuell utveckling inom optometri, fysiologisk optik och synvetenskaperna. Tidskriften ges ut månatligen sedan mer än 75 år med syfte att främja tvärvetenskapligt utbyte mellan optiker och forskare inom syn och seende över hela världen. Optometri and Vision Science är American Academy of Optometry's officiella tidskrift.

8 Databaser och fallbeskrivningar

CPM

Ett bra sätt att förmedla kunskaper är oberoende databaser. Det finns ingen databas inom belyningsområdet, men det finns en svensk databas som behandlar produkters miljöpåverkan i ett livscykelperspektiv, utarbetad vid Center for environmental assessment of product and material systems, 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. Databasen innehåller också en kalkylator, som beräknar miljöpåverkan och som beaktar klassificering, karaktärisering och viktning vid beräkningarna, som visar hur mycket varje flöde bidrar till och vilka in- och utgångar som inte är medtagna i beräkningarna.

Energikartläggning

Från och med 2010 finns det ett stöd för kartläggning av 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. Energikartläggningen omfattar inte bara belysning utan också annan energianvändning. Ett villkor är att stödmottagaren ska lämna de uppgifter som krävs för uppföljning och utvärdering av stödet.

Greenlight – the European greenlight programme

Greenlight är ett EU-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 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. 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. Energimyndigheten leder arbetet i Sverige. De medverkande presenteras på mässor, seminarier och konferenser.

9 Nätverk - Sociala Medier

Facebook

FB grundades i februari 2004 och har idag mer än 600 miljoner aktiva användare. Användarna kan skapa en personlig profil, lägga till andra användare som vänner och utbyta meddelanden samt ansluta sig till olika intressegrupper.

Exempel på ljusrelaterade intressegrupper på facebook

Medlemskap i Facebook är en förutsättning för att nå sidorna

OpenLight är ett socialt nätverk för professionella inom belysning. Plattformens mål är att samla ljusdesigners och företag för dialog och kunskapsutbyte.

Eclairage public är ett oberoende forum för information om utomhusbelysning, öppet för alla intresserade av nyheter om t ex ljuskällor, atmosfär, belysning i stadsutveckling.

Ljuskultur är en svensk informationskanal för professionella inom belysning; belysningsplanerare, arkitekter, inredare, elkonsulter, elinstallatörer, anställda hos belysningsleverantörer.

Luminapolis vänder sig till designers, arkitekter, konstnärer, stadsplanerare, media, och rapporterar om aktuella ljushändelser, god arkitektur, festivaler, utställningar, evenemang samt konst i museer och på offentliga platser.

Noche zero är en öppen grupp som betonar värdet av mörker och natthimmel och dess koppling till belysning, design, arkitektur, vetenskap, konst, kulturarv, hälsa, ekologi och astronomi.

Lyskultur är en organisation inom ljus och belysning i Norge med en normgivande funktion; att säkerställa kompetensen inom det akademiska ämnesområdet, att bygga, driva och utnyttja nätverk, att stimulera och informera, samt att öka intresset och förståelsen för god belysning.

LinkedIn

LinkedIn är en webbtjänst varigenom man kan sköta sitt professionella nätverk. Med hjälp av sitt kontaktnät kan man t ex hitta nytt arbete eller nya affärsmöjligheter. Förutsättningen för detta är att man skapar ett personligt konto på LinkedIn. Det är också möjligt att skapa egna grupper, från rent privata till affärsmässiga alternativt vetenskapliga sådana. Idag har tjänsten fler än 175 miljoner registrerade användare fördelade på 200 olika branscher över hela världen. Drygt 34 miljoner av dessa användare finns i Europa och över en miljon i Sverige.

Både Facebook och LinkedIn har intressegrupper inom ljusområdet, där enskilda medlemmar kan delta i diskussioner om t ex utvecklingen inom ljusområdet, och erhålla aktuell information om tex konferenser och möten, internationellt och nationellt. Värdet av informationen man erhåller i grupperna bör granskas kritiskt. Det finns grupper som är öppna för alla intresserade inom området, medan andra grupper har ett mer restriktivt intag av medlemmar.

Exempel på ljusrelaterade grupper på LinkedIn

Vid uppläggnen av en grupp kategoriseras denna i alumni, corporate, conference, networking, non profit, professional eller other.

Inom ljusområdet är grupper kategoriserade som corporate färre än professional, men kategoriseringen är kanske inte alltid korrekt. Många av de professionella grupperna ägs och administreras av anställda i eller ägare av företag inom belysningsbranschen, både inom produktion och försäljning. Det finns också exempel på konferensgrupper, som administreras av professionella konferensarrangörer. Innehållet i gruppdiskussionerna bör därför ställas i relation till vem som äger/administrerar gruppen.

Solid State Lighting Insiders. Konferensgrupp skapad 2008 Medlemmar: 3,339.

Lighting Educators & Researchers Professionell grupp skapad 2009. Medlemmar: 256

LED Lighting Närverksgrupp skapad 2009. Medlemmar: 13,602, Undergrupper: 1

SLL - The Society of Light and Lighting Professionell grupp skapad 2010. Medlemmar: 1,315,

Lighting Designer Group Professionell grupp skapad 2008 Medlemmar: 11,987,

Innovations in Light Företagsgrupp skapad 2010. Medlemmar: 44,253,

Light Passion Konferensgrupp skapad 2008. Medlemmar: 4,281.

Lighting Designer Group Professionell grupp skapad 2008. Medlemmar: 11,987,

Lighting.com Professionell grupp skapad 2010. Medlemmar: 2,446.

[Förteckning över alla grupper i LinkedIn](#)

Medlemskap i LinkedIn är en förutsättning för att nå sidan.

Litteratur

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

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 availability, 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. o.daterad. Livscykelkostnad. Miljöstyrningsrådet

Dalenstam, E. o.daterad. 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 Hopkingson, 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 fowrking areas. Proceeedings 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). Architectural 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

[Karlsson, R., Laike, T. & Samuelson, L. 2011. Begreppsbildning och ämnesområden för flervetenskaplig ljusforskning. Report Series No 1. Lund: Pufendorfinstitutet, Lunds universitet](#)

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 Provningsanstalt, 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.
- 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 Universitet

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, Arbetslivsinstitutet, 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, Byggforskningsrådet, 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.
- Ljuskultur. 2009. Värt att veta om LED. Broschyr från Ljuskultur, Stockholm
- Wibom, R. Nylén, P & Wennberg, A. 1995. Flimmer från lysrör: en möjlig bidragande orsak till besvär vid elöverkänslighet. Arbetslivsinstitutet, Solna

ISSN 0280-8269

ARCHITECTURE AND BUILT ENVIRONMENT FACULTY OF ENGINEERING