



# Belysningsutmaningen

Redovisning uppdrag om en nationell  
kraftsamling inom belysningsområdet

*ER 2018:09*



Energimyndighetens publikationer kan beställas eller laddas ner via [www.energimyndigheten.se](http://www.energimyndigheten.se), eller beställas via e-post till [energimyndigheten@arkitektkopia.se](mailto:energimyndigheten@arkitektkopia.se)

© Statens energimyndighet

ER 2018:09

ISSN 1403-1892

April 2018

Upplaga: 40 ex

Tryck: Arkitektkopia AB, Bromma

# Förord

Energimyndigheten presenterar i denna rapport sin redovisning av regeringsuppdraget ”Belysningsutmaningen”, en satsning på ökad kunskap kring och spridning av energieffektiv belysning, M2016/01189/Ee, Regeringsbeslut 11:5. Rapporten överlämnades till Regeringskansliet 15 mars 2018.

Syftet med satsningen var att starta en dialog med olika aktörer och öka kunskapsnivån, intresset och andelen energieffektiv belysning i Sverige. I arbetet med detta har Energimyndigheten genomfört ett 10-tal event med totalt cirka 300 deltagare. 92 aktörer har ställt sig bakom satsningen och de flesta har även gjort egna åtaganden. Faktaunderlag och analys om belysning har tagits fram och elanvändningen för belysning i Sverige har skattats till 11 TWh och besparingspotentialen till 50 %. Slutligen presenteras förslag på satsningar inom utbildning, forskning, kapacitetsuppbyggnad, samordning, regleringar och vägledning, samt statistik.

Förutom denna huvudrapport presenterar Energimyndigheten även:

- Underlagsrapport: *LED-revolutionen – Utmaningar och möjligheter för Sverige*, Borg&co 2018.
- Underlagsrapport: *Belysningsel industri och vägbelysning*, Statistiska centralbyrån/SCB, 2017.
- Underlagsrapport: *Belysningsel i bostäder och lokaler*, Statisticon, 2018.
- En ensidig presentation av Belysningsutmaningen.
- En sammanställning av goda exempel på åtgärder för olika aktörer inklusive tips kring uppföljning och upphandling.
- Energimyndighetens kampanjwebbplats <http://www.Energimyndigheten.se/Belysningsutmaningen/> där allt underlag finns.

Eftersom den globala satsningen Global Lighting Challenge (GLC) pågår fram till 2019 så kommer även Belysningsutmaningen finnas kvar fram till dess och man kan fortsatt anmäla sig, trots att huvudsatsningen avslutas i och med denna redovisning. I maj 2018 kommer Clean Energy Ministerial (CEM) 9 att hållas i Köpenhamn/Malmö och ett event om Belysningsutmaningen planeras i samband med det.

Arbetet med detta uppdrag har varit lärorikt och omväxlande och vi tackar alla inblandade för ett gott och utvecklande samarbete.

Eskilstuna 27 februari 2018



Anita Aspegren  
Avdelningschef



Lovisa Blomqvist  
Projektledare

# Innehåll

<b>Sammanfattning</b> .....	4
<b>1 Inledning</b> .....	7
1.1 Regeringsuppdrag Belysningsutmaningen .....	7
1.2 Material från Belysningsutmaningen .....	9
1.3 Bakgrund .....	9
1.4 Ordlista .....	11
<b>2 Aktiviteter och dialog inom Belysningsutmaningen</b> .....	12
2.1 Dialog med myndigheter .....	12
2.2 Dialog med kommuner .....	12
2.3 Dialog med företag och näringsliv .....	13
2.4 Aktiviteter Belysningsutmaningen .....	13
<b>3 Resultat och effekter</b> .....	15
3.1 Resultat och effekter av Belysningsutmaningen .....	15
3.2 Resultat och effekter kopplat till aktörers åtaganden .....	17
3.3 Resultat och effekter av Energimyndighetens belysningsarbete .....	20
<b>4 Erfarenheter och förslag</b> .....	22
4.1 Erfarenheter från genomförandet av satsningen .....	22
4.2 Utmaningar och behov enligt aktörerna .....	24
4.3 Slutsatser och förslag .....	25
<b>5 Faktaunderlag och analys: belysningens elanvändning och besparingspotential i Sverige</b> .....	31
5.1 Inledning elanvändning och besparingspotential .....	31
5.2 Faktaunderlag och analyser om belysningens elanvändning och besparingspotential i Sverige inom olika sektorer .....	31
5.3 Metoder för att ta fram bättre skattningar .....	52
<b>6 Faktaunderlag och analys: belysningens utmaningar, nyttor och läget i Sverige</b> .....	54
6.1 Teknik, funktion och miljö – utmaningar och möjligheter .....	54
6.2 Belysningsteknikens samhällsrelaterade nyttor .....	69
6.3 Svenska styrkor inom forskning och innovation .....	74

<b>Bilaga 1 Regeringsuppdraget .....</b>	<b>79</b>
<b>Bilaga 2 Historik och lamptyper .....</b>	<b>81</b>
<b>Bilaga 3 Energimärkning av lampor .....</b>	<b>83</b>
<b>Bilaga 4 Aktiviteter inom Belysningsutmaningen .....</b>	<b>85</b>
<b>Bilaga 5 Aktörer som gått med i Belysningsutmaningen .....</b>	<b>88</b>

# Sammanfattning

## Uppdrag och syfte

I denna rapport presenterar Energimyndigheten sin redovisning av regeringsuppdraget ”Belysningsutmaningen”, vilken överlämnas till Regeringskansliet 15 mars 2018.

Belysningsutmaningen är en nationell kraftsamling med syftet att utöka och fördjupa dialogen med olika aktörer för att öka kunskapsnivån om och intresset för energieffektiv belysning, samt främja en ökning av andelen energieffektiv belysning i Sverige. Den långsiktiga målsättningen med denna satsning är att bidra till att halvera elanvändningen för belysning i Sverige jämfört med år 2010.

## Global Lighting Challenge

På COP 21 i Paris 2015 lanserades Global Lighting Challenge (GLC) med syfte att sprida 10 miljarder energieffektiva ljuskällor i världen. Belysningsutmaningen är det svenska engagemanget i GLC. I Sverige utförs satsningen som ett Regeringsuppdrag under perioden 2016–2018. Man kan fortsatt anta Belysningsutmaningen tills Global Lighting Challenge avslutas 2019. Belysningsutmaningen presenteras på CEM9 i Malmö i maj 2018.

## Resultat och effekter av Belysningsutmaningen

Totalt har 92 aktörer ställt sig bakom Belysningsutmaningen varav 7 kommuner; Stockholm, Köping, Örebro, Uppsala, Forshaga, Lund, Gävle. Se fullständig lista i Bilaga 5. Av dessa har 65 aktörer gjort egna åtaganden, varav ett tiotal är mätbara, och de arbetar mycket aktivt med att minska energianvändningen. På Belysningsutmaningens webbplats finns 11 goda exempel på belysningseffektivisering att inspireras av.

Belysningsutmaningen har främst verkat genom kunskapsspridning och dialog för att inspirera och engagera olika aktörer. Ett antal event har anordnats, exempelvis i Almedalen, men även mer tekniska seminarier kring de senaste styrsystemen och tillämpningarna av LED, och Belysningsutmaningen har även presenterats på andra konferenser.

Belysningsutmaningen har lett till kunskapsspridning och dialog, nätverkande och kontakt med nya aktörer, kontinuitet, engagemang, och möjlighet till samordning som visat sig genom ett nystartat innovationsnätverk för belysningsföretag. Energimyndigheten har fått bättre kännedom om aktörer och utvecklingsområden som exempelvis offentlig upphandling av belysning, samt startat statistikinsamling om belysningens elanvändning som kan ge viktigt underlag för framtida satsningar och styrmedel.

## Resultat och effekter kopplat till aktörers åtaganden

Belysningsutmaningen har satt fokus på effektivisering av belysning och 65 aktörer har gjort åtaganden i olika former. Det visade sig dock att effekterna av de enskilda aktörers åtaganden inte var så lätta att få fram och skala upp, istället redovisas enskilda

exempel (kapitel 3.2) vilka ändå kan bidra till att stämma av uppskattningar vid beräkning av elanvändningen för belysning i olika sektorer (kapitel 5). Några goda exempel på aktörers åtaganden är:

- Köpings kommun har bytt ut belysning i elljusspår och halverat belysningens elanvändning.
- Gröna Lund byter ut all sin belysning och kommer minska belysningens elanvändning med 75 %.
- Coop byter ut belysningen i sina 250 butiker och har minskat belysningens elanvändning med 21 GWh eller 40 %.

Slutsatser och förslag till satsningar

Arbetet med regeringsuppdrag Belysningsutmaningen har givit erfarenheter och insyn i olika områden kring belysning. Utifrån dessa lärdomar och resultat föreslås sju olika satsningar, områden med utvecklingspotential. De kan alla göras med olika ambitionsnivå.

1. **Satsning utbildning** – digitalisering och system, vidareutbildning, goda exempel, kunskapsuppbyggnad upphandling.
2. **Satsning forskning** – satsa på värdering av mervärden, välbefinnande och risker, samt på digitalisering och system, etablera testbäddar.
3. **Satsning stöd för nya företag** (start-ups) – särskilda insatser vad gäller innovationsnätverk och affärsutveckling.
4. **Satsning kapacitetsuppbyggnad** – export av svensk kunskap exempelvis i anslutning till Agenda 2030.
5. **Satsning samordning** – nätverk, beställargrupp utomhusbelysning, samordning offentlig upphandling.
6. **Satsning regleringar och vägledning** – förbättra och optimera regleringar och vägledning inom ekodesign, energimärkning, standarder, bygg, upphandling, elnät etc.
7. **Satsning statistik** – kontinuerlig uppföljning belysning samt riktade studier.

Belysningens elanvändning och besparingspotential i Sverige

Inom ramen för Belysningsutmaningen har Energimyndigheten; utfört inventering av befintliga källor för el till belysning i Sverige, gjort försök att skatta elanvändning och besparingspotential för belysning i olika sektorer, samt föreslagit metoder för att ta fram bättre skattningar. Energimyndigheten har tagit hjälp av Statisticon (bostäder och lokaler) och Statistiska Centralbyrån (industrisektorn och kommunal gatu- och vägbelysning) och de samlade resultaten har legat till grund för de kvalitativa antaganden som har gjorts vid modellberäkningarna av elanvändning för belysning i olika sektorer. Under Belysningsutmaningen har en pilotundersökning gjorts i skolor, vilken visar att de hade i genomsnitt 10 % LED installerade, vilket skulle innebära att det finns en betydande besparingspotential kvar i den sektorn.

Energimyndigheten bedömer att elanvändningen för belysning i sektorerna bostäder, lokaler, industri och vägbelysning har minskat från ca **14 TWh år 2010** till ca **11 TWh år 2016**. Potentialen för besparingar bedöms vara hög, upp till ca **50 %**. Det innebär att elanvändningen för belysning idag skulle kunna halveras, om all befintlig ineffektiv teknik byttes ut mot bästa möjliga teknik. Bedömningarna har gjorts genom en modellberäkning för både 2010 och 2016 inom ramen för Belysningsutmaningen, se kapitel 5 för mer information. Det finns dock osäkerheter i siffrorna, och Energimyndigheten föreslår därför en satsning på att förbättra underlaget, för att kunna göra kontinuerliga och säkrare skattningar av belysningsel och besparingspotential i olika sektorer, som underlag till policyinsatser.

Miljömässiga och funktionella utmaningar, mervärden, samt svenska styrkor inom forskning och innovation

Den snabba utvecklingen inom belysningstekniken innebär utmaningar med nya produkter, mer digitalisering, avancerade styrsystem, smart elektronik, nya tillämpningar och tjänster. Marknaden är under stor förändring när LED tar över, priserna sjunker och nya aktörer etablerar sig. Armaturtillverkare utmanas då det nya breda utbudet av LED kräver anpassade armaturer. Det finns också funktionella utmaningar med exempelvis bländning, flimmar och färgåtergivning. Miljömässiga utmaningar med belysning är; innehåll av sällsynta jordartsmetaller och i vissa fall farliga ämnen, integrerade produkter som är svåra att uppgradera/återvinna, risk för retureffekt med onödig energi-användning, risker med för mycket eller fel ljus, samt risk att fattigare länder inte får del av den senaste effektivaste tekniken.

Mervärden med LED-belysning är exempelvis; ökad produktivitet, nöjdare anställda, minskat antal sjukdagar, mer attraktiv belysning, ökad försäljning, central kontroll, ökad säkerhet.

I Sverige finns god belysningsutbildning, samt intresse och kompetens inom material- och teknisk forskning, Det finns ett väl grundat fokus på energibesparing och systemtänkande, samt på mervärden som tex hälsoeffekter, och dessa områden har god utvecklingspotential. God kompetens, god samverkan och gott företagsklimat har givit skickliga och innovativa företag. Det finns en potential för utveckling och tillämpning av innovativa kvalitetsprodukter. Sverige är aktiva i flera internationella samarbeten kring belysning, vilket ger gott kunskapsutbyte.



# 1 Inledning

I denna rapport presenterar Energimyndigheten sin redovisning av regeringsuppdraget ”Belysningsutmaningen”, vilken överlämnats till Regeringskansliet 15 mars 2018.

Belysningsutmaningen är en nationell kraftsamling med syftet att öka dialogen med olika aktörer och öka kunskapsnivån, intresset och andelen energieffektiv belysning i Sverige. Den långsiktiga målsättningen är att bidra till att halvera elanvändningen för belysning i Sverige.

Belysningsutmaningen är Sveriges bidrag till den globala satsningen Global Lighting Challenge (GLC). I bakgrunden finns de globala målen och Agenda 2030<sup>1</sup>, samt EU:s klimat- och energimål och målet om 20 % effektivare energianvändning till 2020<sup>2</sup>. Ekodesign- och energimärkningslagstiftningarna beräknas kunna ge 17 % minskad elanvändning och 10 % minskad värmeanvändning inom EU 2020<sup>3</sup>. Det kommer att bidra till nästan hälften av de energibesparingar som krävs för att uppnå EU:s energieffektiviseringsmål till 2020<sup>4</sup>. Ekodesign- och energimärkningsförordningarna för belysning beräknas tillsammans spara 102 TWh årligen i EU från och med år 2020, och har genom tuffa krav öppnat för en snabb utveckling av ny effektivare belysningsteknik de senaste åren. För historik och beskrivning av lamptyper se Bilaga 2.

## 1.1 Regeringsuppdrag Belysningsutmaningen

Belysningsutmaningen är en del av det svenska engagemanget i den globala satsningen Global Lighting Challenge (se kapitel 1.3.1). I Sverige utförs satsningen av Energimyndigheten som ett regeringsuppdrag under perioden 2016–2018 och denna rapport är Energimyndighetens redovisning av uppdraget. Sverige har också deltagit aktivt inför lanseringen av den globala kampanjen samt deltagit i den globala kommittén för Global Lighting Challenge. Eftersom GLC pågår till 2019 planeras även Belysningsutmaningen fortsätta till dess och man kan fortsatt anmäla sig, trots att huvudsatsningen avslutas i och med denna redovisning. I maj 2018 kommer Clean Energy Ministerial (CEM) 9 att hållas i Köpenhamn/Malmö och ett event för Belysningsutmaningen planeras i samband med det.

I Sverige riktar sig satsningen Belysningsutmaningen till företag, regioner, kommuner, civilsamhället och statliga aktörer. Belysningsutmaningen är en nationell kraftsamling för att öka andelen energieffektiva belysningslösningar i samhället med målsättningen att halvera elanvändningen för belysning i Sverige.

<sup>1</sup> <http://www.regeringen.se/regeringens-politik/globala-malen-och-agenda-2030/>

<sup>2</sup> <http://www.regeringen.se/sverige-i-eu/europa-2020-strategin/overgripande-mal-och-sveriges-nationella-mal/>

<sup>3</sup> Ecofys utvärdering av ekodesign- och energimärkningsdirektiven, ENER/C3/2012-523, <http://www.energylabelvaluation.eu/eu/home/welcome> och [https://www.ecofys.com/files/files/ecofys\\_2012\\_economic\\_benefits\\_ecodesign.pdf](https://www.ecofys.com/files/files/ecofys_2012_economic_benefits_ecodesign.pdf)

<sup>4</sup> [https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/ecodesign\\_factsheet.pdf](https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/ecodesign_factsheet.pdf)

De övergripande målsättningarna för uppdraget Belysningsutmaningen är att:

- öka kunskapsnivån om energieffektiv belysning i samhället,
- öka förutsättningarna för en övergång till energieffektivare belysning hos enskilda aktörer,
- öka intresset hos relevanta målgrupper att satsa på de mest effektiva och innovativa lösningarna,
- öka andelen högeffektiv belysning i Sverige.

Vidare innehåller regeringsuppdraget sju punkter kring insatser som Energimyndigheten ska genomföra.

Den första punkten anger att myndigheten ska ta fram ett fördjupat underlag till grund för satsningen, som innehåller bland annat faktaunderlag och analyser om belysningens elanvändning och besparingspotential i Sverige inom olika sektorer, svenska styrkor inom forskning och innovation på belysningsområdet, funktions- och miljömässiga utmaningar med olika belysningstekniker samt belysningsteknikens olika samhällsrelaterade nyttor. Underlaget ska kunna användas i kommunikationsinsatser för att öka intresset för energieffektiv belysning. Energimyndigheten har arbetat med faktaunderlag och analyser om belysningens elanvändning och besparingspotential i Sverige inom olika sektorer, vilket beskrivs i kapitel 5, och lett fram till satsning 7 statistik. Energimyndigheten har, med hjälp av konsult, tagit fram faktaunderlag och analyser om svenska styrkor inom forskning och innovation på belysningsområdet, funktions- och miljömässiga utmaningar med olika belysningstekniker samt belysningsteknikens olika samhällsrelaterade nyttor. Detta redovisas i kapitel 6.

Regeringsuppdragets punkter 2–5 handlar om att myndigheten ska inleda en fördjupad dialog med olika aktörer; statliga aktörer, regionala och lokala myndigheter, företag och näringsliv, intresseorganisationer etc. För att svara upp till detta uppdrag har Energimyndigheten anordnat ett antal event, seminarier och aktiviteter, samt skickat ut nyhetsbrev och tagit bilaterala kontakter. Aktiviteter och aktörer som antagit Belysningsutmaningen beskrivs i kapitel 2, dess resultat i kapitel 3, och slutsatser i kapitel 4.

Punkt 6 i regeringsuppdraget anger att myndigheten ska genomföra insatser gentemot enskilda slutanvändare för att öka kunskapen om och intresset för energieffektiv belysning. I samband med de seminarier och andra aktiviteter som Belysningsutmaningen anordnat har Energimyndigheten diskuterat och följt upp enskilda slutanvändares belysningsarbete. Vissa diskussioner via epost och telefon har också skett. Genom pilotstudien i skolor, se kapitel 5.2.5, har kontakt tagits med skolor och tips och förslag kring energieffektivisering av belysning har förmedlats.

Punkt 7 i regeringsuppdraget anger att myndigheten ska följa upp de insatser som görs inom kraftsamlingen för att visa om och i så fall vilka samhällsekonomiska vinster den bidragit till. Denna punkt diskuterades redan inledningsvis med Regeringskansliet och Energimyndigheten framförde att detta delmål ej kan uppfyllas under projektets gång eftersom projektiden är för knapp, men att en sammanfattning och utvärdering av Energimyndighetens arbete med belysning presenteras, se kapitel 3.3. Detta godkändes av Regeringskansliet. Det visade sig att effekterna av de enskilda aktörers åtaganden inte var så lätta att få fram och skala upp, istället redovisas enskilda exempel (kapitel 3.2) vilka ändå kan bidra till att stämma av uppskattningar vid beräkning av elanvändningen för belysning i olika sektorer (kapitel 5).

I kapitel 4 beskrivs erfarenheter från genomförandet av satsningen, samt slutsatser och förslag till nya satsningar.

Regeringsuppdraget beskrivs mer utförligt i Bilaga 1.

## 1.2 Material från Belysningsutmaningen

Förutom denna huvudrapport presenterar Energimyndigheten även:

- Underlagsrapport: *LED-revolutionen – Utmaningar och möjligheter för Sverige*, Borg&co 2018.
- Underlagsrapport: *Belysningsel industri och vägbelysning*, Statistiska centralbyrån/SCB, 2017.
- Underlagsrapport: *Belysningsel i bostäder och lokaler*, Statisticon, 2018.
- En ensidig presentation Belysningsutmaningen.
- En sammanställning av goda exempel för olika aktörer inklusive tips kring uppföljning och upphandling.
- Energimyndighetens kampanjwebbplats <http://www.energimyndigheten.se/Belysningsutmaningen/> där allt underlag finns.

## 1.3 Bakgrund

### 1.3.1 Global Lighting Challenge

Den globala satsningen Global Lighting Challenge (GLC)<sup>5</sup> lanserades under COP 21 Klimatmötet i Paris i december 2015, bl.a. av Sveriges energiminister Ibrahim Baylan. Det gemensamma målet för satsningen sattes till att sprida 10 miljarder energieffektiva ljuskällor för att minska energianvändningen och sprida belysning till alla. Med energieffektiva belysningslösningar och lysdiodteknik (LED) kan fler få tillgång till belysning utan att energianvändningen totalt ökar. LED kan drivas med solceller och möjliggör belysning i områden som inte har tillgång till el.

GLC initierades, som den första kampanjen, inom ramen för Clean Energy Ministerial (CEM) som är ett samarbete med energiministrar inom G20 och de nordiska länderna. Ett av flera områden inom CEM-samarbetet är energieffektiv belysning eftersom det finns en stor besparingspotential och direkt koppling till minskad klimatpåverkan. Totalt sett bedöms besparingspotentialen vara mycket stor. Uppskattningsvis står belysningen för 15 % av den totala elanvändningen och 5 % av de globala växthusgasutsläppen.<sup>6</sup> Sverige, Indien, USA, Kina och ett stort antal andra länder har anslutit sig till den internationella utmaningen GLC.

### 1.3.2 Energimyndighetens belysningsarbete

Energimyndigheten har sedan 2010 byggt upp ett belysningslaboratorium och god expertkunskap. Myndigheten har också en Belysningsstrategi sedan 2011 och ett forskningsprogram om belysning sedan 2008. Energimyndighetens arbete med belysning beskrivs vidare i kapitel 3.3. Energimyndigheten deltar i förhandlingsarbetet av de

<sup>5</sup> Global Lighting Challenge, <http://www.globallightingchallenge.org/>, besökt 2018-01-16.

<sup>6</sup> UNEP. 2016. En.lighten: Efficient lighting for developing and emerging countries. Paris, France: United Nations Environment Programme. Besökt 7 december 2016. <http://www.enlighten-initiative.org/>

EU-gemensamma förordningarna om ekodesign och energimärkning, samt är ansvarig myndighet för marknadskontroll av dessa, vilket beskrivs i kapitel 1.3.3.

### 1.3.3 Ekodesign, energimärkning och andra regelverk

Alla belysningsprodukter omfattas av EU-gemensamma ekodesign- och energimärkningskrav, samt berörs av RoHS<sup>7</sup>, Reach<sup>8</sup> och WEEE<sup>9</sup>. RoHS-direktivet som bland annat styr innehåll av kvicksilver i produkter. Reach styr kemikalier och WEEE hantering av elskrot. När det gäller byggnaders energiprestanda och arbetsmiljö regleras dessa av nationella lagkrav och riktlinjer, som i och för sig är härledda ur europeiska eller nationella direktiv, standarder m.m.

Belysningen inom Europeiska Unionen (EU) har i hög grad påverkats av gällande ekodesign- och energimärkningskrav de senaste åren. Ekodesigndirektivet (2009/125/EC) och Energimärkningsförordningen (2017/1369/EU) sätter ramarna för vilka krav man kan ställa på energirelaterade produkter. Under dessa fastställs produktspecifika regleringar, som följande för belysning:

- ekodesignförordning 244/2009, med tillägg 859/2009, om rundstrålande lampor,
- ekodesignförordning 1194/2012 för LED-lampor och riktade lampor,
- ekodesignförordning 245/2009, med tillägg i 347/2010, om gatu- och kontorsbelysning,
- tilläggsförordning 1428/2015, med ändringar om krav och tidssteg i 244/2009, 245/2009 och 1194/2012,
- energimärkningsförordning 874/2012 för alla slags lampor.

På märkningen visas bland annat energiklassen, där A++ är effektivast. För bild på märkningen, se Bilaga 3. Det finns ett beslut på att gå tillbaka till den ursprungliga skalan A–G, där A är effektivast. Senast november 2018 måste ett beslut om energiklasser ha fattats och 2020 förväntas den nygamla skalan att träda i kraft.

Ekodesign- och energimärkningskrav på hembelysning, gatu- och kontorsbelysning samt reflektorlampor och LED-lampor förväntas tillsammans spara 102 TWh el årligen i EU från och med år 2020. Under 2017 och 2018 pågår förhandlingar om en ny så kallad ”omnibusförordning” som ska gälla samtliga belysningsprodukter, med ytterligare besparingar som följd. Dessa ekodesign- och energimärkningskrav har i hög grad påverkat branschen då utfasningen av glödlampor öppnat upp för en efterfrågan på resurseffektivare alternativ, vilket lett till att LED och dess tillämpningar ökat explosionsartat. Mer om historik i Bilaga 2 och om utvecklingen i kapitel 6.1.

Alla enskilda förordningar finns beskrivna på Energimyndighetens webbplats<sup>10</sup>.

<sup>7</sup> RoHS-direktivet, Europaparlamentet och rådets direktiv 2011/65/EU om begränsning av användning av vissa farliga ämnen i elektrisk och elektronisk utrustning (omarbetning), <https://www.kemi.se/hitta-direkt/lagar-och-regler/rohs--elektrisk-och-elektronisk-utrustning>

<sup>8</sup> Reach-förordningen, Europaparlamentets och rådets förordning (EG) nr 1907/2006 om registrering, utvärdering, godkännande och begränsning av kemikalier (Reach) och inrättande av en europeisk kemikaliemyndighet, <https://www.kemi.se/hitta-direkt/lagar-och-regler/reach-forordningen>

<sup>9</sup> WEEE-direktivet, Direktiv 2012/19/EU om elektriskt och elektroniskt avfall, [http://ec.europa.eu/environment/waste/weee/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/waste/weee/index_en.htm)

<sup>10</sup> <http://www.energimyndigheten.se/energieffektivisering/produkter-med-krav/produktgrupper/mapp-for-produkter/belysning/>

## 1.4 Ordlista

CEM	Clean Energy Ministerial, ett högnivåsamarbete mellan energiministrarna inom G20 samt Norden, se <a href="http://www.cleanenergy-ministerial.org/">http://www.cleanenergy-ministerial.org/</a>
CFL	Compact fluorescent lighting, kompaktlysrör eller lågenergilampor. Är en lamptechnik som innehåller kvicksilver.
EKR	Energi- och klimatrådgivare, se <a href="http://www.energimyndigheten.se/energieffektivisering/program-och-uppdrag/kommunal-energi-och-klimatradgivning/">http://www.energimyndigheten.se/energieffektivisering/program-och-uppdrag/kommunal-energi-och-klimatradgivning/</a>
Färgtemperatur	Anger hur varmt eller ljus en ljuskälla ger, mäts i kelvin (K). Ju högre värde, desto kallare uppfattas ljuset. Typiska värden är 2 500–3 000 K för varma ljuskällor och 3 500–4 500 K för kalla ljuskällor.
GLC	Global Lighting Challenge, ett initiativ under CEM (se ovan) med syfte att sprida 10 miljarder effektiva ljuskällor (belysningslösningar). Belysnings-utmaningen är Sveriges svar på GLC. Se <a href="http://www.globallightingchallenge.org/">http://www.globallightingchallenge.org/</a>
HD-don	Elektroniska högfrekvensdriftdon, används nu istället för magnetiska drivdon för att driva lysrör eftersom de är effektivare och inte ger upphov till flimmer.
IEA 4E SSL	Ett annex (Solid State Lighting) inom International Energy Agency's (IEA) Technology Collaboration Programme on Energy Efficient End-use Equipment, <a href="https://ssl.iea-4e.org/">https://ssl.iea-4e.org/</a> Annexet arbetar med att ta fram policyunderlag om belysning på global nivå.
LCA	Livscykelanalys
LCC	Livscykelkostnad
LRC	The Lighting Research Center, NY State, <a href="http://www.lrc.rpi.edu/">http://www.lrc.rpi.edu/</a>
LED	Light Emitting Diode, lysdiod
Spektrala egenskaper	Ljusets spektrala egenskaper avser vilka färger (våglängder) ljuset består av, vilket kan ge upphov till både visuella och icke-visuella effekter.
Lumen	Lumen är enheten för ljusflöde, enhetssymbol [lm]. En ljuskällas intensitet mäts i candela, [cd], som är ljusflödet per rymdvinkel eller [lm/sr]. Från lumen kan man dessutom härleda enheten lux, som är ljusflödet per m <sup>2</sup> , eller [lm/m <sup>2</sup> ].
OLED	Organic LED, organiska lysdioder.
Ra	Färgåtergivning, dvs ett mått på hur bra ljuskällan återger de verkliga färgerna på en yta. Dagsljus har ett Ra-värde på 100. Olika ljuskällor har olika Ra-värden men ligger typiskt över 80.

## 2 Aktiviteter och dialog inom Belysningsutmaningen

### 2.1 Dialog med myndigheter

Under Belysningsutmaningen har dialog med andra myndigheter på statlig och regional nivå skett vid flertalet tillfällen. Förutom att myndigheter som antagit Belysningsutmaningen bjudits in till aktiviteter, har möjligheter och svårigheter med uppföljning av åtaganden och potentiella projekt diskuterats med Fortifikationsverket med flera. Försök gjordes för att rekrytera fler myndigheter till Belysningsutmaningen, främst länsstyrelser då det finns en lång tradition av samverkan mellan Energimyndigheten och Länsstyrelserna, men det visade sig vara svårt. Belysningsutmaningen har lyfts fram inom ramen för *Miljöledning i staten*<sup>11</sup> vid två tillfällen och presenterades då som en möjlighet att lyfta sitt belysningsarbete, då flera myndigheter nämnt att belysningsåtgärder genomförts vid den årliga rapporteringen.

Under Belysningsutmaningen har Upphandlingsmyndigheten och Energimyndigheten haft ett nära samarbete och genomfört gemensamma workshops och seminarier, se vidare under Aktiviteter nedan. Under tiden för Belysningsutmaningen har Sverige fått en ny upphandlingsstrategi för offentlig upphandling<sup>12</sup> samt en vägledning för upphandling av utomhusbelysning<sup>13</sup> som lyfts fram särskilt vid träffarna med fokus på upphandling.

### 2.2 Dialog med kommuner

Kommuner har varit en målgrupp som varit betydligt svårare att nå och rekrytera till Belysningsutmaningen än vad myndigheten räknat med vid starten av utmaningen. Trots att mycket händer på belysningsområdet ute i de svenska kommunerna, har det varit svårt att få kommuner att anta Belysningsutmaningen. Kommuner bjudits in och också närvarat vid Belysningsutmaningens två event i Almedalen, både de som redan antagit och de som kan inspireras till att gå med. Två seminarier om upphandling har arrangerats tillsammans med Upphandlingsmyndigheten, som nämnts ovan. Vid båda dessa tillfällen var målgruppen offentlig sektor på lokal och regional nivå. I samband med att LRC<sup>14</sup> besökte Sverige i december 2017 bjöds det in till ytterligare ett upphandlingsevent, det fick dessvärre ställas in då för få anmält sig. Kommuner har också deltagit vid träffar för energi- och klimatrådgivningen samt genom arbetet med den nationella regionalfonden. Just träffarna med energi- och klimatrådgivningen ledde fram till ett insatsprojekt på området belysning som riktade sig till bostadsrättsföreningar. I detta insatsprojekt deltog 46 representanter från 81 svenska kommuner och Energimyndigheten har särskilt försökt få dessa kommuner att anta utmaningen, då de uppenbarligen är aktiva inom belysning, med svagt resultat.

<sup>11</sup> <http://www.naturvardsverket.se/MLR>

<sup>12</sup> <http://www.regeringen.se/pressmeddelanden/2016/06/regeringen-lanserar-en-nationell-upphandlingsstrategi/>

<sup>13</sup> <https://www.upphandlingsmyndigheten.se/aktuellt/nytt-stod-for-upphandling-av-hallbar-utomhusbelysning/>

<sup>14</sup> The Lighting Research Center, NY State, <http://www.lrc.rpi.edu/>

Vid tidigare nämnda event har även representanter från regional nivå och andra myndigheter deltagare. I den senare kategorin kan Svenska Kraftnät nämnas som en myndighet som genom lagen om energikartläggning i stora företag såg möjligheten att se över sin belysning.

### 2.3 Dialog med företag och näringsliv

Redan innan Belysningsutmaningen lanserades hade näringslivet visat intresse och flera företag ställde sig bakom utmaningen redan från start. De företag som är med i Belysningsutmaningen har kontinuerligt erbjudits att delta vid seminarier och events som Energimyndigheten anordnat. Fokus på flera av dess har varit uppföljning; Hur kan man mäta och följa upp ett åtagande? Går det att kvantifiera ett till synes kvalitativt mål? Detta har varit en del av de frågeställningar som diskuterats när Belysningsutmaningen bjudit in. Inför de båda evenen i Almedalen har näringslivet spelat en viktig roll i att gå före och lyfta fram sina åtaganden i såväl sociala medier som på postrar med goda exempel, som togs fram till Almedalen 2017. Fördjupningar av dessa exempel finns på Belysningsutmaningen hemsida. Ett exempel som varit särskilt tydligt i termer om att besparingspotential och incitament är ett från en hotellkedja som lyft att vid en övergång från halogen till LED i lobbyn har de sparat cirka 70 000 kr årligen samtidigt som inomhusklimatet förbättrats.

Något som särskilt lyfts fram från företag har varit svårigheter med att få med sina produkter i offentliga upphandlingar, något som lett till fördjupade diskussioner med SKL, Sveriges kommuner och landsting, och andra myndigheter och organisationer.

Sedan september 2015 har Sverige en strategi för ökad export av svenska varor och tjänster<sup>15</sup>. Denna strategi med exportfokus kan ses som ett viktigt verktyg att för att lyfta innovativ svensk teknik på en global marknad vilket dockar bra till Belysningsutmaningen och the Global Lighting Challenge.

### 2.4 Aktiviteter Belysningsutmaningen

Energimyndigheten har för Belysningsutmaningen anordnat ett 10-tal event med totalt ca 300 deltagare. Det har varit möten för information och samordning av aktörerna som gått med i Belysningsutmaningen, seminarier för spridning av goda exempel och inspiration till nya aktörer exempelvis i Almedalen, men även mer tekniska seminarier kring de senaste styrsystemen och tillämpningarna av LED. Belysningsutmaningen har även presenterats på andra konferenser och event.

Nyhetsbrev har kontinuerligt gått ut till deltagarna i Belysningsutmaningen. En hemsida för Belysningsutmaningen har skapats och uppdaterats kontinuerligt <http://www.Energimyndigheten.se/Belysningsutmaningen/>. Där finns exempelvis en lista på de som gått med, goda exempel på åtaganden och material från anordnade seminarier.

Energimyndigheten har gjort riktade satsningar för att få med fler kommuner; genom Sveriges Kommuner och Landsting (SKL), genom Energi- och klimatrådgivarnas (EKR) insatsprojekt om belysning, samt genom EKR:s nyhetsbrev. Energimyndigheten har även gjort riktade mailutskick till alla energikontor och ringt aktiva kommuner.

För fullständig lista över anordnade event och presentationer, se Bilaga 4.

<sup>15</sup> <http://www.regeringen.se/regeringens-politik/exportstrategin/>



Figur 1: Studiebesök/pressevent på Gröna Lund 4 maj 2017, Ibrahim Baylan byter ut en glödlampa mot en LED-lampa och lär sig mer om Gröna Lunds belysningsarbete.



## 3 Resultat och effekter

### 3.1 Resultat och effekter av Belysningsutmaningen

#### 3.1.1 Resultat, lärdomar och förslag

Resultat aktiviteter och kunskapsspridning

- Ca 300 aktörer har deltagit på workshops och andra event.
- Ca 120 aktörer har deltagit i Almedalen.
- Ca 100 aktörer har fått nyhetsbrev (de som antagit Belysningsutmaningen).
- Aktiviteterna har inneburit kunskapsspridning och dialog med många olika aktörer; myndigheter, kommuner, företag, NGO med flera.
- Aktiviteterna har också verkat nätverksskapande, aktörer har uttryckt att de uppskattat nya kontakter de knutit.

Resultat åtaganden

- 92 aktörer har ställt sig bakom Belysningsutmaningen varav 7 kommuner; Stockholm, Köping, Örebro, Uppsala, Forshaga, Lund, Gävle.
- 65 aktörer har gjort åtaganden och ett tiotal av dessa är mätbara.
- Åtagandena har givit oss goda exempel att sprida.

Resultat faktaunderlag och kunskap

- Ett faktaunderlag om belysning har tagits fram där svenska styrkor inom forskning och innovation på belysningsområdet, funktions- och miljömässiga utmaningar med olika belysningstekniker samt belysningsteknikens olika samhällsrelaterade nyttor beskrivs, se vidare kapitel 6.
- En översyn av befintliga källor kring belysning har gjorts. Elanvändningen för belysning i Sverige 2016 har skattats till 11 TWh och besparingspotentialen till 50 %. Ett resultat är också att det är ont om siffror specifikt för belysningens elanvändning i olika sektorer. Se vidare kapitel 5.
- 11 goda exempel på energieffektiviseringsåtgärder från olika typer av aktörer ligger på Belysningsutmaningens webbplats och kommer att presenteras i broschyr.

Lärdomar

- Att genomföra en satsning som Belysningsutmaningen ger ett fokus och engagemang kring en fråga och kan ge ringar på vattnet och leda till nya samarbeten, satsningar och dylikt. En viss kontinuitet i kontakt med deltagare genom träffar och nyhetsbrev skapades, vilket har uppskattats av aktörerna.
- Energimyndigheten har fått många lärdomar av uppdraget som legat till grund för förslag till nya satsningar.

Resultat nya satsningar

- Ett nätverk för innovativa belysningsföretag har startats upp och kontinuerliga träffar hålls.

- Ett närmare samarbete mellan Energimyndigheten och Upphandlingsmyndigheten har knutits.

Förslag till vidare satsningar

- Satsning utbildning – digitalisering och system, vidareutbildning, goda exempel, kunskapsuppbyggnad upphandling.
- Satsning forskning – satsa på värdering av mervärden, välbefinnande och risker, samt på digitalisering och system, etablera testbäddar.
- Satsning stöd för nya företag (start-ups) – särskilda insatser vad gäller innovationsnätverk och affärsutveckling.
- Satsning kapacitetsuppbyggnad – export av svensk kunskap exempelvis i anslutning till Agenda 2030.
- Satsning samordning – nätverk, beställargrupp utomhusbelysning, samordning offentlig upphandling.
- Satsning regleringar och vägledning – förbättra och optimera regleringar och vägledning inom ekodesign, energimärkning, standarder, bygg, upphandling, elnät etc.
- Satsning statistik – kontinuerlig uppföljning belysning samt riktade studier.

### 3.1.2 Resultat kommunikation

Belysningsutmaningen är i mångt och mycket en kommunikationsinsats och resultatet är att satsningen har lett till:

- Goda exempel och information har publicerats på Belysningsutmaningens webbplats för att visa hur olika aktörer kan bidra. Postrar med goda exempel har även visats under Almedalsveckan i juli 2017. De goda exemplen har på webben haft 341 besök var av Rexel/Käppalaförbundet är det mest välbesökta.
- Antalet nedladdningar av appen Lampguiden<sup>16</sup> har ökat under Belysningsutmaningen som pågått 2016–2018. Antalet nedladdningar var 2015: 3 580 st, 2016: 4 050 st och 2017: 5 060 st. Det är dock omöjligt att säga om detta har med Belysningsutmaningen att göra.
- Antalet nedladdningar av LCC-verktyg<sup>17</sup> på Upphandlingsmyndighetens webbplats har ökat: under 2016 och 2017 har LCC för inomhusbelysning laddats ner 1 331 gånger och för utomhusbelysning 781 gånger. Sökningar i Kriteriebiblioteken var 31 via Wizard (sökverktyg) och 143 direkta sidvisningar. Energimyndigheten och Upphandlingsmyndigheten har under Belysningsutmaningen samarbetat och tillsammans föreläst på konferensen Upphandling 24<sup>18</sup> samt själva arrangerat två tillfällen med fokus på upphandling; ett i Luleå och ett i Lund. Även i Almedalen presenterades möjligheterna med LCC. Även i detta fall är det svårt att säga om ökningen har med Belysningsutmaningen att göra.

<sup>16</sup> <http://www.energimyndigheten.se/energieffektivisering/hemmet/belysning/lampguiden/>

<sup>17</sup> Kalkyler för livscykelkostnader, <http://www.upphandlingsmyndigheten.se/omraden/lcc/lcc-kalkyler/>

<sup>18</sup> <https://upphandling24.event.idg.se/event/tema-dialog/>

- Webbsidan Belysningsutmaningen har under perioden från lansering maj 2016 till den 29/1 2018 haft ca 6 000 unika besökare.
- Under tiden som Belysningsutmaningen pågått i Sverige har ett annat initiativ inom CEM (Clean Energy Ministerial) arrangerats, nämligen SEAD Global Efficiency Medal, under 2016/17, med fokus på utomhus- och industribelysning och under nomineringsperioden informerade Energimyndigheten om detta via nyhetsbrev. Ett antal svenska produkter var med.

## 3.2 Resultat och effekter kopplat till aktörers åtaganden

### 3.2.1 Resultat av aktörers åtaganden inom Belysningsutmaningen

Som nämnts tidigare har totalt 92 aktörer (se Bilaga 5) hittills antagit Belysningsutmaningen (februari 2018) och som grovt sett kan delas in i kategorierna i Tabell 1.

Tabell 1: Kategorisering av aktörer.

Aktör	Antal
Statliga aktörer (myndigheter)	8
Regionala offentliga aktörer	3
Kommuner	7
Företag	11
Bostadsrättsföreningar och samfälligheter	5
Tillverkare	25
Återförsäljare	6
Konsulter (belysning, ljusdesign, el)	12
Branschorganisationer	7
NGO, non governmental organisation, icke-statlig organisation	4

Aktörerna har gjort åtaganden i form av allt från generellt stöd av utmaningen till konkreta åtgärder som t ex byte av gammal, ineffektiv belysning till nya och effektiva lösningar. Det är inte alltid energibesparing har legat i fokus utan ibland har det huvudsakliga skälet varit att belysningen blivit mer ändamålsenlig eller bidragit till ökad trygghet eller trivsel, andra gånger har ett bidragande skäl varit att underhållskostnaderna gått ner tack vare längre livslängd och smidigare underhåll. I bästa fall har en analys av både energibesparing och övriga sk mervärden gjorts och sammantaget lett till beslut om att byta ut den gamla belysningen.

Ambitionen var från början att utnyttja det faktum att de olika aktörerna kommer från olika sektorer och på så sätt få en bättre bild av dels vilka åtgärder som är möjliga, dels vilken besparing och/eller förbättring av belysningskvalitén som skulle kunna uppnås i de olika sektorerna om alla aktörer genomförde samma slags åtgärder. Detta förutsätter dock möjligheten till en bedömning före och efter åtgärd både vad gäller besparing och kvalitet. Dessutom skulle det i princip kunna gå att uppskatta vad olika sektorer skulle kunna spara, genom att skala upp några exempel inom respektive sektor. Detta skulle dock kräva en uppskattning av hur representativ varje aktör som gör ett åtagande är för sektorn, samt hur beståndet i sektorn är fördelat.

Det har visat sig att aktörernas egna bedömning av åtgärdernas effekt inte varit så enkla att få fram som ursprungligen var tänkt. Orsakerna är flera, men några exempel är att åtgärder för belysning ofta görs samtidigt med andra åtgärder; elanvändningen före åtgärd inte var uppmätt eller nedbruten för just belysning; eller att det totala beståndet av belysning inte var inventerat. De kvalitativa delarna, dvs på vilket sätt belysningen blev bättre, mättes inte heller alltid enligt någon särskild metod.

Vidare är det inte helt enkelt att analysera hur representativ en aktör är för sin sektor och därmed göra det möjligt att skala upp effekter av tänkbara åtgärder till hela sektorn. Alla sektorer är heller inte representerade; till exempel saknas alla hushåll (de bostadsrättsföreningar som deltar ger bara information om den gemensamma belysningen), industrisektorn, med flera. Men de enskilda exemplen kan ändå bidra till att stämma av de uppskattningar som görs när beräkningar av elanvändningen för belysning i olika sektorer görs (se kapitel 5 för mer om detta).

Med fokus på energibesparing hölls särskilda workshops där olika aktörer fick berätta om sina åtaganden och också hur de följde upp dem, med syfte att ta fram en enkel mall som de flesta kunde använda för att följa upp sina åtaganden. Information om antal ljuskällor, installerad effekt, antal driftstimmar, lokalarea och andra typiska parametrar ingår och fylls i och kan sedan enkelt matas in i en mer omfattande livscykelanalys. Mallen och diskussioner om hur den kan fyllas i och användas blev ett konkret resultat av dessa workshops, liksom insikten att en mall redan från början hade varit användbar för aktörerna när de gjorde sina åtaganden.

Nedan följer två goda exempel på aktörer som gjort tydliga åtaganden och som gått att följa upp. I båda fallen finns tydliga energibesparingar likväl som andra mervärden, så som t ex ökad trygghet och trivsel.

Det första exemplet är en kommun, Köpings kommun, där alla elljusspår byts ut både av miljö, energi- och trygghetsskäl. Det andra gäller en nöjespark, Gröna Lund, som systematiskt byter ut alla sina glödlampor mot LED-lampor med samma känsla av nöjespark. Båda exemplen visar hur en tydlig inventering och en sammansatt analys av både energibesparing och andra mervärden går att göra.

### **3.2.2 Exempel 1: Köpings kommun, Kultur & fritid**

Belysningen i alla kommunens alla elljusspår byts inom en femårsperiod. Utbyte av miljöfarliga stolpar, byten från luftkabel till nergrävd kabel och val av LED-belysning i alla armaturer. Detta kommer att halvera energianvändningen för elljusspårerna och skapa trygghet i spårerna då belysningen blir starkare och lyser även upp periferin utanför spåret.

#### **Bakgrund**

Belysningen i spårerna börjar bli gamla och fick ett flertal nedslag vid den besiktning som gjordes under 2016. Kommunen har undersökt flertalet möjliga lösningar för att renovera belysningen enligt nedslagen i besiktningen och kommit fram till att den bästa, långsiktiga lösningen är att byta ut alla stolpar, gräva ner den befintliga luftkabeln och byta till LED-belysning i alla spår. LED-belysning är både kostnads-effektivt, miljövänligt och ökar tryggheten i spårerna eftersom belysningen upplevs ”ljusstarkare” och även lyser upp området runt spåret.

Erfarenheter och resultat hittills

Projektet har startat i kommunens första elljusspår under våren 2017.

Beräknad besparing eller vinst

- halverad energianvändning,
- miljövinster,
- ökad trygghet i spåren på grund av ”ljusstarkare” belysning.

Tidsplan

Utbyte av belysning i Johannisdalsskogen:

Etapp 1–3: juni 2017–oktober 2017.

Etapp 4: Startar 2018. Belysningen i samtliga spår beräknas vara utbytta senast 2021.

### **3.2.3 Exempel 2: Gröna Lund**

Gröna Lund byter successivt ut all belysning i tivolit till energieffektiva alternativ.

Vid nybyggnation installeras enbart LED-belysning.

Bakgrund

På Gröna Lunds Tivoli finns över 17 000 belysningspunkter. Som en del av Parks and Resorts stora hållbarhetsarbete har Gröna Lund de senaste åren successivt bytt ut över 70 % av belysningen till energieffektiva alternativ. Målet är att ersätta resterande del och enbart ha energieffektiv belysning i hela tivolit.

Erfarenheter och resultat hittills

Utbytet till energieffektiv belysning har hittills halverat energianvändningen för belysningen men kommer till slut att ha minskat elanvändningen med drygt 75 %.

Tidigare har Gröna Lund haft två anställda under säsong som enbart bytt ut trasiga glödlampor. Efter bytet till energieffektiv belysning har det räckt att ha en person till lampbyte, som även haft tid över till andra arbetsuppgifter.

Tekniklösning

Utvecklingen av LED-filamentlampor har gjort det möjligt att behålla en tivolikänsla i parken på ett hållbart sätt.

### **3.2.4 Exempel 3: Coop**

Coop byter succesivt ut belysningen i sina 250 butiker till ECO T5, T8 LED retrofit och annan LED-belysning.

Bakgrund

År 2015 var elanvändningen för belysning ca 52 000 000 kWh motsvarande 23 % av den totala elanvändningen.

Erfarenheter och resultat hittills

År 2017 hade elanvändningen för belysningen sjunkit till 31 000 000 kWh motsvarande endast 16 % av den totala elanvändningen, fördelat på 250 butiker inom Coop Sverige AB med en total yta på 424 114 m<sup>2</sup> (försäljningsyta). Detta innebär en minskad elanvändning till belysning med ca 21 000 000 kWh (21 GWh) och 40 %.

Tekniklösning

Lösningarna är många: i befintliga butiker sker byte till T8 LED retrofit om allmänbelysningen har T8 armaturer och ägs av hyresvärden samt LED armaturer för kyl- och frysdiskar, LED spottar. Finns det T5 armaturer och ägs av hyresvärden byts de till ECO T5 rör (–10 % elanvändning). Äger Coop allmän belysningen byts detta till LED där det finns T8 armaturer. I nya butiker installeras 100 % LED armaturer.

### 3.3 Resultat och effekter av Energimyndighetens belysningsarbete

I regeringsuppdraget finns punkt 7 ”Myndigheten ska följa upp de insatser som görs inom kraftsamlingen för att visa om och i så fall vilka samhällsekonomiska vinster den bidragit till.” Energimyndigheten framförde tidigt att detta delmål ej kan uppfyllas under projektets gång, eftersom projekttiden är för knapp. I samråd med departementet bestämdes att Energimyndigheten istället ska presentera en sammanfattning och utvärdering av Energimyndighetens arbete med belysning, vilken återfinns nedan.

#### 3.3.1 *Energimyndighetens arbete med belysning – en översikt*

Belysning har varit en prioriterad satsning på myndigheten under en längre period. Inom ramen för prioriteringen togs ett samlat grepp på allt från forskningsstöd, främjande-åtgärder, lagstiftning, till information för såväl konsumenter som offentliga beställare. Budgeten för belysningssatsningar ökades betydligt när myndigheten bestämde sig för att utöka laboratorieverksamheten med utrustning och personal för belysningsprovning.

Vidare har myndigheten etablerat ett partnerskap med ett av världens mest renomméerade forskningscentra för belysning, The Lighting Research Center<sup>19</sup> (LRC) i Troy, NY State, samt engagerat sig i IEAs tekniksamarbete IEA 4E SSL Annex<sup>20</sup>. Annexet syftar till att främja global harmonisering av standarder, testmetoder, marknadskontroller samt utveckling av kompetensen hos de belysningslaboratorier som används av olika aktörer.

Energimyndigheten har etablerat ett särskilt forskningsprogram, Belysningsprogrammet, som pågått i två etapper (2008–2011, 2012–2015). En tredje etapp lanserades 2017 (EELYS<sup>21</sup>) och söktrycket var mycket stort, kanske för att myndigheten synts mer i belysningssammanhang. Myndighetens affärsutvecklingsenhet har också bidragit genom att hjälpa nya belysningsföretag att komma in på marknaden. Från och med 2017 har myndigheten knutit till sig ett nätverk av innovativa belysningsföretag.

<sup>19</sup> <http://www.lrc.rpi.edu/>

<sup>20</sup> <https://ssl.iea-4e.org/>

<sup>21</sup> <http://www.energimyndigheten.se/utlysningar/belysningsprogrammet/>

För några år sedan togs en Belysningsstrategi för Energimyndigheten fram. De tre viktigaste skälen till att satsa strategiskt på belysning är; snabb teknisk utveckling av nya ljuskällor baserade på LED, ny kunskap om sambandet mellan ljus och hälsa, samt ny lagstiftning (ekodesign och dess motsvarigheter utanför EU) som fasar ut gammal ineffektiv belysning. Belysningsstrategin uppdaterades 2016.

Belysning är mycket viktig i det moderna samhället och berör många människor rent känslomässigt. När de nya kraven kom i syfte att fasa ut glödlampor och annan omodern och ineffektiv belysning tog myndigheten ett strategiskt beslut om att vara proaktiva och bidra till att övergången till ny, effektiv belysning blir så bra som möjligt.

Tack vare gedigen egen kunskap har Sverige genom Energimyndigheten varit aktiva i förhandlingsarbetet inom EU i Bryssel för att försöka få så optimala ekodesign- och energimärkningskrav som möjligt, dvs krav som främjar utveckling och spridning av ny, bra och effektiv belysning men i en takt som ger alla aktörer (från tillverkare, återförsäljare till slutkonsument) tid att anpassa sig.

Energimyndighetens belysningslaboratorium har vid de båda tillfällena för SEAD Awards för belysning varit med och testat och verifierat de nominerade produkterna. Myndighetens kompetens har också nyttjats inför tävlingarna, vid utformning av kriterier m.m.

Energimyndigheten har varit och är fortfarande aktiv inom flera områden samtidigt; bidrar till forskning om den nya belysningen och dess för- och eventuella nackdelar, bidrar till utveckling av nya typer av belysningslösningar baserade på nya forskningsrön och ny teknik, främjar spridning av information till alla slags aktörer, fungerar som mötesplats för olika aktörer på marknaden, deltar aktivt på den internationella arenan (IEA, Clean Energy Ministerial, SEAD-initiative<sup>22</sup>, UNEP en.lighten<sup>23</sup> Global Lighting Challenge/Belysningsutmaningen). Energimyndigheten samarbetar och samverkar med; andra myndigheter i Sverige, andra medlemsstater inom EU och även med stater utanför EU som USA. Inom Sverige har Energimyndigheten kontinuerlig kontakt med tillverkare, innovatörer, återförsäljare, kommuner och NGO:s.

---

<sup>22</sup> <http://www.superefficient.org/>

<sup>23</sup> <http://united4efficiency.org/products/lighting/>

## 4 Erfarenheter och förslag

### 4.1 Erfarenheter från genomförandet av satsningen

#### 4.1.1 Möjligheter

Kontakt med nya aktörer

Energimyndigheten och dess föregångare har sedan 1990-talet en i stort sett god överblick av och kontakt med de flesta aktörerna på belysningsområdet. När ekodesignkraven på belysning infördes 2009 och Energimyndigheten så småningom gjorde en utökad och strategisk satsning intensifierades och utökades denna kontakt. Bransch- och bilaterala möten, inbjudningar till konferenser och etablerandet av ett särskilt forskningsprogram för belysning har också bidragit. Utöver att myndigheten själv fått ökad kunskap om villkor och behov hos aktörerna har satsningarna bidragit till ett stärkt nätverk aktörerna emellan.

Belysningsutmaningen har bidragit på samma sätt: nya aktörer har klivit fram och velat lära och bidra med sina erfarenheter, samt stärka sina nätverk. Detta visar hur viktigt det är att Energimyndigheten är närvarande på olika sätt, som en katalysator, och att det inte krävs så stora medel för att uppnå en god effekt.

Dialog och personliga möten

Upplägget av detta uppdrag med mycket dialog och träffar har möjliggjort att deltagarna har kunnat lära av varandra och till viss del har myndigheter kunnat visa vägen.

Upplägget har givit många personliga möten, som överlag varit mycket givande och positiva. Det kan ses som resurskrävande att ta personliga kontakter, men det är kanske där som de största förändringarna faktiskt initieras. Det har inom Belysningsutmaningen varit mätbart att vissa fysiska träffar har genererat att aktörer gått med i Belysningsutmaningen. Slutsatsen är att personliga träffar ger mer än mail för att saker ska ske, vilka i förlängningen kan ge stora förändringar.

Engagemang

En satsning som Belysningsutmaningen ger ett fokus och engagemang kring en fråga som är svår att uppnå på annat sätt. En kraftsamling som med lite tur kan ge ringar på vattnet och leda till nya samarbeten, satsningar och dylikt.

Det har varit positivt att samordnings- och energiminister Ibrahim Baylan varit engagerad och deltagit vid flera evenemang, exempelvis i Almedalen. Särskilt lyckat var att ha en gemensam kickoff som satte tonen för Belysningsutmaningen och som också var en unik överlämning av ett regeringsuppdrag. Detta har tydliggjort Belysningsutmaningen som Sveriges svar på Global Lighting Challenge och som ett bidrag till nationella och globala miljö- och klimatmål.

Goda exempel

Goda exempel är alltid uppskattat eftersom det ger faktiska tips att tillämpa i sin egen verksamhet. Inom Belysningsutmaningen har vi arbetat mycket med goda exempel, både på webben och som postrar i Almedalen. Vi upplever att detta konkreta sätt att tipsa om hur man kan gå till väga är viktigt.



Kontinuitet

Då uppdraget sträckt sig över nästan två år har vi uppnått en viss kontinuitet i kontakt med deltagare genom träffar och nyhetsbrev. Vi upplever att det är mycket positivt att ha möjlighet att följa upp och återkomma till diskussioner och frågeställningar.

#### **4.1.2 Utmaningar**

Otydlig vinning

En del aktörer har haft lite svårt att se vinningen med att gå med i Belysningsutmaningen och göra åtaganden. Det är uppenbart att det finns mycket aktiva aktörer, exempelvis kommuner, som gör stora energieffektiviseringsåtgärder både inom belysning och andra sektorer, men som ändå inte gått med i Belysningsutmaningen. Antingen för att de inte känner till den, för att de inte har tid, eller för att de inte riktigt ser vitsen. Vitsen borde vara uppenbar, att visa att man är en aktör som bryr sig visar stolthet över sitt arbete och bidrar till en halvering av elanvändningen för belysning.

Svårt att nå ut

Det är svårt att nå ut i det idag informationstäta samhället. Vi upplever det särskilt svårt att nå rätt personer på kommuner och andra offentliga verksamheter. Vi är övertygade om att många fler än de sju kommuner som gått med i Belysningsutmaningen arbetar mycket med energieffektivisering och belysning. Som ett försök till att locka fler kommuner just kontaktade Energimyndigheten de kommuner som var aktiva inom insatsprojektet i energi och klimatrådgivningen, då det i princip redan innebär att man är en del av Belysningsutmaningen. Men inte heller en sådan konkret åtgärd hade önskad effekt.

Tidsplan

Tidsplanen för de deltagande aktörerna och deras åtaganden har bitvis upplevts som otydlig, och åtaganden med varierande tidsplaner har godkänts. Energimyndigheten som uppdragsutförare upplever att tidsplanen för satsningen varit för kort, då exempelvis nätverket av deltagare först i slutet av perioden fått en väl fungerande och uppskattad form.

Otillräcklig tillgänglig statistik

Framtagande av statistik över dagens elanvändning för belysning i olika sektorer i Sverige visade sig svårare än förväntat. Det är relativt lätt att få ut total elanvändning men mycket svårare att få fram siffror på just el till belysning, vilket diskuterats i kapitel 5. Trots detta har en uppskattning gjorts som ger en bild av hur elanvändningen för belysning gått ner mellan åren 2010 och 2016. Aktuell sparpotential har också uppskattats, vilket är viktigt ur styrmedelssynpunkt.

För att få en mer precis bild och bättre möjligheter att följa utvecklingen, föreslår vi hur man kan få fram bättre skattningar på siffror och underlag till statistik för de olika sektorerna. Under rubrik 4.3.7 nedan presenteras våra förslag.

## 4.2 Utmaningar och behov enligt aktörerna

I arbetet med Belysningsutmaningen och i synnerhet kapitel 6 då intervjuer med många aktörer gjordes identifierade de en rad utmaningar för Sverige och svensk belysning. Dessa diskuteras vidare i underlagsrapport Borg&co, 2018. Utmaningarna nedan överensstämmer inte nödvändigtvis med Energimyndighetens egna förslag men listas ändå här (utan inbördes ordning) som ett bidrag till diskussionen:

- Hur håller vi fokus på system och brukare?
- Retureffekten som följer av avtrubbnig: Hur minskar vi risken för att vi slösar med belysning när den blir allt billigare i drift?
- Hur minimerar vi retureffekten som följer av nya, välmotiverade tillämpningar och tjänster?
- Hur minskar vi ergonomiska problem (främst bländning) från allt mer ljusstarka armaturer och lampor?
- Flimmer – hur ställer vi krav i avsaknad av internationellt erkända standarder och gränsvärden? Vilka avvägningar gör vi mellan minskat visuellt och icke-visuellt flimmer?
- Hur skyddar vi mörka utomhusmiljöer – för människors och djurs välbefinnande?
- Hur gör vi avvägningar mellan lång livslängd, ständigt ökad energieffektivitet och möjligheten att ta del av nya funktioner?
- Hur försäkrar vi oss om att LED-produkter produceras på ett ekologiskt och socialt hållbart sätt?
- Hur minskar vi risken för att vi blir beroende av strategiska råvaror och störningskänsliga leveranskedjor?
- Hur utnyttjar vi digitaliseringens möjligheter i offentligt ägda anläggningar?
- Hur minimerar vi de negativa effekterna av digitaliseringen...?
- ... och hur drar vi nytta av digitaliseringen på bästa sätt?
- Hur löser vi kompatibilitet mellan nya produkter och gamla installationer (främst dimrar)?
- Hur styr vi in den snabba tekniska utvecklingen i en riktning som optimerar nyttan för samhället?
- Hur skapar vi en byggprocess som fokuserar på kvalitet, ergonomi och energieffektivitet?
- Hur driver vi internationellt standardiseringsarbete och gemensamma prestandakrav snabbare? Och hur driver vi tillsynsarbetet effektivare?
- Hur definierar vi produkter?
- Hur tar vi fram standarder och ekodesignkrav som fokuserar på system och undviker suboptimering av produkter?
- Hur ökar vi kunskapsnivån hos redan yrkesaktiva?
- Hur får vi fram fler forskare och fler långsiktiga forskningsprojekt?

### 4.3 Slutsatser och förslag

Arbetet med detta regeringsuppdrag har givit Energimyndigheten erfarenheter och insyn i olika områden kring belysning. Utifrån dessa lärdomar och resultat föreslås nedan sju olika satsningar, områden med utvecklingspotential. De kan alla göras med olika ambitionsnivå.

Många av de satsningar som Energimyndigheten ser behov av kan med fördel vävas in i redan pågående arbete hos Energimyndigheten och andra myndigheter och på så sätt med begränsade medel ge stor vinning.

Delar av föreslagna satsningar på utbildning, forskning, samordning och statistik skulle kunna föras in i Energimyndighetens pågående arbete med belysning. Samtidigt ser vi att en satsning som Belysningsutmaningen varit viktig för informations-spridning och som mötesplats och välkomnar en ny liknande satsning om möjlighet finns. Energimyndigheten har sedan 2017 ett pågående regeringsuppdrag att i samråd med berörda myndigheter och tillsammans med olika branscher formulera sektorsstrategier för energieffektivisering<sup>24</sup>. Uppdraget pågår tills vidare och arbetet redovisas årligen till regeringen. Flera av här föreslagna satsningar kan ingå i eller samordnas med detta sektorstrategiarbete.

Satsning regleringar och vägledning behöver riktas till flera olika myndigheter; Energimyndigheten, Elsäkerhetsverket, Boverket, Upphandlingsmyndigheten med flera. Vad gäller satsningen på bättre samordning vore det önskvärt att Upphandlingsmyndigheten samordnar offentlig upphandling ännu mer än idag, exempelvis genom följeforskning av upphandlingar för att utveckla kriterier och andra stöd till upphandlare. Föreslagna satsningar på utbildning och forskning skulle kunna vara viktiga strategiska satsningar för vissa universitet/högskolor.

Energimyndigheten föreslår följande sju satsningar, som beskrivs mer i detalj i kapitlet nedan:

1. **Satsning utbildning** – digitalisering och system, vidareutbildning, goda exempel, kunskapsuppbyggnad upphandling.
2. **Satsning forskning** – satsa på värdering av mervärden, välbefinnande och risker, samt på digitalisering och system, etablera testbäddar.
3. **Satsning stöd för nya företag** (start-ups) – särskilda insatser vad gäller innovationsnätverk och affärsutveckling.
4. **Satsning kapacitetsuppbyggnad** – export av svensk kunskap exempelvis i anslutning till Agenda 2030.
5. **Satsning samordning** – nätverk, beställargrupp utomhusbelysning, samordning offentlig upphandling.
6. **Satsning regleringar och vägledning** – förbättra och optimera regleringar och vägledning inom ekodesign, energimärkning, standarder, bygg, upphandling, elnät etc.
7. **Satsning statistik** – kontinuerlig uppföljning belysning samt riktade studier.

<sup>24</sup> Regeringsuppdrag M2017/01811/Ee, <http://www.energimyndigheten.se/globalassets/energieffektivisering/lag-och-ratt/sektorsstrategier/regeringsbeslut-sektorsstrategier-170706.pdf>

### 4.3.1 Satsning utbildning och kommunikation

Det är uppenbart att behov av ökad kunskap finns bland flera aktörer och vi föreslår därför fortsatta satsningar på utbildning och kommunikation. Områden som belysnings-teknik, digitalisering av belysning, belysningsystem, belysning och hälsa är särskilt viktiga, liksom beställarkompetensen hos offentliga aktörer. Material framtaget under Belysningsutmaningen, myndighetens forskningsprogram och inom löpande belysnings-arbete skulle kunna ligga till grund för särskilda utbildningsinsatser till olika mål-grupper, antingen inom befintligt arbete eller som en särskild satsning, exempelvis en ny Belysningsutmaning. Även information om korrekt insamling av uttjänad belysning för att främja giftfria och resurseffektiva kretslopp kan då tas med.

#### Förbättrad vidareutbildning

Sverige har en god kompetensförsörjning kring ljusdesigners med Belysningsutbildning i Jönköping och magisterutbildning i Lund respektive Stockholm. Ändå uppger många aktörer att det är svårt att få tag på kompetent personal. Långsiktig finansiering och mer utbildning inom systemintegration och programmering behövs. Allra främst behövs satsningar på vidareutbildning för yrkesaktiva.

#### Sprid goda exempel på satsningar och tips kring uppföljning

För att ge fler aktörer kraft och mod att effektivisera och förbättra sin belysning är goda exempel och tips på uppföljning efterfrågat. Genom detta regeringsuppdrag har goda exempel sammanställts på kampanjwebbplatsen och några av dessa kommer också publiceras i en broschyr eller liknande. Konkreta exempel med möjlighet till mer information kan ge aktörer inspiration. Ytterligare satsningar för att visa att offentlig sektor går före, gärna i samverkan med näringsliv, skulle bidra till att bättre utnyttja energieffektiviseringspotentialen.

#### Kunskapsuppbyggnad upphandling

Under arbetet med Belysningsutmaningen har det blivit mycket tydligt att det finns en utvecklingspotential och ett behov att förbättra upphandling av belysning. Motsvarande förbättringspotential gäller troligtvis även upphandling av andra energirelaterade produkter. I många fall är kunskapsnivån för låg och tiden för knapp och därför upphandlas inte de bästa belysningslösningarna. Upphandlingsmyndigheten och Energimyndig-heten föreslås få fortsatt uppdrag att arbeta med kunskapsspridning kring upphandling av belysning, och eventuellt även ventilation och värme. Detta för att höja kompetensen hos beställare, demonstrera verktyg som Upphandlingsmyndighetens LCC-verktyg och visa goda exempel, visa på upphandlingskriterier och så vidare. Detta skulle kunna införlivas i en satsning på hållbar stadsutveckling eller lokalregional kapacitetsutveck-ling. En satsning i Sverige kan också ha internationell bäring i anslutning till arbetet med Agenda 2030 eller Alliance<sup>25</sup> exempelvis, och ett utbyte går att arrangera mellan städer och stater för att öka upphandlingskompetensen.

<sup>25</sup> <http://www.energimyndigheten.se/energieffektivisering/program-och-uppdrag/alliance-for-urban-sustainability/>

En annan satsning skulle kunna vara ett projekt för att visa att val av benchmark-teknik (bästa möjliga teknik) är möjligt utan att det behöver innebära merkostnader. Vidare kan en satsning på följeforskning av upphandlingsprocessen identifiera vilka hinder och möjligheter som följer med en upphandling och resultera i bättre underlag, verktyg och kriterier för olika produkter och tjänster.

Se vidare under 4.3.5.

#### **4.3.2 Satsning forskning och testbäddar**

Belysningsområdet är stort och forskning är efterfrågat, exempelvis inom belysnings-teknik, styrningsteknik, ergonomiska produkter, integrerade respektive modulbaserade system.

Forskning om mervärden och välbefinnande

Då LED-tekniken möjliggör mer än bara ljus finns potential att ta fram förenklade metoder för att kunna mäta och värdera mervärden som exempelvis välbefinnande, arbetsmiljö, produktion etc. Se vidare om mervärden i kapitel 6.2. I dagsläget finns behov av fler och utvecklade metoder för uppföljning, samtidigt som det är uppenbart att förbättrad hälsa och välmående kan ge stora vinningar både för företag och offentliga inrättningar.

Även eventuella risker med ljus bör studeras; för mycket/litet eller ljus vid fel tidpunkt kan ge sömnstörningar; flimmer och bländning kan upplevas som störande, för att nämna några. Utveckling av metoder för att mäta effekterna av olika riskfaktorer är angeläget.

Inom Energimyndighetens forskningsprogram ”Energieffektivisering inom belysningsområdet”, EELYS<sup>26</sup>, studeras en del av ovanstående mervärden och risker.

Provområden och testbäddar behövs

Testbäddar, så kallade ”living labs”, kan fungera som inspirerande demonstrationsanläggningar där olika aktörer kan testa eller lära sig om ny teknik. En annan viktig aspekt av testbäddar är att de kan inrättas i olika geografiska zoner men ändå utbyta data med varandra och delta i en större hub.

#### **4.3.3 Satsning stöd för nya företag (start-ups)**

Energimyndigheten har sedan tidigare haft en relativt god överblick av och kontakt med olika belysningsföretag. Belysningsutmaningen har gett kontakt med fler företag, och många har varit mycket aktiva under tiden utmaningen pågått. Nätverkande (både med andra företag och eventuella kunder) och kompetensuppbyggnad (av teknik, belysningskunskap, lagstiftning, med mera) har ansetts givande, och flera företag har uttryckt att Belysningsutmaningen fungerat som en bra plattform.

Utifrån dessa erfarenheter föreslår vi en särskild satsning på nya företag där fortsatt kompetensuppbyggnad och nätverkande främjas. Denna satsning kan samordnas med pågående verksamhet vad gäller affärsutveckling, som ju också stödjer olika nya företag på olika sätt, bland annat genom att skapa kontaktytor mellan företag (leverantörer), kunder (beställare) och investerare.

---

<sup>26</sup> <http://www.energimyndigheten.se/utlysningar/belysningsprogrammet/>

Ett exempel på hur en mer systematisk satsning kan se ut är det initiativ, kallat Lighting Innovation Network (LIN), som i slutskedet av Belysningsutmaningen har startats av ett antal nystartade företag. Nätverket är öppet för alla som vill delta och ska fortsätta med kompetensuppbyggnad och nätverkande med andra aktörer. Det ska vidare på sikt drivas av företagen själva, men stötts i ett inledande skede av Energimyndigheten.

#### **4.3.4 Satsning kapacitetsuppbyggnad**

Energimyndigheten föreslår även att arbeta med kapacitetsuppbyggnad och stötta utvecklingsländer att hoppa över CFL (lågenergilampor) och gå direkt på LED. Under Belysningsutmaningen har diskussioner förts med SIDA inom ”Power Africa”, och sedan dess har en global Agenda 2030<sup>27</sup> antagits att samlas kring vilket lyfter frågan ytterligare. I en sådan global kontext kan den svenska expertisen spela en avgörande roll för belysningsutvecklingen i låginkomstländer, inte bara på teknisk nivå utan också när det handlar om policyutveckling och harmonisering.

#### **4.3.5 Satsning samordning**

Samordning och nätverk är viktigt för att sprida kunskap och förbättra förutsättningarna och takten av utbyte till mer resurseffektiv belysning. Aktörer ser behov av mer samordning, projektledning och projektstöd.

Belysningsutmaningens nätverk

Under Belysningsutmaningen har ett nätverk av olika aktörer byggts upp, som i slutfasen fungerat bra och varit mycket uppskattat. Vi föreslår en satsning som innebär att detta nätverk tas till vara, för träffar och erfarenhetsutbyte. Se även 4.3.3.

Beställargrupp för offentlig utomhusbelysning

I arbetet med uppdraget har det blivit uppenbart att det finns en stor förbättringspotential vad gäller offentlig upphandling av belysning. Energimyndigheten har god erfarenhet av beställargrupper inom bostäder och lokaler och föreslår en beställargrupp för (offentlig) utomhusbelysning. Detta skulle kunna höja kunskapen, förbättra upphandlingar och samtidigt spara pengar för kommunerna. Erfarenheter från beställargruppen kan användas för att höja beställarkompetensen även hos andra beställare.

Det vore även intressant att utreda om det är möjligt med övergripande belysningsprogram för kommuner, för samordning av teknik och belysningslösningar.

Upphandlingsseminarier och samordning

Energimyndigheten förordar att fler seminarier/rundabordsamtal i likhet med de som Upphandlingsmyndigheten och Energimyndighet tillsammans genomfört inom uppdraget Belysningsutmaningen bör genomföras, se 4.3.1. Samordning inom staten kan ske genom det upphandlingsnätverk som är kopplat till Miljöledning i staten och andra nätverk.

---

<sup>27</sup> Agenda 2030 <http://www.regeringen.se/regeringens-politik/globala-malen-och-agenda-2030/>

Skapa ett svenskt centrum liknande "Lighting Research Center".

Genom Belysningsutmaningen har svenska aktörer kommit i kontakt med LRC (Lighting Research Center). Svenska aktörer pekar på dess tvärvetenskapliga och multidisciplinära styrka och anser att en liknande institution i Sverige skulle kunna gynna svenska aktörer. Energimyndighetens belysningslaboratorium skulle eventuellt kunna bistå med belysningsteknisk kompetens. Det kan i sammanhanget nämnas att Energimyndigheten arbetar med en satsning med ett Energicentrum i Eskilstuna, som dock inte specifikt handlar om belysning.

#### **4.3.6 Satsning regleringar och vägledning**

Då lagkrav, standarder, projekteringsriktlinjer, upphandlingskriterier och byggnormer är mycket viktiga för att säkerställa att möjliga energibesparingar förverkligas så är det viktigt att se till att dessa verkar i rätt riktning. Energimyndigheten föreslår en fortsatt och stärkt satsning på att förbättra och optimera regleringar och vägledning inom ekodesign, energimärkning, standarder, bygg, upphandling, elnät etc. för att förbättra förutsättningarna för mer energieffektiv belysning. Satsningen kan vidgas till optimerade energi- och resurssnåla installationer av värme, ventilation etc. Angående upphandlingskriterier, se ovan under satsning utbildning.

Kommuners belysningsnät

Vi föreslår att vidare utreda och driva att möjliggöra för kommuner att använda sina belysningsnät som plattform för andra tjänster som laddstolpar för elfordon och eventuellt även för trafikövervakning, miljösensorer etc. vilket idag hindras av bestämmelser i förordning (2007:215) och ellagen (1997:857). Energimyndigheten har i hemställan till Miljö- och energidepartementet daterad 2016-01-18 föreslagit följande tillägg till förordning (2007:215):

**32 § På ett sådant internt nät som avses i 22 § får överföring av el för annans räkning för fordons elbehov äga rum. Detta gäller även om nätet i sin helhet ursprungligen inte har använts för överföring av el uteslutande för egen räkning. Förordning (2012:163).**

Vi föreslår analys av om tillägget kan utökas till även trafikövervakning och miljösensorer. Vi bedömer att förslagna ändringar av förordning (2007:215) skulle möjliggöra innovativa lösningar, samordningsfördelar, mervärden och effektivare el- och resursanvändning i kommuner.

Incitament för energieffektiv belysning i byggnader

Boverkets byggregler<sup>28</sup> ställer redan i dag vissa grundläggande krav på ljus och rum, till exempel tillgången på dagsljus i olika typer av lokaler och bostäder, och Boverket arbetar med att modernisera dagsljuskraven i byggreglerna då det finns gott om litteratur som belyser de hälsofrämjande effekterna av dagsljus i bebyggelsen.<sup>29</sup>

<sup>28</sup> Boverkets byggregler (2011:6), <https://www.boverket.se/sv/byggande/regler-for-byggande/om-boverkets--byggregler-bbr/>

<sup>29</sup> Ljus och hälsa – en kunskapssammanställning med fokus på dagsljusets betydelse i inomhusmiljö. Folkhälsomyndigheten, 2017, <https://www.folkhalsomyndigheten.se/publicerat-material/publikationsarkiv/ljus-och-halsa/>

Däremot omfattas inte belysningsel av byggreglernas energikrav, och belysningselen är svår att reglera eftersom olika hushåll och verksamheter har olika behov av belysning. Belysningselen ingår inte heller i underlaget när byggnaders energiprestanda beräknas för energideklarationen, annat än den fasta belysningen i t ex trapphus. Incitamenten för att minimera belysningens energianvändning är därför svaga för beställare och fastighetsägare. Områden som skulle behöva utredas vidare är om byggregler, energideklarationer eller andra regelverk eller vägledningar skulle kunna användas för att öka incitamenten att optimera belysning och minska behov av belysningsel i byggnader.

#### **4.3.7 Satsning statistik**

I uppdraget ingick att ta fram siffror på elanvändning och besparingspotential för belysning i olika sektorer i Sverige. Det visade sig dock vara svårt att få fram bra siffror. I kapitel 5 presenteras dels en metod för att uppskatta elanvändningen för belysning i olika sektorer, och dels en metod för att kontinuerligt förbättra indata till denna.

Vi föreslår därför en satsning för att förbättra underlaget, för att kunna göra kontinuerliga och säkrare skattningar av belysningsel och besparingspotential i olika sektorer. Något som är mycket viktigt för att säkra rätt policyinsatser. Vi föreslår dels en kontinuerlig satsning som innebär ett något utvidgat arbete inom befintlig statistikinsamling, och dels begränsade inventeringar för att förbättra indata i utvalda sektorer:

1. **Göra en förstudie** kring datakällor och sektorer. Detta har påbörjats inom Belysningsutmaningen.
2. **Kontinuerligt förbättra indata** genom att kontakta källor, utvärdera kvalité, mata in data och uppdatera schabloner. Detta för att med tiden få en mer precis uppskattning av elanvändningen och besparingspotentialen för belysning i olika sektorer.
3. **Göra riktade studier**, som liknar Statisticons pilotundersökning i skolor, där informationsbrister finns eller där avstämning krävs. Studier om industrisektorn skulle behövas redan från början för att hitta variationen inom olika industri-grenar. En avvägning bör göras om bara belysning ska inventeras, eller om alla användningsområden för el och energi bör inventeras när lokalerna ändå besöks, för att förbättra kunskapen på flera områden.

Se vidare kapitel 5.3.1 samt underlagsrapporter från Statisticon och SCB, där mer information finns kring hur riktade studier inom olika delsektorer skulle kunna utformas.



## 5 Faktaunderlag och analys: belysningens elanvändning och besparingspotential i Sverige

### 5.1 Inledning elanvändning och besparingspotential

Belysningsområdet är ett tydligt exempel på hur utveckling och spridning av mycket energieffektiv teknik kan ge både stor produktivitetsökning och stora absoluta energibesparingar. Efter att belysningstekniken utvecklats i relativt långsam takt i decennier har, som nämnts tidigare, den snabba och i grunden omvälvande utvecklingen av LED-baserad belysning medfört ett paradigmskifte mot betydligt energisnålare och mer flexibla och smarta belysningslösningar.

Olika styrmedel längs kedjan från forskning och utveckling, till lagkrav på minimiprestanda och främjande av spridning av de nya lösningarna, har förstärkt och påskyndat denna utveckling. För att kunna utvärdera och optimera styrmedelsinsatserna är det avgörande att kunna följa utvecklingen, men den mycket snabba takten innebär ovanligt stora utmaningar för uppföljning. Tekniken för LED samt smarta kontrollsystem utvecklas fortfarande snabbt och kunskapsläget bland olika aktörer varierar stort, spridning och användning av de nya effektiva lösningarna likaså.

Idealt sett ger en detaljerad och regelbundet uppdaterad statistik ett tillräckligt underlag för uppföljning men kräver stora insatser vad gäller insamling av data över installerade belysningslösningar samt hur belysningen används i praktiken i alla sektorer. Till skillnad mot tiden före LED verkar dessutom ett utbyte av gammal till ny teknik nu ske i högre takt än tidigare, men i olika takt i olika sektorer. Drivkrafterna för utbyte är också olika i olika sektorer. Sammantaget innebär det ytterligare utmaningar för att kunna följa utvecklingen.

Det är mot denna bakgrund som arbetet med att ta fram ett underlag för elanvändningen och besparingspotentialen för belysning, redovisat i detta kapitel, ska ses. Även om de bedömningar som redovisas här är osäkra, ger de ändå en bild av utvecklingen och den besparingspotential som finns. Att fortsätta uppföljningen av elanvändningen för belysning skulle på sikt kunna ge en ännu bättre bild av utvecklingen på belysningsområdet. Förslag på fortsatt uppföljning av elanvändningen för belysning presenteras i kapitel 5.3.

### 5.2 Faktaunderlag och analyser om belysningens elanvändning och besparingspotential i Sverige inom olika sektorer

Energimyndigheten har inom ramen för Belysningsutmaningen haft i uppdrag att ta fram faktaunderlag och analyser om belysningens elanvändning och besparingspotential i Sverige inom olika sektorer.

2010 bedömdes elanvändningen för belysning i Sverige att uppgå till ca 14 TWh.<sup>30</sup> Besparingspotentialen bedömdes vid det tillfället vara stor, mellan 40 och 50 %. Det berodde på att många sektorer (t ex lokaler och industri) hade föråldrad teknik för belysning som kunde bytas till modernare. I bostäder var andelen glödlampor väldigt hög och potentialen för besparingar var stor om de skulle bytas mot lågenergilampor.

Sedan 2010 har utvecklingen på belysningsområdet gått fort. Genom EU-gemensamma ekodesignkrav har föråldrad teknik förbjudits. Till exempel är det inte längre tillåtet att sätta glödlampor på marknaden i ett EU-land (bara sälja ut befintliga lager). Lågenergilamporna har också redan blivit omoderna då LED-tekniken har tagit allt större marknadsandelar.

Hur mycket det befintliga beståndet av lampor har ändrats är dock osäkert. Eftersom glödlamporna har förbjudits och de har en relativt kort livslängd, har det troligtvis skett ganska stora förändringar i bostäder, med större andel modern belysning och lägre elanvändning som följd. Däremot finns det inga tecken på att utbytet på övriga områden har gått särskilt snabbt. En viss minskning av elanvändning har skett tack vare LED men utbytestakten har inte ökat. Belysningsbranschen uppskattar utbytestakten till ca 30 år.<sup>31</sup> I många lokaler och industrier sker troligtvis byte till ny modernare belysning framför allt i samband med att den äldre belysningen går sönder, istället för att mer omfattande byten för att minska elanvändningen görs.

Energimyndigheten bedömer att elanvändningen för belysning i sektorerna bostäder, lokaler, industri och vägbelysning har minskat från ca 14 TWh år 2010 till ca 11 TWh år 2016. Besparingspotentialen bedöms vara fortsatt hög, upp till ca 50 % jämfört med elanvändningen år 2016. Det innebär att elanvändningen för belysning idag skulle kunna halveras, om all befintlig ineffektiv teknik byttes ut mot bästa möjliga teknik<sup>32</sup>. Bedömningarna har gjorts genom en modellberäkning för både 2010 och 2016 inom ramen för Belysningsutmaningen. Befintliga källor och expertantaganden har, tillsammans med exempel från de aktörer som har antagit Belysningsutmaningen använts som input till modellen samt för att validera resultaten. Se vidare i avsnitt 5.2.2 och 5.2.3. Det finns dock ett stort behov av att samla in nya fakta och data för att göra en säkrare bedömning.

### **5.2.1 Svårigheter att sätta siffror på elanvändning för belysning**

Att uppskatta elanvändningen för belysning i en bostad, lokal eller en verksamhet är som regel svårt. I de flesta fall mäts och registreras endast total elanvändning och det går då inte att särskilja hur mycket el som har gått till olika användningsområden, exempelvis belysning. En fastighetsägare eller hyresgäst kan i stor utsträckning besvara frågor om den totala elanvändningen, men för att kunna svara på hur stor elanvändningen för belysning är, måste mätningar eller någon form av inventering genomföras. För att kunna beräkna elanvändningen för belysning behövs tre olika uppgifter; antal armaturer/lampor, effekt på varje armatur/lampa samt drifttiden för varje armatur/lampa. Det som är svårast att ta reda på är drifttiden. Det kan göras antingen genom uppskattningar eller mätningar.

<sup>30</sup> Uppskattning gjord av Energimyndigheten 2011.

<sup>31</sup> Muntlig kommunikation, Mervi Rokka, Belysningsbranschen.

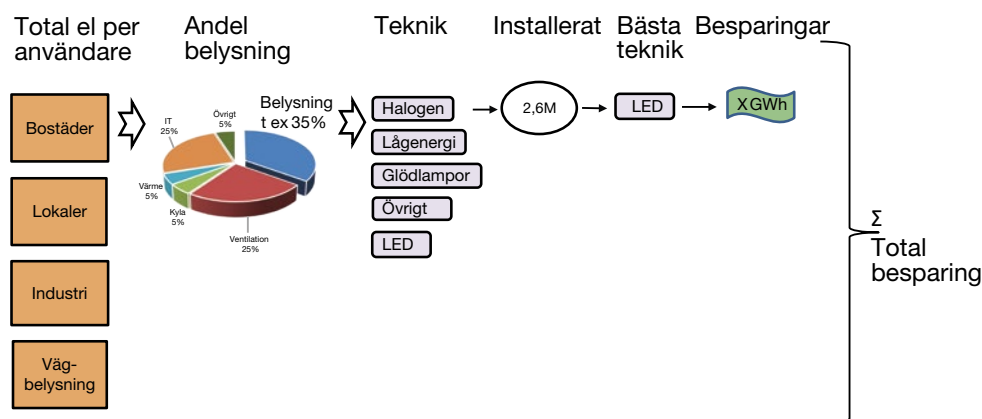
<sup>32</sup> Definitionen av besparingspotential och en beskrivning av hur den har beräknats ges i avsnitt 5.2.2.

Ofta används installerad effekt per kvadratmeter ( $W/m^2$ ) som ett mått på installerad belysning. Det är dock inte ett perfekt mått att utgå från när syftet är att beräkna energianvändning och besparingspotential. Dels påverkas energianvändningen förstås av hur mycket lamporna är tända men även dimmerfunktion gör att energianvändningen kan reduceras i förhållande till om lamporna lyser på full effekt. T.ex. kan man vid installation av LED-belysning installera starkare belysning än vad som krävs och sedan succesivt förstärka belysningen genom dimmerfunktion i takt med att LED-belysningens effekt avtar med åren.

Tillvägagångssättet för att ta reda på elanvändning för belysning kan vara i princip detsamma i olika sektorer. Det som skiljer sektorerna åt är dock graden av homogenitet. Det som kännetecknar bostadssektorn är att den är relativt homogen och det gäller även vägbelysning. Detta till skillnad från lokal- och industrisektorn, där belysningssituationen ser väldigt olika ut i olika typer av lokaler och verksamheter. Att undersöka dessa populationer är därför omfattande och kräver att man får tillräcklig representation i de olika delpopulationerna.

## 5.2.2 Energimyndighetens metodik för uppskattning av elanvändning för belysning och besparingspotential

Befintliga källor och skattningar som redovisas i avsnitt 5.2.4 har tillsammans med expertbedömningar och exempel från de aktörer som har antagit Belysningsutmaningen utgjort indata till en modell för att uppskatta total elanvändning för belysning 2010 och 2016 i olika sektorer, samt hur stor besparingspotentialen är idag. Modellen har tagits fram av företaget Big2Great på uppdrag av Energimyndigheten inom ramen för detta uppdrag. En illustration över modellen finns i Figur 2.



Figur 2: Illustration över modell för bedömning av elanvändning för belysning och besparingspotential. Källa Big2great.

Modellen från Big2Great bygger på Sveriges totala elanvändning fördelad på olika delsektorer som tas fram genom Energimyndighetens årliga energistatistik för el, gas och fjärrvärme<sup>33</sup>. För att särskilja elanvändning till belysning från övriga användningsområden görs en bedömning av belysningens andel per delsektor enligt befintliga

<sup>33</sup> El-, gas- och fjärrvärmeförsörjningen, *Statistiska Centralbyrån*. Finansierad av Energimyndigheten

datakällor, riktade studier och/eller expertbedömningar. Detta utgörs av steg 2 i Figur 2, Andel belysning. Andelarna används för att räkna ut mängden el som används till belysning per år av varje delsektor. Mängderna aggregeras till en nationell siffra som beskriver den delen av Sveriges totala elanvändning som går till belysning.

I modellen görs sedan antaganden om fördelning av befintlig belysning på typ av teknologi och genomsnittlig effekt för beståndet per teknologi (steg 3 i Figur 2, Teknik), storlek på beståndet (steg 4, Installerat), antaganden om genomsnittlig effekt för bästa tillgängliga teknik som det befintliga beståndet skulle kunna bytas ut mot (steg 5, Bästa teknik). Genom att göra beräkningar av hur stora besparingar som kan göras om hela det befintliga beståndet skulle bytas ut till bästa tillgängliga teknik, kan besparingspotentialen beräknas för varje delsektor (steg 6, Besparingar). Slutligen summeras möjliga besparingar för alla delsektorer.

Den besparingspotential som redovisas per sektor motsvarar hur mycket elanvändningen för belysning i sektorn skulle minska idag, om *alla befintliga lampor* i sektorn byttes ut mot bästa möjliga teknik (LED), med samma ljusflöde och samma eller bättre ljuskvalitet. Den motsvarar alltså en tekniskt möjlig potential. I verkligheten kommer inte alla lampor att bytas ut idag, utan utbytestakten ser olika ut i olika sektorer. Vissa aktörer väljer att byta lamporna först när de går sönder och i vissa fall byter de inte till bästa möjliga teknik. Andra aktörer väljer att aktivt göra åtgärder för att byta lampor till bästa möjliga teknik utan att de befintliga lamporna har gått sönder. Denna utbytestakt kan påverkas med hjälp av olika styrmedel och incitament. I beräkningarna av besparingspotential tas ingen hänsyn till eventuella retureffekter (se avsnitt 0), som kan innebära att en del av den teoretiska besparingspotentialen inte realiserar. I beräkningarna ingår inte någon uppskattning av besparingspotentialen till följd av bättre styrsystem, som i praktiken innebär att brinntiderna minskar, utan bara uppskattade besparingar till följd av mer effektiva lampor.

Fördelen med att använda denna modell är att elanvändning och besparingspotential har kunnat uppskattas för olika sektorer och olika år med samma tillvägagångssätt. Modellen kan användas för att identifiera var de stora osäkerheterna och kunskapsluckorna finns och detta ligger till grund för våra förslag till framtida insamling av belysningsdata, se kapitel 5.3. I takt med att antagandena som används i modellen förbättras, kan säkrare bedömningar av elanvändningen samt besparingspotentialen göras.

Modellresultaten bygger framför allt på följande input. För att kunna avgöra vilka parametrar som är viktigast att förbättra kunskapen kring kan olika typer av känslighetsanalyser göra.

- *Total elanvändning per delsektor* (baseras på statistik, har stor betydelse för de slutliga bedömningarna).
- *Andel el till belysning per delsektor* (antagande, se känslighetsanalys nedan).
- *Livslängd olika typer av belysningsteknologier* (antagande, har enligt genomförd analys inte någon nämnvärd påverkan på de slutliga bedömningarna).
- *Fördelning av typ av belysning* (riktad eller allmän) (antagande, endast övergripande analys genomförd, har olika stor betydelse för olika sektorer).
- *Fördelning på typ av belysningsteknologi i beståndet* (antagande, svår att kvantifiera betydelsen av).

- *Genomsnittlig installerad effekt i beståndet per typ av belysningsteknologi* (antagande, har enligt genomförd analys relativt stor betydelse för de slutgiltiga bedömningarna).
- *Driftstider per delsektor* (antagande, har enligt genomförd analys inte någon nämnvärd påverkan på de slutliga bedömningarna).
- *Genomsnittlig effekt för bästa tillgängliga teknik på marknaden* (antagande, se känslighetsanalys nedan).

Av Tabell 2 framgår hur känslig bedömningen av den totala elanvändningen för belysning i Sverige är för justeringar av antagandena för andelen el som går till belysning i respektive sektor.

Tabell 2: Känslighetsanalys av andelen belysning av total elanvändning per sektor.

Antaganden andel belysning $\pm 1$ %-enhet			
	Förändring total elanvändning belysning	Påverkan	Säkerhet
Industri	$\pm 4,4$ %	Hög	Låg
Hushåll	$\pm 3,8$ %	Hög	Medium
Lokaler	$\pm 2,2$ %	Medium	Medium
Övrigt	$\pm <0,8$ %	Låg	Låg

Slutsatsen som kan dras är att förändringar av andelen el till belysning i industrisektorn får störst betydelse för slutresultaten, samtidigt som dessa antaganden är av låg säkerhet. Att förbättra kunskapen kring detta är alltså av hög prioritet för att förbättra resultaten. Förändringar av andelen el till belysning i hushållssektorn får också stor påverkan för slutresultaten, men dessa antaganden bedöms vara mer säkra.

Av Tabell 3 framgår att förändringar av antagandet för genomsnittlig effekt för BAT har stor betydelse för den totala besparingspotentialen i respektive sektor. Att förbättra kunskapen kring detta, exempelvis genom marknadsanalyser, är alltså viktigt för att förbättra resultaten.

Tabell 3: Känslighetsanalys av antagande för BAT allmän belysning per sektor.

Antagande för BAT allmän belysning $\pm 0,5$ W/m <sup>2</sup>			
	Förändring total besparingspotential per sektor	Påverkan	Säkerhet
Industri	17 %	Hög	Medium
Lokaler	16 %	Hög	Medium
Övrigt	16 %	Hög	Medium

### 5.2.3 Belysningens elanvändning år 2010 och 2016 och besparingspotential

Modellen som beskrivs i kapitel 5.2.2 har använts för att göra bedömningar av elanvändning för belysning både för 2010 och 2016. Dessutom har bedömningar av besparingspotentialen för 2016 gjorts. Uppgifterna för olika sektorer redovisas i

Tabell 4. Observera att uppgifterna är förenade med osäkerhet men de ger ändå en uppskattning av hur fördelningen ser ut mellan de olika sektorerna samt i vilken takt övergången till effektivare belysning sker.

Tabell 4: Modellskattningar av elanvändning för belysning 2010 och 2016 och besparingspotential 2016.

Sektor	Uppskattad elanvändning belysning 2010 [TWh]	Uppskattad elanvändning belysning 2016 [TWh]	Minskning 2010–2016 [TWh (%)]	Uppskattad besparingspotential 2016 [TWh (%)]
Industri	3,6	3,0	0,6 (15)	1,3 (44)
Bostäder	3,5	2,6	0,9 (25)	1,2 (47)
Lokaler	6,3	4,9	1,4 (22)	2,9 (59)
Gatu- och vägbelysning	0,9	0,6	0,2 (27)	0,3 (49)
Övrigt	0,2	0,1	0,1 (32)	0,1 (58)
Totalt	14,4	11,3	3,1 (22)	5,8 (52)

Anm: Varje siffra i tabellen är avrundad. Det innebär att summan av raderna inte stämmer överens med summorna som presenteras i raden Totalt.

2010 gjordes uppskattningar av besparingspotentialen för elanvändning för belysning av Belysningsbranschen och Energimyndigheten. Den totala besparingspotentialen bedömdes vara hög, mellan 6–7 TWh, det vill säga upp mot 50 %. Av tabellen framgår att den uppskattade besparingspotentialen från 2010 inte har realiserats 2016, vilket innebär att det fulla genomslaget av övergången från gammal och ineffektiv belysning till ny och effektiv belysning fortfarande återstår. Vidare framgår det att tack vare den tekniska utvecklingen mot ännu effektivare ljuskällor så är besparingspotentialen 2016 fortsatt mycket stor. Det beror på att den LED-baserade belysningen, som var gårdagens Best Not Available Technology, BNAT, har blivit dagens Best Available Technology, BAT; dessutom med en prestanda som inte förutsågs 2010. Flera av de goda exempel som aktörer som antagit Belysningsutmaningen utgör, visar att bedömningarna av besparingspotentialen är realistiska.

Tabellen visar också att takten i de olika sektorerna är olika. Medan gatu- och vägbelysning byts ut i relativt snabb takt, går det långsammare i industrisektorn. Det är också viktigt att ha i åtanke att även om besparingspotentialen procentuellt sett är ungefär lika hög i två sektorer, kan åtgärder för att minska elanvändningen i en sektor ha större betydelse än åtgärder i en annan sektor. Exempelvis finns det mer energi att spara genom åtgärder i lokaler än i övrigt-sektorn. Genom djupare delanalyser av de olika sektorerna går det att skraddarsy styrmedel (som till exempel information, anpassade livscykelanalyser, kartläggning, med mera) som kompletterar de mer generella styrmedlen (som till exempel ekodesignkrav på ljuskällor).

#### 5.2.4 Befintliga källor och skattningar

Inom ramen för Belysningsutmaningen har en inventering av befintliga källor och data för elanvändning och besparingspotential för belysning i olika sektorer genomförts av Energimyndigheten med hjälp av Statisticon och Statistiska Centralbyrån (SCB).

Nedan följer en kort sammanfattning av vilka källor som har identifierats och studerats. Mer information finns i deras underlagsrapporter.<sup>34</sup> I uppdragen till Statisticon och SCB ingick även att, om möjligt, göra uppskattningar av hur mycket elanvändningen för belysning uppgår till i nuläget samt hur stora potentialerna för besparing är för olika sektorer, utifrån de befintliga källor och skattningar som identifieras. Statisticons uppdrag begränsades till bostäder och lokaler, och Statistiska Centralbyråns till industrisektorn och kommunal gatu- och vägbelysning. Resultaten från Energimyndighetens, Statisticons och SCB:s arbete har legat till grund för de antaganden som har gjorts vid modellberäkningarna av elanvändning för belysning som redovisades i kapitel 5.2.3.

För bostäder är det framför allt Energimyndighetens elmätningar i 400 hushåll som genomfördes 2005–2008 samt Energimyndighetens modell för analys av effekten av ekodesign och energimärkning som utgör underlag för bedömningarna, tillsammans med skattningar från Belysningsbranschen, övriga nordiska länder och beräkningar gjorda av Statisticon till Energimyndighetens rapportering av statistik till Eurostat.

För lokaler är det framför allt Energimyndighetens inventeringar i lokaler, STIL-2, som genomfördes 2005–2010 samt en pilotundersökning i 11 skolor genomförd inom ramen för Belysningsutmaningen som utgör underlag för bedömningarna, tillsammans med skattningar från Belysningsbranschen, övriga nordiska länder och exempel från företag som antagit Belysningsutmaningen.

För industrisektorn är befintligt underlag väldigt bristfälligt och underlag för bedömningarna utgörs framför allt av skattningar från Belysningsbranschen och övriga nordiska länder samt enstaka exempel från industrin och företag som antagit Belysningsutmaningen.

För gatu- och vägbelysning är det Energimyndighetens årliga officiella statistik för elanvändning som ligger till grund för bedömningarna, tillsammans med uppgifter för statens belysningsanläggningar från Trafikverket och en pilotundersökning i sex kommuner genomförd inom ramen för Belysningsutmaningen.

#### Underlag för belysningsdata i bostäder

För bostadssektorn finns ett antal undersökningar som ger skattningar av elanvändningen för belysning. De flesta av dessa är baserade på olika schabloner eller antaganden.

Den största undersökning som gjorts i Sverige för att mäta elanvändning för belysning (samt övrig elanvändning i hushåll) gjordes år 2005–2008 på uppdrag av Energimyndigheten<sup>35</sup>. Undersökningen ingick som del i ett projekt för att förbättra energistatistiken för bostäder, lokaler och industrin som Energimyndigheten genomförde 2005–2010 på uppdrag av Regeringen.<sup>36</sup> Inom delprojektet för bostäder undersöktes 400 hushåll med detaljerad mätning och inventering. Resultatet från mätningarna visade att hushållen hade i genomsnitt 42 lampor per hushåll, som lyste med genomsnittlig brinntid på ca 650 timmar per år och lampa. Brinntiden varierar dock väldigt mycket mellan olika

---

<sup>34</sup> Underlagsrapport, Belysningsel i bostäder och lokaler, Statisticon, 2018, och Underlagsrapport, Belysningsel industri och vägbelysning, SCB, 2017.

<sup>35</sup> Zimmermann, J.P. (2009) *End use metering campaign in 400 households in Sweden*. Energimyndigheten.

<sup>36</sup> <http://www.energimyndigheten.se/statistik/bostader-och-lokaler/forbatttrad-energistatistik-i-bebyggelsen-och-industrin/>

lampor. Elanvändningen för belysning per hushåll skattades till ca 800 kWh och med 4,3 miljoner hushåll så skulle elanvändningen för belysning ha varit ca 3,4 TWh per år kring år 2008<sup>37</sup>.

Belysningsbranschen har skattat elanvändningen för belysning i bostäder kring år 2010 till 3,6 TWh och besparingspotentialen till 47 %.<sup>38</sup> Dessa siffror baserades på beräkningar utifrån uppgifter om medeleffekt på försålda glödlampor (55 Watt), antaganden om medellivslängd för glödlampor (1 000 timmar) och antaganden om hur många procent av lamporna som användes i bostäder.<sup>39</sup>

Energimyndigheten har även arbetat med en modell för styrmedelsanalys framtagen av företaget Big2Great. Modellen baseras på den danska modellen el-model bolig och har implementerats av Energimyndigheterna i Danmark och Sverige. I modellen används försäljningsstatistik och prognoser om framtida försäljning samt antaganden bland annat om fördelning på energiklass, driftstider och livslängd. Utifrån dessa uppgifter beräknas elanvändningen för belysning för olika scenarier, historiskt och i framtiden. Energimyndigheten har framför allt använt modellen för att göra beräkningar av effekten av gällande ekodesign- och energimärkningsförordningar för belysning i bostäder. Med viss utveckling och bättre försäljningsstatistik skulle modellen kunna appliceras även på övriga sektorer. Modellberäkningarna som genomfördes år 2013 skattade belysningens elanvändning i bostäder för 2010 till 3,1 TWh.<sup>40</sup>

I de nordiska länderna används olika metoder för att skatta belysningens elanvändning i bostäder. I Finland och Danmark publiceras årliga skattningar, men mätningar görs inte varje år. Beräkningarna är en blandning av mätningar med flera olika metoder och kombinerat med rena trendframskrivningar. Skattningarna är troligtvis förknippade med ganska stora osäkerhetstal.<sup>41</sup>

Bostadssektorn är med stor sannolikhet en av de sektorer där utvecklingen har gått snabbast sedan 2010. Ekodesignlagstiftningen har inneburit att glödlamporna har förbjudits och andelen lågenergilampor och LED-lampor bör ha ökat i bostäderna.

I Energimyndighetens rapportering till Eurostat för 2015 skattades elanvändningen för belysning till 600 kWh per hushåll. 600 kWh per år motsvarar t.ex. ett hushåll med 41 ljuskällor med en genomsnittlig effekt på 20 W per lampa och en genomsnittlig brinntid på 2 timmar per lampa. Denna skattning var delvis baserad på utvecklingen i Danmark och Finland. Med ett antagande om 600 kWh per hushåll så skulle det i Sveriges 4,3 miljoner hushåll användas ca 2,6 TWh el för belysning år 2015.<sup>42</sup>

Med hjälp av Energimyndighetens modell för styrmedelsanalys som beskrevs ovan har även beräkningar för 2016 gjorts. Enligt dessa bedömdes att elanvändningen för belysning skulle uppgå till ca 2,6 TWh. Beräkningarna gjordes dock 2013 och en uppdatering av dessa, med försäljningsstatistik för åren fram till 2016 skulle kunna ge nya resultat. Då LED-lampor har fått en egen varukod från och med 2017 kommer de

<sup>37</sup> Underlagsrapport *Belysningsel i bostäder och lokaler*, Statisticon, 2018.

<sup>38</sup> Belysningsbranschen, *Upplys Sverige! Rapport om landets övergång till energisnål belysning*. 2002.

<sup>39</sup> Mervi Rokka, Belysningsbranschen

<sup>40</sup> Modellen presenteras i ett paper till konferensen eceee 2017: Stengård et al., *Estimation Tool for National Effects of MEPS and Labelling – version 2.0*.

<sup>41</sup> Underlagsrapport, *Belysningsel i bostäder och lokaler*, Statisticon, 2018.

<sup>42</sup> Underlagsrapport, *Belysningsel i bostäder och lokaler*, Statisticon, 2018.



kunna identifieras i import- och produktionsstatistik. Dessa uppgifter kan användas för att förbättra försäljningsstatistiken för belysning och beräkningarna med modellen.

I Energimyndighetens årliga officiella statistik för energianvändningen i småhus<sup>43</sup> skattas hushållens totala användning av hushållsel. Det finns ingen möjlighet att skilja ut uppgifter om elanvändning för belysning. Uppgifterna har dock använts som underlag till modellkörningarna som beskrivs i kapitel 5.2.2 och 5.2.3.

Som redovisas i kapitel 5.2.3 har Energimyndigheten inom ramen för Belysningsutmaningen uppskattat elanvändning för belysning till 2,6 TWh för 2016.

Statisticons bedömning är att det med effektivare belysning går att reducera användningen med minst ca 30 % till. Det skulle innebära en minskning från 600 kWh per år till 400 kWh per år. 400 kWh per år motsvarar t.ex. ett hushåll med 41 ljuskällor med en genomsnittlig effekt på 13,4 W och brinntid på 2 timmar per dygn. En CFL-lampa (motsvarande 60 W glödlampa) drar ca 13 W och en motsvarande LED drar högst 10 W. Många LED-lampor drar 3–8 W. Det bör alltså endast via byte till mer effektiva lampor var fullt möjligt att minska med minst ca 30 %.<sup>44</sup>

Som redovisas i kapitel 5.2.3 har Energimyndigheten inom ramen för Belysningsutmaningen uppskattat en möjlig besparingspotential på 47 %, det vill säga att elanvändningen skulle kunna vara 47 % lägre om all ineffektiv belysning i bostäder byttes ut mot bästa möjliga teknik, det vill säga LED-lampor.

#### Underlag för belysningsdata i lokaler

För lokaler har det gjorts två större studier av elanvändningen, inklusive elanvändning till belysning i Sverige.<sup>45</sup> Den första undersökningen, STIL, genomfördes under 1990–1991 av Vattenfall.<sup>46</sup> Urvalet omfattade 906 objekt och baserat på resultaten från studien beräknades den totala elanvändningen för belysning uppgå till 4,5 TWh/år.

Under perioden 2005–2010 genomfördes STIL-2 av Energimyndigheten. I denna studie undersökes olika delpopulationer en i taget. Först ut var kontorslokaler 2005 följt av skolor, vårdlokaler, idrottsanläggningar, handelslokaler och sist (2010) inventerades hotell, restauranger och samlingslokaler. Det finns specifika rapporter för respektive lokaltyp<sup>47</sup>. STIL-2 ingick i ett projekt för att förbättra energistatistiken för bostäder, lokaler och industrin som Energimyndigheten genomförde 2005–2010 på uppdrag av Regeringen.<sup>48</sup>

I Tabell 5 finns en jämförelse av olika nyckeltal mellan resultaten från STIL-1 och STIL-2. Förutom i handeln så kan man se en klar minskning av både installerad effekt och elanvändning. Anledningen till ökningen av elanvändning till belysning i hotell och restauranger trots att installerad effekt minskat, är att driftstiderna var mycket längre enligt STIL-2.

<sup>43</sup> <http://www.energimyndigheten.se/statistik/bostader-och-lokaler/?currentTab=1#mainheading>

<sup>44</sup> Underlagsrapport, Belysningsel i bostäder och lokaler, Statisticon, 2018.

<sup>45</sup> Underlagsrapport, Belysningsel i bostäder och lokaler, Statisticon, 2018.

<sup>46</sup> Lokaler och energihushållningen: Rapport från STIL-studien inom uppdrag 2000.

<sup>47</sup> <http://www.energimyndigheten.se/statistik/bostader-och-lokaler/forbatttrad-energistatistik-i-bebyggelsen-och-industrin/statistik-i-lokaler-stil2/>

<sup>48</sup> <http://www.energimyndigheten.se/statistik/bostader-och-lokaler/forbatttrad-energistatistik-i-bebyggelsen-och-industrin/>

Tabell 5: Specifik elanvändning till belysning och installerad effekt 1990 och 2005–2010, Källa: Energimyndigheten, STIL-2.

Specifik belysningsel [kWh/m <sup>2</sup> , år]	1990	2005–2010
Kontor	30	21
Skolor	25	21
Vård	34	22
Idrott	40	28
Handel	68	67
Hotell, restaurang	29	32
Samlingslokaler	29	26
Installerad belysningseffekt [W/m <sup>2</sup> , år]	1990	2005–2010
Kontor	18,5	10,5
Skolor	17,0	11,7
Vård	15,6	9,1
Idrott	13,2	9,8
Handel	20,6	17,0
Hotell, restaurang	15,3	12,3
Samlingslokaler	24,8	14,9

Belysningsbranschen har skattat elanvändningen för belysning i lokaler kring år 2010 till 5,5 TWh och besparingspotentialen till 45 %. Dessa skattningar baserades på resultaten från STIL-2 som visade att cirka hälften av all belysning var föråldrad. Genom att byta till moderna armaturer med så kallad T5-teknik, ersätta glödlamporna på kontoren med lågenergilampor och installera styrning bedömdes 2,5 TWh kunna sparas, dvs 45 %.<sup>49</sup>

Belysningsbranschen ser inga tecken på att utbytet av belysningsteknik i lokaler har gått särskilt snabbt sedan 2010. En viss minskning av elanvändning har skett tack vare LED men utbytestakten har inte ökat. Belysningsbranschen uppskattar utbytestakten till 30 år.<sup>50</sup>

Utvecklingen ser förmodligen något olika ut i olika typer av lokaler, beroende på hur ägarstruktur och incitament till att genomföra denna typ av åtgärd ser ut. Det är till exempel troligt att utvecklingen har gått snabbare i exempelvis hotell än idrottsanläggningar och skolor.

För att få en indikation på hur utvecklingen har sett ut i skollokaler har Energimyndigheten inom ramen för Belysningsutmaningen genomfört en pilotundersökning i 11 skolor, se kapitel 5.2.5. Pilotundersökningen visar att utvecklingen har gått ganska långsamt i de flesta av skolorna. Installerad effekt per kvadratmeter är i genomsnitt i princip densamma som för 10 år sedan då STIL-2-undersökningen genomfördes. Besparingspotentialen bedöms vara fortsatt hög, i genomsnitt minst ca 48 %, ännu mer om bättre styrning skulle installeras.

<sup>49</sup> Belysningsbranschen, *Upplys Sverige! Rapport om landets övergång till energisnål belysning*. 2002.

<sup>50</sup> Muntlig kommunikation, Mervi Rokka, Belysningsbranschen.

I övrigt har inga befintliga källor som kan ge uppgift om elanvändning i lokaler i dagsläget kunnat identifieras.

Som redovisas i kapitel 5.2.3 har Energimyndigheten inom ramen för Belysningsutmaningen gjort bedömningen att elanvändning för belysning i lokaler uppgick till 4,9 TWh 2016 och att besparingspotentialen är 59 %. Det innebär att elanvändningen skulle kunna vara 59 % lägre om all ineffektiv belysning i lokaler byttes ut mot bästa möjliga teknik, det vill säga LED.

Underlag för belysningsdata i industrisektorn

För industrisektorn är befintliga uppgifter för elanvändning för belysning och besparingspotential mycket bristfälliga och de uppgifter som redovisas i detta kapitel är antingen relativt gamla och eller baserade på enstaka exempel.

En väldigt gammal skattning av elanvändningen för belysning inom industrin kommer från rapporten ”Elpriser och Industri”.<sup>51</sup> I den rapporten framgår att Industrins energianvändning för belysning uppgår till ca 3 TWh. Förutom att siffran nästan är 30 år gammal så är näringsgrensindelningen annorlunda idag vilket kan försvåra jämförelsen.

Uppgifter från Belysningsbranschen anger att den elanvändningen som gick till belysning inom industrin kring år 2010 låg på 3 TWh per år. De anger att det inom industrin finns en hög andel gammalmodig belysning. Skulle man byta ut föråldrade belysningsystem till energieffektiv belysning skulle besparingspotentialen kunna bli upp till 1,3 TWh per år, vilket är hela 43 %.<sup>52</sup>

Energimyndigheten är beställare av Industrins årliga energianvändning (ISEN). ISEN är en totalundersökning av industriföretag inom SNI 05-33 med tio eller fler anställda. Syftet med undersökningen är att belysa användningen av inköpta och egenproducerade energivaror. Industriföretagen anger i undersökning sin elanvändning uppdelat på:

- drivkraft, belysning, lokaluppvärmning,
- elpannedrift,
- elektrolys,
- ugnar, smältning.

Elanvändningen för belysning går alltså inte att särskilja från den totala elanvändningen och användningen av el för drivkraft är så pass hög att uppgifterna inte blir användbara för detta syfte.

Energimyndigheten är också beställare av Industrins energianvändning i småföretag (småISEN). Undersökningen är en intermittent urvalsundersökning av industriföretag inom SNI 05-33 med nio eller färre anställda. Undersökningen är i övrigt identiskt utformad med ISEN, så samma slutsats kan dras här som för ISEN.

---

<sup>51</sup> Statens Energiverk (1988), Elpriser och Industri – Statens Energiverk 1988:7.

<sup>52</sup> Upplys Sverige. Rapport om landets övergång till energisnål belysning. Rapport från Belysningsbranschen.

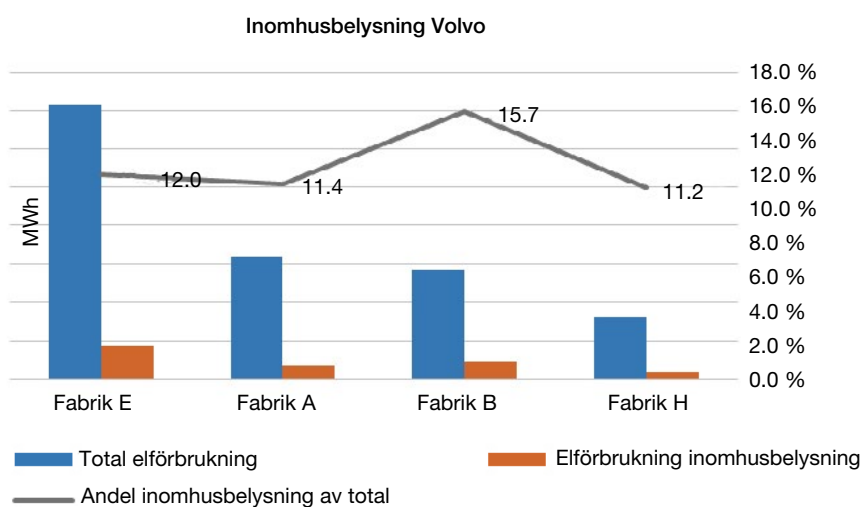
I ett projekt från 2007–2010 (STIND) arbetade Energimyndigheten för att förbättra och utveckla statistiken för energianvändningen inom tillverkningsindustrin. STIND ingick i ett projekt för att förbättra energistatistiken för bostäder, lokaler och industrin som Energimyndigheten genomförde 2005–2010 på uppdrag av Regeringen.<sup>53</sup>

Under den första delen av projektet utformades en övergripande besiktningsmetodik som testades i praktiken på 6 företag under 2009–2010. Vad gäller belysning var en av slutsatserna att energi per areaenhet oftast inte är ett relevant nyckeltal inom industrin, eftersom den totala energianvändningen hos tillverkningsföretagen domineras av processerna.

Inventeringen av ett av företagen visade dock att belysning utgjorde den tredje största elposten, efter processelen och el till fläktar. Belysningen uppgick i detta företag till 4 106 MWh, av 67 057 MWh total elanvändning, dvs ca 6 %.

Vid pilotbesiktningarna noterades en rad möjliga förbättringsförslag, där byte av belysningsarmaturer till nya effektiva armaturer och närvarostyrning av belysning utgjorde två förslag.<sup>54</sup>

Nedan följer ett exempel avseende fyra Volvofabriker inom Volvo Construction Equipment (arbetsmaskiner). Grafen visar att andelen för inomhusbelysning av all elanvändning ligger mellan 11 och 16 %.<sup>55</sup>



Figur 3: Andelen för inomhusbelysning av all elanvändning i fyra Volvofabriker inom Volvo Construction Equipment.

<sup>53</sup> <http://www.energimyndigheten.se/statistik/bostader-och-lokaler/forbatttrad-energistatistik-i-bebyggelsen-och-industrin/>

<sup>54</sup> CIT, WSP, ÅF, *STIND pilotstudie år 1 slutrapport*, <http://www.energimyndigheten.se/globalassets/statistik/festis/industrins-energianvandning-stind/stind-pilotprojekt-ar-1-slutrapport4.pdf>

<sup>55</sup> Johan Wollin, Volvo Construction Equipment.

Små och medelstora företag med en energianvändning över 300 MWh per år och lantbruk med minst 100 djurenheter kan ansöka till Energimyndigheten om att få ett ekonomiskt stöd för att genomföra en energikartläggning. För att få rätt till stöd ska företaget bland annat redovisa tillförd energi och hur den fördelas i verksamheten, samt åtgärdsförslag med tillhörande analys samt beskrivning av åtgärdsförslaget. För belysning ska till exempel typ, effekt, driftstider och elanvändningen (framtagen genom inventering eller nyckeltal anges).

Inom ramen för Belysningsutmaningen har en delmängd av dessa uppgifter analyserats av SCB på uppdrag av Energimyndigheten, se kapitel 5.2.6. De har bland annat tittat på uppgifter om den möjliga energibesparing som företagen har identifierat som möjlig genom olika genomförda belysningsåtgärder, i relation till antalet anställda. Besparingspotentialen varierar i de studerade företagen från ca 10–7 576 kWh per år och anställd.

Inom ramen för Belysningsutmaningen har Energimyndigheten fått uppgifter om att Coca Cola bytt belysningen i sitt stora lager till modern dagsljus- och närvarostyrd LED. Antalet armaturer gick från 1 067 stycken på 110 W till 762 stycket LED-armaturer på 68 W. Energibesparingen uppskattar de till 507 MWh per år.<sup>56</sup>

Att skatta elanvändningen för belysning inom industrin i dagsläget är inte möjligt med uppgifterna som redovisas ovan, men de har legat till grund för de antaganden som har gjort i Energimyndighetens modellskattning som beskrivs i kapitel 5.2.2. Som redovisas i kapitel 5.2.3 har Energimyndigheten inom ramen för Belysningsutmaningen gjort bedömningen att elanvändningen för belysning i industrisektorn uppgick till 3 TWh år 2016 och att besparingspotentialen är 44 %. Det innebär att elanvändningen skulle kunna vara 44 % lägre om all ineffektiv belysning i industrisektorn byttes ut mot bästa möjliga teknik, det vill säga LED.

#### Underlag för belysningsdata för gatu- och vägbelysning

I Energimyndighetens årliga officiella statistik<sup>57</sup> finns uppgifter för gatu- och vägbelysning fr.o.m. 1986 t.o.m. 2016. Siffrorna visar på att elanvändningen för gatu- och vägbelysning har minskat successivt under åren, nästan en halvering under en 30-års period. Elanvändningen redovisas för belysningen som en rikstotal och inkluderar både kommunala och statliga vägar.

Tabell 6: Elanvändning för gatu- och vägbelysning i Sverige 1986–2016 (GWh). Källa: El-, gas- och fjärrvärmeförsörjningen.

Elanvändning för gatu- och vägbelysning, riket (GWh)											
1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
1 138	1 163	1 194	1 223	1 204	1 241	1 218	1 060	1 089	1 073	977	1 022
1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
993	1 004	909	1 010	993	943	995	851	870	753	637	746
2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016					
860	686	686	647	624	638	626					

<sup>56</sup> Coca-cola, redovisning av åtagande inom Belysningsutmaningen.

<sup>57</sup> El-, gas- och fjärrvärmeförsörjningen, *Statistiska Centralbyrån*. Finansierad av Energimyndigheten.

Dessa uppgifter har legat till grund för de uppgifter om sektorns elanvändning som redovisas i kapitel 5.2.3.

Trafikverket tog 2015 fram ett inriktningsdokument för belysning, i vilket en inventering av befintliga anläggningar redovisades. I Tabell 7 redovisas fördelningen i procent mellan olika typer av ljuskällor i deras belysningsanläggningar, som omfattar statens vägare och viss belysning kring järnvägar.<sup>58</sup>

Tabell 7: Fördelningen (i %) mellan ljuskällor i Trafikverkets belysningsanläggningar 2015. Källa: Trafikverket.

	2015
Lågtrycksnatrium	< 1
Högtrycksnatrium	> 90
Kvicksilver	4
Metallhalogen	1
Lysrör & CFL	1
LED	< 3
Ny teknik	0

Trafikverket bedömde att elanvändningen för statens gatu- och vägbelysning bedömdes uppgå till totalt 136,3 GWh fördelat på 92,5 GWh för vägbelysning och 43,8 GWh för övriga vägabonnemang. Den faktiska elanvändningen för belysning längs med järnväg kunde inte redovisas, eftersom dessa anläggningar är ihopbyggda med övriga anläggningsdelar.

För att få en indikation på elanvändningen för kommunal gatu- och vägbelysning har SCB på uppdrag av Energimyndigheten genomfört en pilotundersökning i sex kommuner inom ramen för Belysningsutmaningen, se kapitel 5.2.7. En grov skattning utifrån dessa uppgifter ger att elanvändningen för kommunal gatu- och vägbelysning skulle kunna uppgå till 580 GWh med en besparingspotential på 41 %.

Som redovisas i kapitel 5.2.3 har Energimyndigheten inom ramen för Belysningsutmaningen uppskattat den totala elanvändningen för gatu- och vägbelysning till 0,6 TWh och besparingspotentialen till 49 %. Det innebär att elanvändningen skulle kunna vara 49 % lägre om all ineffektiv belysning vid gator och vägar byttes ut mot bästa möjliga teknik.

#### Övriga källor och underlagsdata

Energimyndigheten är beställare av undersökningen Årlig el-, gas och fjärrvärmeförsörjning. Det är en årlig totalundersökning av bl.a. elnätsföretag i Sverige. Samtliga nätägare får uppge hur stor mängd överförd el de har levererat till olika kategorier av slutanvändare. Elleveranserna redovisas för gatu- och vägbelysning, industrisektor, olika typer av lokaler, småhus och flerbostadshus och övriga sektorer. Det går inte att särskilja el för belysning, förutom för gatu- och vägbelysning. Uppgifterna från denna

<sup>58</sup> Trafikverket, *Inriktningsdokument belysning 2015–2024*, 2015.

statistik har legat till grund för de modellberäkningar som Energimyndigheten har genomfört och som redovisas i kapitel 5.2.3.

Elanvändningen för belysning har bedömts uppgå till 12,4 % av den totala elanvändningen i EU. Beräkningarna har gjorts med en bottomup-modell kallad MELISA (Model for European Light Source Analysis), utvecklad av EU-kommissionens konsult VHK. Beräkningarna bygger på antagandet att ungefär 1,7 miljarder lampor såldes i EU-28 år 2015. Den befintliga stocken uppskattades till 11,4 miljarder lampor, av vilka 6,5 % LED. Lamporna beräknades använda totalt 335 TWh per år, vilket utgör 12,4 % av den totala elanvändningen i EU-28<sup>59</sup>. Elanvändningen till belysning som redovisas i kapitel 5.2.3 och som baseras på bedömningarna Energimyndigheten har gjort inom ramen för Belysningsutmaningen utgör ca 9 % av Sveriges totala elanvändning. Att andelen skulle vara lägre för Sverige är rimligt, då elanvändningen för uppvärmning i bostäder är hög i Sverige jämfört med de flesta andra Europeiska länder och Sverige har en stor el-intensiv industri.

Fr.o.m. år 2017 finns LED-lampor med som en ny KN-kod. En KN-kod (KN = Kombinerade Nomenklaturen) är en varukod eller varuklassificering som består av de åtta första siffrorna av tulltaxenumret hos Tullverket. KN-koderna tas fram inom EU. Det var tidigare en stor brist i tillgängliga data att LED-lampor saknades som varukategori. Fr.o.m. 2017 har LED-lampor fått en egen KN8-kod = KN 85395000 Lysdiodlampor ”LED-lampor”. Med den nya varukoden skulle det gå att få fram statistik över produktion, import och export av lampor, även inkl. LED-lampor. Det skulle gå att göra en uppskattning av nettotillförsel samt försäljning av lampor i Sverige utifrån befintliga data.<sup>60</sup> Uppgifterna skulle kunna användas för att följa ökningen av LED-lampor och leda till förbättrad försäljningsstatistik över belysningsprodukter.

### 5.2.5 Pilotundersökning i skolor

Inom ramen för Belysningsutmaningen beslutade Energimyndigheten att genomföra en pilotstudie av belysning i skolor under hösten 2017. Studien genomfördes av Statisticon i samarbete med Rexel. Mer detaljer kring undersökningen redovisas i underlagsrapport från Statisticon<sup>61</sup>.

Tillvägagångssätt

Syftet med undersökningen var dels att få fram data rörande delpopulationen skolor samt att utvärdera en datainsamlingsmetod som skulle kunna användas för andra delpopulationer längre fram. Som undersökningspopulation valdes Sveriges skolor ut (grundskola och gymnasium). Anledningarna till detta var:

- Det är en relativt homogen population där även ett mindre urval kan ge intressant information.

<sup>59</sup> Explanatory Memorandum, december 2017, [http://ecodesign-lightsources.eu/sites/ecodesign-lightsources.eu/files/attachments/Model%20for%20European%20Light%20Sources%20Analysis%20%28MELISA%29%20v0%20\\_Jan%202015\\_0.pdf](http://ecodesign-lightsources.eu/sites/ecodesign-lightsources.eu/files/attachments/Model%20for%20European%20Light%20Sources%20Analysis%20%28MELISA%29%20v0%20_Jan%202015_0.pdf)

<sup>60</sup> Underlagsrapport, Belysningsel industri och vägbelysning, SCB, 2017.

<sup>61</sup> Underlagsrapport, Belysningsel i bostäder och lokaler, Statisticon, 2018.

- Denna population blev grundligt undersökt i STIL-2<sup>62</sup> vilket möjliggör jämförelser över tid.
- Denna delpopulation är stor och står för en stor andel av den totala populationen lokalers elanvändning.
- Det är en population som har ett stort allmänintresse och det blir därmed enklare att kommunicera viktiga resultat.

Urvalets storlek fick bli en kompromiss mellan önskad precision och möjligheter att genomföra undersökningen inom rimlig tid och pris. Urvalet blev 12 skolor som var med i STIL-2 och 12 skolor som inte var med i STIL-2, dvs totalt 24 skolor. Inventeringen tog dock längre tid än beräknat och när denna rapport skrivs har endast 11 av de 24 skolorna i urvalet hunnit inventeras. Varje utrymme skulle inspekteras och det som skulle dokumenteras var primärt ytans storlek samt installerad belysning. Rexel gör sedan en beräkning av nuvarande elanvändning samt potentiell besparing om man skulle installera mer effektiv armatur och belysning.

## Resultat

I Tabell 8 visas installerad effekt för belysning per kvadratmeter ( $W/m^2$ ) för respektive skola, samt beräknad elanvändning (kWh/år). För åtta av skolorna har finns även denna uppgift från STIL-2 undersökningen 2007. Det innebär att utvecklingen under de senaste tio åren kan studeras. I tabellen presenteras även beräknad effekt per kvadratmeter ( $W/m^2$ ) enligt det förslag som Rexel tagit fram som en optimal belysning (i kolumnen Ny  $W/m^2$ ). Förslaget innebär inte ett byte 1-1, utan förslag utifrån vilken belysning som faktiskt behövs i respektive lokal. Elanvändningen för den befintliga belysningen redovisas också, samt beräknad elanvändning om den befintliga belysningen skulle bytas ut i enlighet med det förslag som Rexel har tagit fram. I den sista kolumnen anges den besparing (i %) som skulle uppnås om dagens belysning byttes ut mot optimal belysning angivet i procent. Som påpekats tidigare så kan besparingen bli ännu större om man samtidigt optimerar brinntid m.m. via dimmers och styrning.

Tabell 8: Installerad effekt ( $W/m^2$ ), beräknad energiförbrukning (kWh/år) och besparing (%) vid installation av ny belysning enligt förslag.

	$W/m^2$ 2007	$W/m^2$ 2017	Ny $W/m^2$	Energiförbrukning/år 2017 (kWh)	Energiförbrukning/år Ny (kWh)	Besparing (%)
Skola A	---	8.6	5.5	49 541	31 707	36,0
Skola B	---	6.3	6.0	13 167	11 946	9,3
Skola C	13.0	8.9	5.2	40 494	20 911	48,3
Skola D	10.4	13.8	5.5	106 060	39 967	62,3
Skola E	---	10.1	4.5	49 889	21 158	57,6
Skola F	14.4	13.5	5.7	67 640	27 791	58,9
Skola G	13.8	13.0	6.5	72 475	33 765	53,4
Skola H	15.3	12.1	5.2	14 673	6 004	59,1
Skola I	10.5	13,2	6,0	47 673	20 397	57,2
Skola J	9.6	11,8	6,8	113 951	63 528	44,2

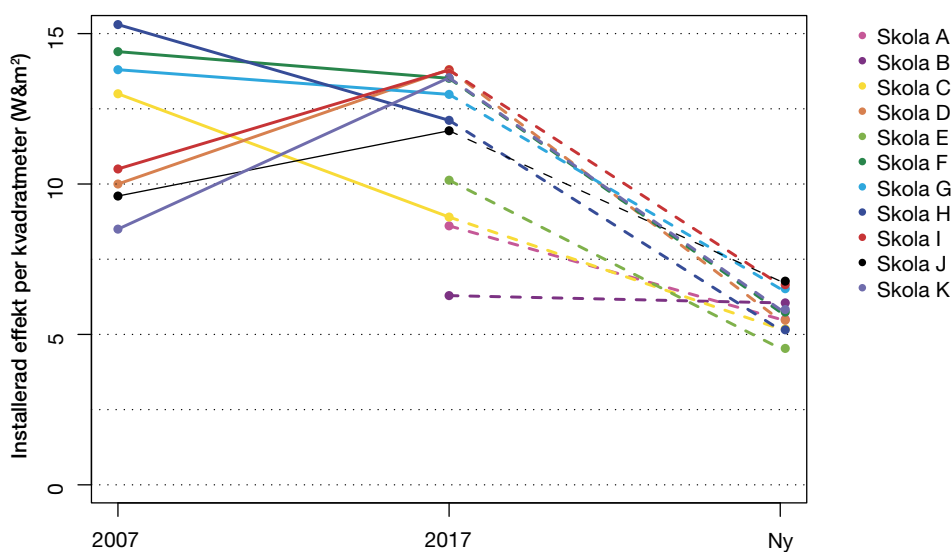
<sup>62</sup> <http://www.energimyndigheten.se/statistik/bostader-och-lokaler/forbatttrad-energistatistik-i-bebyggelsen-och-industrin/statistik-i-lokaler-stil2/>



	W/m <sup>2</sup> 2007	W/m <sup>2</sup> 2017	Ny W/m <sup>2</sup>	Energiförbrukning/år 2017 (kWh)	Energiförbrukning/år Ny (kWh)	Besparing (%)
Skola K	8.5	13,5	5,8	161 741	66 169	59,1
Medel	11.9	11.4	5.7	67 028	31 213	49,6

Anm: De skolor för vilka data från 2007 saknas har jämförts med den genomsnittliga fördelningen enligt STIL-2.

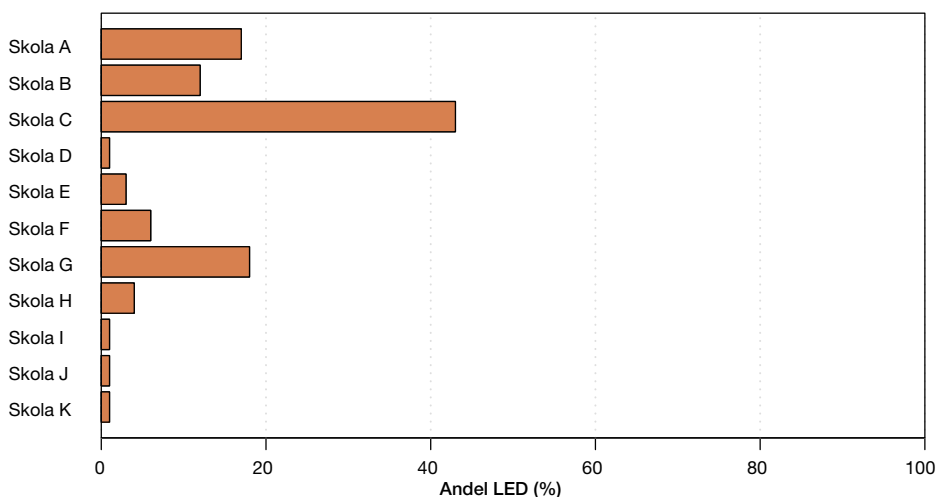
I Figur 4 illustreras data för installerad effekt (W/m<sup>2</sup>) från Tabell 8 i ett diagram.



Figur 4: Installerad effekt, W per m<sup>2</sup>: 2007–2017 samt med ny installation.

Vi ser att samtliga skolor utom möjligen skola B har mycket att vinna på en mer modern belysning. I snitt skulle minskningen i W/m<sup>2</sup> bli 48 % men med bättre styrning kan vi räkna med att vinsten är minst 50 %. Detta indikerar alltså att vi kan halvera energianvändningen i dessa skolor genom att installera en mer modern belysning.

I Global Lighting Challenge och Belysningsutmaningen finns som mål att ersätta äldre belysning med LED-belysning. I Figur 5 visas hur stor andel av de undersökta skolornas belysning som är LED. Endast skola C har mer än 20 % LED-belysning och i genomsnitt är 10 % av den installerade belysningen i de undersökta skolorna LED. Om målsättningen är att öka andelen LED så finns det mycket kvar att göra.



Figur 5: Andel av ljuskällorna som är LED per skola.

Denna pilotundersökning ger en tydlig indikation på att det finns stora möjligheter att minska elanvändningen för belysning i svenska skolor. Baserat på de elva undersökta skolorna är en rimlig skattning att ett byte till mer modern belysning skulle minska elanvändningen med minst 50 %.

#### Lärdomar av pilotundersökningen i skolor

Statisticon tog, via telefon, kontakt med samtliga rektorer på utvalda skolor. Alla skolor förutom en accepterade att delta. Tidsåtgången för inventering beror förstås till stor del på skolans storlek. I genomsnitt spenderades 1–2 timmar på skolan. Mest tid tog beräkningen av nuvarande elanvändning samt potentiell besparing om man skulle installera mer effektiv armatur och belysning. Tiden för att göra denna sammanställning motsvarade ca 1–2 dagars arbete. En svårighet när det gäller inventering av skolor är att den är svår att göra under tiden eleverna är i skolan. Skulle man göra motsvarande inventering i t.ex. livsmedelsbutiker, idrottsanläggningar, restauranger så skulle det vara lättare att genomföra detta under 'vanlig vardagstid'. En annan faktor som påverkar tidsåtgången är i vilken utsträckning det finns uppdaterade ritningar över lokalerna samt information om nuvarande belysningsanläggning.

Tidigare genomförda inventeringar utförda av Energimyndigheten, inom projektet STIL-2, var förenade med relativt höga kostnader, men gav också mycket användbar detaljerad kunskap som har varit till nytta för många intressenter. Att som i denna pilotundersökning fokusera endast på inventering av belysning innebär förstås lägre kostnader och är enklare att genomföra. Samtidigt kan det ses som mer effektivt att genomföra mer omfattande inventeringar av alla användningsområden för el och energi när lokalerna ändå besöks, för att förbättra kunskapen på flera områden. Detta är än mer aktuellt för delsektorer där belysning står för en mindre andel av den totala elanvändningen än i skolor, exempelvis industrisektorn. De industriföretag som kontaktades av SCB inom ramen för arbetet med Belysningsutmaningen uttryckte större intresse för inventeringar av den totala energianvändningen än inventeringar bara av deras belysning.

### 5.2.6 *Analys av data från energikartläggning av små och medelstora företag*

Små och medelstora företag med en energianvändning över 300 MWh per år och lantbruk med minst 100 djurenheter, enligt Jordbruksverkets beräkning av djurenheter, kan ansöka om att få ett ekonomiskt stöd för att genomföra en energikartläggning. Ansökning om stöd görs till Energimyndigheten. Energistatistik, en redovisning av den årliga energi-användningen per energislag. För att få rätt till stöd ska företaget bland annat redovisa tillförd energi och hur den fördelas i verksamheten, samt åtgärdsförslag med tillhörande analys samt beskrivning av åtgärdsförslaget. För belysning ska till exempel typ, effekt, driftstider och elanvändningen (framtagen genom inventering eller nyckeltal anges).

Inom ramen för Belysningsutmaningen har en delmängd av dessa uppgifter analyserats av SCB på uppdrag av Energimyndigheten.<sup>63</sup> De har bland annat tittat på uppgifter om den möjliga energibesparing som företagen har identifierat genom olika belysningsåtgärder (angiven som ett absolut tal, utan information om relativ förändring eller energianvändning före och efter åtgärd).

För merparten av företagen i energikartläggningen har SCB fått information om organisationsnummer. Data om dessa företag har med hjälp av deras organisationsnummer matchats med företagsregistret (FDB) hos SCB, och information om företagens näringsgren (SNI2007) och deras totala antal anställda har tagits fram. Utifrån dessa data har SCB beräknat besparingspotentialen hos sex företag ur olika näringsgrenar och med olika antal anställda och beräknat hur mycket energi de har sparat på diverse åtgärder som berör belysning.

Måttet på besparing som SCB använde var minskning i kWh per år och anställd, Näringsgren, antal anställda och besparing mätt i kWh per år och anställd sammanställs i Tabell 9. Antalet anställda redovisas i tabellen som ett intervall för att inte röja något företags identitet.

Tabell 9: Exempel på besparing per år och anställd av belysningsåtgärder. Källa: SCB, Belysningsutmaningen slutrapportering av uppdrag, 2017.

Näringsgren	Antal anställda	Besparing (kWh per år och anställd)
15. Tillverkning av läder, läder- och skinnvaror m.m.	400–500	10,3
17. Pappers- och pappersvarutillverkning	300–400	39,3
20. Tillverkning av kemikalier och kemiska produkter	250–350	732,9
21. Tillverkning av farmaceutiska basprodukter och läkemedel	100–200	7 575,6
24. Stål- och metallframställning	1 350–1 450	93,2
27. Tillverkning av elapparatur	1 500–1 600	224,8

Eftersom uppgifterna om total elanvändning för de undersökta företagen saknas kan ej uppgifter om besparing i relation till elanvändningen beräknas. Detta skulle dock vara en möjlig väg att gå för att ta fram uppgifter om elanvändning för belysning och besparingspotential framöver.

<sup>63</sup> Underlagsrapport, Belysningsel industri och vägbelysning, SCB, 2017.

### 5.2.7 Pilotundersökning kommunal gatu- och vägbelysning

#### Tillvägagångssätt

SCB har på uppdrag av Energimyndigheten kontaktat tio kommuner i syfte att försöka få in uppgifter om kommunal gatu- och vägbelysning.<sup>64</sup> Tillvägagångssättet som tillämpats har varit att ringa kommunernas växel och fråga efter den person som har ansvar för gatu- och vägbelysning i kommunen. Det är kommunens tekniska förvaltning, gatu- och trafikkontor, som har tillsyn över belysningen.

Det som efterfrågades var en uppskattning av:

- antal ljuspunkter på gator och vägar i kommunen,
- typ av armatur,
- effekt,
- brinntid.

Dessa tio kommuner valdes inte ut slumpmässigt. De valdes ut för att få en spridning både geografiskt och storleksmässigt, med syfte att få en bild över om det skiljer sig åt mellan kommuner. Därför är det inte möjligt att dra säkra slutsatser för hela Sverige utifrån materialet.

Populationen är gatu- och vägbelysning i kommunal regi, d.v.s. gatubelysning som sköts och drivs av kommuner. Belysningsstolpar finns bl.a. på gator, vägar, gång- och cykelbanor, tunnlar, anläggningar, lekplatser, torg och parker. Definitionen på vad som ingår eller inte ingår är inte helt klar och enkel. Viss risk för överlappning med flerbostadshus och lokaler bör beaktas.

#### Resultat

Insamlingen resulterade i att SCB fick in grova uppskattningar avseende belysning från sex kommuner. Dessutom inkom en kommun med ett fullständigt register över samtliga belysningspunkter i kommunen.

Tabell 10: Gatu- och vägbelysning i sex svenska kommuner fördelat på teknologi.  
Källa: Underlagsrapport Belysningsutmaningen, Statistiska Centralbyrån.

Kommun	Lamptyp	Antal	Effekt
Kommun A	Totalt	32 718	Snitteffekter
Register	LED	4 768	38,2 W
	Högtrycksnatrium	24 744	69,4 W
	Metallhalogen	1 843	67,2 W
	Kvicksilver	1 041	117,8 W
Kommun A	Totalt	Ca 30 000	
Uppskattat	LED	5 000	
	Högtrycksnatrium	22 000	
	Metallhalogen	1 000	
	Kvicksilver	600	
Kommun B	Totalt	Ca 150 000	
Uppskattat	LED	15–20 000	60 W

<sup>64</sup> Underlagsrapport, Belysningsel industri och vägbelysning, SCB, 2017.

Kommun	Lamptyp	Antal	Effekt
	Högtrycksnatrium	40–50 000	
	Metallhalogen	70–90 000	
Kommun C	Totalt	Ca 24 000	
Uppskattat	LED	2 400	45 W
	Högtrycksnatrium	21 000	60–70 W
	Metallhalogen	1 000	60–70 W
Kommun D	Totalt	Ca 17 000	
Uppskattat	LED	2 000	20 W
	Metallhalogen	15 000	70–100 W (snitt 85 W)
Kommun E	Totalt	Ca 3 600–3 700	
Uppskattat	LED	1 800	
	Lågenergi	100	
	Högtrycksnatrium	900	
	Metallhalogen	900	
Kommun F	Totalt	1 930	
Uppskattat	LED på större vägar	250	40 W
	LED på gång- och cykelbanor	40	30 W
	Metallhalogen	1 640	35–41 W

Brinntiden för gatlampor i Sverige ligger på 3 980–4 125 timmar per år enligt Trafikverket, oberoende var i landet lampan är belägen. De rekommenderar att räkna med ett snitt på 4 000 timmar per år, vilket ger en snittbrinntid på 11 timmar per dygn.

Uppgifterna från Kommun A kan användas som underlag för en exemplifiering av energianvändning och besparingspotential för kommunal gatu- och vägbelysning. Resultatet bör inte användas som en skattning av en rikstotal, utan endast som ett exempel.

En beräkning utifrån datamaterialet för Kommun och en genomsnittlig brinntid per dygn enligt källa ovan ger en total elanvändning för belysning i kommun A som uppgår till 8,62 GWh.

Om samtliga lampor byts ut mot LED med en genomsnittlig effekt på 38,2 W (som är den befintliga genomsnittliga effekten på kommun A:s LED-lampor) blir den totala energianvändningen 4,97 GWh. Bytet av lampor skulle alltså ge en besparing på 3,65 GWh per år i Kommun A, motsvarande 41 % av energin som används till upplysning av gator i kommunen.

Den 30 juni 2017 hade Kommun A ca 148 000 invånare. De beräknade uppgifterna för gatu- och vägbelysningen i kommun A motsvarar en elanvändning på 58,2 kWh/år och invånare och en besparing på el för belysning på 24,6 kWh per år och invånare. Med det grova antagandet att Kommun A är representativt för hela Sverige, både avseende sammansättningen av och storleken på det kommunala lampbeståndet, skulle detta alltså medföra en total elanvändning för kommunal gatu- och vägbelysning på i Sverige på 580 GWh och en möjlig besparing på 250 GWh vid antagandet att Sverige har 10 miljoner invånare.

SCB presenterar i sin rapport också två andra sätt att göra en grov beräkning av besparingspotentialen som resulterar i en möjlig besparing på 500 GWh respektive 168 GWh per år för hela riket. Detta innebär en möjlig besparing på 168–500 GWh beroende på metod som används för beräkning.

Lärdomar

Denna pilotundersökning visar att det finns goda möjligheter att genomföra en större undersökning vad gäller kommunal gatu- och vägbelysning. Kommunerna var villiga att bidra med uppgifter och de hade i de allra flesta fall en bra uppfattning om vilken typ av belysning de har längs vägarna. Ett par kommuner har även fullständiga register över belysningen.

Värt att notera här är att Kommun A fick högre besparingspotential utifrån registret än från de grovt uppskattade uppgifterna, vilket kan ses som en indikation på att även uppskattningar kan användas som underlag för att beräkna besparingspotential utan att överskatta den.

### 5.3 Metoder för att ta fram bättre skattningar

#### 5.3.1 Förslag metoder och satsningar

Ett vanligt problem med metoder för statistikinsamling är att de ofta bestäms för ett specifikt syfte och under vissa tillfälliga förutsättningar. Det gör att resulterande data är dyra att ta fram, inte är allmänt användbara, är svåra att reproducera eller, i värsta fall, är ofullständiga jämfört med behovet. Belysningsutmaningen har lett till en förståelse om att det finns flera sådana källor på elanvändning och särskilt vad gäller elanvändning för belysning. De uppgifter som finns, tillsammans med data från de små riktade studierna/uppdragen som gjordes av SCB och Statisticon, har använts för att skapa bästa möjliga schabloner till den modell som har tagits av Big2Great på uppdrag av Energimyndigheten inom ramen för Belysningsutmaningen. Modellen går direkt till elanvändning i organisationer per sektor istället för att räkna elanvändning från beståndet. Det arbetssättet borde fortsätta med utvidgning och ökning i intensitet.

Energimyndigheten föreslår en samlad databas för befintliga energieffektiviseringsdata för användning i en löpande utvärdering av elanvändning (eller energianvändning) i Sverige. Styrkan skulle vara att siffrorna stäms av mellan källor, kontaktlistor skapas för uppföljning, detaljerad kännedom över användningsområden för el förvärvas, långsiktiga och hållbara utvärderingar möjliggörs, förankring i policyarbete görs och datamängd ökas. Databasen kommer att användas för att samla in uppgifter om elanvändning både för belysning och för andra områden som exempelvis ventilation, industriprocesser, IT och elektronik.

Idag är siffrorna och kunskap om datakällor tillräckliga för att göra en kvalitativ uppskattning, med en någorlunda nivå av osäkerhet, av elanvändning till belysning samt andra användningsområden. De är dock inte tillräckligt bra för att beskriva den faktiska elanvändningen i Sverige. Målet med databasen blir att samla och kategorisera oidentifierade data från befintliga program/ projekt/ rapporteringar/ m.m. på ett ställe för beräkning av schablonerna. Schablonerna ska göras per användningsområde och aggregeras upp efter behov och möjlighet. Alla sektorer ska täckas.

Data som kommer in till databasen kommer att ha brister, precis som vi har sett under Belysningsutmaningen, men meningen med metoden är inte att ha perfekta schabloner från dag ett, utan att få detaljerad kunskap om inom vilka områden vi har mycket eller lite data, hög eller låg kvalitet, flera eller få källor och lätt- eller svårtillgängliga data. Källorna blir, men är inte begränsade till, energieffektiviseringsprojekt/program, Energimyndig-

hetens officiella statistikprodukter, underlag från andra myndigheter och, vid behov, små riktade undersökningar. Efter att data är samlade och kategoriserade tas ett steg att kontakta källor för komplettering av uppgifter, förtydligande av uppgifter eller skapande av en riktad studie. Schablonerna skapas automatiskt av beräkningar i ett verktyg som översätter kategoriserade data till schabloner för alla användningsområden. Schabloner skulle kunna skapas för andra områden än belysning om systemet byggs tillräckligt robust.

Arbetet föreslås gå vidare med att:

1. **Göra en förstudie** för att ta reda på vilka datakällor som bör användas samt vilka sektorer som ska täckas.
2. **Kontinuerligt förbättra indata** genom att kontakta källor, utvärdera kvalitet, mata in data och uppdatera schabloner.
3. **Göra riktade studier**, som liknar Statisticons pilotundersökning i skolor, där informationsbrist finns eller där avstämning krävs. Studier om industrisektorn skulle behövas redan från början för att hitta variationen inom olika industrigrenar.

Mer information kring hur riktade studier inom olika delsektorer skulle kunna utformas finns i underlagsrapporterna från Statisticon och SCB. En avvägning bör göras om bara belysning ska inventeras, eller om alla användningsområden för el och energi ska inventeras samtidigt då lokalerna ändå besöks, för att förbättra kunskapen på flera områden. Detta bör övervägas särskilt i delsektorer där belysning står för en mindre andel av den totala elanvändningen, som i exempelvis industrisektorn. De industriföretag som kontaktades av SCB inom ramen för arbetet med Belysningsutmaningen uttryckte större intresse för inventering av den totala energianvändningen än endast belysningsinventering. Genomförd pilotundersökning visar att det även finns goda möjligheter att genomföra en större undersökning vad gäller kommunal gatu- och vägbelysning.

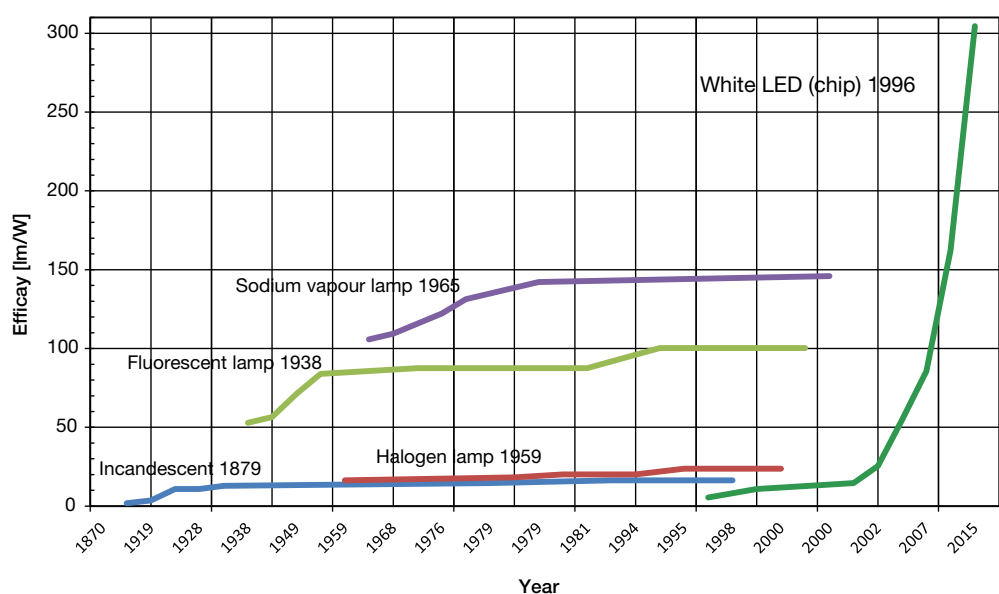
## 6 Faktaunderlag och analys: belysningens utmaningar, nyttor och läget i Sverige

Detta kapitel 6 baserar sig i huvudsak på en intervju- och litteraturstudie<sup>65</sup> utförd av konsult under hösten 2017. Intervjuer gjordes med drygt trettio forskare, myndighetsrepresentanter, stora offentliga beställare, ljusplanerare och leverantörer av utrustning och tjänster inom belysning. För mer utförlig information, se underlagsrapport Borg&co, 2018.

### 6.1 Teknik, funktion och miljö – utmaningar och möjligheter

#### 6.1.1 LED-teknikens genombrott

Under de dryga 100 år som elektrisk belysning funnits har många olika belysnings-tekniker och ljuskällor utvecklats, se Figur 6.



Figur 6: Bilden visar hur belysningstekniker utvecklats över tid sedan de introducerades<sup>66</sup>.

Äldst är glödlampan, som utvecklades under 1800-talet, under första hälften av 1900-talet utvecklades vidare olika ljuskällor baserade på elektriska urladdningar i gasfyllda rör, under 1960-talet kom lysdioder eller LED (Light Emitting Diode, lysdiod) som bygger på halvledarbaserad teknik. Först runt 2010 lyckades forskarna utveckla vita LED med ett ljusspektrum som kan mäta sig med de traditionella ljuskällorna och under

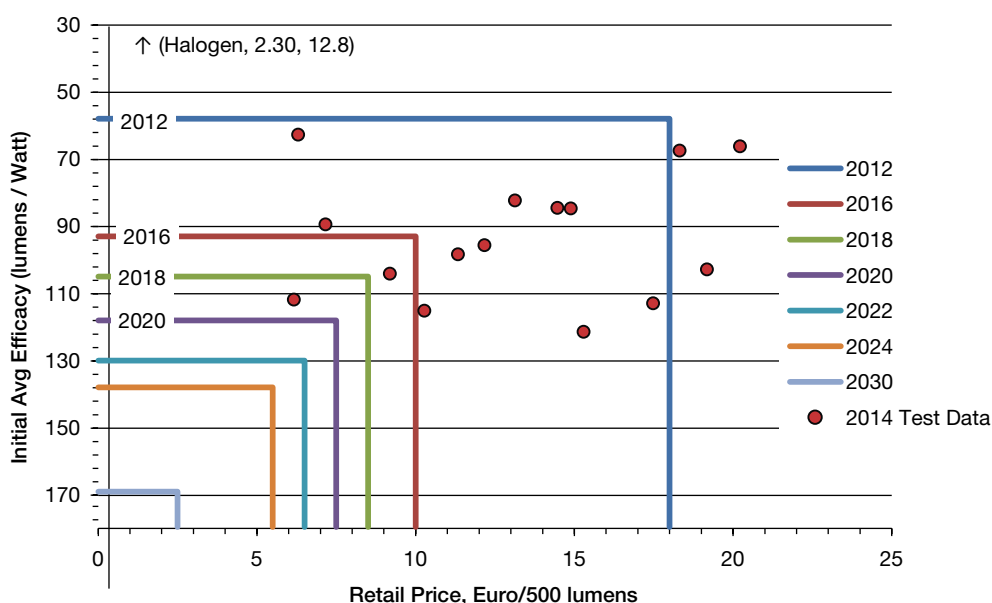
<sup>65</sup> Underlagsrapport, LED-revolutionen – Utmaningar och möjligheter för Sverige, Borg&co 2018.

<sup>66</sup> Bild av Energimyndigheten utifrån data i en presentation av Amory Lovins 2015.



de senaste 5–10 åren har LED-baserad belysning fått sitt stora genombrott. För mer om olika lamptyper se Bilaga 2.

LED-teknikens utveckling går snabbare än vad många trodde var möjligt. LED vinner tydligt över lågenergilampor i en livscykelanalys och tar över alltmer, varför denna rapport främst fokuserar på LED-belysning. År 2015 publicerade Energimyndigheten och Belgiens federala miljömyndighet tillsammans med de två europeiska frivilligorganisationerna eceee<sup>67</sup> och CLASP<sup>68</sup> en rapport baserad på Energimyndighetens tester av LED-lampor för hushållsbruk. Testerna utfördes på lampor inköpta hösten 2014. Resultaten jämfördes med EU-kommissionens prognoser från 2012<sup>69</sup> gällande pris och energieffektivitet, på vilka revideringen av ekodesignförordningen för LED-lampor för hushållsbruk baserades. Rapporten konstaterade att de bästa testade LED-lamporna från 2014 redan hade nått prognoserna för 2018 avseende ljusutbyte per energienhet (lumen per watt). Vad gällde pris per lumen var den bästa testade lampan redan framme vid prognosen för 2022 (Figur 7).<sup>70</sup>



Figur 7: Utvecklingen går snabbare än förutspått; testresultat från 2014 i förhållande till EU-kommissionens prognoser från 2012 för framtida prestanda och pris/prestanda.

Utvecklingen har inte stannat av. Priserna sjunker och effektiviteten ökar. Det finns nu en kommersiellt tillgänglig lampa som har ett ljusutbyte på över 200 lumen per watt,

<sup>67</sup> European Council for an Energy Efficient Economy, <https://www.eceee.org/>

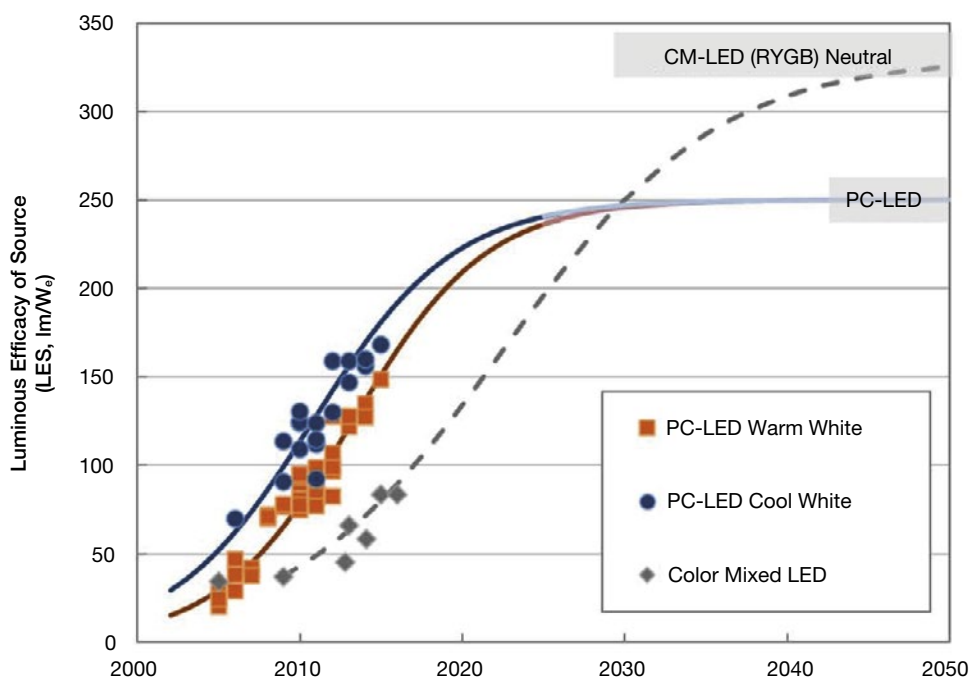
<sup>68</sup> CLASP is an international NGO for energy efficiency policies and initiatives, <https://clasp.ngo/>

<sup>69</sup> Underlagsrapport från konsultföretaget VHK till Kommissionen 2012.

<sup>70</sup> Test Report – Clear, Non-Directional LED Lamps. A test report prepared for the European Commission and the Consultation Forum on the performance of clear LED lamps in the European Market in the third quarter of 2014. Updated to reflect 1 000 hours testing and with a detailed discussion on LightingEurope’s comments on this report. <https://www.eceee.org/static/media/uploads/site-2/ecodesign/products/domestic-lighting/testingclearledlamps1000htestupdatefinal.pdf>

nästan 15 gånger bättre än en traditionell glödlampa<sup>71</sup>. Nivån 200 lumen per watt fanns inte ens med i EU-kommissionens prognos som sträckte sig fram till 2030.

Amerikanska DOE (Department of Energy, amerikanska energidepartementet) har noga följt LED-teknikens utveckling och gjort prognoser för framtida effektivitet. Figur 8 visar tydligt att utvecklingen mot allt effektivare ljuskällor förväntas fortsätta. Grafen visar historisk och förväntad utveckling av ”paketerade” LED-chip och får inte förväxlas med en lampas eller armaturs effektivitet.



Figur 8: Ljusutbyte LED-chip, uppmätt prestanda och prognos. Nya generationens färgmixade RYGB (röd, gul, grön, blå) LED (ljusgrå linje) har sämre prestanda idag men har potentialen att nå mycket högre än den teknik som dominerar idag. US DOE.

Enligt International Energy Agency (IEA) har energieffektiv belysning spelat en avgörande roll för att bromsa utbyggnaden av ny elproduktionskapacitet. LED-produkternas snabba prisfall och deras ökade effektivitet ledde till en global besparing på 120 terawattimmar (TWh) år 2015, enligt IEA<sup>72</sup>. Ett typiskt kolkraftverk med 500 megawatts (MW) effekt producerar knappt 4 TWh el årligen enligt UNEP<sup>73</sup>. LED-tekniken hade alltså 2015 sparat in 30 normalstora kraftverk. Enligt IEA motsvarade besparingarna hälften av den nya elproduktionskapacitet som togs i drift 2015.

<sup>71</sup> Underlagsrapport, LED-revolutionen – Utmaningar och möjligheter för Sverige, Borg&co 2018.

<sup>72</sup> International Energy Agency. 2016. Energy Efficiency Market Report 2016: Digital Snapshot. Paris, France. Besökt 7 december 2016 <http://www.iea.org/eemr16/>

<sup>73</sup> UNEP presentation. Webbplatsen besökt 21 december. [https://www.unece.org/fileadmin/DAM/energy/se/pp/eneff/IEEForum\\_Tbilisi\\_Sept13/Day\\_1/s2/Afanador\\_17.09.pdf](https://www.unece.org/fileadmin/DAM/energy/se/pp/eneff/IEEForum_Tbilisi_Sept13/Day_1/s2/Afanador_17.09.pdf)

LED-marknaden växer stadigt. Boston Consulting Group förutspår ett värde på runt 130 miljarder dollar 2020 och en årlig marknadstillväxt på 3 %<sup>74</sup>. Belysningsbranschen är ändå relativt liten i förhållande till många andra branscher. Enligt Deloitte's "Technology Fast 500"-lista 2015 var dock flera belysningsföretag bland de mest snabbväxande företagen<sup>75</sup>.

LED-tekniken har redan tagit över marknaden. Organiska lysdioder, OLED, är för närvarande en relativt nischad teknik och laserdioder ännu en outvecklad teknik. År 2016 beräknades LED-teknik stå för 45 % av marknaden och 2020 förväntas LED-andelen ha stigit till minst 70 % enligt konsultföretaget McKinsey<sup>76</sup>. Europa anses ha den högsta andelen LED i nyförsäljning, följt av USA och Kina.

LED-tekniken innebär stora besparingar, både i energi och pengar, men det finns komplicerade frågeställningar inom ramen för LED-tekniken som kan påverka de strategiska val som måste göras vad gäller regleringar och god praxis. En fråga är till exempel om ytterligare lagkrav ska ställas på uppkopplad LED-baserad belysning eller på systemnivå; en annan fråga är om användandet av den nya belysningen kommer att vara annorlunda och kanske ge oönskade effekter som överbelysning.

En stark teknisk utveckling inom material och mikroelektronik tillsammans med omvärldshändelser och policybeslut, som utfasningen av glödlampor i Europa, Kina och i många andra länder, har möjliggjort LED-teknikens tekniska och marknadsmässiga genombrott. Fukushima-katastrofen i Japan med elransoneringar som följd och kärnkraftsavvecklingen i Tyskland har också drivit på introduktionen av den nya tekniken.

Att styrmedel spelar en viktig roll är klart. International Energy Agency skriver i sin *Energy Efficiency Market Report 2016* att styrmedel för energieffektivisering (energy efficiency policies) har gjort så att energieffektiviseringstrenden i världen fortsatt trots mycket låga energipriser<sup>77</sup>.

### **6.1.2 Utmaningar med digitalisering, nya tillämpningar och tjänster**

Digitalisering och tillämpningar

Belysningstekniken är på frammarsch, effektiviteten ökar snabbt och LED tar över alltmer, vilket också innebär allt mer digitalisering och uppkopplade produkter och nästintill obegränsade tillämpningar.

Beräkningar visar att internet och uppkopplad teknik år 2025 kommer stå för en femtedel av jordens samlade elanvändning och år 2040 för 14 % av jordens samlade utsläpp av växthusgaser<sup>78</sup>. För att möta denna utmaning måste åtgärder ske på varje teknikområde och i de system där olika tekniker integreras och kommunicerar.

<sup>74</sup> <https://www.bcgperspectives.com/content/articles/process-industries-how-to-win-transforming-lighting-industry/>

<sup>75</sup> <https://www.ies.org/lda/lighting-companies-among-the-fastest-growing-on-deloitte-list/>

<sup>76</sup> McKinsey "Lighting the Way" report, 2012. Notera dock att rapporten är från 2012 och om något har sannolikt utvecklingen av LED-marknaden gått snabbare än som förutspåddes 2012.

<sup>77</sup> IEA Energy Efficiency Market Report 2016, sid 14ff. [https://www.iea.org/eemr16/files/medium-term-energy-efficiency-2016\\_WEB.PDF](https://www.iea.org/eemr16/files/medium-term-energy-efficiency-2016_WEB.PDF)

<sup>78</sup> 'Tsunami of data' could consume one fifth of global electricity by 2025. Publicerad 11 dec 2017, Webbplats besökt 21 dec 2017. <http://www.climatechangenews.com/2017/12/11/tsunami-data-consume-one-fifth-global-electricity-2025/>

Lysdiodstekniken är en halvledarteknik som lättare kan integreras med andra system än vad som var möjligt med konventionell teknik. Digitalisering öppnar helt nya möjligheter för styrning av ljuset. LED möjliggör IoT (Internet of Things), VLC (Visual Light Communication) och Human Centric Lighting.

Lysdioder (LED) och i viss mån organiska lysdioder (OLED) tar alltmer över i tillämpningar som: utomhusbelysning (vägar, gångvägar, bangårdar), hembelysning, belysning i kontor, sjukhus, handel och skola är självklara exempel med stor total volym. ”Smarta” belysningsssystem på vägar och i byggnader är ett område som utvecklas snabbt. Bakgrundsbelysta skärmar och skyltar är andra områden där LED och nu även OLED visat sig vara synnerligen väl lämpade. Nödbelysning, fordon och signaler är andra viktiga nischer. Andra tillämpningar är: ficklampor, cykellampor, samt dekorativ belysning. Belysning i solesystem är globalt mycket viktigt, då drygt en miljard människor saknar tillgång till el<sup>79</sup> och handhållna solcellsdrivna lampor eller solesystem för ett helt hushåll erbjuder möjlighet till ett bra ljus för arbete och studier<sup>80</sup>.

#### Marknad i förändring

Marknaden är under stor förändring när LED tar över, priserna sjunker och nya aktörer etablerar sig. Det blir också alltmer fokus på digitalisering, styrsystem, smart elektronik, biologiskt anpassad belysning, nya tillämpningar och tjänster. Armaturtillverkare utmanas då det nya breda utbudet av LED kräver anpassade armaturer. En del aktörer<sup>81</sup> uppger att de upplever att LED-produkternas långa livslängd innebär ett hot att marknaden kan mättas i en nära framtid, se mer under 6.1.5.

#### Från produkter till system och tjänster

Internationella analyser av den växande LED-marknaden visar på att belysning som en tjänst kan vara en möjlig väg framåt för belysningsföretagen. Förutsättningar finns då produkterna håller allt längre och att allt mer av en anläggnings värde består av tjänster och information. Belysningsanläggningarna blir också alltmer ett integrerat system. En utmaning är att se till att kvaliteten inte blir lidande när belysningen säljs som tjänst, eftersom den som erbjuder tjänsten blir mer intresserad av standardiserade och enkla lösningar. För att hindra detta är det viktigt att bygga kompetens och intresse för belysning som en investering. Det finns även en potentiell konflikt i att leverantörer vill låsa in köpare i ett system medan köparen gärna vill ha öppna system som går att kombinera med olika leverantörers lösningar.

Det är tydligt att tillämpningen ”paketeringen” av belysningen blir allt viktigare. En leverantör som intervjuades för denna studie uppskattar att inom en snar framtid kanske 10–15 % av kostnaden för en belysningsanläggning är belysningskomponenter och 10–15 % servrar m.m. Resten av värdet, 70–80 %, skulle då ligga i paketeringen av lösningen (kunskapen om hur systemet sätts samman) och i mjukvarulösningar.

---

<sup>79</sup> Light for Life: Identifying and Reducing the Health and Safety Impacts of Fuel-Based Lighting, UNEP, 2014.

<sup>80</sup> Underlagsrapport, LED-revolutionen – Utmaningar och möjligheter för Sverige, Borg&co 2018.

<sup>81</sup> Underlagsrapport, LED-revolutionen – Utmaningar och möjligheter för Sverige, Borg&co 2018.

### 6.1.3 Utmaningar med utformning och funktion

Belysning kan oavsett teknik medföra olika typer av problem med till exempel bländning, flimmer, färgåtergivning och färgtemperatur. Ljusets spektrala egenskaper är vilka färger (våglängder) ljuset består av, vilket kan ge upphov till både visuella och icke-visuella effekter.

#### Bländning, belastningsproblem

En grupp svenska forskare samt Arbetsmiljöverket (AV) betonar vikten av att satsa på ergonomiskt god belysning<sup>82</sup>. De påpekar att i strävan att utnyttja de icke-visuella aspekterna av belysning för välmående, glöms ibland de visuella och ergonomiska aspekterna. De hävdar bland annat att bländningen generellt åter verkar öka ju mer ljusstarka dioderna blir, även om det inte är givet att det ökade ljusutbytet måste tas ut i form av mer ljusstarka dioder. Det förbättrade ljusutbytet skulle kunna ”växlas in” in mot fler dioder, bättre linser eller annat material för jämnare fördelning av ljuset. Det är dock en kostnadsfråga och problem kan uppstå i lågprisprodukter eller på grund av dålig kunskap om ljusplanering eller armaturdesign. Armaturdesign innebär utformningen av armaturen, vilken i sin tur påverkar hur ljuset sprids.

Bra belysning förhindrar olyckor och har stor betydelse för att undvika onödigt belastning på kroppen, särskilt i nacke och axlar. Bländning gör att man spänner sig och det orsakar belastningsbesvär. Det finns forskning kring oskärpa som visar att oskärpa i sig gör att man spänner sig, och oskärpa kan komma av dåliga belysningsmiljöer. Belastningscentrum i Gävle räknar med att belastningsbesvär orsakar kostnader motsvarande 2 % av BNP och även om bara en bråkdel av detta kan kopplas till belysning är kostnaderna ändå mycket höga<sup>83</sup>.

#### Flimmer

Flimmer, egentligen ljusmodulering, är ett annat ergonomiskt problem. Problemets omfattning är omdiskuterat och idag finns inga allmänt accepterade gränsvärden eller ens en enhetligt accepterad definition av flimmer. Standardutveckling och framtagande av testmetoder pågår, däribland inom IEC.

Det går att tillverka produkter som inte ger upphov till flimmer som påverkar oss negativt, vare sig det gäller visuellt eller icke-visuellt flimmer. För att bindande krav ska kunna ställas krävs dock att rimliga gränsvärden fastställs och att samhällsekonomisk kostnad vägs mot nytta. Dagens europeiska ekodesignförfordningar har inga krav gällande flimmer.

Det förekommer både visuellt och icke-visuellt flimmer. Redan på 90-talet visade en studie från Arbetsmiljöverket, AV, att symptom som felaktigt tolkades som elöverkänslighet kunde framkallas av flimmer (d v s visuellt modulation, 100 Hz, 30–35 % modulation). Med högfrekvensdon försvann problemen. Flimmerproblemen har kommit tillbaka genom vissa enklare LED-produkter och i vissa dimmerkombinationer.

<sup>82</sup> Underlagsrapport, LED-revolutionen – Utmaningar och möjligheter för Sverige, Borg&co 2018.

<sup>83</sup> Underlagsrapport, LED-revolutionen – Utmaningar och möjligheter för Sverige, Borg&co 2018.

## Färgåtergivning och färgtemperatur

Vid första anblicken kan färgåtergivning och färgtemperatur uppfattas vara det samma men är det inte. Färgåtergivning, eller CRI (color rendering index) eller Ra (rendering average), anger hur nära solljus en ljuskälla ligger vad avser återgivning av ett objekts färger. Skalan går från 0–100 där solljus har Ra 100. Ett för lågt Ra-värde innebär att alla färger inte återges korrekt, vilket kan ställa till problem för exempelvis en inredare eller en konsument som köper en ”svart” tröja som visar sig vara blå.

Färgtemperatur, angiven i kelvin (K), är ett mått som visar hur varm eller kall en ljuskälla verkar vara. I analogi med ett stycke järn som hettas upp och går från svagt rött (varmt) till allt kallare blåvitt (kallt) ljus vartefter temperaturen ökar, uppfattas en ljuskälla allt kallare ju högre färgtemperatur den har. Typiska värden är 2 500–3 000 K för en varm ljuskälla och 4 000–5 000 K för en kall ljuskälla. En varm ljuskälla används ofta som mysbelysning medan en kall ljuskälla är bättre som arbets- och läsbelysning (eftersom den ger bättre kontrast).

## Icke-visuella aspekter

Det finns också forskare som studerar ljusets icke-visuella aspekter, det vill säga påverkan på människa (och djur) som inte direkt har med seendet att göra. Faktorer som ljusstyrka och exponeringstid, liksom ljusets sammansättning av olika våglängder (färger) är viktiga eftersom det påverkar kroppens hormonsystem på olika sätt. Särskilt viktig är påverkan av den blåa delen av spektrum eftersom det är detta som nollställer den biologiska klockan. Morgonens dagsljus eller ljuset från kalla ljuskällor är bra eftersom det hjälper oss att vakna, medan för mycket blått på ljus på kvällen tvärtom kan leda till oönskad rubbning av sömnen. Behovet av dagsljus och samspelet med installerad belysning betonas även av Arbetsmiljöverket<sup>84</sup>.

Arne Lowden vid Stressforskningsinstitutet<sup>85</sup> på Stockholms Universitet forskar mycket på dagsljusets och belysningens effekt på vår dygnsrytm. Ljuset uttrycks i hjärnan på många olika ställen, till exempel mellanhjärnan, och stresscentrum, och påverkar därmed sömn, dygnsrytm och humöret. Enligt Lowden rapporterar ungdomsgrupper mycket högre grad av psykisk ohälsa än vuxna. Han konstaterar att unga inte tål sömnstörningar och lätt får depressioner. Stressforskningsinstitutet undersöker också hur specifika grupper, t ex ungdomar, kan behandlas. Bland annat testas ljusbehandling på morgnar för att ”ställa tillbaka klockan”. Ljusforskningen vet också att en stor mängd ljus på dagen gör oss sömniga på kvällen. Återhämtningen och ljuskänsligheten är också individuell hos olika grupper. Lowden anser att det går att skriva recept på belysning som ger bättre vakenhet och bättre nattsömn. Han understryker dock att vi behöver mycket bättre studier för att öka kunskapen om sambandet mellan ljus och välbefinnande. Dessa behöver vara longitudinella, hålla på över lång tid, och mycket mer konsekvent arbeta med slumpmässiga urval och kontrollgrupper. Arne Lowden och Federico Favari (KTH) tog i december 2017 fram en sammanställning av kunskapsläget om ljus och hälsa för Folkhälsomyndigheten. Litteraturgenomgången belyser främst de hälsofrämjande effekterna av dagsljus i bebyggelsen.<sup>86</sup>

<sup>84</sup> <https://www.av.se/inomhusmiljo/ljus-och-belysning/>

<sup>85</sup> <https://www.stressforskning.su.se/>

<sup>86</sup> Ljus och hälsa – en kunskapssammanställning med fokus på dagsljusets betydelse i inomhusmiljö. Folkhälsomyndigheten, 2017, Rapport 03573-2017, <https://www.folkhalsomyndigheten.se/publicerat-material/publikationsarkiv/l/ljus-och-halsa/>

#### 6.1.4 Utmaningar med regleringar och vägledning

Lagkrav, standarder, projekteringsriktlinjer och byggnormer är mycket viktiga för att säkerställa att möjliga energibesparingar säkerställs genom att utveckling och spridning av effektiv och god belysning sker så snabbt som möjligt. Standarder, det vill säga definitioner, kategorisering av produkter samt testmetoder är grunden till lagstiftning (inklusive tillsyn) samt en effektiv handel på en internationell marknad.

##### Ekodesign- och energimärkningskrav

Som tidigare nämnts har ekodesign- och energimärkningskrav spelat en stor roll för att fasa ut gammal ineffektiv teknik och ersätta med ny och effektiv belysning. Eftersom särskilt minimikrav som ekodesign har så stor styrande effekt av utvecklingen av ny belysning är det mycket viktigt att ha god kännedom om tillgänglig teknik och dess prestanda för att kunna ställa rimliga krav. Rätt styrning, det vill säga rimliga krav, ser till att främja utvecklingen av både effektiv men även bra belysning. Balanserade krav ger även utrymme för innovation och differentiering av de nya lösningarna och innebär som bäst en sporre för industrin. Energimyndigheten har tagit fram egna tekniska underlag, med hjälp av myndighetens belysningslaboratorium, som används vid förhandlingsarbetet.

##### Standarder

Som nämndes i inledningen är standarder en grundbult på flera sätt och en strategisk fråga, men förbises ofta eftersom arbetet kräver kompetens och uthållighet. Arbetsgrupperna domineras också ofta av deltagare från industrin, vilket å ena sidan är nödvändigt eftersom de har bäst kunskap om teknikläget, men å andra sidan kan innebära att kopplingen till styrmedel inte är optimal. Det är därför en fördel om myndigheter också deltar med egna experter och/eller utpekade experter från till exempel akademien, för att ge en bättre balans. I bästa fall bidrar denna blandning av experter från näringsliv, akademi och myndigheter till standarder som fungerar på flera plan och syften samt för alla aktörer.

Enligt SIS, Swedish Standards Institute<sup>87</sup>, har många aktörer för dålig kunskap om standarder och rekommenderar alla myndigheter att ha en standardiseringsstrategi. Energimyndigheten och SIS samverkar om hur myndigheten ska kunna agera för att få ut standarder till marknaden.

##### Byggregler och energiprestanda

Boverkets byggregler ställer vissa grundläggande krav på ljus och rum, till exempel tillgången på dagsljus i olika typer av lokaler och bostäder, men belysningsel omfattas inte av byggreglernas energikrav. Belysningselen ingår inte heller i underlaget när byggnaders energiprestanda beräknas för energideklarationen, annat än den fasta belysningen, t ex i trapphus. Därför är incitamenten för energieffektiva lösningar svaga för beställare och fastighetsägare.

##### Upphandling och byggprocess

Även om den bästa teknik och obegränsade tillämpningar finns tillgängliga så är det inte alltid den tas till vara på bästa sätt när belysning ska upphandlas, installeras eller underhållas.

<sup>87</sup> SIS, Swedish Standards Institute, <https://www.sis.se/>

Både i upphandlings- och byggprocessen finns problem med kunskapsbrist och tidspress, vilket kan leda till bristfälliga och/eller tokiga upphandlingar och installationer. Även uppföljning och erfarenhetsöverföring brister ofta<sup>88</sup>. Belysningsbranschen har dock tagit fram material till sina medlemmar och upphandlare kring belysning i offentliga rum<sup>89</sup>.

I Sverige ansvarar Upphandlingsmyndigheten för att ta fram riktlinjer, upphandlingskriterier, mallar och verktyg för LCC-kalkyler<sup>90</sup>. Dessa utvecklas i samarbete med andra myndigheter och organisationer och belysningsbranschen konsulteras under processen. Dessa är främst avsedda för offentlig sektor men kan självfallet användas även av privata aktörer.

Det finns upphandlingskriterier för att underlätta vid upphandling av såväl inom – som utomhusbelysning. Upphandlingskriterierna för belysning finnas fria att använda eller ladda ner på upphandlingsmyndighetens hemsida<sup>91</sup>. När nya upphandlingskriterier utformas involveras experter från såväl näringsliv som offentlig sektor. Både Energimyndigheten och Belysningsbranschen har varit med i referensgrupper när belysningskriterier tagits fram och uppdaterats. Under tiden som Belysningsutmaningen pågått har inga större förändringar i kriterierna gjorts. Däremot har Sverige fått en förtydligad upphandlingslagstiftning i och med uppdateringen av LOU<sup>92</sup>. I den nya LOU ges större möjligheter att använda LCC som verktyg vid utvärdering och skrivningarna om möjligheten att ställa miljökrav vid upphandlingar har tydligare lyfts fram.

#### Arbetsmiljö

Kraven på arbetsmiljö vad gäller ljus och belysning styrs till stor del av en föreskrift från Arbetsmiljöverket<sup>93</sup>, *Arbetsplatsens utformning*, som gör ett förtydligande av *Arbetsmiljölagen: Paragraf 9–15 Skallkrav*, vilken fastslår att belysningen ska anpassas, bländning ska undvikas o s v. Även om det inte finns detaljerade regler för *hur* belysningen ska projekteras och installeras används standarderna för belysningsinstallationer som underlag vid en bedömning av arbetsmiljön, t ex vid tillsynsärenden.

#### Utmaningar för kommuner

I arbetet med Belysningsutmaningen har aktörer vid flertalet tillfällen nämnt att det vore bra om kommunerna kunde använda sina belysningsnät för andra tjänster, vilket idag inte är tillåtet. Energimyndigheten anser att det skulle underlätta för innovativa energieffektiva lösningar om kommunernas belysningsanläggningar kunde användas för andra tjänster som laddning av elfordon och eventuellt även för miljösensorer, trafikövervakning.

<sup>88</sup> Belysningsfrågor i byggprocessen Orsaker till brister och förslag till en förbättrad process Pertola, KTH Skolan för arkitektur och samhällsbyggnad (ABE), ISBN 978-91-85783-24-3

<sup>89</sup> Belysning i offentliga miljöer, ET 2012:33. Sidan besökt 22 december 2017. <http://belysningsbranschen.se/files/2013/01/Broschyr-Belysning-i-offentliga-miljoeer.pdf>

<sup>90</sup> <https://www.upphandlingsmyndigheten.se/omraden/lcc/lcc-kalkyler/>

<sup>91</sup> <http://www.upphandlingsmyndigheten.se/>

<sup>92</sup> <https://www.upphandlingsmyndigheten.se/upphandla/ny-lagstiftning/nya-lagarna---en-overblick/nya-lagen-om-offentlig-upphandling-nya-lou/>

<sup>93</sup> <https://www.av.se/>



Idag finns risk att kommuner och andra offentliga aktörer satsar på olika tekniker och lösningar, både för belysning och annat, eftersom det finns bristande samordning och varierande kunskap om hur tekniken fungerar och bör tillämpas. Det kan leda till svårigheter i samarbeten och kan bli onödigt dyrt. En lösning skulle kunna vara att svenska kommuner satsar mer på övergripande belysningsprogram, där finns goda exempel från Finland och Danmark<sup>94</sup>.

### 6.1.5 *Belysningens miljömässiga utmaningar*

Kortfattat kan belysningens miljömässiga utmaningar sammanfattas i följande punkter:

- Innehåll av sällsynta jordartsmetaller, aluminium och i vissa fall kvicksilver (lågenergilampor, lysrör och urladdningslampor) – utmaning både som tillgång och vid återvinning.
- I dagsläget finns många produkter med miljöfarliga metaller (t.ex. kvicksilver) installerade – utmaning vid utbyte och återvinning.
- Alltmer integrerade produkter – utmaning att byta lampa och vid återvinning.
- Mycket lång livslängd – mest bra, men till viss del innovationshämmande, ibland ”onödig”, svårtestad.
- Risk för retureffekt med onödig energianvändning – dels i jakten på mervärden, dels för att det blir så billigt och energieffektivt med ljus så att man kanske slösar.
- Risker med för mycket ljus – störningar på sömn, djurliv, onödig energianvändning.
- Risker med fel ljus – i iveren att få mervärden kan bländning, flimmer etc uppstå.
- Risk att utvecklingsländer inte får del av den senaste effektivaste tekniken – risk för onödig energianvändning, kvicksilver som inte tas om hand korrekt, onödiga investeringar som snabbt blir förlegade.

Belysningens elanvändning och koldioxidutsläpp

Belysningen i sig står för cirka 3 000 TWh/år, eller 15 %, av världens samlade energianvändning enligt en uppskattning från FN:s miljöprogram UNEP gjord 2016<sup>95</sup>. Då har inte de indirekta effekterna av uppkopplade produkter räknats in. Motsvarande CO<sub>2</sub>-utsläpp uppskattades samtidigt till 1.6 Gt/år.

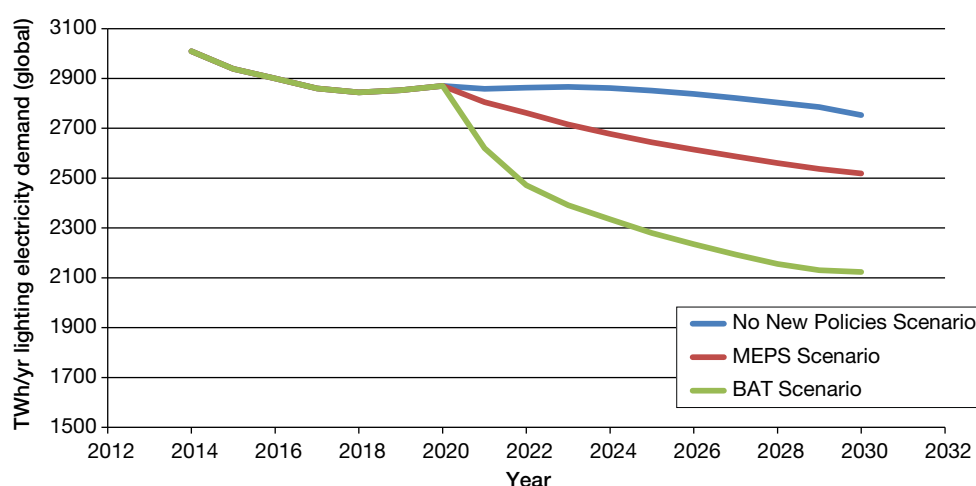
I Sverige skattas elanvändningen för belysning till ca 11 TWh 2016 (se kapitel 5), av den totala elanvändning som var 140 TWh vilket motsvarar ca 9 % av Sveriges totala elanvändning på 140 TWh<sup>96</sup>. CO<sub>2</sub>-utsläpp är svårare att ange då det beror på hur systemgränserna sätts. Inhemsk elproduktion från vatten- och kärnkraft har låga CO<sub>2</sub>-utsläpp jämfört med kolkraftsel.

<sup>94</sup> Underlagsrapport, LED-revolutionen – Utmaningar och möjligheter för Sverige, Borg&co 2018.

<sup>95</sup> UNEP. 2016. En.lighten: Efficient lighting for developing and emerging countries. Paris, France: United Nations Environment Programme. Besökt 7 december 2016. <http://www.enlighten-initiative.org/>

<sup>96</sup> 140 TWh är inklusive överförings- och produktionsförluster läs mer om elanvändning <http://www.energimyndigheten.se/nyhetsarkiv/2017/elproduktionen-2016-var-stabil-och-bjod-pa-fa-overraskningar/>

International Energy Agency uppskattade 2005<sup>97</sup> att elanvändningen för belysningsändamål skulle komma att dubblas i takt med att hela jordens befolkning skulle få tillgång till elektrisk belysning samt ökad användning av belysning i den utvecklade delen av världen. Lyckligtvis visar de nya prognoserna från UNEP att elanvändningen i absoluta tal istället antas minska, när LED-tekniken i stort sett ersätter all annan teknik (Figur 4)<sup>98</sup>. Men, nya uppkopplade lösningar, nya tjänster och ett ogenomtänkt och onödigt användande av belysning kan leda till att elanvändningen ökar igen, eller åtminstone inte minskar så mycket som egentligen är möjligt. Eventuella så kallade retureffekter måste därför bevakas noga. Figuren nedan illustrerar att belysningens elanvändning går ner men att skillnaden är mycket stor mellan att bara lita på teknisk utveckling eller att fortsätta ta fram effektiva styrmedel som utnyttjar hela den tekniska potentialen. International Energy Agency skriver i sin *Energy Efficiency Market Report 2016* att styrmedel för energieffektivisering (*energy efficiency policies*) har gjort så att energieffektiviseringstrenden i världen fortsatt trots mycket låga energipriser.<sup>99</sup>



Figur 9: Policy är avgörande. Belysningens elanvändning globalt. MEPS står för Minimum Energy Performance Standard och innebär energikrav, BAT står för Best Available Technology och innebär att bästa tillgängliga teknik används. Källa UNEP.

LED-tekniken är den teknik som på kort till mellanlång sikt helt tar över och vi gör därför här endast en kort enkel jämförelse mellan LED och konventionell teknik för att illustrera de stora miljövinster som uppnås med det skifte som pågår. Organiska lysdioder, OLED, är ännu en nischad teknik och laserdioder en utvecklad teknik.

Livscykelanalyser – kvicksilver, sällsynta jordartsmetaller och aluminium  
 Energianvändningen är generellt den dominerande faktorn i livscykelanalyser av energianvändande produkter, som belysning. Tidigare har miljöpåverkan vid använd-

<sup>97</sup> IEA:s rapport *Light's labours lost*, 2007.

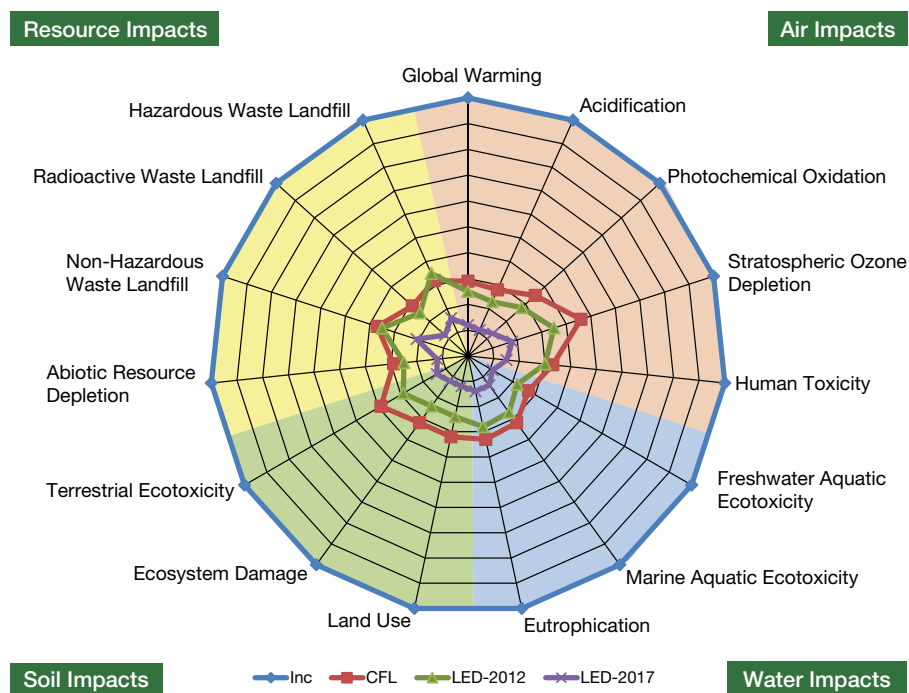
<sup>98</sup> Figur Michael Scholand, diagram framtaget till UNEP.

<sup>99</sup> IEA *Energy Efficiency Market Report 2016*, sid 14ff. [https://www.iea.org/eemr16/files/medium-term-energy-efficiency-2016\\_WEB.PDF](https://www.iea.org/eemr16/files/medium-term-energy-efficiency-2016_WEB.PDF)

ningen av ljuskällorna dominerat, varför elproduktionsmixen i respektive region fått ett stort genomslag. Men i takt med att ljuskällorna blir alltmer effektiva, får istället tillverkningen av ljuskällorna *relativt sett* en större betydelse och därmed elproduktionen i *tillverkande land* (ofta Kina, men analysen är komplex då komponenter är en global handelsvara). Kvicksilverinnehållet är ett stort problem med lysrörsteknik (inklusive lågenergilampor/CFL) men finns även i andra typer av urladdningslampor. LED-tekniken är helt kvicksilverfri. LED, liksom lysrör, innehåller dock sällsynta jordartsmetaller och utvinningen av dessa är ett stort miljöproblem. Sällsynta jordartsmetaller är också en geopolitiskt strategisk råvara och de finns ojämnt fördelade i världen. Återvinning och återanvändning av sällsynta jordartsmetaller är ännu dåligt utbyggd/obefintlig.

Livslängd och förhållandet mellan modulbaserade respektive integrerade LED-produkter diskuteras nedan. Klart är att effektiv återvinning av LED-produkter är ett område som behöver prioriteras. Förbättrade LED-produkter, och även helt nya typer, som använder färre och mindre mängd nyckelråvaror bör också ha hög prioritet.

International Energy Agencys program 4E SSL<sup>100</sup> (där Sverige leder arbetet) publicerade 2014 en livscykelanalys där bland annat lågenergilampor och LED-lampor jämfördes<sup>101</sup>. Rapporten var en metastudie baserad på tio olika studier. Bland annat jämfördes prestandan för konsumentprodukter från 2012 och därefter gjordes en prognos för 2017 (illustrerat i Figur 5).



Figur 10: LED i vinnarhålet. LCA-jämförelse mellan glödlampor, CFL och LED-lampor 2012

<sup>100</sup> 4E SSL är ett annex (Solid State Lighting) inom IEAs Technology Collaboration Programme on Energy Efficient End-use Equipment, <https://ssl.iea-4e.org/>

<sup>101</sup> Solid State Lighting Annex: Life Cycle Assessment of Solid State Lighting. Final Report, September 2017. [https://ssl.iea-4e.org/files/otherfiles/0000/0068/IEA\\_4E\\_SSL\\_Report\\_on\\_LCA.pdf](https://ssl.iea-4e.org/files/otherfiles/0000/0068/IEA_4E_SSL_Report_on_LCA.pdf)

och 2017 (prognos). IEA 4E Solid State Lighting Annex.

Som i all livscykelanalys beror jämförelsen på vilka förutsättningar som ges. Energi-användningen i användningsfasen dominerar och skillnaden mellan lågenergilampa (CFL) och LED-lampa i ljusutbyte var inte så stor 2012 och därmed var de två teknikerna relativt jämförbara, med ett litet övertag för LED-tekniken. Glödlampan var redan 2012 mycket sämre i ett livscykelperspektiv än både CFL och LED. Enligt prognosen för 2017 skulle dock LED-tekniken bli helt överlägsen ur miljösynpunkt. Den tekniska och prestandamässiga utvecklingen av LED har gått mycket snabbare än vad som antogs i rapporten, framförallt vad gäller ljusutbytet, och det är rimligt att anta att LED långt tidigare än 2017 blev den miljömässigt överlägsna tekniken.

I analysen 2012 var en av de stora negativa aspekterna hos LED-lampor den stora mängd aluminium som behövdes för att leda bort värme från elektroniken. Med ökande ljusutbyte – dvs allt mindre elektrisk effekt och därmed allt mindre värme i förhållande till ljusflödet – har behovet av metall för att kyla elektroniken minskat. I vissa så kallade *filament LED*-lampor (där lysdioderna monteras så de ser ut glödtrådar) har metallen helt försvunnit, och miljöbelastningen är idag följaktligen mycket mindre.

LED-lampor är kvicksilverfria, som nämnts ovan. Övriga ämnen i LED-lampor har samma negativa miljöeffekter som andra produkter som är tillverkade av plast, glas och elektronik. Sällsynta jordartsmetaller, som används i fosforskikten i LED-lamporna, måste återvinnas som elektronikskrot. På så vis kan metaller och annat få nytt liv i nya produkter, vilket är viktigt då brytning av sällsynta jordartsmetaller leder till stora miljökonsekvenser.

#### LEDs långa livslängd

En stor fråga idag är produkternas livslängd. LED-produkter har potentiellt mycket lång livslängd, vilket i huvudsak är en miljömässig fördel. I vissa fall kan det dock vara onödigt om de byts i förtid av andra skäl. LED-tekniken utvecklas dessutom fortfarande snabbt och då kan en alltför lång livslängd verka innovationshämmande. Olika segment kan därför ha lite olika krav på livslängd, vilket beskrivs nedan. Samtidigt kan en utveckling mot modulbaserade belysningslösningar göra det enklare att reparera eller uppgradera delar av till exempel en avancerad armatur, vilket kan kombinera en totalt sett ökad livslängd och minskad resursanvändning med utrymme för fortsatt innovation.

Med allt lägre energianvändning kommer en större andel av produkternas miljöbelastning under deras livscykel utgöras av material och energi i tillverkning och transporter. Det är generellt bra med produkter som har lång livslängd; på så sätt minskas den relativa miljöbelastningen vid tillverkning, transport och återvinning.

Frågan om livslängd är dock som nämnts inte okomplicerad. LED-produkter för hemmabruk uppges ibland ha en livslängd på 25 000 timmar. En genomsnittlig lampa i ett hem lyser mellan 1 000 och 2 000 timmar per år. Vid 1 000 timmar skulle alltså lampan hålla i 25 år. Det är stor risk att lampan kastas ut innan den tjänat ut för att ersättas av en bättre och mer avancerad produkt, vilket kan vara bättre ur miljösynpunkt om den erbjuder dimring eller nätverksuppkoppling. Om samma lampa å andra sidan används för utomhusbruk alla dygnets mörka timmar kommer den att användas mellan 4 000 och 5 000 timmar per år, och då bara hålla i ungefär fem år. Om lampan hinner tjäna ut är den långa livslängden här mycket attraktiv ut miljösynpunkt.

När det gäller LED-armaturer för vägar blir det självklart viktigt med lång livslängd, inte bara av miljöskäl. Att byta en armatur på Essingeleden i Stockholm kräver enligt Trafikverket avstängning, god planering och insats av 7–8 bilar med en timkostnad på 1 000 kr styck.

Risken att en armatur byts ut i förtid är stor i en kontors- eller butiksinstallation. En ny hyresgäst vill kanske ändra koncept eller bygga om och passar då gärna på att byta ut all belysning. Utvecklingen av ergonomiska produkter som också kan användas för att påverka välbefinnandet och dygnsrytmen förväntas gå snabbt. Det är troligt att många kommer att vilja uppgradera till nya produkter när dessa finns tillgängliga, särskilt om det finns data som stödjer stora positiva mervärden av bytet. ”Dynamiska” system är en belysningstrend som förväntas öka, till exempel så kallad ”tunable white”, som innebär att ett system som använder vitt ljus i olika färgtemperaturer för att skapa ett varierat ljus i tex en vårdlokal.

Den långa livslängden hos LED-produkter har gjort att belysningsindustrin globalt uppges frukta en mättad marknad och minskad försäljning inom en snar framtid. Detta riskerar att hämma innovation och teknisk utveckling, vilket vore dåligt för miljön med tanke på de stora effektivitetsvinster som fortfarande finns att hämta.

Integrerade produkter eller modulbaserade system

Frågan om helt integrerade eller modulbaserade produkter har, förutom miljöpåverkan, också stor relevans för garantier och ansvarsförhållanden. Med konventionell teknik kunde en lampa som gått sönder bytas ut och det fanns relativt få typer av lampor att välja mellan. Ett fallerat driftdon kanske kunde bytas, men krävde i regel elektriker. Ansvarsfrågan var också komplicerad om ett don gick sönder.

Det finns bekymmer med integrerade armaturer. Med en LED-armatur där alla delar är fullt integrerade i en sluten produkt uppstår bekymmer om produkten slutar fungera. Hur lång är garantin? Ska hela produkten bytas? Och vem betalar för att montera ner den? Ur miljösynpunkt är det förstås dåligt om en fallerad komponent medför att alla komponenter kastas, vilket i regel är fallet. En integrerad produkt som går sönder byts i regel ut helt och hållet. Integrerade produkter kan däremot vara bra om tillverkaren verkligen kan garantera att alla komponenter håller under lång tid.

Modulbaserade produkter är en lovande väg framåt. Det är oklart hur många som erbjuder verkligt modulbaserade system. Svenska Auralight uppger att driftdon och LED-modul(er) i deras armaturer går att byta utan elbehörighet. Detta gör det också möjligt att uppgradera armaturen utan att behöva byta ut hela produkten. Det går dock inte att komma ifrån att en uppgradering ändå innebär att fungerande delar sannolikt kommer att kasseras innan de tjänat ut.

Det internationella konsortiet *Zhaga* utvecklar öppna standarder för ett stort antal LED-modulers så kallade formfaktor och andra nyckelegenskaper<sup>102</sup>. Oberoende av tillverkare ska en komponent kunna gå att installera till exempel i en armatur. Zhaga specificerar inte funktion eller prestanda, bara hur de olika delarna fysiskt, eltekniskt och även kommunikationsmässigt kan fogas samman. Det är naturligtvis mycket bra ur miljösynpunkt.

---

<sup>102</sup> <http://www.zhagastandard.org>

## Retureffekter – rebound

Så kallade retureffekter (rebound) framhålls ofta i samband med LED-tekniken. Tekniken gör det så billigt att använda belysning att det finns en risk att mer än nödvändigt används. Den stora förbättringen i energieffektivitet kan då delvis ”ätas upp” och elanvändningen minska mindre än vi kan anta med ledning av den förbättrade energieffektiviteten. Redan idag används mycket belysning, i lumentimmar, men den stora farhågan är om det kommer öka betydligt med mer uppkopplad belysning framöver, där själva uppkopplingen kan dra mer än ljuskällan.

Forskarna Ted Nordhaus and Michael Shellenberger vid *The Breakthrough Institute* hänvisar till den så kallade *Jevons paradox* och hävdar till och med att elanvändningen kommer att *öka* med LED. De hänvisar till historiska trender där varje generation teknik blivit allt mer energieffektiv, men att vi samtidigt växlat in besparingarna mot ökad konsumtion av belysningstjänster.<sup>103</sup> Jevons paradox formulerades 1885 där Jevons noterade att befolkningen i England använde allt mer kol ju effektivare förbränningen blev.

Hittills verkar dock elanvändningen för belysningsändamål ha gått ner drastiskt (se kapitel 5.2.3), vilket troligtvis beror på att LED-tekniken är så pass mycket mer effektiv än äldre teknik att det är svårt att motverka minskningen med att använda mer. Det finns dock en risk att elanvändningen kommer att gå upp ju fler tjänster och mervärden som erbjuds. Styr- och reglerteknik samt normer (både regleringar och sociala normer) för hur och när ljus används kommer att bli avgörande. Styrmedel och metoder som hanterar och värderar belysningens mervärden kommer att vara avgörande för att maximera nyttan med minimerad energianvändningen.

## Ljusnedsmutsning och störande ljus

Ljus som sprids där det inte gör nytta är per definition en ineffektiv användning. Begreppet ”light pollution” kan beskrivas som utsläpp – alltså ljusnedsmutsning – av ljus där det inte är önskvärt eller där ljuset inte gör någon nytta. Den vanligaste referensen är ljus som strålar upp i atmosfären, antingen direkt från armaturerna eller genom reflektion från vägbanor, fasader med mera.

En ny satellitstudie visar att ljusnedsmutsningen ökar i världen<sup>104</sup>. Allt fler utomhusytor som inte var belysta är nu belysta och allt mer ljus strålar ut i atmosfären. Jordens belysta områden ökar med cirka två procent per år och även intensiteten i utstrålningen ökar med cirka två procent per år. Retureffekten är en av orsakerna till ljusnedsmutsning.

Djurlivet störs ju mer belysningen byggs ut. Detta gäller såväl nattaktiva djur som djur som behöver vila på natten. Det allt blåare ljuset från LED-teknik förvärrar problemet och allt fler belysta ytor flyttar problemet närmare naturen. Trafikverket har detta som ett prioriterat område. Möjliga motåtgärder är god armaturdesign (väl avbländade armaturer), kontroll över driftstiderna (neddimrat eller släckt när ljuset inte behövs) och en kritisk analys av behov.

<sup>103</sup> Artikel i Treehugger, besökt 22 december 2017: <https://www.treehugger.com/sustainable-product-design/jevons-paradox-and-energy-efficiency.html>

<sup>104</sup> Underlagsrapport, LED-revolutionen – Utmaningar och möjligheter för Sverige, Borg&co 2018.

Problemet gäller även människan. Allt mer ljus i städerna från skyltar, parker, gångbanor, fasader, gator och inte minst i starkt upplysta gallerior påverkar sannolikt dygnsrytmen hos många individer. Det finns även problem med bländning, flimmer etc., se vidare i kapitel 6.1.3.

### Internationella miljöutmaningar

I ett internationellt perspektiv är det inte bara intressant att effektivisera belysningen, utan också att införa den. I exempelvis Afrika finns det många människor som inte har tillgång till varken el eller belysning och därför är syftet på den globala satsningen ”Global Lighting Challenge” att sprida 10 miljarder effektiva ljuskällor. I detta ligger flera utmaningar. Rimligen ökar energianvändningen om man inför belysning i områden som tidigare inte haft belysning. Det finns också en överhängande risk att systemet inte byggs optimalt direkt, exempelvis att man installerar lågenergilampor istället för LED, missar närvarostyrning etc. Här skulle länder som exempelvis Sverige kunna göra stor skillnad, både ekonomiskt och miljömässigt, genom att se till att den energieffektivaste LED-belysningen installeras, möjligen med viss styrning också. I de områden i fattigare länder där lågenergilampor redan hunnit installeras (eller installeras nu) finns en stor miljöutmaning i att på ett bra sätt ta hand om kvicksilvret i uttjänta eller utbytta lågenergilampor, då detta är mycket giftigt. All belysning innehåller elektronik som behöver tas om hand på lämpliga sätt när den är uttjänt, så denna miljöutmaning finns även till viss del för LED.

## 6.2 Belysningsteknikens samhällsrelaterade nyttor

Elektrisk belysning över huvud taget ger förstås en mängd nyttor för samhället, vilka Sverige åtnjutit sedan glödlampan kom i slutet på 1800-talet (se vidare kapitel 6.1.1 och Bilaga 2). Globalt finns dessa nyttor fortfarande att vinna på vissa håll.

Effektivare belysning ger liksom effektivare energianvändning i allmänhet olika nyttor eller mervärden så som möjligheten till minskade energikostnader och minskad miljöpåverkan. Historiskt sett har införandet av lysrörsbelysning inneburit en stor energibesparing men också minskade underhållskostnader, eftersom lysrör har relativt sett lång livslängd.

Här fokuserar vi vidare främst på de nyttor och mervärden som nu är möjliga, i Sverige och motsvarande länder, i och med införandet av LED. LED innebär förstås också ytterligare energibesparing och minskade underhållskostnader. Dessutom skapas mervärden för användarna i stort sett i varje tillämpningsområde där LED-tekniken gör sitt intåg kombinerat med styrning och digitalisering, och en sammanställning av dessa mervärden presenteras nedan i Tabell 11. Även om det är relativt enkelt att kvalitativt beskriva olika mervärden, har vi än så länge begränsad kunskap för att kunna kvantifiera och värdera de flesta mervärdena, både för den enskilda aktören och för samhället som helhet. Ett viktigt steg togs dock i och med Internationella Energimyndigheten IEA:s rapport om mervärden ”The Multiple Benefits of Energy Efficiency”<sup>105</sup>, som ger överblick och förslag kring mervärden. Enligt rapporten kan

<sup>105</sup> OECD/IEA, Capturing the Multiple Benefits of Energy Efficiency, sid 22. Webbplatsen besökt 22 december 2017 (2015 edition). [http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Capturing\\_the\\_Multiple\\_Benefits\\_of\\_Energy\\_Efficiency.pdf](http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Capturing_the_Multiple_Benefits_of_Energy_Efficiency.pdf)

värdet av produktivetsförbättringar och driftoptimeringar i industrin kan vara upp till 2,5 gånger (250 %) större än värdet av energibesparingarna.

Mervärden av energieffektivisering är ett prioriterat ämne för Energimyndigheten. På myndighetens webbplats finns ett verktyg för att visualisera mervärden från energieffektivisering i offentlig sektor<sup>106</sup>. Verktyget baseras på den modell som tagits fram av International Energy Agency, IEA.

Även när vi kan mäta vissa effekter som t ex upplevd vakenhet eller tillfredsställelse med den fysiska arbetsmiljön, är det inte givet att kan sätta ett ekonomiskt värde på dessa mervärdens roll i en investeringskalkyl. Det är inte heller lätt att koppla dessa just till belysningsåtgärder. Det är ändå viktigt att identifiera hur olika mervärden uppstår för olika grupper och i vilken omfattning för att hjälpa den som ska fatta ett investeringsbeslut att ta hänsyn till så många faktorer som möjligt.

### **6.2.1 Översikt över mervärden kopplande till ny belysningsteknik**

I detta kapitel och i Tabell 11 ges en översikt över mervärden/nyttor av god belysning. Ljusets påverkan på människor, djur och växter diskuteras sedan vidare i kapitel 6.2.2 och 6.2.3 och att mervärdesfokus kan leda till ökad energianvändningen diskuteras kort i 6.2.4.

Med utgångspunkt i IEAs modell, intervjusvar och expertkommentarer redovisas i Tabell 11 en översikt över möjliga mervärden av ny belysningsteknik och förbättrade ljusmiljöer med dagsljus för slutanvändarna och för samhället. Se vidare underlagsrapport Borg&co, 2018. Tabellen visar också hinder för att dessa mervärden ska kunna förverkligas. Utöver det som nämns i tabellen tillkommer samhälleliga mervärden från *minskad elanvändning som ökad energisäkerhet, förbättrad luftkvalitet och minskad klimatpåverkan*, samt *driftsekonomiska mervärden av LED-belysning, som minskade underhållskostnader*. Dessutom kan mervärden skapas i leverantörs- och återvinningsleden; *möjlighet till mer kundanpassad produktion, minskat transportbehov genom längre livslängd och mindre volymkrävande produkter. Kvicksilverfria produkter med längre livslängd ger sannolikt minskade återvinningskostnader*.

---

<sup>106</sup> Mervärden av energieffektivisering i offentlig sektor <http://www.energimyndigheten.se/energieffektivisering/foretag-och-organisationer/verktyg-for-att-visa-mervarden-av-energieffektivisering/> Sidan besökt 2018-01-07.



Tabell 11: Specifika mervärden hos slutanvändare av ny belysningsteknik, LED.  
(Samhälleliga mervärden från energibesparing räknas ej in. Ej heller rent driftsekonomiska aspekter som kommer av LED-produkters längre livslängd.)

Sektor	Möjliga mervärden	Hinder/osäkerheter
Industri/ tillverkning	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Ökad produktionskvalitet</li> <li>▶ Ökad produktivitet</li> <li>▶ Nöjdare anställda, minskat antal sjukdagar</li> <li>▶ Minskade skador och belastning på anställda</li> <li>▶ Förbättring av varumärke (branding)</li> <li>▶ Kontroll över anläggningen</li> <li>▶ Möjligt installera stora anläggningar och styra trådlöst, gammal elinstallation kan utnyttjas</li> <li>▶ Möjlighet att samköra belysningssystem med värme- och ventilationssystem för optimal drift</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Varierande kvalitet på LED, osäkerhet om LED-livslängd (dyrt att byta i industrihallar m.m.)</li> <li>▶ Bländning</li> <li>▶ Ökad kapacitet (design, installation) krävs</li> <li>▶ Osäkert kunskapsläge</li> </ul>
Kontor	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Bättre prestanda hos anställda, nöjdare anställda</li> <li>▶ Minskad antal sjukdagar</li> <li>▶ Minskade belastningsskador av bländning (om rätt planerat)</li> <li>▶ Förbättring av varumärke (branding) i vissa fall</li> <li>▶ Möjlighet att samköra belysningssystem med värme- och ventilationssystem för optimal drift</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ För få studier – flera randomiserade/ longitudinella studier med flera inblandade krävs</li> <li>▶ Ökad kapacitet (design, installation) krävs</li> <li>▶ Bländning</li> <li>▶ Osäkert kunskapsläge</li> </ul>
Köpcentrum, handel	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Bättre färgåtergivning</li> <li>▶ Mer attraktiv belysning</li> <li>▶ Ökad försäljning (kunskaperna här är rätt goda om vad som ökar försäljning – se dock till höger om bristande kunskap om effekter på personal).</li> <li>▶ Möjligen: Bättre ljusmiljö för anställda med minskad sjukfrånvaro</li> <li>▶ LiFi kan användas i lokala nätverk för att tillhandahålla information om varorna eller guida runt i butiken</li> <li>▶ Möjlighet att samköra belysningssystem med värme- och ventilationssystem för optimal drift</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ För få studier kring effekter på personal (flera randomiserade/ longitudinella studier med flera inblandade krävs) men relativt goda kunskaper om vad som ökar försäljning</li> <li>▶ Varierande kvalitet på LED, osäkerhet om LED-livslängd (dyrt att byta m.m.)</li> <li>▶ Ökad kapacitet (design, installation) krävs</li> </ul>
Skolor & daghem	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Ökad prestationsförmåga (läxor, tentor, vakenhet)</li> <li>▶ Minskade belastningsskador (om rätt planerat)</li> <li>▶ Möjlighet att samköra belysningssystem med värme- och ventilationssystem för optimal drift</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ För få studier – flera randomiserade/ longitudinella studier med flera inblandade krävs</li> <li>▶ Utbildning krävs om varför vitare ljus är viktigt</li> <li>▶ Ökad kapacitet (design, installation) krävs</li> <li>▶ Osäkert kunskapsläge</li> </ul>

Sektor	Möjliga mervärden	Hinder/osäkerheter
Utomhusbelysning (gatu-, järnväg, cykelväg)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Central kontroll: styrning, dimring, anläggningsregister</li> <li>▶ Ljusstolpar som kommunikationsplattform och plattform för andra tjänster.</li> <li>▶ Ökad trygghet, säkerhet</li> <li>▶ Bättre synergonomi (läsbara skyltar m.m.)</li> <li>▶ Säkrare trafikmiljö</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Varierande produktkvalitet, osäkerhet om LED-livslängd (dyrt att byta, svårt att komma åt)</li> <li>▶ Bländning (cykelvägar)</li> <li>▶ Tydligare specifikationer och upphandlingsträning krävs (lätt att välja fel)</li> <li>▶ Svaga aktörer (små kommuner utan kompetens och investeringsbudgetar), svårt att få små kommuner delta i större projekt med många aktörer</li> <li>▶ Tidigare fanns inte tillräckligt ljusstarka armaturer men detta är nu löst.</li> <li>▶ Elkoncessioner hindrar satsning på lyktstolpar som plattformar</li> </ul>
Hembelysning	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Bättre ljusmiljö, större möjlighet att styra ljuset</li> <li>▶ Hopkoppling med annan hemautomation</li> <li>▶ Möjlighet att koppla till larm och andra tjänster.</li> <li>▶ Bättre färgåtergivning</li> <li>▶ Möjlighet att få rätt ljus vid rätt tillfälle = bättre synk med sin cerkadiska rytm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Integritetsfrågor</li> <li>▶ Osäker kompatibilitet med olika system och leverantörers produkter</li> </ul>
Djurhållning	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Hälsosam (eller åtminstone produktionsoptimerad) ljusmiljö anpassad för varje djurart</li> <li>▶ Förbättrad djurvälstånd</li> <li>▶ Ökad produktion (fjäderfä, mjölkkor, svin)</li> <li>▶ Lättare skötsel (fjäderfä, svin)</li> <li>▶ Möjlighet att samköra belysningsystem med värme- och ventilationssystem för optimal drift</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Kunskapsluckor om hur djur uppfattar sin omgivning</li> <li>▶ Påverkas av ljusintensitet? (nötkreatur)</li> <li>▶ Optimal spektralfördelning? (gris); optimal ljusmiljö? (häst)</li> </ul>
Hortikulturell (växthus)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Ökad växtpotential och skörd</li> <li>▶ Jämnare växtkvalitet</li> <li>▶ Optimal ljusmiljö anpassad för varje art/typ av gröda</li> <li>▶ Möjlighet att samköra belysningsystem med värme- och ventilationssystem för optimal drift</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Varierande produktkvalitet, osäkerhet om LED-livslängd</li> <li>▶ Minskad överskottsvärme från belysning (växthus, gäller kalla klimat)</li> <li>▶ Osäkert kunskapsläge</li> </ul>

## 6.2.2 Ljusets nytta för människor

Människan, liksom alla biologiska varelser, har anpassat sig till ljusvariationerna mellan dag och natt. Redan på 1920-talet fanns en vetenskaplig förståelse för att ljuset påverkade hormonbalansen och vår sömn och vakenhet. Upptäckter under 2000-talet har dock öppnat för en ny och mycket djupare förståelse av de bakomliggande mekanismerna. Upptäckterna är framförallt förknippade med den tredje fotoreceptorn i ögat (förutom tappar och stavar) och dess kopplingar till hormonproduktion<sup>107, 108</sup>. 2017 års nobelpris i medicin belönade vidare upptäckter som visar hur ljus påverkar den cirkadiska rytmen ända ner på cellnivå<sup>109</sup>.

<sup>107</sup> [https://en.wikipedia.org/wiki/Intrinsically\\_photosensitive\\_retinal\\_ganglion\\_cells](https://en.wikipedia.org/wiki/Intrinsically_photosensitive_retinal_ganglion_cells)

<sup>108</sup> [https://en.wikipedia.org/wiki/Photoreceptor\\_cell](https://en.wikipedia.org/wiki/Photoreceptor_cell)

<sup>109</sup> <https://www.svt.se/nyheter/vetenskap/de-far-nobelpriset-i-medicin>

En av de starkaste trenderna, globalt och i Sverige, gäller ljus och hälsa. Globalt har belysningsindustrin lanserat konceptet ”Human Centric Lighting”. Detta är tänkt att förstås som en ”människovänlig” belysning som fokuserar på mänskliga behov, men är säkerligen också sprunget ur ett behov att försöka ta tillbaka privilegiet att formulera vad som är bra belysning och rimliga prestandanivåer. Flera bedömare tolkar det till och med som en reaktion på samhällets hårdnande energikrav i kombination med pressade marginaler.

Det finns många aspekter av ljus och välbefinnande, och man kan dela in i ”se bra” och ”må bra”. I strävan att erbjuda möjligheter att påverka vårt välmående genom ljusets icke-visuella aspekter glöms ibland de *visuella* aspekterna av belysning bort. Exempelvis tenderar problem med bländning att öka ju mer ljusstarka dioderna blir. Samtidigt har många nya aktörer med liten kunskap om belysning kommit in på marknaden.

Även om arbetsmiljöföreskrifterna säger att all belysning ska vara individuellt anpassad, så är det i praktiken svårt att åstadkomma och en kort person, oftare kvinnor på arbetsplatser, riskerar att lättare utsättas för bländning. Individuellt anpassad belysning, som tar hänsyn till både ergonomiska/visuella och icke-visuella faktorer som dynamiskt spektrum, är viktigt. Samtidigt ifrågasätter vissa nyttan av att driva den individuella anpassningen för långt.

Se även kapitel 6.1.3 om funktionella utmaningar med belysning, som potentiellt kan vändas till nyttor.

### **6.2.3 Ljusets nytta inom djurhållning och växtodling**

LED-belysning har fått ökad uppmärksamhet inom djurhållning och växthusodling. Det har visat sig att LED-teknikens möjlighet att anpassa intensitet och spektrum till olika djurslag och växtarters behov kan öka produktiviteten. Det handlar alltså om något vidare än att bara byta ut högtrycksnatriumlampor eller metallhalogenlampor mot en mer effektiv ljuskälla som håller längre. Det är i själva ljuskvaliteten och styrbarheten som det stora värdet finns.

Mjölproduktionen ökade med 6 % på en bondgård som installerade LED-belysning, enligt en studie av Oklahoma State University. Inom hönsreier används LED med olika spektrala egenskaper för att åstadkomma olika resultat under fåglarnas livscykel. Specifika färger har konstaterats påskynda tillväxten hos ungfåglar, öka äggproduktionen, minska kannibalism hos broilers, göra fåglarna ”mindre rörliga” eller öka deras sexuella aktivitet<sup>110</sup>.

Andra studier har visat hur rätt anpassat, artspecifikt ljus kan öka produktionen i grisfarmer och fiskodlingar.<sup>111, 112</sup>

<sup>110</sup> (<http://www.ledsmagazine.com/articles/print/volume-11/issue-5/features/agriculture/properties-of-led-light-can-boost-poultry-production-and-profits.html>)

<sup>111</sup> <http://biolumenlighting.solutions/about-us/>, <https://pork.ahdb.org.uk/media/73434/breakout-3-application-of-biologically-relevant-lighting-in-animal-husbandry-paul-west.pdf>

<sup>112</sup> ([https://energy.gov/sites/prod/files/2016/06/f32/ssl\\_animalresponse\\_jun2016.pdf](https://energy.gov/sites/prod/files/2016/06/f32/ssl_animalresponse_jun2016.pdf))

LED-tekniken är mycket intressant för växthusodling, särskilt i en tid då växthus i städer diskuteras på allvar, växthus som ofta helt saknar tillgång till solljus. I områden på högre breddgrader har tillsatsbelysning använts mycket länge, och här börjar LED också att slå igenom. Omsättningen från denna marknad beräknades till 3 miljarder dollar (USD) 2016 och förväntas öka till 7 miljarder dollar 2022<sup>113</sup>. Den riktigt stora marknaden för växthusbelysning anses vara Europa, främst Nederländernas grönsaks- och blomsterodlingar i växthus.

På samma sätt som med djurhållningen är det möjligheten att skräddarsy spektrumet som lockar. Möjligheten till uppkoppling är också en viktig aspekt, där armaturerna kan förses med sensorer som följer växternas tillväxt och där ljusdosen kan anpassas. Vidare kan LED-armaturer placeras närmare växterna eftersom de inte avger så mycket värme. Lång livslängd är också viktigt, men lägre energikostnader och längre livslängd anses inte vara de främsta drivkrafterna. Det är snarare mervärdet i form av högre produktivitet som kan göra investeringen mycket intressant.

#### **6.2.4 Mervärden i eventuell konflikt med energibesparingar**

IEA har alltså visat den ekonomiska nyttan av mervärdena sammantaget ofta överstiger det ekonomiska värdet av minskad energianvändning. Detta gäller sannolikt även för enskilda investeringar i belysningssektorn.

Samtidigt finns en risk att, om ett ensidigt fokus hamnar på mervärden, så optimeras inte energianvändningen. I sådana fall bör mervärdena värderas mot en eventuell ökning i energianvändning. Det finns risk för en viss retureffekt (rebound, se vidare kapitel 6.1.5). I princip kan man tänka sig att i takt med att nya möjligheter med effektiv och smart LED-baserad belysning ökar, så ökar även elanvändningen. För närvarande är det inte vad man observerar, utan snarare en frikoppling: antal lumentimmar ökar medan antal kilowattimmar minskar. Men det kan ändras igen, om t ex allt mer uppkopplad belysning breder ut sig. Exempelvis, om det ekonomiska värdet av dagsljusliknande miljöer visar sig vara mycket stort för arbetsgivare och fastighetsförvaltare är det lätt att ”ta i lite extra” för att säkerställa effekten. Följden blir ljusare miljöer än nödvändigt och därmed högre energianvändning än motiverat för att uppnå den önskade nyttan.

Styrningen av LED-tekniken kommer att vara avgörande för att säkerställa att inte mer energi än nödvändigt används. Standarder, projekteringsriktlinjer och byggnormer är mycket viktiga för att säkerställa minskad energianvändning.

### **6.3 Svenska styrkor inom forskning och innovation**

I Sverige finns god belysningsutbildning. Det finns intresse och kompetens inom material- och teknisk forskning, som även utan inhemsk tillverkning av LED, är en strategisk tillgång. I Sverige finns också ett väl grundat fokus på energibesparing och systemtänkande, samt på mervärden som t ex hälsoeffekter. Dessa områden har god utvecklingspotential. Det finns även en god potential för planering och design – kan Sverige bli världsledande?

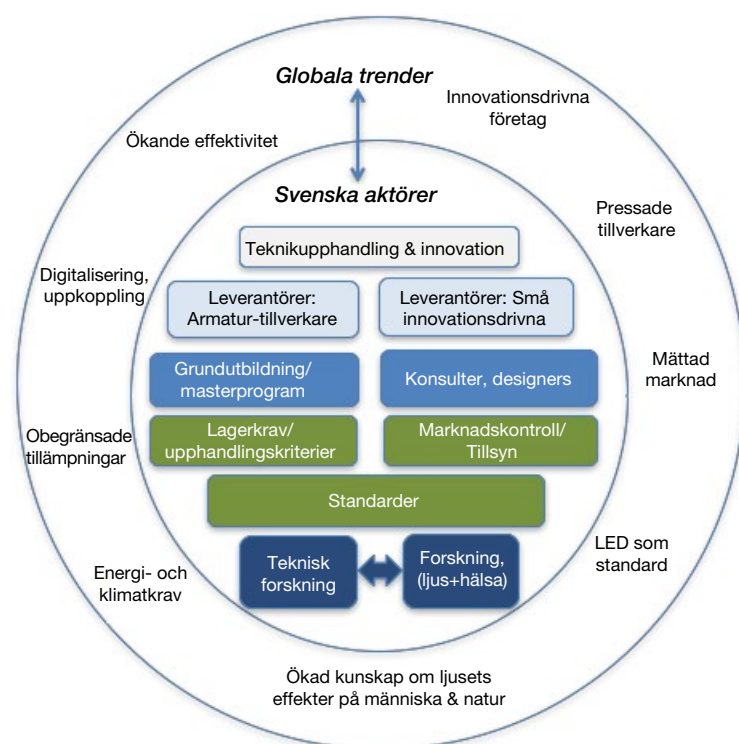
---

<sup>113</sup> Underlagsrapport, LED-revolutionen – Utmaningar och möjligheter för Sverige, Borg&co 2018.

I Sverige finns alla möjligheter att skapa en hemmamarknad för utveckling och tillämpning av innovativa kvalitetsprodukter. 90-talets utveckling med HF-don och programkrav för olika typer av miljöer ledde till att Sverige blev ledande på tillämpning av ergonomisk och god belysning. Vissa anser att detta skulle kunna upprepas med den nya LED-tekniken.

I Sverige finns även potential för utveckling och tillämpning av innovativa kvalitetsprodukter. Sverige är aktiva i flera internationella samarbeten kring belysning, vilket ger gott kunskapsutbyte.

God kompetens och gott företagsklimat (företagsstruktur) har givit skickliga och innovativa företag. Det finns också en god samverkan mellan aktörer och en samordning av resurser att bygga vidare på. Figur 11 visar hur svenska aktörer samverkar och är beroende av varandra samt hur Sverige och dess aktörer förhåller sig till omvärlden.



Figur 11: Svenska aktörers samverkan och påverkan från omvärlden och dess trender.

Teknisk forskning i gränslandet mellan teknik och biologi

Under några år fanns ett svenskt nätverk för belysningsforskning kallat CEEBEL<sup>114</sup>, finansierat av Energimyndigheten. När Energimyndigheten hösten 2017 utlyste forskningsmedel för belysning (inom EELYS) inkom ansökningar motsvarande 97 mkr för en total anslagsvolym om 15 mkr. En stor del (20 mkr) av ansökningarna gällde materialforskning, och speglar kanske det faktum att många svenska forskningsinstitutioner är starka på materialforskning. Energimyndigheten är inte den enda anslagsgivarens som stödjer belysnings- och ljusforskning i Sverige.

<sup>114</sup> Centrum för energieffektiv belysning, <http://ceebel.se/>

Flera av de innovations- och forskningsdrivna företag som beskrivs nedan har sina rötter i avancerad forskning kring material kombinerat med forskning om biologiska och psykologiska faktorer. Exempel på svenska institutioner som sysslar med material- och teknisk forskning är Nanolab i Lund och RISE, Research Institutes of Sweden. Lund är ett mycket bra exempel på starka kluster, där grundforskning på nanonivå kombineras med tillämpad miljöpsykologisk- och biologisk forskning inom ett ljusforskningsinitiativ i Lund. RISE är ett forskningsinstitut som också sysslar med materialforskning men också med mer tillämpad teknisk forskning. Bland annat studeras hur belysning samverkar med byggnaders energisystem. RISE har god kapacitet för att testa belysningsprodukter och bidrar även till utvecklingen av nya system och produkter.

## Utbildning

Belysningsutbildningen i Jönköping och en magisterutbildning i Lund respektive Stockholm gör att Sverige har stark kompetensförsörjning jämfört med andra länder. Dock saknas dock långsiktig finansiering för vissa av utbildningarna och Sverige har för få professurer. Vidare behövs mer utbildning inom systemintegration och programmering, samt vidareutbildning för yrkesaktiva.

Ljushögskolan i Jönköping har utbildat studenter sedan tidigt 2000-tal. Sedan 2016 är utbildningen treårig och målet är att utexaminera 40 studenter om året (utbildningen är populär och har få avhopp så målet är nära att uppnås). Sedan 2016 finns också en professor i belysning i Jönköping och på ingenjörsprogrammet som helhet finns 40 doktorander, varav fyra arbetar med belysning.

På Arkitekturskolan KTH i Stockholm finns en ettårig magisterutbildning i arkitektonisk belysning. År 2017 gjordes en nystart samtidigt som utbildningen fysiskt och organisatorisk flyttade in på Arkitektur. Sedan 2006 har över 300 studenter genomgått magisterprogrammet och 2017/18 går 33 studenter på programmet. Företrädare för arkitekturskolan påpekar att resurserna trots allt är mycket begränsade jämfört med andra utbildningar och program, t ex inom Ljud och Bild. Det finns inte heller utrymme att utbilda inom programmering och styrning, något som blir allt viktigare med digitaliseringen. Finansieringen är osäker då magisterutbildningen är finansierad med bidrag från stiftelser och liknande externa medel.

Vidareutbildningen för yrkesaktiva är svag och pekas av aktörer ut som ett angeläget område att förbättra. Utvecklingen går extremt snabbt och den som idag är yrkesaktiv behöver ständigt ha möjlighet att lära sig mer. Idag finns ytterst få möjligheter till vidareutbildning. Förutsättningarna finns dock eftersom intresset finns hos avnämarna och kompetenta lärare finns att tillgå.

## Starkt fokus på energieffektivisering och mervärden

Det svenska fokuset på energieffektivisering, med stöd av Energimyndigheten, är en styrka, särskilt som den traditionellt kopplats till mervärden som god ergonomi och hälsa. I detta sammanhang kan nämnas 90-talets teknikupphandlingar av bland annat HF-don. Teknikupphandlingarna var dock inte en isolerad företeelse, utan programmen var brett fokuserade på mervärden. Marknadsföring och stöd till HF-don kopplades till flimmerforskning och programkrav för olika tillämpningar (kontor, skolor, industri, med mera). Vidare kopplades belysningsarbetet till arbetet med monitorer (som bland

annat drevs av TCO) och ett mer holistiskt ergonomiskt perspektiv där många grupper kände sig som vinnare. Denna kombination av mervärden och energibesparingar lever vidare i Energimyndighetens arbete.

#### Innovation och teknikupphandling

En innovations/teknikupphandling är en upphandlingsform där man vänder sig till marknaden med ett problem som behöver lösas eller där befintliga produkter inte är tillräckliga för att tillgodose behovet.

#### Internationellt samarbete inom forskning och utveckling

Det internationella samarbetet är viktigt. Energimyndigheten har under många år samarbetat med Lighting Research Center, LRC<sup>115</sup>, i Troy, NY, i USA i ett partnerskap. LRC deltar i seminarier och ger råd om ljusforskning och teknik till svenska aktörer och bidrar på så sätt till kunskapsöverföring.

Inom ramen för International Energy Agency, IEA, drivs ett flertal tekniska samarbetsprojekt kallade ”*Technology Collaboration Programmes*”<sup>116</sup>. Det svenska samarbetet är i ofta finansierat av Energimyndigheten, men andra myndigheter finansierar också deltagande där det är relevant. *Community and Buildings Systems* behandlar byggnader och inomhusmiljö, och innehåller ett flertal pågående och avslutade så kallade *Tasks* som behandlar dagsljus, artificiell belysning och ljuskvalitet. Inom *Solar Heating and Cooling* görs en del samarbete kring dagsljuslösningar för byggnader och flera svenska organisationer och institutioner deltar.

4E – Energy Efficient End-use Equipment, är ett annat av IEAs samarbetsprogram. Här finns framförallt ”*Solid State Lighting Annex*” där Sverige genom Energimyndigheten är ordförande och där de deltagande experterna även kommer från Energimyndighetens Testlab. Detta Annex så kallade Operating Agent är också från Sverige. Arbetet inom 4E SSL är mycket viktigt för Energimyndigheten på flera plan. Här sker grundläggande informationsutbyte med andra länders myndigheter vad gäller testning, rekommenderade kravnivåer på produktprestanda och hur dessa krav ska formuleras, metoder för marknadskontroll m.m. Företrädare för myndigheten uppger att det informella informationsutbytet som ofta gäller tidiga skeden i processer är mycket värdefullt. För närvarande driver också IEA 4E:s SSL Annex en jämförelse av 45 laboratorier runt om i världen gällande deras förmåga att testa armaturer och lampor med riktningssverkan. Energimyndigheten och flera svenska lab deltar i jämförelsen. Ett annat Annex inom 4E behandlar enheter ihopkopplade i nätverk (*Electronic Devices and Networked Appliances*, EDNA) vilket får allt mer relevans för belysningen.

#### Certifiering och specialisering

Konsultföretagen som arbetar med ljusdesign och belysningsplanering växer kraftigt. Sedan 2014 finns också en svensk certifiering av ljusdesigners och en yrkesförening, Svenska Ljusdesigners, som idag har 45 medlemmar från 17 företag. Medlemmarna måste vara oberoende från tillverkare av belysningsutrustning.

<sup>115</sup> <http://www.lrc.rpi.edu/>

<sup>116</sup> <https://www.iea.org/tcp/>

Svenska leverantörer av utrustning och tjänster

Det finns en stark och livskraftig industri i Sverige. Flera av leverantörerna förefaller vara små och duktiga på att ställa om och ta till sig ny teknik. Deras produkter håller hög kvalitet och har högt teknikinnehåll. I underlagsrapport Borg&co, 2018 finns en översikt över svenska belysningsföretag.

Belysningsbranschen är branschorganisation för Sveriges belysningsföretag, främst för de mer etablerade ljuskälle- och armaturtillverkarna. På deras hemsida listas 31 armaturföretag, sju leverantörer av ljuskällor, åtta leverantörer av styr- och reglerutrustning, fem leverantörer av driftdon samt ett stort antal leverantörer av nödbelysning och övrig utrustning.

Sverige har sedan Luma försvann endast haft en betydande inhemsk tillverkare av ljuskällor – *Auralight* – som lyckats ställa om till att bli en leverantör av egen- och svensktillverkade LED-armaturer, samt säljer andra produkter under eget varumärke. *Osram*, *Philips*, *GE* och *Sylvania* är stora globala varumärken som haft en stark position på den svenska marknaden med egna ljuskällor, dock utan produktion i Sverige. Andra stora återförsäljare med inriktning på hushåll, som *Clas Ohlson* och *IKEA*, har under tiden växt sig allt starkare, först genom lågenergilampor, sedan med LED.

*Fagerhult*, Sveriges största och Europas tredje största armaturtillverkare, med en omsättning på 4,5 miljarder kronor uppger sig ha startat sin LED-satsning redan 2002. Andra svenska armaturtillverkare är *Ateljé Lyktan* och *Annell*. Mindre armaturtillverkare är exempelvis skånska *Rubn*, *Växjö Elektriska* och *Deltalux* norr om Stockholm. Nya innovativa företag är exempelvis *Brainlit*, *Mondeverde*, *Pingwise* och växtbelysningsföretaget *Heliospectra*.



# Bilaga 1 Regeringsuppdraget

Regeringen uppdrar åt Statens energimyndighet att bidra till Sveriges medverkan i det internationella samarbetet *Global Lighting Challenge (GLC)* genom en nationell kraftsamling inom belysningsområdet.

Satsningen ska bidra till att öka utveckling- och spridningstakten av högeffektiv och högkvalitativ belysning nationellt.

De övergripande målsättningarna för uppdraget är att

- Öka kunskapsnivån om energieffektiv belysning i samhället.
- Öka förutsättningarna för en övergång till energieffektivare belysning hos enskilda aktörer.
- Öka intresset hos relevanta målgrupper att satsa på de mest effektiva och innovativa lösningarna.
- Öka andelen högeffektiv belysning i Sverige.

Myndigheten ska arbeta med den nationella kraftsamlingen genom att huvudsakligen genomföra följande insatser:

1. Myndigheten ska ta fram ett fördjupat underlag till grund för satsningen, som innehåller bland annat faktaunderlag och analyser om belysningens elanvändning och besparingspotential i Sverige inom olika sektorer, svenska styrkor inom forskning och innovation på belysningsområdet, funktions- och miljömässiga utmaningar med olika belysningstekniker samt belysningsteknikens olika samhällsrelaterade nyttor. Underlaget ska kunna användas i kommunikationsinsatser för att öka intresset för energieffektiv belysning.
2. Myndigheten ska inleda en fördjupad dialog med andra statliga aktörer om GLC för att uppmuntra dem att delta. Myndigheten bör stödja utvecklingen och en ökad tillämpning av befintliga upphandlingskriterier för belysning.
3. Myndigheten ska inleda en fördjupad dialog och stödja regionala och lokala myndigheter som vill delta i initiativet för att öka andelen högeffektiv belysning i gatubelysningen, verksamhetslokaler för skola och sjukvård och andra offentliga inrättningar.
4. Myndigheten ska inleda en fördjupad dialog med företag om hur energieffektiv belysning kan minska kostnaderna för energi i deras verksamhet.
5. Myndigheten ska inleda en fördjupad dialog med andra aktörer från näringslivet, exempelvis återförsäljare, hotellkedjor, byggföretag och arkitekter med civilsamhället samt med intresseorganisationer för att öka kunskapen om och intresset för energieffektiv belysning.
6. Myndigheten ska genomföra insatser gentemot enskilda slutanvändare för att öka kunskapen om och intresset för energieffektiv belysning.
7. Myndigheten ska följa upp de insatser som görs inom kraftsamlingen för att visa om och i så fall vilka samhällsekonomiska vinster den bidragit till.

Vid insatserna ska myndigheten beakta vikten av en korrekt insamling av uttjänad belysning för att främja giftfria och resurseffektiva kretslopp.

Genomförandet av uppdraget ska pågå fram till den 31 december 2017. En slutrapport som visar på uppnådda resultat och effekter ska överlämnas till Regeringskansliet (Miljö- och energidepartementet) senast den 15 mars 2018. Rapporten ska bland annat användas för att dra lärdomar inför framtida satsningar om vilka former för samarbete och aktiviteter som är mest effektiva.

## Bilaga 2 Historik och lamptyper

### Historik

Under de dryga 100 år som elektrisk belysning funnits har många olika belysningstekniker och ljuskällor utvecklats. Äldst är glödlampan, som utvecklades under 1800-talet och fick sitt genombrott med Edisons version från 1879. Jämfört med tidigare ljuskällor som t ex fotogen- och gaslampan var den en revolution eftersom den både gav mer ljus och var effektivare. Glödlampan blev en viktig del i utvecklingen av det moderna samhället eftersom beroendet av dagsljus för olika aktiviteter i stort sett försvann. Glödlampan spreds snabbt i takt med elektrifieringen i början av 1900-talet och framåt och blev den dominerande ljuskällan i hemmen.

Under första hälften av 1900-talet utvecklades vidare olika ljuskällor baserade på elektriska urladdningar i gasfyllda rör, vilka är betydligt mer effektiva, robusta och med längre livslängd än glödtrådsbaserad belysning. Med undantag av hemmen, där glödlamporna fortsatte att vara viktigast, eftersom de ansågs ge ett varmare och mer fullödigt ljus, har gasurladdningslampor varit de viktigaste ljuskällorna för både inom- och utomhustillämpningar. Inomhus (kontor, industri och liknande) har lysrör och kompaktlysrör ("lågenergilampor") varit vanliga, medan för utomhusbelysning har ljuskällor så natriumlampor (de gula lamporna längs vägar och gator) och så kallade kvicksilverlampor (de blåa lamporna längs vägarna) dominerat.

En effektivare variant av glödtrådslampor och med fler användningsområden, halogenlampor, utvecklades på 1960-talet. De finns för både inom- och utomhusbruk och karakteriseras av ett krispigt ljus (tack vare mer inslag av blått ljus än för en glödlampa där det röda ljuset dominerar).

Under de 100 år som glödtråds- och urladdningslampor funnits, har belysningstekniken endast gradvis utvecklats. Detta har ändrats helt och hållet de senaste 5–10 åren tack vare genombrottet av LED-baserad belysning. Lysdioder eller LED (Light Emitting Diode) bygger på halvledarbaserad teknik och blev först allmänt använda på 1960-talet då de röda lysdioderna utvecklades. Därefter kom gröna och blå lysdioder men användes liksom de röda mest för signaländamål snarare än för allmänbelysning.

Den stora potentialen för energieffektiva och bra LED-baserade ljuskällor har dock länge varit känd, så till slut lyckades forskarna utveckla vita ljuskällor med ett ljusspektrum som kan mäta sig med de traditionella ljuskällorna. Följande samma utveckling som all ny teknik, var ljuskällorna dyra och inte särskilt bra i början (runt 2010), för att nu (2018) ha jämförbara priser och sammantaget betydligt bättre prestanda än övriga ljuskällor. LED-baserade ljuskällor och -lösningar utvecklas för snart sagt alla slags belysningslösningar både inom- och utomhus. Uppbackad av lagkrav på utfasning av ineffektiva och/eller ljuskällor innehållande kvicksilver innebär det att glödtråds- och urladdningsbaserade ljuskällor helt försvinner inom några år, både inom och utanför EU.

## LED

LED-lampan håller upp till 15 gånger längre än glödlampan och drar ungefär 80 % mindre el. De innehåller inget kvicksilver. Det ska framgå på förpackningen om LED-lampan inte är dimbar. En LED-lampa kan ha varmt eller kallt ljus, detta visas på förpackningen som kelvin (K), ju lägre siffra desto varmare upplevs ljuset från lampan. Alla LED-lampor för hembelysning ska ha färgåtergivning (Ra) på 80 eller bättre. Det finns ekodesignkrav<sup>117</sup> på hur mycket av det ursprungliga ljusflödet som måste finnas kvar efter 6 000 timmar. LED-lamporna utvecklas hela tiden och trenden är att lamporna blir bättre samtidigt som priserna sjunker.

## Halogenlampor

Halogenlampan har fått sitt namn av den halogengasfyllda kapsel som omsluter glödtråden. Halogenlampor som typiskt har energiklass<sup>118</sup> C–D håller upp till 2 000 timmar. Från september 2018 kommer halogenlampor i energiklass C–D att fasas ut. Alla halogenlampor har dimmerfunktion och de har en färgåtergivning (Ra) på 100 och betyder att färger återges bra i ljuset från halogenlampan. Det finns även halogenkapsalar för 12 volt (V) med stiftsockel.

## Lysrör och lågenergilampor, CFL

Lysrör och lågenergilampor är samma teknik, på engelska ”compact fluorescent lights” eller CFL. Lysrör innehåller kvicksilver. Diametern anges ofta som till exempel T5 eller T8, där siffran motsvarar antalet åttondelar av en tum. Det finns två huvudtyper av lysrörsarmaturer: 1) Den äldre typen av armaturer med driftdon, kondensator och glimtändare. Lysröret blinkar röret tänds helt och ljuset kan flimra. En vanlig storlek på den äldre typen av lysrör är T8, vilket är en tum, det vill säga 26 mm. 2) Lysrörsarmatur som har elektroniska högfrekvensdriftdon (HF-don). Dessa lysrör är energieffektiva och har bättre färgåtergivning än den äldre typen. De tänds dessutom omedelbart och ljuset är flimmerfritt. En vanlig storlek är T5, vilket betyder att de är smalare än de äldre lysrören. T5 motsvarar 5/8 tum, det vill säga 16 mm. Vissa T5 lysrör är dimbara.

## Metallhalogenljuskällor

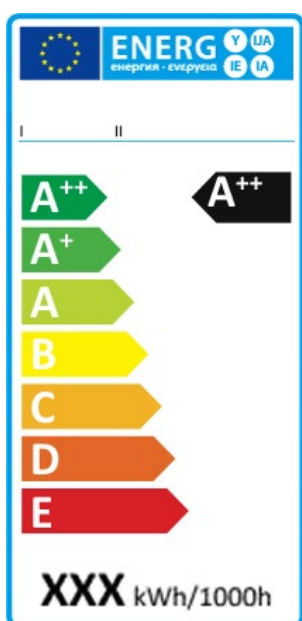
Metallhalogenljuskällor är vanliga gatuarmaturer och har en färgåtergivning (Ra) från 65 till 95 beroende på typ och med färgtemperatur från 3 000 till 20 000 K. Det finns ljuskällor från 2 000–200 000 lumen. Ljuset kommer från ljusbåge i ett rör med en gasblandning, och de har ofta ett lysämne belagd på insidan för att förbättra färgåtergivningen. Gasblandningen består av argon och kvicksilver och olika andra ämnen som ger lampan dess egenskaper. Ljuskällan har bra verkningsgrad och ger vanligen 65–115 lm per watt.

<sup>117</sup> Se kapitel 1.3.3.

<sup>118</sup> Se kapitel 1.3.3 och Bilaga 3.

## Bilaga 3 Energimärkning av lampor

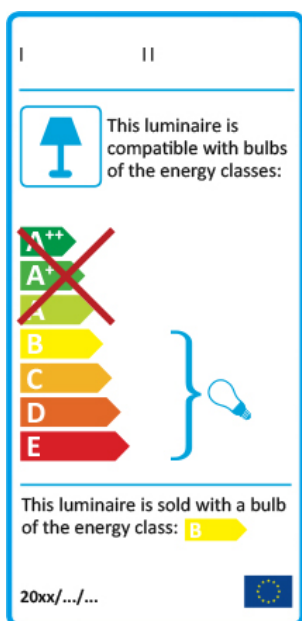
Nedan visas kortfattat energimärkningen för lampor, fullständig information finns i energimärkningsförordning 874/2012 och ändringsförordning 2017/254. Det finns ett beslut på att gå tillbaka till den ursprungliga skalan A–G, där A är effektivast. Senast november 2018 måste ett beslut om energiklasser ha fattats och 2020 förväntas den nygamla skalan att träda i kraft.



### Energimärkning av lampor

Klasserna går från A++ till E, där A++ är effektivast. Idag finns nästan inga lampor i den lägsta klassen E. Undantaget är speciallampor som är lampor med ett mycket speciellt användningsområde där det inte finns effektiva lampor ännu, som till exempel ugnslampor.

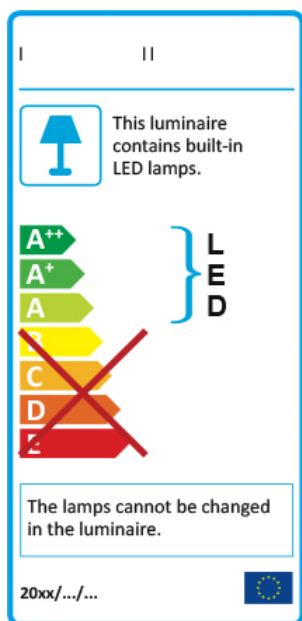
Lågenergilampa, energisparlampa eller liknande namn får bara användas för lampor som klarar energieffektivitetsklass A eller bättre.



### Energimärkning av armaturer för lampor i energieffektivitetsklasserna B till E

Etiketten används för armaturer som bara är lämpliga för lampor i de sämre energieffektivitetsklasserna, klass B till E. Detta visas på energimärkningen genom att de effektivare klasserna A++ till A är överkryssade. I det här exemplet följer det med en lampa i energieffektivitetsklass B med armaturen. Detta visas längst ner på energimärkningen där bokstaven B står skriven i en gul pil.

Tänk på att armaturer ofta används under många år så det finns mycket att spara på att välja armaturer för effektiva lampor i klasserna A++ till A.



### Energimärkning för armaturer i energieffektivitetsklasserna A++ till A

Etiketten visar att armaturen är lämplig för LED-lampor i energieffektivitetsklasserna A++ till A och att LED-lamporna som följer med armaturen inte går att byta ut. Om armaturen har inbyggda LED-lampor får armaturen automatiskt energieffektivitetsklasserna A++ till A. På energimärkningen visas detta med en klammer och texten LED.

Från år 2016 måste nya armaturer fungera med lampor som har energieffektivitetsklass A+ eller bättre.

# Bilaga 4 Aktiviteter inom Belysningsutmaningen

## Aktiviteter arrangerade av Belysningsutmaningen

- 6 juli 2016: Event Almedalen, belysningssamtal i sommarkvällen, Energiminister Ibrahim Baylan, Energimyndighetens generaldirektör Erik Brandsma, representanter från näringsliv, akademi och offentlig sektor Nya åtagande presenterades Ljusinstallation från KTH ljusdesign fanns att beskåda. Ca 80 personer deltog.
- 6 december 2016: Workshop med LRC<sup>119</sup> för Belysningsutmaningens deltagare + laboratorievisning, 15 deltagare.
- 28 mars 2017: Workshop om uppföljning och guidning i belysningsutställningen på Nordiska Museet, 9 deltagare.
- 4 maj 2017: Press event på Gröna Lund, med energiminister Ibrahim Baylan, 15 deltagare.
- 16 maj 2017: Workshop – om teknik och styrsystem + laboratorievisning, 10 deltagare.
- 4 juli 2017: Event Almedalen, välbesökt frukostsamtal med Energiminister Ibrahim Baylan, Energimyndighetens generaldirektör Erik Brandsma m.fl. 40 deltagare + postrar under hela dagen (större exponering).
- 19 september 2017: Workshop om uppföljning och utvärdering av åtaganden, 11 deltagare.
- 6 oktober 2017: Upphandlingsevent i Lund, med Upphandlingsmyndigheten, 28 deltagare.
- 17 oktober 2017: Upphandlingsevent i Luleå, med Upphandlingsmyndigheten, 16 deltagare från regioner och kommuner.
- 4 december 2017: Julavslutning för deltagarna i Belysningsutmaningen med presentation av vad vi gjort, vad som pågår och vad som planeras, 10 deltagare.

## Övriga möten och presentationer av Belysningsutmaningen

- 7–8 april 2016: Presentation av The Global Lighting Challenge på Nordbygg, ca 30 deltagare.
- 5 oktober 2016: Presentation av Belysningsutmaningen på Klimatklivet i Hammarby Sjöstad, ca 40 deltagare.
- 18 oktober 2016; webbutbildning för Energikontor sydost, om Belysningsutmaningen.

<sup>119</sup> The Lighting Research Center, NY State, <http://www.lrc.rpi.edu/>

- 19–20 oktober 2016: Presentation av Belysningsutmaningen, Elmässan Kista, 40 deltagare.
- 5 december 2016: Belysningsdagen med LRC<sup>120</sup> på KTH samlade ca 200 deltagare från näringsliv och offentlig sektor. Vi presenterade utmaningen så väl som att LRC presenterade det senaste på forskningsområdet och koppling till hållbarhet och hälsa för att höja kompetensen hos deltagarna.
- 7 december 2016: Plattformen för hållbar stadsutveckling 2016, Belysningsutmaningen deltog vi i kunskapsdialogen ljus och möjligheter i en hållbar stad. I diskussionen deltog arkitekter, beställare från kommuner och regioner m.fl. 9 deltagare.
- 7 december 2016: Workshop med LRC plus Energi- och klimatrådgivningen, visning av Testlab, 30 deltagare.
- 15 dec 2016: Möte med Belysningsbranschen för planering av samarbete.
- 7 februari 2017: Belysningsutmaningen och upphandling på HBV:s Årskonferens (en inköpsorganisation).
- 8 februari 2017: Presentation av Belysningsutmaningen för beställarnätverket Belivs,<sup>121</sup> Belivs Malmö.
- 9 februari 2017: Planering insatsprojekt belysning för EKR, 11 deltagare.
- 9 februari 2017: Presentation av Belysningsutmaningen för beställarnätverket Belok,<sup>122</sup> Belok Göteborg.
- 22 februari 2017: Energy and Light i Dome of visions, KTH, Presentation Belysningsutmaningen, 35 besökare.
- 22 februari 2017: Presentation av Belysningsutmaningen för beställarnätverket Bebo,<sup>123</sup> BeBo, Stockholm.
- 29 mars 2017: Kickoff Insatsprojekt belysning inom Energi-och klimatrådgivningen (EKR) med fokus för bostadsrättsföreningar, ca 50 kommuner deltog.
- 30 maj 2017: Presentation, Light up i Karlstad, workshop om belysning, 48 deltagare.
- 31 maj 2017: Upphandling 24, om belysning, upphandling och LCC, 104 deltagare.
- 7 juni 2017, CEM8 i Beijing, Energimyndigheten deltog på det av GLC arrangerade side event om belysning, med ett föredrag om förordningar, teststandarder och provning i egenskap av IEA 4E SSL chair samt modererade en session.<sup>124</sup>
- 21-25 augusti 2017, deltagande på Stockholm Act, Energimyndigheten deltog på hållbarhetsfestivalen Stockholm Act genom ett samarbete med konstnären

<sup>120</sup> The Lighting Research Center, NY State, <http://www.lrc.rpi.edu/>

<sup>121</sup> <http://belivs.se/>

<sup>122</sup> <http://belok.se/>

<sup>123</sup> <http://www.bebostad.se/>

<sup>124</sup> <http://www.cleanenergyministerial.org/Blog/cems-global-lighting-challenge-announces-14-billion-efficient-lighting-products-committed-in-two-years-83991.html>



Gunilla Klingberg med den solcellsdrivna ljusskulpturen ReCharge och en poster om Belysningsutmaningen.

- 29 augusti 2017: Lighting Summit, om partnerskap, innovationsnätverk och testnätverk. Hölls på KTH. Energimyndigheten deltog och Belysningsutmaningen presenterades. Ca 30 deltagare.
- 6–7 september 2017: Presentation, Elmässan Umeå, 25 deltagare.
- 23 oktober 2017: Upphandlingsmöte i Stockholm med SKL, Sveriges Ekokommuner, installatörsföretagen, Kammarkollegiet, Upphandlingsmyndigheten, 17 deltagare.

## Bilaga 5 Aktörer som gått med i Belysningsutmaningen

Nedan visas en lista på de aktörer som 2018-02-15 gått med och stödjer Belysningsutmaningen. De fetmarkerade har även gjort egna åtaganden inom energieffektivisering av belysning.

### **2050 Consulting**

#### **2700kelvin**

Ahlsells

Annell Ljus och Form AB

Aura Light

Axpo Sverige AB

#### **BELED Nordics AB**

Belysningsbranschen

Brainlit

#### **Br. Axelssons El AB**

#### **BRF Bagaren, Lund**

Byggherrarna

Clas Ohlson

#### **Coca-Cola Enterprises AB**

#### **Coop Sverige AB**

#### **Designlight Scandinavian AB**

#### **Eco By Sweden AB**

#### **Elektroskandia Sverige AB**

#### **Elrätt**

#### **Energi- och klimatrådgivningen i Uppsala län**

#### **Energieffektiviserings-företagen, EEF**

#### **Energikontor Sydost AB**

#### **Energikontoret i Mälardalen**

#### **Energimyndigheten**

Fastighetsägarna

Flux AB

Folktandvården Västra Götaland

### **Fores**

#### **Forshaga kommun**

#### **Fortifikationsverket**

Furuviksparken

#### **Gröna Lunds Tivoli AB**

#### **Gymnastik- och idrottshögskolan**

#### **Gävle kommun**

#### **Göthes Järn AB**

Hagainitiativet

Hess

#### **HSB Brf Stålpennan**

#### **HSB Brf Ålkilborg Lindesberg**

#### **Ikea**

K-Light Sweden

#### **Kolmårdens Djurpark**

#### **Kunshamn El AB**

#### **Köpings kommun, Kultur& Fritid**

#### **Laljus AB**

#### **Landstingsservice**

#### **Leading Light AB**

#### **Löfbergs Lila AB**

M.L energikonsult

#### **Magnus Josephson AB**

Maxel Belysning AB

#### **MILJÖGIRAFF AB**

Naturskyddsföreningen

Naturvårdsverket

<b>Nestor AB</b>	<b>Smart-Light AB</b>
Nokalux AB	<b>Solar AB</b>
<b>OKQ8 AB</b>	<b>Statens Fastighetsverk</b>
<b>OSRAM Lighting AB</b>	<b>Stockholm stad, Trafikkontoret</b>
<b>Parans Solar Lighting</b>	<b>Sustainable Light Sweden</b>
<b>Philips Lighting</b>	<b>Svenska kraftnät</b>
<b>Ping Wise AB</b>	Svenska Ljusdesignakademin
<b>Prime Design Sweden AB</b>	Tellux
<b>Prisma Light AB</b>	<b>Trafikverket</b>
<b>Promota LED</b>	<b>Tre stiftelser</b>
<b>Reckon Green Innovations PVT LTD</b>	<b>Tranemo G-betong AB</b>
<b>Retina Lighting AB</b>	<b>Tutvikens samfällighetsförening</b>
<b>Rexel Sverige AB</b>	Två Punkt Ett
<b>Riksbyggen</b>	<b>Underjordiska Frilanskollektivet AB</b>
SC Burman	<b>Upphandlingsmyndigheten</b>
<b>Seniorit AB</b>	<b>Världsnaturfonden WWF</b>
<b>Serviceförvaltningen, Lund</b>	World Wide Led AB
<b>Sjöstadsföreningen</b>	<b>Örebro kommun</b>
Skara Sommarland	Örebrobostäder

## **Ett hållbart energisystem gynnar samhället**

Energimyndigheten har helhetsbilden över tillförsel och användning av energi i samhället. Vi arbetar för ett hållbart energisystem som är tryggt, konkurrenskraftigt och har låg negativ påverkan på hälsa, miljö och klimat.

Det innebär att vi:

- tar fram och förmedlar kunskap om effektivare energianvändning till hushåll, företag och myndigheter,
- ger utvecklingsstöd till förnybara energikällor, smarta elnät och framtidens fordon och bränslen,
- ger möjligheter till tillväxt för svenskt näringsliv genom att stödja förverkligandet av innovationer och nya affärsidéer,
- deltar i internationella samarbeten, bland annat för att nå klimatmålen,
- hanterar styrmedel som elcertifikatsystemet och handeln med utsläppsrätter,
- tar fram nationella analyser och prognoser, samt ansvarar för Sveriges officiella statistik på energiområdet.



Energimyndigheten, Box 310, 631 04 Eskilstuna  
Telefon 016-544 20 00, Fax 016-544 20 99  
E-post [registrator@energimyndigheten.se](mailto:registrator@energimyndigheten.se)  
[www.energimyndigheten.se](http://www.energimyndigheten.se)