

Lighting Metropolis

Resultat och lärdomar från tre års arbete
med energieffektiv belysning

Innehållsförteckning

VÄLKOMMEN TILL LIGHTING METROPOLIS / 4

RESULTAT / 6

PARTNERCASES / 8

#1 LJUS OCH INLÄRNING / 10

#2 LJUS FÖR HÄLSA OCH VÄLBEFINNANDE / 16

#3 LJUS, MÖRKER OCH MILJÖ / 22

#4 STRATEGIER FÖR HÅLLBAR VÄGBELYSNING / 26

#5 LJUS OCH RÖRELSE / 32

LED-TEKNIKEN ÄR FRAMTIDEN OCH DEN ÄR REDAN HÄR / 38

LJUS ÄR INTE LÄNGRE BARA LJUS – DEN SMARTA AGENDAN / 40

STARTUP COMMUNITY FÖR ATT UTVECKLA FRAMTIDENS
BELYSNINGSLÖSNINGAR/ 42

FRAMTIDEN FÖR LIGHTING METROPOLIS / 45

VÄGLEDNINGAR / 46

ORDLISTA / 47

VÄLKOMMEN TILL LIGHTING METROPOLIS

Lighting Metropolis sätter Greater Copenhagen i centrum, som en plats där regioner, kommuner, privata företag och forskning/vetenskap arbetar tillsammans i syfte att utveckla och demonstrera innovativ och energieffektiv belysning. Det är här som den senaste kunskapen och tekniken kommer från, får liv och slutligen blir en del av samhället och på ett naturligt sätt införlivas. Projektets olika partner är med och bidrar på olika sätt för att stärka den viktiga roll som belysning har för förbättrad säkerhet, tillgänglighet, identitet, hälsa och hållbarhet.

Lighting Metropolis är en mötesplats för alla som sysslar med, och är intresserade av, belysning samt dess möjligheter och utmaningar.





LIGHTING METROPOLIS – GREEN ECONOMY

Lägre energiförbrukning är en nyckelfaktor för den gröna omställningen. Belysningen står för upp till 30 % av energiförbrukningen i den offentliga sektorn och potentialen för besparingar genom att förnya belysningen är stor.

I projektet Lighting Metropolis – Green Economy har parterna arbetat med att påskynda övergången till energieffektiv LED-belysning både inom- och utomhus. Detta har resulterat i enorma energibesparingar och samtidigt markant förbättrat belysningskvalitet.

Mycket av belysningen idag i kommuner och regioner har baserats på föråldrade och energikrävande lösningar. Samtidigt har kraven ökat på hur mycket artificiellt ljus vi behöver för byggnader, gator, gång- och cykelvägar. LED-tekniken gör det möjligt att uppfylla kraven, och både minska energiförbrukningen och öka kvaliteten.

På följande sidor kan du läsa mer om projektets resultat och få en inblick i några av förnyelseprojekten som parterna har genomfört. Vi hoppas att detta inspirerar fler aktörer till att ta åt sig potentialen av att införa energieffektiv belysning.

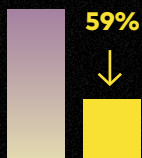
Energibesparing hos projektpartnerna

Det finns stora energibesparingar att göra genom att byta till modern LED-teknik. I genomsnitt har partnerna minskat energiförbrukningen med 61% i och med de genomförda projekten.

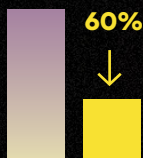
■ Förbrukning före
■ Förbrukning efter



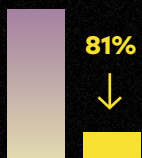
Albertslund



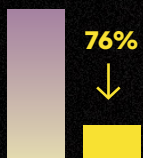
Ballerup



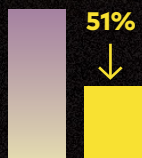
Bjuv



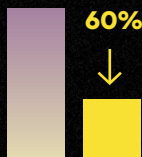
Egedal



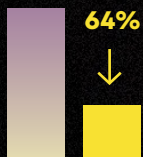
Faxe



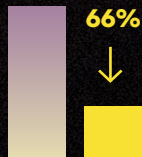
Gladsaxe



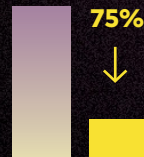
Kalundborg



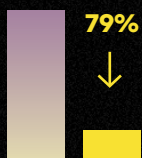
Klippan



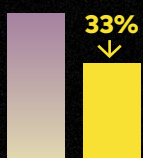
Kristianstad



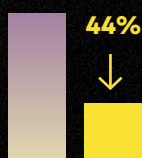
Lolland



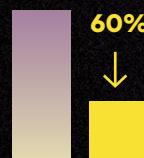
Lund



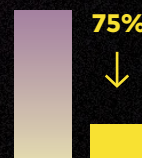
Region Skåne



Roskilde



Trelleborg





RESULTAT

Det övergripande syftet med projektet har varit att minska energiförbrukningen från belysning i offentliga byggnader och på allmänna vägar och platser. De 13 partnerkommunerna och 1 partnerregion har tillsammans sparat 7.251.446 kWh år-genom att modernisera belysningen både inom- och utomhus. Detta motsvarar elförbrukningen för 1800 hushåll.

61%

är den genomsnittliga energibesparingen för alla genomförda projekt.

Genom projektet har partnererna investerat i LED-belysning som sparar

7.251.446 kWh/år

Alla partners har haft sin egen strategi för att uppnå energibesparingar. Gemensamt för alla har varit att prioritera en högkvalitativ belysning. Vi tillbringar alla mycket tid under påverkan av artificiell belysning och det är viktigt att den är anpassad enligt våra aktiviteter och naturliga rytmer.

På följande sidor förklarar partnererna sitt förhållningssätt kring förnyelsen av belysning, vad de har uppnått och vilka utmaningar som har funnits på vägen mot en bättre och mer energieffektiv belysning.

PARTNERCASES





#1 LJUS OCH INLÄRNING / 10

**#2 LJUS FÖR HÄLSA OCH
VÄLBEFINNANDE / 16**

#3 LJUS, MÖRKER OCH MILJÖ / 22

**#4 STRATEGIER FÖR HÅLLBAR
VÄGBELYSNING / 26**

#5 LJUS OCH RÖRELSE / 32



BELYSNING OCH INLÄRNING

Väldigt många av oss tillbringar en majoritet av vår tid inomhus. En av platserna som särskilt barn och ungdomar tillbringar mycket tid i, och där ljusets kvalitet och karaktär har ett särskilt inflytande, är på skolorna.

Förekomsten av dagsljus och artificiell belysning i skolor är en väsentlig del av inomhusklimatet och kan ha en avgörande påverkan på elevernas uppmärksamhet och koncentrationsförmåga och därmed deras skolresultat. Idag har vi en stor förståelse för effekten som ljus har på våra hjärnor och hur ljus därigenom påverkar vår uppmärksamhet och allmänna välbefinnande. Just i utbildningsmiljöer är det viktigt att elever och studenter får bästa möjliga inlärningsmiljö. Därför måste en förståelse av ljusets effekter komma till uttryck när belysningen på utbildningsplatser ska förnyas. På ett antal skolor i Roskilde kommun har belysningen moderniserats med nya LED-armaturer som hela tiden säkerställer en hög belysningskvalitet. Aalborg universitet (AAU) har utvärderat ljuset på några av skolorna i kommunen och deras resultat visar på vikten av ljuskvalitet samt potentialen med LED-belysning (s. 12-13).

Skolorna ska idag kunna rymma många olika typer av aktiviteter. Detta eftersom vi i allt högre grad måste tänka på multifunktionaliteten av våra byggnader för att spara in på knappa resurser och effektivisera användningen av ytorna och för att kunna erbjuda flexibla inlärningsmiljöer som både ger utrymme för individuell koncentration och sociala aktiviteter. Två faktorer som båda är delar i en positiv inlärningsprocess. Kontrollpaneler med fördefinierade scenarier och möjligheten till manuell styrning ger lärare nya verktyg för att skapa sunda miljöer för olika aktiviteter. På ett flertal skolor i Ballerups kommun har man arbetat med att komma fram till de bästa lösningarna för kontrollpaneler som ska göra det enkelt för lärarna att använda dem som pedagogiska verktyg (s. 14).

I flera av de äldre skolorna finns det många positiva aspekter kring en övergång till LED-belysning och de betydande energibesparingar som detta kan medföra. Det finns även en stor potential för att höja kvaliteten av belysningen genom ljusets tekniska egenskaper och inte minst kontrollpaneler som låter ljuset bli ett aktivt element i inlärningsmiljön. I Egedals kommun har man kommit fram till en effektiv process för att förbättra belysningen i kommunens skolor. Man använder sig av upprepningseffekten (kopierar de positiva delarna) när man ska renovera och modernisera byggnader och klassrum vilket ger en enklare process samt besparingar och energieffektivitet över hela linjen (s. 11)

ERFARENHETER FÖRANKRAS I STRATEGISKA BYGGPARTNERSKAP

EGEDAL KOMMUN

Egedals kommun håller på med en grundlig renovering av sina grundskolor. Renoveringen kommer att ge elever, lärare och pedagoger den bästa miljön för utveckling. Ett bra inomhusklimat är viktigt för att skapa denna miljö och däri ingår belysning.

För att skapa en så smidig process som möjligt inför det omfattande byggarbetet har kommunen ingått ett strategiskt byggpartnerskap. Detta innebär att det är samma grupp av entreprenörer, ingenjörer, energikon-sulter och arkitekter som är projektansvariga för alla skolor som ingår i projektet. På så sätt kan lärandet och erfarenheterna från varje projekt integreras i partner-skapet, vilket gynnar de andra projekten och sparar tid och resurser i processen.

Inom ramen för det strategiska partnerskapet kommer utvecklings- och renoveringsarbete utföras på ett antal skolor i kommunen. En av dem är Søhøjskolen i Ølstykke. Där har fokus legat på kvalitetsbelysning, inklusive en jämn fördelning av belysningen i lokalerna, för att ge alla kvadratmeter en optimal användbarhet.

Hög kvalitet säkerställs bland annat genom stöd från Lighting Metropolis vägledningar och rekommendationer med kravspecifikationer för belysning i skolor. Belysningen kommer även att kvalitetstestas av DTU:s (Danmarks Tekniske universitets) ljuslaboratorium. Detta ger en garanti för att armaturer och belysnings-förhållanden är av högsta kvalitet och kan därmed användas inom partnerskapets övriga projekt. Principerna för arbetet med modernisering av Søhøjskolen bildar grunden för de andra skolorna som ingår i Light-ing Metropolis .

Detta är ett bra exempel på upprepningseffekten som gör det strategiska partnerskapet så värdefullt. Det är just upprepningseffekten, dvs den kunskaps- och er-farenhetsuppbyggnad som sker från projekt till projekt, som kan bidra till att förbättra kvaliteten både när det gäller inlärningsmiljöernas arkitektoniska kvalitet och i stor utsträckning även kvaliteten av belysningens tekniska egenskaper samt andra delar kring skolornas inomhusklimat.



Energibesparelse:

14.964 kWh/år
(76%)



Projekt:

Modernisering av belysning i samband med renovering och utbyggnad av tre grund-skolor



Investeringskostnad:

307.000 EUR



FLEXIBEL BELYSNING AV HÖGSTA KVALITET

ROSKILDE KOMMUN

Det har länge varit känt att ljus påverkar människors koncentrationsförmåga och allmänna välbefinnande. Kallt, högintensivt ljus ökar koncentrationsförmågan medan en varm, dämpad belysning skapar en stämning som inbjuder till fler sociala aktiviteter.

I Roskilde kommun har det varit av högsta prioritet att skapa den bästa belysningen för eleverna i ett antal grundskolor. Därför har man i alla undervisningslokaler installerat belysning med tunable white. På så sätt kan ljuset anpassas utifrån aktiviteterna som äger rum i lokalerna. På de uppsatta kontrollpanelerna kan lärarna ställa in ljuset manuellt eller välja mellan fördefinierade scenarier. Just möjligheten att justera ljusets intensitet och färgtemperaturen ger lokalerna en flexibilitet eftersom kvaliteten av ljusmiljön är i toppklass oavsett aktivitet. I klassrummen kan färgtemperaturen justeras i intervallet 2700 - 6000 Kelvin. Lärarna på skolan har välkomnat den nya belysningen och de möjligheter som den erbjuder för individuell anpassning.

”

Det viktigaste har varit att skapa en belysning av högsta möjliga kvalitet, även om det tar en liten del av förtjänsterna med energibesparing. Den nya belysningen optimerar förutsättningarna och skapar en ljusmiljö som stöder barnen i deras aktiviteter i skolan

Hanne Martinsen,
Roskilde kommun



Energibesparing:
303.522 kWh/år (60%)



Projekt:
Förnyelse av all belysning i
sju grundskolor



Investeringskostnad:
3.250.000 EUR

VAD ÄR TUNABLE WHITE?

Med armaturer som har tunable white kan man justera både intensitet och färgtemperatur. I LED-armaturer med tunable white sitter det en mix av ljusdioder som ger varmt respektive kallt ljus. Möjligheten att justera de olika lysdioderna gör att man kan ställa in ljuset enligt önskad färgtemperatur. Funktionen kan kosta lite på energieffektiviteten eftersom energiförbrukningen för elektroniken i drivrutinen blir lite högre. I sin tur säkerställer det alltid bästa ljuskvalitet.



ÅLBORG UNIVERSITET UTVÄRDERAR BELYSNINGSFÖRHÅLLANDENA I SKOLOR I ROSKILDE

Belysningsförhållanden i läroanstalter kan vara avgörande för elevernas studiemiljö avseende koncentration vid läsning och uppgiftslösning samt deras uppmärksamhet vid undervisning och grupparbete. Därför har Ålborg universitet i Köpenhamn utvärderat befintliga ljusförhållanden på tre skolor i Roskilde och undersökt hur ljusförhållanden kan ändras för att uppnå en optimal studiemiljö inomhus.

De tre berörda skolorna är Jyllinge skola som både har nya och gamla belysningssystem, Himmelev skola som är utrustad med ett nytt belysningssystem med olika fördefinierade inställningar (färgtemperatur och intensitet) för olika scenarier samt Trekroner skola, som är utrustad med vanlig LED-belysning.

Utifrån mätningarna i de tre skolorna framgick det tydligt hur viktigt dagsljus är i klassrummen. Dessutom visade försöken att det är viktigt att placera skrivborden på ett sådant sätt att dagsljuset kommer alla elever i rummet till godo. Det blev bland annat tydligt att gardiner, även om de var frändragna, skymmer många bord och förhindrar därmed en bra och hälsosam belysning. I rum som inte utsätts för mycket dagsljus kan en lämplig ljusdesign skapa

liknande möjligheter.

Speciellt på Jyllinge skola är det tydligt att de gamla belysningssystemen kan hindra eleverna från att upprätthålla en god koncentrationsnivå under dagen eftersom belysningen kan orsaka trötthet. I de projekt som genomförts inom ramen för Lighting Metropolis har man haft ett stort fokus på kvaliteten av belysningsarmaturer, och särskilt vid att undvika flimmer. I utvärderingen konstaterades det befintligt flimmer i en av skolorna från belysning som var mycket dämpad och tagits i bruk innan användningen av kvalitetskraven från Lighting Metropolis. Detta understryker behovet av att i framtiden förtydliga kvalitetskraven i upphandlingsdokumenten för att uppnå god belysning.

I allmänhet bedömdes de nyare belysningssystemen i alla tre skolor ge eleverna bra ljus. Detta tyder på att projektet kan rekommendera skolor att byta ut äldre system och implementera nya, optimala lösningar för en behaglig och hälsosam miljö åt elever i alla rum.

DYNAMISK BELYSNING MED FOKUS PÅ ANVÄNDARVÄNLIGHET



BALLERUP KOMMUN

På bland annat Skovlunde skola i Ballerup kommun har man installerat ny belysning med tunable white som ger en dynamisk och justerbar belysning. Barnen tillbringar en stor del av sin tid inomhus på skolan. När de befinner sig i de karakteristiska 70-talsbyggnaderna med mörka golv och väggar har belysningen en stor inverkan på elevernas välbefinnande och koncentrationsförmåga. Om den artificiella belysningen efterliknar dagsljus så mycket som möjligt genom att ljuset justeras hela tiden under dygnet med olika intensitet och olika färgtemperatur och på detta sätt kan belysningens negativa effekter minimeras. På Skovlunde skola valde man en belysning som i princip regleras automatiskt. Ljuset ändrar karaktär för att återspegla variationen av naturligt ljus (utomhus) under hela dagen. Färgtemperaturen varierar därför automatiskt i intervallet 2 700 – 5 500 Kelvin under dagen.

Ljuset kan också justeras manuellt utifrån aktiviteterna i klassrummen baserat på fördefinierade scenarier. I Ballerup kommun har man erfårit att det är viktigt att hitta rätt balans mellan inställningsmöjligheter och användarvänlighet. Även om det är möjligt att dra några generella slutsat-

ser om hur ljuset påverkar elevernas hälsa och beteende är vi alla olika och kan ha olika preferenser. Styrningen av ljuset är lärarnas verktyg och de ska få tid till att lära sig hur de olika ljusinställningarna fungerar för dem och deras elever. Sedan ska det också vara enkelt att använda. Det var viktigt att kontrollpanelen placerades nära tavlan så lärarna enkelt kan styra ljuset och använda det aktivt och pedagogiskt i undervisningen.



Det ska vara enkelt för lärarna att använda möjligheterna som den justerbara belysningen ger dem. Lärarna ska kunna spendera sin energi på barnen och undervisningen och inte på att ställa in avancerade belysningssystem

Dan Kjærulff,
Ballerup kommun



Energibesparing:
52.400 kWh/år
(67%)



Projekt:
Ny energieffektiv och
dynamisk belysning på
Skovlunde skola



Investeringskostnad:
268.000 EUR

HUR SKA LJUSET I SKOLOR UTFORMAS FÖR ATT ELEVERNA SKA FÅ EN BRA VISUELL MILJÖ?

Av Hillevi Hemphälä, lektor, ergonomi och aerosolteknologi, Lunds universitet och Johannes Lindén, forskare, Lunds universitet

För att personer som vistas i skolmiljöer ska må bra måste det finnas god tillgång till dagsljus och utblick. Utöver detta behöver inomhusmiljön kompletteras av artificiell belysning. Behoven som finns i skolan är att det ska gå att se och läsa i arbetsmaterialet på bänkarna, se på tavlan och titta upp på läraren när läraren står bredvid en elev. Det finns fem viktiga faktorer att tänka på när vi ska ta fram en ljuslösning för en skolmiljö.

Tillräcklig belysningsstyrka

I grundskolor är 300 lx (500 lx för vuxenutbildning) på arbetsytorna. I den nya standarden kommer även rekommendationer för vägg och tak att vara med, troligen 100 lx (150 lx) på väggar och 50 lx (75 lx) i taket. Ljuset bör vara dimbart, för att anpassas till olika aktiviteter och ska ha ett jämnhetsvärde på 0,6, vilket innebär att det inte får skilja mer än 40 % mellan minsta värdet och medelvärdet i rummet.

Bländning

Skilnader i ljushet i rummet (luminansförhållandet) bör inte överstiga 20:1, vilket räknas som hög risk för bländning. Om luminansförhållandet är mer än 5:1 finns det fortfarande en risk för bländning. Det som är mest relevant att ha kontroll på är att ljusheten på taket inte får vara mer än 5 gånger mörkare än ljusheten från armaturen i taket. Om det används infällda LED-paneler i taket, kan detta inte uppfyllas och en hög risk för bländning är vanlig. Infällda LED-paneler rekommenderas därför ej.

Placeringen av armaturerna och armaturtyp

Placeringen i ett klassrum brukar ofta vara långsgående, nedpendlade armaturer med kortändan av armaturen mot vita tavlan. Detta för att ljuset ska komma från två håll på bänken. Det är då viktigt att den sortens raster som används i armaturen gör att själva ljuskällan avskärmas och att de är väl avbländade. Om armaturen är nedpendlad kan den ge både direkt och indirekt belysning, vilket bidrar till en minskad risk för bländning.

Färgtemperatur och färgåtergivning

Det är bra om färgtemperaturen går att variera över dagen. Färgtemperaturen mäts i Kelvin (K) och desto högre värde, desto kallare (blåaktigare) är ljuset. Det är bra om ljuset går att variera över dagen och har ungefär 5000 K på morgonen/förmiddagen och 3000 K på eftermiddagen/kvällen. Färgåtergivningen bör vara så bra som möjligt – minst ett CRI/Ra på 80, men gärna mer än 90.

Flimmer eller temporala ljusmodulationer

Ljuset bör vara helt fritt från flimmer (temporala ljusmodulationer). En vanlig dimningsteknik som kallas PWM (pulse width modulation) går ut på att medvetet modulera ljuset. Detta kan då göras vid olika frekvenser. Om PWM ska användas måste frekvensen vara hög nog för att undvika visuellt och icke-visuellt flimmer och besvär därav. Frekvensen bör ligga på minst 1200 Hz, men ju högre desto bättre (idag är det vanligt med armaturer med PWM-frekvenser på 100-500Hz). Även om modulationerna inte detekteras visuellt kan de registreras av hjärnan som då behöver filtrera bort detta stimuli, vilket kan generera huvudvärk. Modulationsfria dimbara drivdon utan PWM finns att tillgå.

#

2



LJUS FÖR HÄLSA OCH VÄLBEFINNANDE

Ljus påverkar oss från både våra hjärnor och kroppen i stort. Vi har försetts med ett sofistikerat system av receptorer i ögonen som sänder signaler till resten av kroppen, beroende på vilket ljus som de tar emot. På så sätt kan ljuset, vare sig det är naturligt eller artificiellt, inte bara skapa en stämning och stödja specifika aktiviteter, utan också styra kroppens rytm över dygnet. Det kan alltså påverka när vi känner oss trötta och sömniga och när vi känner oss fräscha och redo att stiga upp och börja en ny dag d.v.s. vår dygnsrytm.

Det är särskilt ljusets intensitet, färgtemperatur och färgspektrum som är avgörande, och i synnerhet förändringen av dess egenskaper under dygnet. Det naturliga ljuset på morgonen är exempelvis intensivt och relativt kortvågigt (kallt). Den typen av ljus säger oss att det är morgon och dags att påbörja dagen. Det naturliga ljuset på kvällen är mer dämpat och långvågigt (varmt) och det säger oss att det är dags att slå sig till ro. Kroppen bildar naturligt melatonin, även kallat mörkerhormon, på kvällen. Utsätts man för starkt kallt ljus på kvällen så producerar kroppen inte melatonin i samma utsträckning och man kan få svårigheter att somna. Det är just kroppens rytm i förhållande till sömnen som är viktig för vår allmänna hälsa och vårt välbefinnande.

Det har forskats mycket inom detta område under de senaste åren och det råder ingen tvekan om att ljuset påverkar oss. Det kan däremot vara svårare att hitta den optimala lösningen på utmaningen. Vissa saker tyder på att om man justerar den artificiella belysningen till att efterlikna ljusets naturliga förändring under dygnet kan det bidra till att minska ljusets negativa effekt på dygnsrytmen. Just denna dynamiska och automatiska justering av ljuset, även kallat "hälsobelysning", har blivit en möjlighet med LED-tekniken.

"Hälsobelysning" kan delas upp i två kategorier: Dynamisk belysning och dygnsrytmbelysning (cirkadisk belysning). Dynamisk belysning fokuserar på den perceptuella upplevelsen. Här justeras intensiteten och färgtemperaturen i takt med dagsljusets variation under dygnet. Detta kan också kategoriseras som automatiskt styrd tunable white. Dygnsrytmbelysningen påverkar i högre grad människans biologiska rytm och det ställer ytterligare krav på färgtemperaturer och variation i färgspektrumet under dagen. På platser där belysning också används på natten bör färgtemperaturens intervall gå ännu längre ned och inkludera en större del av det röda och varma ljuset som påverkar sömnen så lite som möjligt. Detta kan exempelvis vara relevant på sjukhus eller vårdhem där det finns personal, sovande patienter och vårdtagare på natten. Det är just därför som Klippans kommun arbetat med att på sina äldreboenden installera dygnsrytmbelysning som ska göra skillnad för vårdtagarna (s. 17). Region Skåne har installerat dygnsrytmbelysning på sjukhus och de hoppas att det ska göra en skillnad för i synnerhet nattpersonal (s. 18).). I Lollands kommun är målet att skapa en lugnande arbetsmiljö på jobbcentret (s. 20). Gemensamt för alla är att belysningen också är betydligt mer energieffektiv än den gamla belysningen och kan ge stora besparingar på elräkningen.

Konceptet bakom "hälsobelysning" eller dygnsrytmbelysning har många namn, men kan i grova drag beskrivas som ljus som stöder den naturliga dygnsrytmen genom att justera dess egenskaper över dygnet. Det finns ännu ingen evidens för att dygnsrytmbelysningen har en markant effekt. Man håller däremot på att samla in en mängd kunskap inom detta område och det finns mycket som tyder på att det påverkar oss.

BELYSNINGENS SÄRSKILDA BETYDELSE FÖR ÄLDRE PERSONER

KLIPPANS KOMMUN

Äldreboendet Åbyhem i Klippans kommun stod inför en förnyelse av belysningen. I samband med detta inspirerades kommunen av ett tidigare projekt från Lighting Metropolis där man etablerat dygnsrytmbelysning på ett vårdhem. Tekniken var då i sin linda, men det är ett område som har utvecklats mycket och nu fått fokus i Lighting Metropolis – Green Economy.

Kommunen beslutade sig därför för att testa dygnsrytmbelysning på Åbyhem och se om den kunde ha en positiv inverkan på vårdtagarnas välbefinnande och hälsa. Som partner har Klippans kommun kunnat dra nytta av expertkunskapen som förmedlats genom Lighting Metropolis. De har hämtat in kunskap och fått sparring genom temadagar utöver dialogen med ledande forskare inom området och nystartade företag som varit en del av projektpartnerskapet. Dygnsrytmbelysningen på Åbyhem kommer att användas dygnet runt och därför kommer belysningens färgtemperatur variera i området 1 800 – 6 500 Kelvin. På natten används alltså då gult ljus, där blått ljus har filtrerats bort och detta påverkar dygnsrytmen för både vårdtagare och arbetande personal så lite som möjligt.

Klippans kommun ser ett stort värde i att kunna optimera förutsättningarna för de äldre på vårdhemmen. Det är en sårbar grupp som i hög grad upplever negativa effekter av artificiell belysning. Den dygnsrytmstyrda belysningen kan minska de negativa effekterna och stödja den naturliga rytmen för de boende under hela dagen och natten. Kommunen har därför beslutat att dygnsrytmbelysning ska etableras på alla vårdhem i kommunen i takt med bytet till ny belysning.

Den biologiska rytmen i vår kropp styrs till stor del av ljuset som våra ögon utsätts för. Detta gäller oavsett ålder. Men ögats förmåga att fånga upp ljuset som styr vår dygnsrytm och därmed produktionen av sömnhormonet melatonin reduceras i takt med att vi blir äldre.

Dessutom tillbringar många äldre mycket av sin tid inomhus och kan få problem med sin dygnsrytm. Därför kan dygnsrytmbelysning vara särskilt relevant för denna målgrupp.



Energibesparing:
30.000 kWh/år (67%)



Projekt:
Förnyelse av all belysning
med dygnsrytmbelysning
på äldreboendet Åbyhem



Investeringskostnad:
269.795 EUR

DYGNSRYTMBELYSNING KAN GE HÄLSOFRÄMJANDE ARBETSMILJÖ PÅ SJUKHUSEN I REGION SKÅNE



REGION SKÅNE

På sjukhus råder det aktivitet dygnet runt. Det finns alltid människor på jobbet som tar hand om de inlagda. När de flesta av oss sover så finns det sjuksköterskor och läkare och annan hälso- och sjukvårdspersonal, som arbetar. Den artificiella belysningen på sjukhus påverkar den naturliga dygnsrytmen. Inte minst på kvälls- och nattid. Ett starkt och kortvågigt (kallt) ljus som normalt finns på sjukhus kan påverka både patienternas och i hög grad personalens förmåga att upprätthålla den naturliga dygnsrytmen som är så viktigt för vår hälsa och vårt välbefinnande.

På två vårdavdelningar på Helsingborgs lasarett samt en psykiatrisk vårdavdelning på Skånes universitetssjukhus Malmö har Region Skåne installerat dygnsrytmbelysning. Detta har de gjort för att minska den negativa påverkan som belysningen kan ha på oss alla och i synnerhet för dem som arbetar under de mörka timmarna. Ljuset har alltså programmerats till att följa dagsljuset utanför. Detta innebär att belysningen på morgonen justeras till en hög intensitet och kall färgtemperatur. Gradvis reduceras den blå delen av ljusspektrumet innan den slutligen justeras till nattbelysning som har en betydligt lägre intensitet och varmare färgtemperatur.

Det är Region Skånes förväntning att dygnsrytmbelysningen ska bidra till att skapa en bättre hälsa särskilt för nattpersonalen i form av bättre sömn och mer energi under dagen. En sjukdag för Region Skåne kostar 4-6000 kronor så det finns även ekonomiska incitament för att förbättra förutsättningarna för personalen.

Dessutom har Region Skåne tillsammans med Lunds universitet och olika leverantörer tagit fram en kravspecifikation för dygnsrytmbelysning som nu används nationellt (inte bara inom hälso- och sjukvården) och som ställer höga krav på ljuskvalitet och flimmer (temporala ljusmodulationer). Med dygnsrytmbelysning fördubblas mängden ljus samtidigt som mängden energi halveras. Därutöver reduceras driftskostnaderna och arbetsmiljön förbättras.



Energibesparing:
71.000 kWh/år (44%)



Projekt:
Etablering av dygnsrytmbelysning på utvalda vårdavdelningar på Helsingborg lasarett och Skånes universitetssjukhus Malmö



Investeringskostnad:
1.400.000 EUR



LUNDS UNIVERSITET FÖLJER PROJEKTET PÅ NÄRA HÅLL

Projektet för dygnsrytmbelysning på Helsingborgs lasarett och Skånes universitetssjukhus Malmö följs tätt av ledande forskare inom synergonomi vid Lunds universitet. I ett forskningsprojekt undersöker de hur den nya belysningen påverkar personalen.

Det övergripande syftet är att öka kunskapen om hur dygnsrytmbelysning kan påverka vårdpersonalen. Med dygnsrytmbelysning avses belysning som utöver att vara avsedd för att bra syn också syftar till att stödja människans dygnsrytm genom variationer av intensitet och färg under dagen. Syftet med forskningsprojektet är att undersöka hur ett specialdesignat belysningssystem med den senaste ljus-tekniken påverkar medarbetarna. På så sätt kan vi få veta om denna typ av belysning bidrar till en hälsofrämjande arbetsmiljö inom hälso- och sjukvården. Kunskapen kan sedan användas för att optimera belysningen i liknande vårdmiljöer och samtidigt ingå i underlaget för nya belysningsriktlinjer för vårdavdelningar. Förhoppningen är man ska bidra till att fylla kunskapsluckorna kring hur medarbetare påverkas av en viss dynamisk belysning.

Projektet ska:

- Undersöka hur vårdpersonalens välbefinnande, sömn och trötthet påverkas av övergången till dygnsrytmbelysning i arbetsmiljön.
- Utföra riskbedömningar och ljusmätningar för de olika belysningssituationerna.
- Undersöka skillnader i vårdpersonalens upplevelser av belysningen och deras eventuella synergonomiska problem mellan de olika belysningssituationerna.
- Undersöka skillnader av sömnlängd och sömnkvalitet genom objektiva mätningar med aktivitetsloggar och dygnsrytm (mätning av melatonin) mellan de olika ljussituationerna för deltagarna med scheman som inkluderar nattskift.

Det finns ännu inga medicinska belägg för effekterna av dygnsrytmbelysning i Region Skåne, men genom samarbetet mellan Region Skåne, Lunds universitet och Arbetsmiljömedicin Syd är målet att uppnå detta. Resultaten av projektet kommer att publiceras så snart de är klara.

ARBETSFÖRMEDLINGEN TESTAR DYGNSRYTMBELYSNING FÖR BÄTTRE ARBETSMILJÖ



LOLLAND KOMMUN

Arbetsförmedlingen Jobcenter Lolland på Campus Nakskov var det första pilotprojektet med dygnsrytmbelysning i Lollands kommun. Arbetsförmedlingen blev utvald efter att NIRAS genomfört en screening av belysningen i 14 byggnader, där man bedömde potentialen för dygnsrytmbelysning och återbetalningstiderna. Fokus låg på både kvalitetsbelysning och energibesparingar, och på att se till att de anställdas arbetsmiljö prioriterades vid utformningen av den nya belysningen. Samtidigt skulle projektet kunna visa fördelarna med modern belysning för hälso- och sjukvården med inställbart vitt ljus och dagsljusstyrning.

Byggnaden är en före detta utbildningsinstitution där belysningen präglats av mycket gamla och utslitna T8-rör med flimmer. Den nya belysningen för kontorsarbetsplatserna består av armaturer monterade i taket för att ge ett jämnt ljus ner mot skrivborden, oberoende av var skrivborden, och de höga rumsavskiljande skärmarna som flyttas runt på kontoren med jämna mellanrum, är placerade. För mötesrummen valdes en något okonventionell lösning. Det är här de

svåra och ibland känslomässiga samtalen äger rum, och därför särskilt viktigt med belysning där ansiktsuttrycken är lätta att läsa och som tar hänsyn till säkerheten. Resultatet blev en kombination av riktat ljus från spotlights på väggarna och rispapperslampor i olika färger med sensorstyrning, och vanliga LED-lampor som ljuskälla som ger både diffust och riktat ljus. Drifts- och rengöringspersonal rådfrågades, eftersom lösningen kräver att den billiga rispappersskärmen byts ut oftare och att man dammar av den med en dammborste.

Reaktionerna på den nya installationen har varit positiva, även om det för vissa kan ta tid att vänja sig vid att arbeta i den. Både för att det är betydligt högre ljusnivåer och för att ljuset varierar under dagen. Vissa personer har upplevt att besvär som migrän har försvunnit. Personalen har också informerats om fördelarna med den nya belysningen, vilket kan ha bidragit till deras positiva inställning till förändringen. Under introduktionsperioden fick personalen möjlighet att själv styra belysningen, men uppmuntrades att först prova den förprogrammerade dygnsrytmbelysningen i några månader, innan de övervägde att manuellt justera den. Detta ger den bästa möjligheten för att bedöma hur dygnsrytm- eller så kallad cirkadisk belysning påverkar en god arbetsmiljö.



Energibesparing:

75.296 kWh/år
(86%)



Projekt:

Dygnsrytmbelysning på
Jobcenter Lolland på
Campus Nakskov



Investeringskostnad:

365.300 EUR

ENERGIEFFEKTIV BELYSNING SOM FÖRBÄTTRAR MÄNNISKORS HÄLSA

Av Paul Michael Petersen, professor, Danmarks Tekniske Universitet

Ljus finns överallt runt oss. Vi kan inte se ljuset, men ljuset hjälper oss att se. Ljus är från ett grundläggande synsätt fundamentalt för människors hälsa. Ett hälsosamt liv är beroende av ljuset i vår omgivning. Samtidigt kan ohälsosamt ljus ha en stor negativ betydelse för människor. Ljus reglerar våra biologiska processer och vårt dagliga beteende. Den mänskliga näthinnan består av fem typer av fotoreceptorer som påverkar vårt beteende och hälsa. Alla fem typer av fotoreceptorer påverkar den cirkadiska rytmen och melanopsinreceptorn är i synnerhet särskilt viktig för dygnsrytmen. Därför är det avgörande att vi utformar ljuset så att människors hälsa blir optimal. Ett korrekt ljusspektrum vid rätt tid på dagen och natten.

Anledningen till att vi idag kan installera belysning som förbättrar vår hälsa är att LED-belysningen under de senaste åren har genomgått en fantastisk utveckling, där ljusflödet och de spektrala egenskaperna har förbättrats år efter år. Parallellt med detta har ny kunskap om LED-ljusets inverkan på människors välbefinnande och hälsa vuxit fram under de senaste åren. I Lighting Metropolis - Green Economy har vi arbetat med dynamisk LED-belysning med växlande färgtemperatur och ljusintensitet. I kombination med dagsljus erbjuder denna teknik mycket attraktiva möjligheter för energibesparingar samtidigt som man uppnår en betydande hälsoförbättring. Det har etablerats nya belysningsinstalla-

tioner på sjukhus, skolor, idrottshallar och äldreboende. Detta har gett projektdeltagarna unika möjligheter att utveckla nya energibesparande belysningskoncept som förbättrat både den gröna omställningen och människors hälsa.

Lighting Metropolis - Green Economy har också arbetat på en ny beskrivning av hur ljuset påverkar vår hälsa. Vi har testat ljusinstallationernas effekt på vår dygnsrytm enligt en ny måtenhet: Melanopic EDI lux. Denna nya måtenhet beskriver responsen hos fotoreceptorer i de icke-synliga ganglierna och är en indikation på den fotobiologiska effekten på den cirkadiska rytmen hos de exponerade personerna. Begreppet beskriver ljusets förmåga att påverka människors dygnsrytm. Ett högt melanopiskt EDI under dagen är vanligtvis ett stöd för vakenhet. På natten bidrar ett lågt värde av MEDI positivt för god sömn.

Slutligen har vi arbetat med evidensbaserade analyser för effekten av ljus. Både den evidensbaserade analysen och mätningen av Melanopic EDI lux är av vikt för att säkerställa en dygnsrytmbelysning med önskad effekt.

Det har varit ett stort nöje att observera de många spännande initiativen som Lighting Metropolis - Green Economy har bidragit med inom området "energieffektiv belysning som förbättrar människors hälsa".

#

3



LJUS, MÖRKER OCH MILJÖ

Under de senaste 100 åren har det skett en omfattande spridning av artificiellt ljus både inom- och utomhus. Det har gett möjligheten för ökad aktivitet under de mörka timmarna, trygghet på gator om kvällarna och gjort inomhusaktiviteter oberoende av dagsljus. Fast med stora ljusmängder reduceras mörkret som många organismer är beroende av, och resursförbrukningen ökar också både i form av material och energi. Därför är det nu nödvändigt att värna om det naturliga mörkret, att den artificiella belysningen är av bra kvalitet, energieffektiv och har så begränsad påverkan på miljön som möjligt.

Den ökande förbrukningen av artificiell belysning påverkar miljön. Detta gör den i form av högre energiförbrukning och detta har varit fokus för Lighting Metropolis - Green Economy. Ur ett livscykelperspektiv är det energiförbrukningen under driftfasen som står för den största delen av miljöpåverkan, och även om vi har kommit långt med LED-tekniken, som avsevärt minskar energiförbrukningen under driftfasen, har insatserna stor betydelse. Regler och standarder har ökat kraven på artificiell belysning i takt med att LED-tekniken tagit över marknaden. Möjligheten att styra och dämpa belysningen utifrån behov är också ett steg i rätt riktning och särskilt för att motverka trenden att konsumera mer ljus.

Ljussföroreningar är ett annat miljöproblem. De stora mängderna ljus och dess egenskaper som på natten stör det naturliga mörkret har negativa konsekvenser för människor, djur och växtliv. På en liten sträcka av Gladsaxe kommuns omfattande modernisering av gatubelysningen har ljuset en mycket speciell karaktär. Detta för att så långt som möjligt ta hänsyn till den omgivande naturen och dess invånare (s. 24).

Sist men inte minst kräver den stora mängden av belysning också stora mängder material, varav en del är råvaror som är knappa. I Faxö kommun har deras modernisering av gatubelysningen fokuserat på energieffektivitet och också i stor utsträckning på att minimera förbrukningen av nya material vid förnyelse av belysningen (s. 23).

Fokus på att begränsa miljöpåverkan från artificiell belysning är en förutsättning för den gröna omställningen. LED-tekniken har haft en väsentlig betydelse för energiförbrukningen och parternas många projekt här i katalogen visar att det finns stora besparingar att göra om belysningen uppgraderas till nuvarande krav och standarder. Den cirkulära ekonomin får allt större utrymme och man arbetar på nya modeller för design, material, reparationer och återvinning inom branschen. Samtidigt pågår det mycket forskning kring hur ljusets färg och andra egenskaper kan anpassas till att störa naturen så lite som möjligt.

NYTT LJUS I GAMLA LAMPOR

FAXE KOMMUN

I Faxe kommun har all gatubelysning på allmänna vägar ersatts av LED. Kommunen har valt en eftermonteringslösning som minimerar resursförbrukningen för ny belysning. Därmed kan kommunen leverera modern belysning med färre nya material och för små ekonomiska medel.

Klassiska armaturer, Icon från Louis Poulsen och København från Philips, utgjorde en stor del av gatubelysningen i kommunen. När kommunen skulle inspektera den gamla gatubelysningen i avsikt att upprätta en plan för ett moderniseringsprojekt framkom det efter en rengöring att armaturerna var i gott skick medan själva ljuskällorna var föråldrade. Producenterna har utvecklat de nödvändiga komponenter som krävs för montering i de befintliga lamporna. Därför kan optiken, drivrutinerna och LED-panelerna bytas ut medan lamphuset från de gamla armaturerna återvinns. Det är viktigt att den nya insatsen för LED har utformats enligt den specifika armaturen i syfte att uppnå en bra ljuskvalitet, möjliggöra dämpning och minimera ljusföroreningar. Istället för att ta isär det hela och sätta upp en helt ny gatubelysning valde kommunen helt enkelt att ersätta insatserna med nya som byggts för LED och låta lamporna stå kvar. Ar-

maturerna 406 Icon och 860 Københavner har eftermonterats. I förhållande till helt nya armaturer har komponenterna för de eftermonterade armaturerna kostat ungefär hälften så mycket. I det framåtriktade driftskontraktet har man lagt in att armaturerna ska torkas av med jämna mellanrum för att kunna följa belysningens reella skick.



Man ska vara uppmärksam på äganderätt och garantier i förhållande till lamporna vid byte av de ursprungliga lamporna. Fast det kan lösas och det är värt med en eftermontering snarare än att plocka ner och kasta bort allt befintligt. Det skonar miljön och är dessutom billigare och vi kan leverera mer kvalitetsbelysning för samma budget

*Jeanette Marker,
Faxe kommune.*



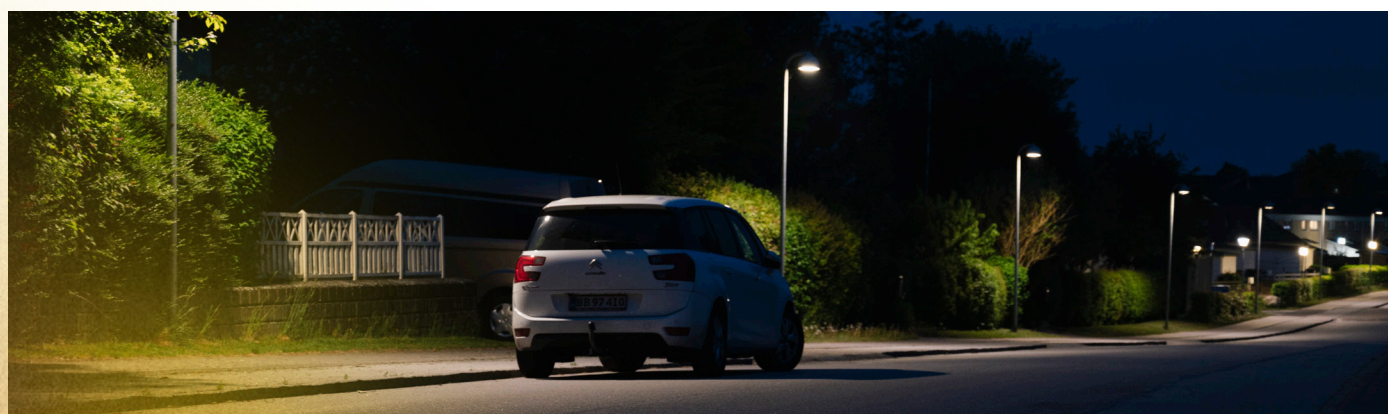
Energibesparing:
157.000 kWh/år



Projekt:
Modernisering vid eftermontering av 1266 gatulyktor på olika sträckor i kommunen



Investeringskostnad:
350.000 EUR





ENERGIFÖRBRUKNING, TRAFIKSÄKERHET OCH BIOLOGISK MÅNGFALD I BALANS

GLADSAXE KOMMUN

Gladsaxe kommun har i samarbete med Andel Lumen, som äger gatubelysningen, genomfört en omfattande förnyelse av kommunens gatubelysning. Cirka 5000 armaturer har bytts ut till LED-belysning. Detta leder till betydande energi- och driftsbesparingar. Gladsaxe kommun ägnade särskild uppmärksamhet åt en sträcka som löper genom ett naturområde. Ett område som bland annat huserar flera fladdermusarter. Därför skickade de ut miljöavdelningen som identifierade sju olika arter av fladdermöss. Däribland dvärgfladdermöss och långhåriga fladdermöss. Arterna är inte skyddade, men dessa arter sägs vara särskilt sårbara när det gäller negativa effekter från vägar.

Det är en del av kommunens gröna strategi att säkerställa bättre livsmiljöer för djur och växter i kommunen och man insåg att forskning visar

på att traditionell LED-gatubelysning kan ha en inverkan för djur- och växtlivet. Samtidigt finns det en supercykelväg längs sträckan och det finns flera ställen som cyklister korsar vägen på. Därför fanns det ett behov av belysning och man skulle hitta en balans mellan trafikanternas behov av belysning och fladdermössens och resten av naturområdets behov av mörker. Därför satte kommunen ljusdesigners från Light Bureau på jobbet att undersöka möjligheterna med en belysningslösning som kunde ge trafikanterna den säkerhet de har behov av utan att orsaka onödiga problem för fladdermössen och deras naturliga omgivning. Den speciella röda belysningen kom fram ur detta.

Forskning visar att det röda ljuset stör fladdermössens naturliga beteende så lite som möjligt. Det finns många olika arter av fladdermöss



och naturligtvis finns det också många andra djur som lever i området som alla har olika preferenser. Den optimala lösningen för naturen skulle vara en total avsaknad av belysning. Den röda belysningen är ett försök till att balansera olika behov. Det har bara genomförts ett fåtal belysningsprojekt i världen som fokuserar på detta och det saknas praktisk kunskap och erfarenhet inom området. Projektet betraktas som den första generationen av belysning med särskild hänsyn till naturen och kan förhoppningsvis ge grogrund för ökad praktisk kunskap och i framtiden leda till en mer skonsam belysning för både människor och natur.

Ljusets färg är ett resultat av ljusets våglängd. Blått, grönt och vitt ljus har exempelvis korta våglängder. Det sägs allmänt att kortvågsljus på natten kan ha negativa effekter på djur och natur som behöver mörkret. Detta gäller även för människor. Rött ljus har långa våglängder och tillhör en del av spektrumet som man anser att bland annat fladdermöss inte kan se.



Energibesparing:

1.204.000 kWh/år (58%)



Projekt:

Modernisering av hela kommunens gatubelysning



Investeringskostnad:

327.000 EUR



STRATEGIER FÖR HÅLLBAR VÄGBELYSNING

En av de grundläggande funktionerna med belysning är att göra det möjligt för människor att orientera sig i sin omgivning. Belysning ser till att vi kan röra oss tryggt längs vägar, gång- och cykelvägar även efter mörkrets inbrott. Samtidigt är vägbelysning ett energikrävande element, men också ett element med fortsatt stor besparingspotential. Vi kan implementera energieffektiv teknik, men vi kan också förbruka mindre ljus.

Den kontinuerliga förbättringen av energieffektiviteten i belysning genom LED-teknik bidrar naturligtvis avsevärt till besparingar. Utvecklingen av smarta styrsystem kan ytterligare förbättra effektiviteten genom att minska den faktiska ljusförbrukningen. Förprogrammerade dämpningsprofiler minskar belysningen under sena kvälls- och nattimmar och sensorbaserade system försäkrar att endast rätt mängd belysning används och endast när det finns trafik på sträckan och ett behov av belysning. Trelleborgs kommun har arbetat med intelligent styrning i sina storskaliga projekt för förnyelse av vägbelysning (s. 27, s. 29).

Användarna är många när vi talar om central infrastruktur i stadsområden. Och belysningen längs vägar, gång- och cykelvägar kan vara avgörande för upplevelsen när man rör sig längs en viss rutt. När man byter belysning i ett område är det givande att involvera invånarna och användarna av sträckorna. Människor tenderar att vara mest intresserade av belysning och andra element i sin närhet eller längs sina huvudsakliga pendlingsvägar och visar sig ofta vara mer nöjda med resultatet om de själv har varit involverade i lösningen. Det är en viktig faktor när man ska skapa miljövänlig belysning. Involverandet av lokala invånare kan vara en komplicerad sak och särskilt när det gäller belysning som ofta är ett tekniskt avancerat ämne. Det finns många möjligheter, men det kan vara bra att kollektivt börja utforska olika lösningar och på så sätt skapa en gemensam mening. Albertslunds kommun har lyckats med en fördjupad involveringsprocess i arbetet med att förnya belysningen i ett antal bostadsområden i kommunen (s. 28).

För en miljövänlig och sammanhängande utomhusbelysning i kommunen kan det vara avgörande med en genomtänkt och holistisk strategi. I en sådan strategi kan man ställa upp riktlinjer för både tekniska och estetiska egenskaper för belysningen och därmed säkra en hög kvalitet i hela kommunen och se till att all förnyelse av belysningen i framtiden inriktas på energieffektiv och hållbar belysning. Lunds kommun har arbetat med en sammanhängande belysningsplan för hela kommunen som ska säkra energibesparingar och miljövänlig belysning i kommunen i framtiden (s. 30).

ENERGIEFFEKTIV OCH DIMBAR VÄGBELYSNING I HELA KOMMUNEN

TRELLEBORG KOMMUN

Trelleborgs kommun genomför en omfattande modernisering av vägbelysningen i kommunen genom att byta ut alla armaturer mot LED-armaturer. Detta gör de först och främst för att skapa en miljövänlig vägbelysning i kommunen. Med bytet sparar kommunen miljontals kronor i drift och underhåll, uppnår betydande reduktioner av energiförbrukning och en bättre ljuskvalitet.

När trafikintensiteten är som lägst på natten dämpas vägbelysningen i framtiden till halv ljusstyrka. Detta förväntas att ge en ytterligare energibesparing på cirka 30 %. På vissa platser i kommunen installerar man även rörelsesensorer så att dämpningen inte styrs via en fast dämpningsprofil utan dynamiskt utifrån om det finns verklig trafik på sträckan.

Varken i Danmark eller Sverige finns det några bestämda krav för dämpning av vägbelysning under de lugna nattimmarna, men både EU och nationella riktlinjer

rekommenderar dämpning. I Lighting Metropolis vägledning för förnyelse av vägbelysning rekommenderas man att byta ut lösningarna mot ett styrsystem för belysning och armaturer med DALI 4-ledarkabel samt montera SR/Zhaga-uttag.

Varken i Danmark eller Sverige finns det några bestämda krav för dämpning av vägbelysning under de lugna nattimmarna, men både EU och nationella riktlinjer rekommenderar dämpning. I Lighting Metropolis vägledning för förnyelse av vägbelysning rekommenderas man att byta ut lösningarna mot ett styrsystem för belysning och armaturer med DALI 4-ledarkabel samt montera SR/Zhaga-uttag. Detta ger optimala möjligheter för att ytterligare installera i digitala lösningar i framtiden.

Och för Trelleborgs kommun har det visat sig vara en mycket bra affär. Kommunen kommer att spara över 2 miljoner kWh / år med den nya dimbara vägbelysningen.



Energibesparing:
2.385.286 kWh/år (75%)



Projekt:
Modernisering av gatubelysningen i hela kommunen



Investeringskostnad:
4.967.000 EUR



ÖKAD SÄKERHET FÖR UTSATTA TRAFIKANTER

KRISTIANSTADS KOMMUN

Härlövsängaleden i Kristianstad är en av de mest trafikerade vägarna i kommunen och används främst för pendling. Det är en väg som går genom ett naturområde med ett körfält i varje riktning och en gång- och cykelväg. Större delen av gång- och cykelvägen har inte varit upplyst och flera användare ansåg att sträckan var osäker. Den befintliga vägbelysningen behövde en grundlig uppdatering. Som en del av förnyelsen av vägbelysningen till LED beslutade kommunen att förnya vägbelysningen och övergå till energieffektiv LED-teknik samt att inrätta nya ljuspunkter längs gång- och cykelvägen för att öka säkerheten för de mjuka trafikanterna.

Ur ett energieffektivitetsperspektiv var det därför nödvändigt för kommunen att välja ett intel-

ligent belysningssystem. Sensorer känner av trafikintensiteten, och när trafiken är gles och det finns få eller inga fordon, cyklister eller fotgängare på sträckan, till exempel på natten, dämpas ljuset.

Valet av ljusstyrningssystem bör baseras på den specifika vägtypen eller rutten. Det är viktigt att göra en grundlig behovsanalys och överväga vilka krav, önskemål och behov som är de viktigaste för den specifika rutten. Längs många vägsträckor i svenska kommuner kommer det att finnas fast ljusstyrning med så kallad enkel dimning inbyggd i armaturen, vilket i sig självt innebär en stor energibesparing. För att lösningen senare ska kunna styras av verklig trafik, med hjälp av sensorer, kan det krävas nya armaturer med ett DALI-system och en 4-trådig kabel. För ytterligare framtidssäkring kan armaturen också utrustas med ett vanligt standardiserat uttag, till exempel ett Zhaga-uttag eller ett SR-uttag.



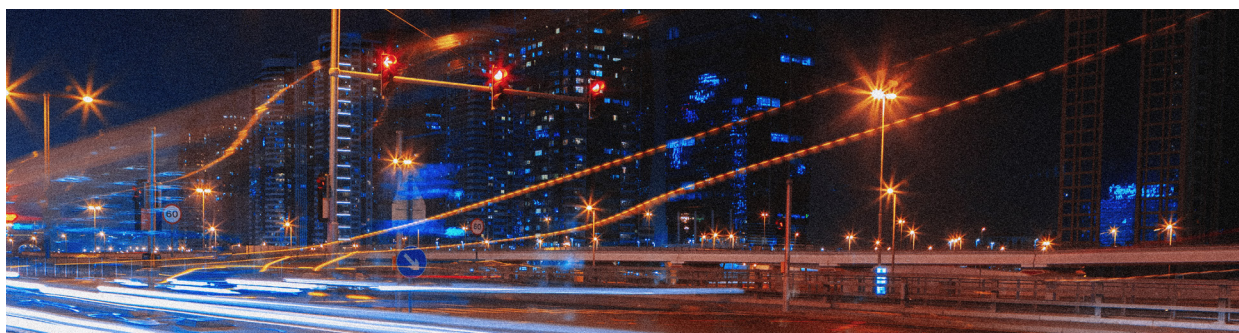
Energibesparing:
44.496 kWh/år (75%)



Projekt:
Modernisering av vägbelysningen på Härlövsängaleden



Investeringskostnad:
250.000 EUR



INVÅNARNAS BELYSNING



ALBERTSLUND KOMMUN

Albertslunds kommun har underlättat och genomfört en genomgripande modernisering av gatubelysningen i några av kommunens bostadsområden. Det har funnits en nära och omfattande dialog med invånarna genom markägareföreningarna i de enskilda områdena i syfte att säkra lösningar som passar in både i kommunens helhet och det lokala sammanhanget.

Finansieringsmodellen bygger på en viss användaravgift från markägarnas sida. När kommunen köpte tillbaka belysningen från Ørsted övertog de också en del av anläggningarna i bostadsområdena för att det bland annat skulle bli alltför dyrt att separera dem. Därför är det kommunen som ansvarar för anläggningarnas drift och underhåll medan invånarna betalar ett kontinuerligt bidrag för drift och underhållning av nya anläggningar. Mycket arbete har lagts ned på att definiera en bra rättslig och ekonomisk modell.

Tillsammans med invånarna planerade kommunens ljuse experter de enskilda projekten. Invånarnas lokalkännedom var av stor betydelse och i kombination med kommunens fördjupade kun-

skaper om de formella kraven för belysning i ett bostadsområde, den visuella samstämmigheten i kommunens geografi samt kraven på förvaltning och effektiv drift av kommunen etablerades ett gott samarbete. Genom en dynamisk process som lät invånarna komma med konkreta förslag på ändringar i experternas upplägg framkom den slutliga planen för belysningen.

Efter installationen bjöds invånarna in till en rundtur i området för att utvärdera de slutliga lösningarna. Detta gjordes i mörker så att belysningens funktion och kvalitet kunde bedömas i sin rätta miljö. Man hade valt en belysning med dimbar funktion och funktionen testades även i praktiken under utvecklingen och det resulterade i vissa justeringar innan projektet slutligen godkändes.

Man har lyckats hitta en fungerande modell för medborgardialog. Det är en omfattande modell som tar lite extra tid. Men det gör skillnad för kvaliteten och kan säkra en mycket hög tillfredsställelse avseende de slutliga lösningarna.



Energibesparing:
270.381 kWh/år (59%)



Projekt:
Modernisering av gatubelysning i utvalda bostadsområden



Investeringskostnad
4.922.946 EUR



BELYSNINGSSTRATEGI SKA SÄKRA FRAMTIDENS ENERGIEFFEKTIVA BELYSNING

LUNDS KOMMUN

Lunds kommun har avsatt medel för att förnya utomhusbelysningen. De har tagit sig an uppgiften med en ambition att säkerställa hög kvalitet och en sammanhängande ljusdesign både idag och i framtiden. En sammanhängande belysningsstrategi för hela kommunen med mål, konstruktionsprinciper och tekniska specifikationer är första steget. Strategin är politiskt antagen och kommer att ligga till grund för alla framtida inköp av utomhusbelysning.

Målet med belysningsstrategin är att minska kostnader och energiförbrukning och samtidigt skapa en trygg, bekväm och flexibel stadsmiljö med ljus vid behov. Inklusive att säkerställa enhetlig förvaltning, drift och underhåll. Strategin ska också bidra till att minimera ljusföro-

reningar och slöseri med ljus från kommunens anläggningar och skydda områden som har ett behov av naturligt mörker.

Det är en vidareutveckling av Lunds befintliga belysningsplaner och normerna för belysningen som redan gäller i kommunen och säger att belysningen ska uppfattas som en helhet och uppfylla tankarna och kraven som ligger till grund för Lunds övergripande utveckling.

I planen har man beskrivit hur belysningen ska se ut för ett enhetligt uttryck samtidigt som man skiljer på exempelvis väglklasser, gång- och cykelvägar. Planen beskriver både ljusets egenskaper och ställer krav på bland annat bländning, ljusföroreningar och energieffektivitet. Som en



uppföljning av belysningsstrategin genomfördes en analys för att prioritera de specifika förnyelseprojekten på grundval av strategins principer, bedömningen av den befintliga anläggningen och uppskattningarna av de nödvändiga investeringarna.

Lunds kommun har inlett rådgivning med efterföljande byte till LED för en säkrare gång- och cykelväg mellan två stadsdelar med tillhörande tunnel under en motorväg som baserats på principerna i strategin. Man har också initierat en konkret översyn av de nästan 8000 ljuskällorna i de sex mindre stads- och landsbygdsområdena i kommunen. Syftet med översynen är att prioritera den kommande förnyelsen av belysningen till LED. Den nya belysningsplanen ska säkerställa visuell samstämmighet och hög kvalitet i hela kommunen.



Energibesparing:
300.000 kWh/år (30%)



Projekt:
Modernisering av en del av gatubelysningen (som ett resultat av belysningsstrategin).



Investeringskostnad:
1.397.356 EUR



LJUS OCH RÖRELSE

Föreningslivet är starkt i både Danmark och i Sverige. Det står högt på listan i många kommuner att tillhandahålla bra faciliteter för idrottsutövning på alla nivåer och idrott kan vara många saker. Det kan föregå både utom- och inomhus och de enskilda idrottsanläggningarna eller idrottshallarna ska ofta kunna rymma många olika typer av aktiviteter. Detta ställer höga krav på belysningen som ofta måste vara kraftfull och kräver mycket energi.

Kraven på belysning för idrottshallar varierar beroende av aktiviteterna som sker i hallarna och på vilken nivå de utförs. I en vanlig gymnastiksal för skolidrott kan 300 lux vara tillräckligt, medan det i motsatt ände av spektrumet kan krävas 1200 lux i en hall som ska användas för TV-sända matcher eller turneringar. I allmänhet kan man också säga att det krävs mer ljus om man spelar med mindre snabba bollar som exempelvis badminton. Ljuset måste alltså vara starkt, men det är samtidigt en viktig faktor att ingen bländning uppstår som kan vara en stor olägenhet för spelarna. I Kalundborgs kommun har hela 11 idrottshallar fått ny och energieffektiv belysning som ger både motionsidrottare och elitidrottare goda förutsättningar för att utöva deras sporter (s. 34).

För utomhusanläggningar finns det också höga krav på stark belysning. Där finns också andra överväganden att ta hänsyn till som exempelvis att minimera ljusföroreningar. Samtidigt kan extremt högintensiv belysning och låg energiförbrukning vara en utmaning, särskilt när det också finns återbetalningstider för förnyelseprojekt att ta hänsyn till. Bjuvs kommun har funnit balansen och skapat en bra, intressant och energieffektiv belysning i stadens skatepark (s. 33).

Det finns alltså många faktorer att ta hänsyn till när man ska skapa en bra belysning åt idrottsutövare. Här presenterar vi hur några av parterna i Lighting Metropolis har tagit sig an utmaningen.

NY LJUSDESIGN I SKATEPARK SKA SKAPA FLER MÖTESPLATSER FÖR BJUVS INVÅNARES

BJUVS KOMMUN

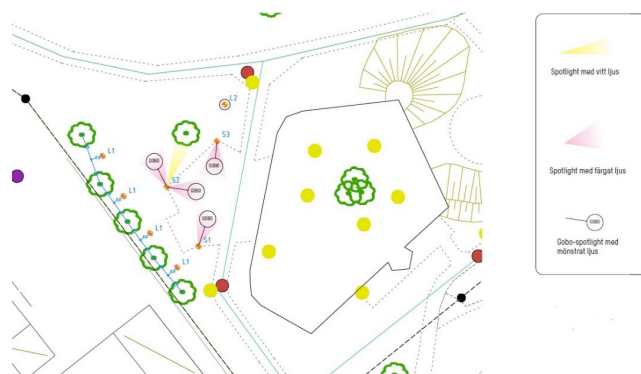
En ny ljusdesign har bidragit till att göra skateparken i Bjuv ännu mer populär. Kommunens investering är en del av satsningen på allmänna ytor där folk kan mötas.

Skateparken byggdes 2014 och består av en bowl- och streetyta där invånarna kan åka skateboard, inlines, kickboard eller BMX-cykel. Nu har parkens nya ljusdesign attraherat ännu fler besökare och har blivit en mötesplats för alla i kommunen. Skateparken är öppen stora delar av dygnet och är som mest besökt på onsdags- och torsdagskvällar mellan 18.00-20.00.

Kommunens investering i skateparkens belysning är en del av kommunens satsning på de allmänna ytor där invånare möts. Bredvid skateparken finns en container där besökare kan köpa fika, låna en skateboard eller kickboard, eller bara hänga – mycket tack vare att kommunen erbjuder gratis att surfning via trådlöst internet.

Den nya ljusdesignen består av stolpar och armaturer med GoBo-projektorer vid container-fiket, som belyser den stenbelagda ytan samt omkringliggande områden, samtidigt som de är energibesparande och minskar spilljuset för att öka effekten av Gobo-projiceringarna.

Markstrålkastare i ytterkanten av skateparken ramar in området mörkertid och undviker på så vis mörka hörn och för att öka känslan av trygghet. Uplights belyser



träden och en cylindrisk sittmodul är belyst underifrån för att en rumsskapande och bländfri sittplats. Det har även kommit nya spotlights på befintliga stolpar där det innan varit strålkastare med högtrycksnatrium. Ljusdesignen använder spotlights både med vitt ljus, färgat ljus och Gobo-spotlight med mönstrat ljus.

Skateparken ligger i centrum, på gångavstånd från tågstationen och har en yta på 830 kvm. Själva skateparken är designad av firman Pivotech, och den nya ljusmiljön är designad och skapad av Sweco.

Tekniska detaljer om ljusdesignen:

- Up-lights 4 st belyser träden underifrån
- 3 styk nya stolparmaturer som belyser sittmöbel och gångstig
- Ytterligare en sittmöbel som är belyst underifrån
- Till höger rund sittmöbel upplyst underifrån
- Nedan till vänster, nyanlagd gångstig med träden i bakgrunden som ska belysa med uplights.
- Nedan till höger, den andra sittmöbeln som ska belysas från stolparna som syns på bilden



Energibesparing:
1.582 kWh/år (75%)



Projekt:
Modernisering av spotlights i skateparken i Bjuv



Investeringskostnad:
10.440 EUR



ENERGIEFFEKTIV KVALITETSBELYSNING FÖR ETT RIKT SAMHÄLLSLIV

KALUNDBORG KOMMUN

Kalundborgs kommun har ett rikt föreningsliv. Det finns många invånare i kommunen som vill idrotta tillsammans och idrottshallarna prioriteras högt. Hallarna används inte bara för sportaktiviteter utan även för andra evenemang som konferenser, möten och konserter. Många hallar stod inför en förnyelse av belysningen och nya belysningsystem har införts i elva av dem. Det ställs stora krav på den nya belysningen som ska efterleva de senaste normerna för belysningsstyrka och samtidigt understödja den multifunktionalitet som hallarna ska rymma.

De många idrottshallarna i kommunen hade en hög energiförbrukning. Man räknade på besparingspotentialen och lösningen var naturligtvis ett byte till LED-teknik. Det är nu ett krav att det ska vara minst 300 lux i en idrottshall. Det ställs högre krav om idrotten ska utövas på elitnivå.

Kalundborgs kommun har primärt fokuserat på gräsrotsnivån men har fortfarande som mål att ge sportutövarna bästa möjliga förutsättningar. Belysningen i sporthallarna har landat på 300 lux för vardagar med möjligheten till 500 lux vid evenemang och tävlingar. Vid ändringar av programmeringen kan de flesta hallarna också leverera 750 lux. I en av hallarna är det till och med möjligt att skruva upp till 1000 lux. Det ger mycket goda villkor för utövarna och möjligheten att hålla regionala konferenser, samtidigt som det ger betydande energibesparingar. För belysning, särskilt i sporthallar, kan det vara en utmaning att se till att de levererade armaturerna uppfyller kraven som ställs i anbudsmaterialet. Därför har Kalundborg använt sig av DTU:s erbjudande om kvalitetsprövning av de levererade armaturerna.

Det är just balansen mellan att generera energibesparingar och leva upp till allt högre krav på lux-nivåer som kan vara en utmaning. Ersättningen av gammal belysning på idrottshallarna kräver betydligt fler ljuskällor. Det äter upp en del av energibesparingarna som annars följer med energieffektiv LED-teknik. I vissa fall kan det resultera i långa återbetalningstider och inte bli en bra affärsidé. I Kalundborg har man funnit en medelväg som medfört mycket goda förhållanden för de som använder hallarna. Samtidigt sparar kommunen avsevärt på energiförbrukningen.



Energibesparing.
297.068 kWh/år (64%)



Projekt:
Byte av belysningen till
LED i elva idrottshallar



Investeringssum:
506.000 EUR

GARANTI FÖR BRA BELYSNINGSKVALITET

Kommunerna utgår från Lighting Metropolis vägledning, tekniska specifikationer och faktablad när de ska ha ny belysning. Här beskrivs en bra och välutrustad projektprocess för förberedelsen av belysningsprojekt. De tekniska specifikationerna beskriver egenskaperna som bör krävas i anbudet för belysningsprojektet. Detta omfattar mekaniska, elektriska, belysningstekniska, miljö- och konstruktionsmässiga egenskaper. De kvalitetskrav som bör ställas på belysningens egenskaper framgår av respektive faktablad. Vägledningarna säkerställer en energieffektiv belysning av hög kvalitet.



KVALITETSSÄKRING PÅ DTU (DANMARKS TEKNISKE UNIVERSITETS) LJUSLABORATORIUM

För bland annat Kalundborgs kommun har det varit en hög prioritet att belysningen som sätts upp i hallarna uppfyller kraven som ställs i anbudsupplägget. Detta följer de först och främst genom att se till att leverantören har bra dokumentation över de tekniska specifikationerna. När produkterna anländs gör kommunen stickprovskontroll på enskilda

ljuskällor som skickas för kvalitetskontroll i DTU Fotoniks ljuslaboratorium. Där utförs oberoende kvalitetsmätningar och dokumentation. På laboratoriet mäter de bland annat ljuskällornas faktiska färgtemperatur och färgåtergivning. Man mäter också flimmer i ljuset. På så sätt kan kommunen vara helt säker på att de får kvaliteten som de efterfrågar.







LED-TEKNIKEN ÄR FRAMTIDEN OCH DEN ÄR REDAN HÄR

I nästan alla förnyelseprojekt och nybyggnationer används det idag LED-belysning. Detta gäller både för utom- och inomhusbelysning och det finns goda skäl till det. Det finns många fördelar med LED-teknik jämfört med den gamla tidens glöd- och halogenlampor.

LED är en förkortning av Light Emitting Diode. När ström passerar genom dioden omvandlas den till ljus. I LED avges endast ljus i den synliga delen av spektrumet. Det avges därför inte alls lika mycket värme som för exempelvis glöd- och halogenlampor och detta bidrar till att LED-belysningen blir energieffektiv. Idag kan de bästa LED-ljuskällorna ha en effektivitet på över 200 lumen per watt. Som jämförelse avger en gammaldags glöd-lampa cirka 10 lumen per watt.

LED-ljuskällor har också en betydligt längre livslängd än andra tekniker. Även om LED-ljuskällor kan vara lite dyrare än andra typer så kan de alltså snabbt betala för sig själva i form av energibesparingar och vid byte av dem.

LED-teknikens utveckling gör det dessutom i mycket högre grad möjligt att designa ljuset utifrån önskat an-

vändningsområde. Ljusedioderna i en LED-armatur kan sättas ihop och styras så att de avger ljus med exakt den färgtemperatur och intensitet som krävs för den givna situationen. LED-belysningen kan alltså designas för alla ändamål. LED-belysningen kan också riktas på ett mer intelligent sätt så att ljuset endast skickas till de platser där det behövs. På så sätt kan exempelvis vägar, gång- och cykelvägar och idrottsanläggningar belysas utan att det blir för mycket onödigt ljus i omgivningen som stör grannarna eller naturen.



NACKDELARNA MED LED-TEKNIKEN

Även om LED-tekniken anses vara framtidens belysning kan det också finnas vissa nackdelar med den. Kvaliteten i utbudet av LED-belysning varierar kraftigt. Det är viktigt att vara uppmärksam på installationens tekniska egenskaper som flimmer, färgåtergivning, färgstabilitet och bländning. Det finns många faktorer som måste balanseras och ibland kompromissar producenterna på kvalitet till förmån för energieffektivitet och pris eller vice versa.

Med den mycket höga energieffektiviteten följer låga kostnader för ljusförbrukning. I vissa fall kan detta leda till ökad ljusförbrukning som därmed reducerar eller till och med eliminerar de i övrigt betydande energibesparingarna, dvs. rebound-effekten.

Dessutom ställs det ständigt ännu större krav på belysningsstyrkor och möjligheterna för mer eller mindre automatisk styrning. LED-tekniken erbjuder många möjligheter, särskilt när det gäller ökad kvalitet och flexibilitet för belysningen, men det är viktigt att tänka på balansen så att potentiella energibesparingar inte konkurreras ut av höga krav och mer belysning.

Viss forskning tyder också på att en stor del av LED-belysningen på marknaden avger mer ljus i den blå änden av spektrumet. Det kan ha en negativ påverkan på människor, djur och natur. Tekniken är fortfarande under snabb utveckling och inom både industrin och forskningen arbetar man på att designa LED-lampor som är mer skonsamma.

Det mest energieffektiva ljuset och det bästa för naturen är inget ljus. På vissa platser behöver människor däremot artificiell belysning. Balansen mellan behovet av ljus, energiförbrukning och hänsyn till miljön och naturen är avgörande.



LJUS ÄR INTE LÄNGRE BARA LJUS – DEN SMARTA AGENDAN

Framtidens belysning är inte bara LED-baserad. Den är också digital och intelligent och så är den en del av ett större smart nätverk av databaserad teknik som kan bidra till hållbar drift och användning av städer och byggnader

Belysning finns praktiskt taget överallt i städer och byggnader. Med belysningen kommer en viktig faktor för att driva den smarta tekniken, nämligen elektricitet. Belysning, både inom- och utomhus, har därför potentialen att bli en central del av den bärande infrastruktur som den smarta staden ska byggas på. Sensorer, kameror eller antenner för det framtida 5G-nätet kan enkelt anslutas till befintliga armaturer eller master.

Även om många smarta tekniker är i sin linda kan belysningen säkras inför framtiden genom att man förbereder master och armaturer till att ingå i kommande smarta system. Detta kan man exempelvis göra genom att man i anbudet för belysning kräver användningen av öppna protokoll så att systemet kan kommunicera över enheter och lösningarna levereras med den extra kapacitet som möjliggör en utvidgning av digitala funktioner. Det kan exempelvis vara lösningar som baseras på ett DALI-system och extra ledare samt Zhaga- eller SR-uttag. Därmed kan man vara säker på att sensorer eller annan smart tekniker kan anslutas och att armaturerna kan styras via ett centralt styrsystem. Just Dali och Zhaga/SR, som har använts i många nyare belys-



ningslösningar, inklusive många av projekten i Lighting Metropolis – Green Economy, är internationellt standardiserade lösningar som ser till att man inte låser upp sig hos bestämda leverantörer.

Med belysningsinfrastrukturen som en central del av IoT-nätverket är ljus inte längre bara ljus. Dansk EI-förbund förutspår att 35-40 % av alla installationsuppgifter i Danmark kommer att vara IoT-relaterade i 2025. Detta ställer nya krav på installatörer, konsulter och tillverkare och deras kompetens. Det behövs i allt högre grad IT-tekniska och mjukvarurelaterade kunskaper vid installationen av ny belysning i städer och byggnader.

Utvecklingen är i full gång och alla partnerkommuner i Lighting Metropolis arbetar med intelligentare belysning som ska ge ytterligare besparingar på energiposten. Vägledningarna från Lighting Metropolis – Green Economy ger rekommendationer när man ska implementera ny och smart belysning.

STARTUP COMMUNITY FÖR ATT UTVECKLA FRAMTIDENS BELYSNINGSLÖSNINGAR

Som en del i projektet Lighting Metropolis – Green Economy bildades ett community för startupbolag i Greater Copenhagen. Bolagen ville vara med för att både utveckla sig själva och utveckla projektpartnerna kring nya spännande alternativ kring belysning. Gemensamt för bolagen är att de på sitt eget sätt och med hjälp av sina egna produkter bidrar till en minskad energiförbrukning genom belysning, förbättrar hälsan och välbefinnandet och ökar säkerheten i städerna.

Med gemensamma kompetenshöjande insatser i projektet har bolagen också fått värdefulla tips både från forskare och rådgivare som gjort det möjligt att utveckla verksamheten på bakgrund av den senaste kunskapen och praxisen inom belysning. Bolagen har fått utbildning inom en rad olika områden som de önskat veta mera inom (allt från belysning till olika affärsmodeller, marknadsföring och prissättning etc.) till att de fått träffa kontaktpersoner vid olika kommuner/ regioner för att skapa både kontakter och förståelse hur deras potentiella kunder arbetar och vilka utmaningar de står inför.

Genom Lighting Metropolis har företagen haft kontakt med projektets kommuner och regioner. Detta har gjort det möjligt för dem att få en bättre förståelse för hur

man säljer in sig till kommuner och regioner. Från detta nätverk har flera spännande samarbeten uppstått mellan projektpartners och communitybolag och projekt har skapats med fokus på lägre energiförbrukning avseende belysning och därmed också för den gröna omställningen.

Under perioden 2019-2021 har Lighting Metropolis stöd till bolagen skapat 28 nya jobb i Sverige och 9 nya jobb i Danmark.



Läs mer om alla
bolagen i
communityt här:

We guide
entrepreneurs
to success!





LIGHTING METROPOLIS SÄGER TACK FÖR DENNA GÅNG – VI HOPPAS ATT VI SES IGEN

Projektet Lighting Metropolis - Green Economy avslutas i slutet av september 2022. I den här omgången har det varit fullt fokus på att påskynda investeringar av LED-belysning. Att ersätta äldre belysning med LED-teknik ger betydande energibesparingar. Dessutom ger den moderna tekniken bra möjligheter för att ge förbättrad kvalitet av belysningen. I kraft av Lighting Metropolis – Green Economy sparar 13 partnerkommuner och 1 partnerregion tillsammans 7.251.446 kWh, och har fått en belysning av god kvalitet som uppfyller dagens standarder och krav.

Installation av LED-belysning vid nybyggnationer och förnyelseprojekt är nu en självklarhet. Även under de tre år som projektet kört har det skett en enorm utveckling både för tekniken och användningen av energisnål belysning i partnerkretsen liksom i andra kommuner och regioner. Det finns fortfarande en stor potential för energibesparingar och kvalitetsförbättringar av belysningen i det offentliga. Det återstår fortfarande mycket arbete för kommuner och regioner att modernisera belysningen i byggnader och längs vägar, gång- och cykelvägar så att vi kan dra nytta av de energibesparingar som är nödvändiga för den gröna omställningen.

Vi hoppas att erfarenheterna som partnererna har fått genom projektet och som vi presenterar ett urval av här ska kunna hjälpa och inspirera andra kommuner och regioner till att välja LED-belysning. På följande sidor har vi sammanställt en uppdaterad uppsättning av vägledningar som kan guida din kommun eller region på ett säkert sätt genom processen av att modernisera belysningen och säkra att man uppnår högsta kvalitet i projekt oavsett om det är på sjukhus, skolor, idrottshallar eller längs vägnät.

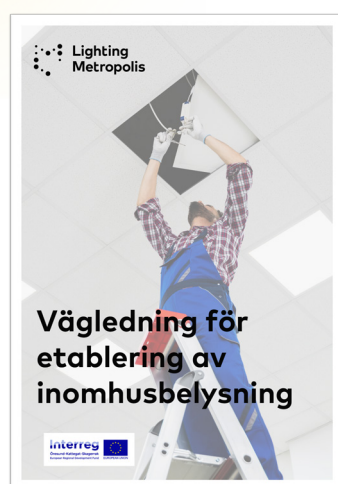
Lighting Metropolis arbetar vidare med utvecklingen av nya projekt som kan stödja en miljövänlig utveckling av belysningen i den offentliga sektorn och med Greater Copenhagen som den ledande metropolen inom smart och energieffektiv belysning av högsta kvalitet. Hoppas vi ses snart igen.

Tack för nu – och fortsatt god arbetslust!

VÄGLEDNINGAR

Under Lighting Metropolis – Green Economy har konsultföretagen NIRAS och Light Bureau tagit fram omfattande vägledning för installation av inom- och utomhusbelysning. Vägledningarna uppdaterades i slutet av projektet under sommaren 2022 och anger därmed de senaste riktlinjerna och standarderna för energieffektiv belysning av högsta kvalitet.

Syftet är att vägleda kommuner och regioner i förberedelserna av belysningsprojekt till en bra planerad projektprocess. Detta säkrar en energieffektiv belysning av hög kvalitet. Vägledningarna kan nå digitalt på www.lightingmetropolis.com/se under kundskabsbank eller via QR-koderne nedenfor.



VÄGLEDNING FÖR ETABLERINGEN AV INOMHUSBELYSNING

Vägledningen ska läsas som en processbeskrivning för ett givet belysningsprojekt. Den innehåller en beskrivning av:

- Inledande arbeten
- Omfattningen av processer och tester för leverans och idrifttagning
- Samarbetet mellan projektör / konsult, användare och driftorganisation
- Byggnadens användning
- Tekniska bedömningar
- Upphandlingstekniska aspekter
- Upphandlingsmaterial för entreprenör / kostnadsförfrågningar

I slutet av vägledningen finns det tekniska specifikationer för specifika byggnadstillämpningar samt ett antal stödande faktablad, disponerade med krav på olika kvalitetsparametrar.



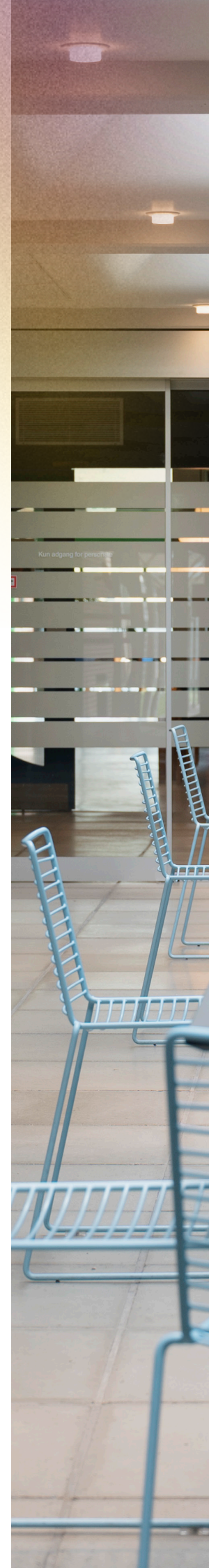
VÄGLEDNING FÖR ETABLERING AV UTMHUSBELYSNING

Vägledningen för utomhusbelysning har delats upp i två teman. **Planering och genomförandet av anbud för renovering av belysning på vägar och stigar** samt **Anbud för drift och underhåll av vägbelysning**. Utgångspunkten är för det första att man ska säkra full användning av de gynnsamma ekonomiska villkoren som för närvarande är förknippade med offentliga anbud för renoveringen av belysningen. Och för det andra att se till att framtida lösningar för vägbelysning håller hög kvalitet och använder LED-tekniken på bästa möjliga sätt. Det finns även tekniska specifikationer och rekommenderade krav för olika kvalitetsparametrar. Vägledningen för "Anbud för drift och underhåll av vägbelysning" innehåller rekommendationer och beskrivningar av arbetet med planering och genomförandet av anbudsförfarandet för drift och underhåll av kommunal vägbelysning.

ORDLISTA

Det finns många olika facktermer som man behöver känna till när man rör sig inom belysningsbranschen. Vi har sammanställt och förklarat några av de mest relevanta termerna för belysning här och många av dem har också använts i katalogen.

- **Candela [cd]** – Mängden av ljus som en ljuskälla avger i en given riktning
- **Cirkadisk rytm** – Ett uttryck för kroppens naturliga biologiska rytm över dygnet som bland annat styr när vi ska vakna och när vi känner oss trötta. Även kallad dygnsrytm.
- **DALI-styrning** – Ett ofta använt standardiserat öppet digitalt protokoll för ljusstyrning.
- **Energieffektivitet [lm/W]** – Ett uttryck för hur mycket ljus som genereras i förhållande till tillförd energimängd. Anges i lumen per watt.
- **Energiförbrukning [kWh/år]** – Ett uttryck för mängden av energi som används för en viss belysning. Anges i kWh/år (kilowattimmar per år).
- **Färgåtergivning** – Ljusets förmåga att återge färger korrekt anges i färgåtergivningsindexet CRI (Colour Rendering Index) eller Ra (Rendering Average). Färgåtergivningsindexet är ett tal mellan 0 och 100, där 100 är bäst.
- **Färgtemperatur [Kelvin]** – Ett uttryck för hur "varmt" eller "kallt" ljuset uppfattas och det bestäms av ljusets våglängd. Färgtemperaturen uttrycks i enheten Kelvin. En färgtemperatur under 3000 Kelvin betecknas som varm. Färgtemperaturer över 5000 Kelvin betecknas som kalla.
- **Intensitet [lux]** – Kallas även belysningsstyrka och är ett uttryck för hur mycket ljus som träffar en yta per kvadratmeter. Intensiteten anges i enheten lux (eller lx).
- **Jämnhet** – Ett uttryck för skillnaden av ljusintensitet på olika ytor i ett rum. Anger specifikt förhållandet mellan minimivärdet för intensiteten och medelvärdet i rummet.
- **Lumen [lm]** – Ett uttryck för ljusflödet som är den mängd ljus som avges av en ljuskälla.
- **Luminans [cd/m²]** – Candela per m² är ett uttryck för ljusstyrkan per ytarea sett i en specificerad riktning. Beräkning av bländning sker med hjälp av luminansberäkningar på ytor inom synfältet. Används idag ofta vid projekteringen av vägbelysning, men i mindre utsträckning vid inomhusbelysning.
- **Melatonin** – Hormon som produceras naturligt i kroppen och bland annat styrs av ljuset som fångas upp av ögats fotoreceptorer. Kallas även mörkerhormon och hjälper till att styra vår dygnsrytm.
- **Temporala ljusmodulationer** – Även kallat flimmar och ett uttryck för frekvensen som ljuset blinkar med. Alla ljuskällor som använder växelström blinkar och vissa värre än andra. Det finns både visuellt och icke-visuellt flimmar. Flimmar kan ha oönskade hälsoeffekter som stress för ögonen, migrän, ångest och fotoepilepsi.
- **Tunable White** – Funktion som möjliggör manuell och automatisk justering av ljusets intensitet och färgtemperatur.
- **Zhaga-uttag** – Uttag som kan monteras på armaturer för att ansluta olika enheter som sensorer, kameror och annan smart teknik. Zhaga är en internationell organisation som utvecklar branschstandarder som ger konsumenten flexibilitet i valet av leverantörer och produkter.





Sommerferiejob
indenfor pleje og omsorg

Du kan gøre en stor forskel for vores ældre

Samtidig med at du får løn, får du også erfaring med borgere, der har brug for hjælp.

Vi mangler sommerferieaflesere i perioden fra 1. maj til 30. september inden for Personlig & Praktisk hjælp i Ældre & Sundhed. Der er mulighed for et uddannelsesforløb eller yderligere afløsning.

Læs mere på loland.dk/job, ring på telefon 23 24 01 80 eller send en mail til kahan@loland.dk.

En erfaring du kan bruge resten af livet

loland kommune

