

COPENHAGEN
CAPACITY

Lighting Metropolis

Indledende benchmarkanalyse



UDARBEJDET AF:
Jacob Christensen
Research Assistant

DATO:
3. marts 2017



Indhold

1.	Metodiske tilgang	3
2.	Introduktion	6
3.	Lys for Mennesker	8
4.	Biologisk Lys	10
5.	Smart City	12
6.	Klima & Miljø	14
7.	Økonomi & Effektivitet	16
8.	Kilder	18



1. Metodiske tilgang

Nærværende analyse tager udgangspunkt i inspirationskataloget til projektbeskrivelsen for Lighting Metropolis, se ansøkningsdokumentet (Marts & April 2015) side 146-147. Formålet med analysen er, at kortlægge lyslandskabet i udlandet for derefter, at kunne planlægge projektets studieture således at disse sikre det fagligt ønskede udbytte for Lighting Metropolis og dets projektpartnere.

Grunden til, at analysen tager afsæt i projektbeskrivelsens inspirationskatalog er, at kataloget indikerer det ønskede faglige udbytte indenfor alle projektets fokusområder. De enkelte fokusområder blev undersøgt separat, og i den forbindelse også deres udfordringer, temaer og projektideer. Dette blev gjort uden specifikt fokus på enkelte byer, nationer eller lignende, da formålet med den indledende undersøgelse var at kortlægge de generelle fokusområder. Dernæst blev lysbranchen undersøgt overfladisk, hvilket er afspejlet i følgende anvendt data:

- **Globale Magasiner:** LightSearch, Lighting Magazine Arch Lighting, Darc-Magazine, LED Magazine, Enlighter Magazine og LED Professional
- **Smart City- og Lys foreninger:** OASCities, C40 og LUCI
- **Event kalendere:** LEDinside, LightSearch, Lighting-Inspiration og LUCI
- **Globale foreninger:** CIE, GLA, ISO, IES og IEA
- **Rapporter:** Lighting Lab, SSL-Erate (EU), Lighting the Cities (EU), Licht.Wissen (no.19) og Lighting the Tay Perspectives (McKinsey)
- **R&D faciliteter for følgende belysningsvirksomheder:** Acuity Brands, Endo Lighting, Philips, Toshiba, Panasonic, GlamoX, GE Lighting og Osram (det var ikke muligt at lokalisere nogle R&D faciliteter for Hubbell Lighting)
- **Universitet og arkitekt forening:** IALD
- **Biologisk lys foreninger:** Circadian Lighting og American Health Lighting
- **Kontakter:** 20 lyseksperter samt projektpartnere i Greater Copenhagen-området

Endvidere blev DOLL (Danish Outdoor Lighting Lab) kontaktet for at forsikre, at vi ikke havde udeladt alment relevant information.

Ovenstående research resulterede i data for 351 byer, spredt over 81 forskellige lande og 6 kontinenter.

Indsnævringsfremgang

Grundet projektets tidsramme, var det ikke muligt at undersøge alle 351 byer. Det var derfor nødvendigt at identificere de mest relevante byer for projektet.

Nedenstående vil fremgangsmåden for indsnævringen blive fremstillet og resultaterne, som følger af kriterierne, blive angivet.

Indsnæringskriterier

1. Byen skal være medlem af enten OASCities, C40 eller LUCI **og** landet, hvori byen befinder sig, skal være medlem af enten GLA, CIE eller IEA.

Resultatet heraf var, at de 351 byer blev reduceret til 210 byer, spredt over 50 lande og 6 kontinenter.

2. Byen skal som minimum have **et** af følgende; IALD projekt, IALD universitet, et planlagt event i 2017 eller årene derefter, eller en af ovenstående virksomheder skal have etableret en R&D afdeling i byen.

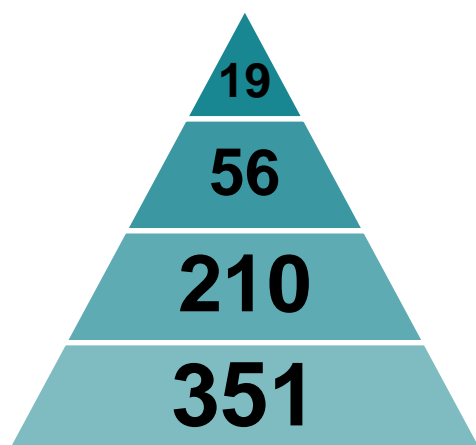
Resultatet heraf var, at de 210 byer blev reduceret til 56 byer, spredt over 26 lande og 5 kontinenter.

3. I stedet for **et** skal byen have minimum **to** af kriterierne i det 2. kriterium opfyldt.

Resultatet heraf var, at de 56 byer blev reduceret til 19 byer, spredt over 12 lande og 4 kontinenter.

Ovenstående resultater er fremstillet i nedenstående figur 1.

Figur 1: Indsnævring af relevante Byer^{1 2}



Kilde: Copenhagen Capacity

Af fodnoterne 1 og 2 kan det ses hvilke byer der er repræsenteret blandt de hhv. næstsidste 56 byer og sidste 19 byer. Af tabel 1 fremgår 27 byer, hvilket skyldes, at vi valgte at udbygge de indsnævrede 19 byer med hhv. Amsterdam, Barcelona, Chicago, Eindhoven, København, Lyon, Osaka og Wien. Som det fremgår af fodnote 2, så indgår hhv. Chicago, Eindhoven, København, Osaka og Wien på liste med de 56 byer. Hhv. Amsterdam, Barcelona og Lyon er blandt de 210 byer. Grunden til, at disse byer alligevel bliver undersøgt skyldes, at den indledende research klart antydede, at disse byer er aktuelle for Lighting Metropolis. For at

sikre, at analysen ikke overser relevante projekter og foretagende i disse byer, da vil disse, for en sikkerhedsskyld, ligeledes blive undersøgt. Slutteligt har vi 27 byer spredt over 15 lande og 4 kontinenter. Af tabel 1 fremgår de 27 byer som har størst interesse for projektet, jf. ovenstående udvælgelsesmetode.

¹ De 19 byer: Austin, Beijing, Bristol, Hamburg, London, Los Angeles, Madrid, Milan, New York, Paris, Philadelphia, San Francisco, Seoul, Shanghai, Singapore, Sydney, Tokyo, Toronto og Vancouver.

² De 56 byer: Athens, Austin, Bangkok, Basel, Beijing, Bengaluru, Berlin, Boston, Brisbane, Bristol, Brussels, Cambridgeshire, **Chicago**, **Copenhagen**, Dalian, Dubai, Durham, Edinburgh, **Eindhoven**, Glasgow, Gold Coast, Guangzhou, Hamburg, Helsinki, Houston, Istanbul, London, Los Angeles, Madrid, Manchester, Melbourne, Milan, Mumbai, New Orleans, New York, **Osaka**, Paris, Philadelphia, Portland, Rio de Janeiro, Rome, Rotterdam, San Francisco, Sao Paulo, Seattle, Seoul, Shanghai, Singapore, Stockholm, Sydney, Tokyo, Toronto, Vancouver, **Vienna**, Warsaw og Washington (DC).



2. Introduktion

Den tidligere research viste, at nærværende 27 byer har størst interesse for en studietur, jf. inspirationskataloget til projektbeskrivelsen af Lighting Metropolis, se tabel 1.

Tabel 1: Oversigt over byers projekter indenfor hvert af de 5 fokusområder

Byer	Lighting for people	Biological Lighting	Smart City Lighting	Clima and Environmental Lighting	Economic and Efficient Lighting	Overall score
Eindhoven	5	0	3	3	1	12
Los Angeles	3	0	4	1	3	11
Copenhagen	3	2	3	2	1	11
Lyon	4	0	2	3	1	10
Hamburg	2	0	5	1	1	9
Singapore	0	1	4	4	0	9
Barcelona	0	0	5	3	1	9
London	1	1	4	2	0	8
Chicago	1	0	3	3	1	8
Paris	0	0	3	3	1	7
Vienna	2	0	1	2	2	7
New York	1	0	1	3	1	6
Amsterdam	1	0	3	1	1	6
Sydney	1	0	0	2	2	5
Toronto	1	0	0	3	1	5
Seoul	0	0	3	2	0	5
San Francisco	1	0	1	2	1	5
Milan	0	0	3	1	0	4
Madrid	0	0	0	3	1	4
Bristol	1	0	2	1	0	4
Austin	0	0	2	2	0	4
Shanghai	0	0	2	1	0	3
Philadelphia	1	0	0	1	0	2
Vancouver	0	0	0	1	0	1
Beijing	0	0	0	1	0	1
Tokyo	1	0	0	0	0	1
Osaka	1	0	0	0	0	1

Note: Skalaen går fra 1-5; hvor 5 betyder, at byen lever op til alle kriterierne indenfor fokusområdet (jf. Ansøkningsdokumentets inspirationskatalog), 3 betyder, at halvdelen af kriterierne er opfyldt osv.

Kilde: Copenhagen Capacity

Det fremgår ligeledes af tabel 1, yderst til højre, at Eindhoven er dén by, som har flest projekter af interesse for Lighting Metropolis. Dernæst deler København og Los Angeles andenpladsen, Lyon indtager fjerdepladsen, mens Hamburg, Singapore og Barcelona deler en femteplads. Af ovenstående tabel 1 fremgår det også ligeledes, indenfor hvilke områder, at de enkelte byer har projekter af interesse.

Top-tre inden hvert fokusområde

Følgende er en top-tre oversigt over de byer, indenfor hvert fokusområde, som har flest relevante foretagende ift. Lighting Metropolis. Top-tre oversigten er prioriteret i forhold til, hvorledes byernes projekter stemmer overens med Lighting Metropolis' forventninger til en studietur jf. Ansökningsdokumentet (Marts & April 2015), side 146-147. Det bør bemærkes, at det er forventeligt, at studieturene har overlappende elementer imellem givne fokusområder. Yderligere, er der en kort beskrivelse af projekterne i de enkelte byer, som forklarer hvorfor disse byer er rangeret som følger. Slutteligt kan dokumentation samt kilder findes i afsnit 8.



3. Lys for Mennesker

Når det kommer til fokusområdet Lys for Mennesker, så er der flere byer som lever op til de kriterier, som er beskrevet i Lighting Metropolis' Ansøkningsdokumentet (Marts & April 2015). Nedenstående vil der blive gennemgået de top-tre byer, som har udmærket sig mest, ift. Inspirationskataloget til projektbeskrivelsen.

1. Eindhoven

Eindhoven omtaler sig selv som "City of Light". På en gade i byen er det muligt for forbipasserende, at styre gadens belysning, og derigennem skabe sin egen personlige stemning vha. den forskellig-farvede LED-belysning, som der er installeret i gadens lygtepæle. Der er yderligere installeret sensorer på lygtepælene, så lysstyrken justeres alt efter hvem og hvor mange, som benytter gaden. Sensorerne har endvidere hukommelse, så såfremt man regelmæssig går den samme aftentur (med f.eks. ens hund), så tændes lyset på forhånd og guider en på ens vante gatur. Grundet den forskellig-farvede LED-belysning, så er det også muligt, at "advare" folk i nabolaget om en nærmende storm, flodbølge eller lignende ved, at anvende den røde LED-belysning. Gadebelysningen kan derved bruges som et kommunikationsværktøj der guider én og derigennem skaber tryghed.

Da et "faldefærdigt" kvarter i det nord-vestlige Eindhoven trængte til fornyelse forsøgte byen, at benytte belysningen som et byplanlægningsmæssigt virkemiddel. I Strijp-S (kvarteret) har hver enkel lysmast sin egen IP-adresse, og folk i området kan kontrollere belysning via en app. Det gælder også for områdets sportsbaner. Endvidere ønsker Eindhoven at inkludere borgerne så meget som muligt, derfor tilskynder de "quadratic helix" konstellationer, hvilket er konstellationer der skabes i samarbejdet mellem offentlige instanser, private agenter, universiteter og borgerne i området.

Yderligere, hvilket især også bidrager til Eindhovens placering indenfor hovedfokusområdet, så har byen installeret specielle lyskonstellationer i særligt "farlige" vejkryds, hvor bilister, cyklister og fodgængere har svært ved at se hinanden. Disse lys-installationer er implementeret i vejen/asfalten, og blinker til bilisterne, såfremt en fodgænger eller cyklist nærmer sig krydset. Lysenes formål er naturligvis, at skabe mere tryghed i disse vejkryds, og er dermed et forsøg på at øge sikkerheden.

LED-belysning er desuden også installeret på festgaden Stratumseind. Lyset her kan tilpasses og justeres således, at man undgår uroligheder og kontroverser. Gadens lys kan endvidere også bruges til, at guide og vejlede gæsterne på gaden, skulle denne blive spidsbelastet og overfyldt.

Slutteligt, har byen installeret grøn LED-belysning på en hyppigt benyttet cykelsti som forbinder Eindhoven med dens forstæder. Der er blevet etableret 38 gadelamper, over en strækning på 1 km. Grunden til at belysningen er grøn er, at denne farve fremhæver omgivelserne bedste muligt og er behageligt for såvel menneskets som dyrets øje, men samtidigt lyser belysningen også vejen tilstrækkelig op.

2. Lyon

I Lyon har man ominstalleret belysningen på Annonciade muren. Man har skiftet lamperne ud, med mere energivenlige alternativer, som bruger færre watt end de foregående. Muren, og gaden, er speciel fordi der her er oplyste malerier, hvilket giver gaden en tryk og hjemlig følelse, hvorved belysningen fungerer som en social løftestang.

Der er steder i Lyon, hvor man har sensorer på lygtepælene, så lyset automatisk kan tilpasses til det antal mennesker som benytter det pågældende offentlige rum. Dette betyder også, at man kan tilpasse lyset til eventuelle arrangementer og events, som områderne skulle kunne blive anvendt til.

Som et kunstnerisk element, er byens monumenter oplyst forskelligt, alt efter tidspunktet på døgnet. Dette gør, at oplevelsen af monumenterne er forskellig, alt efter hvilket tidspunkt af døgnet man ser dem på. Dette er en måde hvorpå byen har anvendt belysningen som et byplanlægningsmæssigt virkemiddel.

I flere parker i Lyon har man selv mulighed for, at tænde og slukke for belysningen. Dette er en måde hvorpå byen forsøger, at invitere borgerne til at deltage og interagere med deres by.

Slutteligt, er broen La Passerelle St Vincent, en bro for fodgængere, hvor der er blevet installeret LED-belysning samt bevægelsessensorer. Dvs., at lyset fra kl. 22:30 dæmpes til 10 pct. af dens maksimale styrke, men så snart nogle begynder at gå på broen, så justeres lysstyrken automatisk til fuld-styrke.

3. København

København har et spændende tiltag, som andre byer som f.eks. San Francisco og Amsterdam har taget til sig. Dette er den grønne bølge "Green Wave", som er små lys i cykelstien der indikerer et snarligt kommende lysskifte i det kommende lyskryds. Dette betyder, at cyklisterne kan justere deres fart således, at de ikke bliver "presset" ud i et lyskryds der er ved at skifte farve. Disse lys i cykelstien giver en sikkerhed for cyklisterne, og guider dem mod en mere behagelig rejse gennem byen.

For yderligere at værne om de mange cyklister i byen, har man i et lyskryds installeret ekstra intensiv belysning, som aktiveres når en cyklist nærmer sig et større køretøj, som f.eks. en lastbil. Meningen med denne installation er at skabe tryghed for såvel fører af større køretøjer som cyklisterne i København, og forhåbentlig vil højresvings-ulykker også mindskes.

Omkring et trafikeret område i København, blev Cykelslangen bygget. Denne bro, leder cyklister og fodgængere udenom et ellers trafikeret lyskryds. Yderligere, er der også blevet etableret LED-belysning i gelænderet, som bl.a. mindsker genskæret. Af ovenstående grund vandt projektet i 2014 City People Light's andenplads.



4. Biologisk Lys

Biologisk lys er stadigvæk, anno januar 2017, et felt indenfor lys-branchen som ligger under for meget forskning. Alt research indenfor fokusområdet tyder på, at universiteterne engagerer sig med emnet, men relativt få virksomheder har etableret reelle løsninger. Dette betyder, at det er relativt sparet med information på området. Den indledende research gav kun (få) enkelte observationer i hhv. London, Singapore og København, hvilket umiddelbart virkede som et spinkelt grundlag at etablere den videre analyse på. Derfor er hhv. Greater London samt Greater Copenhagen (områderne omkring London og København) blevet undersøgt intensivt, eftersom disse byer umiddelbart var dem, som havde de fleste (og eneste) forekommende projekter indenfor projektets fokusområdet.

1. Greater Copenhagen

Chromaviso har installeret ergonomisk lys samt ergonomisk døgnrytme lys, på adskillige hospitaler i det sydlige Skåne, samt Københavnsområdet, til gavn for både patienter, hospitalsbesøgende og -ansatte. Et af de steder, hvor man er længst fremme med at teste døgnrytmebelysning er på Gentofte Rigshospital. Her har man gang i et forskningsforsøg, hvor man forskellige steder på hospitalet har installeret døgnrytmebelysning, således at den belysning, der er indenfor, ligner den der er udenfor. Belysningen justerer sig selv automatisk, i takt med at solen bevæger sig over himlen, og når det så er nat, og patienterne (og personalet) tænder for belysningen, så vil det være et orangefarvet-skær som oplyser lokalet. En af fordelene ved døgnrytmebelysningen er, at denne ikke interagerer med de involveredes hjerner, og man undgår derfor, at der bliver manipuleret med hjernes døgnrytme-center og dermed ens kognitive centre. Forskningsprojektet er ikke færdigt anno december 2016. Foruden ovenstående, så tilsigter forskningsprojektet også at klarlægge andre aspekter af døgnrytmebelysningen, og hvad denne kan gøre for mennesker. Bl.a. bliver døgnrytmebelysningen også testet i forhold til dets forebyggende og helbredende effekter hos de indlagte patienter.

I Albertslund Kommune har man i samarbejde med adskillige virksomheder lavet et partnerskab omkring opførelsen af et plejecenter (Plejecentret Albertshøj), med integreret fulldynamisk døgnrytmebelysning. Projektet skal gerne spare kommunen penge og mindste CO2 forbruget, samtidigt skulle det integrerede døgnrytmesystem også forbedre tilværelsen for de ældre på plejehjemmet.

I Hillerød, på Hillerød Hospital, har man i samarbejde med Philips og Wavecare, etableret et forebyggende virkemiddel på et af hospitalets fødestuer. De blide toner, skiftende farvet belysning og levende billeder på væggen skal skabe en beroligende og stimulerende atmosfære til gavn for de fødende, deres pårørende samt personalet.

I Malmö har man på Lindeborgskolan installeret "Human Centric Lighting", som er en belysningsform, som tilsigter at fremme læringsmiljøet på skolen. Det medfører, at belysningen er døgnrytme baseret, men belysningen kan også samtidigt nemt

justeres via en smart-skærm til f.eks., at mørklægge lokalet eller dæmpe belysningen til hyggelige stunder. Belysningen er endvidere en smule skarpere på givne tidspunkter af dagen, hvor det normalt er svært for skolebørn at holde koncentrationen. Dermed hjælper den døgnrytmebaserede-belysning skoleeleverne med, at kunne fokusere og dermed tilskyndes den intellektuelle aktivitet. Et lignende projekt er forsøgt i Albertslund, i samarbejde med DTU, på en folkeskole i kommunen.

Slutteligt, så har der været et forskningsprojekt mellem den dansk lysvirksomhed LightCare, Innovationsnetværket DANSK LYS og døgnrytme- og søvnforsker Katharina Wulff fra Oxford Universitet. Forskningsprojektet er foregået i Horsens og omhandler demens og hvorledes døgnrytmebelysning kan afhjælpe dette.

2. Greater London

I London har hospitalet Guy's and St. Thomas' Hospital tilkendegivet interesse for, at eksperimentere med døgnrytmebelysning. Formålet med eksperimentet er, at undersøge om denne form for belysning, kan forkorte patienternes indlæggelsestid. Alexandra Hammond of Guy's har afsat 1 million pund til projektet. Disse midler skal endvidere også benyttes på, at etablere LED-belysning på hospitalet.

3. Singapore

Singapores Smart Yuhua Residential Estate projekt vandt en pris for, at kunne inkorporere "smart living" i en allerede opført bygning. En del af elementerne i projektet er et monitorerings-system for ældre beboer, som skal gøre deres (de ældres) liv nemmere, men der er desværre ikke meget information omkring det inkorporerede system.



5. Smart City

Når det kommer til nærværende fokusområde, så er der flere byer som udmærker sig, jf. ovenstående tabel 1. De tre mest fremtrædende er følgende:

1. Barcelona

I 2010 opførte Barcelona i samarbejde med Endesa, LED lygtepæle i byen, som kan styres individuelt og er udrustet med bevægelses-sensorer, hvorfor disse lygtepæle automatisk kan tildele det nødvendige lys, hvad enten de forbigående er fodgængere, cyklister, scootere eller biler. Lysmasterne kan styres fra central hold, hvilket gør sig gældende for flere af byens lysmaster siden 2010.

I 2012 skiftede Barcelona 1.100 af byens gadelamper til LED-belysning. De offentlige lygtepæle i distrikt 22 er udstyret med adskillige sensorer, som kan måle luftfugtighed, temperatur, vibrationer, støjniveau, forurening og lygtepælene er sågar også udrustet med overvågningskamera.

Yderligere har en virksomhed i Barcelona og et af Barcelonas universiteter indgået et samarbejde, som har resulteret i opførelsen af lygtepæle som udelukkende fungerer på vind- og solenergi. Disse lygtepæle kan lyse i 6 dage uden vind eller sol. Lygtepælene er opført flere steder i byen, bl.a. ved stranden.

Barcelona har også adskillige smarte by-løsninger. Barcelona oplevede en tørke for nogle år tilbage, og i den forbindelse har man installeret et smart vand-meter, i samarbejde med Cisco, som interagerer med vandingsanlægget byen benytter. Grundet byens mange smarte installationer, så samler byen en masse data, som byen endvidere også gør offentligt tilgængeligt.

2. Hamburg

Hamburg har formået at bruge lygtepælene, på en sådan måde, at byen bliver smart. Via Internet of Everything (fra Cisco), har Hamburg forbundet lygtepælene med forskellige sensorer og systemer, og derigennem etableret et smart cloud-styresystem. Disse systemer opfanger trafikens bevægelsesmønstre, og trafiklysene justeres automatisk for at få trafikken til at glide bedst muligt. Da Hamburg er en havneby, med mange indkommende skibe årligt, hejses broerne i byen også relativt hyppigt. Med Hamburgs nye smarte system, bliver trafikken dirigeret udenom disse åbne broer så det derved undgås, at trafik-flowet stoppes. Dette kan opleves bl.a. ved Kattwykbrücke (en bro i byen).

Ligeledes er en gades belysning, ved havnen i Hamburg, blevet intelligent og dynamisk. Lygtepælene er udstyret med forskellige sensorer og kameraer som opfanger fodgængeres, cyklisters og bilers færden, og tilpasser det nødvendige lys, mens lyset følger dem på deres rejse. Såfremt ingen benytter gaden, da mørklægges denne automatisk. Sensorerne kan også opfange trafikuheld, og disse kan underrette myndigheder og udrykningskøretøjer i tilfælde af, at der er behov for det i den

givende situation. Gadens data er fortrolig, men gemmes og analyseres af byen og dennes samarbejdspartnere for, at forbedre gaden om muligt.

Hamburg har også installeret smarte by-løsninger, og der er blandt andet installeret et smart parkeringssystem, hvor det er muligt for bilisterne at orientere sig omkring ledige parkeringspladser før, under og efter ankomsten til sin ønskede destination.

3. Los Angeles

Byen Los Angeles (L.A.) har i samarbejde med Philips og Ericsson fået installeret over 100 smarte lygtepæle. Byen har meget aktivitet på indfaldsvejene i løbet af døgnet, hvorfor trafikken, til og fra byen, er en essentiel ting for L.A. I L.A. har man derfor fået installeret sensorer i asfalten, som kan detektere bilers færden. Disse sensorer er koblet sammen med byens smarte Management system (CityTouch), hvorfor nogle lyskryds automatisk kan skifte farve for derved at få trafikken til at glide bedst muligt. Trafiklysene er derfor blevet dynamiske og intelligente disse steder.

Management Systemet (CityTouch) er inkorporeret i 110.000 lygtepæle og er en Internet of Things (IoT) løsning. Disse lygtepæle er via CityTouch blevet så intelligente, at disse burde kunne rapportere udbrudte brande, samt guide udrykningskøretøjer til krisesituationerne.

Slutteligt, kan hver enkelt lygtepæl bl.a. distribuere lynhurtigt internet.



6. Klima & Miljø

1. Singapore

I 2014 påbegyndte Singapore installationen af 4.000 LED gadelamper, hvilket var et projekt som havde til formål, at spare op til 30 pct. af områdets energiforbrug.

I et shopping center, Gargantuan CapitaLand Mall, har man installeret og testet Visible Light Communication (VLC), hvilket er et kommunikationssystem hvor lysene kommunikerer med hinanden. Man kan da, vha. en app, lokalisere sig selv i shopping centeret, og via app'en kan man blive guidet til sin ønskede destination i shopping centeret. Indtil nu, er ulempen ved VLC, at dette kun kan benyttes såfremt der anvendes klart-hvid LED-belysning, hvorfor VLC pt. kun er installeret i forskellige varehuse i Singapore, foruden shopping centeret.

I Singapore foretager man også tests og demonstrationer i deres anvendte research center, Lighting Technology Center. I dette research center er fokuset på bæredygtig belysning.

Området Punggol er blevet et testområde i Singapore for smarte løsninger. Formålet med Punggol er, at skabe en Eco-Town i samarbejde med HDB og Panasonic. I Punggol er solenergi, via solceller, med til at skabe noget af belysningen.

2. Barcelona

Barcelona har siden 2010 opført adskillige smarte lygtepæle, og med opførelsen af disse har byen i de givne områder sparet ca. 30 pct. af deres ellers vante energiforbrug.

Grundet et samarbejde mellem en virksomhed og et universitet i Barcelona, er der blevet etableret lygtepæle rundt omkring i byen, som er 100 pct. drevet af vind- og solenergi vha. turbinegeneratorer og solceller. Dette betyder dernæst også, at disse lygtepæle er 100 pct. selvforsynende og, vigtigere, miljøvenlige.

Barcelona bruger også deres 22@ Barcelona, samt Siiur, som et offentligt test-rum for smarte by-løsninger, hvilket har været medførende til, at der er foretaget ca. 80 projekter i Barcelona siden 2008. Endvidere har disse projekter også affødt, at ca. 90 pct. af SMV'erne har etableret forretning i Barcelona.

Endvidere bliver Barcelona rost af Jupiter Research i 2015 for alle deres miljøvenlige projekter (i forbindelse med Jupiter Researchs rangering af smarte byer).

3. Eindhoven

Via installationen af LED-belysning rundt omkring i Eindhoven er det lykkedes byen at spare meget på byens energiforbrug, samt reducere dennes forurening.

På den største indfaldsvej til Eindhoven, Tilburgseweg, er der blevet installeret 247 lamper med LED-belysning, som ikke forstyrrer faunaen, eller beboerne, i området. Endvidere har installationen også taget højde for, at bilisterne skal have tilstrækkeligt lys til, at kunne manøvrere sikkert på vejen.

En lignende installation er lavet på en større cykelsti, som forbinder Eindhoven til en af dens forstæder. Her er installeret 38 LED-gadelamper, som alle har et grønligt-skær. Det grønne skær oplyser cykelstiens omgivelser bedst muligt, hvorved der samtidigt gives det bedst-tænkelige lys til cykellisterne på ruten. Derudover, så interagerer det grønne LED-lys ikke med dyrelivet i nærheden af ruten.

Et faldefærdigt kvarter i det nordvestlige Eindhoven, Strijp-S, trængte til fornyelse, derfor valgte man at etablere et levende laboratorium for belysning. Her er det muligt for virksomheder at samarbejde, teste, udvikle og dermed sammen skabe og indrette bydelen. En bærende del af projektet er, at de anvendte materialer skal være genanvendelige.

På et universitet i Eindhoven, University of Technology Eindhoven, har man i september 2016 renoveret hovedbygningen for at gøre denne til en af verdens mest bæredygtige uddannelsesbygninger. Dette er understøttet med en BREEAM score på 93,86 pct. Den enkelte, på universitetet, kan justere omgivelsernes belysningsstyrke via en app på sin smarttelefon. Universitetet måler endvidere hvorledes, at man personificerer, anvender og benytter disse løsninger.



7. Økonomi & Effektivitet

1. Los Angeles

I 2009 begyndt Los Angeles (L.A.) at skifte dets gamle HPS-gadelamper ud med nyere og mere energivenlige LED-gadelamper, hvilket var en omskiftning som tog frem til 2013. Byen havde forinden konsulteret Clinton Foundation, og der var blevet udarbejdet en økonomisk analyse og et finansielt forslag forinden selve implementeringen. I 2015 indgik L.A. et samarbejde med Philips, og fik installeret et CityTouch management system for 110.000 af deres lygtepæle. Installationen har taget højde for, at man ikke vil være afhængig af samarbejdspartnerens produkter, hvorfor systemet (og produkterne) er så let omskiftelige, at man nemt vil kunne anvende, og implementere, andre virksomheders, skulle disse være billigere og bedre. Hver 6. måned undersøger L.A. markedet for at finde disse billigere og bedre alternativer.

Forinden implementeringen af CityTouch Management Systemet, så testede byen flere potentielle løsninger, men fandt i sidste ende CityTouch som værende det bedste. Løsningen krævede ikke, at man lavede om på den allerede eksisterende infrastruktur i byen, hvilket var ønskværdigt ift. andre løsninger.

L.A. har også muligheden for, at kontrollere hver enkelt lygtepæl, og dets lysstyrke, via denne platform. Ved hjælp af denne platform, tilkendegiver hver enkel lygtepæl, såfremt denne skulle have behov for udskiftning, af den ene eller anden grund. Vedligeholdelsesarbejdet bliver derved enklere og kan automatiseres, hvorfor man bør kunne undgå, at gader bliver mørklagte og samtidigt kan der spares en masse penge på vedligeholdelsesarbejdet.

Slutteligt, så har L.A. erfaringer fra en samarbejdsform med to forskellige branche eksperter, nemlig Ericsson (elektronik) og Philips (Belysning mm.).

2. Sydney

I 2010 begyndte byen Sydney, at teste forskellige styresystemer og belysningskilder i byen, med det formål, at undersøge hvilke der harmonerede bedst med byen og dennes infrastruktur. Denne testning blev lavet i samarbejde med The Climate Group. Anno 2010 var Sydney medlem af LightSavers, hvorfor byens testresultater kunne sammenlignes med andre medlemsbyers testresultater, fra deres respektive lande. Sydney foretog en rundspørge hos befolkningen ift., hvilke LED-produkter de foretrak, og byen begyndte derefter en udbudsrunde, hvor virksomheder med de rette kompetencer kunne melde sig. Virksomheden, der endte med at implementere systemet, estimerede at byen ville kunne spare 40 pct., på dets energiregning, samt reducere dets udledning af gasser.

Tilbage i 2011 undersøgte Sydney stadigvæk dets forskellige finansielle betalingsmuligheder.

3. Wien

Da byen Wien i 2013 installerede LED-belysning i de allerede eksisterende gadelygter, havde man allerede udarbejdet "total cost of ownership" (TCO), og udarbejdet en plan for hvornår, at investering var tilbagebetalt (ROI). Den økonomiske analyse siger, at projektet er tilbagebetalt ti år efter implementering var foretaget.



8. Kilder

Hovedfokusområder:

3. Lys for Mennesker

Eindhoven:

<https://livingcircular.veolia.com/en/innovations/eindhoven-city-light>

<http://www.heijmans.nl/en/projects/van-gogh-roosegaarde-cycle-path/>

<http://www.heijmans.nl/en/bikescout/>

<http://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/eindhoven-smart-lighting/>

<https://www.theguardian.com/sustainable-business/sustainable-smart-lighting-systems-cities>

<https://www.youtube.com/watch?v=b2Ycdu852Nc>

<https://www.theguardian.com/sustainable-business/sustainable-smart-lighting-systems-cities>

<https://inform.tmforum.org/sponsored-feature/2016/11/smart-cities-spotlight-connected-lighting-delivers-benefits-citizens/>

<http://lightingforpeople.eu/2016/wp-content/uploads/2016/05/20May16-Smart-lighting-for-smart-cities-Nikita-Junagade-LUCI-Association.pdf>

<http://www2.luciasociation.org/strijp-s-smart-lighting-eindhoven-netherlands.html>

<http://www2.luciasociation.org/tackling-light-pollution-with-green-leds-in-eindhoven-the-netherlands.html>

Lyon:

<http://www2.luciasociation.org/lyons-lighting-experiments-continue.html>

http://cordis.europa.eu/fp7/ict/photonics/docs/ssl-cip/lighting-the-cities_en.pdf

<http://lightingforpeople.eu/2016/wp-content/uploads/2016/05/20May16-Smart-lighting-for-smart-cities-Nikita-Junagade-LUCI-Association.pdf>

<http://www2.luciasociation.org/lighting-the-annonciade-wall-in-lyon-france.html>

København:

https://www.nytimes.com/2014/12/09/business/energy-environment/copenhagen-lighting-the-way-to-greener-more-efficient-cities.html?_r=0

<http://www.digitaltrends.com/cool-tech/copenhagen-smart-traffic-lights-prioritize-buses-bikes/>

<http://www2.luciasociation.org/the-bicycle-snake-bridge-copenhagen-denmark.html>

4. Biologisk Lys

Greater Copenhagen region:

<https://www.youtube.com/watch?v=ITma72RsXtU> (Lindeborgskolan i Malmö)

<http://lightingforpeople.eu/malmo-school-introduces-human-centric-lighting/>

<http://www.ledsmagazine.com/articles/print/volume-13/issue-2/features/luxlive-sileurope/smart-lighting-sounds-great-but-does-it-work.html>

<http://lightcare.dk/8301>

Greater London:

<http://www.ledsmagazine.com/articles/print/volume-13/issue-2/features/luxlive-sileurope/smart-lighting-sounds-great-but-does-it-work.html>

Singapore:

<https://www.tech.gov.sg/en/TechNews/DigitalGov/2016/11/National-Trade-Platform-grabs-Smart-City-Award>

5. Smart City

Barcelona:

<http://inhabitat.com/barcelona-introduces-led-streetlights-that-cut-energy-use-by-13/>
<http://ajuntament.barcelona.cat/seguretatiprevencio/en/noticia/barcelona-becomes-an-international-smart-laboratory-benchmark>
<http://www.22barcelona.com/content/view/724/898/lang.en/>
<http://www.trade.gov/markets/smartcities.pdf>
<https://www.youtube.com/watch?v=k1yJ1x4X8RA>
http://www.urenio.org/wp-content/uploads/2011/12/Barcelona_Smart_City_Tour.pdf
<http://www.techrepublic.com/article/smart-cities/>
<http://www.ioti.com/smart-cities/world-s-5-smartest-cities>

Hamburg:

<http://www.cisco.com/web/tomorrow-starts-here/cars/hamburg/index.html>
<http://www.cisco.com/web/tomorrow-starts-here/cars/hamburg/index.html>
<http://luxreview.com/article/2015/06/intelligent-streetlights-keep-the-big-ships-moving-in-and-out-of-hamburg>
<http://www.trade.gov/markets/smartcities.pdf>
<http://audi-urban-future-initiative.com/blog/smart-road-hamburg-germany-cisco-hpa>

Los Angeles:

<http://www.forbes.com/sites/justingerdes/2013/07/31/los-angeles-completes-worlds-largest-led-street-light-retrofit/#15c86d024b54>
http://photos.state.gov/libraries/finland/788/pdfs/LED_Presentation_Final_June_2013.pdf
<http://luxreview.com/article/2015/04/los-angeles-ties-its-led-streetlights-into-the-web>
<http://luxreview.com/article/2015/04/los-angeles-ties-its-led-streetlights-into-the-web>
<https://thestack.com/iot/2015/11/06/las-smart-led-street-lights-boost-wireless-connectivity/>
https://www.nytimes.com/2014/12/09/business/energy-environment/copenhagen-lighting-the-way-to-greener-more-efficient-cities.html?_r=0
<http://www.govtech.com/dc/articles/Los-Angeles-Deploying-Smart-Streetlight-Network.html>

6. Klima & Miljø

Singapore:

<http://lightingforpeople.eu/2016/wp-content/uploads/2016/05/20May16-Smart-lighting-for-smart-cities-Nikita-Junagade-LUCI-Association.pdf>
<http://www.ioti.com/smart-cities/world-s-5-smartest-cities>
<https://www.lta.gov.sg/apps/news/page.aspx?c=2&id=1ea2b1da-a8b7-4dd1-b831-84774152643d>
<http://luxreview.com/article/2016/09/smart-lighting-to-guide-shoppers-around-huge-singapore-mall->
<http://www.straitstimes.com/singapore/new-applied-research-centre-for-sustainable-lighting-by-2015>
<https://www.nccs.gov.sg/what-we-can-do/organisations/green-growth-opportunities/test-bedding>
http://www.flandersinvestmentandtrade.com/export/sites/trade/files/market_studies/818130930125623/818130930125623_1.pdf

Barcelona:

<http://inhabitat.com/barcelona-introduces-led-streetlights-that-cut-energy-use-by-13/>
<http://ajuntament.barcelona.cat/seguretatiprevencio/en/noticia/barcelona-becomes-an-international-smart-laboratory-benchmark>
<http://www.22barcelona.com/content/view/724/898/lang.en/>

Eindhoven:

<http://newatlas.com/philips-freestreet-suspended-street-lights/22335/>

<http://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/eindhoven-smart-lighting/>

<https://www.theguardian.com/sustainable-business/sustainable-smart-lighting-systems-cities>

<http://www2.luciasociation.org/tilburgseweg-eindhoven-the-netherlands.html>

<https://www.tue.nl/en/university/news-and-press/news/26-09-2016-renovation-to-make-main-building-worlds-most-sustainable-education-building/>

<http://www2.luciasociation.org/strijp-s-smart-lighting-eindhoven-netherlands.html>

<http://www2.luciasociation.org/tackling-light-pollution-with-green-leds-in-eindhoven-the-netherlands.html>

7. Økonomi & Effektivitet

L.A.:

<https://e52.nl/en/philips-puts-the-internet-of-things-into-street-lighting/>

<http://luxreview.com/article/2015/04/los-angeles-ties-its-led-streetlights-into-the-web>

<http://www2.luciasociation.org/los-angeles-led-conversion-project-usa.html>

http://www.dvrpc.org/energyclimate/eetrafficstreetlighting/pdf/CCI_Los_Angeles_LED_Streetlighting_Retrofit_Program_Report.pdf

https://www1.eere.energy.gov/buildings/publications/pdfs/ssl/msslc_la2012_ebrahimian.pdf

<http://www.govtech.com/dc/articles/Los-Angeles-Deploying-Smart-Streetlight-Network.html>

Sydney:

<http://www.ledsmagazine.com/articles/print/volume-8/issue-6/features/led-outdoor-lighting-field-trials-demonstrate-benefits-to-potential-adopters-magazine.html>

Wien:

<https://smartcity.wien.gv.at/site/en/projekte/umwelt-klimaschutz/led-technik-in-der-oeffentlichen-beleuchtung/>