



AALBORG UNIVERSITY
DENMARK

Aalborg Universitet

Effektlys

Skouboe, Esben Bala; Gade, Rikke; Mullins, Michael; Jensen, Ole B.; Jørgensen, Anders; Madsen, Rasmus Krarup; Andersen, Hans Jørgen; Moeslund, Thomas B.; Morrison, Ann

Publication date:
2013

Document Version
Tidlig version også kaldet pre-print

[Link to publication from Aalborg University](#)

Citation for published version (APA):
Skouboe, E. B., Gade, R., Mullins, M., Jensen, O. B., Jørgensen, A., Madsen, R. K., Andersen, H. J., Moeslund, T. B., & Morrison, A. (2013). *Effektlys*.

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- ? Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- ? You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- ? You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal ?

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at vbn@aub.aau.dk providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

INNOVATIONSPROJEKT: **EFFEKTLYS**

Aalborg Universitet 2011-2013



teamtronic 



AALBORG
KOMMUNE



AALBORG UNIVERSITY
DENMARK

DANSKLYS 
Innovationsnetværk



Figur 1. Billeder fra tre termografikameraer placeret i 12 meters højde på Gl. Torv i Aalborg.

INDHOLD

Denne artikel præsenterer resultater fra forsknings- og innovationsprojektet: Effektllys, støttet af Innovationsnetværket: Dansk Lys. Projektet er udført som et innovationsprojekt, i perioden 2011-2013, mellem Riegens, Alfred Priess, Team Tronic og Aalborg Universitet.

Projektet har gennem to eksperimenter undersøgt, hvordan forskellige sensorstyrede belysningsstrategier påvirker byens sociale liv. Som en del af projektet har forskere og virksomheder udviklet teknologiske værktøjer til tracking, design, styring og regulering. Disse er implementeret i to fuldskala eksperiment setup i Aalborg og en showcase ved Media Arkitektur Biennalen i Århus 2012.

Resultaterne er publiceret i et tværfagligt videnskabeligt felt på peer-reviewed konferencer inden for arkitektur (Poulsen et. al. 2012b), lysdesign (Poulsen et. al. 2013), interaktionsdesign (Skouboe 2013) og computer science (Poulsen et. al. 2012a). Denne artikel vil give et overblik over metoder, teknologier og resultater relateret til innovationsprojektet.



Figur 2. Billede af Gl. Torv setup i dagtid.

Udvalgte publikationer relateret til projektet

Poulsen E.S., Andersen H.J., Jensen O.B. (2013a); **Responsive City Lighting: Perspectives From Architecture & the Public Lighting Industry**. Interactive City Lighting, CHI '13, Paris, Frankrig

Poulsen E.S., Andersen H.J., Jensen O.B., Gade R., Thyrestrup T., Moeslund T.B. (2012a): **Controlling Urban Lighting by Human Motion Patterns results from a full Scala Experiment**, Multimedia ACM 2012, Nara, Japan.

Poulsen E.S. & Andersen H.J. (2012b) **Reactive Light Design in the 'laboratory of the street'**, Acadia 2012, San Francisco, USA

Poulsen E.S., Andersen H.J., Jensen O.B. (2012c) **Full Scale Experiment with Interactive Urban Lighting**, Designing Interactive Systems (DIS2012): Workshop; Designing Interactive Lighting. Newcastle, UK

Skouboe E.B., Morrison A., Andersen H.J., Jensen O.B. (2013b); **Responsive Lighting: "The city becomes alive"**. Mobile HCI (ACM), Mynchen, Tyskland

Publikationerne vil kunne hentes fra www.create.aau.dk/rul

Partnere

Private partnere

Team tronic

Riegens

Alfred Priess

Akademia

Aalborg Universitet, Institut for Arkitektur, Design og Media
Teknologi.

Projektleder

Associate Professor Michael Mullins

Phd candidate Esben Bala Skouboe

Social Science

Professor Ole B. Jensen

Interaktions design

Professor Hans Jørgen Andersen

Ass. Professor Ann Morrison

Researcher Tobias Thyrrstrup

Researcher Rasmus Krarup

Computer Vision and tracking (Visual Analysis of People Laboratory)

Professor Thomas Moeslund

Phd. Candidate Rikke Gade

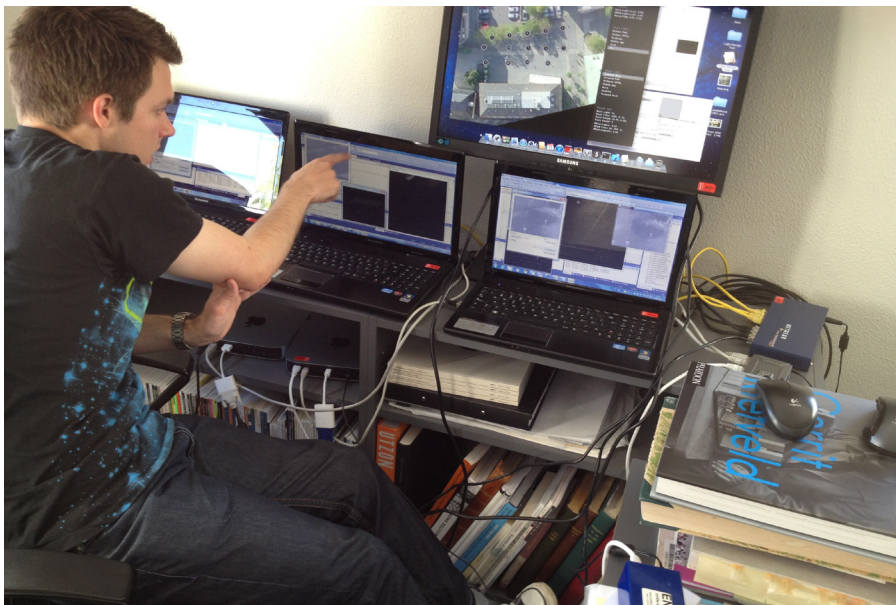
Researcher Anders Jørgensen

Aalborg Kommune

Aalborg Kommune har hjulpet projektet med tilladelser og
arkitektonisk ekspertise i refleksioner om belysningens
anvendelse.

Introduktion

”Smart city” er blevet et begreb som flittigt bliver brugt af progressive planlægger og politikere, når de skal beskrive, hvordan teknologiindustrien kan hjælpe med at effektivisere vores eksisterende byer. Begrebet ”smart” forudsætter en intelligent brug af teknologiske løsninger i byer. To eksempler er som Songdo i Syd Korea og Masdar i Abu Dhabi. Begge disse byer bruger teknologier til at gøre deres byer mere effektive og intelligente. Her kan byens dynamikker overvåges, fjernstyres og således kan energiforbrug for trafik flow effektiviseres. Denne strategi beskæftiger sig kun indirekte med byliv eller interaktion mellem mennesker, og derfor kan den ikke stå alene som en smart løsning for indretningen af belysningsystemer i byen. Med de nye dioder åbnes helt nye muligheder for styring og regulering, hvilket udfordrer fundamentale funktionelle, sociale og æstetiske dimensioner af vores eksisterende belysnings løsninger. Nuværende løsninger negligerer byens liv til fordel for et effektivt strømlignende rum, der mest af alt minder om Foucault’s visioner om panoptikon. Innovationsprojektet Effektllys skaber ny viden i et tværfagligt felt, hvor nye teknologier udvikles til at undersøge om responsive belysningsstrategier kan skabe et beriget socialt byliv.

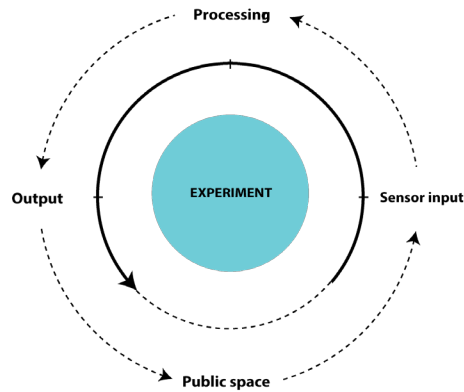


Figur 3. Billede fra kontrolrummet ved Gl. Torv eksperimentet.

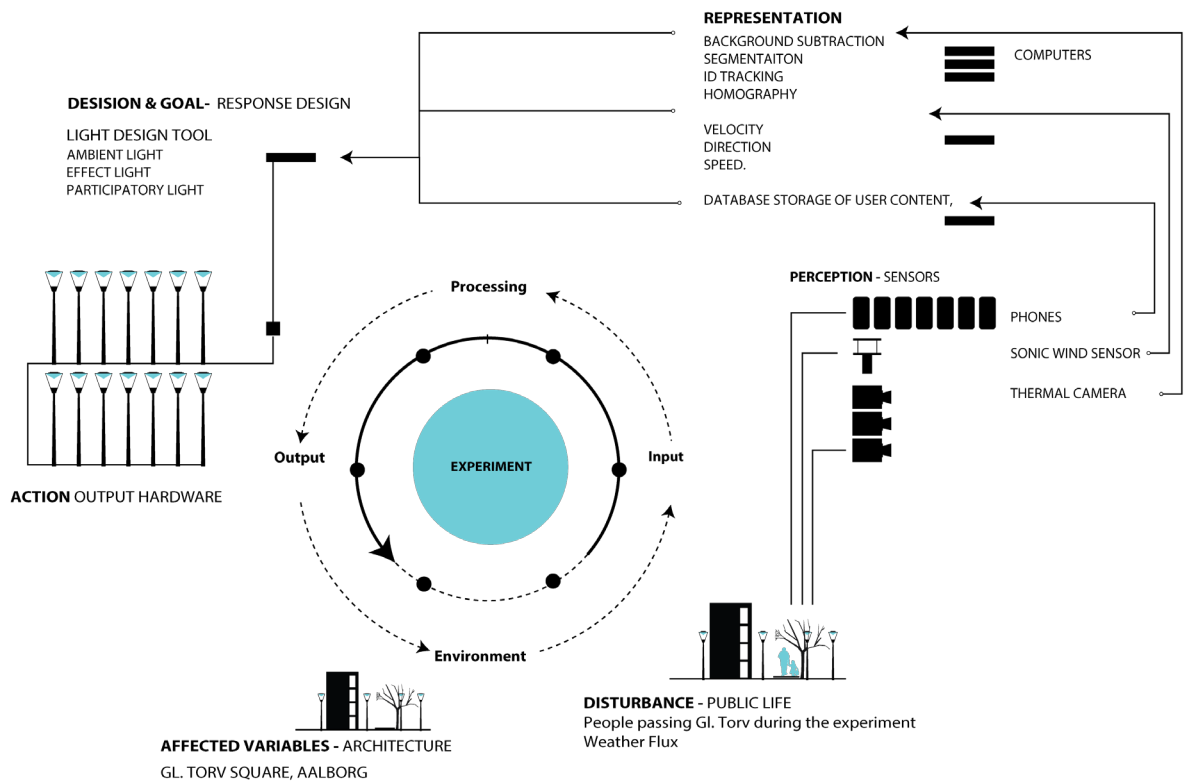
Den cykliske model

For at etablere en fælles eksperimentiel platform, der gør det muligt at samle projektets partnere om videns- og produktudvikling, bruges den cykliske model. Denne model udspænder et tværfagligt felt mellem arkitekter, ingeniører, lysdesignere, sociologier og interaktionsdesignere. Figur 4 viser et simpelt feedback loop, hvor en række sensorer optager data i et offentligt miljø. Dette data sendes ind i en logisk maskine (processor) der ved hjælp af algoritmer formaterer dataen til information, som ex. bevægelseshastigheder, bevægelsesretninger, opholdstid, temperatur, vindretning osv. Efterfølgende sendes denne data dels til en database, så information kan evalueres af planlæggere eller lysdesignere, og dels til styring af lyset. Det er her lysets opførsel og udseende er defineret. Dette felt er nyt og skal behandles med den samme følsomhed som belysningsplaner og arkitektur praktiseres. Efter disse processer sendes signalet i output, hvor styringssignalet sendes ud i en protokol, og til sidst ender det som den resulterende belysningsintensitet i lampen. Denne lysintensitet oplever borgeren, når han/hun bevæger sig gennem byen. Det er i dette lys vi oplever byen og bylivet. Det er også denne belysning vi bliver set i, således iscenesætter den borgernes daglige liv i mere eller mindre sociale, smukke og energieffektive byrum.

Hver punkt i den cykliske model indeholder en forsknings- og innovationsdybde, der har potentialer for fremtidens intelligente belysningsløsninger. Fra udvikling af nye hardwareløsninger i sensorindustrien, nye lyskilder, nye designideer til nye måder at bruge belysningen. Alle disse domæner er vigtige studier i udvikling af fremtidens intelligente belysningssystemer. Et hvert innovationsprojekt må udfordre state-of-the-art i et af disse domæner, det er vigtigt at understrege at computer scientists, arkitekter eller interaktionsdesignere ikke kan løse denne opgave alene, men at det er gennem et tværfagligt samarbejde mellem specialister i forskning såvel som i praksis at fremtidens produkter og services vil opstå. Figur 5 viser teknologier benyttet i Gl. Torv eksperimentet.



Figur 4. Den cykliske model



Figur 5. Den cykliske model, hvor teknologier og teknikker fra Gl. Torv eksperimentet er indsat

Ekspirerenter.

Dette afsnit vil præsentrere resultater fra to eksperimenter udført i 2012 og 2013, på Kennedy Plads og Gl.Torv i Aalborg. De to fuldskala eksperimenter benyttede samme eksperimentielle setup: 14 LED RGB parklamper opstillet på pladsen samt tre termiske kameraer (Axis Q1921-E), monteret i 15 meters højde på en nabobygning. Specieludviklede trackingteknikker gjorde det muligt at optage forbipasserendes bevægelsesmønstre. Information fra de termiske kamera tillader imidlertid ikke indentifikation af individer - kameraer er således brugt som en avanceret bevægelsessensor. Ved at analysere videomateriale fra de termiske kameraer, kan menneskers position, hastighed, retning, opholdstid og gruppering følges automatisk. Dette input bliver dels benyttet til at styre belysningen på pladsen og dels gemt i en database. Bevægelsesdataen kan analyseres, og sammen med observationer fra testperioden, kan lysdesignere, forskere, arkitekter eller byplanlæggere evaluere, hvorledes forskellige response scenarier påvirker bylivet på pladsen.



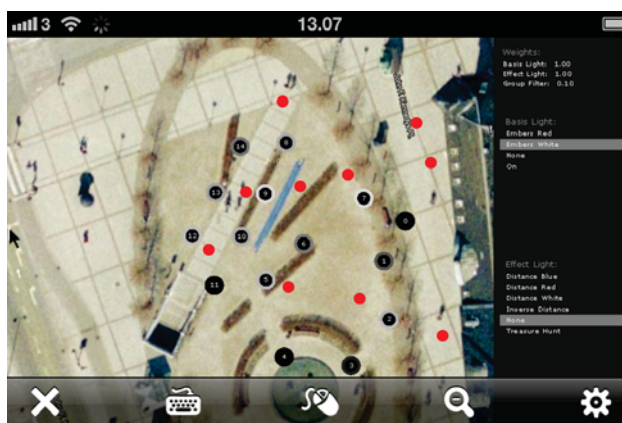
Figur 6. Lampe og RGB LED modul

Som output er parklamperne udstyret med specialudviklet DMX styret RGB LED belysning. LED modulet bruger 18 watt ved fuld styrke og består af seks 1 watt dioder i hver farve rød, grøn, blå. Modulerne er monteret i et armatur som kaster lyset indirekte ned på belægningen. LED modulerne er koblet til et DMX modul og en strømforsyning som er placeret inden i masten på hvert armatur. Lamperne er monteret på 3,5 m høje master med et mobilt fundament, som tillader dem at blive placeret strategisk på pladsen. I eksperimentet på Gl. Torv blev det eksperimentielle setup udvidet med en ultralyd vindsensor (Wind sonic SSDI-12), som var placeret midt på pladsen samt en Android smart phone applikation. Disse nye hardware løsninger gjorde det muligt at optage vindens hastighed og retning på pladsen og samtidig styre lyset på pladsen. Mobilapplikationen gjorde det muligt for brugerne at være i direkte interaktion med lyset på pladsen. Figur 7. viser forsøgsområderne på Gl. Torv og Kennedy plads i Aalborg.



Figur 7. Venstre: Kennedy plads i Aalborg set fra kameraernes position, Højre: Gl. Torv set fra Budolfi kirke.

Et lysstyringssoftware blev udviklet, som en rygrad i projektet. Det er her lysscenerierne bliver defineret, finjusteret og udviklet. Figur 8 viser interfacet på softwaren, hvor positioner fra tracking softwaren er modtaget og visualiseret som røde pletter. Sorte cirkler indikerer placeringen af lamperne, mens den farvede ring rundt om lampen viser lysintensitet og farve på lyset. Lysstyringssoftwaren sender Open DMX via en Open Ethernet Artnet DMX controller ud til DMX modulerne i lamperne. Ved at samle dataen i et software, er det muligt at styre lysets farve og intensitet i relation til trackingen og telefoner på samme tid. Alle responsive lysscenerier er programmeret i software og således tillader det forskere at ændre belysningsintensitet eller lysscenerie.



Figur 8. Billede af interfacet i lysdesignsoftwaret.

I forsøgene blev styringen delt op i tre lag; et ambient-, et effekt- et resulterende belysningslag. Det ambiente lag beskriver belysning af pladsen uden mennesker. Effektbelysningen beskriver belysningen af pladsen med mennesker og den resulterende belysning lægger disse to sammen til den samlede belysningsintensitet, som sendes via DMX ud til lamperne. For mere teknisk gennemgang af de specialudviklede tracking og styringsværktøjer henvises til: Poulsen et al. 2012a, Skouboe et. al. 2013). Den næste del vil kort summere resultaterne.



RESPONSE SCENARIO Basic Lighting: White(54)
Effect Lighting: Light following person (10 m radius)(100%)



Figur 9. Billede af en mand der går over Kennedy plads under hvid aura scenariet.

Eksperiment: Kennedy plads

Det første eksperiment blev udført på Kennedy plads i Aalborg, januar 2012. Pladsen er en central plads, som bliver brugt til ophold om sommeren. Om vinteren bliver pladsen primært brugt som transitplads, der forbinder banegården, busstationen og den centrale by. Eksperimentet blev udført i januar måned ved temperaturer mellem -5 og -10 grader C. Fire forskellige responsive belysningsscenarier blev testet: Referencelys, Hvid aura, Glødende lys og Rød skattejagt.

Referencelys var en statisk belysning med 80% hvidt lys. Denne belysning skulle simulere en traditionel pladsbelysning, og ved at sammenligne folks opførsel i de andre eksperimenter, giver dette en indikation af, hvordan den enkelte belysning påvirker menneskers brug af pladsen. Under hvid aura scenariet, fulgte en 10 meter cirkel af hvidt lys fodgængereren rundt på pladsen. Således trak folk, der bevægede sig over pladsen, linjer af lys efter sig. Under glødende lys scenariet ulmede lamperne mellem 0-100%, dette gav liv på pladsen og samtidig en væsentlig strømbesparelse. Det sidste scenarie var Rød skattejagt, hvor pladsen var belyst i et rødt lys, mens to blå lamper indikerede placeringen af en "skat". Når disse områder blev aktiveret ville en bølge af hvidt lys løbe over pladsen.

Forsøget løb i den sidste uge af januar med flere hundrede forbigående på pladsen. Mellem kl. 17.00-20.00 blev de forbigående ob-



serveret fra kanten af pladsen og usædvanlige sociale situationer blev noteret. Ydermere blev folk interviewet, når de var kommet over pladsen. Ud fra kvalitative interviews og observationer samt kvantitative bevægelseskort, kan vi sige at borgerne i almindelighed ikke ændrede deres bevægelsesmønstre eller brug af pladsen, motiveret af de forskellige response strategier. Og vi kan ydermere konkludere at borgerne ikke brugte, hvad vi havde designet som ”legende” belysning. Dette kan skyldes en manglende evne til at designe inspirerende lege, men det kan også skyldes den lave temperatur, som får folk til at bevæge sig mere målrettet i byen. Vi kunne derimod observere, hvordan borgere på kanten af pladsen stoppede op og pegede mod andre borgere der bevægede sig over pladsen. Gennem interview af beboere i de naboliggende lejligheder, kunne vi forstå at belysningen have givet pladsen mere ”liv”, fordi man kunne se mennesker på en anden måde. Belysningen gjorde at naboerne lagde mere mærke til mennesker på pladsen. Vi kan således konkludere at en dynamisk pladsbelysning indeholder nogle nye æstetiske og sociale byrumskvaliteter. Vi kan også se at energiforbruget ændrer sig i forhold til brugen af pladsen. Eks. blev energiforbruget nedsat med 90% i ”hvid aura” scenariet.

For at læse mere om dette eksperiment anbefales disse artikler:
(Poulsen et al. 2012a, 2012b)



Figur 10. En pige der spontant giver en catwalk i det adaptive lys, der skifter fra rød til hvid når hun bevæger sig over pladsen.

Eksperiment: Gl. Torv

Det andet eksperiment blev udført på Gl. Torv i Aalborg. Gl. Torv er ligesom Kennedy plads en transitplads, som folk passerer, når de bevæger sig fra syd- og sydøstsiden af byen mod centrum. Studenterhuset, Budolfi kirke og Arkitektur & Design er naboer til pladsen, hvilket betyder at unge studerende mellem 16 - 30 bruger pladsen når de skal til koncert i studenterhuset. Pga. de høje boligpriser i midtbyen er lejlighederne omkring pladsen primært befolket af ældre, som har deres daglige gang eller udsigt over pladsen.

Eksperimentet blev udført en typisk skandinavisk sensommer september med temperaturer mellem 10-15 grader C. Dette betyder at folk stadig kunne opholde sig i byen og dermed skabes en anden klimatisk situation end den fra Gl. Torv eksperimentet. Fire forskellige responsive belysningsscener blev testet: Referencebelysning, adaptiv belysning, brugerdesignet lys (mobiltelefon) og en vindfølsom belysning. Referencebelysningen præsenterede en jævnt oplyst plads med 80% hvidt lys.

Den adaptive belysning brugte aktivitetsniveauet fra dagen før, til at bestemme lysintensiteten af rød, dvs. at områder med lange opholdstider havde mere rød end områder med høj transit. Når en person gik ind på pladsen vil lyset ændre sig fra rød til hvid i en radius på 5 meter omkring ham, ligesom i Hvid aura scenariet fra Gl. Torv.

Figur 9 viser et billede fra belysningssceneriet.

Den brugerdesignede belysning inviterede brugeren til at bestemme



Figur 11. En mand der er ved at undersøge hvordan trackingen virker, hvis man ikke viste bedre ville man tro at han dansende

farve og opførsel på den responsive belysning. Dette gjorde de ved at downloade en applikation til deres smartphone, og ved at følge en 3-steps guide, var de i stand til at uploade deres sekvens som 5 minutters "show time". Sidst blev der udviklet et responsivt vindscenarie, hvor retningen og hastigheden på vinden informerede hvide bølger af lys, der rullede hen over pladsen i en bestemt retning og hastighed i forhold til vindens intensitet.

Eksperimenterne blev afholdt over 17 hverdage, 2 dage til reference scenarie og 5 hverdage til hver af de andre scenarier. 122 brugere blev interviewet, mere end 1000 mennesker bevægede sig over pladsen og 126 brugte tid på at designe og uploade et scenarie. Observationerne var udført mellem kl. 20-22 i hverdage. Vi observerede ingen synlig forskel på folks opførsel i referencescenariet. Derimod noterede vi en række usædvanlige opførsler i den adaptive belysning: Piger der tager jakken af og giver en cat-walk på midten af pladsen (Figur 10), drenge der løber som flyvere på pladsen, eller ældre der går zig-zag tur med deres hund, en mand der udforsker belysningssystemet gennem en danselignende opførsel (Figur 11) og folk som stopper på afstand, peger og ændrer retning. Disse situationer er helt tydeligt katalyseret af belysningen og dermed kan vi konkludere at den responsiv belysning skaber en ny form for aktivt byliv, hvor responsive belysning iscenesætter den forbigående - nogle tager rollen som performer, andre som observatør. En af de adspurgte havde denne beskrivelse af mødet med belysningen:

"Jeg synes faktisk at det er interessant at observere andre mennesker, som har opdaget at lyset tilpasser sig til deres bevægelser. De leger med og det giver dig lyst til at lege med, men når man ikke bruger interaktiviteten i legen virker lyset jo stadig som en helt almindelig gadebelysning. På en måde provokerer lyset til en reaktion mellem mennesker, så de vil ændre adfærd – det er sjovt." (mand i 30'erne)

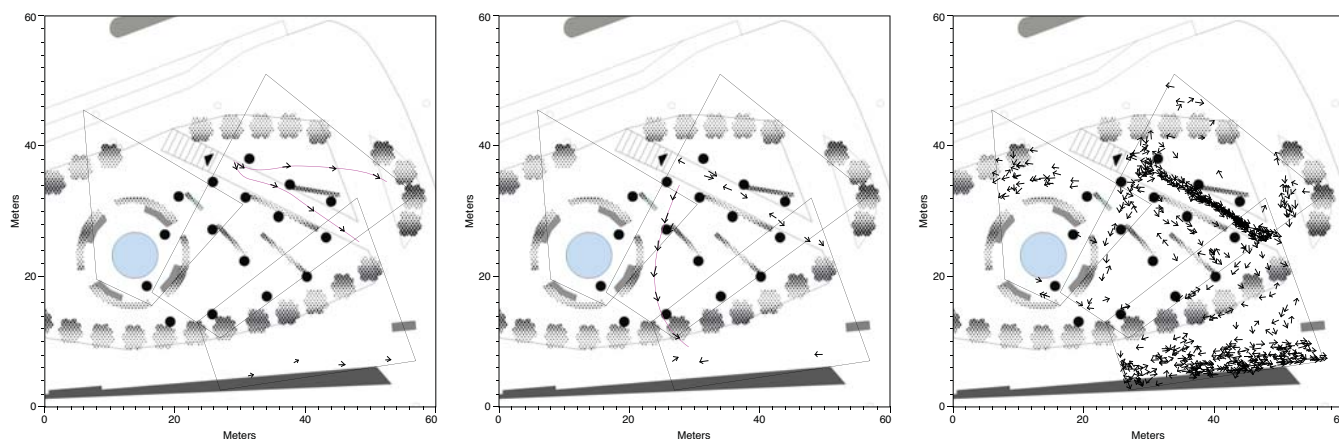


Figur 12. Par igang med at designe deres lyssætning.

Vi havde store forventninger til smartphonescenariet, her kunne alle med en Android telefon frit downloade en applikation (app) og bestemme farve og opførsel på lyset. Denne form for interaktion mødte imidlertid en modstand. Første modstand: Det er kun folk med Android telefoner som kunne bruge appen. Vi observerede også at mange ikke vil bruge deres tid på at installere en app, når de går gennem byen om aftenen. For det tredje; Folk viste ikke at de kunne designe lyset på trods af de mange flyers, som var delt ud på de omkringliggende cafeer, TV nyheder og det 15 meter brede banner, som var hængt op og oplyst på pladsen. Ydermere observerede vi en casual attitude blandt en gruppe af de unge: Det var ikke "cool" at beskæftige sig med farver og lysdesign på en telefon, derimod var det mere interessant at kunne improvisere med din krop på den urbane scene. Andre satte pris på at stå anonymt med en telefon og designe lyset i fred og ro. Således rummer mobil interaktion et potentiale for interaktion på flere niveauer, men før dette kan blive en integreret del af byens interaktionsritualer, skal der udvikles en mobilkultur, hvor folk lærer dette potentiale at kende. På sigt vil denne mulighed kunne specielt give værdi til borgerne i nabolaget, som kan styre deres pladsbelysning. En af de interviewede beskrev dette potentiale som:

"Det er meget inspirerende at du kan gøre noget ved din by i dag. Så bliver byen vores by, i stedet for at være nogen andres by, som blev bygget for lang tid siden" ... "Jeg synes bare at andet i byen er statisk og det er dette ikke. Jeg kan godt lide når der er noget som er nyt og anderledes i byen og dette ændrer sig, hvis det er tilladt for folk at designe lyset – så er det altid anderledes (kvinde ca. 25 år.)"

I det sidste scenarie blev en vindfølsom belysning testet. Generelt kunne folk ikke forstå, hvad der styrede belysningen, men de var positive overfor belysningens dynamiske opførsler. Når interviewereren fortalte om vinden var den interviewede typisk overrasket og brugte begreber forbundet med naturen og poesi. Vi mener, at der er et stort potentiale



Figur 13. Billeder af tracking fra Gl. Torv. Fra venstre: To personer går over pladsen (1 minut). Midten viser 2 minutters registrering. Til højre bevægelsesmønstre for en time. Se flere kort i de vedhæftede publikationer.

i at udforske nye følsomme forbindelser mellem naturens fænomener og pladsers belysning. På trods af de radikale ændringerne i lyset og den højere brugerkontakt observerede vi ingen uheld eller klager om utryghed under eksperimenterne, men disse initierende forsøg udfordrer vores eksisterende opfattelse af lys og byliv.

Konklusion

Vi kan konkludere at responsive belysningsstrategier i det offentlige rum, skaber nye kreative potentialer for sociale og æstetiske bylivsformer. Den responsive pladsbelysning tilbyder borgere og forbipasserende nye værktøjer til at engagere sig i byens liv. Vi kan konkludere at borgere bruger den responsive belysning som en slags scenebelysning til at udtrykke sig selv, og at denne teknologi kan bruges til stimulere leg og kreativitet i byen. Men vi kan også observere at i tider med kolde temperaturer, er folk ikke motiveret til at stoppe og engagere sig i belysningen. Ligeledes har den dynamiske belysning også æstetiske potentialer for folk der observerer belysningen fra kanten af pladsen. Eksperimenterne viser samtidig at mobilinteraktion med gadelyset rummer nye muligheder for ejerskab til byens rum og en mere varieret interaktion. Eksperimenterne viser potentialer for energibesparelser op til 90% (hvid aura Gl. Torv), men på nuværende tidspunkt er belysningen styret af et større kraftcenter med 4 computere, derfor vil derfor vil en autonom løsning være en del af vores fremtidige forskningsområder. Denne teknologi vil stille krav til hver del af den cykliske model. Dette betyder at nye studier i agentbaseret lysstyring, lysdesign, sensorteknologi og byliv skal udvikles og undersøge som en del af en ny agentbaseret belysningsstrategi. Projektet åbner også muligheden for at have flere farver som indeholder forskellige betydninger, ex. en signalfarve, der viser grøn bølge i trafikken, viser luftkvalitet eller centrale stier i byen etc. Vi anbefaler at disse forsøg udføres i fysiske miljøer, hvor energibespareles, sikkerhed, robusthed og sociale interaktioner kan blive testet over længere tid.

Bibliografi

Poulsen E.S., Andersen HJ., Jensen OB. (2013a); Responsive City Lighting: Perspectives From Architecture & the Public Lighting Industry. Interactive City Lighting, CHI '13, Paris, Frankrig

Poulsen E.S., Andersen H.J., Jensen O.B., Gade R., Thyrrerstrup T., Moeslund T.B. (2012a): Controlling Urban Lighting by Human Motion Patterns results from a full Scala Experiment, Multimedia ACM 2012, Nara, Japan.

Poulsen E.S. & Andersen H.J. (2012b) Reactive Light Design in the 'laboratory of the street', Acadia 2012, San Francisco, USA

Poulsen E.S., Andersen H.J. Jensen O.B. (2012c) Full Scale Experiment with Interactive Urban Lighting, Designing Interactive Systems (DIS2012): Workshop; Designing Interactive Lighting. Newcastle, UK

Skouboe EB., Morrison A., Andersen H.J., Jensen O.B. (2013b); Responsive Lighting: "The city becomes alive". Mobile HCI (ACM), Mynchen, Tyskland

