

EL-FORSK

Energieffektive teknologier
Udviklingsprogram – LED

Blændfri og energieffektiv udendørsbelysning baseret på LED
(sit/park)

PSO-343-064A

Indhold

Forside	1	FACE 03	
Indhold	2	LP beslutter at sætte armaturet i masseproduktion	21
Forhistorie	3	Flindt pullerten - back to the drawingboard	22
		Forsøg på optimering at oprindeligt LED-setup	23
		Måling af lysfordeling i version 02 (Flindt Pullert)	24
FACE01		Nyt LED-setup med to frem for en LED	25
Baggrund og mål	4	Første offentlige præsentation	26
Team	5	Dokumentation, Vejledninger, Brochure - Salg	27
Overblik over projektførløbet	6	Installation	28
Kontekst og udgangspunkt for projektet	7	Version 02 - Flindt Pullerten	29
Eksisterende pullerter - 3 belysningsprincipper	8	Spektralfordeling	30
Eksisterende pullerter i kontekst	9	Lysprofil	31
Overblik over projektførløbet	10	Det endelige design	32
Kontekst og udgangspunkt for projektet	11	Lys-design	33
Lys og stoflighed	12	Opstillinger	34
Viborg Pullerten opstillet ved Viborg Kunsthall (dag)	13	Alu-versioner	35
Viborg Pullerten opstillet ved Viborg Kunsthall (aften)	14	Corten-versioner	36
Version 01 - Viborg Pullerten	15	Energieffektivitet og betydning	37
		Projektets udvikling fra start til slut	38
FACE 02		Referencer	
Belysning til cykelsti	16	Skotland, Glasgow	39
Kan lav pullertbelysning også bruges på cykelstier	17	Norge, Bergen	40
Forsøg med asymmetriske mikroprismatiske folier	18	Norge, Joerstad	41
Kan mikroprismer bruges til vejlamper?	19	Norge, Larvik	42

Forhistorie

LED giver designerne større frihed

I 2005 støttede EL-Forsk deres første projek, hvor de havde direkte fokus på LED-teknologi, indenfor belysningsområdet. Projektet var ledet af Forskningscenter Risø (DTU-Fotonik) i samarbejde med belysningsproducenten Louis Poulsen. Målet var at komme med bud på hvordan denne nye teknolog, med stort potentiale for energibesparelse, kunne bruges og integreres i produkter til hjemmet. Til at generere ideer var 12 industrielle designere inviteret. Med blandt designerne var også designer Christian Flindt var med der som de andre designere for første gang fik mulighed for at eksperimentere med den nye LED-lyskilde. På det tidspunkt arbejdede Christian Flindt primært med møbeldesign, men i arbejdet med denne nye teknologi fik han for alvor øjnene op for det at arbejde med lys.

- Dengang havde vi kun førstegenerations dioder med meget lave Ra-værdier. Men LED kunne noget helt andet end traditionelle lyskilder fandt vi designere hurtigt ud af. Jeg selv var vant til at arbejde eksperimentelt med forskellige materialer, så jeg anså det for en spændende udfordring at gå om bord i dioderne, fortæller Christian Flindt.

Dioderne havde allerede dengang meget længere levetid end glødepærer, og de var ikke bundet op på arketype-standarder med fast definerede fatninger. Derfor gav dioderne designere som Christian Flindt nye frihedsgrader, så de kunne tænke helt ud af boksen. Og det var præcist, hvad der lykkedes for et par af deltagerne. Ved at lege med diodernes samspil med forskellige materialer fik de prøvet nogle grænser af, og de kunne løbende få testet og målt deres prototype-produkter hos Risø.



Blandt de første resultater var sækkestolen "Lysflyderen", som Christian Flindt forsynede med en enkel lysdæmper-funktionalitet, så sække stolens indbyggede lys automatisk går op i lysstyrke, når den bliver brugt. Havde LED fundes på P.H's tid vil han have haft mulighed for at udfordre og fuldstændig "springe" udgangspunktet i lampen med en central lysgiver midt i armaturet. Nu kan lyset komme helt ud i og være en del af selve skærmene...ja endnu længere, uden at pæren blottes eller kan gå i stykker.

Ovenstående forskningsprojekt sluttede i 2007. - Her 4 år efter er der allerede sket en stor udvikling på LED-fronten. LED som belysningskilde er blevet mere effektiv og kvaliteten af lyset er efterhånden blevet så god, at det nu giver mening, at indtænke den i alm. funktionelle belysningsarmature, som vi omgives af i vores hverdag. - Dette potentiale og måden vi bruger denne teknologi, er det dette projekt ønsker at udfordre og give et bud på.

Baggrund og mål



I Danmark bruger vi årligt omkring 350 GWh på gadebelysning. Med en alternativ og umiddelbart mere energieffektiv teknologi på belysningsmarkedet er der derfor pludselig et enormt potentiale for at optimere energiforbruget på udendørsbelysning. LED er også på manges læber. Det er blevet et energi-rigtigt alternativ, som rummer store besparelspotentialer. LED har også indfundet sig som erstatningsløsninger i armaturer, der oprindeligt er designet til andre lyskilder – her også indenfor gadebelysning.

Målsætningen for dette forskningsprojekt er i sidste ende at udvikle et belysningsarmatur, der er energieffektivt end tilsvarende armatur med konventionelle lyskilder. Arbejdsområdet indenfor udendørsbelysning er kortere som længere gang- og stiforløb hvor særligt mennesker bevæger sig gående.

I projektet er det ligeledes vigtigt for os, ikke at ende op med et belysningsarmatur, der kun er energi-effektivt. - Vi ønsker at udvikle et armatur, der på bedst mulig vis udnytter den nye teknologi til at give et funktionelt orienteringslys - og lige så vigtigt, gøre dette på en behagelig måde uden blændings-gener for brugerne.

For at en ny og (forhåbentlig) bedre teknologi skal tages godt imod, skal det den erstatter, meget gerne blive bedre. - Bedre, ikke kun på et datablad eller i en kommunes økonomiafdeling, den skal helst også forbedre selve brugeroplevelsen, og bidrage til at gøre folks hverdag en smule bedre.

MÅLGRUPPE:

Der er naturligt en bred målgruppe for gadebelysning, den rummer potentielt fodgængere i såvel det offentlige, som i det private rum. Disse brugere vil først og fremmest få en lysoplevelse og fokusere deres tilfredshed på denne. Positiv feedback fra disse brugere er selve grundlaget at bygge videre på.

For den brede accept og for selve løsningens udbredelse, er det så efterfølgende offentlige- som private interessenter og beslutningstagere, der skal høre om effekter og kvaliteter ved den nye løsning.

Ligeledes vil projektets resultater, også kunne have interesse for belysningsproducenter af udendørsarmaturer, lysdesignere, producenter af elektronik og styreger med fokus på at lave energibesparende belysningsarmaturer med høj lysoplevelse.

PSO-343-064A Blændfri og energieffektiv udendørsbelysning baseret på LED (sit/park)

TEAM:

Viborg Kommune - Thorkild Vestergaard, Teknik & Miljø, (Belysningsansvarlig)
Energi Viborg - Finn Aggerholm, (Drift og vedligeholdelse)
Arkitekter - Møller & Grønborg, (Landskab og belysningskoncept)
Christian Flindt - Projektansvarlig, (Belysningsdesigner)

Viborg Kunsthall - Karen Lintrup, (Direktør)

Louis Poulsen - Finn Eeg Petersen (Business Area Manager – Udendørsbelysning)
Louis Poulsen - Ole Maribo, Jesper L. Svendsen, (Ingeniør)

FACE 01 Overblik over projektforsløbet

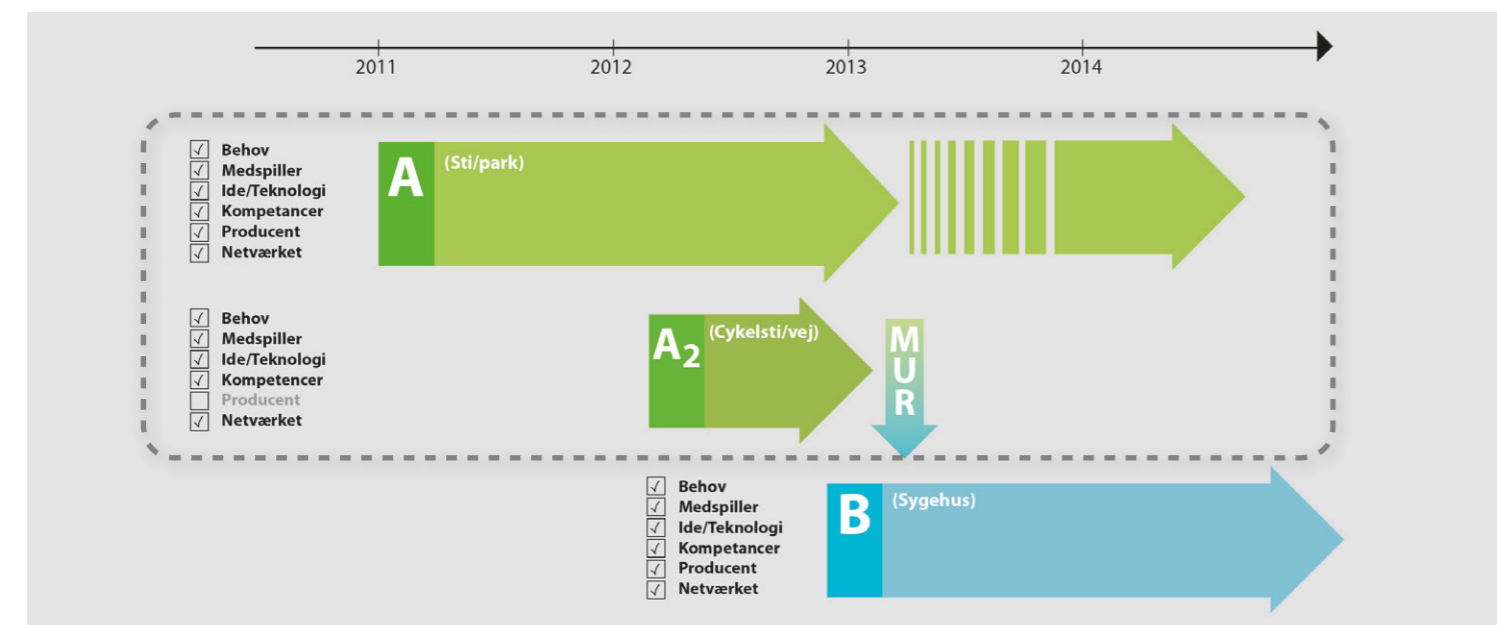
Forskningsprojektet begyndte i 1. kvartal af 2011 og har haft to hovedforsløb.

A) Blændfri og energieffektiv udendørsbelysning baseret på LED
B) Blændfri og energieffektiv hospitalsbelysning baseret på LED
Denne rapport omhandler udelukkende første del A).

2011-12 Første etape: Projektet tog afsæt i en konkret situation og kontekst i Viborg. I dialog med Kommune, Energiforsyning, Kunstmuseum, landskabsarkitekter og producent udvikledes en række prototyper, som til sidst udmøntede sig i 50 LED-armatur - Viborg-pullerten (Ver 01)

2012-13 Anden etape: På baggrund af positive tilbagemeldinger på produktet og prøveopsætningen har belysningsproducenten Louis Poulsen besluttet at producere armaturet. Denne etape har bestået i at optimere armaturet, på alle punkter: større effektivitet, bedre lysspredning, optimere form og overflader, leve op til bedste vandalklasse, produktion og samle kvalitet mm.

2014-15 Tredje etape: Produktion af værktøj, udfaldsprøver, tilretning af sidste detaljer. Udbredelse af kendskabet til produktet (Ver 02) på det internationale belysningsmarkedet.



Grafisk overblik over projektfaser

Kontekst og udgangspunkt for projektet

Viborg Kunsthall

I 2011 skulle designer Christian Flindt sætte en udstilling om design og belysning op i Viborg på Viborg Kunsthall. I den forbindelse blev Christian Flindt indvilget i musets igangværende process om anretning af et helt ny parkområde omkring museet.

- Parken skulle ud over at være en forskønnende ramme omkring Kunsthallen også danne en mere direkte og visuel smukkere forbindelse mellem Viborg midtby og de rekreative områder langs Viborg Søundersø.

I forhold til selve belysningen af det nye stiforsløb, havde man endnu ikke fundet et konkret belysningsarmatur, som man synes var det helt rigtige og et alle kunne blive enige om.

Christian Flindt blev introduceret til gruppen det skulle tage beslutningen og ud over Viborg Kommune og Viborg Kunsthall var Viborg Energiforsyning og landskabsarkitekter Møller Grønborg også en vigtig del her af. - Specielt sidstnævnte, landskabsarkitekterne ville gerne sætte lys på nogle af de flotte træer i parken og lade dem være overordnet rumskabende. På stien ville de gerne holde et forholdsvis koncentreret funktionelt lys så det blev en klar åre igennem landskabet om aftenen, uden for meget spil-lys udenfor forsløbet.



Anlægsarbejde i forbindelse med ny park mellem indre by og rekreative områder ved Sønder sø.

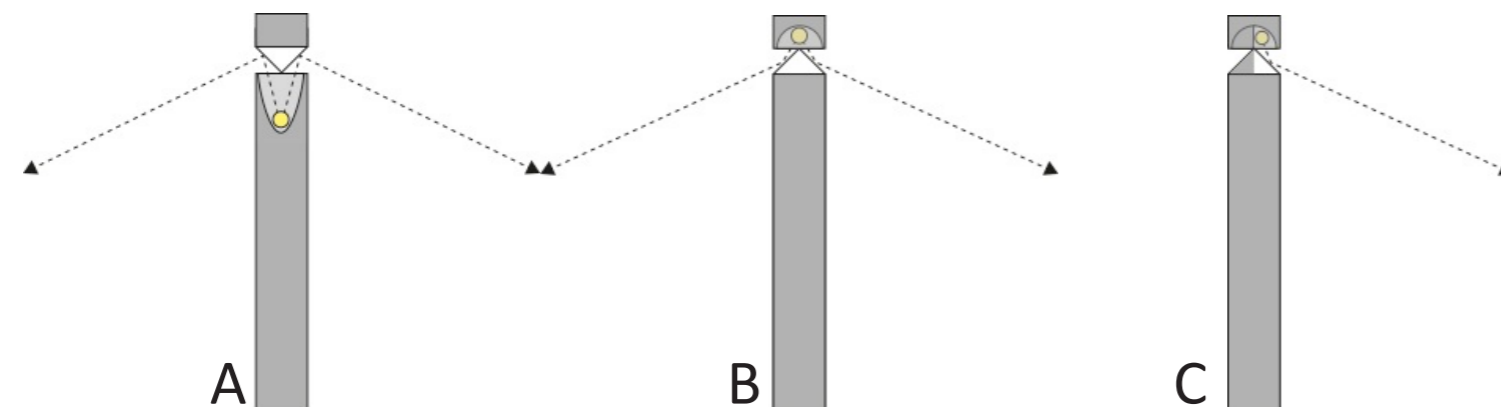


Eksisterende pullerter - tre belysningsprincipper

Når man snakker lavere stibelysning- ca. en meters højde over terræn, findes der overordnet tre belysningsprincipper.

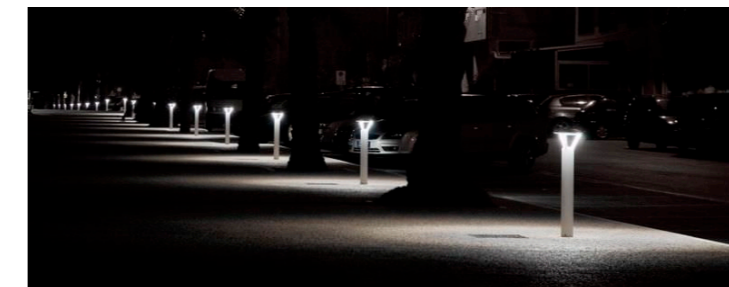
- A - Symmetrisk lys (reflekteret)
- B - Symmetrisk lys (direkte og reflekteret)
- C - Asymmetrisk lys (direkte og reflekteret)

Fælles for alle tre og typisk for 90% at denne type belysning som findes på markedet er princippet om at lyse enten op eller ned på en mindre keglestub, der så reflekterer lyset videre ud på omgivelserne.

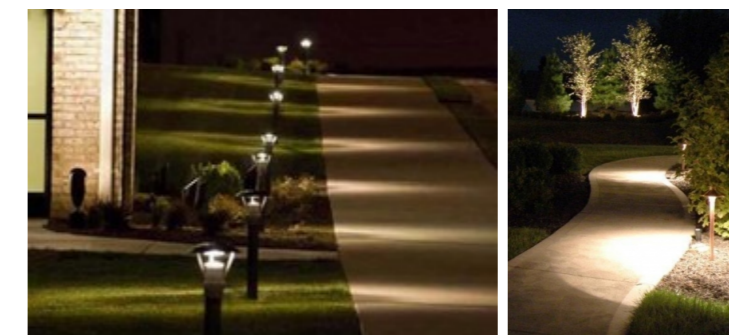


Eksisterende pullerter i kontekst

- Vi kiggede på flere eksempler og opstillinger af pullert-belysning langs stiforløb. Ud over funktionelt af kaste lys på en belægning så man rent faktisk kan se, hvor man træder, så giver denne type belysning også et overblik og en indikation om retningen for et gang/sti-forløb. Om det slår et sving, hvor lang det er, om terrænet er fladt eller ændre højde.
- Nogle pullerter giver mere lys end andre, nogle er mere stemningsgivende.
- Nogle giver en helt jævn lysudstråling, hvor andre også kaster skygger.
- Nedenfor ser man eksempler på nogle af disse forskellige situa-

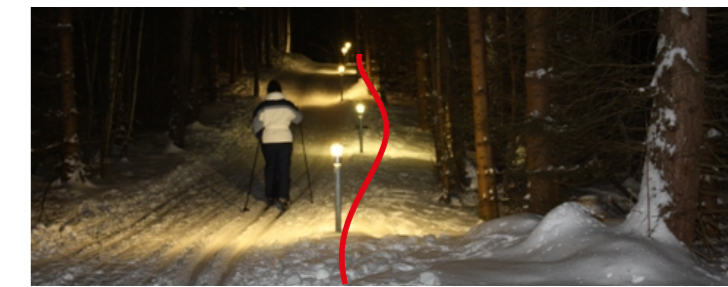


1) 360 Stemning/ følelse af sikkerhed



2) - Oplyse gåzone og natur

- tioner. De fleste pullerter er rundstrålende, hvilket i forhold til de stiforløb de placeres langs, oplyser den omkringliggende natur i lige så høj grad.
- Arkitekterne var som sagt interesseret i at pullertbelysningen fortrins skulle markere og oplyse stien og så med anden belysning at kunne oplyse større træer for landskabelig scenografisk effekt.
- Af eksemplerne nedenfor er det derfor eks. 5 der var mest retvisende. Denne pullert type begrænser lyset mod vandsiden og koncentrerer det mod molen, hvor man skal promenerer. Præcis denne udgave har en lang åbning med et matteret akrylglas, der oplyses bagfra.



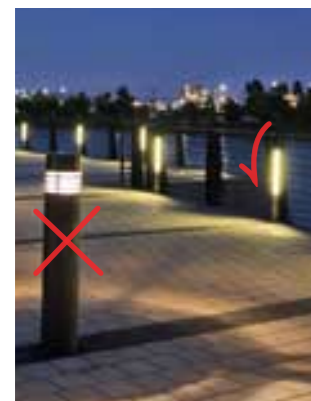
3) 360 - Vejviser



4) 360 orientering/stemning

5) 180 orientering/stemning

Valg af asymmetrisk udstråling

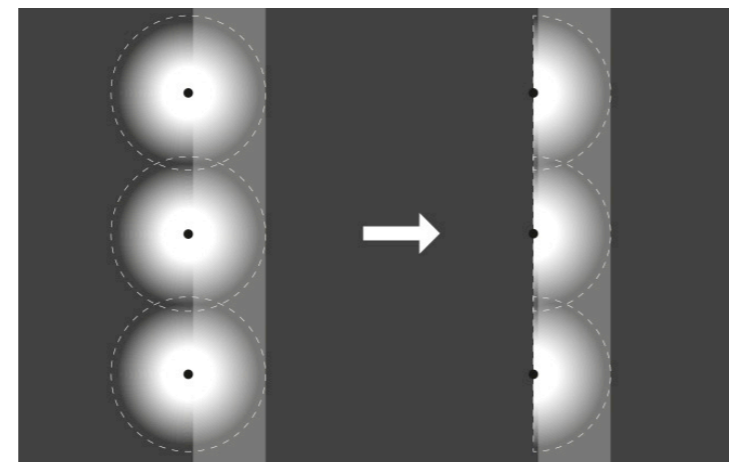


- Havnepullert med 180 graders udlysning.

Så for at løse opgaven i Viborg, var konklusionen at arbejde frem mod en pullert med en lysudstråling på 180 grader frem for 360. Dog skulle pullerten kunne belyse både lige- og bugtede forløb.

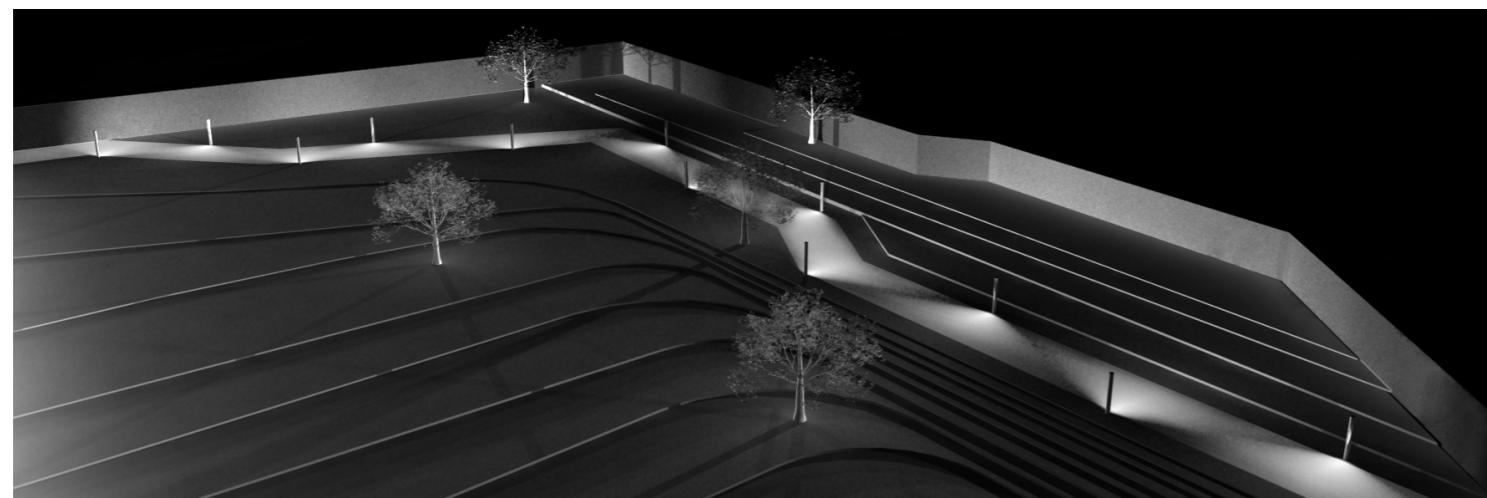
I forhold til havnepullerten med de 180 graders udlysning, så er den afblændet mod vandsiden. Lyset rettet mod promenaden, hvor den lyser belægning op er pænt. Men det lange akryl-element, hvor lyset udsendes er også fint til at agere vejviser, men har i forhold til komfort en lille tendens til, om ikke at blænde, så at stå lidt for kontrastfyldt frem i forhold til omgivelserne. Selve pullertens egen form og størrelse forsvinder lidt i den optiske virkning og effekt genskæret skaber i akrylen.

Vi ville gerne skabe et armatur, som var vejvisende, men hvor designet også selv vil blive lidt oplyst og dermed havde en skulpturel egenverdi.



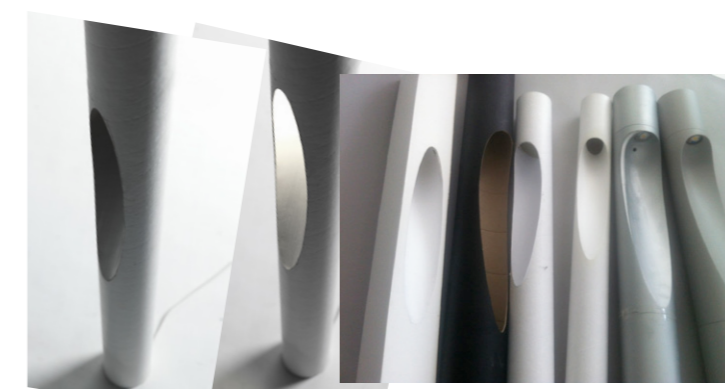
SYMMETRISK

ASYMMETRISK



- For at opnå en så jævn overgang i lyset mellem pullerterne
- Lavede vi forskellige opsætninger i Cad for at simulere hvordan dette ville påvirke både lys og stemning langs stiforløbet og i parken som sådan.

Formgivning og process



Grundlæggende opnås den største udnyttelsesgrad af armaturet, hvis så meget lys fra lyskilden rammer belægningen helt uhindret, fordi lyset ikke mister energi undervejs, ved enten refleksion eller diffusion. Ramme intet lys pullerten selv, mister den dog helt sin vejvisende funktion. Kaster et belysningsarmatur, om det er en vejlampe, en lygte eller en pullert, slet ikke noget lys på sig selv har designet derfor heller ikke nogen identitetsskabende effekt i aften og nattetimerne - det bliver nærmest usynligt.

Ovenfor ses en række simple prototyper i paprør af forskellig diameter. Længde, størrelse, dybde og formen på snittet testes i samspil med forskellige LED-lyskilder. Vi finder ud af, at det netop med LED er enormt vigtigt om de placeres nogle millimeter den ene eller anden vej. Fordi punktet for udlysningen er meget mindre en andre konventionelle lyskilder, kan man også placere dem på en anden måde end tidligere, hvilket igen giver mulighed for at lave nogle designs som man ikke kunne eller ville have tænkt på tidligere.

- Billedet til højre viser den første fremviste prototype af Viborg Pullerten, på Viborg Kunsthall, nov. 2011. Prototypen er 3D printet.



Lys og stoflighed

Ud over at skabe godt funktionelt lys på sti og belægning, ville vi godt have disse andre kvaliteter ind i det endelige armatur. I tråd med Louis Poulsens lysfilosofi må armaturet godt være interessant tændt som slukket. Hvad skaber spillet i designet i kraft af kunstlys om aftenen, må dagslyset og skyggerne det skaber, godt gøre om dagen.

Ovenfor kan man se den endelige vej vi besluttede at bevæge os i forhold til at skabe 180 graders asymmetrisk sti-belysning. Det enkelte snit i cylinderen åbner op til lyset. Længden af snittet gør at lyset får en "stoflighed".

I toppen hvor lyskilden er placeret, er det stærkest og mod bunden fader det ud. Samtidigt virker udsnittet som reflektor for det overskydende lys som ikke sendes direkte ud på omgivelserne.

Nedenfor nogle forsøg på at smelte betonvægge og væg-belysningsarmature sammen. Disse elementer har også et snit der lader lyset kan komme ud og oplyse belægningen nedenfor men også bruger dens egenflade som reflektor. Vægene blev udarbejdet samtidig med pullerten da man i Viborg i starten også var interesseret i at have væglys. Dette blev dog sparet væk i den endelige plan.



Viborg Pullerten opstillet ved Viborg Kunsthall (dag)

På disse tre billeder, taget om dagen, ser man Viborg Pullerten opstillet langs den nyanlagte sti ved Viborg Kunsthall. Man ser tydeligt det snit, der former lysreflektoren. Om dagen er gradueringen i åbningen fra mørk i toppen til lys i bunden. Resten af pullertens cylindriske form synes næsten at have den modsatte graduering i forhold til denne lysåbning.

Pullerten har en tydelig retning med "ansigt" mod stien. Den ændrer karakter efter hvilken vinkel man ser den fra, men fremstår alligevel rolig og enkel og tåler at blive gentaget uden at den i en helhed bliver kompleks.



Viborg Pullerten opstillet ved Viborg Kunsthall (aften)

På disse billeder ser man sammenhængen mellem formen på udsnittet, den oplyste reflektor-flade og så det vingeformede lys-billede det kastes på belægningen.

Pullerten kunne ikke udføres med en konventionelle lyskilde, fordi det, i dette design er vigtigt, at det emitterende lyspunktet er så småt, at det kan placeres med ekstrem præcision og i dette tilfælde helt ude i forkanten af pullerten. På den måde kan lyset nærmest lyse lidt omkring og bag om sig selv.

Flindt Pullerten er rent faktisk det første produkt indenfor uden-dørsbelysning, hvor Louis Poulsen har udviklet et produkt helt fra grunden, udelukkende med LED, som lyskilde.

Pullerten lever fuldt op til Louis Poulsens principper om det funktionelle blændfrie lys. Den har et klart lyskoncept og er et armatur der også oplyse sig selv og et design, der er interessant, både når produktet er tændt og når det er slukket.



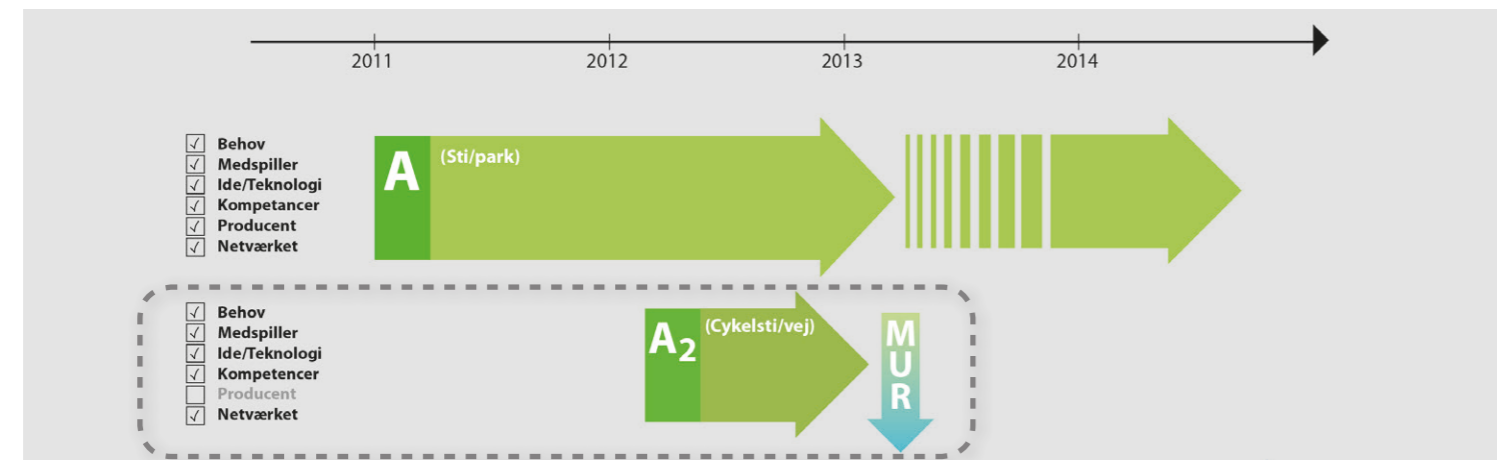
Version 01 - Viborg Pullerten

Vandal-sikret:	Sikker (men ikke formel test)
Tæthedsklasse:	IP44
LED:	1x4000K
Driver:	Dæmpbar
Energiforbrug:	15W total
Lumen output:	540lm
Systemeffekt:	40lm/W
Materiale:	Top: bearbejdet aluminium. Reflektor-del: støbt aluminium. Søjle: ekstruderet aluminium. Fod: laserskåret aluminium.
Finish:	Aluminiums-tekstureret overflade
Montering:	I jord (600 mm). Bundplade-installation med ledningsføring
Vægt:	Ca. 13 kg



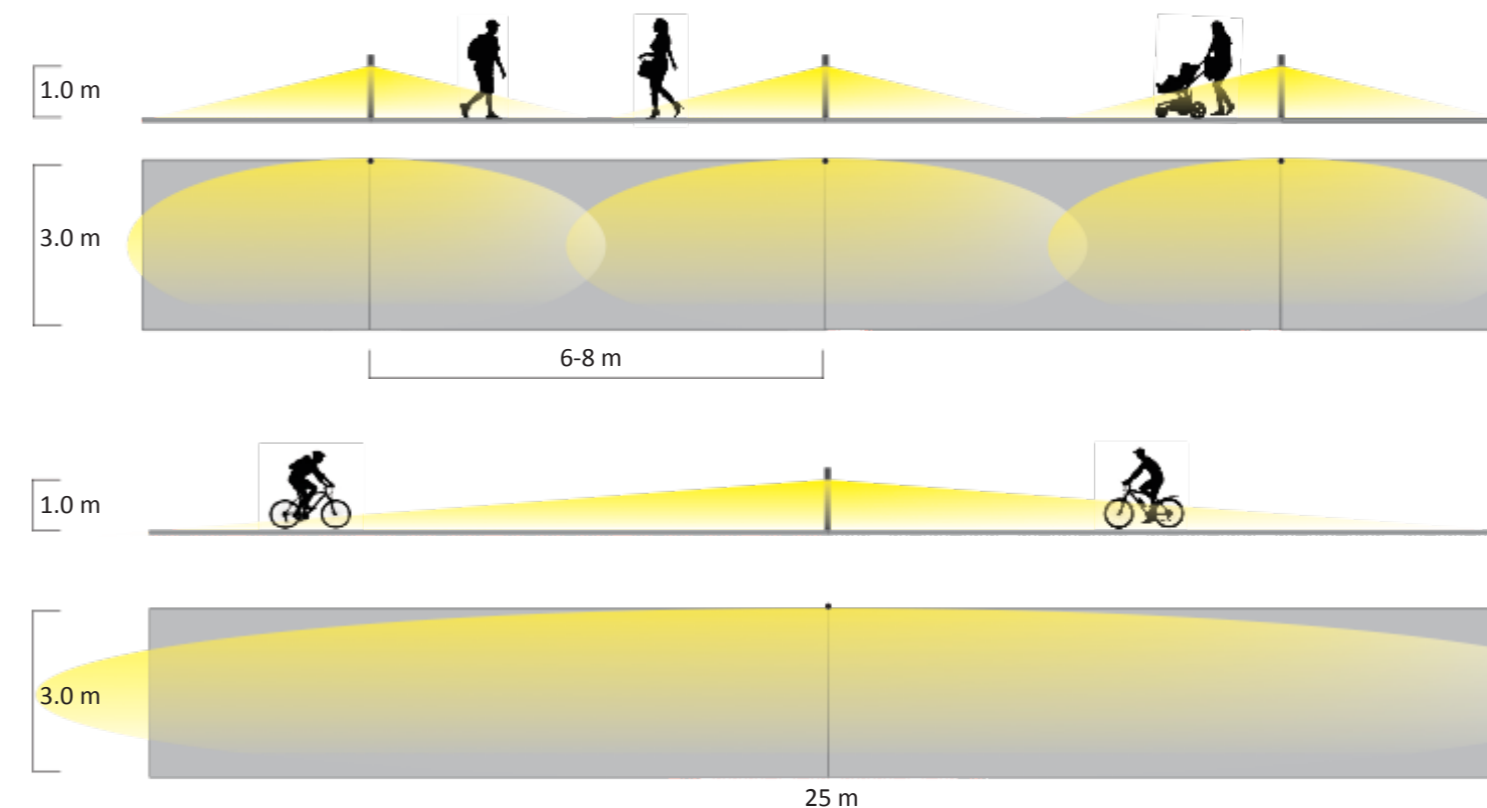
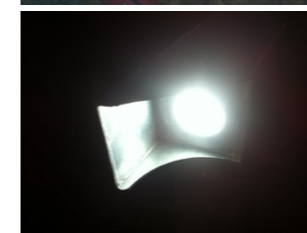
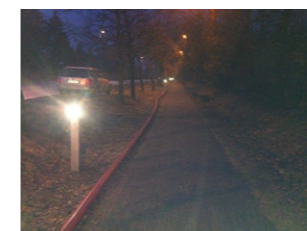
FACE 02

Belysning til cykelsti



I denne anden face afsøgte vi hvor næste del af projektet "Blændfri og energieffektiv udendørsbelysning baseret på LED" skulle bevæge sig hen. Vi ville gerne skalere op fra stibelysning for gående til belysning for hurtigere trafikanter på sti og vej. Meningen fra start var egentlig at bevæge os direkte op til vej og lave energieffektivt og blændfrit lys med LED for biltrafikanter, men da der i løbet af projektet med pullerten og samarbejdet med Viborgkommune var et oplagt behov for at udvikle en ny LED-belysning for cykelstier var det en oplagt mulighed at fortsætte op i denne skala.

Kan lav pullertbelysning også bruges på cykelstier?



Viborg kommune var på samme tidspunkt med opstillingen at pullerterne langs gangstien ved Viborg Kunsthall, også i gang med et eksperiment og en prøveopstilling langs en cykelsti løbende parallelt til en lokal landevej. Intentionen med forsøget var at finde ud af om det var muligt at bruge denne lave belysningstype fremfor de alm. foretrukne armaturer som lygter og mindre vejlamper på

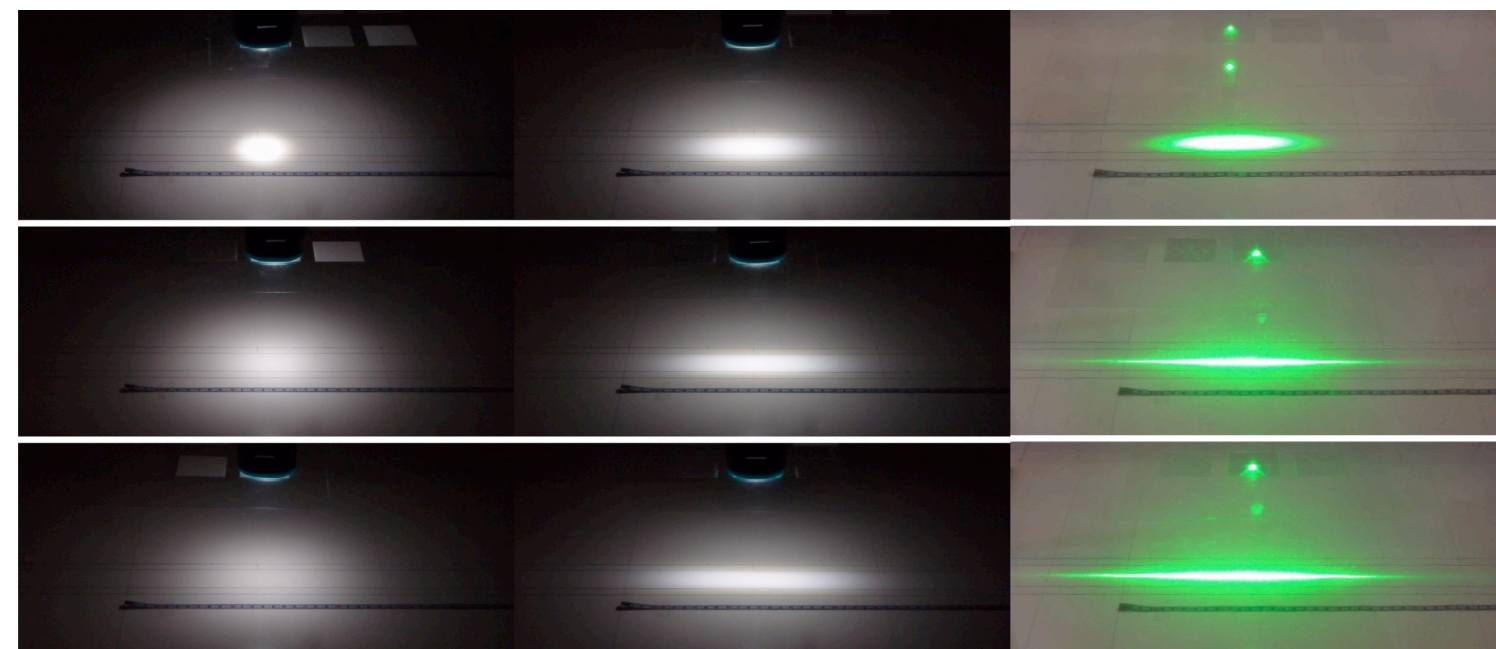
typisk 3-4 meters højde. Det vil være en oplagt besparelse hvis man kunne erstatte armaturer på 3-4 meters højde med nogle på kun en meters højde. Til det formål havde kommunen selv fået lavet nogle test-armaturer hvor optikken og LED'erne var rettet i køreretningen og mod den næstkommende pullert så man kunne op på den ønskede afstand på 25 meter mellem armaturerne.

Forsøg med asymmetriske mikropriamatiske folier

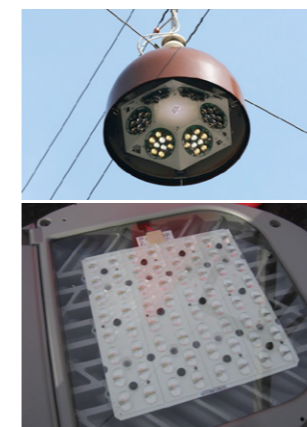


Tilbagemeldingerne fra cyklisterne på teststrækningen var at den lave belysning (i lidt under hovedhøjde) gav store blændingsgener. Indenfor forskningsprojektgruppen undersøgte vi om det var muligt at udvide vores arbejde med Viborg-pullerten og se om det var muligt at foreslå en alternativ måde at sprede lyset så langt ud på uden at det ville blænde. Vi lavede en lang række forsøg med specielt mikropriamatiske folie som har en helt unik måde at samle og sprede lyset så man kan få ekstremt lange asymmetriske lysbilleder det vil være velegnet til dette formål. - Det viste sig dog at selvom man fjernede samtlige gener ved blænding, så lå det et

fundamentalt problem i en cyklendes torso, med denne lave belysning først, i visse tilfælde, bliver synlig for en modkørende få meter før de passerer hinanden. Der var simpelthen for stor risiko for, at det kunne lede til sammenstød mellem modkørende cyklister. Den traditionelle Cykelsti/vejbelysning med en lyspunkts højde på ca. 3.5 meter når i langt større grad at oplyse hele cyklisten selv i den mørkeste zone mellem lyspunkterne på en cykelsti. - Så at udvide forskningsprojektet og pullertbelysning fra gang til decideret cykelstisbelysning var altså ikke så oplagt som først anset.



Kan mikropriamiser bruges til vejlamper?



Gennem et års tid herefter forsøgte vi i forskningsgruppen at bygge videre på vores erfaringer og næste logiske skridt var at bevæge os springet op i næste skala - vejbelysning. Louis Poulsen meldte tidligt klart ud at de ikke havde resurser at afsætte til at udvide deres forskningsengagement til vejbelysning og mente ikke tiden var klar til at tænke et sådant helt fra scratch. Vi arbejdede videre med de potentialer, det havde vist sig at være i forhold til at lave asymmetrisk lys på en enkel og prisbillige måde og belysningsdesigner Christian Flindt og Morten Lyhne lavede i fællesskab forskellige oplæg til hvordan armature til denne teknologi kunne udformes. Selvom man fik kontakt til flere andre producenter indenfor det professionelle udendørsbelysningsmarked, så var det ikke muligt at få et regulært samarbejde op at køre. Vi måtte sande at vi ikke kunne komme videre uden videre sparring med en belysningsproducent. Efter flere lige ved og næsten forsøg måtte vi til sidst kaste håndklædet i ringen. Et af de koncepter vi udarbejdede er dog udenom dette EL-Forskningsprojekt, efterfølgende blevet realiseret hos lysproducenten Thorn-Lighting og kan i dag ses i det Københavnske bybillede.





FACE 03

Louis Poulsen beslutter at sætte armaturet i masseproduktion

Parallelt med forsøgene på bedst muligt at bruge erfaringerne fra udviklingen af Viborg Pullerten - til andre udendørsarmatur-kategorier, hvor LED også kunne have sin berettigelse - tog Louis Poulsen beslutningen om i 2013, at ville standardisere Viborg Pullerten.

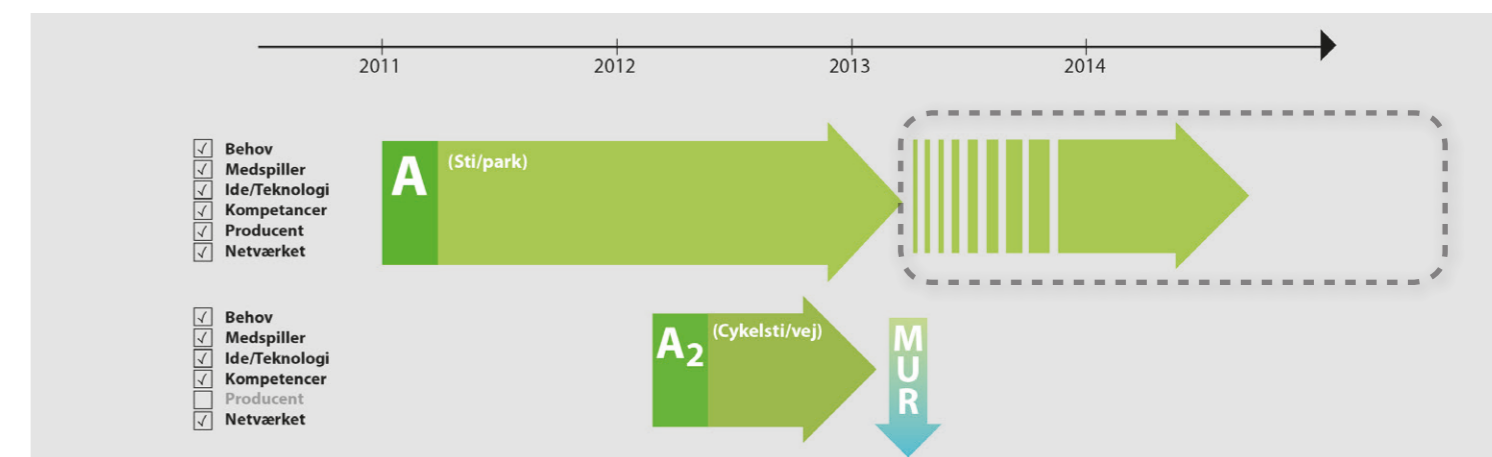
De mange positive tilbagemeldingen fra brugere i Viborg, havde allerede resulteret i bestilling af yderligere 35 pullerter til Viborg og omegn. Louis Poulsen manglede i deres katalog, en pullert der kunne lyse asymmetrisk og koncentrere lyser i 180 grader frem for hele vejen rundt i 360 grader.

Selvom man skulle tro at vejen fra et costum produkt til et serieproduceret ikke kan være særlig lang, men det tog alligevel et års yderligere udvikling før version 02 Flindt Pullerten skulle være klar. På en måde starter man helt forfra, men med udgangspunkt med det man godt kan lide ved den første costum udgave. - Og der var:

- 1) Måden lyset spredte sig ud til siderne og nærmest i en blød sinuskurve række videre mod den næste i rækken.
- 2) Det jævnt graduerede lys i reflektoråbningen fra det stærkeste lys i toppen, til det fader ud i bunden.

Opgaven er så:

- Kan man understrege disse kvaliteter yderligere.
- Kan man gøre dette og samtidigt lave et mere effektivt armatur?
- Et mere energi besparende armatur?
- Kan man lave det stærkere, tættere, opbygge det mere logisk, med færre komponenter.
- Kan man opnå en bedre logistik fra produktion til montering.
- Og kan man forbedre produktet, så det bliver endnu mere logisk for dem der i sidste ende skal håndtere, installere og sætte det op i det offentlige rum.



Flindt pullerten - back to the drawingboard

*Flere prototyper udformedes.
- Til højre ses hvordan ud-
snittet tilrettes i en af de
3D-printede modeller, så man
kan se forskellen og effekten
af sådanne ændringer - både
lysmæssigt og formmæssigt.*

Optimering af form

For at kunne leve op til Louis Poulsens filosofi skulle pullerten justeres, så lysudsnittet blev designet på en måde, der giver den mest effektive reflektor og samtidig en fin udtoning af lyset i pullerten i de mørke timer. I dagslys er det den modsatte udtoning – fra mørk til lysere i lysåbningen som også skal fungere.



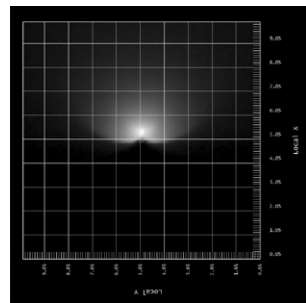
Forsøg på optimering af oprindeligt LED-setup

- I denne optimeringsproces arbejdede jeg med prismetriske folier, matteret glas og forskellige placeringer af LED-lyskilderne. Alle varianter blev gennemfotograferet for at jeg som designer kunne gøre mit til at forbedre pullerten i denne process så den ville kunne leve op til Louis Poulsens krav om både effektivitet og lyskvalitet.

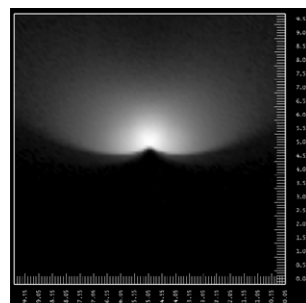
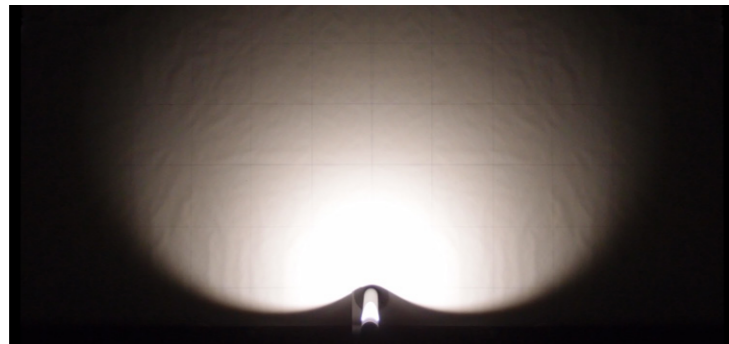
På de nedenstående billeder ser man op i reflektor-åbningen direkte mod den lysende LED. På første billede til venstre er LED'en helt bar og uden beskyttelsesglasset foran. De andre billeder viser forsøg på at rette lysset på forskellig vis ved brug af de millimeter tynde prismatiske folier. Man kan næste ved bare at betragte den runde led, bag disse folier, se hvordan lyset bliver deformeret.



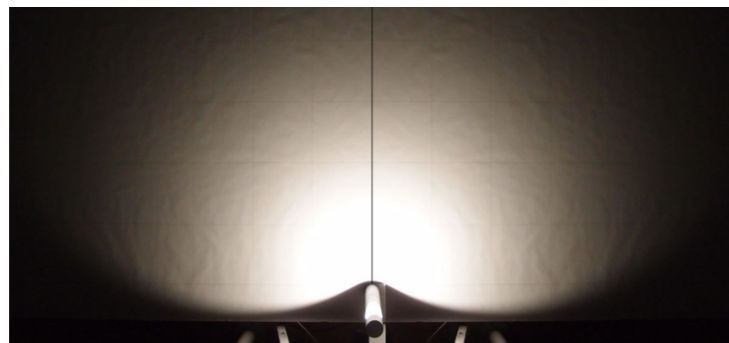
Måling af lysfordeling i version 02 (Flindt Pullert)



- Optimering af lys ver. 01



- Optimering af lys ver. 02



- Det store billede til højre er taget i et mørkelægningsrum hos Louis Poulsen. Det illustrerer vigtigheden også løbende at se effekten fra alm. synsperspektiv i løbet af processen.

Virksomhedens lysspecialister og ingeniører arbejdede også sideløbende på at optimere lyset i pullerten i forhold til at øge både energieffektivitet og lysspredning. På billederne ovenfor ses designer, Christian Flindts udvikling fra den oprindelige lysspredning med Viborg Pullerten til en bredere lysspredning udelukkende her ved at justere selve udsnittet en anelse. De kvadratiske billeder til venstre viser skærbilleder fra Louis Poulsens arbejde med at optimere lyset. Det øverste er med et setup med én LED, nærmere beskrevet på følgende side.

Nyt LED-setup med to frem for en LED

Optimering af lysudspredelsen

For at optimere lysets udspredelse til siden for at kunne opnå længere afstand og placering mellem pullert-armaturene valgte vi til sidst er løsning med to LEDér med et lumen-output på 270 lm, frem for et setup med en enkelt LED på 540 lm. Resultatet blev en øgning af afstanden fra 6 til 8 meter med et min. på to lux, som det

laveste på flade hvor armaturenes lyskegler overlapper. Ved at arbejde med små reflektorflader omkring LEDérne i deres placering i tophuset var det muligt stadig at opnå en jævn oplysning af pullertens reflektor flade fra start til hvor den formmæssigt fader ud. Ved denne operation var det ud over at gøre armaturet det mere affektivt samtidigt også muligt skære det samlede forbrug ned med 1 watt fra 15 til 14 watt.



Første offentlige præsentation



Positive brugerreaktioner

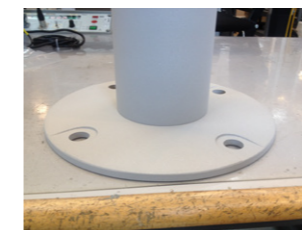
Ved årsskiftet 2013/14 var udviklingen af pullerten nået så langt, at den egentlige produktmodning kunne gå i gang. Louis Poulsen skabte det nødvendige værktøj, gennemførte udfaldsprøver og tilrettede de sidste detaljer. - På den store Light & Building messe i Frankfurt i april 2014 var "Flindt Pullerten" nået så langt, at den kunne fremvises for 211.500 gæster fra 161 lande.

Louis Poulsen fik mægtig god feedback fra markedet. Det man specielt kommenterede var det flotte og effektfulde udtryk det enkle snit skabte. Man synes godt om den måde pullerten graduerede lyset fra lyst til mørkere i reflektor-åbningen.

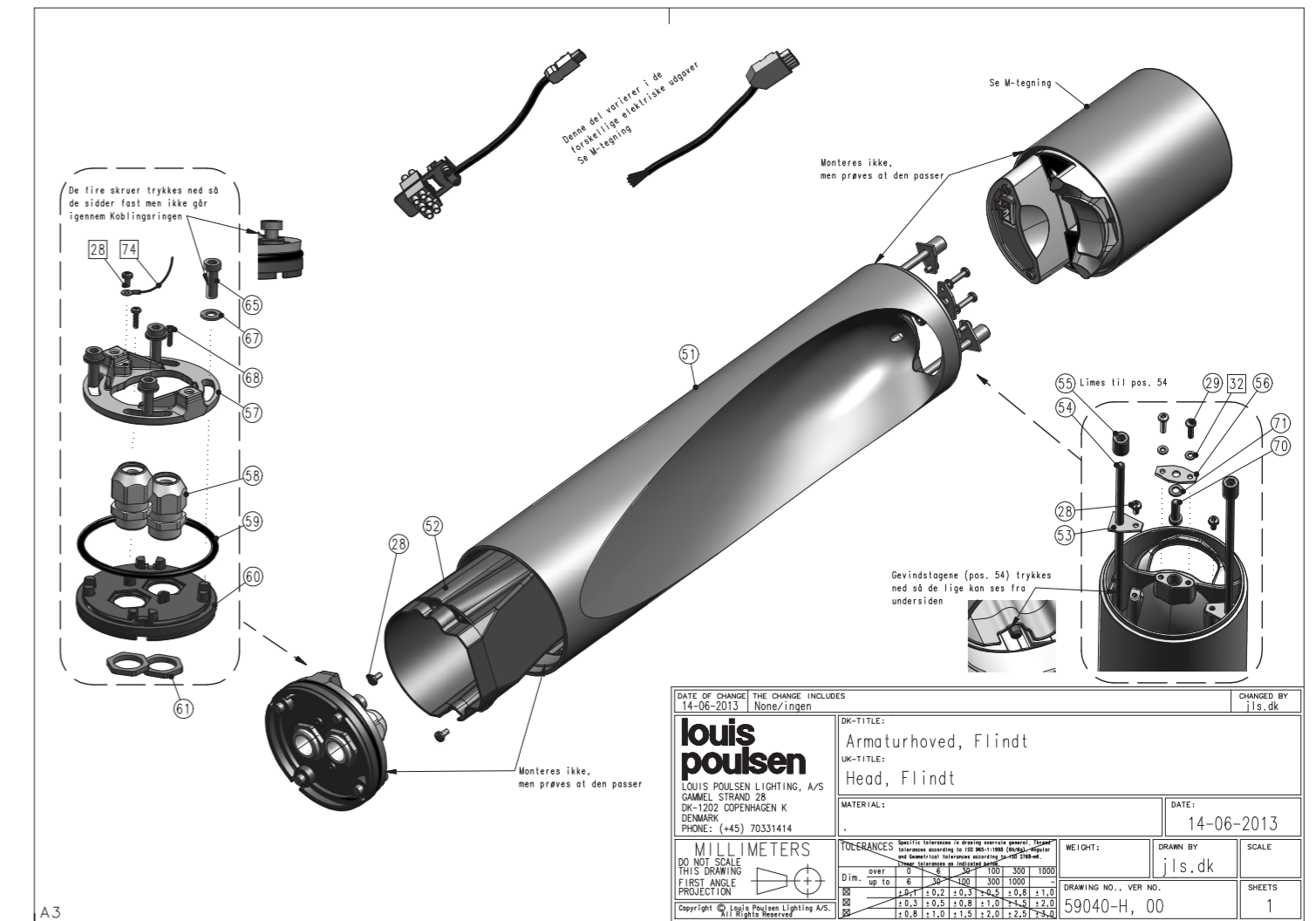
Desværre kan det være svært på en messe at få fremvist alle kvaliteter - ikke mindst hvordan et udendørsarmatur reelt vil performe ude i det offentlige rum om aftenen i mørke. De lavere krav til lux-niveauer på belægning udendørs, drukner lidt i det lyshav man oplever på en indendørs-belysningsmesse.



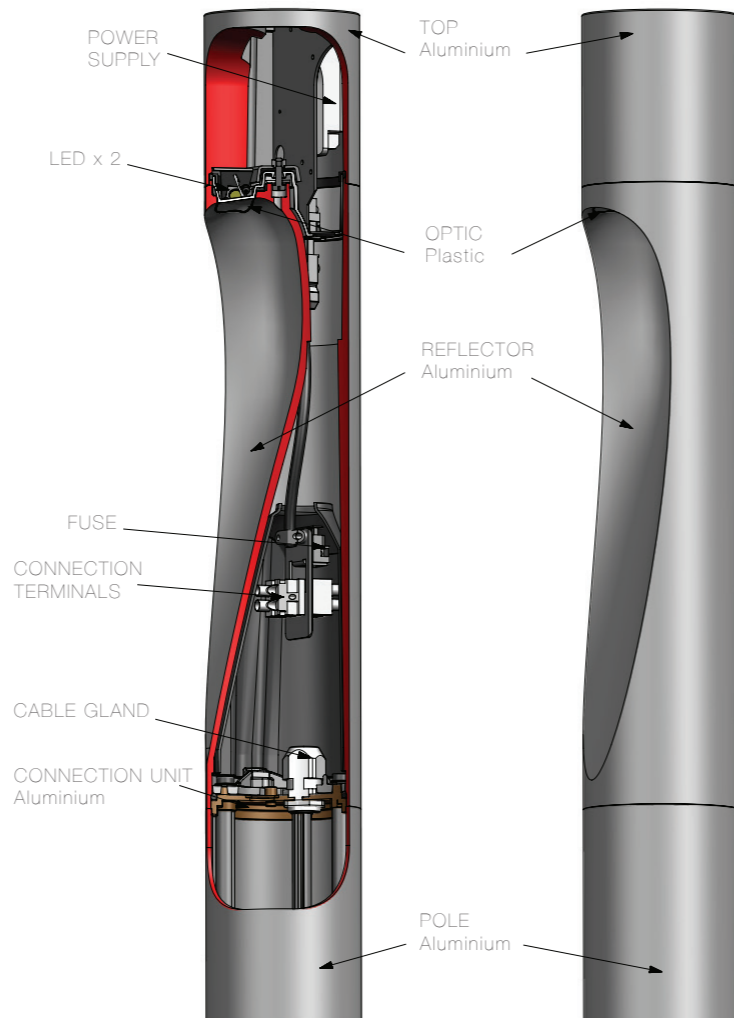
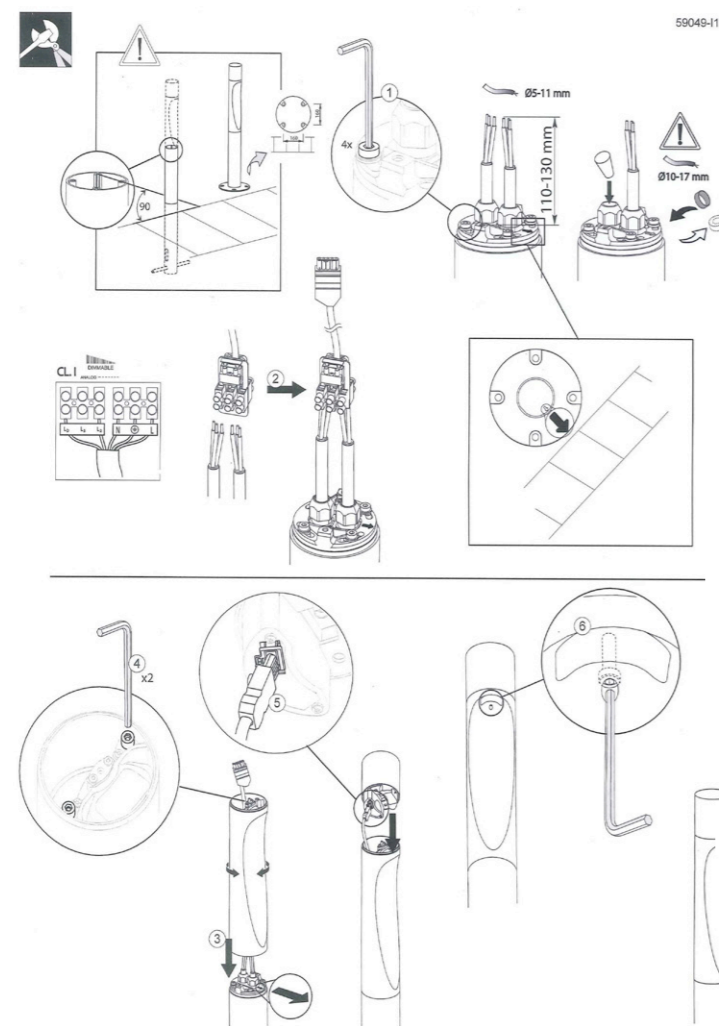
Flindt Pullerten (version 02) af Louis Poulsen præsenteres for første gang på Europas største og førende belysningsmesse "LIGHT AND BUILDING -2014 i Frankfurt"



Dokumentation, Vejledninger, Brochure - Salg



Installation



Version 02 – Flindt Pullerten

Vandal-sikret: IK 10

Tæthedsklasse: IP65

LED: 2x3000K or 2x4000K – CRI 80

Driver: dæmpbar, forprogrammeret nat dæmpning og med Fasedæmpning

Energiforbrug: 14W total

Lumen output: 540lm

Systemeffekt: 40lm/W

Materiale: top: støbt aluminium.
reflektor-del: støbt aluminium.
søjle: ekstruderet aluminium.
fod: støbt aluminium.

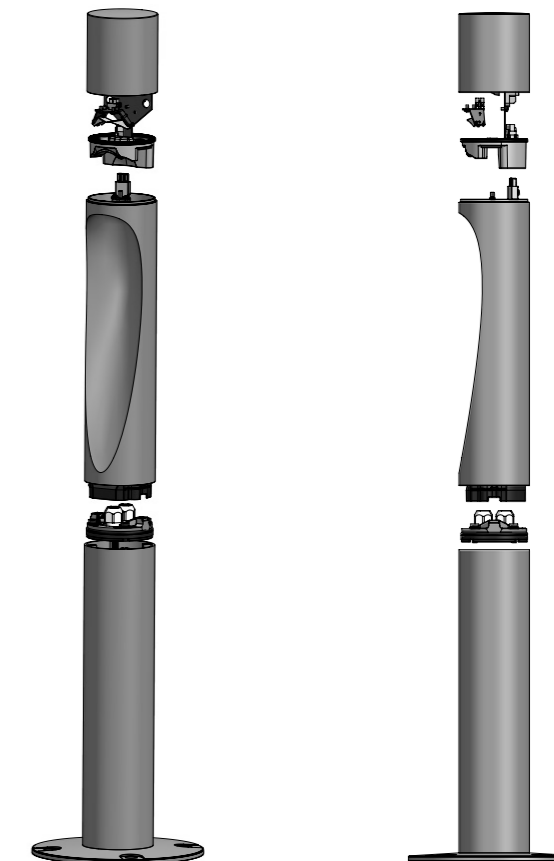
Finish: aluminiums tekstureret overflade

Montering: i jord (600mm).
bundplade-installation med ledningsføring

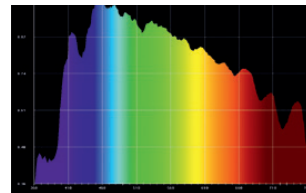
Vægt: Ca. 13kg

Dimensioner: d:115mm x h:1100mm

Lysmåling: TBA



Spektralfordeling

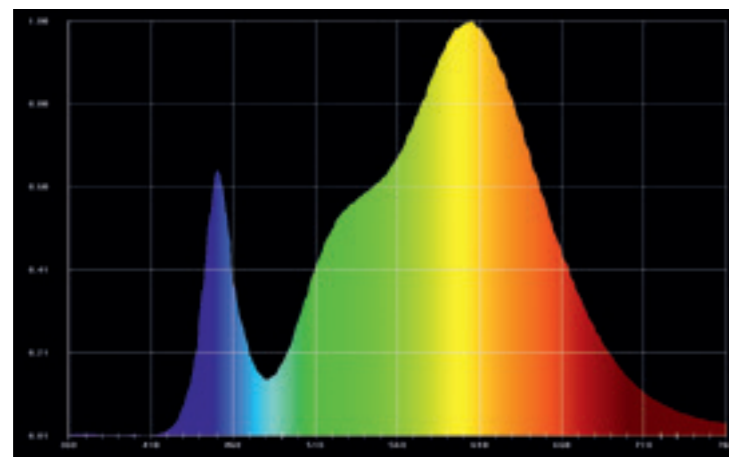
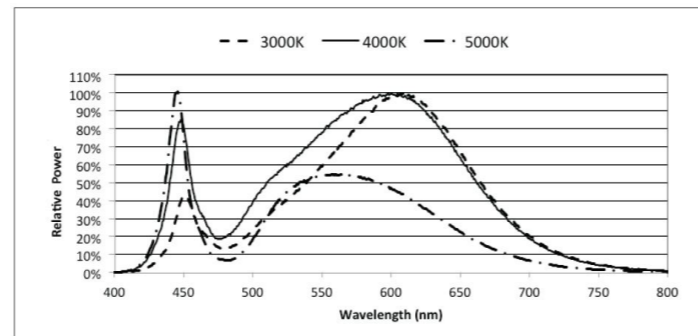


Daylight

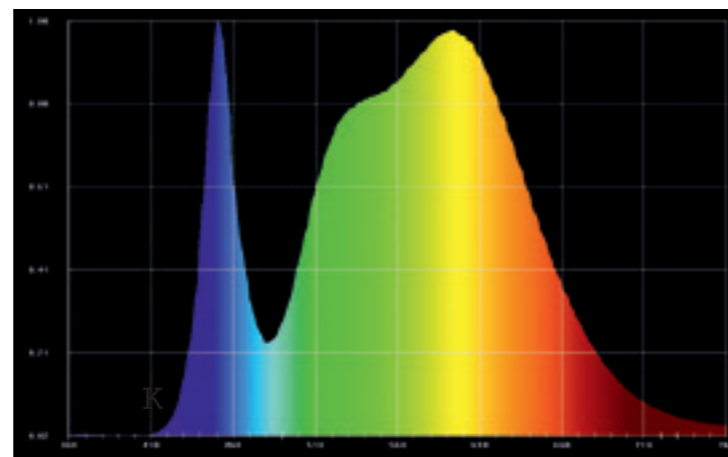
Solen er udfordringen. Den viser alle naturens og arkitektens farver i det lys alle eftertragter, nemlig daglyset. Denne unikke lyskilde giver os oplevelserne.

LED lyskilderne bringer disse oplevelser til live i nattens mørke, og vi oplever en naturtro gengivelse af omgivelserne i det kunstige lys. Flindt pullerten fås med to standard farve temperaturer – 3000K og 4000K.

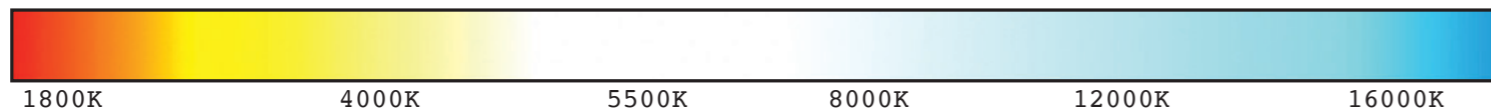
De bløde overgange i LED spektralkurvene sikrer en høj kvalitet af farvegengivelse og derfor er Flindt pullerten yderligere medvirkende til at opleve en tryk og atmosfærefyldt lysoplevelse



3000K



4000K

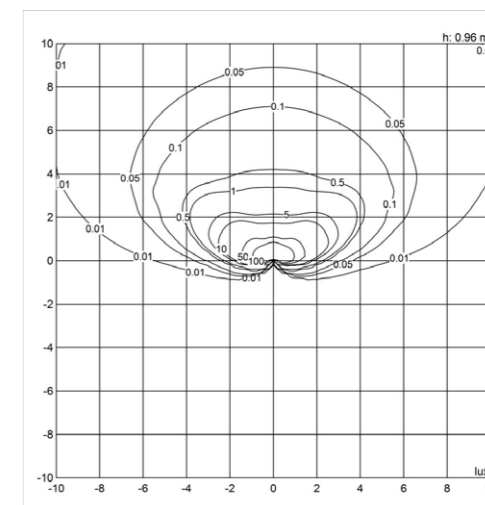
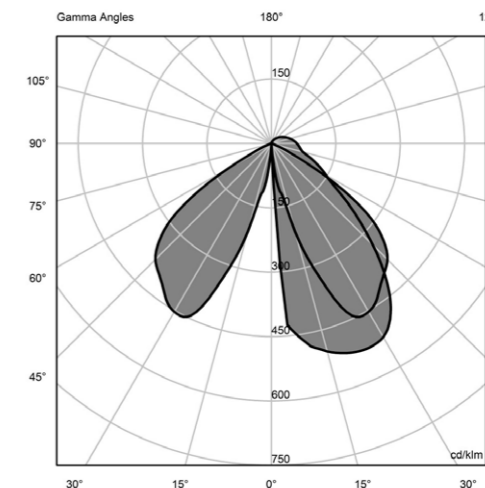


Lysprofil

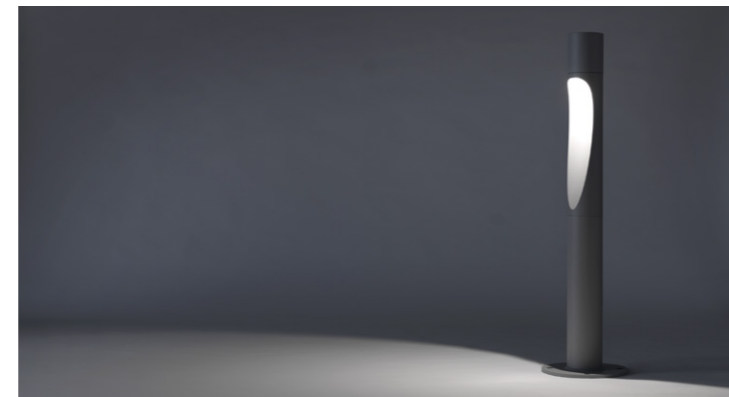
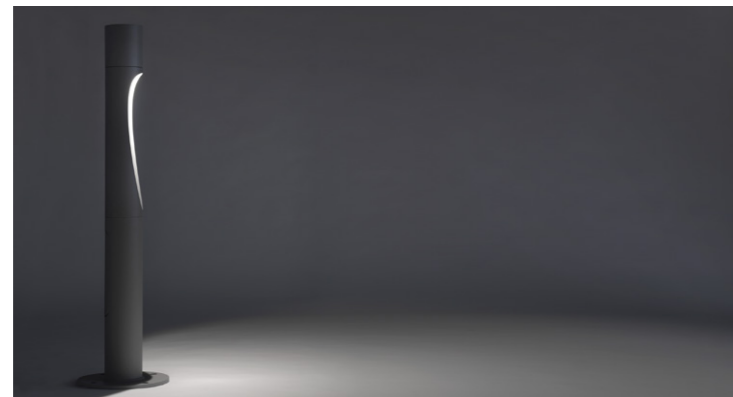
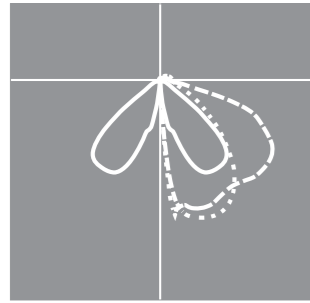
- Fig 01
Den blå kurve viser lysprofilen for Flindt Pullerten i sidebillede.



- Fig 02
Viser lysintensiteten (LUX) for Flindt Pullerten i plan.



Det endelige design

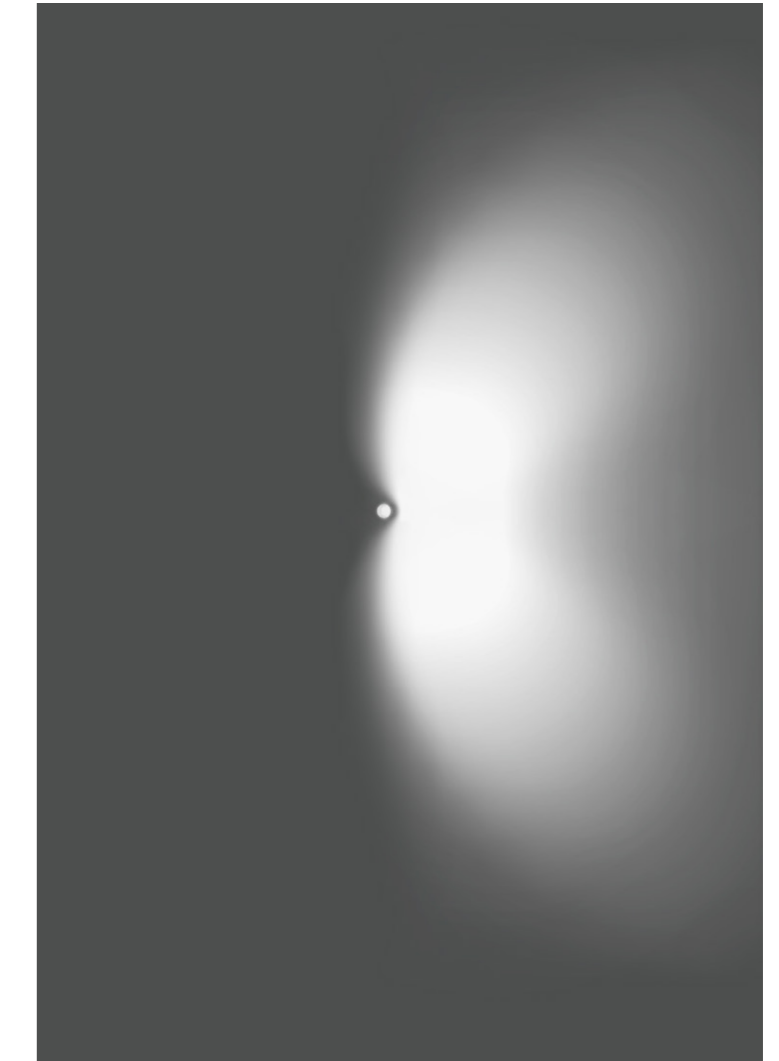
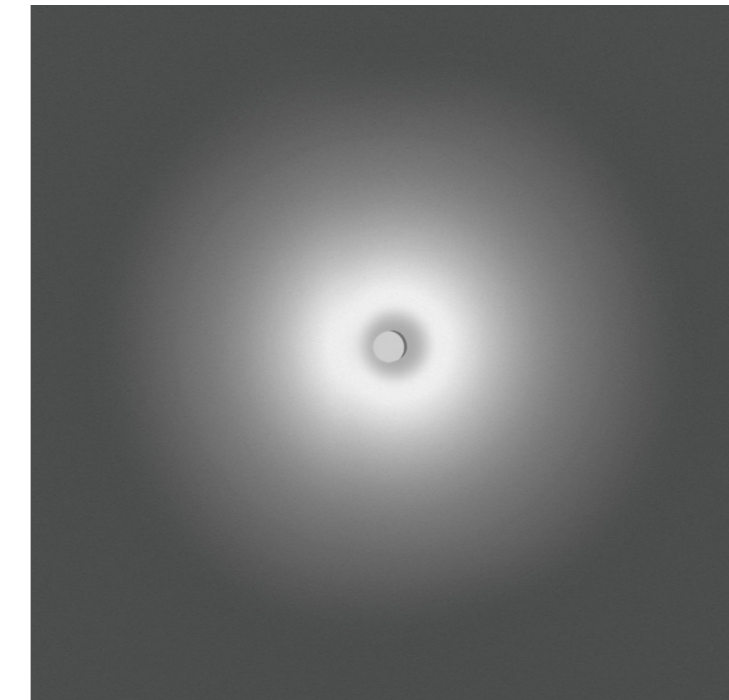


Lys-design

Det endelige design er enkelt - en slank cylinder med et udsnit, hvor lyset på graduerende vis oplyses og reflekteres til omgivelserne. Projektgruppen har med producenten Louis Poulsen, udover at højne effektivitet, funktionalitet og behaglighed også arbejdet med at få en stoflighed i den måde armaturets lys falder på sig selv og på fladen det skal oplyse.

Karakteristisk er detaljen med, at lyset bevæger sig bag om pullerten og i en blød sinuskurve rækker videre mod den næste pullert.

Fra symmetrisk til
asymmetrisk

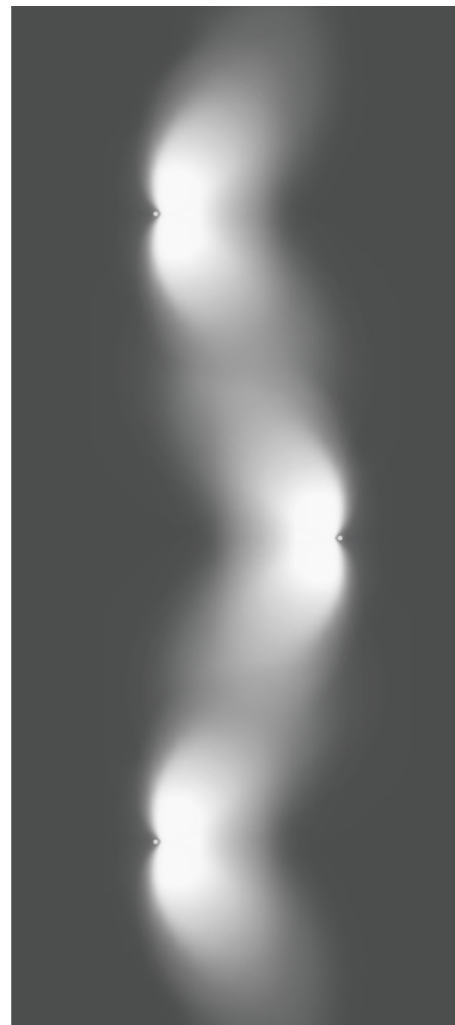


Opstillinger

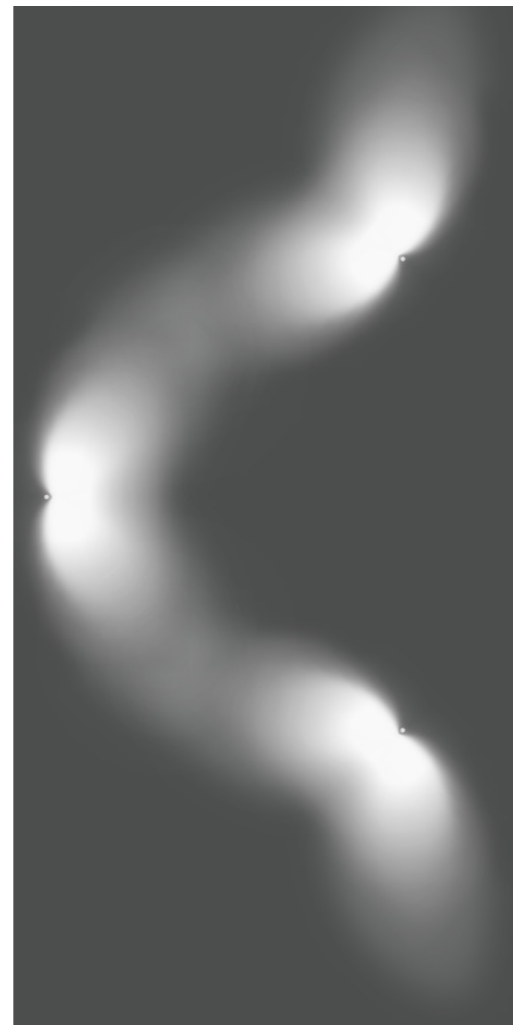
Placering:
Samme side



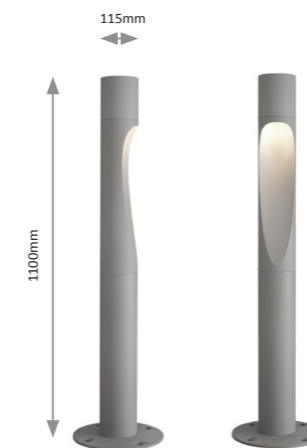
Placering:
Skift på hver side



Placering:
I buet stiforløb

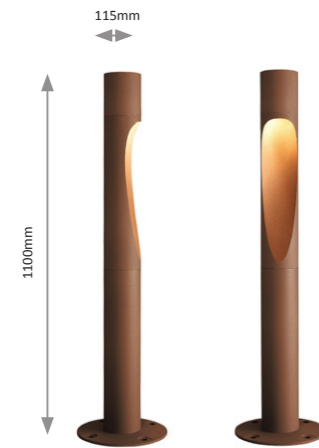


Alu versioner



DIMENSIONER	CCT/WATT/ LUMEN	LYSKILDE	OVERFLADE	ISOLATIONSKLASSE	MONTERING	LYSSTYRING	EFFICACY	BESTILLINGSNR.	
1100MM	3000K 14.0 578	14W LED 3000K	ALU FARVE STRUKTUR	I	PULLERTMAST MED FODPLADE	DIM 1-10V	41 lmW	5747832675	SE MERE >
1100MM	3000K 14.0 578	14W LED 3000K	ALU FARVE STRUKTUR	I	PULLERTMAST TIL NEDGRAVNING	DIM 1-10V	41 lmW	5747832688	SE MERE >
1100MM	3000K 14.0 578	14W LED 3000K	ALU FARVE STRUKTUR	II	PULLERTMAST MED FODPLADE	DIM 1-10V	41 lmW	5747832691	SE MERE >
1100MM	3000K 14.0 578	14W LED 3000K	ALU FARVE STRUKTUR	II	PULLERTMAST TIL NEDGRAVNING	DIM 1-10V	41 lmW	5747832701	SE MERE >
1100MM	3000K 14.0 578	14W LED 3000K	ALU FARVE STRUKTUR	I	PULLERTMAST MED FODPLADE	NAT DEMP - 50%	41 lmW	5747832714	SE MERE >
1100MM	3000K 14.0 578	14W LED 3000K	ALU FARVE STRUKTUR	I	PULLERTMAST TIL NEDGRAVNING	NAT DEMP - 50%	41 lmW	5747832727	SE MERE >
1100MM	3000K 14.0 578	14W LED 3000K	ALU FARVE STRUKTUR	II	PULLERTMAST MED FODPLADE	NAT DEMP - 50%	41 lmW	5747832730	SE MERE >
1100MM	3000K 14.0 578	14W LED 3000K	ALU FARVE STRUKTUR	II	PULLERTMAST TIL NEDGRAVNING	NAT DEMP - 50%	41 lmW	5747832743	SE MERE >
1100MM	4000K 14.0 604	14W LED 4000K	ALU FARVE STRUKTUR	I	PULLERTMAST MED FODPLADE	DIM 1-10V	43 lmW	5747832756	SE MERE >
1100MM	4000K 14.0 604	14W LED 4000K	ALU FARVE STRUKTUR	I	PULLERTMAST TIL NEDGRAVNING	DIM 1-10V	43 lmW	5747832769	SE MERE >
1100MM	4000K 14.0 604	14W LED 4000K	ALU FARVE STRUKTUR	II	PULLERTMAST MED FODPLADE	DIM 1-10V	43 lmW	5747832772	SE MERE >
1100MM	4000K 14.0 604	14W LED 4000K	ALU FARVE STRUKTUR	II	PULLERTMAST TIL NEDGRAVNING	DIM 1-10V	43 lmW	5747832785	SE MERE >
1100MM	4000K 14.0 604	14W LED 4000K	ALU FARVE STRUKTUR	I	PULLERTMAST MED FODPLADE	NAT DEMP - 50%	43 lmW	5747832798	SE MERE >
1100MM	4000K 14.0 604	14W LED 4000K	ALU FARVE STRUKTUR	I	PULLERTMAST TIL NEDGRAVNING	NAT DEMP - 50%	43 lmW	5747832808	SE MERE >
1100MM	4000K 14.0 604	14W LED 4000K	ALU FARVE STRUKTUR	II	PULLERTMAST MED FODPLADE	NAT DEMP - 50%	43 lmW	5747832811	SE MERE >
1100MM	4000K 14.0 604	14W LED 4000K	ALU FARVE STRUKTUR	II	PULLERTMAST TIL NEDGRAVNING	NAT DEMP - 50%	43 lmW	5747832824	SE MERE >

Corten versioner



DIMENSIONER	CCT/WATT/ LUMEN	LYSKILDE	OVERFLADE	ISOLATIONSKLASSE	MONTERING	LYSSTYRING	EFFICACY	BESTILLINGSNR.	
1100MM	3000K 14.0 578	14W LED 3000K	CORTEN FARVET	I	PULLERTMAST MED FODPLADE	DIM 1-10V	41 lm/W	5747833807	SE MERE >
1100MM	3000K 14.0 578	14W LED 3000K	CORTEN FARVET	I	PULLERTMAST TIL NEDGRAVNING	DIM 1-10V	41 lm/W	5747833810	SE MERE >
1100MM	3000K 14.0 578	14W LED 3000K	CORTEN FARVET	II	PULLERTMAST MED FODPLADE	DIM 1-10V	41 lm/W	5747833823	SE MERE >
1100MM	3000K 14.0 578	14W LED 3000K	CORTEN FARVET	II	PULLERTMAST TIL NEDGRAVNING	DIM 1-10V	41 lm/W	5747833836	SE MERE >
1100MM	3000K 14.0 578	14W LED 3000K	CORTEN FARVET	I	PULLERTMAST MED FODPLADE	NAT DÆMP - 50%	41 lm/W	5747833849	SE MERE >
1100MM	3000K 14.0 578	14W LED 3000K	CORTEN FARVET	I	PULLERTMAST TIL NEDGRAVNING	NAT DÆMP - 50%	41 lm/W	5747833852	SE MERE >
1100MM	3000K 14.0 578	14W LED 3000K	CORTEN FARVET	II	PULLERTMAST MED FODPLADE	NAT DÆMP - 50%	41 lm/W	5747833865	SE MERE >
1100MM	3000K 14.0 578	14W LED 3000K	CORTEN FARVET	II	PULLERTMAST TIL NEDGRAVNING	NAT DÆMP - 50%	41 lm/W	5747833878	SE MERE >
1100MM	4000K 14.0 604	14W LED 4000K	CORTEN FARVET	I	PULLERTMAST MED FODPLADE	DIM 1-10V	43 lm/W	5747833881	SE MERE >
1100MM	4000K 14.0 604	14W LED 4000K	CORTEN FARVET	I	PULLERTMAST TIL NEDGRAVNING	DIM 1-10V	43 lm/W	5747833894	SE MERE >
1100MM	4000K 14.0 604	14W LED 4000K	CORTEN FARVET	II	PULLERTMAST MED FODPLADE	DIM 1-10V	43 lm/W	5747833904	SE MERE >
1100MM	4000K 14.0 604	14W LED 4000K	CORTEN FARVET	II	PULLERTMAST TIL NEDGRAVNING	DIM 1-10V	43 lm/W	5747833917	SE MERE >
1100MM	4000K 14.0 604	14W LED 4000K	CORTEN FARVET	I	PULLERTMAST MED FODPLADE	NAT DÆMP - 50%	43 lm/W	5747833920	SE MERE >
1100MM	4000K 14.0 604	14W LED 4000K	CORTEN FARVET	I	PULLERTMAST TIL NEDGRAVNING	NAT DÆMP - 50%	43 lm/W	5747833933	SE MERE >
1100MM	4000K 14.0 604	14W LED 4000K	CORTEN FARVET	II	PULLERTMAST MED FODPLADE	NAT DÆMP - 50%	43 lm/W	5747833946	SE MERE >
1100MM	4000K 14.0 604	14W LED 4000K	CORTEN FARVET	II	PULLERTMAST TIL NEDGRAVNING	NAT DÆMP - 50%	43 lm/W	5747833959	SE MERE >

Energieffektivitet og betydning

Elforbruget halveret

I Louis Poulsen regi er "Flindt Pullerten" rent faktisk det første produkt indenfor udendørsbelysning, hvor Louis Poulsen har udviklet et produkt helt fra grunden udelukkende på LED som lyskilde helt fra start.

Resultatet er en pullert til sti- og parkbelysning med et elforbrug, der er halveret til 14-15 W i sammenligning med en traditionel metalhalogen-pullert. Lysstrømmen ud af Flindt Pullerten er ca. 540 lumen. I forhold til konventionelle lignende armaturer med metalhalogen (28-29 W) er det tæt på en halvering. I forhold til oplysning af steder som stier og gangforløb, hvor man fortrinsvis ønsker lyset rettet til en bestemt side da rettets samtidig samtlige lumen til denne.

• Produktet lever desuden fuldt ud op til Louis Poulsens filosofi om følgende:

- 1) Produktet må ikke blænde brugeren
- 2) Lyskonceptet skal være klart og armaturet må meget gerne oplyse sig selv.
- 3) Produktet skal være interessant tændt som slukket.

Design- og lys-mæssige kæpheste:

- For det første har en stor del af udviklingen, med LP, været netop at få så stor effektivitet og så bred udlysning fra armaturet som muligt - uden blændingsgener.
- For det andet har lyset, som lyskilden og armaturet tilsammen skaber på jorden været vigtigt. Lysbilledet har vi formået nærmest at få til at bevæge sig bag om pullerten og i en blød sinusurve at række videre mod den næste pullert i rækken.

• For det tredje at designe det lys-udsnit i lampen på en måde så det giver en effektiv reflektor det samtidigt giver en fin udtoning af lyset på pullerten selv, når den er tændt. Og når det er dag og pullerten ikke er tændt så en modsat udtoning, men fra mørk til lysere i "lysåbningen".

Disse tre punkter har været vigtige for at forankre dette ny LED-armatur i Louis Poulsens bevidste bearbejdning og fortælling om hvad det gode lys er.

Flindt Pullerten er i dag, den bedst sælgende pullert hos Louis Poulsen.



Projektets udvikling fra start til slut

Første del, Projekt 343-064 – (A) blændfri udendørsbelysning: har været et eksemplarisk eksempel på, at man er gået fra forskning, videre til en reelt prøveopstilling, så til et costum-produkt. Denne proces har samlet muliggjort og overbevist en stor dansk producent om at introducere og optage produktet i deres samlede produktkatalog.

Projektets resultater har på 3 år ført til et konkret kommercielt produkt, der kan købes af alle.

Produktet er blevet vist på en række Internationale messer fra 2012-17 - her i blandt; Light&Building Frankfurt, Stockholm Furniture&Lightfair, ICFF New York, EuroLuce Milano mm.

Flindt Pullerten passer ind en lang række steder: Og er allerede placeret i en lang række forskellige miljøer: Langs diverse stier i det offentlige rum, på pladser, i parker, i skove, i havnemiljøer på moler, lufthavne og hos private i indkørsler mm.

Produktet er i 2016 blevet introduceret i nye version og kan ud over den lysegrå udgave også fåes i en Corten udgave.

Flindt Pullerten kan nu også købes med forskellige former for styring, fx med mulighed for at spare endnu mere på energiforbruget.

Resultatet af projektet håber vi samtidig kan bane vejen for nye LED produkter indenfor udendørsbelysning, hvor der vil være et stort potentiale for energibesparelser i mange år frem.

Projektet har dermed både haft en kommerciel effekt, der kan give omsætning og arbejdspladser, samt en energimæssig, som kan være med til at sænke det danske elforbrug på udendørsbelysning.

Flindt Pullerten er, ud over Danmark, solgt i en række andre lande: Danmark, Norge Sverige, England, Irland, Skotland, Tyskland, Frankrig, Spanien, Italien, Rusland, Japan, USA, Singapore mm.

--

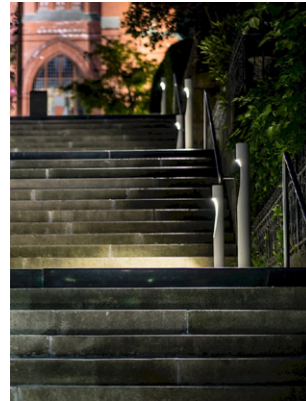
Erfaringerne fra denne del af projektet bliver samtidigt brugt i projektets andel del om blændfri indendørsbelysning på sygehuse. Her pågår udviklingen i samarbejde med SBI og DTU-Fotonik.



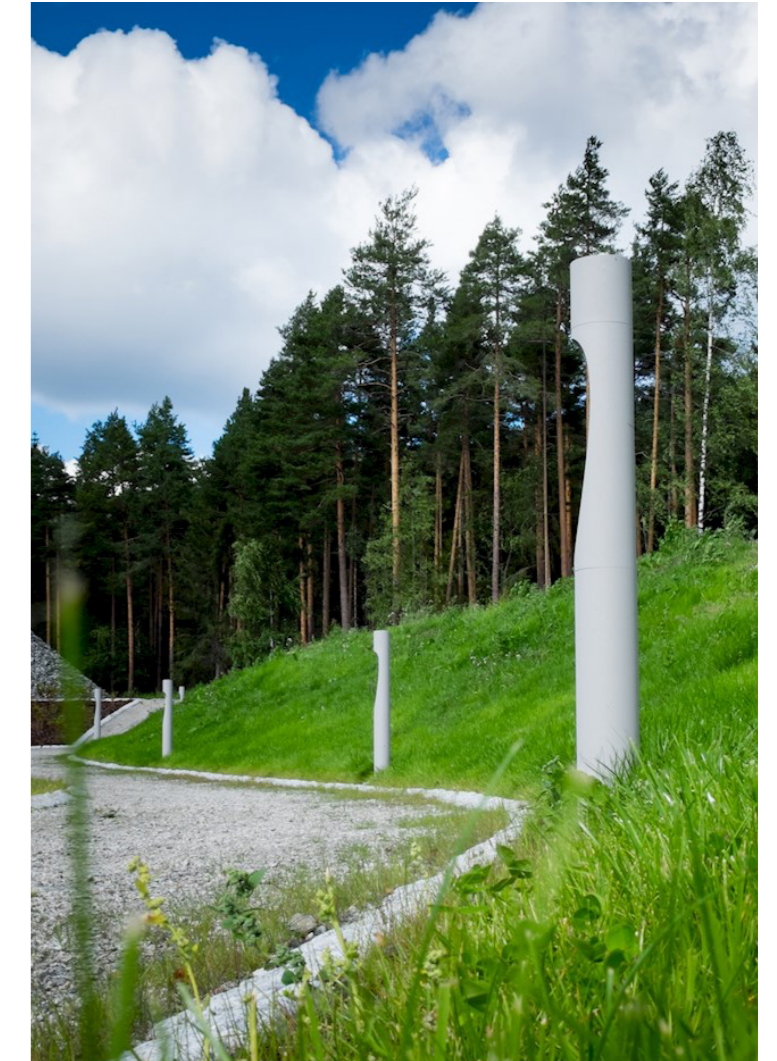
Skotland, Glasgow



Norge, Bergen - Johannes Kirketrappen



Norge, Joerstad - Gol Skole



Norge - Larvik Torg



Photo: Frank Jørstad

