

# NYANSER AV MØRKE

ULIKE BELYSNINGSSTRATEGIERS INNVIRKNING PÅ MILJØ OG TRYGGHET



MASTEROPPGAVE  
HELGA ISELIN WÅSETH

VIDEREUTDANNINGSMÅSTER URBANISME  
ARKITEKTUR- OG DESIGNHØGSKOLEN I OSLO

VEILEDER: JONNY ASPEN  
INNLEVERT: 30. NOVEMBER 2019

# SAMMENDRAG

Denne masteroppgaven handler om hvordan man kan møte problematikken med gatebelysningens negative effekter på naturmangfold og lysforurensing. Gjennom mer stedstilpassede belysningsstrategier med fokus på lesbarhet mener jeg at man kan oppnå omgivelser som oppleves trygge, selv med lavere lysnivåer. Gjennom litteraturstudier om lysets fysikk, belysningens påvirkning på naturmangfold, persepsjon og vårt forhold til mørke, får jeg et bredt bilde av lysets innvirkning på byen. Jeg ser på hvordan lys og mørke påvirker samspillet mellom mennesket og det fysiske miljø, og dets innvirkning på opplevelsen av byrommet. Deretter blir ulike belysningsstrategier analysert i en casestudie, der jeg ser på fem relativt ulike steder, for å få et bredt bilde på ulike faktorer som påvirker trygghetsfølelse. Alle de fem casene har det til felles at de består av belysning for gående, med en viss grad av rekreasjon. Mine funn viser at lave lysnivåer kan gi økt spillerom for lyssetting som bidrar til lesbarhet og oversikt, noe som kan lede til at trygghetsfølelsen kan ivaretas med lavere lysnivåer. Denne type belysning gir kontur og dybde i byrommet. Nyanser av mørke i form av gråtoner, har egenskapen av å sette stemning, skape atmosfære og vil være mer interessante å betrakte og vil kunne bidra til økt preferanse for stedet.

*“It often seems to me that the night is much more alive and richly coloured than the day»*

Vincent van Gogh



# FORORD

Oppgaven tar for seg byen på kveldstid og hvordan lys og mørke påvirker dens fremtoning og dermed også måten byen brukes. Den tematiserer hvordan belsningen påvirker naturen omkring oss og hvilke hensyn vi kan ta når det gjelder lysforurensing. Jeg har alltid vært spesielt opptatt av miljøet omkring oss, og jeg ønsker i mitt yrke som lysdesigner å ta valg som tar mest mulig hensyn til naturmangfold og miljø. Jeg har lenge trodd at ny LED-teknologi var løsningen gjennom lavere effektforbruk. Men blandt annet Arne Follestad's rapport fra 2014 ble en øyeåpner når det gjelder belsningens påvirkning. Han mener lysforurensing er et stort problem som nordmenn ikke tar på alvor. For meg som lysdesigner ble det da viktig å undersøke hvilke tiltak som kan bidra til å redusere lysets påvirkning på naturmangfold, samtidig som vi ivaretar trygghetsfølelse. I 2010 var jeg med på å skrive en bacheloroppgave om dagslys i skolebygg, som for øvrig mottok Velux dagslysstipend. I bacheloroppgaven var jeg opptatt av hvordan for lite dagslys i klasserommet påvirker læring og konsentrasjon hos elevene. Nå skriver jeg om den motsatte ende av skalaen: Hvordan for mye lys om natten påvirker både oss mennesker og dyre- og naturmangfold.

Jeg vil takke mine fantastiske to gutter for jevnlige doser med humor, klemmer, ordspill og underfundige tankerekker. Takk til kjæresten som inspirerer meg på så mange plan gjennom fine samtaler over en kopp te eller to, og for selskap på kalde høstkvelder ved befarings i lysanlegg. Jeg vil rette en spesiell takk til min veileder, professor Jonny Aspen ved AHO Institutt for landskap og urbanisme. Takk for gode innspill gjennom hele forløpet, særlig i den intense innspurten, noe som har bidratt til at jeg kom i mål med oppgaven på tidspunktet jeg hadde tatt sikte på. Og tusen takk til Arve Olsen, Andreas Ramdahl og Bymiljøetaten ved Oslo kommune, som har bidratt med info om lysanlegg. Takk til 2. årsstudenter ved lysdesignstudiet i Kongsberg som har hjulpet meg gjennom å svare på spørreskjema. Takk til beboerne i Tromsøgata som har delt informasjon om prosessen med å få endret lysnivåer i gaten. Takk til gode kolleger ved ÅF Lighting for inspirasjon, innspill og hjelp til både layout og innhold. Jeg vil også rette en stor takk til KS for masterstipend på 25 000,-. Stipendet er en anerkjennelse av at probemet med lysforurensing og lysets påvirkning på naturen er viktig for hele Kommune-Norge.

Og til sist en stor takk til alle som på en eller annen måte er med på å bidra til et mer bærekraftig samfunn.

# INNHOOLD

DEL I	TEMA OG BAKGRUNN	5
	1. Innledning	6
	2. Forskningsdesign	9
DEL II	KUNNSKAPSFELT	11
	3. Kunnskapsgrunnlag byromsbelysning	12
	4. Om å se i mørket	34
DEL III	ANALYSE AV LYSANLEGG	45
	5. Analyseperspektiv	46
	6. Fem utvalgte lysanlegg	50
DEL IV	AVSLUTNING	91
	7. Diskusjon	92
	8. Referanseliste	109
	9. Illustrasjonsliste	113
	10. Kildeliste	116
	11. Definisjoner og begreper	117

DEL I  
TEMA OG BAKGRUNN

# 1. Innledning

---

I denne masteroppgaven setter jeg spørsmålstegn ved våre stadig mer opplyste omgivelser, med tanke på naturens behov for naturlig variasjon i lysnivåer gjennom døgnet. Jeg setter naturlig behov for mørke om natten opp mot behovet vi i den moderne verden har for å ferdes ute etter mørkets frembrudd. Lysforurensing er et stadig økende problem. Og med økt bruk av LED-teknologi, øker problemet drastisk, skal man tro en artikkel publisert i *Science Advances* i 2016 (Falchi mfl. 2016: 7).

Mange kommuner i Norge gjør tiltak for å øke bruk av sykkel eller å ferdes til fots, men dette krever også at man føler seg trygg på gang- og sykkelveier. Jeg drøfter tiltak som kan redusere lysmengden overordnet, uten at det går ut over trygghetsfølelsen. Min antakelse er at trygghetsfølelsen heller kan øke ved godt distribuert og stedstilpasset belysning.

*Det benyttes noen fagbegreper i oppgaven, disse er oppført i en liste over definisjoner og begreper sist i dokumentet.*

## 1.1 Bakgrunn

Mørket skjuler, vi oppfatter ikke hva som ligger gjemt i det, og fantasien kan lett få overtaket når vi er ute etter mørkets frembrudd. Trygghetsfølelse handler i stor grad om å ha oversikt, og belysningen bidrar til å erverve oversikt over omgivelsene om kvelden. Lyset stagger fri fantasi over potensielle farer som lurar i skyggene. I tidligere tider har mørket vært tett knyttet til ondskap og mørke krefter.

I dagens samfunn har vi mulighet til å ha lyset tent hele døgnet, slik at trygghetsfølelsen kan vedvare og vi kan ferdes i byen når vi ellers ville valgt å holde oss inne. Men elektrisk lys på kvelden når det biologisk sett skulle vært mørkt påvirker både oss mennesker så vel som dyre- og planteliv (Follestad 2014). Kunstig belysning påvirker vegetasjon, insekter og flere dyrearter, samtidig som at overflødig lys fører til at vi ikke kan se stjernehimmelen i byene.

Flere studier og rapporter sier noe om at høyere lysnivå i byområder gir flere gående. Andre artikler forteller på motsatt side om den negative påvirkningen gatelyset har på naturmangfold og bidraget til lysforurensing. Men ingen sier noe om hvordan man skal møte problematikken med at belysningen påvirker omgivelsene negativt. Det mangler kunnskap om hvordan vi kan oppnå trygge omgivelser uten for høye lysnivåer. I denne oppgaven skal jeg derfor undersøke hvordan ulike prinsipper for belysning påvirker vår oppfattelse av omgivelsene. Målsetningen er å kunne identifisere noen belysningsstrategier som som kan bidra til at omgivelsene oppleves

som trygge, uten for høye lysnivåer og dermed stor lysforurensing. Begrepet belyningsstrategi skal her i oppgaven forstås som de tiltakene som til sammen leder til en konkret løsning for et lysanlegg. Bakgrunnen for oppgaven er at jeg som lysdesigner i rådgiverbransjen ser at de fleste lysprosjekter som igangsettes i utemiljøer har økt trygghet som hovedformål, samtidig som at dagens byer er lysere enn noen gang og stjernehimmelen blir mer og mer fjern for oss.

## 1.2 Problemstilling

Gate- og parkbelysningens hovedfunksjon er å gi synlighet slik at vi kan orientere oss ute etter mørkets frembrudd. En viktig del av dette handler også om trygghet, sikker ferdsel og ikke minst estetikk. Belysning er viktig for at byen skal være tilgjengelig for alle, og god belysning kan, sammen med andre tiltak, bidra til at folk i større grad ferdes ute i mørket. Dette kan også ha en positiv effekt i et folkehelseperspektiv og som tiltak for å redusere bilbruk og dermed CO2-utslipp. Overflødig lys derimot, går både ut over naturmangfold og vår mulighet til å se stjernehimmelen.

Økt belysning påstås gjerne å øke folks trygghetsfølelse i offentlig rom. Samtidig får de negative virkningene av lysforurensing for naturmangfold og muligheten for å observere stjernehimmelen stadig større oppmerksomhet. Spørsmålet som stilles i denne masteroppgaven er om det finnes måter man kan redusere utebelysningen på, uten at det får konsekvenser for brukernes trygghetsfølelse.

Jeg opererer med en todelt problemstilling:

*Hvilke belyningsstrategier tar mer hensyn til naturmangfold og lysforurensing, og hvordan er disse fulgt opp i et utvalg av konkrete case?*

*Hvilke konkrete virkninger har en redusert og mer stedstilpasset form for belysning for spørsmålet om trygghet?*



Illustrasjon 3: Med sykkel i Botanisk hage i Oslo.  
Foto: Tomasz Majewski

Med stedstilpasset belysning menes en belysning der det er lagt større vekt på å hente frem stedets kvaliteter gjennom lys. Det innebærer å benytte tilpasset optikk, lysfarge og -nivå. Og å belyse gjenkjennelige objekter eller underbygge sted og retning gjennom forhøyede lysnivåer på strategiske steder. Ved å fremheve stedets kvaliteter, gjøres området mer lesbart for brukerne. Dette igjen, argumenterer jeg, kan bidra til å styrke folks trygghetsfølelse. Stedstilpasset belysning gir mindre lysforurensing fordi lyset er mer konsentrert til steder der belysningen trengs.

Første del av problemstillingen undersøkes overordnet gjennom litteraturstudien, og mer konkret i case-studien i kapittel 6. Den andre del-problemstillingen diskuteres i den avsluttende delen av oppgaven, særlig i kapittel 7, der jeg gjennomgår resultatet fra fem casestudier.

## 1.3 Oppgavens oppbygning

Oppgaven består av fire deler: *Del I* består av en introduksjon til oppgaven, temaer og forskningsdesign. *Del II* inneholder en oppsummering av kunnskapsfeltet, som er å forstå som en generell bakgrunnsinformasjon. I *del III* anvender jeg så dette analyseperspektivet til å undersøke fem utvalgte case der man har anvendt ulik belysningsstrategi. I *del IV* oppsummeres funn fra casene, samtidig som jeg drøfter om enkelte lysprinsipper kan fungere bedre enn andre med hensyn til å ivareta trygghet samtidig som naturmangfold bevares.



## 2. Forskningsdesign

---

Oppgaven løses gjennom en litteraturstudie som ender i et analyseperspektiv for videre undersøkelse av en vifte av relevante eksempelprosjekter. Litteraturstudien i *del II*: Kunnskapsfelt, omfatter ulike perspektiver på lys og syn generelt samt lys i byrom. Studien omfatter historisk bruk av lys i byen, standarder for belysning av gater og byrom, mennesker og trygghetsfølelse, og litteratur omkring naturmangfold og vern av nattehimmelen. Deretter kommer en gjennomgang av aspekter ved lys og syn, som påvirker måten vi oppfatter byromsbelysningen. Dette skaper til sammen en forståelsesramme som jeg samler til et analyseperspektiv i kapittel 5.

Analyseperspektivet benyttes ved undersøkelse av fem konkrete eksempler i *del III*:

1. Jørpelandsholmen, en liten holme i Ryfylke der det nylig er anlagt et nytt lysanlegg med lavere lysnivåer enn hva som er vanlig i turanlegg.
2. På Eikholt senter for døv-blinde er det anlagt gangstier belyst med ulike belysningsmetoder. Med utgangspunkt i dette analyserer jeg ulike belysningsmetoder med tanke på opplevd trygghet, modellering og ansiktsgjenkjenning.
3. I Grorudparken finner man gangstier med både LED- og kompaktlysrørteknologi med samme armaturtype. Noe som muliggjør en sammenlignende analyse av ulike belysningsteknologi.
4. Undergangen i Tevlingveien på Lindeberg har fått oppgradert belysningen. I dette caset ser jeg på en helt spesiell belysningsmetode i undergangen og om den har påvirket spørsmålet om lesbarhet og trygghet.
5. I Tromsøgata i Oslo er det installert et nytt lysanlegg med det resultatet at naboer klagde på lys inn i hager og vinduer. Basert på respons fra naboer har jeg fulgt prosessen med å få anlegget mer tilpasset.

De fem stedene er valgt ut fra kriterier om beliggenhet og type lysanlegg, samt muligheten for å få tilgang til underlagsmateriale og intervjuer med fagpersoner som har jobbet med anleggene. Prosjektene representerer ulike geografiske settinger, fra det avsidesliggende til det mer sentrumsnære. De har alle på ulike måter en rekreativ funksjon og står for ferdselsbelysning for gående. Belysningsstrategiene varierer, og ved at de løser oppgaven med ferdselsbelysning ulikt, kan jeg sammenligne de ulike prinsippene i hvert case. Som oppsummering i *del IV* samles de ulike delkonklusjonene fra hvert enkelt case.

## 2.1 Litteratur

Fire typer utredninger brukes som innramming for problemstillingen. I rapporten *Godt og trygt lys der du går og sykler* (2014) fra Kristiansand kommune står det at: «Et gjennomgående problem ved å velge blendingsfrie armaturer er selvsagt at en da heller ikke får særlig lys som kan treffe folks ansikter og føre til ansiktsgjenkjenning. Det blir derfor nødvendigvis et kompromiss når en både skal belyse ansikt og unngå blending samtidig» (Kristiansand kommune 2014: 9). Denne rapporten blir sentral i deler av oppgaven, siden den påpeker problemet med blending kontra ansiktsgjenkjenning, noe jeg vil se nærmere på i analyse av casene. Rapporten inneholder en god oppsummering over aktuelle normer og regelverk knyttet til belysning for gående. I tillegg benyttes rapporten *Hvordan skape trygge og levende byrom* (2019) utgitt av Transportøkonomisk institutt, på oppdrag av Oslo kommune. Her vises det til prosjekter der økt belysning har økt gangtrafikken i området.

Artikkelen «The gloomy city, rethinking the relationship between light and dark» av Tim Edensor (2015) benyttes for å belyse en annen side av saken. Edensor er opptatt av å vektlegge de positive kvalitetene ved mørket. Han vektlegger mørket som et sted der man kan fostre intimitet, estetikk og atmosfære gjennom lys og skygger. Arne Follestad's *NINA-rapport 1081: Effekter av kunstig nattbelysning på naturmangfoldet - en litteraturstudie* (2014) sier mye om belysningens påvirkning på naturmangfold. Begge disse tekstene, og andre artikler som jeg nevner i del II: Kunnskapsgrunnlag, er viktige som forståelse for bakgrunnen for oppgavens tematikk. Disse benyttes som motvekt til rapporter som argumenterer for mer og kaldere lys.

## 2.2 Masteroppgavens analytiske fokus

Oppgaven tar for seg gatebelysningens påvirkning på omgivelsene. Som tidligere nevnt antyder flere studier og rapporter at mer lys fører til flere gående, samtidig som at andre studier påpeker hvordan gatelyset har en negativ effekt på naturmangfold og bidrar til lysforurensing. Men det finnes lite kunnskap om hvordan man skal møte problematikken med at belysningen påvirker omgivelsene negativt. Det mangler kunnskap om hvordan vi kan oppnå trygge omgivelser uten for høye lysnivåer.

I oppgaven vil belysningsbehov for ferdsel og opplevd trygghet vurderes opp mot behov for mørke av hensyn til naturmangfold og nattehimmelen. Gjennom en bred litteraturstudie vurderes ulike sider ved gatebelysningen med særlig fokus på balansen mellom mørke og lys. Blendingsforhold settes for eksempel opp mot ønske om ansiktsgjenkjenning og modellering. Dette kommer jeg tilbake til i kapittel 5: Analyseperspektiv. For å få oversikt over temaet vil oppgaven ha en bred innfallsvinkel i starten, dernest spisses tematikken ytterligere i gjennomgangen av casene.

DEL II  
KUNNSKAPSFELT

## 3. Kunnskapsgrunnlag byromsbelysning

---

I dette kapittelet kommer en bred sammenfatning av ulike temaer knyttet til utebelysning. Kapittelet handler om hvordan belysningen påvirker opplevelsen av byen og uteområder, innledningsvis med et historisk blikk på gatelys. Her trekkes også belysningens påvirkning på naturmangfold frem, noe som kan være en oversett faktor i problemkomplekset om insekttilbakegang (Grubisic mfl. 2018). Samtidig er det også kommet et større fokus på lysforurensing i den senere tid. Frankrike har for eksempel fått en ny lov som skal bidra til å redusere lysforurensing (deRugy 2018). Det å tilrettelegge for trygghet i mørket er viktig for å forstå hvorfor kraftig belysning er så utbredt, noe jeg går nærmere inn på i kapittel 3.5: Mennesket og mørket.

### 3.1 Lysopplevelse i byrom om kvelden

En viktig del av belysningens funksjon i bygatene er å sørge for at man føler seg trygg på vei fra A til B. Altså, belysningen er viktig i tilretteleggingen for et nettverk av byliv. Ved å sørge for trygg ferdsel om kvelden, er belysningen også med på å øke samspillet mellom målpunkter i sentrum.

Caminada og van Bommel (1980) klassifiserer behovet for lys i offentlig rom i fire kategorier:

- Oppdage hindringer
- Visuell orientering
- Identifisere personer
- Hygge («pleasantness») og komfort

Dette er en enkel liste, og en god oppsummering av behovet for lys i offentlig rom. Av rent praktiske grunner ønsker vi å *oppdage hindringer* i veien. Vi ønsker at lyset skal gi en *visuell orientering* om veiens forløp, eller om viktige elementer langs veien som skilt, veiskiller eller inngangspartier. Det er viktig for oss å kunne *identifisere personer* og å gjøre oss opp en mening om den møtende personens intensjon. Det siste punktet på listen, *hygge og komfort* er viktig med tanke på områdets rekreative funksjon og kan, sammen med de andre tre punktene, bidra til at flere velger å gå eller sykle. Disse fire punktene vil jeg komme tilbake til og bruke aktivt i analyseperspektivet.

En forskergruppe ved Lund universitet skriver at belysning er viktig for å øke bruk av offentlig rom på kveldstid ved at det øker visuell tilgjengelighet og opplevd trygghet (Johansson mfl. 2014). En viktig problemstilling når det gjelder opplevelsen av byrom på kveldstid, handler om motsetningsforholdet mellom det å bli sett og det å føle oversikt. Det er nettopp dette som blir belyst i rapporten *Godt og trygt lys der du går og sykler*, fra Kristiansand kommune, når de skriver følgende: «Et gjennomgående problem ved å velge blendfrie armaturer er selvsagt at en da heller ikke får særlig lys som kan treffe folks ansikter og føre til ansiktsgjenkjenning. Det blir derfor nødvendigvis et kompromiss når en skal belyse ansikt og unngå blending samtidig» (Kristiansand kommune 2014). Dette mener jeg er en sentral problemstilling ved belysning i byrom. På en teaterscene vil skuespilleren alltid bli blendet og ha liten oversikt over publikum. Tilskuerne derimot, har full oversikt over det som skjer på scenen. I byrom er vi alle både tilskuere og skuespillere, og mange kompromisser må inngås. Samtidig bør selvfølgelig blending unngås i størst mulig grad der mennesker ferdes til fots. Dette kommer jeg tilbake til i kapittel 4.2.

Et annet viktig aspekt ved belysning i offentlig rom er avstander. «Mulighetene for at se andre mennesker er «... et spørsmål om avstanden mellom iagtager og objekt», sier Jan Gehl i boken *Livet mellom huserne* fra 1971. «Nettopp overblikket og den sanssemessige beherskelse af et stort og alsidig sceneri er i de fleste situationer højt vurderet» (Gehl 1971: 155). Når dagen går over i kveld og mørket faller på, avhenger trygghetsfølelsen i enda større grad av synsinntrykket, siden mørket innskrenker oversikten over omgivelsene. Lys på objekter øker forståelsen for avstand og gjør byrommet lesbart.



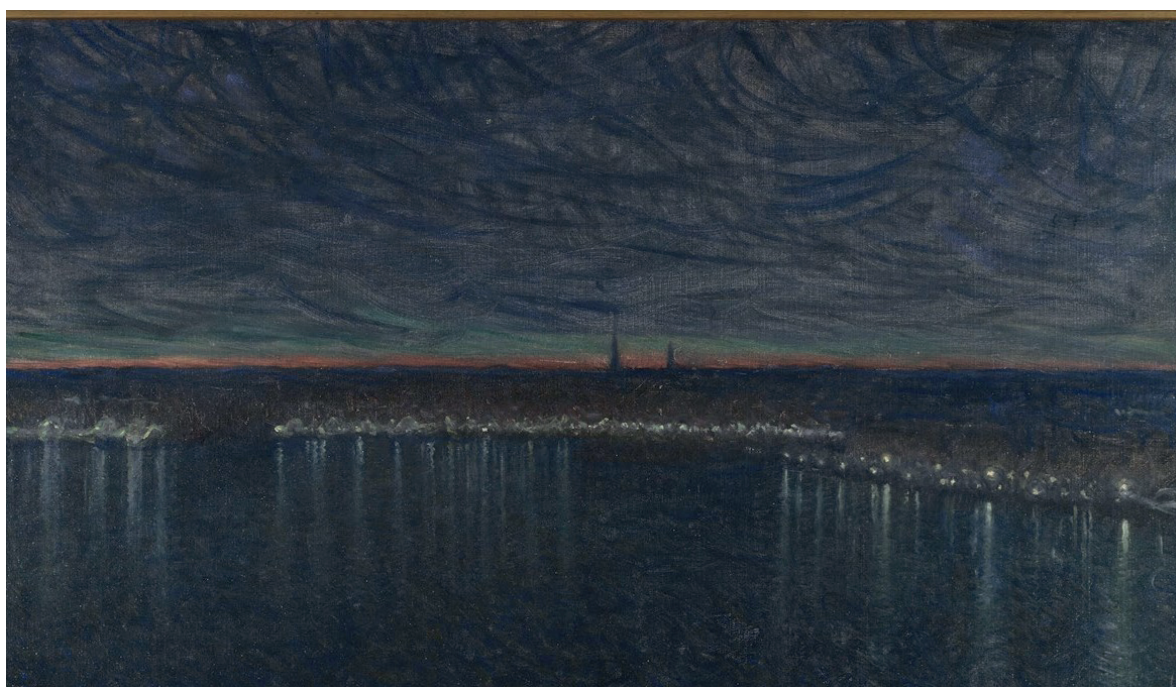
Illustrasjon 4: I rampelyset på Ammerud. Foto: Tomasz Majewski

## 3.2 Historisk blick på gatelys og mørkets gateliv

*”Så snabbt alt hände när mörkret blev ljust och livet annorlunda.”*

Jan Garnert

Før i tiden var månen og stjernene det eneste som lyste opp omgivelsene når vi var ute i mørket. Lyset varierte mye gjennom månefasene, og vi var avhengige av klarvær for å se noe særlig i det hele tatt. Månen var altså en upålitelig lyskilde, selv om den faktisk kunne gi nok lys til å lese avisen midt på natten. Fra og med begynnelsen av 1800-tallet begynte man å installere gasslys i bygatene. I Oslo kom det for eksempel gasslys i gatene i 1848. Ifølge etnologen og teknikkhistorikeren Jan Garnert bidro gatebelysningen til større bevegelsesfrihet om kvelden. Bruken av gatelys og våre muligheter for å bevege oss ute om kvelden har økt jevnt siden da, og i dag kan store deler av byen/eller tettstedet benyttes gjennom hele døgnet.



Illustrasjon 5: Eugène Janssons Gryning över Riddarfjärden (beskåret)

Amelie Bergmann skriver følgende i en artikkel for armaturprodusenten Fagerhult:

Once upon a time, there was only the moon lighting up the way for nighttime wanderers. A giant natural floodlight, perfect in its benevolent roundness. If there was no moon or if the night was cloudy, you had two options: staying at home or bringing a hand-held lantern. In the cities, there were sometimes lighting provided by the city or the property owners – oil lamps on consoles or posts, offering a weak and flickering light. They were never lit after midnight though, not at all if the moon was up. In the 1850s and 1860s all this changed. Gas light was installed in many of the major Swedish

cities, providing new freedom of movement after dark. Still, the designs were adapted to the fact the lantern housed a living flame (Bergmann 2018).

Det er vanskelig å ta inn over seg hvor radikalt belysningen har endret livene våre. Men det er en fin øvelse å tenke på hvordan hverdagen ville vært uten elektrisk lys, særlig i vintermånedene.

Our light-saturated age makes it difficult to imagine a time when night was actually dark, but not all that long ago it was. Until well into the twentieth century, what passed for outdoor lighting was simply one form or another of fire – torches, candles, or dim stinking unreliable lamps (Bogard 2013: 8).

Jan Garnert skriver at i starten var utebelysningen svak, nærmest ubetydelig, med en blaffende gassflamme som gav et diffust lys over gatene (2016: 55-56). Siden starten på 1900-tallet, da man gradvis tok i bruk elektrisk gatelys, har mennesket lettere kunne være aktiv ute på kvelden og nettene. I årtusener før det har mennesket vært nødt til å klare seg med lyset fra stjerner og månen på nattehimmelen.<sup>1</sup> Her har Jan Garnert beskrevet hvordan vinteren også kunne være en fin tid, fordi man hadde mye mer tid enn på sommeren.

Författaren Gustav Hedenvind-Eriksson växte som barn på 1800-tallet upp i byn Gubbhögen i norra Jämtland. Han fick arbeta hårt men mindes också vintrarna som den tid på året då han hade det som bäst. På vintern kunde arbetsdagen aldrig bli lika lång som på sommaren.

Fortfarande kan vintern upplevas som en stilla tid, som i etnologen Hanna Snellmanns barndomsminne från 1960- och 1970-talets kaamos, midtvintertiden utan sol i finske Lappland, på svenska polarnatt: ”Kaamos betyder mer än att vare utan ljus, det betyder också att du får sova när som helst och det finns ingenting att göra. Motsats till midnattssolen” (Garnert 2016: 30).

Tekstutdraget viser noe av det som vi i vår moderne verden kanskje går glipp av, noe som jeg kommer mer tilbake til i neste kapittel.

---

<sup>1</sup> De varierende lysnivåene gjennom døgnet og året har også ført til at vårt hormonsystem og biologiske klokke er innstilt på stor variasjonen mellom dagslys (10-100 000 lux), og månelys (1 lux).

### 3.3 Natturbane kvaliteter, byrom på kvelden, transformasjonen fra dag til natt

I motsetning til tidligere tiders mangel på belysning har vi i dag mange ulike lyskilder i byen: gatelys, plassbelysning, fasadelys, parklys, trafikklys, stibelysning, flomlys, lys fra butikkvinduer, reklameplakater og ulike kjøretøy. Og om det ikke skulle være nok, så går de fleste også med lommelykt på smarttelefonen, som alltid kan hentes frem.

Men all denne belysningen bidrar ikke nødvendigvis like godt til trykghetsfølelsen. Selv om belysning i byrom ofte er sett på som det viktigste trykghetstiltaket i byen, kan blendende og lite tilpasset belysning medføre en viss fremmedgjøring i byrommet. Store blendende lyskastere kan i noen tilfeller oppleves som overvåkning, eller bidrar til at triste omgivelser ser enda tristere ut, dette til tross for at oversikten kan sies å styrkes.



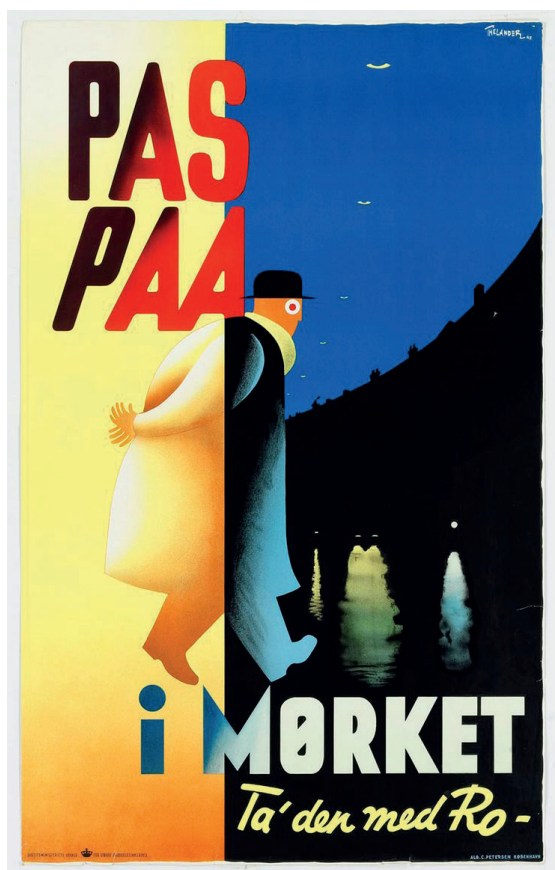
Illustrasjon 6: Belysningen er rettet vertikalt og lyser opp parkeringsplassen, men blander i stor grad, og hindrer observasjon av det flotte trebygget. Foto: Helga Iselin Wåseth

Godt planlagte lysanlegg bør se på helhetsinntrykket og underbygge strukturen mellom de ulike byelementer for å øke lesbarheten. Ved dårlig planlagt belysning kan for eksempel blendende lyskastere lyse opp store områder. Plassert for å gi oversikt over området, men de skaper snarere en fremmedgjøring i byrommet. Eller som den rake motsetning, sentrumsgater i storbyer hvor lysinntrykkene fra ulike lyskilder, som reklameskilt, butikkvinduer og gatelys, er så overveldende at man får en såkalt juletreeffekt. I begge tilfellene synes ingen av elementene i byrommet å ha større betydning enn andre. Øyet trekkes automatisk mot det lyseste punktet, men i disse



tilfellene er ikke det lyseste punktet nødvendigvis det som gir informasjon som underletter en logisk avlesning av byrommet.

Mye av belysningen i byen blander heller enn å gi oversikt, en møtende bil blander og mørklegger raskt omgivelsene, det samme gjelder «sikkerhetsbelysning» som gjerne har en bevegelsesdetektor som aktiverer armaturer: Se for deg at du er på vei hjem, klokken er ikke mer enn 19.00, men det er en mørk og kald novemberkveld. Du går opp stien bak en blokkbebyggelse på Tøyen i Oslo og hører høylytte guttestemmer foran deg. I det du løfter blikket har sensoren fra den automatiske lyskasteren oppdaget deg, og øynene dine, som hadde tilpasset seg til det lave lysnivået på gangstien, får sjokkbehandling. Du blendes, og guttene på haugen fremstår bare som noen mørke silhuetter. Du forsøker å avgjøre om kroppsspråket på guttene er vennligstilt eller ikke. Du forsøker å virke uberørt mens du haster forbi guttegjengingen uten å møte blikket til noen av dem, samtidig som at du prøver å ikke tenke på rykter om gjengkriminalitet og overfall i Oslo øst. Armaturen, som nok er satt opp for at du skal føle deg tryggere, har i dette tilfellet hatt motsatt effekt. Når man kommer på toppen av bakken kan det like godt være at guttegjengingen smiler hyggelig til deg og ønsker deg en god kveld videre.



Illustrasjon 7: Pas paa i mørket, plakat av Henry Thelander fra 1941. Kilde: Dansk plakatumuseum

Det er viktig å spørre seg hva går vi glipp av i den overopplyste verden. Tim Edensor underviser i kulturgeografi ved Manchester Metropolitan University. Han skriver følgende: “A consequence of the over-riding imperative for the enhancement of mobility, security and commerce, the prevalence of overillumination and the subsequent diminution of the potential of light have culminated in the production of nocturnal “blandsapes””. Videre skriver han at: “Inventive and sophisticated forms of lighting fail to stand out and architectural features fade into obscurity when instead their careful illumination might charm the nightscape and introduce more sustainable forms of lighting” (Edensor 2015: 433). Han mener altså at vi mister mange kvaliteter med dagens overbelysning, der mindre og mer sofistikerte lysprosjekter mister sin effekt. Ved overbelysning mister vi muligheten til å hente frem stedlige kvaliteter.

Den norske filosofen Christian Lysvåg skriver: «Det er stadig flere som merker at vi har mistet noe i alt lyset, at vi har kanskje mistet evnen

til å virkelig se...» (Lysvåg 2015) Han retter fokus mot alt vi mister ved alltid å skulle være produktiv, alltid bli underholdt. Vi synes ikke lenger å ha tid til den roen som Hanna Snellmann beskriver at hun fikk under *kaamos* på 60- og 70-tallet i Lappland (jf. sitat fra *Ut ur mørkret* i forrige kapittel, kap 3.2). Når vi alltid kan skru på lyset, får vi ikke den samme roen som naturlig kommer ved mørket, slik som mennesket naturlig gjorde før det elektriske lyset ble innført. I artikkelen «Hjernen er aldri alene» i *Klassekampen* den 29. august 2019 står det om hjerneforskeren Marcus Raichle som i 2001 oppdaget hjernenettverket DMN (Default Mode Network). Denne delen av hjernen bearbeider inntrykk og skaper nye planer og hypoteser ut fra disse, og er aktiv når hjernen ikke gjør andre ting (Vassnes 2019). Det kan hende at vi har bruk for den naturlige hvilen og kontemplasjonen som naturlig følger med mørket. Da vil hjernenettverket DMN være i større aktivitet. I dag er det bare å skru på lyset, så har vi alltid noe å adsprede oss med.<sup>2</sup> Men ifølge Lysvåg mister vi evnen til å bruke øvrige sanser når synssansen alltid trumfer. Se mer om dette i kapittel 3.5.

I «The Gloomy City» refereres det også til flere artikler som argumenterer for at man ikke kan bevise at kriminaliteten øker ved lave lysnivåer.

While contentions that darkness encourages arising crime rate are unproved (see Atkins et al., 1991; Farrington and Welsh, 2002; Pease, 1999; and the CfDS's discussion on this topic), these panicky reactions also reveal the persistent nyctophobia that characterises fear of the dark across the urban West (Edensor 2015: 422).

Sammenhengen mellom belysning og kriminalitet er vanskelig å bevise, og jeg synes Peter R. Boyce sumerer det opp godt i kapittelet «Lighting and crime», i boken *Human factors in lighting* fra 2003:

Improving street lighting can lead to a decrease in crime, but it may not. There can be no guarantees. This is because lighting, per se, does not have a direct affect on the levels of crime. Rather, lighting can affect crime by two indirect mechanisms. The first is the obvious one of facilitating surveillance by people on the streets after dark, by the community in general and by the authorities. If such increased surveillance is perceived by criminals as increasing the effort and risk and decreasing the reward for a criminal activity, then the incidence of crime is likely to be reduced. Where increased surveillance is perceived by the criminally inclined not to matter, then better lighting will not be effective. The second indirect mechanism by which an investment in better lighting might affect the level of crime is by enhancing community confidence and hence increasing the degree of informal social control. This mechanism can be effective

---

<sup>2</sup> Smart-telefoner og ipader gjør dette enda mer aktuelt. Det er dette artikkelen i *Klassekampen* i hovedsak handler om.

both day and night but is subject to many influences other than lighting (Boyce 2003: 426).

Det er vanskelig å konkludere entydig om problemstillingen belysning og kriminalitet. Men Boyce synes å mene at god belysning vil fungere preventivt. Typen belysning er også viktig, og det som Boyce kaller «enhancing community confidence», handler om å vise omtanke for omgivelsene, noe som i neste ledd kan føre til en i positiv forstand, høyere sosial kontroll. «Broken Windows»-teorien handler om det samme, og er mye brukt innen kriminologi. Enkelt fortalt sier den at synlige tegn til skadeverk skaper dårlige assosiasjoner og har en negativ symboleffekt. På motsatt side vil da omgivelser som fremstår god ivaretatt forsterke positive assosiasjoner og signaliserer en omtanke for nærmiljøet (George L. Kelling og James Q. Wilson 1982). Så er det imidlertid viktig at dette aspektet ikke tas for bokstavelig. For ryddige og ”strøkne” omgivelser gir heller ikke nødvendigvis rom for det bylivet vi ønsker.



Illustrasjon 8: Belysning langs Akerselva miljøpark. Foto. Tomasz Majewski

Belysning i uterommet er med på å forme hvordan stedet framtrer. Det er derfor viktig å være bevisst på hvilke belysningsstrategier man velger for å skape trygge omgivelser. Når trygghetsfølelsen synker, er det gjerne fordi man taper oversikten i mørket. Derfor er det viktig å velge en type belysning som skaper lesbare omgivelser. Her er det ikke nødvendigvis lysnivåene som er avgjørende, like viktig er det å hente frem de riktige elementene i byrommet, de som kan si noe om stedet, vise retning eller skape god atmosfære. I tillegg til å gi oversikt og medfølgende økt trygghetsfølelse, fungerer lys også ypperlig som verktøy for å vise vei, eller å fremheve

skjulte byromskvaliteter, gjennom å gi dem synlighet og på den måten bidra til å forskjønne omgivelsene. Det overflødige lyset i byen er det som Tim Edensor kaller «blandsapes», og Paul Bogard mener at mesteparten av lyset som skal lyse opp byene våre går til spille ved at de lyser opp i atmosfæren og fører til lysforurensing. Han mener at en stor utfordring er å heller få kontroll over lyset.

*It would be one thing if all this light were beneficial. But while some does good work – guiding our way, offering a sense of security, adding beauty to our night scape – most is waste. The light we see in photos from space, from an airplane window, from the fourteenth-floor hotel room, is light allowed to shine into the sky, into our eyes, illuminating little of what it was meant to, and costing us dearly (Bogard 2013, 8).*

I Frankrike er det for nylig blitt vedtatt en lov om «Forhindring, reduksjon og begrensing av lysforurensing» (deRugy 2018). I loven blir blant annet fargetemperatur og lysnivåer regulert, og lysanlegg kreves avslått etter stengetid og om natten. Dette er et viktig skritt på veien mot å få kontroll på lysnivåer nasjonalt. Dette er noe som kan vurderes i flere land for å understreke viktigheten av å ta lysforurensingen på alvor.

### 3.4 Trygghetsfølelse

En viktig del av belysning av gater og uterom handler om trygghet. Økt trygghetsfølelse vil også kunne bidra til mer likestilte byrom, da kvinner i større grad enn menn føler seg utrygge i sitt eget nærmiljø. (Haukali 2018)

Det er lett å si at mye lys gir tryggere byrom. Og Transportøkonomisk institutt (TØI) mener å ha dokumentert at økte lysnivåer gir flere gående, i en analyse av antall gående ved slottsparken i Oslo før og etter utskiftning til LED (Meyer mfl. 2019). Mitt poeng er at dette er en for enkel analyse av mulige tiltak. Jeg tror heller at man bør legge større vekt på at belysningen skal gi oversikt. Kanskje dette kan være en annen inngang til å oppnå trygghetsfølelse? Ved høye lysnivåer er nemlig faren for blinding større, siden kontrastene i synsfeltet blir større. Ved høye lysnivåer vil også områder som ligger utenfor det opplyste feltet oppfattes mørkere, fordi øyet tilpasses til det lyseste området i synsfeltet. Belysning er viktig for oppfattelsen av et område som trygt, men spørsmålet er hvordan en kan belyse smart, for å unngå unødig lysforurensing.

«Lighting is an important element in providing a road which is not only safe, but is also perceived to be safe» (Davoudian og Raynham 2012: 438). Davoudian & Raynham (2012) skriver om fotgjengeres viktigste synsoppgaver, og studien deres viser blant annet at gående bruker 40-50 % av tiden på å se ned på bakken foran seg. Videre hevdes det at i omgivelser som oppfattes utrygge, bruker man mer av tiden på å observere omgivelsene. Mens man på veier som oppfattes tryggere bruker mer tid på å se på veien.

Given that the subjects were accompanied on this route and the lack of any hiding place for potential assailants it is reasonable to assume that subjects felt less insecure on this route. This notion is supported by the fact that no subjects reported feeling insecure on this route. This lack of insecurity supports the argument that people on this route felt they did not have to pay too much attention to threats in the environment and thus there was extra time to spend looking at the footpath (Davoudian og Raynham 2012: 446).

I den samme studien viser de at studieobjektene brukte 3,5 % av tiden på å se på andre mennesker. Selv om dette kun er en liten del av den totale tiden, ble det i studien uttalt at det var viktig å kunne gjenkjenne mennesker på gaten. Andre nevnte at det var viktig å avlese kroppsspråk på møtende mennesker. Studien konkludere med at tiden som benyttes på å se ned på veien, er tiden som er igjen etter å ha scannet omgivelsene for potensielle farer, og at det å se på andre mennesker er viktig, selv om tiden man gjør det ikke er lang. Det å gjenkjenne kroppsspråk var viktig for studieobjektene, og det kan hende at det er minst like viktig som ansiktsgjenkjenning. Til sist stiller Davoudian og Raynham seg spørsmålet om hvor viktig det er å belyse gang- og veibaner når det er omgivelsene som er viktigst å ha kontroll på (Davoudian og

Raynham 2012). Studien viser at det er viktig å føle at man har kontroll på omgivelsene og det er viktig å ha mulighet til å kunne kaste et blikk på møtende personer, for å avgjøre om personen oppfattes truende.

I litteraturgjennomgangen «Walking after dark» av Rahm og Johansson (2016) nevnes en studie som viser at det å føle oversikt og muligheten til å kunne søke tilflukt er viktige aspekter av trygghetsfølelse:

Another take on perceived safety has its starting point in Appleton's (1975) prospect-refuge-theory. Appleton suggest that evolution makes people aesthetically prefer locations where they have overview (prospect) while they themselves cannot be seen (refuge). Fisher and Nasar (1992) further developed the theory in relation to the influence of environmental factors on perceived safety in urban areas. They found that people assess places as less safe if the environment provides refuge for potential criminals while limiting prospect and possibilities to escape (Rahm og Johansson 2016: 11).

Dette er viktige aspekter når det gjelder belysning. Lyset vil bidra til overblikk over omgivelsene, men på den andre siden vil det også gjøre deg mer synlig. En godt opplyst gangsti med mørke omgivelser der potensielle kriminelle kan gjemme seg vil dermed kunne oppleves utrygg. I en slik situasjon vil økte lysnivåer på stien kun øke kontrasten, og omgivelsene oppleves enda mørkere. Bogard har i boken *The end of Night* intervjuet Eddie Henry, ansvarlig for belysning i London. Henry sier at "True safety is about having the right amount of light and the right type of light, and the right color of light for the right place. Rather than, we're just going to have loads of it" (Bogard 2013: 86). Videre skriver Bogard at:

Far from being contradictory goals, lighting our nights for safety and controlling light pollution go hand in hand. In fact, one of the most compelling arguments for controlling our lighting at night is that by doing so, we will actually make ourselves safer. Said another way, if we are truly concerned about the safety of our wives and daughters and mothers (husbands and sons and fathers), we will understand that light as we use it in most situations makes us less safe by impeding our vision, casting shadows where the "bad guys" can hide, and -perhaps most powerfully – creating the illusion of safety (Bogard 2013: 86-87).

Dette er et svært viktig poeng, belysning for økt trygghetsfølelse er ingen motsetning til redusert lysforurensing, gode belysningsløsninger vil både kunne redusere lysforurensing, og bidra til trygge omgivelser.

## 3.5 Mennesket og mørket

Vårt forhold til mørket er det skrevet mye om. Tradisjonelt sett har mørket vært knyttet til farer, uvitenhet og trusler. Mens lyset er sett som det gode, som noe som assosieres med opplysning, altså kunnskap. Og som jeg har skrevet mye om allerede, trygghet. Her kommer flere tekstutdrag og sitater som vektlegger mørkets positive egenskaper, og som trekker frem det som kan gå tapt ved at man aldri lar seg utsettes for virkelig mørke.

Christian Lysvåg er en norsk filosof som skriver mye om menneskets forhold til lys og mørke: «Lyset er godt – står det skrevet – det lar oss forstå og bestemme over jorden. I vestens tenkning ble det en gang smidd en ubrytelig forbindelse mellom sannhet og det å se. Derfor har vi sakte men sikkert brakt mer og mer kunstig lys inn i verden» (Lysvåg 2015).

Om å se i mørket: Det er en kjent historie: En blind kvinne elsker en mann som ikke er blind. Hun sier, du er så vakker. Han blir stille, hvordan vet du det, svarer han. Jeg vet det med hele meg, sier kvinnen.

Denne situasjonen kan vi overføre til menneskets opplevelse av verden. Kjenner vi egentlig dens vesen, dens hemmeligheter, dens skjønnhet, når vi lar synet gjøre rent bord? Når vi setter likhetstegn mellom syn og sannhet, det visuelle og viten? Hele vår kultur, ja vår sivilisasjon, er basert på synets forrang. Fra vestens greske begynnelse har det å se vært det samme som å forstå, å vite. Og i en tid da mennesket var ganske maktesløse mot mørket, er ikke det merkelig. Hvem ville ikke velge seg lys når verden skulle kartlegges og forstås? Men, som mange filosofer har påpekt, man velger med dette ut bare ett aspekt ved virkeligheten, det objektive og visuelle, mens de andre sansene nærmest blir kuriøse tillegg. Kan det være riktig? Tenk bare: hvorfor skulle vi være utstyrte med fem sanser om det ikke var unike ting å oppdage med alle fem? Hvem sier at sannhet er synlig?

I en verden som blir stadig mer gjennomstrålt av kunstig lys, forrykkes balansen mellom sansene ytterligere. Folk flest hører dårlig, det vil si uten presisjon. Vi kan ikke skjelve ting, kjenne igjen og bestemme med ørene. Taktilitet, lukt og smak regnes som sære sansemenneskers gebet; hyggelige men uviktige evner. Men det som verre er, kan man si, er at også synet svikter i det kunstige lys. Liv foran skjermer gjør oss halvblinde på fjellet. Halve verden bruker briller. Og det kunstige lyset gjør altså natten, mørket og alle de uendelige nyansene i naturens eget lys utilgjengelige for oss. Vi ser ikke stjerner, ser ikke dyrene, skyggene, de særegne detaljene som trer frem i mørket. Vi har egentlig gjort oss selv fullstendig ubrukelige som sansevesener; vi ville ikke klart oss om strømmen plutselig gikk for alvor. Vi kan ikke orientere oss, kan ikke navigere, kan ikke egentlig leve (Lysvåg 2015).

Synet står for 80% av våre sanseintrykk, når vi frarøves evnen til å se ved at lyset slukkes føler vi oss hjelpeløse. Dette handler kanskje også om at vi alt for sjelden blir tvunget til å være i mørket, dermed er vi ikke vant til å befatte oss med det. Vi bør kanskje utfordre oss selv i større grad, til å utforske verden med de øvrige sansene for å oppleve omgivelsene våre fullstendig?

Tim Edensor (2012) mener at dette handler mer om nyctophobia, eller en slags kollektiv mørkeredsel. Han referer også til Koslofsky (2011) som kaller det “nocturnalisation, the expansion of social and economic activity into the night and the colonisation of the dark with illumination, a process that continues to be informed by moral and modernist discourses, and lasting fears about darkness” (Edensor 2015: 425). Videre skriver Edensor:

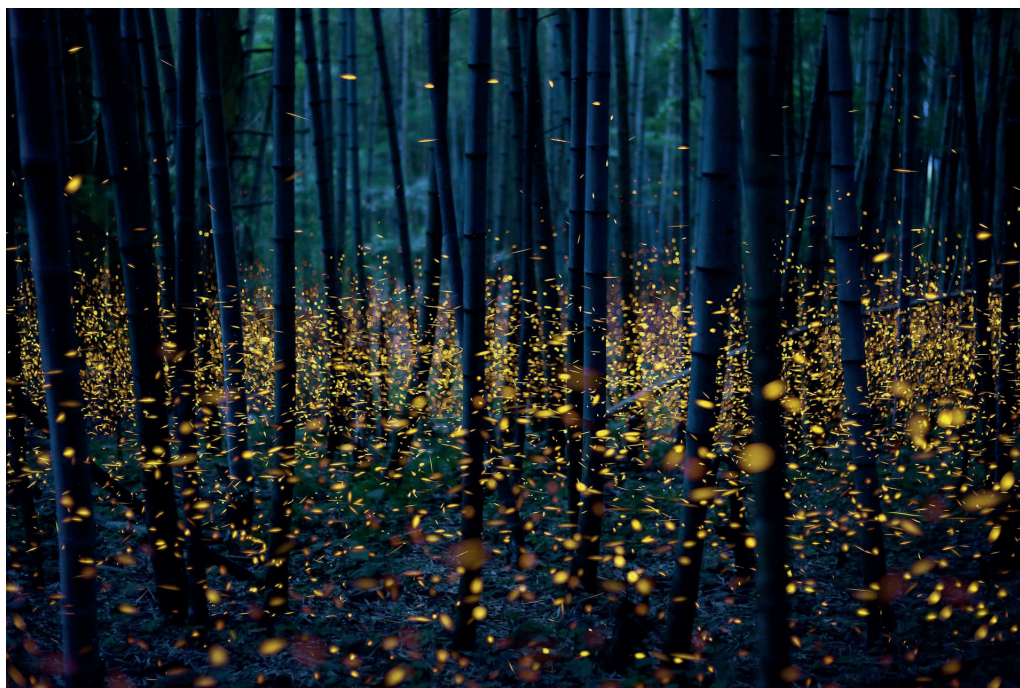
I draw on recent lighting practices to suggest that more sophisticated techniques and aesthetics are challenging long-held beliefs that the dark should be banished from the city, arguing that a pervasively distorted relationship between dark and light has meant that illumination has lost much of its potency to produce affective atmospheres, deliver aesthetically pleasing environments and create a sense of place (Edensor 2015: 423).

Det er som om belysningen mister noe av magien og potensialet til å skape atmosfære når overflødig lys skal dominere byen. Bogard fremhever dessuten at mørket kan ha som effekt at vi senker skuldrene. «But darkness allows us to lower our defences – we can say what we want, do what we want. We have the opportunity to rely on other senses, on touch and taste and hearing. By providing the context for intimate light, darkness brings us closer” (Bogard 2013: 195). Men å senke skuldrene avhenger også av at vi føler oss trygge. I en utesituasjon i et område vi ikke kjenner kan det være vanskelig å slippe tankene om hva som kan skjule seg i mørket, selv om det i de aller fleste tilfeller handler om en irrasjonell frykt. Når vi klarer å slippe denne frykten, kan vi nyte omgivelsene på en helt annen måte. Kjenne på den endrede atmosfæren som mørket gir, lytte og lukte på kvelden og oppleve mørket med hele sanseapparatet.

I dagens byer handler lysdesign i stor grad heller om å skru av lys, få kontroll på lysnivåene og på den måten få mulighet til å skape mer stedstilpassede og nyanserte lysanlegg, men ikke kun av estetiske grunner. Naturen trenger også å hvile på kveldstid (Follestad 2014).



## 3.6 Naturmangfold



Illustrasjon 9: Ildfugler i Japan. Foto: Kei Nomiya

I omtalen av en rapport som avdekker en omfattende fugledød, skriver NRK at tap av insekter, amfibier og organismer er symptomer på en utbredt økologisk krise (Olsson 2019). Dette temaet var noe av bakgrunnen for at jeg ønsket å skrive denne oppgaven. Forskere i Tyskland har undersøkt insektbestanden i et naturreservat, og finner at den har gått ned hele **75 %** i løpet av 27 år (Hallmann mfl. 2017). Enkelte forskere mener at klimaendringer og pesticider ikke kan være den eneste årsaken til insektdøden, og mener at kunstig belysning (Artificial light at night/ALAN) kan være en oversett faktor. De forklarer det med at når nattehimmelen er belyst, forstyrrer lyset insektenes reproduksjon, kommunikasjon og andre naturlige overlevelsesmekanismer (Grubisic mfl. 2018).

Om det er sånn at vår gatebelysning skader våre omgivelser så kraftig at det bidrar til reduksjon av insektbestanden, noe som videre påvirker både fuglebestanden og jordbruket, så er det i høyeste grad påkrevd å lete etter alternativer der vi kan redusere gatelysets påvirkning. Det samme mener forskergruppen som stod for artikkelen:

“Our overview study shows that artificial light at night is widely present and can have complex impacts in agricultural areas, with unknown consequences for biodiversity and crop production. Thus, light pollution should be generally considered as a potential ecosystem disturbance in future studies to identify ways in which practical steps can be taken to reduce environmental concerns,” summarises Dr. Franz Hoelker, Head of the

Light Pollution and Ecophysiology research group at IGB (Forschungsverbund Berlin 2018).

Belysning har lenge blitt sett på som et positivt tiltak, og dermed noe som vi nesten ikke har kunnet fått nok av. Men det som eksemplene ovenfor viser, er bieffektene av lysforurensing. Det som er positivt er at lysforurensing er relativt enkelt å gjøre noe med. Skruv vi av lyset, er forurensingen borte. Hadde det bare vært like enkelt med andre typer forurensing. I Tiltakskatalogen for transport og miljø fra TØI om lysforurensing (som jeg har vært bidragsyter til) står det enkelt forklart:

Lysforurensing kommer av feilinstallerte lys, enten at de ikke skulle vært installert i det hele tatt, de er feilvinklet, burde vært avslått i perioder eller lyser for kraftig. Dette truer naturen ved at kunstig lys, når det naturlig ville vært mørkt, påvirker både dyre- og planteliv, og ødelegger utsynet mot himmelen (Fjeldaas og Wåseth 2019).

Men selv om lysforurensing er så enkelt å gjøre noe med, så er det ikke nødvendigvis sånn i praksis. Selv om vi er klar over problemet, øker det stadig. Kanskje er det nettopp det at problemet er så lett å fikse grunnen til at man ikke tar det alvorlig nok? I NINA-rapporten: *Effekter av kunstig nattbelysning på naturmangfoldet - en litteraturstudie* av Arne Follestad kan man lese følgende oppsummering:

Lys er et viktig element i naturen for de fleste organismer, og dets betydning for mange arter åpner for betydelige effekter av lysforurensing på naturmiljøet. Lys er viktig for mange organismer både som en energiressurs og som informasjonskilde. Som en energiressurs brukes lyset for fotosyntesen hos planter innenfor en normal døgnrytme. Reflektert lys blir brukt av dyr ved hjelp av syn for å hente et vidt spekter av informasjon fra omgivelsene. Dette inkluderer nattaktive dyr som bruker lys fra månen og stjernene til bl.a. å finne føde. Lyset kan også regulere biologiske klokker og døgnrytmer, til å bestemme daglengden (som kan trigge flere fenologiske hendelser som løvsprett, blomstring og vinterhvile), for å justere posisjonen til bladene i tre kronene, og som et utgangspunkt for navigasjon (Follestad 2014: 7).

Follestad viser her bredden i problemet med lysforurensing. Det elektriske lyset er et fremmedelement i naturen som påvirker planter, insekter og fugler. Erling Fjeldaas oppsummerer også bredden av problemet i sin mastergrad:

Pattedyrs biologiske klokker kan forstyrres, det oppstår endringer i mønstrene for næringssøk og flere dyr blir påkjørt langs veiene. Fugler blir påvirket gjennom tidligere morgenaktivitet og tidligere hekkeperiode, noe som kan få evolusjonære konsekvenser.

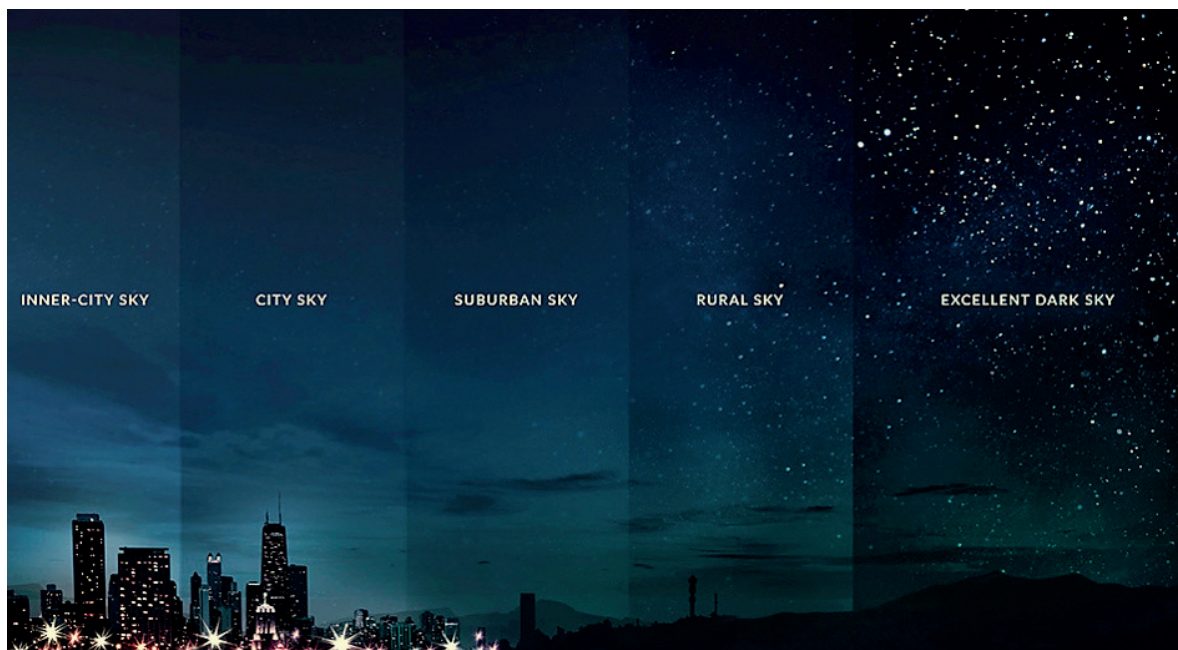
Laksens vandringsmønster kan endres og disponeringen som byttedyr økes. Innsekter svirrer ofte rundt lys om natta fordi de tror de orienterer seg etter månen, det er påvist at mange innsekter dør som følge av dette. Trær herdes dårligere for å klare vinteren med mye lys på høsten. Amfibier og reptiler blir også påvirket: Langs strendene i Florida bruker nyklekte skilpadder lyset fra stjernehimmelen til å komme seg fra stranda og ned til havet, og problemet har vært at de heller beveger seg oppover mot lyset fra veiene og dermed vekk fra stranden og havet (Fjeldaas 2017: 1).

Den kunstige belysningens mange negative virkninger gjør at vi alltid bør vurdere hvor mye lys vi trenger og retningen på lyset. Eller om vi kan installere lysstyring som dimmer lyset ned når det ikke er i bruk, for eksempel på aktivitetsplasser, parkeringsplasser og andre områder som ikke er i bruk hele døgnet. Noen ganger kan det også være et spørsmål om vi i det hele tatt trenger belysningen. Dessuten er det interessant å se om noen prinsipper for belysning kan bidra til å redusere lysnivåene.

### 3.7 Stjernehimmelen, lysforurensing, hvorfor er dette et problem?

*«Klag ikke under stjernene over mangel på lyse punkter i ditt liv»*

Henrik Wergeland



Illustrasjon 10: Lysforurensing påvirker hvor mye vi kan se i byen foto: [www.lreddrop.com](http://www.lreddrop.com)

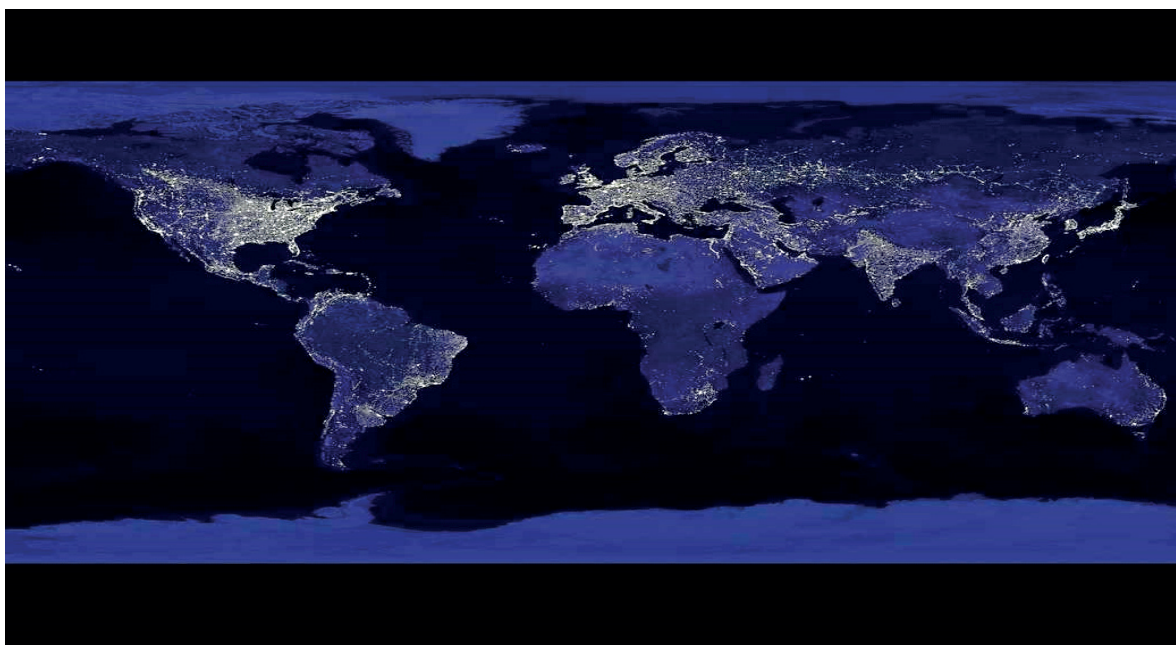
Lysforurensing er et økende problem både i Norge og i resten av verden. Det overflødig lyset er gjerne også det som blander og skaper ubehag, i tillegg til at overdreven belysning fører til at vi knapt kan se våre lyse punkter, stjernehimmelen lenger:

Mer enn 2/3 av Norges befolkning bor et sted hvor Melkeveien ikke lenger syns. Gatelamper, lyskastere og flombelysning sender direkte lys formålsløst opp mot stjernene som følge av manglende skjerming. Lyset reflekteres i atmosfæren og legger et slør mellom oss og himmelen. Kombinert med blendende lys reduseres utsynet enda mer (Fjeldaas 2017: 2).

Lysforurensing er også et stort problem for miljøet. Alle levende organismer påvirkes av lysets naturlige variasjon gjennom døgnet og året, og når den naturlige syklusen endres ved kunstig belysning, endres også livsgrunnlaget for flere arter (Follestad 2014). Overdreven bruk av lys er også et bidrag til unødvendige CO<sub>2</sub>-utslipp. Ny og mer energieffektiv LED-teknologi skal bidra

til mindre utslipp fra belysningen, men mye tyder på at det heller fører til mer lys (International dark-sky association 2014).

## Hva er lysforurensing?



Illustrasjon 11: Det overflødig lyset fra jordkloden, bilde generert fra satellitter. Kilde: NASA

Som vi har sett i forrige kapittel har lysforurensing konsekvenser for naturen og levende organismer som er avhengige de naturlige variasjonene i dagslyset. «Lysforurensning er uønsket eller overflødig kunstig lys. Dette medfører en sløsing av energi, men har også konsekvenser for astronomi, økologi og helse ved at nattehimmelen blir lysere» (Hammerstrøm 2018). Begrepet lysforurensing har opprinnelig handlet om lys som hindrer utsyn til nattehimmelen (astronomisk lysforurensing), men knyttes nå også til økologiske effekter av kunstig belysning (Follestad 2014).

Overflødig lys bidrar til lysforurensing i form av:

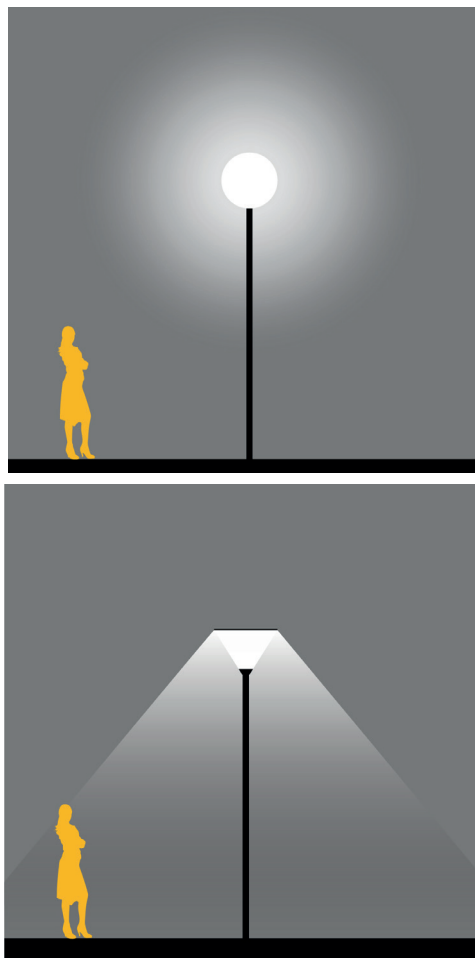
- **Blending** – høye lysnivåer og kontraster som forårsaker visuelt ubehag
- **Himmelglød** – Lys i atmosfæren gir en lys oransjefarget glød til nattehimmelen
- **Strøly** – Lys som spres til steder det ikke er behov for det
- **Lyspunkter** – overflødig lyspunkt som forvirrer og skaper visuelle barrierer

Kilde: International Dark Sky Association  
(IDA)

International Dark Sky Association (IDA) er en organisasjon som jobber for å hindre lysforurensing internasjonalt. De har blant annet bidratt til regulering av lysforurensing i flere amerikanske delstater. Blant annet som følge av deres arbeid, har mer enn 18 amerikanske delstater opprettet egne lyslover (Fjeldaas 2017: 3).

Optimalisering av lyskildenes retning, styrke og virketid er viktige tiltak for energieffektivisering og for å unngå lysforurensing. For eksempel det å rette lyset dit det behøves, en mer effektiv måte å belyse omgivelsene.

Når det kommer til ”økologisk” lysforurensing er det ikke nødvendigvis kun lyset som er rettet mot himmelen som er skadelig, også lys rettet mot for eksempel elver kan skape ubalanse for enkelte fisk. Sånn sett er ”økologisk lysforurensing”, et mye mer komplekst felt der lysets påvirkning avhenger av hvilken art man ser på.



Illustrasjon 12 og 13: Øverste illustrasjon viser en armatur som sprer i alle retninger, og som kan forårsake blinding. Nederste illustrasjon viser en armatur der lyset rettes ned mot bakken, der det behøves. Ill: ÅF Lighting

## Hva kan gjøres?

International Dark Sky Association (IDA) har en liste over tiltak som bidrar til å begrense lysforurensing. Denne listen dekker også problematikk rundt den kunstige nattbelysningens påvirkning på naturmangfold. Den skal derfor også benyttes senere i oppgaven for å gjennomføre en mer konkret analyse av mine utvalgte case.

For å minimere de skadelige effektene av belysning skriver IDA at man bør:

- Kun la lyset være på når det er nødvendig
- Kun belyse områder som behøver det
- Ikke belyse sterkere enn nødvendig
- Bruke minst mulig lys i det blå spekteret
- Armaturer bør være godt avblendet mot himmelen

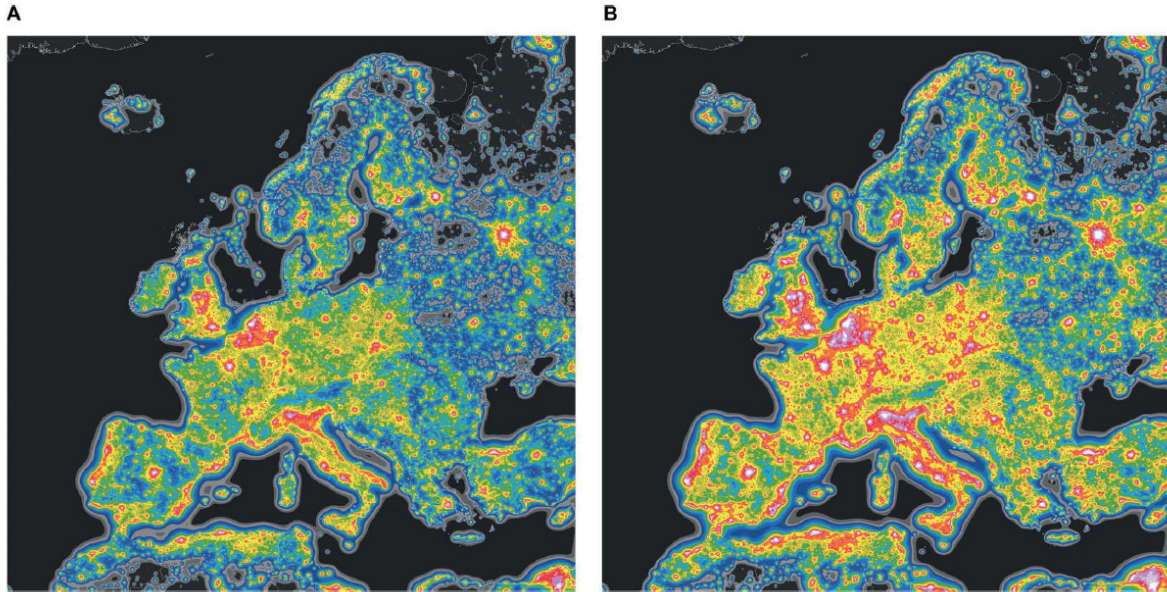
Kilde: (International Dark Sky Association 2015)

Mye av dette handler enkelt fortalt om å redusere lysnivåene, og la lyset være rettet dit man trenger det. Disse tiltakene ser jeg som godt dekkende for å kunne redusere belysningens påvirkning på naturmangfold, såkalt økologisk lysforurensing, i tillegg til astronomisk lysforurensing. Jeg kommer derfor tilbake til dem i mitt analyseperspektiv. Et av punktene handler om **minst mulig lys i det blå spekteret**. Dette punktet forklarer jeg nærmere i neste kapittel.

## Blått lys

Fabio Falchi mfl. har i artikkelen «The New World Atlas of Artificial Night Sky Brightness» fra 2016 funnet at LED lys på 4000 K lysforurenser 2,5 ganger mer enn lysteknologien som har vært mest vanlig for gatelys til nå, såkalt høytrykksnatrium. LED med 4000 K er blitt vanligere fordi kaldere LED-lys er mer energieffektivt, samtidig som at det er en bedre fargegjengivelse enn høytrykksnatrium.

Assuming that the photopic flux and upward emission function remain equal, a 4000K white LED light is about 2.5 times more polluting for the scotopic band of the spectrum than is HPS lighting (16–18). Higher correlated color temperature (CCT) sources are more polluting, whereas lower CCT sources are less. This implies that unless blue-light emission is restricted, a transition toward this technology can be expected to more than double the night sky brightness as perceived by our dark-adapted eyes (Falchi mfl. 2016: 7).



Illustrasjon 14 A og B: Bildene viser forskjellen mellom dagens lysforurensing (A) til venstre og forventet lysforurensing (B) i Europa om det byttes til 4000K, uten å øke lysnivåene. De økte nivåene skyldes at det blå lysets sprer mer i atmosfæren. Kilde: Fig. 5 Falchi m. fl. The new World Atlas of artificial night sky brightness

Høytrykksnatrium er en utskjelt lysteknologi. Den er svært energieffektiv, men har et smalt lysspekter som gir dårlig fargegjengivelse. Lyset fra den er varmt gulaktig, men dårlig fargegjengivelse fører til at den passer dårlig på steder der man har stort behov for å skjelne farger. På motorveier der behovet for å skjelne farger er lavt, kan det være en egnet teknologi. En annen faktor er det blå lysets påvirkning på naturmangfold. Annika Jägerbrand skriver i rapporten *LED-belysningens effekter på dyr og natur med rekommendationer*.

En begrensning av det *blå lyset* (i våglengder under 500 nm) skulle minske påverkan hos de daggdjur, fåglar, fiskar, kråldjur og insekter som kan absorbera lys i dessa våglengder, samt minske påverkan på cirkadianska rytmerna som hos de flesta organismer styrs av lys i de blå våglengderna (via fotoreseptorer). Fördelen med denna begrensning är att negativa effekterna på insekter blir mindre samt att påverkan på många arter av daggdjur, fåglar, fiskar och kråldjur som har seende i dessa våglengder kommer minska. Det är viktigt att vara medveten om att för djur kommer både de visuella och icke-visuella effekterna att reduceras (Jägerbrand 2018: 76).

Det blå lyset påvirker også de circadianske rytmene (døgnrytmen) hos mennesker, og strølys inn i soveromsvinduer vil kunne påvirke vår søvn (Cho mfl. 2015). Men på motsatt side sørger en høy andel blått lys for bedre synlighet i mørket, fordi øynene våre har økt sensitivitet for blått lys når synet er tilpasset mørket, noe jeg kommer tilbake til i kapittel 4.1



## Lovregulering av lysforurensing

I mange land finnes lover som regulerer lysforurensingen. I Frankrike har de for eksempel nylig fått en lov som regulerer lysnivå, fargetemperatur og lysets retning. I tillegg skal lysanlegg som idrettsanlegg, parkeringsplasser og lignende skrus av når de ikke er i bruk.

Erling Fjeldaas skriver i sin masteroppgave, *Regulering av lysforurensing i norsk rett* (Fjeldaas 2017), at rettslig regulering er en forutsetning for å få bukt med lysforurensingen. Han skriver også at:

I formell lov finnes ingen direkte regulering av lysforurensing. Indirekte, er staten pliktig til å legge vekt på lysets innvirkning på miljøet, jf. Grunnloven § 112 og naturmangfoldloven §§ 7 til 12. Det finnes også indirekte bestemmelser som pålegger plikter for borgerne, som for eksempel tålegrensa i grannelova § 2 og byggeforbudet i plan- og bygningsloven § 20-1.282 Grannelova er viktig fordi den åpner opp for at befolkningen, juridiske personer og offentlige virksomheter kan stille rettslige krav om lysforurensing mot hverandre. (Fjeldaas 2017: 54)

Lovgivning vil kunne føles som en tvangstrøye, og kan oppleves rigid, men det vil kunne bidra til at lysforurensing settes høyere på agendaen. Flere vil kunne få øynene opp for de store konsekvensene det har.

## 4. Om å se i mørket

---

I forrige kapittel var fokus på et bredt spekter innen lys og mørke, der jeg trakk inn både fordeler og ulemper med urban belysning. For eksempel Tim Edensors artikkel «The gloomy city: Rethinking the relationship between light and dark» som ser på menneskets forhold til mørke. Eller “The new world atlas of night sky brightness” av Falchi mfl. som sier noe om hvordan ny lysteknologi påvirker utsyn til nattehimmelen i større grad enn eldre teknologi.

Dette kapitlet handler om konkrete elementer som påvirker områders lesbarhet i mørket, og som dermed potensielt kan øke trygghetsfølelsen. Her kommer jeg inn på lystekniske aspekter, der en del er knyttet til rapporten *Godt og trygt lys der du går og sykler* fra Kristiansand kommune. Et viktig tema er ønsket om at flest mulig ferdes til fots eller på sykkel for å redusere bruk av motoriserte kjøretøy, både på grunn av støy, CO<sub>2</sub>-utslipp og fordi fysisk aktivitet kan øke folks livskvalitet. I en bærekraftig by er det viktig med tiltak som oppfordrer til ferdsel til fots og til sykkel. I følge TØI-rapporten *Hvordan skape trygge og levende byrom* hevdes det å være en sterk sammenheng mellom økt lysstyrke og antall gående. Og i litteraturgjennomgangen «Walking after dark» av Rahm og Johansson fra 2016 ser man at belysning har en innvirkning på antall gående, men uten at lysnivåer er nevnt spesielt:

During the hours of darkness, outdoor lighting contributes to visual accessibility, perceived safety, and in turn mobility. As a consequence, the presence of outdoor lighting is considered to improve neighbourhood quality (Bonaiuto, Fornara, & Bonnes, 2006) and has been shown to increase the amount of walking after dark among all age groups: adolescents (Jago, Baranowski, Zakeri, & Harris, 2005), adults (Addy et al., 2004; Eyer et al., 2002; Lee & Moudon, 2008) and elderly (Corseuil et al., 2011; Corseuil, Hallal, Corseuil, Schneider, & D’Orsi, 2012; Rosenberg, Huang, Simonovich, & Belza, 2013) (Rahm og Johansson 2016: 1).

Det er dette jeg ønsker å undersøke nærmere, nemlig om alternative belysningsstrategier kan bidra til å styrke omgivelsenes lesbarhet og dermed folks trygghetsfølelse, som videre kan føre til at flere velger å gå fremfor for eksempel å kjøre bil. Innledningsvis gjennomgås noen momenter om lys og syn, videre skal vi se litt på hvordan synsapparatet virker og hvordan det påvirkes av lys.

## 4.1 Lyskvalitet

Lysets egenskaper bidrar til at vi kan avlese og forstå omgivelsene. Om lyset gjensker omgivelsene så korrekt som mulig, brukes mindre tid på å tyde dem. For å gjengi omgivelsene korrekt kan man bruke dagslyset som utgangspunkt, siden synsapparatet er tilpasset det naturlige lyset. I dagslys gjengis farger perfekt siden det inneholder alle bølgelengder, og kombinasjon av direkte og indirekte lys skaper skyggevirkninger som gjør objekter lett å avlese. For å si noe om lyskvalitet i dette kapitlet, er mye informasjon blant annet hentet fra *Lysboken*, utgitt av Lyskultur i 2009, men jeg har også benyttet meg av rapporten *Godt lys der du går og sykler* utgitt av Kristiansand kommune i 2013. Her gis det en god oversikt over de viktigste hensyn man må ta ved gangstibelysning.

### Mesopisk syn

Våre øyne tilpasser seg lysnivåene omkring oss. På dagtid har vi *fotopisk syn*, der vi kan se farger. *Fotopisk syn* har vi når lysnivåene er over 3 cd/m<sup>2</sup>. Når lysnivåene går under 3 cd/m<sup>2</sup>, får vi *mesopisk syn*, som er en mellomting av fargesyn og sort/hvitt-syn. Her benyttes både stavene og tappene på netthinnen. Når lysnivåene går under 0,02 cd/m<sup>2</sup> får vi *skotopisk syn*, og kun stavene som ikke oppfatter farge er aktive. Vi trenger om lag 30 minutter for å være fullt adaptert til *skotopisk syn*, men for å adaptere tilbake til *fotopisk syn*, trenger vi kun noen sekunder (Lyskultur 2009). Adaptasjonsprosessen, altså våre øynes evne til å tilpasse seg ulike lysnivåer, er det viktig å ta hensyn til når man belyser uteområder. Om våre øyne er godt adaptert til mørke omgivelser, er lavere lysnivåer tilstrekkelig. Men om vi hele tiden blir blendet, vil ikke øyet kunne tilpasse seg de lavere lysnivåene.

Ved ferdsel i opplyste uteområder har vi som regel *mesopiske synsforhold*, hvor både staver og tapper er aktive (Kristiansand kommune 2014: 23). De problemstillinger jeg tar opp her i oppgaven omhandler altså hvordan vi oppfatter omgivelsene under *mesopiske forhold*. Mange parametere avgjør hvordan vi avleser omgivelsene i mesopisk syn: “A complex set of parameters, such as background luminance, contrast, target size and location in the visual field, and the spectral characteristics of the target and background, are likely to influence how well people can see under mesopic conditions (CIE, 2010)” (Johansson mfl. 2014). Faktorer som kontrastforhold mellom objekt og bakgrunn, størrelse på objektet og fargekontraster kan være med på å avgjøre hvor godt man ser, og er med på å bidra til et områdes lesbarhet om kvelden –elementer som krever at man setter seg inn i stedets karakteristikk når man skal velge riktig belysning.

### Lysfarge og S/F-forhold

Lysets farge avhenger av lysets spektralfordeling, altså fordelingen mellom de ulike bølgelengdene i lysstrålingen. Dagslyset har alle farger med en fargegjengivelse på 100 %. Ulike lyskilder har ulik spektralfordeling som avgjør hvilken farge og hvilken fargegjengivelse lyset har.

Lysets fargetemperatur måles i Kelvin (K), og varierer normalt mellom 2000-6000 K, der 2700 K tilsvarer lyset fra en 60 W lyspære på full effekt, og 4000 K er det som kalles nøytralhvit. Vanligvis benyttes lysfarge mellom 3000-4000 K på norske veier og gangstier belyst med LED-lys. Men det er fremdeles vanlig å benytte høytrykksnatrium på veilys. Disse gir et gulere lys med fargetemperatur på rundt 2000 K og med relativt dårlig fargegjengivelse. Dette er en svært energieffektiv lyskilde, og har derfor vært svært utbredt både i Norge og resten av verden. . Men det viser seg at den dårlige fargegjengivelsen også reduserer evnen til å oppfatte objekter. Professor ved Sheffield School of Architecture, Steve Fotios skrev i 2013 at:

However, brightness is not the only factor that matters for the lighting of residential roads. The ability to detect obstacles is also important, as is the appearance of the environment and the confidence that the intent and identity of other people can be recognised. Other studies have shown that the ability to detect obstacles is influenced by lamp spectrum in a similar manner to brightness, that is, a higher S/P ratio improves obstacle detection. As for the acceptability of the appearance of the environment, this is more consistently related to the colour rendering of the light source than the S/P ratio (Fotios 2013: 1)

Fotios skriver altså at en høyere S/F-forhold (S/P-ratio på engelsk) øker evnen til å observere hindringer i veien, og at høyere fargegjengivelse også har sammenheng med hvordan omgivelsene fremstår. S/F-forhold er forklart slik i rapporten *Godt lys der du går og sykler*: «Forholdet mellom lysytelse under skotopiske og fotopiske forhold.<sup>3</sup> Høyt S/F-forhold antas å bidra til at omgivelsene virker lysere, selv om det ikke er direkte målbart. Jo høyere S/F-forhold lyskilden har, desto høyere er dens lyseffektivitet ved mesopisk beregning» (Kristiansand kommune 2014: 24). Når øynene våre er tilpasset mørket har de økt sensitivitet for blått lys. Fargetemperaturen, eller lysfargen, avhenger av lysets spektrale sammensetning. Og et bredt spekter gir god fargegjengivelse. siden øynene er mer sensitive for blått lys ser det ut til at lysnivåene kan reduseres ved bedre fargegjengivelse og S/F-faktor.

I rapporten *CE 206:2014 – Effekter av spektral lysfordeling i bymessige og fotgjengerdominerte områder* omhandles belysningens spektralfordeling og hvordan den påvirker oppfatning av omgivelsene. I Storbritannia brukes denne rapportens forskningsresultater til å redusere kravene i S-klassen 1-2 trinn når en går fra svært dårlig fargegjengivelse (monokromatisk lavtrykksnatrium) til svært god fargegjengivelse fra lyskilder (Kristiansand kommune 2014: 6).

Steve Fotios, underbygger dette i en e-post utveksling den 21. nov 2019:

---

<sup>3</sup> Forholdet mellom dagsyn (fotopisk) og nattsyn (skotopisk), forklares nærmere i «Definisjoner og begreper» sist i oppgaven.

Regarding lamp spectrum. Research suggests that the one metric that matters is S/P ratio - it is associated with peripheral detection and with spatial brightness. That should not be read as a recommendation to use higher S/P ratios; what it means is that designers can make a trade off between illuminance and S/P ratio to maintain the same level of visual performance. (e-post utveksling, 21. nov. 2019)

Det at en kan redusere lysmengdene med høyere S/F-forhold er for så vidt positivt, men som vi kommer til å se senere, ser det ofte ut til at det motsatte skjer ved utskifting til LED. Derfor er det viktig å benytte seg av muligheten til å redusere lysklassen ved bruk av lysteknologi med høyere fargegjengivelse og S/F-forhold. Armaturer med kaldere lysfarge ser også ut til å score høyere på S/F-forhold:

Lyskilde	S/F - forhold
Høytrykksnatrium	0,6
Metallhalogen varmhvit	1,2
LED kald hvit	2,1
Metallhalogen dagslys	2,4

Illustrasjon 15: Tabellen viser S/F-forhold på vanlige lyskildetyper for veilys.  
Tabell: Kristiansand kommune

Dette gir argumenter for å belyse gatene med blåere lys. Men Falchi m. fl. viser i en artikkel fra 2016 at kaldt LED- og metallhalogen-lys har fem ganger høyere påvirkning på døgnrytmen (gjennom melatoninundertrykkelse) enn det varmere høytrykksnatrium, og det påvirker lysforurensing i større grad fordi den elektromagnetiske sammensetningen med kaldere lys reflekteres lettere i atmosfæren. De skriver:

We found that the amount of pollution is strongly dependent on the spectral characteristics of the lamps, with the more environmentally friendly lamps being low pressure sodium, followed by high pressure sodium. Most polluting are the lamps with a strong blue emission, like Metal Halide and white LEDs. Migration from the now widely used sodium lamps to white lamps (MH and LEDs) would produce an increase of pollution in the scotopic and melatonin suppression bands of more than five times the present levels, supposing the same photopic installed flux (Falchi mfl. 2011: 1).

Blått lys har kortere bølgelengde, og spres derfor i større grad i atmosfæren. LED har ofte mye blått lys i sitt spekter og reduksjon i den blå delen (P-band) kan bidra til å redusere lysforurensing (Jägerbrand 2015). Gatelys med større andel lys i den blå delen av spekteret har altså den effekten at man lettere kan skjelve objekter fra hverandre i mørket. Men samtidig påvirkes både vi mennesker og naturmangfold negativt av blått lys på feil tidspunkt av døgnet. Lys i den blå delen av spekteret påvirker søvnhormoner i kroppen vår (Cho mfl. 2015) (Harvard Health 2012).

Dette viser igjen at vi må søke å balansere mellom våre behov for lys når vi ferdes ute i mørket og hensynet til lysforurensing og naturmangfold. Særlig viktig er det derfor å avdekke løsninger som kan bidra til økt lesbarhet uten å ty til høye lysnivåer eller for mye bruk av det blå lyset. Steder med mye biltrafikk bør kanskje fremdeles belyses med høytrykksnatrium.

På tettstedet Zuidhoek-Nieuwkoop i Nederland er det gjennomført et prosjekt med rød, og såkalt flaggermusvennlig belysning. Tettstedet ligger i et naturvernsområde, med sterkt fokus på at boligene er tilpasset miljøet.

The connected LED street lights, provided by Signify (formerly Philips Lighting), are designed specially to emit light that does not affect the natural senses and rhythms of rare bat species in the town. Developed by Signify, in collaboration with the University of Wageningen and additional NGOs active in this field of conservation, the new lights emit a red colour and use a wavelength that doesn't interfere with a bat's internal compass (Georgieva 2018).

Prosjektet er et flott eksempel på hvordan ny teknologi kan benyttes for å tilpasse belysningen til naturen. Det viser også hvordan lys i det blå spekteret bør og kan unngås.

## Belysningsklasser

I Håndbok 264 fra Statens vegvesen er det fastsatt belysningsklasser for ulike veityper. For gang- og sykkelveier benyttes vanligvis S-klassene som behandler horisontal belysningsstyrke og jevnhet. Dette er den mest brukte klassen for gang- og sykkelveier under ukompliserte forhold. CE-klassene anvendes når trafikken er sterk og/eller det er høyt nivå av forstyrrende (obtrusive) lys i nærheten. Gjennom belysningsklassene settes krav til lysnivå. Det kan også settes krav til jevnhet, synsnedsettende blending og belysning av omgivelsene (Statens vegvesen 2013).

Det finnes også to tilleggsklasser for belysning av gangstier:

→ EV-klassene kan benyttes i tillegg til S- eller CE-klassene i områder der det er viktig å oppfatte informasjon på vertikale flater eller objekter (informasjonsskilt etc.).

→ ES-klassen kan benyttes i tillegg til S- eller CE-klasse der det legges mer vekt på økt trygghetsfølelse og reduksjon i overfall og kriminalitet.

(Kristiansand kommune 2014: 5)

EV-klassen er knyttet til vertikal belysning, som knyttes til observasjon av vertikale flater, som skilt, eller fotgjengere. ES-klassen handler om halvsylindrisk belysningsstyrke, som igjen er knyttet til ansiktsgjenkjenning. Steve Fotios forteller under et foredrag på Lysets dag i Oslo, 20. november 2019, at han er kritisk til utstrakt bruk av ES-klasse, på grunn av blendingsfaren det

gjærne medfører. Han forteller videre at han også er kritisk til hvordan lysklassene er bestemt. Han mener at lysnivåene i svært mange sammenhenger er for høye, og at lysnivåene generelt sett bør dempes. Dette forklarer han med at respondenter i undersøkelser der de blir bedt om å fastsette et passende lysnivå, vil velge et nivå midt på skalaen. Midtnivået vil, i de fleste tilfeller, være det som gjennomsnittet mener er best passende i denne type undersøkelser, og at lysklassene dermed er fastsatt på feil grunnlag. Han mener at mange undersøkelser der man ønsker å fastsette et passende lysnivå ikke er utført på en måte der man faktisk har funnet ut hva som er passende for situasjonen, men man har rett og slett bare funnet lysnivået midt på skalaen som be undersøkt. (Fotios, 20. nov 2019) Dette er svært interessante innspill i debatten om lysnivåer, der det kan se ut som at nivåene stadig presses opp, særlig ved hjelp av mer energieffektive lyskilder.

## Blendingsklasser

Ved høye lysnivåer kan faren for blending være større, siden kontrastene i synsfeltet øker. Ved høye lysnivåer vil også områder som ligger utenfor det opplyste feltet oppfattes mørkere, fordi øyet tilpasses til det lyseste området i synsfeltet. Særlig i caset med gangsti på Grorud ser jeg mer på denne problemstillingen, der lysnivåene i to typer lysanlegg undesøkes.

Vi skiller mellom ubehagsblending og synsnedsettende (fysiologisk) blending. Synsnedsettende blending oppstår når en lyskilde sender lys direkte i øynene på trafikanten. Lyset spres i øynene og legger seg over det skarpe bildet på netthinnen. Dette gjør at kontrasten i bildet reduseres. Blendingskontroll av synsnedsettende blending utføres ved beregning av TI % (Statens vegvesen 2013). (TI %=Prosentvis økning i kontrast mellom objekt og bakgrunn.)

Ved ubehagsblending benyttes blendingsklassene D1-D6. D6 er beste armaturblendingsklasse, og lyspunkt klassifiseres i blendingsklasser på grunnlag av lysstyrke og størrelse. Det settes krav til blendingsklasse ved bruk av belysningsklasser i S-serien (Statens vegvesen 2013). Som eksempel bør man i åpne boligområder og langs gang- og sykkelveger bruke armaturer i klasse D6. Der det er sammenhengende fasader, gågater og lignende kan det benyttes armaturer i klasse D5 (Statens vegvesen 2013). Men ifølge tiltakskatalogen fra Transportøkonomisk institutt (TØI) Belysning for gående vil den beste blendingsklassen gi for dårlig ansiktsgjenkjenning: «D6 er beste armaturblendingsklasse, men gir dessverre for dårlig horisontal luminans og dermed svak ansiktsgjenkjenning» (Bye og Fjeldaas 2014). Forholdet mellom ansiktsgjenkjenning og blending er vanskelig forenbare motsetninger som jeg vil se mer på i neste kapittel.

## 4.2 Modellering, ansiktsgjenkjenning og blendingsforhold



Illustrasjon 16 og 17: Belysning på Mariatorget i Stockholm. Til høyre er situasjon før utskiftning, til venstre er situasjon etter utskiftning, der belysningen er rettet ned mot bakken, der det behøves. Resultatet er mindre blanding og økt synlighet. Foto: Mikael Silkeborg, og ÅF Lighting

Som nevnt i forrige kapittel er forholdet mellom blanding og ansiktsgjenkjenning et stort problem ved utebelysning. Dette vil derfor stå sentralt i min analyse av enkelte av lysprosjektene i min case-studie. For å oppnå ansiktsgjenkjenning behøves vertikalt lys i ansiktshøyde, men dette lyset vil også kunne blende. Og når øynene tilpasser seg til det blendende lyset, vil omgivelsene oppfattes mørkere. I rapporten *Godt lys der du går og sykler* fra Kristiansand kommune står det, som tidligere nevnt blandt annet følgende « ... Det blir derfor nødvendigvis et kompromiss når en skal både belyse ansikt og unngå blanding samtidig» (Kristiansand kommune 2014: 9). Og i forrige kapittel kunne vi lese at om vi velger den beste blendingsklassen (D6), vil vi oppnå for lav ansiktsgjenkjenning. Halvsylindrisk belysningsstyrke er viktig, og armaturer bør ha «en stor lysende flate, men lave verdier for synsnedsettende blanding» (Kristiansand kommune, 2014: 10).

I nevnte foredrag med Steve Fotios på Lysets dag snakket han også om ansiktsgjenkjenning. Fotios mener at det høye fokuset på ansiktsgjenkjenning er feiltolkning av Caminada og van Bommels forskning (se kap. 3.1). De nevner «identifisere personer» som et av fire behov for lys i offentlig rom. I påfølgende forskning ble det lagt vekt på å identifisere kjente personer. Fotios mener en mer logisk tilnærming er å identifisere den møtende personens intensjon. Fotios viste flere visuelle signalementer som er viktige for å avlese en persons intensjon: Kjønn, antall personer, kroppstype, gangart, objekter som bæres, og klesstil. (Fotios, 20. nov 2019) Lys i



ansiktet vil kun vise en del av helheten. Dette viser at man ikke nødvendigvis behøver lys direkte i ansiktet på møtende personer for at man skal føle seg trygg. Dette lyset vil også blende, og potensielt redusere synlighet.

Øynene justerer seg til det lyseste i synsfeltet, og ved blinding vil omgivelsene, som tidligere nevnt, oppleves mørkere og områdets lesbarhet synker. På grunn av at glasslegemet inne i øyet gulner med årene, spres mer lys inne i øyet når man blir eldre, noe som gjør at man blir mer utsatt for blinding. Derfor vet vi at blinding påvirker eldre i mye større grad enn yngre (Lyskultur 2009). Synshemmede er også mye mer sensitive for blinding. Mange vegrer seg for å gå ut på kveldstid på grunn av blendende gatelys (Foredrag Rolf Lund på Eikholt 17. oktober 2019). Rolf Lund nevnte også at blått lys, på samme måte som i atmosfæren, spres i større grad i linsen enn varmt lys, og vil dermed blende mer.

Ansiktsgjenkjenning er viktig når det kommer til trygghetsfølelse når man er ute og går i mørket: "Facial recognition is considered to be an important visual task for pedestrians after dark, since judging the intent of oncoming pedestrians from a safe distance is deemed important for the perception of safety" (Rahm og Johansson 2018: 2). Det samme er nevnt i TØI-tiltak: Belysning for gående: «Ansiktsgjenkjenning på tilstrekkelig avstand er et helt sentralt kriterium for opplevelse av trygghet på gangveier» (Bye og Fjeldaas 2014). Ansiktsgjenkjenning er viktig fordi det gjør det lettere å lese hva slags intensjoner personer man møter på veien har, men som Fotios nevner er det ikke sikkert at dette er helt sentralt for trygghetsfølelse, og at mange andre faktorer spiller inn når man observerer møtende personer.

Ansiktsgjenkjenning relateres normalt til halv sylindrisk belysningsstyrke og kan måles ved hjelp av et lysberegningsprogram. Zaikina og Matusiak har skrevet om forholdet mellom halv sylindrisk belysningsstyrke og vertikal belysningsstyrke.<sup>4</sup> De skriver følgende: «Med utgangspunkt fra et ønskelig vertikalt/halv sylindrisk belysningsforhold på 1,3 lx har man funnet minste verdi av en vertikal belysningsstyrke, 33 lx, for lett ansiktsgjenkjenning på 17 meter, og 0,8 lx fra 4 meter (Boyce 2003)» (Zaikina og Matusiak 2017: 37). Hva man klarer å skjelle i mørket avhenger selvfølgelig av lysnivået, og Miyamae og Takeuchi (1989) skriver at med en vertikal belysning på ansikt på 1 lux og 2,1 lux, kan man skjelle øye, nese og munn på fremmede på henholdsvis 4 og 10 meter. Er lysnivåene på 1,8 lux og 5 lux kan man gjenkjenne personer på henholdsvis 4 og 10 meter (Narisada og Schreuder 2013). Her kan man igjen tenke på teaterscenen som jeg nevnte i kapittel 3.1. Det er viktig å ta hensyn til at i det offentlige rom er alle både tilskuere og deltakere. Blendende lys i ansiktet vil muligens forringe muligheten til å se omgivelsene.

---

4 Rombauts et.al. (Rombauts et.al., 1989) definerte minimum halv sylindrisk belysningsstyrke på 0,6 lx på ansiktet som et nødvendig minimum for å sikre lett gjenkjenning fra fire meter (fire meter er dimensjonen av det såkalte offentlige rom som omgir et individ). I tillegg fant forfatterne at belysningen av et ansikt fremstår som godt belyst når det vertikale/halv sylindriske belysningsforholdet er mellom 1,1 og 1,5 (Zaikina og Matusiak 2017: 37).

## 4.3 Sammenheng mellom lysnivå og antall gående

Flere undersøkelser finner en sammenheng mellom antall gående og lysstyrke. I et prosjekt ved Lund universitet ble tre armaturer med ulik fargetemperatur og belysningsstyrke vurdert. Her kommer armaturen med høyest belysningsstyrke og kaldest fargetemperatur best ut på blant annet ansiktsgjenkjenning og påvisning av hindringer i veien. Armaturen som ble brukt kom dårligere ut når det gjaldt det de kaller «Perceived comfort quality», som handler om de mer rekreative funksjoner ved belysningen, noe man mener kan ha en sammenheng med den kaldere fargetemperaturen (Rahm og Johansson 2018). Dette kan også forklares med det som tidligere ble nevnt angående S/F-forhold, der man ser at armaturer med blåere lys gir bedre synlighet, men har negative virkninger for naturmangfold og lysforurensing (se kap 4.1.2).

Da det ble satt opp kraftigere LED-belysning på Kristian IV's gate ved Slottsparken i Oslo, økte gangtrafikken. Det viser en rapport Oslo kommune har fått utarbeidet om tiltak som kan få folk til å bruke byrommet mer. I rapporten *Hvordan skape trygge og levende byrom* av Transportøkonomisk institutt (TØI), på bestilling av Oslo kommune, står det:

Når vi ba folk om å nevne hva som kan gjøre dem utrygge i Frognerparken og NMBU-parken, nevnte mange manglende belysning. Vi gjennomførte et eksperiment i NMBU-parken der vi belyste sidevegetasjon som vokste tett opp til gangveien der deltakerne skulle gå. Resultatene antyder at vegetasjonsbelysningen økte opplevd belysning på gangveien og på den måten økte trygghetsfølelsen. Installasjon av LED-pærer i Kristian IV's gate utenfor Slottsparken som gav bedre lysfordeling, førte til mer gangtrafikk på fortøyet som ble bedre belyst (Meyer mfl. 2019: II).

Det er klar sammenheng mellom lysnivå og trygghetsfølelse ifølge rapporten fra TØI, hvor folk ble spurt om trygghetsfølelse i tilknytning til to parker (NMBU-parken og Frognerparken), og hvor antall gående langs Slottsparken ble talt før og etter utskiftning av armaturer til mer kraftig lysende LED. For eksempel kan tiltaket med belysning av sidevegetasjon være fint for å øke områdets lesbarhet. Det ville også vært interessant å undersøke om lignende type tiltak samtidig kunne sørge for at lysnivåene på gangstien kunne dempes. Spørsmålet er om man kunne oppnå flere gående også ved bruk av lavere lysnivåer. Tiltaket med utskiftning av lysanlegget ved Slottsparken gir høyere lysnivåer og mest sannsynlig høyere S/F-forhold. Dette er med på å øke synlighet i området, men her kunne det vært interessant å se på om en mer stedstilpasset belysning også ville ha en positiv effekt på gangtrafikken.

Elvelangs i fakkellys arrangeres ved Akerselva hvert år i slutten av september og er et godt eksempel på man ikke nødvendigvis trenger mye lys for at mange vil gå. På Elvelangs slukkes det vanlige gangveilyset og gangstien langs elven blir fylt med fakler og ulike lysinstallasjoner. «4400

fakler og 140 kulturinnslag, som perler på en snor langs Akerselva! Levende musikk, lyskunst, installasjoner. Magisk stemning - og det er gratis!» ([www.elvelangs.no](http://www.elvelangs.no)). Dette arrangementet trekker veldig mange mennesker hvert år, selv om det er bekmørkt langs elven, og man knapt kan skimte silhuetten på de man møter langs stien. De tente faklene og lyskunsten gir en helt egen stemning langs elven. Nå er dette et spesielt arrangement, og kan ikke direkte overføres til en dagligsituasjon. Men det er et godt eksempel på at det er enklere å etablere stemning ved lavere lysnivåer, og at lysnivåene ikke nødvendigvis henger sammen med antall gående.

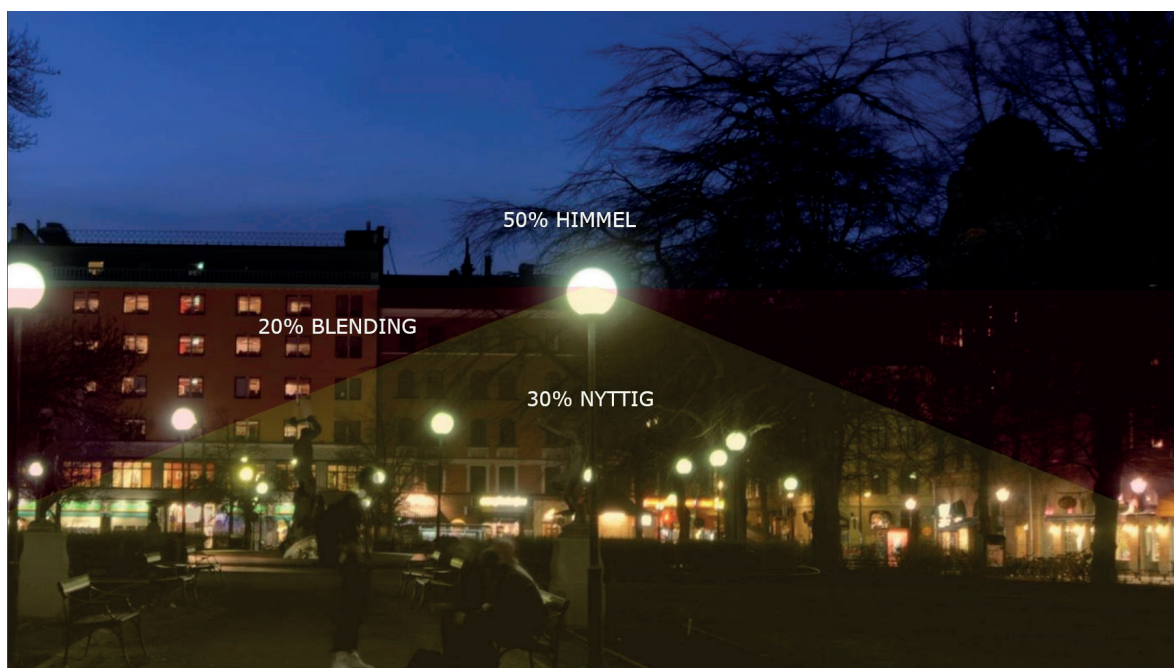


Illustrasjon 18: Elvelangs i fakkellys langs Akerselva Foto: Popsenteret

## 4.4 Oppsummering

I kapittel 4 og 5 har vi sett at belysningen påvirker naturmangfold og utsyn til stjernehimmelen i stor grad. Hvor mye belysningen påvirker arts mangfold, har man i liten grad sikker viten om. NINA's (Norsk institutt for naturforskning) rapport (Follestad 2014) dokumenterer at det er en stor bredde av arter som påvirkes av kunstig nattbelysning. Mange ønsker at lysforurensing reguleres i større grad enn det gjør i dag, og mye av dette handler om ønsket om å kunne observere stjernehimmelen. De samme tiltakene som påvirker utsyn til stjernehimmelen, kan også overføres til hensyn til naturmangfold. Vi har også sett at måten vi bruker uteområdene påvirkes i stor grad av belysningen. Enkelte rapporter viser at mer lys fører til flere gående. Jeg ønsker å se på alternative måter å sørge for lesbarhet, og lyset i større grad er rettet dit det trengs,

I neste kapittel presenteres mitt analyseperspektiv. Basert på elementer fra kunnskapsgrunnlaget som her er gjennomgått skisseres her et mer konkret opplegg for undersøkelse og analyse av belysningsstrategien i fem case.



Illustrasjon 19: Figuren viser hvordan det meste av belysningen i en rundstrålende armatur bidrar til lysforurensing og blinding. Fra Mariatorget i Stockholm, før utskiftning. Illustrasjon: Helga Iselin Wåseth

DEL III

ANALYSE AV LYSANLEGG

## 5. Analyseperspektiv

---

Foregående kapitler har gitt et bredt bilde av ulike problemstillinger knyttet til utendørs belysning og hvordan lysets kvaliteter påvirker oppfattelsen av byrom. I dette kapitlet bruker jeg kunnskapen som grunnlag for å utvikle et analyseperspektiv for nærmere undersøkelse av et utvalg lysprosjekter. Hovedfokuset i disse undersøkelsene vil være hvordan lysforurensing og negativ innvirkning på miljøet kan reduseres uten at det går på bekostning av brukernes trygghetsfølelse. I analysen vil reduksjon av lysforurensing og belysningens påvirkning på naturmangfold være et viktig bakteppe. Jeg har valgt et utvalg av case som gir meg anledning til undersøkelse og analyse av ulike belysningsprinsipper. Mitt primære siktemål er å undersøke hvordan de forskjellige belysningsstrategiene virker inn på omgivelsenes lesbarhet, og dermed påvirker orienteringsevne. Videre vil jeg se på hvordan dette igjen har betydning for trygghetsfølelse, og om det påvirker måten vi forholder oss til stedet og andre mennesker i området. Dette hviler på en antagelse om at god lesbarhet har stor betydning for folks opplevelse av trygghet.

### 5.1 Bakgrunn og miljøaspekter

For hvert prosjekt undersøker jeg innledningsvis bakgrunn, anvendte belysningsstrategier og ikke minst lysanleggets påvirkning på miljø og bidrag til lysforurensing. For å se på miljø/lysforurensing tar jeg utgangspunkt i IDA's (International Dark sky Association) fem konkrete tiltak for å redusere lysforurensing. De fem tiltakene, nevnt i kapittel 3.7, er valgt fordi de spenner over de viktigste problemene lysforurensing står for. Tiltakene er utarbeidet av en gruppe forskere knyttet til IDA, en anerkjent organisasjon som har jobbet med lysforurensing i over 30 år. Tiltakene reflekterer hensyn til naturmangfold ved reduksjon av lysnivåer og avskjerming av lyskilder. I tillegg vil reduksjon av lys i den blå delen av spekteret bidra positivt til naturmangfold, fordi blått lys ligner mer på dagslys, og dermed påvirker dyr/planter/insekter/mennesker i større grad (Jägerbrand 2015). I tillegg reduseres CO<sub>2</sub>-utslipp ved at mindre energi går til belysning.

IDA's fem tiltak for å redusere lysforurensing:

**Kun la lyset være på når det er nødvendig**

**Kun belyse områder som behøver det**

**Ikke belyse sterkere enn nødvendig**

**Minst mulig lys i det blå spekteret**

**Armaturer bør være godt avblendet mot himmelen**

(Kilde: International Dark Sky Association 2015)

## 5.2 Trygghetsfølelse

For å si noe om belysningens trygghetsskapende aspekter ser jeg særlig på elementer som bidrar til oversikt over området og omgivelsenes lesbarhet. Lesbarhet ser ut til å være noe av det mest sentrale når det gjelder trygghetsskapende belysning. Spørsmålet er så hvordan ulike belysningsstrategier kan sies å bidra til å styrke eller svekke omgivelsenes lesbarhet. Basert på artikler, som er omtalt i kunnskapsgrunnlaget, har jeg hentet ut de mest relevante aspekter av lesbarhet, som jeg vil bruke ved analyse av utvalgte case. I denne delen bruker jeg Caminada og van Bommels (1980) klassifisering for behovet for lys i offentlig rom, som jeg skrev om i kapittel 3.1:

- Oppdage hindringer
- Visuell orientering
- Identifisere personer
- Hygge («Pleasantness») og komfort

I oppgaven er jeg særlig opptatt av lesbarhet. De første tre punktene i Caminada og van Bommels liste mener jeg i stor grad omhandler byrommets lesbarhet. Derfor velger jeg å undersøke disse tre punktene mer konkret gjennom å se på:

- Lysnivå
- Ansiktsgjenkjenning
- Blending
- Modellering
- Oversikt over området

Punktet «Hygge og komfort» mener jeg også er en svært viktig faktor for å øke gangtrafikken, men dette punktet tenker jeg ikke å benytte i min egen analyse, da jeg har valgt å konsentrere meg om spørsmålet om lesbarhet. Jeg tar imidlertid dette aspektet med i den etterfølgende diskusjonen, som et av flere viktige elementer for å øke bruk av byrommet.

Det som følger er en gjennomgang av mine fem viktigste analysepunkter:

Som tidligere nevnt viser flere rapporter at høyere lysnivå kan bidra til økt ferdsel i et område. Dette har sammenheng med at høye lysnivåer bidrar til økt synlighet, og dermed bedre lesbarhet. Det jeg er interessert i å undersøke er om det finnes alternativer til å benytte økte

lysnivåer for å skape lesbarhet. **Lysnivå** er komplekst å undersøke, fordi øynenes tilpasningsevne påvirker hvor lyst et område oppleves.<sup>5</sup> Lysnivået er relatert til lesbarhet på flere måter. Lys gir synlighet, men ved for store kontraster kan det bidra til å redusere oversikt over området.

I en av rapportene som vi alt har vært innom (Meyer mfl. 2019), understrekes **ansiktsgjenkjenning** som et viktig tiltak for trygghetsfølelse fordi det bidrar til at man kan identifisere personer. Samtidig skisseres utfordringen med at dette kan gi økt **blending** frem. Forholdet mellom ansiktsgjenkjenning og blending blir dermed viktig å undersøke nærmere. Blending forringer lesbarhet, noe som også går ut over visuell orientering.

En annen faktor som skal undersøkes nærmere, er hvordan **modellering** virker inn på omgivelsenes lesbarhet og visuell orientering. Det kan både handle om modellering som bidrar til å oppdage hindringer, visuell føring og modellering av området som helhet. Modellering kan sees som en stedstilpasset belysningsstrategi ved at man gjennom romskapende belysning søker å fremheve viktige elementer i by-/landskapsrommet.

I TØI's rapport *Hvordan skape trygge og levende byrom* (Meyer mfl. 2019) har man utviklet et spørreskjema for å kartlegge trygghetsfølelse, her er «**oversikt over området**» benyttet som en viktig analysekategori. Dette tar jeg med i min analyse fordi oversikt over området er sterkt knyttet til lesbarhet av by-/landskapsrommet.

Dermed har jeg en liste over fem sentrale aspekter som handler om hvordan belysning virker inn på omgivelsenes lesbarhet. Disse skal benyttes som grunnlag for analyse av de utvalgte casene:

- **Lysnivå:** undersøkes med utgangspunkt i lysberegning og lysmålinger, observasjoner og spørreskjema.
- **Ansiktsgjenkjenning:** undersøkes med utgangspunkt i lysberegninger, vurderinger i spørreskjema og intervju.
- **Blending:** undersøkes med utgangspunkt i blendingsberegninger i lysberegningsprogram, vurderinger i spørreskjema og intervju med lysdesigner.
- **Modellering:** undersøkes med utgangspunkt i lysberegninger, vurderinger i spørreskjema og intervju med lysdesigner.
- **Oversikt over området:** undersøkes med utgangspunkt i intervju med lysdesigner, vurdering av foto og svar fra spørreskjema.

Disse fem elementene undersøkes på noe forskjellig måte i hvert av casene. I to av lysanleggene benyttes spørreskjema kombinert med lysberegninger og lysmålinger. I tre av anleggene utføres analysene basert på intervjuer, lysberegninger, brev, foto og annet materiale. Dette er beskrevet

---

<sup>5</sup> Kommer en gående fra et område med mye lys tar det tid før øynene er tilpasset et lavere nivå. Har en oppholdt seg lenge i mørket, oppleves omgivelsene lysere uavhengig av målt lysnivå



nærmere i forbindelse med hvert enkelt case.

Den mer konkrete undersøkelsen av disse fem elementene gir meg et materiale som så skal bli gjenstand for en diskusjon og analyse. I den forbindelse vil jeg se nærmere på spørsmålet om lesbarhet, altså i hvilken forstand belyningsstrategiene bidrar til oversikt og slik styrker brukernes orienteringsevne.

Denne tematikken kan være utfordrende å undersøke, da enkelte elementer som bidrar positivt i én retning, kan gi negative utslag i en annen retning. Dette gjelder særlig hensyn til naturmangfold og lysforurensing, men også hensyn til fotgjengere kontra naboer til lysanlegget. I tillegg kommer det forhold at folk kan ha ulike personlige preferanser for belysning. Jeg er særlig ute etter å finne gode eksempler på løsninger der man både oppnår godt stedstilpassede anlegg, som ikke bidrar til lysforurensing og negative virkninger for miljøet, samtidig som at trygghetsfølelsen blir ivaretatt. Min videre antakelse er altså at en styrking av omgivelsenes lesbarhet kan virke positivt inn på brukernes opplevelse av trygghet.

## 6. Fem utvalgte lysanlegg

---

Fem områder er valgt ut som case til nærmere undersøkelse basert på analyseperspektivet som er utviklet i forrige kapittel. De fem konkrete casene er:

**Jørpelandsholmen**, en liten holme i Ryfylke der det nylig er anlagt et nytt lysanlegg med lavere lysnivåer enn hva som er vanlig i turanlegg.

På **Eikholt** senter for døv-blinde er det anlagt gangstier belyst med ulike belysningsmetoder. Med utgangspunkt i dette analyserer jeg ulike belysningsmetoder med tanke på opplevd trygghet, modellering og ansiktsgjenkjenning.

I **Grorudparken** finner man gangstier med både LED- og kompaktlysrørteknologi med samme armaturtype. Noe som muliggjør en sammenlignende analyse av ulike belysningsteknologi.

Udergangen i Tevlingveien på **Lindeberg** har fått oppgradert belysningen. I dette caset ser jeg på en helt spesiell belysningsmetode i undergangen og om den har påvirket spørsmålet om lesbarhet og trygghet.

I **Tromsøgata** i Oslo er det installert et nytt lysanlegg med det resultatet at naboer klagde på lys inn i hager og vinduer. Basert på respons fra naboer har jeg fulgt prosessen med å få anlegget mer tilpasset.

De er valgt ut fra kriterier om beliggenhet, der jeg ønsket en variasjon fra bynært til mer avsidesliggende, og med variasjon i valgte belysningsstrategi for prosjektet. Samtidig var det viktig å vite at jeg kunne få tilgang til underlagsmateriale og intervjuer med fagpersoner som har jobbet med anleggene. Alle områdene har på ulike måter en rekreativ funksjon og står for ferdselsbelysning for gående. Noen er valgt fordi man har valgt en belysningsstrategi der det er tatt spesielle hensyn, enten til naturmangfold eller trygghetsfølelse. Dette utdypes nærmere for hver case.

De fem stedene skal undersøkes med utgangspunkt i: observasjoner, spørreskjema, brev fra beboere, befaringer, fotografier, lysmålinger og informasjon fra prosjektering og lysberegninger. Undersøkelsestypen vil variere noe fra prosjekt til prosjekt. Noen vurderes ut fra intervjuer og fotografier, og andre med utgangspunkt i spørreskjema med flere respondenter og/eller informasjon fra lysberegninger og lignende.



Illustrasjon 20: På Jørpelandsholmen er det benyttet pullerter på store deler av gangstien. Foto: Arve Olsen

## 6.1 Jørpelandsholmen

Jørpelandsholmen er en ubebodd holme i Ryfylke som tidligere var rekreasjonssted for arbeidere ved stålverket på Jørpeland. I 2017 ble det anlagt en bro til holmen, og senere en universelt utformet tursti på 2,1 km. Det er det også etablert belysning for å øke brukstiden på rekreasjonsstedet. I den forbindelse kom seks ulike lysleverandører med forslag til belysning med fire meter høye stolper kombinert med pullerter for belysning av gangstien. En ekstern lysdesigner ble bedt om å evaluere de ulike lysforslagene for å velge hvilket av forslagene som best ville kunne tilpasses til landskapet. Informasjon om lysanlegget på Jørpelandsholmen er basert på intervju med lysdesigner for prosjektet. Informasjonskilden er noe begrenset, med fare for et ensidig informasjonsgrunnlag. Men samtidig har vi hatt mulighet til å gå i dybden på svært relevante spørsmål knyttet til trykghetsfølelse og lysmengde. I tillegg er en uttalelse fra kommunen etter igangsetting av lysanlegget tatt med. Lysdesigner har fortalt om vurderinger som ble gjort i innledende evaluering av armaturforslag, prøvelyssetting, og vurderinger av lysnivåer etter installasjon. Det er ikke utført lysberegninger siden det er benyttet et egendesignet spesialprodukt. Det foreligger derfor ikke lysberegningsfiler.

## Intervju

Lysdesigner forteller at innledningsvis ble de innsendte armaturforslagene fra leverandører vurdert, der særlig D-verdi (blending) og kontrastforhold (cut-off) var viktige faktorer. Ut fra dette valgte man et utvalg av armaturer for en prøvelyssetting. Gruppen som var med på prøvelyssettingen bestod av seks personer av ulik alder og kjønn. En viktig faktor som ble vurdert var ønsket om at belysningen skulle være godt tilpasset stedet, ved å unngå for høye lysnivåer, og ved å la master/pullerter gli mest mulig inn i omgivelsene.

Lysdesigneren forteller at de i prøvelyssettingen fant frem til enkelte lysprinsipper som bidro til at lysnivåene kunne holdes lave og til at man kunne ha lange strekk mellom hver lyspullert. Dette ble avdekket gjennom en prøvelyssetting der man prøvde ulike prinsipper og kom frem til følgende prinsipper som ble benyttet for å holde lysnivåene lave:

- **Myk «cut-off»** (cut-off er overgangen mellom lys og skygge i lysbildet fra armaturen): Den myke overgangen mellom lys og skygge førte til at brukerne aksepterte lavere lysnivåer. Ved stor kontrast mellom lys og skygge opplevde brukerne den mørke delen som enda mørkere.
- **Lavt lyspunkt:** På pullertene er lyskilden plassert under hoftehøyde og lyset er rettet ned mot bakken, dermed forhindres direkte lys som forårsaker blending.
- **Lys på omgivelsene:** Når omkringliggende trær, steiner og fjellknauser ble belyst, aksepterte deltakerne i prøvelyssettingen også lavere lysnivå på stien.
- **Noe lys bak pullertene:** tiltaket sørget for, jfr. forrige punkt, mer oversikt og bidro til at deltakerne aksepterte lave lysnivåer. På grunn av lys grus på gangstien ble det lett for stor kontrast mellom den lyse gangstien og området omkring.

## Lysanlegget

Lysdesigneren for prosjektet forteller at de ikke fant en armatur som kunne ivareta alle typer av hensyn i de innsendte forslagene til pullertbelysning. Derfor kom gruppen frem til at den beste løsningen for holmen ville være å utvikle en serie med spesialdesignede pullerter tilpasset omgivelsene.

Gjennom prøvelyssettingen ble det også valgt å belyse gangstien, med noe strølys til sidearealet, samtidig som det ble valgt å belyse utvalgte objekter som fjellknauser, trær, skulpturer, ruiner og kampesteiner langs stien. Videre forteller prosjektets lysdesigner at pullertene er plassert med 22 meter senteravstand. Vanligvis plasseres pullerter med 8-10 meters senteravstand. Pullertene ble plassert slik at hver sving ble belyst. De spesialutviklede pullertene har et lavt effektforbruk på 3,6 W. Belysning på landskapselementer trekker mellom 2,4 W og 1,2 W per punkt med to

justerbare armaturer pr. pullert.

På en del av ruten er det benyttet standard lysstolper på fire meter. Disse ble dimmet helt ned til 15-20 %. Selv med det lave lysnivået forteller lysdesigneren at denne belysningen blander noe. På tross av at dette, var det den stolpearmatoren som kom best i utvelgelsesprosessen, der blendingsforhold var et av de viktigste kriteriene.



Illustrasjon 21: Pullertenes plassering er med på å si noe om stiens forløp. Foto: Arve Olsen

Jeg spurte prosjektleder Anita Ellefsen Hus, fagansvarlig for park- og grønt i Strand kommune, om hun kunne fortelle litt om anlegget, og særlig om noen hadde kommentert lysanlegget med tanke på trykghetsfølelse. Her er svaret fra henne:

Har fått mange gode tilbakemeldinger om lyssettingen på Jørpelandsholmen, fordi lyssettingen gir en flott naturopplevelse og skaper trivsel blant brukerne. I tillegg er turvegen bilfri, så det gjør området også veldig attraktivt. Det eneste jeg har hørt som en utfordring er ifra noen som jogger, fordi de synes det er vanskelig å se folk som går når de selv kommer i stor fart. Hvis folk har mørke klær er de vanskelige å oppdage i mørket. Dette gjelder i områdene der det er pullertbelysning og lite interessebelysning utenom. Har fått tilbakemeldinger om at de har valgt å jogge med hodelykt for å se bedre. Det samme gjelder hvis folk sykler rundt turvegen i mørket uten lys, så kan det også oppstå uheldige situasjoner, men jeg har ikke hørt at noen har blitt kjørt på av syklistene så langt. Folk som bruker holmen bruker ikke alltid refleks (fordi det er bilfritt

område), og de er derfor heller ikke så godt synlige hvis folk løper eller sykler med lys. Oppsummert er prosjektet en suksess! Vi ønsket at folk skulle bruke Jørpelandsholmen utover kveldene og det har gitt gode resultater, folk benytter turvegen om kvelden. Kjekt at folk får beveget på seg og at de er fornøyde, det bidrar til økt folkehelse.

Svaret tyder på at lysanlegget er en suksess til tross for de lave lysnivåene, men det er også interessant at de som beveger seg i større fart, påpeker at det er vanskelig å se personer på veien. Dette viser at hastighet er et viktig tema å vurdere når man planlegger belysning. Det henger også sammen med øyets tid til å adaptere. Det er også interessant at de som i denne situasjonen er mest utsatt ikke har kommentert forholdet, kanskje fordi de ikke vet at de ikke blir sett?



Illustrasjon 22: Pullertene på Jørpelandsholmen med et opplyst tre i bakgrunnen. Foto: Arve Olsen

## Naturmangfold

I følgende punkter er det beskrevet hvordan utfordringer knyttet til lysforurensing er løst i prosjektet. Punktene er fylt ut basert på informasjon fra intervju med lysdesigner:

### ***Kun la lyset være på når det er nødvendig***

Belysningen på Jørpelandsholmen har ikke et avansert lysstyringsanlegg, men lyset skrur automatisk av etter kl 24.00. Det ble valgt samme tidspunkt for slukking av lyset gjennom hele året. Dette ble valgt fordi det er mer forutsigbart med et fast tidspunkt, og fordi man går ut fra at det er få brukere på holmen etter 24.00.

### ***Kun belyse det området som behøver det***

På Jørpelandsholmen er gangstien belyst, men det er også benyttet rettet lys på enkelte objekter. I prøvelyssettingen ble det avgjort at lys på objekter omkring stien, og i bakkant av pullertene, bidro til visuell orientering og økt lesbarhet. I dette prosjektet ble det dermed valgt å benytte rettet lys på elementer omkring stien.

### ***Ikke belyse sterkere enn nødvendig***

Med svakt lysende armaturer på 3,6 W med LED på 3000 K og monteringsavstand på 22 meter er lysnivåene på stien lave. Stolpearmatuere er dimmet ned til 15-20 %.

### ***Minst mulig lys i det blå spekteret***

Det er benyttet lysfarge på 3000 K med varmt lys og LED-teknologi som gir en relativt god fargegjengivelse.

### ***Armaturer bør være godt avblendet mot himmelen***

På Jørpelandsholmen er det benyttet enkelte armaturer som lyser opp steiner, trær og andre elementer i miljøet. Disse er belyst fra pullerter der lyskildene er vinklet horisontalt eller oppover, og dermed ikke avblendt mot himmelen.

## Oppsummering

I følge lysdesigner er lyskilder godt avskjermet og lysnivåene er lave, anlegget bidrar dermed minimalt til lysforurensing. Jørpelandsholmen er derfor et godt eksempel på belysning med liten negativ påvirkning på miljøet. Det er benyttet lave lysnivåer, varm fargetemperatur og lyset skrur av om natten. Enkelte armaturer er dimmet ned så mye som 85 %. Anlegget kunne vært bedre på avblending mot himmelen ved belysning av enkeltobjekter langs stien, men lave lysnivåer gjør det allikevel til et godt eksempel. Det som så er interessant er å undersøke videre om et lysanlegg som kommer godt ut med hensyn til naturmangfold også gjør det, når det gjelder trygghet.

## Analyse trygghet

Trygghetsaspekter ved belysningen på Jørpelandsholmen er analysert ut fra informasjon fra intervju.

### **Lysnivå**

Lysnivåene er ikke lysberegnet, men kun vurdert i prøvelyssetting. Det ble testet flere pullerter, der de til slutt valgte å lage et spesialprodukt. Dette ble valgt fordi lysdesigner ikke fant en pullert som tilfredsstilte alle krav man hadde til belysningen. Pullerten skulle skape jevnest mulig belysning uten skarpe «cut-off's», dermed ble den tilpasset slik at noe lys ble kaset til stiens sideareal. Avstanden mellom hver pullert er svært lang, det er følgelig ingen jevn belysning langs stien, og lysnivåene er svært lave. Ved prøvelyssetting ble lysnivåene vurdert av deltakerne. En jevn overgang mellom lys og mørke bidro til at lysnivåene opplevdes høyere enn løsning med pullert med skapere «cut-off», som ble vurdert i prøvelyssettingen. I tillegg var lysnivåene jevnt lave, noe som førte til at øyet kunne tilpasses mørket, omgivelsene oppfattes følgelig lysere.

### **Ansiktsgjenkjenning**

Den belysningen som står for ansiktsgjenkjenning i dette prosjektet vil være er det reflekterte lyset fra bakken, siden ingen lyskilder vil være direkte rettet mot ansiktet. På grunn av de lave lysnivåene, er det lite lys som direkte bidrar til ansiktsgjenkjenning. Som vi ser av svaret fra prosjektleder, så er lysnivåene så lave at en løpende person kan ha vanskelig med å oppfatte personer på stien.

### **Blendfrihet**

I noen deler av anlegget blendes man, i andre deler ikke. På den delen av lysanlegget som har pullerter, er det ingen blendende lyskilder, da lyspunkthøyden er under hofte høyde og lyset er rettet mot bakken. Stolpebelysningen blander ifølge lysdesigner noe, til tross for at nivåene er dimmet ned til 15%. Dette skyldes nok at anlegget ligger i et område med lite strølys, derfor blir kontrastene kraftigere enn i mer bynære omgivelser.

### **Modellering**

På objekter som ligger lavt i terrenget modellerer lyset godt. Fravær av blendingskilder og de jevnt lave lysnivåene bidrar til at man oppfatter objekter godt langs stien. I tillegg er elementer (steiner, trær bergvegger) langs stien belyst spesifikt, noe som bidrar til en god modellering av uterommet som helhet. På delen av stien med mindre lys til omgivelsene er det også lite lys som bidrar til modellering av objekter/personer på stien, ifølge svar fra prosjektleder.

### **Oversikt over området**

I forbindelse med utbygging av gangstien er vegetasjonen tynnet ut for å få mer oversikt og variasjon langs stien. Ved prøvelyssettingen ble det ifølge lysdesigner avdekket behov for belysning av deler av omgivelsene for å skape bedre oversikt over området. Romskapende belysning på objekter i synsfeltet sammen med strølys bak pullerten, bidro til økt lesbarhet. Når



kun gangstien var belyst, mente deltakerne at stien ikke føltes trygg. Ved test av belysning på romskapende elementer som trær og bergvegger, økte trykghetsfølelsen hos deltakerne. Derfor valgte man å lyssette objekter langs stien med jevne mellomrom. I tillegg ble det påpekt at belysning av stiens sideareal bidro til økt oversikt, derfor valgte man en løsning med noe strølys til stiens sideareal.

## Oppsummering analyse

Lysanlegget på Jørpelandsholmen oppleves nok trygt for de fleste. Her er lysnivåene lave, men fraværet av blendingskilder fører til at øynene får tid til å tilpasses de lave lysnivåene, dermed blir det opplevde nivået ikke så lavt. For personer som løper kan situasjonen være en annen, spesielt med tanke på tilpasningstid for øynene, og man har kortere tid på seg til å oppdage hindringer når man kommer i høyere hastighet.

I et tradisjonelt lysanlegg med betraktelig høyere lysnivåer på stien, ville øynene ha blitt tilpasset den sterkere belysningen, og omgivelsene omkring stien ville dermed ha virket mørkere. På Jørpelandsholmen får man, særlig som gående, god oversikt over omgivelsene, siden øynene tilpasses lavere lysnivåer og fordi både sideterreng og enkelte objekter langs stien er belyst. På grunn av de jevnt lave lysnivåene, fraværet av blendingskilder (sett bort fra noe blanding ved stolpebelysning) og godt arbeid med å hente frem elementer langs gangstien ved belysning, har prosjektet en høy grad av lesbarhet til tross for lave lysnivåer. Dette anser jeg som et stekt bidrag til at man føler seg trygg på stien rundt Jørpelandsholmen.

## Diskusjon

Jørpelandsholmen er et interessant case fordi lysdesigneren ga råd til utbyggerne om å skape en helt egen armatur for belysning av gangstien. Dette ble gjort fordi han ikke fant armaturer som kunne ivareta oppgaven på den måten han mente var best, blant annet for å tilgodese utbyggernes ønske om en belysning som fremhever naturen. Lysanlegget er utradisjonelt, da det er benyttet svært lang avstand mellom pullerter (22 meter). Dette gjør at relativt lange strekk er ganske mørke. Grunnen til at man klarer seg med så lite lys, skyldes blant annet at anlegget og omgivelsene rundt har få blendingskilder. Holmen har lite forstyrrende lys, kun noe lys fra land, 150 meter unna. Dette, i tillegg til at lyskildene på pullertene er lavt montert og godt avskjermet, fører til at øyet tilpasses de lave lysstyrkene. Når øyet er adaptert til det lave lysnivået, oppleves omgivelsene lysere. Løpere derimot, som kommer i høyere hastighet enn gående, kan ha problemer med å oppdage hindringer. Når øynene får tid til å tilpasses de lave lysnivåene, øker helhetsoppfattelsen av området, samtidig som det blir lettere å skjelne detaljer i det man betrakter.

Pullertbelysningen blander ikke, men ved stolpebelysning var det noen problemer med blanding, derfor ble lysnivåene dimmet ned. Det som er interessant er at selv om nivåene ble dimmet helt ned til 15-20 %, så fører de til noe blanding. Grunnen til dette kan være at lysnivåene overordnet

sett i anlegget er så lave og det forhøyde lyset i armaturen likevel er nok til å blende. Dette viser potensialet i å bruke kunnskap om øynenes tilpasningsevne aktivt når man planlegger belysning. Det er et godt valg å dimme stolpebelysningen ned. Hvis de hadde stått på fullt ville den delen av stien som har pullertbelysning, oppleves svært mørk når man kommer gående fra anlegget med stolper. Det er godt mulig at den beste løsningen overordnet sett ville være å fortsette pullertbelysningen gjennom hele anlegget.

Flere tiltak som bidrar til lesbarhet ble gjort i anlegget. For eksempel er det plassert pullerter i alle svinger, dette for å bidra til oversikt over gangstiens forløp. Dette bidrar til økt lesbarhet og stedstilpasning. Belysning på objekter omkring stien er også med på å øke oversikt over stiens forløp, fordi de belyste elementene fremstår som romskapere som gir bedre forståelse



Illustrasjon 23: Belyst tre på Jørpelandsholmen, i bakgrunnen ser man lysene fra land. Foto: Arve Olsen

for avstander. Disse bidrar til lysforurensing i noen grad, men siden nivåene generelt er lave og armaturene skrues av om natten, er ikke dette et stort tilskudd til lysforurensing overordnet sett. Sannsynligvis er dette også en medvirkende faktor til at lysnivåene kan holdes så lave i anlegget som helhet. Ved å lyssette vertikale flater økes lysnivåene i de naturlige synsvinklene, noe som fører til at området oppleves lysere enn om kun horisontale flater er belyst. Det igjen skyldes at vertikale flater naturlig vil dominere mer i synsfeltet. Behov for lys på omgivelsene fremheves også av Davoudian og Raynham (2012), omtalt i kapittel 3.4. Her konkluderer man med å si at det viktigste for respondentene, er belysning av omgivelsene. De spør seg: hvor viktig er det å belyse gang- og veibaner når det er omgivelsene som er viktigst å ha kontroll på (Davoudian og

Raynham 2012). De fire punktene som be nevnt i intervjuet med lysdesigneren av anlegget, tyder på at oversikt over området er viktigere for trykghetsfølelse enn høye lysnivåer.

Anlegget ville kommet bedre ut med hensyn til naturmangfold om det hadde vært brukt varmere fargetemperatur, særlig med en fargekombinasjon som demper det blå/grønne lyset. Ved å benytte LED-teknologi får man ifølge Falchi mfl. også mye lys i det blå spekteret, selv om det benyttes varm fargetemperatur.

Gjennom å fremheve elementer langs stien har de skapt et godt tilpasset lysanlegg som lar mørket være viktigere enn lyset, lyssettingen bidrar til å gi en flott naturopplevelse. Analysen av lysanleggets påvirkning på naturmangfold, kommer anlegget godt ut. Noe lys bidrar til lysforurensing, men samtidig har dette lyset en funksjon som gjør det mulig å la øvrig belysning være dempet. Analysen av lysanlegget på Jørpelandsholmen viser at en mer stedstilpasset belysning kan bidra til å redusere lysnivåer overordnet. Jørpelandsholmen ligger avsidesliggende til, dermed er det lettere å ha kontroll over alle lysnivåene enn i mer bynære omgivelser. I en situasjon med en flombelyst parkeringsplass kan helhetsopplevelsen ødelegges for nærliggende anlegg, på grunn av strølyset denne fører med seg. Og siden øynene vil tilpasses til høye lysnivåer så snart man passerer en lyktestolpe, må adaptasjonsprosessen starte på nytt når man flytter seg over i mindre opplyste områder.



Illustrasjon 24: Pullertbelysning på Eikholt. Foto: Helga Iselin Wåseth

## 6.2 Eikholt

Eikholt nasjonalt senter for døvblinde ligger i Drammen, et ressurscenter som bygger opp og sprer kompetanse om kombinert syns- og hørselshemming.

Eikholt nasjonalt ressurscenter for døvblinde har siden 1980 tilbudt ulike tjenester og tilbud til personer med ervervet og medfødt kombinert syns- og hørselshemming/døvblindhet, pårørende og fagpersoner/tjenesteapparatet. Hvert år mottar ca. hver tredje person med kombinert syns- og hørselshemming/døvblindhet ulike tilbud fra oss (Eikholt nasjonalt ressurscenter for døvblinde, udatert).

Det som gjør det særlig spennende å analysere belysningen på Eikholt, er at synshemmede har helt spesielle, men også ofte sprikende, behov. Noe som er godt for én type synshemming, kan være dårlig for en annen. Men som hovedregel vil det være særlig viktig å unngå blinding, og lysnivåene bør verken være for høye eller for lave (referanse: forelesning 17.10.19 med Rolf Lund, forsker II på Eikholt).

Som en test er det etablert et lite lysanlegg på omkring 50 meter med pullerter langs en gangsti på Eikholt. Med lavt lyspunkt og god optikk er det interessant å se hvordan belysningen oppleves både for normalt seende og svaksynte. Belysningen kommer altså ikke ovenfra som gatelys vanligvis gjør. Øvrige gangstier har opprinnelig lyktebelysning med stolper på fire meter. Denne belysningen benyttes som referanse.

I oppgaven analyseres lysanlegget på samme måte som de fire øvrige casene, men samtidig tas synshemmedes behov med som interessante betraktninger. Tilbakemeldinger fra synshemmede vil være interessante for diskusjonen, fordi dette er en gruppe som er særlig sensitive for blinding og derfor gjerne unngår å ferdes ute om kvelden. Både ny og gammel belysning er vurdert i spørreskjema, men i analysen er det lagt vekt på den nye pullertbelysningen. Jeg har hatt tilgang på prosjektbeskrivelse av testanlegget gjennom min stilling hos ÅF Lighting, og jeg har hatt samtaler med prosjektets lysdesigner som har gitt informasjon om valgte løsninger og hvordan de er begrunnet. I tillegg har jeg vært i kontakt med oppdragsgiver og utført en spørreundersøkelse blant lysdesignstudenter i forbindelse med et seminar som ble holdt på Eikholt.

## Lysanlegget

Det nye lysanlegget består av pullerter av typen Castor fra produsenten ERCO på 12 W og 235 lumen.

I følge prosjektets lysdesigner ble det innledningsvis utført en grov utvelgelse av armaturer, der det viktigste kriteriet var god avskjerming for å hindre blinding. Også alternativer med godt avskjermede stolpearmaturer ble vurdert. Pullertløsningen ble valgt fremfor stolpe, for å begrense blinding i størst mulig grad, og for å hindre strølys til boenhetene. Det høye kravet til blendfrihet i dette anlegget var grunnet større følsomhet for blinding hos synshemmede.

Når pullertbelysning var valgt, kom Castor best ut med hensyn til lysfordeling kombinert med blendfrihet, en vurdering som ble gjort av lysdesigner i lysberegningsprogrammet Dialux EVO. Vanligvis er pullerter sett på som problematiske for svaksynte da pullertene ofte har skarpt lys ut til siden for å få så jevn spredning som mulig på bakken. Lysprodusenten (ERCO) forteller at denne pullerten har blendingsklasse 6, altså best i klassen, uten synlig lysstyrke eller lysflate over  $75^\circ$  vinkel på armaturen. (For blendingsklasse 6 er kravet over  $85^\circ$ .) I motsetning til lysanlegget på Jørpelandsholmen er pullertene plassert svært tett, med 5,5 meters senteravstand, dette er gjort for å få så jevne lysnivåer som mulig, av hensyn til synshemmede. Det er heller ikke lyssatt objekter langs stien, slik det er på Jørpelandsholmen. Lys fra øvrig lysanlegg og vinduer er det eneste som bidrar til strølys i området.



Illustrasjon 25: Armaturen Castor fra ERCO. Foto: ERCO

Det er utført lysmålinger med profesjonelt lysmålingsutstyr av typen AsenseTek. Lysmålingene ble utført av meg selv en kveld sent i oktober. Målingene benyttes kun som en indikasjon på lysnivået. Det er ikke utført grundige beregninger som kan si noe om gjennomsnittlig belysningsstyrke i forhold til nivåene som er lysberegnet.

## Naturmangfold

I følgende punkter er det beskrevet hvordan utfordringer knyttet til lysforurensing er løst i prosjektet. Punktene er fylt ut basert på informasjon fra lysdesigner og beskrivelse av lysanlegget:

### ***Kun la lyset være på når det er nødvendig***

På Eikholt er det installert et styresystem som skal sørge for aktiv dimming av lyset. Lysnivåene skal dempes om natten, og etter snøfall. Dette styringssystemet er ennå ikke installert, og armaturene reguleres kun med dagslyssensor, slik at lyset følger soloppgang og solnedgang.

### ***Kun belyse det området som behøver det***

Kun er gangstien belyst, ingen andre steder som ikke behøver det har belysning.

### ***Ikke belyse sterkere enn nødvendig***

Gjennomsnittlig belysningsstyrke er lysberegnet til å være på 12,9 lux. Når styresystemet kommer på plass, vil dette kunne reduseres. Særlig om natten er det potensiale for å kunne dimme ned lysnivåene.

### ***Minst mulig lys i det blå spekteret***

Det er benyttet fargetemperatur på 3000K i det nye lysanlegget på Eikholt. LED-lys vil imidlertid alltid ha en god del lys i den blå delen av spekteret, selv om det er benyttet varm fargetemperatur.

### ***Armaturer bør være godt avblendet mot himmelen***

Pullertene er godt avblendet mot himmelen. Det eneste som bidrar med strølys til himmelen er det lyset som reflekteres fra bakken.

## Oppsummering

Med lave lyspunkter og uten lys over armaturens horisontlinje er dette, på samme måte som anlegget på Jørpelandsholmen, et godt anlegg når det gjelder hensyn til naturmangfold. I motsetning til Jørpelandsholmen er det brukt høyere lysnivå på gangstien, og avstanden mellom hver armatur er kortere. Her er belysningen i større grad knyttet kun til gangstien, uten lys til elementer langs stien, som for øvrig ville kunne bidratt til lysforurensing. Lysnivåene er tenkt dempet, noe som gjør at prosjektet kan komme enda bedre ut med hensyn til naturmangfold.

Analyse av trygghet er viktig i dette prosjektet, da synshemmede er spesielt sensitive for blending. Blending vil antakelig gå ut over et områdes lesbarhet i større grad for svaksynte enn for normaltseende.

## Analyse trygghet

Analyse av trygghet er gjort med utgangspunkt i informasjon fra beskrivelse av anlegget, lysberegninger og dialog med lysdesigner. I tillegg har jeg hatt en klasse med lysdesignstudenter på befaring i anlegget. Studentene ble så bedt om å svare på spørsmål i spørreskjema. Spørreskjemaene omhandlet både lysanlegg med pullerter og det opprinnelige anlegget med lyktestolper på øvrige stier i området. Til sist fikk jeg studentene til å prøve ut briller som simulerer ulike typer synshemninger. De fikk med dette anledning til å prøve å orientere seg i området med forringet synsfelt og økt sensitivitet til blending.

### Lysnivå

Basert på lysberegninger er gjennomsnittlig belyningsstyrke 12,9 lux. Lysnivåene skal dermed være innenfor lysklasse S2, med minimum er 10 lux gjennomsnittlig belyningsstyrke. Ved befaring ble lysnivået målt til å være mellom 65 lux (like ved armaturen) og 0 lux midt mellom to pullerter. Det er altså svært stor variasjon i lysnivået, og det ligger godt over et gjennomsnitt på 10 lux. I ansiktshøyde midt mellom to pullerter var lysnivået på 1 lux. Den kvelden lysnivåene ble målt, var det regn, noe som kan ha hatt en innvirkning på resultatet, særlig med hensyn til spørsmålet om jevnhet. En gruppe på 13 studenter har svart på spørreskjema om belysningen. I skjemaet ble både pullerter og stolpebelysning i det øvrige anlegget vurdert. Generelt viser svarene at lysnivåene er høye på gangstien, men med stor kontrast til omgivelsene. Den dagen da svarene ble samlet inn, hadde vært regnfyllt og kontrastene kan ha virket større enn hva de ville ha gjort på tørr asfalt, på grunn av kraftig refleksjon fra den våte bakken.

### Ansiktsgjenkjenning

Det er valgt lave lyspunkter. Dermed vil lite lys falle direkte på ansiktet og bidra til ansiktsgjenkjenning, et valg som er tatt for å unngå blending. Lysberegninger viser at halvsylindrisk belyningsstyrke ligger på 1,85 lx på 1,60 m over bakken og på 1,60 lx på 1,80 m over bakken. I kapittel 5,2 ble det nevnt at lysnivået bør være på minimum 0,6 lux på ansiktet for å sikre lett gjenkjenning fra fire meter. Til tross for lavt lyspunkt skal altså anlegget muliggjøre tilstrekkelig ansiktsgjenkjenning på grunn av lys reflektert fra bakken. I spørreskjema kommer pullertanlegget dårligere ut på ansiktsgjenkjenning enn stolpebelysningen. Tre personer sier spesifikt at anlegget gir lite ansiktsgjenkjennelse. På spørsmålet «I denne belysningen er det lett å forstå intensjonen til dem jeg møter på gangveien» ligger de fleste av svarene på «passer ikke»-siden av skalaen. (Flest svar på 3, der 7 er «passer helt» og 1 er «passer ikke».) Og på spørsmålet «I denne belysningen er det lett å gjenkjenne ansikter» er svarene jevnt fordelt på 1, 2 og 3, og noen få ligger på 4 (7 er «passer helt» og 1 er «passer ikke»).



Illustrasjon 26: Det reflekterte lyset fra bakken bidrar til ansiktsgjenkjenning. Foto: Helga Iselin Wåseth

### **Blendfrihet**

Blendingsberegninger viser at lysanlegget ikke skal blende i nevneverdig grad. UGR-tallet er på  $<10$  og armaturen som er brukt, har blendingsklasse D6 (best i klassen). Lyspunkthøyden er under hoftehøyde, og reflektoren sørger for at alt lys er rettet mot bakken, uten direkte lys over  $75^\circ$  vinkel fra lyskilden. Ifølge spørreskjema kommer anlegget også godt ut på blending. To personer nevner at belysningen er blendfri. Når det gjelder vurdering av blending har samtlige respondenter krysset av for «i svært liten grad» (svarene fordeler seg på skalaen med 5 stk på 1 og 1 stk på 4). Siden det var en regnværsdag, fikk vi se en utilsiktet effekt som oppstår i regndråper som henger ved lysåpningen. Dråpene reflekterer lyset kraftig og blander som om dioden er direkte synlig. Når dråpene ble tørket bort forsvant blendingen.

### **Modellering**

Lyset modellerer lavt plasserte objekter godt. Fravær av blendingskilder og de jevnt lave lysnivåene bidrar til at man oppfatter objekter godt langs stien. Men dette gjelder kun langs stien, omgivelsene rundt har ellers lite lys. Dette nevnes også i spørreskjemaet, men på spørsmålet «I denne belysningen er det lett å se hindringer», ligger hovedvekten av svarene i kategorien «passer helt».

### **Oversikt over området**

I utgangspunktet er anlegget oversiktlig, gangstiene er tydelige med en ledelinje som markerer stiens midtlinje. Pullertbelysningen tydeliggjør ytterligere stiens forløp ved å være konsentrert til gangarealet. I spørreskjemaet har enkelte skrevet at man ser gangstien godt, men at det er lite lys i omgivelsene. I spørsmålet «I denne belysningen kan jeg oppleve omgivelsene» ligger svarene relativt jevnt fordelt på alle svaralternativene, men med hovedvekt på «passer helt». I spørsmålet



«I denne belysningen kan jeg tydelig forstå veiens forløp» er en stor overvekt av svarene på «passer helt».

## Oppsummering analyse

Området på Eikholt er lite og oversiktlig, byggene ligger tett på gangstien og det er en rolig atmosfære i området. Lysanlegget er utarbeidet med tanke på svaksynte, og med særlig fokus på å redusere blinding. For unge normalt seende ser det ut fra spørreskjemaene ut til at lav lyspunkthøyde og derav dårlig ansiktsgjenkjenning har en viss, men kanskje ikke stor, påvirkning på trygghetsfølelsen. På spørreskjemaene er svarene på «jeg føler meg trygg her» konsentrert rundt 4, altså midt på skalaen. For stolpebelysningen er tyngden av svarene flyttet til hver side av skalaen, med hovedvekt på «passer helt». (Grunnen til at noen føler det som utrygt og andre føler det som trygt på stien med stolpe, er uvisst. Det kan også bero på at enkelte har krysset av feil.) For en normalt seende ser det ut til at det nye lysanlegget oppleves som relativt trygt, men svar fra undersøkelsen viser også at noe lys til omgivelsene ville økt lesbarheten av området.

Etter at studentene hadde fylt ut spørreskjema, fikk de prøve briller som simulerer ulike synshemminger. Ved bruk av svaksyntbriller ser det ut til at pullertanlegget kommer enda bedre ut. Siden anlegget ikke blander, og lyset er konsentrert til gangstien der man skal ferdes, ser det ut til at lesbarheten for svaksynte styrkes. På grunn av sin synshemming har svaksynte ikke så stort behov for total oversikt over området. Når man ankommer et nytt sted, vil en normalt seende starte med å skaffe seg en mer helhetlig oversikt, og deretter fokusere på detaljene. En synshemmet vil derimot fokusere på detaljene, for så å legge inntrykkene sammen til en helhet.

## Diskusjon

Lysanlegget på Eikholt er spesielt da pullerter vanligvis ikke er førstevalget ved belysning av slike gangstier. Det igjen skyldes utfordringer knyttet til vintervedlikehold (nedsnødde pullerter) og hærverk (armaturer i tilgjengelig høyde). Vanligvis benyttes stolper fordi de også vil bidra til ansiktsgjenkjenning og modellering. For miljøet ser det ut til at lave lyspunkter kan være positivt, da mindre lys spres i atmosfæren. Belysningen blir mer lokal og konsentrert der man behøver det. Men som vi så i det første case, på Jørpelandsholmen, har også belysning av omgivelsene mye å si for lesbarhet og trygghetsfølelse. På Eikholt er det lagt vekt på kun å belyse stien. Dette ble ifølge lysdesigner valgt for å gjøre stiens forløp mer tydelig. På Jørpelandsholmen var forutsetningene annerledes, der opererte man med svært lave lysnivåer og omgivelsene bestod av skog. Anlegget på Eikholt derimot, består av mer parkmessig opparbeidede omgivelser med store gressflater, noe som i seg selv gjør området mer lesbart.

Stolpebelysning gir mer lys til omgivelsene, noe som bidrar til oversikt over området. Når belysningen er flyttet ned til pullerter, kastes mindre lys til omgivelsene. Det igjen medfører mindre lys til ansiktsgjenkjenning. Videre blir kontrasten mellom den lyse stien og omgivelsene

rundt større. For svaksynte som ikke har like stor mulighet for å observere omgivelsene rundt (fordi synsfeltet for eksempel kan være snevret inn), er det viktigere at belysningen bidrar til at man lett forstår hvor stien går, og at man slipper blinding (noe som forringer synligheten sterkt). Sånn sett ser det ut til at belysningsprinsippet med å benytte lavt lyspunkt og lys konsentrert til stien fungerer godt. For en normaltseende vil noe lys på utvalgte steder bidra til økt lesbarhet. For eksempel vil et fondelement for enden av stien bidra til bedre forståelse av gangstiens forløp. Lys på trær, støttemur og skulpturer kan bidra til økt romfølelse. Dette gir lavere kontrast mellom den belyste stien og området rundt, og dermed økt lesbarhet. Undersøkelsen viser at den slags belysningsstrategi ikke nødvendigvis fungerer like bra for svaksynte, da en belysning som tydelig markerer stiens forløp er mer hensiktsmessig for dem.



Illustrasjon 27: Ved pullertbelysning kastes mindre lys til omgivelsene, et fondelement i enden av stien ville bidratt til økt lesbarhet. Foto: Helga Iselin Wåseth

Ved å la belysningen følge dagslyset står belysningen kun på når det er nødvendig. Men å dimme det ned om natten vil være et godt grep for å redusere lysets påvirkning på naturmangfold, samtidig som at strømforbruket begrenses og strølys til soverom reduseres. Reduseres lysnivåene vil kontrasten til omgivelsene også reduseres. Men samtidig vil det reflekterte lyset fra bakken, som bidrar til ansiktsgjenkjenning reduseres. Det må derfor gjennomføres tester for å avgjøre hva som er riktig lysnivå. Lysdesigner har basert designet på at lysnivåene skal dempes ved bruk av lysstyringssystemet, men dette er ikke igangsatt enda.

Som tidligere nevnt vil LED-teknologien alltid ha mye lys i den blå delen av spekteret, selv

med varm fargetemperatur. I dette prosjektet kunne 2700 K vært mer passende, da varm fargetemperatur ifølge Jonny Nersveen oppleves mindre blendene:

Generelt vil varmt lys gi mindre lysspredning enn kaldt lys, da lengre bølgelengder fører til mindre lysspredning. Dette er samme effekt som man oppnår ved å bruke gult billys i tåke. Varme farger gir også noe større pupillåpning i forhold til kaldt lys, som i denne sammenheng er nyttig (Nersveen 2009: 7).

Som tidligere nevnt så vil det blå lyset samme måte som det spres i øyet, også spres i større grad i atmosfæren enn varmt lys og bidrar dermed til lysforurening i større grad enn varmt lys. I tillegg har det blå lyset har en større innvirkning på naturmangfold.



Illustrasjon 28: Blending fra dråper på pullerten. Foto: Helga Iselin Wåseth



Illustrasjon 29: Belysning med kompaktlysrør på gangsti i Grorudparken. Foto: Tomasz Majewski

## 6.3 Gangsti Grorudparken

Grorudparken ligger i et drabantbyområde i Groruddalen utenfor Oslo. I Grorudparken ble belysningen på gangstiene oppgradert på forskjellige tidspunkter. Den ene delen er derfor basert på en eldre lysteknologi (med kompaktlysrør), mens den andre delen har LED-moduler. På grunn av to typer lysteknologi med samme armaturhus, og samme mastehøyde, egner gangstien seg til å undersøke nærmere hva slags lysforhold de to typene lysteknologi gir. Undersøkelsen omfatter gangstien som strekker seg fra Grorud T-bane til Grorudparken. Delen med nye armaturer ligger ved Ammerudtunnelen. Det eldre lysanlegget med kompaktlysrør ligger lenger nede mot parken, på motsatt side av elven.

### Lysanlegget

På den ene delen av stien er det brukt armaturer av typen Victor1, 26 W med kompaktlysrør på 3000 K. Armaturene er montert på 3,5 meters høyde og med 18 meter senteravstand. Den nyere delen av stien er også belyst med armaturtypen Victor, med LED-teknologi. Armaturen er med 3000 K, og er på 43 W. Det som ble satt som en premiss for LED-anlegget var at det skulle dimmes ned til samme lysnivå som i gangsti med kompaktlysrør, men dette har aldri blitt utført. Armaturene er plassert med samme senteravstand og stolpehøyde som det eldre anlegget og deler av anlegget slukkes etter kl 23.00 av hensyn til dyrelivet i området. Undergangen (Ammerudtunnelen) som inngår i deler av strekningen, har en behagelig og helt blendfri

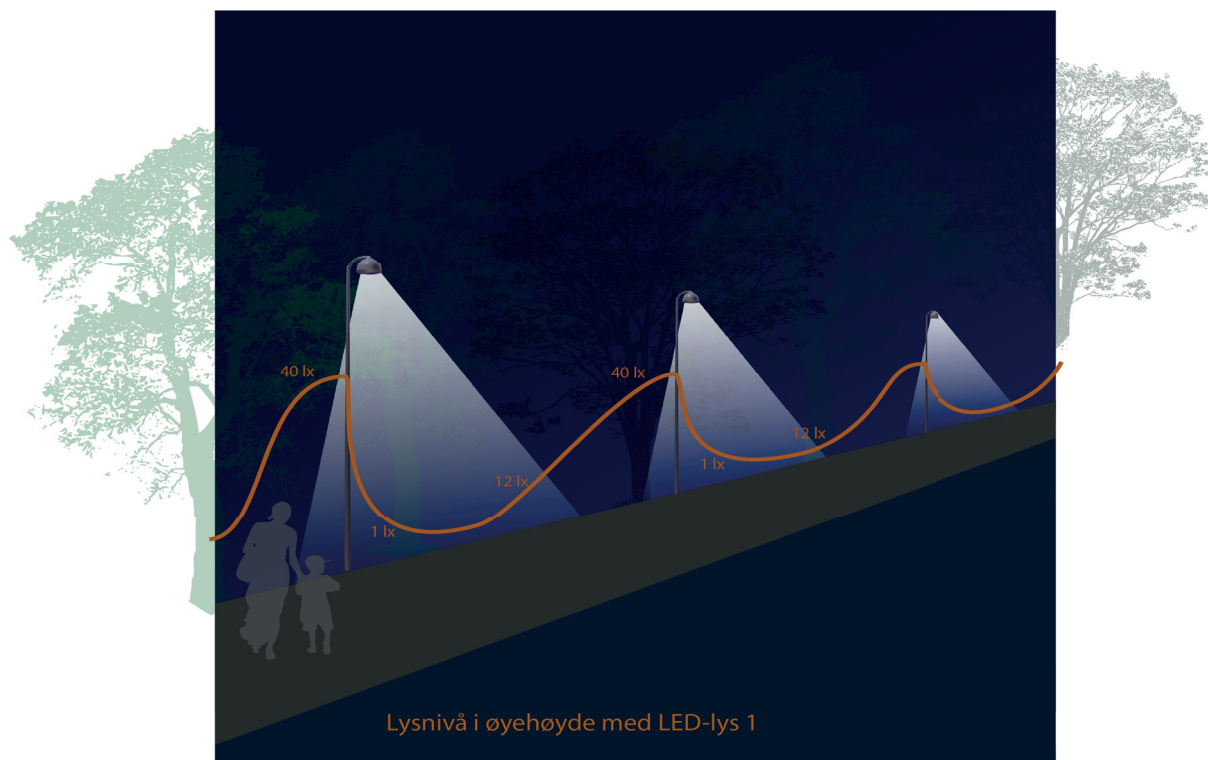
belysning på 38 lux midt på veien. Når man kommer ut av undergangen er to armaturer nylig blitt byttet, disse lyser mye sterkere enn de øvrige armaturene.

Det er utført lysmålinger med profesjonelt lysmålingsutstyr av typen AsenseTek. Lysmålingene ble utført av meg selv en kveld sent i oktober. Lysmålingene benyttes som en indikasjon på lysnivået, det er ikke utført grundige beregninger som kan si noe om gjennomsnittlig belysningsstyrke i forhold til nivåene som er lysberegnet.

Det ble utført målinger i ansiktshøyde. Ved første måling ble nivåene målt til 40 lux i ansiktet like før en mast, 1 lux når man akkurat har passert masten, og 12 lux midt mellom mastene. Neste måling ble utført noen uker senere. I forbindelse med at to lamper etter undergangen var mørke ble det sendt beskjed til Oslo kommune. To uker senere var problemet utbedret, men de hadde ikke kun skiftet pæren hele armaturen var skiftet til LED. Det ble utført en ny måling, og lysnivåene var dermed på 67 lux like før armaturen.

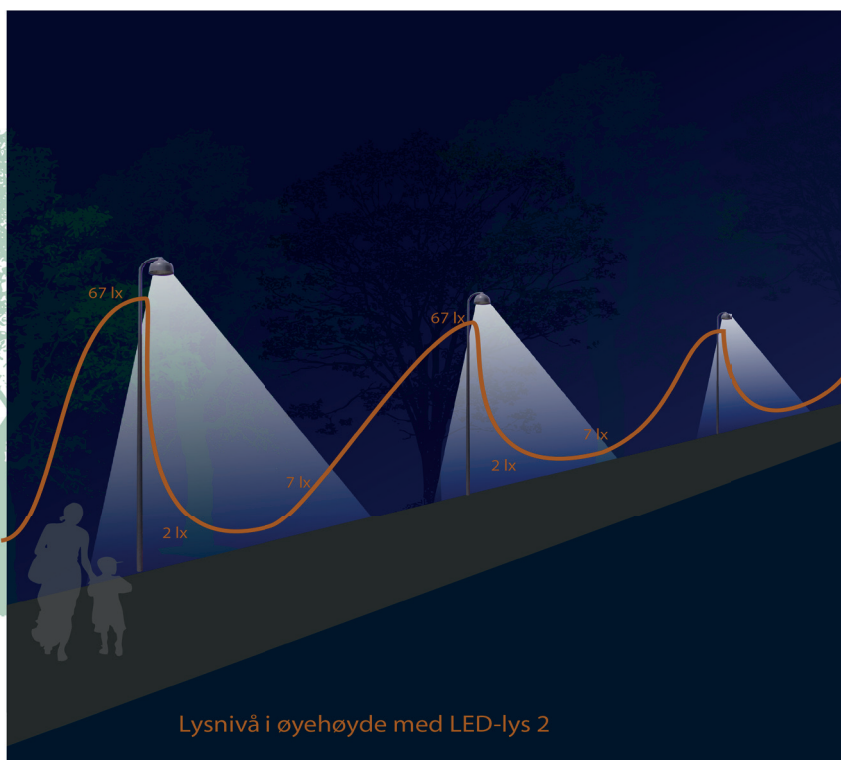
Den store variasjonen i lysnivået i øyehøyde like før og like etter en mast når man går langs stien, leder til at øyet stadig må tilpasses nye lysnivåer. I anlegget med kompaktlysrør var lysnivåene jevnere, her var nivået maksimalt på 12 lux, og det lavest målte nivået var også her på 1 lux. Altså lavere lysnivå, men også lavere kontrast som gjør det mer behagelig å gå langs stien.

#### **Lysnivå LED 1:**



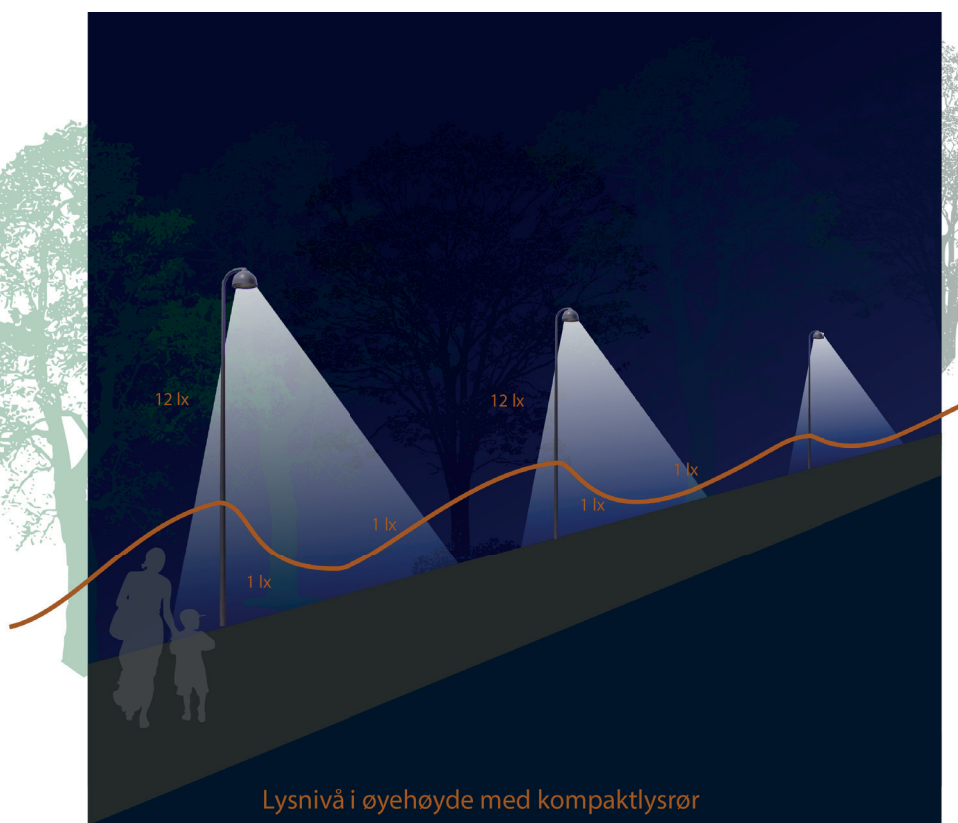
Illustrasjon 30: Lysnivå i ansiktshøyde på gangsti med LED nord for tunnelen.

### Lysnivå LED 2:



Illustrasjon 31: Lysnivå i ansiktet på gangsti med LED sør for tunnelen, etter armaturskift.

### Lysnivå kompaktlysrør:



Illustrasjon 32: Lysnivå i ansiktet på gangsti med kompaktlysrør

Sammenligner vi lysnivåene ved disse tre målingene ser vi at kontrasten i lysnivået varierer sterkt, særlig ved LED-belysningen som nylig er utskiftet, der lysnivået varierer mellom 67 lux og 2 lux. Ved kompaktlysrør varierer lysnivåene mellom 12 lux og 1 lux. Nivåforskjellen er dermed betraktelig lavere med kompaktlysrør og øyet behøver ikke å tilpasses de stadig skiftende lysnivåene, og man blendes i tillegg i mye mindre grad.

## Naturmangfold

I følgende punkter er det beskrevet hvordan utfordringer knyttet til lysforurensing er løst i prosjektet. Punktene er fylt ut basert på informasjon fra lysberegninger og min egen befaring i lysanlegget ved lysmålinger:

### ***Kun la lyset være på når det er nødvendig***

Det er benyttet en standardløsning for tenning og slukking av anlegget, med dagslyssensor. Oslo kommune sørger også for at anlegget slukkes kl 23.00 av hensyn til naturmangfold.

### ***Kun belyse det området som behøver det***

Det er benyttet lysmaster på fire meter, dette gir en lokal og tilpasset belysning. Armaturene er avdekket mot himmelen.

### ***Ikke belyse sterkere enn nødvendig***

Lysnivåene er beregnet til gangsti av klasse S3, med lysnivå på 7,5 lux. Ved lysmålinger er lysnivået på 5 lux midt mellom to master og på 42 lux like under masten på LED-armaturen nord for tunnelen. Lysnivåene er på 1 lux midt mellom to master og på 12 lux like under en mast med kompaktlysrør. Lysnivåene er svært forskjellige i disse to anleggene. Men samtidig skal lysnivået være tilstrekkelig med kompaktlysrør og LED-belysningen kan dimmes ned og fremdeles være innenfor krav.

### ***Minst mulig lys i det blå spekteret***

Det er benyttet fargetemperatur på 3000 K, altså varmt lys, men som tidligere nevnt vil LED-teknologien alltid også ha mye lys i den blå delen av spekteret. Ved lysmåling ble fargetemperaturen satt til 2769 K ved kompaktlysrør, og på 2869 K ved LED. Begge armaturer er altså varmere enn den angitte verdien på 3000 K, noe som anses som positivt for naturmangfold.

### ***Armaturer bør være godt avblendet mot himmelen***

Armaturen er godt avskjermet og lys kastes kun ned mot gangstien.

## Oppsummering naturmangfold

Overordnet sett er anlegget godt med tanke på naturmangfold. Armaturene er godt avblendet, lyser der de skal og har et lysstyringssystem som sørger for at de er avslått når det ikke behøves.

Positivt er det også at armaturene har varmere lys enn det som er oppgitt. LED-armaturene kan muligvis dimmes ned uten at det vil redusere trykksfølelsen nevneverdig.

## Analyse trygghet

Analyse av trygghet er gjort på bakgrunn i en befaring i anlegget der lysnivåene er målt med et luxmeter.

### Lysnivå

I anlegget med LED er lysnivået på 12 lux midt mellom to master og på 40 lux 3 meter før en mast. Like etter passering av mast er lysnivået i ansiktet helt ned på 1 lux. I anlegget med kompaktlysrør er lysnivået midt mellom to master på 3 lux, like før en mast er lysnivået i ansiktet på 16 lux, og når man har passert armaturen er nivået i ansiktet på 0 lux. Lysnivået er altså lavere med kompaktlysrør, men nivåforskjellen mellom det lyseste og det mørkeste er også lavere. I den delen der to armaturer er byttet er lysnivåene betraktelig høyere.

### Ansiktsgjenkjenning

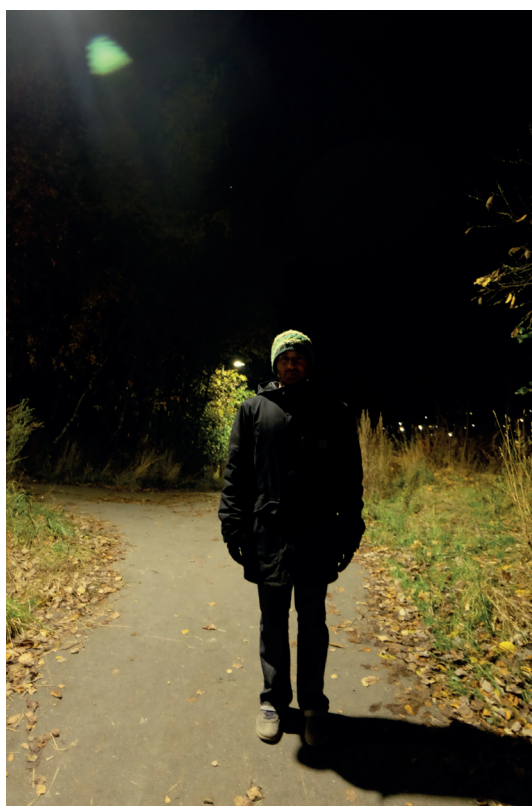
De to anleggene (LED og kompaktlysrør) er noe ulike når det gjelder ansiktsgjenkjenning. Anlegget med LED kaster mer lys direkte i ansiktet når personen befinner seg foran en mast, men på grunn av høyt lysnivå i bakgrunnen, blir ansiktet likevel, tross høyt lysnivå liggende i mørke. I anlegg med kompaktlysrør er det på samme måte god ansiktsgjenkjenning i sonen før en mast, men denne faller drastisk så snart man har passert lyskilden. I delen med kompaktlysrør er kontrasten til omgivelsene lavere, og forskjellen oppleves ikke like brå.

### Blendfrihet

Blending er kun vurdert ut fra befaring og lysmålinger. Det er ikke utført blendingsberegninger. Lysnivåene i punktet over viser et lysnivå på 40 lux i ansiktet like før man passerer en LED-armatur. Min egen observasjon er at lyset blander en del like før man passerer armaturen. Like før kompaktlysrørsarmaturen er lysnivået på 12 lux, noe som i mitt tilfelle ikke oppleves som blendende.

### Modellering

Modellering er kun vurdert ved befaring. I LED-lyset oppleves modelleringen bedre enn i kompaktlysrør fordi lysnivåene er høyere. Observasjon av objekter forringes imidlertid når



Illustrasjon 33: Ansiktsgjenkjenningen avhenger av hvor man står i forhold til armaturen. Foto: Helga Iselin Wåseth



man befinner seg like foran en armatur, og vil være lettere når man ikke har direkte lys i øynene. Det samme gjelder ved kompaktlysrør. Objekter som befinner seg i gangstien ser man godt.

### **Oversikt over området**

Ved LED-belysning er lysnivået høyere og man opplever god oversikt over gangstien. Ved kompaktlysrør er lysnivået lavere, og når man kommer ut av Ammerudtunnelen, er øynene tilpasset relativt høye lysnivåer. Ved det høye lysnivået i stien med LED-lys vil omgivelsene oppleves mørkere. Mørk vegetasjon omkring stien kan oppleves truende, da man ikke ser hva som befinner seg i skyggen. Veiens forløp fremkommer tydelig ved gangstibelysningen, da lyset er godt konsentrert til gangstien, og man kan dermed enkelt oppfatte hvor den går.

### Oppsummering analyse

Generelt kan man si at høye lysnivåer er med på å gjøre anlegget med LED-lys mer lesbart fordi det overordnet er mer lys. Omgivelsene tett på stien blir dermed også mer synlige. Utfordringen er at øynene dermed tilpasses det høye lysnivået ved stien, og omgivelsene omkring stien kan bli vanskeligere å oppfatte. En annen utfordring med LED-lyset er at det blander i mye større grad. Blendingen varierer ut fra hvor man står i forhold til armaturen, det samme gjelder for ansiktsgjenkjenning. Ansiktsgjenkjenning varierer sterkt ut fra hvor personen man ønsker å se befinner seg. Ved befaring var flere av armaturene med kompaktlysrør avslått, noe som vil gi redusert trykghetsfølelse for mange. Samtidig er dette noe som vanskeliggjør sammenligning. Etter mitt syn er lysnivåene tilstrekkelige på sti med kompaktlysrør. Lysnivåene er her jevnere og selv opplever jeg ikke lyset som blendende.

## Diskusjon

I motsetning til de to foregående prosjektene har dette anlegget stolpebelysning på 3,5 meter. Dermed blendes en også i større grad. Særlig LED-belysningen i mye større grad blander, med kraftigere lysnivåer og et mer rettet lys ut fra en kompakt lyskilde. Dette kommer også av at den benyttede armaturen er en tidlig type LED-armatur der lyskildene er direkte synlige. Mange produsenter har nå LED-armaturer, der lyskildene er trukket mer tilbake i lampehuset, dermed skjermes man bedre for direkte lys fra den kraftige lyskilden.

Nivåforskjellene i LED-anlegget viser tydelig utfordringene med belysning fra lave master. Lysnivået i ansiktet varierer sterkt avhengig av hvor i anlegget man befinner seg. Midt mellom to master er nivået akseptabelt, men når man nærmer seg armaturen, blir lyset skarpere og skarpere inntil man passerer stolpen og lysnivået i ansiktet faller drastisk. Øynene må hele tiden tilpasse seg mens man går langs stien, og ansiktsgjenkjenningen varierer like sterkt. Har personen du ønsker å se nettopp passert en lyktestolpe, vil ansiktet fremkomme som en helt mørk kontrast til de sterkt lysende omgivelsene. Når man nærmer seg armaturen, blendes man, med svekket observasjonsevne som resultat. Dette aktualiserer behovet blendfri belysning og mindre kontrast



Illustrasjon 34: Lysanlegget i Grorudparken. Foto: Tomasz Majewski

mellom lyse og mørke områder. Litt som teaterscenen jeg nevnte i starten, der alle er både skuespillere og tilskuere, og alle skal ha mulighet til både å se og bli sett.

I anlegget med kompaktlysrør er lysnivåene lavere, og man unngår blinding fordi lyskilden ikke lyser like skarpt.<sup>6</sup> De lavere nivåene sørger for at øyet er mer tilpasset lysnivået omkring stien. Men lysnivået i ansiktet vil også være lavere, noe som gjør ansiktsgjenkjenningen redusert i forhold til LED-anlegget. Valget står altså mellom hva man ønsker å gi høyest prioritet, blinding eller ansiktsgjenkjenning. Blinding reduserer lesbarhet i anlegget og kan være ubehagelig, særlig for eldre eller personer med synslidelser. Men samtidig øker de høyere lysnivåene lesbarheten på selve stien. De lavere lysnivåene på kompaktlysrør-stien bidrar til en annen form for oversikt, fordi kontrasten til omgivelsene ikke er like stor, og fordi man unngår den stadig gjentakende blindingen mens man går langs stien.

---

6 En LED-lyskilde er mer kompakt og oppleves derfor mer blendende fordi like mye lys kommer fra et mindre areal.



Illustrasjon 35: Belysning og veggmaleri i undergangen på Lindeberg. Foto: Tomasz Majewski

## 6.4 Undergang Lindeberg

Mitt neste case er undergangen under E6 i Tevlingveien på Lindeberg i Oslo. I denne delen av Tevlingveien ble belysningen oppgradert i 2016. Anlegget er interessant fordi lysprosjektet ble igangsatt på grunn av et ønske om trygghetsskapende belysning i området, særlig ved undergangene. Prosjektet inngikk som en del av områdeløftprogrammet for Lindeberg, som et ledd i Groruddalssatsingen. I møter med beboere ble behov for bedre belysning avdekket, spesielt i og ved undergangene i området ble det ytret ønske om å øke trygghetsfølelsen. Undergangen i Tevlingveien ved IKEA ble spesielt utpekt, på grunn av størrelsen og beliggenheten under den støyende E6. ÅF Lighting vant, sammen med arkitektene i Lala, konkurransen om å lyssette underganger i området.

Jeg har valgt å ta med dette prosjektet til tross for min egen rolle som lysdesigner i dette prosjektet. Jeg er oppmerksom på faren for at dette kan påvirke resultatet, men jeg har gjennom alle faser av arbeidet forsøkt å være så objektiv som mulig, og plassert meg som en nøytral observatør. Jeg har for eksempel ikke nevnt for respondenter i spørreundersøkelse eller i dialog med personer i området, at jeg har vært delaktig i utformingen av lysanlegget. Dette for å sikre at svarene jeg henter inn er så nøytrale som mulig. Rollen gir meg samtidig mye relevant informasjon om prosjektet, og anledning til å kunne si noe om situasjonen både før og etter

installasjon av det nye lysanlegget. En viktig grunn for at dette prosjektet ble valgt, var at hovedformålet med belysningen å øke trygghetsfølelsen i området. Dette er midt i feltet for oppgaven, og jeg vurderte at det ville være interessant å se på prosjektet på nytt fire år etter åpning.

## Innhenting av informasjon om anlegget

Som en del av oppgaven var beboermedvirkning viktig, derfor ble det gjennomført flere intervjuer av ulike brukergrupper. Her inngikk representanter fra skoleklasser, næringsliv i området, mødregruppe, politiet og ungdommer. Målet var å jobbe frem et konsept med utgangspunkt i brukernes ønsker.

For å undersøke caset benytter jeg tilgjengelig prosjektmateriale, som lysberegninger, intervjuer og beskrivelser av anlegget. I tillegg er spørreskjema og samtaler med personer i området benyttet for å innhente informasjon om dagens situasjon.

Tidlig i prosjektet, før nytt lysanlegg ble installert, ble folk spurt om hvordan det oppleves å ferdes i området på kveldstid. Her er enkelte utsagn:

-Par rundt 50 – har vært og spist på IKEA, damen sier at hun aldri går her alene, hun synes det er for mørkt.

-Ung mann, rundt 20 – Synes det er svært mørkt, er redd i mørket fordi han tidligere har blitt overfalt på grunn av en handlepose med pizza og cola (ikke på Lindeberg).

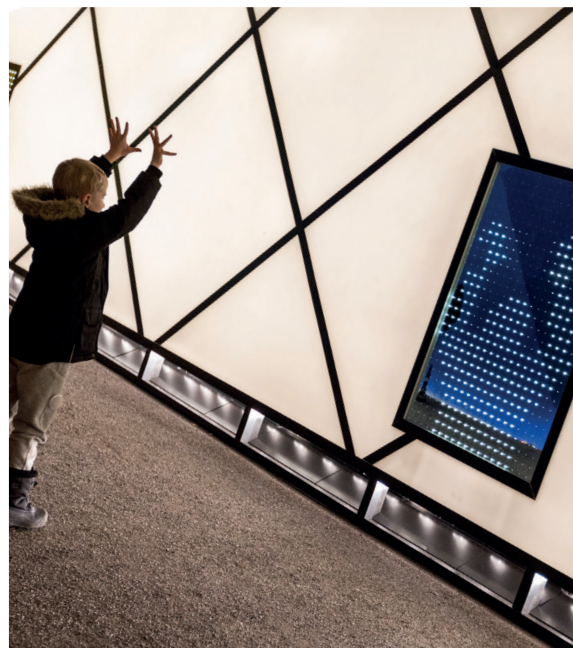
-Kvinne rundt 45 med datter – har vært og spist på IKEA, det plager dem ikke at det er mørkt. Kvinnen er bekymret for datteren når hun er ute, men datteren forteller at hun aldri er redd når hun går i området.

I barnetråkkregistrering for området ble mange underganger markert som utrygge. Det gjaldt særlig undergangen ved IKEA, som også er en viktig forbindelse til fotball- og tennisbanen. Mange barn og unge følte undergangen som en barriere. Politiet ble også intervjuet. De fortalte at til tross for den utrygge følelsen mange hadde, var det generelt lite kriminalitet i området sammenlignet med lignende områder i nærheten.

## Lysanlegget

Informasjon om lysanlegget er hentet fra beskrivelse og konseptrapport. Belysningen i undergangen er løst med lysmoduler av samme type som benyttes for bakbelysning av skilt. Disse er montert bak plexiglass-plater. Løsningen gir et diffust lys gjennom hele undergangen.

I tillegg er det lagt en sidelysende modul i nedre del av lysveggen, som sørger for noe forhøyede nivåer på selve gangbanen. Dette gir en god modellering, og en tydelig markering av undergangens lengde, noe som til sammen gir forutsigbarhet. I prosjektet ble det lagt vekt på trygghetsfølelse, derfor var det viktig å jobbe med modellering og ansiktsgjenkjenning. I tillegg til dette funksjonelle lyset som følger hele undergangens lengde på en side, er det installert to «vinduer» med en interaktiv belysning som lager en lysende «skygge» når man passerer. Lysmodulens diamantform er designet for å henge sammen med uttrykket i veggmaleriet på motsatt side.



Illustrasjon 36: Interaktiv LED-vegg. Foto: Tomasz Majewski

I tillegg ble det installert egne master like utenfor tunnelen. Disse gir et høyt lysnivå på området, for å unngå stor kontrast når du forlater den fullt opplyste undergangen. Dette er utført for å sørge for oversikt i det man går ut av undergangen. På gangstien som leder til undergangen er armaturen Lavinia fra iGuzzini benyttet, med 3000K og 36,8 W. Ved befaring ble det oppdaget at «vinduene» med interaktiv belysning var blitt ødelagt. Her har noen knust plexiglasset og ødelagt deler av rammen. Det var også noe tagging på lysveggen.

Det er utført lysmålinger med profesjonelt lysmålingsutstyr av typen AsenseTek. Lysmålingene ble utført av meg selv en kveld sent i oktober. Lysmålingene benyttes som en indikasjon på lysnivået, det er ikke utført beregninger som kan si noe om gjennomsnittlig belysningsstyrke i forhold til nivåene som er lysberegnet.

## Naturmangfold

I følgende punkter er utfordringer knyttet til lysforurensing vurdert og beskrevet. Informasjonen er hentet fra beskrivelser, lysmåling og lysberegninger.

### ***Kun la lyset være på når det er nødvendig***

I undergangen er belysningen tent hele døgnet. Dette er vanlig i gangtunneler, fordi disse også virker mørke dagtid, på grunn av kontrast til dagslyset utenfor undergangen. På området før og etter undergangen og på gangstien styres belysningen med lyssensor som tenner og slukker anlegget ved solnedgang/-oppgang.

### ***Kun belyse det området som behøver det***

Belysningen er begrenset til undergangen og gangstier som fører til undergangen. Jeg vurderer det til at kun området som behøver det er belyst.

### ***Ikke belyse sterkere enn nødvendig***

Lysnivåene er relativt sterke med 69 lux inne i undergangen. Inne i undergangen er belysningen avskjermet mot himmelen. Denne belysningen vil ikke bidra til lysforurensing, men utenfor undergangen vil lysnivåene være sterke for å sikre synlighet for gående som er på vei ut av undergangen, når deres øyne er tilpasset det høye lysnivået i tunnelen. Lyset er rettet ned mot bakken.

### ***Minst mulig lys i det blå spekteret***

Det er beskrevet at det er benyttet fargetemperatur på 3000 K, men målt fargetemperatur er på 2865 K, altså noe varmere.

### ***Armaturer bør være godt avblendet mot himmelen***

Anlegget er under tak, og på den måten godt avblendt. Mastearmaturer utenfor undergangen lyser ned mot bakken og har en avblendingsring.

## Oppsummering

Med høye lysnivåer inne i tunnelen er ikke anlegget det beste når det gjelder bærekraft, da høye lysnivåer også krever mye strøm. De høye lysnivåene i undergangen leder også til økt behov for lys i området utenfor, fordi øynene tilpasses det høye lysnivået inne i tunnelen. Belysningen er godt avskjermet og tilpasset området ved at dette ligger i et område med høy aktivitet, men lysnivåene inne i tunnelen kunne vært lavere for å unngå stor kontrast når man kommer ut.

## Analyse trygghet

Analyse av trygghetsfølelse er gjort på bakgrunn av lysberegninger, lysmålinger og spørreskjema utfyllt av forbigående en kald høstdag sent i oktober. 11 personer svarte på spørreskjema. Respondentene ble bedt om å ta stilling til belysningen i undergangen og gangstien som leder til den. Svarene ble gitt like utenfor tunnelåpningen. I tillegg hadde jeg korte samtaler med fem forbigående personer omkring lysnivå og trygghetsfølelse.

### ***Lysnivå***

Lysberegningen viser at lysnivået i undergangen er på 102 lux, men ved lysmåling er anlegget nede på 69 lux. Lysnivået utenfor undergangen er lysberegnet til 32 lux gjennomsnittlig. Det målte lysnivået var på 28 lux like utenfor, og på 12 lux noen meter lenger fremme, til tross for at en av armaturene var mørk. Gjennomsnittlig nivå ligger dermed under 32 lux, men lysnivået virket godt tilpasset. På gangstien som leder til undergangen er det lysberegnet til gjennomsnittlig belysningsstyrke på 7,5 lx. De målte lysnivåene varierte mellom 8 lux midt

mellom to master, og 17 lux like under en armatur. Målt lysnivå ligger altså over beregnet nivå. Lysnivåene utenfor undergangen trapper ned på en fin måte, men ved lavere nivåer i undergangen kunne nivåene ute også vært lavere.

Flere av de forbipasserende jeg snakket med, nevnte at de opplevde lysnivåene som for lave. I spørreskjemaet er svarene relativt jevnt fordelt over hele skalaen, men i punktet «I denne belysningen ser jeg godt» er allikevel hovedvekten i midten og litt over mot «passer helt». Og på punktet om man opplever belysningen for «svak», er de fleste svar på 2 og 3, der 1 står for «i svært liten grad». Svarene i spørreskjema viser dermed at lysnivåene ikke oppleves særlig lave. Ved dialog om lysnivåer kan det hende av svarene er farget av situasjonen. Siden jeg introduserte meg som en som gjennomfører en studie om lys og trykghetsfølelse, kan det hende respondentene har tenkt at det «forventes» et svar om at lysnivåene er for svake. Svarene kan også være farget av at man nettopp har kommet ut av den godt opplyste tunnelen og at belysningen utenfor dermed oppleves mørkere.

### **Ansiktsgjenkjenning**

Lysanlegget inne i undergangen har en halvsylindrisk belyningsstyrke på 94 lux. Vertikal lysstyrke i ansiktshøyde ble målt til 59 lux. Dette er høyt, og kombinert med et lysanlegg som ikke blander, får punktet ansiktsgjenkjenning toppkarakter. På gangstien er halvsylindrisk belyningsstyrke lysberegnet 1,45 lx, som også er godkjent i henhold til belyningsklasse S3/ES6. Midt mellom to veilysmaster ble lysnivået målt til 6 lux i ansiktet. I spørreskjema er svarene på «I denne belysningen er det lett å forstå intensjonen til dem jeg møter» jevnt fordelt på hele skalaen, med noe høyere andel på «passer ikke». Det samme gjelder for «I denne belysningen er det lett å gjenkjenne ansikter». Svarene er dermed motsatt av hva lysberegningene tilsier. Grunnen til det kan være at respondentene ikke har forstått spørsmålet. Samtidig kan de vise til at man ikke nødvendigvis kan stole på at lysberegningene og lysmålingene kan si noe om hvordan et lysanlegg oppleves. I dette anlegget er det oppnådd svært god ansiktsgjenkjenning, uten blanding. Dette fordi lyset kommer fra en stor flate som sprer lyset jevnt i hele undergangen.

### **Blendfrihet**

I lysberegningsprogrammet er blendingsfaktoren på over 30, noe som er altfor høyt. Men når man står i undergangen, oppleves dette ikke som blanding, siden lyset er jevnt fordelt i hele rommet. Grunnen til det høye blandingstallet er nok at belysningen kommer fra en side og beregningen ikke er nøyaktig nok til å telle med reflektert lys fra veggflatene. Det punktet som det er lettest å få noe tydelig ut av i spørreskjemaet, er punktet som omhandler om belysningen oppleves som «blendende». Her ligger alle svarene i kategorien «i svært liten grad» bortsett fra én, som ligger mer over i motsatt side av skalaen. Her er også svarene i spørreskjemaet motsatte av hva lysberegningen inne i undergangen tilsier, og på samme måte som i punktet over viser det at man ikke alltid kan stole på lysberegningene.

### **Modellering**

Undergangen har høye lysnivåer, og siden det meste av lyset kommer fra én side, får man noe

skyggevirksomhet som bidrar positivt til avlesing av form. I spørreskjemaet ligger svarene på punktet «I denne belysningen er det lett å se hindringer» rundt midten av skalaen, med overvekt mot «passer helt». Dette er også i tråd med egne observasjoner både i undergangen og i anlegget utenfor.

### **Oversikt over området**

Inne i undergangen er lysnivåene høye og jevne, noe som gir god oversikt. Men i situasjonen idet man forlater undergangen, føler man ikke like mye oversikt. Flere av de jeg snakket med nevnte de mørke områdene utenfor stien som ubehagelige. Dette tyder på at man bør legge enda mer vekt på programmering av restområder ved stien for å bidra til oversikt. I punktet «I denne belysningen kan jeg oppleve veiens forløp» ligger hovedvekten av svarene innenfor «passer helt»-siden av skalaen.

### Oppsummering analyse

Lesbarhet inne i selve undergangen vurderes som god. Her er også lysnivåene høye, og man føler god oversikt. Men i situasjonen utenfor undergangen føler flere respondenter at man mister oversikt. Særlig i sidearealet til E6 (som krysser over undergangen) er det mye vegetasjon som oppleves som mørk om kvelden. En annen skriver på spørreskjemaet at det er «svært mørke områder rundt». Svarene underbygger at lesbarhet er viktig for trygghetsfølelse. En annen kommentar fra spørreskjemaene er «Fint med kunst i undergang, gjør en trist undergang hyggelig». Og en person nevnte muntlig at det føles tryggere når man ser at noen bryr seg om omgivelsene.

## Diskusjon

Dette prosjektet er valgt for å se på hvordan jevn, blendfri belysning oppleves på et sted som av enkelte var ansett som utrygt, og der oppdragsgivers intensjon var å øke trygghetsfølelsen. Det er nå, fire år etter, interessant å se på om prosjektet har oppfylt kommunens ønsker. Undersøkelsen viser at det er flere som fremdeles er engstelig i området. Særlig eldre kvinner ser ut til å oppleve området utrygt om kvelden, men også yngre jenter ser ut til å mislike å gå her alene. Lysnivået i undergangen er høyt, noe som gir en viss kontrast til belysningen på gangstien utenfor. Dette er motvirket ved plassering av en mast som bidrar til en avtrapping av lysnivåene. Men denne masten er kun montert på én side av undergangen.

Siden undergangen ofte blir nevnt som spesielt ubehagelige å passere, og siden lyset i undergangen ikke bidrar til lysforurensing i noen særlig stor grad, vil det generelt være et godt sted å legge vekt på trygghetsskapende belysning. I undergangen på Lindeberg er nok det fargerike veggmaleriet også med på å flytte fokus fra utrygghetsfølelsen mange kjenner på ved å gå i en undergang. Lysmiljøet i undergangen er behagelig siden en hel jevntlysende flate fungerer som armatur. Det finnes ingen blendingskilder, belysningen bidrar dermed til forståelse



for undergangens lengde og form. Men siden noe av veggene er ødelagt, og det er tagget på lysveggen, mister man noe av effekten som oppstår ved at «noen bryr seg om omgivelsene», som en av respondentene nevnte som viktig for sin trykghetsfølelse.

Lysmastene utenfor undergangen er også med LED-armaturer, men det kan se ut som at siden lyspunktet er høyere enn i foregående prosjekt med fire meters-master, så blander denne belysningen betraktelig mindre. Lyset spres i et større område og gir dermed også mer oversikt og større jevnhet. Utfordringen med høyere master er at en ikke har like god kontroll på lyset. Det kan føre til strølys inn i naboers hager og vinduer. Det vil kreve høyere lysnivåer for å oppnå et akseptabelt nivå på bakken, og noe som medfører større fare for lysforurensing. Samtidig ser det ut til at ikke kun belysning må til, men også en økt programmering av restareal omkring stien og undergangen vil være viktig for opplevd trykghet.



Illustrasjon 37: Belysningen i undergangen på Lindeberg består av en bakbelyst plexiplate som gir jevt lys til hele undergangen, samt to interaktive LED-plater der lyset tennes når man passerer og lager en lysende skygge. Foto: Tomasz Majewski



Illustrasjon 38: Rodeløkka har trange gater og små trehus fra slutten av 1800-tallet. Dette bildet er fra det aktuelle krysset før utskiftning av belysningen. Foto: Rodeløkka vel

## 6.5 Tromsøgata

I neste case skal vi se på et lysanlegg med master på omtrent samme høyde som mastene på stien utenfor undergangen på Lindeberg. Sentralt i Oslo ligger Rodeløkka, et lite område med lav trehusbebyggelse fra slutten av 1800-tallet med smale gater og trange fortau. I Tromsøgata ble det installert ny LED-belysning våren 2018, noe som medførte klager fra enkelte beboere. I Tromsøgata er vi i et helt annet miljø enn i de første casene vi har sett på. Midt i byen har vi mye strølys fra mange ulike kilder, både i nærheten og fra mer sentrale deler av byen. Himmelen blir aldri helt mørk så sentralt i byen. Hovedgrunnen til at jeg valgte dette som case var at jeg hørte om en dialog mellom engasjerte beboere og kommunen om lysnivåer, som i seg selv er spennende å få tilgang til nå når Oslo kommune er i ferd med å skifte ut det meste av belysningen i sentrum.

### Innhenting av informasjon

Informasjon om situasjonen fikk jeg gjennom en nabolagsside på Facebook, der det ble klaget på lysnivåene. Jeg tok kontakt med dem det gjaldt for å høre mer om bakgrunnen for klagen, og hva slags respons man har fått. En av beboerne hadde da sendt klage til Oslo kommune på belysningen i Tromsøgata fordi han opplevde at hagen og huset fikk sjenerende belysning som følge av utskiftning av armaturene i området. Klagen ble støttet av andre beboere i nærheten. Jeg bruker ham anonymt som eksempel, vedkommende har godtatt at brevet blir gjengitt i oppgaven.

I tillegg har jeg vært i kontakt med Bymiljøetaten i Oslo kommune der jeg har fått informasjon om lysanlegget, og hvilke styresystemer man bruker for å dempe lysnivåer og andre tiltak for å dempe sjenanse fra lyskilder.

Utdrag fra skriftlig klage fra beboer, sendt til Byrådsavdeling for miljø og samferdsel:

Jeg bor i Tromsøgata 16 på Rodeløkka, i et verneverdig trehus med hage. I de 17 årene vi har bodd her har vi knapt reflektert over at vi i vår umiddelbare nærhet har tre gatelykter som til sammen likevel har lyst opp gatekrysset Tromsøgata/Solhauggata tilstrekkelig.

Dette er nå dramatisk endret. Etter at de tre lampene er blitt utstyrt med et meget sterkt LED-lys, er hagen vår rett og slett flombelyst om kvelden og natten. Vi har fått et kaldt, hvitt «dagslys» døgnet rundt: Se vedlagte bilder tatt uten blitz og uten utelys midt på natten i juli i år.

Å sitte i hagen på kveldstid er nå blitt utrivelig. Eiendommen vår er grelt opplyst, og bare det å se i retning av de tre lampene er svært belastende på øynene (uansett hvordan man plasserer seg i hagen har man minst én i synsfeltet). I tillegg kaster LED-lampene et hvitt, skarpt lys inn gjennom vinduene. Vår bokvalitet er kraftig forringet.



Illustrasjon 39 og 40: Bilder fra beboer som viser det skarpe lyset i hagen, med den blendende lyskilden i bakgrunnen. Foto: Beboer på Rodeløkka

## Lysanlegget

Ved nye lysanlegg i Oslo kommune benyttes Veilysnorm for Oslo og Belysningsplan for Oslo sentrum. Gjennom dialog med Bymiljøetaten har jeg fått informasjon om utskiftningen og det nye lysanlegget: Den benyttede armaturen er: Siteco SL20 mini LED 54 W, 3000 K. Den er montert på eksisterende master, og siden disse har ulik høyde, så får armaturene ulik monteringshøyde. Opprinnelige lysanlegg bestod av en stor mengde ulike armaturer med 125 W kvikksølv.<sup>7</sup>

Bymiljøetaten vet ikke hvilken konkret mastehøyde armaturene har, men opplyser at de på Rodeløkka henger på mellom 5-7 meter. Ved befaring vurderer jeg armaturene i krysset til å være montert på omtrent seks meter. I det aktuelle krysset henger armaturene på en eldre stålmast. På tilliggende master er armaturene montert på tremaster, også de på omtrent 6 meter.



Illustrasjon 41: Armaturen Siteco SL20 er benyttet i det nye lysanlegget på Rodeløkka. Foto: Siteco

## Lysmålinger og lysnivåer

Lysmålinger er utført med profesjonelt lysmålingsutstyr av typen AsenseTek. Lysmålingene ble utført av meg selv en overskyet oktoberkveld. Lysmålingene benyttes som en indikasjon på lysnivået i gaten, det er ikke utført grundige beregninger som kan si noe om gjennomsnittlig belysningsstyrke. Lysmålingene viser at fargetemperaturen er noe kaldere enn angitt i armaturens datablad, ifølge lysmålingen er fargetemperaturen på 3103 K. Lysnivået midt i krysset ligger på 46 lux, mens det midt mellom to lysmaster er helt nede på 1 og 2 lux på bakkeplan. Ved kryssets kant ble nivået målt til henholdsvis 14, 19 og 6 lux, nivåene varierer ut fra posisjon i forhold til armaturen.

En viktig observasjon ved befaringen var at det er blitt montert avskjerming av armaturen på alle fire sider. Dette reduserte blanding fra armaturen betraktelig, lyset



Illustrasjon 42: Lysnivåer markert på utvalgte punkter i krysset.

7 Kvikksølvlyspærene produseres ikke lengre, og alle lysanlegg med kvikksølv i hele Norge må byttes ut.

er også avskjermet til naboers hager og stuevinduer. Avskjerming er montert på armaturene i Solhauggata, men armaturen lengre ned i Tromsøgata hadde ikke avskjerming, noe som medførte langt sterkere blending.

I tillegg til lysmåling på bakkeplan ble det utført lysmålinger i ansiktshøyde.



Illustrasjon 43 og 44: Foto av to master, én med avskjerming og én uten. Armaturen med avskjerming blander tydelig mindre enn armatur uten avskjerming. Foto: Helga Iselin Wåseth

Når man står midt mellom armaturen i krysset Solhauggata/Tromsøgata og neste armatur lengre ned i Tromsøgata, er det stor forskjell i blendingsgrad på grunn av at den ene armaturen har avskjerming og den andre ikke. Går man mot armaturen uten avskjerming får man en lystyrke på 7 lux i ansiktet, men om man snur seg 180° og er vendt mot armatur med avskjerming, blir lysnivået i ansiktet redusert til 1 lux.



Illustrasjon 45: Måling av lysnivå i hodehøyde og i synsretning.

Oslo kommune opplyser om at det benyttes 50 % dimmeprofil på armaturene i området. Dette innebærer at armaturen er dimmet ned til 50 % kveld, og 20 % på natten. Lysnivåene som jeg har lysberegnet i gaten er altså fra et tidspunkt hvor anlegget står til 50 % av full effekt.

Ett år etter første kontakt spurte jeg de involverte beboerne om hvordan saken ligger an. Fra de to beboere fikk jeg som svar at belysningen nå er god, og at dialogen med Bymiljøetaten har vært konstruktiv og har gitt frukter:

Kort fortalt løste saken seg, selv om det tok et år. Etter noen purringer fikk vi etter hvert tilsendt en rapport som viste at gatelykten som flombelyste hagen vår var markert som defekt, den kunne ikke fjerdimmes. I mai i år ble den reparert, og ca to uker etter oppdaget vi at lystyrken var betraktelig redusert - nå lyser den i gaten, og ikke inn i hagen vår som tidligere (utdrag fra e-post med beboer som sendte klage).

For min del er det viktigste at det er behagelig gatelys som ikke skaper skarpe skygger

og blander synet. Jeg synes den nye dimmingen er veldig bra og den har ikke på noen måte påvirket min trygghetsfølelse (utdrag fra e-post fra nabo til anlegget).

Kommentarene viser at Bymiljøetaten har håndtert klagen godt og har etterkommet beboernes ønsker. Samtidig som en beboer ikke føler at dette har gått ut over trygghetsfølelsen i området, selv om belysningen er betydelig redusert.

## Naturmangfold

I følgende punkter beskrives hvordan utfordringer knyttet til lysforurensing er løst i prosjektet. Punktene er fylt ut basert på informasjon fra Bymiljøetaten, armaturprodusentens produktark og egen befarings i området:

### ***Kun la lyset være på når det er nødvendig***

Oslo kommune har et styringsanlegg som muliggjør en smart dimming av lysanlegget. Valgt dimmeprofil setter nivåene til 50 % på dagtid og 20 % om natten. Ut over dette benyttes vanlig fotocelle-styring av lyset, lyset tennes ved solnedgang og slukkes ved soloppgang.

### ***Kun belyse det området som behøver det***

Ved å lese brevet fra en beboer kan man fastslå at det ikke kun var området som behøvdtes som ble belyst da anlegget var nytt. De smale gatene gjør det vanskelig å kun belyse gaten uten å sende strølys til eiendommene. Men de påmonterte avdekningene hjelper mye, og belysningen er nå mye mer konsentrert til gaten enn da klagen ble sendt inn. Det er dog ikke benyttet en armatur som er tilpasset veikrysset, armaturen har en optikk som passer for gate.

### ***Ikke belyse sterkere enn nødvendig***

Ved lysmåling er det målt nivåer på 46 lux midt i krysset, og helt ned i 1 lux mellom to armaturer. Oslo kommune har imøtegått klager på lysnivåer og dimmer nå lyset betraktelig ned.

### ***Minst mulig lys i det blå spekteret***

Det er benyttet fargetemperatur på 3100 K, altså varmt lys, men som tidligere nevnt, vil LED-teknologien alltid ha mye lys i den blå delen av spekteret, siden dioden som utgangspunkt lyser med blått lys.

### ***Armaturer bør være godt avblendet mot himmelen***

Armaturene som er benyttet på Rodeløkka lyser ned mot bakken, og ifølge figur fra datablad (Illustrasjon 46) skal den ikke bidra til lysforurensing.



Illustrasjon 46: Figuren viser at armaturen ikke har lys over armaturens horisontlinje.

## Oppsummering

Det nye lysanlegget hadde tydelig for høyt lysnivå da klagene ble sendt inn. Bymiljøetaten har etterkommet klagene på en god måte og både redusert lysnivåene og montert avskjerming på armaturene. Lysnivåene ser ikke ut til å være til sjenanse for beboere etter de gjennomførte tiltakene. Det er flere hensyn å ta når man belyser gater midt i byen. I krysset Tromsøgata/Solhauggata ser det nå ut til å være et godt kompromiss mellom lysstyrke på gaten og strølys inn til eiendommer.

## Analyse trygghet

Trygghetsaspekter ved belysningen i Tromsøgata er analysert ut fra informasjon fra klage fra beboere og svar fra beboere etter dimming og installasjon av avdekning. Videre er informasjon innhentet fra Bymiljøetaten i Oslo kommune. Det er også utført egen befaring og lysmåling. I tillegg har jeg selv vært i anlegget og analysert det ut fra mitt ståsted som fagperson.

### **Lysnivå**

Gjennomsnittlig lysnivå i krysset er lysberegnet til å være på mellom 6,8 lx og 9,3 lx. (Variasjon avhengig av masteavstand som er henholdsvis 27 og 37 meter.) Lysberegninger er utført med armatur på 66 W. Jeg har fått oppgitt wattstyrke på 54 W fra kommunen, men denne armaturen finnes ikke på produsentens hjemmeside. Lysnivåene er justert for dette, og ytterligere dimmet ned til 50 %. Ved lysberegning er det heller ikke tatt høyde for de påmonterte avdekningene. Lysberegningene kan på grunn av disse faktorene kun benyttes som en indikasjon på nivå. Ved lysmåling på stedet ligger nivåene fra 46 lux like ved armaturen til 1 lux midt mellom to armaturer. Man finner altså at det er en stor kontrast mellom det lyseste og mørkeste området. Ved lysnivå som varierer mellom 46 lux og 1 lux skulle man tro at belysningen oppleves svært varierende, men min egen opplevelse er at lysnivåene er godt balanserte. Det oppleves ikke mørkt når man står midt mellom to master. Dette kan man si støttes av beboer som bemerker at belysningen ikke påvirker hennes trygghetsfølelse. (Lysnivå etter neddimming til 20 % er ikke hentet inn.)

### **Ansiktsgjenkjenning**

Lysnivået ble aldri målt til lavere enn 1 lux i ansiktet (målt vertikalt), nærmere krysset var lysnivået i ansiktshøyde 15 lux. Det betyr at det alltid er noe lys i ansiktshøyde, og som tidligere nevnt (jf. kap 4.2) så vil man med 1 lux i ansiktet kunne skjelve øye, nese og munn på fire meters avstand.

### **Blendfrihet**

Armaturen som står i krysset Tromsøgata/Solhauggata har fått påmontert avdekning som reduserer blendingen betraktelig. Armaturen lengre ned i Tromsøgata har ikke avdekning, og armaturen oppleves mye mer blendende. Ved lysmåling i ansiktshøyde er lysnivået på 7 lux vendt mot den nedre armaturen og 1 lux vendt mot armatur med avdekning.



## **Modellering**

Strølys til bygg og omgivelser er med på å bidra til modellering av omgivelsene, og personer og objekter i gata er godt synlige.

## **Oversikt over området**

Rodeløkka har smale gater, biler står parkert langs veien og enkelte busker vokser ut over fortauet. Dette er med på å gjøre gatene mindre oversiktlige. Belysningen er viktig for å underlette avlesning av området på kveldstid. Gatelyset gir noe strølys til fasader, og et høyt lysnivå på gaten bidrar positivt til områdets lesbarhet.

## **Oppsummering analyse**

Overordnet sett er lysanlegget i krysset Tromsøgata/Solhauggata nå blitt bedre tilpasset. Lysnivåene er balanserte og blending er redusert. Ansiktsgjenkjenning og modellering er god. Armaturene er montert i eksisterende master, masteavstand er dermed ikke tilpasset området. Det ser ut til at man har kommet til et godt kompromiss der nivåene er godt tilpasset, selv om armaturen ikke er veltilpasset bruk i gatekryss. Om natten er anlegget dimmet ytterligere ned, noe som kan gi redusert trykghetsfølelse. Dette er ikke undersøkt nærmere her i oppgaven.

## **Diskusjon**

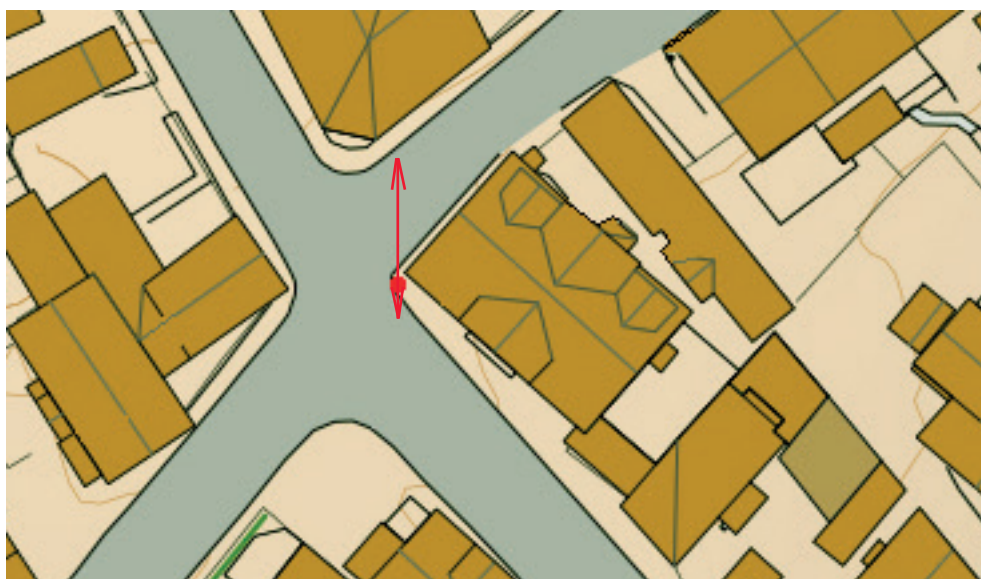
I Tromsøgata er gatestrukturen smalere enn i andre deler av byen. Her har vi lav trehusbebyggelse med husvegger tett på gaten og stedvis svært smale fortau. Dette er ikke et godt eksempel på et generelt veilysanlegg i Oslo kommune, men det er et godt eksempel for å belyse problemet med at ny LED-belysning lett kan bli for kraftig og med det, viktigheten av stedstilpassede lysanlegg. Eksempelet viser også godt hvordan kommunen er avhengig av tilbakemelding fra beboere/brukere for å tilpasse anleggene. I Oslo kommune benyttes et lysstyringssystem som kan dimme ned lyset. Dermed har de valgt å benytte standardiserte lumenpakker for deretter å tilpasse lysnivåene. Dette kan være et godt tiltak, da armaturenes levetid også forlenges betraktelig når lysnivåene dimmes ned. Men om dimmingen ikke utføres, får man potensielt mange steder med alt for høye lysnivåer.

Armaturene er tilpasset gatelys, med en lysfordeling som følger gatas lengde. Stolpen i krysset Tromsøgata/Solhauggata er montert på skrått, dette fører til at lyset som skal følge veien kastes inn i hagen til den ene naboen, og rett inn vinduene til naboen på motsatt side. (Se illustrasjon 47 på neste side) Dette er rettet opp gjennom montering av avskjerming på armaturen. Dette i kombinasjon med at armaturen ikke kunne dimmes, førte til det sterke lyset som ble påklaget.

Lysteknisk sett er belysningen i Tromsøgata mye bedre tilpasset etter kommunens tiltak. Men på et sted som Rodeløkka må man vurdere om man heller skulle legge vekt på å få en belysning som er tilpasset området også i anleggets visuelle utforming. De aller fleste av bygningene i

området er vernet av byantikvaren, med byggeår i siste kvartal av 1800-tallet. Lysanlegget kunne gjenspeile dette, både i utforming på armatur/mast, lysfarge og -nivå. Opprinnelig lysanlegg, før utskifting til LED, var en god blanding av tekniske armaturer montert på ulike tidspunkter og med en utdatert lysteknologi. Utskifting av disse var helt riktig, men en mer stedstilpasset belysning ville kunne bidratt positivt til områdets visuelle fremtoning. Etter utskifting har Rodeløkka fått armaturer med lik utforming, og sånn sett er det en stor oppgradering.

Hovedproblemet med belysningen i krysset var at belysningen ikke var tilpasset området med riktig optikk for gateprofil og kryss, og tilpassede lysnivåer. Dette er et eksempel på at stedstilpassning er et viktig tema når det gjelder utendørs belysning. En mer tilpasset belysning fokuserer på områder som trenger lys, og belysningen kan hente frem stedlige egenskaper i større grad. På Rodeløkka er det benyttet et standard veilysanlegg uten å tenke på de stedlige egenskapene ved området. Området er lesbart på grunn av relativt høye lysnivåer, men med mer tilpasset belysning kunne muligvis lysnivåene senkes og lesbarhet kunne vært oppnådd på andre måter.



Illustrasjon 47: Lysfordelingen på armaturen er tilpasset vei/gate og ikke kryss, derfor kastes mesteparten av lyset inn til naboer.

DEL IV  
AVSLUTNING

## 7. Diskusjon

---



Illustrasjon 48: Stedstilpasset belysning på Visby torg i Sverige. Foto: Åke Lindman

Gjennom casestudien har jeg sett på hvordan belyningsstrategiene i fem ulike case har innvirkning på hensyn til naturmangfold og lysforurensing, og jeg har analysert elementer knyttet til trygghetsfølelse i hvert prosjekt. Med utgangspunkt i dette, vil jeg gå grundigere inn på hvilke strategier som kan sies å gi god trygghetsfølelse samtidig som belysningen gir så lite lysforurensing som mulig.

Jeg tar også sikte på å gjøre en sammenlignendeanalyse av de ulike strategiene. I den forbindelse vil jeg gå noe grundigere inn på andre del av problemstillingen: **Hvilke konkrete virkninger har en redusert og mer stedstilpasset form for belysning for spørsmålet om trygghet?** Her ser jeg mer spesifikt på hvilke aspekter ved belysningen som bidrar til god lesbarhet. I den forbindelse argumenterer jeg for at faktorer som oversikt og orienteringsevne har stor betydning. Dette er faktorer som virker inn på omgivelsenes lesbarhet og som i neste ledd kan spille inn på opplevelsen av trygghet.

I analysen av de fem casene har vi fått anledning til å undersøke et bredt spekter av belyningsstrategier. Noen av prosjektene er mer planlagte enn andre, og derigjennom mer stedstilpassede. Prosjekter er vurdert som mer stedstilpasset ved at det er tatt høyde for stedlige



Illustrasjon 49: Belysning til omgivelsene kan bidra til å skape dybde i synsfeltet og med det, bedre lesbarhet.  
Foto: Arve Olsen

variasjoner ved valg av belysningsprinsipper, og ved at belysningen bevisst er brukt for å hente frem elementer i omgivelsene som bidrar til avlesning og tydeliggjøring av dem. Noen av casene ble opprinnelig igangsatt ut fra et ønske om en trygghetsskapende belysning, andre ut fra ønske om økt bruk om kvelden, og andre igjen i forbindelse med en større utskiftning av armaturer.

Det ser ut til at en ved mer stedstilpasset belysning kan benytte lavere lysnivåer samtidig som at trygghetsfølelsen blir ivaretatt, for eksempel ved å belyse romskapende elementer i naturlige synsvinkler. Om man ser rett frem, så vil disse elementene bestå av de vertikale flater omkring gangveien, for eksempel trekroner, støttemurer, skulpturer og fasader. Med god belysning kan disse flatene tilføre byrommet mer dybde og tredimensjonalitet. Dette vil videre føre til at det blir lettere å bedømme avstander, man får økt forståelse for rommets avgrensinger, og byrommet blir på den måten mer lesbart. Man oppnår videre mer dybde i synsfeltet, omgivelsene kan bli mer interessante å betrakte, og man kan oppnå økt gjenkjennelse av byrommet fra dagtid til kveldstid. Ved belysning av en gangsti vil synsfeltet variere underveis langs stien, såkale suksessive synsfelt og helhetsopplevelsen langs stiforløpet vil da være viktig.

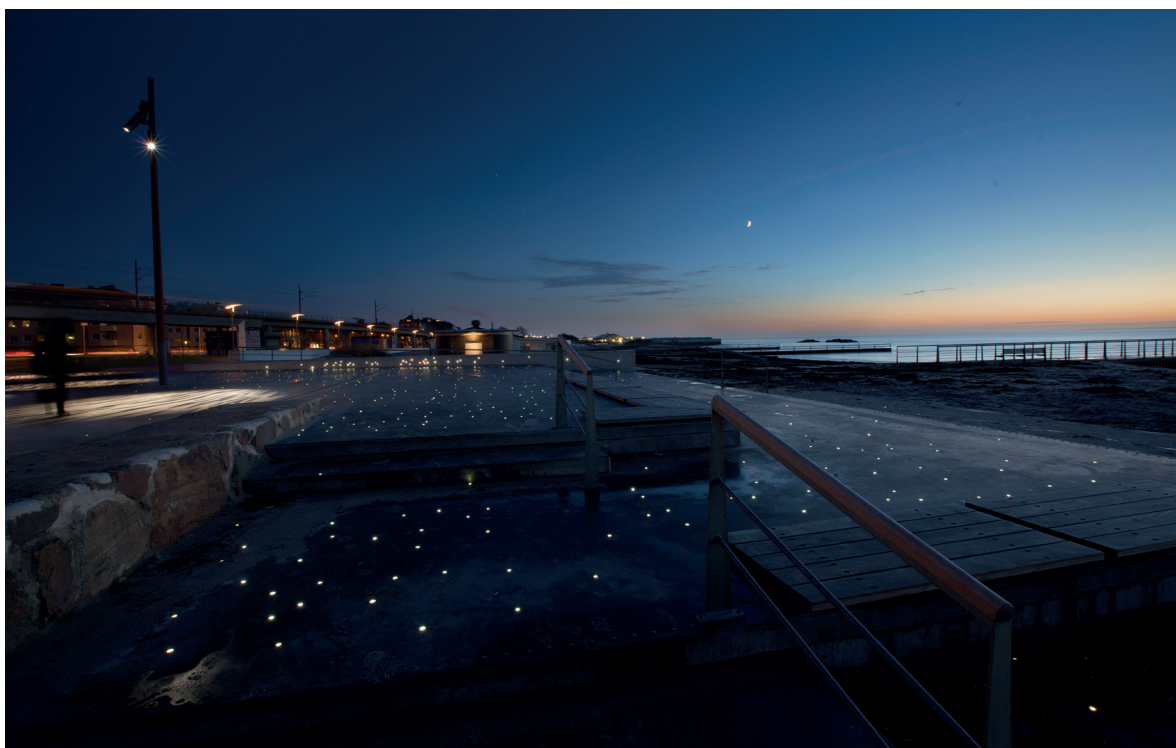
På den andre siden kan belysning av omgivelsene rundt stien lett kunne bidra til lysforurensing, for eksempel om man lyser opp fasader og trær nedenfra. Her er det viktig å være bevisst på hvilke belysningsprinsipper som velges. Lys på romskapende elementer kan også, som vi har sett i eksempelet fra Jørpelandsholmen også bidra til at lysnivåene overordnet kan holde lave.

Tenker vi tilbake på *prospect-refuge*-teorien som ble nevnt i kapittel 3.4, underbygger den viktigheten av å la belysningen sørge for oversikt over omgivelsene, ved at lyset gir mer oversikt (*prospect*). Lys på omgivelsene vil dermed være viktigere enn lys på selve stien man går på. Høye lysnivåer på stien i kontrast til mørke omgivelser, kan føre til at man føler seg mer utsatt, da man ifølge teorien vil foretrekke å ikke selv bli sett (*refuge*).

Belysning på sentrale vertikale flater vil også føre til at området fremstår lysere, fordi disse flatene vil være de mest fremtredende i synsfeltet. I en e-postutveksling med professor i miljøpsykologi Johanna Enger, ved Lund Universitet, sier hun det enkelt og greit sånn: «Både för utomhus- och inomhusmiljöer är ju den springande punkten att det inte är mängden ljus som är avgörande för upplevelsen (tex trygg), utan kontexten och hur ljuset är distribuerat.» Både selve konteksten og hvordan lyset fordeler seg er altså viktige faktorer som har innvirkning på omgivelsenes lesbarhet.



Illustrasjon 50: Belysning på sentrale vertikale flater kan bidra til at byrommet oppleves lysere. Foto: Halvor Gudim



Illustrasjon 51: Effektbelysning ved Helsingborg havnefront. Foto: Martin Kristiansen

## 7.1 Nyanser av mørke

Det at så mange områder i byen er overbelyst, gjør at steder med mer nennsom belysning ikke kommer til sin rett, de blir på sett og vis oppslukt av lyset. Konturer og dybde, som er med på å bidra til lesbarhet, forsvinner i det skarpe lyset. Nyanser av mørke i form av gråtoner har dessuten egenskapen av å sette stemning, skape atmosfære og være mer interessante å betrakte.



Illustrasjon 52: Mykt lys i sort/hvitt-fotografi. Foto: Andrew Gibson



Illustrasjon 53: Hardt lys i bildet "Callanish after hailstorm". Foto: Fay Godwin

Kanskje er det mange av de samme egenskapene som gjør at sort/hvitt-foto er foretrukket av mange fotografer: Nyanserikdommen av gråtoner gir fotografer mer å spille på. Dette gir en rik palett av stemningsskapende skyggeeffekter der en kan jobbe med harde konturer eller myke, diffuse overganger. Lyset kan skape dybde, stemning eller rett og slett gjøre bildet flatt og hardt, alt avhengig av hvilket budskap fotografen ønsker å formidle.

På samme måte kan en lysdesigner jobbe i og med mørke omgivelser, i mørket får også en lysdesigner større spillerom til å modellere ved bruk av skygge og kontrastvirkninger. Man får mulighet til å skape dybde i synsinntrykket og modellere objekter for å gjenspeile stemning og atmosfære. Alt dette kan bidra til å gjøre uterommets mange egenskaper mer forståelig. Det er her lysdesigneren får spillerom til en subtil formidling av rommets egenskaper, og kan formidle retning, avgrensing eller sette stemning. I motsatt fall kan det friste å bruke kraftigere grep for å skape stemning, noe som ofte medfører en utstrakt bruk av farget lys, mediavegger og andre kraftige lyseffekter.

Forskjellen på fargefoto og sort/hvitt-foto sier også noe om vårt synsapparat. Man opererer gjerne med et skille mellom fargesyn (fotopisk) og mørkesyn (skotopisk). Om dagen har vi evnen

til å se farger, men ved lave lysnivåer, går vi over til mørkesyn, hvilket vil si at vi ikke ser farger men vi ser heller nyanser av gråtoner. Øyet er da mer følsomt for blått lys (selv om vi ikke ser fargen). I dagens samfunn benytter vi oss svært lite av denne evnen vår og blir kanskje på den måten mindre vant til å stole på denne delen av synssansen? Jeg mener at vi bør oppøve vår evne til å se nyanser i mørket og lære oss å finne roen som mørket kan tilby.



Illustrasjon 54: Belysning på omgivelsene førte til at lysnivåene kunne holdes lave på Jørpelandsholmen. Foto. Arve Olsen

## Reduserte lysnivåer

På Jørpelandsholmen er lysnivåene svært lave, men det har ikke blitt rapportert til kommunen at det har gått ut over bruk av holmen, og tiltaket har vært godt mottatt. Her er nyanser av mørke ivaretatt i stor grad. Belysningen skaper god lesbarhet, men også atmosfære og flotte lysopplevelser, noe som i seg selv kan trekke besøkende til holmen om kvelden.

I Tromsøgata, i motsatt ende av skalaen, var lysnivåene høye, og kommunen ble bedt om å redusere lysnivåene av naboer til anlegget. Nå når nivåene er dempet til 50 % (20 % om natten), føles det fremdeles trygt å ferdes i området ifølge de samme beboerne. Lysnivåene er mer tilpasset omgivelsene, og lesbarheten og trygghetsfølelsen synes fortsatt å være ivaretatt.

I Grorudparken er lysnivåene lavere, men også jevnere i den delen av anlegget som har kompaktlysrør sammenlignet med den delen som har LED-teknologi. Ved de jevnere lysnivåene unngår man at øynene stadig må tilpasses de varierende lysnivåer. Man aksepterer også lavere



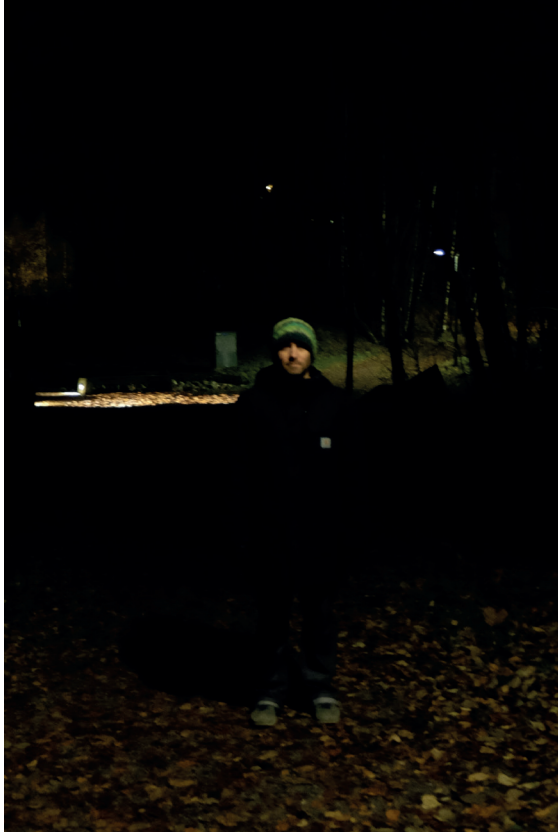
lysnivåer når øynene får tid til å tilpasses de aktuelle nivåene. Med hensyn til adaptasjon og blending er dette et interessant case. LED-lys kjennetegnes ved en høy lysstyrke fra et lite punkt, noe som virker blendende. Ved ferdsel langs stien vil lysnivået i ansiktshøyde variere sterkt avhengig av hvor langt unna armaturen man befinner seg. I den delen av anlegget der det er benyttet kompaktlysrør, blendes man i mindre grad og det oppleves dermed mer behagelig å ferdes på denne delen av gangstinettet. Dette skyldes lavere lysnivåer, sammen med at lyskildens lysende overflate er større og det dirkede lyset til øyet dermed blir svakere. Om dette har en direkte virkning på trykghetsfølelse, er vanskelig å måle, men en skulle tro at blendingsbegrensning har en positiv innvirkning, selv om lysnivåene er lavere. Med samtidig synes mange brukere at det er viktig å kunne identifisere personer. Mange mener at ansiktsgjenkjenning i så måte er påkrevet. Steve Fotios, derimot, har en mer helhetlig tilgang til utfordringen, han mener blandt annet at det å kunne avlese kroppsspråk er viktigere. Det er vanskelig å oppnå ansiktsgjenkjenning uten blending i vanlige vei- og gatelysanlegg, så en belysning der en heller legger vekt på å modellere figuren til møtende personer, kan være like nyttig.



Illustrasjon 55: Stibelysning i Grorudparken.  
Foto. Tomasz Majewski

Ved gangstien utenfor undergangen på Lindeberg er det også benyttet LED-lys uten noen spesiell avskjerming. Men her er armaturen plassert høyere (seks meter), og lysnivået er mer tilpasset. Derfor blander ikke dette lyset like mye som LED-armatur på 3,5 meter som ble brukt i Grorudparken. Derimot blander LED-armaturene i Tromsøgata, som også henger på omkring seks meter. Noen av armaturene har fått avskjerming som demper det direkte lyset, og dette hjelper betraktelig.

Stolpebelysningen (på fire meter) på Jørpelandsholmen, som ble benyttet på deler av ruten, blendet og derfor ble lysnivåene på disse dimmet ned. Det som er interessant er at selv om nivåene ble dimmet ned helt til 15-20 %, blander de fremdeles noe. Grunnen til dette er at lysnivåene i anlegget overordnet sett er så lave at det forhøyede lysnivået i armaturen er nok til å blende. Dette viser potensialet i å bruke kunnskap om øyenes tilpasningsevne aktivt når man planlegger belysning. Det interessante ved dette er at samme type armatur plassert i et bymiljø nok ikke vil oppleves blendende, selv når den står på fullt, fordi lysnivåene i miljøet omkring vil være høyere. Gjennom økt kontroll på lysforurensing og økt blendingskontroll vil man overordnet kunne redusere lysnivåer.



Illustrasjon 56 og 57: Belysningen gir kun ansiktsgjenkjenning når personen står rett foran lyktestolpen og samtidig blendes av det høye lysnivået i ansiktet. Spørsmålet er hvor viktig ansiktsgjenkjenning er, eller om det å kunne avlese kroppsspråk kan være like viktig. Foto: Helga Iselin Wåseth

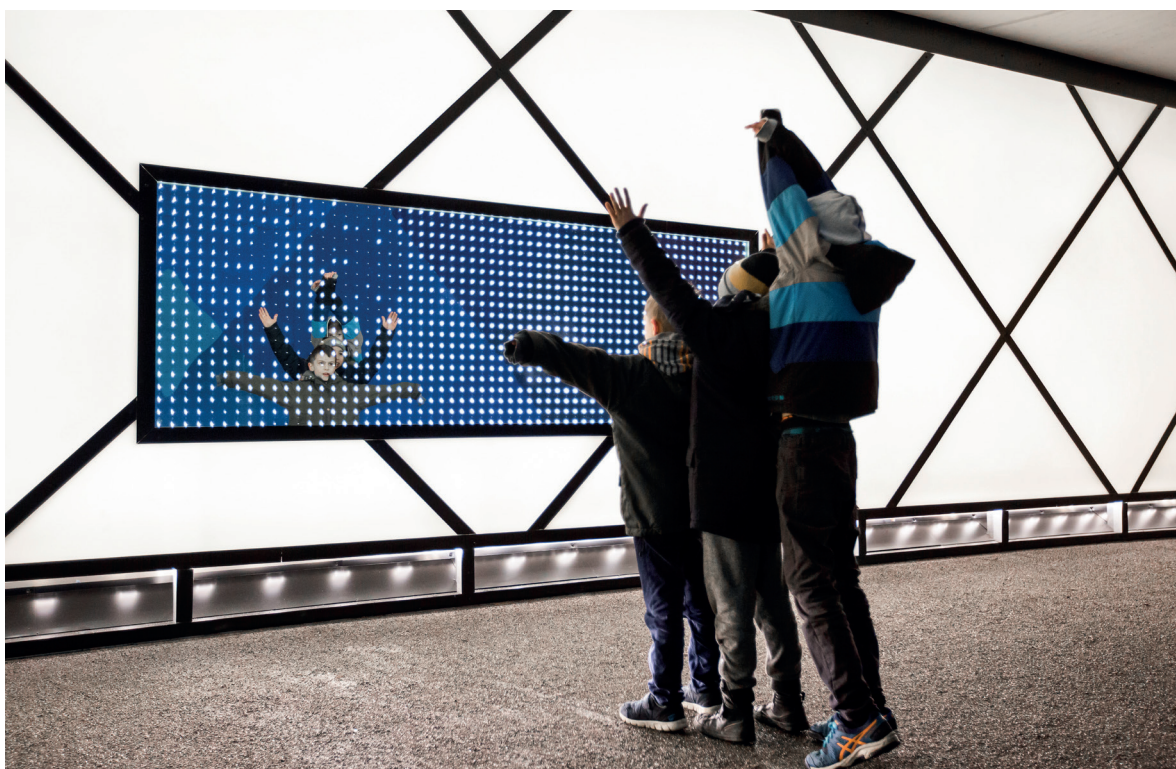
Sammenligner vi gangstibelysningen på Eikholt og Grorud ser vi at med hensyn til blinding, vil pullerter med god avdekning fungere svært godt, men da særlig i kombinasjon med tiltakene som ble avdekket i prøvelyssettingen på Jørpelandsholmen. Eksempelet på Jørpelandsholmen viser hvordan lys på omgivelsene har en god effekt på lesbarhet og dermed også mest sannsynlig vil bidra positivt til trykghetsfølelse. Dette underbygges også i *Godt lys der du går og sykler* der de beskriver at sideterreng i en sone på 5m på hver side av gang- og sykkelstier, bør belyses med en lysstyrke på minimum 50% av belysningsstyrken på selve stien (Kristiansand kommune, 2014: 10). Dette er en forenkling av prinsippet om lys til omgivelsene, men er med på å underbygge viktigheten av å modellere omgivelsene for å øke lesbarhet. Ved fremheving av omgivelsene mener jeg at dette prinsippet bør kombineres med et prinsipp om stedstilpasning slik det også er gjort på Jørpelandsholmen, ved at man belyser sentrale objekter og ikke nødvendigvis hele 5-metersfeltet langs stien.

Ved undergangene på Lindeberg er lysnivåene høye inne i selve undergangen, relativt høye like utenfor og normale på gangstien. Mange av brukerne av området ga likevel uttrykk for at lysnivåene gjerne kunne øke for å gjøre det tryggere å ferdes her. Og da spør jeg meg, hvor mye lys vil folk ha for å føle seg trygge? Det kan se ut til at høye lysnivåer er noe som alltid vil etterspørres, fordi referansen er dagslys der man har full oversikt over omgivelsene?

Lysdesigneren Roger Narboni intervjues i boken *The End of Night*, og her sier han at:

... If you put more lights for safety, very often and very quickly people will say, Oh, we don't see enough, it's not working, people are still being attacked, and we have problems and so we need more light. And we're going to go up and up and up. There is no limit, because the vision gets accustomed to that and we need more (Bogard 2013: 71).

Det ser altså ut til at høyere lysnivåer er noe som alltid vil etterspørres, fordi referansen er dagslys. En bedre innfallsvinkel vil derfor kunne være å endre belysningsstrategi og vektlegge lesbarhet når man belyser. Men man kan også se etter andre faktorer som kan styrke brukernes opplevelse av trygghet. Fotios nevnte i foredraget på "Lysets dag" 2019, at når en skal analysere belysningens påvirkning på spørsmålet om trygghetsfølelse, er det viktig å ha med dagslyssituasjonen i analysen. Han mener at det er essensielt å se på forskjellen mellom trygghetsfølelsen i et område på dagtid og trygghetsfølelsen i det samme området på kveldstid. Om man også føler seg utrygg i et område om dagen, så er det kanskje ikke belysningen alene som kan øke trygghetsfølelsen om kvelden. Det er da viktig å være oppmerksom på andre faktorer som påvirker trygghetsfølelsen, og dermed kan spille inn på vår analyse av lysanlegget. På Lindeberg kan dette for eksempel handle om faktorer som den støyende E6 som går over



Illustrasjon 58: Det interaktive LED-panelet i undergangen på Lindeberg, som ble valgt etter en medvirkningsworkshop. Foto: Tomasz Majewski.



Illustrasjon 59: Lys til omgivelsene bidrar til lesbarhet, særlig om man kombinerer det med en stedstilpasset fremhevelse av enkeltobjekter som sier noe om stedets fysiske kvaliteter. Foto: Arve Olsen

gangtunnelen, uoversiktlig sideareal til stien eller rykter om uteliggere som bor under en kulvert like ved. (Alle disse elementer ble nevnt i medvirkningsworkshops som ble holdt i forbindelse med planlegging av lysanlegget.)

Jevne lysnivåer ser ut til å kunne bidra til at lysnivåene kan holdes lavere. Med jevne lysnivåer unngår en stadig blending, og øyet får tid til å tilpasses lavere lysnivåer. Jevne lysnivåer trekkes også frem i rapporten *Godt lys der du går og sykler*. Her skriver man at det er viktig med jevne overgangssoner mellom lyse og mørke områder med mer enn 50 % forskjell i belyningsstyrke, og i overgangen mellom mørklagte områder og arealer med minimum 5 lux (Kristiansand kommune, 2014: 11). Som tidligere nevnt, tar det lengre tid for øyet å adapteres til mørke, enn å adapteres til lyset. Dette er en kunnskap som det er viktig at lysdesigner/lysplanlegger tar med i betraktningen når hen planlegger nye lysanlegg. Stedstilpasning er en annen faktor som ser ut til å kunne bidra til å kunne holde lysnivåene lave.

## Stedstilpasning

Sammenligner man det første caset, Jørpelandsholmen, og det siste caset, Tromsøgata, får man en god illustrasjon på at tilpassning til omgivelsene er viktig for å kunne holde lysnivåene lave. På Jørpelandsholmen hadde prosjektgruppen en prøvelssetting der de fant frem til fire konkrete tiltak som kunne bidra til å holde lysnivåene lave. Ved å legge opp til jevne overganger mellom lys og mørke på stien (jevn «cut off») fikk man gode resultater. Man fant ut at nennsom belysning

av omgivelsene bidrar positivt, både ved belysning av området bak pullertene og ved lys på elementer langs stien. Dette, kombinert med lavt lyspunkt så man ikke blendes bidro til lesbare omgivelser, dermed kunne lysnivåene holdes lave.

I Tromsøgata derimot, var det ikke utført prøvelyssetting. Utskiftning av lysanlegget i Oslo sentrum er et omfattende og krevende prosjekt. Dette fører til at man ikke har ressurser til å gå i detalj på hvert enkelt delområde, og vanligvis benyttes standardprodukter. Dermed blir lysnivåene gjerne høyere, strategien synes å være at man heller kan dimme ned anlegget i etterkant. Like etter installasjon var lysanlegget i Tromsøgata svært kraftig, armaturene hadde heller ikke avskjerming. Etter tilbakemeldinger fra beboere er anlegget blitt betraktelig bedre, lysnivåene er mer tilpasset og det er montert avskjerming. Men det kan fortsatt ikke sies å være et godt stedstilpasset anlegg. For eksempel har armaturen i krysset en optikk som er tilpasset vei. Armaturen er plassert diagonalt i krysset, og lyset kastes dermed inn i vinduer og i naboens hage. Dette er et godt eksempel på at lysnivåene gjerne blir høyere i mindre tilpassede anlegg, fordi man benytter generelle armaturer som skal passe i flere typer områder. Resultatet er at mye av lyset kastes steder der det ikke er behov for det.

Lysanlegget på Eikholt er tilpasset omgivelsene, men kanskje bare til en viss grad. Her har brukernes spesielle behov vært avgjørende for valg av belysningsstrategier fremfor tilpasning til stedlige kvaliteter. I en neste fase av utskiftningen kan man vurdere å lyssette fondelementer i enden av gangstiene, for slik å skape en bedre forståelse for forløp og lengde. I tillegg kan enkelte romskapende elementer bli belyst for å bidra til forståelse av landskapsrommet, i alle fall så lenge man ikke risikerer at dette kan mistolkes av svaksynte eller at det skaper for sterke kontraster. Stedstilpasning handler kanskje like mye om tilpasning til brukerne av stedet, noe som gjør seg særlig gjeldende på et sted som Eikholt, hvor brukerne har spesielle behov, med hensyn til lyssetting.

Belysningen av gangstien på Grorud oppleves mer tilpasset med kompaktlysrør som lyskilde. I delen av anlegget med kompaktlysrør er lysnivåene jevnere, og kontrasten til omgivelsene blir dermed mindre og belysningen oppleves mer tilpasset.

Belysningen i undergangen på Lindeberg er sterkt avvikende fra normalen og spesialtilpasset området. Det er grunn til å tro at denne type lysanlegg bidrar til økt trygghetsfølelse, siden anlegget er basert på brukerinvolvering og tilpasning til stedets kvaliteter. I dette tilfellet ble det valgt et sterkt visuelt uttrykk, et valg som ble tatt på grunn av områdets beliggenhet under den støyende E6 og basert på barnetegninger av undergangens utforming. Ved å legge vekt på anleggets generelle visuelle fremtoning sender man noen signaler om at området er godt ivaretatt, noe som også kan styrke brukernes trygghetsfølelse.

Å tilpasse belysningen til omgivelsene har den effekten at det kan gjøre dem mer interessante, ved at enkelte elementer i byrommet fremheves. Det kan også bidra til økt lesbarhet, fordi man

kan fremheve deler ved området som bidrar til orientering. Lave lysnivåer vil kunne bidra til at lysdesigneren har flere virkemidler å spille på ved lyssetting. Dette vil sannsynligvis også bidra til at man lettere kan modellere omgivelser og sørge for at lysanlegget er mer stedstilpasset. Særlig eksempelet på Jørpelandsholmen viser at man gjennom stedstilpassning kan oppnå trykghetsfølelse ved hjelp av andre verktøy enn å heve lysnivåene.

## 7.2 Forslag til tiltak for å bevare mørket

I dette kapittelet følger en rekke forslag til tiltak som kan bidra til å unngå lysforurensing og unødvendig høye lysnivåer.

### **Stedstilpasset belysning**



Illustrasjon 60: Belysning i Ammerudgymmen ved Grorudparken. Her er det benyttet tilpasset belysning til elementene i undergangen, helt uten blanding. Foto: Tomasz Majewski

I forrige kapittel har vi sett at en mer stedstilpasset belysning gjør at man kan klare seg med å bruke lavere lysnivåer. Lys på romskapende elementer i byrommet vil for eksempel gjøre at forskjellene blir mindre mellom hvordan byrommets fremtoning dagtid og på kveldstid. Lys på romskapende elementer vil sette rammer for uterommet. Og belysning på vertikale flater sørger for at byrommet oppleves lysere, fordi vertikale flater fyller mer av synsfeltet. Her kan de fire prinsippene som ble avdekket på Jørpelandsholmen brukes til inspirasjon for økt stedstilpassning: lys på sideareal, jevn «cut-off», lys på omgivelsene og blendfri belysning.

### **Unngå blending**

Når man unngår blending, vil synet rekke å tilpasse seg lavere lysnivåer, noe som vil lede til økt oversikt over området.

### **Redusere strølys**

Et svært viktig tiltak er å redusere strølys fra større lysanlegg som parkeringsplasser, idrettsanlegg og butikkskilt. Strølys fra slike store anlegg kan utgjøre en stor forskjell for de omkringliggende områdene. Parkeringsplasser eller lastesoner har gjerne store armaturer som skal lyse opp et stort område. For å få spredt lyset mest mulig, blir armaturene gjerne vinklet mye, noe som både fører til lysforurensing og lite kontroll på strølys til nærmiljøet. Butikkskilt er gjerne laget for å vises på stor avstand, og lysnivåene blir gjerne deretter. Lysdesign i dag handler ofte om å skru av dette overflødige lyset og starte på nytt med å bygge opp helhetlige løsninger for større områder.

### **Overordnede lysplaner**

Et viktig tiltak kan være å utarbeide mer helhetlige lysplaner, der det legges opp retningslinjer for belysningen for et tettsted, et støtte byområde, eller en by. Om en slik plan blir politisk vedtatt, kan dette være et godt verktøy for å ta kontroll over lysanleggene, for eksempel i den forstand at alle aktører må følge de samme retningslinjer for belysning. Her bør maksimale lysnivåer vektlegges for å unngå overbelysning. Generelt bør det legges opp til belysningsstrategier som ikke bidrar til unødig lysforurensing.



Illustrasjon 61: Effektbelysning langs E6 i forbindelse med prøveprosjekt med markeringslys i midtdeler som erstatning for tradisjonelt veilys. Foto: Tomasz Majewski

### **Armaturer bør være godt avblendet mot himmelen**

For å redusere lysforurensing, er det viktig å avskjerme armaturene mot himmelen. I enkelte situasjoner ønsker man å belyse trær eller fasader nedenfra, da er det viktig å tenke på hvilke tiltak man kan gjøre for å redusere lysforurensingen. Dette kan være: mest mulig avskjerming, å skru av belysningen når trærne er uten bladverk, å dimme ned, å skru av lyset midt på natten, eller å rette armaturen godt mot det som ønskes belyst og benytte avskjerming for å redusere strølys.

### **Lyssoner i henhold til Model Lighting Ordinance (IDA)**

International Dark Sky Association (IDA) har utarbeidet noen vedtekter de kaller for Model Lighting Ordinance. Dette er forslag til enkle vedtekter som kan vedtas for å unngå lysforurensing i en kommune eller et område. De går ut på å la lysnivåene være tilpasset området. De beskriver fem lyssoner for å klassifisere bruk av et område, så vel som dertil passende lysnivåer og hvilken type armaturer som kan godtas når det gjelder avdekning. En bensinstasjon i Valdres behøver for eksempel mindre lys enn en bensinstasjon midt i Oslo sentrum, nettopp fordi lysforurensingen i Valdres er mye lavere enn i Oslo. Mindre lys kreves for å oppnå samme synlighet.

### **Regelverk/lovverk**

Et viktig tiltak vil være å utvikle et lovverk med vedtekter som regulerer lysforurensing. Dette vil kunne sette problemet høyere på dagsorden, og er et tiltak som raskt kan gi en merkbar endring. Mange av de stedene som bidrar mest til lysforurensing er steder der man ikke ser på belysningen som like viktig. Det kan være parkeringsplasser, snuplasser og anleggsområder. Her



Illustrasjon 62: Fra Verdensparken på Furuset. Ved snøfall kan lysnivåene dimmes ned, et styringssystem med lyssensor kan la dette skje automatisk. Foto: Helga Iselin Wåseth



er sjelden lysdesignere med på planleggingen, men overordnede lysplaner og et lovverk kan bidra til at overdreven eller lite tilpasset belysning unngås.

### ***Bruke LED-teknologi med aktsomhet***

LED-teknologi må brukes med aktsomhet. Fordelene med LED er det lave energiforbruket og høyt S/F-forhold. Men som vi så i kapittel 3.7, er LED også knyttet til større miljøpåvirkning gjennom den høye andelen blått lys. Dette skyldes at det blå lyset lettere spres til atmosfæren, og fordi naturmangfold påvirkes i større grad enn med varmere lys. Fordelen med LED-belysningens reduserte energibehov og høye S/F-forhold må dermed vurderes opp mot dens høye andel av blått lys, som altså viser seg å ha en stor innvirkning på miljøet. Særlig viktig vil det være å sørge for at lysnivåene holdes lave ved bruk av LED.

### ***Styringssystemer***

Der det er mulig, kan man installere lysstyringsanlegg så lysnivåene kan tilpasses gjennom døgnet og årstidene, og også slukkes helt i perioder uten bruk. En stor fordel med LED er at det er enkelt å styre lysnivåene, både i lysstyrke og farge (om armaturen har den muligheten). Men slike styringssystemer representerer en ekstra investering, og det er viktig at det brukes riktig når man først har det.

### ***Trygghetsiltak***

Andre tiltak som kan bidra til trygghetsfølelse kan i neste ledd også bidra til at lysnivåer kan holdes lave. Dette kan for eksempel være tiltak der flere mennesker trekkes til stedet, da tilstedeværelse av andre mennesker er viktig for trygghetsfølelse. God interaksjon mellom det bygde miljø, livet mellom husene og de valgte belysningsstrategier kan bidra til en positiv oppfattelse av området om kvelden. Her må flere faggrupper involveres for optimale løsninger.

## 7.3 Konklusjon

Oppgaven har tatt for seg utfordringen med å skape lysanlegg hvor man både tar hensyn til naturmangfold og unngår lysforurensing, samtidig som at det tilrettelegges for trygge omgivelser. Det moderne samfunnet krever utendørs belysning, og det er viktig å gjøre tiltak for at det skal oppleves trygt å ferdes ute i mørket. Gjennom både litteraturstudien og casestudien har jeg sett at en viktig faktor når det kommer til lysnivåer og trygghetsfølelse, er å legge vekt på lesbarhet. På den måten kan trygghetsfølelse oppnås selv ved lave lysnivåer. Det å skape lysanlegg der en tar hensyn til naturmangfold og lysforurensing trenger ikke nødvendigvis å gå ut over trygghetsfølelsen, snarere tvert imot. Tiltak mot lysforurensing må heller ses på som en anledning til å benytte seg av flere av lysdesignerens virkemidler for å gjøre omgivelsene mer lesbare og forståelige, gjennom å skape dybde i synsfeltet og hente frem konturer. Nyanser i byrommet og stedlige kvaliteter kan på den måten fremtre i større grad.

I innledningen beskrev jeg min antagelse om at trygghetsfølelsen kan øke ved godt distribuert og stedstilpasset belysning. Og i del to av problemstillingen spør jeg hva en mer stedstilpasset og dempet belysning har å si for spørsmålet om trygghet. Dette er så blitt gjenstand for undersøkelse gjennom de fem casene. Nå mener jeg å kunne si at trygghetsfølelsen kan påvirkes i positiv retning av belysning som er godt distribuert og tilpasset stedet. Ved lave lysnivåer vil en også ha større spillerom for å benytte virkemidler som kontrast og diffusering, for å få omgivelsene til å fremstå som mer tydelige og egenartede. Dette vil så understøtte områdets lesbarhet, gjennom å skape dybde i synsfeltet og understøtte orientering. Belysning kan brukes for å hente frem elementer i byrommet, slik som sentrale fasader, skulpturer og landemerker, eller elementer langs stien så som støttemurer, flott vegetasjon og andre romskapende elementer. Alt dette bidrar til orientering, lesbarhet og forståelse for uterommets skala. Ser vi tilbake til Caminada og van Bommels liste i kapittel 3.1 handler dette om punktet ”visuell orientering”. Men også ”oppdage hindringer”, og identifisere personer” mener de det bør legges vekt på ved belysning. Jeg mener at alle disse punktene har med et områdes lesbarhet å gjøre. Men å identifisere personer mener jeg handler mer om å kunne identifisere møtende personers sinnelag, ikke nødvendigvis å kunne se ansiktet tydelig. Videre kan man også bruke lys og lyseffekter til å tilføre et område nye slags egenskaper og en ny slags identitet.

Økte lysnivåer er én måte å bidra til oversikt, og enkelte vil alltid etterspørre økte lysnivåer

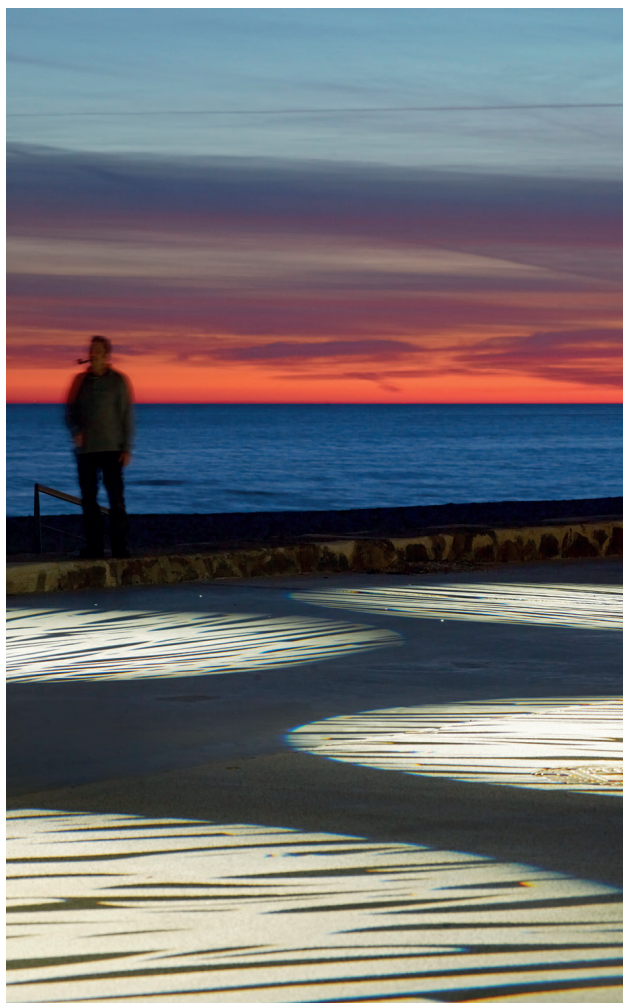


Illustrasjon 63: Bruk av ulike fargetemperaturer kan være en fin måte å skape effekter og dybde. Foto: Helga Iselin Wåseth

av den grunn. Men en overordnet dempet belysning gir mulighet til å legge vekt på andre metoder for å skape lesbarhet. Ved bruk av virkemidler som luminansforskjell, diffusering, skyggeeffekter, refleksjon eller kontrast i både fargetemperatur eller lysnivå, kan kvaliteter ved byrommet synliggjøres og opplevelsen bli rikere. Både ved å la byrommet «holde på noen hemmeligheter» og ved å fremheve en større detaljrikdom kan man bidra til mer inspirerende omgivelser, skal man tro Kaplan og Kaplan. Mystikk og kompleksitet er to av fire stikkord som fremheves i deres preferansmodell som handler om design av inspirerende omgivelser.<sup>8</sup> Jeg trekker frem disse to stikkordene spesielt, for å understøtte viktigheten av å la lysnivåene holdes på et lavt eller moderat nivå. Bare slik vil man kanskje kunne skape mystikk og kompleksitet, slik Kaplan og Kaplan ser det. Sammen med lesbarhet og sammenheng vil en da kunne bidra til inspirerende miljøer som potensielt vil tiltrekke mer mennesker. Det samme gjelder det siste punktet fra Caminada og van Bommels liste "hygge og komfort" fra kapittel 3.1, dette punktet handler om et områdes rekreative funksjon i motsetning til de øvrige tre punktene som handler om lesbarhet i synsfeltet.

Det er svært mange variabler som spiller inn på trykghetsfølelse, både stedlige- og personlige faktorer. Belysning spiller en viktig rolle for trykghetsfølelse i mørket. Det ser ut til at lysnivåer ikke er vesentlige for å øke trykghetsfølelsen, men samtidig ser det ut til at høyere lysnivåer er noe som ofte vil etterspørres. Kanskje det ikke skal tolkes direkte, men heller indirekte til at personen ønsker mer oversikt over omgivelsene?

Dermed blir utfordringen heller å øke lesbarheten i et område. Det å øke lesbarhet bør gjøres i samarbeid mellom flere fagområder. Om faggrupper som lys,



Illustrasjon 64: Belysning langs Helsingborg havnefront, her er det lagt vekt på belysningens karakterskapende egenskaper. Foto: Martin Kristiansen

<sup>8</sup> Kaplan og Kaplan har utviklet en modell for design av inspirerende omgivelser. De opererer med fire faktorer: sammenheng, lesbarhet, kompleksitet og mystikk. Sammenheng og lesbarhet handler om å forstå omgivelsene, mens kompleksitet og mystikk handler om at det er noe å utforske i dem. Vi har behov for både å forstå, men også å utforske videre, og har derfor preferanse for omgivelser med en balanse av disse fire faktorer. Sammenheng og kompleksitet beskriver landskapets todimensjonale kvaliteter, mens mystikk og lesbarhet er kvaliteter som kommer som sier noe om hva landskapet kan inneholde. (Kaplan mfl. 1998)

arkitektur og landskap jobber sammen vil potensialet for å lykkes i å skape inspirerende og lesbare omgivelser, både i dagslys og i mørket, være større. Sammen med lokal kunnskap, for eksempel gjennom medvirkning, kan de skape byrom som lokker folk ut på gata, steder der folk ønsker å være, og hvor flere velger å bruke beina fremfor å ta bilen.

I lys av funn gjennom oppgaven spør jeg meg om man kan legge mindre vekt på ansiktsgjenkjenning på grunn av den medfølgende blendingsfaren. Å kunne avlese kroppsspråk ser ut til å være nok for å kunne forstå karakteristikker ved en møtende person. Og særlig positivt vil det være å unngå at øynene skal tilpasses til sterke, men varierende lysnivåer. Oversikt over omgivelsene, som man kan oppnå ved jevnere lysivåer vil kanskje kunne oppveie ulempene ved den reduserte ansiktsgjenkjenningen.

Hovedformålet med å skrive denne oppgaven var å undersøke hvordan ulike belyningsstrategier virker inn på spørsmål om lysforurensing og trygghet. Og hvordan man, gjennom lys kan bidra til trygghetsfølelse med minst mulig negativ innvirkning på naturen og stjernehimmelen. Særlig viktig ser det ut til å være at man reduserer andelen av de blå bølgelengder i belysningen, eller reduserer lysnivene ved bruk av lysteknologi med mye blått lys. Dette på grunn av innvirkningen det blå lyset har både på lysforurensing og på mange arter i naturen. LED-teknologien er blitt svært populær både på grunn av energieffektiviteten, og LED-armaturer med høy andel blått lys er mer energieffektive enn armaturer med lavere fargetemperatur. Men når vi nå også vet at den høye andelen blått lys har en svært negativ virkning på naturen og er en sterk bidragsyter til lysforurensing, blir man nødt til å tenke på om det er riktig at dette skal være den mest brukte teknologien, uten tilpasninger som bidrar til reduksjon av lysets negative virkninger. Det setter i alle fall lysforurensing mye høyere opp på agendaen. Jeg spør meg selv om man bør legge vekt på andre kriterier enn energieffektivitet når kriterier for valg av vei- og gatelys skal fastsettes. Lysforurensing er en negativ eksternalitet, og konsekvensene ser ut til å påvirke samfunnet i stor grad. Jeg mener at om man skal tenke langsiktig bærekraft, må lysforurensing begrenses radikalt.

I de aller fleste tilfeller vil redusert lysforurensing føre til en mer helhetlig opplevelse av omgivelsene. Særlig om man benytter belyningsstrategier der en vektlegger lesbarhet, blendingskontroll og stedstilpasning. Og ikke minst, er det viktig å alltid vurdere om man egentlig behøver lysanlegget i det hele tatt. Trygge byrom trenger ikke mest mulig lys, men godt gjennomtenkt belysning.

## 8. Referanseliste

---

- Bergmann, Amelie. 2018. «History of the Lantern». Fagerhult Innovator. 2018. <https://www.fagerhult.com/innovator/history-of-the-lantern/>. (Hentet: 8. november 2019)
- Bogard, Paul. 2013. *The End of Night: Searching for Natural Darkness in an Age of Artificial Light*. Little, Brown and Company.
- Boyce, Peter R. 2003. *Human Factors in Lighting. 2. Edition*. Taylor and Francis.
- Bye, Kåre, og Erling Fjeldaas. 2014. «Belysning for gående». I *Tiltakskatalog for transport og miljø*. <https://www.tiltak.no/b-endre-transportmiddelfordeling/b-4-tilrettelegging-gange/b-4-8/>.
- Cho, YongMin, Seung-Hun Ryu, Byeo Ri Lee, Kyung Hee Kim, Eunil Lee, og Jaewook Choi. 2015. «Effects of artificial light at night on human health: A literature review of observational and experimental studies applied to exposure assessment». *Chronobiology International* 32 (9): 1294–1310. <https://doi.org/10.3109/07420528.2015.1073158>.
- Davoudian, N, og P Raynham. 2012. «What Do Pedestrians Look at at Night?» *Lighting Research & Technology* 44 (4): 438–48. <https://doi.org/10.1177/1477153512437157>.
- deRugy, Francois. 2018. *Arrêté du 27 décembre 2018 relatif à la prévention, à la réduction et à la limitation des nuisances lumineuses*.
- Edensor, Tim. 2015. «The Gloomy City: Rethinking the Relationship between Light and Dark». *Urban Studies* 52 (3): 422–38. <https://doi.org/10.1177/0042098013504009>.
- Eikholt nasjonalt ressursenter for døvblinde. udatert. «Om oss». Åpnet 9. november 2019. <https://www.eikholt.no/virksomhet/>.
- Falchi, Fabio, Pierantonio Cinzano, Dan Duriscoe, Christopher C. M. Kyba, Christopher D. Elvidge, Kimberly Baugh, Boris A. Portnov, Nataliya A. Rybnikova, og Riccardo Furgoni. 2016. «The New World Atlas of Artificial Night Sky Brightness». *Science Advances* 2 (6): e1600377. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1600377>.
- Falchi, Fabio, Pierantonio Cinzano, Christopher D. Elvidge, David M. Keith, og Abraham Haim. 2011. «Limiting the impact of light pollution on human health, environment and stellar visibility». *Journal of Environmental Management* 92 (10): 2714–22. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2011.06.029>.
- Fjeldaas, Erling. 2017. «Regulering av lysforurensing i norsk rett». Masteroppgave. Universitetet i Oslo. Tilgjengelig fra: <https://www.duo.uio.no/handle/10852/61565?show=full>

- Fjeldaas, Erling, og Helga Iselin Wåseth. 2019. «Redusere lysforurensning». *Tiltakskatalog for transport og miljø*. Tilgjengelig fra: <https://www.tiltak.no/e-beskytte-eller-reparere-miljoet/e2-luft-og-vannforurensning/reduere-lysforurensning/>. (Hentet: 22. oktober 2019).
- Follestad, Arne. 2014. «NINA-rapport 1081 Effekter av kunstig nattbelysning på naturmangfoldet -en litteraturstudie». NINA - Norsk institutt for naturforskning. <https://www.nina.no/archive/nina/PppBasePdf/rapport/2014/1081.pdf>.
- Forschungsverbund Berlin. 2018. «Light Pollution and Insect Decline». *Global Plant Protection News* (blog). 23. juni 2018. <https://iapps2010.me/2018/06/23/light-pollution-and-insect-decline/>.
- Fotios, Steve. 2013. «LRT Digest 1 Maintaining Brightness While Saving Energy in Residential Roads». *Lighting Research & Technology* 45 (1): 7–21. <https://doi.org/10.1177/1477153512464141>.
- Garnert, Jan. 2016. *Ut ur mørkret : ljusets och belysningens kulturhistoria*. Historiska media.
- Gehl, Jan. 1971. *Livet mellom husene*. Arkitektens forlag.
- George L. Kelling, og James Q. Wilson. 1982. «Broken Windows -The police and neighborhood safety».
- Georgieva, Olya. 2018. «Zuidhoek-Nieuwkoop, the first town in the world, to install bat-friendly lighting». Tilgjengelig fra: <http://www.themayor.eu/cs/zuidhoek-nieuwkoop-the-first-town-in-the-world-to-install-bat-friendly-lighting>. (Hentet: 09. november 2019)
- Grubisic, M., R.H.A. van Grunsven, C.C.M. Kyba, A. Manfrin, og F. Hölker. 2018. «Insect Declines and Agroecosystems: Does Light Pollution Matter?: Insect Declines and Agroecosystems». *Annals of Applied Biology* 173 (2): 180–89. <https://doi.org/10.1111/aab.12440>.
- Hallmann, Caspar A., Martin Sorg, Eelke Jongejans, Henk Siepel, Nick Hofland, Heinz Schwan, Werner Stenmans, mfl. 2017. «More than 75 Percent Decline over 27 Years in Total Flying Insect Biomass in Protected Areas». Redigert av Eric Gordon Lamb. *PLOS ONE* 12 (10): e0185809. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0185809>.
- Hammerstrøm, Maria. 2018. «lysforurensning». I *Store norske leksikon*. Tilgjengelig fra: <http://snl.no/lysforurensning>. (Hentet dato: 21. november 2019)
- Harvard Health. 2012. «Blue light has a dark side». Harvard Health. 2012. Tilgjengelig fra: <https://www.health.harvard.edu/staying-healthy/blue-light-has-a-dark-side>. Hentet dato: 09. november 2019)
- Haukali, Pia Olsen. 2018. «Likestilte byrom : en utforskning av hvordan en feministisk tilnærming kan bidra til utforming av offentlige byrom i indre Oslo». Masteroppgave. NMBU. Tilgjengelig fra: <https://nmbu.brage.unit.no/nmbu-xmlui/>

handle/11250/2560951.

- International Dark Sky Association. 2015. «Outdoor Lighting Basics». International Dark-Sky Association. 12. mars 2015. <https://www.darksky.org/our-work/lighting/lighting-for-citizens/lighting-basics/>.
- International dark-sky association. 2014. «Light Pollution Wastes Energy and Money». International Dark-Sky Association. 8. september 2014. <https://www.darksky.org/light-pollution/energy-waste/>.
- Johansson, Maria, E Pedersen, P Maleetipwan-Mattson, L Kuhn, og Torbjörn Laike. 2014. «Perceived Outdoor Lighting Quality (POLQ): A Lighting Assessment Tool». *Journal of Environmental Psychology*, nr. 39: 14–21.
- Jägerbrand, Annika K. 2015. «New Framework of Sustainable Indicators for Outdoor LED (Light Emitting Diodes) Lighting and SSL (Solid State Lighting)». *Sustainability* 7 (1): 1028–63. <https://doi.org/10.3390/su7011028>.
- Jägerbrand, Annika K. 2018. «LED-belysningens effekter på djur och natur med rekommendationer: Fokus på nordiska förhållanden och känsliga arter och grupper.» Calluna AB.
- Kaplan, Rachel, Kaplan Stephen, Ryan, Robert L. 1998. *With People in Mind: Design And Management Of Everyday Nature*. Island press.
- Kristiansand kommune. 2014. «Godt og trygt lys der du går og sykler». Tilgjeng fra: <https://www.kristiansand.kommune.no/contentassets/1a81c57d36c7434493c2c11fb9511db8/prosjektrapport-godt-og-trygt-lys-der-du-sykler-og-gar.pdf>.
- Lyskultur. 2009. *IA Lysboken*. <https://lysveileder.no/blog/lysveileder/lysboken/oye-og-syn/>.
- Lysvåg, Christian. 2015. «Den mørke øya». Text/html. Harvest Magazine. 26. mars 2015. <https://www.harvestmagazine.no/artikkel/den-morke-oya>.
- Meyer, Sunniva, Aslak Fyhri, Katinka Horgen, Helena Nordh, og Gretar Ævarsson. 2019. «Hvordan skape trygge og levende byrom?» TØI.
- Narisada, Kohei, og Duco Schreuder. 2013. *Light Pollution Handbook*. Springer Science & Business Media.
- Nersveen, Jonny. 2009. «Kontraster - farger - belysning - Et forsøk på å kategorisere hjelpetiltak med hensyn på universell utforming og svaksynte.» Norges blindforbund.
- Olsson, Svein Vestrum. 2019. «Ny rapport avdekker omfattende fugledød». NRK. Tilgjengelig fra: <https://www.nrk.no/urix/ny-rapport-avdekker-omfattende-fugledod-1.14710846>. (Hentet: 20. september 2019).
- Rahm, Johan, og Maria Johansson. 2016. «Walking after Dark - A Systematic Literature Review

of Pedestrians' Response to Outdoor Lighting». [https://portal.research.lu.se/portal/en/publications/walking-after-dark--a-systematic-literature-review-of-pedestrians-response-to-outdoor-lighting\(0f536d22-f99a-49fe-833d-4535fdd6a590\).html](https://portal.research.lu.se/portal/en/publications/walking-after-dark--a-systematic-literature-review-of-pedestrians-response-to-outdoor-lighting(0f536d22-f99a-49fe-833d-4535fdd6a590).html).

Rahm, Johan, Johansson, Maria. 2018. «Undersökning Av Fotgängares Upplevelse Av Utomhusbelysning: En laboratoriestudie Assessing the Pedestrian Response to Urban Outdoor Lighting: A Full-Scale Laboratory Study». Swedish National Data Service. <https://doi.org/10.5878/cy2y-wj90>.

Statens vegvesen. 2013. *Håndbok 264 Teknisk planlegging av veg- og tunnelbelysning*.

Vassnes, Bjørn. 2019. «Hjernen er aldri alene». *Klassekampen*, 29. august 2019.

Zaikina, Veronika, og Barbara Matusiak. 2017. «Hva er lysmodellering og hvorfor er det viktig?» *Lyskultur*, 1. januar 2017.



## 9. Illustrasjonsliste

---

Illustrasjon 1: Botanisk hage. Fotograf: Tomasz Majewski.

Illustrasjon 2: Vincent van Gogh: Starry night, 1889

Illustrasjon 3: Sykkel i Botanisk hage. Fotograf: Tomasz Majewski

Illustrasjon 4: Belysning på Ammerud. Fotograf: Tomasz Majewski

Illustrasjon 5: Eugène Jansson: Gryning över Riddarfjärden, 1899

Illustrasjon 6: Vertikal plassbelysning. Fotograf: Helga Iselin Wåseth

Illustrasjon 7: Pas paa i mørket. Henry Thelander, 1941. Kilde: Dansk plakatmuseum

Illustrasjon 8: Belysning langs Akerselva. Fotograf Tomasz Majewski

Illustrasjon 9: Ildfugler i Japan. Fotograf: Kei Nomiyama

Illustrasjon 10: Illustrasjon over lysforurensing Hentet fra: <https://ireddrop.com/2017/11/23/cheaper-lighting-has-led-to-increased-light-pollution-insomnia/light-pollution/>

Illustrasjon 11: Satelittbilde av lysforurensing. Kilde: NASA

Illustrasjon 12 og 13: Illustrasjoner av ÅF Lighting

Illustrasjon 14 A og B: Fig. 5 Falchi m. fl. The new World Atlas of artificial night sky brightness

Illustrasjon 15: S/F-forhold. Kilde: Kristiansand kommune

Illustrasjon 16: Belysning på Mariatorget i Stockholm, etter. Fotograf: Mikael Silkeborg.

Illustrasjon 17: Belysning på Mariatorget i Stockholm, før. Foto: ÅF Lighting

Illustrasjon 18: Elvelangs i fakkelys langs Akerselva Foto: Popsenteret

Illustrasjon 19: Mariatorget i Stockholm, illustrert. Illustrasjon: Helga Iselin Wåseth

Illustrasjon 20: Jørpelandsholmen. Fotograf: Arve Olsen

Illustrasjon 21: Jørpelandsholmen. Fotograf: Arve Olsen

Illustrasjon 22: Jørpelandsholmen. Fotograf: Arve Olsen

Illustrasjon 23: Jørpelandsholmen. Fotograf: Arve Olsen

Illustrasjon 24: Eikholt. Fotograf: Helga Iselin Wåseth.

Illustrasjon 25: Pullerten Castor Foto: ERCO

Illustrasjon 26: Eikholt. Fotograf: Helga Iselin Wåseth.

Illustrasjon 27: Eikholt. Fotograf: Helga Iselin Wåseth.

Illustrasjon 28: Eikholt. Fotograf: Helga Iselin Wåseth.

Illustrasjon 29: Grorudparken: Fotograf: Tomasz Majewski

Illustrasjon 30: Lysnivåer i øyehøyde: Illustrasjon: Helga Iselin Wåseth

Illustrasjon 31: Lysnivåer i øyehøyde: Illustrasjon: Helga Iselin Wåseth

Illustrasjon 32: Lysnivåer i øyehøyde: Illustrasjon: Helga Iselin Wåseth

Illustrasjon 33: Belysning i ansikt: Fotograf: Helga Iselin Wåseth

Illustrasjon 34: Grorudparken. Fotograf: Tomasz Majewski

Illustrasjon 35: Undergang Lindeberg. Fotograf: Tomasz Majewski

Illustrasjon 36: Undergang Lindeberg. Fotograf: Tomasz Majewski

Illustrasjon 37: Undergang Lindeberg. Fotograf: Tomasz Majewski

Illustrasjon 38: Rodeløkka. Foto: Rodeløkka vel

Illustrasjon 39 og 40: Strølys på Rodeløkka. Foto: beboer

Illustrasjon 41: SL 20 fra Siteco. Foto: Siteco

Illustrasjon 42: Figur over lysnivåer. Illustrasjon: Helga Iselin Wåseth

Illustrasjon 43 og 44: Blending fra armatur. Fotograf: Helga Iselin Wåseth

Illustrasjon 45: Figur over lysnivåer. Illustrasjon: Helga Iselin Wåseth

Illustrasjon 46: Illustrasjon fra datablad. Illustrasjon: Siteco

Illustrasjon 47: Figur over lysretning. Illustrasjon: Helga Iselin Wåseth

Illustrasjon 48: Visby torg. Fotograf: Åke Lindman

Illustrasjon 49: Jørpelandsholmen. Fotograf: Arve Olsen

Illustrasjon 50: Blindern i Oslo. Fotograf: Halvor Gudim

Illustrasjon 51: Helsingborg havnefront. Foto: Martin Kristiansen

Illustrasjon 52: Fotografi av tre. Fotograf: Andrew Gibson

Illustrasjon 53: "Callanish after hailstorm" Fotograf: Fay Godwin

Illustrasjon 54: Jørpelandsholmen. Fotograf: Arve Olsen

Illustrasjon 55: Grorudparken. Fotograf: Tomasz Majewski

Illustrasjon 56 og 57: Ansiktsgjenkjenning. Fotograf: Helga Iselin Wåseth

Illustrasjon 58: Undergang på Lindeberg. Fotograf: Tomasz Majewski

Illustrasjon 59: Jørpelandsholmen. Fotograf: Arve Olsen

Illustrasjon 60: Ammerudtunnelen. Fotograf: Tomasz Majewski

Illustrasjon 61: Effektbelysning E6. Fotograf: Tomasz Majewski

Illustrasjon 62: Belysning i Verdensparken. Fotograf: Helga Iselin Wåseth

Illustrasjon 63: Fargetemperatur. Fotograf: Helga Iselin Wåseth

Illustrasjon 64: Helsingborg havnefront. Fotograf: Martin Kristiansen

Illustrasjon 65: Barcode. Fotograf: Tomasz Majewski

# 10. Kildeliste

---

## **Intervju**

*Arve Olsen*, lysdesigner Light Bureau  
Intervju 09. oktober 2019

*Andreas Ramdahl*, lysdesigner ÅF Lighting  
Intervju 11. oktober 2019

## **Spørreundersøkelse**

Studenter ved Universitetet i Sørøst-Norge  
Spørreundersøkelse på Eikholt, 17. oktober 2019

Tilfeldig forbigående på Lindeberg  
Spørreundersøkelse ved undergang, 7. november 2019

## **Annet**

Tilfeldig forbigående ved undergang på Lindeberg  
Korte samtaler, 7. november 2019

Beboere i Tromsøgata  
E-postkorrespondanse, 28. mars 2019 og 25. september 2019

Ansatt ved Bymiljøetaten  
E-postkorrespondanse, 16. september og 16. oktober 2019

*Steve Fotios*, Professor of Lighting and Visual Perception, University of Sheffield  
E-postkorrespondanse 21. november 2019

# 11. Definisjoner og begreper

---

**Adaptasjon:** Er øyets evne til å tilpasse seg lysstyrken det blir påvirket av.

**Avblendet:** At en lyskilde skal være avblendet bør forstås dit hen at lyskildene ikke er direkte synlige i normale synsretninger som kan oppstå ved normal bruk og orientering i rommet/arealet, samt at maksimal luminans i en armaturs lysende deler bør ligge på et fornuftig nivå tilpasset brukergruppen.

**Belysningsstyrke:** Angir hvor mye lys som faller på en flate, dvs. hvor stor lysfluks som faller på hver arealenhet av flaten. Enheten for belysningsstyrke er Lux, forkortes lx.

**Blending:** Blir det samlede luminansnivået for høyt, eller kontrasten mellom de enkelte luminanser i synsfeltet for stor, inntreffer blending. Vi skiller mellom synsnedsettende (fysiologisk) blending og ubehagsblending (psykologisk blending).

**Fargegjengivelse:** En lyskildes evne til å gjengi farger handler om hvilke bølgelengder i det elektromagnetiske spekteret belysningen består av. Fargegjengivelse angis i Ra-verdi. Høyeste verdi for Ra er 100.

**Fargetemperatur:** Begrepet fargetemperatur blir anvendt for å kategorisere forskjellige typer hvitt lys. Fargetemperatur angis i Kelvin. Jo høyere fargetemperatur, jo kjøligere blir inntrykket av lyset. For eksempel vil dagslys en klar dag ha ca 6000 Kelvin, mens ved solnedgang har det ca 2000 Kelvin.

**Fotopisk syn:** Fargesyn, synsprestasjon ved lysnivåer over 3 cd/m<sup>2</sup>. Når lysnivåene er tilstrekkelige, og med luminans over 3 cd/m<sup>2</sup> oppfattes farger normalt.

**Lysstyrke:** Lysstyrke forstås som lysstyrken i en gitt retning fra en lyskilde eller annet lysende legeme. Enheten for lysstyrke er Candela, forkortes cd.

**Lysstrøm:** Hvor mye lys det tilsammen utstråles i alle retninger. Enheten for lysstrøm er Lumen, forkortes lm.

**Luminans:** Luminans angir en flates lyshet. Avhenger av belysningsstyrken, lysets fordeling og flatens reflektans. For eksempel reflektert lys på en vei. Enheten er Candela pr. kvadratmeter, forkortes cd/m<sup>2</sup>

**Mesopisk syn:** Synsprestasjon under forhold som ligger mellom fotopisk og skotopisk (se disse). Mesteparten av synsopplevelsen utendørs etter mørkets frambrudd foregår under slike forhold.

**S/F-forhold:** Forholdet mellom lysytelse under skotopiske og fotopiske forhold, se disse. Høyt S/F-forhold antas å bidra til at omgivelsene virker lysere, selv om det ikke er direkte målbart

**Skotopisk syn:** Mørketsyn, synsprestasjon under ved lave lysnivåer, under med lysnivåer under  $0,01 \text{ cd/m}^2$ . Det menneskelige øye er her fargeblindt, og mer følsomt for blått lys enn under lysere omgivelser.



Illustrasjon 65: Belysning i Barcode. Foto: Tomasz Majewski

