

Belysning for gående



Ett viktig nasjonalt miljømål er å øke andelen lgående i byer og tettsteder. Å nå målet krever at det er sikkert og trygt å ferdes langs sentrale ferdsselsårer både på dag og kveldstid.

God belysning av gangvei, inklusive sideterreng og ansiktet til folk du møter er ett av flere viktige elementer for å øke trafikksikkerheten for fotgjengere og kan øke trygghetsfølelsen, noe som igjen øker tilgjengelighet, attraktivitet og bruk.

Ved planlegging og utforming av belysningsanlegg, må det også tas hensyn at for kraftig belysning eller lysforurensning kan medføre flere miljø- og naturutfordringer.

1 Problem og formål

Norges [Nasjonale gåstrategi](#) har som mål å øke omfanget av gåing gjennom å gjøre det mer attraktivt å gå (Statens vegvesen 2012, Tiltaket [Nasjonal gåstrategi](#)). Det er viktig med god belysning der gående ferdes. God belysning kan øke antall gående og syklende langs gang- og sykkelveier. God belysning øker framkommelighet og trafiksikkerhet, og kan også øke trygghetsfølelsen, noe som er kritisk for å gjøre et utemiljø attraktivt også etter mørkets frambrudd.

Dårlig belyste gangveier kan oppfattes som skumle (Meyer m fl 2019), og overfall og kriminell aktivitet kan øke med dårlig eller fraværende belysning. Dårlig belysning av gangveier kan resultere i redusert gangtrafikk (Hjorthol m fl 2013), og at fotgjengere velger å gå i kanten av kjøreveier som normalt er bedre belyst.

Dagens belysningsnormer, som [Statens Vegvesens håndbøker](#), Lyskulturs publikasjoner og flere norske og internasjonale standarder, sier noe om kravene til belysning. Disse fokuserer generelt på den faktiske sikkerhetssituasjonen, på å unngå sammenstøt og ulykker, og behandler i liten grad hvordan den generelle trygghetsfølelse kan økes. De behandler heller ikke hvordan belysningen kan utformes for å unngå skadelig lysforurensning (se gjennomgang av regelverket i Fjeldaas 2017).

Normene speiler kunnskapstilfanget. Det finnes omfattende forskning om endringer i antall trafikkulykker blant fotgjengere som følge av belysningstiltak. Man vet mindre om ulike miljø- og helseeffekter av belysning (Follestad 2014, Høye 2014) og effekter på utrygghet/kriminalitet (Meyer m fl 2019). Belysning av gangarealer er ikke den største lysforurensningen i byer og tettsteder, men natur- og miljøhensyn må likevel legges vekt på ved planlegging og utforming av belysning. Lysforurensning i transportsektoren generelt behandles i et annet tiltak om belysning.

Bruk av ekspertise

Bruk av ekspertise er nødvendig ved planlegging og utforming av lysanlegg. Belysning av gangveier og utemiljø er etter hvert blitt en komplisert affære der mange hensyn må tas. Mange regelsett kommer til anvendelse og erfaring er viktig å ha med seg. Lystekniske og elektriske beregninger må gjøres, og en mengde dokumentasjon må produseres og godkjennes. Den prosjekterende skal ha dokumentert lysteknisk kompetanse som autorisert belysningsplanlegger og bør være godkjent av Lyskultur, ha teknisk elektrobakgrunn og samarbeide med en landskapsarkitekt eller tilsvarende, se kapittel 9.

Ut fra behovet for ekspertise gir vi ikke her detaljert informasjon om tekniske krav til belysning i ulike situasjoner, men viser til nærmere beskrivelse i SVVs [håndbok V124 Teknisk planlegging av veg- og tunnelbelysning](#), SVVs normaler (Håndbok N100) og andre norske og internasjonale veiledere listet i kapittel 11. Nedenfor kommenteres kort en del begreper og de viktigste krav til utforming.

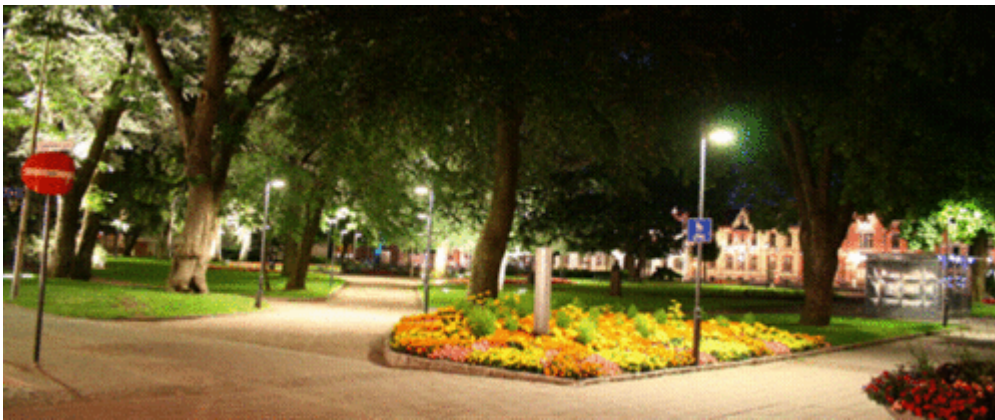
2 Beskrivelse av tiltaket

Kartlegging av behov

Før en etablerer ny belysning av et område vil det være aktuelt å kartlegge dagens- og ønsket fremtidig bruk av området (hvem og hvor mange som bruker området). Aktuelle brukere vil være oppsittere og alle som kan tenkes å bevege seg utendørs etter mørkets frambrudd. I den mørke årstid vil en stor del være folk som bor nær nok arbeidsplassen til at de kan gå langs en gangvei til jobben, eller de går hjemmefra og til buss/trikk/tog holdeplass. Videre vil det være brukere som ønsker å bruke byens tilbud på kveldstid og som dermed beveger seg langs tilnærmet samme strekning.

Belysning (type/omfang) kan påvirke bruken av et område, og riktig belysning kan være med på å styre bruken av et område i den retning en ønsker. Det er i henhold til Norges [Nasjonale Gåstrategi](#), svært ønskelig å få flere til å gå, både rene gåturer og til og fra offentlige transportmidler. Belysning er særlig viktig etter mørkets frambrudd, selv om f.eks. underganger også kan trenge lys på dagtid. Det avgjørende er å gjøre uteområdet så attraktivt som mulig.

Behovet for tilrettelegging sikkerhet og framkommelighet må veies opp mot hensyn til energibruk og naturmiljø. Et moderne samfunn trenger utendørs belysning av mange grunner. Det som er viktig er at belysningen utformes på en klok måte.



Fotograf: Svein Tybakken.

[Kristiansand kommune](#) Figur 1: Et godt opplyst parkområde kan føre til at området også brukes etter mørkets frembrudd. Foto: Kåre Bye.

Tekniske detaljer og krav til utforming

Energieffektive lyskilder er nødvendig. LED-belysning er effektivt men har iboende svakheter.

Fargegjengivelse er et sentralt begrep for å sikre effekten av belysningstekniske tiltak utover det rent geometriske. Fargegjengivelse angis ofte etter [Ra-indeks](#), der verdien 100 (som dagslyset eller glødelampen) er best. Utviklingen av LED-lyskilder har aktualisert en fornyelse av fargegjengivelsesindeksen.

Lysfarge: Lysfargen bør ligge mellom 2800K (glødelampelys) og 4000K («dagslys-farge») for å være attraktiv. Keramisk metallhalogen kan fortsatt brukes, men LED er den mest aktuelle

lyskilden pr dato. LED bør inntil videre behandles med omhu, det anbefales å lese [Lyskulturs anbefalinger](#)

Lysmengde: For å gjøre området/gangstien attraktivt i den mørke del av døgnet, er det viktig at det er nok lys. Det anbefales (Kristiansand kommune 2014) >10 lux som gjennomsnittlig horisontal illuminans langs de fleste gangveier med ekstern blanding i by, samt i underganger uten syklist. Ellers antas >5 lux å være nok (CIE 136-2000). I tillegg bør minimum halvsylindrisk illuminans for ansiktsgjenkjenning være >2 lux, henholdsvis >1 lux (CEN/TR 13201-1:2004, tabell 5 og EN 13201-2:2003, tabell 5). I standarder og veiledere er det ofte oppgitt minimumsgrenser for hva som er sterkt nok lys, for eksempel av hensyn til fremkommelighet, sikkerhet, synsvariasjoner mellom unge og eldre. Maksimumsgrenser er sjelden oppgitt selv om det er stor grunn til å være obs på konsekvensene av for kraftig lys (Fjeldaas 2017)

Mesopisk fotometri. Lyskilden bør produsere nok lys i den blå del av spekteret, slik at de svakt belyste utkantene av området oppfattes klart av publikum (Wanvik 2014). Samtidig kan for mye blålys være en utfordring da det reflekteres mer i atmosfæren (Fjeldaas 2017). Det anbefales en 5m bred *stripe* av *sideterreng* på begge sider av gangveien. Stripen bør være ryddet og tilstrekkelig belyst (50 % av nivået på gangstien) for å skape trygghet i nærmiljøet. Se tabell 1.

Jevnhet etter krav for aktuell klasse. Horisontal og halvsylindrisk jevnhet beregnes og dokumenteres. F eks krever klasse S2+ES5 10 lux horisontalt, 3 lux minimum og 2 lux minimum halvsylindrisk illuminans. Halvsylindrisk illuminans er direkte relatert til evne til ansiktsgjenkjenning. Se også Lysmengde.

Blendingsgrad og avskjerming. Armaturers konstruksjon gir grunnlag for å beregne avskjermingsklasse G1 - G6, der G6 er best avskjermet. Disse klassene tar imidlertid ikke hensyn til det faktiske lysende areal, noe som er kritisk, spesielt for LED-armaturer. Blendingsklasser angis fra D1 til D6. D6 er beste armaturblendingsklasse, men gir dessverre for dårlig horisontal illuminans og dermed svak ansikts-gjenkjenning. Også beregningen av fysiologisk blanding TI% har sine svakheter, og dette er grunnen til at prøvemontasje foreløpig må til for å avgjøre om lysfordelingen er akseptabel i det enkelte tilfelle.

Strølys, dvs lys om treffer utenfor målområdet, bør forhindres. Alt direkte lys bør av hensyn til naturmiljø og utsyn mot himmelen treffe tilsiktet område.

Dimming av lysanlegg er viktig for å redusere lysforurensning. LED-lyskilder lar seg enklere dimme enn tradisjonelle damplamper som natrium, kvikksølv og metallhalogen. En skal imidlertid være oppmerksom på den dårlige cos ϕ (innebærer at strøm og spenning ikke går i takt) som opptrer ved dimming av LED-lyskilder. Videre må det opprinnelige nivået være så pass høyt at det fins et lavere nivå en kan dimme ned til. Spesielt aktuelt for LED er konstantlysteknikken, der en tar ut en lavere ytelse når lyskilden er ny, for så å øke ytelsen over lyskildens levetid. På denne måten kompenseres for den naturlige lystilbakegangen. *Bevegelsessensor og timer.* er teknologier som kan sørge for at lyset ikke blir påslått når mennesker ikke er tilstede.

Plassering av lys.

Tradisjonelle *mastehøyder* (4 - 6 m) med vel avskjermede armaturer på toppen eller på utligger/stolpearm er å anbefale. Spesielt må en unngå nedgravde opplysningsarmaturer plassert nær gangveier, da det vil oppstå blendingsproblemer. Pullertarmaturer på ca 1m høyde er heller ikke bra i denne sammenheng, fordi de ikke gir nok lys på ansiktet til forbipasserende. Lavt monterte spotlights ved trapper og reposer er bra for å finne trappa, men ikke nok for generell trygghetsopplevelse. Ansiktsgjenkjenning på tilstrekkelig avstand er et helt sentralt kriterium for opplevelse av trygghet på gangveier. Anvisninger er gitt i Håndbok V124 (Statens vegvesen 2013b)

Masteavstander kan vanskelig angis, de må beregnes. Maksimalt 4 til 4,5 ganger lyspunktshøyden er en tommelfingerregel for tradisjonelle armaturer og rette strekninger. Optimalt bør en følge anvisningene gitt i tabell 1, som er en ytterligere spesifisering av krav gitt i [Håndbok V124](#) (Statens vegvesen 2021).

Aktuelle lyskilder med typiske tilhørende verdier for de ulike parametrene:

Tabell 1: Forslag til belyningsnormal. Anbefalte kombinasjoner for områder med kun fotgjengere og saktegående trafikk. Kilde: Kristiansand kommune 2014.

	Belysningsklasse	Halvsyl. belysn. styrke	Surround Ratio(SR)	Avskjermklasse	Blendingsklasse	TI% max	Mast høyde	Kelvin grader	Mastetyper
G-s vei/parkvei i by m/ekstern blanding	S2	ES5	>0,5	G4	D5	20	4 - 6	3000-3500	Pulverlakkert stål
G-s vei/parkveiu/ekstern blanding	S4	ES7	>0,5	G6	D6	15	4 - 6	3000-3500	Pulverlakkert stål
G-s vei iskog Lysløype i skog	S4* Se note	ES7	>0,5	G5	D5	15	6 - 9	3000-4500	Impr furu/pulverlakkert stål

**Note: Normalkrav for spillemidler fra kulturdepartementet til lysløype er belyningsklasse II jf. NS-EN 12193:2007. Denne rapporten mener at belyningsklasse S 4 er tilstrekkelig (for barmarksesongen), jf. at løypene normalt lokaliseres til arealer uten ekstern blanding.*

Belysningsklasser er definert i SVV Hb V124 kap 2.4

Halvsylindrisk belyningsstyrke er et teknisk måleprinsipp for å kvantifisere gjenkjennelsesmulighet for ansikter. ESX er CIE sin klassifisering av krav til denne kvaliteten.

Surround Ratio er lysnivået på en stripe langs veikanten i forhold til lysnivået på selve vegen

Avskjermingsklasser er definert i SVV Hb V124 kap 2.5.2

Blendingsklasser er definert i SVV Hb V124 kap 2.5.1

TI% max er maksimal tillatt Threshold Increment, altså hvor mye belysningsnivået må økes med for å kompensere for aktuell blending

Kelvin grader er lysfargen uttrykt ved tilsvarende svartlegemestråling under et visst antall grader Kelvin

Veiledere og standarder

Det fins mye kunnskap om hvorledes lysanlegg for gang- og sykkelveier bør utformes for å optimalisere sikkerhet og følelsen av trygghet. Effekter av belysning på sikkerhet er godt oppsummert og syntetisert i Trafikksikkerhetshåndboken (Høye 2014).

Fokus bør være på belysningsstyrke, (horisontal-, vertikal- og halvsylindrisk, evt halvrømlig belysningsstyrke) farger og spesielle forhold under svært svake belysningsnivåer (mesopisk fotometri), blendings-problematikk og strølys til omgivelsene. Det siste er både ønsket og uønsket. Formålet er å kunne vurdere forventet nivå av trygghetsfølelse på stedet etter mørkets frambrudd. En del forhold ivaretas i reglene for universell utforming, se [Norsk Standard 11005:2011](#) (SVV 2011).

Kristiansand kommunes rapport (2014) «[Godt og trygt lys der du går og sykler](#)» er et forsøk på samordning av resultater av forskning og erfaringer fra en rekke nasjonale og internasjonale kilder. Rapporten gir viktige råd for utforming av lys langs gang- og sykkelveier, se tabell 1. Rapporten er et delprosjekt i K1:» Nasjonalt utviklingsprosjekt for universell utforming i kommuner og fylkeskommuner». Mer om prøveprosjektet i Kristiansand finns i kapittel 5.

I Norge er det så langt i liten grad tatt hensyn til lysforurensning i veiledere og standarder (Fjeldaas 2017). Men det finnes nyttige veiledere fra andre land. International Dark-Sky Association (IDA 2019) har oppsummert hvordan skadelige effekter av lysforurensning kan minimaliseres gjennom at lyset:

- benyttes når det er nødvendig og det område som trenger det
- ikke er lysere enn nødvendig
- minimaliserer den blå lysemisjon (LED lamper)
- peker nedover, dvs skjermes mot sider og oppover

Aktuelle kilder til informasjon er vist i kapittel 11.



Figur 2: Eldre, estetisk

«vellykket» prosjekt som bruker hvittlysende HgH-lyskilder, men dermed altfor mye strøm. Fotograf: Kåre Bye, Kilde: studien i Kristiansand (2014)

3 Supplerende tiltak

Regelmessig vedlikehold av anleggene er viktig. Det forutsetter at eier/tiltakshaver er definert og at avtale og rutiner med ansvarlig vedlikeholdsentreprenør fungerer. Spesielt i den mørke årstid bør anleggene kontrolleres og vedlikeholdes månedlig, jfr kap 11 i «Belysning av veier, gater og byrom» (Lyskultur 2014). Ved graving og omlegginger er det viktig at belysningen ikke fjernes.

Vegetasjon kan hindre hensiktsmessig belysning. Trær og greiner kan vokse opp mellom armaturene, busker og kratt kan spre seg ut over gangveien og kaste lange skygger, høstløv og blader kan legge seg på og dekke lyskildene. Slike ting må kontrolleres og renskes opp i samtidig med rutinemessige kontroller.

På oppdrag fra Oslos Bymiljøetat har TØI gjennomgått litteratur om hvilke ulike faktorer på kommunalt- område- og detalj-nivå som påvirker omfanget av gåing (Hagen m fl 2019). Rapporten gir et godt bilde av de mange faktorer, i tillegg til belysning, som har betydning for andelene gående.

4 Hvor er tiltaket egnet

Der det bygges separate gangveier er trafikk-grunnlaget for belysning av disse vanligvis også tilstede. Er gangstien åpen for syklist, øker viktigheten av god belysning ytterligere. Der belysning mangler, vil gangveien normalt bli lite brukt i døgnets mørke timer, med derav følgende trafikale konflikter på nærliggende kjøreveier. Det er normalt ikke tillatt å belyse kun gangveien der denne går parallelt med kjørevei, dette øker risikonivået for de få som likevel går langs kjøreveien.

5 Faktisk bruk av tiltaket - Eksempler

Flere kommuner arbeider med [lokale gåstrategier](#), men det finnes ingen samlet oversikt over hvor mange eller i hvilken grad utforming av belysning er et eget tema. Kristiansand og Oslo er valgt som eksempler for å illustrere kommunenes arbeid med belysning. Vegvesenets veileder (2014a) beskriver gåstrategier for London, Stockholm og København. Erfaringer fra gåstrategier behandles også i rapporten Kunnskapsgrunnlag for gåstrategier (Hagen m fl 2019.)

Kristiansand kommune

I samarbeid med Vegdirektoratet har Kristiansand kommune gjennomført et prosjekt for å samle og systematisere relevant kunnskap med fokus på opplevd trygghet for gående og syklende og presentere resultatet mest mulig praktisk tilgjengelig for rådgivere og brukere i miljøet. Prosjektet og forslaget til retningslinjer er ment å si noe om hvordan bruk av riktig belysning kan være med på å øke trygghetsfølelse for gående og syklende.



Figur 3. Merk at det kommer nok lys forfra til ansiktene selv om skyggene viser nærhet til armatur bak. Dette kan gi en god trygghetsfølelse. Fotograf: Svein Tybakken, Kristiansand kommune.

En rekke leverandører av relevante armaturer ble kontaktet og fikk komme med forslag. Prosjektet filtrerte vekk uaktuelle armaturer etter omforente kriterier. En gangvei i utkanten av sentrum ble prøvebelyst med utvalgte armaturer etter leverandørenes forslag. Prøveprosjektet fikk utarbeidet en plan for plassering av master og lyspunkter med geometri i henhold til lokal geografi, se figur 4.

godkjent. Litt av poenget med prosjektet var da også å fokusere på problemstillingen og inspirere leverandørene til å ta fram akseptable løsninger. En forventer flere gode løsningsforslag ved neste prosjekt.

Belysningsplan for Oslo sentrum

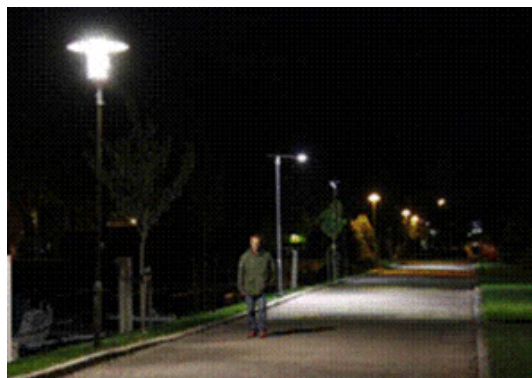
Implementeringen av Belysningsplan for Oslo sentrum omfattet blant annet utskifting av gamle lysarmaturer med ny og kraftigere LED-belysning. I Christian IV's gate ved Slottsparken førte det til bedre lysspredning og mer lys på motsatt side av veien. Den endrede belysningen førte til en høyere andel gående på den siden av gaten som ble bedre belyst, 30% gikk der før utskiftingen og 37% etter (Meyer m fl 2019).

6 Miljø- og klimavirkninger

Vegbelysning gjør at det kan blir triveligere å oppholde seg ute når det er mørkt, noe som kan føre til at antallet fotgjengere øker og kriminaliteten reduseres (Schreuder 1993, Painter 1998, Meyer m fl 2019). Hovedmålsettingen må sies å være å gjøre offentlige gangveier, parker og fellesområder mer attraktive for alle i nærmiljøet. Om en får økt antall brukere ut på gangveier og fortau etter mørkets frambrudd, er virkningen selvforsterkende: det er trygghet i antall, samt at det sosiale aspektet styrkes (Rahm og Johansson 2016). I et forsøksprosjekt med LED lys ved Slottsparken i Oslo økte antallet fotgjengere på den siden av gata som fikk LED lys (Meyer m fl 2019). Flere brukere er mao et viktig grep for et bedre lokalmiljø (Hagen m fl 2019).

Det fins ellers lite av studier av ulike belysningstiltaks miljøvirkninger. Prinsipielt kan sies at de lystekniske og estetiske virkningene er gode. Men flere av produktene er energisløsende, og inneholder miljøgifter (kvikksølv). Disse kan etterhvert erstattes av mer energieffektive og mindre forurensende lyskilder (LED). En forutsetter også at kvikksølvlyskilder etter hvert forsvinner etter at de ble ulovlige i salg i 2015. LED lyskilder er m.a.o mindre forurensende når de skrotes, sammenlignet HgH og NaH-lyskilder.

På energisiden forventes en halvering av energiforbruket uten å redusere nødvendig lysmengde etter hvert som nye lyskilder tas i bruk. Bildene i figur 5 viser til venstre anlegg der gamle, grøntlysende kvikksølvlyskilder i bakgrunnen etter hvert er erstattet av energieffektivt natriumlys, som dessverre ikke har god fargegjengivelse ($R_a=20$). Bildet til høyre viser del av testanlegget med ulike LED-armaturer. Lyset er hvitt, effektivt og med mye bedre fargegjengivelse ($R_a=80$), men ganske ujevnt og ofte sterkt blendende.



Figur 5: HgH og NaH-belysning skiftes etterhvert ut med nye lyskilder, men ikke uten komplikasjoner. Fotografert av Kåre Bye og Svein Tybakken, Kristiansand kommune.

Utfordringen med LED-lys er dets større innhold av blått som reflekteres mer i atmosfæren. Bilder tatt av NASA, viser at lysforurensningen har økt drastisk etter at LED-lysene kom på markedet (Falchi 2016). Ny forskning viser også LED-lysenes innvirkning på miljøet (Jägerbrand 2018)). Andre negative miljøeffekter av vegbelysning kan være visuell «forurensning» som blinding, opplysning av himmelen og områder som ikke ønskes belyst, samt uheldige effekter for dyr som kan bli forstyrret av lyset, bl.a. hekkende fugl, eller miste orienteringen (Rea m.fl., 2009). Slike effekter er kun i liten grad empirisk undersøkt. Ved bruk av LED-lys, er det særs viktig å bare bruke nødvendig lysstyrke, skjerme lysene godt og sørge for at de er avslått eller dempet når de ikke trengs. Follestad (2014) har oppsummert forskning om kunstig belysnings effekter på det biologiske mangfoldet. Figur 6 gir en illustrasjon. Se mer om dette i annet tiltak om Belysning.



Figur 6: Bildet viser hvordan nattaktive insekter villedes av kunstig lys. Fotografert av: S. DePeak (for National Moth Week, juni 2013).

7 Andre virkninger

Sikkerhet for fotgjengere

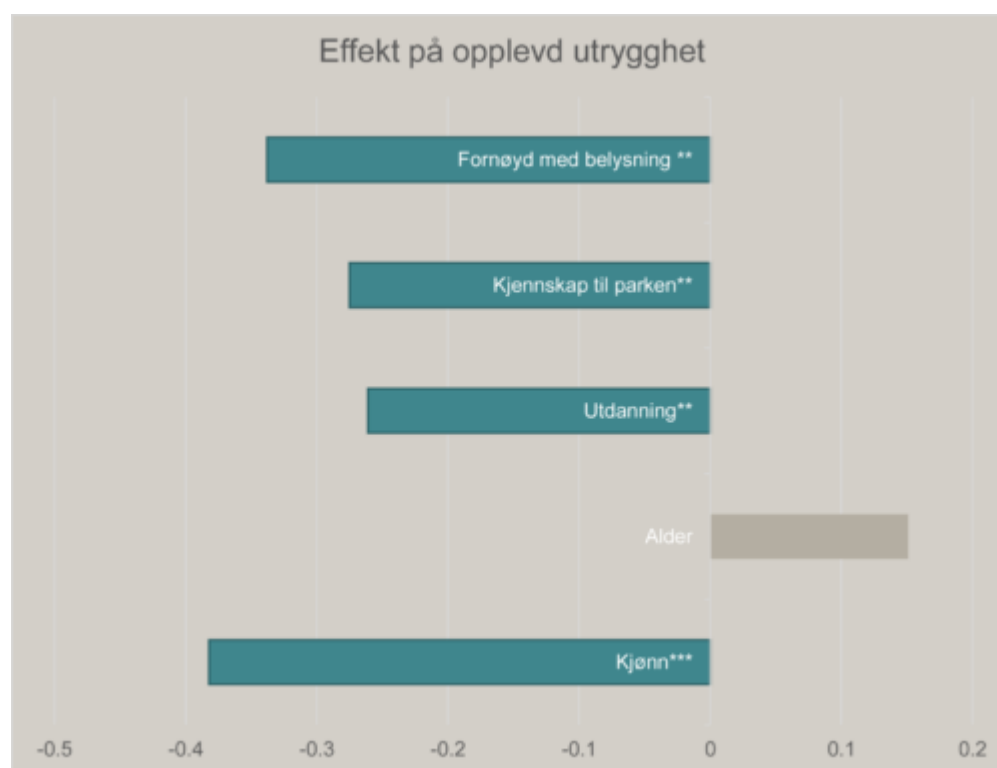
Fotgjengerulykker utgjør om lag 12% av ulykkene med dødelig utgang i vegtrafikken. Dødsrisikoen for fotgjengere er fem ganger høyere enn for bilførere. Bedre belysning av gangveier vil ha positive virkninger på trafikkmiljøet og trafikksikkerheten etter hvert som gangveier og sykkelveier oppleves som mer attraktive og således trekker fotgjengere og syklistene vekk fra kjøreveier. TØIs trafikksikkerhetshåndbok har meta-analysert norske og internasjonale studier av belysning fra et stort antall land (Høye 2014).

Belysningsnivået har vist seg å ha sammenheng med virkningen på ulykker, jo bedre belysning desto færre ulykker. Størrelsen på virkningene er noe usikre på grunn av metodiske svakheter. Personskadeulykker i mørke reduseres i gjennomsnitt med 26%, antall

skadde fotgjengere halveres og antall dødsulykker reduseres med 78% (Høye 2014). Virkningen er større på strekninger enn i kryss i tettbygd strøk.

Trygghetsfølelse

Belysning er viktig for å gi folk trygghet og lyst til å ferdes til fots (Painter 1998, Hjorthol m fl 2013, Hagen mfl 2019). I et nyere felteksperiment blant 23 studenter på Ås i 2017 ble det undersøkt om belysning av høy vegetasjon (trær og høye busker) langs gangvei i parkmiljø kan virke inn på opplevd utrygghet. Resultatene (Meyer m fl 2019) antyder at belysning av høy vegetasjon med god kvalitet kan redusere opplevd utrygghet av gangveien. I et tilsvarende forsøk i Frognerparken ble 55 personer intervjuet før og etter etablering av LED lys. Figur 7 viser at både belysningens kvalitet, om en var kjent i parken og personlige kjennetegn som kjønn og utdanning reduserte utrygghetsfølelsen. Alder derimot samvarierte med økt utrygghet.



Figur 7: Endring i opplevd utrygghetsfølelse etter innføring av LED lys i Frognerparken. (N= 55). Kilde: Meyer m fl 2019.

Bedre folkehelse

En viktig virkning som en kan håpe å oppnå, er bedret folkehelse mer fysisk aktivitet etter hvert som gangveier belyses på en attraktiv og god måte, samt at folk, spesielt eldre, finner det tryggere og mer attraktivt å ferdes til fots ute etter mørkets frambrudd, (jf Helse- og omsorgsdepartementet 2015). Kunstig belysning kan også ha negativ innvirkning på folkehelsen og føre til stress og døgnrytmeforstyrrelser (Tosini 2016) hos de som får belysningen inn i boligen sin.

Kriminalitet

Belysning kan redusere hyppigheten av kriminelle handlinger som har behov for skjulested og dermed øke tryggheten. På den annen siden kan belysning som skaper trygghet for ofrene, for eksempel godt belyste gangveier, vær uheldig hvis det er mørke felt rett ved siden av der en evt overgriper kan gjemme seg (Meyer m fl 2019)

8 Kostnader

Anslag antyder at de nye armaturtypene foreløpig er noe dyrere å kjøpe enn tradisjonelle armaturer og tradisjonelle lyskilder. Direktestrålende LED-armaturer er vesentlig mer effektive enn de som har blendingsbegrensning i form av indirekte belysning via stor reflektor, evt opal refraktor. Ulempen med direktestrålende LED-armaturer er at opplevd blending (jfr prøveprosjektet) blir så sterk at folk holder seg vekk fra området. Forsøksprosjektet i Kristiansand konkluderte med at rimelige, effektive, direkte-strålende LED-armaturer er fullstendig uakseptable, spesielt på lave mastehøyder, pga sterk blending. Denne blendingen er ikke alltid dokumenterbar ved beregninger, pga svakheter i beregningsreglene. Armaturene bør derfor testes i sine påtenkte omgivelser før realisering.

Kun tester og erfaringer kan vise hva som er akseptabelt blendingsnivå og hvor den faktiske grensen går. Det er vesentlig strengere krav til blendingsbegrensning på kjøreveier enn på gangveier. Det er komplisert å holde merkostnadene til akseptabel gangveibelysning opp mot høyere ulykkestall på kjørevei fordi fotgjengerne ikke liker blendingen på gangveien og foretrekker å gå langs kjøreveien.

Unngåelse av lysforurensning kan også redusere kostnadene. God skjerming, ikke for sterkt lys samt tidsstyring og dimming kan redusere energiforbruket og dermed kostnadene.

9 Formelt ansvar

Statens vegvesen, fylkeskommuner og kommuner har det formelle ansvaret for belysning av gangarealer for gående i Norge ifølge Håndbok V124 (Statens vegvesen 2021) Kap 4.0 er det et krav at den som skal prosjektere vegbelysningsanlegg har dokumenterbar lysteknisk kompetanse som autorisert belysningsplanlegger for utendørs belysning eller tilsvarende. I Vedlegg 2 til samme håndbok er det listet opp en lang rekke krav til både prosjekterende firma og utførende entreprenør. Entreprenøren skal bl a dokumentere sin kompetanse i henhold til forskrift, og firmaet skal være registrert i Elvirksomhetsregisteret i riktig virksomhetsområde. Eier/forvalter av anlegget skal oppbevare all dokumentasjon og sørge for at anlegget til enhver tid oppfyller sikkerhetskravene i kapittel 2 i FEF.

Det er lite absolutte krav og regler på dette området. Gjennomføring og utbygging vil alltid være gjenstand for politisk og økonomisk prioritering. Pga særegenhetene med LED lysene er ikke dagens kriterier for lovlig belysning tilstrekkelige, noe studien i Kristiansand (2014) viste. Det er arbeid i gang internasjonalt for å presisere kravene til lysfordeling og blendingsbegrensning slik at LED-baserte armaturer også dekkes. Inntil dette foreligger, er prøvemontasjer, målinger og tester «in situ» det beste man kan gjøre for å sikre attraktive og framtidsrettede anlegg.



Figur 8: Forsiktig

fasadebelysning kombinert med gangveibelysning kan være en god løsning. Fotograf: Kåre Bye. Kilde: studien i Kristiansand (2014)

10 Utfordringer og muligheter

En utfordring er at belysningsreglene ikke er godt nok tilpasset nye lyskilder (Fjeldaas 2017), og at en trenger mer utprøving lokalt for å finne frem til gode løsninger. En annen utfordring er at prisene på nye armaturer foreløpig er dyrere enn den tradisjonelle belysningen.

Kunnskapen om kvalitetsbelysning for gående er hittil i liten grad samlet, den fins i liten grad på norsk, og den blir ofte ignorert i forhold til markeringsbehov, motetrender og kortsiktige økonomiske vurderinger.

Spesifikasjonene som angis i forsøksprosjektet i Kristiansand (2014) er ment å være gjennomførbare og generelt egnet i Norge. Enkelte tilpasninger må gjøres alt etter beliggenhet og trafikkgrunnlag, jfr figur 3 og Håndbok V124 (Statens vegvesen 2021).

En kombinasjon av forsiktig fasadebelysning og gangveibelysning kan være en god løsning der gangveier går langs fasader uten at det er kjørevei nær ved. Gangveibelysningen kan være med på å forsterke arkitektoniske uttrykk via belysning av bygget. Den opplyste fasaden skinner tilbake og øker belysningsjevnheten, ansiktsbelysningen og trygghetsfølelsen hos fotgjengere.

Belysningsplanleggerens oppgave er å understreke stedets karakter og arkitektens plan. Gjenkjennelighet for brukerne kan være viktig for trygghetsfølelsen. Vi skal ikke skape noe nytt med belysning som ikke var der i utgangspunktet. Lysmastene kan gjerne kombineres for både små lyskaster med fasadebelysning og ordinær gangveibelysning. Stålmaster med en nøytral, enhetlig mastefarge anbefales, pulverlakkert og ikke kun galvanisert.

Kan mastene og lysinstallasjonen ikke skjules, og det kan de sjelden, er det viktig at de framstår som en enhet med dimensjoner og farger som harmonisk glir inn i miljøet på stedet. Av lyskilder er LED etter hvert blitt helt dominerende også i dette markedet. Ellers går utviklingen av armaturer og LED-lyskilder svært raskt, både med hensyn til virkningsgrad,

fargegjengivelse og markedstilpasning. Dette er gledelig, fordi det skaper nye muligheter, men utfordrende fordi regelverket ikke helt henger med i utviklingen. [Lyskultur](#) utgir jevnlig oppdaterte sjekklister og datablader for LED som kan brukes av interesserte, men som en foreløpig ikke er pålagt å etterleve. Det arbeides med problemstillingene internasjonalt (CIE)

Det store innslaget av blått i LED-lyset øker mulighetene for å oppdage detaljer i utkantene av det belyste området, og er således svært positivt (Purkinjes fenomen). Utfordringen ligger i at LED-lyskildenes store innhold av blå farge medfører lysforurensning fordi blått lys spres mer i atmosfæren enn rødlige farger. Likeledes viser erfaring at det er en utfordring å oppnå god jevnhet samtidig med god blendingsbegrensning ved LED-armaturer.

11 Referanser

Ulike typer veiledere og standarder:

- International Dark-Sky Association ([IDA](#)) har informasjon og veiledning knyttet til lysforurensning, <https://www.darksky.org/our-work/lighting/lighting-for-citizens/lighting-basics/>.
- International Commission of Illumination ([CIE](#)) har utarbeidet en rekke standarder for området.
- [Norsk Lysteknisk Komite/Lyskultur](#) har bidratt med norske anbefalinger og tilpasninger.
- EN er europeiske standarder som etter hvert blir gjort gjeldende i Norge.
- NS er navnet på standardene etter at de er gjort gjeldende i Norge.
- Statens Vegvesen utgir en rekke håndbøker, bl a V124 (Statens vegvesen 2013b) som i det vesentlige er NS-EN 13201-2:2004 oversatt til norsk, forenklet og tilpasset norske forhold.
- Kommunale normer, en rekke kommuner har etter hvert fått sine egne regelverk.

Referansedokumentasjon EN og NS samt CEN kan kjøpes og lastes ned fra [Standard Norge](#).

CIE-rapporter kan kjøpes og lastes ned fra CIE sitt nettsted.

[Statens Vegvesen sine håndbøker](#) kan lastes ned gratis fra Statens Vegvesen sine hjemmesider

Lyskultur gir informasjon om hvor andre relevante dokumenter kan skaffes.

Følgende dokumenter har vært benyttet som underlag:

Falchi, F. m fl. 2016

The new world atlas of artificial night sky brightness, Science Advances, 2016. The new world atlas of artificial night sky brightness, Science Advances

Fjeldaas, E. 2017

Regulering av lysforurensning i norsk rett. Masteroppgave ved juridisk fakultet, Universitetet i Oslo.

Follestad, A. 2014

Effekter av kunstig nattbelysning på naturmangfoldet - en litteraturstudie. NINA rapport 1081/2014. Oslo, Norsk institutt for naturforskning.

Hagen, O.H., Tennøy, A. og Knapskog, M. 2019

Kunnskapsgrunnlag for gåstrategier. TØI rapport 1688/2019.

Helse- og omsorgsdepartementet 2015

Folkehelsemeldingen. Melding til Stortinget 19 /2014-2015).

Hjorthol, R., Krogstad, J.R. og Tennøy, A. 2013

Gåstrategi for eldre - kunnskapsgrunnlag for planlegging i Kristiansand. TØI rapport 1265/2013.

Høye, A. 2014

Vegbelysning. Kapittel 1.18 i Trafikksikkerhetshåndboken. Oslo, Transportøkonomisk institutt.

International commission on Illumination (CIE)

- 2000: CIE 136:2000 Guide to the lighting of urban areas
- 2003: CIE 150:2003 Guide to the limitation of effects of obtrusive light from outdoor lighting installations.
- 2010a: CIE 115:2010 Lighting of roads for motor and pedestrian traffic.
- 2010b: CIE 191:2010 Recommended system for Mesopic Photometry based on Visual Performance.
- 2014: CIE 206:2014 - The effect of special power distribution on lighting for urban and pedestrian areas. International Dark Sky Association 2011. Anbefalinger for å unngå lysforurensning:
https://www.darksky.org/wp-content/uploads/bsk-pdf-manager/16_MLO_FINAL_JUNE2011.PDF.

Jägerbrand, A.K, 2018

LED-belysningens effekter på dyr og natur med rekommendationer: Fokus på nordiska förhållanden och känsliga arter och grupper, Calluna AB.

Kristiansand kommune 2014

[Godt og trygt lys der du går og sykler](#). Med forslag til Belysningsnormal. Kristiansand, Kristiansand kommune og Rejlers. Om noen skulle ønske mer informasjon om belysningsprosjektet i Kristiansand, kan de kontakte **Helmer Espeland**, Parkvesenet, Kristiansand kommune.

Lyskultur 2014

[25 Belysning av veier, gater og byrom](#). Oslo, Lyskultur. Mai 2014.

Næringslivets sikkerhetsråd 2018

[Veileder i sikringsbelysning](#). Lyskultur. Mai 2018.

Meyer, S, Fyhri, A, Horgensen, K, Nordh, H. og Æverssen, G. 2019

Hvordan skape trygge og levende byrom? Oslo: TØI-rapport 1696/2019.

Norsk Standard

- 2003: [Veibelysning. Del 2- Ytelseskrav](#). Standard. Lysaker, Norsk standard. NS-EN 13201-2:2003
- 2004: [Vegbelysning Del 1: Valg av belysningsklasser](#). Lysaker, Norsk standard. CEN/TR 13201-1:2004.
- 2007: Lys og belysning: Idrettsbelysning. Lysaker, Norsk standard. NS-EN 12193-:2007
- 2011: [Universell utforming av opparbeidede uteområder](#). Krav og anbefalinger. Standard. Lysaker, Norsk standard. NS 11005:2011.

Painter, K. 1998

Value for money: Street lighting and crime reduktion. Lighting Journal, 63, 24-27.

Rahm, J. and Johansson, M. 2016

Walking after dark - a systematic review. Lund University

Rea, M. S., Bullough, J. D., Fay, C. R., Brons, J. A., Van Derlofske, J., & Donnell, E. T. 2009. Review of the safety benefits and other effects of roadway lighting. Final Report. Prepared for National Cooperative Highway Research Program Transportation Research Board of The National Academies.

Samferdselsdepartementet, Kommunal og regionaldepartementet og Miljøverndepartementet 2012

[Lys på stedet. Utendørsbelysning i byer og tettsteder](#). Veileder T-1512.

Schreuder, D. A. 1999

Relation between lighting, accidents and crime in urban streets. The VIIth European Lighting Conference, 4-7 April 1993, Heriot-Watt University, Edinburgh, Scotland. Proceedings, Volume 1, 117-123.

Statens vegvesen

- 2002: Veg- og gatelys. Veiledning Oslo, Statens vegvesen. Håndbok 237. (*Utgått håndbok*)
- 2008: Teknisk planlegging av veg- og gatebelysning. Veileder. Statens vegvesen. Håndbok 264 (*utgått håndbok*).
- 2012: [Nasjonal gåstrategi](#). Strategi for å fremme gåing som transportform og hverdagsaktivitet. Oslo, Statens vegvesen, Vegdirektoratet. Rapport nr. 87.
- 2021: [Teknisk planlegging av veg- og tunnelbelysning](#). Veileder. Oslo, Statens vegvesen, Vegdirektoratet. Håndbok V124.
- 2022: [Veg- og gateutforming](#). Normal. Oslo, Statens vegvesen, Vegdirektoratet. Håndbok N100.

Tosini, G. m fl, 2016

Effects of blue light on the circadian system and eye physiology, Molecular vision 22.

Wanvik, P. O. 2014

Mesopisk fotometri. Statens vegvesen. Notat fra mars 2014. (*Foreløpig upublisert*)

Wold, J. H. 2013.

Foredrag om fargegjengivelse. HiBu.