



Project no. – Project name:

80102 - HVDC EXPANSION Halden & Charleston

Nexans document number:

00723878

Document title:

Veiledning for belysning

Page:

0 of 17

Scope:

Denne rapporten tar for seg de premisser og føringer som skal legges til grunn for utendørsbelysning tilknyttet utvidelsen av Nexans sitt anlegg utenfor Halden.

Generelt skal belysningen planlegges slik at man unngår uheldige virkninger på områdets umiddelbare og mer fjerntliggende omgivelser. Ved å følge rapportens beskrivelser vil det under utarbeidelse av belysningsanlegget kunne bli god kontroll på strølys og blending. Dette er et viktig punkt da belysningen ikke skal være til sjenanse for naboer, publikum og ha lite påvirkning på omkringliggende natur.

Videre skal belysningen underlette de funksjoner som foregår på området. Anleggets synlighet kan benyttes som landemerke og profilering av Nexans, men det skal gjøres etter gitte estetiske retningslinjer som framkommer i rapporten.

Av miljøhensyn skal det være fokus på solid lysdesign, robuste løsninger i tillegg til et belysningsanlegg designet ut fra prinsippet om «Lys der det trengs, når det trengs, i den mengde som trengs». Dette fordrer et godt gjennomtenkt lysstyringssystem med solid brukerkontroll.

Det er arkitektens planbeskrivelse og oppdragsgivers kriterier for estetiske hensyn, praktiske formål og stedlige analyser som ligger til grunn for de premisser og retningslinjer angitt i rapporten, foruten de nevnte standarder og nasjonale og regionale retningslinjer.

Rev:	Date:	Reason for Issue:	Prepared:	Checked:	Approved:	Released:
B	2021-08-25	ISSUED FOR CONSTRUCTION	GFR	KER	RNO	LTV
A	2021-08-24	ISSUED FOR IDC	GFR	KER		

NEXANS NORWAY AS

P.O. Box 6450, Etterstad, NO-0605 Oslo, Norway

NEXANS CONFIDENTIAL. All rights reserved. Nexans Norway AS. Passing on and copying of this document, use and communication of its content is not permitted without prior written authorization.



Veiledning for belysning av Område 3001-G-733, Nexans, Halden kommune

Kunde: Nexans

Prosjekt: Nexans HEP

Prosjektnummer: 2273902



AFRY
ÅF PÖRY

LIGHT
BUREAU
PART OF AFRY

Rapport belysning

Vår referanse
Frellumstad, Gry
Telefon

Mobil
+4741020940
E-post
gry.frellumstad@lightbureau.com

Dato
24/08/2021
Prosjekt ID
2273902

Kunde
Nexans

Forord

Denne rapporten er utarbeidet i samarbeid med Gottlieb Paludan arkitekter, med deres planbeskrivelser og landskapsanalyse, samt innspill fra Viken fylkeskommune og statsforvalter som grunnlag.

Hensikten med rapporten er å legge til grunn et underlag som kan benyttes som veileder i prosjektets senere faser. Rapporten tar for seg de krav, retningslinjer og prinsipper som vil gjøre seg gjeldende for området, og samtidig sikrer at belysningen av utvidelsen vil bli løst på en tilpasset og tilfredsstillende måte.

Foruten gjeldende standarder og retningslinjer skal også rapportens estetiske krav være førende for prosjekteringen. Arkitekturen vil være enkel, praktisk og industriell, men ved godt planlagte belysningsløsninger kan den estetiske kvaliteten økes. Dette vil være viktig på grunn av prosjektets synlighet ved både nært og fjernt.

AFRY Norway AS

[Click here to enter Checked status.](#)

Frellumstad, Gry

Innhold

1	Innledning	3
2	Beliggenhet, planavgrensninger og synlighet	4
3	Lysets funksjon og påvirkning	5
3.1	Merverdi ved et godt planlagt belysningsanlegg	5
3.2	Reguleringsbestemmelser for område 3001-G-733.....	6
4	Premisser og føringer for belysning av Nexans området.....	7
4.1	Estetiske hensyn.....	7
4.1.1	Nærvirkning	8
4.1.2	Fjernvirkning	8
4.2	Tekniske krav – standarder og forskrifter	9
4.2.1	NS-EN 12646-2:2014 – belysning utendørs.....	10
4.2.2	NS-EN 12193:2018 – strølys og blanding	11
4.2.3	Luftfartshinder	11
4.3	Lysstyring.....	12
4.4	Krav til belysningsutstyr.....	13
4.4.1	Miljøhensyn	14
4.4.2	Sirkulær økonomi	14
4.5	Drift og vedlikehold	14

1 Innledning

Belysning har en direkte påvirkning på menneskets trivsel og trygghetsfølelse. Et godt planlagt belysningsanlegg kan fremheve arkitektur, omgivelser og gi et sted en identitet, også etter mørkets frembrudd. Riktig lysbruk kan gi en trygg, sikker og problemfri arbeidsplass, gjøre et område mer tilgjengelig og lesbart, være kriminalitetsforebyggende, og generelt øke brukerens trygghetsfølelse. At vi har en lang og mørke årstid i Norge, gjør også at tilpasset tilførsel av kunstig belysning er ekstra viktig.

For å kunne planlegge et godt belysningsanlegg for Nexans gis det føringer for bruk av standarder og forskrifter som vil gjøre seg gjeldende for stedets funksjoner. Det vil også, i tillegg til tekniske tilnærminger, legges vekt på estetiske hensyn. Dette ikke bare på grunn av prosjektets beliggenhet med nærhet til sjø, natur og boligområde, men også prosjektets synlighet. I dag kan blant annet det eksisterende tårnet sees fra både fjernt og nært, og på dagtid oppfattes det som et landemerke og orienteringspunkt. I den planlagte utvidelsen vil det også tilkommet et ytterligere tårn, samt nye industribygg som gjør at stedets identitet endres noe fra dagens utseende.

De premisser som legges til grunn for belysning er satt basert på overnevnte forhold, og det sees på som nødvendig at det legges vekt på god belysning, da et av de viktigste punktene i innspillsrapporten fra Viken fylkeskommune omhandler lysforurensning. Tiltak for å begrense lysforurensning vil være en gjennomtenkt, helhetlig belysningsløsning, der det skal gjøres nøye vurderinger av belysningsutstyrets egenskaper, mastenes plasseringer og armaturenes vinkling og avskjerming.

For at belysningen ikke skal bli til sjenanse for naturen eller omkringliggende områder, melder også behovet for god lysstyring seg. God lysstyring vil kunne sikre riktig lysmengde, til riktig tid og oppgave, og i tillegg gjøre at det ikke brukes unødvendig energi i løpet av døgnet og året. Dette vil igjen kunne øke levetiden til belysningsutstyret.



Bilde 1: Rånåsfoss kraftstasjon, et industrielt landemerke. Foto: Tomasz Majewski. Lysdesign: Light Bureau.

2 Beliggenhet, planavgrensninger og synlighet

Planområdet har beliggenhet langs Ringsdalsfjorden langs Haldens sjøfront, mellom et småhusområde på Isebakke i vest, Knivsøåsen i nord og Knvisøya og fjorden i sør. Planområdet har atkomst fra Svinesundsveien via Knivsøveien. Mellom planområdet og Knivsøåsen ligger jernbanelinjen. Planområdet ligger med ca. 3 km. avstand til Halden sentrum i luftlinje, men langs veien er avstanden ca. 5,5 km.



Figur 1 Oversikt over område (markert i rødt) i et overordnet perspektiv.

Kilde: <https://kommunekart.com/klient/halden/pluss>

Prosjektet med eksisterende tårn og nytt tårn er synlig fra flere kjente kulturmiljøer i området rundt Halden. Nytt tårn og nye industribygg vil bli godt synlig i kystlandskapet.

Ved utarbeidelse av belsningsanlegget skal både planbeskrivelse, landskapsanalyse og reguleringsbestemmelser tas med i vurderinger og brukes som underlag, det skal spesielt legges vekt på følgende punkter:

- Stedets karakter
- Landskap og fjernvirkning
- Estetikk og byggeskikk
- Naturverdier og naturvern



Figur 2 Oversiktsbilde av fabrikkområdet, sett fra sørøst. Kilde: Nexans

3 Lysets funksjon og påvirkning

Lys er grunnleggende for vår tilværelse. Av våre sanseinntrykk formidles omkring 70 % igjennom synet. Som nevnt tidligere vil derfor belysning ha en direkte påvirkning på vår trivsel og trykghetsfølelse. Dette gjelder like mye i dagslys som etter mørkets frembrudd, der kunstig belysning vil lede oss dit vil skal. (Kilde: Lyskultur publikasjon: Lys på stedet, skrevet om av oss).

For Nexans vil god belysning kunne fremheve elementer, bygninger og omgivelser, som gir økt lesbarhet, og samtidig dekke funksjonelle behov. Belysningen kan også gi stedet en særegen nattidentitet som et synlig landemerke, uten at det vil være til sjenanse for omkringliggende områder. Et konkret eksempel på et synlig landemerke er Fredriksten festning.



Bilde 2: Fredriksten festning – stedstilpasset belysning av et landemerke.

Kilde: <https://www.visitoestfold.com/no/halden/fredriksten-festning/historisk-lysspill/>

Dagens lysteknologi gir mange muligheter til å skreddersy belysningsløsninger og skape noe unikt. Med relativt enkle tiltak og små midler kan kunstig lys fremheve og lede, og gjøre ellers triste og lite inviterende områder mer attraktive med økt trykghetsopplevelse.

3.1 Merverdi ved et godt planlagt belysningsanlegg

I 1C Luxtabell for utendørs arbeidsplasser heter det:

Ved utarbeidelse av gode belysningsanlegg er det å oppnå gode synsbetingelser avhengig av en rekke forhold, hvorav flere kan beskrives objektivt, mens andre kan være av mer subjektiv karakter. For å oppnå gode løsninger, er det viktig å tilfredsstille kvalitative og kvantitative behov i tillegg til påkrevet belysningsstyrke. (Kilde: 1C Luxtabell – utendørs arbeidsplasser).

Dette vil si at når planer for belysningen skal utformes, bør det i tillegg til tekniske krav, tas hensyn til stedets karakter, landskapet og fjernvirkning, estetikk, synlighet, kulturminner og natur.

Med et godt planlagt belysningsanlegg skapes det en balanse og en integrering i landskapet også etter mørkets frembrudd. Belysningen vil kunne bidra til å knytte fortid og nåtid sammen, eksempelvis ved å lyssette eksisterende tårn og nytt tårn.

Ved tidlig å innlemme belysningsplanlegging i den helhetlige planen, vil belysningen også kunne bli en integrert helhet i den nye arkitekturen og området. Dette vil være til stor fordel for Nexans da dette vil minimere sjansen for uheldig plassering av master og

skjemmende strølys, eller senere oppdagelser av nødvendig tilførsel av armaturer, som igjen vil kunne gi økte installasjonskostnader.



*Bilde 3: Kistefos museum, belysning tilpasset arkitektur og landskap.
Foto: Tomasz Majewski. Lysdesign: Light Bureau.*

3.2 Reguleringsbestemmelser for område 3001-G-733

I detaljreguleringsplanen til Halden kommune for området 3001-G-733, Nexans er det ingen egne punkter med reguleringsbestemmelser for belysning. I innspill fra Viken fylkeskommune tilføres det et punkt som omhandler lysforurensning. Fra reguleringsbestemmelsene skal belysningen følges punktene 2.1.1 Estetikk og 2.3.1. Reklame/ lys.

4 Premisser og føringer for belysning av Nexans området

På huskelisten hos både arkitekter og byggfagene bør belysningsanlegget stå som et av de øverste punktene, da det har en direkte påvirkning på estetikk og det byggetekniske. Kommer belysningsplanleggingen for sent inn prosjektfasen blir ofte belysningen lite optimal.

Dette kan gi seg utslag i mye blending og strølys, høyere energiforbruk, behov for mer kostbart belysningsutstyr, økte kostnader til installasjon, drift og vedlikehold og så videre. Slike uønskede effekter er forholdsvis enkelt å unngå, men det betinger at belysningen blir tatt på alvor, og at man trekker inn belysningskompetanse på et tidlig stadium i prosjekteringen.

Prosjektet har nærhet til sjø, natur og boligområder, men det har også stor synlighet i landskapet, spesielt med sitt høye tårn. Den nye utvidelsen vil tilføre et nytt tårn og nye bygningsmasser. De standarder og forskrifter som skal brukes vil være krav som skal dekke belysningen av stedets funksjoner, men det skal i tillegg legges vekt på estetiske hensyn og lysstyring. Dette vil samlet sett være en god designfilosofi og tilnærming, som vil bidra til at Nexans blir en godt integrert del i landskapet og tar hensyn til sine omgivelser, også på nattetid.

Et av de viktigste punktene i innspillet fra Viken fylkeskommune omhandlet lysforurensning. Ved å følge de standarder og forskrifter som har blitt satt, skal dette minimere sjansen for lysforurensning. Men dette alene vil ikke alltid være tilstrekkelig for å hindre lysforurensning, derfor vil også krav til belysningsutstyret gjøre seg gjeldende.



Bilde 4: The Optic Cloak, synlig fabrikkårn nær boligområde. Lysdesign: Light Bureau

4.1 Estetiske hensyn

For belysningens del henger også estetikk og trygghet ofte nært sammen. Et område som på kveldstid oppleves vakkert og gir en god opplevelse, kan også gi en følelse av trygghet. Med en god plan på belysningens estetiske opplevelse, vil man kunne ta godt vare på effekten belysningen vil ha på sine omgivelser. For Nexans vil det spesielt være viktig å tenke på nærheten til bolig, rekreasjon, natur, miljø og generell synlighet.

Fabrikkens eksisterende tårn (og etter hvert også det nye) er synlig fra både nært og fjernt, og oppleves i dag som et landemerke og orienteringspunkt på dagtid.

Bygningene har dempet farge og materialitet. Uttrykket er enkel, praktisk og funksjonell industriarkitektur. Belysningen kan allikevel understreke, fremheve og synliggjøre for å bidra til å øke den estetiske kvaliteten. Hvilke elementer og områder som bør fremheves eller tones ned vil prosjektet i en senere fase måtte ta stilling til.

Det som skal nevnes er at i innspillet fra Viken fylkeskommune beskrives det at Nexans fabrikk i Halden er det viktigste kompetansesenteret for kabelproduksjon i hele det globale konsernet. Fabrikken er den største av de tre hjørnesteinsbedriftene i Halden, og den er en av regionens største industriarbeidsplasser i nyere tid. Det bør derfor vurderes i en senere fase om tårnene også på kveldstid skal få en synlig nattidentitet og fremstå som et landemerke - også etter mørkets frembrudd.

Samlet sett vil de overnevnte punkter om effekten på omgivelsene, fabrikkens synlighet, og det at Nexans er en viktig industribedrift i Halden, gjøre den at den estetiske tilnærmingen til belysningsanlegget skal vektlegges.

4.1.1 Nærvirkning

Tett på Nexans industriområdet ligger boligområde, natur og trafikkarer. Her er det spesielt lysforurensning, uheldig strølys, feil plassering av belysningsutstyr, og vinkling av armaturer som vil kunne ha stor påvirkning på nærmiljøet.

Ved god planlegging i tidlig fase vil belysningen kunne integreres godt i både arkitektur og miljø, og sjansen for de overnevnte påvirkningene vil kunne unngås.

Belysningsutstyret kan ha fargekoder som hentes ut fra elementer i området, som for eksempel i bygningsmassene, og dermed bli lite synlig og godt integrert. På denne måten vil nattidentiteten i hovedsak bare være selve lyset. Enkelte fasader kan likevel trekkes frem og lyssettes: ved å belyse vertikale flater dannes det en økt lesbarhet og forståelse av området. Dette blir i tillegg til nødvendig belyste funksjoner som blant annet inngangspartier, gangsoner, kjørebane og parkering.

Ønskes det å skapes en større identitet for Nexans også på dagtid kan det vurderes om belysningsutstyret skal ha samme farge som i Nexans logo



Bilde 5: Belyst kran i et boligområde med nærhet til sjøen. På dagen et industrielt landemerke, på natten en glødende urban statue. Lysdesign: Kai Pippo, Light Bureau.

4.1.2 Fjernvirkning

Området og både eksisterende tårn og nye tårn vil være godt synlig fra avstand. Tårnet som står der i dag er den mest synlige konstruksjonen på området, og er blant annet synlig

helt fra Fredriksten festning og fra E6. Det bør vurderes i tidlig fase om det vil være ønskelig å lyssette eksisterende og nye tårn på en nennsom måte, slik at de også etter mørkets frembrudd fremstår som landemerker.

Skal tårnene lyssettes bør de ikke flombelyses, men få en belysning som passer til landskapet og de ulike synsvinklene. De skal ikke bli til sjenanse for hverken nære og fjerne naboer eller natur.



Bilde 6: Øresundsbroen, belysning som sklir sømløst inn i landskapet. Lysdesign: Light Bureau.

4.2 Tekniske krav – standarder og forskrifter

Riktig belysning med god ledeeffekt gjør det lettere for folk å lese omgivelsene. Det gjør at det blir sikrere og tryggere å ferdes. Belysning med gode kontraster gir økt oppmerksomhet og reduserer risikoen for ulykker.

Godt lys er for mange det beste hjelpemidlet for synet og økt lesbarhet, og øker svaksyntes mulighet til å få utnytte sin synsrest. Resultatet avhenger ikke bare av belysningsstyrken, men også av forhold som for eksempel lysets farge, retning, skyggevirking, blendingsfrihet, lyskilder og armaturer. (Kilde Lys på stedet kap. 1.1.3 Sikre og trygge omgivelser).

Tilfredsstillende belysningsmiljø avgjøres av følgende hovedfaktorer:

- Luminansfordeling
- Belysningsstyrke
- Blending og reflekser
- Lysretning
- Fargegjengivelse og lysfarge
- Flimmer

God arbeids- og ferdselsbelysning for de som utfører en arbeidsoppgave skal utarbeides ved bruk av Lyskulturs publikasjon **1C Luxtabell og planleggingskriterier for utendørs arbeidsplasser** i henhold til normene i **NS-EN 12464-2:2014**. Disse kravene tar hensyn til synsfunksjonene som er nødvendig for å ivareta ulike arbeidssituasjoner.

Prosjektområdets beliggenhet ved Haldens sjøfront, mellom Knivsøåsen i nord og Knivsøya i sør er godt synlig fra mange vinkler og unødvendig strølys vil oppleves forstyrrende for omgivelsene. Riktig plassering og tilpasset lysfordeling øker visuell komfort og minimerer

lysforurensing. Ikke minst gir det en bedre belysningsløsning for aktivitetene på stedet. Belysningen derfor også skal svare til krav i **NS-EN-12193:2018**.

For å hindre blinding fra armaturer skal det vurderes tilpassede blendingskapper til avskjerming av lyset. Dette hindrer strølys fra armaturen som ikke har noen funksjon og som vil oppleves forstyrrende for de som ser området fra avstand. Direkte lys ned i sjøen skal unngås.



Bilde 7: Royal Holloway University, utendørs belysningsanlegg der estetisk belysning supplerer tekniske krav og skaper en helhetlig trygg opplevelse. Lysdesign: Light Bureau

4.2.1 NS-EN 12646-2:2014 – belysning utendørs

NS-EN 12646-2:2014 er en europeisk standard for belysning av arbeidsplasser, del 2 som omhandler utendørs arbeidsplasser. Lyskulturs publikasjon *1C Luxtabell og planleggingskriterier for utendørs arbeidsplasser* baserer seg på denne standarden og kan benyttes for planlegging av belysningsanlegget.

Publikasjonen gir retningslinjer for aktuelle krav til belysning av utendørs arbeidsplasser. Den er revidert i henhold til NS-EN 12646-2:2014 – Lys og belysning. Kravene gjelder selve arbeidsplassen der synsoppgavene utføres og i noen grad områder i tilknytning til arbeidsplassen. Det er tatt hensyn til alle vanlige typer synsoppgaver i tilknytning til utendørs arbeidsplasser.

Belysningskravene for ulike områder, synsoppgaver og aktiviteter er angitt i tabell 7.3 i 1C Luxtabell. Det skal sørges for passende lysforhold for alle arbeidsområder hvor og når rutinemessig renhold av området finner sted. Hele området skal betraktes som arbeidsområde for renhold, relevante krav er angitt i tabell 7.1. Prosjektet vil også måtte benytte tabell 7.7 og 7.9 for å løse belysningen til de ulike arbeidsoppgaver.

Publikasjonen angir ikke spesifikke løsninger og er ikke ment å skulle begrense den prosjekterende sin frihet til å eksperimentere med ny teknikk eller benytte nyutviklet utstyr. Det er den prosjekterende som velger måten kravene tilfredsstilles på og graden av variasjon i omgivelsene. Kravene kan også fravikes, men avvikene må da være begrunnet, og avvikene må være dokumentert.

4.2.2 NS-EN 12193:2018 – strølys og blanding

I mange norske byer og tettsteder brukes lys helt ukritisk, og kunnskapen om lysforurensning er ofte ikke god nok. Det er viktig å utvise forsiktighet ved lysbruk for å unngå uheldige lyseffekter på omgivelsene som både kan være sjenerende og helseskadelige.

Ved planlegging av utendørsbelysning skal det settes krav til minimalt med eller ingen lysutstråling over horisontalplanet, altså opp mot himmelrommet. Det vil føre til at det vil være mulig for oppvoksende generasjoner å oppleve nattehimmelen og se stjernebilder som Karlsvogna og Orions belte.

Den internasjonale belysningskommisjonen, CIE, utga i 2003 en rapport som omhandler lysforurensning og sjenanse fra lysanlegg. Problemstillingen gjelder særlig flomlys av fasader og idrettsanlegg som er til sjenanse for boliger. Deler av denne rapporten er tatt med i to norske standarder, **NS-EN 12464-2** og **NS-EN 12193**, hhv belysning av utendørs arbeids plasser og idrettsbelysning. Grenseverdiene i disse standardene bør følges. (Kilde Lys på stedet kap. 1.2.4 Lysforurensning)

Oppsummert for å minimere lysforurensning:

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

Belysning fra anlegget bør ikke være til sjenanse for verken naboer, trafikk, dyreliv eller naturen ellers. Belysningsanlegget skal heller ikke være en miljøbelastning med hensyn til energibruk eller skadelige stoffer.

4.2.3 Luftfartshinder

Utvidelsen av Nexans kabelfabrikk medfører et nytt tårn med maksimal byggehøyde 150 m over terreng. I tillegg planlegges det nye industrihøyde med maks 30 m over terreng, og høyspentlaboratorier med byggehøyde på maksimalt 40 m over terreng. Med disse høydene gjør forskrift om rapportering, registrering og merking av luftfartshinder seg gjeldene.

Fra forskriften om luftfartshinder vil følgende punkter være aktuelle for de nye bygningene:

Kapittel I. Forskriftens virkeområde og definisjoner

§ 1. Formål

Forskriften fastsetter minimumskrav til rapportering og merking av luftfartshinder for å redusere faren for luftfartshendelser og -ulykker for ethvert luftfartøy samt mennesker og gods om bord.

§ 2. Luftfartshinder

(1) Et luftfartshinder er enhver bygning, konstruksjon eller anlegg, midlertidig eller permanent, med en høyde på 15 meter eller mer over bakken eller vannet, for eksempel vindturbin, tårn, skorstein, mast, antenne, bro, og luftspenn. Tilhørende skråstag, barduner, forankringsanordninger eller lignende anses som del av luftfartshinderet. I områder for industri og næringsvirksomhet og i bymessige og tettbygde strøk regnes likevel bygning, konstruksjon eller anlegg som luftfartshinder kun når de har en høyde på 30 meter eller mer.

(2) Den som eier et luftfartshinder er ansvarlig for at forskriftens krav er oppfylt.

Dette kapittelet om luftfartshinder anses ikke som en del av belyningsplanen for utendørsområdet, men vil være en viktig del i byggesøknaden. Det er strenge krav til merking av luftfartshinder, og byggeforslaget har rapporteringsplikt iht. *Kapittel 2 – rapportering og registrering av luftfartshinder.*

Bygget skal fargemerkes med en synlighet på minst 1500 meters avstand fra alle innflygningsvinkler, og i tillegg ha hinderlys montert på toppen av luftfartshinderet. For mer om rapportering og lover se:

<https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2014-07-15-980?q=BSL%20E%202-1>

4.3 Lysstyring

Dagens teknologiske samfunn og stadig høyere krav til energieffektivitet setter krav til at lysstyringssystemer benytter ny og avansert teknologi for å sikre *riktig lysmengde, til riktig tid og oppgave.* Dette er derfor et av de viktigste punktene for et godt belyningsanlegg.

Det er viktig å forstå at et styringssystem er en del av lysanlegget og skal i så måte fungere som verktøyet mellom brukere og lysanlegget. Styringssystemet må ikke bare forholde seg til de nødvendige funksjonene og bruksområdene som prosjektet krever, men må også være tilpasset lysdesignet for at dets potensial og hensikt skal kunne ivaretas fullt ut.

For å kunne omfavne alle disse behovene og kravene er det viktig at jobben med å konstruere styringssystemet utføres i tett dialog med lysdesigner og at en kommer i dialog med andre tekniske fagfelt tidlig i prosjektet. Føringer for de grunnleggende målene som er ønskelig å oppnå i prosjektet må legges tidlig, og ut ifra disse kan en ta valg av teknologi for styringssystemet.

Et lysstyringssystem må finjusteres akkurat som andre systemer som jobber med flytende verdier, men det skal også vedlikeholdes gjennom hele livsløpet for belyningsanlegget. Dette betyr at systemet også må tilrettelegges for at tiltenkt driftspersonell kan utføre nødvendige utbedringer og vedlikehold.

Oppsummert vil hensikten med et styringssystem til prosjektet være:

- Kontrollere belyningen slik at det er riktig lys til riktig tid og oppgave.
- Realisere potensialet i et lysdesign. Et lysdesign er mer enn bare valg av armatur og plassering av denne, det bør også bestå av intensitetsverdier og fade-tider og ulike setninger for ulike tider på døgnet eller tider på året. Styringssystemet må konstrueres i samsvar med lysdesignet.
- Minimere energiforbruket for belyningsanlegget.



Bilde 7: Drammen bro, lysstyring gjør at riktige lysnivåer kan settes og tilpasses tid på døgnet og

selve konstruksjonen. Dette sparer energi, samtidig som det hindrer overeksponering av lys. Lysdesign: Light Bureau

4.4 Krav til belysningsutstyr

Et godt belysningsanlegg skal skape en følelse av trygghet og sikkerhet for alle, samtidig ha gode drifts- og vedlikeholdskvaliteter. For å skape et balansert lysdesign mellom funksjon, estetikk og energiforbruk settes det krav til valg av belysningsutstyr.

Et eksempel på hvorfor dette er så viktig er erfaringer om at det blant annet er store forskjeller med hensyn til hvilke resultater vi får på det belyste området fra ulike fabrikater. Den som prosjekterer, må derfor gjøre testberegninger med forskjellige armaturtyper og -fabrikater, for på den måten å gjøre seg kjent med hvordan de forskjellige armaturene fungerer i gitte sammenhenger. Dette må gjøres med henblikk på flere forhold:

- Belysningsstyrker i forhold til effektforbruk
- Jevnheter i forhold til montasjehøyde og lysnivå
- Blending
- Strølys i kritiske retninger
- Maksimal oppvipp i forhold til effektivitet, strølys og blending

Nedenfor kan man se eksempler på hvorfor testberegninger vil være så viktig. Her er to armaturer fra ulike fabrikater som tilsynelatende skal ha samme lyskvaliteter. Vi ser at den ene armaturen har store mengder strølys og sender lyset i uønskede retninger.



Figur 1 Strølys og uønsket lysretning



Figur 2 Har bedre avskjerming og kontroll

For å kunne lande på et godt valg av belysningsutstyr, nevnes det her noen punkter som skal følges og vurderes under utarbeidelsen av belysningsanlegget.

- **Materialtyper**
Materialvalget på master og armaturer til det gjeldende området vil i stor grad påvirke kvalitet, vedlikehold og levetid. Det skal velges materialer og overflatebehandling som er beregnet for kystområder, utsatt for vær og vind.
- **Blendingskontroll**
For området vil den visuelle komforten være viktig, både for brukeren og omgivelsene. Blending kan være synlig fra både nærliggende og fjernere områder, men kan minimeres ved gode armaturvalg. Det skal nøye planlegges plassering av master, valg av optikk og avskjerming av armaturer om nødvendig. Det skal gjøres lysberegninger av belysningssonene iht. kapittel 3.2 i denne rapporten om gjeldende standarder og forskrifter for dette området.
- **IK klassifisering (slagkraft)**
Skal det velges innfelte bakkemonterte armaturer er spesielt dette punktet gjeldende. For øvrig bør IK klasse tilpasses til den enkelte sone.
- **IP-kode**
Det skal benyttes IP klassifisering for utendørs belysning.

- **Lyskilde**
Lyskilden som skal benyttes i området er LED med gode kvaliteter. LED gir en langvarig belysningsløsning, minimalt med vedlikehold og lav energibruk.
- **Fargekvalitet**
Det skal velges en fargetemperatur egnet til bruksområdet, samtidig som det skal tas hensyn til sine omgivelser og omkringliggende natur. Det anbefales å benytte en varmhvit fargetemperatur med fargegjengivelse på CRI (RA) <80. Generelt vil varmt lys gi mindre lysspredning enn kaldt lys, men blende mindre.
- **Design og miljø**
Det skal velges master og armaturer som matcher området, både når det gjelder lyskildens fargetemperatur og den estetiske utformingen. Det skal vurderes hvorvidt designet skal integreres og bli sømløst, eller om enkelte deler av belysningsutstyret skal stå frem som identitetsskapende elementer. Her må det helhetlige designet passe til omgivelsene.

4.4.1 Miljøhensyn

NS EN – 12193:2018 skal benyttes for planlegging av belysning. Her er viktige punkter som strølys og nattro elementer som vil påvirke miljøet og naboene.

Det er mange elementer og utfordringer ved miljøhensyn når det gjelder belysning. Ved et utendørs industrianlegg nær et boligfelt, vil trolig de fleste naboene ønske at strølyset blir begrenset. For å unngå oppvipp av armaturer, vil dette utløse et behov for relativt høye master. Dette vil begrense antall mulige armaturtyper, grunnet krav til god avskjerming.

Dermed spiller også økonomiske hensyn og interessekonflikter inn og kan stå i veien for miljøhensyn. Naboene ønsker seg lavere master, men industrianlegget kan få økte investeringskostnader grunnet potensielt dyrere armaturer som har bedre avskjerming.

Miljøhensyn omfatter allikevel mer enn mastehøyde og lysforurensning. Her snakker vi også om materialbruk, forurensning grunnet produksjon og transport av materiell, energiproduksjon og så videre. I forhold til valg av belysningsutstyr skal derfor også sirkulær økonomi gjøre seg gjeldende (les mer under neste punkt).

Det anbefales til dette prosjektet å stille høye krav til belysningsleverandørene, både ved lysfordeling og avskjerming. Og i disse dager bør et miljøhensyn stå høyere enn en eventuell økonomisk investeringskostnad.

4.4.2 Sirkulær økonomi

I forhold til bærekraft anbefales det å se på sirkulærøkonomi. Sirkulærøkonomi handler ikke bare om at produktene kan brukes om igjen. Det handler også om at selve designet er solid og varig, at det har en nyttig funksjon og tilfører noe til lokalmiljøet som ikke bryter med kultur og historie.

Det handler også om å stille spørsmål til leverandør: hva er produktene laget av, hvordan blir de transportert, hva skjer når produktene kastes, hvordan blir de reparert, hvor må de sendes til reparasjon i framtiden? Man må ta ansvar for designet, og anbefales at dette vektlegges og kontrolleres ved valg av belysningsutstyr. EU har lenge jobbet med reguleringer som gjør belysningsbransjen mer bærekraftig.

4.5 Drift og vedlikehold

Grunnlaget for et godt og økonomisk vedlikehold skal legges allerede i planleggingsfasen. Det skal legges vekt på og klargjøres for tilgjengelighet, betjeningsvennlighet, robusthet overfor vær og vind, driftsøkonomi samt fare for hærverk og påkjørsel. Fordi utendørs belysning ikke alltid er enkelt å komme til skal det også legges fokus på enkelt vedlikehold, det vil si hurtigkoblinger, lyskilder av god kvalitet med langt vedlikehold og belysningsutstyr

av kvalitetsmaterialer. For drift bør elektrokomponenter samles i skap eller i sokkel på master der det er hensiktsmessig. Generelt skal det planlegges for god plassering og tilgang til elektronikk.

Skal lysanleggene virke som forutsatt og levetiden på utstyret utnyttes maksimalt må det inngås en egen drifts- og vedlikeholdsavtale for anlegget. Dette bør gjøres som en del av prosjekteringen av anlegget, og være klart den dagen anlegget tennes for første gang. En slik avtale må være knyttet opp mot en god FDV-dokumentasjon av anlegget.

Forebyggende vedlikehold bør også avtales, for eksempel ettersyn, justering og renhold to ganger per år.