

Strategiplan for veilysstyring

1 Innledning

Det har i de siste årene skjedd en veldig utvikling av teknologi for vei- og gatebelysning. De største fremskrittene gjelder utviklingen av LED (light emitting diode) som lyskilde til utendørsbelysning, styringssystemer med dimmemuligheter og WEB-basert kommunikasjon mellom driftsoperatør og tennskap/armaturer. Ved å ta i bruk ny teknologi kan en få redusert energi- og vedlikeholdskostnader og en kan øke servicenivået ved hurtigere utrykning ved feil og slokte lamper. Ny teknologi koster i form av store investeringer og det er foreløpig usikkerhet i forhold til levetid og sårbarhet for den nye teknologien. Kraftige lynnedslag og ekstremvær kan bidra til at kostbare investeringer ødelegges. Det er viktig å avveie kostnader over tid mot nytteverdi. I det følgende gis det en oversikt over kommunens veilysnnett i dag, dagens drift- og vedlikeholdsrutiner, LED-basert belysning, dimmemuligheter og styringssystemer for veilyls.

2 Det kommunale veilysnettet i Kristiansand

Veilyset består av 16.000 lysmaster og 550 tennskap. Alder og standard på veibelysningen varierer mye, og en stor del antas å ha nådd grensen for teknisk og økonomisk levetid. Gjenanskaffelsesverdien anslås til ca. 600 mill. kr.

Størstedelene av våre veilyls har 70 W natriumhøytrykklamper. Kvikksølvlamper som var dominerende for ca. 30 år siden og som ikke lenger er lovlig, er skiftet ut for flere år siden i vårt veilysnnett.

Det er installert strømmålere i 70 tennskap/anlegg, slik at energiforbruket faktureres etter reelt forbruk. For de øvrige tennskapene/anleggene faktureres strømforbruket etter angitt lampeeffekt (Watt) og fastsatt brenntid på 4.000 timer i året.

3 Drift- og vedlikehold

Drift- og vedlikehold av kommunens veilyls settes ut på anbud med tidsramme på 3 år med opsjon på inntil 2 års forlengelse. Det foretas 8 årlige gjennomkjøringer der alle slokte lamper skiftes og feilmeldinger rettes. På disse gjennomkjøringene skiftes det ut ca. 3.000 slokte lamper i året.

Publikum kan melde inn feil via «Meld fra» på kommunens hjemmeside, på telefon til servicebutikken eller vakthavende oppsynsmann. Meldinger om utfall av større tennkretser tas opp med vår entreprenør og skal rettes umiddelbart. Melding om slokte eller blinkende lamper videresendes til entreprenør og lampene skiftes ved første gjennomkjøring. Slokte lamper i Kvadraturen skal skiftes ut i løpet av 3 virkedager. Vi får normalt 2-8 meldinger pr. virkedag fra publikum om slokte lamper o.l. Meldingene fra publikum omfatter ca. 20% av de lampene som må skiftes.

Kommunens budsjett til veilyls ligger på ca. 13 mill. kr./år som fordeles på følgende poster (ca. tall for de siste tre årene):

Post	Mill. kr.
Administrasjon	0,8
Konsulenthjelp	0,4
Drift av veilysdatabase	0,3
Strømkostnader	5,5
Lampeskift	1,5
Utskifting av master og armaturer	1,7
Utskifting av tenn-/styreskap	0,4
Retting av jordfeil	0,2
Nyanlegg inkl. sanering av luftstrekk	2,2
Sum	13

4 Egenskaper til lyskilder

Det er ønskelig at lyskildene gir god fargegjengivelse og en såkalt fargetemperatur i Kelvin som tilsvarer glødelamper (varm belysning). Fargegjengivelse måles med en såkalt Ra-indeks og høy Ra-verdi gir god fargegjengivelse.

Lysutbytte til lyskilder måles i Lumen pr. Watt og angir hvor energiøkonomiske lyskildene er.

Nedenstående tabell viser fargetemperatur, Ra-indeks, lysutbytte m.m. for de mest vanlige lyskildene:

Lyskilde	Fargetemp. Kelvin	Fargegjengivelse Ra-indeks	Lysutbytte Lumen/Watt	Levetid timer	Farge
Glødelampe	2.700-3.300	95-100	12-25	ca. 2.500	gulhvit
Kvikksølvlampe	3.200	60	40	ca. 4.000	hvit
Natriumhøytrykk	2.200	25	130	ca. 20.000	gulhvit
Metallhallogen	3-4.000	90-100	100	Ca. 15.000	hvit
LED	2,5-8.000	>75	100	30-50.000	hvit

Glødelamper og kvikksølvlamper er forbudt å omsette i EU og EØS-området og omtales ikke videre.

For veibelysning er det ønskelig at fargetemperaturen ligger i området 3-4000 Kelvin, at Ra-indeksen er så høy som mulig og at fargen dermed er hvit.

4.1 Natriumhøytrykklamper (NaH)

Denne lyskilden utgjør hovedmengden i kommunens veily.

Det er i dag den mest energiøkonomiske lyskilden. De kan dimmes noe ned, men må tennes på full effekt.

De har dårlig Ra - indeks (ca 20), er temperaturuavhengig, relativt robust overfor støt og rystelser.

De trenger forkoblingsutstyr (også tennapparat) og oppvarmingstid for å oppnå full lysytelse (ca 6 - 7min)

Lystilbakegangen er på ca 18 - 20% i løpet av levetiden



Natriumhøytrykklampe

4.2 Metallhallogenlamper (HIT)

Høytrykks metallhalogen damplamper med keramisk brenner representerer den siste utvikling innen produktområdet damplamper siden de første damplampene kom på markedet i 1933. Lampen er utstyrt med en keramisk brenner og gir briljant hvitt og ikke minst et økonomisk lys.

Disse lyskildene forener høy lysytelse med gode fargegjengivelsesegenskaper. På grunn av den korte utladningsbuen oppnår man en lyskilde med nærmest punktformet lyslegeme med utmerkete muligheter for lys-



Keramisk metallhalogenlampe

styring og meget høy virkningsgrad. De viktigste fordelene er:

- * meget høyt lysutbytte
- * meget liten varmeutstråling
- * gode fargegjengivelsesegenskaper
- * lang levetid

4.3 LED-lys

LED-lyskilder består av en lysdiode (en elektrisk komponent) som gir fra seg nesten ensfarget lys når den tilføres elektrisk strøm. Ved hjelp av fargefiltre kan diodene gi tilnærmet hvitt lys. LED-belysning til veier består av en armatur med en mengde innebygde lysdioder som er innstilt fra fabrikk slik at de gir en valgt lysfordeling. Lysdiodene kan ikke skiftes ut etter hvert som de faller ut, men når en viss mengde av diodene er blitt defekte, må hele armaturen skiftes ut.

Det har pågått og pågår en veldig utvikling av LED-belysning bl.a. med bedre virkningsgrad og fargetemperatur, og det forventes at LED etter hvert vil erstatte alle andre lyskilder i veibelysningen. Det er nå mulig å få levert LED med 100 lm/W eller mer, men det er de kjøligste (blåhvite) lysdiodene som leder an i utviklingen. Ønsker man LED med en fargetemperatur på rundt 3000K og samtidig med høy fargegjengivelse ($R_a > 80$) er effektiviteten gjerne 30-40% lavere enn den som leverandørene går ut med i sin markedsføring.



Philipsarmatur med LED



Sitecoarmatur med LED

Varmeavledning fra lysdiodene er det viktigste for å oppnå en lang levetid for en LED. Når man snakker om levetid må man også oppgi hvilken lystilbakegang man opererer med. For en LED som har f.eks 50.000 timers levetid vil det i de fleste tilfeller 20 – 30% være en relevant lysreduksjon. For LED er lysreduksjonen for en stor del basert på slokte enkeltelementer (dioder).

Et problem med LED-lamper er at de kan virke blendende, spesielt ved lave lampehøyder på gang-/sykkelveier. En måte å motvirke blinding på er å benytte armaturer med spesialavskjerming, diffusor eller reflektor, slik at direkte belysning fra lysdiodene unngås. En ulempe med dette er at en må øke lampeeffekten for å kompensere for lystapet i optikken.

De nyeste lysdiodene er ufølsomme for temperaturvariasjoner, de tåler rystelser og vibrasjoner meget godt, men store spenningsvariasjoner (lynneslag) kan ødelegge diodene.



Thornarmaturer med LED



Philips Kjøbenhavnerarmatur med LED

Lysdioder tenner raskere enn tradisjonelle lyskilder. Når LED erstatter tradisjonelle veglysmatører er trafikksikkerhet, miljøforhold og driftskostnader lagt til grunn for beslutningen. Så langt tyder erfaringer og forskningsarbeid på at LED benyttet riktig kan føre til spart energi, bedre miljø og økt trafikksikkerhet.

LED-armaturer har som regel lysdiodene integrert i armaturen. Levetiden på diodene er vesentlig lenger enn vanlige lyskilder og når lystilbakegangen tilsier utskifting av dioder, vil normalt levetiden for selve armaturen også være utløpt. Når størstedelen av veilysnettet består av LED-belysning, vil behovet for jevnlig gjennomkjøringer og kostnader til lampeskift begrenses.

Hvis rent økonomiske betraktninger legges til grunn for valget av lyskilde, må lysutbyttet (lumen/watt), dimmemuligheter, levetiden og prisen bestemme valget. I en slik sammenheng vil LED svært ofte bli foretrukket. Lysdioder er inne i en rivende utvikling med stadig bedre lysutbytte og det er antatt at LED vil bli mer og mer vanlig innenfor de fleste belysningsområdene om noen få år.

5 Styringsystemer

Tenne- og slukketidspunkt for gatelyset styres normalt gjennom fotoceller som måler belyningsstyrken fra himmelen og tenner lyset i forhold til dette. I tillegg til dette finnes det styringsystemer som gjør det mulig å dimme ned eller slå av lyset på tider med liten trafikk (nattsinking). De mest avanserte systemene kan måle både trafikk og belyningsnivå på veien og dimme etter dette, f.eks. redusere lysnivået når det er snø på bakken.

Slike systemer kan gi betydelig reduksjon i energiforbruket og levetiden på lyskildene forlenges. En forutsetning for at dette skal gi besparelser for veilyseieren er at lysanleggene er målte, dvs. at veilyseier betaler for virkelig strømforbruk. Strømforbruket på umålte anlegg beregnes etter oppgitt effekt (Watt) på lyskildene og en fastsatt brenntid over året (4.000 timer i Kristiansand).

Det er i dag krav om at alle nye veilysanlegg skal måles og at det skal installeres måler i eksisterende tennskap dersom anlegget utvides med nye master.

Det finnes flere valgmuligheter i forhold til veilysstyring/dimming. Det enkleste er armaturbaserte systemer som styrer lysutbyttet i hver enkelt armatur etter en ferdigprogrammert fordeling over døgnet. Mer avanserte web-baserte løsninger har toveis kommunikasjon mellom en styringssentral og hver armatur.

Det er store forskjeller på hvordan lyskilder er egnet for dimming/lysstyring. Damplamper er dårlig egnet og kan bare dimmes ned 20-30% og lysutbyttet reduseres mer enn energiforbruket. LED-belysning er meget godt egnet til dimming og energiforbruket reduseres lineært med lysutbyttet.

De mest relevante styringsystemene for veilyser er omtalt nedenfor.

5.1 Armaturbasert lysstyring

Hver armatur inneholder en ferdigprogrammert styringsenhet med forskjellige dimmenivåer for tidsperioder gjennom natten. Vanlig vil være normalt lysnivå fra tennetidspunkt fram til kl. 24. og deretter nedtrapping med lavest lysnivå mellom kl. 01. til kl. 05. og deretter opptrapping til normalt nivå kl. 06.00.

Merkostnadene for installering av forhåndprogrammerte styringsenheter i armaturene er beskjedne, ca. 150 kr. pr. armatur. Noen LED-armaturer har dette som standard. Installering av styringsenheter i eksisterende armaturer blir forholdsvis kostbart og vil gjøre armaturen mer sårbar for klimatiske påkjenninger.

Trafikken på kommunale veier varierer over døgnet og trafikken mellom kl. 24.00 og 06.00 utgjør normalt 1-2% av totaltrafikken. Vi har det siste året utprøvd fast programmert nattsinking i to boligveier og vi har ikke fått noen negative tilbakemeldinger fra publikum på at lysnivået er for dårlig. Selv om lysnivået halveres oppleves veiene som godt nok belyst og at trygghetsfølelse og trafiksikkerhet er ivaretatt.

5.2 WEB-basert lysstyring

Systemet er basert på toveiskommunikasjon mellom armaturer og en server som kan benyttes til å styre lyset på tennskapnivå eller på armaturnivå. Toveiskommunikasjon kan skje via mobilnettet (GPRS), datakabel (LAN/WLAN) eller kraftkabel (PLC). Veilysooperatøren kan få varsel om forskjellige typer feil på hele veilysanlegget med nøyaktig lokalisering (jordfeil, slokt lampe, kontaktorfeil og strømutfall). Det kan enkelt genereres rapporter (driftstid for hver armatur, strømforbruk m.m.). Driftspersonale kan varsles via e-post og/eller SMS om feil på anlegget.

Kostnadene til WEB-baserte styringsystemer er forholdsvis store pga installasjoner både i armatur og tennskap og tilgang til server og styringsprogram for operatører. Dersom systemet skal utnyttes, vil det kreve betydelig tid til oppfølging både hos veilyseier og driftsansvarlig entreprenør.

Systemet vil inneholde mange komponenter med tilsvarende sårbarhet for klimatiske og andre påkjenninger (regn, lynnedslag, påkjørsler, hærverk m.m.).

Det kommunale veilysnettet består først og fremst av lavtrafikkerte boligveier med lavt fartsnivå og bussveier med fartsgrense på 40 eller 50 km/t og et godt utbygd gang-/sykkelveinett. Behovet for rask responstid ved slokte lamper og andre feil vil være vesentlig mindre enn for det overordnede veinettet der det av hensyn til trafikkikkerhet må holdes en høyere standard. Vi mener derfor at WEB-basert lysstyring og feilrapportering på kommunens veilys ikke kan forsvares ut fra en vurdering av nytte og kostnader.

6 Energisparingspotensiale og kostnader

Kommunens veilys har i dag en effekt på 1,47 mill. Watt. Basert på 4.000 brenntimer pr. år gir dette et strømforbruk på 5,9 mill. KWh (GWh). Med en gjennomsnittlig strøm- og nettleiekostnad på ca. 1 kr./KWh, blir årlige energikostnader ca. 5,9 mill. kr.

Av totalt 16.000 veilysarmaturer har vi i dag ca. 15.000 damplamper og ca. 400 LED-lys. Av damplampene er ca. 10.000 armaturer med Natriumhøytrykklamper på 70 W, som er den vanlige belysningen i boligveier. Lavere normalkrav til belysning av boligveier og bedre fargegjengivelse gjør at en normalt vil kunne erstatte 70 W Nah-lamper med ca. 50 W LED-belysning. Energisparepotensialet ved å erstatte damplamper med LED-belysning anslås til minst 20% (ca. 1,2 GWh pr. år).

Dersom en også legger inn nattsenking på 50% i perioden kl. 01.00 – 05.00 med 25% nedtrapping/opptrapping mellom kl. 24.00-01.00 og 05.00-06.00 vil dette gi ytterligere ca. 20% energisparing, dvs. 0,95 GWh/år. Totalt vil dette gi en energisparing på ca. 2,15 GWh pr. år eller ca. 2,15 mill. kr. Energibesparelsene pr. armatur blir i gjennomsnitt ca. 130 kr/år. Pga økt levetid på LED-lys, vil vi få en besparelse på lampeskift på ca. 100 kr/år pr. armatur. Dersom alle armaturer skiftes til LED, vil dette gi en samlet årlig driftbesparelse på ca. 3,5 mill. kr.

Vi kan forvente at lysutbytte og kvalitet på LED-belysning stadig vil bli bedre og at strømprisene i Norge på sikt vil nærme seg europeisk nivå. Dette vil gi ytterligere driftsbesparelser med LED og nattsenking i forhold til damplamper.

Kostnadene til utskifting av 15.000 damplampearmaturer til LED-armaturer anslås til kr. 75 mill. kr. (5.000 kr. pr. armatur inkl. demontering/montering). For å få kostnadseffekt av nattsenking må ca. 400 tennskap skiftes ut til skap med energimålere. Kostnadene til dette anslås til 20 mill. kr. (gjennomsnittlig 50.000 kr. pr. skap).

Dagens levetid og utskiftingstakt på våre veilysarmaturer er ca. 50 år. Dette er ca. 20 år lenger enn det som regnes som teknisk levetid på slike armaturer. Dette gir en utskifting på ca. 300 armaturer i året. Merkostnadene ved å benytte armaturer med LED og nattsenking i forhold til damplamper er ca. 1000 kr. pr. armatur mens det gir en årlig besparelse på ca. 225 kr. pr. armatur. Dette innebærer at merkostnadene blir inntjent på ca. 4 år.

Vi vil foreslå at investeringsbudsjettet til veilys økes fra 2,0 til 5,0 mill kr. pr. år for å utvikle og opprettholde en veibelysning med god kvalitet og lave energikostnader gjennom forsert utskifting til LED-armaturer. Dette vil øke utskiftingen til ca. 900 armaturer pr. år.

7 Konklusjon

Veilysteknologien har gjennomgått en voldsom utvikling de senere årene, og denne utviklingen forventes å fortsette. Nyere teknologi muliggjør bedre styring av belysningsnivå, feilrapportering og bruk av lyskilder med lavere energiforbruk og lengere levetid. Som veilysseier har man mange valgmuligheter og det kan være vanskelig å vurdere hva som er optimalt i forhold til nytte og kostnad.

Utviklingen av LED til veibelysning er kommet langt og prisene har kommet ned på et konkurranse-dyktig nivå. Fordelene med LED er store i forhold til andre lyskilder og merkostnadene utgjør under 3% av etableringskostnadene til veily (ca. 40.000 kr. pr. lyspunkt).

De mest avanserte styringssystemene for veily er forholdsvis kostbare og det er usikkerhet i forhold til sårbarhet, levetid, ressursbruk i administrering og energibesparelse i forhold til enklere systemer.

Et system for dimming (senking av belysningsnivået) på det kommunale veinettet på tider av døgnet med liten trafikk, bør ikke baseres på hel slukking av alle lamper eller f.eks. annenhver lampe, da dette lett vil gå på bekostning av innbyggernes trygghetsfølelse og faktiske sikkerhet. Dimming bør skje ved at lysutbyttet i hver armatur senkes trinnvis på tider med lite trafikk. Hvordan programmering skal skje må vurderes i forhold til sentrumsnærhet og trafikk tetthet av gående og syklende. Nattsenking av gatelys i Kvadraturen anbefales ikke av hensyn til trygghetsfølelse og kriminalitetsforebygging.

Vi foreslår at følgende må legges til grunn for nye veilyanlegg og utbedring av eksisterende veilyanlegg langs kommunale veier:

- LED-armaturer skal benyttes. På gang-/sykkelveier med lav lampehøyde, kan keramiske metallhallogenlamper vurderes for å begrense blending
- Armaturer skal utstyres med forhåndsprogrammert dimmer basert på trinnvis dimming til 50% lysnivå mellom kl. 24. og kl. 06. unntatt i Kvadraturen, ved viktige gangfelt og langs sentrumsnære gang-/sykkelveier
- WEB-basert styringssystem innføres foreløpig ikke
- Kommunens veinormal revideres tilsvarende
- Det utarbeides en handlingsplan for gradvis utskifting av eksisterende veily til LED og installering av strømmålere
- Kommunens investeringsbudsjett til veily foreslås økt fra 2,0 til 5,0 mill. kr. pr. år for å forsere utskifting til LED-armaturer med nattdimming (tas opp i handlingsprogrammet)
- Det sendes søknad til ENOVA om støtte til gjennomføring av handlingsplanen