

Er der styring på din business case?

I takt med LED belysningens udvikling har mange kommuner i energibesparelsens tegn valgt at modernisere hele eller dele af vejbelysningen med den nye teknologi. I bestræbelsen for at opnå de størst mulige energibesparelser i forhold til investeringen har kun meget få kommuner dog samtidig valgt at favne alle mulighederne i den nye teknologi.



Morten Gjørstad Kristensen,
SEAS-NVE
MGK@seas-nve.dk

Business case

Tidligere har business casen omkring implementering af lysstyring udelukkende været baseret på, om energibesparelsen alene har kunnet finansiere ekstraomkostningen ved lysstyringen. Man har kalkuleret energibesparelsen målt op i mod den klassiske "stand-alone" styring, hvor der dæmpes i bestemte tidsrum hver nat. Ud fra denne betragtning alene har der ikke været et økonomisk incitament i at implementere lysstyring. I disse slunkne kommunekassers tider er det derfor typisk endt ud med, at kommunerne moderniserer vejbelysningen udelukkende ved brug af "stand-alone" styring frem for at implementere fuld fleksibel lysstyring.

Men har business casen virkelig taget højde for alle de parametre, der påvirker regnestykket? Hvis ikke er mange kommuner måske gået glip af muligheden for engang i fremtiden at kunne tilslutte potentielle "Smart City" løsninger til deres anlæg, ligesom potentialet for yderligere energi- og driftsbesparelser aldrig er blevet fuldt belyst. Artiklen har til hensigt at uddybe nogle få relevante parametre, som måske kan give anledning til en genberegning af business casen.

"Smart City" og lysstyring

I denne tid, hvor LED belysningen hele tiden udvikles, er der et stort fokus på kun at implementere de nyeste og mest energieffektive LED armaturer, mens man sideløbende i kommunen – måske i kontoret ved siden af – diskuterer begreber og udviklingsmuligheder inden for "Smart City", og hvad "Big data", WiFi og andre kommunikationsmuligheder kan bidrage til for kommunens administration og borgere. Samtidig drøftes, hvordan kommunikationsnetværket til dækning af "Smart City" behov kan opbygges.

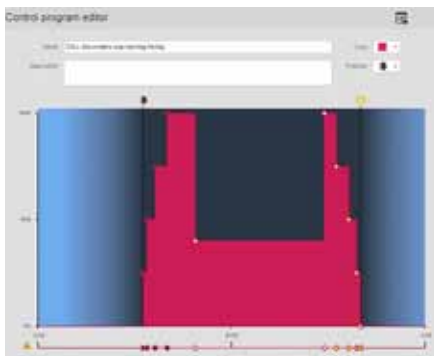
Vores erfaring er, at mange overser den fuldstændige åbenlyse kobling mellem energibesparelser inden for vejbelysning og mulighederne inden for "Smart City". I forbindelse med at vejbelysningen alligevel skal moderniseres, kan man med en meget begrænset ekstrainvestering få begge ønsker opfyldt.

Ved at implementere lysstyring i forbindelse med moderniseringen af vejbelysningen kan infrastrukturen til "Smart City" opbygges på samme tid. Dermed opnås muligheden for at styre lyset med energibesparelser og driftsoptimering til følge, samtidig med at kommunen gør sig klar til fremtidens "Smart City" løsninger. Som en ekstra bonus giver styringen af lyset samtidig nogle unikke og fleksible løsningsmuligheder til værdi for kommunen og kommunens borgere.

Men hvordan kan potentielle besparelser på lysstyring beregnes? I det følgende er opstillet nogle estimerede forudsætninger, som fint kunne være gældende for de fleste vejbelysningsanlæg. Det skal dog nævnes, at der alene er tale om estimerede forudsætninger, som ikke nødvendigvis er gældende/relevante for alle vejbelysningsanlæg. Business casen kan derfor ikke bruges som en facitliste, men forhåbentlig



Figur 1. Princip for trådløs styring.



Figur 2. Med lysstyring kan dæmpningsprofiler tilpasse løbende efter kalender eller lokalt behov.

skabe inspiration til yderligere overvejelser, inden der træffes endelig beslutning om lysstyring.

Forudsætninger

Med baggrund i nedenstående tabel viste forudsætninger er det muligt at beregne et yderligere besparelsespotentiale ved at inddrage følgende parametre:

Tilsmudsning:

Projekteringer indeholder typisk en faktor, som tager højde for tilsmudsning og ælde af armaturet (vedligeholdelsesfaktor). Dette giver flere udfordringer. Hvad skal vedligeholdelsesfaktoren være på installationsdagen? Her er det jo helt nyt og ikke tilsmudset. Hvad skal den være på armaturets sidste levedag? Eller er vedligeholdelsesfaktoren en gennemsnitsværdi og i så fald, hvornår er der det korrekte lys på vejen?

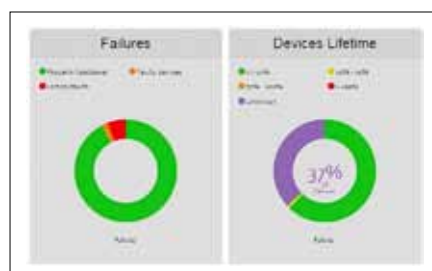
Én ting er dog sikkert, såfremt der er regnet med en vedligeholdelsesfaktor, så sker der en overbelysning og et energispild allerede fra armaturets første levedag. Ved hjælp af lysstyring kan dette parameter helt elimineres, hvorfor en ekstra besparelse kan beregnes således:

$$\text{Overdimensionering} = (\text{Reel vedligeholdelsesfaktor} \div \text{Anvendt vedligeholdelsesfaktor}) \times \text{Gennemsnitligt energiforbrug.}$$

I alt 265 kWh i armaturets levetid svarende til kr. 450,50*

Armaturvarianter:

Armaturer leveres med forskellige lumenpakker i trin á x-antal lumen. For at opfylde lysbehovet for en aktuell vejprofil, er det sjældent, at denne passer præcist til armaturets lumenpakke. Dermed sker en overbelysning, samtidig med at der skabes et behov for lagerføring af mange forskellige varianter. Hvis man antager, at der i gennemsnit overdimensioneres med en middelværdi imellem to lumenspring, altså ½ lumenspring, medfører det, at man ved op-



Figur 3. Lysstyring giver online overblik over armaturets restlevetid, så vedligeholdelsesbehovet kan planlægges mange år frem.

timal dimensionering, f.eks. ved individuel opsætning på hver enkelt strækning via et Dalistyre armatur, kan opnå følgende yderligere energibesparelse.

$$\text{Overdimensionering som følge af begrænsning i lumenpakker} = \text{Levetid} \times \text{Brændetimer} \times \text{Dæmpfaktor} \times (\frac{1}{2} \text{ Lumenspring} / \text{Effektivitet})$$

I alt 76 kWh svarende til kr. 129,20*

Mulighed for ekstra dæmpning:

I stedet for den traditionelle dæmpning til 50% i 8 timer opstår muligheden for på udvalgte veje at kunne reducere lyset mere end de 50% i kortere eller længere perioder. Dette er særdeles velegnet til stier, industriområder eller mindre bebyggede boligområder, hvor færdslen typisk er begrænset til ganske få timer i døgnet.

Som beregningseksempel antages det, at 70% af anlægget dæmper ned til kun 25% i 8 timer pr. døgn i stedet for de sædvanlige 50%. Dette reducerer det gennemsnitlige effektforbrug pr. armatur inkl. dæmp til 16,7 W. Dermed kan beregnes en yderligere besparelse.

$$\text{Nyt gennemsnitligt energiforbrug i levetiden} = (\text{Levetid} \times \text{brændetimer} \times \text{Gns. effektforbrug pr. armatur} \times 30\%) + (\text{Levetid} \times \text{brændetimer} \times \text{Gns. effektforbrug pr. armatur inkl. dæmp} \times 70\%) \div \text{Gammelt forbrug}$$

I alt: 240,98 kWh svarende til kr. 409,67*

Ælde:

Markedet efterspørger typisk LED armaturer indeholdende CLO. CLO'en installeres for at modsvare LED'ens lysstrømsnedgang over tid. Indstillingen tager udgangspunkt i, at armaturet lyser 100%, mens det er tændt. Men det er jo ikke tilfældet. Langt de

| | | | |
|--|-------|---|-----------|
| Årlige antal brændetimer i alt | 4.000 | Anvendt vedligeholdelsesfaktor | 0,80 |
| Årlige antal brændetimer med dæmp | 2.700 | Reel vedligeholdelsesfaktor | 0,97 |
| Gennemsnitligt effektforbrug pr. armatur (gældende for 30% af anlægget, som ikke dæmper) Lysveje, rundkørsler, kryds, Toronto, fodgænger mv. | 34 W | Kilowatt timepris i kr. (inkl. afgifter) | 1,70 |
| Belysningsniveau i % ved dæmp (8 timer) | 50% | Interval mellem anvendte lumenpakker | 500 |
| Dæmpfaktor (omregner til nettoværdi) | 0,66 | Effektivitet (Lumen pr. Watt) | 120 |
| Gns. effektforbrug pr. armatur inkl. dæmp (Gældende for 70% af anlægget) Boligveje, stier, industrikvarterer, parker etc. | 22,5 | Levetid i år | 15 |
| Gns. CLO stigning i % over levetiden | 20% | Gennemsnitligt energiforbrug i armaturets levetid: (Levetid x brændetimer x Gns. effektforbrug pr. armatur x 30%) + (Levetid x brændetimer x Gns. effektforbrug pr. armatur inkl. dæmp x 70%) | 1.558 kWh |



Figur 4. Lysstyring giver fuldt overblik og overvågning, hvor fejl og energiforbrug kan monitoreres i real-time.

fleste LED armaturer bliver programmeret til at dæmpe, hvorfor lysstrømsnedgangen falder mindre end programmeret i CLO'en. Derudover er CLO'en typisk programmeret til at kompensere for armaturets lysstrømsnedgang ved en omgivelsestemperatur på 25 grader. I Danmark er gennemsnitstemperaturen ca. 4 grader i tidsrummene, hvor armaturet er tændt. Begge dele betyder, at CLO'en overkompenserer, hvorfor der vil ske en stigende overbelysning over tid med et dertil hørende højere energiforbrug til følge. Det er dog forholdsvis lidt og betyder ikke det store for regnestykket. Dog medfører det samtidig en reduktion i kostprisen på armaturet, da behovet for CLO overflødiggøres ved lysstyring.

$Energiforbrug \times 10\% \times 30\%$ + (Indkøbsprisreduktion estimeret = 20 kr.

I alt: 46,74 kWh svarende til kr. 100,00*

Samlet ekstra potentiale (450,50 + 129,20 + 409,67 + 100,00) i alt kr.: 1.089,37*

* (Obs!: beløbene er ikke tilbagediskonteret til nutidsværdi)

Lysstyring

Alle ovenstående parametre kan der kompenseres for via lysstyring. Ved installation kan tages højde for lumenpakker, ligesom man, ved eksempelvis årligt at lysmåle på udvalgte referenceveje, kan kompensere for både ælde og tilsmudsning. Det er de energibesparelser, som typisk ikke medtages i den typiske business case. Man får naturligvis til gengæld en omkostning til den årlige lysmåling, men som nævnt er det jo alene nogle få repræsentative referenceveje, som skal måles, hvorfor omkostningen i forhold til besparelsen på hele anlægget er minimal. Derudover findes flere parametre, som ikke er indregnet i ovenstående regnestykke. Bl.a. en potentielt lavere indkøbspris på armaturerne forårsaget af behovet for færre antal forskellige varianter. En øget volumen på få varianter er naturligt attraktivt for alle leverandører, hvilket dermed også bør kunne afspejles i armaturproducenternes priser.

Driftsbesparelse:

Ud fra et driftsmæssigt synspunkt er det alt andet lige nemmere at drifte og vedligeholde et anlæg med få varianter, frem for at anlæg med mange forskellige varianter. Hvor man i dag skal anlæggsdokumentere op til 10 varianter af samme armaturtype i anlægsdatabasen, kan dette ved implementering af lysstyring reduceres til måske kun 2-5 forskellige. Samtidig reduceres kravet til lagerføring tilsvarende med både hurtigere udbedringsmuligheder og dermed færre åbne fejl til følge. Ydermere giver lysstyring mulighed for automatiske fejlmeldinger til driftsholderen, hvilket igen forbedrer mulighederne for planlægning og omkostningseffektivisering. Dermed bidrager lysstyringen både til bedre service ud mod borgerne kombineret med en omkostningsoptimering for driftsholderen. Parameteret er dog vanskeligt at prissætte, for hvordan prissættes bedre overvågning, færre fejl eller bedre service til borgerne? Mulighederne for driftsoptimeringerne burde dog alt andet lige på sigt afspejle sig i driftsholderens priser i kommende udbud. Det vurderes ikke urealistisk, at disse parametre kan give en besparelse på op til kr. 5 - 10.- pr. lyspunkt pr. år i armaturets levetid.

Ved at inddrage ovenstående parametre i fremtidige business cases er der ingen tvivl om, at de kommer til at se væsentlig bedre ud. Det er stadig ikke sikkert, at investeringen isoleret set bliver vendt til et overskud, men det gør pludselig muligheden for samtidig næsten "gratis" at få en "Smart City" kommunikationsinfrastruktur med i købet yderst attraktiv. Her ved vi godt, at konceptet "Smart City" stadig er i sin vorden, men man skal have i mente, at det installerede anlæg skal virke mindst de næste 15 - 20 år. Med baggrund i den hidtidige udvikling forekommer det vanskeligt at tro på, at der ikke også på denne front vil ske en voldsom udvikling over så lang en tidsperiode. Hvis man samtidig værdisæt-

ter de bløde værdier i forbindelse med øget fleksibilitet, såsom muligheden for separat styring i forbindelse med lokale arrangementer, mulighed for at tilpasse lyset det skiftende politiske klima, mindre nedetid, bedre overblik, færre fejl og bedre service til borgerne ser regnestykket endnu bedre ud.

Den anden side

Når ovenstående er sagt, er der dog også p.t. nogle udfordringer ved implementering af lysstyring. Det er fortsat en ny teknologi med børnesygdomme. Samtidig er der en generel mangel på support, simpelthen fordi teknologien også er ny for producenterne og viden er samlet på meget få personer. Valget af leverandør er derfor ikke helt ligegyldigt, da både pris og kvalitet er varierer. Denne udfordring vil dog naturligt aftage over tid, i takt med at flere leverandører og producenter opnår mere erfaring. Det kan dog betyde, at forventede driftsbesparelser måske udebliver i den første periode, da disse for alvor først kan indfries, når lysstyringen er helt funktionel og fuldt implementeret. Derudover bør der kalkuleres med et ekstra tidsforbrug til selve styring af styringen, da det jo er selve brugen af systemet, som bidrager til de største fordele.

Sammenfatning

Den samlede energibesparelse kombineret med driftsbesparelsen løber op i ca. kr. 1.100 - 1.200.- pr. enhed i armaturets levetid. Dette svarer i grove træk til investeringsbehovet. Men hvad er fleksibiliteten ved lysstyring i kombination med en "Smart City" platform værd? Selv hvis fremtidens "Smart City" bliver med en helt ny eller anden teknologi end den installerede, er investeringen ikke tabt, da energibesparelser og øget fleksibilitet principielt betaler for investeringen alene. Derimod er det ikke omkostningsfrit efterfølgende at skulle installere hverken styring eller "Smart City" applikationer.

Ved inddragelse af ovennævnte betragtninger kunne spørgsmålet være, om kommunernes overvejelser i fremtiden overhovedet burde fokusere på, om der er råd til lysstyring - fokus burde nok snarere flyttes til at være på, om der råd til at lade være?