

# Den selvforsynende

En CO<sub>2</sub>-neutral gadelampe, der er selvforsynende med strøm – selv under de omskiftelige, danske forhold – er målet for et dansk forskningsprojekt.

Langs de danske veje står et stort antal gadelamper, der efterhånden er ved at være modne til udskiftning. Samtidig vil kommunerne gerne spare på udgifterne til gadebelysning. En enkelt lysmast bruger i gennemsnit 690 kWh om året, og i alt bruges 1-2 % af den samlede elektriske energiforsyning i Danmark på belysning af vore veje. Både af hensyn til kommunernes økonomi og CO<sub>2</sub>-udledningen er der således god grund til at kigge kritisk på strømforbruget til gadebelysning. Udover selvfølgelig at skrue ned for lysstyrken eller slukke helt for nogle af lamperne, er der også besparelser i at udskifte de gammeldags armaturer med LED-armaturer, der bruger væsentligt mindre strøm.

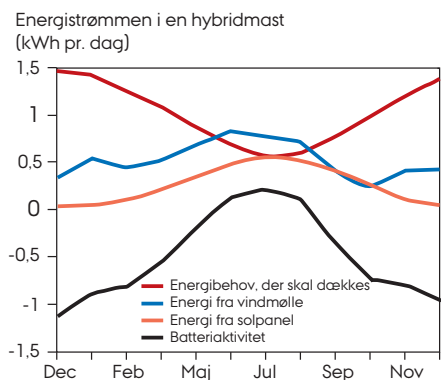
Men hvad nu, hvis lamperne kan være selvforsynende, så de slet ikke behøver være koblet på elnettet? I så fald vil regnestykket for alvor se godt ud. Sådanne selvforsynende "hybridsystemer" bestående af gadelamper med solceller og vindmøller findes i princippet allerede kommerciel handel. Men der er ikke just tale om hyldevarer, der umiddelbart egner sig til danske forhold.

## Teknik og æstetik i en højere enhed

Siden april 2011 har vi ved DTU arbejdet på et projekt, der har til formål at udvikle en lysmast med både solceller og vindmølle, og hvor strømmen lagres i et batteri til brug om natten. Et projekt, der udmøntes i et bredt samarbejde med kommuner og private virksomheder. Udfordringen er, at en dansk lysmast skal kunne holde til det til tider mistrøstige danske klima, producere energi nok til at kunne lyse en lang vinternat og derudover have tilstrækkelig med æstetiske kvalitet til, at vi kan holde ud at se på lange rækker af dem på de danske villaveje. I forhold til designet, har de fleste kommercielle produkter i dag mere eller mindre karakter af en pæl, hvor de forskellige komponenter (armatur, vindmølle, solpaneler) er monteret på. Desuden er der ofte problemer med kvaliteten, hvilket vi ved selvsyn har erfaret.

Den første fase af projektet har vi bl.a. brugt på et udredningsarbejde, hvor vi har vurderet de forskellige sol- og vinddrevne lysmaster på markedet, og foretaget målinger på fire repræsentative produkter. Masterne er blevet opstillet på DTU Risø Campus, hvor der i mere end 30 år er blevet afprøvet

Sådan kan en dansk produceret, selvforsynende gadelampe tage sig ifølge det design, som Henning Larsen Architects har lavet i samarbejde med solcellefirmaet Faktor 3. Solpanelerne er placeret på siden af masten.



Figuren viser en simulering af energistrømmene i en given hybridlysmast over et år med forskernes modelværktøj. De vind- og lysforhold, der indgår i simuleringen, svarer til forholdene på en typisk dansk villavej. Som det fremgår, vil netop dette eksempel på en lysmast have svært ved at levere varen i de mørke måneder, hvor solceller og vindmølle ikke vil kunne levere energi nok til at dække behovet, ligesom batteriet kontant vil være i underskud. Med modelværktøjet kan forskerne let justere op og ned på parametrene og vurdere, hvordan en lysmast skal dimensioneres til et givet sted.

# gadelampe

vindmøller, så man kender vindforholdene ned til mindste detalje og måler også lysindfaldet fra solen. Her kunne vi hurtigt konstatere, at de danske forhold var en prøvelse for disse lysmaster, idet den ene rustede i løbet af få dage, mens en anden efter kort tid gik i stykker.

## Matematisk model – genvej til bedre produkt

Det lykkedes at opnå succesfulde målinger på tre af de indkøbte systemer. I praksis viste det sig, at ingen af de tre lysmaster var selvforsynende (selvom den ene var tæt på). Og det var vel at mærke under optimale forhold på bar mark, hvor der ikke er træer eller bygninger, der kan skærme for sol og vind. Det viste sig også, at specielt lysmasternes vindmølle havde problemer med at leve op til den lovede effekt.

På baggrund af målingerne har vi udviklet en matematisk model, der kan simulere energisystemet i en vind- og solcelledrevet gadelampe under forskellige lys- og vindforhold i et bymiljø. Modellen kan populært sagt bruges til at udregne det antal solceller en mast skal forsynes med, hvor høj den skal være, og hvordan vindmøllen skal dimensioneres for at den kan levere den nødvendige strøm til LED-armaturet. Den matematiske model gør det således muligt at arbejde meget systematisk med udviklingen af prototyperne.

## Ud i virkeligheden

Projektet har indtil videre også udmøntet sig i et konkret forslag til design af en dansk selvforsynende lysmast, udarbejdet af Henning Larsen Architects. Ideen er her, at masten skal opbygges i moduler, så den kan have forskellige højder, afhængig af hvor mange solceller der er nødvendige og hvor den skal placeres, ligesom vindmøllen skal kunne varieres i størrelse eller evt. helt undværes. Foreløbig findes produktet kun som visualiseringer og en 1:1 mock-up i pap og papir. I den anden fase af projektet, der nu er i fuld gang, skal der laves egentlige prototyper, der skal testes på gader i Københavns Kommune.

I forhold til de eksisterende produkter, er der en række komponenter, der skal være bedre og optimeres, hvis projektet skal blive en succes. Det gælder fx optimering af komponenter som batterier, solceller og vindmølle. Og derudover gælder det optimering af den elektroniske styring og selvfølgelig også det fysiske design, så lysmasten kan fungere i mange år med begrænsede udgifter til vedligehold. I fase to vil vi også undersøge forhold som vibration og støj.

## Eksporteventyr?

Ud over at bedrive god forskning er formålet med projektet at udvikle et kommercielt produkt, der kan dimensioneres efter de lokale klimatiske energibetingelser og de lyskrav kunden har. De matematiske simuleringer kan så vise energisystemets geometri, og det kan vurderes, om stedet er egnet til et hybridssystem. Da kabellægning er dyrt i hele verden (i Danmark koster det gennemsnitligt 1.000 kr. pr. meter, og er flere gange dyrere i bykernerne) er der et enormt eksportmarked for hybridssystemer. Sæsonvariationen i nattelængden i Danmark gør det til noget nær et worst case scenarium at sikre stabil belysning hen over året via et hybridssystem. Kan vi få et hybridssystem til at fungere i Danmark, vil det derfor også kunne virke de fleste andre steder i verden.

Går man blot lidt længere sydpå, vil man således kunne gøre såvel solceller som vindturbiner og batteri mindre, hvorved systemet bliver billigere og forretningen bedre. Og i egne hvor kabeltræk er ekstremt dyrt på grund af klippegrund eller man er langt fra nettet, ligger nogle helt oplagte markeder, hvor en selvforsynende lampe vil være det eneste fornuftige valg. ■

## Tværfagligt projekt

Projektet "Udvikling af CO<sub>2</sub>-neutralt byrumsarmatur" er finansieret af programmet ELFORSK, og er ledet af Gate 21, der er et partnerskab mellem kommuner, private virksomheder og forskningsinstitutioner. I projektet deltager Albertslund, Egedal og Københavns kommuner, Virksomhederne Faktor 3 (solceller), Philips Lighting (LED-armaturer), Alfred Priess A/S (belysningsmaster), Henning Larsen Architects. Fra DTU deltager forskere fra DTU Fotonik, DTU Vindenergi og DTU Elektro.

## Forfattere



Peter Behrendorff Poulsen, projektleder, DTU Fotonik. ppou@fotonik.dtu.dk

Carsten R. Kjaer, Aktuel Naturvidenskab. red@aktuelnat.au.dk

## Videre læsning

Den selvforsynende gadelampe er på vej. DTU Dynamo nr. 33, p28-31.



På forsøgsmarken ved Risø DTU blev der testet fire forskellige kommercielle "hybridsystemer" til belysning. Det er vidst ingen overdrivelse at sige, at de æstetiske kvaliteter lader noget tilbage at ønske, hvis de skulle bruges til gadebelysning på danske veje.

Foto: Mikael Schlosser