

Technical University of Denmark



Hvordan tjener man penge på måleusikkerhed?

Thorseth, Anders

Published in:
Lys

Publication date:
2015

Document Version
Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link back to DTU Orbit](#)

Citation (APA):
Thorseth, A. (2015). Hvordan tjener man penge på måleusikkerhed? Lys, (3), 26-27.

DTU Library
Technical Information Center of Denmark

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

HVORDAN TJENER MAN PENGE PÅ MÅLEUSIKKERHED?

DTU fotonik har undersøgt, hvilken betydning måleusikkerheden kan have for økonomien i et belysningsprojekt. Meget tyder på, at det kan betale sig at have styr på sine tal

ANDERS THORSETH, PROJEKTLEDER, DTU FOTONIK

Overholder din lysløsning de krav, der er i udbuddet, standarden og lovgivningen? Får du det, du har betalt for, når du køber armaturer og lyskilder? Måden at afgøre disse spørgsmål på er ved at teste løsningen med lysmåleudstyr. Men hvor præcist bør man måle for at få et retvisende billede af, hvad man har fået sat op, og hvad betyder usikkerheden for, hvad det kommer til at koste, når alt er gjort op?

Måleusikkerhed på lys kan have stor betydning for, hvor vellykket et projekt bliver, og hvem der skal betale for hvad. For de fleste kan det derfor betale sig at få en forståelse for de centrale begreber og at vide, hvilke faldgruber der er.

Måleusikkerhed kan ikke undgås

Lys er notorisk svært at måle præcist. Usikkerheden på målinger med almindeligt tilgængeligt udstyr kommer næmt op over 10 %. Fejlforsådanne størrelser ville være utænkelige eller endog ulovlige i andre brancher, tænkt f.eks. på en vægt til vejning af butiksvare, der konsekvent lægger 10 % oveni vægten (og prisen), eller et armabåndsur, hvor viserne har en fejlmargin på 10 % – altså over én time forkert. Men måleusikkerhed er egentlig en vilddedende betegnelse. En mere ramrende betegnelse ville være måleusikkerhed. Størrelsen på måleusikkerheden fortæller nemlig, hvor sikker du kan være på, at det du måler, er den rigtige værdi. Hvis måleusikkerheden på en størrelse f.eks. 100 lux, er ± 10 lux og er angivet på den gængse måde vil der være 95 % chance for, at den målte værdi ligger mellem 90 og 110 lumen (Se figur 1).

Her er det vigtigt at skelne mellem to forskellige slags usikkerhed: Tilfældig og systematisk.

Tilfældig usikkerhed gør, at alle værdier forskydes fra de reelle værdier mod tilfældige værdier inden for et eller andet interval. Et eksempel på tilfældig usikkerhed kunne være måling på dagslys, hvor vind og vejr altid vil tilføre elementer af usikkerhed til målinger.

Systematisk usikkerhed gør, at alle målte værdier af den ene eller anden grund forskydes på samme måde fra den virkelige værdi til en anden og fejlbæret værdi. Et eksempel på systematisk usikkerhed er et luxmeter med en dårlig eller for gammel kalibrering, et sådant luxmeter vil vise fejl med samme størrelse (f.eks. 10 % for meget), indtil det bliver kalibreret på ny.

Tag højde for usikkerheden

I det følgende gennemgås et par eksempler på, hvilken betydning måleusikkerhed har for et tænkt projekt. Både forudsagelige udgifter og til en vis grad uforudsete udgifter kan nemlig vurderes, hvis man kender til måleusikkerheden.

I nedenstående eksempel er der brugt lysstrøm som eksempel, men andre lystekniske parametre kunne også være brugt, som f.eks. Ra-værdi, luminans eller regeImæssighed. Der er brugt runde tal for at gøre det nemmere at følge med:

I eksemplet skal der sættes 100 armaturer op, som skal køre i døgn drift, og som hver skal have en lysstrøm på 1000 lumen. Det er LED-armaturer, så effektiviteten ligger omkring 100 lumen/Watt. Det giver altså et årligt strømforbrug på 100 lumen/Watt x 10 Watt x 24 h x 365 dage x 2 kr./kWh = 1.7520 kr. Armaturerne koster i udgangspunktet 1000 kr. pr. stk. inklusiv opsætning. I projektet skal armaturerne sidde i mindst 10 år og krævet på 1000 lumen pr. armatur er ufravigeligt, så vi antager, at armaturet skal erstattes, hvis krævet ikke er overholdt.

Budgettet for projektet kan ses i tabel 1, første søjle. Hvis der er en tilfældig usikkerhed på ± 10 % på lysstrømmen fra hvert armatur, giver det en ny situation. Lysstrømmen vil fordele sig som vist på Figur 1, hvor man f.eks. kan se, at statistisk set vil halvdelen af armaturerne være underdimensioneret. For at gøre sig mod denne risiko kan man overdimensionere og f.eks. lægge midelværdien af den leverede lysstrøm 10 % højere. Ved at lægge et sådant sikkerhedsbånd på 10 % oveni lysstrømmen (og prisen) vil der statistisk set stadig være omkring 2,5 % af armaturerne, som skal erstattes pga. for lille lysstrøm. Til gengæld vil de resterende armaturer bruge 10 % mere energi. Det kan ses, at hvis man ønsker risikoen næsten elimineret med et sikkerhedsbånd på 20 %, stiger udgiften igen og endda højere end udgiften ved at udskifte 50 % af alle armaturerne. Hvem skal betale for de erstattede armaturer eller det ekstra energiforbrug?

Hvis usikkerheden er systematisk, bliver regnestykket mere kringlet, for nu vil der være en mærkbar sandsynlighed for, at alle armaturerne skal skiftes, (hvis det tjekkes om specifikation er overholdt).

Hvem bærer denne risiko? For at mindske risikoen kan man som før indføre et sikkerhedsbånd på 10 % ekstra lysstrøm.

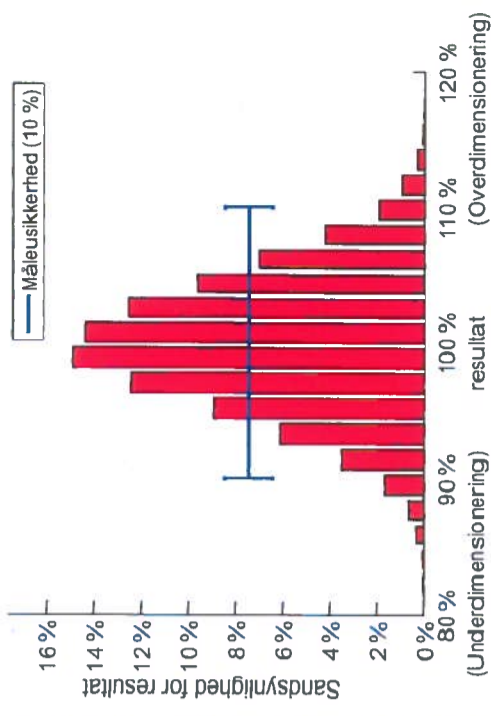
Dette giver nu en risiko på 2,5 % for krav om total reetablering af alle armaturer. Denne risiko vil være for høj for nogen, der derfor vil sætte endnu større sikkerhedsbånd. Men dette kræver selvfølgelig endnu mere installeret effekt og øget energiforbrug, altså igen en øget udgift, der skal dækkes.

De ovenstående eksempler er lettere karikerede for lettere at tydeliggøre pointen. Der kan være forskelle fra projekt til projekt, men fundamentalt set har alle projekter nogle grænser, hvor overdimensionering eller underdimensionering er uacceptabelt. Det kan derfor betale sig at gøre sig klart, hvor stor denne tolerance er. For den kritiske parameter i det ovenstående er måleusikkerheden, og ved at være bevidst om den kan man derfor regne på risikoen ved et projekt, og afstemme pris og/eller krav, så både leverandør og kunde får den sikring, de ønsker. Det er selvfølgelig ikke gratis at forminske usikkerheden ved målinger. Mindre usikkerhed giver højere priser på målinger. Men afvejningen af, hvor meget usikkerhed man har råd til i sit projekt, kan ofte betale sig.

Dette arbejde er lavet som en del af LEDMET - Center for LED Metrologi, hvorunder DTU Fotonik sammen med de øvrige konsortiepartier arbejder med at øge kendskabet til måleusikkerhedens betydning inden for belysning.

Reference:

- Evaluation of measurement data – The role of measurement uncertainty in conformity assessment
- Joint Committees for Guides in Metrology (JCGM 106:2012), <http://www.bipm.org>




Figur 1. Illustration af sandsynligheden for et bestemt resultat med en usikkerhed på 10 %.

FAKTA

Man kan lære sig betydelig mere om måleusikkerhed ved at følge det fireårige projekt LEDMET www.ledmet.dk eller via projektets LinkedIn-gruppe.

Om Innovationskonsortiet LEDMET - Center for LED Metrologi: Dansk Fundamental Metrologi (DFM) er projektleder i innovationskonsortiet, hvis partnere også tæller DTU Fotonik (Diode Lasers & LED Systems), DELTA og Dansk Center for Lys (DCL) samt en række danske virksomheder.



Nyd godt lys

Optoga udvikler LED-moduler, der skaber nye ideer.

Tabel 1. Budget for et eksempel projekt hvor en tilfældig usikkerhed på ± 10 % på lysstrømmen er taget med.

	NAIVT BUDGET UDEN MEDREGNING AF USIKKERHED	BUDGET UDEN OVERSPECIFICERING (50 % RISIKO)	BUDGET MED 10 % OVERSPECIFICERING (2,5 % RISIKO)	BUDGET MED 20 % OVERSPECIFICERING (0,5 % RISIKO)
INDKØB OG OPSÆTNING	kr. 100.000	kr. 100.000	kr. 110.000	kr. 120.000
SANDSYNLIG PRIS FOR GENOPSÆTNING	kr. 175.200	kr. 50.000	kr. 2.750	kr. 0
10 ÅRS STRØMFORBRUG	kr. 175.200	kr. 175.200	kr. 187.000	kr. 210.240
RESULTAT	KR. 275.200	KR. 325.200	KR. 299.750	KR. 330.240