

BELYSNING / STYRING OG REGULERING

ADFÆRD



NÅR BRUGERNE HAR INDFLYDELSE PÅ LYSREGULERINGEN, OPLEVES STØRRE TILFREDSHED, OG DER VÆLGES LAVERE BELYSNINGSSTYRKER, SOM RESULTERER I ENERGIBESPARERELSER.

PROJEKT 346-034

Brugertilfredsstillende og Energibesparende Reguleringsstrategier for Belysning

MÅLSÆTNING

Den danske energipolitik fastlægger øgede krav til bygnings samlede energiforbrug og estimerer, at ca. 20 % af en bygnings samlede energiforbrug går til belysning. Nye teknologier indenfor lyskilder og lysstyring er væsentlige faktorer for at nedbringe energiforbruget til belysning.

Projektets formål er at udbygge viden om energieffektiv lysregulering for brugerne og

dele viden til projektets målgruppe. Viden om brugertilfredsstillende energieffektiv lysregulering forventes at indgå i lysreguleringsstrategier til implementering i eksisterende og nye lysinstallationer. Samtidig er formålet at sikre, at slutbrugere er tilfredse og får en positiv oplevelse af lysregulering samtidig med, at der spares energi.

BRUGERNE FORETRÆKKER OVERSKUELIGE VALGMULIGHEDER, BRUGERFLADEN HAR DERFOR STOR BETYDNING FOR ANVENDELSEN AF REGULERINGSMULIGHEDERNE.

MÅLGRUPPE

Lysregulering er et komplekst emne med mange forskellige parter involveret i udvikling og projektering. Både arkitekter, ingeniører, lysdesignere, producenter af armaturer og styringssystemer, repræsentanter for brugerne bl.a. offentlige og private virksomheder har interesse i at kende til nuværende muligheder og udviklingen på området.

Udviklingen inden for lysstyring går meget stærkt. I takt med, at der kommer nye produkter på markedet er der brug for at kompetencerne udvikles i alle led i processen. Rådgiverne skal kunne forklare bygherren om nye muligheder og ingeniører, programmører og installatører skal have forståelse for, hvordan systemer projekteres, implementeres og anvendes. Der er også nye aktører på markedet

f.eks. programmører og eksperter i bygningsautomatik, der får brug for at få kompetencer inden for arkitektonisk belysning og lyset i forhold til mennesket.

I denne udvikling er det vigtigt at have fokus på hvilke behov, systemet skal dække, i stedet for kun at fokusere på de nye funktioner, systemerne har.

PROCES

Projektets deltagere er Dansk Center for Lys, Spectra Nord og Statens Byggeforskningsinstitut på Aalborg Universitet København (SBI AAU) som projektleder.

Spectra Nord leverede belysningsanlægget og kursus i programmering af lysreguleringsanlægget. SBI AAU stod for test og projektledelse, mens DCL stod for fagseminar om

energibesparende lysregulering for brugerne og formidling af erfaringer og generel viden på området.

Der blev udført brugertest på SBI AAU med det formål at undersøge om tidligere forskningsresultater for lysregulering også gælder for belysningsstyrker i intervaller på niveau med dem, vi møder til daglig (op til 500 lx) og mindre.

Projektet har udbygget vidensgrundlaget gennem formidling af forskningsresultater og erfaringer fra praksis via et fagseminar samt ved tilføjelse af viden fra laboratorieforsøg baseret på tidligere forskning om brugertilfredsstillende og energibesparende lysregulering.

RESULTAT

Fra tidligere forskning ved vi bl.a., at når brugerne føler, de har indflydelse på egne omgivelser, medfører det større tilfredshed, at brugerne vurderer lavere belysningsstyrker som værende tilpas, når de selv har mulighed for at regulere lyset, og at de vælger lavere belysningsstyrker, når de vælger fra lavere forud-

indstillinger, end ved højere. Projektet har ved brugertests og fagseminar udbygget og delt viden om energieffektiv lysregulering.

Testene gav viden om, hvorvidt manuel regulering af belysningen kan give energibesparel-

ser i forhold til de belysningsstyrkeniveauer, som fremgår af lysstandarder i kontoromgivelser. I testene deltog 24 personer, som gennemgik 22 forskellige scenarier.

På fagseminaret mødtes en bred kreds af interessenter indenfor lysstyring for at udveksle viden og få forskning og praksis til at mødes.

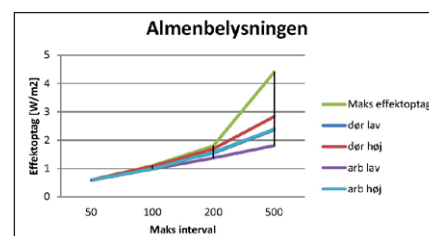


BRUGERTEST – ALMEN BELYSNING

Resultaterne viser, at besparelespotentialet ved brug af manuel regulering vokser med størrelsen af det tilbudte interval. Som tidligere forskning viser, opnås der også større besparelser ved brug af et lavt udgangspunkt end ved et højt for de større intervaller, når almenbelysningen reguleres. Dette fremgår af tabel 1, hvor lysbehovet er vist i forhold til reguleringsinterval og udgangsstilling af lysniveau. Et lavt udgangspunkt er defineret som 5 % lysstrøm fra armaturet og et højt som

95 % lysstrøm, hvilket giver testpersonerne mulighed for at hæve og dæmpe lysniveauet til en vis grad i samtlige scenarier.

Også tilfredsheden er størst ved det største interval, som tilbydes. Se tabel 2. Effektoptaget for det største interval viser sig at ligge på 2,4-2,8 W/m², når almenbelysningen reguleres ved indgangen og 1,8-2,4 W/m², når almenbelysningen reguleres siddende ved arbejdsområdet. Se figur 1.



Figur 1. Af figuren ses effektoptaget for almenbelysningen, regulering ved dør og arbejdsplads.

regulerings-interval	udgangspunkt	Indstilling ved dør [lx]	Indstilling ved arbejdsplads [lx]
0 - 50 lx	Lav	54	53
	Høj	54	54
0 - 100 lx	Lav	105*	99
	Høj	108*	99
0 - 200 lx	Lav	178*	159*
	Høj	196*	182*
0 - 500 lx	Lav	276*	211*
	Høj	330*	279*

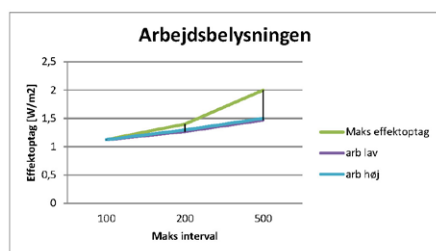
* Signifikant forskel mellem indstillinger ved lav og høj udgangspunkt i intervallet.

Tabel 1. Ved regulering af den almene belysning ved dør og ved arbejdspladsen er der i de højeste intervaller (0-500 lx) signifikant forskel mellem indstillinger ved lavt og højt udgangspunkt. De lave udgangspunkter medfører lavere indstillinger i belysningsstyrken.

regulerings-interval	udgangspunkt	Tilfredshed ved dør [1-6]	Tilfredshed ved arbejdsplads [1-6]
0 - 54 lx	Lav	2,7	3,4
	Høj	2,1	3
0 - 110 lx	Lav	4	4,5
	Høj	3,6	4,2
0 - 212 lx	Lav	5,1*	5,2
	Høj	4,5*	5,3
0 - 515 lx	Lav	5,3*	5,5
	Høj	5,7*	5,6

Tabel 2. Gennemsnit af forsøgspersonernes tilfredshedsvurdering af deres indstillinger for de forskellige intervaller for en lav og et højt udgangspunkt. For de to største intervaller - når reguleret fra døren - er der en signifikant forskel mellem tilfredshed med indstillinger fra lav og høj udgangspunkt. Tilfredshed vokser i takt med størrelsen på reguleringsintervallet.

Figur 2. Af figuren ses effektoptaget for arbejdsbelysningen, regulering ved arbejdsplads.



BRUGERTEST – ARBEJDSPLADSBELYSNING

Som for den almene belysning er der foretaget en brugertest af arbejdspladsbelysningen. Her er der ikke den samme store forskel i belysningsniveauet ved lavt og højt udgangspunkt ved de forskellige reguleringsintervaller på nær intervallet 40-200 lx. Se tabel 3.

Når arbejdspladsbelysningen reguleres siddende ved arbejdsområdet er effektoptaget 1,1 til 1,5 W/m². Se figur 2.

Tilfredsheden vurderes ved alle 3 scenarier som "tilfredsstillende" til "meget tilfredsstillende". Se tabel 4.

Regulerings-interval	udgangspunkt	Indstilling for arbejdsområde E [lx]
40 - 100 lx	Lavt	95
	Højt	97
40 - 200 lx	Lavt	148*
	Højt	164*
40 - 500 lx	Lavt	225
	Højt	240

* Signifikant forskel mellem høj og lav udgangspunkt i intervallet.

Tabel 3. Ved regulering af arbejdsbelysningen - siddende ved arbejdsområdet er der ikke samme forskel mellem højt og lavt udgangspunkt for mindste og største interval. Kun intervallet 40-200 lx viser en signifikant forskel.

Regulerings-interval	udgangspunkt	Indstilling for arbejdsområde E [lx]	Tilfredshed [1-6]
40 - 100 lx	Lavt	95	3,5
	Højt	97	3,5
40 - 200 lx	Lavt	148*	4,9
	Højt	164*	4,7
40 - 500 lx	Lavt	225	5,4
	Højt	240	5,5

* Signifikant forskel mellem høj og lav udgangspunkt i intervallet.

Tabel 4. Tilfredsheden er vurderet ved de fire scenarier. Variationen i tilfredsheden er størst ved dør, ligesom den er det mellem lavt og højt udgangspunkt.

EFFEKT

Ved almenbelysning er besparelespotentialet størst ved maksimum 500 lx intervallet ved lavt udgangspunkt, nemlig 46 % ved dør og 59 % ved arbejdsområdet. Ved et højt udgangspunkt reduceres besparelespotentialet til 36 % ved dør og 46 % ved arbejds-

området. Det samme gør sig gældende ved arbejdspladsbelysning, her er besparelespotentialet ved maksimum 500 lx en besparelse ved højt udgangspunkt på 25 % og for lavt udgangspunkt 26 %.

Den største besparelse opnås ved en regulering indenfor 0-500 lx intervallet med et lavt udgangspunkt.



Forsøget sker i et lukket lokale, som illuderer et kontor med en arbejdsplads. Når forsøgspersonerne regulerer belysningen, sker det ud fra synsvinklen ved arbejdsområdet og ved indgangen til lokalet. Her illustreret ved indgangen til lokalet.

HVORDAN PROJEKTRESULTATERNE KAN BRUGES I PRAKSIS

Ud over konklusionerne fra fagseminaret kan producenter af lysreguleringsudstyr bruge projektets resultater som grundlag for udvikling af belysningsreguleringsstrategier og produkter, som fører til energibesparelser og tilfredse brugere. Ved at bruge resultaterne i produktudviklingen, kan producenterne argumentere for, at de har taget højde for den nyeste viden på området

For at realisere forskningsresultaterne i praksis er formidling en afgørende faktor. På fagseminaret "Tilpas lyset – er lyset tilpas?" afholdt i Ny Carlsberg Glyptoteket den 22. oktober 2015 blev der sat fokus på området. Her var formålet at sætte fokus på brugerne af lysregulering og energibesparelser. Fagseminaret omhandlede forskningsresultater og erfaringer fra praksis vedrørende brugere, proces og energiforbrug. Deltagerne var bygherrer, projekterende, producenter, udførende og driftsfolk, alle aktører i processen om udvikling og etablering af lysregulering.

KONKLUSIONER FRA FAGSEMINARET:

- Den teknologiske udvikling går hurtigt.
- De forskellige nye produkter på markedet bliver udbudt og testet i virkeligheden, uden kendskab til hvilken vej, det går.
- Forbruget af stand-by strøm bliver forholdsvis større i takt med, at strømforbruget til lyskilden bliver mindre.
- Et fælles sprog for de begreber, lysreguleringen bliver indstillet efter, efterlyses.
- Lysreguleringstiltag, som ifølge forskningen lægger op til tilfredse brugere og energibesparelser, findes.
- Brugere stiller krav til begrænsede og overskuelige valgmuligheder.
- Brugerfladen har stor betydning for anvendelsen af reguleringsmuligheder.
- Uden hensyn til brugerne, og uden gode lysprodukter og en god strategi for lysregulering opnås ingen besparelser.

Lysplanlæggere, rådgivere og større el-entreprenører får ved projektets resultater indsigt i og eksempler på, hvor reguleringsstrategier har ført til energibesparelser og tilfredse brugere. Den viden kan bruges til at træffe beslutninger for og sætte krav til lysreguleringsstrategier i både renoveringsopgaver og nybyggeri.

Projektledelse

Ásta Logadóttir
SBI – Statens Byggeforskningsinstitut
v/Aalborg Universitet København
A.C. Meyers Vænge 15
2450 København SV

E-mail: asl@sbi.aau.dk
Web: www.sbi.dk

Projekt:

Titel: Brugertilfredsstillende og Energi-
besparende Reguleringsstrategier for
Belysning
Nr. 346-034
PSO Program 2014
Budget i alt: 1.560.297 kr. hvoraf 1.171.274 kr.
i tilskud fra Dansk Energi
Tidsplan: 1. kvartal 2014 – 3. kvartal 2016

Programkoordinator:

Jørn Borup Jensen
Dansk Energi
Vodroffsvej 59
1900 Frederiksberg C

Telefon: 25 29 19 34
E-mail: jbj@danskeenergi.dk
Web: www.elforsk.dk

TESTENE VISER, AT BESPARELSESPOTENTIALET VED BRUG AF MANUEL REGULERING VOKSER MED STØRRELSEN AF DET TILBUDTE INTERVAL.

SPECTRA^{Nord}

DCL
Dansk Center for Lys

STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT
AALBORG UNIVERSITET KØBENHAVN