

Risiko for dårlig dagslys i moderne bygg

Tekst: Line R. Karlsen, Høgskolen i Oslo og Akershus, Søren Gedso og Arnkell J. Petersen, Erichsen & Horgen A/S

Moderne kontorbygg kan ende opp med altfor dårlige lysforhold fordi dagens beregningsmetoder ikke tar hensyn til trender som tykke vegger og energieffektive vinduer med lav transmisjon.



Byggebransjen er i dag opptatt av fremtidens energieffektive bygg, spesielt siden myndighetene har lagt opp løpet mot nesten-nullenergibygg i 2020, med passivhusstandard som forskriftskrav i 2015.

Myndighetene legger imidlertid vekt på at energieffektiviseringen ikke skal gå på bekostning av et godt inneklima. Betydningen av termisk komfort og luftkvalitet vektlegges ofte i forhold til godt inneklima. Flere studier har imidlertid vist betydningen av gode dagslysforhold for brukerkomfort og helse [1-3].

Mindre dagslys

Likevel kan det til tider virke som om gode dagslysforhold blir tilsidesatt i moderne bygningsdesign. Dagens nybygg har som regel tykke vegger på grunn av høy isoleringsgrad for å redusere oppvarmingsbehovet. I tillegg benyttes det gjerne vinduer med lav g-verdi og dermed

Utfordrende dokumentasjon: Flere kjente metoder for å dokumentere dagslysforhold tar ikke hensyn til bygningstrender som tykke vegger og vinduer med lav lystransmisjon, mener artikkelforfatterne.

Foto: Hilde Kari Nylund

SAMMENDRAG

Moderne, energieffektive bygg er som regel godt isolert og har derfor tykke vegger. I tillegg er vinduer med lav g-verdi vanlig for å redusere kjølebehovet. Dette betyr at dagslysutbyttet i rom blir betydelig redusert hvis disse tiltakene ikke kompenseres med økt glassareal. Vi har gjennomført et case-studie av metoder for å dokumentere dagslys i energieffektive bygg. Resultatene viser at hvis man bruker flere av dagens anerkjente metoder uten å korrigere for veggtykkelse og transmisjon, risikerer man å designe bygg med lite tilfredsstillende dagslysforhold.

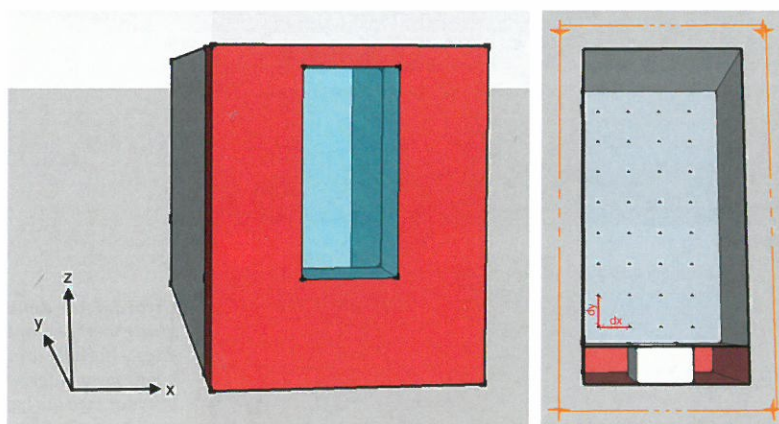
lav lystransmisjon for å redusere kjølebehovet. Disse bygningsfysiske grepene, som spesielt gjelder for passivhus og lavenergibygg, gir betraktelig redusert dagslysutbytte til rommet dersom man ikke kompenseres med større glassarealer.

Flere av metodene som benyttes per dags dato for å dokumentere tilfredsstillende dagslysforhold, tar ikke hensyn til dagens bygningstrender med tykke vegger og vinduer med lav lystransmisjon. Bruk av disse metodene kan derfor gi urealistiske resultater. Denne artikkelen har som formål å illustrere at man dermed kan ende opp med svært utilfredsstillende dagslysforhold dersom en benytter disse metodene ukritisk.

Vi presenterer kort forskriftskravene til lys og preaksepterte ytelser gitt i veiledning til teknisk forskrift. Deretter gjennomgår vi et case-studie hvor vi bruker ulike anerkjente metoder for å beregne dagslysforhol-

– Vi anser derfor 10%-regelen som utdatert som analyseverktøy for fremtidens bygg, dersom det ikke utarbeides passende korreksjonsfaktorer med hensyn til glassareal.

Line R Karlsen, Søren Gedsø
og Arnkell J. Petersen



Figur 1:
Til venstre
visualisering
av test-case
modellen i Google
SketchUp, til høyre
beregningpunkter
for dagslysfaktor
i plan 0,8m
over gulnivå
 $dx=dy=0,5\text{ m}$.

dene for et cellekontor. Artikkelen avsluttes med anbefalinger til endring/ utdyping i veiledning til teknisk forskrift.

Forskriftskrav

Kravene til lys er i teknisk forskrift (TEK10) gitt i paragraf 13.12:

- (1) Byggverk skal ha tilfredsstillende tilgang på lys uten sjenerende varmebelastning
- (2) Rom for varig opphold skal ha vindu som gir tilfredsstillende tilgang på dagslys, med mindre virksomheten tilsier noe annet

For å tilfredsstille forskriftskravet er det i veiledning til TEK10 gitt to preaksepterte ytelser;

1. Bekrefte ved hjelp av beregninger at gjennomsnittlig dagslysfaktor ((DF)⁻) i rommet er minimum 2 %
2. Dokumentere at rommets dagslysflate utgjør minimum 10 % av bruksarealet, hvor dagslysfalten er det samlede uskjermede glassarealet som formidler dagslys til rommet.

I tillegg henviser veiledningen til at en enkel kontroll av dagslysarealet kan gjennomføres i henhold til svensk standard SS 91 42 01. Denne metoden krever at forholdet mellom glassareal og gulvareal er kun 0,8

for fri horisont, med et økt forholdstall med avskjerming opp til 30° fra horisontalen. Metoden har imidlertid mange begrensninger både i forhold til avskjerming, romgeometri, vindusstørrelse, vindustype og vindusplassering.

Preaksepterte ytelser (1)

Dagslysfaktoren defineres som forholdet mellom belysningsstyrken i et punkt innendørs og horisontal uten-dørs belysningsstyrke under CIE overskyet himmel.

Å dokumentere at rommet har en (DF)⁻ på 2 % kan gjøres på flere måter. For eksempel kan man gjøre det ved hjelp av kurver utviklet av Byggforsk gitt i Byggdetaljer 421.626 [4] som viser sammenheng mellom forholdet glassareal/gulvareal og (DF)⁻, eller ved hjelp av dataprogram.

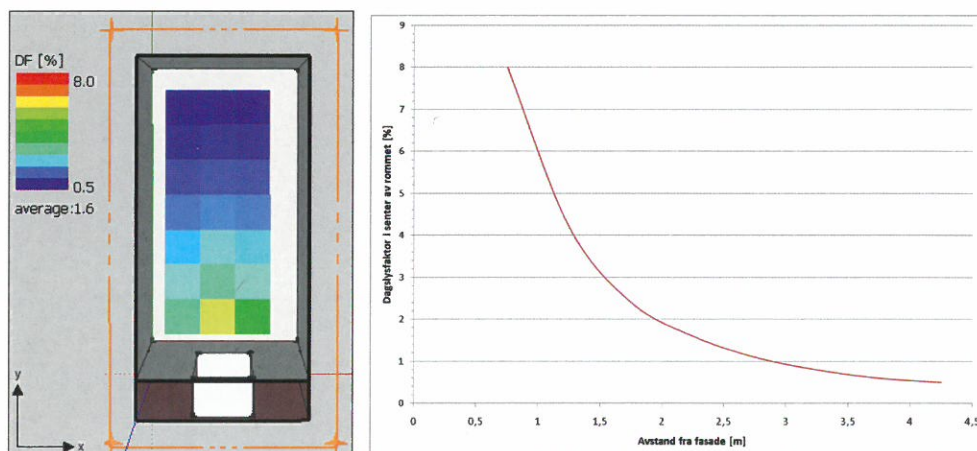
Med kurveavlesningsmetoden fra Byggforsk må man korrigere for skygge fra avskjermet horisont, støttemur, balkonger og lysgraver. Metoden tar kun hensyn til glassareal som befinner seg høyere enn 0,8 m over gulv. I tillegg har denne metoden implementert at man må korrigere for glass med lystransmisjonsfaktor som avviker fra 80 %.

Saken forts. på side 18 →

BEREGNINGSFORUTSETNINGER

Rombredde	2,2 [m]
Romdybde	4,1 [m]
Romhøyde	2,7 [m]
Veggtykkelse	0,5 [m]
Vindushøyde	1,8 [m]
Vindusbredde	0,8 [m]
Glassareal/karmareal	78 [%]
Glassareal/bruksareal	12 [%]
Brystning	0,8 [m]
LT glass	72 [%]
Refleksjonsfaktor vegg	60 [%]
Refleksjonsfaktor himling	80 [%]
Refleksjonsfaktor gulv	20 [%]

Tabell 1: Beregningsforutsetninger for case-studiet



Figur 2: Visualisering av resultater fra Daysim. Til venstre variasjon av dagslysfaktor i rommet. Til høyre illustrasjon av hvordan dagslysfaktoren avtar innover i rommet $x=1,25$.

Det finnes mange dataprogram av ulike kompleksitet til beregning av dagslys. Per dags dato ansees Radiance [5] som det mest avanserte simuleringsverktøyet innenfor beregning av dagslys. Radiance er et godt validert backward raytracing verktøy [6].

Preaksepterte ytelser (2)

10%-regelen er velkjent i byggebransjen, og dette er en metode som ofte praktiseres for å dokumentere at man tilfredsstiller dagslyskravet. Metoden kan benyttes så lenge skjerming målt fra horisontalplanet gjennom vinduets midthøyde ikke overskrider 20° .

Hvis det er balkong over vinduet eller i tilfeller hvor vinduet er plassert i en lysgrav, må dette korrigeres for. Det er imidlertid ikke vanlig praksis å korrigere for mindre avskjerminger.

Case-studie

Vi har gjennomført et case-studie for å undersøke om dagens dagslysdokumenteringsmetoder kan benyttes for å evaluere dagslysf forholdene i fremtidens energieffektive bygninger. Siden dagslysfaktoren er vanskelig å dokumentere nøyaktig med målinger [7], forårsaket av at himmelforholdene nesten aldri korresponderer med en ideell overskyet CIE himmel, er metodene validert opp mot Daysim-simuleringer. Daysim baserer seg på en versjon av raytracing-algoritmene fra Radiance. Studier har vist at Daysim gir nøyaktige resultater for innendørs dagslystilluminans [8].

Casestudiet tar utgangspunkt i et typisk cellekontor med passivhuskvaliteter, det vil si energiriktige vinduer og økt isolering i veggene. Modellen er ikke utstyrt med noen form for utvendig skjerming og den er beliggende med fri horisont, se figur1.png. Beregningsforut-

- Dagslys i bakgrunnen

Tekst: Hilde Kari Nylund

– Da g-faktoren kom inn i teknisk forskrift, ble dagslys skjøvet i bakgrunnen, mener direktør Sverre Tangen i Glass og Fasadeforeningen.

TEK 10 innførte to nye minstekrav for energitiltaksmetoden i (§ 14-5): U-verdi vindu ganger vindusareal skal være mindre enn 0,24, og total solfaktor g skal være mindre eller lik 0,15 for glass i solbelastet fasade, med mindre det kan dokumenteres at bygningen ikke har kjølebehov.

– Du kan legge all soldemping i glasset, men da blir det mørkt inne. Hvis du er nede på 15% i g-faktor, får du ikke inn mer enn 30 % av lyset, understreker Tangen. Han synes det er veldig bra at Karlsen, Gedso og Petersen tar opp problemstillingen i artikkelen på de foregående sidene.

– Dette er relevant i høyeste grad, mener Tangen.

10%-regelen undergraver solskjerming

– Trioen konkluderer med at 10 %-regelen er utdatert som analyseverktøy for moderne bygg. Er du enig i det?

– Den regelen har vært med i hvert fall fra 1997. Siden har det kommet helt andre krav, blant annet til solskjerming, som undergraves av dette, påpeker Tangen.

Han sier glassbransjen hele tida har brukt tabeller som øker arealet når lysgjennomgangen reduseres for å klare kravet til dagslys.

– Men man får raskt en betydelig økning av lysåpningen for å klare dagslyskravet, poengterer Tangen.

Utfordringen med glass og tykke vegger har foreningen ikke vært opptatt av.

– Men det bør arkitekter i aller høyeste grad være, sier Tangen.

Mer lys og solskjerming




Hans råd er å bruke nye typer glass som har 70 % lysgjennomgang.

setningene er gitt i Tabell 1: Beregningsforutsetninger for case-studiet.

Resultater:

Tabell 2 sammenfatter dagslysresultatene for test-caset med ulike analysemetoder i henhold til hvordan metodene fremstår i veiledning til TEK10 og Byggdetaljer 421.626. Figur 2 visualiserer simuleringsresultatene fra Daysim.

Tabell 2: Evaluering av dagslysforholdene for test-case cellekontor med ulike analysemetoder slik de fremstår i veiledning til TEK10 og Byggdetaljer 421.626.

METODE	DAGSLYS-FORHOLD	KOMMENTAR
10%-regelen		Med et glassareal/bruksareal på 12 % tilsier denne metoden at dagslysforholdene er tilfredsstillende.
Svensk standard SS 91 42 01	-	Kan ikke benyttes på dette cellekontoret pga. geometribegrensninger i metoden.
Byggforsk kurve-avlesning		Med denne metoden korrigerer vi for glassets lystransmittans. Resulterende blir med dette 3,0 %.
Daysim		Resulterende = 1,6 %.

Saken forts. på side 20 →

– Det er like mye som gammeldagse, trelags vinduer med klart glass, men de nye slipper bare inn 35% av solvarmen. Vi tror dette er framtida, sier Tangen. De nye typene glass har gode U-verdier; ned mot 0,5 på glass og 0,8 for samlet konstruksjon. Kombinert med en form for solavskjerming er det mulig å klare kravene. Ifølge Tangen er ikke disse vinduene veldig mye dyrere enn alternativene.

Det bekrefter teknisk leder Geir Andersen i Drammen Eiendom KF. For prosjektet Gulskogen bo- og servicesenter fikk kommunen slike vinduer - passivhusvinduer - for et tillegg på 5 % sammenlignet med vinduer med U-verdi på 1,0. Det skjedde i en ordinær anbudsprosess.

– Den tida hvor passivhusvinduer er 20 til 30 % dyrere tror jeg er over, sier Andersen. Enda mer avanserte løsninger på utfordringen med dagslys finnes også.

– Vi har fått glass der du kan skru av og på solskjermingen, men det er foreløpig veldig dyrt. Med slike glass er denne problemstillingen løst i sin helhet. Det er levert i noen prosjekter i utlandet, opplyser Tangen.

“Plug-n-Learn”

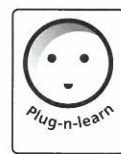
Frisk luft – helt enkelt...



VEX308 er desentral ventilasjon til skoler og institusjoner med fokus på å skape bedre innelima og økt innlæringsvevne.

NYHED: VEX308 - desentralt luftbehandlingsaggregat - en sikker løsning for alle parter

- Lett å installere
- Lett å betjene
- Kapasitet opp til 750 m³/h
- Temperaturvirkningsgrad > 80 %
- Unik frostsikring
- Kontinuerlig drift ned til -20 °C
- El- eller vannvarmebatteri



- Ett aggregat – to monteringsmuligheter



Les mer og se film (DK) på www.novema.no/VEX308



Tel.: +47 63 87 07 70 | Fax.: +47 63 87 07 71 | firmapost@novema.no / post@exhausto.no

Novema Aggregater AS
Postboks 61
Industriveien 25
N-2021 Skedsmokorset

NOVEMA
AGGREGATER | EXHAUSTO GROUP

Ut ifra tabell 2 kan man se at dagslysforholdene blir evaluert som tilfredsstillende både med 10 %-regelen og Byggforsk sin kurveavlesningsmetode, men ikke ved evaluering med simuleringsprogrammet Daysim. En av hovedårsakene til disse ulike resultatene er sannsynligvis at verken 10 %-regelen eller Byggforsk sin kurveavlesningsmetode tar hensyn til veggtykkelse. For 10 %-regelen er det i tillegg ingen korreksjon for vinduets lystransmittans.

Den danske anvisningen SBI 219 [9] gir en rekke korreksjonsfaktorer for å korrigere teoretisk beregnede dagslysfaktorer hentet fra kurveavlesning med hensyn til faktiske forhold i et rom eller en bygning. Veggtykkelse og lystransmisjon nevnes som noen av de viktigste forholdene å korrigere for. Ved å korrigere for veggtykkelse i henhold til SBI anvisning 219, får dagslysevalueringen en ny vending, se oppsummering i Tabell 3.

Tabell 3: Evaluering av dagslysforholdene for test-case cellekontor etter at det er korrigert for veggtykkelse og lystransmittans.

METODE	DAGSLYS-FORHOLD	KOMMENTAR
10%-regelen	-	Korreksjonsfaktorene gitt i SBI 219 kan benyttes for å korrigere gjennomsnittlig dagslysfaktor. Siden forholdet mellom gjennomsnittlig dagslysfaktor og glassareal ikke er proporsjonalt kan ikke korreksjonsfaktorene benyttes på denne analysemetoden.
Byggforsk kurveavlesning		Etter korrigering for veggtykkelse* blir resulterende = 1,65 %.
Daysim		Resulterende = 1,6 %.

*Kurven gitt i SBI 219 for korreksjon av veggtykkelse gjelder for vinduer hvor forhold mellom høyde og bredde ligger i intervallet 0,7-1,5. Hvis forholdet er større blir korreksjonsfaktoren større. Forholdet mellom høyde og bredde for gjeldende case er 2,3 og korreksjonsfaktor er estimert til 0,55.

Tabell 3 viser at dagslysforholdene nå også fremstår som utilstrekkelige for Byggforsk sin kurveavlesningsmetode når man i tillegg til lystransmisjon også har korrigert for veggtykkelse. Det er imidlertid noe bekymringsfullt at resulterende er høyere med kurveavlesningsmetoden enn med simuleringer med Daysim, spesielt når det i simuleringsmodellen er benyttet materialer med høyere eller lik refleksjonsfaktor for innvendige flater enn det Byggforsk sin kurveavlesningsmetode baserer seg på. Dette tyder på at korreksjonsfaktorene muligens bør være lavere dersom denne analysemetoden fortsatt skal fremstå som en konservativ metode.

I tillegg viser Tabell 3 at korreksjonsfaktorene gitt i SBI 219 ikke er egnet til å benytte på 10 %-regelen. Så vidt oss bekjent eksisterer det heller ingen korreksjonsfaktorer for veggtykkelse og lystransmittans med referanse til glassareal. Vi anser derfor 10 %-regelen som utdatert som analyseverktøy for fremtidens bygg dersom det ikke utarbeides passende korreksjonsfakto-

rer med hensyn til glassareal. Det samme vil gjelde for metoden gitt i svensk standard SS 91 42 01.

Fremtidens bygg og krav

Ved å benytte flere av dagens anerkjente dagslysanalysemetoder på fremtidens bygg uten å korrigere for veggtykkelse og lystransmisjon, kan man risikere å designe bygg med lite tilfredsstillende dagslysforhold.

Resultatene i denne undersøkelsen indikerer at korreksjonsfaktorer å la de som er gitt i den danske SBI anvisningen 219, kan benyttes i kombinasjon med Byggforsk sin kurveavlesningsmetode for å gi en bedre antydning på faktiske dagslysforhold.

Det må utarbeides korreksjonsfaktorer for veggtykkelse og lystransmittans med referanse til glassareal dersom 10 %-regelen og dokumentering etter svensk standard SS 91 42 01 skal være gyldig for fremtidens bygg. Det er behov for å implementere korreksjonsfaktorer for veggtykkelse og lystransmisjon eksplisitt i veiledning til TEK10 for å sikre at fremtidens bygg blir designet med tilfredsstillende dagslysforhold.

Dette er noe Direktoratet for byggkvalitet allerede er oppmerksomme på, og endringer vil sannsynligvis forekomme i nærmeste fremtid.

NOTER:

1. Begemann, S.H.A., G.J. van den Beld, and A.D. Tenner, *Daylight, artificial light and people in an office environment, overview of visual and biological responses. International Journal of Industrial Ergonomics, 1997. 20(3): p. 231-239.*
2. Escuyer, S. and M. Fontoynt, *Lighting controls: a field study of office workers' reactions. Lighting Research and Technology, 2001. 33(2): p. 77-94.*
3. Osterhaus, W., *Design guidelines for glare-free daylight work environments, in LUX Europa 2009.*
4. Nersveen, J., *Byggdetaljer 421.626 Beregning av gjennomsnittlig dagslysfaktor og glassareal 2004, SINTEF Byggforsk.*
5. Lawrence Berkeley Laboratory, *Radiance Synthetic Imaging System. 2011; Available from: <http://radsite.lbl.gov/radiance/HOME.html>.*
6. Mardaljevic, J., *Validation of a lighting simulation program under real sky conditions. Lighting Research and Technology, 1995. 27(4): p. 181-188.*
7. Tregenza, P.R., *The daylight factor and actual illuminance ratios. Lighting Research and Technology, 1980. 12(2): p. 64-68.*
8. Reinhart, C.F. and O. Walkenhorst, *Validation of dynamic RADIANCE-based daylight simulations for a test office with external blinds. Energy and Buildings, 2001. 33(7): p. 683-697.*
9. Johnsen, K. and J. Christoffersen, *Korreksjon af dagslysfaktoren, in SBI anvisning 219, Dagslys i rum og bygninger 2008, Statens Byggeforskningsinstitut, Aalborg Universitet. p. 63-86.*