

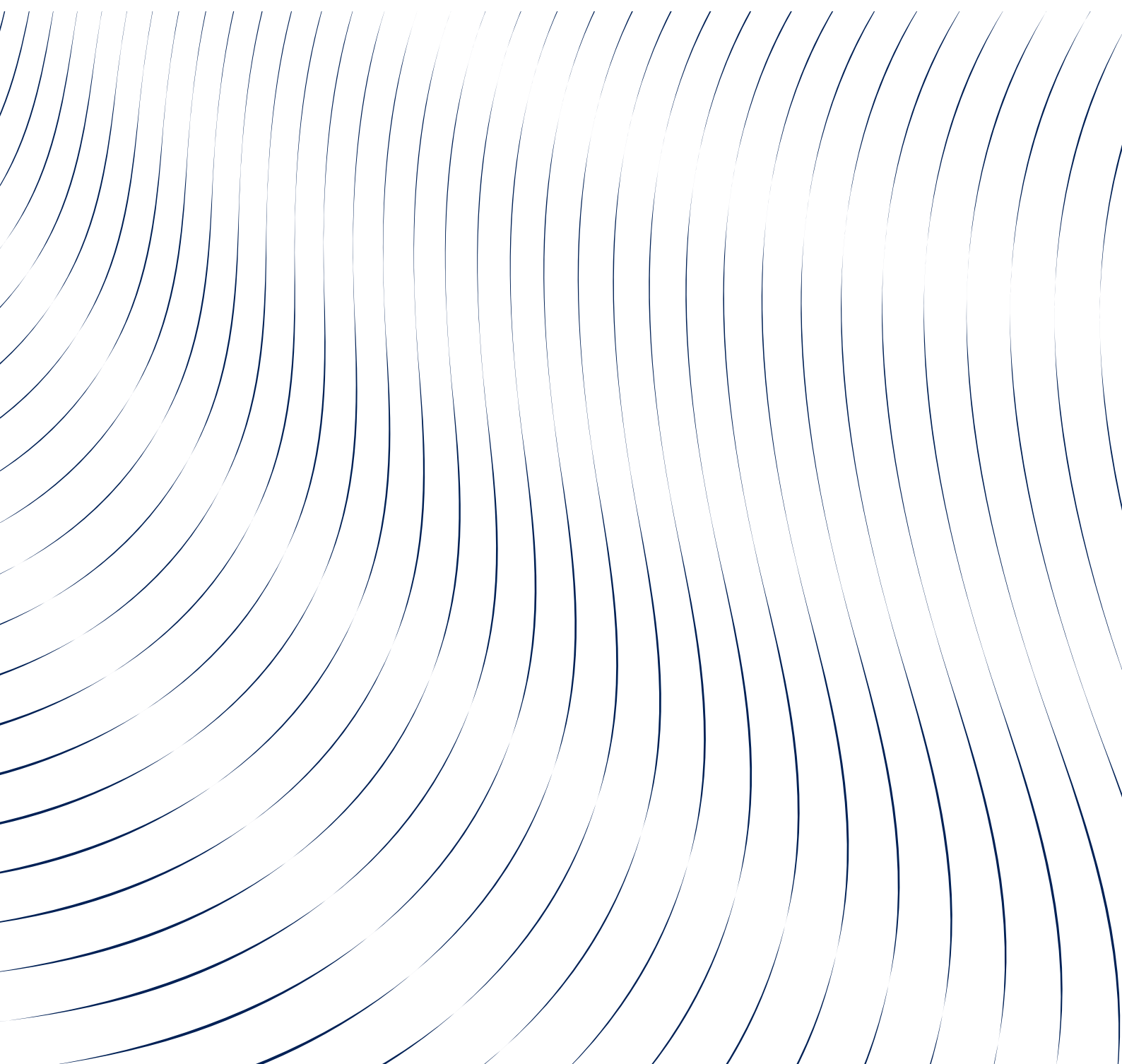


STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT
AALBORG UNIVERSITET KØBENHAVN

DAGSLYSBESTEMMELSER I BR

VURDERING AF DAGSLYSFORHOLD

SBI 2016:10



Dagslysbestemmelser i BR

Vurdering af dagslysforhold

Ásta Logadóttir
Kjeld Johnsen
Jakob Markvart
Marc Fontoynt

Titel	Dagslysbestemmelser i BR
Undertitel	Vurdering af dagslysforhold
Serietitel	SBi 2016:10
Udgave	1. udgave
Udgivelsesår	2016
Forfattere	Ásta Logadóttir, Kjeld Johnsen, Jakob Markvart, Marc Fontoyont
Sidetæl	24
Litteratur- henvisninger	Side 24
Emneord	Bygningsreglement 2015, BR15, dagslys
ISBN	978-87-563-1765-8
Udgiver	Statens Byggeforskningsinstitut, Aalborg Universitet, A.C. Meyers Vænge 15, 2450 København SV E-post sbi@sbi.aau.dk www.sbi.dk

Der gøres opmærksom på, at denne publikation er omfattet af ophavsretsloven

Indhold

Baggrund	4
Eksisterende metoder i bygningsreglementet	6
BR15	6
Bygningsklasse 2020	7
Vurdering af dagslys i bygninger	8
Forhold mellem glas- og gulvareal	9
Dagslysfaktor (<i>DF</i>)	10
Klimabaserede dagslyssimuleringer	13
Udsyn	17
Sollys	19
Blænding	21
Sammenfatning	23
Referencer	25

Forord

Bygningsreglementet stiller krav om, at rum skal være velbelyste. I vejledningsteksten henvises til to måder at dokumentere dette på, men der findes flere andre metoder til at vurdere dagslys i bygninger.

Inden for de seneste år er der udviklet såkaldte klimabaserede beregningsværktøjer, som giver et billede af bygningers lysforhold over et helt år. Denne rapport vurderer, hvorvidt disse og en række mere simple metoder er egnede til at vurdere dagslys i rum set i forhold til bygningsreglementets bestemmelser.

Rapporten er en del af et myndighedsprojekt for Trafik- og Byggestyrelsen.

Statens Byggeforskningsinstitut, Aalborg Universitet
Afdelingen for Energi, Miljø og Indeklima
April 2016

Søren Aggerholm
Forskningschef

Baggrund

Bygningsreglementets bestemmelse 6.5.2, stk. 1 stiller krav om, at rum skal være velbelyste. I vejledningsteksten henvises til to måder at dokumentere dette på, henholdsvis ved forholdet mellem glasareal og gulvareal samt ved dagslysfaktoren. Der findes flere andre metoder til at vurdere dagslys i bygninger. Denne rapport gennemgår en række metoder, som bruges til dagslysvurderinger og opstiller fordele og ulemper ved de forskellige metoder.

Formålet med rapporten er at identificere metodernes egnethed til vurdering af dagslysforhold set i forhold til bygningsreglementets bestemmelser.

De sidste 3-4 år er der i CEN-regi blevet arbejdet på at udarbejde en europæisk standard om dagslysvurdering i bygninger (Daylight of buildings). I april 2016 bliver denne standard sendt til en CEN høring ved den tekniske komite CEN/TC 169 "Light and Lighting". I juli 2016 bliver det afgjort om standarden accepteres i sin nuværende form og dermed kan publiceres, hvilket i så fald vil ske i løbet af de efterfølgende fire måneder. Alternativt vil standarden komme i den sædvanlige procedure, hvor standarden revideres i forhold til de kommentarer som modtages og processen vil vare 15 måneder, eller ved stor uenighed risikerer arbejdet med standarden at blive stoppet. Standarden stiller krav til, hvordan dagslysforhold i bygninger skal vurderes og foreslår forskellige klasser til mængden af dagslys i lokaler, udsyn, sollys og blænding fra dagslys. Rapporten gennemgår de metoder som standarden henviser til at man kan bruge til at dokumentere gode dagslysforhold i bygninger.

Eksisterende metoder i bygningsreglementet

BR15

Bygningsreglementets krav vedrørende dagslys lyder:

6.5.2 stk1: *Arbejdsrum, opholdsrum i institutioner, undervisningslokaler, spisestuer, i det følgende benævnt arbejdsrum mv. samt beboelsesrum og køkken skal have en sådan tilgang af dagslys, at rummene er vel belyste. Vinduer skal udføres, placeres og eventuelt afskærmes, så solindfald gennem dem ikke medfører overophedning i rummene, og så gener ved direkte solstråling kan undgås [1].*

Selve bestemmelsen definerer de rumtyper, som er omfattet af kravet til velbelyste rum. Vejledningsteksten til kapitel 6.5.2 stk.1 giver eksempler på metoder med minimumsværdier til at vurdere, om der er tilstrækkeligt lys i et rum. Vejledningsteksten åbner op for flere forskellige metoder men specificerer to metoder: glas i forhold til gulvareal samt dagslysfaktor, vejledningsteksten beskrives på nuværende tidspunkt:

(6.5.2 stk1) I arbejdsrum mv., beboelsesrum og køkken kan dagslyset i almindelighed blandt andet anses for at være tilstrækkeligt, når glasarealet ved sidelys svarer til mindst 10 pct. af det indvendige gulvareal eller ved ovenlys mindst 7 pct. af det indvendige gulvareal, forudsat at ruderne har en lystransmittans på mindst 0,75. De 10 pct. og 7 pct. er vejledende ved normal placering af bygningen og normal udformning og indretning af lokalerne. Hvis vinduestypen er ukendt på projekteringstidspunktet, kan omregning fra karmlysningsareal til glasareal ske ved at multiplicere karmlysningsarealet med faktoren 0,7. Glasarealet skal forøges forholdsmæssigt ved reduceret lysgennemgang (f.eks. solafskærmende ruder) eller formindsket lysadgang til vinduerne (f.eks. ved tætliggende bygninger).

I beboelsesrum og køkken kan dagslyset alternativt anses for at være tilstrækkeligt, når det ved beregning kan eftervises, at der er en dagslysfaktor på 2 pct. i halvdelen af rummet. I arbejdsrum kan dagslyset også anses for at være tilstrækkeligt, når det ved beregning kan eftervises, at der er en dagslysfaktor på mindst 2 pct. i arbejdszonen i rummet. Dette kan beregnes med et net, der dækker rummet eller arbejdszonen. Nettet starter 0,5 m fra væggene og indeholder beregningspunkter med ens afstand på højst 0,5 m. Der bør være lige stor afstand mellem beregningspunkterne. Ved bestemmelse af dagslysfaktoren tages der hensyn til de faktiske forhold, herunder vinduesudformning, lystransmittans og rummets og omgivelsernes karakter. Dagslyset i arbejdsrum mv. kan ligeledes anses for at være tilstrækkeligt, når det ved måling kan eftervises, at der er en dagslysfaktor på 2 pct. ved arbejdspladserne.

Der henvises til By og Byg Anvisning 203 Beregning af dagslys i bygninger samt SBI-anvisning 219 Dagslys i rum og bygninger.

Kravet om dagslys skal ses i sammenhæng med almene sundhedsmæssige aspekter af dagslyset. Mængden af dagslys har endvidere indflydelse på energiforbruget til elektrisk belysning [1].

Bygningsklasse 2020

I bestemmelserne for bygningsklasse 2020 er kravet om glasareal i forhold til gulvareal skrevet specifikt i kapitel 7.2.4.1 stk. 6 og stk. 7, og altså flyttet fra vejledningstekst til kravtekst. Kravene indebærer en skærpelse i forhold til vejledningsteksten for BR15. I vejledningsteksten til stk. 7 angives beregnede dagslysfaktorer som en alternativ metode til vurdering af dagslysforhold, også her med en skærpelse i forhold til BR15.

Vejledningstekst til bygningsklasse 2020 kapitel 7.2.4.1 stk. 6 og stk. 7 præciserer, at der ved bestemmelse af dagslysforholdene *bør* tages hensyn til de faktiske forhold, herunder vinduesudformning, lystransmittans og rummets og omgivelsernes karakter. At der tages hensyn til de faktiske forhold er en forudsætning for, at metoden sikrer velbelyste rum.

7.2.4.1 stk. 6: For bygningsklasse 2020 boliger, kollegier, hoteller m.m. skal glasarealet svare til mindst 15 pct. af gulvarealet i beboelsesrum og køkken/alrum, hvis rudernes lystransmittans er større end 0,75. Er lystransmittansen mindre, forøges glasarealet tilsvarende. For ovenlys indregnes arealet med en faktor 1,4 [1].

(7.2.4.1 stk. 6) Dagslyset har stor betydning for sundhed og velvære. Vinduers størrelse og placering har stor betydning for udsyn. Store vinduesarealer uden effektiv solafskærmning kan give problemer med overophedning og blænding. En mere jævn fordeling af vinduer og f.eks. større nordvendte vinduer kan mindske behovet for elektrisk belysning. Ved bestemmelse af dagslysforholdene bør der tages hensyn til de faktiske forhold, herunder vinduesudformning, lystransmittans og rummets og omgivelsernes karakter [1].

7.2.4.1 stk. 7: For kontorer, skoler og institutioner m.m., der ikke er omfattet af stk. 6, men opført som bygningsklasse 2020, skal glasarealet i arbejdsrum, undervisningsrum og opholdsrum være mindst 15 pct. af gulvarealet, hvis rudernes lystransmittans er større end 0,75. Er lystransmittansen mindre, forøges glasarealet tilsvarende. For ovenlys indregnes arealet med en faktor 1,4.[1]

(7.2.4.1 stk. 7) Lystransmittansen gælder for de anvendte ruder. Kompensation for ruder med mindre lystransmittans sker ved forholdsmæssig forøgelse af arealet. Rudearealer under brystningshøjde bidrager ikke væsentligt til dagslysniveauet. Alternativt til opgørelse af rudearealerne anses dagslysniveauet som tilfredsstillende, hvis dagslysfaktorerne for rummene er bedre end 3 pct. ved arbejdspladserne dokumenteret igennem beregning eller har tilsvarende eller bedre dagslysforhold end et tilsvarende rum med 15 pct. glasandel i forhold til gulvareal.

Dagslysbestemmelserne kan indebære, at der i nogle bygninger ikke vil kunne anvendes solafskærmende glas.

Ved bestemmelse af dagslysforholdene bør der tages hensyn til de faktiske forhold, herunder vinduesudformning, lystransmittans og rummets og omgivelsernes karakter [1].

Vurdering af dagslys i bygninger

Et velbelyst rum kan understøtte menneskers døgnrytme og bidrage til velbefindende og sundhed. Dagslyset er det bedste lys vi kan få, men det er svært at vurdere, hvornår der lige præcis er tilstrækkeligt lys i et rum eller angive en absolut minimumsgrænse, som gælder for en bestemt type rum eller aktivitet. Ingen metode, som findes i dag, er perfekt til at vurdere dagslyset og den mest relevante metode afhænger af situationen. Lyseksperter verden over har i mange år diskuteret, hvordan man kan formulere standarder og bygningsreglement-bestemmelser, der sikrer en god dagslyskvalitet i bygninger, specielt i opholds- og arbejdsrum. Der er mange grunde til, at det har været svært at nå til fælles enighed. En af grundene er, at dagslyset konstant varierer og er afhængig af flere skiftende og/eller ukendte parametre såsom vejforhold, skyggende omgivelser og rummenes farver og indretning. En anden faktor er, at bestemmelsernes primære formål er at sikre, at visse mindstekrav til velbelyste rum overholdes, og derfor aldrig i sig selv kan være en garanti for at et givet bygningsdesign giver de optimale dagslysforhold. Et godt dagslydesign kræver både dygtige projekterende og gode designværktøjer, som kan benyttes til langt mere detaljerede analyser, end der kan beskrives i bygningsbestemmelserne.

Indenfor de seneste år er der udviklet såkaldte klimabaserede beregningsværktøjer, som giver et mere holistisk og virkelighedsnært billede af bygningers lysforhold over et helt år. Disse værktøjer samt andre mere simple metoder drøftes i den følgende tekst, med henblik på at identificere relevante metoder til vurdering af dagslysforhold. Det vurderes, at det vil være fordelagtigt, at flere forskellige metoder kan anvendes til at dokumentere, at bygningsreglementets krav om 'velbelyste rum' er overholdt. Samtidig bør det sikres, at metoder og resultater er kontrollerbare og/eller baseret på anerkendte beregningsværktøjer.

Forhold mellem glas- og gulvareal

En af de nuværende metoder i bygningsreglementets vejledningstekst til BR15 bestemmelse 6.5.2 stk.1 er en minimumsværdi for forholdet mellem glasareal og gulvareal i et rum. Metoden og dokumentationen er beskrevet i afsnittet om *Eksisterende Metoder i Bygningsreglementet* (se side 7-8).

Fordele

Fordele ved metoden er, at der er tale om en meget simpel beregning, som ikke kræver hjælp fra særligt uddannede rådgivere omkring dagslysvurderinger. Metoden er nem at bruge, det er svært at snyde med beregningerne, og den kræver ikke særlige værktøjer eller forudsætninger. Metoden er meget udbredt i dag til sikring af et vist dagslysniveau i nybyggeri.

Ulemper

Metodens største ulempe er, at der ved beregningen af det nødvendige glasareal skal korrigeres for en række forhold, som medfører 'reduceret lysgennemgang'. I øjeblikket findes der ikke let tilgængelige tabeller eller diagrammer, som viser, hvordan der skal tages hensyn til skyggende omgivelser, faste solafskærmninger, udhæng, specielle vinduesplaceringer m.v.

Konklusion

Som bygningsklasse 2020 fremstår nu, indgår metoden i selve bestemmelsesteksten, mens hensynstagen til omkringliggende omgivelser og deres indflydelse på dagslystilgang i rummet fremgår af vejledningsteksten. Metoden bør kun anvendes ved brug af korrektionsfaktorer for reduceret dagslysadgang. Hvis bestemmelserne baseres på forholdet mellem glasareal og gulvareal, anbefales det, at der udvikles en vejledning vedr. korrektionsfaktorer. Korrektionsfaktorerne kunne implementeres i en selvstændig vejledning eller som bilag til bygningsreglementet, direkte tilgængelig fra BR's hjemmeside.

Hvis korrektionsfaktorerne bliver tilgængelige via BR15's hjemmeside i form af et simpelt beregningsværktøj eller ved brug af enkle tabeller, vurderes metoden som værende tilstrækkelig til at sikre rimelige dagslysf forhold i stort set alle rum, som er omfattet af krav om velbelyste rum. Der vil altid kunne findes eksempler på rum, der ikke opleves som velbelyste, selv om arealkravet er opfyldt. Især tilfælde med meget dybe rum vil være kritiske ved brug af denne metode, specielt i forbindelse med placering af arbejdspladser langt fra vinduerne. Metoden bør derfor suppleres med en vejledningstekst om, hvordan det sikres og dokumenteres, at der er tilstrækkeligt lys ved arbejdspladser langt fra vinduerne.

Dagslysfaktor (DF)

Dagslysfaktoren (DF) har traditionelt været den mest anvendte metode til at vurdere dagslysforhold i bygninger, og den Internationale Belysningskommission (CIE) har foreslået anvendelse af dagslysfaktoren som den mest hensigtsmæssige metode til at vurdere dagslysforhold i bygninger.

Dagslysfaktoren er forholdet mellem belysningsstyrken i et givet punkt af et plan i et rum i forhold til belysningsstyrken på et vandret plan i det fri, uden skyggevirkning fra omgivelserne. DF er defineret ved en given luminansfordeling af himmelhvælvingen, normalt en såkaldt CIE overskyet himmel, og tager ikke hensyn til orientering i forhold til verdenshjørner.

Indtil udgangen af 2012 omfattede BR kravet vedr. dagslys (om at rummene skal være *vel belyste*) kun 'arbejdsrum', og vejledningen beskrev, at dagslyset kan anses for *at være tilstrækkeligt*, når det *ved beregning eller måling* kan eftervises, at der ved den enkelte arbejdsplads er en dagslysfaktor på 2 pct. Siden 2013 er kravet vedr. dagslys udvidet til også at omfatte beboelsesrum og køkkener i boliger. For beboelsesrum og køkken angiver vejledningen nu, at dagslyset kan anses for *at være tilstrækkeligt*, når det *ved beregning* kan eftervises, at der er en dagslysfaktor på 2 pct. i halvdelen af rummet, målt i et givet beregningsnet. For arbejdsrum er vejledningen, at dagslyset kan anses for *at være tilstrækkeligt*, når det *ved beregning* kan eftervises, at der er en dagslysfaktor på 2 pct. i arbejdszonen i rummet. Alternativt angives, at dagslyset i arbejdsrum kan anses for at være tilstrækkeligt, når det *ved måling* kan eftervises, at der er en dagslysfaktor på 2 pct. ved arbejdspladserne.

For bygningsklasse 2020 angiver vejledningsteksten for kontorer, skoler og institutioner m.m., at "Alternativt til opgørelse af rudearealerne anses dagslysniveauet som tilfredsstillende, hvis dagslysfaktorerne for rummene er bedre end 3 pct. ved arbejdspladserne dokumenteret igennem beregning eller har tilsvarende eller bedre dagslysforhold end et tilsvarende rum med 15 pct. glasandel i forhold til gulvareal".

Ved at anvende dagslysfaktorer beregnet i et helt beregningsnet søges taget højde for, at dagslysfaktoren beregnet i et enkelt punkt ikke siger noget om lysfordelingen i rummet. Ved at beregne den gennemsnitlige dagslysfaktor af alle punkterne i et beregningsnet, får man et udtryk for den samlede dagslysmængde i beregningsnettet i forhold til dagslyset udenfor. Herved tages der højde for lysintensiteten af både de lyseste og de mørkeste områder i beregningsnettet. Den gennemsnitlige dagslysfaktor, DF_{ave} , giver dog ingen informationer om fordelingen af lyset i rummet. Et dybt lokale med meget høje dagslysfaktorer ved vinduesfacaden opleves mørkt, hvis der i den anden ende af lokalet er en meget lav dagslysfaktor. Dette skyldes en skæv luminansfordeling i lokalet. Metoden tager udgangspunkt i en overskyet vejr situation, hvor det enkelte rums orientering er uden betydning. Det enkelte rums orienteringen har dog stor indflydelse på, om rummet vurderes velbelyst i en situation med solskin. Situationen med et dybt lokale medfører stor risiko for oplevelse af blænding pga. de store luminansforskelle. Oplevelsen af lyset i et rum afhænger således meget af de mørkeste områder af rummet, og derfor bør en vurdering af dagslyset ud fra dagslysfaktorer også omfatte en beregning af den laveste dagslysfaktor i beregningsnettet DF_{min} . Erfaringer viser, at DF_{min} typisk vil være af størrelsesorden 0,7 pct., for at et rum opleves som vel belyst..

Fordele

Ud over at være anbefalet af CIE er metodens fordele at projekterende har mulighed for at beregne DF i rum ved brug af frit tilgængelige akkrediterede beregningsprogrammer som fx Daylight Visualizer, DiaLux, Radiance, Relux, m.fl. Metoden sigter på at vurdere dagslysforholdene ved overskyet himmel, og tager således udgangspunkt i en 'worst case' situation. Metoden kan tage hensyn til de faktiske forhold vedr. vinduesplacering, fremspring og skyggende omgivelser. I eksisterende bygninger kan dagslysfaktoren kontrolleres ved måling.

Ulemper

Metodens ulemper er følgende:

- *Beregningerne* rummer mulighed for, at den projekterende vælger lidt for 'optimistiske' forudsætninger
- Beregninger medfører ret store usikkerheder i tilfælde med skyggende omgivelser og ukendte reflektanser af omgivelserne (især ved projektering af nybyggeri)
- Beregninger af DF_{min} medfører stor usikkerhed ved meget lave værdier
- Dagslysfaktoren er per definition uafhængig af vinduernes orientering, mens de faktiske lysforhold i et rum, afhænger stærkt af orienteringen
- *Målinger* af dagslysfaktorer er vanskelige og tidskrævende at gennemføre i praksis, dels fordi de skal gennemføres under de rette vejrforhold (en himmel, der ikke afviger for meget fra en CIE overskyet himmel), og dels fordi der skal foretages (præcis) samtidige målinger indendørs og udendørs
- Det kræver uddannet personale at evaluere dagslysfaktorberegninger. Dette stiller krav til uddannelsen af de myndigheder, som skal behandle byggesager, for at de kan gennemskue eventuelle manipulationer som ligger i beregningsforudsætningerne.

Når beregningerne foregår med realistiske beregningsforudsætninger, er de største usikkerheder, at dagslysfaktoren knytter sig til det faktum, at vinduers eksponering for dagslys er meget afhængigt af omgivelserne, herunder størrelse, højde og reflektanser af omkringliggende bygninger, tilstedeværelsen af træer og planter, samt reflektansen af det omgivende terræn. Beregningsværktøjer simplificerer som regel disse aspekter, og ofte mangler der data for de ydre omgivelser i designfasen.

Konklusion

Metoden er velkendt og udbredt hos rådgivere samt anbefalet af CIE. Men erfaringer viser, at usikkerheder vedrørende omgivelser og reflektanser kan medføre, at de projekterende er tilbøjelige til at vælge for optimistiske beregningsforudsætninger for at opnå et ønsket resultat. I forbindelse med dagslysfaktorberegninger i projekteringsfasen skal der ofte vælges forudsætninger og data, som endnu er ukendte, og derfor kan resultaterne være baseret på forkerte forudsætninger, fx forkert definerede rum, beregningsnet og omgivelsesforhold. Det må også betragtes som en ulempe, at beregningerne kan give indtryk af, at orienteringen er uden betydning for dagslyset i et rum, selv om det faktiske dagslys og oplevelsen af rummet afhænger stærkt af orienteringen.

Der vil altid kunne findes eksempler på rum, der ikke opleves som velbelyste, selv om krav vedr. dagslysfaktor er opfyldt. Hvor lyst et rum opleves afhænger i høj grad af lysfordelingen, og hvis kravet fortsat skal indgå som en metode i bygningsreglementet bør det overvejes om et krav til dagslys-

faktoren i arbejdszonen skal suppleres med et krav til DF_{min} i rummet. Et sådant krav vil have den konsekvens, at rumdybden bliver begrænset i rum med sidelys fra én facade.

For bestemmelserne vedr. dagslys i bygningsklasse 2020 er der risiko for at vejledningsteksten om en dagslysfaktor på 3 pct. i praksis vil resultere i en væsentlig begrænsning i rumudnyttelsen. Hvis metoden fortsat skal bruges i bygningsreglementet bør det overvejes, om der kan formuleres en mere generel vejledningstekst, som også medtager vejledning om en mindste dagslysfaktor DF_{min} .

Verificering af dagslysfaktorer er kompliceret. Efter etablering af byggeriet, vil overfladers farver og karakteristika spille en vigtig rolle for de resultater, som opnås ved målinger. Hvis beregninger verificeres ved brug af andre beregningsværktøjer er der ligeledes en usikkerhed mellem beregningsværktøjer og resultater fra de forskellige personer som udfører beregningerne.

Klimabaserede dagslyssimuleringer

Klimabaserede dagslyssimuleringer (Climate Based Daylight Modelling) er en statistisk baseret forudsigtelse af dagslysforholdene. Forudsigelsen er baseret på et sæt af standardiserede klimadata (strålingsdata) for den aktuelle lokalitet. Simuleringernes resultater er således specifikke for bygningens beliggenhed, orientering og udformning.

I modsætning til de simple metoder, glas/gulv arealforhold og dagslysfaktorer, giver klimabaserede dagslyssimuleringer et bedre helhedsbillede af, hvordan dagslysniveauet vil variere gennem alle årets dagslystimer. Klimabaserede simuleringer er derfor meget velegnede som designredskab.

De mest anvendte klimabaserede dagslyssimuleringsmetoder i dag er 'useful daylight illuminance' og 'daylight autonomy' udviklet henholdsvis i England og USA.

Useful Daylight Illuminance (UDI)

Useful Daylight Illuminance er udviklet med det formål at forenkle resultaterne fra klimabaserede dagslyssimuleringer. Metoden er udviklet på baggrund af en omfattende litteraturgennemgang af feltundersøgelser vedr. brugernes vurdering og adfærd i dagslys belyste rum. Metoden er baseret på en beregning af, hvor stor en del af tiden, der opnås belysningsstyrker på arbejdsområdet som vurderes værdifulde af brugere [2]. Metoden definerer en nedre grænse på 100 lux, hvorunder dagslyset anses for at være utilstrækkeligt, både som eneste lyskilde og som et supplement til elektrisk belysning. Desuden defineres en øvre grænse på 2.000 lux, hvorover dagslyset antages at medføre visuel og/eller termisk diskomfort. I intervallet 100 - 500 lux anses dagslyset som nyttigt, enten som eneste lyskilde eller som supplement til elektrisk belysning. I intervallet 500 - 2.000 lux anses dagslyset ligeledes som nyttigt, eller i hvert fald som acceptabelt. Metoden kortlægger hvor mange timer der opnås en belysningsstyrke i intervallet 100 - 2.000 lux i et enkelt punkt eller på et arbejdsplan.

Daylight Autonomy (DA)

Daylight Autonomy benytter klimabaserede dagslysberegninger til at bestemme, hvor stor en del af de årlige dagslystimer belysningsstyrken overstiger en given værdi (ønsket minimum belysningsstyrke) i et punkt eller arbejdsområde.

En meget udbredt variant af Daylight Autonomy er Spatial Daylight Autonomy (sDA), der defineres ved en procentdel af arbejdsplanet, hvor belysningsstyrken overstiger 300 lux i mindst halvdelen af brugstiden. Illuminating Engineering Society i USA har vedtaget sDA som en metode til at vurdere dagslyset i arbejdsområder [3]. Som en læringsproces for brug af metoden indgår metoden i den Amerikanske bæredygtighedsstandard LEED sammen med Annual Sunlight Exposure (ASE). Kombinationen af sDA og ASE er begrundet med, at sDA ikke har et maksimum grænse, mens ASE vurderer, hvornår sollyset risikerer at være for meget til arbejdsområdet. Det fremgår af metodens beskrivelse, at den er baseret på forskning i USA, og derfor er metoden måske mest relevant for lignende breddegrader og kultur. USA's breddegrader ligger fra 25° til 50° N imens København ligger på 55° N og har en anden lyskultur end USA.

Værktøjer til at simulere klimabaseret dagslys i bygninger

Der findes flere simuleringsværktøjer, der kan beregne dagslysfaktorer ud fra klimadata gennem et helt år. I praksis er programpakken DAYSIM langt den mest anvendte. DAYSIM er et valideret værktøj, der frit kan downloades [4]. Det er baseret på programmet RADIANCE, og skal forbindes med en

brugerflade som f.eks. Rhinoceros, SketchUp og Ecotect. DAYSIM leverer klimabaserede dagslys beregninger i form af Daylight Autonomy (DA) og Useful Daylight Illuminance (UDI).

Klimabaserede dagslyssimuleringer i den europæiske dagslysstandard
Standarden foreslår, at dagslys bør bidrage væsentligt til behovet for belysning i enhver form for byggeri. Det betyder, at facadevinduer og ovenlys skal have tilstrækkelige arealer til at give nok dagslys hele året. Et rum anses for at have tilstrækkeligt dagslys, hvis en fastsat minimum belysningsstyrke opnås i "en vis procentdel" af det relevante område af rummet i mindst 50 % af de lyse timer. Procentdelen af det relevante område af rummet afhænger af, om dagslyset modtages overvejende fra facadevinduer eller fra ovenlys.

Til vurdering af, om et rum opfylder (mindste-)kravene til dagslys, definerer standarden to metoder, som begge er baseret på klimabaserede dagslyssimuleringer. Metoderne forudsætter, at der defineres

- en krav-værdi (target value) for belysningsstyrke fra dagslys ($E_{\text{mål}}$) på en del af et beregningsnet i rummet i mere end halvdelen af dagslystimerne i året
- en minimums belysningsstyrke (E_{min}) skal være opnået for hele beregningsnettet i mere end halvdelen af dagslystimerne af året
- et beregningsnet, der dækker hele rummet og placeres i 0,85 m over gulvplan og i en afstand fra vægge på 0,5 m

Standardens beregningsmetoder er defineret som:

- Dagslysfaktorberegninger i referenceplanet. Bilag A i standarden specificerer minimumsværdier til DF i hele rummet eller dele deraf. Der er ikke tale om "normale" dagslysfaktorer, men om dagslysfaktorer beregnet ud fra strålingsdata, hvor der ses bort fra direkte solstråling.
- Belysningsstyrkeberegninger i referenceplanet med korte tidsintervaller (0,5 eller 1 time) ved brug af validerede beregningsprogrammer og klimadata for området.

I standardens bilag A fremsættes forslag til kravværdier og minimumsværdier og i bilag B fremsættes forslag til udførelse af dagslysfaktorberegninger, bl.a. definition af beregningsnettet.

Standardens anbefaling for Danmark

Ifølge Bilag A er *anbefalede minimumsværdier for Danmark*:

100 lx i hele rummet i halvdelen af dagslystimerne af året, hvilket svarer til $DF_{\text{min}} = 0,7 \%$ i hele rummet (beregningsnettet), samt 300 lx i halvdelen af rummet i halvdelen af dagslystimerne som svarer til $DF_{\text{mål}} = 2,1 \%$.

I forhold til bygningsreglementets vejledningstekst svarer $DF = 2,1 \%$ i halvdelen af rummet til det som fremgår af vejledningsteksten for boliger, med en skærpelse af kravet i forhold til minimums dagslysfaktor på $DF_{\text{min}} = 0,7 \%$. I forhold til arbejdspladser vil $DF = 2,1 \%$ i halvdelen af rummet betyde, at de arbejdspladser, som placeres i den del som ikke opfylder $DF = 2,1 \%$, risikerer at have en $DF_{\text{min}} = 0,7 \%$, svarende til kravet gældende for hele rummet.

Udover minimumsværdier, anbefaler standarden belysningsstyrker og dagslysfaktorer til "mellem-belyste rum" og "højt-belyste rum". Disse defineres ved, at kravet til sidelys fra vinduerne for halvdelen af rummet i halvdelen af dagslystimerne henholdsvis skal være 500 lx og 750 lx, som svarer til $DF = 3,5 \%$ og $5,3 \%$. For hele rummet i halvdelen af dagslystimerne er kravene

henholdsvis 300 lx og 500 lx som svarer til $DF = 2,1 \%$ og $3,5 \%$. Standarden på nuværende tidspunkt stiller kun krav til hvilke metoder der skal anvendes til at vurdere dagslys i bygninger. Minimum, mellem og højt belyste rum kan derefter vælges af de myndigheder eller standarder, som stiller krav hertil.

Fordele

Fordelen ved klimabaserede dagslyssimuleringer er at de giver et mere totalt billede af dagslysforholdene i et rum over hele året, for den aktuelle orientering og den specifikke lokalitet, med hensyntagen til omkringliggende bygninger. Simuleringerne kan udnyttes til at vurdere mulige energibesparelser til elektrisk belysning og når simuleringerne foretages med realistiske forudsætninger, giver resultaterne et godt billede af variationerne i dagslysniveauet. Derfor kan metoden altid anbefales til detaljerede analyser af dagslysforholdene, specielt i komplekse rum og bygninger.

Ulemper

Selv om klimabaserede dagslyssimuleringer giver et bedre billede af dagslysforholdene i et rum, kan der også identificeres en del ulemper:

- Metoden er væsentligt mere kompliceret end de helt simple metoder, der i langt de fleste tilfælde vil være tilstrækkelige til at sikre, at der er rimelige dagslysforhold
- De usikre beregningsforudsætninger, som hersker ved den simple dagslysfaktorberegning, eksisterer også ved de klimabaserede simuleringer
- En fuld udnyttelse af metodens muligheder kræver mange inputdata, som vil være svære at verificere
- Der mangler erfaring med simuleringerne ved brug af de forskellige programmer, som forbindes med DAYSIM. Forskellige programmer, som kan kobles til DAYSIM, anvender forskellige metoder til fortolkning af vejrdata (himmelluminans), og kan give forskellige resultater
- Der er risiko for, at resultaterne opfattes som 'den fulde sandhed', selv om metoden i virkeligheden rummer mange forenklinger. Metoden er normalt baseret på timeværdier af strålingsdata, selv om dagslyset ofte varierer voldsomt indenfor en time. Det er usikkert, hvor meget dette betyder for resultatet, men metoden ignorerer mange ekstremværdier
- Dagslysforholdene i et rum ved direkte sol er ofte meget komplekse. Hvor og hvornår direkte sollys kan forventes i lokalet har den største betydning, og kan ikke beskrives tilstrækkeligt ved et antal værdier for belysningsstyrken i en del af rummet
- Beregningsmetoden baseret på "klimabaserede dagslysfaktorer" er en speciel variant af begrebet dagslysfaktor, der ser bort fra direkte sollys. Omregning af strålingsdata, således at kun himmelstråling indgår, kan foretages på flere måder, og indebærer en forenkling i forhold til de faktiske dagslysforhold
- Anvendelsen af klimabaserede dagslyssimuleringer forudsætter, at der kan tages hensyn til enhver form for solafskærmning og reguleringen heraf. En del solafskærmninger kan forøge udnyttelsen af dagslyset betydeligt mens andre vil reducere udnyttelsen

Konklusion

Indtil fornylig var klimabaserede dagslyssimuleringer ikke almindeligt tilgængelige, men ved metodens implementering i bæredygtighedsstandarder til vurdering af dagslyset, vil metoden vinde stigende indpas i dagslydesign af

rum og bygninger. Herved vil der blive opbygget et godt erfaringsgrundlag med mulighed for bedre dokumentation af dagslysets variation hen over året. Usikkerhederne ved metoden, specielt i forbindelse med direkte sol, solafskærmning og ofte hastigt varierende strålingsforhold (som i det danske klima) bør dog vurderes kritisk.

I Danmark vil de værste eksempler på manglende dagslys forekomme i rum med nordvendte vinduer med skyggende omgivelser. Ved en sammenligning mellem klimabaserede dagslysberegninger og *DF* beregninger, for et rum med nordvendte vinduer på en første sal i hjørnet af en gård, viser beregningerne ingen forskel mellem klimabaserede simuleringer eller *DF* resultaterne [5]. Det vurderes, at usikkerheder forbundet med *DF* beregninger også eksisterer i de klimabaserede dagslyssimuleringer.

Der vil altid kunne findes eksempler på rum, der ikke opleves som velbelyste, selv om krav vedr. klimabaserede dagslyssimuleringer er opfyldt. Metoden kan med fordel bruges i designfasen for at optimere dagslysforhold i rum med forskellig anvendelse og forskellig placering i bygningen. Fx skelner Bygningsreglementet ikke mellem venteværelser og sengestuer på hospitaler. Ved at bruge metoden vil sengestuer i en hospitalsbygning kunne blive placeret mere hensigtsmæssigt mht. dagslys, højere UDI eller sDA end venteværelset. Vejledningen til BR kan derfor anbefale, at der udover at sikre minimumbestemmelsernes overholdelse laves mere detaljerede dagslysanalyser, specielt i rum og bygninger, hvor de sundhedsmæssige aspekter af lyset er særlig vigtige.

Verificering af klimabaserede dagslys simuleringer er svært. Beregningerne baseres på et standardiseret referenceår og de usikkerheder som er velkendt for dagslysfaktor beregninger gælder også for denne metode. Problematikkerne er velkendt og der arbejdes på at definere en metode til verificering af metoden [6].

Udsyn

Udsynet til omgivelserne er en af de vigtigste faktorer for personers vurdering af vinduer. Personer som arbejder i rum med små vinduer eller placeres langt fra et vindue udtrykker utilfredshed med vinduerne og dagslyset i rummet samt udtrykker en følelse af indelukthed og et behov for "kontakt" til omverden [7]. Udsyn er især vigtigt for personer som tilbringer stor del af døgnet i det samme lokale, som fx patienter på hospitalssengestuer, ældre mennesker i deres hjem og børn i institutioner.

Ifølge bygningsreglementets bestemmelse 6.5.1 Stk. 2 *skal arbejdsrum mv. og beboelsesrum forsynes med vinduer, der er anbragt, så personer i rummene kan se ud på omgivelserne.* Vejledningsteksten hertil om, at *udsynet eller udsigten til omgivelserne er en af de vigtigste faktorer for oplevelsen af rummet. Arbejdsrum mv. og beboelsesrum, der primært belyses via ovenlys, skal altid forsynes med sidevinduer, så der etableres udsyn til omgivelserne.*

I vejledningstekst til Bygningsklasse 2020 fremgår at vinduers størrelse og placering har stor betydning for udsyn.

Udsyn bliver vurderet i DGNB ved solafskærmningens dækning af vinduet. Des mindre solafskærmningen dækker vinduet ved overskyet himmel og jo mindre solafskærmningen dækker udsynet ved direkte sol, des bedre ifølge DGNB. Denne vurdering fremmer brug af dynamisk solafskærmning. Metoderne beskrevet i DGNB og bygningsreglementets bestemmelser vurderer ikke det udsyn som tilbydes gennem vinduet.

Den Europæiske dagslystandard indeholder en metode til at vurdere selve udsynet. For *udsyn* gælder ifølge standarden, at der skal defineres en *minimumsdel af rummets brugsareal (X %)*, hvorfra brugerne som minimum har udsyn til et "landskabslag" (fx bygning). For brugsarealet skal der ligeledes defineres *vindues breddens minimums horisontal sigtevinkel* (en vinkel set fra en bestemt position i rummet til de vertikale vinduesrammer). Der skal defineres en *minimumsafstand* til næste bygning og udsynsvinduer bør have definerede *minimum dimensioner* (bredde til højde, m²). Standardens bilag C indeholder forslag til minimumsværdier. Udover et minimum for udsyn er der en klassificering af middel udsyn og godt udsyn med definerede større vinkler, større afstand til næste bygning og flere udsyns lag (himmel og jord/asfalt).

Fordele

Fordele ved DGNB metoden er dens enkelhed. Solafskærmningsdokumentationerne skal fremlægges for at vise at der er taget hensyn til udsyn ved valg af solafskærmningen og at der er udsyn til de ydre omgivelser når den er aktiveret.

Fordele ved metoden i den Europæiske standard er, at der tages hensyn til selve udsynet fra en bestemt del af rummet, og at der defineres en minimumsafstand til næste bygning.

Ulemper

Ulemper ved begge metoder er at de ikke kan garantere kvaliteten af udsyn fra lokalet da det afhænger af de lokale omgivelser og lokalernes placering i bygningen.

Ulemper ved metoden som fremgår af den Europæiske standard er at der opstår yderligere arbejdsopgaver ved dokumentationen af velbelyste rum i bygninger og at metoden forekommer kompliceret.

Konklusion

Det vurderes meget relevant at inkludere udsyn fra lokaler i bygningsreglementet, fx på den måde som det står på nuværende tidspunkt i BR15.

Det bør overvejes om vurdering af solafskærmning skal medtages i vurdering af udsyn som det gøres i DGNB. Metoden til vurdering af udsyn i den europæiske standard forekommer kompliceret og det vurderes sandsynligt at metoden bliver forenklet i den endelige version. Hvis standarden bliver aktuel, vil metoden kunne bruges i vejledningen til BR.

Sollys

Direkte solindstråling vurderes som værende en kvalitet i rum, hvor folk opholder sig i længere tid, som fx beboelsesrum, opholdsrum i institutioner og sengestuer på hospitaler. Det samme gælder i en vis udstrækning for arbejdslokaler, hvor et flertal af brugerne sætter pris på solindstråling i den mørkeste del af året [7]. I vintersæsonen kan solindstråling i et lokale påvirke humøret positivt, men hvis det varer i længere tid, kan direkte sollys opleves som ubehagelig blænding og kan dermed nedsætte arbejdssevne, ikke mindst i sommerperioden.

Klimabaserede dagslyssimuleringer er én metode, som medtager sollyset i den samlede vurdering af dagslysforholdene. Klimabaserede dagslyssimuleringer fortæller dog ikke så meget om oplevelsen af lokalerne, da oplevelsen er afhængig af, hvor og hvornår solskin er til stede i lokalet. Oplevelsen kan derfor med fordel vurderes ved brug af simple 3D grafikprogrammer, som er i stand til at beregne og visualisere, hvornår direkte sol vil kunne ramme en facade og hvornår facaden vil ligge i skygge, ifølge skyggediagrammer [8]. Kittle og Darula fremhæver behovet for at undgå fejl ved brug af disse programmer ved at følge ISO standard på området [9].

Et eksempel på krav til sollys fremgår af DGNB til institutioner, hvor der ved brug af skyggediagrammer skal dokumenteres, at der mindst er ét rum i en daginstitution, som har direkte sollys i to timer ved jævndøgn.

Den europæiske dagslysstandard foreslår at sollys i rum vurderes ved direkte solstråling i et minimum antal timer (h) for givne datoer. Det gælder for mindst ét opholdsrum i boliger, sengestuer på hospitaler samt opholdsrum i børneinstitutioner, samt andre rum, hvor sollys vurderes særlig værdifuldt for rummets brugere.

Standardens bilag A beskriver anbefalede minimumsværdier på 1,5 time den 21. marts, medium på 3 timer og høje værdier for > 4 timer. Standardens bilag D beskriver vurderingsmetoden.

Fordele

En fordel ved at implementere krav om direkte sollys vil være, at det vil skabe større bevidsthed hos de projekterende om dagslysforholdene i en bygning. Det vil være en fordel, at bevisførelse af kravets overholdelse kun er nødvendigt i tilfælde, hvor der i forvejen er risiko for ringe dagslysadgang, typisk for boligblokke i tæt bymæssig bebyggelse. Det er en fordel at værktøjerne er forholdsvis enkle at benytte samt at resultaterne normalt er nemme at aflæse og kontrollere.

Ulemper

Et krav til antal timer for direkte solstråling på bestemte datoer er svær at verificere i praksis. En anden stor ulempe ved at stille krav om direkte sollys i en bygning er, at det vil være et nyt krav i forhold til, hvad der har været gældende i tidligere bygningsbestemmelser i Danmark. Dette gør det umiddelbart vanskeligt at vurdere, i hvilken grad eksisterende bygninger opfylder et sådant krav. Et krav om sollys vil også sætte en vis begrænsning på, hvordan lejligheder kan placeres i en boligblok, ligesom et sådant krav i praksis vil betyde en begrænsning for hvordan nye bygninger kan placeres i forhold til eksisterende bygninger.

Konklusion

Direkte sollys i en bygning må betragtes som en væsentlig del af den dagslysmæssige kvalitet, og derfor ville det give god mening at undersøge sollys i rum eller bygninger, hvor mennesker opholder sig i længere perioder. Hvis et krav vedrørende sollys skulle indgå i bygningsreglementet vil det kunne udformes så det kun er aktuelt for bygninger med relativt ringe dagslysforhold, og derfor er den ekstra projekterings- og dokumentationsbyrde, som et sådant krav ville pålægge de projekterende, beskeden. Kravet vil ligeledes sætte begrænsninger for udformning af de bygninger det vil gælde for, som risikerer en fordyrelse af byggeriet. Hvis en europæisk standard bliver aktuel, vil metoden kunne bruges i vejledningen til BR.

Blænding

Indtil videre findes der ikke en standardiseret metode til vurdering af blænding fra dagslys. DK-DGNB indeholder tiltag til at begrænse blænding ved at tildele points ved anvendelse af afskærmningssystemer (fx persienner, screens eller gardiner), som tillader dagslys i rummet og udsyn til det fri samtidigt med at det afskærmer for blænding ved at reducere direkte dagslys.

Den Europæiske Standard, foreskriver som den første standardiserede metode til vurdering af blænding fra dagslys, brugen af Daylight Glare Probability (DGP). Metoden er baseret på en beregning af sandsynligheden for at en bruger vil føle sig generet af blænding. Sandsynligheden er baseret på beregning af den vertikale belysningsstyrke som er målt på øjets plan. Den enkle form for DGP er:

$$DGP = 6.22 \cdot 10^{-5} \cdot E_v + 0.184$$

hvor E_v er den vertikale belysningsstyrke målt på øjets plan.

Beregning af DGP kan ske både ud fra HDR billeder af dagslysforholdene i lokalet og ud fra HDR renderinger i fx Radiance.

Ifølge den Europæiske standard bør DGP ikke overskride en fastsat blændings-sandsynlighed i mere end X % af brugstiden af et rum. Bilag A anbefaler en nedre grænse for DGP = 0,45 for en lav blændingsforebyggelse, en værdi DGP = 0,40 for middel blændingsforebyggelse samt en værdi på og DGP = 0,35 for en høj blændingsforebyggelse, hvor alle maksimalt må overskrides 5 % af defineret brugstid.

Metoden beskrives i standardens bilag E.

Fordele

Den metode som fremgår af DGNB er meget simpel og nem at efterbevise. Den søger for at blænding kan minimeres når den opstår.

DGP metoden kan bruges allerede i designfasen til at optimere dagslysforholdene i lokaler ved at minimere risiko for blænding.

Ulemper

DGNB metoden sørger ikke for at blændingsafskærmningssystemet bruges, når der er behov for det og kan derfor ikke garantere at blænding opstår.

DGP er afhængig af den vertikale belysningsstyrke målt på øjeplan som er resultatet af det dagslys som når ind i lokalet og påvirkes af skyggende omgivelser. I designfasen er de usikkerheder som er blevet nævnt for DF og klimabaserede dagslys simuleringer også relevante, da bygningers ydre omgivelser vil have en stor indflydelse på det lys som når ind i lokalet. DGP er ligeledes afhængig af den definerede synsretning da belysningsstyrken på øjeplan indgår i beregningerne.

Konklusion

Metoden som fremgår af DGNB er meget simpel men sikrer ikke at brugerne bliver udsat for blænding, mens DGP estimerer risiko for blænding i forhold til designparametrene. Det forventes at DGP bruges i større udstrækning ved dagslydsdesign i de kommende år.

I vejledningsteksten til bestemmelsen bør det overvejes at inkludere en redegørelse for hvordan blænding reduceres fx ved dokumentation af solaf-

skærmning eller i tilfælde af implementering af den Europæiske standard bør metoden som fremgår af standarden gælde.

Sammenfatning

Gennemgangen af metoder til vurdering af dagslys i bygninger viser, at der er mange måder at vurdere dagslys i rum og bygninger. En vigtig pointe i vurderingen af disse metoder er, hvorvidt metoderne bør anvendes i bygnings designfase eller bruges til at bekræfte et vist minimumsniveau for velbelyste rum.

For at optimere dagslysforholdene i en bygning er klimabaserede dagslyssimuleringer sammen med skyggediagrammer, vurdering af udsyn samt blændingsbegrænsning alle gode metoder til brug i designfasen for en bygning, til at sikre optimale dagslysforhold i de forskellige lokaler.

Klimabaserede dagslyssimuleringer indikerer dagslysbidraget i lokalet for hele året og kan benyttes til at vurdere mulige energibesparelser til elektrisk belysning. Skyggediagrammer kan bruges til at sikre, at sollyset rammer de relevante lokaler og områder i lokalerne på udvalgte tidspunkter. Andre metoder og simple værktøjer kan benyttes til at sikre, at de mest relevante lokaler får det bedste udsyn, samtidig med at det er muligt at reducere eller undgå blænding.

Hensynet til de forskellige parametre for kvaliteten af det visuelle miljø kan i nogle tilfælde medføre modsætninger, fx kan der være risiko for blænding i lokaler, som har fået de bedste dagslysvurderinger på de øvrige parametre. En vurdering af alle kvalitetsparametrene er meget værdifuldt i designfasen for at optimere placering og indretning af lokaler i en bygning i forhold til dagslyskvalitet og energibesparelser.

Bygningsreglementets generelle formål er at sikre tilfredsstillende sikkerheds- og sundhedsmæssige forhold, herunder et vist mindste kvalitetsniveau for dagslyset i bygninger. Samtidig er det ønskeligt at overholdelsen af dette mindste niveau kan efterbevise på en relativt overskuelig måde. Kravet, som det er formuleret i BR15, at et rum skal være vel belyst, er et funktionskrav, som kan forklares gennem eksempler i vejledningsteksten. Vejledningsteksten indeholder på nuværende tidspunkt to eksempler på metoder til at efterbevise at kravet er overholdt. En gennemgang af flere metoder viser, at der er mange muligheder at vælge imellem når dagslysforhold i bygninger skal vurderes. Deres fordele og ulemper i forhold til eftervisning af at kravet er overholdt anbefales taget i betragtning ved valg af den eller de metode(r), som kommer til at indgå i fremtidens bygningsreglement.

Den Europæiske Dagslysstandard

Hvis den Europæisk Dagslysstandard, som er fremsent til høring i CEN, bliver vedtaget, anbefales der at henvise til standarden i Bygningsreglementet til udarbejdelse af mere detaljerede dagslysanalyser, specielt for rum og bygninger, hvor de sundhedsmæssige aspekter af lyset er særlig vigtige.

Ved at henvise til standarden i Bygningsreglementet bliver der stillet krav til hvilke metoder, der kan anvendes til vurdering af dagslys i bygninger. Det skal herefter indgå i bygningsreglementet, hvilke minimumværdier, der skal bruges for velbelyste rum i Danmark. I standardens bilag fremgår der eksempler for minimum, middel og høje værdier, som skal vælges af myndighederne. På nuværende tidspunkt vil implementering af krav til minimum

dagslys ifølge standarden ikke ændre særlig meget i forhold til nuværende praksis, da klimabaseret simuleringsdata er omdannet til dagslysfaktorer, som svarer nogenlunde til det som fremgår på nuværende tidspunkt af vejledningsteksten i BR15. De andre kvalitetsparametre, som indgår i standarden, er blevet gennemgået i indeværende dokument. Implementering af disse som krav i bygningsreglementet vil betyde yderligere arbejdsopgaver for de projekterende, en fordyrelse af byggeriet som bør indgå i overvejelser i forhold til implementering af metoderne i bygningsreglementet.

Referencer

- [1] Trafik- og Byggestyrelsen. (2015). *Bekendtgørelse af offentliggørelse af bygningsreglement 2015 (BR15)* (BEK nr. 1601 af 14/12/2015) med (BEK nr. 69 af 14/01/2016). København.
- [2] www.climate-based-daylighting.com. *Climate based daylighting*. Lokaliseret 18/02/2016 på: <http://climate-based-daylighting.com/>
- [3] Illuminating Engineering Society. (2013). *Approved Method: IES Spatial Daylight Autonomy (sDA) and Annual Sunlight Exposure (ASE)* (IES LM-83-12). New York.
- [4] www.daysim.ning.com. *DAYSIM*. Lokaliseret 18/02/2016 på: <http://daysim.ning.com/page/download>
- [5] Alvarez, M.G. (2016). *Daylight Design Considerations for Retrofitting Buildings of Architectural and Historical Interest: A Simulation-Based Investigation for a Copenhagen Case Study* (M.Sc. afgangprojekt). Århus: Århus Universitet.
- [6] Mardaljevic, J., Brembilla, E. & Drosou, N. (2016). *Real-World Validation of Climate-Based Daylight Metrics: Mission Impossible?* CIBSE Technical Symposium, Edinburgh, UK 14-15 April 2016.
- [7] Christoffersen, J. et al. (1999). *Vinduer og dagslys, En feltundersøgelse i kontorbygninger* (SBI-rapport 318). Hørsholm: Statens Byggeforskningsinstitut.
- [8] Tregenza & Wilson. (2011). *Daylighting Architecture and Lighting Design*. Routledge.
- [9] Kittler & Darula. (2013). *Determination of time and sun position system*. Solar Energy, vol. 93, pp. 72–79.

Bygningsreglementet stiller krav om, at rum skal være velbelyste, og henviser i vejledningsteksten til to forskellige metoder, der kan bruges til at dokumentere, at rum er velbelyste. Men der er mange andre metoder til at vurdere dagslys i rum og bygninger.

Inden for de seneste år er der udviklet såkaldte klimabaserede beregningsværktøjer, som giver et billede af bygningers lysforhold over et helt år. Denne rapport vurderer, hvorvidt disse og en række mere simple metoder er egnede til at vurdere dagslys i rum set i forhold til bygningsreglementets bestemmelser.

Resultaterne i rapporten kan blandt andet anvendes til at vurdere, hvilke metoder man bør anvende i byggeprojektets designfase, og hvilke man bør anvende til at bekræfte, at et rum er velbelyst.

1. udgave, 2016
ISBN 978-87-563-1765-8