

En genomgång av svenska dagsljuskrav



Författare:

Paul Rogers
Max Tillberg
Ewa Bialecka-Colin
Magnus Österbring
Peter Mars

Byrån för Arkitektur och Urbansim
Bengt Dahlgren AB
Byrån för Arkitektur och Urbansim
NCC Teknik och Hållbar utveckling
ACC Glasrådgivare

SBUF ID: 12996
Maj 2015

Förord

Denna rapport utgör redovisning av SBUF-projekt 12966 "Förstudie dagsljusstandard". Författarna är av projektledaren ombudda att medverka i projektet mot bakgrund av deras ställning som sakkunniga inom dagsljus i byggnader. Huvudförfattarna är frekvent anlitade som föreläsare och konsulter inom området. Meriterna är i första hand yrkesmässiga framför akademiska. De är konsulter anlitade av såväl stora som små byggbolag. Uppgiften har varit att fritt beskriva och tolka historik, dagsläge och framtida utvecklingsbehov för dagsljus i byggnader inom ramen för Boverkets byggregler. Projektet har varit en förstudie i syfte att utforma ett förslag på hur man kan gå vidare mot att skapa en förbättrad och moderniserad tolkning av BBR avsnitt 6:322. Slutmålet är en för byggbranschen tillämpbar och fungerande dagsljusstandard.

Författarna vill framföra sitt särskilda tack till Per Nylén (Arbetsmiljöverket), Ulla Rosenius (Arbetsmiljöverket) och Arne Lowden (Stockholms Univeristet) för den värdefulla kunskap de delat med sig av under detta projekt. Teamet vill också tacka Anton Johansson (Byrån för Arkitektur och Urbanism) och Anders Karlsson (Översättningsbolaget) för deras hjälp med texten.

Projektledare

Claes Engström (Skanska Teknik)

Huvudförfattare

Paul Rogers (Byrån för Arkitektur och Urbanism)

Max Tillberg (Bengt Dahlgren AB)

Författare

Ewa Bialecka-Colin (Byrån för Arkitektur och Urbanism)

Peter Mars (ACC Glasrådgivare)

Magnus Österbring (NCC Teknik och Hållbar utveckling)

Referensgrupp

Magnus Österbring (NCC Teknik och Hållbar utveckling)

Karvel Andersen (Skanska Grön affärsutveckling)

Jonas Gräslund (Skanska Kommersiell utveckling Norden)

Anna Wickman Hamnö (NCC Housing)

Peter Gipperth (HSB Göteborg)

Malin Svanberg (AF Bygg)

Catarina Warfvinge (Sweden Green Building Council)

Kontaktperson Boverket

Lars Estlander

Sammanfattning

Det finns ett antal aktuella trender såsom stadsförtätning, interiörmaximering och förbättrad energiprestanda som påverkar såväl nya som befintliga byggnader. Mycket tyder på att dessa trender kommer att intensifieras och bestå inom överskådlig framtid och även om en sådan utveckling har många fördelar så finns det också negativa aspekter som måste beaktas. En sådan aspekt är att denna utveckling ofta sker på bekostnad av tillgången till dagsljus i byggnader. Det är sedan länge känt att det finns ett starkt samband mellan begränsad dagsljus tillgång och människors hälsa och välbefinnande. Då människor spenderar en allt större del av sin tid inomhus, särskilt under de mörka vintermånaderna, är det av vikt att byggnaders utformning med hänsyn till dagsljus regleras som motvikt till dessa trender. Boverkets byggregler beaktar detta och anger att "Rum eller avskiljbara delar av rum där människor vistas mer än tillfälligt ska utformas och orienteras så att god tillgång till direkt dagsljus är möjlig, om detta inte är orimligt med hänsyn till rummets avsedda användning". De riktlinjer som tolkar vad "god tillgång" innebär och hur det ska beräknas är dock föråldrade, svårbegripliga och omoderna vilket har resulterat i att de tills nyligen använts sparsamt. I samband med en ökad användning av miljöcertifieringssystem för byggnader, främst Miljöbyggnad, har problematiken kring de föråldrade riktlinjerna kommit fram i ljuset och då istället orsakat osäkerhet, med ökade ledtider och kostnadsdrivande lösningar som följd.

Rapporten syftar till att ge en övergripande bild av problematiken med dagens riktlinjer för dagsljus i byggnader, hur föreskrifterna har utvecklats över tid och slutligen vilka möjligheter och behov som finns för fortsatt utveckling.

För att påvisa detta har tillgänglig litteratur sammanställts och exempel från verkligheten lyfts fram. Genom att undersöka kravställning och standarder från andra europeiska länder samt internationella miljöcertifieringssystem har möjliga vägar framåt identifierats. En kartläggning av berörda parter och deras intresse i frågan har genomförts för att säkerställa att de förslag som ges till fortsatt arbete är robusta och rimliga att genomföra.

Dagens riktlinjer för dagsljus i byggnader har sina rötter i 1970-talets oljekris och dagens råd om en dagsljusfaktor på 1% kan spåras tillbaka till 1975 års utgåva av Svensk Byggnorm. De beräkningsanvisningar som finns för att bestämma dagsljusfaktor avser en handberäkningsmetod som inte är kompatibel med modern projektering. Med dagens 3D-projektering är behovet att bestämma dagsljusfaktor i en enskild punkt sedan länge överspelat och flertalet länder har övergått till mer tillförlitliga metoder som att beräkna genomsnittlig dagsljusfaktor över en yta. Internationellt finns också exempel på att gränsvärden för tillräcklig mängd dagsljus ställs olika beroende på rums- och byggnadsfunktion till skillnad från det statiska förhållningssätt som återfinns i Sverige. Liknande ålderstecken återfinns i den förenklade metoden för bestämning av erforderlig fönsterglasarea, som beskrivs i SS 91 42 01 från 1988, då den i praktiken sällan går att applicera.

Det är tydligt att de riktlinjer som finns för att säkerställa tillräcklig mängd dagsljus i byggnader är föråldrade. Prioritet bör omedelbart ges till att ompröva vad Boverket avser med funktionskravet "god tillgång till direkt

dagsljus” för att möjliggöra en modern och differentierad kravställning baserad på rums- och byggnadsfunktion som bättre reflekterar samhällets behov. Till detta krävs stöd i form av en uppdaterad beräkningsmetodik som gäller för datorsimulering av dagsljus. Med en sådan uppdatering finns ingen anledning att behålla en punktformig dagsljusfaktor utan den mer robusta bedömningen som ett genomsnitt över en area ger bör implementeras. Att helt överge dagsljusfaktor till förmån för dynamiska och klimatbaserade indikatorer bedöms vara ett alltför stort steg i nuläget men är något som på sikt bör övervägas. För att öka tillförlitligheten i beräkningar bör en ny beräkningsmetodik kompletteras med ett dokument som anger standardiserad indata liknande det som gjorts för energiberäkningar inom SVEBY. Slutligen behöver den förenklade metoden beskriven i SS 91 42 01 anpassas efter moderna förutsättningar så att den blir applicerbar och begränsningarna förtydligas för att den inte ska användas på ett otillbörligt sätt.

Innehållsförteckning

0 Inledning

1 Behovet av lagstiftning

- 1.1 Urban täthet
- 1.2 Maximering av LOA
- 1.3 Energieffektivisering
- 1.4 Arkitektoniska trender

2 Dagsljusets historik i regelverk

- 2.1 Byggregler 1960 - 2014
- 2.2 Arbetsmiljöverket
- 2.3 Övriga myndigheter
- 2.4 Förnyat intresse

3 Regler idag

- 3.1 Krav på dagsljus och utblick i BBR 21
- 3.2 Arbetsmiljöverkets föreskrift

4 Dagsljusets betydelse

- 4.1 Hälsoaspekter
- 4.2 Energi och inneklimat
- 4.3 Övriga värden

5 Hur ställer man krav på dagsljus?

- 5.1 Indikatorer
- 5.2 Att mäta dagsljus

6 Parallella standarder

- 6.1 Nationella krav i Europa
- 6.2 Frivilliga klassningsystem
- 6.3 Övriga standarder
- 6.4 Klimatbaserade stadardiseringsinitiativ

7 Vem påverkas?

- Kommuner
- VVS konsulter
- Arkitekter
- Belysningsbranschen
- Beställare/byggherrar
- Byggbolag
- Hyresgäster (företag)
- Enskilda användare

8 Slutsatser

- 8.1 Sammanfattade behov
- 8.2 Förslag på fortsatt arbete

Inledning

I Sverige varierar dagsljuset kraftigt över året. Under vintermånaderna är det långa tider molnigt så förutom att exponeringstiden är mycket begränsad är de få timmar med sol vi har dessutom dunkla. Det debatteras mycket om hur stor den potentiella fördelen med ökad dagsljusstillgång i byggnader egentligen men i Sverige är kopplingen mellan dagsljus och hälsa är av särskilt intresse. Även om forskningen fortfarande försöker definiera dagsljusets alla fördelar på hälsa och välbefinnande så står det klart att begränsad dagsljusstillgång medföljer hälsorisker. Eftersom befolkningen tillbringar huvuddelen av de mörka vintermånaderna inomhus så spelar byggnaderna en huvudroll i att förebygga hälsorisker kopplade till otillräcklig dagsljusstillgång.

Det är nog ingen som ifrågasätter att svensk arkitektur till stor del utvecklats med dagsljus som huvudtema. Fram till mitten av 70-talet sågs dagsljus som ett viktigt kriterium för både arkitekter och stadsplanerare. Det senaste århundradet har användandet av elbelysning ökat och byggbranschen har därför kunnat prioritera en mängd andra kriterier på bekostnad av dagsljuset. Med fortsatt stadsförtätning, areamaximering, ökad energieffektivitet samt rådande arkitekturtrender har dagsljusstillgången i byggnader påverkats negativt. De tre första är trender som förväntas öka och fortgå inom en överskådlig framtid. Det är även viktigt att notera att dessa trender sällan är isolerade företeelser utan samverkar. Det medför att det blir allt svårare att uppnå kraven på dagsljus i byggreglerna. Försvårande i sammanhanget är att nuvarande regler och föreskrifter i ämnet är föråldrade och vaga. Reglernas tillämpning har kostat både tid och pengar helt i onödan medan de potentiella hälsoriskerna består.

Behovet av lagstiftning

Det finns ett antal aktuella marknadstrender som leder till minskat dagsljusinsläpp i såväl nya som gamla byggnader. Till trenderna hör tilltagande stadsförtätning, areamaximering, ökad energieffektivitet samt arkitekturmode. De tre första är helt klart trender som kommer att intensifieras och bestå inom överskådlig framtid. Notera även att faktorerna sällan är isolerade företeelser utan oftast interagerar de med varandra och utmanar tillgången på dagsljus-tillgång om de inte hålls under kontroll.

Tilltagande stadsförtätning

Markpriserna i svenska storstäder har stigit dramatiskt de senaste åren. Och när kommunerna söker finansiering av sina budgetar så är försäljning av kommunal mark ett extra, välbehövligt tillskott till kassan. Tilltagande stadsförtätning ger såväl ökade skatteintäkter som minskade infrastrukturkostnader. Stadsförtätning begränsas ofta av myndigheternas krav på parkering, men på sistone har många kommuner börjat att lätta på det kraven. I stadskärnorna är det vanligt att lägga till våningar ovanpå befintliga byggnader och i resten av staden brukar nybyggena integreras i den befintliga stadsbilden. Det kan drastiskt påverka den dagsljusmängd som når grannbyggnaderna. Framförallt tillgång till direkt solljus kan bli svår. Detaljplanerna tillåter numer stadsförtätningar som gör det svårt att uppnå de dagsljusnivåer som BBR kräver. Hagastaden i Stockholm är ett exempel på en väldigt förtätad stadsdel (FIG 1.1). Centrala Stockholm ger på samma sätt många exempel på hur extra våningsplan



(FIG 1.1) Planerat projekt, Norra Station Stockholm. Området är mycket tätt planerat och har ofta avskämingsvinklar som gott och väl överstiger 60° . En så avgränsad himmelsvy ger extremt begränsat dagsljusinsläpp i stora delar av projektet.

byggda ovanpå befintliga byggnader medfört svårigheter för dagsljusinsläpp i grannbyggnaderna (FIG 1.2). Nya studier visar att stadsplaneringen i norra Europa förmodligen är den dominerande faktorn som avgör dagsljusinsläppet (1). Dock så är dagsljus ofta inte prioriterat på det här planeringsstadiet i Sverige. I Storbritannien bidrar "right-to-light"-lagstiftningen till att styra utvecklingen och även om det inte finns liknande lagstiftning i Sverige, så skulle BBR:s dagsljusregler kunna vara en möjlig referenspunkt. Det är värt att notera att nuvarande gränsvärde om cirka 1% innebär avsevärda utmaningar i dagens stadsmiljö (FIG 1.3), i många fall är det till och med omöjligt att uppfylla. Så även om det är viktigt att BBR:s dagsljusgränsvärde blir konsekvent implementerat, så måste ramverket även vara flexibelt nog för att hantera sådana situationer. Det krävs ytterligare studier om förhållandet mellan stadsför tätning, byggnadshöjder och dagsljusfaktorn för såväl nya som gamla byggnader.

(FIG 1.2A & B) VSC diagram anger den andel av himmelsljuset som kommer från en CIE overcast sky (mulen himmel) som träffar respektive fasad. Ett grovt antagande kan därefter göras att fönster vilka nås av mindre än 12% VSC (visas med mörkblå färg) troligen har svårigheter att uppnå dagsljuskraven.

Kv. Loen och Björnen, Stockholm. Ursprunglig kontext (ovan) och med nygjorda påbyggnader (nedan). Sådana projekt blir allt vanligare i svenska storstäder. Här påverkar man redan ansträngda dagsljusförhållanden för grannfastigheterna ytterligare till det sämre.

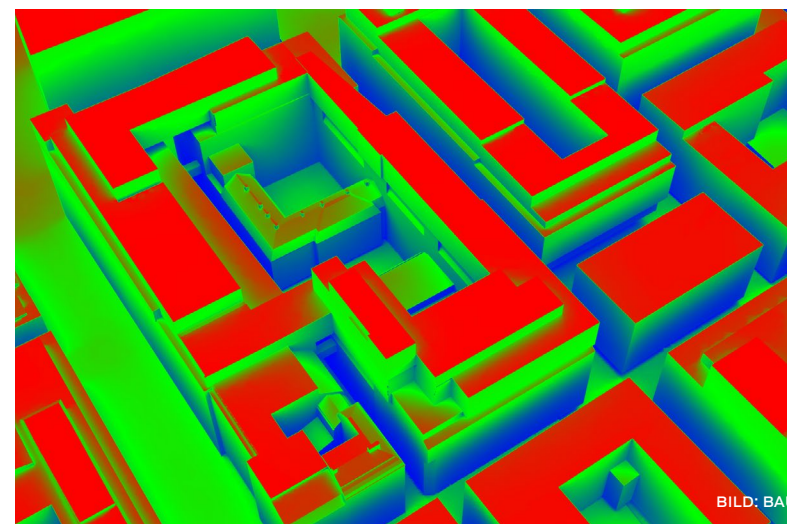
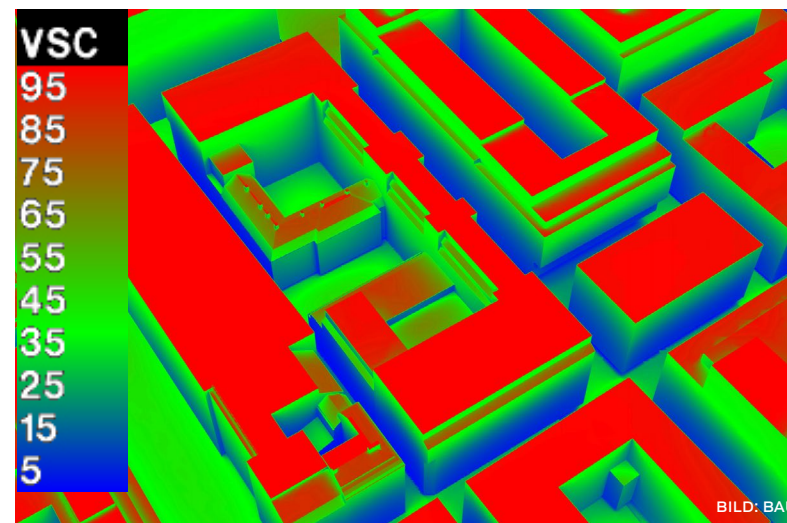


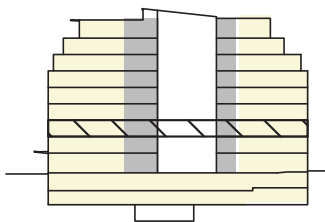
FIG 1.2



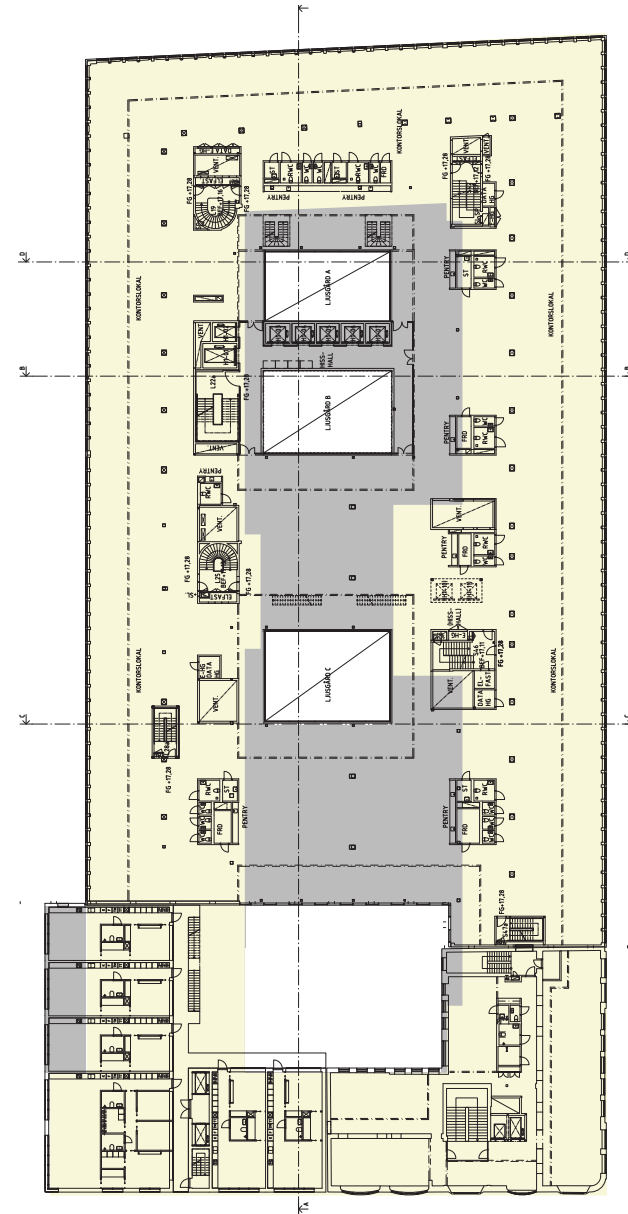
(FIG 1.3) Vy över Stockholms stad. Många områden i den befintliga stadsbilden innebär utmaningar om man ska uppfylla BBR:s dagsljuskrav.

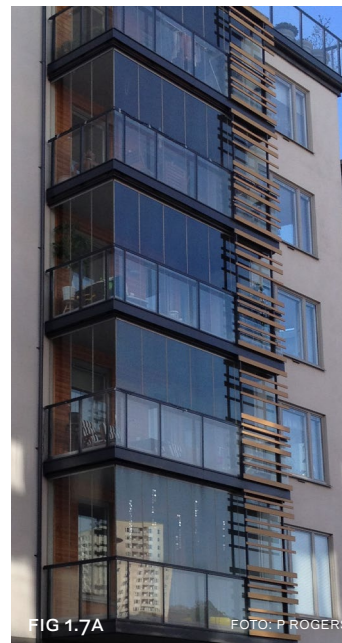
Areamaximering

Som nämnts tidigare har markpriserna i storstadsområden stigit dramatiskt på sistone och detsamma gäller även byggkostnaderna. Det har lett till att kvadratmeterpriserna slagit rekord, vilket i sin tur fått fastighetsägare och fastighetsutvecklare att använda varenda kvadratmeter fullt ut. Innergårdar har ofta mer eller mindre förminsats till ljusschakt för att maximera antalet arbetsplatser per kvadratmeter och arbetsplatserna hamnar ofta långt från fönster (FIG 1.4). Kontorslandskap är ett effektivt sätt att maximera antalet arbetsplatser, men lösningen är även krävande för att få in dagsljus. Trenden att maximalt utnyttja ytor påverkar även bostäder. Det finns exempel på höghus byggda ända ut till tomtgräns mot intilliggande klippa (FIG 5). För att minska kostnaden för cirkulation har loftgångar blivit populära igen. Stora och inglasade balkonger är ett annat sätt att skapa extra utrymme (FIG 6 OCH 7). Samtliga åtgärder leder till klart minskat dagsljusinsläpp. Syftet med BBR:s dagsljusregler är att sätta ett lämpligt gränsvärde som inte förhindrar åtgärderna, men ser till så att de inte blir utnyttjade i absurdum.



(FIG 1.4A & B) Sektion och planritningar Kv Träsket, Sveavägen 44, Stockholm. De gula områdena visar ungefärlig byggnadsform på originalritningen från 1944. En nygjord renovering har ökat kontorsutrymmena (grå) på bekostnad av gårdsytan och följaktligen dagsljuset. Den här praxisen blir allt vanligare i svenska stadskärnor.





(FIG 1.5A & B) Exempel på bostadsprojekt där tomten utnyttjas maximalt genom att byggnaden placeras direkt mot intilliggande hinder. Här vetter t.ex. fönstren direkt mot intilliggande klippvägg.

(FIG 1.6A & B) Det är ofta dyrt att bo i svenska städer. Bor man i flerfamiljshus, så är stora balkonger ett sätt att få mer utrymme. Balkongerna verkar ha vuxit i samma takt som huspriserna ökat i Sverige. I nyproducerade bostäder kan balkongdjupet vara mer än 2 meter (A) jämfört med balkongerna på 1950-talet som sällan var djupare än 1,4 m (B). Visserligen får man en större användbar yta men betydligt mindre dagsljus.

(FIG 1.7A & B) Glasade balkongfronter är en annan trend. Det är populärt i såväl vid nybyggnation som vid ombyggnation men det innebär även en utmaning för att uppfylla dagsljuskraven för innanföriggande rum.

Ökad energiprestanda

Boverket har satt upp ambitiösa mål för att minska byggnaders energianvändning som en del av EU:s initiativ mot klimatförändringar. Branschen har ofta tagit till åtgärder som oavsiktligt lett till mindre dagsljusinsläpp för att uppfylla kraven. Åtgärderna omfattar användning av solskyddsglas, lågemissionsbeläggningar och/eller 3-glasfönster, större rumsdjup, tjockare ytterväggar, innergårdar med kraftigt minskade inglasningar (FIG 1.8) samt generell minskning av mängd glas i fasad. Att ta fram eller utveckla befintliga metoder för att spara energi är krävande och medför extrakostnader medan minskad fönsterstorlek såväl minskar kostnaderna som gör det lättare att uppfylla kraven.

Till skillnad från andra europeiska länders beräkningsmetoder för energianvändning i byggnader så undantar den svenska metoden elanvändningen för hyresgäst. Dock så sparar bra dagsljusstillgång elenergi som annars skulle gå åt för belysning och minskar på så vis den interna värmelasten, vilket påverkar dimensioneringen av vvs-installationerna. Det ger alltså en direkt ekonomisk fördel med lägre energianvändning totalt om det finns bra tillgång till kontrollerat dagsljus men tyvärr tar lagstiftningen inte upp den aspekten. Den inriktning på byggnadsenergi som BBR-metoden definierar gör att branschen riskerar att gå miste om en av de största, verkliga energisparmöjligheterna. Då man kan konstatera att branschens allmänna förståelse och intresse för dagsljus kommer i andra hand på grund av energibesparingar idag, så kan kriterierna i avsnitt 6:322 potentiellt bidra till att misstagen från 70-talet inte upprepas. Det är nog så viktigt eftersom energikraven kommer att stramas åt ytterligare inom de närmaste åren. Hur effektiv nuvarande dagsljuslagstiftning kommer att vara för att återställa en sund balans mellan energi- och dagsljusintresse beror till stora delar på hur man sätter gränsvärdet för dagsljusfaktorn.



FOTO: S BERGQVOIST

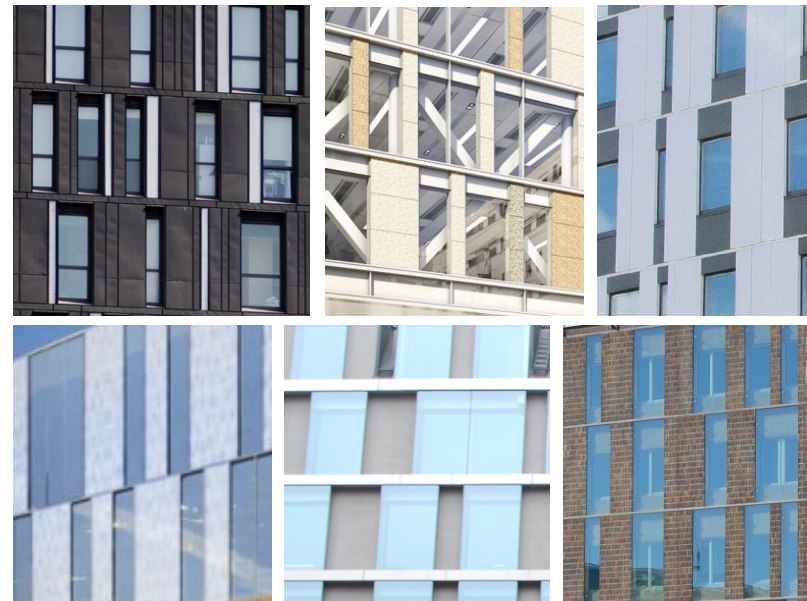
(FIG 1.8) Tätt tak med glas åt sidor i innergårdar är ett bra sätt att både spara energi och minska risken för konstruktionsfel i form av läckage. Tyvärr ger metoden i kombination med små gårdar relativt dåligt dagsljus i intilliggande kontorsutrymmen.

Arkitekturmode och trender

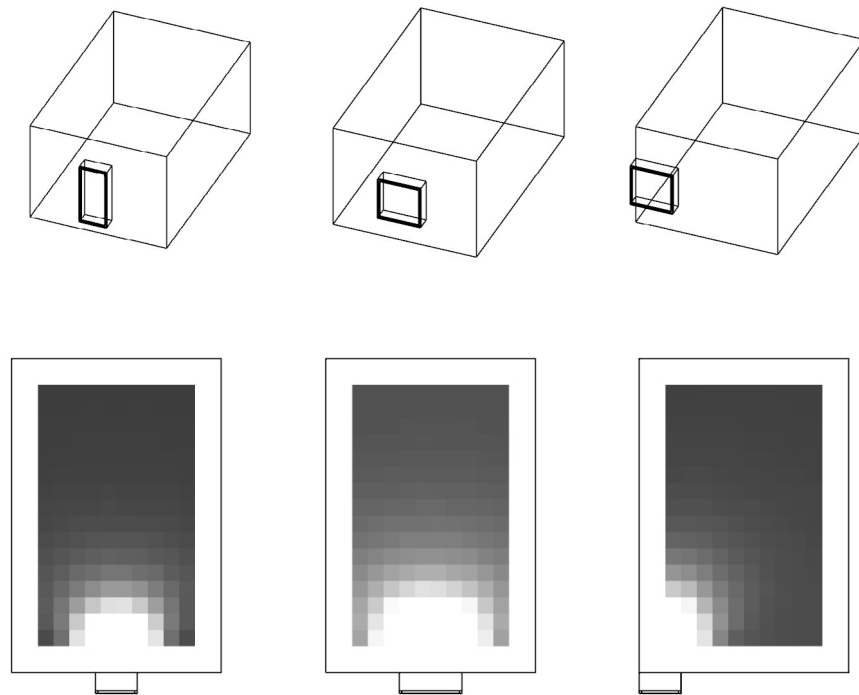
Några av de senaste trenderna inom arkitektur och interiördesign har förvärrat problemen med att få in dagsljus. De senaste åren har till exempel arkitekter flitigt designat fasader med oregelbundet placerade, vertikala fönster för att skapa liv och rörelse i fasader (FIG 1.9). Det öppnar upp för intressanta estetiska möjligheter, men är nog så krävande för dagsljusinsläpp. Det är allmänt känt bland dagsljusexperter att glasytor lägre än 60 cm över golv generellt sett ger ett litet bidrag till dagsljusnivåerna. Vertikala fönster låter visserligen ljuset tränga in längre, men det har oftast mer med placeringen av fönstrens överkant att göra än dess form. Eftersom vertikala fönster ofta blir placerade asymmetriskt i förhållande till rummet, så ger de på så vis ojämna dagsljusförhållanden (FIG 1.10). Horisontella fönster ger inte bara ett jämnare ljus med mindre risk för bländning, de ger även bättre utsikt. Trots att branschen föredrar klarglas så medför den allmänna motviljan mot utvändiga solskydd att det ofta krävs mörka solskyddsglas. Det är även populärt med mörkfärgade kärmar, även om det inte på något sätt är ett nytt fenomen, så bidrar det också till att minska dagsljusmängden inomhus.

Även inom interiördesign finns det ett antal trender som leder till minskat dagsljusstillgång. Kontorslandskap ger utrymmet ett unikt uttryck som även bidrar till definiera kontorskulturen. Sådana utrymmen är emellertid ofta mycket djupare än vanliga kontor, vilket gör det svårt för dagsljus att nå ända in. Medan bostäder fortsatt trenden med "ljus och fräscht", så har kontorstrenden de senaste åren gått mot interiörfinish med begränsad reflektion. Trots att både europeiska och nordamerikanska standarder rekommenderar en reflektionsfaktor för kontorgolv på 0,20 till 0,40, så lägger man ofta in mycket mörka golv med mindre än 0,1 reflektion (FIG 1.11). Samma sak gäller perforerade metallundertak (FIG 1.12) som är på modet för materialets i stort sett obegränsade möjligheter, men som drastiskt minskar reflektion och formligen slukar dagsljus jämfört med konventionella takmaterial. Generellt kan man säga att övergången till elbelysning har gjort att estetiska aspekter tagit över

på bekostnad av dagsljuset. Skulpturala armaturer och effektfull ljussättning ger lättsålda koncept till kunder. Dagsljushantering i moderna, svenska byggnader gör inte det. Det är alltså viktigt att BBR:s kvantitativa dagsljuskrav inte begränsar det kreativa uttrycket, men det gäller även omvänt. Det kreativa uttrycket får inte inkräkta på människors tillgång till ett rimligt dagsljusinsläpp.



(FIG 1.9A-F) i såväl svenska som internationella projekt har arkitekter de senaste åren ofta använt vertikala fönster i olika storlekar för att få arkitektonisk uppmärksamhet. Det innebär ofta att fönstren blir placerade asymmetriskt i förhållande till rummet kan skapa svåra dagsljusförhållanden (se diagrammet på nästa sida).



0,77%

1,23%

0,73%

(Genomsnittlig dagsljusfaktor)

(FIG 1.10) Beräkningsresultatet visar tre rum med samma fönsterstorlek och resulterande dagsljusnivåer. Det centrerade fönstret ger bäst dagsljusnivåer.



FIG 1.11



FIG 1.12

(FIG 1.11 och 1.12) Det har blivit populärt med mörka kontorsgolv de senaste åren vilket normalt är fördömande för dagsljuset. Perforerade metallundertak är en annan interiörsdesigntrend som sänker dagsljusnivåerna.

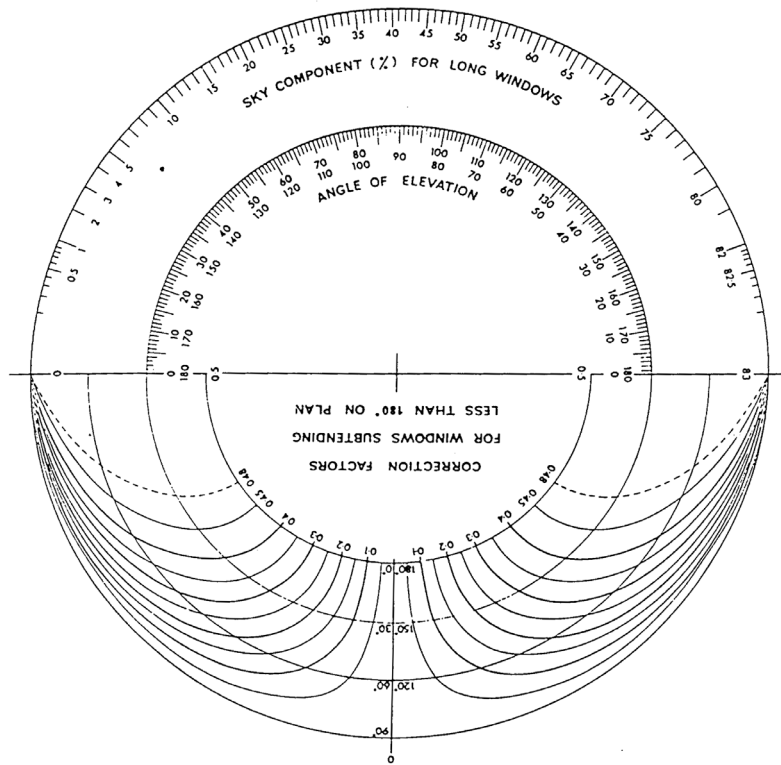
Dagsljushistorik i regelverk

2.1 Boverket

I juli 2014 kom uppdateringen av Boverkets byggregler. Den här versionen av reglerna, BBR 21 (BFS 2014:3), har en nyreviderad skrivning av avsnittet om dagsljstillgång, avsnitt 6:322. Revideringen förtydligar tidigare löst definierade och ofta ignorerade delar av byggreglerna. Det krävs nog en snabb tillbakablick på föregående regler för att fullt ut förstå de nu gjorda ändringarna.

Dagsljushistorik i svenska regelverk

Sverige hade i mitten av 1900-talet uppnått välstånd och var till skillnad från övriga länder i Europa vid den här tiden i ganska bra läge för att förbättra medborgarnas levnadsförhållanden. Inflyttningen till städerna innebar ofta svåra levnadsförhållanden i stadsområdena. Byggnormen var del av ett bredare socialt reformarbete mot bättre "Ljus, luft och hygien" och var en nyckelfaktor i förbättringen av levnadsförhållandena för befolkningen. Mycket av normerna efter 2:a världskriget riktar in sig på grundläggande säkerhet och levnadsfaktorer i hemmiljön. Varken byggnormen från 1946 eller 1950 nämner ens dagsljus. I Sverige blev elbelysning vanligt under 1930-talet, men det var ännu inte normgivande. Det är allmänt känt att den tidens svenska arkitekter såg dagsljus som ett fundamentalt designkriterium. Normerna krävde att boendetrymmen skulle gå att vädra passivt med öppningsbara fönster vilket gav en indirekt garanti för att dagsljstillgång, men tillgång till dagsljus var inte direkt reglerat eftersom det ansågs vara en grundläggande nödvändighet.



(FIG 2.1) Dagsljusgradskivan uppfanns av The Building Research Station (numera BRE) på 60-talet. Jämfört med dagens datorprogram var metoderna svårare använda för byggbranschen.

BRS Daylight protractors. (1967). Building Research Station, HMSO London.

”Bonings-och såvitt möjligt även arbetsrum skall förses med öppningsbart fönster, möjliggörande snabb utvädring.”

När BABS 1960 kom, så hette det att ”de lokala byggnadsordningarna slopades och man strävade i första hand efter att få enhetliga byggnadsbestämmelser för hela landet”. I den här versionen av normen nämns dagsljus explicit för första gången:

57:26 Fönster

Matrum bör ha fönster mot det fria, vilka, om icke det använda ventilationssystemet förutsätter annat, bör vara öppningsbara. Även i kläd- och tvättrum bör dagsljus eftersträvas.

Normens fortsatta inriktning på hemmiljön är uppenbar i avsnittet. Det specifika fönsterkravet för matrum och kompletterande riktlinjer för kläd- och tvättrum (främst av hygienskäl) antyder att tillgång till dagsljus i boningsrum och arbetsrum fortfarande ses som självklart. Dagsljustillgången i byggnader var inte något problem för arkitekterna i föregående decennium och skulle inte heller bli det i kommande decennium.

Svensk byggnorm 67 / BABS 1967 ersatte BABS 1960 och syftet var då att ”man strävade efter att utforma föreskrifterna som funktionskrav och att samordna alla bestämmelser som berör husbyggandet”. Trots sin holistiska ambition så nämns inte dagsljus i den här versionen av normen. Man kan anta att det berodde på att de serviceutrymmen som föregående version av normen nämnde nu blivit bättre ventilerade, vilket i sin tur lett till att det inte krävs öppningsbara fönster av hygienskäl i utrymmena. De boendes förväntningar på dagsljustillgång märks bäst på övervägande stora fönster och grunda rum som präglar den tidens arkitektur (FIG 2.2).



(FIG 2.2) Mot slutet av 50-talet och under 60-talet blir dagsljusets betydelse i byggnadskonstruktionen påtaglig såväl i signaturbyggnader (1) Hästskon 12 1962-70 som i allmännyttans projekt vid den här tiden (2) i stadsdelen Gröndal i Stockholm 1959. Tråkigt nog hade sådana byggnader genomgående mycket dålig energiprestanda och ofta även problem med inneklimatet.

Energi i fokus

SBN 1975 kommer som svar på rådande oljekris med större inriktning på energi. Normen får ett nytt tillägg om energieffektivitet där maximal godkänd fönsterstorlek regleras i avsnitt 33:21. Medvetna om att begränsad fönsterstorlek kan få motsatt effekt på dagsljus i byggnader gör att man specifikt nämner dagsljus som avgörande faktor för bestämning av fönsterarean:

”Fönsterarean bestäms 33:21 med hänsyn till kravet på god energihushållning, dock med beaktande av bestämmelsen om dagsljus i kap 38.”

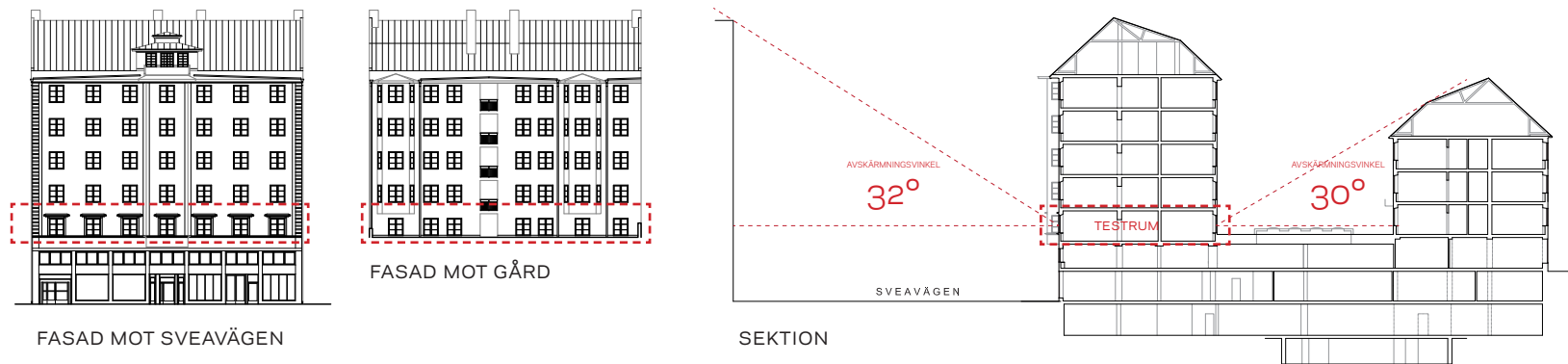
Inriktningen var nästan helt på lagstiftningens energidel, men den direkta effekten på den tidens arkitektur var en drastisk minskning av inglasningar. Dagsljusreglerna utökades från hemmiljö till att även omfatta ”barnrum i barnstugor” samt ”arbetsrum”. Det var ett försök att kbestämma ett funktionskrav för godkänd mängd dagsljus införde man begreppet ”tillfredsställande dagsljus”. Just den beskrivningen, om än skral, fanns kvar i byggnormen ända till 1993. Ett kvantitativt gränsvärde för minimalt acceptabel dagsljusnivå dyker också upp för första gången. Man angav en punktmätt dagsljusfaktor om 1% och refererade till beräkningsmetod framtagen av Fritzell, B., H. A. Löfberg (1970)(2). Metoden byggde på en serie superpositioneringar och komplexa, manuella beräkningar baserade på beräkningsmetoder för dagsljus från brittisk forskning vid den tiden (3, 4). Det är osäkert om kravet på en lägsta dagsljusfaktor på 1 % säkerställdes över huvud taget. (FIG 2:3). Svårigheterna med att tillämpa beräkningsmetoderna gjorde emellertid att den tidens dagsljuskrav i praktiken mer eller mindre ignorerades.

I 1980 års version av SBN blir energiriktlinjerna införda direkt i normen. Energidelen av normen fortsätter att reglera maximalt godkänd fönsterstorlek, men som i föregående version av normen tilläts större fönsterstorlekar för att uppfylla dagsljus:

”Större fönsterarea tilläts om så fordras för att kraven på dagsljus enligt kap 38 skall kunna uppfyllas eller om särskilda skäl föreligger”

I del 38 sker bara mindre termändringar i listan över utrymmen som kräver dagsljus. Som spegling av de sociala förändringar som skett ändras ”barnrum i barnstuga” till ”förskolor och fridtidshem”. Kravet på en dagsljusfaktor om 1% finns kvar men 1980 års version av normen inför även en förenklad metod för att uppfylla kraven baserad på fönster till golvarea förhållande. Den förenklade metoden infördes förmodligen som svar på svårigheterna att förstå beräkningsmetoderna för dagsljusfaktorn i referenserna till föregående version av normen. Sammanfattningsvis leder det till att under det kommande decenniet blir fönsterstorlekarna begränsade och rummen relativt mörka.

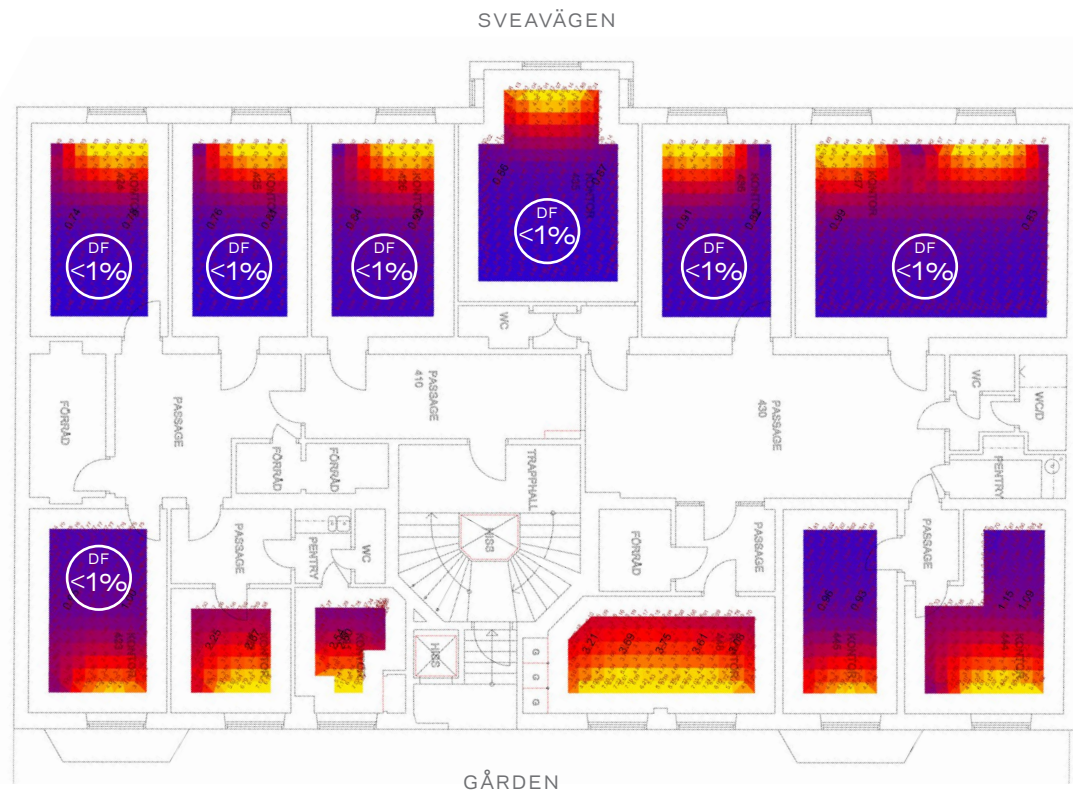
1988 slås Statens Planverk och Bostadsstyrelsen samman till Boverket. När BFS 1988:18 kommer så är begränsningarna för maximal fönsterstorlek borttagna. I och med införandet av genomsnittlig värmegenomgångskoefficient går det att uppfylla normens energi/isolering genom att optimera andra delar av klimatskärmen utan att drastiskt minska fönsterstorleken. Man ändrade även referenserna för beräkningsmetoder för både dagsljusfaktor (till H. A. Löfberg (1987)) och förenklad glasarea (till ss 91 42 01). Båda dokumenten försökte göra innehållet mer tillgängligt, men trots ny- och omskrivningar var ändringarna små i förhållande till föregående metoder. Det är svårt att veta hur stort genomslag dokumenten fick, men tillämpningen var gissningsvis begränsad.



FASAD MOT SVEAVÄGEN

FASAD MOT GÅRD

SEKTION



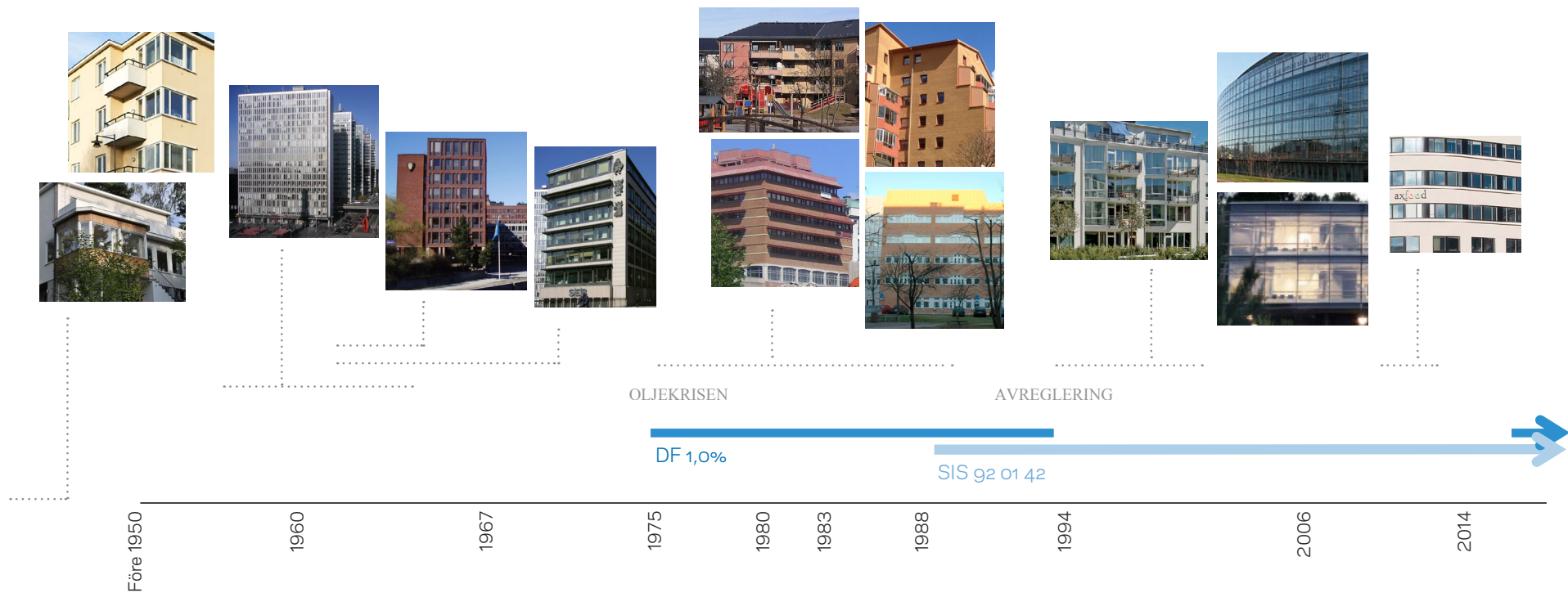
(FIG 2.3) I tätbebyggda områden är det mycket svårt att uppfylla kravet på en dagsljusfaktor om 1%. I detta exempel från Sveavägen i Stockholm uppfyller inte mer än hälften av rummen på det nedersta planet med bostäder kravet på dagsljus. Detta trots att byggnaden inte är speciellt skuggad (avskärmningsvinkeln är mindre än 35°) och inte har speciellt djupa rum. Den här byggnadstypen är ganska vanlig i svenska städer och utifrån detta exempel kan man dra slutsatsen att många befintliga byggnader i våra städer inte uppfyller kravet på dagsljus. Utifrån detta och många andra exempel kan man dra slutsatsen att den manuella beräkningsmetoden som tidigare användes överskattade dagsljusfaktorn eller att kravet på dagsljus aldrig verifierades från början.

Finanskrisen och avregleringen

1990 slog finanskrisen till i Norden. Den svenska regeringen svarade med att påbörja avregleringen av statliga myndigheter och institutioner. Med hopp om att förenkla byggprocessen ersatte man tidigare SBN:s serie med Boverkets byggregler (BBR) och införde BBR 1 1993. Dagsljuskraven kom att revideras rejält där dags- och solljus buntades ihop i ett avsnitt i del 6:31. Oljekrisen verkade gå mot sitt slut och fönstertekniken blev allt bättre vilket medförde att fönsterstorlekarna ökade igen. I många fall nådde fönsterstorlekarna nya extremer och övergick vad som var nödvändigt för bra tillgång till dagsljus och snarare skapade det problem för det termiska inneklimatet. Nu blev även dagsljusreglerna generaliserade till att omfatta alla utrymmen där "personer vistas mer än tillfälligt". Beskrivningen av acceptabel dagsljusnivå blev också reviderad från det snäva "tillfredställande dagsljus" till det mer generösa "god tillgång till direkt dagsljus". Det är den texten som än idag ligger till grund för dagsljusreglering i Sverige. Metoden för kvantifiering av dagsljus blir nu helt inriktad på den förenklade glasareamethoden i ss 91 42 01 och dagsljusfaktorn nämns inte längre uttryckligen i rådstexten. Det är dock värt att notera att standard ss 91 42 01 nämner både Löfbergs bok och beräkning av dagsljusfaktorer, men de är förpassade till dokumentets baksida med en rubrik som uttryckligen säger "ingår ej i standarden". Kravet på dagsljusfaktor >1% sjönk därför in i det fördolda och användningen glömdes bort.

Förnyat intresse

När BBR 13 kom 2006, så blir solljusriktlinjerna flyttade till ett eget avsnitt 6:323. I övrigt sker bara kosmetiska förändringar av normen från 1993 till 2014. En tidsperiod om 21 år (FIG 2.4). Mot mitten av det föregående decenniet får miljöfrågorna större genomslag inom svensk byggbransch och medför att miljöcertifiering blir allt vanligare. Systemet med miljöklassade byggnader som kom 2005 var baserat på svenska normer och relativt kostnadseffektivt genomförande blev populärt. Miljöbyggnad, som systemet numer kallas, har haft stor påverkan för att lyfta fram kvantitativ dagsljusbedömning på den svenska marknaden. Konstigt nog klarade många projekt inte dagsljuskraven. Branschen började motvilligt bredda sin tidigare ensidiga inriktning på energi och material till att fråga sig hur kraven på dagsljus faktiskt ser ut. Och eftersom svaret på den frågan varit allt annat än tydligt så har reglerna blivit mycket omdiskuterade. Det har kostat både tid och pengar helt i onödan.



(FIG 2.4) Tidslinje för boverkets dagsljusreglering och effekten på den tidens arkitektur. Före 1970 var dagsljus en viktig fråga vid byggnadskonstruktion. I slutet av 70-talet ändrade man inriktning mot energiprestanda och begränsningen av fönsterstorlek i 80-talets byggnorm fick en drastisk effekt på byggnadestetiken. När energikraven luckrades upp i och med 90-talets avreglering så ökade fönsterstorleken igen fram till mitten av 2000. De senaste 10 årens inriktning på energi och komfort har lett till större rusdjup, minskad fönsterstorlek och utbredd användning av solskyddsglas med lägre ljustransmission.

2.2 Arbetsmiljöverket

Arbetsmiljöverket har till uppgift att skydda arbetare mot skada och sjukdom som uppstår som direkt följd av arbetet och myndigheten är sedan inrättandet 1970 inriktad på frågor om arbetsmiljö, hälsa och säkerhet. Både direkta och kroniska hälsorisker ligger på deras bord. Arbetsmiljöverket får inte ge sig in i byggprocessen eller bedöma någonting innan byggnaden är klar, men man kan ge tekniskt samråd för att undvika osäkerhet. De kan inte ge något godkännande i förväg, men i vissa fall underkänna bygglov om lokalen är olämplig. I stort sett utgår Arbetsmiljöverket från att Boverkets krav på hälsa och säkerhet är uppfyllda. Arbetsmiljöverket måste alltid ställa krav i rimlig proportion mot vad det kostar. De har rätt att ställa krav, men måste alltid ta hänsyn till ekonomiska kostnader och tekniska svårigheter.

Arbetsmiljöverkets dagsljusregler

Arbetsplatsens utformning (AFS 2009:2) från 2009 är för närvarande den enda lagtext från Arbetsmiljöverket som specifikt tar upp dagsljus. Dagsljus dök först upp i Anvisningar och föreskrifter för lokaler från 1972. När dagsljus tillkom i AFS 2009:2, så kan man indirekt hävda att Arbetsmiljöverket såg dagsljusbrist som en hälsorisk. Kravet är kvalitativt och termen tillfredsställande dagsljus, som beskriver godkänd kvalitet är samma som förekommer i Bygglagstiftningen med samma syfte mellan 1980 och 1993. Till skillnad från Boverkets regler blir tiden som arbetare vistas i ett utrymme huvudkomponent när det gäller tillämpning av lagstiftningen. I vissa fall ska det exempelvis finnas 15 minuters dagsljus vid ett 2-timmars arbetspass i befintliga byggnader. Tvärtemot Boverkets regler är Arbetsmiljöverkets riktlinjer särskilt inriktade på matrum. Om personalen flyttar runt eller jobbar i mörka lokaler blir matsalen och pausrum extra viktiga.

Praxis för regeluppföljning

I praktiken har Arbetsmiljöverket inga strikta dagsljusregler som man tillämpar i alla situationer. Riktlinjerna går att tillämpa vid typfall, men praxis är att varje fall bestäms utefter de specifika förutsättningar som gäller. I vissa fall får man se till helheten, till exempel takhöjd eller luftkvalitet i arbetslokaler. Generellt sett kan man säga att Arbetsmiljöverket inte får så många ärenden om dagsljus i typiska kontorsmiljöer utan istället hanterar man till största del unika byggnadstyper (till exempel datahallar, skolkök, verksamhet under mark, skyddsrum i berggrum). I deras interna dokument VägledningsPM REM2009/4135 från 2011-09-01 refererar man till dagsljusfaktorn som "ett sätt att bedöma mängden direkt eller indirekt dagsljus". Samma text nämner den danska standarden som kräver 2% DF på arbetsytan som ett exempel på vad som kan anses vara tillräcklig nivå. Det är värt att notera att i Sverige är dagsljusnivåerna på arbetsplatserna ofta avsevärt lägre (<0,5%). Ofta förstår eller ser inte inspektörerna sig bemyndigade att tillämpa kvantitativa krav på arbetsplatserna, utan ger godkännanden utifrån ett glas till golvareaförhållande om 10% eller att där finns något dagsljus. Inspektörerna är förmodligen inriktade på mer uppenbara hälsorisker och säkerhetsfrågor och eftersom man ofta har bristande erfarenhet av dagsljus väljer många inspektörer att fokusera på annat.

2.3 Övriga myndigheter

Trots att allt mer forskning kopplar samman dagsljus och hälsa, så är det värt att notera att varken Folkhälsomyndigheten eller Socialstyrelsen för närvarande är engagerade i potentiella hälsorisker relaterade till bristande tillgång till dagsljus. Svenska hälsomyndigheter har inte alltid varit så passiva. I ett dokument från 1968 (6) föreskrev dåvarande hälsomyndighet, Medicinalstyrelsen, en minimifaktor för dagsljus i bostäder om 2% i bordshöjd ca 1 m från fönster. Även om metoden inte tar hänsyn till rumsform och reflektion i interiörmaterial, så ger den i stort sett samma ljusinsläpp i rummet som halva rumsdjup-metoden som är praxis i Sverige idag. Notera även i föregående kommunikation från samma myndighet som föreskriver att "någon del av himlen skall vara synlig för en stående person 1 meter in i rummet" utöver kravet på dagsljusfaktor. Skulle dagsljusfaktorn vara mindre än 1% (från fönstermitt vid 1 m-djup), så hade Medicinalstyrelsen befogenhet att förbjuda att rummet användes som bostad. Man bör dock tillägga att det gick att få dispens från regeln för äldre bostadsområden i storstädernas stadskärnor. Samma källa noterar även att Malmö stads hälsovårdsnämnd vid ett tillfälle hade dagsljuskrav mätt i bordshöjd 1 m från fönster där "dagsljusfaktorn [ska] vara minst 2,5% och får inte underskrida 0,4% inom en viss del av rummet" (6). Även de hade rätt att kräva utrymning av byggnaden om gränsvärdena för dagsljusfaktor inte var uppfyllda. Ett problem är att BBR bara gäller fram till dess att byggnaden är uppförd. Det betyder att befintliga byggnaders dagsljus saknar skydd, till exempel vid byggnation av närliggande, skuggande byggnader. Vi rekommenderar därför att den myndighet som ska säkerställa hälsa och miljö i bostäder, Folkhälsomyndigheten, ger rekommendationer om dagsljus.

Dagsljusregler idag

3.1 Krav på naturligt ljus och utblick i BBR 21

Kraven på naturligt ljus enligt BBR 21 (BFS 2011:6 med ändringar till och med BFS 2014:3) omfattar tre områden: dagsljus, solljus och utblick. Dagsljus är det diffusa naturliga ljus, som kommer från himmeln eller som reflekteras från närliggande ytor. Solljuset är det direkta ljuset från solen och är betydligt starkare än dagsljuset. Fördelningen mellan dags- och solljus varierar med väderlek och årstid. I dagsljusanalyser studerar man oftast dags- och solljus separat.

Kravet på dagsljus är att "Rum eller avskiljbara delar av rum där människor vistas mer än tillfälligt ska utformas och orienteras så att god tillgång till direkt dagsljus är möjlig". Boverkets byggregler är utformade som funktionskrav. Vad det gäller dagsljus finns det alltså inga bindande detaljregler som anger miniminivåer eller hur stora fönster måste vara. Byggherren har möjlighet att välja olika lösningar och indikatorer för att visa att kravet på "god tillgång" i de bindande föreskrifterna uppfylls.

I realiteten är man dock hänvisad till att använda någon av de två alternativa indikatorerna som anges i rådtexten till dagsljuskraven. Här anges att "För beräkning av fönsterglasarean kan en förenklad metod enligt ss 91 42 01 användas. Metoden gäller för rumsstorlekar, fönsterglas, fönstermått, fönsterplacering och avskärningsvinklar enligt standarden. Då bör ett schablonvärde för rummets fönsterglasarean vara minst 10% av golvarean. Det innebär en dagsljusfaktor på cirka 1% om standardens förutsättningar är uppfyllda. För rum med andra förutsättningar än de som anges i standarden kan fönsterglasarean beräknas för dagsljusfaktorn 1% enligt standardens bilaga."

Utifrån dessa råd kan man förstå följande:

Dagsljuskravet är enbart en miniminivå på tillgängligt dagsljus, det säger ingenting om kvaliteten på dagsljuset.

Kravet på dagsljus är detsamma i alla rumstyper som omfattas. Sovrum har alltså samma krav på dagsljus som ett kök och ett vardagsrum.

Dagsljuskravet gäller både bostäder och arbetsplatser.

Dagsljuskravet ställs på rumsnivå. En ändrad planlösning har alltså stor inverkan på om kravet uppfylls eller inte.

Dagsljuskravet tar inte hänsyn till väderstreck eller geografiskt läge

Dagsljuskravet talar om fönster. Det är inte säkert att enbart takfönster kan uppfylla kravet på god tillgång på dagsljus.

Dagsljuskravet är mycket känsligt för skuggande byggnader och byggnadselement samt effektiva och mörka solskyddsglas.

Övriga krav

Det andra kravet på naturligt ljus är solljus. Sverige är unikt i att ha ett krav på solljus och kravet kan spåras tillbaka till utredningen 'Bostad och sol' (7). Enligt BBR ska i bostäder "något rum eller någon avskiljbar del av ett rum där människor vistas mer än tillfälligt ha tillgång till direkt solljus". Det finns ingen närmare förklaring vad detta innebär, men det skulle kunna betyda att lägenheter inte får byggas med rum enbart orienterade mot norr. Det finns inte heller något krav på hur lång tid under året en bostad måste ha tillgång till direkt solljus.

Det tredje kravet är att "fönster i rum eller avskiljbara delar av rum där människor vistas mer än tillfälligt bör vara placerat så att utblicken ger möjlighet att följa dygnets och årstidernas variationer". Inte heller detta krav är speciellt väldefinierat då det inte framgår vad som krävs av en utblick för att följa dygnets och årstidernas variation. Det enda förtydligandet är att "I bostäder bör inte takfönster utgöra enda dagsljuskälla i de rum där människor vistas mer än tillfälligt".

Boverket sammanfattar i PBL Kunskapsbanken att "Dagsljus och solljus i bostäder och andra utrymmen där människor vistas mer än tillfälligt bidrar till hygien, hälsa och välbefinnande med ökad livskvalitet". Man hänvisar även till 'Räkna med dagsljus' (2), 'Bostad och sol' (7) och 'Solklart' (8).

6:322 Dagsljus

Rum eller avskiljbara delar av rum där människor vistas mer än tillfälligt ska utformas och orienteras så att god tillgång till direkt dagsljus är möjlig, om detta inte är orimligt med hänsyn till rummets avsedda användning.

I studentbostäder räcker det dock med tillgång till indirekt dagsljus i rummet för matlagning och i gemensamma utrymmen för daglig samvaro, matlagning eller måltider. (BFS 2014:3).

Allmänt råd

För beräkning av fönsterglasarean kan en förenklad metod enligt SS 91 42 01 användas. Metoden gäller för rumsstorlekar, fönsterglas, fönstermått, fönsterplacering och avskärmningsvinklar enligt standarden. Då bör ett schablonvärde för rummets fönsterglasarea vara minst 10 % av golvarean. Det innebär en dagsljusfaktor på cirka 1 % om standardens förutsättningar är uppfyllda. För rum med andra förutsättningar än de som anges i standarden kan fönsterglasarean beräknas för dagsljusfaktorn 1,0 % enligt standardens bilaga. (BFS 2014:3).

6:323 Solljus

I bostäder ska något rum eller någon avskiljbar del av ett rum där människor vistas mer än tillfälligt ha tillgång till direkt solljus. Studentbostäder om högst 35 m² behöver dock inte ha tillgång till direkt solljus. (BFS 2014:3).

6:33 Utblick

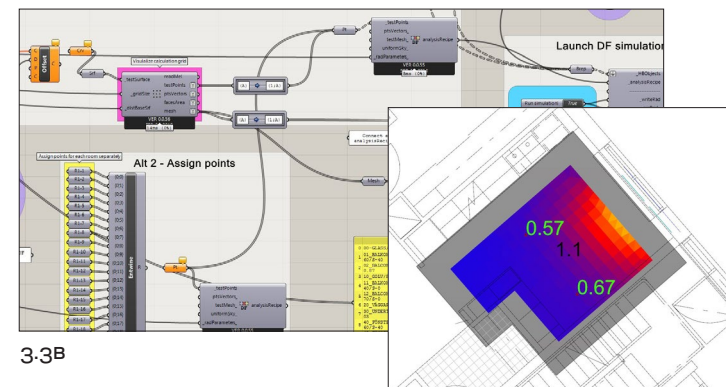
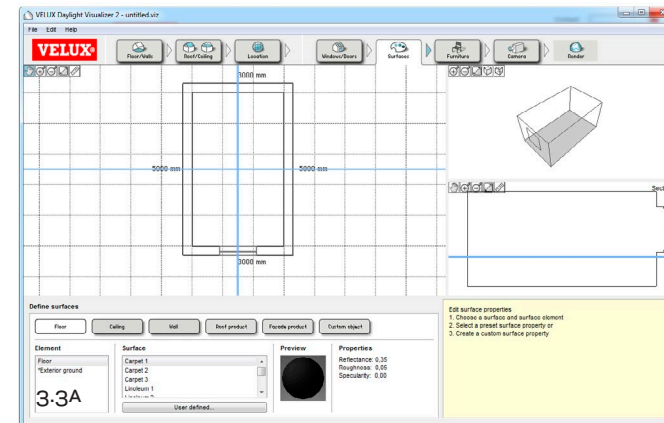
Allmänt råd

Minst ett fönster i rum eller avskiljbara delar av rum där människor vistas mer än tillfälligt bör vara placerat så att utblicken ger möjlighet att följa dygnets och årstidernas variationer. I bostäder bör inte takfönster utgöra enda dagsljuskälla i de rum där människor vistas mer än tillfälligt.

Om att beräkna dagsljusfaktorn

Att beräkna en dagsljusfaktor på 1% kräver att man använder någon form av beräkningsprogram (FIG 3.1). SS 91 42 01 togs fram i en tid då enbart handberäkningsmodeller och skalm modeller fanns tillgängliga, så det finns ingen information om hur beräkningarna ska utföras. Att beräkna dagsljusfaktor är inte speciellt svårt, allt som krävs är en beskrivning av en tredimensionell digital modell, en beskrivning av ytornas och glasens optiska egenskaper samt ett beräkningsprogram. Det finns dock en del byggnadsmaterial som är svåra att simulera. Flera undersökningar visar att nybörjare kan få en variation som är extremt stor (9). Dessutom skiljer sig resultatet en del mellan olika beräkningsprogram. De två mest använda programmen, vilka dessutom är verifierade enligt CIE 171:2006 TEST CASES (10), kan uppvisa en skillnad i genomsnittlig dagsljusfaktor på upp till 10% (11). För att minska denna variation är det viktigt att en gemensam beräkningsstandard tas fram. Denna standard bör även kompletteras med en handbok om dagsljus liknande den danska handboken *Beregning af dagslys i bygninger från 2002*.

Värt att påpeka är att Sveriges byggregler baseras på funktionskrav. Detta borde innebära att kravet på dagsljusfaktor inte är ett teoretiskt beräknat värde utan något som borde mätas i den färdiga byggnaden. Så vitt författarna till denna rapport vet finns det ingen standard för att bestämma dagsljusfaktorn i en färdig byggnad. Det närmaste vi känner till är det sista kapitlet i *Beregning af dagslys i bygninger från 2002*. Enligt denna är det relativt enkelt att bestämma dagsljusfaktorn, men svårigheten är att ta hänsyn till att mätningen inte kan utföras under den standardiserade himmeln CIE overcast sky, då denna ytterst sällan uppträder exakt. En gråmulen himmel i Sverige har dock stora likheter med CIE overcast sky.



(FIG 3.1A & B) Skärmbilder på (A) Velux daylight visualizer och (B) Grasshopper med Honeybee. Beräkningsprogram för att bestämma dagsljusfaktor har varierande funktionalitet och komplexitet. Många av dem är gratis. Oavsett programmets komplexitet krävs en grundläggande kunskap om dagsljus för att säkerställa resultatet. Att förstå materialens optiska egenskaper och beräkningsprogrammets begränsningar är nödvändigt.

Är kraven relevanta och tillräckliga?

Det finns mycket litet forskning som visar något samband mellan dagsljusfaktor och vad som anses vara väl dagsljusbelysta rum. En av de största undersökningarna som utförts i ämnet (12), fann inget samband alls. Nu ställer inte BBR krav på kvaliteten på dagsljuset utan bara tillgången. Av denna anledning kan man säga att dagsljusfaktorn är lämplig att använda trots indikatorns många begränsningar. Boverket anser att en dagsljusfaktor på 1% i en enskild punkt innebär en god tillgång på dagsljus. Enligt tillgänglig litteratur anses 1% vara en absolut lägsta nivå i rum där människor vistas stadigvarande och för att uppnå "god tillgång" behöver dagsljusfaktorn vara minst dubbelt så hög.

Vad behöver förtydligas i kraven enligt BBR och SS 91 42 01

Viktigt att förstå är att SS 91 42 01 inte beskriver hur dagsljuset kan bestämmas. Allt denna standard anger är de begränsningar som måste vara uppfyllda för att fönster ska ge förutsättningar för tillfredsställande dagsljus samt hur minsta fönsterarea måste ökas beroende på hur skuggat fönstret är. Hur man kom fram till dessa begränsningar framgår inte av standarden. Då de flesta nybyggda hus har belagda solskydds- eller energisparglas får inte kravet på glasarea i förhållande till golvarea användas för att visa att kravet på dagsljus uppfylls. Detta innebär att man måste beräkna dagsljusfaktor för att visa på att kravet på god tillgänglighet av dagsljus uppfylls. För att säkerställa kvaliteten på dessa beräkningar behövs det en svensk standard som beskriver en metodik för hur dagsljusfaktorn ska bestämmas. Vi rekommenderar att denna metodik inkluderas i en uppdaterad utgåva av SS 91 42 01 eller annat dokument. SS 91 42 01 måste dock ändå uppdateras eller dras tillbaka då den enligt SIS upphört att gälla på grund av sin ålder.

Ett stort problem, speciellt vad det gäller bostäder, är hur balkonger och loftgångar ska hanteras. Dessa har mycket stor inverkan på dagsljuset och är ett vanligt inslag i moderna bostäder. Enligt SS 91 42 01 ska loftgången eller balkongens storlek räknas in i golvarean när man bestämmer om fönstren är

tillräckligt stora. Detta har lett till att många även flyttar ut beräkningspunkten närmare fasad i rum med intilliggande balkong. Att detta skulle vara en internationellt godtagbar metod är inte något författarna har funnit något stöd för i tillgänglig litteratur och något som måste hanteras i en framtida beräkningsmetodik. För att förtydliga kravet på dagsljus som ett förhållande mellan rummets fönsterglasarea och golvarea behöver både golv- och fönsterglasarea definieras. I de beräkningar författarna sett beräknas fönsterglasarean stundtals inklusive karm och golvarean förutsätts inkludera garderober och köksinredning. Detta behöver dock förtydligas då detta kan ha stor inverkan på resultatet.

Dagsljusfaktorn i en enskild punkt är känslig för planlösning. Genom att flytta punkten några decimeter kan resultatet påverkas kraftigt. För komplexa rumsgeometrier kan det även vara mycket svårt att bestämma punktens läge. Dagsljusfaktor i enda punkt är dessutom ganska ovanligt i standarder och nationella krav. Att använda en genomsnittlig dagsljusfaktor i en väldefinierad del av rummet löser alla dessa problem och är dessutom betydligt enklare att beräkna i moderna simuleringsverktyg jämfört med en enskild punkt. Då en genomsnittlig dagsljusfaktor även är betydligt vanligare än en enskild punkt finns det även betydligt mer forskning kring lägsta nivåer att luta sig mot när man ställer krav. Det finns dock inte något absolut samband mellan fönsterarea, dagsljusfaktor i en enskild punkt och en genomsnittlig dagsljusfaktor. Väljer man att ersätta den punktformiga dagsljusfaktorn med en genomsnittlig, något som gjorts i t.ex. Norge, bör man säkerställa att kravet är jämförbart.

Avslutningsvis anser vi att kravet på dagsljusfaktor bör differentieras beroende på typ av rum, speciellt i bostäder. I ett sovrum finns det betydligt mindre behov av dagsljus än i ett vardagsrum eller kök. För andra typer av byggnader, t.ex. rättspsykiatrisk kliniker, sjukhus och äldreboende är behovet av dagsljus större då det finns begränsade möjligheter att vistas utomhus. En differentiering av krav på dagsljus stämmer väl överens med kravet på solljus som enbart ställs i ett rum per lägenhet.

3.2 Arbetsmiljöverkets föreskrift om dagsljus

Lagtext: Dagsljus

9 § Vid stadigvarande arbetsplatser, i arbetslokaler och personalutrymmen som är avsedda att vistas i mer än tillfälligt, ska det normalt finnas tillfredsställande dagsljus och möjlighet till utblick.

Byggnads (BBR) och arbetsmiljöförfattningarna är skrivna med inbördes samordning.

Vem lagen riktas till?

Arbetsmiljölagstiftningens krav riktas i första hand till arbetsgivaren, som har ansvaret för att arbetsmiljöreglerna följs, och kontrolleras av Arbetsmiljöverket vid tillsyn. Med stöd av arbetsmiljölagen finns möjlighet att kräva förbättringar av arbetsmiljön även i fråga om befintliga byggnader, oavsett om någon ny eller ombyggnad är aktuell eller ej.

Arbetsmiljöverkets syn på dagsljus

Tillgång till dagsljus och utblick är en viktig del i en god arbetsmiljö. Rikligt dagsljus och god utblick bör därför eftersträvas. Varje del av verksamheten som kan utföras i dagsljus bör placeras i lokal med fönster. Dagsljus har förutom som belysning ett egenvärde. Dagsljus är positivt för hälsotillståndet genom att ge fysiologiskt nödvändig stimulans för människans dygns- och årsrytm, orientering i tid och rum samt naturlig uppfattning av rummets och föremålens skiftningar i färg och form.

Utblick

Förutom att vara källa för dagsljus ger fönstren möjlighet till utblick. Utblicksfönster ger kontakt med omgivningen med syfte att ge information för orientering, upplevelse av väder och årstid, omväxling för att motverka trötthet och enformighet och en minskad känsla av instängdhet.

Kraven är vaga

För rumsdjup mindre än 6–8 m kan väggfönster oftast ge tillfredsställande dagsljus om fönsterglasarean uppgår till ca 10 % av golvarean. Större glasarea kan behövas t.ex. om andra byggnader skärmar av dagsljuset. Andra lösningar kan bli aktuella för höga eller djupa rum. Sekundärt ljus, kan ibland ge godtagbart dagsljus. Vid val av placering av en arbetsplats, en lokal eller en byggnad behöver normalt även risker och annan inverkan från omgivningen beaktas. Dagsljusavskärmning från andra byggnader och terräng i omgivningen bör beaktas.

Undantag

I vissa fall kan dagsljus inte komma ifråga på grund av verksamhetens art. Exempel är fotografiska arbeten, lagerlokal i källarvåning och affärscentra med stor golvyta. Om dagsljus saknas i arbetslokalerna är det särskilt viktigt att utrymmen för raster och pauser har fönster. Arbetsmiljökrav mot andra intressen t.ex. i äldre byggnader med kulturhistoriskt värde. Avvägningen görs med hänsyn till vad som är möjligt och rimligt för göra minsta möjliga skada för de kulturhistoriska värdena.

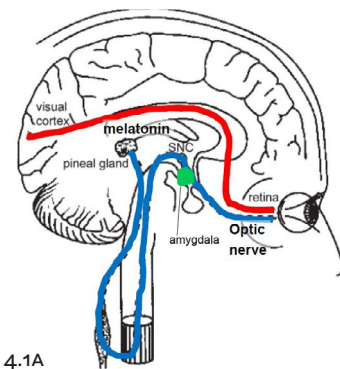
Dagsljusets betydelse

4.1 Hälsaspekter

Att människan behöver dagsljus för att må bra och hålla sig frisk är allmänt känt. Forskning om hur ljus påverkar kroppen och psyket hjälper oss att både undvika hälsoproblem samtidigt som vi kan höja välbefinnande och prestation.

Dagsljus påverkar vår hjärna - tre nervbanor och tre färger

Det finns tre olika sätt på vilka dagsljus som passerar ögat påverkar hjärnan. Det mest uppenbara är att det låter oss se - det ger information till vårt synsystem. Sedan ett decennium vet vi även att dagsljus reglerar vår dygnsrytm genom att bland annat styra hormonproduktion. Även känslor av vakenhet framkallas direkt av dagsljuset via det limbiska systemet. De tre nervbanorna visas på bilden nedan (FIG 4.1). Det är dock inte exakt samma dagsljus som aktiverar dem. Synsystemet reagerar på det synliga spektrumet av dagsljuset, och starkast på grönt ljus. Dygnsrytmen berörs starkast av blått ljus medan det limbiska systemet reagerar kraftigast på rött ljus. Dessa skillnader har betydelse för vilket ljus som kan anses vara hälsosamt.



4.1A

De tre nervbanor aktiveras av olika våglängder.

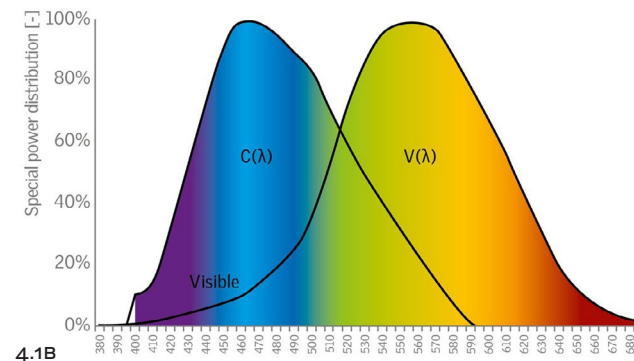
- Synsystem reagerar på dagsljusets synliga spektrum (380-780 nm) och starkast - på grönt ljus (ca 555 nm).
- Dygnsrytmsystem reagerar på ljus i närheten av den blå änden av det synliga spektrat (446-488 nm).
- Limbiska systemet reagerar på rött ljus (runt 630 nm).

(FIG 4.1A & B) Synnervens nervbana från ögats näthinna med dess tappar och stavar (fotoreceptorceller) till hjärnans syncentrum. Denna gör det möjligt att se och påverkar både specifikt synprestationen och mer allmänt synupplevelsen.

Dygnsrytmsystemets nervbana från näthinnan med den nya fotoreceptorcellen till suprachiasmatiska kärnan (SCN), via övre halsgangliet till talkottkörteln, som producerar melatonin. Hormonella förändringar (de mest kända är melatoninundertryckning under dagen och kortisolrytm) reglerar rytm för sömn, vakenhet, hunger och kroppstemperatur (13, 14).

Limbiska nervbanan direkt till amygdala. Utlöser känslor som framkallar vakenhet under dagtid (15, 16).

Bild 4.1A från Bommel et al, 2004. och 4.1B från "Daylight, Energy and Indoor Climate Basic Book", Version 3.0. VELUX Group.



4.1B

Hälsan - dygnsrytm och syn

Dygnsrytmsystemet är grundläggande för hälsa och välbefinnande på lång sikt. Vår biologiska klocka kräver exponering för mörker nattetid och för klart blått ljus under dagtid (17), särskilt på morgonen (18). Detta ska ske i en rytm om 24 timmar - annars börjar klockan gå i otakt. Störningar i dygnsrytmen leder till direkta hälsoproblem på lång sikt (19) och även ökad risk för olyckor.

I termer av direkta hälsoaspekter kan man drabbas av sömnstörningar, trötthet, ökad cancerrisk, vinterdepression (SAD) och - möjligen - hjärt- och kärlsjukdomar och diabetes (17,20,21,22,23, 24). Symptom på SAD omfattar inte bara humörsvängningar utan även depression, bulimi, ångest och andra psykiska sjukdomar (19). Ju längre norrut man bor, desto större är risken för SAD (25, 26, 27). Även synsystemet påverkar vår hälsa och välmående. Hög synprestation i vardagliga och arbetsrelaterade uppgifter kräver ljus av bra kvalitet och kvantitet. Lämpligt ljus ger synkomfort medan olämpligt ljus kan vara ansträngande för ögonen och ge huvudvärk (28), blanda och försvåra orientering. Det vi ser påverkar också arbetsglädje, humör, motivation, prestation och tillfredsställelse med kontorsmiljön (28, 29). Hur vi reagerar beror delvis på personliga preferenser och åsikter kring ljus (28). Även om den exakta nivån på mängden dagsljus som erfordras för att undvika negativ inverkan på människors hälsa är okänd, så är det känt att människor reagerar med stress och får sämre sömnkvalitet (30) när de är instängda i ett rum utan koppling till omvärlden.

Viktigt är också sambandet mellan bristen på dagsljus och försämrad sömn och ökad risk för allvarliga olyckor. Sömn, vakenhet och prestationsförmåga är direkt sammankopplade med vår 24 timmars biologiska rytm. Sömnens tidpunkt, verkan och kvalitet har alla kopplats samman med det naturliga ljuset (30, 31). Otillräcklig sömn orsakar utmattning vilket i sin tur orsakar olyckor både hemma och på jobbet. I en ny vetenskaplig artikel skrev ledande experter att den viktigaste orsaken till olyckor i trafiken som hade kunnat undvikas inte

var droger eller alkohol utan utmattning (32). Dessa olyckor orsakar betydande kostnader både för samhället och enskilda individer. Man kommenterade särskilt den roll våra biologiska klockor har på utmattning. Med tanke på att dagsljuset påverkar vår biologiska rytm är sambandet mellan hur vi utsätts för dagsljus och utmattningsrelaterade olyckor något som måste tas på allvar.

Vad kan byggnader göra? - dagsljus genom fönster

Sammanlagt är brist på dagsljus en hälsorisk i alla industrialiserade länder (10c) men särskilt i Norden. Under evolutionens gång har det fungerat utmärkt då vi spenderat vår tid utomhus. Nuförtiden tillbringar folk i Norden 90% av sin tid inomhus (18). För vissas grupper är andelen större, exempelvis på äldreboenden, sjukhus och fängelser. Dessutom är det under vinterhalvåret mörkt ute den tid som spenderas utomhus. En stor del av befolkningen i Norden riskerar därmed att få för lite dagsljus, särskilt vintertid (14, 33).

Visserligen kan man instämma att "design av en byggnad kan inte av sig själv garantera optimal exponering för dagsljus för upprätthållande av mental och fysisk hälsa ..." ((14) Tregenza, P. och Wilson, M. (2011). Daylighting Architecture and Design. London: Routledge. sid 17) och det är därför önskvärt att få dagsljus även utomhus. Med tanke på den tid vi tillbringar inomhus kan en dålig byggnad ha allvarligt skadlig effekt på hälsan. Likaså kan en bra byggnad göra avsevärd nytta. En bra byggnad släpper in dagsljuset genom välplacerade fönster i lämpliga storlekar. Det finns förvisso även överljus, men de flesta byggnader i Sverige får dagsljus direkt genom fönster vilket också ger utblick. Med utsikten kommer stimulans och kontakt med omvärlden. Forskning visar på att också utblick påverkar människan positivt.

Kan dagsljus ersättas av elektrisk belysning?

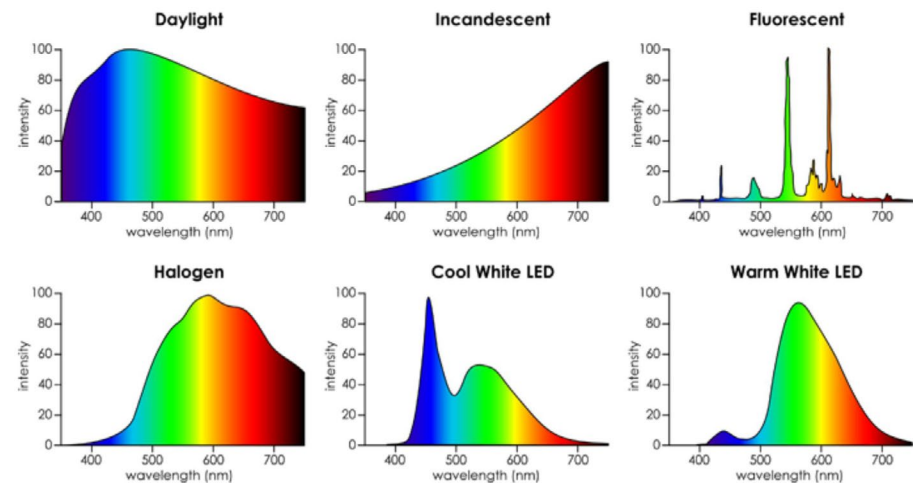
Med dagens tätbebyggda städer kan det vara frestande att ersätta dagsljus med elektrisk belysning. De positiva hälsoeffekter som dagsljus ger kan dock inte jämföras med majoriteten av den elektriska belysning som finns att tillgå.

Det ljus som erhålls behöver bestå av ett brett spektrum för att människan ska må bra. Förutom att synsystemet behöver det synliga ljuset för att fungera så har man upptäckt att vissa våglängder har särskild inverkan på människors hälsa och välbefinnande. För att undvika hälsoproblem ska den biologiska klockan aktiveras av rikligt med blått ljus under dagen. Limbiska reaktioner har hittills utforskats för att förbättra människans prestanda och produktivitet genom att använda rött ljus under dagtid (34) samt dynamiskt ljus för skiftarbete (35). Även om det saknas en komplett bild över hur olika delar i spektrumet påverkar människors hälsa och välbefinnande är det tydligt att spektrumet behöver vara betydligt bredare än det som ges av glödlampor, lysrör, högtrycksnatriumlampor(19) eller de flesta LED lampor (fig 4.2). Det finns visserligen fullspektrum- och dynamiska elbelysningsssystem som delvis kompenserar för otillräckligt dagsljus. Just fullspektrumlampor används nu under jord på LKAB i Kiruna och i andra industrilokaler (36) och testas nu på Trafikverket (37). Men detta är extrema fall. De är framtagna för fönsterlösa lokaler och skiftarbete och inte för allmänt bruk. Tillika finns det även ljusterapilampor som räcker för att stimulera dygnsrytmen och hjälper vid SAD. Detta är dessutom dyra och energislukande lösningar jämfört med vanliga ljuskällor.

En annan utmaning för elektrisk belysning är att avspegla dagsljusets rytm och skiftningar. Dagsljus ger unika förändringar i intensitet och färg, från korta skiftningar på grund av passerande moln, via dagsrytm till årstidsvariationer. Detta ger en koppling till världen utanför som belysning inte kan. När det gäller dygnsrytm kan kalla LED belysning ha negativ inverkan genom överexponering av blått ljus på kvällen. Det finns ett nyligen utvecklat dynamiskt

ljusundertak för sjukhus, med spektrum och dynamik optimerat för att stötta dygnsrytm och vakenhetsmönster (34). Styrsystemet kan ta hänsyn till både tillgängligt dagsljus och förinställd exponeringsdynamik. Däri ligger dock en risk. Dagsljus är naturligt skiftande, medan belysning är styrd av människan. Som sådan kan den drabbas av mänskliga misstag och missbruk. Det är svårt att skapa ett belysningsystem som skulle vara hälsosamt för alla brukare. Det finns även risk att människor har svårare att acceptera ljusmönster skapad av människan istället för det naturligt varierande dagsljuset. De allra flesta människor förderar helt enkelt att arbeta i ett rum med fönster som ger både dagsljus och utsikt (19, 30).

Slutligen, försiktighetsprincipen ger en varning för förhastad tillämpning av ljus som en åtgärd för att förbättra hälsan (21). Åtgärder som verkar säkra idag kan visa sig ohälsosamma senare.



(FIG 4.2) Jämförelse mellan spektra av elljuskällor och dagsljus.

Bilder från "Daylight, Energy and Indoor Climate Basic Book", Version 3.0. VELUX Group.

Konsekvenser för byggandet

Dagens byggregler ställer krav på det synliga ljuset. Det är troligt att aktuell kunskap om det blåa ljusets betydelse för hälsan med tiden kommer att leda till starkare efterfrågan och skärpta krav på dagsljusbelysta byggnader. Bredare spektrum och tidsaspekter kanske ingår i bedömningen av dagsljus i byggnader i framtiden (39). Det blir då ännu viktigare vilket spektrum som filteras bort av glaset. Det pågår redan arbete med mätvärden för "dygnsrytm-ljus", d.v.s. ljus som aktiverar dygnsrytmsystemet (23). Hälsosamt ljus är dock inte definierat ännu. Det påvisas skillnad mellan ingen tillgång till dagsljus och tillgång till dagsljus, men det finns nästan inga studier som anger något gränsvärde. Mer forskning behövs för att precisera bra dagsljus i byggnader och eventuella kravställningar men vad som är säkert är att hälsoeffekter av icke-synligt dagsljus utgör en ny variabel i ekvationen för att bygga hälsosamma, attraktiva och energieffektiva byggnader.

4.2 Energi och Inneklimat

Utmaningen

Energi och inneklimatindikatorerna är sammankopplade och det kan komma att kosta mer att uppfylla t.ex. krav på termisk komfort när man släpper in mer dagsljus. När det gäller kostnader för installationer och ventilation/värme, hänger mycket på om man lyckas balansera solvärmelast och dagsljusinsläpp, så att inte belastning av vvs systemet ökar. Om man lyckas skapa en bra balans mellan dagsljus och solvärme kan dagsljuset ge följande fördelar på byggnadens prestanda:

(i) Minskat behov av elektrisk belysning

Dagsljusbelysta byggnader kan minska energianvändningen för elektrisk belysning med mellan 20 och 60 procent. Detta redovisas i en mängd studier, vilket bland annat (40, 41) visar. Denna aspekt premieras för närvarande inte av BBR, se avsnitt 1.3 om energieffektivisering.

(ii) Minskat kylbehov och/eller lägre rumstemperatur

Dagsljus har mycket gott ljusutbyte, förhållandet mellan ljus och värme eller ljus och eleffekt. Ljusutbytet varierar beroende på väderlek men kan vara upp mot 150 lux/W. Detta är mer än dubbelt så effektivt än ett genomsnittligt lysrör och lika bra som de effektivaste LED-lamporna. Användning av dagsljus i stället för elektrisk belysning kan därför resultera i ett minskat kylbehov och/eller ett svalare rumsklimat sommartid. Detta kräver dock att man begränsar den direkta solinstrålningen och har ett välfungerande styrsystem.

(iii) Reducerat effektbehov

Dagsljus är speciellt väl lämpat för kommersiella byggnader då närvarotiderna och ljusbehovet sammanfaller med då solen skiner. Då det maximala effektbehovet för mekanisk kyla sammanfaller med då dagsljuset är som mest tillgängligt kan byggnadens totala effektbehov reduceras genom att använda dagsljus.

4.3 Övriga värden

Förbättrad prestation

Några studier visar att dagsljus ökar produktiviteten (42) och minskar risken för utbrändhet (43). Naturligt ljus har perfekt färgåtergivning helt utan flimmer. Det här är speciellt fördelaktigt när man arbetar med textilier, konst eller möbler. Det är allmänt känt att dagsljus förbättrar inlärning. Vissa studier hävdar att dagsljus förbättrar elevernas framsteg (44), men det krävs mer forskning för att nå samsyn (19). På sjukhus ger dagsljus "en minskning av den genomsnittliga längden på sjukhusvistelsen, snabbare återhämtning efter operation, sänkta krav på smärtlindring, snabbare återhämtning från depression och desinficerande egenskaper"(29). Mest uppenbart är att bra dagsljus genom fönster ger en stimulerande och tillfredsställande synupplevelse. Med andra ord får folk det de vill ha och det gör dem gladare. Därmed förbättras den subjektiva hälsan och välbefinnandet.

Fastighetsekonomi

Det finns inga studier om hur dagsljus påverkar fastighetsekonomi i Sverige, och det finns få utomlands. Aktörerna på marknaden diskuterar inte heller frågan särskild ofta. Både IPD Norden och DTZ fastighetsrådgivningstjänster menar att det finns inga belegg att byggnaden med bra dagsljus, eller gröna byggnader i överhuvudtaget, säljs dyrare än motsvarande "vanliga" byggnader. Ekonomisk värdering av byggnader tar inte specifik hänsyn till miljöprestanda/gröna egenskaper. Den baseras på statistik och liknande byggander och transaktioner, och gröna egenskaper samvarierar ofta med andra och är svåra att skilja (45). Ännu svårare är det troligen att skilja ut just dagsljusets påverkan på ekonomin med etablerade värderingsmetoder. Vårt att notera är dock att kontorsfastigheter med en fri rumshöjd på 2,4m idag rivs i Stockholms

innerstad för att det inte går att ta ut hyror i paritet med vad fastigheter i samma lägen med en fri rumshöjd på 2,7m (enligt dagens standard) kan ta ut. Man kan misstänka att fastigheter med sämre tillgång på dagsljus än fastigheter i jämförbara lägen kanske kommer att gå samma öde till mötes i framtiden.

Ökad försäljning

Två studier utförda av Heschong Mahone Group (46, 47), redovisar ingående sambandet mellan dagsljus i butiker och försäljning. Man slår fast att takfönster (skylights) hade större inverkan på försäljningen än till exempel förändring i öppettid, kundunderlag och renovering. I en annan studie (48), undersökte man 108 liknande butiker som tillhörde samma butikskedja. Två tredjedelar av dessa hade takfönster. Även i denna undersökning kom man fram till att takfönster hade störst positiv inverkan av de undersökta parametrarna. Vårt att notera är att man i samtliga av dessa undersökningar undersökte samma parametrar (läge, öppettider, genomsnittlig inkomst hos kunderna, tid sedan butiken renoverades samt takfönster). I sin rapport, "Daylight for Health and Efficiency" (49), konstaterar Ahmet Cakir att kunder stannar längre i butiker med dagsljus än utan. Dessa studier ifrågasätts dock av andra forskare och är långt ifrån opartiska.

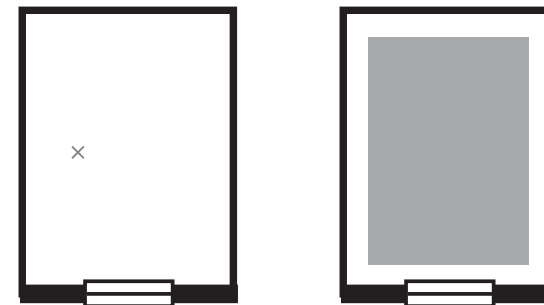
Att ställa krav på dagsljus

5.1 Indikator

Bakgrund

Att ställa krav på dagsljus kan spåras tillbaka till romersk lagstiftning. Från början säkerställdes dagsljuset med ganska enkla metoder, t.ex. att man skulle kunna se mer av himlen än en utsträckt hand kunde skymma. I över hundra år har man dock kunnat beräkna mängden dagsljus på ett relativt sofistikerat sätt där hänsyn tagits till både direkt och reflekterat ljus. I takt med att metoderna för att bestämma hur mycket ljus som kommer in i ett rum utvecklats har även kraven följt med. Nuförtiden kan man med hjälp av datorer simulera exakt hur ljuset faller över ett helt år och i den senaste versionen av miljömärkningssystemet LEED ställs kravet på dagsljus just med denna metod.

Det finns ett antal sätt att ställa krav på dagsljus. I princip alla krav ställs med hjälp av indikatorer. Indikatorerna är antingen kvantitativa eller kvalitativa eller både och. De kvantitativa indikatorerna kan delas upp i två typer, statiska och dynamiska. Kvantitativa indikatorer anger mängden ljus, eller möjligheten till ljus i någon punkt eller yta. Mycket vanliga indikatorer är förhållandet mellan rummets fönsterglasareal och golvareal, utblick samt dagsljusfaktorn i en enstaka punkt eller ett medelvärde i rummet. Det är dessa metoder som beskrivs till exempel i BBR.



(FIG 4.1) Dagsljus bedöms oftast i en enstaka punkt eller som medelvärdet över en yta. I BBR används en enstaka punkt men en genomsnittlig dagsljusfaktor är en bättre och mer säker indikator på dagsljuset i rummet.

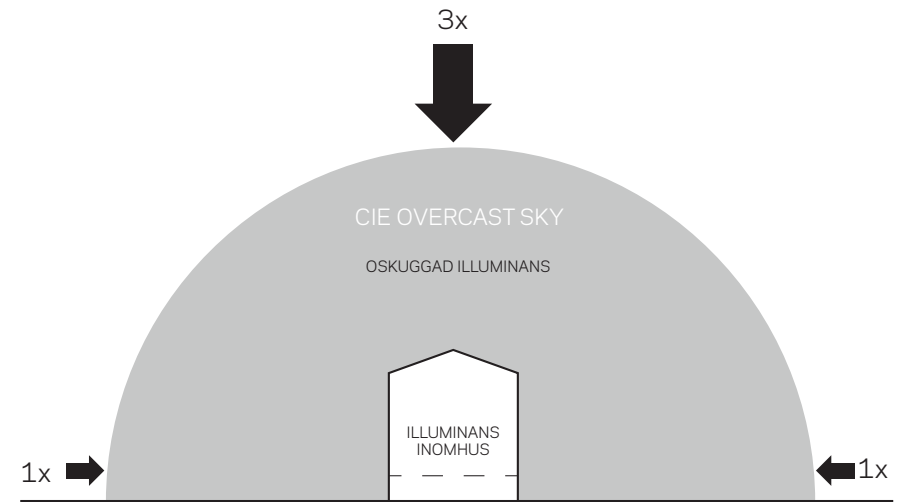
Dagsljusfaktor

Dagsljusfaktorn definieras som förhållandet mellan illuminansen i en punkt inomhus och en oskuggad punkt utomhus med en standardhimmel som benämns CIE overcast sky.

Denna standardhimmel är densamma för alla orter på jorden och för alla väderstreck. Den enda variationen är att himmeln vid zenit är tre gånger ljusare än vid horisonten. Detta innebär att ett takfönster släpper in betydligt mer ljus än ett fönster i fasad. Dagsljusfaktorn är inte avsedd för att avgöra om dagsljuset i ett rum är bra utan bara ange om det uppfyller kravet på lägsta tillåtna nivå. Visserligen tar dagsljusfaktorn hänsyn till fönsterstorlek, fönstrens placering, optiska egenskaper, skuggande objekt och komplexa geometrier men det finns stora begränsningar. Ingen hänsyn tas till väderstreck, ort, årstider, tidpunkt på dygnet eller den direkta solen. En annan mycket stor begränsning med dagsljusfaktorn är att det inte finns någon övre gräns. Man kan alltså lockas att tro att en dagsljusfaktor på 8% är bättre än 4% fastän detta troligtvis medför risk för bländning, övertemperatur och ökad energianvändning.

Sky view factor

Ännu mer förenklade indikator som används, till exempel i Hong Kong, är himmelsfaktorn (Sky View Factor) och vertikal dagsljusfaktor utsida fönster. Dessa anger hur stor del av himmeln ett fönster "ser". Fördelen med dessa är att de går att beräkna utan att känna till byggnadens planlösning, vilket kan vara mycket praktiskt i ett planeringsstadium. Nackdelen är att dessa indikatorer inte tar hänsyn till fönstrens utformning, storlek, hur djup byggnaden är eller hur rummen är utformade.



$$\text{DAGSLJUSFAKTOR} = \frac{\text{ILLUMINANS INOMHUS}}{\text{ILLUMINANS UTOMHUS}} \times 100$$

(FIG 4.2) Dagsljusfaktorn är andelen ljus från himmeln som träffar en punkt eller en yta. En standardiserad himmelsmodell används för att approximera en jämnmulen himmel. Denna himmelsmodell som kallas CIE Overcast sky (CIE mulen himmel) är tre gånger ljusare vid zenit än vid horisonten.

Fönsterarea

Förhållandet mellan rummets fönsterglasarea och golvarean benämns i engelsk litteratur Window-to-Floor Ratio (WFR) och är mycket populärt i olika nationella krav och standarder. Dessa krav är dock inte helt jämförbara eftersom man har varierande definition av både golv- och fönsterglasarea. Även utblick kan ses som en statisk kvantitativ indikator även om den mycket sällan kvantifieras eller ens definieras enligt någon standard. Undantagen är DIN 5034-1:2011-07 och möjligtvis BS 8206-2:2008. De senaste åren har en hel del forskning visat på att en god utblick över omgivningen är minst lika viktig som tillgång på dagsljus för människors välbefinnande.

Klimatbaserade indikatorer

Det finns en mängd dynamiska indikatorer, vilka ofta benämns som klimatbaserade indikatorer. Några av de mest kända är Useful Daylight Illuminance (UDI), Dagsljusautonomi (DA), Spatial Daylight Autonomy (sDA) och Annual Sunlight Exposure (ASE). Fördelen med dessa är att de kan bestämma dags- och solljusets variation över ett helt år, de kan bestämma möjligheten till att ersätta elektisk belysning med naturligt ljus och det kan även användas till att approximera upplevelsen och kvaliteten på dagsljuset. Nackdelen är att de är relativt komplicerade att bestämma och kräver specialiserade beräkningsprogram. Useful Daylight Illuminance (UDI) och Dagsljusautonomi (DA) anger hur stor andel av ett rum illuminansen är inom ett visst intervall. Vanligtvis anges andelen som under närvarotid under ett normalår, men det kan även vara en standardiserad tid eller årets alla timmar. Ofta är intervallet 100 - 2000 lux, men det varierar mellan indikatorerna. Problemet är att illuminansen varierar både över tid och i rummet under ett år. Man måste alltså även ange hur stor del av rummet som ska uppfylla kravet. En dagsljusautonomi på lägst 300 lux i 50% av rummet anges vanligtvis DA300/50%. För att ställa och jämföra krav är det viktigt att veta under vilka timmar man ställer kravet, intervall för illuminans samt hur den aktuella golvarean definieras.

Bländning

De kvalitativa indikatorerna används för att bestämma sannolikheten för bländning. De baseras på luminans till skillnad från de kvantitativa som baseras på illuminans. Detta innebär att de kvalitativa indikatorerna är betydligt svårare att beräkna än de kvantitativa. Den mest populära indikatorn just nu är Daylight Glare Probability (DGP).

Effekten av vald indikator

Hur man ställer krav på dagsljus har stor inverkan på våra byggnaders utformning och stadsplanering. Använder man dagsljusfaktor som indikator blir kraven desamma i hela Sverige, men om man väljer t.ex. dagsljusautonomi innebär detta att man kommer att behöva större fönster ju längre norrut i landet man bygger. Väljer man sDA som indikator kan detta innebära en ökad sannolikhet att de som vistas i dessa byggnader upplever dem som väl dagsljusbelysta, medan om man använder dagsljusfaktorn vet man bara att man når en lägsta möjliga illuminansnivå vid en bestämd himmel utan sol. Det är alltså av stor vikt att man kvantifierar ställda dagsljuskrav på ett medvetet och omsorgsfullt sätt.

Fördelar och nackdelar per indikator

Indikator	Fördelar	Nackdelar
Dagsljusfaktor i en punkt	Enkel att beräkna med datorprogram och för hand.	Känslig för små variationer. Tar inte hänsyn till klimat, väderstreck eller ort. Försummar solljuset. Både material och geometrisk indata behövs.
Genomsnittlig dagsljusfaktor	Enkel att beräkna med datorprogram, populär.	Tar inte hänsyn till klimat, väderstreck eller ort. Försummar solljuset. Både material och geometrisk indata behövs.
Sky view factor Vertical sky component Vertikal dagsljusfaktor	Mycket enkel att beräkna med datorprogram. Kräver enbart geometrisk indata.	Tar ej hänsyn till rum eller fönsterstorlek, enbart omgivningen. Tar inte hänsyn till klimat, väderstreck eller ort. Försummar solljuset.
Fönsterarea	Mycket enkel att beräkna för hand. Kräver enbart fönster- och golvarea.	Har mycket svårt att ta hänsyn till solskyddsglas, komplexa rum och skuggande byggnader och balkonger. Tar inte hänsyn till klimat, väderstreck eller ort. Försummar solljuset.
Klimatbaserade indikatorer Useful Daylight Illuminance (UDI) Dagsljusautonomi (DA) Spatial Daylight Autonomy (sDA) Annual Sunlight Exposure (ASE) Daylight Glare Probability (DGP)	Mycket kraftfulla indikator som kan bl.a. användas för att bestämma dagsljus, solinstrålning och bländning. Kan förutsäga visuell komfort.	Både material och geometrisk indata behövs. Beräkningarna kräver specialistkunskap och tar lång tid.

5.2 Att mäta dagsljus

När man talar om dagljuskrav internationellt handlar det ofta om olika beräkningsmodeller. Då de svenska dagsljuskraven uttrycks som funktionskrav är det dock nödvändigt att eventuella krav går att mäta och verifiera. Ett krav på fönsterarea i förhållande till golvarea verifieras enkelt men hur är det med en dagsljusfaktor? Att mäta dagsljus är enkelt. En lux-mätare kostar inte många kronor och är lätt att använda (FIG 4.3). Det viktigaste är att fotocellen är färg- och cosinuskorrigerad och att instrumentet kan mäta upp till omkring 25 klux. Tyvärr finns det inte någon standard, varken svensk eller internationell, som anger hur dagsljus och framför allt dagsljusfaktorn kan bestämmas genom mätning. Vi ser dock inte detta som något större problem då en metodik av mätning av dagsljusfaktorn skulle kunna inkluderas i en uppdatering av SS 91 42 01.



(FIG 4.3) Luxmetern som visas på bilden till vänster används för att mäta dagsljus. Mätinstrumentet är enkelt att använda, billigt och lätt att få tag på. Trots detta görs få dagsljusmätningar i svenska byggnader.

De främsta skillnaderna mellan datorsimulering av dagsljusfaktor och mätningar in-situ är:

Det är svårt att verifiera att den aktuella himlen har samma luminansfördelning som CIE Overcast Sky. Även om man mätte himmelsluminansen med en luminansmätare, något som är både dyrt och komplicerat, finns det ingen enkel metod att använda denna information till att räkna om de aktuella illuminansnivåerna till en CIE Overcast Sky. Flera mätningar visar dock att en jämnmulen himmel i norra Europa överensstämmer ganska väl med den standardiserade himmeln. Dessutom är en jämnmulen himmel ganska vanlig i Sverige.

Verkliga rum innehåller möbler, något som ofta försummas i de teoretiska modellerna. Det är därför viktigt att man inte låter mätpunkterna skuggas av t.ex. invändiga skärmar och hyllor.

Trots att ljuset utomhus upplevs konstant kan det variera en hel del. På grund av detta krävs det samtidiga mätningar inom- och utomhus.

Parallella Standarder

6.1 Nationella krav i Europiska länder

Alla länder i Europa har någon form av krav på dagsljus i sin bygglagstiftning. Det vanligaste är att man ställer krav fönster/glasarea per golvarea, anger en lägsta dagsljusnivå samt ställer krav på utblick. Det är dock inte alla länder i Europa som ställer krav på utblick.

Danmark

I Regler 2010 finns ett antal krav och råd/vägledningar för dagsljus. För ett antal rumstyper, bland annat arbetsrum, undervisningslokaler och bostadsrum ställs krav på att de ska ha en så stor tillgång på dagsljus att de är väl belysta. Detta kvantifieras på olika sätt i en vägledningstext.

Den första metoden är att man anger att arbetsrum, bostadsrum och kök kan anses som väl belysta om fönsterarean är 10 respektive 7 procent av golvarean beroende på om de är placerade i fasad eller i tak. Detta under förutsättningen att glasens ljustransmittans är minst 75% och att de är normalt placerade.

Vid ljustransmittans lägre än 75% eller om fönstren är skuggade från t.ex. närliggande byggnader ska fönsterarean vara proportionellt större. Den andra metoden är att bostadsrum och kök anses ha tillräckligt dagsljus om den beräknade dagsljusfaktorn är högre än 2% halvvägs in i rummet. För arbetsrum ska den genomsnittliga dagsljusfaktorn vara 2 % i arbetszonen. Det ges en kort beskrivning av beräkningsmetodiken där man säger att dagsljusfaktorn ska beräknas i ett nät som börjar 0,5 meter från väggarna och med ett avstånd på maximalt 0,5 m. Avslutningsvis säger man att avståndet mellan beräkningspunkterna bör vara lika stort. Ett alternativ till att beräkna medelvärdet över

hela arbetszonen är att visa beräkningsmässigt att dagsljusfaktorn är minst 2% vid samtliga arbetsplatser. Hänsyn ska tas till de faktiska förhållandena, bland annat fönstrens utformning och ljustransmittans samt skuggande omgivning. Man hänvisar även till By og Byg Anvisning 203: Beregning af dagslys i bygninger samt SBI-anvisning 219: Dagslys i rum og bygninger. Det kommer även läggas ett förslag att kravet på dagsljusfaktor ska höjas från 2 till 3% samt fönster/golv-förhållande ska höjas från 10 till 15% från och med 2020.

Förutom krav på dagsljus ställs det i Danmark krav på att arbetsrum och rum i bostäder ska ha fönster utformade så att det går att se ut på omgivningen. I vägledningen förtydligar man att utsikten är en av de viktigaste faktorerna för upplevelsen av rummet samt att arbetsrum och bostadsrum som primärt får sitt dagsljus från takfönster även behöver förses med fönster som tillåter utblick.

Norge

I Forskrift om tekniske krav til byggverk (Byggteknisk forskrift TEK 10) OR-2010-03-26-489 anges att rum med stadigvarande närvaro ha fönster som ger tillfredställande tillgång till dagsljus och tillfredsställande utblick. I vägledningen till reglerna beskrivs att ljusförhållandena har stor betydelse för hälsa och trivsel och att naturligt ljus är att föredra framför elektiskt när detta är möjligt. De rum som omfattas av kraven är vardagsrum, kök, sovrum och arbetsrum i bostäder samt arbetsrum och publika rum i kontor och offentliga lokaler. Hänsyn ska tas till fönsterstorlek och placering av fönster, skuggning

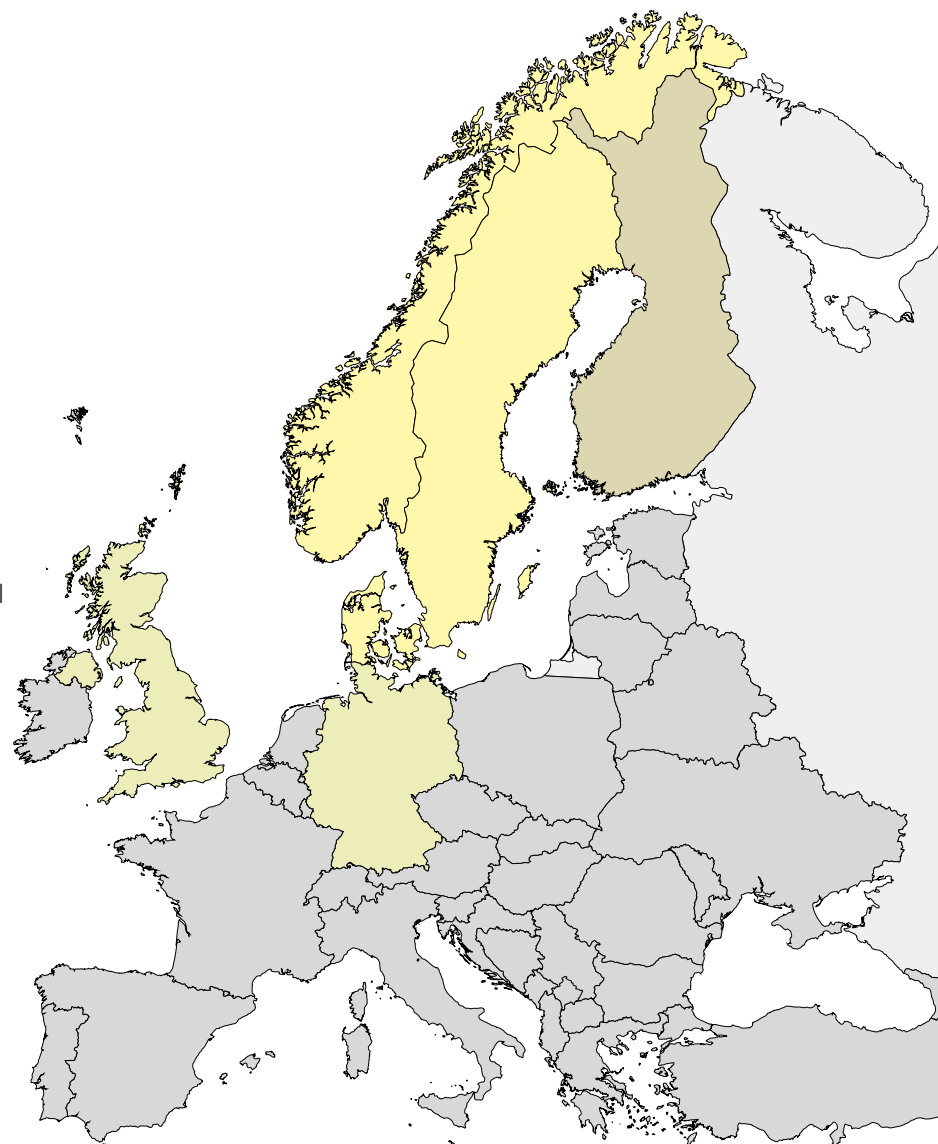
från omgivning, samt alla ytors reflektionsförmåga. Kraven kan verifieras antingen genom att den beräknade genomsnittliga dagsljusfaktorn i rummet är minst 2% eller att fönsterarean är minst 10 % av bruksarean. Man hänvisar även till Svensk standard ss g1 42 01 Byggnadsutformning - dagsljus - förenklad metod för kontroll av erforderlig fönsterglasarea för att bestämma tillräcklig fönsterarea.

Finland

I G1 Finlands Byggbestämmelsesamling, Bostadsplanering, Föreskrifter och anvisningar 2005 ställs krav på att bostadsrum ska ha fönster med en ljusöppning som är 10% av rumsytan. Det ställs även krav på att placeringen ska vara ändamålsenlig med tanke på ljusförhållande och trivsel. Till skillnad från Sverige ställer man krav på hur nära byggnader får stå med avseende på dagsljus. Avståndet mellan huvudfönstret i ett bostadsrum och motsatt byggnad på samma eller grannfastighet ska vara minst lika långt som den motsatta byggnadens höjd räknat över bostadsrummets golv, dock minst 8 meter. Avslutningsvis säger man att man ska beakta väderstreck och utsikt, men det kvantifieras inte.

- Krav på dagsljusfaktor samt glasarea i byggregler
- Krav på dagsljusfaktor enligt nationella standarder
- Krav på fönsterarea
- Ej undersökt

(FIG 6.1)



Storbritannien

Storbritannien har så vitt vi vet inte några dagsljuskrav i sina byggregler. Det finns dock flera lagar och regelverk som reglerar dagsljuset. Den mest kända är Right-to-light som garanterar rätten till dagsljus. Året 2013 publicerade Education Funding Agency PSBP baseline designs: daylight strategy, vilket är en guide för dagsljus i skolor. Unikt med denna är att man använder de dynamiska och till viss del kvalitativa indikatorerna Useful Daylight Index (UDI) and Dagsljusautonomi (DA). Den lägsta nivån för UDI är 80% och 50% för DA, vilket är långt ifrån enkelt att uppfylla.

Tyskland

Råd för dagsljus ges genom standarden DIN 5034-1 vilken vi beskriver i kapitel 6.3. Alternativt kan minsta glasarea i förhållande till golvarea användas. Hur stora fönstren behöver vara varierar mellan 10 och 12,5% beroende på var byggnaden är belägen (Landesbauordnung-LBO).

6.2 Frivilliga klassningssystem

Frivilliga miljöklassningssystem har stor inverkan på de nationella dagsljuskra-
ven. Anledningen till detta är att tillgången till dagsljus granskas i detalj och
att i princip inga rum kan undantas, i alla fall inte enligt Miljöbyggnad. Detta
innebär att byggnader med rum där kravet på dagsljus inte uppfylls inte heller
kan miljömärkas. Miljömärkningssystemen ställer även stora krav på att dags-
ljusreglerna är tydliga då de granskas i detalj.

Miljöbyggnad version 2.2

Miljöbyggnad ställer krav på dagsljusfaktor, utblicksarea, glasandel i förhål-
lande till golvarea benämnd AF och utförda enkäter beroende på lokaltyp och
nivå. Man gör även ett försök att förtydliga de svenska byggkraven, speciellt
hur SS 91 42 01 kan användas. Att Miljöbyggnad har satt fokus på dagsljus är
en av anledningarna att de svenska dagsljuskraven diskuteras så livligt just nu.

LEED

Kraven på dagsljus har varierat kraftigt mellan de olika versionerna av LEED. I
den senaste versionen använder man de dynamiska klimatbaserade indikator-
erna Spatial Daylight Autonomy och Annual Sunlight Exposure, vilka beskrivs
i standarden LM-83-12, IES Spatial Daylight Autonomy (sDA) and Annual
Sunlight Exposure (ASE) från 2013. Tidigare har man använt dagsljusfaktor och
illuminans vid olika standardhimlar.

BREEAM

I den svenska versionen av BREEAM får man antingen använda en klimatbase-
rad dynamisk indikator i form av lägsta genomsnittlig illuminansnivå på 200
lux under en bestämd tid, 2650 timmar per år eller en lägsta genomsnittlig
dagsljusfaktor på 2,1% till 4,4% beroende på byggnadstyp, latitud och ambi-
tionsnivå. Man värdesätter även jämnhet och utblick.

Sammanfattning

Av ovanstående sammanställning kan man se ett par viktiga skillnader. LEED
och BREEAM fokuserar främst på klimatbaserade indikatorer och genomsnitt-
lig dagsljusfaktor medan Miljöbyggnad använder dagsljusfaktor i en enstaka
punkt. Den största skillnaden är dock att man i både LEED och BREEAM kan
välja bort indikatorerna för dagsljus medan man i Miljöbyggnad måste upp-
fylla myndighetskrav.

6.3 Standarder för krav på dagsljus

NS 3701:2012

Kriterier for passivhus og lavenergibygninger Yrkesbygninger

I denna standard ställer man krav på beräknad elektiskt belysning, vilket i många fall kräver att man har ett effektivt utnyttjande av naturligt ljus.

BS 8206-2:2008

Lighting for buildings – Part 2: Code of practice for daylighting

Denna brittiska standard innehåller definitioner, allmänna råd, minimikrav, handberäkningsmetoder, materialegenskaper och en mängd annan information. De indikatorer som används är främst lägsta genomsnittlig dagsljusfaktor och dagsljusets jämnhet. Kravet på dagsljusfaktor beror på rumstyp, där sovrum ska ha en lägsta dagsljusfaktor på 1% och kök 2%.

DIN 5034-1, Daylight in interiors - Part 1: General requirements 2011-07

Denna tyska standard ställer krav på dagsljus och utblick. Dagsljuskravet definieras i form av två punkter liknande SS 91 42 01 där medelvärdet ska vara högre än 0,9% och det lägsta värdet måste vara högre än 0,7 %.

6.4 Klimatbaserade standardiseringsinitiativ

LM-83-12

IES Spatial Daylight Autonomy (sDA) and Annual Sunlight Exposure (ASE)

Denna standard från 2013 visar hur man bestämmer de klimatbaserade indikatorerna Spatial Daylight Autonomy (sDA) och Annual Sunlight Exposure (ASE). Indikatorerna är valda utifrån den omfattande undersökningen som redovisades i Daylight Metrics, PIER Daylighting Plus Research Program, 2012. Dessa indikatorer används även i den senaste versionen av LEED.

European Committee for Standardisation CEN / TC 169 WG11

Denna kommitté ledd av John Mardaljevic har till uppgift att ta fram ett förslag på rekommenderad lägsta dagsljusnivå baserad på utblick, solljus och bländning. Man har inte lyckats komma överens om gemensamma indikatorer och de senaste dokumenten från John Mardaljevic redovisar en relativt enkel klimatbaserad indikator där den lägsta illuminansen ska lägst vara 300 lux under 50 % av tiden i en bestämd del av rummet. Då denna indikator inte innehåller någon sol tar den inte hänsyn till väderstreck, men den tar hänsyn till lokalt klimat, vilket innebär att det kommer krävas större fönster ju längre norrut en byggnad befinner sig. Man kan se detta förslag som ett första steg på väg mot en klimatbaserad indikator.

CIE 4 D3/D6

Denna kommitté har till uppgift att sammanställa all relevant vetenskaplig litteratur för att visa på nyttan med fönster i byggnader. Detta omfattar främst utblick, dagsljus, solljus, ventilation och utseende. Klimatbaserade indikatorer tas fram inom CIE TC 3-47, Climate-Based Daylight Modelling, även denna ledd av John Mardaljevic.

Sammanfattning standarder

De flesta standarder och nationella krav ställer krav på dagsljus, utblick och jämnhet och har krav utifrån beräknad dagsljusfaktor och/eller fönsterarea/golvarea. Krav på genomsnittlig dagsljusfaktor är vanligare än i en enstaka punkt och många differentierar krav utifrån verksamhet/rumstyp. De statiska indikatorerna är vanligast, men det pågår ett aktivt arbete med att ersätta dem med klimatbaserade dynamiska indikatorer.

Vem påverkas?

Kommuner

Kommunerna jobbar för att uppfylla byggreglernas kvalitetsmål för allmänhetens hälsa och säkerhet. Det senaste decenniet har kommunerna även fått ökat intresse för hållbarhetsplanering. Skälet är till del politiskt, men beror även på att ekologiska strategier i det här planeringsstadiet ofta ger långsiktiga besparingar. Huvudstrategin har varit stadsförtätning. En annan strategi har varit att fokusera på att stärka de nationella målen för byggnaders energianvändning. Som nämnts i tidigare avsnitt, de här initiativen har i vissa fall påverkat dagsljusnivåerna i byggnader negativt. Införandet av kvantitativa gränsvärden för dagsljus kan ge kommunerna ett användbart verktyg inte bara för att styra stadsförtätning, utan även för att lösa potentiella konflikter som uppstår vid ökad stadsförtätning. Dessutom blir det ett kraftfullt sätt att se till så att det finns "god tillgång" till dagsljus i förskolor, skolor och på äldreboenden. Det är värt att notera att det alltså finns en relativt väletablerad, administrativ infrastruktur för att genomföra uppsatta energimål medan det för närvarande finns mindre förståelse och intresse hos myndigheterna för dagsljusfrågor på den här nivån. Det är inte ovanligt att myndigheterna kontrollerar att det finns minst 10% glas till golvarea. Men det är sällan som inspektörerna eller bygglovsarkitekter är medvetna om begränsningarna i standarden som t.ex. glastyper, rumsutformning eller omgivande hinder. Det är än mer ovanligt att man beräknar dagsljusfaktorer vid bygglovsförfarandet. Kommunerna ansvarar idag för att Plan- och bygglagen (PBL) efterlevs. Men med begränsade resurser, så även om man har goda intentioner, går det inte alltid genomföra ingående och utförliga kontroller av att normkraven är uppfyllda. Dessutom har minskad stadsförtätning negativa ekonomiska konsekvenser för vissa myndighetsslag. Detta medför att avsnitt 6:322 riskerar att bli inkonsekvent tillämpat från en kommun till annan.

Arkitekter (arkitekter, inredningsarkitekter)

Arkitekter verkar ha en förkärlek till dagsljus men trycket från kunderna att maximera golvyta och minimera energianvändning har vridit arkitekternas fokus från ämnet. Det ökande beroendet av elbelysning de senaste decennierna har även prioriterat upp hänsyn till estetisk design. Arkitekter som är utbildade i Sverige har generellt sett begränsad utbildning i byggnadsfysik, så även om många i gruppen vill förbättra dagsljusnivåerna i sina byggnader räcker inte alltid den tekniska kompetensen till för att argumentera i sak. Det är värt att notera att dagsljuskraven finns i det kapitel i BBR som handlar om inomhusklimat. Generellt sett är det inte så troligt att arkitekter känner till det avsnittet av BBR, så majoriteten är inte medvetna om att kraven finns. Det håller dock på att ändra sig så sakteliga och även om vissa ser kraven som ännu ett tekniskt hinder, så finns det ett överväldigande allmänintresse för dagsljus inom gruppen. Funktionsbaserade dagsljussimuleringsverktyg börjar ta sig in i arkitekturens designprocess vilket potentiellt medför större förståelse för dagsljus inom gruppen. Det allmänna rådets kvantitativa gränsvärde kan ge arkitekter stöd i sin strävan efter dagsljusbelysta utrymmen.

Belysningsbranschen (tillverkare, elkonsulter, belysningsdesigners)

Den här gruppen har haft sitt fokus på att erbjuda funktionell belysning av hög kvalitet för såväl exteriör som interiör användning. Belysningsstandarden har stadigt ökat sedan 30-talet och minskat dagsljusbehovet. Det har gynnat branschen och belysningsindustrin har vuxit både i storlek och inflytande under perioden. Det är värt att notera att ett belysningsföretag, Fagerhult, sitter med i utvecklingskommittéen för CIE-dagsljusstandarden. Energieffektivitet har haft särskilt branschfokus som svar på kundernas efterfrågan trots att belysnings energieffektivitet inte ingår i BBR:s energiberäkningsmetod. Styrning av belysningssystem med givare och datorprogram har varit viktiga komponenter för att uppnå målen. Utvecklingen av LED-teknik på sistone har också gett avsevärda besparingar men även gett ett ganska trångsynt fokus på själva tekniken. Tekniker som integrerar dagsljus med styrd elbelysning har däremot bara fått begränsad uppmärksamhet och rent generellt återstår att förverkliga de potentiella fördelar som tekniken kan ge när det gäller energianvändning och mänsklig hälsa och prestation. BBR:s minimigränsvärde för dagsljus kan ge den här gruppen en marknad för dagsljusstyrteknik eftersom obligatoriska minimivärden med dagsljus ger dagsljusstyrning större användningsområde. Tillverkarna kan alltså potentiellt öka försäljningen av sådana produkter och både höja belysningskvaliteten och energieffektivisera belysningen. Så även om BBR på det stora hela inte belönar energibesparingar inom verksamhetsel, så kommer minimivärdena i dagsljuskraven förmodligen gynna gruppen.

Övriga konsulter (miljösamordnare, VVS- och energispecialister)

I Sverige ingår traditionellt sett inte dagsljus i den här gruppens arbetsuppgifter. I stället har de varit helt inriktade på den utmanande uppgiften att sänka energianvändning och erhålla ett gott inomhusklimat i byggnader. Det är först de senaste fem åren som gruppen så smått börjat rikta uppmärksamheten mot dagsljus tack vare det ökande intresset för miljöcertifiering. De flesta saknar erfarenhet och utbildning när det gäller dagsljusfrågor men vår erfarenhet är att de som är nyexaminerade visar ett större intresse i ämnet. Glasspecifikationer är fortfarande generellt sett angivna som U- och g-värden, men numer förekommer även ljustransmission och färgåtergivning. Återinförandet av minimigränsvärden för dagsljus i BBR kommer säkerligen stärka trenden och kan mycket väl hjälpa till att skapa balans mellan dagsljusmängd och energiprestanda hos de som arbetar i den här viktiga branschen. Fortsatt åtstramande energiregler gör uppfyllda dagsljuskrav till ytterligare en utmaning för gruppen, om än nödvändig. Det är avgörande för gruppen att det finns en väldefinierad standard för godkända beräkningsmetoder. Annars kommer beräkningsresultaten fortsätta att variera kraftigt bland konsulterna.

Beställare/byggherrar

Den här gruppen har fokus på att erbjuda kunderna en tilltalande, robust produkt inom fasta ekonomiska ramar. De ställer sig oftast avvaktande till byggregler, men har även varit drivande med att få fram miljöcertifierade byggnader i landet. Att man tagit extrakostnader för certifiering beror till viss del på att kunderna efterfrågat gröna alternativ, men även på att energibesparingar ofta spar pengar. Ökat plandjup är ett effektivt sätt att både sänka energianvändningen och öka uthyrningsytan. På samma sätt leder minimerad fönsterstorlek till både sänkt energianvändning och mindre behov av mekanisk utrustning för värme och kyla. Det kanske viktigaste är att stadsförtätning är nödvändig för att kompensera för stigande markpriser. Dessa faktorer motarbetar generellt tillgången till dagsljus. Även om det är allmänt accepterat att god tillgång till dagsljus i byggnader är positivt, så är det svårt att kvantifiera de ekonomiska fördelarna. Det gör att många i gruppen är skeptiska till att ta de kostnader (både direkta och indirekta) som kan uppstå för att uppfylla kravet på lägsta mängd dagsljus. Ett tecken på det här är tendensen att ändra projekt med dåligt dagsljus från certifiering i MILJÖBYGGNAD som kräver att dagsljuskraven är uppfyllda till certifieringssystem där det är frivilligt att uppfylla dagsljuskriterierna (BREEAM och LEED). Får man välja, så blir dagsljuskriterierna oftast inte uppfyllda. Även om avsnitt 6:322 inte ger fastighetsutvecklarna någon garanti för bra dagsljus, så ger det en kvalitetssäkringsmekanism som kan vara användbar för att hantera boendefrågor angående minimivåer för dagsljus. Det är mycket viktigt för gruppen att gränsvärdet för acceptabelt dagsljus är flexibelt, så att det inte hindrar fortsatt utveckling av svenska stadskärnor. Av samma skäl är det avgörande för gruppen att dagsljusreglerna både är tydligt definierade och konsekvent tillämpade.

Byggbolag

Byggbolagen har tagit fram tekniska ramverk för hållbara byggnader som svar på fastighetutvecklarnas krav. Byggbolagen har till stor del siktat på att balansera ekonomi och miljö, vilket lett till en huvudsaklig inriktning på energianvändning och minskat materialspill. Materialens giftighet har också uppmärksammats. Men med undantag av miljöcertifiering av byggnader så har dagsljusfrågor allmänt sett inte fått samma uppmärksamhet. Bolagens beslutsfattare ingår i den kategori som riktar in sig på att uppfylla BBR-kraven och har generellt sett visat lite intresse för dagsljusfrågor. Ett exempel är ljusgårdar där risken för läckage går före tillgången till dagsljus genom att policybeslut dömer ut glastak. Man kan anta att det är ett direkt resultat av bristande tydlighet i den nuvarande BBRs dagsljuskrav. Det faktum att gränsvärdet för dagsljusfaktorn nämns explicit i texten till BBR 21 ger ytterligare kriterier i en redan komplex byggprocess. Men även om det krävs mer hänsyn och planering för att uppfylla kriterierna, så borde det bara ge byggprocessen marginellt ökade kostnader under byggprocessen. Det är värt att notera att byggbolagen till varje pris vill undvika osäkerhet, så det är avgörande att dagsljusreglerna både är tydligt definierade och konsekvent tillämpade.

Hyresgäster (företag)

Det senaste decenniet har gruppen skapat efterfrågan på gröna fastigheter i Sverige. Många kan tänka sig att betala mer för vad som uppfattas som en miljövänlig produkt som en del av företagsidentiteten. Byggnadscertifiering har varit gruppens huvudsakliga sätt att validera och kommunicera sina åsikter. Gruppen är generellt sett positiv till dagsljus och dagsljus ingår till viss del i miljöcertifieringarna, men det är ingen prioriterad fråga. När man väljer fastighet att hyra prioriterar man snarare läge, närservice, fastighetsfunktion samt givetvis kostnad. Man tar inte hänsyn till att forskningen pekar på att dagsljus ökar anställdas produktivitet och trivsel på jobbet samt minskar frånvaro eller att det kan ge försäljningsökning (46,47,48,49). Även om vissa företag har lägre ambitionsnivå när det gäller miljö och anställdas välbefinnande så förutsätter de att BBR:s och Arbetsmiljöverkets riktlinjer följs i utrymmena de hyr. Antagandet gäller även tillgång till bra dagsljus, så när anställda är missnöjda med dagsljusnivåerna kan det komma som en överraskning för gruppen att miniminivåerna för dagsljus enligt myndigheterna inte är uppfyllda. Det omprioriterar frågan. Ett lagstiftat minimivärde för dagsljus kan bli den kvalitetssäkring som åtgärdar problemet. Det är viktigt för gruppen att det kvantitativa gränsvärdet inte blir satt så högt att det skapar ytterligare kostnader.

Enskilda brukare/Boende

Dagsljus har bevisad biologisk effekt på både kropp och själ. Det flesta av oss föredrar det, om man får välja (19, 38). Hur viktigt det är för individen styrs av åsikter, förväntningar och preferenser. De beror i sin tur på sociokulturell bakgrund och ålder (14,50). Vissa föredrar "ljus och fräscht", medan andra föredrar "mörkt och mysigt". Hur kraftigt dagsljus vi vill ha varierar inte bara från person till person, utan även från tid till annan. Aspekter som avskildhet, känslighet för bländning men även inredningssmak går ibland före. Många tänker nog inte på dagsljusnivåer förrän de blir väldigt dåliga, inglasningen är för mörk (51) eller när fönstren inte längre ger någon utsikt (52,53). Forskningen pekar på att folk sällan aktivt söker upp kraftigare ljus för att må eller prestera bättre (28). I Sverige är den allmänna meningen att de som har råd bor högre upp i byggnaderna där det finns bättre ljus och utsikt än på våningarna under. Eller om ekonomin tillåter, väljer att bo i ett villaområde med stora tomter där dagsljusstillgången inte är något problem. Det går på samma sätt anta att folk rent generellt föredrar arbetsplatser med bra dagsljus. Beslutet om var man ska bo och arbeta eller till och skola sina barn beror på ett antal krassa faktorer, inte minst ekonomin. Det är viktigt att byggnader i sig kan ge åtminstone minimalt dagsljus för att dagsljusstillgången inte ska bli en ekonomisk fråga. Det är av yttersta vikt för gruppen att man kan påverka sin omgivning. Förekomsten av ett dagsljuskrav i byggnormen påverkar inte deras möjlighet till det. Det är i stället ett sätt att säkra den grundläggande tillgången till dagsljus. Den här gruppen är omedveten om avsnitt 6:322, men har mest att tjäna på det.

Slutsatser

8.1 Sammanfattning

Dagsljus har historiskt sett varit högprioriterat inom både stadsplanering och arkitektur i Sverige, men oljekrisen i mitten på 70-talet ändrade på saker och ting och fönsterstorlekarna krympte för att minska energianvändningen. I ett försök att garantera tillräcklig dagsljusstillgång krävde byggnormen en minimifaktor för dagsljus om 1%. Tyvärr var den tidens manuella beräkningsmetoder omständliga och svårbegripliga, vilket fick till följd att få brydde sig om dem. Byggnader med dåligt dagsljus blev norm under perioden. I början av 90-talet lättade energikraven och i stället dominerade ekonomiska frågor. 1993 års version av byggreglerna var mycket förenklad och den förbisedda lägsta nivån för dagsljusfaktor togs bort. De följande 21 åren angav rådstexten enbart den förenklade glasareametoden som enda sätt att bedöma dagsljus. När fönsterstorlekarna ökade allt mer mot slutet av 90-talet så blev även det förenklade kravet mer eller mindre överflödigt, fram till nu.

Myndigheternas och fastighetsägarnas nuvarande inriktning på tilltagande stadsförtätning, areamaximering och ökad energieffektivitet har i allmänhet haft motsatt effekt på mängden dagsljus i byggnaderna. Rådande arkitektur-trender har ytterligare förvärrat läget. De här marknadstrenderna förväntas att intensifieras och bestå, och det är även värt att notera att dessa faktorer sällan är isolerade företeelser utan ofta samverkar. En genomlysning av aktuella projekt visar att nästan alla byggnader har åtminstone några vistelserum som inte uppfyller dagsljuskraven. Antalet rum som inte uppfyller dagsljuskraven är begränsat i de flesta byggnader, även om det finns undantag. Många av de rum som inte uppfyller kraven på dagsljusnivå har dessutom en nivå som

ofta är lägre än en tredjedel av vad som rekommenderas. På det stora hela har beroendet av elbelysning ökat, då branschen har prioriterat en mängd olika kriterier på bekostnad av dagsljuset. Byggregler är baserade på antagandet att utan dem skulle vissa viktiga aspekter inte få den uppmärksamhet som krävs. Dagsljus får inte tillräckligt utrymme på nuvarande marknad och det står klart att miniminivåer för dagsljus aldrig kan garanteras utan reglering.

Även om forskningen fortfarande försöker definiera dagsljusets alla fördelar, så är det allmänt känt att dagsljusanvändning i byggnader kan hjälpa till att spara energi, öka produktiviteten på arbetsplatsen och viktigast av allt, förbättra hälsa och välmående. Det är alltså att betrakta som ett basbehov för oss människor.

Nuvarande regler & kommande

Med tanke på vad som nämnts ovan, så fortsätter Boverket i och med BBR 21 att reglera dagsljuset och man har till och med stärkt lagstiftningen genom att återinföra kvantitativ punktmätning av dagsljusfaktor som allmänt råd. Det har gått mer än ett kvartssekel sedan Sverige reviderade sitt sätt att utvärdera dagsljus och under den tiden har metoderna förbättrats avsevärt. Det är därför dags att ompröva nuvarande regler inte bara med avseende på beräkningsmetoder, utan även på hur mycket dagsljus som ska vara acceptabelt och under vilka premisser reglerna ska gälla.

(i) Beräkningsmetoder

Det finns många olika mätmetoder som skulle kunna användas för att verifiera kravet på dagsljus enligt BBR. De är mer eller mindre sofistikerade, där de mer sofistikerade modellerna tar hänsyn till fler faktorer men i princip alltid kräver expertkunskap och dessutom är mer tidskrävande att arbeta med.

a) Förenklade metoden

Den enklaste metoden är fönster till golv-areaförhållandet. Tyvärr är branschens kunskap om metoden begränsad. BBR:s konsekvensutredning i ämnet noterar: "i själva verket är det standarden som är den förenklade metoden och som är tillämplig under vissa förutsättningar som anges i standarden". Många gånger uppfattas 10 % fönsterarea felaktigt som kravuppfyllelse. Dessutom så är förutsättningarna för tillämpning av standard g1 42 01 restriktiva. Särskilt anmärkningsvärt är att avskärmingsvinkeln inte får överstiga 30° vid tillämpning av standarden. Det innebär att den förenklade regeln inte går att tillämpa i stadsmiljöer. Dessutom kan inte rumsdjupet överstiga 6 m vid tillämpning av standarden. Standarden är dessutom enbart avsedd för användning med klara 2- eller 3-glasfönster. Fönstren ska inte heller sitta asymmetriskt. Vi rekommenderar att man fortsätter använda den förenklade metoden som alternativ för att demonstrera kravuppfyllelse, men poängterar att den då ska användas som avsett. Standarden bör även bli uppdaterad och hantera överskuggande balkonger (som för närvarande finns med i Räkna med dagsljus) samt bättre definiera vilka glastyper och därmed ljusgenomsläpp som är tillåtna.

b) Beräkning för komplexa miljöer

Det krävs beräkningsmetoder för komplexa miljöer. Avancerade, klimatbase- rade metoder som UDI ger bäst dagsljusutvärdering men är beräkningsinten- siva och för närvarande bara kända bland en liten grupp specialister. Det är därför vi rekommenderar att dagsljusfaktorn fortsätter att vara förstaval vid utvärdering av fall som inte går att utvärdera enligt standard g1 42 01. Dock rekommenderas att punktmätt dagsljusfaktor ersätts med medeldagsljus- faktor. Anledningen är dels att beräkningsnoggrannheten ökar, men även att osäkerheten vid val av beräkningspunkt i rum med komplex geometri försvin- ner. Även om dagsljusfaktorn ska vara förstaval för att visa kravuppfyllelse så är det viktigt att påpeka att normen inte utesluter användning av komplexa beräkningsmetoder som UDI. Till sist är det viktigt att ange vilka beräknings- regler och standardvärden som ska gälla, exempelvis på samma sätt som har gjorts för energiberäkningar.

c) Mätning

BBR sätter visserligen praxis för kravnivån, men eftersom kraven gäller färdig byggnad måste verkliga mätningar kunna göras för att visa kravuppfyllelse. Sverige har emellertid inte några sådana riktlinjer för mätning och det återstår att skapa en sådan standard.

(ii) Gränsvärden

Även om forskningen fortsätter att göra framsteg inom området, så saknas fortfarande klara bevis för vilken lägsta dagsljusnivå som krävs för att påverka vår hälsa. Löfbergs ursprungskrav på 1% är på inget sätt hugget i sten, även om det är numeriskt elegant. Våra preliminära tester indikerar att en stor andel av befintliga byggnader i stadskärnorna har vistelseutrymmen som inte är i närheten av uppsatta målnivåer för dagsljusfaktorn. Detta trots att många av byggnaderna konstruerades vid en tid när dagsljusfrågan var en central del av designprocessen. Efterfrågan på sådana byggnader är helt klart hög och det finns inga indikeringar på att de utgör en hälsorisk. Byggnormer är till för att definiera lägsta acceptabla nivå så det är rimligt att anta att dagsljusreglerna

ska upprätthålla de nivåer vi är vana vid så länge det inte finns någon indikation på att nivån är för låg. Eftersom det befintliga byggnadsbeståndet sällan klarar att uppfylla gränsvärdeskravet $DF > 1\%$ så bör ursprungsgränsvärdet vara för högt. Gränsvärdet måste därför omvärderas. Särskilt så om man ska övergå till medeldagsljusfaktor eftersom korrelationen med den punktuppmätta dagsljusfaktorn beror på ett antal komplexa faktorer.

(iii) Tillämpning

Få motsätter sig att lagstiftningen om dagsljus ska vara så enkel som möjligt, men samtidigt är nuvarande tillämpning alltför förenklad. De nuvarande dagsljuskraven gäller generellt för alla vistelserum men så behöver det inte nödvändigtvis vara. Ta t.ex. avsnitt 6:323 för direkt solljus som bara kräver att ett rum i bostaden har direkt solljus. Även om det kanske inte lämpligt att undanta vistelserum från dagsljuskraven, så finns det fördelar med gränsvärden som är skraddarsydda efter rums- och byggnadsfunktionen. Den brittiska standarden anger målnivåer för medeldagsljusfaktorer i bostäder efter rumstyp: 2,0% för kök, 1,5% för vardagsrum och 1,0% för sovrum. En liknande strategi skulle även kunna fungera i Sverige.

Konsekvenser

Den svenska byggbranschen har länge tagit dagsljusstillgången för given. Hittills har det inte varit något problem, men de dominerande trenderna med tilltagande urbanisering, interiörmaximering och ökad energieffektivitet lär fortsätta att begränsa dagsljusstillgången. Samtliga aspekter ligger i det allmännas intresse, men det är värt att notera att dagsljuset är den enda av faktorerna som direkt påverkar människors hälsa. Övriga faktorer behöver inte nödvändigtvis motverka dagsljusstillgången och finns de med tidigt i design- och planeringsprocessen blir kostnaden låg. Dagsljusreglerna kan komma att fungera som en kvalitetssäkrande mekanism under den intensiva utvecklingsperiod som väntar. Rätt hanterade blir de bara en av alla designparametrar byggbranschen hanterar dagligen. Kostnaderna för att inkludera dagsljus i processen sett till totalkostnaden för byggprocessen är försumbara. Omvänt däremot är de potentiella samhällskostnaderna för att försumma dagsljuset förhållandevis höga. Även om det helt klart är de som bor och arbetar i byggnaderna som har mest att vinna på dagsljuslagstiftning, så är det också så att ingen aktör har mycket att förlora om minimikraven för dagsljus hamnar på rätt nivå. En lämplig kravnivå för dagsljus kräver att man utarbetar en modern och flexibel tolkning av dagens lagtext.

Samlade rekommendationer

Den förenklade glas-golvareamemetoden fortsätter att vara det sätt som man använder för att visa kravuppfyllelse, men man bör förtydliga metodens begränsningar.

Dagsljusfaktorn bör även i fortsättningen vara den rekommenderade metoden för att utvärdera rum som inte uppfyller kraven enligt den förenklade metoden. Kraven för punktmätt dagsljusfaktor bör bli ersatt med en medeldagsljusfaktor.

Normen bör även medge att man kan visa kravuppfyllelse med komplexa beräkningsmetoder som UDI.

Boverket bör undersöka möjligheten att använda dagsljusfaktormätningar (eller andra mätningar) för att visa kravuppfyllelse. Om det är möjligt, så måste en standard för hur mätningarna ska gå till tas fram.

Det verkar som det nuvarande gränsvärdet på 1% är satt för högt och bör undersökas ytterligare.

Det förenklade kravet på en enda nivå för dagsljus i alla vistelserum borde ersättas med dagsljuskrav baserade på rums- och byggnadsfunktion.

Det behövs ett fristående dokument med riktlinjer för godkänd praxis och standardvärden för beräkning av dagsljus med den förenklade metoden samt dagsljusfaktor.

8.2 Förslag på fortsatt utveckling

(i) Man bör ta fram ett standarddokument med riktlinjer för beräkning med ss 91 42 01 och dagsljusfaktor. Viktigast i ett sådant dokument är: (1) att förtydliga begränsningarna med SS 91 42 01, (2) att hantering av balkonger klarläggs samt (3) att riktlinjer för vilka glastyper som är tillåtna uppdateras. Ang. dagsljusfaktorn: (1) Man bör ta fram en lista med för dagsljusberäkning relevanta tekniska värden för standardmaterial, (2) ange regler för beräkningsnät samt (3) ge generella modellutformningsråd.

(ii) Man måste utarbeta praxis för hur man utför verkliga dagsljusmätningar. Om metoden fungerar för att visa kravuppfyllelse så bör den så småningom komma med i senare versioner av dokumentet ovan.

(iii) Man bör snarast göra en omfattande undersökning av andel glas och dagsljusfaktor i befintliga fastigheter som ett första, viktigt steg mot bättre gränsvärden. Studien bör ta hänsyn till både byggnads- och rumsfunktion.

(iv) Man bör även ytterligare undersöka om det går att sätta olika gränsvärden baserat på byggnads- och rumsfunktion. I bostäder är förhållandet mellan kök och vardagsrum särskilt komplext och kräver ytterligare genomlysning.

(v) Även om den här studien inte omfattar följande, så rekommenderar vi ändå att man påbörjar arbetet med relaterade ämnen som utsikt och tillgång till direkt solljus.

Referenser

- (1) Sattrup, P. och Strømmand-Andersen. (2013). 'Building typologies in northern european cities: daylight, solar access, and building energy use.' Journal of Architectural and Planning Research. 30:1.
- (2) Löfberg, H. A. (1987). Räkna med Dagsljus. Gävle: Statens Institut för Byggnadsforskning.
- (3) BRS Daylight protractors. (1967). Building Research Station, HMSO London.
- (4) Hopkinson, R.G., Petherbridge, Longmore, J. (1966). Daylighting. London: Heineman.
- (5) Arubger, Hoem, Nylén, Rosenius, et al. (2011). VägledningsPM REM2009/4135. Stockholm: Arbtesmiljvöerket.
- (6) Sanitära krav på vara bostäder. (1966). Meddelande nr 109. Stockholm: K Medicinalstyrelsen.
- (7) Holm, L., Pleijel, G. och Ronge, H. (1964). Bostad och Sol. Stockholm: Bygghforskningen rapport 100.
- (8) Boverket. (1991). Solklart ...att lämna företrädet för sol. Karlskrona: Boverket.
- (9) Reinhart, C. (2014). Daylighting handbook 1: Fundamentals.
- (10) Ashdown, I. et al. (2006). CIE 171:2006 Test Cases to Assess the Accuracy of Lighting Computer Programs.
- (11) Iversen A., Roy N., et al. (2013). Daylight calculations in practice: An investigation of the ability of nine daylight simulation programs to calculate the daylight factor in five typical rooms. Danish Building Research Institute, Aalborg SBI 2013:26.
- (12) Heschong Mahone Group. (2012). Daylight metrics. PIER Daylighting plus research. California Energy Commission: CEC-500-2012-053.
- (13) Andersen, Duer, Foldbjerg, Roy, et al. (2012). Daylight, Energy and Indoor Climate - Basic Book. For Velux AS, Denmark, 2nd edition.
- (14) Tregenza, P. och Wilson, M. (2011). Daylighting Architecture and Design. London: Routledge.
- (15) Sahin, Wood, Plitnick och Figueiro. (2014). 'Daytime exposure: Effects on biomarkers, measures of alertness, and performance.' Elsevier, Behavioral Brain Research vol. 274, 1 November 2014, sid176-185.
- (16) Rautkylä, Puolakka och Halonen. (2011). Alerting effects of daytime light exposure - a proposed link between light exposure and brain mechanisms. Lighting Unit, Aalto University, PL 13340, 00076 Aalto, Finland.

- (17) Figueiro (2013). 'An Overview of the Effects of Light on Human Circadian Rhythms: Implications for New Light Sources and Lighting Systems Design.' *Journal of Light & Visual Environment*, Vol. 37 (2013) No. 2 - 3.
- (18) Veitch och Galasiu. (2012). *The Physiological and Psychological Effects of Windows, Daylight, and View at Home: Review and Research Agenda*. NRC-IRC projekt 44-B3256 för Velux A/S.
- (19) Boyce, Hunter och Howlett (2003). *The Benefits of Daylight through Windows, literature review. Capturing the Daylight Dividend Program, U.S. Department of Energy mm.*
- (20) Leslie, R. (2003) Review: 'Capturing the daylight dividend in buildings: why and how?' *Building and Environment* 38.
- (21) Schierz, C., och Vandahl, C. (2008). *Biological effects of light - Literature review. For Metrology for Solid State Lighting (EU funded project).*
- (22) Pauley, S.M. (2004). 'Lighting for the human circadian clock: recent research indicates that lighting has become a public health issue.' *Medical Hypotheses*, 63, 588-596.
- (23) Rea, Figuero, Bierman och Bullough. (2010). 'Circadian light.' *Journal of Circadian Rhythms*, Februari 2010.
- (24) Roenneberg, Allebrandt, Mellow och Vetter (2012) 'Social Jetlag and Obesity.' *Current Biology* 22 (10) sid 939-43.
- (25) Magnússon, A. (2000). 'An overview of epidemiological studies on seasonal affective disorder.' *Acta Psychiatrica Scandinavica*. 2000 Mar; 101(3):176-84.
- (26) Rosen, Targum, Terman, Bryant, Hoffman, et al. (1990). 'Prevalence of seasonal affective disorder at four latitudes.' *Elsevier, Psychiatry Research* 1990 Feb; 31(2) sid131-44.
- (27) Lowden, A och Garefelt. (2013). 'Winter depression among day and shiftworkers above the arctic circle.' *Konferensbidrag på International Symposium of Shiftwork and Working Time, Costa do Sauipe, Brasilien.*
- (28) Smolders, K. (2013). *Daytime light exposure - Effects and preferences, PhD dissertation TUDelft.*
- (29) Strong, D. for Glass for Europe. (2012). *The distinctive benefits of glazing: The social and economic contributions of glazed areas to sustainability in the built environment.*
- (30) Boubekri M., Cheung I.N., Reid K.J., Wang C.H. och Zee P.C. (2014). 'Impact of windows and daylight exposure on overall health and sleep quality of office workers: a case-control pilot study.' *Journal of Clinical Sleep Medicine* 2014;10(6):603-611.
- (31) Mottram, V., Middleton, B., Williams. P. och Arendt, J. (2010). 'The impact of bright artificial white and blue-enriched light on sleep and circadian phase during the polar winter.' *Journal of Sleep research*. 2011 Mar;20(1 Pt 2):154-61.

- (32) Åkerstedt T., Czeisler C., Dinges D., Horne J. (1993). 'Accidents and sleepiness: A consensus statement.' At: International Conference on Work Hours, Sleep and Accidents; Stockholm, Sweden: J Sleep Res. 1994;3.
- (33) Lowden, A., Kecklund, Åkerstedt, Hanson, Magnusson och Westerlund. (2013). 'Daylight exposure in the in-door working population in Sweden, relation to sleep, wakefulness and health.' Konferensbidrag på XIII Congress of the European Biological Rhythms Society, Munich.
- (34) Sahin och Figueiro. (2013). 'Alerting effects of short-wavelength (blue) and long-wavelength (red) lights in the afternoon.' Elsevier, Physiology & Behavior Volumes 116-117, 27 May 2013, sid 1-7.
- (35) Lowden A., Åkerstedt T. (2012). Ljus i kontrollrummet vid Forsmark 3 anpassat till skiftschema för optimering av synergonomi, vakenhet och återhämtning. Stockholm: Stressforskningsrapport nr 323.
- (36) Tillverkare av sådana lampor, keramiska metallhalogen, bl.a.: Solljus (www.solljus.se), Primalins.
- (37) Lowden, A. Pågående projekt "Flexibel individanpassad dynamisk 24-timmars LED-belysning som befrämjar energieffektivitet, prestation och hälsa" finansierad av Nordforsk och Trafikverket, undre ledning av och Stressforskningsinstitutet i Stockholm.
- (38) Galasiu, Jennifer och Veitch (2006). 'Occupant preferences and satisfaction with the luminous environment and control systems in daylight offices: a literature review.' Elsevier, Energy & Buildings vol. 38, issue 7, July 2007, p. 728-742.
- (39) Andersen, Mardaljevic och Lockley (2012). 'A framework for predicting the non-visual effects of daylight - Part I: photobiology-based model'. Lighting Research & Technology. March 2012, vol. 44 no. 1, pages 37-53.
- (40) Littlefair, P. (2001). 'Photoelectric control: the effectiveness of techniques to reduce switching frequency'. Lighting Research and Technology March 2001 vol. 33 no. 1 43-55.
- (41) Roche, M., (2002). 'Summertime performance of an automated lighting and blinds control system'. Lighting Research and Technology March 2002 vol. 34 no. 1 11-25.
- (42) Figueiro, Rea, Stevens och Rea. (2002). 'Daylight and productivity - A possible link to circadian regulation'. Light and Human Health: EPRI/LRO 5th International Lighting Research Symposium, The Lighting Research Office of the Electric Power Research Institute. Palo Alto, CA. 2002:185-193.
- (43) Alimoglua, M.K. och Donmez, L. (2005). 'Daylight exposure and other predictors of burnout among nurses in a university hospital'. International Journal of Nursing Studies, Volume 42, Pages 549-555.
- (44) Heschong Mahone Group (1999). Daylighting in Schools. An Investigation into the Relationship Between Daylighting and Human Performance. California Board for Energy Efficiency Third Party Program.
- (45) Presentation av Agneta Jacobsson. SGBC14: presentation C4 (Mats Olausson SEB, Elsbeth Quispel GRESB, Agneta Jacobsson DTZ). Stockholm: November 2014.

(46) Heschong L., et al. (1999). Skylighting and retail sales: an investigation into the relationship between daylighting and human performance. Fair Oaks, CA: The Heschong Mahone Group.

(47) Heschong, L., Wright, R, och Okura, S. (2002). 'Daylighting Impacts on Retail Sales Performance'. Journal of the Illuminating Engineering Society Volume 31, Issue 2, 2002. Sid 21 - 25.

(48) Wilson, A., (1999). "Daylighting Enhances Sales: A Case Study". Environmental Building News Volume 8, Number 9.

(49) Çakir, A., (2009). Daylight for Health and Efficiency - A new career for an old friend. Ergonomic Institut, Berlin.

(50) Wienold, J och Christoffersen, J. 'Evaluation methods and development of a new glare prediction model for daylight environments with the use of CCD cameras'. Energy and Buildings Volume 38, Issue 7, July 2006, Pages 743-757.

(51) Boyce, Eklund, Mangum, Saalfield och Tang. (1995). 'Minimum acceptable transmittance of glazing'. Lighting Research and Technology 1995; 27(3):145-52.

(52) Puleo, H., Leslie, R. (1991), 'Some aspects of sequential experience of windows on human response'. Journal of the Illuminating Engineering Society 1991;20(1):91-9.

(53) Collins, B. (1975). 'Windows and people: a literature survey. Psychological reaction to environments with and without windows'. NBS Buildings Science Series, Vol. 70. Washington, DC: NBS.

Litteratur

Allmänt

Leslie, R.P. (2003) Review: 'Capturing the daylight dividend in buildings: why and how?' Building and Environment 38.

Reinhart, C. (2014). Daylighting handbook 1: Fundamentals.

Sattrup, P. och Strømman-Andersen. (2013). 'Building typologies in northern european cities: daylight, solar access, and building energy use.' Journal of Architectural and Planning Research. 30:1.

Tregenza, P. och Wilson, M. (2011). Daylighting Architecture and Design. London: Routledge.

Svenska

Arubger, Hoem, Nylén, Rosenius, et al. (2011). VägledningsPM REM2009/4135. Stockholm: Arbtesmiljvöerket.

Boverket. (1991). Solklart ...att lämna företrädet för sol. Karlskrona: Boverket.

Löfberg, H. A. (1987). Räkna med Dagsljus. Gävle: Statens Institut för Byggnadsforskning.

Fritzell, B. och Löfberg, H. A. (1970) Dagsljus inomhus. T11:1970 Stockholm: Statens institut för byggnadsforskning.

Holm, L., Pleijel, G. och Ronge, H. (1964). Bostad och Sol. Stockholm: Byggnadsforskningen rapport 100.

Sanitära krav på vara bostäder. (1966). Meddelande nr 109. Stockholm: K Medicinalstyrelsen.

Hälsospekter

Alimoglu, M.K. och Donmez, L. (2005). 'Daylight exposure and other predictors of burnout among nurses in a university hospital.' *International Journal of Nursing Studies*, Volume 42, Pages 549-555.

Aries, Aarts och van Hoof. (2015). 'Daylighting and health: A review of the evidence and consequences for the built environment.' *Lighting Research and Technology*. *Lighting Research and Technology* February 2015 vol. 47 no. 1 6-27

Andersen, Duer, Foldbjerg, Roy, et al. (2012). *Daylight, Energy and Indoor Climate - Basic Book*. For Velux AS, Denmark, 2nd edition.

Andersen, Mardaljevic och Lockley (2012). 'A framework for predicting the non-visual effects of daylight - Part I: photobiology-based model.' *Lighting Research & Technology* March 2012, vol. 44 no. 1, pages 37-53.

Boubekri M., Cheung I.N., Reid K.J., Wang C.H. och Zee P.C. (2014). 'Impact of windows and daylight exposure on overall health and sleep quality of office workers: a case-control pilot study.' *Journal of Clinical Sleep Medicine* 2014;10(6):603-611.

Boyce, Hunter och Howlett (2003). *The Benefits of Daylight through Windows, literature review*. Capturing the Daylight Dividend Program, U.S. Department of Energy mm.

Collins, B. (1975). 'Windows and people: a literature survey. Psychological reaction to environments with and without windows.' *NBS Buildings Science Series*, Vol. 70. Washington, DC: NBS.

Figueiro (2013). 'An Overview of the Effects of Light on Human Circadian Rhythms: Implications for New Light Sources and Lighting Systems Design.' *Journal of Light & Visual Environment*, Vol. 37 (2013) No. 2 - 3.

Figueiro, Rea, Stevens och Rea. (2002). 'Daylight and productivity - A possible link to circadian regulation.' *Light and Human Health: EPRI/LRO 5th International Lighting Research Symposium*, The Lighting Research Office of the Electric Power Research Institute. Palo Alto, CA. 2002:185-193.

Galasiu, Jennifer och Veitch (2006). 'Occupant preferences and satisfaction with the luminous environment and control systems in daylight offices: a literature review.' *Elsevier, Energy & Buildings* vol. 38, issue 7, July 2007, p. 728-742.

Hahn, Grynderup, Dalsgaard, Thomsen, Hansen, et al. (2011). 'Does outdoor work during the winter season protect against depression and mood difficulties?' *Scandinavian Journal of Work, Environment and Health* 2011;37(5):446-449.

Knutson K.L., Ryden A.M., Mander B.A., Van Cauter E., (2006). 'Role of sleep duration and quality in the risk and severity of type 2 diabetes mellitus.' *Arch Intern Med*. 2006;166:1768-74.

Hälsospekter (forts.)

Lewy A.J., Bauer V.K., Cutler N.L., et al. (1998). 'Morning vs evening light treatment of patients with winter depression.' *Arch Gen Psychiatry*. 1998;55:890-6

Lowden, A., Kecklund, Åkerstedt, Hanson, Magnusson och Westerlund. (2013). 'Daylight exposure in the in-door working population in Sweden, relation to sleep, wakefulness and health.' Konferensbidrag på XIII Congress of the European Biological Rhythms Society, Munich.

Lowden, A och Garefelt. (2013). 'Winter depression among day and shiftworkers above the arctic circle.' Konferensbidrag på International Symposium of Shiftwork and Working Time, Costa do Sauípe, Brasilien.

Lowden A., Åkerstedt T. (2012). Ljus i kontrollrummet vid Forsmark 3 anpassat till skiftschema för optimering av synergonomi, vakenhet och återhämtning. Stressforskningsinstitutet i Stockholm Rapport nr 323.

Magnússon, A. och Stefánsson. (1993). 'Prevalence of seasonal affective disorder in Iceland.' *Archives of General Psychiatry*. 1993 Dec; 50(12):941-6.

Magnússon, A. (2000). 'An overview of epidemiological studies on seasonal affective disorder.' *Acta Psychiatrica Scandinavica*. 2000 Mar; 101(3):176-84.

Mottram, V., Middleton, B., Williams, P. och Arendt, J. (2010). 'The impact of bright artificial white and blue-enriched light on sleep and circadian phase during the polar winter.' *Journal of Sleep research*. 2011 Mar; 20(1 Pt 2): 154-61.

Pauley, S.M. (2004). 'Lighting for the human circadian clock: recent research indicates that lighting has become a public health issue.' *Medical Hypotheses*, 63, 588-596.

Pechacek, Andersen, och Lockley (2008). 'Preliminary Method for Prospective Analysis of the Circadian Efficacy of (Day)Light with Applications to Healthcare Architecture.' *Leukos - The Journal of the Illuminating Engineering Society of North America*, vol.5, no1, pp1-26.

Rautkylä, Puolakka och Halonen. (2011). Alerting effects of daytime light exposure - a proposed link between light exposure and brain mechanisms. Lighting Unit, Aalto University, PL 13340, 00076 Aalto, Finland.

Rea, Figuero, Bierman och Bullough. (2010). 'Circadian light.' *Journal of Circadian Rhythms*, Februari 2010.

Roenneberg, Allebrandt, Merrow och Vetter (2012) 'Social Jetlag and Obesity.' *Current Biology* 22 (10) sid 939 -43.

Rosen, Targum, Terman, Bryant, Hoffman, et al. (1990). 'Prevalence of seasonal affective disorder at four latitudes.' *Psychiatry Research* 1990 Feb; 31(2).

Sahin och Figueiro. (2013). 'Alerting effects of short-wavelength (blue) and long-wavelength (red) lights in the afternoon.' *Elsevier, Physiology & Behavior* Volumes 116-117, 27 May 2013, sid 1-7.

Hälsospekter (forts.)

Sahin, Wood, Plitnick och Figueiro. (2014). 'Daytime exposure: Effects on biomarkers, measures of alertness, and performance.' Elsevier, Behavioral Brain Research vol. 274, 1 November 2014, sid176-185.

Schierz, C., och Vandahl, C. (2008). Biological effects of light - Literature review. For Metrology for Solid State Lighting (EU funded project).

Smolders, K. (2013). Daytime light exposure - Effects and preferences, PhD dissertation TUDelft.

Strong, D. for Glass for Europe. (2012). The distinctive benefits of glazing: The social and economic contributions of glazed areas to sustainability in the built environment.

Ulrich, R.S. (1984). 'View through a Window may Influence Recovery from Surgery.' Science Vol 224 Issue 4647 sid 420-421.

Veitch och Galasiu. (2012). The Physiological and Psychological Effects of Windows, Daylight, and View at Home: Review and Research Agenda. NRC-IRC projekt 44-B3256 för Velux A/S.

Åkerstedt T., Czeisler C., Dinges D., Horne J. (1993). 'Accidents and sleepiness: A consensus statement.' At: International Conference on Work Hours, Sleep and Accidents; Stockholm, Sweden: J Sleep Res. 1994;3.

Datorsimulering

Maamari, F. (2005). Application of the CIE test cases to assess the accuracy of lighting computer programs. A Report of IEA SHC TASK 31 / IEA ECBCS ANNEX 29: Daylighting Buildings in the 21st Century.

Thanachareonkit, A., et al. (2006). 'Comparing the accuracy of daylighting physical and virtual models for complex fenestration systems.' PLEA 2006 - The 23rd Conference on Passive and Low Energy Architecture, Geneva, Switzerland.

Ashdown, I. et al. (2006). CIE 171:2006 Test Cases to Assess the Accuracy of Lighting Computer Programs.

Carlos, Ochoa, Myriam, Aries och Hensen (2012). 'State of the art in lighting simulation for building science: a literature review.' Journal of Building Performance Simulation, 5:4, 209-233.

Iversen A., Roy N., et al. (2013). Daylight calculations in practice: An investigation of the ability of nine daylight simulation programs to calculate the daylight factor in five typical rooms. Danish Building Research Institute, Aalborg SBI 2013:26.

Evangelos, C. och Neander, S. (2008). 'Comparison of Software for Architectural Simulation of Natural Light.' Advances in Computer and Information Sciences and Engineering, 136-141.

Indikator

Nabil, A. Mardaljevic, J. 'Useful daylight illuminances: A replacement for daylight factor.' Energy and Buildings Volume 38, Issue 7, July 2006, Pages 905-913

BRS Daylight protractors. (1967). Building Research Station, HMSO London.

Heschong Mahone Group. (2012). Daylight metrics. PIER Daylighting plus research. California Energy Commission: CEC-500-2012-053.

Hopkinson, R.G., Petherbridge, Longmore, J. (1966). Daylighting. London: Heineman.

Littlefair, P.J. (1998). Average Daylight Factor: A simple basis for daylight design. BRE Information Paper IP 15/88.

Littlefair, P.J. (1991). Site Layout planning for Daylight and Sunlight. Watford: BRE Press.

Littlefair, P.J. (1993). Measureing daylight BRE Information paper IP23/93.

Mardaljevic, J. (2013). 'Rethinking daylighting and compliance.' Journal of Sustainable Design & Applied Research: Vol. 1: Issue 3, Article 1.

Mardaljevic, J., Heschong L., och Lee, E. (2009) 'Daylight metrics and energy savings.' Lighting Research and Technology, 41(3): 261-283.

Mardaljevic, J. Christoffersen, J. och Raynham, P. (2013). 'A proposal for a European Standard for daylight in buildings.' Lux Europa, Krakow, Poland September, 2013.

Ng, Edward. (2003). 'Studies on daylight design and regulation of high density residential housing in Hong Kong.' Lighting Res. Technol. 35, 2 pp. 127-139.

Reinhart, C. F., Mardaljevic, J. och Rogers, Z. (2006). 'Dynamic daylight performance metrics for sustainable building Design.' Leukos Vol 3 No 1 July 2006.

Naeem, M, och Wilson, M. (2007). 'A study of the application of the BRE Average Daylight Factor formula to rooms with window areas below the working plane.' London: Metropolitan University, UK. Proceedings 2nd PALENC Conference.

Pagani, S., Bonaiuti, G. och Wilson, M. (2007). 'An analysis of the BRE average daylight factor and limiting depth guidelines as design criteria.' 2nd PALENC Conference and 28th AIVC Conference on Building Low Energy Cooling Advanced Ventilation Technologies in the 21st Century.

Wienold, J och Christoffersen, J. 'Evaluation methods and development of a new glare prediction model for daylight environments with the use of CCD cameras.' Energy and Buildings Volume 38, Issue 7, July 2006, Pages 743-757.

Övriga fördelar

Wilson, A., (1999). 'Daylighting Enhances Sales: A Case Study'. Environmental Building News Volume 8, Number 9.

Çakir, A., (2009). Daylight for Health and Efficiency - A new career for an old friend. Ergonomic Institut, Berlin.

Heschong L, et al. (1999). Skylighting and retail sales: an investigation into the relationship between daylighting and human performance. Fair Oaks, CA: The Heschong Mahone Group.

Heschong, L. (2002). 'Daylighting and human performance'. ASHRAE Journal, 44(6):65 - 67.

Heschong, L., Roger, Wright, Ph D. and Okura, S. (2002). 'Daylighting Impacts on Human Performance in School'. Journal of the Illuminating Engineering Society.

Heschong, L., Wright, R, och Okura, S. (2002). 'Daylighting Impacts on Retail Sales Performance'. Journal of the Illuminating Engineering Society Volume 31, Issue 2, 2002. Sid 21 - 25.

Heschong Mahone Group (1999). Daylighting in Schools. An Investigation into the Relationship Between Daylighting and Human Performance. California Board for Energy Efficiency Third Party Program.

Heschong Mahone Group. (2003). Windows and offices: A study of office worker performance and the indoor environment. California Energy Commission: P500-03-082-A-9, 2003.

Puleo, H., Leslie, R. (1991), 'Some aspects of sequential experience of windows on human response'. Journal of the Illuminating Engineering Society 1991;20(1):91-9

Glas/Teknik

Boyce, Eklund, Mangum, Saalfeld och Tang. (1995). 'Minimum acceptable transmittance of glazing'. Lighting Research and Technology 1995; 27(3):145-52.

Littlefair, P. (2001). 'Photoelectric control: the effectiveness of techniques to reduce switching frequency'. Lighting Research and Technology March 2001 vol. 33 no. 1 43-55.

Roche, M., (2002). 'Summertime performance of an automated lighting and blinds control system'. Lighting Research and Technology March 2002 vol. 34 no. 1 11-25.