

Utredning av lättnader av dagsljuskrav i Boverkets nya byggregler vid ändring och ombyggnad

Innehållsförteckning

Versioner	3
Sammanfattning	4
Dagsljusregler för bostäder i BBR och Boverkets nya byggregler	4
Del A – Analys av kravlättnader med Boverkets nya byggregler	5
Del B – Analys av ändring/ombyggnad av lokaler till bostäder	5
Inledning	7
Bakgrund till Boverkets uppdrag	7
Om vårt uppdrag	8
Del A Analys av kravlättnader med Boverkets nya byggregler	8
Del B Analys av ändring/ombyggnad av lokaler till bostäder	8
Skillnader i dagsljuskrav i äldre och nya regler	9
Krav i BBR	9
Krav i Boverkets nya byggregler	10
Jämförelser mellan regelverken	11
Dagsljuskrav för hela bostaden istället för krav på varje rum	11
Solljuskravet har utgått	12
Tidigare forskning kring dagsljusstillgång i svenska bostäder	13
Kravuppfyllnad i befintliga flerbostadshus	14
Effekt av omgivning	15
Skillnader inom enskilda byggnader	16
Skillnad mellan rumsfunktioner	17
Typisk geometri för olika rumstyper	19
Generellt om beräkning av dagsljusfaktor	20
Definition av dagsljusfaktorn	20
Var beräknas dagsljusfaktorn?	21
Beräkning via strålgångsföljning	23
Beräkningsantaganden	24
Byggnadens omgivning och tomtens förutsättningar	25
Val av rum och våningsplan	26
Metod	27
Metod del A – Effekter av det nya regelverket i bostäder	27
Metod del B – Analys av ändring/ombyggnad av lokaler till bostäder	29
Resultat	32
Effekt av Boverkets nya byggregler på kravuppfyllnad	32
Analys av ändring/ombyggnad av lokaler till bostäder	36
Diskussion	39

Versioner

Version	Status	Författare 1	Författare 2	Datum
1.0	Fastställd	Helena Bülow-Hübe	Iason Bournas	2025-05-23

Sammanfattning

Denna utredning inleds med en sammanfattning av tidigare utförd forskning om dagsljusstillgång i det befintliga bostadsbeståndet, utförd av en av huvudförfattarna till rapporten. Forskningen visade att det finns en stor variation i dagsljusstillgång i rum i bostäder uppförda under olika tidsåldrar. Byggnader uppförda mellan 1930 och 1960 uppvisar en mycket god dagsljusstillgång medan den var sämre för byggnader uppförda både före och efter denna epok. Studien visar också att det vanligtvis finns en stor spridning av dagsljusstillgången inom en och samma byggnad.

Därefter inleds själva utredningen med en första del. Här studeras de kravlättnader för dagsljus som förväntas komma för bostäder då Boverkets nya byggregler träder i kraft, jämfört med nu gällande BBR-krav. I utredningens andra del studeras dagsljusutfallet för det nya regelverket för några typlägenheter som kan användas vid ombyggnad/ändring av lokaler till bostäder. Utfallet vid ett par möjligheter till kravlättnader studeras också.

Vid en skarp tolkning av BBR krävs att samtliga vistelserum i bostaden når minst 1,0% dagsljusfaktor. Detta är ett minimikrav och ingen rekommenderad nivå för bästa dagsljusstillgång. Dagsljusstillgången varierar normalt sett kraftigt mellan olika våningsplan, och det är vanligt att dagsljusnivån är långt över 1 procent i de övre våningsplanen i en byggnad. Vid bygglovsgivning visar det sig dock ofta svårt att nå kravet för alla rum i byggnaden, särskilt om avskärmningsvinklarna till omgivningen är höga. Detta är vanligt i utbyggnadsområden som följer moderna detaljplaner. Ett exempel på avskärmningsvinkelns stora betydelse visas i metodavsnittet om dagsljusfaktor.

Dagsljusregler för bostäder i BBR och Boverkets nya byggregler

Dagens byggregler (BBR30) ställer krav på god tillgång till dagsljus i varje vistelserum i en bostad. En dagsljusfaktor om minst 1,0% i rummet godtas via det allmänna rådet och denna kravnivå kan spåras ända tillbaka till SBN75. Kravet ställs för en punkt på halva rummets djup, 1 m från mörkaste sidovägg. Forskning över dagsljusstillgång i svenska bostäder visar att rummets medianvärde korrelerar starkt med punktvärdet och kan därför användas som alternativ för kontroll av minimikravet 1,0%. Eftersom medianvärdet både anses representativt för rummets dagsljusnivå och enkelt att ta fram för alla rumsgeometrier har det på senare år blivit ett vanligt måttetal för kontroll av dagsljusfaktor, istället för att kontrollera punktvärdet. Medianvärdet godtas av många kommuner och även av miljöcertifieringssystem som Svanen och Miljöbyggnad.

Boverkets nya byggregler träder i kraft 2025-07-01 med ett års övergångsregler till dagens BBR. Enligt de nya reglerna ska dagsljusnivån i bostäder uppgå till minst 1,0% för minst halva den bedömda ytan i lägenheten. Här avses den sammanlagda bedömda ytan av alla vistelserum i lägenheten. Det motsvarar att medianvärdet ska uppgå till minst 1,0% för lägenhetens samtliga vistelserum. Det nya kravet blir något enklare att klara eftersom ljusare rum i vissa fall kan kompensera för mörkare rum. Kravet ansluter till en metodik för

dagsljusberäkning som anges i dagsljusstandarden SS-EN 17037. Boverket har dock gjort en förändring genom att se till hela bostaden, inte bara enskilda rum.

Del A – Analys av kravlättnader med Boverkets nya byggregler

Hur omfattande kravlättningen är med Boverkets nya byggregler studeras i den första delen av utredningen (del A). Här jämförs utfallet (kravuppfyllnaden) av de nya dagsljuskraven med de nuvarande (BBR30). Det görs för ett stickprov av rum och lägenheter i 9 nyproducerade eller nyprojekterade flerbostadshus med svåra förutsättningar vad gäller dagsljus. Studien omfattar alla vistelserum på de två mest kritiska våningsplanen i respektive projekt (de två lägst belägna planerna med bostäder). Totalt har 675 rum i 248 lägenheter med svåra förutsättningar studerats.

För varje studerad lägenhet kontrollerade vi om den uppfyller BBR respektive de nya dagsljusreglerna. Vid en strikt tolkning av BBR (alla rum måste nå 1% dagsljusfaktor) uppfyller knappt hälften (46%) av de studerade lägenheterna kraven. Med de nya reglerna klarar istället 75% av lägenheterna kraven. Observera att urvalet avser de två mest kritiska våningsplanen i varje projekt, inte samtliga rum i respektive byggnad.

Resultaten visar därmed att det nya regelverket ger en betydlig kravlättning gentemot BBRs krav. Detta gäller alla lägenheter förutom små lägenheter med endast ett rum. Omkring 30 % fler lägenheter i svåra lägen klarar det nya kravet. De nya reglerna är särskilt gynnsamma för genomgående lägenheter och lägenheter med enstaka djupare rum.

Del B – Analys av ändring/ombyggnad av lokaler till bostäder

I del B identifierades ett antal typologier/storlekar för lägenheter som är utformade ur ett marknadsperspektiv. Lägenheterna var ca 40, 55 och 75 m² stora. Dessa placerades ut i olika djupa byggnadskroppar (12, 15 respektive 18 m). Endast lägen mitt på en huskropp studerades (ej mer gynnsamma lägen som gavelläge). En parameterstudie utfördes därefter med två stycken avskärningsvinklar (låg, 25 grader respektive hög, 45 grader) och två stycken glasandelar i fasad (låg, 35% respektive hög, 60%).

Resultatet visar att de flesta lägenheter uppfyller det kommande dagsljuskravet med ett målvärde för DF på 1,0 % (för minst halva den bedömda ytan i lägenheten). Dock visade sig kravet vara omöjligt att uppfylla vid kombinationen av hög avskärmning (45 grader) och små fönster, samt vid kombination av djup huskropp (18 m) och små fönster. En sänkning av målvärdet till 0,8 % visade sig vara tillräcklig för klara dagsljuskraven i de flesta av de fall vi studerade.

En sänkning av målvärdet till 0,5 % skulle innebära att dagsljuskravet kan uppfyllas i alla de scenarierna vid studerade, även de med små fönster och hög avskärningsvinkel. Men ett

målvärde om 0,5% skulle innebära att lägenheter tillåts vara mörka över en stor del av ytan, vilket vi avråder ifrån. En dagsljusfaktor om 0,5% innebär en belysningsstyrka på endast 50 lux vid 10.000 lux utomhus. Här bör man därför beakta det övergripande kravet i 3 kap. 9 § PBF, att byggnadsverk ska vara projekterade och utförda så att det inte medför en oacceptabel risk för hälsan.

Inledning

Bakgrund till Boverkets uppdrag

Boverket har fått i uppdrag att föreslå lättnader i byggkraven vid ändring och ombyggnad enligt Regeringsbeslut 2024-10-17, LI2024/01940.

Regeringens uppdrag till Boverket är formulerat så här:

”Regeringen ger Boverket i uppdrag att, i enlighet med vad som anges under Närmare om uppdraget, föreslå lättnader i byggkraven i plan- och bygglagstiftningen vid ändring och ombyggnad.

Boverket ska lämna förslag till författningsändringar för att ändra de tekniska egenskapskraven och utformningskrav som i plan- och bygglagstiftningen ställs på byggnader i syfte att påtagligt minska kravnivån med ambitionen att därigenom kraftigt minska kostnaderna vid ändring, ombyggnad och omvandling av byggnader för att möjliggöra ett betydligt bättre nyttjande av det befintliga byggnadsbeståndet”.

I bakgrundsavsnittet i uppdragsbeskrivningen från Regeringskansliet nämns att omkring sju procent av det tillkommande bostadsbeståndet sedan början av 2000-talet har utgjorts av ombyggnad av lokaler till bostäder. Vidare sägs att ”I syfte att åstadkomma ett effektivare och mer miljö- och klimatmässigt hållbart nyttjande av byggnadsbeståndet bör kravnivån i samband med ändring, ombyggnad och omvandling av byggnader sänkas påtagligt”.

Det nämns även följande:

”I Boverkets rapport Förutsättningar för omvandling av lokaler till bostäder, som nämns ovan¹, framkommer det att kraven på dagsljus kan innebära att rivningar av befintliga planlösningar blir ofrånkomliga. Exempelvis har många kontorsbyggnader djupa byggnadskroppar som avsevärt kan försvåra att åstadkomma godtagbara nivåer avseende dagsljus enligt nuvarande regelverk vid konvertering till bostäder.”

I avsnittet ”närmare om uppdraget” i uppdragsbeskrivningen nämns även ”reglerna för dags- och solljus”. Man nämner även att förslagen ska utformas med hänsyn till miljöbalkens bestämmelser till skydd för människors hälsa.

¹ Här avser rapporten: Förutsättningar för omvandling av lokaler till bostäder (rapport 2021:3). Boverket.

Om vårt uppdrag

FOJAB arkitekter har fått i uppdrag av Boverket att utföra dagsljusanalyser för att utreda på vilka olika sätt som lättnader av dagsljuskraven skulle kunna införas vid ändring och ombyggnad.

Vid genomläsning av beställningen till Boverket nämns regler om dagsljus- och solljus. I Boverkets byggregler (BBR) har det länge funnit krav på dagsljusstillgång och tillgång till solljus i bostäder. Boverket har dock nyligen genomfört projektet med Möjligheternas byggregler och tagit fram nya regler (Boverkets nya byggregler) som ska börja gälla 2025-07-01 med ett års övergångsregler till BBR. I de nya reglerna har ändringar redan införts som gör det något lättare att uppfylla dagsljuskraven. Solljuskravet har tagits bort. Eftersom beställningen till Boverket nämner dagsljus- och solljus kan man förmoda att de nya regeländringarna som beslutats inte helt har uppfattats av den som lade beställningen. Vi har därför ansett det vara väsentligt att först försöka etablera hur stor skillnaden är mellan Boverkets nya byggregler och dagens byggregler (BBR), för att därefter kunna ta ställning till hur stora lättnader som kan vara rimligt att införa vid ändring och ombyggnad. Detta eftersom dagsljus har en stark koppling till människors hälsa^{2, 3, 4}

Vi har därför gjort utredningen i två delar:

Del A **Analys av kravlättnader med Boverkets nya byggregler**

Denna del av utredningen har haft som syfte att kvantifiera storleken på de kravlättnader som kommer att genomföras när de nya byggreglerna börjar appliceras. I utredning har vi valt att jämföra utfallet av kraven i BBR30 mot utfallet i Boverkets nya byggregler i ett urval av nyproducerade eller nyprojekterade flerbostadshus. Totalt har 248 lägenheter på två kritiska våningsplan (längst ner i byggnaderna) studerats.

Del B **Analys av ändring/ombyggnad av lokaler till bostäder**

Denna del av utredningen har haft som syfte att studera möjligheter att uppfylla dagsljuskrav i byggnader med djupare byggnadskroppar, och studera effekt av andra kravnivåer för dagsljusfaktor i bostaden enligt den nya regelmodellen i Boverkets nya byggregler. I denna del av studien har vi identifierat ett antal typologier för lägenheter som är attraktiva på dagens bostadsmarknad, i storlekar om ca 40, 55 resp 75 m². Vi har studerat dagsljusstillgången vid en variation av byggnadsdjup, fönsterglasandel och avskärningsvinkel till motstående byggnader. Därefter har vi studerat hur stor andel av vistelserummen som klarar kraven vid olika kravnivå på dagsljusfaktorn.

² Folkhälsomyndigheten, Ljus och hälsa. En kunskapssammanställning med fokus på dagsljusets betydelse för inomhusmiljö. 2017, Folkhälsomyndigheten.

³ Arbetsmiljöverket, Dagsljuskrav och utblick på arbetsplatsen: Effekter på hälsa och beteende (RAP 2019:2), kunskapssammanställning. 2019, Arbetsmiljöverket.

⁴ Bülow-Hübe, Dubois, Hemphälä m fl. (2022). Ljus (dagsljus, solljus, utblick & belysning) - en kunskapssammanställning. Malmö universitet.

Skillnader i dagsljuskrav i äldre och nya regler

Skillnaderna avseende krav för dagsljus och solljus mellan de nya reglerna och de gamla finns beskrivna i konsekvensutredningen BFS 2024:8. Här nedan återger vi endast de gamla och nya kravens lydelser och ger i detta avsnitt endast en kort analys av skillnaderna.

Krav i BBR

I BBR 30 (BFS 2011:6 med ändringar t o m BFS 2024:5) finns krav för dagsljus i kap 6:322. Krav på solljus finns i 6:323. Kraven lyder så här:

”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 gemensamma utrymmen enligt avsnitt 3:227 räcker det dock med tillgång till indirekt dagsljus. (BFS 2016:6).

Allmänt råd

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 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).”

Krav i Boverkets nya byggregler

I Boverkets nya byggregler (BFS 2024:8)⁵ finns dagsljusreglerna i 4 kap. Ljusförhållanden. Solljuskrauet har helt utgått. Paragraf 1 handlar om kraven för dagsljus i bostäder, och kravet lyder så här:

”4 kap. Ljusförhållanden

1 § Bostäder ska vara utformade så att de har tillgång till dagsljus motsvarande en dagsljusfaktor om minst 1,0 procent, för minst halva den sammanlagda bedömda ytan av samtliga rum i bostaden, där människor vistas mer än tillfälligt.

I bostäder där bostadsfunktionerna matlagning, samvaro och måltider delas ska kravet i första stycket uppfyllas både i boendeenheten och i rum för delade bostadsfunktioner.”

Boverkets krav kan beskrivas som ett kravvärde eller målvärde (target value) för dagsljusfaktor DF_T som minst ska uppfyllas för minst hälften av den bedömda ytan i bostaden. DF_T är satt till 1,0% i Boverkets nya byggregler. De rum som ska ingå i den bedömda ytan är samtliga vistelserum i bostaden.

I ändringsreglerna lyder de nya kraven så här:

”Dagsljus

5 § Om en byggnad ändras så att bostäder inreds i lokaler, som inte tidigare använts som bostad, ska den ändrade delen uppfylla kraven i 4 kap. 1 §. Finns skäl enligt 12 kap. 1 § så kan dock tillgång till dagsljus motsvarande en dagsljusfaktor om 0,8 procent godtas.

Anpassning av kravet i första stycket är endast tillåtet om

1. ljusförhållandena bara skulle förbättras försumbart om kravet uppfylls, eller
2. det krävs för att inte förvanska en särskilt värdefull byggnad.”

Grundkravet är således att bostäder vid ändring ska uppfylla kravet på dagsljusfaktor DF_T 1,0%, precis som vid nyproduktion. Det öppnas dock för en möjlighet att kunna använda ett lägre värde (DF_T 0,8%) i vissa fall. Ett exempel kan vara en särskilt värdefull byggnad där det inte bedöms möjligt att ändra fasadgestaltningen av kulturhistoriska skäl.

⁵ Boverkets föreskrifter om skydd med hänsyn till hygien, hälsa och miljö samt hushållning med vatten och avfall. Boverket 19 nov 2024.

Jämförelser mellan regelverken

Dagsljuskrav för hela bostaden istället för krav på varje rum

Reglerna för dagsljus i både den utgående BBR och i de kommande reglerna omfattar ”rum där människor vistas mer än tillfälligt”. Vi kallar ofta detta för ”vistelserum” och avser då sovrum, vardagsrum och kök (både matlagingsdel och matplats). Badrum, klädkammare och hall ingår däremot inte i kategorin vistelserum.

I BBR är grundkravet ”god tillgång till direkt dagsljus”. Det allmänna rådet är i praktiken nivåsettande på så sätt att en dagsljusfaktor om 1% tolkas som den nivå som ska uppfyllas för att motsvara grundkravet om god tillgång till direkt dagsljus. Kravet omfattar samtliga vistelserum.

Idag används ofta dagsljussimuleringar för att redovisa dagsljusstillgången. Medianvärdet DF_M väljs ofta i stället för punktvärdet DF_P , för att verifiera dagsljusnivån, eftersom medianvärdet är lättare att beräkna, särskilt för rum med komplicerad geometri och fönster åt flera håll. Medianvärdet anses även mer representativt för ljuset i rummet som helhet⁶. Slutligen finns också en stark korrelation mellan punktvärdet som nämns i det allmänna rådet och medianvärdet⁷. Det betyder att medianvärdet ofta är väldigt likt det beräknade punktvärdet, och därför utbytbart. Se mer i nästa kapitel. Notera också att medelvärdet för dagsljus (DF_{Avg}) brukar vara högre än medianvärdet.

I Boverkets nya byggregler är en väsentlig ändring att man inte behöver utvärdera dagsljus rum för rum utan att man ska göra en samlad värdering av dagsljusstillgången i samtliga vistelserum.

En annan modernisering som skett är att punktvärdet övergetts till förmån för en modell som i princip innebär att man övergår till medianvärdet. Detta genom att en kravnivå för dagsljusfaktor DF_T anges, som ska nås för minst halva ytan. Denna princip följer en modell som beskrivs i dagsljusstandarden SS-EN 17037:2018, dock med Boverkets egna tillägg att det är summan av den bedömda ytan i samtliga vistelserum som ska klara kravet, inte varje enskilt rum separat.

Genom att studera hela bostaden samlat, kan kravet ofta nås trots att det kan finnas en väsentlig variation av dagsljusnivåer i olika rum, så länge som mörkare ytor kan kompenseras av tillräckligt stora ljusare ytor i annat rum. I praktiken innebär detta en kravlättning. Det bör dock noteras att detta inte nödvändigtvis innebär att ett rum i en lägenhet får vara helt mörkt (till exempel ett rum utan fönster), eftersom detta egentligen inte är förenligt med kraven i 3 kap. 9 § PBF, att byggnadsverk ska vara projekterade och utförda så att det inte medför en oacceptabel risk för hälsan. Boverkets regler bör utgöra en miniminivå med syfte att garantera bra och hälsosamma bostäder som kan fungera under lång tid och för personer med olika slags behov.

⁶ Mardaljevic, J. and Christoffersen, J. (2017). 'Climate connectivity' in the daylight factor basis of building standards. Building and Environment, 113, pp. 200-209.

⁷ Iason Bournas. 2021. Daylight compliance of multi-dwelling apartment blocks Design considerations, evaluation criteria and occupant responses. Doktorsavhandling. Lunds universitet. Report EBD-T—21/24.

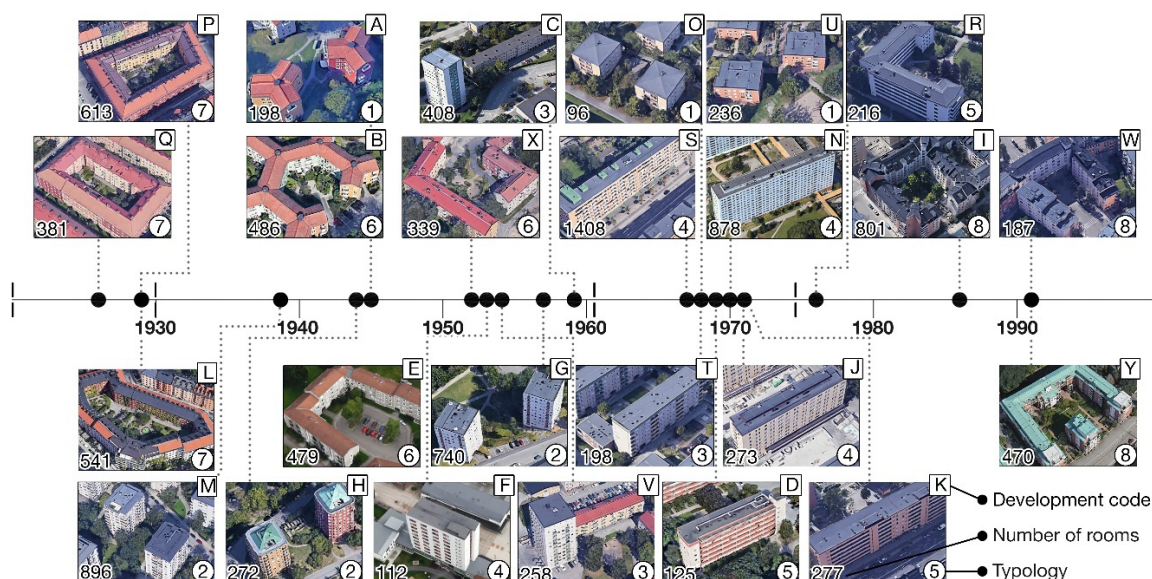
Solljuskrauet har utgått

I BBR finns ett solljuskrauet som gäller för minst ett vistelserum per lägenhet, förutom för mindre lägenheter som är undantagna. Hela solljuskrauet är bortplockat i Boverkets nya byggregler, vilket därmed kommer ge en kravlättnad för alla typer av bostäder.

Tidigare forskning kring dagsljusstillgång i svenska bostäder

En av författarna till denna utredning har tidigare utrett dagsljusstillgången i svenska bostäder i ett urval som speglar olika tidsideal och krav vad gäller arkitektonisk gestaltning och stadsplanering i en doktorsavhandling presenterad vid Lunds universitet⁸. I ett urval som innehöll 54 flerbostadshus byggda under en nästan 100-årsperiod studerades dagsljusstillgången i samtliga rum i varje byggnad (10 888 rum i 3151 lägenheter). Figur 1 visar flygbilder över de undersökta byggnaderna som är belägna inom Stockholms storstadsområde.

Byggnaderna valdes ut baserat på deras relevans för centrala **arkitektoniska kvarterstyper** som använts i svensk stadsplaneringshistoria, enligt kategorisering av Hall och Rörby⁹, samt Rådberg och Friberg¹⁰.



Figur 1 Tidslinje med flygbilder över utvalda bostadsområden (A–Y), med tillhörande byggår, antal rum och typologier. (Bilder: Google, med kompletterande information).

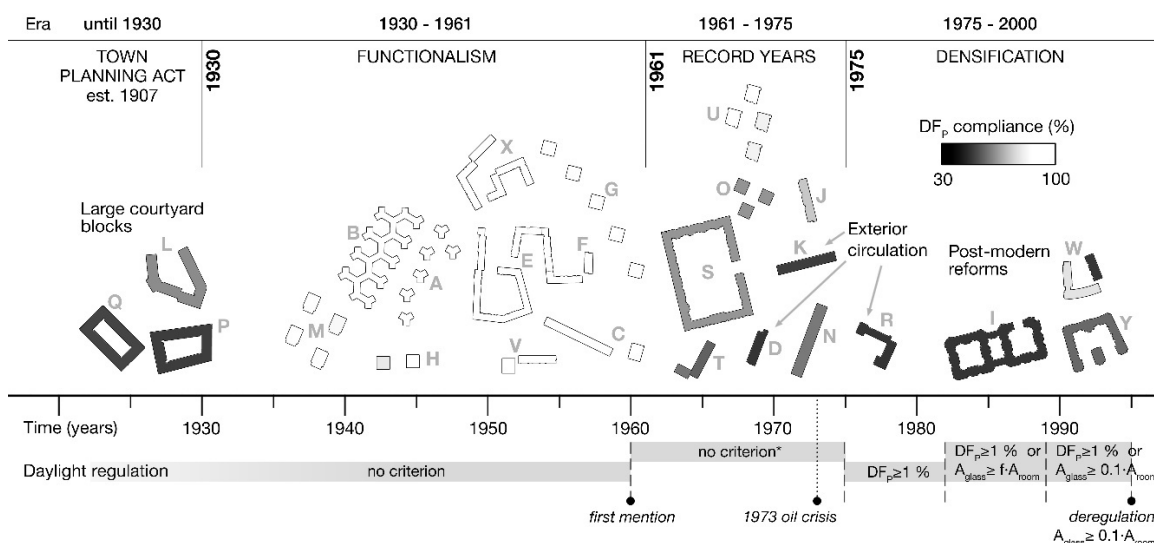
⁸ Iason Bournas. 2021. Daylight compliance of multi-dwelling apartment blocks Design considerations, evaluation criteria and occupant responses. Doktorsavhandling. Lunds universitet. Report EBD-T—21/24.

⁹ Hall T, Rörby M. (2009). Stockholm: The Making of a Metropolis (first edition). Taylor & Francis e-Library: Routledge.

¹⁰ Rådberg J, Friberg A. (1996). Svenska stadstyper: historik, exempel, klassificering (first edition). Stockholm (Sweden): Kungliga Tekniska Högskolan Stockholm.

Kravuppfyllnad i befintliga flerbostadshus

I avhandlingen undersöktes andelen rum som uppfyller det nuvarande dagsljuskravet i BBR, $DF_p \geq 1\%$ för olika byggnader (Figur 2: andel rum i varje byggnad som uppfyller kravet). Fotavtrycken för studerade byggnader visas i Figur 2. De är skrafferade från svart till vitt beroende på deras grad av kravuppfyllnad, dvs. andelen rum i byggnaden som uppfyller det nuvarande (BBR) kravet $DF_p \geq 1\%$. Svart representerar den lägsta kraven av kravuppfyllnad (<30%) medan vitt avser den högsta graden (100%).



Figur 2 Byggnadsavtryck sorterade efter byggår och skuggade efter graden av kravuppfyllnad gentemot BBRs dagsljuskrav, DF_p minst 1,0%.

Dagsljuskriterierna för respektive period visas under tidslinjen. Under perioden "1961–1975" fanns endast en omnämning av dagsljus men inget kvantifierat krav¹¹.

Studien visar tydligt att många rum i det befintliga byggnadsbeståndet **inte har tillräckliga dagsljusnivåer** och uppfyller således ej det nuvarande kravet i BBR.

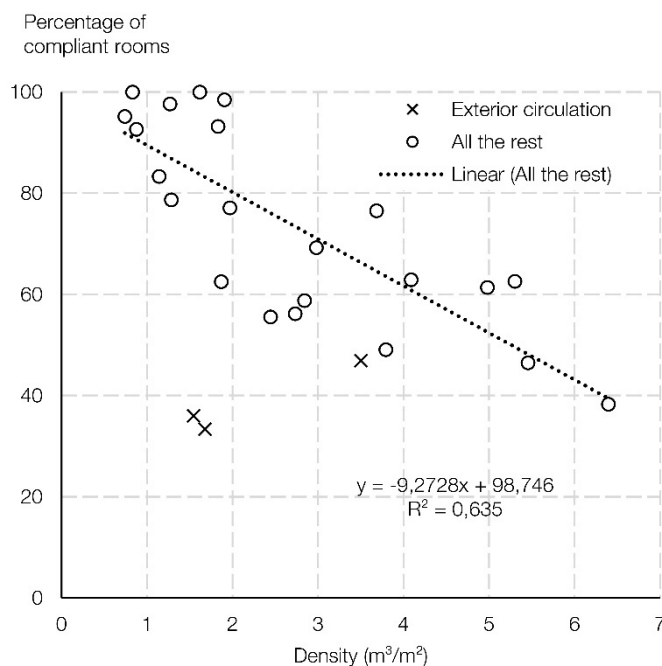
Det framgår även att det finns skillnader mellan **byggnadstyper** och **byggnadsperioder**.

Den period som i särklass hade flest väl belysta bostadsprojekt var åren mellan 1930 och 1961, en tid som kännetecknades av glesare bebyggelse och byggnadstyper som ofta gav ett lågt antal lägenheter per trapphus. Sådana förutsättningar är svåra att uppnå inom dagens ekonomiska beslutsprocess i byggsektorn.

¹¹ Bournas I. (2021). Swedish daylight regulation throughout the 20th century and considerations regarding current assessment methods for residential spaces. Building and Environment. 191: 107594. doi:https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.107594.

Effekt av omgivning

Studien jämförde graden av **kravuppfyllnad** för olika byggnader med **bebyggelsetätheten i deras närmaste fysiska omgivning**, och fann en stark och signifikant negativ korrelation (Figur 3, ju högre täthet desto lägre kravuppfyllnad). Figuren visar att **oavsett individuella rums-, fasad- eller byggnadsegenskaper** spelar den **urbana omgivningen i sig en avgörande roll** för hur mycket dagsljus ett bostadsrum får.



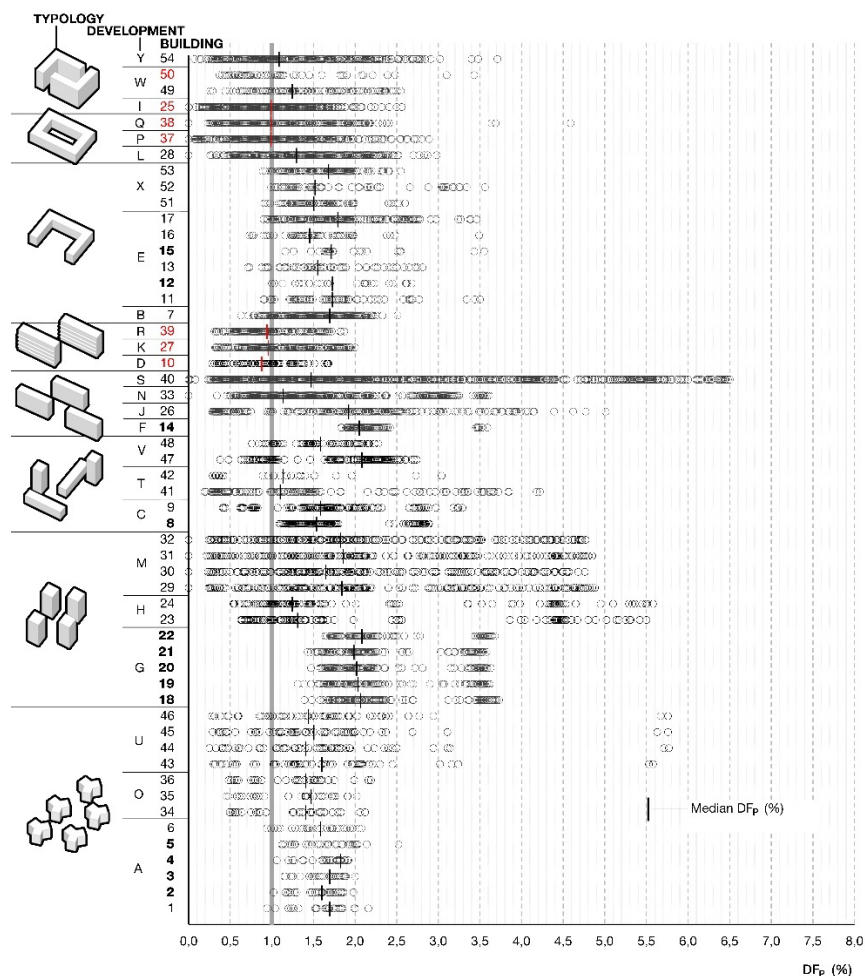
Figur 3 Linjär regressionsmodell för kravuppfyllnaden (y-axel) mot urban täthet (x-axel). Tätheten kvantifierades som kvoten mellan volymen [m³] av omgivande byggnader och den markytan [m²] de upptar i staden (inklusive vägar och alla andra ytor mellan byggnader), inom en radie på 250 meter runt varje undersökt byggnad¹².

Sambandet mellan omgivningen och tillgången till dagsljus försvagas om byggnaden skuggar sig själv i hög grad (till exempel med loftgångar eller många balkonger). I sådana fall kommer andelen rum som uppfyller kravet att vara låg, även i en mindre tätbebyggd miljö (till exempel loftgångshus: se X-markeringar i diagrammet).

¹² Bournas I, Dubois M-C. (2019). Daylight regulation compliance of existing multi-family apartment blocks in Sweden. Building and Environment. 150: 254-265. doi:<https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2019.01.013>.

Skillnader inom enskilda byggnader

Studien analyserade även hur kravuppfyllnaden för rum varierar inom en byggnad. Figur 4 visar för varje byggnad (y-axeln, nummer 1–54) DF_p -värdet för varje rum i respektive byggnad (varje punkt i diagrammet representerar ett rum). Det framgår att variationerna i DF_p -värden mellan rum inom en och samma byggnad är stora. Variationen beror på rums- och fasadgeometri, men också i hög grad på om rummen är placerade på bottenvåningen eller högre upp i byggnaden (effekt av omgivningen).

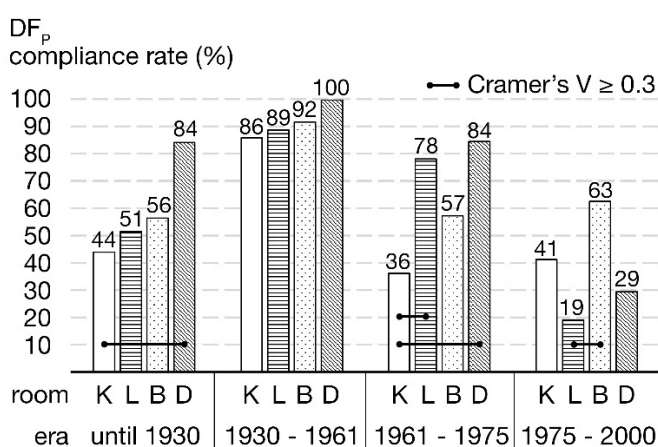


Figur 4 DF_p beräknades för samtliga 10 888 simulerade rum. Resultaten är kategoriserade i åtta (8) typologier (3D-ikoner), 25 bostadsprojekt (A – Y) och 54 byggnader (1 – 54)¹³.

¹³ Bournas I, Dubois M-C. (2019). Daylight regulation compliance of existing multi-family apartment blocks in Sweden. Building and Environment. 150: 254-265. doi:https://doi.org/10.1016/j.buildenv. 2019.01.013.

Skillnad mellan rumsfunktioner

Studien jämförde också individuella rum utifrån deras funktion (**matlagning, vardagsrum, sovrum, matplats**) med avseende på kravuppfyllnad (Figur 5). Resultaten visade att det finns tydliga skillnader mellan rumsfunktioner, där vissa funktioner (till exempel matlagning) konsekvent har lägre dagsljusnivåer än andra rum. Denna information tyder på att **de kommande reglerna kan vara lättare att uppfylla**, eftersom de medger flexibilitet mellan rum – vissa rum kan vara mörkare medan andra är mycket ljusa och därmed kompenserar för lägenhetens totala dagsljusprestanda.

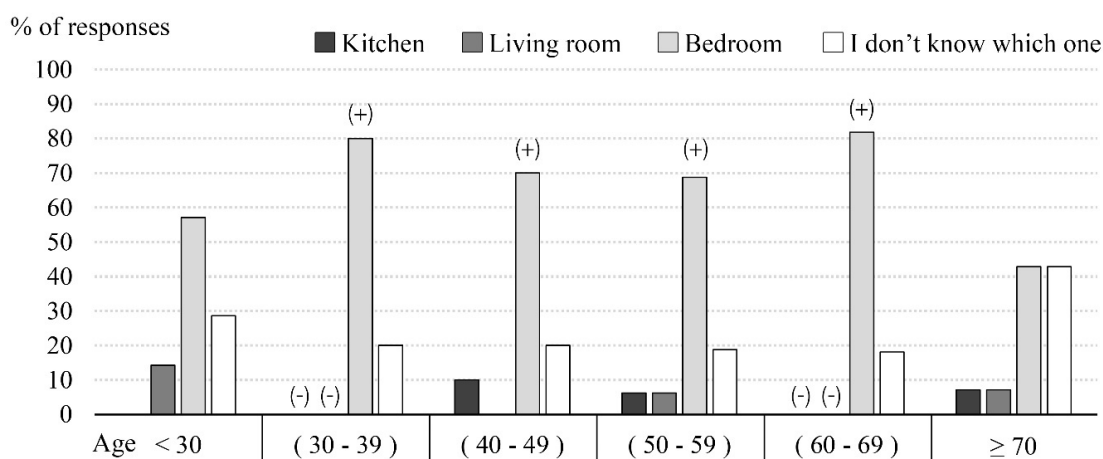


Figur 5 Grad av kravuppfyllnad för olika rumsfunktioner enligt DF_p -kriteriet, per funktion (K = Kitchen / matlagning, L = Living room / vardagsrum, B = Bedroom / sovrum, D = Dining / matplats) och epok. De linjära markeringarna som förbinder funktioner inom respektive epok motsvarar de största skillnaderna i kravuppfyllnad enligt Cramer's V ($\geq 0,3$)¹⁴.

¹⁴ Bournas I. (2021). Swedish daylight regulation throughout the 20th century and considerations regarding current assessment methods for residential spaces. Building and Environment. 191: 107594. doi:<https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.107594>.

För att komplettera simuleringsresultaten med boendes preferenser, inkluderade studien även en enkätundersökning från boende i 108 lägenheter om tillgång till dagsljus och rumsfunktion. Studien tillfrågade de boende vilket rum de skulle acceptera att ha som mörkt, om det var tvunget att ha ett rum med låg dagsljusnivå i lägenheten. Sammantaget valde en betydande andel deltagare sovrummet som det rum de skulle kunna acceptera vara mörkt (62 %, $p < .05$), medan köket endast valdes av 5 av 108 respondenter.

När man tittar på svaren uppdelade efter åldersgrupp (Figur 6), är denna preferens (sovrum) konsekvent över alla åldersgrupper utom för den äldsta gruppen (≥ 70 år), som inte lika tydligt valde sovrummet som det rum de kunde tänka sig ha med låga dagsljusnivåer.



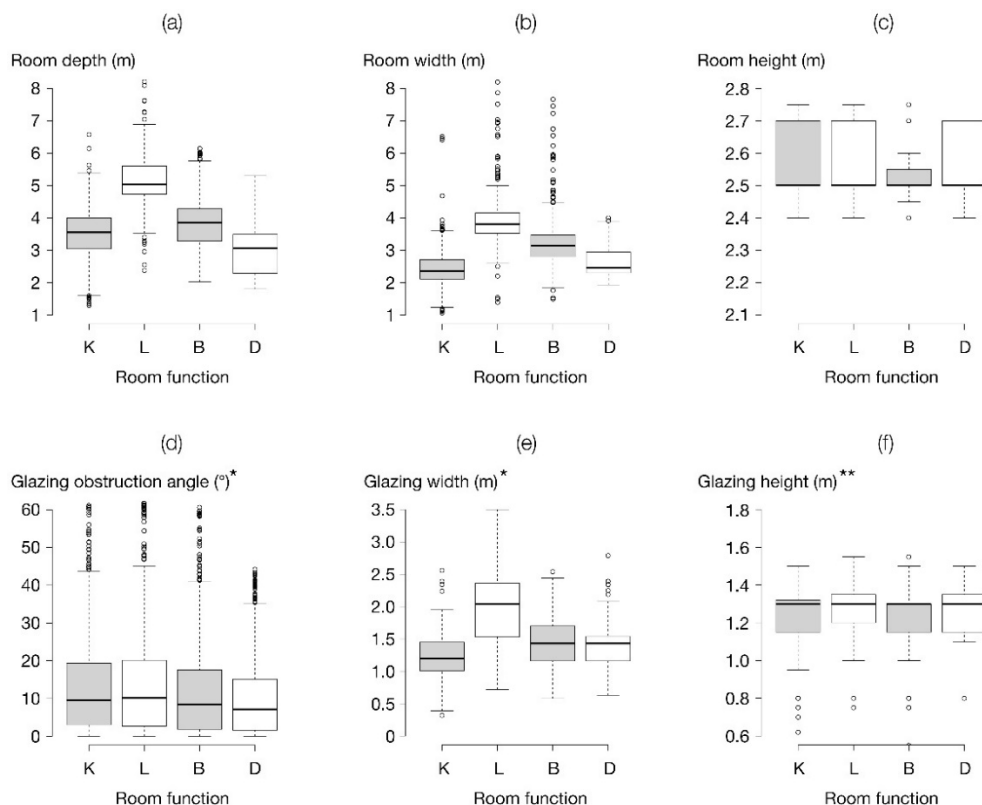
Figur 6 Andel svar per rumsfunktion och åldersgrupp. Signifikant höga eller låga procentsatser markeras med (+) respektive (-). De boende svarade på frågan: "Om något av rummen skulle sakna dagsljus, vilket skulle du välja?"¹⁵

¹⁵ Bournas, I. (2021). Association between Perceived Daylit Area and Self-reported Frequency of Electric Lighting Use in Multi-dwelling Buildings. LEUKOS, 18(1), 83–102. <https://doi.org/10.1080/15502724.2020.1851606>

Typisk geometri för olika rumstyper

Vid utredning av möjligheter för omvandling av lokaler till lägenheter är det relevant att ha i åtanke vilka **rumsdimensioner** och **andra geometriska egenskaper** som vanligtvis förekommer i typiska flerbostadshus. Figur 7 visar information om 6 geometriska parametrar för de 10888 rum som analyserades i studien, nämligen: **rumsdjup, rumsbredd, rumshöjd, avskärningsvinkel, fönsterbredd och fönsterhöjd**. Varje boxplot motsvarar **värdespridningen** som identifierades för respektive parameter, uppdelat per **rumsfunktion** (matlagning, vardagsrum, sovrum och matplats). Studien visar att:

- **Rumsdjup över 8 meter är ytterst ovanliga.**
- **Rumshöjder** (golv till tak) ligger oftast mellan **2,5 m och 2,7 m**.
- **Avskärningsvinkeln** är nästan alltid **under 45°**, och för 75% av rummen ligger den under 20°.

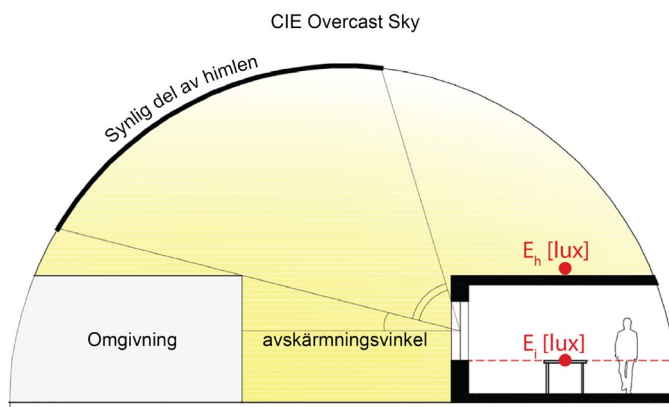


Figur 7 Fördelning av geometriska mått per rumsfunktion. Rum: a) djup, b) bredd, c) höjd. Fönster: d) avskärningsvinkel, e) bredd, f) höjd. Figurerna (a), (b) och (c) inkluderar samtliga utvärderade rum (n = 10 888). Figurerna (d), (e) och (f) inkluderar endast rumsfunktioner med fönster (n = 10 212). * I fall där rum har flera fönster, redovisas här den största avskärningsvinkeln och största fönsterbredden. ** Fönsteryta under 0,8 m över golvnivå beaktades inte vid beräkning av fönsterhöjd.

Generellt om beräkning av dagsljusfaktor

Definition av dagsljusfaktorn

Dagsljusfaktorn (DF) är ett mått på belysningsstyrkan inomhus från en mulen himmel i förhållande till den samtidiga belysningsstyrkan från en oavskärmad himmel utomhus. En dagsljusfaktor på 1% motsvarar 100 lux i punkten om det samtidigt är 10.000 lux ute. Dagsljusfaktorn utgår från en standardiserad himmel¹⁶ som är rotationssymmetrisk och 3 ggr ljusare i zenit än vid horisonten. Dagsljusfaktorn för ett oavskärmat rum blir därmed lika i alla väderstreck. (Figur 8).



Figur 8 Beräkning av Dagsljusfaktor under en CIE jämnt molntäckt himmel.

Dagsljusfaktorn (DF) definieras enligt följande formel:

$$DF = \frac{E_i}{E_h} \cdot 100\%$$

där:

DF = dagsljusfaktorn [i procent]

E_i = belysningsstyrkan inomhus från dagsljus [lux]

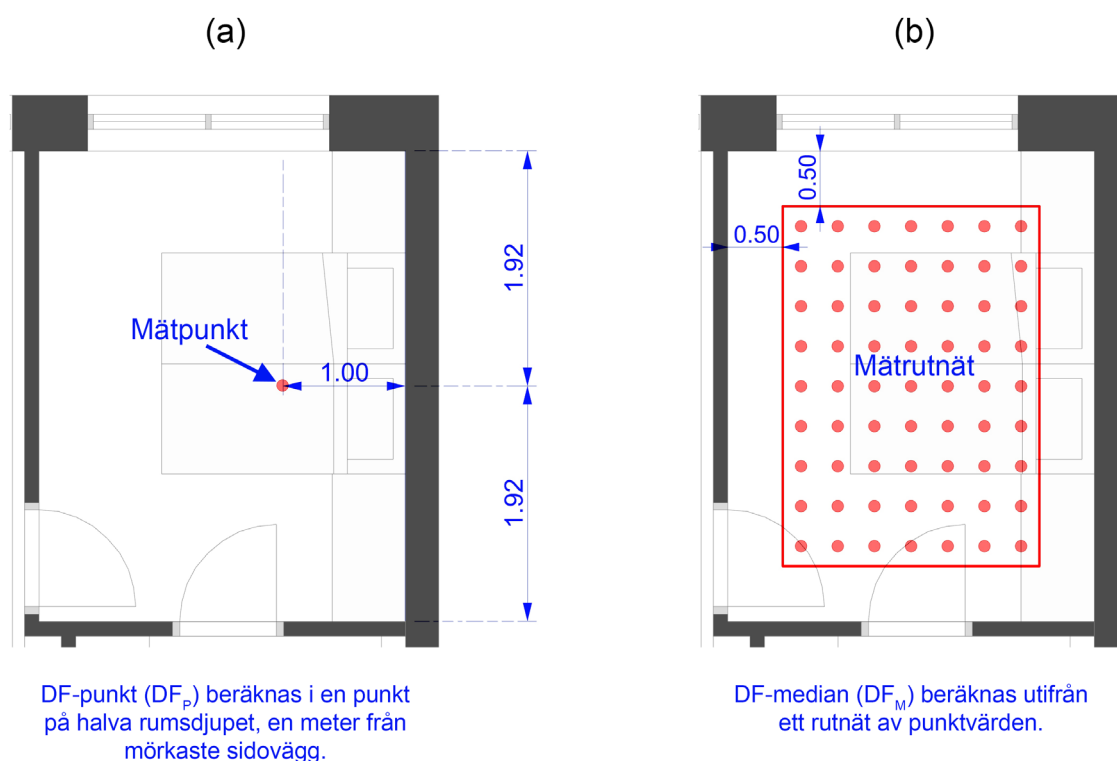
E_h = belysningsstyrkan utomhus under en oavskärmad, molntäckt himmel
("standardgrå" himmel enligt CIE Overcast Sky i ISO 15469:2004) [lux]

Dagsljusfaktorn kan alltså mätas fram genom samtidig mätning av belysningsstyrkan inne (från dagsljus) och dagsljus ute, men det kräver att "rätt" klimatförutsättningar råder. Normalt brukar istället dagsljusfaktorn beräknas, se mer i avsnittet om "programvara och beräkningsantaganden".

¹⁶ CIE. (2004). Spatial Distribution of Daylight - CIE Standard General Sky. International Commission on Illumination.

Var beräknas dagsljusfaktorn?

Enligt krav i de gamla byggreglerna, till exempel SBN 75¹⁷ och SBN 80 skulle dagsljusfaktorn bestämmas i en punkt på halva rumsdjupet, en meter från mörkaste sidovägg, 80 cm över golv (Figur 9a). Detta ger två punkter, varav den mörkaste är den som ska klara kraven, vilket vi kallar DF_p . Detta sätt att ställa krav lever kvar i BBR trots att branschen idag arbetar med moderna simuleringsverktyg. Med datorernas hjälp kan dagsljusets fördelning enkelt beräknas ur ett mätplan som placeras i rummet (Figur 9b). Dagsljusfaktorn i varje enskilt rum beräknas då ur punkter i ett jämnt fördelat rutnät, typiskt med 0,3 m – 0,5 m mellan punkter, 0,8 meter över golv och med ett indrag från rummets väggar på ca 0,5 m. Medianvärdet beräknas därefter ur alla punktvärden, som det mittersta värdet när alla värden sorterats i storleksordning.

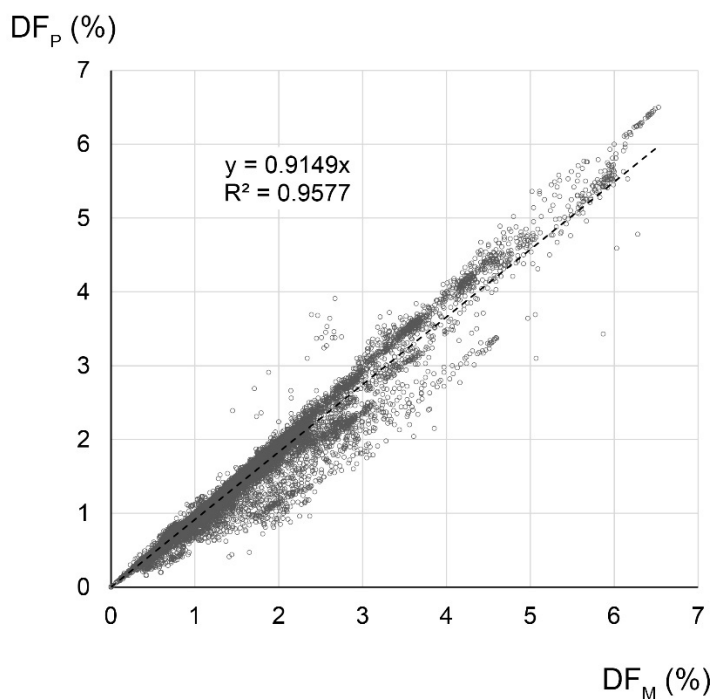


Figur 9 (a) mätpunkt för DF_p , (b) mätrutnät för DF-median (DF_M).

För olika rumsformer med såväl symmetriska som osymmetriska fönstersättningar är medianvärdet mycket likt värdet som erhålls med punktmetoden (se korrelationen i Figur 10 nedan). Att medianvärdet är likt punktvärdet är egentligen ganska givet med tanke på att mittvärdet kommer att hamna på halva rummets djup för ett rektangulärt symmetriskt sidobelyst rum. Medianvärdet är dessutom enklare och lämpligare att beräkna än punktvärdet, särskilt i rum med komplicerad form, fönster åt flera väderstreck, takfönster

¹⁷ SBN 75. (1975). Svensk Byggnorm 1975. Kapitel 38:1. Statens planverk.

etc. Tack vare dessa fördelar har det idag blivit en vanlig praxis att redovisa medianvärdet i rummet – DF_M – istället för DF_P vid till exempel kontroll mot myndighetskraven i BBR. I vissa andra länder förekommer att medelvärdet redovisas istället, DF_{avg} . Medelvärdet är i regel högre än medianvärdet, vilket beror på att ljusfördelningen i rummet inte avtar linjärt från fönstret, utan med kvadraten på avståndet.



Figur 10 Linjär regressionsmodell för DF_P (y-axel) och DF_M (x-axel) utifrån simuleringar av 10 888 olika bostadsrum¹⁸.

¹⁸ Bournas I., Daylight compliance of Swedish residential urban blocks according to past and current performance criteria, Changing Cities IV Conf., Chania, GR. 24-29 June 2019, pp. 1703-1715.

Beräkning via strålgångsföljning

Idag beräknas dagsljusfaktorn DF med hjälp av simuleringsprogram som följer ljusets väg på ett fysikaliskt korrekt sätt. Beräkningarna bygger på 3D-modeller som definierar såväl geometrin i stort som utformningen av fönster med avseende på till exempel karmtjocklek, indelningar i poster, ev. spröjs mm.

Programmet Radiance¹⁹ är den i dagsläget mest dominerande "beräkningsmotorn" i branschen, men det finns även andra programvaror, till exempel Velux Daylight Visualiser²⁰, DIALux²¹ etcetera. Radiance används av ett flertal olika användargränssnitt då källkoden är fri. När det gäller simuleringsnoggrannhet är det användaren som ansvarar för att ställa in olika parametrar som säkerställer att slutresultatet blir en tillförlitlig representation av verkligheten. Följande är en kort beskrivning av varför simuleringsinställningar är viktiga, samt hur användare av Radiance vanligtvis konfigurerar dessa inställningar i Sverige:

Raytracing-simuleringar är tidskrävande på grund av algoritmens beräkningsintensiva natur. I synnerhet för Radiance finns ett stort antal inställningar som behöver konfigureras, för att undvika att alla möjliga ljusvägar beräknas, och i stället nå ett tillräckligt noggrant resultat genom interpolering. Fördelen med detta tillvägagångssätt är minskad beräkningstid för horisontell belysningsstyrka (eller illuminans), men det kan också leda till lägre noggrannhet om interpoleringsinställningarna inte är korrekt angivna av användaren. För att simuleringarna ska ge pålitliga och reproducerbara resultat, krävs att användaren ställer in korrekta beräkningsparametrar. Felaktiga inställningar kan ge orimliga ljusnivåer, långa beräkningstider, eller bristande noggrannhet.

Idag erbjuder de flesta program användaren att göra generella inställningar för "kvalitet", där numeriska inställningar av varje enskild parameter har ersatts av generella kvalitetsval, såsom "låg/medel/hög kvalitet". I avsaknad av specialistkompetens inom dagsljussimulering bör man minst använda inställningen "hög kvalitet". Detta förenklar användningen av raytracingbaserade simuleringar för noviser, samtidigt som det säkerställer att resultaten är tillräckligt exakta för professionell användning såsom byggprojektering, certifiering eller myndighetskrav.

Nedan visas en lista över Radiance-inställningar som motsvarar "hög kvalitet" enligt ett svenskt simuleringsverktyg (IDA-ICE), som använder Radiance för dagsljussimuleringar (Tabell 1). Liknande förinställningar för "hög kvalitet" finns även hos andra utvecklare av simuleringsverktyg.

¹⁹ Ward GL, Shakespeare S. (1998). Rendering with radiance: the art and science of lighting visualization: Morgan Kaufmann Publishers Inc.

²⁰ Velux Daylight Visualizer, Websida: <https://commercial.velux.se/service-och-support/daylight-visualizer>

²¹ Dialux, Websida: <https://www.dialux.com/en-GB/>

Tabell 1 Radiance inställningar som motsvarar "hög kvalitet" enligt programvaran IDA-ICE

Parameter	Värde	Parameter	Värde	Parameter	Värde
-aa	0,1	-dc	0,75	-dt	0,05
-ab	7	-dj	0,7	-lr	8
-ad	2048	-dp	512	-lw	1E-06
-ar	458	-dr	3	-ss	1
-as	1024	-ds	0,15	-st	0,15

Beräkningsantaganden

Tabell 2 redovisar de reflektansvärden som rekommenderas i olika standarder och forskningskällor. Dessa värden kan betraktas som "vanliga värden" som kan användas i tidiga skeden av projektering, innan slutgiltiga materialval är bestämda.

Tabell 2 Vanligt förekommande reflektionsfaktorer

Yta	Reflektionsfaktor - LR
Golv ²²	20% - 40%
Innertak ¹⁸	70% - 90%
Innerväggar ¹⁸	50% - 80%
Möblering ¹⁸	20% - 70%
Omgivning (grannbyggnader) ^{23, 24}	30% - 50%
Mark ^{20, 25}	20%

I beräkningarna måste även glasets ljustransmittans antas. Nybyggda svenska bostadshus har som regel tre glas varav två brukar vara så kallade energisparglas (glas med lågmissionsbeläggning). Fönster utgörs då antingen av öppningsbara kopplade fönster (2+1) eller av öppningsbara eller fasta fönster med treglaskassetter för att klara de energi- och U-värdeskrav som ställs. Dessa glas är idag i princip lika klara som helt obelagda glas och har en ljustransmittans mellan 67 % och 74 %. Värden för tidiga skeden kan då antas enligt Tabell 3. Särskilda solskyddsglas förekommer ibland, vilket ger något lägre ljustransmittans, dock i bostäder sällan lägre än 60 %.

²² CEN. 2021. European Standard EN 17037:2018+A1:2021 Daylight in Buildings. Brussels (Belgium): European Committee for Standardization.

²³ IES-LM-83-12, Spatial Daylight Autonomy (sDA) and Annual Sunlight Exposure (ASE), Illuminating Engineering Society, New York, US, 2012, p. 14.

²⁴ Leder S M, Pereira F O R, Morales L N (2007). Characterization of a medium Reflection Coefficient to Urban vertical Surfaces (in Portuguese), in Encontro Nacional e Encontro latino Americano de Conforto no Ambiente Construido Ouro. Preto, Brazil.

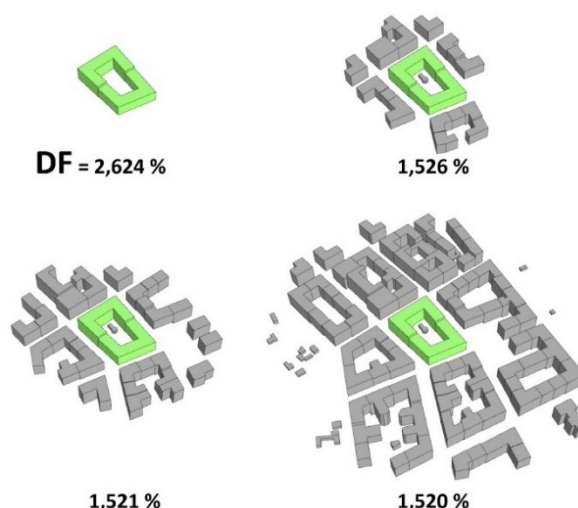
²⁵ Reinhart C F (2011). Daylight Performance Predictions, in Building Performance Simulation for Design and Operation, J L M Hensen and R. Lamberts, Editors. Spon Press: NY, USA.

Tabell 3 Typisk ljustransmittans LT på fönster i bostäder (utan solskyddsglas)

Fönsterglas	Ljustransmittans - LT
Treglaskassett (utan solskyddsbeläggning)	72–74%
Kopplade fönster 2+1 (utan solskyddsbeläggning)	67–69%

Byggnadens omgivning och tomtens förutsättningar

Avskärmningen av direkt ljus från himlen påverkar kraftigt dagsljusstillgången mot byggnadens fasader. Vid simulering av dagsljusfaktorn är det därför viktigt att ta med platsens eller tomtens förutsättningar. I nyproducerade områden, där alla byggnader ännu inte uppförts, är det brukligt att ta med avskärmning motsvarande bygggrätter för ännu oexploaterade tomter i den närmaste omgivningen. Det räcker att beakta den omedelbara omgivningen (närmaste grannbyggnader). Ytterligare omgivning har ingen större påverkan på resultaten (se Figur 11).



Figur 11 Genomsnittlig dagsljusfaktor (DF) beräknad för fyra rum (ett i varje väderstreck) belägna på andra våningen i byggnaden markerad med grön färg. Den omedelbara omgivningen har störst påverkan. Att modellera längre bort ger ingen märkbar minskning av DF. Illustration: Iason Bournas²⁶.

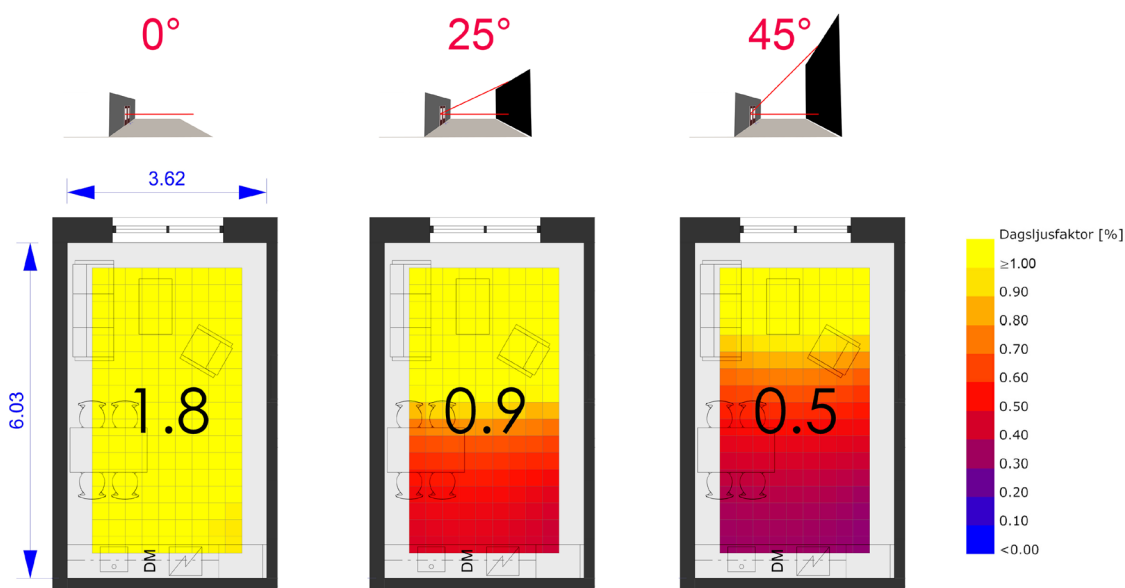
²⁶ Bournas I (2018) Introduction to daylight simulation. Book Chapter (12) from Daylighting and lighting under a Nordic sky. Dubois M-C, Gentile N, Laike T, Bournas I, Alenius M. First edition. ISBN: 9789144125770, Studentlitteratur AB, 2019.

Val av rum och våningsplan

Boverkets krav omfattar rum där man vistas mer än tillfälligt, s k vistelserum. Dessa anses i bostäder vara sovrum, vardagsrum och kök.

Byggnadens mest kritiska vistelserum från dagsljussynpunkt är rum långt ner i byggnaden eftersom himmelsljuset här blir mest avskärmat pga omgivande bebyggelse. Balkonger har också mycket stor påverkan på dagsljuset i rummet, i synnerhet i kombination med höga avskärningsvinklar till motstående byggnader. Även rum med stort rumsdjup och/eller med ev. låg glasarea i förhållande till golvarean kan vara kritiska. Vilka rum som är mest kritiska är inte alltid en självklarhet, därför brukar alla rum på våningsplanet kontrolleras.

Eftersom det fortfarande är förenat med en del tid och därmed kostnader att beräkna dagsljusfaktorn, är det brukligt nöja sig med att beräkna dagsljusfaktorn i vistelserum på de nedre planen vid kontroll gentemot myndighetskrav. Ibland räcker det med att räkna igenom ett par, tre våningsplan, därefter brukar dagsljusfaktorn öka så pass mycket att kraven med lätthet uppfylls. I Figur 12 har vi gjort ett exempel som illustrerar effekten av olika avskärningsvinklar på dagsljusstillgången. Utan avskärmning är dagsljusfaktorn 1,8%, den halveras till 0,9% vid 25 graders avskärmning och vid 45 graders avskärningsvinkel är dagsljusfaktorn endast 0,5%.



Figur 12 Effekt av avskärningsvinkel. Rummet skuggas olika mycket, från ingenting (0°), till avskärningsvinklar på 25° och 45°. Medianvärdet av dagsljusfaktorn (DF_M) visas i mitten av varje exempel. Rummet har en glasandel i fasad om 35%.

Metod

Metod del A – Effekter av det nya regelverket i bostäder

I del A av vår utredning har vi beräknat hur stor kravlättningen kan förväntas vara med Boverkets nya byggregler jämfört med BBR30 i ett större bostadsbestånd. Vi har gjort detta genom noggranna analyser att ett mindre stickprov av bostäder. Vi har valt ut 9 bostadsprojekt som projekterats under de senaste åren från Malmö, Trelleborg och Lund till Stockholm, där vi i samtliga fall själva har genomfört dagsljusberäkningarna under projekteringsskedet. Med vår erfarenhet i ryggen menar vi att de valda projekten är ett ganska typiskt urval av nyproducerade bostäder byggda enligt moderna detaljplaner. Av tidsskäl har vi begränsat analysen till de två nedersta våningsplanen med bostäder i varje projekt.

Av resultaten kan vi då se att det finns ett antal rum eller lägenheter som inte klarar varken BBRs krav eller de nya kraven, och det kan synas vara en relativt hög procentandel av rum och lägenheter som inte klarar kraven. Då ska man komma ihåg att vi endast studerat de två mest kritiska våningsplanen i varje projekt. Hade vi tagit med samtliga rum i varje projekt, hade resultaten sett bättre ut som helhet, eftersom dagsljuset tilltar uppåt i huset, allt eftersom avskärningsvinklarna till omgivande bebyggelse minskar.

I projekten som analyserats har vi tagit de rumsindelningar och tillhörande mätplan och som redan tidigare var genomförda under projekteringen. I samtliga projekt har vi gjort om de tidigare analyserna för en standarduppsättning av ljusreflektanser på ytor och ljustransmittans på glas (samma förutsättningar gäller då i samtliga projekt). De projekthanpassningar som gjorts i vissa projekt, till exempel med ljusare golv för ökad dagsljusfaktor, framgår då inte av resultaten. Vi har även simulerat alla rum med samma kvalitetsinställningar för att få jämförbara resultat.

I analysen har vi inledningsvis kontrollerat hur stor andel av de studerade lägenheterna som klarar kravet i BBR (analyserat med hjälp av medianvärdet, krav minst 1,0% i varje rum). Detta jämförs därefter med hur stor andel av lägenheterna som klarar kravet enligt de kommande reglerna. Vår utvärderingsmodell för den första delen är således att samtliga rum i lägenheten ska nå kravvärdet för att anses klara BBR. Vi har inte gjort några resonemang om mindre avvikelser, så som är vanligt vid resonemang i bygglovsskedet eller inför startbesked.

I ett andra steg har vi studerat alternativa målvärden DF_T för dagsljusfaktor (som ska nås av halva den bedömda ytan i lägenheten). Vi har studerat målvärden från 1,0 ner till 0,4% i steg om 0,1%. En sammanfattning av omfattningen på studien visas i Tabell 4 nedan.

Tabell 4 En sammanfattning av omfattningen och studerade aspekter i studiens del A.

Studerade bostäder	9	st
Studerade lägenheter	248	st
Studerade rum	675	st
Schablonvärden för LR & LT	Alla lgh/rum	Tak LR 90% Väggar LR 80% Golv LR 30% Fönsterglas LT 70%
Normala simuleringsinställningar	Alla lgh/rum	Se Tabell 1, avsnitt "Programvara"
Kontroll mot BBR-krav	Ja	Alla rum måste uppfylla kravet DF_M min. 1,0%
Kontroll mot Boverkets nya byggregler	Ja	Målvärde DF_T 1,0% för minst 50% av bedömda ytan i lgh
Alternativa målvärden DF_T	0,4% - 1,0%	Steg om 0,1%

Metod del B – Analys av ändring/ombyggnad av lokaler till bostäder

Vi har genomfört en analys av dagsljusstillgången i ett antal typlägenheter som placerats ut i olika djupa byggnadskroppar som kan representera olika typer av lokaler. Vi startar i ett typiskt husdjup för bostäder, 12 m, och utreder därefter även husdjup 15 resp 18 m. Det finns även kontorsbyggnader med ännu större husdjup, men då studien var begränsad i omfattning har vi avgränsat oss till max 18 m.

Studien inleddes med intervju av en erfaren bostadsarkitekt och kreativ ledare på FOJAB, Stefan Johansson, för att ta reda på hur stora lägenheter som typiskt ritas idag. Enligt Stefan är efterfrågan på nya lägenheter koncentrerad kring tre typstorlekar, ca 40, 55 respektive 75 m². Detta är vad marknaden efterfrågar, både från bostadsutvecklare och slutkunder. Storlekarna påverkas även av BBR. Ett antal typlägenheter som uppfyller dagens krav i BBR, till exempel vad gäller tillgänglighet och avskiljbarhet identifierades.

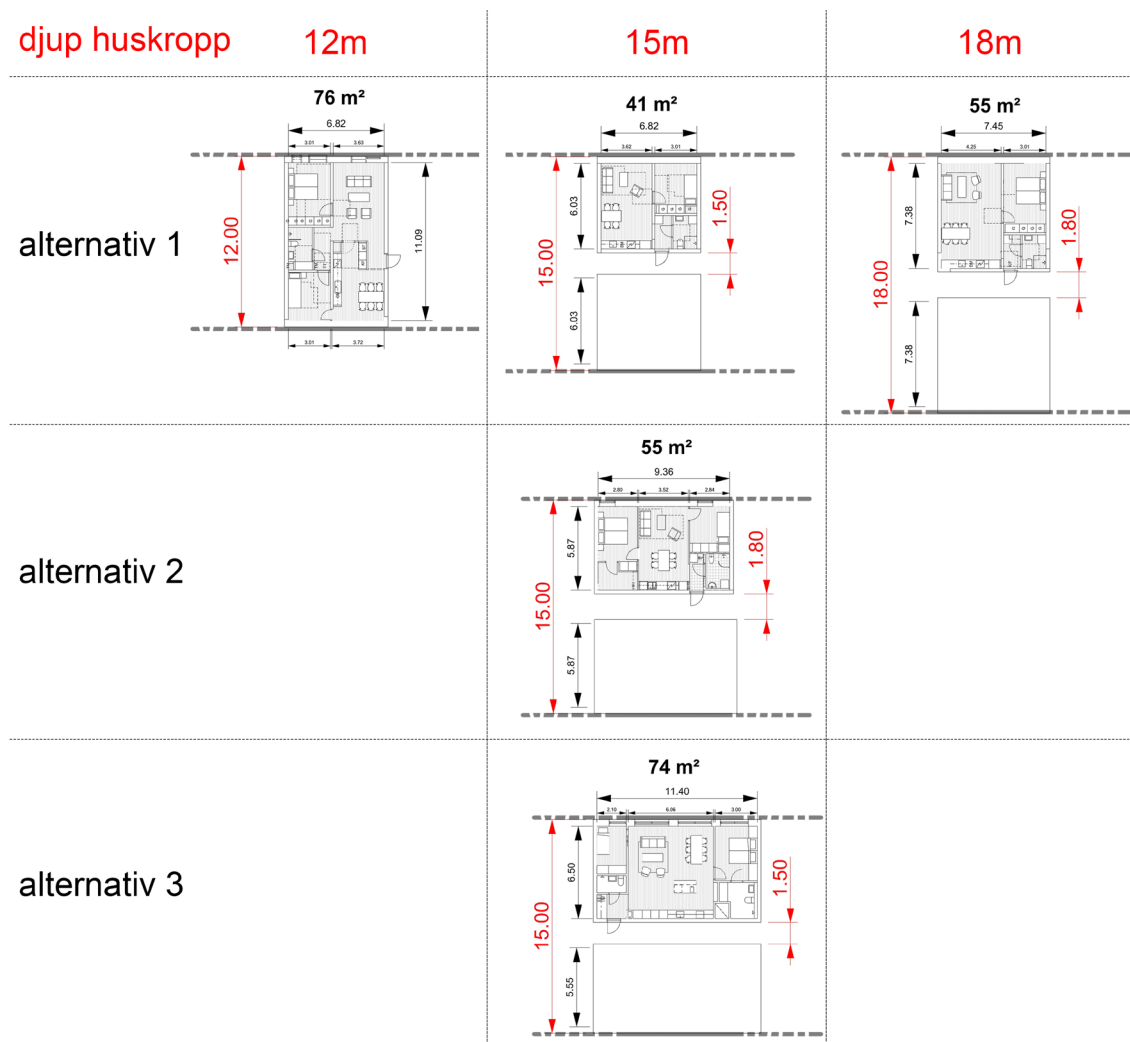
Vid inplacering av typlägenheterna kunde vi se att större, genomgående lägenheter kan erbjudas vid ett husdjup av 12 m, medan detta blir svårare vid husdjupen 15 m resp 18 m. Detta beror på att man behöver och önskar placera vistelserum med tillgång till fönster som erbjuder dagsljus och utblick mot omgivningen. Lösningarna vi utrett vid 15 resp 18 m speglar därför en typologi med en central korridor och enkelsidiga lägenheter. Rumsdjupet går upp mot ca 7,5 m. Detta stämmer överens med de maximala rumsdjup som har observerats för vistelserum i bostäder i Sverige (se Figur 7). För större husdjup blir det succesivt allt svårare att hitta rumsfunktioner i den mörka kärnan som inte kräver dagsljus.

Vi genomförde en parameterstudie för de identifierade lägenheterna där vi kontrollerade dagsljusstillgången enligt Boverkets nya byggregler för två olika fönsterandelar i fasad samt för två olika avskärningsvinklar. Slutligen har vi för de olika alternativ som uppstår kontrollerat kravuppfyllnaden enligt Boverkets nya byggregler för befintlig kravnivå för dagsljusfaktor 1,0% samt för alternativa målvärden om 0,8% och 0,5%. Se Tabell 5.

Tabell 5 En sammanfattning av omfattningen och studerade aspekter i studiens del B

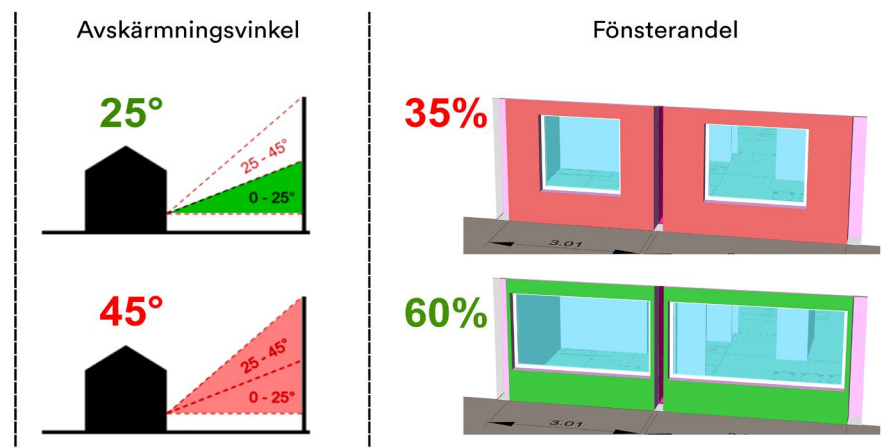
Parameter	Värde	Värde	Värde	Enhet/Not.
Husdjup	12	15	18	m
Lägenhetsstorlekar	40	40, 55, 75	75	m ²
Glasandel i fasad	35%, 60%	35%, 60%	35%, 60%	Kvot glasyta/fasadyta, inifrån
Avskärningsvinkel	25°, 45°	25°, 45°	25°, 45°	grader
Målvärde dagsljusfaktor DF _r	1,0% 0,8% 0,5%	1,0% 0,8% 0,5%	1,0% 0,8% 0,5%	Värde som ska uppfyllas för minst hälften av den bedömda ytan

Lägenhetsplanerna som ingick i analysen visas i Figur 13. Det finns ett alternativ för en 12 meter djup byggnad, tre alternativ för en 15 meter djup byggnad, och ett alternativ för en 18 meter djup byggnad.



Figur 13 Illustration av studerade lägenheter.

De studerade avskärningsvinklarna och fönsterglasandelarna illustreras i Figur 14. För varje lägenhetsalternativ undersökte vi alla kombinationer av avskärningsvinkel och glasandel. Glasandelen har beräknats i förhållande till invändiga rumsmått.



Figur 14 Illustration av studerade avskärningsvinklar (25° respektive 45°) och fönsterglasandel (35% respektive 60%).

Resultat

Effekt av Boverkets nya byggregler på kravuppfyllnad

I denna del undersöktes skillnaden i kravuppfyllnad mellan BBR och Boverkets nya byggregler, som tillämpar olika bedömningsmetoder för dagsljus. Ett exempel på en grafisk resultatredovisning från studien visas i Figur 15. Ljusfördelningen redovisas i en färgskala i varje enskilt rum där skalan går från mörkt blålila (för dagsljusfaktor nära noll) via röd, orange till gult. Klargula områden har en dagsljusfaktor som överstiger kravnivån 1%.



DFmedian [%] visas i mitten av varje rum.



Andel yta (där DF överstiger 1 %) visas i mitten av varje lägenhet.

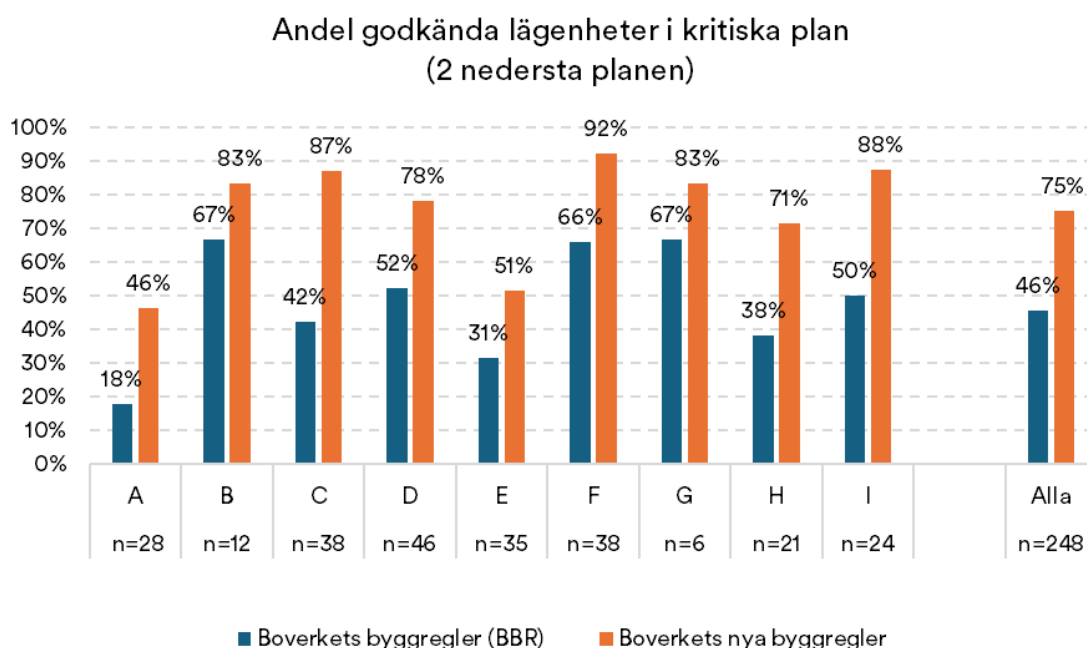
Figur 15 Ett exempel på en grafisk resultatredovisning från studien (Övre bilden: tolkning gentemot BBR. Nedre bilden: tolkning gentemot Boverkets nya byggregler). Rum respektive lägenheter som klarar kraven har markerats med grön prick. Röd prick innebär att kraven inte uppfylls. Gul prick illustrerar ett rum som ofta godkänns med hänvisning till mindre avvikelse.

Vid tolkning gentemot BBR (övre bilden Figur 15) har vi skrivit ut medianvärdet i svart, i mitten av varje enskilt rum. Vi har även kompletterat tolkningen med en färgad prick utanför rummet, där grön prick motsvarar att BBRs krav klaras. Röd prick motsvarar en

dagsljusfaktor under 0,8 % (ej godkänt), medan resultat däremellan illustrerats med gul prick eftersom dessa värden i praktiken brukar accepteras som mindre avvikelse. Vid vår jämförande analys har vi dock utgått från att alla rum måste klara BBRs krav på min. 1,0% dagsljusfaktor.

Vid redovisning enligt Boverkets nya byggregler (nedre bilden Figur 15) har de rum som ingår i en lägenhets bedömda yta ringats in med streckad svart linje. Den procentuella andelen som uppfyller dagsljuskravet har skrivits ut med blå siffror i vit prick i mitten av varje lägenhet. Vi har även kompletterat med en tolkning av de nya kraven med en färgade prick utanför varje lägenhet. Här motsvarar grön prick att lägenheten klarar kravet (Andel yta med DF min 1,0% är minst 50 %). Röd prick motsvarar att kravet ej klaras (kravet uppfylls i mindre än 50% av ytan).

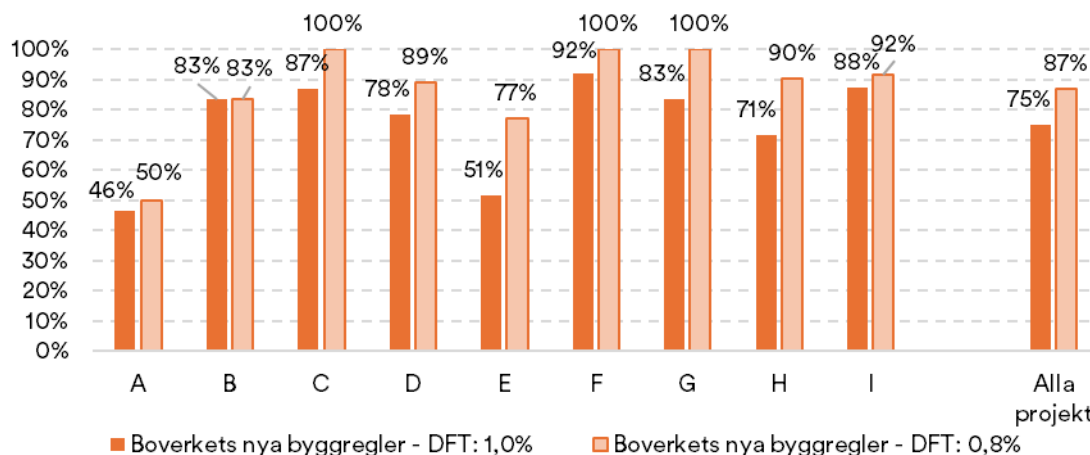
För det urval vi gjort, totalt 9 byggnader där vi studerat lägenheter på de två mest avskärmade planen, fick vi fram 248 lägenheter och totalt 675 antal rum. I genomsnitt klarade ca 30% fler lägenheter dagsljuskraven i Boverkets nya byggregler jämfört med kraven i BBR, se Figur 16. Samtliga studerade projekt gynnas alltså av Boverkets nya byggregler.



Figur 16 Jämförelse av andel godkända lägenheter i kritiska plan (2 nedersta planen i varje byggnad) mellan BBR och Boverkets nya byggregler. Nio studerade projekt (A-I). Antal studerade lägenheter (n) anges för varje projekt.

Om kravnivån skulle sänkas från 1,0% till 0,8% skulle något fler lägenheter klara kraven, då kravuppfyllnaden för samtliga projekt skulle öka från 75% till 87%, Figur 17.

Andel godkända lägenheter i kritiska plan (2 nedersta planen)

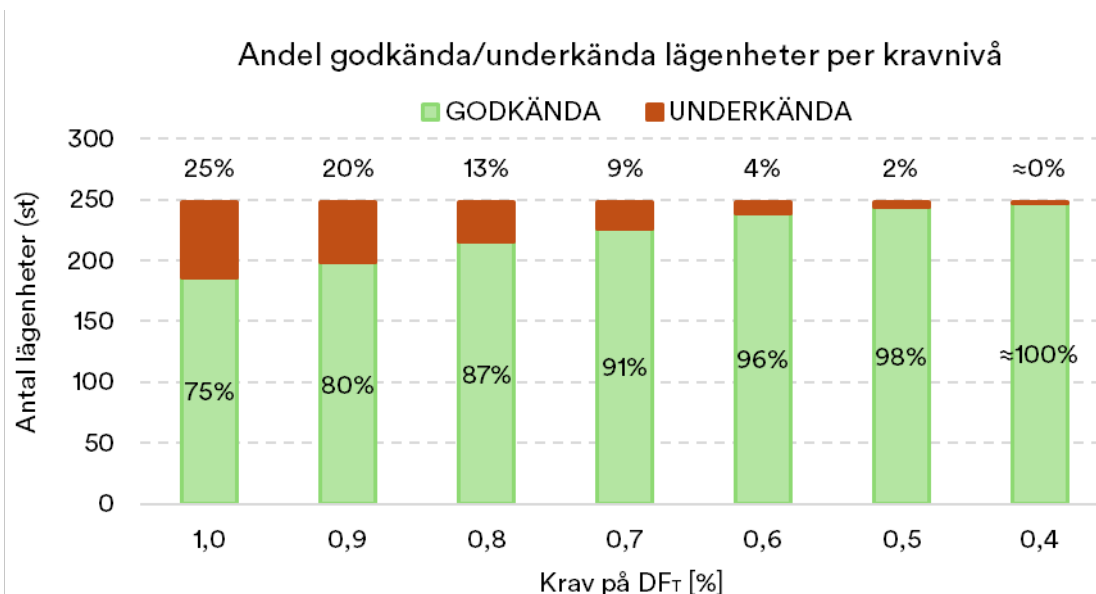


Figur 17 Jämförelse av andel godkända lägenheter i kritiska plan (2 nedersta planen i varje byggnad) mellan två olika kravnivåer på DF_T i Boverkets nya regler (0,8%, 1,0%).

Vi gjorde även en analys av utfallet för Boverkets nya byggregler med ännu större variation i kravnivå på dagsljusfaktorn DF_T . Figur 18. Här har vi sänkt nivån stegvis med 0,1% vilket ger en långsam ökning av andelen lägenheter som uppfyller kravet. I det aktuella urvalet skulle kravet behöva sänkas till 0,4% dagsljusfaktor för att alla lägenheter ska klara kravet för minst halva ytan i bostaden.

För de lägenheter som ingick i studien fanns det, som tidigare visats, flera lägenheter som ej klarar kraven på dagsljus i Boverkets nya byggregler. Detta beror huvudsakligen på att de aktuella projekten har höga avskärmningsvinklar för de nedre planen som vi studerat, i vissa fall dessutom i kombination med loftgång eller balkonger.

Studien visar tydligt att det nya regelverket ger en kravlättnad gentemot BBRs krav för de flesta lägenheter. Detta gäller dock ej små lägenheter med endast ett rum. Detta är givet eftersom man inte har något annat rum att vikta ihop resultaten med då man endast har ett rum. Lägenheter med fönster åt flera väderstreck, till exempel hörnlägenheter och genomgående lägenheter kan antas gynnas mer, eftersom avskärmningen ofta brukar vara olika för de olika väderstrecken. Vi har även noterat att enkelsidiga lägenheter inte gynnas, till exempel om alla rum redan från början har en dagsljusfaktor som understiger 1,0%.



Figur 18 Andel av alla studerade lägenheter som godkänns eller underkänns vid olika kravnivå på dagsljusfaktor DF_T i Boverkets nya regler (från 1,0 % till 0,4 %, steg om 0,1 %).

Resultaten kan sammanfattas enligt följande:

- Genomsnittlig skillnad mellan Boverkets nya Byggregler och BBR: Omkring 30 procent fler lägenheter på kritiska våningsplan klarar det nya kravet (Figur 16). Notera att våningsplan högre upp i projekten inte ingått i våra beräkningar. Ju högre upp i huset, desto högre blir dagsljusfaktorn.
- Att sänka kravnivån för DF_T från 1 % till 0,8 % ger ingen betydande skillnad i antalet lägenheter som klarar kravet (Figur 17).
- För att alla studerade lägenheter skulle klara kravet behövs en sänkning av kravnivån för DF_T från 1 % till 0,4 %, vilket skulle innebära en betydande sänkning av kravet på dagsljusstillgång (Figur 18).
- Alla lägenhetsstorlekar "gynnas" av det nya kravet, förutom 1-rumslägenheter.
- De lägenheter som gynnas mest är de med enstaka djupare rum ($d > 5$ m).
- Lägenheter med genomgående planlösning gynnas ofta mer (till exempel kan rum mot gatusida kompensera för rum mot gården).

Analys av ändring/ombyggnad av lokaler till bostäder

Resultatet från Del B visar att de flesta fall av ombyggnation från kontor till lägenheter har stora möjligheter att uppfylla det kommande dagsljuskravet med målvärde för DF_T på 1 % (Figur 20). Dock visade sig kravet vara omöjligt att uppfylla i två fall:

- 1) Om omgivande bebyggelse ger hög avskärmning och fönsterstorleken är relativt liten (dvs avskärningsvinkel $\geq 45^\circ$ och glasandel i fasad $\leq 35\%$)
- 2) Om huset är för djupt och fönstren är relativt små (husdjup $\geq 18\text{m}$ och glasandel $\leq 35\%$).

För det värsta scenariot, en lägenhet i ett 18 meter djupt hus med hög omgivning (avskärningsvinkel = 45°) och relativt små fönster (glasandel i fasad = 35%), visade det sig att DF_T skulle behöva vara 0,5 % för att lägenheten skulle kunna uppfylla kravet (dvs. $DF \geq 0,5\%$ för minst hälften av den totalt bedömda ytan i lägenheten).

Följande resultat togs fram vid studie av olika målvärden för dagsljusfaktor, DF_T (1,0%, 0,8% och 0,5%) för alla studerade lägenheter (Figur 19):

DF_T min. 1,0 %

- Höga avskärningsvinklar (till exempel tätbebyggda kvarter) i kombination med små fönster gör det omöjligt att klara kraven.
- Djupa hus (husdjup $\geq 18\text{ m}$) utgör en utmaning och kräver både att omgivningen ger låg avskärmning och att fönstren är stora för att kraven ska klaras.

DF_T min. 0,8 %

- Höga avskärningsvinklar (till exempel tätbebyggda kvarter) i kombination med små fönster gör det omöjligt att klara kraven.

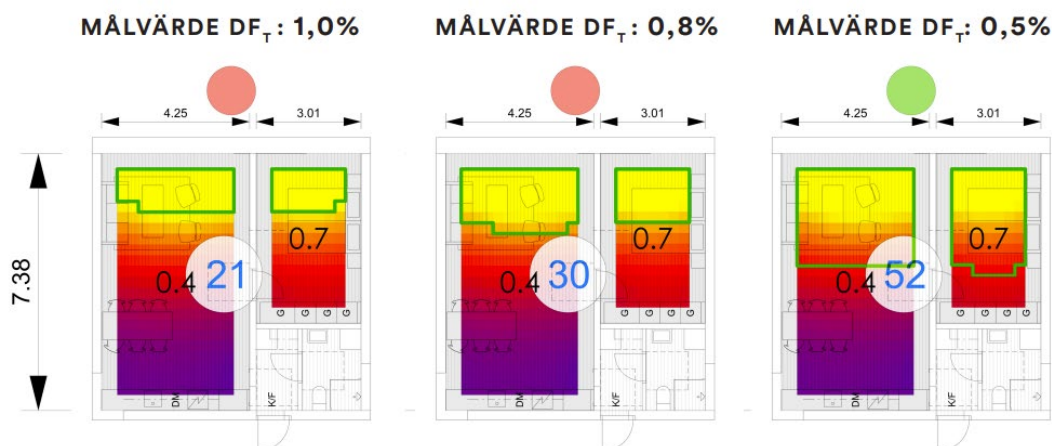
DF_T min. 0,5 %

- Alla studerade lägenheter uppfyller kravet. Det innebär dock att dagsljusnivån är mycket låg i stora delar av lägenhetens vistelserum.

		12m 76m ²	15m 41m ²	15m 55m ²	15m 74m ²	18m 55m ²
DF_T: 1,0% ! Hög avskärningsvinkel ! Djupa byggnader	25°	35%	✓	✓	✓	✓
	60%	✓	✓	✓	✓	✓
	45°	35%	✗	✗	✗	✗
	60%	✓	✓	✓	✓	✗
		12m 76m ²	15m 41m ²	15m 55m ²	15m 74m ²	18m 55m ²
DF_T: 0,8% ! Hög avskärningsvinkel	25°	35%	✓	✓	✓	✓
	60%	✓	✓	✓	✓	✓
	45°	35%	✓	✗	✗	✗
	60%	✓	✓	✓	✓	✓
		12m 76m ²	15m 41m ²	15m 55m ²	15m 74m ²	18m 55m ²
DF_T: 0,5% Alla lägenheter uppfyller kravet	25°	35%	✓	✓	✓	✓
	60%	✓	✓	✓	✓	✓
	45°	35%	✓	✓	✓	✓
	60%	✓	✓	✓	✓	✓

Figur 19 Kravuppfyllnad vid studie av olika målvärden för dagsljusfaktor DF_T (1,0%, 0,8% och 0,5%) för alla lägenheter och kombinationer av parametrar (huskropp, avskärningsvinkel och fönsterandel).

Figuren nedan (Figur 20) illustrerar dagsljusfaktorn för ett fall med en i lägenhet i det djupaste huset vi studerade (18 m). Lägenheten är 55 m² stor, med en glasandel på 35% och en avskärmningsvinkel på 45 grader. Det djupare rummet innehåller vardagsrum och kök och är ca 7,4 m djupt. Dagsljusfaktorn i rummet är endast 0,4% i detta kraftigt avskärmt fall och med relativt liten glasyta i fasad. Det mindre rummet är ett sovrum med dagsljusfaktorn 0,7%. Båda rum är för mörka för att klara såväl BBRs krav som Boverkets nya byggregler.



Figur 20 Vänstra bilden: Dagsljusfaktorn 1% uppnås endast i 21 % av ytan, därmed uppfylls ej Boverkets nya byggregler.

Mellersta bilden: Om målvärdet skulle sänkas till 0,8% uppnås dagsljuskravet i en något större andel av den bedömda ytan i lägenheten, 30%, vilket fortfarande är lägre än kravet minst hälften av ytan.

Högra bilden: Här har vi undersökt ett målvärde på 0,5% dagsljusfaktor. Det uppnås för drygt 50% (52%) av ytan och lägenheten skulle därmed klara denna kravsänkning.

Oavsett målvärde för DF så är medianvärdet för hela lägenheten ca 0,5% vilket motsvarar en ganska mörk lägenhet.

Diskussion

Vi har visat att Boverkets nya byggregler i många fall kommer att göra det enklare att uppfylla dagsljuskraven för bostadshus jämfört med krav i nuvarande BBR. Detta beror främst på att de nya kraven ser till hela lägenheten medan BBR ställer krav på enskilda rum. Det finns dock fortfarande situationer där det kommer att vara svårt att uppfylla de nya kraven – till exempel gynnas ej enrumslägenheter av de nya kraven. Det finns en del andra situationer där de nya kraven inte ger något avsevärd kravlättnad, till exempel mindre enkelsidiga lägenheter vid tät bebyggelse och djupa hus. I sådana lägen förväntas det att arkitekter och dagsljuskonsulter arbetar för att maximera tillgången till dagsljus via genomtänkt utformning av planlösningar, materialval och fönstersättning.

Eftersom avskärmning från omgivningen har en ytterst stor påverkan på dagsljustillgången för de nedre våningsplanen i en byggnad är det viktigt att detta beaktas ordentligt när nya detaljplaner utformas. Ska dagsljustillgången klaras för alla våningsplan ger detta begränsningar på bland annat exploateringsgrad, byggnadshöjder och avstånd mellan byggnader.

Om alla åtgärder för att förbättra dagsljustillgången i ett projekt har varit förgäves, kan kravuppfyllnad endast bli möjlig genom att kravnivån sänks. En förändring av dagsljuskraven skulle kunna göras på några principiellt olika sätt. Ett sätt skulle kunna vara att undanta vissa typer av rum eller funktioner från dagsljuskravet, till exempel matlagningsdelen i kök. Forskning visar dock att köket är det rum som flest personer vill ha bra dagsljus i, så vi föreslår inte en sådan ändring.

Ett annat sätt att införa en kravlättnad skulle kunna vara att följa den nya metoden i Boverkets nya byggregler, men sänka målvärdet på den dagsljusfaktor som ska uppfyllas i minst halva lägenheten. Denna metod skulle relativt enkelt kunna införas och den skulle kunna implementeras i byggandet när Boverkets nya byggregler träder i kraft. Vi har utrett en justering av målvärdet för dagsljustillgången från 1,0% vid nybyggnad till 0,8% vid ändring. Denna nivå nämns redan idag under kraven för ändring av byggnad enligt Boverkets nya byggregler, men gäller endast under vissa förutsättningar. Att göra denna nivå generell för all ändring skulle vara en möjlig väg till kravlättnad. Vi bedömer detta som en smärre justering som ökar kravuppfyllnaden något. Man ska dock vara medveten om att dagsljustillgången samtidigt tillåts bli sämre. Vid en sänkning av kravnivån ökar även risken att bostäder utformas med enskilda rum med ytterst låg eller ingen tillgång till dagsljus alls. Detta är egentligen inte förenligt med kraven i 3 kap. 9 § PBF, att byggnadsverk ska vara projekterade och utförda så att det inte medför en oacceptabel risk för hälsan. Boverkets regler bör utgöra en miniminivå med syfte att garantera bra och hälsosamma bostäder som kan fungera under lång tid och för personer med olika slags behov.

Vi har även tittat på ytterligare lägre målvärden, så långt ner som till 0,5%. Detta ökade kravuppfyllnaden ganska kraftigt för de rum och lägenheter som ingick i studien. Men dessa rum förekom sällan, och i allmänhet endast för lägenheter i djupa huskroppar, med små fönster samt med mycket hög avskärmningsvinkel mot omgivningen. Dagsljustillgången i en

lägenhet som endast uppfyller detta lägre krav är avsevärt sämre, och **valet av gränsvärde måste beakta att dagsljusstillgången är direkt kopplat till människors hälsa**. Vi avråder starkt från att sänka kravvärdet så lågt, eftersom detta skulle kunna leda till ännu fler påtagligt mörka lägenheter. Här bör en försiktighetsprincip råda, med hänsyn till etablerad kunskap om kopplingen mellan dagsljusexponering och till exempel människors dygnsrytm.