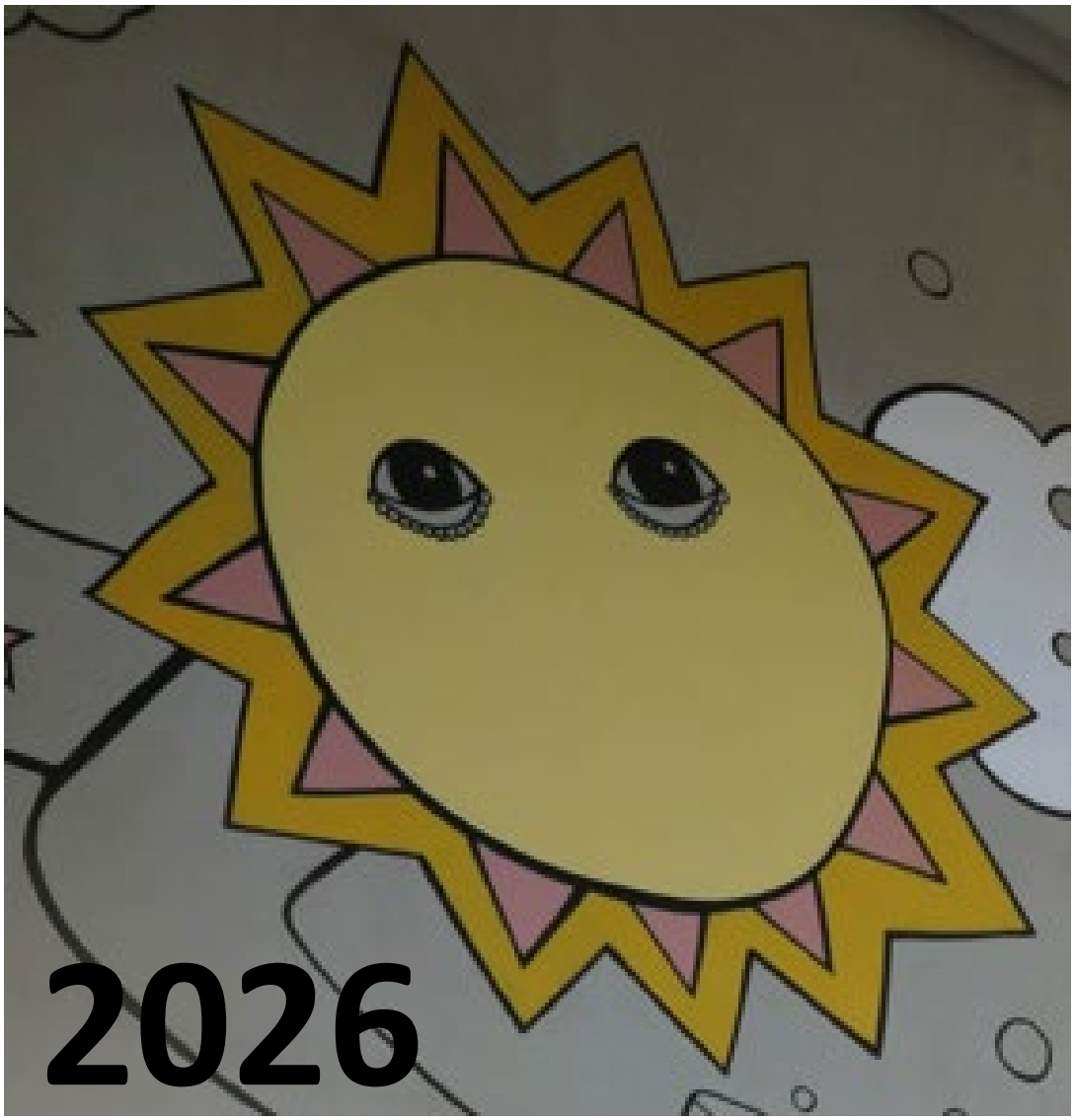
Ljus (dagsljus, solljus, utblick & belysning)

- en kunskapssammanställning



Helena Bülow-Hübe
Marie-Claude Dubois
Hillevi Hemphälä
Paul Rogers
Iason Bournas
Mats Persson

2026-05-15

Förord

Denna kunskapssammanställning om ljus (dagsljus, solljus, utblick och belysning) har tagits fram med stöd från Boverket. Rapporten har utformats och författats av en arbetsgrupp bestående av personer som tillsammans representerar både bred och djup kompetens och stor erfarenhet inom området.

Detta är en uppdatering av den inventering inom området som gjordes 2022.

Malmö 2026-05-15

Mats Persson

Malmö universitet

Detta är andra omgången med inventering inom området. Synpunkter och förslag från denna utgåva samlas in för att kunna ingå i en uppföljande förbättrad utgåva om finansiering kan ordnas. Synpunkter och förslag mottas via epost: mats.persson@mau.se

Kunskapsrapporter finns tillgänglig på https://blogg.mah.se/bygglearn/projekt/ tillsammans med några fler kunskapssammanställningar.

Där finns även listor över litteratur och länkar tillgängliga i en Excel-fil.

Sammanfattning

Denna kunskapssammanställning över bland annat regelverk, vägledningar och frivilliga krav för ljus, dagsljus, solljus, utblick och belysning visar att det finns många verktyg att ta hjälp av för att styra kvaliteten inom området. Det är viktigt med robusta lösningar för sådant som inverkar på människors hälsa.

Vid stadsförtätning och maximering av markanvändning finns en risk att dagsljusnivåer i befintliga byggnader minskar kraftigt. Många nya stadsdelar byggs med så hög täthet att dagsljustillgången inte lever upp till dagens krav. Dagsljuskraven fungerar som en garant för att trender att rationalisera bort tillgång till dagsljus och utblick inte drivs alltför långt.

Det finns inslag i moderna byggprojekt som bidrar till lägre energianvändning som samtidigt leder till lägre dagsljusinsläpp. Minskad fönsterarea och glas med mindre ljustransmittans ger som konsekvens minskad dagsljusnivå vilken i sin tur får följden att elektrisk belysning måste tändas oftare, särskilt på lägre belägna våningar. Dagsljus är en fri/gratis ljus- och energikälla, som bidrar till resiliens vid elavbrott.

Elektrisk belysning är ett relativt nytt fenomen. Glödlamporna och lysrören uppfanns omkring 1880 respektive 1930 dvs. för mindre än 150 år sedan. Före dessa uppfinningar var alla byggnader belysta av dagsljus och byggplanerna och stadsplaneringen ritades noggrant för att säkerställa god tillgång till dagsljus.

Med dagens energi- och elkris är det värt att poängtera att en av de viktigaste energikällorna (dagsljus) också styr tidsanpassning och påverkar utvecklingen av alla arter på jorden, inklusive människor, ända ner till cellnivå. Ny forskning publiceras varje månad som visar hur varje band av den elektromagnetiska strålningen - från UV till infraröd - är kopplad till dygnsrytmen och mitokondriell cellregeneration och att dessa är allmänt grundläggande för hälsa.

Det är viktigt att byggbranschen håller sig ajour med pågående medicinsk forskning om cirkadiska cykler och hur dagsljus, solljus, utblick och belysning på verkar hälsa.
Ny forskning och rekommendationer kommer allt tätare.

Många av de byggtekniska åtgärder som används för att reducera buller såsom tät gruppering av byggnader, stora balkonger, extra glas utanför fönster och/eller mindre fönster påverkar dagsljustillgång och till en viss del även utblick negativt. Vid tekniskt samråd har det inte varit ovanligt att akustikkrav väger tyngre än kraven på dagsljus samt utblick.

Några av de senaste trenderna i utformningen av nya byggprojekt har lett till reducerade dagsljusnivåer inomhus (t.ex. oregelbunden och asymmetrisk placering av fönster, loftgångar, större inglasade balkonger, mörka fasadmaterial, avskärmning via fasadelement, mörkare invändiga ytskikt).

Elektrisk belysning inomhus behöver utformas för att underlätta seendet, dvs. utan osynligt flimmer och bländning. En god visuell miljö minskar mängden ögonbesvär, huvudvärk, muskel och ledbesvär och kan påverka prestationsförmåga och produktivitet på ett positivt sätt. Under senare år har det förekommit en diskussion kring huruvida den minskade exponeringen för infraröd strålning (IR), till följd av övergången från traditionella ljuskällor till LED-belysning som är optimerad för synligt ljus, kan ha betydelse för hälsa och välbefinnande. UV är viktigt för ögonens utveckling hos unga personer. När lysrör byts till LED blir inomhus miljön UV- och IR-fattig. På senare tid har forskning visat att det är viktigt för hälsan (ögonens utveckling m.m.).

I detaljplaner fastställs förutsättningarna för exploateringsgraden.
Byggnaders möjligheter att uppfylla krav på ljus, dagsljus, solljus och utblick ska prövas. Vid framtagande av detaljplaner är det därför viktigt att se till att kraven är möjliga att uppfyllas. Idag finns både metoder och verktyg som lämpar sig för tidiga skeden, men det är inte alltid som de tillämpas eller att exploateringsgraden anpassas till resultaten i de studier som görs. Vid hantering först vid startbesked är projekteringsarbetet långt framskridet och anmärkningar kan få stora konsekvenser.

Några av de senaste trenderna i utformningen av nya byggprojekt har lett till reducerade dagsljusnivåer inomhus (t.ex. oregelbunden och asymmetrisk placering av fönster, loftgångar, större inglasade balkonger, mörka fasadmaterial, avskärmning via fasadelement, mörkare invändiga ytskikt).

När alla rum i kritiska lägen kontrolleras i projekteringen är det vanligt med avvikelser från kraven på dagsljusfaktor. En del kan lösas på ritbordet men inte allt. Ibland är förutsättningarna för svåra och det går inte att hitta lösningar som tillgodoser alla krav. Djupa rum ger svårare förutsättningar än grunda rum, eftersom ljuset avtar kraftigt med avståndet från fönstret.

I en tätt byggd stad har inte alla samma möjlighet att välja boende – högst upp i huset eller i gathuset där dagsljuset flödar. Mycket få föredrar mörkare bostäder men många är beredda att kompromissa bort dagsljustillgången för att få tillgång till stadens puls. Dagsljus ska inte bara vara en lyx som privilegierade kan unna sig, det ska vara tillgängligt för alla.

I tätbebyggda kvarter är det ofta en utmaning att efterleva regelverket. Dagsljuset i Sverige är relativt svagt, och lågt stående sol, dessutom ofta skymd av omgivande byggnader, ger långa skuggor. Historien visar att svenska städer kan förse alla boende med ljusa bostäder men om förtätandet fortsätter enligt samma mönster som tidigare så måste både lagstiftare och planaktörer ha verktyg att förstå dess begränsningar. Misslyckas planeringen av framtidens städer finns en risk att hälsa och välmående för de som bor i den attraktiva kvartersstaden i all mening äventyras.

Folkhälsomyndigheten och Arbetsmiljöverket utgår från att brist på dagsljus kan ge negativa effekter för hälsan. Uppskattningsvis spenderas 90 % av levnadstiden inomhus. Det är en av anledningarna att miniminivåer för dagsljus i vistelserum är nödvändiga i byggregler.

Dagsljusfaktorn är ett bra mått för att bedöma tillgången av dagsljus.
Dagsljusfaktorn bedöms över en yta där en viss andel, ofta minst hälften av ytan, ska uppfylla ett lägsta målvärde för dagsljus. Boverkets dagsljuskrav syftar till att säkerställa att vistelserum erhåller tillräckligt med dagsljus för att inte riskera människors hälsa. Byggnadens gestaltning får inte riskera människors tillgång till ett hälsosamt dagsljusinsläpp.

Förkortningar

CRI Colour Rendering Index (Index för färgåtergivning – mäts med 14 färger)

D, DF Dagsljusfaktor (DF är den gängse beteckningen i Sverige. D används i standarden EN-17037)

DF_{medel} Medelvärdet för dagsljusfaktor

DF_{median} Medianvärdet för dagsljusfaktor

DF_p Punktvärdet för dagsljusfaktor

DGP Daylight Glare Probability (sannolikhet för bländning från dagsljus)

E (lx) Belysningsstyrkan.

$\bar{E}_m$ Bibehållen belysningsstyrka (enligt EN 12655 är $\bar{E}_m$ det värde som medelbelysningsstyrkan för ett angivet område inte ska understiga)

E_{medel} (lx) Medelvärdet för belysningsstyrkan

fMRI Functional Magnetic Resonance Imaging

FVM Flicker Visibility Measure

ipRGC intrinsic photosensitive Retinal Ganglion Cells (Ljuskänsliga ganglionceller på ögonens näthinna)

LRV Ljusreflektansvärde eller Reflektionsfaktor för (synligt) ljus

NIR Near InfraRed

$p_{st}LM$ short term Perceptibility for Light Modulation (Synligt flimmer)

R_a Färgåtergivning – mäts med 8 färger

R_{UG} CIE:s bländningsindex (UGR- Unified Glare Rating)

R_{UGL} R_{UG}-gränsvärde - Unified Glare Limit (Minsta bländtalet tillåtet för armaturer)

SCN SupraChiasmatic Nucleus

SVM Stroboscopic Visibility Measure (Stroboskopisk effekt)

TLA Temporal Light Artefacts – (Flimmer - Temporär ljusartefakter (oönskad störning av ljus) (även ljusreflektansvärde förekommer)

TLM Temporal Light Modulations (Temporal ljusmodulation)

U_0 Jämnhetsvärdet för belysningsstyrkan på arbetsytan (min/medel)

VDF Vertical Daylight Factor

VSC Vertical Sky Component

Innehållsförteckning

1 Inledning 7

1.1 Bakgrund 7
1.2 Syfte och avgränsning 7
1.3 Genomförande 7
1.4 Till dig som läsare 8

2 Kort om Boverkets nya byggregler 9

2.1 Huvudsakliga förändringar i regleringen av ljus 9

3 Ljus och belysning – orientering 11

3.1 Om ljus och belysning 11
3.2 Krav relaterade till dagsljus genom tiderna 19

4 Regelverk för ljusfrågor 24

4.1 Allmänt om lagar och regler 24
4.2 Ljusförhållanden i Boverkets föreskrifter 2024:8 25
4.3 Arbetsmiljöverkets föreskrifter om ljus och belysning 26
4.4 Regler om ljus och utblick i annan lagstiftning 27
4.5 Nordisk jämförelse av dagsljuskrav 27

5 Beräkning av dagsljus 30

5.1 Beräkning av dagsljusfaktor med datorstöd 30
5.2 Standarden EN 17037 Dagsljus i byggnader 31
5.3 VSC som metod för tidig indikation på dagsljustillgång 36
5.4 Beräkning av soltimmar på mark och fasad 38

6 Branschregler, vägledningar och standarder – verktyg för att nå kvalitet 42

6.1 Officiella standarder 42
6.2 Branschregler och branschstandarder 43
6.3 Vägledning för ljus och belysning 43
6.4 Certifiering och auktorisation 45
6.5 Certifierings- och klassningssystem av hel byggnad 45
6.6 Branschens aktörer i Sverige 46
6.7 Forskning och utveckling 50

7 Ljus, synupplevelse, hälsa och beredskap 52

7.1 Ljus- och belysningsrekommendationer 52
7.2 Ögats åldrande, ljuskänslighet, ögontrötthet och andra ögonbesvär 60
7.3 Belysning och prestationsförmåga 61
7.4 Mätning av ljusmiljö, belysningsstyrka och luminans 62
7.5 Dagsljus – syn och hälsa 62
7.6 Dagsljus, solljus och luftkvalitet 67
7.7 Utblick 68
7.8 Preferens för fönster och dagsljus 69
7.9 Dagsljus som del av beredskap 70

8 Utveckling och utmaningar 71

8.1 Utmaningar för dagsljus 71
8.2 Utmaningar för olika aktörer 82
8.3 Utmaningar för belysning 83

9 Slutsatser och reflektioner 84

9.1 Gap, utvecklingsbehov, utmaningar 84
9.2 För olika aktörer i branschen 86
9.3 Slutsats 86

Referenser 88

Bilaga 1 – Sammanställning av förordningars förändringar

Bilaga 2 – Arbetsplatsen utformning - jämförelse mellan krav i AFS 2009:1, AFS 2020:1 och AFS 2023:12 beträffande belysning, dagsljus och utblick

Bilaga 3 – Genomförande av ljusmätning

Bilaga 4 – Så kontrolleras den egna ljusmiljön

Bilaga 5 – Fönster - dimensionering för dagsljus

Bilaga 6 – Beräkning av dagsljus – AF- och DF-metoderna

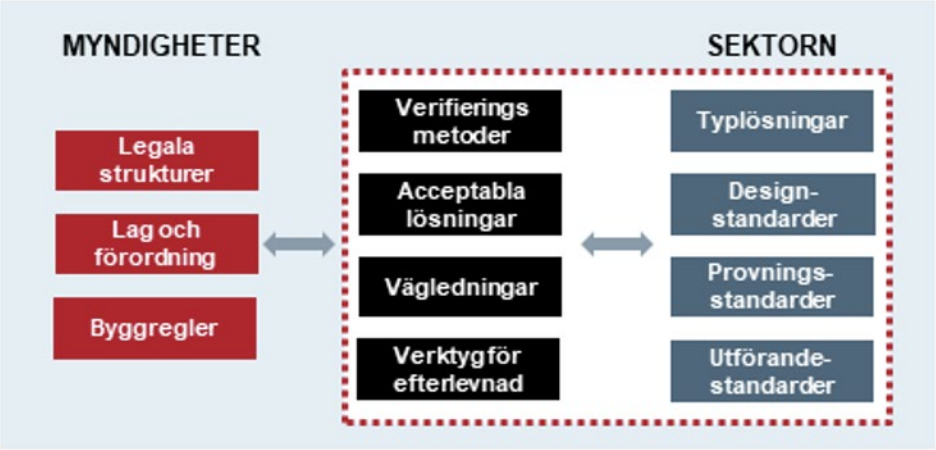
Bilaga 7 – God praxis med dagsljussimulering

Bilaga 8 – Beställarunderlag - Belysning

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Den 1 juli 2025 införde Boverket nya föreskrifter för byggande. Under en övergångstid har de tidigare Boverkets byggregler BBR kunnat användas. Det gällde för bygglov etc. som söktes fram till 30 juni 2026, och därmed också under utförandetiden för dessa byggprojekt. I figur 1.1 visas schematiskt den förändring som skett, där byggsektorn nu tilldelats större ansvar och möjlighet att utveckla sina system och lösningar för en effektiv byggproduktion.



Figur 1.1 Beskrivning av de nya föreskrifternas roll för byggande. (Källa: Ny regelmodell - Boverket).

Byggsektorns engagemang och förmåga att ta fram stödverktyg på området är avgörande för att de nya byggreglerna ska nå målen. För en bredare överblick över området ljus behövs en kunskapssammanställning där branschföreträdare beskriver ljusfrågor.

1.2 Syfte och avgränsning

Det finns ett behov av en kunskapssammanställning för ljus i byggnader för att ge en bas till en bred förståelse inom branschen för vilka regler som tillämpas, var det finns stöd/kunskap, vilka aktörer som finns och vilka utvecklingsbehov som behöver stödjas för att underlätta för branschen att ta ett större ansvar för ljusfrågor.
Kunskapssammanställningen ska ge en klarare bild över t.ex.:

- vilka regelverk som styr och tillämpas,
- exempel på branschstandarder rekommendationer och litteratur som stödjer hanteringen av ljusfrågor vid projektering,
- exempel på aktörer som på olika sätt arbetar med projektering, produktion, drift, kontroller och provning kopplat till ljus, samt
- exempel på utbildningar inom ljus och belysning.

Kunskapssammanställningen ska beskriva ljusfrågor utifrån vad som regleras i plan- och bygglagen, plan- och byggförordningen och Boverkets föreskrifter.

1.3 Genomförande

Arbetet har genomförts av en arbetsgrupp som tillsammans representerar både bred och djup kompetens inom området ljus och belysning i byggnader. Arbetsgruppens

huvuduppgift har varit att sammanställa relevanta och aktuella kunskaper om ljusfrågor i byggnader i Sverige.

Arbetet har genomförts av en arbetsgrupp bestående av:

- Helena Bülow-Hübe, Fojab arkitekter
- Marie-Claude Dubois, Lunds universitet
- Hillevi Hemphälä, Lunds universitet
- Paul Rogers, ACC glas och fasadkonsult
- Iason Bournas, Fojab arkitekter
- Mats Persson, Malmö universitet

1.4 Till dig som läsare

Den här rapporten presenterar en översiktlig sammanställning av kunskap och erfarenheter. Rapporten är resultatet av författarnas analyser och utredningar. Boverket har inte tagit ställning till innehållet.

2 Kort om Boverkets nya byggregler

Boverkets nya regelmodell innebär stora förändringar för Boverkets byggregler. Reformen trädde i kraft 1 juli 2025 med ett års övergångsregler. Arbetet bedrevs under arbetsnamnet ”Möjligheternas byggregler” men när de olika föreskrifterna träder i kraft kallas de för ”Boverkets nya byggregler” vilket inte får förkortas. De ersätter då de tidigare bygg- och konstruktionsreglerna (BBR och EKS).

De viktigaste förändringarna är:

- Byggreglerna delas upp i flera författningar
- Det finns inte längre några allmänna råd eller hänvisningar till standarder.
- Detaljerade regler ersätts av funktionskrav.

Syftet sägs vara att skapa ökad flexibilitet och innovation. Den nya regelmodellen innebär mindre detaljstyrning från staten och ett större ansvarstagande hos byggherren. Fackmässighet i projektering och utförande är ett återkommande tema i Boverkets konsekvensutredningar inför regelförändringen. Branschens svar behöver bli en ökad kunskap om metoder, teknik m.m. och ett ökat krav på dokumentation. I denna skrift försöker vi ge visst stöd för detta kunskapsbygge, men fler insatser behövs.

Dagsljus och belysning reglerades tidigare i BBR:s kapitel 6 Hygien hälsa och miljö. Idag regleras detta i den nya författningen BFS 2024:8 Boverkets föreskrifter om skydd med hänsyn till hygien, hälsa och miljö samt hushållning med vatten och avfall. Ett kort sammandrag av de största förändringarna ges nedan. Hela regeltexten återges i kapitel 4.

2.1 Huvudsakliga förändringar i regleringen av ljus

I Boverkets nya föreskrift (BFS 2024:8) finns reglerna om dagsljus och belysning i författningens 4 kap. Ljusförhållanden.

Författningen innebär följande huvudsakliga förändringar jämfört med BBR.

- Kravet på dagsljus i bostäder är kvantitativt, och innebär att dagsljusfaktorn ska nå en viss nivå för minst halva den bedömda ytan.
- Kravet gäller bostaden som helhet, vilket ger en större möjlighet att ha olika dagsljusnivå i olika rum, jämfört med BBR.
- För lokaler är kravet kvalitativt för rum där människor vistas mer än tillfälligt.
- Begreppet ”direkt dagsljus” används inte i föreskriften. Kravet på dagsljus gäller oavsett hur det har kommit in i rummet.
- Delar av det allmänna rådet om utblick blir bindande krav.
- Kravet på solljus i bostäder utgår.

För den som vill veta mer om förändringarna, bakgrundsresonemang och konsekvenser uppmanas att läsa Boverkets konsekvensutredning till BFS 2024:8 (Boverket 2024c).

En sak som inte förändrats är att reglerna för dagsljus i både den utgående BBR och i de nya reglerna omfattar ”rum där människor vistas mer än tillfälligt”. Dessa kallas ofta för ”vistelserum” och avser då sovrum, vardagsrum och kök (både matlagningsdel och matplats) i bostäder. Badrum, klädkammare och hall ingår inte i kategorin vistelserum.

I Boverkets nya regler finns även krav på fast installerad belysning. Kraven är övergripande formulerade men syftar till att belysningen ska vara anpassad till den avsedda användningen och utformad så att miljöer blir hälsosamma att vistas i.

Ett kvantitativt krav på dagsljus i bostäder förs in i föreskriften. Kravet har anpassats till modernare beräkningsmetoder. Hänvisning till den förenklade metoden enligt SS 91 42 01 har därmed utgått. Det ska noteras att standarden SS 91 42 01 upphävdes redan i 2018 då en ny europeisk standarden för dagsljus publicerades, SS-EN 17037.

Hur det nya regelverket kan redovisas ger vi exempel på i kapitel 5.2.2. Några exempel på hur det nya regelverket kan förväntas påverka kravuppfyllnad jämfört med gamla BBR finns redovisat i (Bülow-Hübe & Bournas 2025, Boverket 2024c).

Många länder har sedan länge övergett beräkning av dagsljusfaktor i en punkt och övergått till att ställa krav för ytor, antingen som medianvärde eller medelvärde. Det finns även länder som Danmark och Island där uppfyllande av krav kan verifieras med beräkningar av belysningsstyrka. Se till exempel den nordiska jämförelsen i kapitel 4.5. Enligt den europeiska dagsljusstandarden EN 17037 bedöms dagsljusfaktor eller belysningsstyrka över en yta. I det allmänna rådet till AFS 2023:12 hänvisar Arbetsmiljöverket i allmänna råd till EN 17037, vilket innebär att även detta krav i praktiken baseras på en ytbaserad bedömning.

Författningstexten i BFS 2024:8 innehåller inga uttryckliga minimikrav avseende dagsljus eller fönsterglasarea för enskilda vistelserum. Flera aktörer har påpekat att detta kan medföra en risk för att rum utformas utan fönster eller med låg dagsljustillgång. I Boverkets konsekvensutredning till de nya byggreglerna anges dock att, ”vistelserum i bostäder utan dagsljustillgång anses **inte** uppfylla 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.

3 Ljus och belysning – orientering

Detta kapitel innehåller orienterande beskrivning av ljusfrågor i byggnader (underlag är delvis hämtat från Boverket). I kapitel 7 & 8 redovisas fördjupade kunskaper om ljus och belysning. Kapitel 4 innehåller en genomgång av beräkningar av dagsljus.

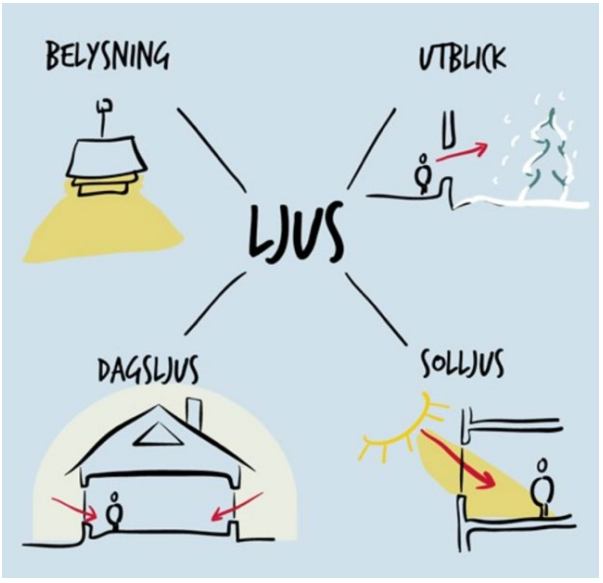
3.1 Om ljus och belysning

Krav om ljus har funnits med i bygglagstiftningen ända sedan den första gemensamma byggnadsstadgan för Sverige gavs ut 1874. Där går det att läsa om att stadsplaner bör upprättas för att bl.a. tillgodose ”sundhetens fordran på ljus” (Kungl. Maj:t 1874). Byggnadsstadgorna levde kvar ända fram till 1987 då de ersattes av 1987 års plan- och bygglag samt plan- och byggförordning. Nu gällande plan- och bygglag infördes 2010. I byggnadsstadgorna reglerades till exempel avståndet mellan byggnader, vilket var ett sätt att tillgodose tillgång till solljus och dagsljus. Se mer under kapitel 3.2.

Tolkningsföreskrifter till lagstiftningen har getts ut sedan 1946, då Kungliga byggnadsstyrelsen gav ut anvisningar till byggnadsstadgan, BABS. Den ersattes senare av Svensk byggnorm (SBN) av Statens Planverk, Nybyggnadsreglerna (NR) och de som gäller fram till och med juni 2026, Boverkets byggregler (BBR). För nya byggprojekt är det Boverkets föreskrifter om skydd med hänsyn till hygien, hälsa och miljö samt hushållning med vatten och avfall (BFS 2024:8) som innehåller huvudsakliga föreskrifter som behandlar ljus. En sammanställning av äldre tolkningsföreskrifter till dagens kan man hitta under äldre regler om byggande på hemsida hos Boverket (2026).

Ljus har betydelse för både hälsa och säkerhet och är viktigt i bostads- och arbetsmiljö. Synen är det viktigaste sinnet och står för uppskattningsvis 83 % av all information som hjärnan tar emot (Zhang et al. 2024). Goda synförhållanden är viktiga för att kunna röra sig säkert. Ljus är en grundläggande kvalitet i en byggnad och behandlades i BFS 2024:8 på snarligt sätt (se kapitel 4.2) som i BBR avsnitt 6:3 Ljus, med delrubrikerna: belysning, dagsljus, solljus och utblick, där första meningen under BBR avsnittet 6:31 *Allmänt* lyder:

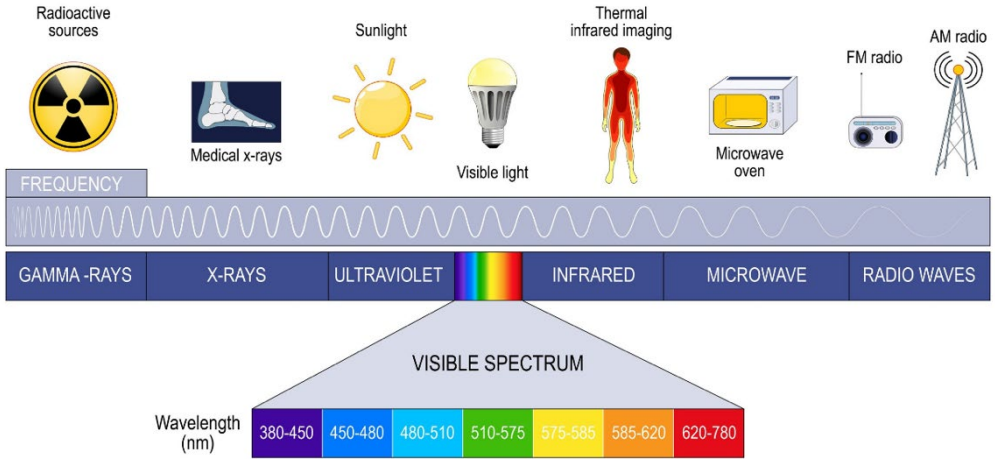
> *Byggnader ska utformas så att tillfredsställande ljusförhållanden är möjliga att uppnå, utan att skaderisker och olägenheter för människors hälsa uppstår.*



Figur 3.1 Ljus - belysning, dagsljus, solljus och utblick. (Källa: Boverket).

3.1.1 Ljus är en del av den elektromagnetiska strålningen

Energi färdas genom universum med ljusets hastighet (cirka 300 000 kilometer per sekund) i form av strålning. Vad denna strålning kallas beror på dess frekvens, eller våglängd, se figur 3.2.



Figur 3.2 Elektromagnetiskt spektrum. I ena änden av spektrumet finns gammastrålar, som har hög frekvens och hög energi, medan radiovågor i den andra änden är längre, har lägre frekvens och lägre energi (Källa: https://www.cdc.gov/radiation-health/about/electromagnetic-spectrum.html).

Ljus, synligt ljus eller synlig strålning är elektromagnetisk strålning som kan uppfattas av det mänskliga ögat. Synligt ljus definieras vanligen som att ha våglängder i intervallet 380–780 nanometer (nm). Det synliga bandet ligger intill den ultravioletta delen (med kortare våglängder och högre frekvenser) och den nära infraröda (NIR) delen (med längre våglängder och lägre frekvenser).

Forskning visar att hälsan i flera avseenden gynnas av god tillgång till dagsljus. Ny forskning visar även att strålning bortom synspektrumet – det vill säga ultraviolett (UV) och nära infrarött (NIR) strålning – också påverkar hälsan. Till exempel är UV-strålning kopplat till D-vitaminproduktion och ögonutveckling, medan NIR-strålning har samband med cellulära processer, exempelvis mitokondriell aktivitet, vilket har kopplats till funktion i hjärna och öga. Dagsljus och belysning inom den synliga delen av spektrumet har till exempel en reglerande effekt på dygnsrytmen, vilket i sin tur påverkar sömnens längd och kvalitet. Läs mer om hälsoeffekter av ljus, UV och NIR i kapitel 7.5.

3.1.2 Dagsljus

En klar dag når en stor andel av solens strålar markytan som (direkt) solljus, medan en del av strålningen sprids via atmosfären och når fram som diffus strålning från himlavalvet. En helmulen dag, när solen inte alls kan skönjas genom molntäcket, kommer allt dagsljus från den diffusa strålningen från det gråa himlavalvet.

I byggsammanhang hanteras vanligen dagsljus och solljus separat. Solljus är intressant utifrån om en plats eller ett rum kan nås av solens strålar eller om den ligger i slagskugga. Med hjälp av sol- eller skuggstudier illustreras grafiskt vilka mark- eller fasadytor som är soliga eller skuggade. Detta gör vanligen för ett antal klockslag och för specifika dagar på året som representerar ytterligheter i solhöjder, till exempel sommar- respektive vintersolståndet samt för höst- och vårdagjämningen som representerar övergången mellan vinter- och sommarhalvåret då skuggan är lika lång hela dagen.

Det har sedan länge funnits en reglering av dagsljus i bygglagstiftningen som handlar om att säkerställa en lägsta godtagbar dagsljusbelysning inomhus. Dagsljustillgången beräknas då för en idealt mulen dag, där solen inte alls kan skönjas, och där dagsljuset är lika starkt i alla väderstreck.

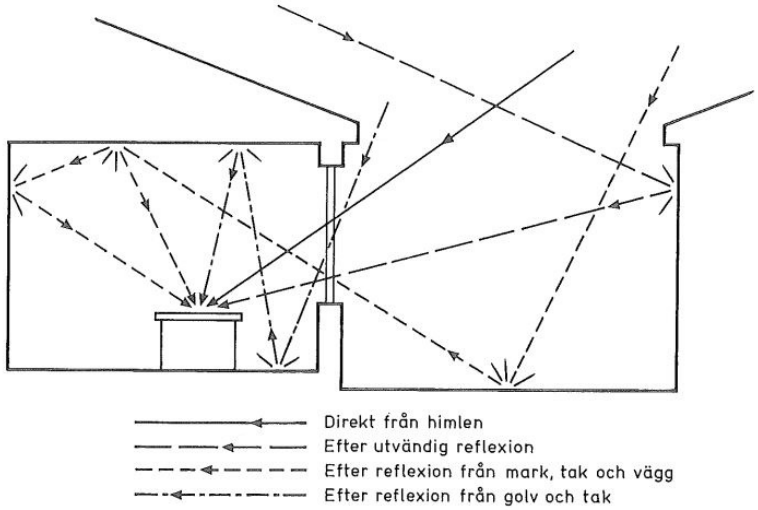
Solljus och dagsljus har alltså i bygglagstiftningen hanterat olika vädertyper, där solljus uteslutande avsett den direkta solstrålen från en klar himmel medan dagsljus har avsett belysning vid mulet väder. Denna åtskillnad har sin grund i en tid då beräkningar behövde utföras med handberäkning och de två typerna av bedömningar byggde på olika matematiska angreppssätt. Ur allmänhetens perspektiv uppfattas dock solljus och dagsljus normalt som (olika delar av) dagsljuset. Detta gäller även inom medicinsk forskning, som oftast behandlar det bredare begreppet naturligt ljus.

Eftersom mulet väder är vanligt i Norden, så har en mulen himmelstyp kommit att dominera dagsljusberäkningar under lång tid. Det mulna himlavalvet är också det sämsta tänkbara scenariot, vilket innebär att om dagsljuset är tillräckligt under mulet väder, kommer det att överträffas under intermediära (växlande) eller soliga förhållanden.

Det finns idag klimatbaserade eller dynamiska beräkningsmetoder av dagsljus som tar hänsyn till vädrets variationer under året. Då tas all synlig strålning med, både direkt och diffust ljus, i tidsbaserade klimatfiler. Detta öppnar för en vidgad tolkning av dagsljusbegreppet även i byggsammanhang. Det som saknas idag är inte programvaror. På samma sätt som för beräkningar av termisk komfort eller energi kan klimatdata variera avsevärt mellan olika klimatfiler för en given plats, och det kan även vara osäkert i vilken utsträckning någon av filerna till slut representerar det framtida klimatet.

Direkt och indirekt dagsljus

Till skillnad från BBR är dagsljuskravet i BFS 2024:8 neutralt avseende hur ljuset tillförs rummet. I tidigare BBR indelades ljus i direkt och indirekt dagsljus.
Direkt dagsljus var definierat som ljus som kommer in genom fönster direkt mot det fria, medan indirekt dagsljus förstås som ljus som kommer genom fönster mot ett annat rum som får direkt dagsljus. Vad som menades med ”mot det fria” var inte tydligt definierat. Termen mot det fria har funnits länge i lagstiftningen (t.ex. redan i byggnadsstadgan 1947, Kungl. Maj:t 1947) i betydelsen mot ute/utomhus. I dagsljussammanhang kan (och måste det) det dock syfta på att fönstret sitter så fritt och oavskärmat att direkt dagsljus når in i rummet



Figur 3.3 Dagsljusets olika vägar till en punkt inomhus. (Källa: Löfberg 1987).

I figur 3.3, som är hämtad från boken ”Räkna med dagsljus” (Löfberg 1987), visas olika sätt som dagsljuset når en punkt i ett rum. Den direkta komponenten (direkt från himlen) är den som är väsentligast för att kunna nå en tillräcklig dagsljusbelysning eftersom det direkta himmelsljuset är mycket starkare än ljus reflekterat mot andra byggnader eller mot mark. I andra sammanhang kan fönster ”mot det fria” även ha inbegripit en vädringsmöjlighet, eftersom öppningsbara fönster kan erbjuda det. Innan mekanisk ventilation fanns var vädringsmöjligheten via fönster än viktigare än idag.

Tanken bakom förändringen i Boverkets nya byggregler är kravet ska kunna klaras med valfria tekniska lösningar, förutom med fönster kanske även med fiberoptiska dagsljussystem (dagsljuslänkning) eller så kallade ljusledare (light pipes). I praktiken har dessa nyare system dock egna tekniska begränsningar. Dels sker en förlust av dagsljusintensitet med ökande avstånd från infångningspunkten, dels är systemen vanligtvis takmonterade vilket innebär att ljuset ofta koncentreras till ett begränsat område direkt under en ”diffusor” och fördelar ljuset på samma sätt som en elektrisk armatur i taket. Detta medför i regel låg vertikal belysningsstyrka. Systemen fungerar vanligtvis betydligt bättre vid soligt väder än vid mulet (det är svårt eller omöjligt att koncentrera diffust ljus). Jämfört med sidoljus via fönster är systemen dessutom mer kostsamma. De är därför i första hand aktuella i mindre rum om cirka 5–12 m² och som ett komplement till dagsljus från fönster. Dessutom erbjuder dessa system ingen utblick, vilket är fönstret stora styrka.

Dagsljusfaktorn

Dagsljusfaktorn (förkortas DF eller D) är ett mått på hur mycket dagsljus det är inomhus i förhållande till en oavskärmad punkt utomhus. Som referens för ljuset utomhus brukar en mulen dag med standardiserad ljusfördelning användas, *CIE standard overcast sky* (ISO 15469). Denna himmel är 3 ggr ljusare i toppen än vid horisonten, men är annars lika i alla riktningar (luminansfördelningen är rotationssymmetrisk). Detta gör att dagsljusfaktorn för ett rum blir lika i alla väderstreck och även oberoende av klockslag och solhöjd.

En tidig skrift för dagsljusberäkning var ”*Räkna med Dagsljus*” (Löfberg 1987).
Idag finns en modernare lärobok som tar upp både dagsljus och belysning för nordiskt klimat för den som vill förkovra sig i ämnet ”*Daylighting and Lighting: under a Nordic Sky*” (Dubois et al. 2025). Boken kan laddas ner gratis!

Dagsljuset avtar snabbt med ökande avstånd till fönstret. Med dagsljusfaktorn 1 % menas att en hundradel av den diffusa dagsljusstyrkan utomhus tar sig in i rummet. Vid t.ex. 10 000 lux ute resulterar dagsljusfaktorn 1 % i 100 lux inne. Den mulna himlen på 10 000 lux används som referens i Nordeuropa, och 100 lux betraktas som den gräns där människor vanligtvis tänder elektrisk belysning. Man bör dock vara medveten om att den höga latituden i Norden innebär att den utvändiga illuminansen snarare ofta ligger på 5 000–7 000 lux, vilket motsvarar 50–70 lux inomhus vid en dagsljusfaktor på 1 %.

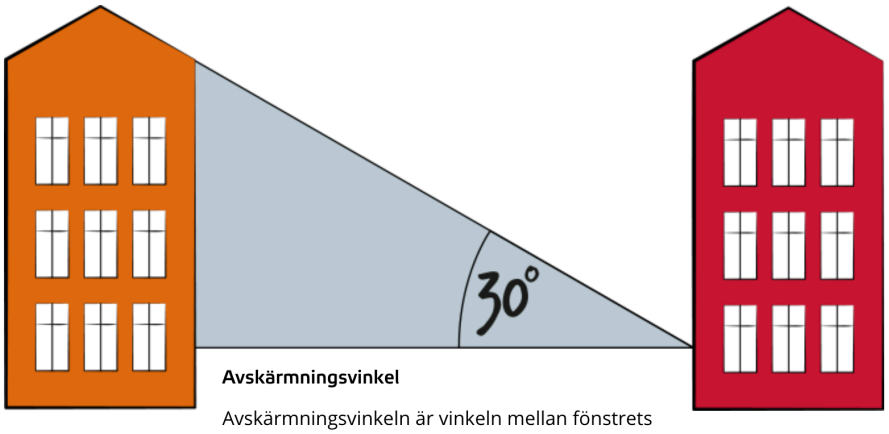
För att bestämma dagsljusfaktorn behövs uppgifter som tydligt beskriver rummets geometri och dess fönster, samt den utvändiga omgivningen eller avskärmningen. Idag görs detta vanligen genom simuleringar av ljusets väg via strålgångsföljning (ray-tracing) eller med “photon-mapping” genom programvaror som utgår från en 3D-modell. Här är det viktigt att fönster modelleras så korrekt som möjligt med hänsyn till karmar, bågar och eventuell spröjs, dvs. de täta delar som inte släpper in ljus åtskiljs från de glasade delarna. Ljustransmittansen hos de glasade delarna i fönster (själva dagsljusöppningarna) ska överensstämma med valda glas, eventuellt med reduktion för försmutsning. För treglasfönster utan solskyddsbeläggningar ligger ljustransmittansen i

bostadshus idag vanligen mellan 0,68 och 0,73, beroende på vilka slags energisparglas som används. I lokaler är det relativt vanligt att solskyddsglas används. Solskyddsglas är glas med en beläggning som filtrerar bort delar av solspektrum, främst nära-infraröd strålning som ligger strax utanför det synliga ljuset. Beläggningarna minskar även ljustransmittansen mer eller mindre. Utfallet blir att ljustransmittansen i lokaler ofta ligger något lägre än i bostäder, vanligtvis i intervallet 0,50–0,65.

Som en sammanfattning av ljusfördelningen i rummet har medianvärdet för mätplanets punkter kommit att bli dominerande i Sverige efter att ledande dagsljusforskare fört fram att medianvärdet är ett representativt mått för dagsljuset i rum (Mardaljevic & Christoffersen 2017). Dessutom är medianvärdets stora fördel att det är rumsligt och intuitivt: det innebär att hälften av rummet ligger över värdet och hälften under, förutsatt att rutnätet är regelbundet. Medianvärdet accepteras idag av många kommuner och även av certifieringssystem som till exempel Svanen och tidigare versioner av Miljöbyggnad.

Notera att rent matematiskt kan även medelvärdet för mätplanet tas fram. Medelvärdet resulterar i ett annat numeriskt mått på dagsljusfaktorn, vanligen högre än medianvärdet, eftersom ljusfördelningen i ett sidobelyst rum inte är linjär. Problemet med medelvärdet är att det ofta ger en missvisande bild av verkligheten: de höga värdena nära fönstret tenderar att höja medelvärdet och skapa intrycket av att det finns mycket dagsljus i rummets mitt. Trots detta, har många länder rekommendationer om dagsljusfaktor som faktiskt utgår från medelvärdet, vilket kan vara förvillande.

I den första europeiska dagsljusstandarden EN 17037 från 2018 anges tydligt att dagsljusfaktorer ska beräknas över ett referensplan i rummet. Därefter definierar standarden ett visst målvärde för belysningsstyrka inne, eller dagsljusfaktor, som ska uppnås både för en viss andel av året och för en viss andel av ytan. Standarens formuleringar öppnar upp för ett sätt att förhålla sig till att dagsljuset är dynamiskt och varierar starkt under året, och tillåter två metoder för att kontrollera dagsljus, både genom en traditionell simulering av dagsljusfaktor, och som en dynamisk simulering av belysningsstyrkor från dagsljus under hela året, dvs. en klimatbaserad beräkningsmetod. Se mer om EN 17037 i kapitel 5.2.



Figur 3.4 Avskärmningsvinkel för ett fönster på bottenvåningen vid beräkning av dagsljusfaktor. (Källa: Boverket).

Rum som har fönster med en avskärmningsvinkel större än 30 grader kan ha svårt att klara kravet på god tillgång till dagsljus (se figur 3.4). För byggnader i mycket täta

stadsmiljöer med avskärmningsvinklar upp mot 60 grader är det mycket svårt till praktiskt omöjligt att klara kravet (Vogiatzi 2018). För dessa byggnader är det viktigt med utredningar och dagsljusberäkningar i tidiga skeden, helst redan i planprocessen, när det fortfarande är möjligt att påverka t.ex. byggnadens höjder och volymer. En metod för detta presenteras i kapitel 5.4.

3.1.3 Solljus

Tillgång till solljus i bostäder och utemiljöer är en grundkvalitet för trivsel i byggda miljöer och troligen också för god hälsa. Historiskt har flera europeiska länder inklusive Sverige haft krav på minsta solljusexponering i bostäder, både inom bygglagstiftning och som del av stadsplaneringsriktlinjer. Solljus har, fram till den senaste uppdateringen av byggreglerna, länge omnämnts i lagstiftning kring byggd miljö, se kapitel 3.2. I Sveriges klimat, som präglas av långa perioder med låga utetemperaturer, är det främst soltillgång som avgör om en uteplats blir flitigt använd eller inte. Dessutom tenderar utomhusområden som inte får direkt solljus att förbli våta efter regn och kan utveckla mögel eller hala ytor, vilket gör dem riskfyllda att använda.

Inomhus skapar solljus en variation, bidrar till avsevärt högre dagsljustillgång och förhöjer trivseln, åtminstone om det är möjligt att välja placering i rummet för att kunna undvika eller skärma av solen om den t.ex. orsakar bländning. Under sommartid kan solljuset bidra till övertemperaturer, men med väl utformad solavskärmning kan problemen lindras.

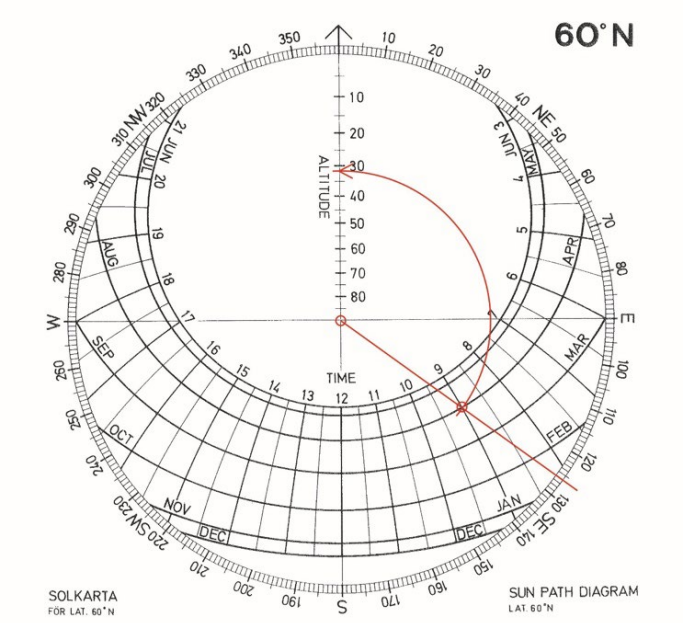
Det är en särskild utmaning att få ner solljus på innergårdar och fasader genom vårt lands nordliga placering på jordklotet. Sverige har betydligt lägre solhöjder jämfört med orter närmare ekvatorn. Mitt på dagen (kl. 12 sann soltid) står solen som högst över horisonten. Solhöjden då kan enkelt beräknas genom att utgå från ortens latitud (breddgrad) och deklinationen (jordaxelns lutning) genom denna formel:

Solhöjd (kl. 12) = 90° - Latituden +/- deklinationen

Deklinationen varierar mellan 23 grader vid sommarsolståndet till –23 grader vid vintersolståndet samt 0 vid höst- och vårdagjämningen.

Solhöjden i Stockholm kl. 12 (soltid) är därmed ca 54 grader vid, ca 31 grader vid höst- och vårdagjämningen, och endast ca 8 grader vid vintersolståndet. Solhöjden kan studeras i solkartor eller solbanediagram, se figur 3.5 (Glauman 1976).

Soltillgången i gårdsmiljöer vid bostadshus studeras ofta via sol- eller skuggstudier för olika dagar och klockslag. Det finns även metoder att illustrera det totala antalet soltimmar för en period, till exempel för en dag, som i en enda bild ger mer information (se kapitel 5). Det förekommer att dessa metoder används för att bevaka soligheten på förskolegårdar som planeras i nya detaljplaner, medan det i regel läggs mindre vikt för soligheten i bostadsgårdar. Detta är synd då även dessa utemiljöer gynnas av solighet. Om soligheten är låg på bostadsgården finns även en stor risk att rum belägna på de nedersta våningsplanen inte heller nås av solljus.



Figur 3.5 Pleijels solkarta för latitud 60° (motsvarar ungefär Gävle). Solbanor för den 21:a i varje månad visas. Solhöjden för exempelvis den 21 april kl. 9 avläses genom att placera en prick där tidslinjen för kl. 9 korsar kurvan för april. Solens position i planet (azimutvinkel) avläses längst ut på cirkeln till 126 grader. Solhöjden avläses genom att slå en cirkel med centrum i origo, genom tidpunkten upp till den vertikala axeln inne i solkartan. I exemplet blir solhöjden ca 32 grader. (Källa: Pleijel 1951).

I tidigare BBR termen *direkt solljus* definieras som solljus som lyser in i rum utan att ha reflekterats. BBR ställde krav på att bostäder skulle ha tillgång till direkt solljus i något rum. Det angavs inte när på året soltillgången skulle kontrolleras, eller heller hur många soltimmar som skulle uppnås. Den allmänna osäkerheten inom branschen kring hur det tidigare kravet på solljus skulle tillämpas i praktiken finns beskriven i SBUF-studie 14601 (Andersson 2023).

Införandet av EN 17037 *Dagsljus i byggnader*, där solljus utgör en av fyra indikatorer, innebar en utveckling mot en ökad harmonisering av europeisk praxis, inklusive kriterier för exponering för solljus i bostäder och exempelvis lekrum i förskolor och vårdmiljöer. Rekommendationerna i standarden anger en daglig solljusexponering om 1,5 timmar som ett minimum under en tidig vårdag (valfri dag mellan 1 februari och 21 mars studeras). Då sammanfaller även solljuset tidsmässigt med det som för de flesta är vaken tid. I Norden är solhöjden är dock så låg att det är svårt att uppnå kravet för enkelsidiga lägenheter i tätbebyggda kvarter och norrvända fönster får inget solljus alls under dessa dagar. Mot denna bakgrund riskerar den nuvarande standardens fokus på en bedömning baserad på en enskild dag under sen vinter riskerar att inte representera den årliga tillgången till solljus på ett rättvisande sätt, särskilt för högre latituder. Den pågående revideringen av EN 17037 utgör därmed en möjlighet att hantera denna begränsning.

3.1.4 Belysning

Belysning är viktigt för att det ska vara möjligt att utföra sysslor på ett bra och säkert sätt. Till skillnad från de flesta andra länder överstiger arbetstiden i Sverige soltiden under flera månader av året, vilket innebär att elektrisk belysning är avgörande för att upprätthålla 8 timmars arbetsdag och ekonomi. Belysning behövs också på kvällen hemma och för att belysa vägar. Därför behöver belysning anordnas och anpassas till den avsedda användningen.

Elektrisk belysning som flimrar kan orsaka negativa hälsoeffekter som migrän, huvudvärk, stress med mera. Växelström och dimrar får vissa LED-lampor att tändas och släckas i hög hastighet, vilket kan uppfattas som synligt respektive osynligt ”flimmer” eller temporal ljusmodulation (TLM) som är den tekniska benämningen. Det allmänna rådet i BBR 6:321 hänvisar till standarden SS-EN 12464-1 (*Ljus och belysning - Belysning av arbetsplatser*) som anger att belysningen ska utformas så att flimmer undviks. Några gränsvärden för belysningens kvalitet finns inte i standarden, men det finns råd om hur belysning på arbetsplatser bör anordnas.

Enligt föreskrifter från Arbetsmiljöverket (AFS 2023:12) om utformning av arbetsplatser ska belysningen vara utformad så att besvärande bländning inte uppstår. Det innebär att bländande belysningslösningar ska undvikas, exempelvis armaturer som är avsevärt ljusare än sin bakgrund (t.ex. taket). Sådana luminansskillnader i synfältet kan orsaka obehag och försämra synförmågan. Armaturer med hög luminans i direkt synfält, liksom tydliga kontraster mellan ljuskällor och omgivande ytor, riskerar att skapa bländning och motverkar därmed kravet på en god visuell arbetsmiljö.

Det finns krav på belysning i fler avsnitt av BFS 2024:8, för allmänbelysning, orientering och nödsituationer. Arbetsmiljöverkets AFS 2023:12 har mer detaljerade krav än Boverkets föreskrifter. Arbetsmiljöverket hänvisar till EU standarden för belysning inomhus SS-EN 12464-1 (i allmänna råd), där rekommendationer för belysningsstyrka (lux) i olika offentliga lokaler och arbetsplatser framgår. I denna standard finns även ett maxvärde för bländande armaturer vid datorarbete.

3.1.5 Utblick

Arkitekturforskning har sedan länge visat att god utblick bör innehålla tre element eller skikt (Markus 1967):

1. uppåt, mot himlen som är den primära ljuskällan,
2. den horisontella delen som ger utblick över landskap eller stad och
3. nedåt med utblick över marken och de aktiviteter som pågår där.

Utblick nämns också som en egenskap i EN 17037. Standarden nämner på liknande sätt 3 viktiga lager i en god utblick: ett lager med himmel, ett lager med landskap och ett lager med mark. Marklagret kan inbegripa information om aktiviteter och landskapslagret kan bestå av byggnader, natur och/eller endast horisonten.

Möjlighet till utblick, speciellt mot vegetation, minskar stress och ökar samhörigheten med naturen. Genom ett fönster bör det gå att följa växlingar i vädret, mellan dag och natt och mellan olika årstider. Referenspunkterna, från vilken utblicken bör bedömas, bör motsvara de platser där människor uppehåller sig i rum. Här bör beaktas att ögonhöjden är ca 1,2 meter för en sittande person.

Takfönster i en bostad är normalt sett inte tillräckligt som enda fönster i ett rum. Detta beror främst på att det är svårt att ta del av mer än ett av lagren beskrivet ovan (himlen). Om det inte är möjligt att följa t.ex. årstidernas växlingar och se de aktiviteter som föregår på marken, kan detta skapa en brist på information om omvärlden som leder till känsla av instängdhet eller isolering.

EN 17037 har rekommendationer för utvärdering av kvalitet på utblick. De faktorer som värderas är horisontell synvinkel, utvändigt synavstånd och antalet lager i utblicken som kan ses. Minimirekommendationen för utblick är minst 14 graders horisontell synvinkel, ett utvändigt synavstånd på minst 6 m och att minst lagret för landskap syns.

3.2 Krav relaterade till dagsljus genom tiderna

Beskrivningar av hur kraven på ljus och belysning utvecklats över tid finns även i olika konsekvensbeskrivningar från Boverket och skrifterna *En genomgång av svenska dagsljuskrav* (Rogers et al. 2015) och *Moderniserad dagsljusstandard* (Rogers et al. 2018). I bilaga 1 finns en sammanställning av hur författningar ändringar över tid.

3.2.1 Byggnadsstadgorna

Krav om dagsljus (eller *dager* som det tidigare benämndes) har funnits med i bygglagstiftningen åtminstone sedan den första byggnadsstadgan 1874 (Kungl. Maj:t 1874). Där går det att läsa om att stadsplaner bör upprättas för att bl.a. tillgodose *sundhetens fordran på ljus*. Här reglerades även avståndet mellan byggnader vilket då kom att styra tillgången till dagsljus och solljus mot fasader. Byggnader fick inte vara högre än 5 våningar. Angående höjden sades vidare att byggnader ej fick uppföras *till större höjd än bredden af den gata, vid hvilken byggnaden lägges, ökad med fem fot*. Då gatubredden samtidigt var reglerad till 18 fot innebar detta att avskärmningsvinkeln från byggnadens möte med marken som mest fick uppgå till 47 grader, åtminstone för större gator.

I de följande byggnadsstadgorna från 1931, 1947 och 1959 fanns fortsatt en reglering av avståndet mellan byggnader, men nu var kravet i stället att byggnadernas höjd inte fick vara högre än avståndet mellan dem, vilket innebar en maximal avskärmningsvinkel om 45 grader, räknat från byggnadens möte med marken till motsatt byggnad. Detta gällde både mot gata och gård.

Att dagsljus (dager) och solljustillgång var viktigt framgår t.ex. av följande citat:

> *… att goda dagerförhållanden inom kvarteren säkerställas och möjlighet i största utsträckning beredes till inredande i byggnaderna av lägenheter med genomgående luftväxling och direkt solbelysning*.

Om en byggnads inre anordnande (kap 7) står i byggnadsstadgan från 1947, bl.a. följande om utformning av fönster, 59 § 5 mom.:

> *I varje boningsrum skall finnas fönster, som skall vara tillräckligt stort och lämpligt anbragt samt så vetta omedelbart åt det fria att rummet erhåller god dager.*

Byggnadsstadgorna, särskilt de från 1931 och 1947, styrde således både planeringen av gator och kvarter, via stadsplanerna, samt utformningen av själva byggnaderna, på ett sätt som skulle säkerställa tillgången av dagsljus, solljus och utblick.

3.2.2 Dagsljusreglering i SBN

Föregående avsnitt visade att lagstiftningen före 1975 reglerade dagsljustillgången främst via krav på husens inbördes avstånd och höjd. En övergång till en mer detaljerad reglering av dagsljus i tillämpningsföreskrifterna kom med SBN 75 där krav på dagsljus inomhus infördes i avsnitt 38:1.

Kravet formuleras som ”tillfredsställande dagsljus” och omfattade ”bostadsrum, såsom vardagsrum, sovrum och kök, samt lekrum i barnstuga”. I SBN angavs inte bara kravnivån, utan även ganska detaljerat om var dagsljuset skulle kontrolleras, dvs. i en punkt i rummet:

> *dagsljus godtas med dagsljusfaktorn 1,0 % beräknad för en punkt belägen på halva avståndet från det fria till rummets mörkaste del och 1,0 m från sidovägg på*

0,8 m höjd ovan golv. Balkong, loftgång e d beräknas normalt ingå i rummet vid bestämning av ovan nämnda avstånd.

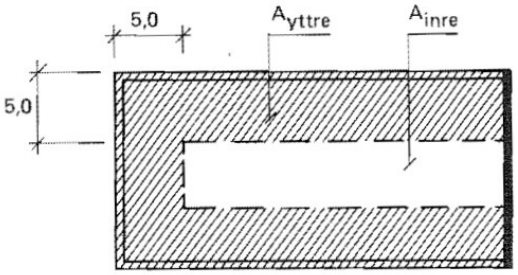
BBR:s dagsljuskrav med allmänt råd om en dagsljusfaktor på 1 % kan alltså spåras tillbaka ända hit.

För beräkning av dagsljusfaktorn hänvisade SBN 75 till skriften ”Dagsljus inomhus” från 1970 (Fritzell & Löfberg, 1970, rapport T11:1970). Skriften var en bearbetad och starkt förkortad översättning av boken ”Daylighting” (Hopkinson et al. 1966).

Efter oljekrisen 1973 infördes skarpare krav på energihushållning 1976 (supplement 1 till SBN 75). Här skärptes kraven på U-värde (då k-värde) för fönster till 2,0 W/m^{2}K, vilket i praktiken medförde en övergång från 2-glasfönster till 3-glasfönster. Även om det inte nämns i lagstiftningen så minskade ljustransmittansen för fönster med ca 7 %-enheter vid övergång till treglasfönster.

En ekvation för högsta godtagen fönsterarea införs också. Kravet begränsade fönsterarean till 15 % av den yttre våningsytan (upp till 5 m från fasad) med tillägg av 3 % för den inre våningsytan, se figur 3.6. Införandet av ett särskilt krav på dagsljusfaktor i SBN 75, tillsammans med en begränsning av fönsterytan kan möjligtvis tolkas som att syftet var att säkerställa dagsljustillgången i spåren av energikrisen, och att dessa två regleringar redan insåg den potentiella konflikten mellan energi- och dagsljuskrav.

Figur 33:211 Beräkning av godtagen fönsterarea. Om husets längd är 40 m och dess bredd 15 m blir denna
$0{,}15\ (40 \cdot 10 + 5 \cdot 5) + 0{,}03 \cdot 5 \cdot 35 =$
$= 69\ m^2$ per våningsplan.



Figur 3.6 Reglering av högsta tillåten fönsterarea infördes i de nya energihushållningsreglerna i SBN 75, suppl. 1.

En förenklad beräkningsmetod för att kontrollera dagsljustillgången via fönsterglasandelen infördes för första gången i SBN 75 utgåva 2. Metoden kunde användas för enkla rumsutformningar och redovisades i kommentarsamlingen till SBN.
Av kommentarsamlingen från 1981 (tillhörande SBN 80) framgår att metoden är densamma som senare kom att publiceras i standarden SS 91 42 01 (införd 1988, upphävd 2018).

3.2.3 Tidigare råd och riktlinjer i andra skrifter

Även före detaljregleringen i SBN 75 fanns ett intresse för att säkerställa tillräcklig tillgång till dagsljus inomhus. Vissa intressanta saker står citerade i *T11:1970* (Fritzell & Löfberg 1970). Bland annat citeras krav från Medicinalstyrelsen i ett meddelande *Sanitära krav på våra bostäder* (Medicinalstyrelsen 1966) att ”varje boningsrum ska ha god dager”. ”Acceptabel dagerbelysning i bostadslägenhet kräver en dagsljusfaktor icke underskridande 2 % i bordshöjd cirka en meter från fönstret”.

Det anges även att tidigare skrifter hade kravformulering: ”Någon del av himlen skall vara synlig för en stående person 1 meter in i rummet”. Vidare nämns att Malmö stads hälsovårdsnämnd använde sig av resultat från en undersökning från 1941 vid bedömning av dagsljusbelysningen inomhus. ”I bordshöjd 1 m från fönstervägens insida skall

dagsljusfaktorn vara minst 2,5 % och får inte underskriva 0,4 % inom viss del av rummet".

Stöd för dimensionering av fönsterglasarea har funnits åtminstone sedan 50-talet. I ett vikbart häfte från byggforskningen publicerades olika diagram för varierande rumsdjup och avskärmning med vars hjälp fönstren kunde dimensioneras för dagsljus (Pleijel 1951). Diagrammen ger stöd för att uppnå en dagsljuskvot om 1 % respektive 2,5 %. För specialfallet bostäder (med undantag för kök) var kravet en dagsljuskvot om 2,5 % på ett bord, 1,5 m från fönstret. Minimikvot i rummet angavs till 0,25 %. Att ordet dagsljuskvot användes kan tyda på att den beräknades för jämnmulen himmel med konstant luminans (uniform sky). Modellen för CIE overcast sky blev inte heller erkänd eller standardiserad förrän 1955. I bilaga 5 återges skriften *Fönster - Dimensionering för dagsljus* från 1951 i sin helhet (Pleijel 1951).

3.2.4 Grunden till modernisering av dagsljuskraven

I maj 2014 inleddes ett SBUF-finansierat projekt (nr 12966) om dagsljustillgång i svenska bostäder, kallat "Förstudie Dagsljusstandard". Projektet initierades av ett behov för ökat tydlighet vid dagsljussimuleringar, som kommit i dagen i samband med en ökad användning av miljöcertifieringssystem för byggnader, främst Miljöbyggnad, och deras indikator för dagsljus som vållade branschen mycket huvudbry. Resultatet redovisades i rapporten "En genomgång av svenska dagsljuskrav" (Rogers et al. 2015). Slutsatsen var att BBR:s metoder med beräkning av dagsljusfaktor i en punkt var föråldrat och att man borde övergå till att beräkna dagsljusfaktorer över en yta.

Projektet fick en uppföljning i en ny studie, "Moderniserad dagsljusstandard", också finansierad av SBUF (nr 13209). Ett omfattande analysarbete av dagsljustillgången i befintliga bostäder utfördes. Byggnader från olika tidsepoker och för sin tid vanliga typologier valdes ut. Beräkningsmodeller byggdes upp för att simulera dagsljuset i samtliga vistelserum i dessa byggnader. Analysen kom att omfatta 14 000 rum i 74 flerbostadshus uppförda 1874–2015 (Rogers et al. 2018).

I rapporten gavs förslag till nya kravformuleringar på dagsljus som innebar en övergång från att bedöma rum till att bedöma lägenheter. Förslaget var att kravställa ett medianvärde för samtliga vistelserum i lägenheten, i stället för att bedöma varje rum enskilt. Det infördes även ett förslag om en lägsta godtagbar dagsljustillgång i enskilt rum för att säkerställa att alla rum skulle ha dagsljus.

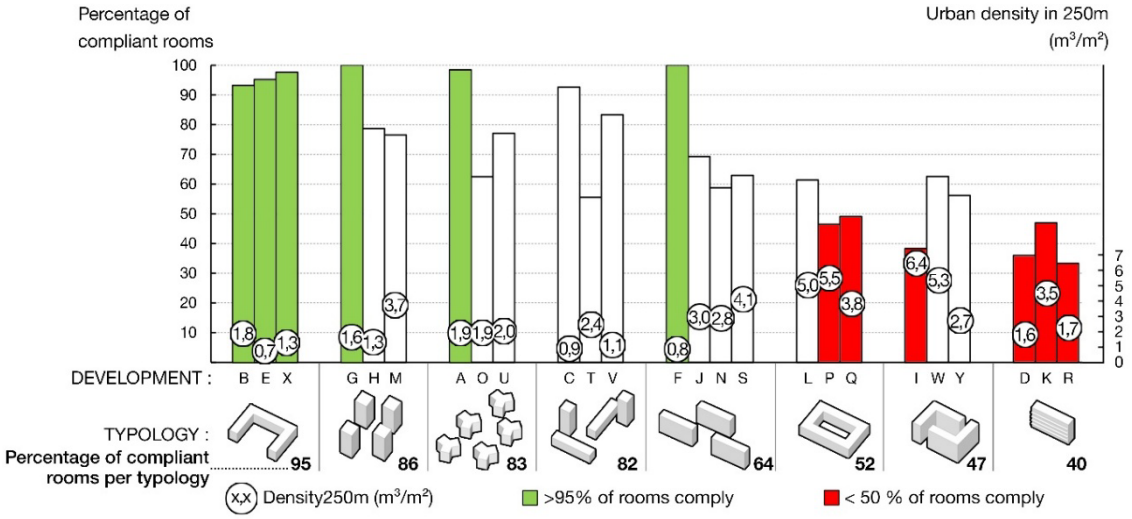
3.2.5 Dagsljustillgång i svenska bostäder

Som en direkt fortsättning på SBUF-rapporten (Rogers et al. 2018) bearbetades en del av analysmaterialet vidare, vilket resulterade i en doktorsavhandling om dagsljustillgången i svenska bostäder (Bournas 2021), där resultaten kring dagsljusprestanda i stort bekräftar slutsatserna från den tidigare SBUF-studien (se även figur 3.7). Dessa studier har gett starka belägg för att de tidigare BBR-kraven inte fullt ut var i linje med de faktiska dagsljusnivåerna i det svenska bostadsbeståndet.

I avhandlingen undersöktes andelen rum i olika byggnader som uppfyller BBR:s dagsljuskrav om $DF_p \geq 1$ % (figur 3.6). Byggnaderna sorterades enligt bebyggelseform och graden av kravuppfyllnad bedömdes, det vill säga andelen rum som uppfyller kravet.

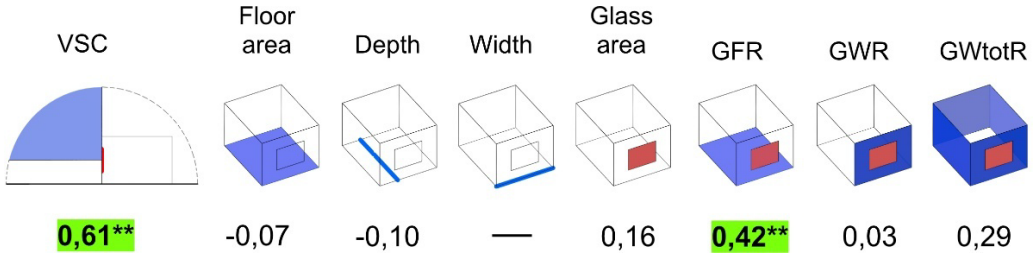
Det finns stora skillnader i dagsljusnivåer mellan byggnadstyper (se figur 3.7), som byggdes under olika perioder. Högst andel väl belysta bostadsprojekt återfanns från perioden 1930–1961 (lamellhus med halvslutna gårdar, samt höga och låga punkthus). Sådana byggnader präglades av större glasytor och få lägenheter per trapphus,

förutsättningar som är svåra att uppnå i idag på grund av gällande energikrav och ekonomiska incitament. De byggdes också i områden med lägre täthet (t.ex. förorter). I relation till detta visar diagrammet tätheten i den bebyggda omgivningen kring varje byggnad (värden i cirklar, motsvarande y-axeln). Det framgår att ju högre täthet, desto lägre grad av uppfyllande av kravet. Täthet blir något irrelevant om byggnaderna skuggar sig själva, det vill säga med balkonger (se längst till höger i diagrammet, fastigheter D, K, R är loftgångshus).



Figur 3.7 Primär y-axel: grad av kravuppfyllnad gentemot BBR:s dagsljuskrav (DF_p minst 1,0 %) per fastighet (”Development”) och bebyggelseform (”Typology”). Sekundär y-axel: urban täthet, dvs. volymen av omgivande byggnader i förhållande till den markyta de upptar, i m³/m², uppmätt inom en radie på 250 m runt de analyserade byggnaderna (Källa: Bournas 2021).

Vid analys av fasad- och rumsegenskaper (figur 3.8) visade forskningen att två faktorer har starkast korrelation med tillräckliga dagsljusnivåer: a) rummets Vertical Sky Component VSC och b) glas-till-golv-förhållandet GFR. Den första (VSC) är relaterad till rummets himmelssikt och därmed graden av urban täthet (se även kapitel 5.3). Den andra (GFR) är förhållandet mellan glasarea och golvarea, uttryckt i procent, vilket många nationella byggregler tidigare baserade sina dagsljuskrav på.



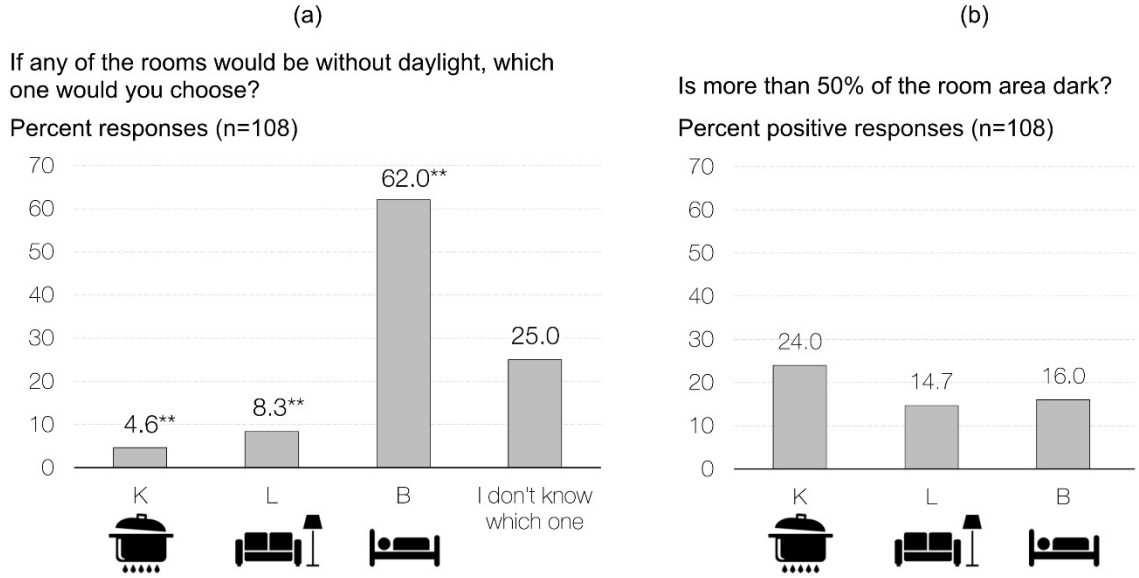
Figur 3.8 Effektstorlekar r (Mann-Whitney U-test) som visar hur olika geometriska parametrar påverkar uppfyllandet av dagsljuskravet. Ett positivt värde innebär att parametern hjälper, och ju högre värde desto större är inverkan. Alla värden är statistiskt signifikanta, med undantag för rumsbredden. De värden som visas i grönt motsvarar geometriska parametrar som har stor inverkan på uppfyllandet av kravet (Källa: Bournas 2021).

Andra faktorer som ofta antas vara ”påverkande”, såsom glasarea eller rumsdjup, kan inte själva förutsäga uppfyllandet av dagsljuskravet. Detta beror på arkitektonisk praxis, där ett rum med stora glasytor ofta också är djupare (t.ex. vardagsrum/allrum), vilket gör att den positiva effekten av den stora fönsterytan motverkas av den negativa effekten av

rumsdjupet. Detsamma gäller för glas-till-vägg-förhållandet (GWR), som är mycket relevant för energibedömningar men inte är prediktivt för dagsljusprestanda, eftersom det inte är kopplat till rumsdjupet.

För att komplettera simuleringsresultaten genomfördes även en enkät bland boende i 108 lägenheter om tillgång till dagsljus. De boende tillfrågades om olika rum upplevs som mörka eller ljusa, hur ofta de använder belysning (dagtid) i varje rum, samt vilket rum de skulle kunna acceptera som mörkt om det krävdes.

Sovrum angavs ofta som ett rum där lågt dagsljus kan tolereras, medan nästan ingen (5 av 108) skulle acceptera ett mörkt kök (figur 3.9, a). Denna information kan vara användbar för arkitekter som vill prioritera dagsljusnivåer i ett rum framför ett annat. Dessutom visades att kök (matlagningsdel, inte matplats) statistiskt sett är det mörkaste rummet (figur 3.9, b) och det rum där de boende använder belysning mest under dagtid. Slutligen rapporterades rum mot väst som ljusare jämfört med östvända rum, oavsett rumstyp, vilket kan tillskrivas att de boende oftare är hemma under eftermiddagstimmarna när solen står i väster. Denna information säger mycket om de boendes uppskattning av direkt solljus. Den talar också emot en exklusiv användning av dagsljusfaktorn vid dagsljusbedömningar, eftersom solens position i förhållande till byggnaden är något som dagsljusfaktorn inte tar hänsyn till.



Figur 3.9 a) Andel svar (n=108) på frågan: ”om något av rummen skulle sakna dagsljus, vilket skulle du välja?”. Procentandelar markerade med ** indikerar värden som är signifikant högre eller lägre än 25 % (25 % kan motsvara ”slumpmässiga svar”).

b) Andel svar (n=108) som angav att majoriteten av rummets yta är mörk under större delen av dagtiden. “K”, “L”, “B” motsvarar kök, vardagsrum och sovrum. (Källa: Bournas 2021).

4 Regelverk för ljusfrågor

4.1 Allmänt om lagar och regler

Det finns en rad olika lagar och regler i Sverige. Dessa delas in i fyra olika kategorier, grundlagar, lagar, förordningar och föreskrifter. Med ett samlingsnamn kallas de för författningar. Lagar, förordningar och föreskrifter är alltid bindande. Allmänna råd, som kan följa med föreskrifter eller vara fristående, ska vägleda och ibland visa på goda exempel. De allmänna råden och rekommendationer är förtydligande för hur de olika regelverken ska tolkas.

Vissa områden påverkas även av överstatliga organisationer. EU utfärdar bland annat direktiv för att harmonisera medlemsländernas lagstiftning. Därefter överlämnar EU till respektive medlemsland att bestämma formerna och tillvägagångssätten för att implementera direktiven i respektive lands lagstiftning. EU:s förordningar har däremot direkt rättsverkan i samtliga EU-länder och behöver inte föras in i nationell lagstiftning. Se tabell 4.1 för en översikt om styrande lagar och regelverk

Tabell 4.1 Styrande författning för byggprojekt (Källa: Anpassad från Byggföretagen 2025)

Nivå	Organisation	Ansvarar för	Exempel på styrdokument
Europa	EU	Förordningar, direktiv, beslut, yttranden, rekommendationer	EU-förordning om byggprodukter EU-direktiv om byggnaders energiprestanda, miljökonsekvensbeskrivning
Nationellt	Riksdag	Grundlagar Lagar	Plan- och bygglagen (2010:900) (PBL) och miljöbalken (1998:808) (MB)
	Regering	Förordningar	Plan- och byggförordning (2011:338)
	Myndigheter: t.ex. Boverket, Folkhälso-myndigheten, Arbetsmiljöverket	Föreskrifter och regler, Rekommendationer	Boverkets föreskrifter om skydd med hänsyn till hygien, hälsa och miljö samt hushållning med vatten och avfall (BFS 2024:8)

Utifrån lagar och regelverk arbetar myndigheter och organisationer i byggsektorn. Styrande dokument för byggprojekt redovisas i tabell 4.2.

Tabell 4.2 Styrande dokument för byggprojekt (Källa: Anpassad från Byggföretagen 2025)

Nivå	Organisation	Ansvarar för	Exempel på styrdokument
Internationellt	FN, WHO, IPCC		
Regionalt	Länsstyrelser	Samordning region och kommuner	Planeringsunderlag Prövning av PBL och MB
Lokalt	Kommuner	Översikts- och detaljplanering	Översiktsplan, detaljplan
Beställare/ fastighetsägare	Bostadsbolag, privatpersoner	Bygghandlingar, finansiering, miljöhandlingar	Ritningar, byggnadsbeskrivning, miljökonsekvensbeskrivning, byggarbetsmiljösamordning
Utförare	Byggföretag	Byggproduktionen	Kalkyl, budget, produktionstidplan, arbetsplatsdispositionsplan, kvalitets-, miljö- och arbetsmiljöplan
Leverantörer	Material- och systemleverantör	Byggprodukter och systemlösningar	Montageanvisningar, drift- och skötselinstruktioner.
Bransch- eller intresse-organisation	Branschföreningar, certifierings-företag, SGBC m.fl.	Verifiering av branschens vedertagna krav	Certifieringar: Miljöbyggnad, Leed, Breeam-se, Svanen, Miljöbyggnad idrift
Den boende	Kund	Boendevanor, egna önskemål	Önskemål om god inomhusmiljö. Specifika användningsförutsättningar

4.2 Ljusförhållanden i Boverkets föreskrifter 2024:8

Efter införandet av Boverkets nya byggregler finns föreskrifter om ljusförhållanden i *Boverkets föreskrifter om skydd med hänsyn till hygien, hälsa och miljö samt hushållning med avfall (2024:8).* Tidigare regelskrivningen för ljus i BBR 31 (BFS 2011:6) redovisas också i bilaga 1.

I de nya föreskrifterna behandlas ljus i kapitel 4 och 13 med följande formuleringar:

AVDELNING II. UPPFÖRANDE AV NYA BYGGNADER

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.

2 § I bostäder ska utrymme för bostadsfunktionerna samvaro och måltider ha utblick.

Kravet i första stycket gäller inte för utrymmen för delade bostadsfunktioner för samvaro och måltider i bostäder med boendeenheter avsedda för en person.

3 § Rum i lokaler, där människor vistas mer än tillfälligt, ska vara utformade så att de medger tillräckligt dagsljus och utblick för att undvika olägenheter för människors hälsa.

Kraven i första stycket gäller inte om det är orimligt med hänsyn till rummets avsedda användning eller förhållandena i övrigt.

4 § Fast belysning ska vara utformad för den avsedda användningen så att det inte uppstår oacceptabla hälsorisker.

AVDELNING III. ÄNDRING AV BYGGNADER

13 kap. Särskilt vid ändring av byggnader

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.

Ljus och belysning tas även upp i några av Boverkets andra förskrifter:

Belysning
BFS 2024:7 6 kap. 30, 31, 32, 38 §, 7 kap. 8, 38, 40 §
BFS 2024:9 2 kap. 1 §
BFS 2024:12 3 kap. 2 §

Ljus
BFS 2024:7 6 kap. 38 §
BFS 2024:9 2 kap. 1 §

4.3 Arbetsmiljöverkets föreskrifter om ljus och belysning

För arbetsplatser finns krav om dagsljus, utblick och belysning i Arbetsmiljöverkets föreskrifter. Arbetsmiljöverket har också tagit fram en kunskapssammanställning om dagsljus och utblick på arbetsplatsen (Arbetsmiljöverket 2019). Föreskrifter om dagsljus och belysning finns i arbetsmiljöverkets förskrift *Arbetsplatsens utformning* (AFS 2023:12) som i princip endast är redaktionellt redigerat jämfört med föregående AFS.

5 kap. Klimat och installation

Begrepp Betydelse

Utblick Visuell kontakt med omgivningen genom en öppning mot utsidan eller mot till exempel ett inomhustorg som ger information om omgivningen och möjlighet att följa vädrets, dygnets och årstidernas variation.

Dagsljus och annan belysning

23 § Arbetsplatser ska ha en belysning som är anpassad till verksamheten och de synkrav arbetsuppgifterna innebär samt de enskilda arbetstagarnas syn och övriga förutsättningar. Belysningen ska göra det möjligt att förflytta sig säkert inom arbetsplatsen.

Allmänna råd
Belysningsstyrkorna i angränsande utrymmen bör balanseras så att ljus-/mörkerseendet bibehålls.

24 § Belysningen ska vara av god kvalitet, vilket innebär att hänsyn tagits till belysningsstyrka, färgåtergivning anpassad till verksamheten, besvärande flimmer, bländfrihet, ljusfördelning, och kontraster.

Allmänna råd
Exempel på riktvärden för belysningsstyrkor och för begränsning av bländning finns beskrivna för olika typer av arbetsplatser i standarderna
SS-EN 12464-1:2021. Ljus och belysning – Belysning av arbetsplatser – Del 1: Arbetsplatser inomhus. Utgåva 4 och
SS-EN 12464-2:2014. Ljus och belysning – Belysning av arbetsplatser – Del 2: Arbetsplatser utomhus. Utgåva 2.

25 § Arbetsplatser ska vara utformade så att de kan ge tillfredsställande dagsljus och utblick under arbetsdagen.
Om kravet i första stycket inte går att uppfylla på grund av att varken ombyggnad eller flytt till lokaler med dagsljus och utblick är rimlig, eller att verksamhetens art medför att det inte är möjligt med dagsljus och utblick, ska åtgärder vidtas som så långt som möjligt kompenserar för bristen på dagsljus och utblick.
Allmänna råd: Exempel på metoder för bedömning av dagsljus och utblick finns i standarden SS-EN 17037:2018. Dagsljus i byggnader. Utgåva 1.
Den ger även rekommendationer om god dagsljusbelysning och utblick.

138 § Nödbelysning av tillräcklig styrka ska finnas på sådana arbetsplatser där de som arbetar är speciellt utsatta för risker i händelse av fel på den ordinarie belysningen.

Allmänna råd: Exempel på arbetsplatser där nödbelysning kan behövas är kemisk industri, kemiska och biologiska laboratorier, kyl- och frysrum samt arbetsplatser med rörliga maskindelar.

Observera att SS-EN 12464-2:2024 är en nyare version av standarden i 24 §

4.4 Regler om ljus och utblick i annan lagstiftning

Miljöbalken anger grundläggande krav på bostäder och lokaler för allmänna ändamål i fråga om hälsa. I förordningen (1998:899) om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd finns krav på att en bostad ska medge tillräckligt med dagsljus (33 § Särskilda bestämmelser till skydd mot olägenheter för människors hälsa).

Folkhälsomyndigheten ansvarar för tillsynsvägledning enligt miljöbalken, men har inga allmänna råd om dagsljus. De har, som ett led i sitt vägledningsarbete, i en rapport sammanställt den vetenskapliga litteraturen om ljus och dess betydelse för hälsa och välbefinnande. (Folkhälsomyndigheten 2017)

Det saknas förordning eller vägledning om hur stor påverkan en nybyggnation får ha på dagsljuset och soltillgång för omkringliggande bebyggelse. Planläggning får ske i närheten av befintliga byggnader så länge det inte innebär en betydande olägenhet för boende i närheten. Men vad som menas med ’betydande olägenhet’ vad gäller dagsljus/direkt solljus är omstritt och svårtolkat. I en bedömning av befintliga byggnader är det inte ovanligt att de refererar till godkända miniminivåer av dagsljus enligt Boverkets byggregler.

Det finns även rekommendationer från forskning för hur mycket dagsljus som ska komma in i lokaler som används för arbete. Den rekommenderade dagsljusfaktorn beror på arbetsuppgiften och enklare mindre synkrävande arbete kräver bara 1,5–2,5 % dagsljusfaktor medan riktigt synkrävande arbete kräver upp till 8 % dagsljusfaktor (Sandström et al. 2002).

4.5 Nordisk jämförelse av dagsljuskrav

Nedan följer en jämförelse av lagstiftning om främst dagsljus i våra nordiska grannländer Norge, Danmark, Finland och Island.

4.5.1 Norge

Norges krav i Byggteknisk forskrift (TEK17) har vissa likheter med tidigare BBR. De omfattar rum för stadigvarande vistelse och kravet är tillfredställande tillgång till dagsljus. Måttet är genomsnittlig dagsljusfaktor, som ofta brukar vara något högre än medianvärdet. Två metoder anges, i en separat vägledning, för att visa att kraven uppfylls:

- Den genomsnittliga dagsljusfaktorn i rummet ska vara minst 2,0 procent.
- För rum i bostäder anges även en förenklad metod.

Norge har en förenklad metod som är mycket lik den svenska standarden SS 91 42 01 (som de hänvisade till i äldre regler). Uppenbara likheter är att enbart glas ovanför 0,8 m över golvet får ingå i beräkning av glasytan, samt att ytan under balkong eller liknande ska ingå i rummets area. Metoden får användas upp till 45 graders avskärmningsvinkel; den svenska hade en begränsning redan vid 30 grader.

4.5.2 Danmark

Danmark har i Bygningsreglementet krav i § 377 om ljus och utblick. Huvudkravet är ganska likt det svenska: ljusförhållandena i byggnader ska säkra att det inte uppstår risk för människors säkerhet eller hälsa, eller komfortmässiga störningar. Projektering och utförande ska beakta följande:

- dagsljuset ska utnyttjas som ljuskälla på bästa sätt,
- onödig energianvändning ska undvikas,
- onödig värmetillförsel till rum ska undvikas,
- störningar av direkt solinstrålning ska undvikas och
- störningar av bländning ska minimeras.

Utblick (på danska 'udsyn') behandlas i § 378 med krav om att arbetsrum, uppehållsrum, undervisningslokaler och boenderum ska ha fönster som är placerade så att personer i rummen kan se ut på omgivningarna. Fönster och solavskärmning ska projekteras och utföras så att utblicken kan upprätthållas under en tillfredsställande del av användningstiden.

Dagsljus hanteras i §§ 379–381 och gäller arbetsrum, uppehållsrum på institutioner, undervisningslokaler, matsalar, boenderum och kök. Grundkravet är att rummen ska ha sådan tillgång till dagsljus att rummen är tillräckligt belysta. Därefter följer två sätt på vilket den tillräckliga dagsljustillgången kan dokumenteras:

1. 10-procentsregeln, alltså att glasarean är minst 10 procent av den relevanta golvytan, utan hänsyn till avskärmning. Man ska korrigera för avskärmning, reducerad ljustransmittans med mera enligt Bygningsreglementets Vejledning.
2. Den invändiga belysningsstyrkan från dagsljus är minst 300 lux, över minst halva den relevanta golvytan, under minst hälften av dagsljustimmarna. Denna sista del av vägledningen ansluter till klimatbaserade metoder och rekommendationer som nämns i standarden EN 17037.

Vägledningen är ganska omfattande och nämner förutsättningar som ska beaktas vid beräkning av dagsljus, såsom avskärmning från omgivningen och schablonmässiga reflektionsfaktorer för ljusberäkningar. Den berör också problemen med att uppnå kravet i alla rum, om en detaljplan föreskriver en viss exploateringsgrad eller byggnadsgeometri, och att en dialog behövs med de lokala byggnadsmyndigheterna om eventuell dispens från kraven.

Kraven kan sägas ha fönstret i fokus och ser till helheten mellan dagsljus, solavskärmning, utblick och belysning, där dagsljus ses som ett energibesparande alternativ till elektrisk belysning.

Det finns krav på elektrisk belysning för arbetsrum och gemensamma kommunikationsytor. Arbetsplatsbelysning ska utformas enligt standarden DS/EN-12464-1. Det finns även krav på att belysningen ska vara energieffektiv och förses med automatisk dagsljusstyrning samt närvarostyrning.

4.5.3 Finland

I Finlands författningssamling finns krav på fönster i miljöministeriets förordning 1008/2017 om bostadsutrymmen, inkvarteringslokaler och arbetsutrymmen. Kravet är en ljusöppning som är 1/10 av rumsarean. För arbetsutrymmen gäller kravet bara om det ska finnas ett fönster i det arbetsutrymmet. Hela formuleringen lyder:

Bostadsutrymmen och inkvarteringslokaler ska ha fönster vars ljusöppning är minst 1/10 av rumsarean. Fönstrets placering och övriga arrangemang ska säkra ett ljust rum, möjlighet att se ut från rummet och möjlighet till olika slags inredning av rummet. Ett fönster eller en del av ett fönster i ett bostadsrum eller i en inkvarteringslokal ska kunna öppnas. Om ett arbetsutrymme ska ha ett fönster, ska ljusöppningen vara minst 1/10 av rumsarean.

Avskärmningsvinkeln för huvudfönstret i ett bostadsrum får vara max 45° räknat från golvet. Hela formuleringen är:

Om inte annat följer av detaljplanen ska avståndet mellan huvudfönstret i ett bostadsrum och motsatt byggnad på samma eller grannfastighet vara minst lika långt som den motsatta byggnadens höjd räknat över bostadrummets golv. Framför huvudfönstret ska det dock finnas minst 8 m obebyggt område. För småhus kan avståndet på tomten eller byggnadsplatsen vara mindre, förutsatt att kraven på trivsel beaktas, dock så att kravet på en ljusvinkel på 45 grader mot rummets golv uppfylls.

En ändringsföreskrift från 2018 medger undantag om detaljplanen ger andra förutsättningar.

Både Danmark och Finland har skrivningar som öppnar upp för avsteg från kraven där detaljplanen föreskriver annat (förmodligen gäller det vid hög exploatering), vilket generellt innebär stora utmaningar att klara dagsljuskraven.

4.5.4 Island

För Island återfinns krav på dagsljus i en ändring av byggnadsreglerna (*Byggingarreglugerð nr. 112/2012*), genom *Regulation No. 11/2026*, där ett nytt kapitel *10.4 Ljósvist og útsýni* införs. Strukturen i reglerna är uppdelad i allmänna principer och prestandakriterier (referensstandarder). De allmänna principerna är alltid bindande, medan riktvärdena får frångås om dagsljuset kan visas vara tillräckligt på annat sätt, eller om kriterierna är olämpliga med hänsyn till byggnadens funktion. Avsteg ska då motiveras i projektets redovisning.

Kravet gäller *vistarverur* (rum för stadigvarande vistelse > 30 minuter), vilket omfattar bostadsrum, arbetsrum, undervisningslokaler, kök, vardagsrum och liknande utrymmen. Grundkravet är formulerat som en princip: *Vistarverur ska ha tillräckligt dagsljus*. Det finns två alternativa sätt att visa att kravet är uppfyllt:

- Glasarean ska vara minst 1/10 av golvarean, dock aldrig mindre än 1 m².
  Denna metod får endast användas om man korrigerar för faktorer som begränsar dagsljuset, såsom glasets ljustransmittans, väggtjocklek/smygar samt externa hinder som balkonger och närliggande byggnader.
- Den invändiga ljusstyrkan av dagsljus ska uppgå till minst 300 lux under minst hälften av dagsljustimmarna över minst 40 % av den relevanta golvarean.
  I bostäder avses hela rummets golvarea, i arbetsrum den yta där arbetsplatser finns.

Det är alltid obligatoriskt att lämna in en redovisning av dagsljusförhållanden tillsammans med övriga projekteringshandlingar.

Utöver krav på dagsljus inför Island även ett separat och bindande krav på utblick. Fönster i *vistarverur* ska ge tillräcklig utblick, och denna ska bedömas enligt metodiken i ÍST-EN 17037.

5 Beräkning av dagsljus

Beräkning av dagsljus enligt handberäkningsmetoder, AF- och DF-metoden, beskrivs i bilaga 6. I bilaga 7 finns en checklista för dagsljussimuleringar enligt god praxis.

5.1 Beräkning av dagsljusfaktor med datorstöd

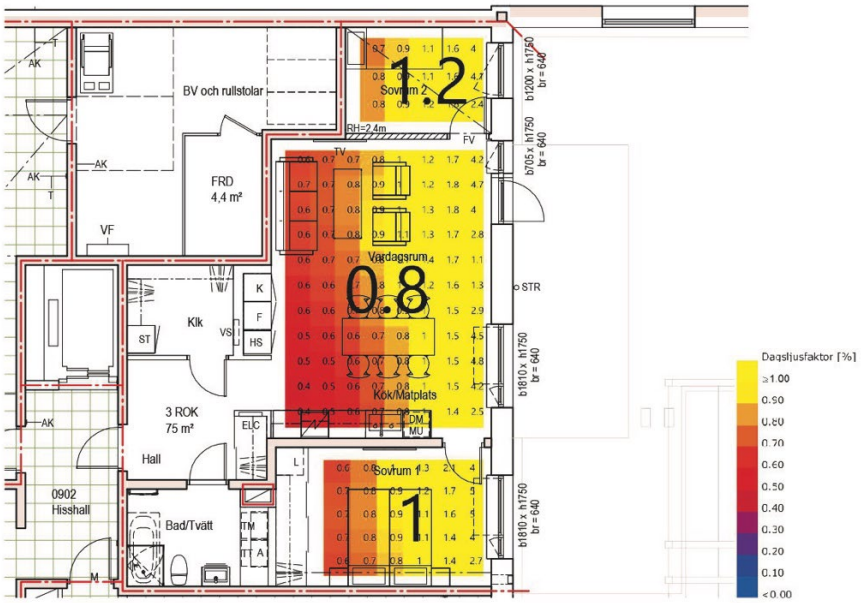
För att beräkna dagsljustillgången krävs en 3-dimensionell modell av byggnaden och dess omgivningar. Eftersom arkitektkontoren idag redan tillämpar 3-dimensionell projektering (eller BIM-projektering) i de allra flesta projekt, är det ganska enkelt att använda arkitektens modell och överföra den till något av flera tillgängliga beräkningsprogram för dagsljussimulering. Kraftfulla simuleringsverktyg behövs för att följa ljusets väg på ett korrekt fysikaliskt sätt. En vanlig metod är s.k. backward ray-tracing (vilket betyder strålgångsföljning från beräkningspunkten till ljuskällan, vilket visat sig spara datorkraft) för att simulera ljusets fördelning i ett rum.

Den mest vanligt använda beräkningsmotorn är Radiance, som ligger ”under huven” på många av de kommersiella eller andra mjukvaror som används idag.
Radiance utvecklades ursprungligen vid Lawrence Berkeley Laboratories, USA (Larson & Shakespeare 1998). Radiance är också inbyggt i vissa energisimuleringsprogram, till exempel IDA-ICE (https://www.equa.se/en/ida-ice/extensions/daylight).

Dagsljussimuleringar kan även göras med en metod som heter photon-mapping som används i olika programvaror, t ex Velux Daylight Visualizer (https://commercial.velux.se/service-och-support/daylight-visualizer).

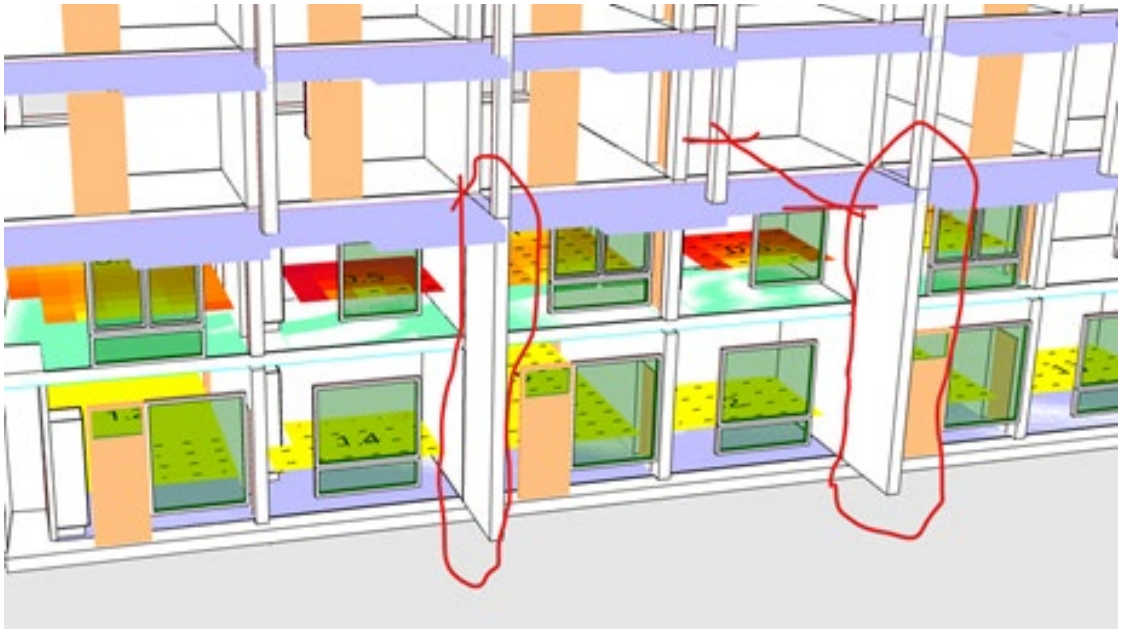
I alla programvaror finns det inbyggda verktyg som delar in mätplanet i ett rutnät. Användaren behöver dock definiera själva rummets eller mätplanets begränsningslinjer.

Att låta beräkna dagsljuset över en yta ger en bättre eller djupare förståelse för hur dagsljuset fördelas, än beräkning i en eller två punkter i varje rum, se figur 5.1.



Figur 5.1 Dagsljusfaktorn har beräknats i ett rutnät av punkter och medianvärdet för varje beräkningsyta visas med större siffror. Värdena har överlagrats på planritning. Val av färgskala har gjorts så att alla punkter som överstiger myndighetskravet 1,0 % färgats gult. Detta underlättar tolkningen och kastar fokus på problemområden, som får successivt mörkare färg ju lägre resultat. (Källa: Fojab).

Dagens starka grafiska redovisningsmöjligheter där dagsljusfaktorn illustreras i väl valda färgskalor bidrar till kunskapsuppbyggnad under projekteringsskedet för alla inblandade aktörer, förutom specialisten i dagsljusberäkningar, även arkitekt och beställare. Det blir enklare att förstå problematiken när dagsljusfaktorn kan visas på detta sätt.
Under projekteringens gång är det inte ovanligt att man identifierar flera rum där dagsljustillgången är för låg. Det gäller vanligen i de mest avskärmade rummen långt ner i byggnaden. Med ett iterativt förfarande, genom att anpassa planlösningar, fönstersättning och balkongdjup till förutsättningarna, går det att lyckas med att skapa bättre dagsljustillgång, även om man inte alltid når hela vägen. Se figur 5.2.



Figur 5.2 Exempel på en bild mitt inne i arbetsprocessen vid beräkning av dagsljusfaktor. Här är det för låg dagsljusfaktor i rum som ligger under loftgång på plan 2 (men det finns ingen loftgång över plan 1). Loftgångsdjupet och de utvändiga skuggande skärmväggarna har markerats i rött på ett skärmklipp direkt ur beräkningsmodellen för dagsljus, för att kommunicera med arkitekten. Det finns även en motstående byggnad som skapar stor avskärmning. Samma färgskala på beräknad dagsljusfaktor som i figur 5.1. Mätplanens resultat kan anas inne i rummen (Källa: Fojab).

5.2 Standarden EN 17037 Dagsljus i byggnader

Standarden EN 17037 *Dagsljus i byggnader,* publicerades 2018 och samtidigt upphävdes standarden SS 91 42 01 från 1988. Den äldre svenska standarden innehöll en förenklad beräkningsmodell för dimensionering av fönster under relativt enkla geometriska förutsättningar (ofta kallad AF-metoden, se bilaga 6). Den nya europeiska standarden behandlar fyra aspekter med följande rubriker:

- Dagsljustillgång
- Bedömning av utblick
- Exponering av solljus
- Avskärmning mot bländning

Här beskrivs främst innehållet i dagsljusdelen. Standardens formuleringar kring utblick och solljus behandlas endast kortfattat i kapitel 3.1.5 respektive 3.1.3.

Standarden innehåller två metoder för beräkning av dagsljus. Den första metoden är beräkning av dagsljusfaktorer (D) på ett referensplan inne. Den andra metoden är en klimatbaserad metod för att beräkna belysningsstyrkan från dagsljus (E) över referensplanet inomhus. Medan dagsljusfaktor baseras på en mulen himmel av känd luminansfördelning (vanligen CIE standard overcast sky) bygger den klimatbaserade metoden på en beräkning med skiftande väder under ett meteorologiskt normalår. Den klimatbaserade metoden kan förväntas ge en mer nyanserad bedömning av faktiskt dagsljus och hur det brukar tolkas av lekmän (dvs. att även soliga situationer ingår), men beräkningarna blir mer dator- och tidskrävande. Det finns även frågetecken kring tillgången till normalårsfiler för dagsljustillgång och hur kvalitetssäkrade dessa data är.

5.2.1 Standardens metod för att bedöma dagsljus

Standarden hanterar i grunden dagsljustillgången som något mer komplext eller dynamiskt än vad som ges av begreppet dagsljusfaktor i sin traditionella form. Ett rum anses tillräckligt dagsljusbelyst om ett målgränsvärde för dagsljus uppnås över en viss andel av ett referensplan i rummet under minsta halva dagsljustiden (under ett år) dvs. så kallades klimatbaserad beräkning.

Det finns inga skarpa målgränsvärden för dagsljusnivån, men väl rekommenderade värden i tabeller. Hela standarden genomsyras av att rekommenderade värden indelas i tre nivåer, minimum, medel och hög tillgång. För dagsljus visar det sig snart att även miniminivåerna är mycket högt satta jämfört med riktvärden som traditionellt tillämpats i svenska byggregler. Utmaningen är särskilt stor för flerfamiljshus i tätbebyggd miljö (Jin et al. 2025).

För fönster i vägg och lutande tak är de rekommenderade målgränsvärdena följande: Minimum (300 lx), Medium (500 lx) och High (750 lx). Dessa värden ska nås för minst halva den bedömda ytan av referensplanet och för minst hälften av dagsljustimmarna på året. Det finns även ett lägsta målgränsvärde som ska nås för minst 95 % av planets yta. Här rekommenderas att miniminivån bör sättas till 100 lux. Se figur 5.3.

Table A.1 — Recommendations of daylight provision by daylight openings in vertical and inclined surface

Level of recommendation for vertical and inclined daylight opening	**Target illuminance** E_T lx	**Fraction of space for target level** $F_{plane,\%}$	**Minimum target illuminance** E_{TM} lx	**Fraction of space for minimum target level** $F_{plane,\%}$	**Fraction of daylight hours** $F_{time,\%}$
Minimum	300	50 %	100	95 %	50 %
Medium	500	50 %	300	95 %	50 %
High	750	50 %	500	95 %	50 %
NOTE Table A.3 gives target daylight factor (D_T) and minimum target daylight factor (D_{TM}) corresponding to target illuminance level and minimum target illuminance, respectively, for the CEN capital cities.					

Figur 5.3 Utdrag över rekommenderade nivåer för dagsljustillgång (EN 17037:2018).

Luxtalen kan också omvandlas till dagsljusfaktorer. Genom att medianvärdet för dagsljus utomhus i standarden anges till 12 100 lux (Stockholm) kan målvärdet för belysningsstyrka på 300 lx omräknas till ett målvärde för D om 2,5 % (300 / 12100 = 2,5 %). Eftersom halva ytan ska nå detta värde kan det lika väl tolkas som ett målvärde för medianvärdet av D i rummet, D_{median}. Då medianvärdet och det svenska punktvärdet är numeriskt mycket lika (Bournas 2021) går det att snabbt

konstatera att standardens rekommenderade miniminivå för dagsljusfaktor är ca 2,5 gånger skarpare än allmänna råd i BBR vid tidpunkten för standardens publicering. Sedan standarden började tillämpas har det även blivit tydligt att dess målvärden för dagsljusfaktor är avsevärt mer ambitiösa än standardens klimatbaserade metod (Jin et al. 2025).

Standardens mer avancerade klimatbaserade beräkningsmetoder har inte införts i de uppdaterade kraven. Inte heller anges de rekommenderade nivåerna i EN 17037 som verifieringsnivåer. Detta motiveras av att de nivåer som anges i standarden är avsevärt högre än de nivåer som tidigare tillämpats inom ramen för BBR. På motsvarande sätt har aspekter avseende innehåll och kvalitet i utblick, såsom de beskrivs i EN 17037, inte införts som krav i byggreglerna. I konsekvensutredningen konstateras dock att, ”Det finns idag fackmässiga metoder för att värdera utblick i dagsljusstandarden SS-EN 17037”.

Liksom alla CEN-standarder är EN 17037 föremål för systematisk översyn. Efter registrering av ett preliminärt arbetsobjekt fattades i september 2025 ett formellt beslut om att revidera standarden. Två omgångar av offentlig remiss (CEN Enquiry) för reviderade utkast till standarden förväntas genomföras under 2026/2027 respektive 2027/2028. Publicering av den reviderade utgåvan förväntas ske under 2027–2028, under förutsättning att godkännandeprocessen inom CEN utfaller positivt. Vad gäller dagsljus förväntas revideringen omfatta mindre justeringar av beräkningsförfarandet samt anpassningar av de rekommenderade prestandanivåerna. Begränsade ändringar förväntas även i avsnitten om utblick, solljusexponering och bländning.

5.2.2 Exempel på resultatredovisning enligt BBR och Boverkets nya byggregler

Hur ska man tolka och redovisa dagsljus enligt de nya kraven? Vi har försökt illustrera detta i ett par exempel nedan, där vi även jämför med redovisning enligt BBR för att förtydliga skillnaden.

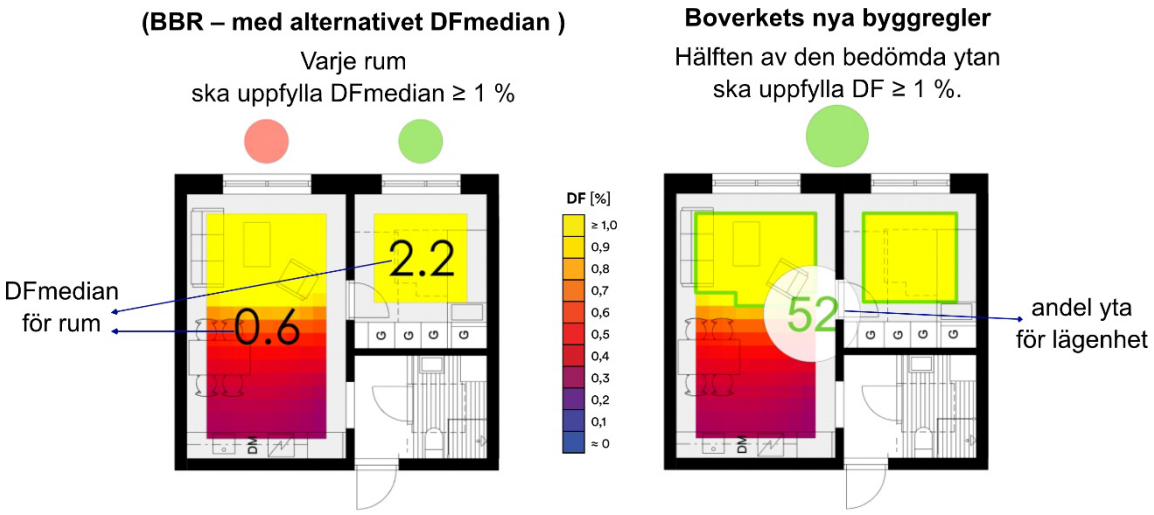
I BBR ställs krav på god tillgång till dagsljus i vistelserum (vilket gäller både bostäder och lokaler). Kravet ställs på varje vistelserum! Det allmänna rådet förtydligar vilken dagsljusnivå som accepteras i varje rum (1% räknat som punktvärde, DF_p, men allmänt accepteras även 1% redovisat som medianvärde DF_{median}).

I Boverkets nya byggregler finns det fortfarande krav på dagsljus i både bostäder och lokaler. Enbart för bostäder är kravet preciserat eller nivåsatt. Det nya är nu att kravet avser bostaden, inte varje enskilt vistelserum i den.

Enligt de nya kraven är det 50% av den totala beräkningsytan som ska nå målvärdet 1% dagsljusfaktor. I stället för att redovisa punkt eller medianvärden för dagsljusfaktorer i rum ska andelen yta som uppfyller kravet redovisas. Detta kommer att kräva en viss tillvänjning av alla som utför och tolkar beräkningar.

I vissa fall blir de något enklare att klara det nya kravet eftersom ljusare rum kan kompensera för mörkare rum vilket tydligt illustreras i figur 5.4.

Det nya kravet ansluter som vi ser, till metodiken för dagsljusberäkning i dagsljusstandarden EN 17037, i det att kravet sätts som en procentandel av golvytan. Minst hälften av ytan ska uppfylla målvärdet. En annan skillnad är att målvärde sätts till 1% dagsljusfaktor och inte de som rekommenderas i standarden. Boverket har gjort ytterligare en förändring genom att se till hela bostaden, till alla vistelserum samlat, och inte till varje rum för sig.

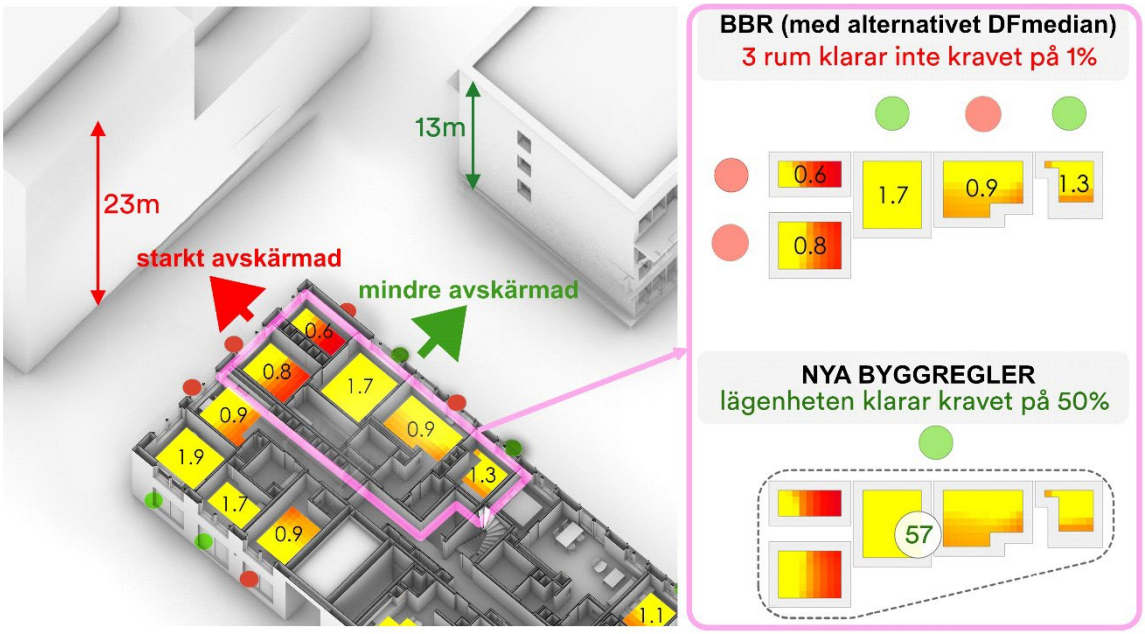


Figur 5.4 Bedömning enligt BBR (med alternativet DF_{median}) och Boverkets nya byggregler. Under BBR var kraven fokuserade på enskilda rum medan de nya byggreglerna kräver att hälften av den sammanlagda bedömda ytan i alla vistelserum uppfyller kravet. Här visas DF_{median} som mått för BBR, eftersom det har varit ett vanligt använt alternativ till punktberäkningen (Bournas 2021, Rogers et al. 2018) och har använts som en slags branschstandard på senare år. Till höger visas hur stor andel av ytan som uppfyller dagsljusfaktorn minst 1 % (52 %) och markerad med grön ram. (Bild: Iason Bournas).

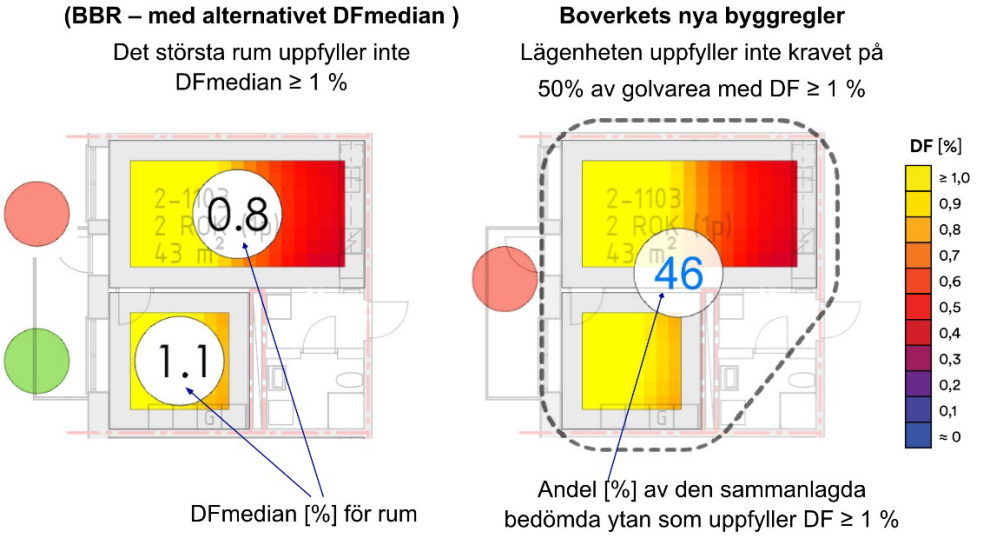
Genom att definiera kravet på lägenhetsnivå eller bostadsenhetsnivå, är det nu upp till arkitekterna att prioritera dagsljus i olika rum, med hänsyn tagen till typ av rum och/eller omgivningen. Figur 5.5 visar en 4 ROK-lägenhet som har fasader i två riktningar, en med högre hinder och en med lägre. I detta fall har sovrummen placerats mot den mörkare eller mer avskärmade sidan (där DF_{median} ligger på 0,6–0,8 %) och vardagsrum och kök vetter mot den ljusare sidan (0,9–1,7 %). Med de nya reglerna uppfyller denna lägenhet dagsljuskravet (57 % av den sammanlagda bedömda ytan har en dagsljusfaktor på 1 % eller högre). Denna lägenhet visar ett tydligt exempel på när de nya reglerna medger att ljusare rum kompenserar för mörkare rum där lägenheten uppfyller de nya kraven.

Till Boverkets rapport ”Uppdrag att föreslå lättnader i byggkraven vid ändring och ombyggnad” finns en bilaga (*Utredning dagsljus i ändringsregler,* Boverket 2025). I bilagan redovisas en jämförelse av utfallet mellan BBR:s krav och de nya föreskrifterna vad gäller dagsljuskravet i flerbostadshus. I utredningen utvärderades dagsljuset i de nedersta två våningarna i nio nyligen projekterade eller byggda flerbostadshus. Studien visade att de nya föreskrifterna ger flexibilitet i utformningen av lägenheter (i genomsnitt klarade ca 30% fler lägenheter dagsljuskraven i Boverkets nya föreskrifter jämfört med kraven i BBR, där procentandelen 30 % avser endast de kritiska rummen på de nedersta två våningarna). Dock pekade studien också på fall där det fortfarande är en utmaning att uppfylla kravet:

- enrumslägenheter och enkelsidiga lägenheter som är kraftigt avskärmade
- lägenheter belägna vid inre hörn av innergårdar
- små lägenheter där det största rummet är alldeles för djupt (se figur 5.6).



Figur 5.5 Bedömning av kravuppfyllelse enligt BBR (med alternativet DF_{median}) och de nya föreskrifterna, i en lägenhet som är olika mycket avskärmad på olika sidor, De nya föreskrifterna fokuserar på lägenhetens övergripande prestanda och ger mer flexibilitet. Större rum mot ljusare fasader är fördelaktiga för att förbättra lägenhetens dagsljusprestanda. (Bild: Iason Bournas)



Figur 5.6 Bedömning av kravuppfyllelse enligt BBR (med alternativet DF_{median}) och de nya föreskrifterna, i en liten lägenhet som har ett förhållandevis djupt rum. Här väger den negativa effekten av det större rummet in, och lägenheten som helhet uppfyller inte kravet enligt Boverkets nya byggregler. (Bild: Iason Bournas)

5.2.3 Vägledning för dagsljusfaktorberäkningar

Standarden EN 17037 innehåller en hel del metodbeskrivningar som kan nyttjas som vägledning för den som ska utföra dagsljusberäkningar, men den är inte komplett. Enligt standarden anges att dagsljuset ska beräknas över en yta – ett referensplan. Detta görs genom att placera ut mätpunkter eller beräkningspunkter i ett jämnt fördelat rutnät. Standarden anger mätplanets höjd till 0,85 m över färdigt golv. Höjden är 5 cm högre än den som använts vid kontroll av BBR:s krav. Vid kontroll mot Boverkets nya

byggregler ska fackmässiga metoder användas och det kan då vara lämpligt att följa standarden och använda den högre höjden vid dagsljusberäkningar. Standarden nämner även andra viktiga antaganden som måste göras vid beräkningar, t.ex. att ta höjd för omgivande byggnader, att använda rimliga eller konservativt antagna värden för glasets ljustransmittans och ytors reflektionsfaktorer och ger exempel på sådana värden. Över huvud taget måste en beräkningsmodell byggas så att den utgör en god eller rimlig representation av den färdiga byggnaden.

En del detaljer kring placering av mätplan hade också behövt mer vägledning eller standardisering, t.ex. hur mätplan ska placeras i rum i förhållande till fast inredning, som bänkytor respektive högskåp. Det är rekommenderat att ta med bänkytor i simuleringen, eftersom dagsljus är värdefullt vid arbete i kök. Däremot känns det rimligt att undanta ytor vid högskåp, garderober etcetera.

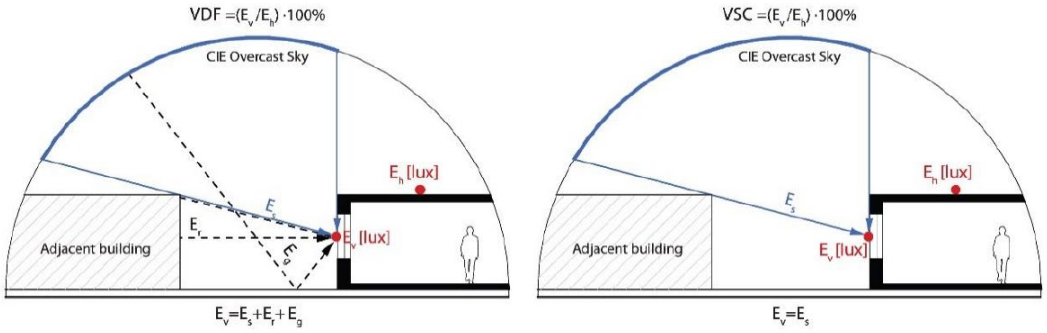
En vägledning från Boverket eller annat branschorgan, eller standardisering hade kunnat lösa många frågor och minskat osäkerheter i projekteringsskedet.

En checklista för god sed inom dagsljusberäkningar redovisas i bilaga 7.

5.3 VSC som metod för tidig indikation på dagsljustillgång

I tidiga skeden (i detaljplaneskedet) är det sällan möjligt att simulera dagsljusfaktor inomhus eftersom det då saknas detaljerade 3D-modeller med planlösningar, fasadgestaltning, fönstersättning och balkonger. Dagsljusexponering mot fasader kan dock beräknas och användas som en tidig indikation på dagsljustillgången inne och hur väl byggnaderna kan förväntas klara av dagsljuskravet. Det som behövs är en enkel volymmodell av byggnaderna i 3D.

Det finns egentligen två varianter av beräkning av dagsljus på fasad, VDF och VSC (se figur 5.7). VDF står för vertical daylight factor, och denna tar hänsyn till reflektion mellan t.ex. fasader och mark. Vertical Sky Component, eller VSC, är en enklare variant som enbart tittar på det direkta ljuset, utan reflektioner. Detta ger en enkelhet och styrka till metoden, genom att kännedom om vilka kulörer eller vilka material som används inte behövs och VSC har därför kommit att användas vid utvärdering av detaljplaner.



Figur 5.7 Illustration av VSC och dagsljusfaktor (Källa: Olina & Zaimi (2018).

Målet är att se till att fasader i alla planerade rum/vistelseytor i projektet kommer få tillräcklig tillgång till dagsljus och samtidigt indikera vilka områden där fönsterytan kan behöva ökas och där balkongplacering och planlösningar kan behöva anpassas.
VSC beskrivs av det brittiska byggforskningsinstitutet (BRE) som förhållandet mellan den direkta belysningsstyrkan på en vertikal yta, till den samtidiga horisontella belysningsstyrkan under en oavskärmad mulen himmel (Littlefair et al. 2022).

Ljuskällan är ”CIE standard overcast sky”, vilken är densamma som för dagsljusfaktorberäkning inomhus, vilket är en stor styrka i metoden. VSC-beräkningen blir då även oberoende av geografiskt läge, väderstreck och årstider. Maxvärdet för en vertikal vägg är strax under 40 % (eftersom det jämförs med horisontell oavskärmad belysningsstyrka för standard overcast sky).

BRE har en skala för att grovt klassificera dagsljustillgången utifrån beräknat VSC-resultat och brittiska krav på dagsljus. Enligt BRE:s skala bör VSC > 27 % innebära att vanlig fönsterutformning är tillräcklig, för VSC 15–27 % krävs större fönster än vanligt eller förändringar i planlösning, VSC 5–15 % innebär att det är svårt att erhålla adekvat dagsljus och VSC < 5 % innebär att det nästan är omöjligt att få rimligt dagsljus.

Hur väl dessa rekommendationer stämmer överens med BBR:s dagsljuskrav för flerbostadshus har utretts (Olina & Zaimi 2018). Relationen mellan VSC och kravet DF_{median} min 1 % i ett bostadsrum studerades för ett antal olika gårdskonstellationer med olika avskärmning. Fojab har vidareutvecklat studiens resultat och arbetar idag utifrån en skala med fem steg för att preliminärt bedöma dagsljustillgången i bostadsrum enligt figur 5.8

Optimal dagsljustillgång		>29 %	Rumsdjup upp till 6 m, ev. 8 m, är möjligt.
Något begränsad dagsljustillgång		22 % - 29 %	Rumsdjupet begränsas till 5 m.
		15 % - 22 %	Rumsdjupet begränsas till 4 m.
Begränsad dagsljustillgång		10 % - 15 %	Otillräcklig dagsljustillgång med normal takhöjd och fönsterhöjd.
Omöjligt för rum att uppnå DF = 1%		<10 %	Mängden dagsljus är otillräcklig oavsett takhöjd.

Figur 5.8 En skala med fem VSC-steg som kan användas i tidiga projekteringsskeden för att uppskatta om enskilda rum kan uppfylla DF = 1 % beroende på fasadens exponering mot himlen.

Enligt denna skala för moderna bostäder med rumshöjd 2,5–2,6 m, innebär ett VSC-resultat över 29 % mycket god tillgång till dagsljus. Mellan 15–29 % är det begränsat men kan uppnås med grundare rum (5 resp. 4 m) och under 15 % anses att ljusmängden på fasad är så låg att det är näst intill omöjligt att uppfylla 1,0 % dagsljusfaktor på rumsnivå. Det femte steget i skalan har lagts till för att få lite mer upplösning i de mörka områdena och för att kunna anpassa skalan även till rum med lite högre rumshöjd som ibland förekommer på nedersta våningsplanet i bostäder. För lokaler är rumshöjden alltid högre (minst 2,7 m) vilket gör dagsljussituationen något mer gynnsam, men samtidigt är husen ofta djupare. Den totala glasytan till golvytan kan dock ökas med högre våningshöjder eftersom fönster kan placeras högre på vägg.

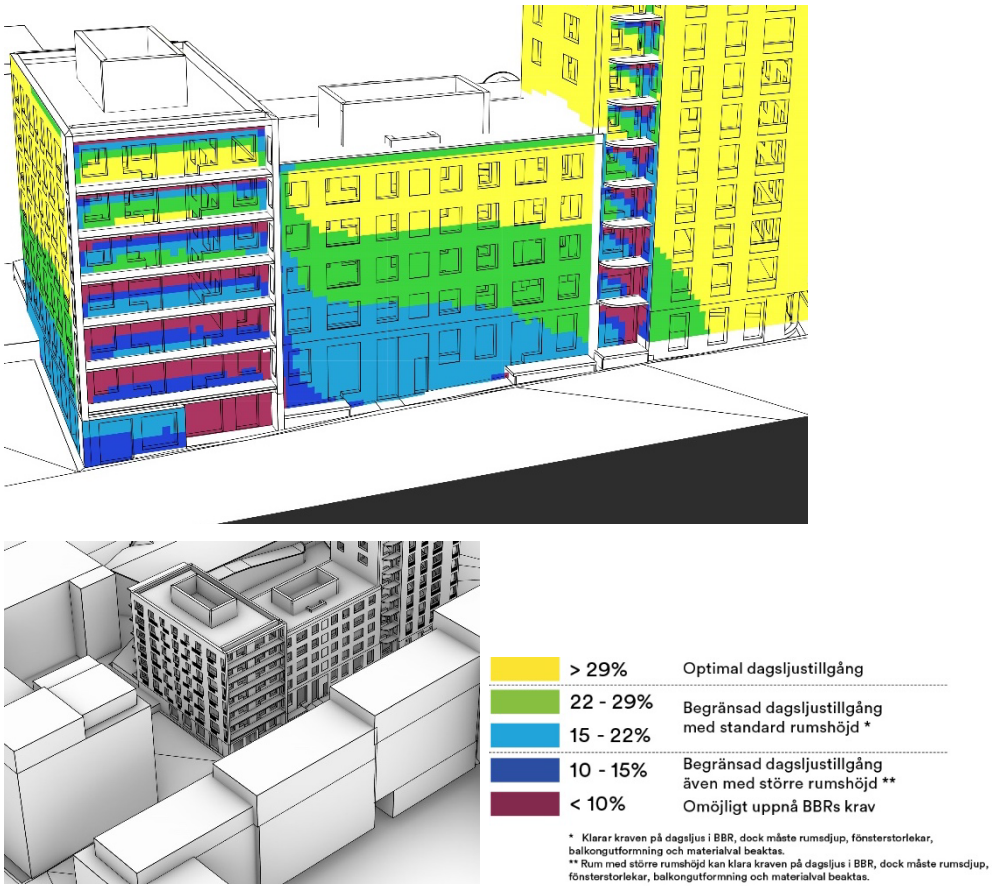
Skalan har visat sig vara ganska användbar (se figur 5.9). I praktiken begränsas fönsterarean i fasad av ett antal andra aspekter också, t.ex. brandspridning i vertikalled i fasad, bullerreduktion, energikrav, solvärmebelastning i m.m. Dagsljuskravet är det enda som driver fönsterarean uppåt, medan de andra aspekterna driver fönsterarean nedåt.

En sak att beakta vid studier av VSC i detaljplaner är om byggnader modelleras med skuggande objekt som balkonger och loftgångar eller inte. Utan att ta med dessa ger VSC en indikation på hur bebyggelsestrukturen i sig påverkar dagsljustillgången.

Balkonger och loftgångar är däremot byggherrens eller beställarens val som kan ha med projektekonomi etc. att göra. Det är enkelt att skärma bort mycket dagsljus mot fasad genom t.ex. loftgångar, vilket beskrivits tidigare.

Försiktighet bör iakttas vid tolkning av resultaten, eftersom ett högt VSC-värde inte nödvändigtvis innebär att rummen har god dagsljustillgång, då rummens djup eller fönsterarean inte framgår av redovisningen. På motsvarande sätt kan resultaten vara svårtolkade i fall där rum har fönster i mer än en riktning.

En annan sak att ha i åtanke är att VSC inte är lämplig för alla typer av dagsljusanalyser, t ex inte för klimatbaserade, eftersom metoden har begränsningar som kommer av att mulen himmel används. VSC ignorerar därför byggnadens orientering (norr- och söderfasader anses ha samma tillgång till dagsljus), direkt solljus liksom säsongsvariationer (himlen antas vara helt molnig i stället för dynamisk), och avspeglar därför inte det lokala klimatet (VSC skiljer inte på latituder).



Figur 5.9 Exempel på VSC-beräkning på fasad där avskärmning från både grannbyggnader och balkonger tagits med. (Källa: Fojab).

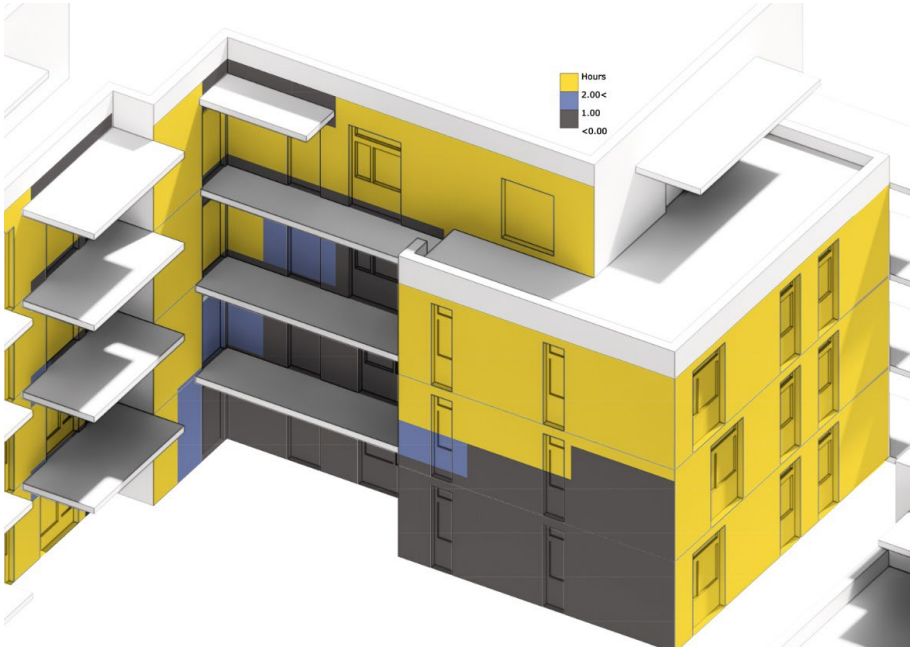
5.4 Beräkning av soltimmar på mark och fasad

Med dagens simuleringsverktyg är det enkelt att studera antalet möjliga soltimmar på gårdar, fasader eller tak. Beräkningar görs för en ideal solig dag, antingen för alla dagsljustimmar eller mellan valfria klockslag. Datum för beräkningen måste väljas, och det är vanligt att utföra analyser för sommarsolståndet, vintersolståndet samt för vår-/höstdagjämningen. Dessa tre fall representerar då de två ytterligheterna samt medelläget mellan dessa. Även andra datum studeras ibland.

I detaljplaneskedet är det inte ovanligt att antalet soltimmar redovisas på detta sätt för förskolegårdar, däremot efterfrågas det sällan för bostadsgårdar. Det är också ovanligt att soltillgången i bostäder kontrolleras vid bygglov eller startbesked på detta sätt.

Mitt i sommaren kommer solen att nå även fritt exponerade rum i rakt norrläge, men det sker under ett par tidiga morgontimmar. Detta beror på att solen stiger upp i nordost om sommaren (se Pleijels solkarta i figur 3.5). Eftersom de flesta sover vid denna tid, är det få personer som kan få glädje eller hälsofördelar av det direkta solljuset i rakt norrvända rum. Därför kunde det tyckas rimligt att förtydliga datum och klockslag då soltillgången borde studeras som bättre sammanfaller med den tid då de flesta är vakna.
Sådana hänsyn gjordes i äldre tiders skrifter, bl.a. i skrifterna *Sol i bebyggelseplanering* (Glauman 1976) och *Solklart* (Boverket 1991). Här utvärderades antalet soltimmar kl. 9–17 vid vår- eller höstdagjämningen. Denna dag var enkel att hantera med grafiska metoder, eftersom skuggan då är lika lång hela dagen. Idag finns kraftfulla digitala verktyg och det är möjligt att välja valfria datum och tidsperioder.

I figur 5.10 visas en illustration av en beräkning av soltimmar på fasad, där även fönsters läge markerats och där fokus legat på områden med få soltimmar. Här är det utfört mellan kl. 7–20 för den 21 maj. Genom att samläsa sådana bilder med tillhörande planritning går det att ge en uppfattning om varje lägenhet får tillräckligt med sol.

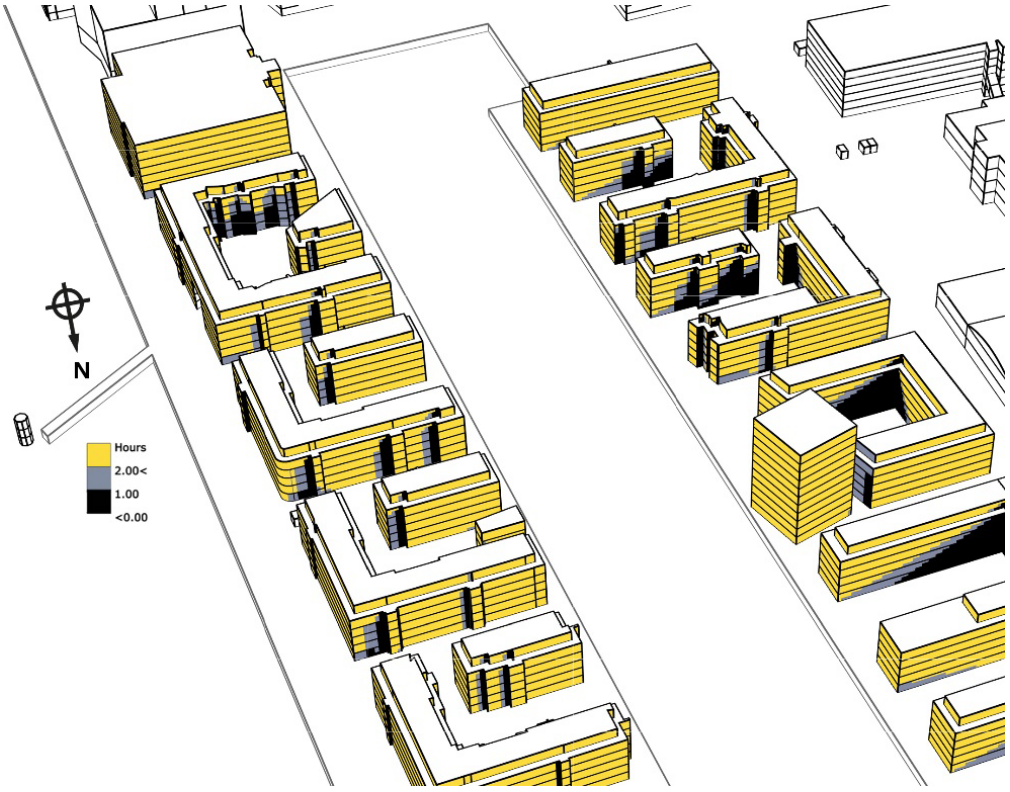


Figur 5.10 Exempel på redovisning av soltillgång. Genom samläsning av soltimmar på fasad med planlösningar kan solljuskravet kontrolleras för en enskild byggnad. Här har soltimmarna beräknats med hänsyn till omgivande byggnader för den 21 maj mellan kl. 7–20. Grå områden får 0–1 soltimme, blålila områden får 1–2 soltimmar och gula områden får > 2 h soltimmar. (Källa: Fojab).

För att ställa krav och bevaka solljustillgången finns idag möjligheter att hänvisa till EN 17037 och dess avsnitt om solljus. Här finns en utarbetad metodik som säger att solljuset ska bedömas i en referenspunkt som placeras innanför fönstret, i liv med insida vägg, mitt i öppningens bredd och 1,2 m över golv. EN 17037 och dess avsnitt om solljus. Här finns en utarbetad metodik som säger att solljuset ska bedömas i en referenspunkt som placeras innanför fönstret, i liv med insida vägg, mitt i öppningens bredd och 1,2 m över golv.

Vad gäller kravställning om soltimmar finns inga skarpa krav i standarden (jämför dagsljus) utan endast rekommendationer för antalet soltimmar. Dessa anger dock en daglig solljusexponering på 1,5 timmar som ett minimum, 3,0 timmar anges som medel och 4,0 timmar anses som hög exponering. Minst ett vistelserum i bostaden ska nå den rekommenderade exponeringen.

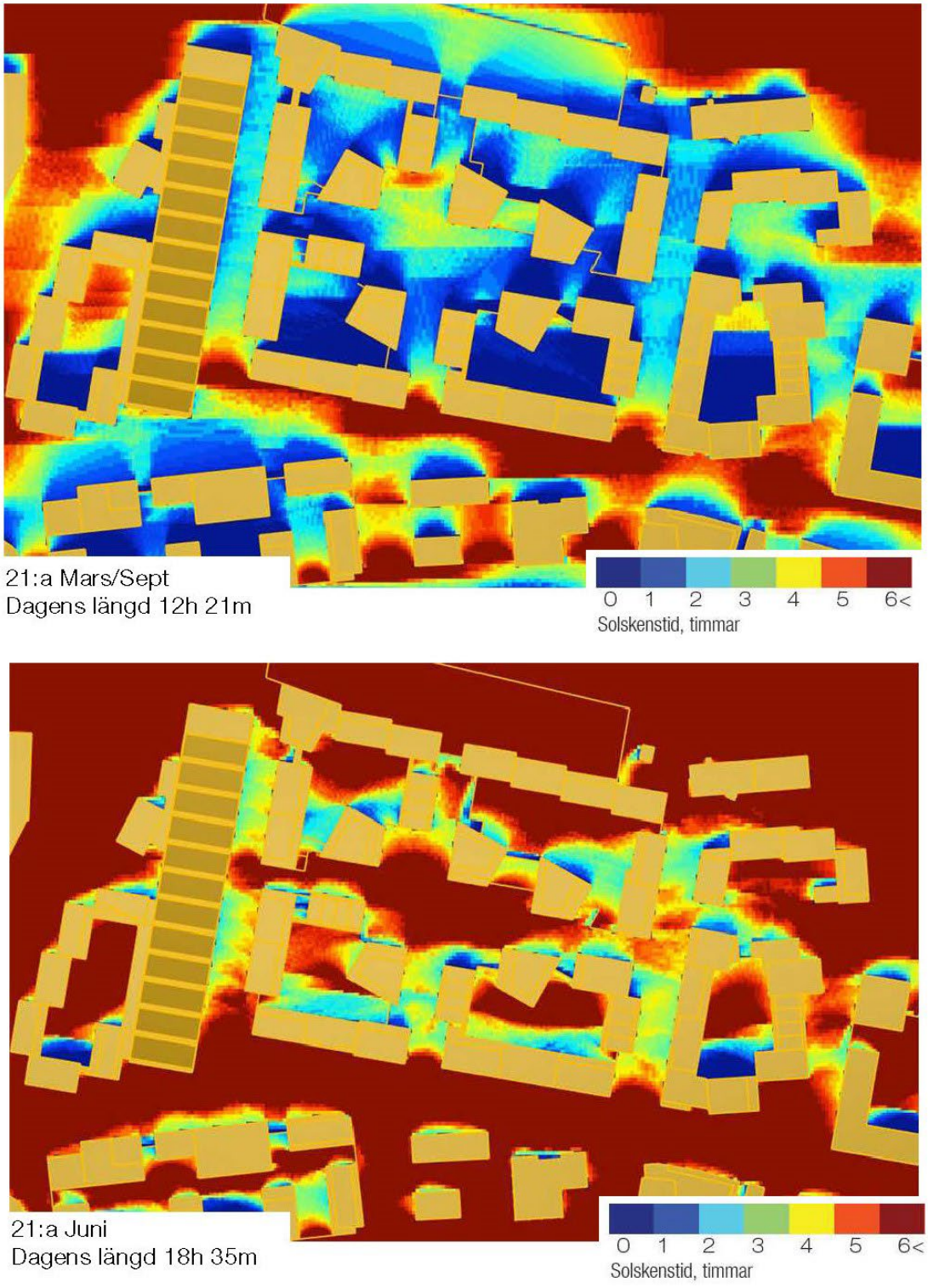
Det som kan vara problematiskt i Norden är att standarden nämner att utvärderingen bör vara ett datum mellan 1 februari och 21 mars. Då står solen lågt här och mycket större andel av fasaderna ligger i skugga jämfört med ett datum närmare midsommar.



Figur 5.11 Beräknat antal soltimmar på fasader för området Dockan i Malmö, för den 21 maj kl. 7–20. (Källa: Fojab).

I figur 5.11 visas en utvärdering av soltimmar på fasad för ett större bostadsområde i Malmö som är utförd för den 21 maj kl. 7–20 och där fokus legat på att studera fasader med kort solexponering. Färgskalan motsvarar < 1 h, 1–2 h och > 2 h. Bedömningstiden (kl. 7–20) har valts utifrån klockslag som kan antas motsvara vaken tid för många personer, dvs. då solljusexponeringen är värdefull. Observera att detta var ett subjektivt val, som inte återfinns varken i den nya standarden eller i äldre litteratur. Alla fasaddelar med fler än 2 h har illustrerats med gult, vilket då med en liten marginal uppfyller den nya standardens krav, dock inte till datum.

Detta är fördelaktigt, då denna typ av illustrationer används mer flitigt för att bedöma t.ex. nya detaljplaneförslag och för att kunna bestämma i vilka lägen som enkelsidiga lägenheter bör undvikas. Även soltimmar på gårdsytor kan illustreras på liknande sätt, se exempel i figur 5.12. Det förekommer att analyser av detta slag görs för detaljplaneförslag, men det görs inte alltid.



Figur 5.12 Solskenstid på mark i detaljplaneförslag beräknat för vår- och höstdagjämningen samt för sommarsolståndet. (Källa: Fojab).

6 Branschregler, vägledningar och standarder – verktyg för att nå kvalitet

I detta kapitel sammanställs vägledningar inom området och hur används de. Några viktiga standarder redovisas också.

6.1 Officiella standarder

Till den officiella standardiseringen räknas svensk, europeisk och global standard. De europeiska standarderna utgör skelettet i de flesta branschstandarder, exempelvis är AMA uppbyggt genom att referera till hundratals europeiska standarder. Svenska institutet för standarder, SIS, utvecklar och distribuerar officiella standarder i Sverige.

6.1.1 Tekniska kommittéer för utveckling av standarder

Den tekniska kommitté som främst behandlar frågor om ljus och belysning är SIS/TK 380 - AG3 – Ergonomi och human factors - Ljus och belysning.

6.1.2 Svenska standarder

Svenska standarder (SS) utgörs i många fall också av euroepiska standarder (EN) och internationella standarder (ISO). Sökningar på ljus respektive belysning ger träff på många standarder. Publikationer från Svenska institutet för standarder kan sökas via https://www.sis.se/. Exempel på standarder relaterade till ljusfrågor är (standarder som nämndes i allmänna råd i BBR har markerats med fetstil. I Boverkets nya byggregler från 2024 nämns ingen standard.):

- SS-EN 410:2011 Byggnadsglas - Bestämning av ljus- och soloptiska egenskaper
- SS-EN 1838:2025 Lighting applications - Emergency lighting for buildings
- SS-EN 12193:2018 Ljus och belysning – Sportbelysning
- SS-EN 12216:2018 Jalusier, markiser och persienner – Terminologi, ordlista och definitioner
- **SS-EN 12464-1**:2021 Ljus och belysning - Belysning av arbetsplatser - Del 1: Arbetsplatser inomhus
- SS-EN 12464-2:2024 Ljus och belysning - Belysning av arbetsplatser - Del 2: Arbetsplatser utomhus
- SS-EN 12665:2024 Ljus och belysning - Grundläggande termer och kriterier vid specificering av belysningskrav
- SS-EN 13032-1:2004+A1:2012 Ljus och belysning - Mätning och presentation av fotometriska data för ljuskällor och ljusarmaturer - Del 1: Mätning och filformat
- SS-EN 13032-2:2017 Ljus och belysning - Mätning och presentation av fotometriska data för ljuskällor och ljusarmaturer - Del 2: Presentation av data för arbetsplatser inomhus och utomhus
- SS-EN 14501:2021+A1:2025 Jalusier och fönsterluckor – Termisk och visuell komfort – Funktionsegenskaper och klassificering
- SS-EN 15193-1:2017+A1:2021 Byggnaders energiprestanda - Energikrav för belysning - Del 1: Specifikationer, Modul M9
- ISO 15460:2004 Spatial distribution of daylight – CIE standard general sky
- **SS-EN 17037:2018**+A1:2021 Dagsljus i byggnader
- SS-EN 50171, UTG 2:2022 System för avbrottsfri elförsörjning
- SS-EN 50172 Anläggningar för utrymningsbelysning

- SS-EN ISO 9241-307:2008 Ergonomi vid människa-system interaktion — Del 307: Elektroniska bildskärmar — provningsmetoder för analys och kvalitetssäkring
- SS-EN ISO 52022-1:2017 Byggnaders energiprestanda - Värme-, sol- och dagsljusegenskaper hos byggnadsdelar och element - Del 1: Förenklad beräkningsmetod för sol- och dagsljusegenskaper för sol och skyddsanordningar kombinerat med glasning (ISO 52022-1:2017)
- SIS-CEN ISO/TR 52022-2:2017 Byggnaders Energiprestanda - Värme-, sol- och dagsljusegenskaper hos byggnadsdelar och element - Del 2: Förklaring och motivering (ISO/TR 52022-2:2017)
- SS-EN ISO 52022-3:2017 Byggnaders energiprestanda - Värme-, sol- och dagsljusegenskaper hos byggnadsdelar och element - Del 3: Detaljerad beräkningsmetod för sol- och dagsljusegenskaper för solskyddsanordningar kombinerat med glas (ISO 52022-3:2017)
- **SS 91 42 01** Byggnadsutformning - Dagsljus - Förenklad metod för kontroll av erforderlig fönsterglasarea - "upphävd"! · Ersätts av: SS-EN 17037:2018
- SS 914221:2006 Byggnadsutformning - Bostäder - Invändiga mått

6.2 Branschregler och branschstandarder

Det finns dokument med bestämmelser och krav som tagits fram av branschens aktörer gemensamt som har koppling till ljusfrågor. Dessa hänvisar ofta till olika officiella standarder. Genom att referenser till branschregler och -standarder anges i tekniska beskrivningar och på ritningar som används vid upphandling av byggprojekt kopplas deras bestämmelser och krav till byggprojekt.

6.2.1 AMA - Allmänna material och arbetsbeskrivningar

Svensk Byggtjänst AB administrerar framtagning och publicering av AMA-böcker. AMA står för Allmän material- och arbetsbeskrivning (AMA) och är en referensserie för framtagandet av tekniska beskrivningar. Serien förenklar processen att formulera material- och utförandekrav för alla delar av ett byggnadsverk. AMA finns som tryckta böcker, e-böcker och som en webbaserad tjänst (AMA online). AMA Hus är ett referensverk som används vid upprättande av beskrivningar och utförande av byggnadsarbeten. AMA är ingen branschstandard men används av många för att ange minimikrav i byggprojekt och vad som är fackmässigt utförande.

6.3 Vägledning för ljus och belysning

6.3.1 Myndigheters vägledningar

Arbetsmiljöverket
Arbetsmiljöverket har föreskrifter om belysning i t.ex. Arbetsplatsens utformning (AFS 2023:12). Den tidigare *Myndigheten för arbetsmiljökunskap – Mynak* flyttades den 31 december 2025 till arbetsmiljöverket . Riktlinjer för synergonomi – belysning och synförhållanden på arbetsplatsen – Riktlinje 7. (Mynak 2021 - finns nu på arbetsmiljöverkets hemsida).

Boverket
PBL kunskapsbanken är Boverkets handbok till plan- och bygglagen. Handboken är webbaserad och sökbar – Boverket (boverket.se).

Folkhälsomyndigheten
På Folkhälsomyndighetens hemsidor återfinns rapporten *Ljus och hälsa. En kunskapssammanställning med fokus på dagsljusets betydelse i inomhusmiljö* (Folkhälsomyndigheten 2017).

Länsstyrelserna
Länsstyrelserna ger tillsynsvägledning till kommunernas byggnadsnämnder. Syftet är att tillsynen ska bli så effektiv och enhetlig som möjligt. Länsstyrelsen och Boverket ansvarar tillsammans för att samordna arbetet med tillsynsvägledning till byggnadsnämnder. Länsstyrelserna tillhandahåller handläggarstöd och mallar för den kommunale handläggningsprocessen.

Länsstyrelsen Dalarna har i ett projekt utarbetat handboken God inomhusmiljö i förskola och skolan – En handbok for ljus, ljud och luft (Dalarna län 2020).

Myndigheten för civilt försvar
Följande myndigheter har också vägledningar som berör ljusfrågor:

Myndigheten för civilt försvar (påverkar byggnaders utformning t.ex.: https://www.mcf.se/sv/amnesomraden/beredskap-for-kris-och-krig/)

- Upphandlingsmyndigheten (se t.ex. https://www.upphandlingsmyndigheten.se/kriterier/bygg-och-fastighet/skolor-nybyggnad/upphandling-vid-programskedet/)
- SKR - Sveriges kommuner och regioner (se t.ex. https://skr.se/arbetsgivarrollen/arbetsmiljo/fysiskarbetsmiljo.7714.html)

Lunds universitet
Boken *Daylighting and lighting: under a Nordic sky* av Marie-Claude Dubois; Niko Gentile; Thorbjörn Laike; Pimkamol Mattsson; Iason Bournas; Malin Alenius, kan laddas ner gratis.

6.3.2 Branschens vägledningar

Det finns inte mycket vägledning framtagen av den svenska byggbranschen förutom när det gäller belysning.

De flesta kommuner har checklistor för dagsljus vid bygglov. Med de nya byggreglerna efter BBR verkar en del försvunnit, t.ex. Malmös checklista. Kvar finns t.ex. Dagsljusredovisning - Göteborgs Stad

Belysningsbranschen
Belysningsbranschen har på sin hemsida samlat en kunskapsbank om belysning och ljusplanering.

6.3.3 Andra vägledningar

I arbetet med denna rapport har inte funnits utrymme för större efterforskning internationellt.

Illuminating Engineering Society (IES) har publicerat standarden LM-83-23 som beskriver en klimatbaserad metod för beräkning och utvärdering av dagsljus i byggnader. Standarden introducerar mått såsom Spatial Daylight Autonomy (sDA) och Annual Sunlight Exposure (ASE) som baseras på årliga klimatdata.

- llluminating Engineering Society. *IES LM-83-23: IES Standard Method for Evaluating Daylight in Buildings Using Dynamic Radiance-Based Modeling Tools*. New York, NY: Illuminating Engineering Society; 2023.

British Research Establishment (BRE) har gett ut en vägledning för stadsplanering med hänsyn till dagsljus och sol samt vägvisning för beräkning av dagsljus:

- BR 209. Site layout planning for daylight and sunlight. A guide to good practice (Littlefair et al. 2022).
- BREEAM GN 50: Natural light calculation methodology for Hea 01 in version 7. Referens nr: KBCN1683 (BRE Global 2024)

Radiance inbyggt i energisimuleringsprogram, till exempel IDA-ICE (https://www.equa.se/en/ida-ice/extensions/daylight).

Photon-mapping och gratis programvara Velux Daylight Visualizer (https://commercial.velux.se/service-och-support/daylight-visualizer).

Ljusamallen är ett beräkningshjälpmedel som förvaltas av Belysningsbranschen (https://belysningsbranschen.se/wp-content/uploads/2019/02/ljusamallen_belysningsbera%CC%88kningar_inomhus.pdf).

Det finns naturligtvis vägledningar på franska, tyska m.fl. språk.

6.4 Certifiering och auktorisation

Certifiering innebär en standardiserad prövning, för utfärdande av ett certifikat eller intyg, som bland annat kan bestå av en licens, ett diplom eller yrkeslegitimation. Certifieringen kan utföras av ett organ, en juridisk eller fysisk person som skriftligen försäkrar att innehållet i ett dokument överensstämmer med verkligheten.

Certifierad kontrollansvarig
För byggprojekt med krav på lov eller anmälan fordras en Kontrollansvarig enligt PBL. Kompetensen ska styrkas genom ett certifikat utfärdat enligt Boverkets föreskrifter (BFS 2011:14 KA4/5).

6.5 Certifierings- och klassningssystem av hel byggnad

Miljöcertifiering av byggnader är ett verktyg som används på frivillig basis för att kommunicera miljöprestanda och för prioriteringar under projekteringen.

Det svenska systemet Miljöbyggnad har använts för certifiering sedan 2011 och baseras på ett system, Miljöklassad byggnad, som ursprungligen utvecklades av branschföretag och ByggaBoDialogen via Boverket. Idag är det Sweden Green Building Council (SGBC) som utvecklar Miljöbyggnad vidare. I princip alla slags byggnader kan certifieras.

I tidigare versioner av Miljöbyggnad har det funnits ett dagsljuskrav som bygger på BBR:s allmänna råd. Inom branschen har detta varit drivande i dagsljusfrågan och för den kunskapsutveckling inom dagsljus som skett efter 2011 till tidigt 2020-tal. I den nu gällande versionen av Miljöbyggnad, version 4.1, har dock dagsljuskravet utgått som egen indikator, vilket har lett till att dagsljus inte alltid beaktas.

Det finns också en Svanen-märkning som kan användas för småhus, flerbostadshus, skolor och förskolor. Med den senaste version av systemet kan även lokaler certifieras. Certifieringssystemet är gemensamt för Norden och drivs av Nordisk Miljömärkning. Systemet har ett obligatoriskt krav på dagsljustillgång. För bostäder är kravet relaterat

till de nationella kraven som finns i respektive land medan kravet för skolor och andra lokaler relaterar till rekommendationerna i EN 17037.

I Sverige är de vanligaste internationella systemen BREEAM och LEED. Det brittiska certifieringssystemet BREEAM har funnits i cirka 30 år och LEED cirka 20 år. Det har tidigare varit obligatoriskt att klara krav på dagsljus inom Miljöbyggnad och Svanen. LEED och BREEAM bygger på att samla poäng och behöver därmed inte bedöma dagsljus. Viss anpassning av dagsljuspoängen till svenska förhållanden i BREEAM-SE samt inom LEED (ACP Daylight för nordiska projekt) har gjort dessa indikatorer mer uppnåeliga. Trots detta är tilldelning av poäng för dagsljus i dessa system fortfarande relativt ovanlig.

Sweden Green Building Council erbjuder verktyg och utbildning i miljöcertifiering av byggnader, stadsdelar och anläggningsprojekt. SGBC tillhandahåller utbildningar och verktyg för certifiering inom bland andra Miljöbyggnad, LEED och BREEAM-SE. Vidare arrangeras utbildningar om certifieringssystemet WELL.

Systemens utgångspunkter är framför allt långsiktig hållbarhet, låg användning av resurser och energi och liten klimatpåverkan. Sweden Green Building Council informerar om olika certifieringar på sina hemsidor:

- BREEAM-SE
- LEED
- Miljöbyggnad
- WELL Building Standard

Gemensamt för systemen är att de bedömer en byggnad på ett antal punkter, i några fall ett sjuttiotal punkter. Ju fler miljöåtgärder som genomförs desto högre poäng får byggnaden och desto högre miljöbetyg att kommunicera. Miljöbyggnad har begränsat bedömningen till cirka 16 punkter. Byggnadens miljöstatus på områdena energi, inomhusmiljö och material ingår i alla systemen med olika vinklingar och bedömningskriterier.

6.6 Branschens aktörer i Sverige

Här redovisas ett urval av branschaktörer som verkar i Sverige förutom de stora grupperna av material- och produkttillverkare, byggherrar, projektörer, entreprenörer, fastighetsägare och förvaltare samt försäkringsbolag och certifieringsorgan. Sammanställningen är inte fullständig och kommer att behöva justeras efter hand, både beträffande vilka aktörer som finns/bör finnas med, och beträffande den beskrivande texten. Listan har delats in i följande kategorier:

- Bransch- och intresseorganisationer samt nätverk
- Universitet & högskolor
- Forskningsinstitut
- Forskning och utveckling
- Utbildare

Ett bra sätt att följa aktörernas aktiviteter är att följa de nyhetsbrev som flera av aktörerna publicerar regelbundet.

6.6.1 Bransch- och intresseorganisationer samt nätverk

Belysningsbranschen
Belysningsbranschen är en huvudorganisation för Sveriges tillverkare och importörer av

ljuskällor, belysningsarmaturer och komponenter. Det övergripande målet är att skapa intresse, sprida kunskap och verka för ökad kvalitet på belysning i den offentliga miljön.

Byggföretagen
Byggföretagen är en bransch- och arbetsgivarorganisation för bygg-, anläggnings- och specialföretag som är en del av Svenskt Näringsliv.

Byggherrarna
Föreningen Byggherrarna med dotterbolaget Byggherrarna Sverige AB verkar för att belysa och stärka byggherrefrågor genom hela byggherreprocessen från idé till färdigställande med hänsyn tagen även till förvaltningsskede och rivning. Medlemmarna representerar långsiktiga fastighetsägare eller förvaltare som utvecklar, planerar och genomför bygg- eller anläggningsprojekt för egen drift och förvaltning.

Fastighetsägarna
Fastighetsägarna är en branschorganisation med uppdrag att förbättra villkoren för fastighetsföretagandet så att bostads- och lokalmarknaden kan utvecklas. Organisationen består av förbundet Fastighetsägarna Sverige och fyra regioner. Fastighetsägarna har publicerat boken God inomhusmiljö - en handbok för fastighetsägare. Den riktar sig främst till mindre fastighetsägare och bostadsrättsföreningar och innehåller en genomgång av regelverk och av tekniken som påverkar inneklimatet. Boken ska fungera som en branschguide för hur en god inomhusmiljö skapas.

Kontrollansvarigas riksförening (KARF)
Kontrollansvarigas riksförening (KARF) är en ideell rikstäckande organisation för personcertifierade kontrollansvariga (KA) med uppdrag i alla typer av byggprojekt.

Ljusinitiativet
Ljusinitiativet är en ideell och oberoende organisation, som startats av forskare och branschexperter inom flera ljusrelaterade discipliner. Alla har unika erfarenheter och kompetenser samt ett personligt engagemang och en strävan att vilja göra skillnad.

Ljusinitiativet har till syfte att stödja framtagande av kunskap och tekniska lösningar samt främja akademisk forskning kring hälsosam ljuspåverkan. Organisationen verkar för att morgondagens ljusmiljöer ska understödja barns och vuxnas hälsa och välbefinnande.

Svensk ljusdesign
Svensk ljusdesign erbjuder ackreditering till beställare och byggherrar för en kvalitetsnivå vid upphandling av oberoende ljusplanering. Svenska ljusdesigners verkar för att skapa en fristående disciplin inom bygg- och anläggningsbranschen som uteslutande behandlar ljusfrågor.

Svenska belysningssällskapet
Svenska Belysningssällskapet är en ideell förening som arbetar för kunskap, kreativitet och utveckling inom belysningsområdet samt för att öka insikten om ljusets betydelse för den totala miljön.

Svenska institutet för standarder (SIS)
Svenska institutet för standarder (SIS) är en del av den globala standardiseringsorganisationen ISO och den europeiska standardiseringsorganisationen CEN. SIS ingår i ett nätverk av experter som arbetar med att skapa svenska, europeiska och internationella standarder. SIS har tekniska kommittéer som består av experter inom branschen som är med och utformar europeiska standarder inom respektive bransch.

SIS är en öppen plattform för samverkan och svensk påverkan på den internationella standardiseringen. SIS har ett regeringsuppdrag att underlätta för svensk export.

Sveriges kommuner och regioner (SKR)
Sveriges kommuner och regioner (SKR) är en medlems- och arbetsgivarorganisation som alla Sveriges kommuner och regioner är medlemmar i. Organisationens uppgift är att stödja och bidra till att utveckla kommuner och regioners verksamhet, och är ett nätverk för kunskapsutbyte och samordning. SKR ska ge service och professionell rådgivning till tjänstepersoner och förtroendevalda i kommuner och regioner inom alla de frågor som kommuner och regioner är verksamma inom. SKR har bland annat tagit fram underlag beträffande faktorer som påverkar innemiljön samt de lagar, föreskrifter och rekommendationer som finns inom området. Avsikten är att ge en bra grund till medlemmarna inför diskussioner om innemiljöfrågor.

Sydljus
Sydljus är en ideell förening, som arbetar för kunskap, kreativitet och utveckling inom belysningsområdet. Föreningen verkar för ökad insikt om naturligt och artificiellt ljus ur tekniska, synergonomiska och estetiska aspekter. Verksamheten bedrivs i huvudsak i Sydsverige samarbetar med liknande organisationer nationellt och internationellt.
Som medlem i Sydljus får du också delta i arrangemang hos våra systersällskap, Svenska Belysningssällskapet och Västljus, till medlemspris.

Teknikföretagen
Teknikföretagen är en bransch- och arbetsgivarorganisation som är en del av Svenskt Näringsliv.

Västsvenska belysningssällskapet - Västljus – VSB
Västsvenska belysningssällskapet VSB är ett öppet forum för informella kontakter mellan alla yrkeskategorier med ett stort intresse av eller som sysslar med belysningsfrågor: arkitekter, inredare, elkonsulter, belysningstekniker, ljussättare, armatur- och tillverkare av ljuskällor, läkare, personal som arbetar med företagshälsovård och arbetsmiljö, optiker, skyddsingenjörer m.fl.

6.6.2 Universitet & högskolor

Chalmers
Vid Chalmers CVA, centrum för vårdens arkitektur, sammanställs forskning om dagsljus betydelse för hälsa.

Kungliga Tekniska Högskolan (KTH)
Vid KTH genomförs forskning om ljus vid Arkitekturskolans avdelning för ljusdesign.

Ljuslaboratoriet är en avdelning vid KTH Arkitekturskolan och arbetar inom ämnet ljusdesign på masternivå på utbildning och forskning. Synsättet på ljus och ljusplanering är en kombination av visuell, fysisk och biologisk baserad erfarenhet och kunskap tillämpad på design, teknik och hälsa.

Lunds universitet – Faculty of Engineering (Lunds Tekniska Högskola – LTH)
Avdelningen för Energi och ByggnadsDesign (EBD) vid Lunds universitet (LTH) erbjuder ett 2-årigt program som heter ”Master in energy-efficient and environmental buildings”. I programmet ingår en obligatorisk kurs om dagsljus och belysning som heter ”Daylighting and lighting buildings”. Flera av programmets uppsatser (exjobb projekt) handlar om dagsljus, belysning och energi. EBD deltar i utbildningsprojektet NLITED. Lunds universitet (LTH) erbjuder även en 3hp kurs som heter ”Ljus och färg” för arkitektur eller industridesign studenter (kandidatprogram) och en 7,5 hp fristående

kurs som heter ‘Ljus, belysning och människan’(TFRE51). Det finns också en uppdragsutbildning Synergonomisk riskbedömning, 7,5 hp, som innehåller hur man gör riskbedömningar och ljusmätningar i den visuella miljön.

Malmö universitet
Vid Institutionen för materialvetenskap och tillämpad matematik bedrivs utbildning och forskning med koppling till installationer och energi.

Tekniska Högskolan i Jönköping
Vid Avdelningen för byggnadsteknik och belysningsvetenskap är forskningsvisionen att skapa "en högkvalitativ byggd miljö för alla". Avdelningens uppdrag för att förverkliga denna vision är "att skapa lösningar för byggnader och infrastrukturer som nyttar människor, industri och samhälle och samskapar en hållbar framtid." Forskning om belysning är en specialitet.

Jönköping University erbjuder ett 180 hp program som heter Ljusdesign och belysningsteknik.

Sveriges Bygguniversitet
Sveriges Bygguniversitet är en samarbetsorganisation som omfattar de forsknings- och utbildningsenheter på Chalmers, KTH, LTH och LTU som är knutna till utbildning av civilingenjörer eller motsvarande. Organisationen ska verka för att den bygginriktade forskningen och utbildningen får bättre möjligheter att fylla det behov av ny- och tvärdisciplinär kunskap och kompetens som utvecklingen mot ett alltmer hållbart samhälle skapar.

6.6.3 Forskningsinstitut

RISE Research Institutes of Sweden (RISE)
RISE är ett statligt forskningsinstitut som samverkar med företag, akademi och offentlig sektor. Samverkan sker både nationellt och internationellt. RISE erbjuder miljöer för test och demonstration av teknologier, produkter och tjänster. Inom affärs- och innovationsområdet Hållbara städer och samhällen finns RISE samlade expertis inom bland annat hållbart byggande och energisystem. Koncernövergripande forsknings-områden finns bland annat rörande Byggd miljö, Energi och Material. RISE har regler för produktcertifiering och utför certifiering av ledningssystem och personcertifiering. RISE är anmält organ för ett drygt tiotal CE-märkningsdirektiv eller förordningar.
Ett anmält organ uppfyller krav på bland annat oberoende och opartiskhet.

6.6.4 Utbildare

Universitet och högskolor
Vid universitet och högskolor ingår kurser om ljus och belysning i utbildningar till bl.a. arkitekt och högskoleingenjör.

Kungliga Tekniska Högskolan – KTH
KTH har en ettårig magisterutbildning: Architectural Lighting Design Program. Det är ett internationellt program som ger en fördjupad förståelse av området ljusdesign genom vetenskapligt baserad kunskap och praktisk erfarenhet inom området elektriskt ljus och dagsljus. Utbildningen ljusdesign är grundläggande för att lyfta fram arkitektur och avgörande för människors välbefinnande.

NLITED - New Level of Integrated TEchniques for Daylighting education
NLITED är en utbildningsplattform för dem som vill lära sig mer om dagsljus och dess potential att förbättra välmående och minska förbrukningen av el. Projektet genomförs

av ett konsortium bestående av fyra europeiska universitet: Niccolò Cusano University [(IT), DTU (DK), Gdańsk Tech (PL) och Lunds universitet (SE) med samarbete med många associerade partner

STI - Stockholms Tekniska Institut
STI har en 2-årig YH-utbildning som innehåller teknik, design och estetik.
I utbildningen ingår att planera och projektera belysningslösningar med hänsyn till både design, arbetsmiljö och energieffektivitet.

Sverigefinska Folkhögskolan i Haparanda
Sverigefinska Folkhögskolan i Haparanda har en 2-årig utbildning i ljusdesign samt distanskurs.

Tekniska Högskolan i Jönköping
Tekniska Högskolan i Jönköping har en treårig kandidatexamen med huvudområdet Produktutveckling, inriktning Ljusdesign. Utbildningen i ljusdesign ger den som är intresserad av att arbeta med dagsljus och elljus stora möjligheter att fördjupa dina kunskaper förbereda för framtida arbetsuppgift med ljus och belysning.

Yrkeshögskolan (YH)
Inom yrkeshögskolan finns fyra typer av huvudmän: statliga, kommunala, landsting och privata anordnare.

6.7 Forskning och utveckling

ARQ
ARQs ändamål är att främja vetenskaplig forskning angående arkitektur, samhällsplanering, byggnadsplanering och projektering. ARQ verkar som en länk mellan akademins forskare och företagens praktiker i gränsöverskridande studier och projekt. ARQ har finansierat flera projekt om dagsljus och belysning.

Bertil och Britt Svenssons Stiftelse för belysningsteknik
Belysningsstiftelsen främjar forskning och utbildning och ger stipendier till olika typer av projekt inom belysning.

Forskningsrådet Formas
Formas är ett statligt forskningsråd för hållbar utveckling. Rådet finansierar forskning och innovation, utvecklar strategier, gör analyser och utvärderar. Verksamhetsområdena ligger inom miljö, areella näringar och samhällsbyggande. Rådet genomför forskningssammanställningar som syftar till att underlätta för Sverige att nå de nationella miljömålen. Rådet kommunicerar forskning och forskningsresultat.

Light Collaboration Network – LCN
Light Collaboration Network är ett nätverk som har utvecklats utifrån en önskan om möjligheter att kommunicera kring ljusrelaterade ämnen. Föreningen uppmuntrar utbildningsutbyte och samarbete mellan forskning och industri bland en bred publik.

NLITED - New Level of Integrated TEchniques for Daylighting education
NLITED-projektet genomförs av ett konsortium bestående av fyra europeiska universitet: Niccolò Cusano University [(IT), DTU (DK), Gdańsk Tech (PL) och Lunds universitet (SE) med samarbete med många associerade partner.

Smart Built Environment
Smart Built Environment är ett strategiskt innovationsprogram för hur samhällsbyggnadssektorn kan bidra till Sveriges resa mot att bli ett globalt föregångsland som realiserar de nya möjligheter som digitaliseringen för med sig.

I Smart Built Environment genomförs en långsiktig satsning för att ta fram mer hållbara och integrerade sätt att bygga.

Statens energimyndighet
Energieffektivisering inom belysningsområdet – EELYS, programmets syfte var att främja energieffektivisering genom utveckling inom belysningsområdet. Idag är det inkluderat i deras vanliga utlysning om energieffektivitet.

Svenska Byggbranschens utvecklingsfond (SBUF)
Svenska Byggbranschens utvecklingsfond (SBUF) har flera forsknings- och utvecklingsprojekt om dagsljus.

Vinnova
Vinnova är Sveriges innovationsmyndighet med uppdrag är att stärka Sveriges innovationsförmåga och bidra till hållbar tillväxt. Vinnova ska vara en innovativ kraft i en hållbar värld för att Sverige och stimulerar samarbeten där kunskap och kompetens från olika håll möts och där organisationer lär av varandra. Varje år satsar Vinnova ungefär tre miljarder kronor på forskning och innovation.

AFA Försäkring
AFA Försäkring är en organisation som ägs av arbetsmarknadens parter och förvaltar kollektivavtalade försäkringar. De ger ekonomiskt stöd vid arbetsskador, sjukdom och arbetsbrist. AFA finansierar även forskning och utvecklingsprojekt som syftar till att förebygga ohälsa i arbetslivet.

7 Ljus, synupplevelse, hälsa och beredskap

7.1 Ljus- och belysningsrekommendationer

Rekommendationer för belysningsstyrkor finns preciserade för alla typer av arbetsplatser inomhus i standarden EN 12464-1 (standarden finns tillgänglig i boken *Ljus och rum,* Ljuskultur 2022). Enligt standarden är belysningskrav beroende av att tre mänskliga grundläggande behov tillgodoses:

- Synkomfort, varvid de arbetande upplever en känsla av välbefinnande, vilket också på ett indirekt sätt bidrar till en högre produktivitetsnivå och bättre kvalitet i arbetet.
- Synprestation, varvid de arbetande kan utföra sina synuppgifter även under svåra förhållanden och under längre perioder.
- Säkerhet.

De parametrar som bestämmer kvaliteten på den visuella miljön med hänsyn till elektrisk belysning och dagsljus är:

- luminansfördelning,
- belysningsstyrka,
- bländning,
- ljusriktning, belysning i inomhusmiljön,
- färgåtergivning och ljusets färgkaraktär,
- flimmer,
- ljusets variation (nivåer och ljusfärg).

Enligt Arbetsmiljöverkets författning *AFS 2023:12 Arbetsplatsens utformning* ska ovan nämnda faktorer beaktas för att belysningen ska vara av god kvalitet och arbetsgivare rekommenderas att följa standarden *EN 12464-1* för arbetsplatser inomhus samt *EN 12464-2* för arbetsplatser utomhus.

Samtidigt finns i byggprocessen ofta en brist på beställarkompetens inom belysning, vilket kan leda till att fokus hamnar på kostnad för energi och armaturinstallation snarare än på god visuell miljö och arbetsmiljö, vilket många gånger leder till att rekommendationer och lagkrav inte följs. För att stödja beställare i detta har ett särskilt beställarunderlag tagits fram (se bilaga 8).

7.1.1 Belysningsstyrka

Belysningsstyrka (eller illuminans) – E – anger hur mycket ljus som träffar en yta och mäts i enheten lumen/m^2 eller lux (lx). I EN 12464-1 finns rekommendationer i tabellform för medelvärdet hos belysningsstyrkan, E_m (lx) och hur mycket ljus det ska vara på arbetsytor för olika sorters arbete. Det finns också rekommendationer för minsta belysningsstyrka på vägg och tak i den uppdaterade standarden från 2021.

Belysningsstyrkan behöver vara god för många arbetsuppgifter. Vid kraftigt synkrävande arbete eller med ett åldrande öga krävs det ibland extra hög belysningsstyrka. En undersökning visar att prestationsförmågan och produktiviteten vid ett synkrävande arbete med små detaljer vid ett löpande band, ökar med belysningsstyrkan. Produktiviteten steg ungefär 3 % när belysningsstyrkan ökades från 800 lx till 1 200 lx (Juslén et al. 2007). Större belysningsstyrka än 1 000 lx ger ingen större förändring av synförmåga, allt för starkt ljus kan sänka prestationen. En studie av brevbärare visade på betydelsen av belysningen, vid sorteringshyllor, som var enormt

ojämn, bländande och svag. Brevbärare med ögonbesvär behövde dubbla tiden för att sortera jämfört med de utan ögonbesvär. När belysningen förbättrades med högre belysningsstyrka, mindre bländning och bättre jämnhetsvärde ökade prestationsförmågan med 9 % för de med ögonbesvär så att det inte längre fanns några skillnader mellan grupperna (Hemphälä & Eklund 2012, Hemphälä et al. 2012).

De internationella rekommendationer som finns för belysningsstyrkor för arbetsytor vid inomhusarbete verkar inte ha någon större effekt på den kognitiva förmågan eller mentala välbefinnandet hos kontorsarbetare, det är hela den visuella miljön som påverkar välbefinnande och prestationsförmågan (de Vries et al. 2020). I tabell 6.1 visas att medelvärdet för belysningsstyrka E_m ska vara 500 lx på ett skrivbord vid kontorsarbete, med ett jämnhetsvärde U_0 på 0,60. Det ska inte skilja mer än 40 % mellan belysningsstyrkans minsta värde och medelvärdet på arbetsytan. Om belysningsstyrkan inom arbetsområdet är 500 lx så ska belysningsstyrkan inom den omedelbara omgivningen vara minst 300 lx, se förklarande skiss i figur 7.1. (Prevent 2021, Blehm et al. 2005)

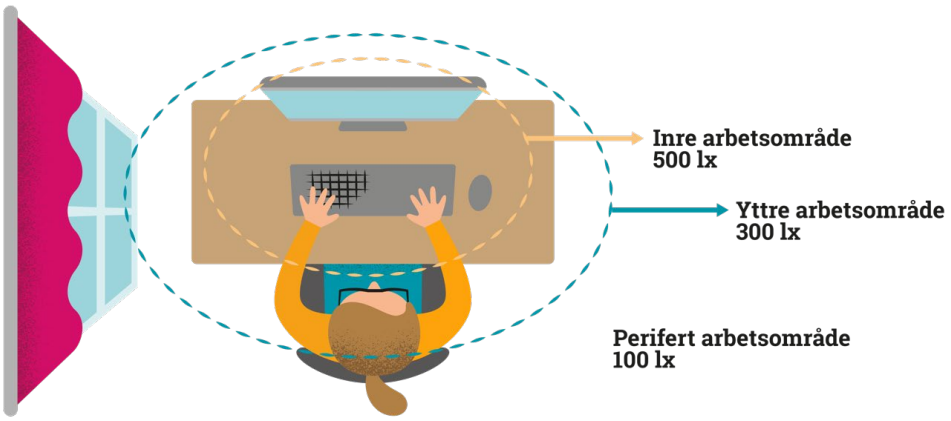
Tabell 7.1 Exempel på information från SS-EN 12464-1 Tabell 34 - Kontor.

Ref.nr	Typ av arbets-/aktivitetsområde	$\bar{E}_m$ lx		U_0	R_a	R_{UGL}	$\bar{E}_{m,z}$ lx	$\bar{E}_{m,vägg}$ lx	$\bar{E}_{m,tak}$ lx	Specifika krav
		erforderlig[a]	anpassad[b]				U_0 ³ 0,10			
34.2	Skrivning, tangentbordsskrivning, läsning, databehandling	500	1000	0,60	80	19	150	150	100	…

Förklaringar:

$\bar{E}_m$ (lx) – bibehållen belysningsstyrka
R_a – Färgåtergivningsindex
R_{UG} – CIE:s bländningsindex (UGR)
R_{UGL} – R_{UG} gränsvärde
$\bar{E}_{m,z}$ (lx) – medelvärde på bibehållen cylindrisk belysningsstyrka
$\bar{E}_{m,vägg}$ (lx) – bibehållen belysningsstyrka på väggar
$\bar{E}_{m,tak}$ (lx) – bibehållen belysningsstyrka på tak
U_0 – Jämnhetsvärde för belysningsstyrkan på arbetsytan (min/medel)

Rekommendationer finns också för belysningsstyrkan på väggar och tak för flera sorters lokaler med inomhusarbete, vägg $E_m > 50$ lx med $U_0 \geq 0{,}10$ och tak $E_m > 30$ lx med $U_0 \geq 0{,}10$. (se figur 7.1). Det kan vara svårt att få detta att fungera för exempelvis lagerlokaler, på grund av utformningen.



Figur 7.1 Belysningsrekommendationer (lägsta värden) för olika områden i ett kontor (Illustration från Mynak 2021).

För kontor, utbildningslokaler, vårdlokaler, trapphus eller liknande är rekommendationerna för belysningsstyrka högre än den allmänna som anges ovan. Rekommendationer för dessa är vägg $E_m > 75$ lx med $U_0 \geq 0{,}10$ och tak $E_m > 50$ lx med $U_0 \geq 0{,}10$.

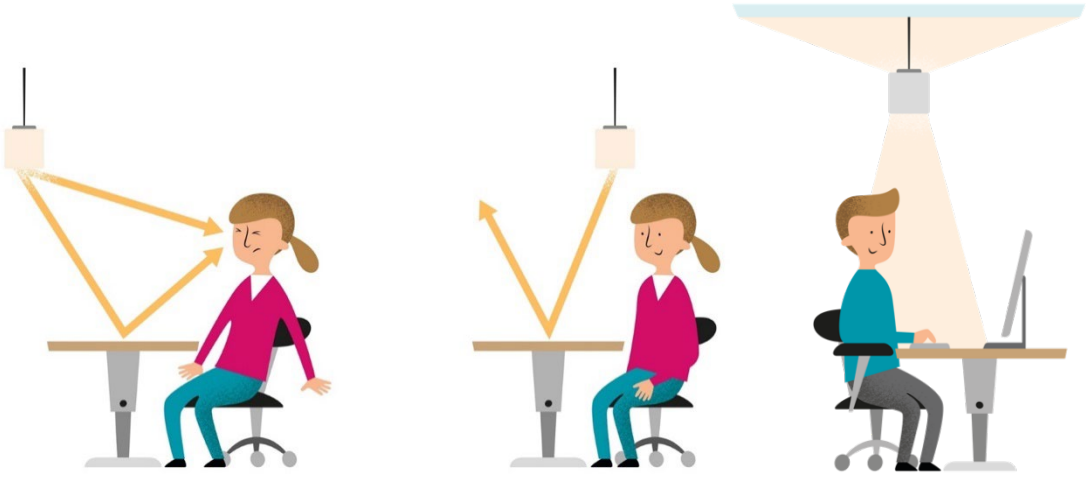
7.1.2 Ljusets riktning och ljusfördelning – armaturtyper och distribution

Ljusets riktning och ljusfördelning samt armaturtyper och distribution har betydelse. Ljuset bör komma rakt ovanifrån, inte för långt fram så att det går att se ljuskällan eller få reflexer av ljuskällan i arbetsmaterialet eller bildskärmen (se figur 7.2 och 7.3). Oftast fungerar det om armaturen placeras längs med bordskanten.

Ljusets distribution i rummet är viktig för att skapa upplevelsen av ett ljust rum med få reflexer och god belysning på arbetsytan. Vid planeringen av belysning behöver lämpliga zoner och positioner för montering väljas så att det inte blir störande reflexer. Synbarheten och kontraster på en bildskärm påverkas av belysningsstyrka, luminans och reflexer i bildskärmens yta (EN 12464-1). Maximal luminans som får avges från en armatur som kan riskeras att orsaka reflexer i skärmen är 3000 cd/m^2 för högluminanta skärmar som ger >200 cd/m^2 och för de mer vanliga mellanluminanta skärmarna med <200 cd/m^2 är det max 1500 cd/m^2



Figur 7.2 Armaturer med vinklar som riskerar bländning och reflexer, större än 65 ° vinkel ska inte finnas i en kontorsmiljö pga. reflexer i skärmen, men det finns också en stor risk för bländning av armaturer som inte har en avskärmning på minst 30 °(Illustration: Hillevi Hemphälä).



Figur 7.3 Över skrivbord bör armaturer placeras längs med bordskanten och gärna vara en nedpendlad armatur med både direkt och indirekt belysning. (Illustrationer från Mynak 2021)

Det finns flera belysningslösningar som ger en god visuell miljö. Den som vanligen ger den bästa visuella miljön är nedpendlade armaturer med både indirekt och direkt ljusfördelning.

Vanliga typer av armaturer:

- Nedpendlade armaturer med direkt/indirekt eller både direkt och indirekt belysning. Taket blir ljust och skillnaden mellan armaturens lysande yta och taket blir minimal.
- ”Downlights” är armaturer, oftast runda, som sitter monterade infällda i eller monterade i taket. Ger bara direkt belysning. Taket blir ofta mörkt och då kan ljuskällan upplevas som bländande.
- Utanpåliggande armaturer, exempelvis avlånga lysrörsarmaturer eller LED-armaturer. Ger bara direkt belysning. Taket blir ofta mörkt och då upplevs ljuskällan som bländande.
- LED-paneler/infällda armaturer, ofta kvadratiska armaturer med bara direkt belysning. Taket blir ofta mörkt och då upplevs ljuskällan som bländande.
- Spotlights som är utanpåliggande eller infällda och ska framhäva exempelvis varor i en butik, eller konst på väggar. Dessa är ofta mycket ljusintensiva och kan ge kraftig bländning när en person står i ljuskäglan, vanliga i butikslokaler.

För mer information om olika typer av armaturer, se boken *Syn och belysning i arbetslivet*. (Prevent 2021).

7.1.3 Bländning och luminansförhållande

För en hållbar arbetsplats med förutsättningar för god hälsa bland medarbetarna är bländning en av de faktorer som bör undvikas. Bländning från armaturer inomhus är ett stort problem bland de som utövar synkrävande arbete såsom datorarbete (Blehm et al. 2005, Boyce & Wilkins 2018, Clear 2013, Figueiro & Rea 2016). När bländande armaturer finns i synfältet ökar risken för ögonbesvär, huvudvärk och nack/skulderbesvär (Helland et al. 2011, Palm et al. 2007). En svensk studie visar att mer än hälften av arbetstagarna upplever armaturer i synfältet som vara för starka, vilket betyder att de var bländande, dessa individer rapporterade mer huvudvärk, ögonbesvär och nackbesvär än de som inte upplevde bländning (Hemphälä et al. 2012).

Bländning från armaturer är vanligt förekommande och beror på att armaturerna inte placerats rätt i förhållande till arbetsuppgift/sysselsättning, eller olämplig typ av armatur valts. När en armatur är ljusare än sin omgivning orsakar det ofta bländning. Besvär som kan uppkomma är huvudvärk, ögonbesvär och muskel- och ledbesvär från t.ex. nacke, axlar och skuldror (Blehm et al. 2005, Boyce & Wilkins 2018, Fostervold & Nersveen 2008, Hayne & Martin 2019, Hemphälä et al. 2021, Mork et al. 2020, Shepherd 2010).

Bländning kan indelas i två typer, synnedsättande bländning (även kallat obehagsbländning) och synförsvårande bländning (Anshel 2005). Synnedsättande bländning är ofta så besvärande att den som är besvärad gör något åt det som att t.ex. sätta upp en kartong i fönstret eller flytta på datorskärmen, medan synförsvårande bländning oftast inte åtgärdas även om besvär framkommer. Studier visar en ökad svårighet att hålla fokus på texten på en datorskärm när det förekommer synförsvårande bländning på grund av att pupillen blir mindre, den dolda skelningen (fixationsdispariteten, ögonens förmåga att samarbeta) försämras och att ögonrörelserna blir långsammare eller uteblir (Lin et al. 2015, Glimne et al. 2013, Hamedani et al. 2019).

Det finns rekommenderade bländtal för obehagsbländning, R_{UGL} (Unified Glare Limit), vanligen kallat UGR, för armaturer som ska installeras. Bländtalet är olika beroende på vilken lokal och vilka arbetsuppgifter som ska genomföras. Lägsta och bästa bländtalet är 10, högsta är 28. Ett problem med att använda UGR är att det är framtaget i bästa möjliga situation i en blickriktning. Vid ändring av läge, bara en liten bit, krävs ny beräkning. UGR kan inte användas i vardagliga sammanhang utan bara när armaturer köps in eller ritas i ett digitalt sammanhang. Det är viktigt att tänka på att ett UGR-värde sällan kan uppnås i verkligheten, då det beror på reflektansen från omgivande ytor (väggar, tak, golv, bord, etc) om inte den visuella miljön i lokalen är den bästa möjliga. I EN 12464-1 finns anvisningar för beräkning av UGR.

Bländning från dagsljus accepteras bättre jämfört med bländning från elektrisk belysning, vilket kan hänga ihop med att fönster vanligen ger tillgång till utblick. Bländning från dagsljus brukar oftast utvärderas med DGP, Daylight Glare Probability. Detta mått ska dock inte användas för rum med dagsljusöppningar i tak och i situationer där den vertikala belysningsstyrkan inte kan förväntas vara någon bra indikator för bländning, t.ex. i mörka rum med små öppningar (Naves et al. 2020).

Ljusheten på olika ytor benämns luminans och mäts i enheten candela/m^2.
Ljusets fördelning, luminansförhållande, i ett rum är viktig för att inte få för stora skillnader i ljushet. Ljusheten på olika ytor bör alltså inte skilja för mycket utan ljuset ska kunna spridas till alla ytor, annars riskeras bländning. Stora skillnader i luminansvärden leder lätt till bländning som kan leda till trötthet, olyckor och misstag, speciellt när källan för bländning är över horisontalplanet vid blickriktning rakt fram. Enligt AFS 2023:12 ska bländning i största möjliga mån undvikas. För att uppnå en god visuell miljö behöver väggar och tak vara ljusa, med höga reflektansvärden, vilket gör att ljuset reflekteras på ett bra sätt.

De invändiga ytornas ljusreflektansvärden (eller reflektionsfaktorer) utgör indata till beräkningarna, liksom reflektionsfaktorer för omgivande byggnader och mark.
Här används ofta schablonmässiga värden, eller värden som överensstämmer med de materialval som görs. I dagsljusstandarden EN 17037 rekommenderas följande reflektansvärden:

- Innertak 0,7–0,9
- Innervägg 0,5–0,8
- Golv 0,2–0,4
- Utsida yttervägg 0,2–0,4 (även för omgivande byggnader)
- Utvändig mark 0,2

Det finns också rekommendationer för möbler, att reflektansen bör vara mellan 0,2–0,7, detta innebär att vita och svarta skrivbord inte bör rekommenderas, då de har en ljusreflektans utanför rekommendationerna. (EN 12464-1)

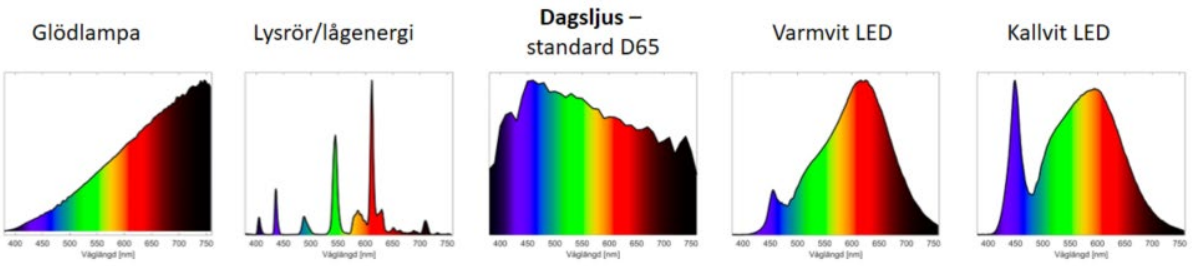
Ibland kan för starka mönster och färger ge upphov till en visuell stress, vilket kan påverka mängden ögonbesvär och huvudvärk, speciellt bland känsliga individer (Fernandez & Wilkins 2008, Evans & Stevenson 2008).

7.1.4 Färgåtergivning och färgtemperatur

Både artificiella ljuskällor eller dagsljus karakteriseras av två egenskaper: ljusets färgåtergivningsförmåga och dess färgtemperatur (hur varmt eller kallt ljuset är).

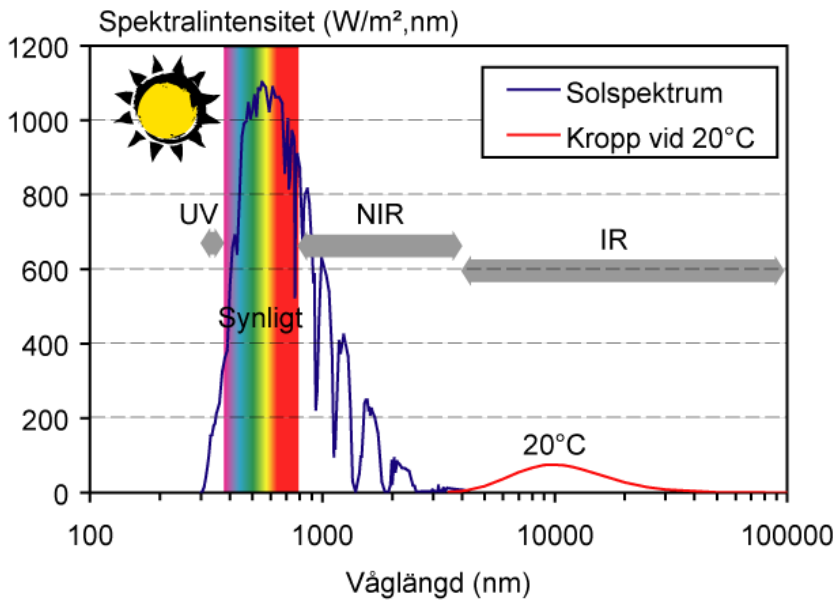
Ljuskällor i arbetsmiljöer ska ge god färgåtergivning, minst ett R_a på 80. Vissa miljöer med högre krav på färgåtergivningen ska ha minst R_a 90 (t.ex. grafisk industri eller operationsmiljöer), högsta möjliga värde på R_a är 100. R_a är benämningen på färgåtergivningen när man testar på 8 färger. En nyare version för att beskriva färgåtergivning är CRI, Colour Rendering Index, som styrs av 14 färger. Det finns ett internationellt utvecklingsprojekt för nytt sätt att mäta färgåtergivningen, med avsevärt fler färger och en bättre jämförelse av ljuskällor.

Ljusets färgtemperatur mäts i Kelvin (K). En varmvit ljuskälla har < 3 300 K, neutralt vitt ljus 3 300–5 300 K och en kall ljuskälla har > 5 300 K. Dagsljusets färgkaraktär varierar över dagen mellan 2 000 K för solen vid solnedgång till 7 500 K för en mulen himmel och 10 000 K för en klarblå himmel (Group 2014). I figur 7.4 visas exempel på spektrum för olika ljuskällor.



Figur 7.4 Spektralfördelningar för olika ljuskällor (Källa: Johannes Lindén, LTH).

Solljus innehåller mer än synligt ljus. I figur 7.5 visas spektralfördelningen för direkt solljus.



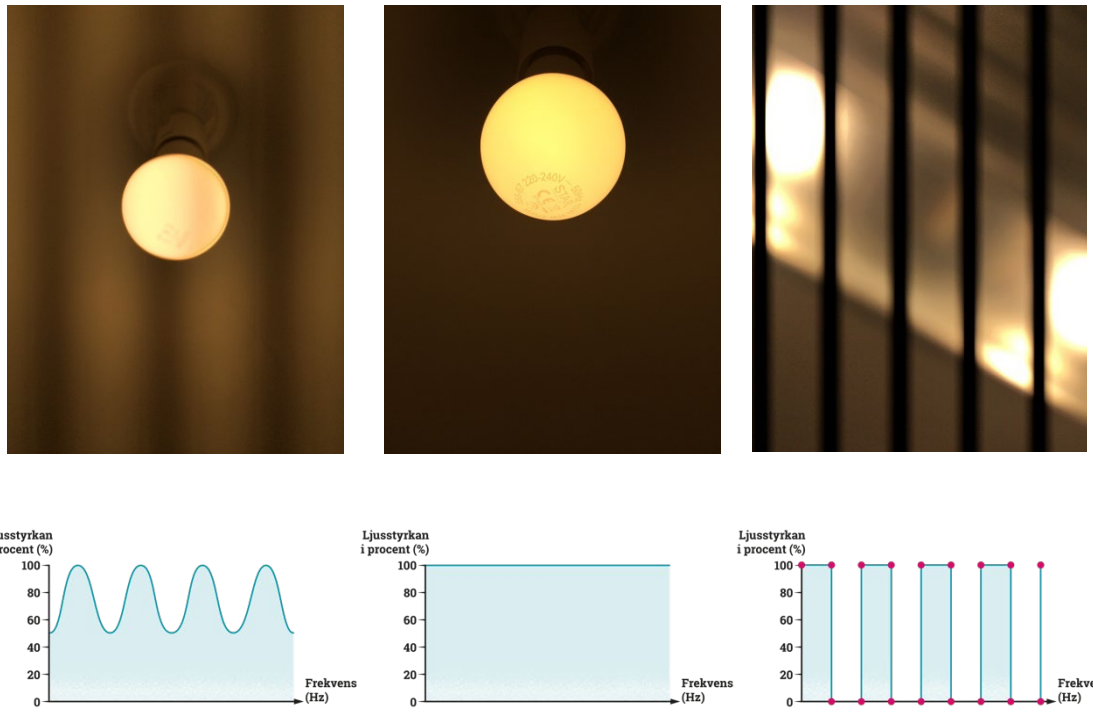
Figur 7.5 Spektralfördelning för direkt solstrålning enligt ISO 9845-1:2022, vid markytan i normalriktningen (Air mass 1,5), jämfört med ideal värmestrålning från ett objekt vid 20 °C. (Källa: Helena Bülow-Hübe).

7.1.5 Flimmer och temporala ljusmodulationer

Flimmer är en ljusvariation i det synliga spektrumet där ljusintensiteten varierar över tid i en viss frekvens som beror på armaturens drivdon. Hur störande detta är beror på hur stor modulationen (skillnad mellan min och max) är och hur ljuskurvans intensitet ser ut. En kantig kurva med 100 % modulation är värre än en sinuskurva med liknande modulation, se figur 7.5. En lampa flimrar när det pulserande ljuset är fullt synligt. När frekvensen ökar och det inte går att urskilja flimret längre så benämns det temporal ljusmodulation, icke-visuellt flimmer, osynligt flimmer eller subliminalt flimmer.

Flimmer distraherar och kan ge upphov till fysiologiska effekter såsom huvudvärk, ögonbesvär och påverkan på prestationsförmågan. Även temporala ljusmodulationer kan orsaka besvär, och då dessa inte syns kan besvären felaktigt kopplas till andra orsaker (Wilkens et al. 2010). I en studie genomförd i en fMRI av Lindén et al. (2025) påvisades en signifikant skillnad för friska personer mellan helt flimmerfritt och temporala ljusmodulationer (osynligt flimmer) på 100 Hz, i en ännu opublicerad fortsättning studerades även migränpatienter. Där upptäcktes att de med migrän hade en kraftig ökning av blodgenomströmningen i hjärnans smärtcentrum (PAG) jämfört med de friska personerna studerade när de utsattes för osynligt flimmer. För första gången kan man alltså bevisa att individer reagerar olika på osynligt flimmer och att det finns de som är mer känsliga än andra. En hypotes är att osynligt flimmer kan orsaka migrän och huvudvärk hos de som är känsliga, men detta behöver studeras mer.
Det visuella flimret påverkar koncentrationsförmågan och kan vid låga frekvenser ge upphov till epileptiska anfall (Harding et al. 2008). Därför bör en synligt flimrande ljuskälla omedelbart bytas ut. Det synliga flimret från en LED-ljuskälla kan upplevas olika starkt beroende på vågform och frekvens hos ljuskällan. Ett sätt att bedöma flimret är att mäta FVM (flicker visibility measure) (Perz et al. 2017).

Det går att göra en enklare screening genom att använda kameran i en mobiltelefon för att testa om lampan flimrar (allt går inte att hitta, men de ljuskällor som är värst kan hittas) (Osterhaus et al. 2014) se figur 7.6.



Figur 7.6 Olika ljuskällors ljusintensitetskurvor: sinuskurva och fyrkantskurva. Fyrkantskurvan ger upphov till ett svart randmönster över bilden när man tar foto med mobiltelefon (Illustration från Mynak (2021) Foto: Hillevi Hemphälä)

Det icke-visuella flimret från äldre lysrörsarmaturer (före 1990) (med konventionella magnetdrivdon och T8 lysrör) ger upphov till ögonbesvär och huvudvärk (Wilkins et al. 1989, Berman et al. 1991, Friedman & de ver Dye 2009, Kowacs et al. 2004, Küller & Laike 1998). De gamla lysrören gav vågform som en sinuskurva på flimret när de tändes 100 ggr/s (= 100 Hz), vilket är dubbelt de 50 Hz växelström som finns i elnätet, och således blev det en gradvis tändning med en viss eftersläckningstid av ljuskällan. Vanligtvis släcktes ljuskällan ner till 50 % innan det tändes igen. Denna frekvens på 100 Hz med en modulation på ca 35 % gav upphov till huvudvärk, ögonbesvär och påverkan på prestationsförmågan. Med digitala högfrekvensdrivdon i stället för konventionella magnetdrivdon gick det på 90-talet att få bort detta icke-visuella flimmer från de nyare lysrörsarmaturerna och få ett helt flimmerfritt ljus.

En ljusmodulation på 100 Hz har ingen påverkan om modulationen är mindre än 20 %. Om modulationen är 35–45 % börjar vissa individer reagera. När modulationen är 100 % så går det att visuellt se flimret under ögonrörelser. Då syns ljusspår efter ljuskällan när ögat rör sig och objektet står stilla. Detta kallas för ”phantom arrays”. Ett exempel på detta är när man sitter i bilen och flyttar blicken fram och tillbaka över bilen framför, då ser man ljusspår efter baklyktorna på bilen framför. Just phantom arrays innebär en liten praktisk riskfaktor, men den finns bara när ljuset har en kraftig modulation, vilket även kan ge upphov till subjektiva besvär. Phantom arrays kan vara synliga upp till 1 900 Hz och för känsliga individer mellan 3 000 och 4 000 Hz (Roberts & Wilkins 2013).

7.1.6 Rekommenderad frekvens hos LED-ljuskällor

Problemet med flimmer på arbetsplatser har återkommit med LED-ljuskällor. LED-ljuskällor har ett digitalt drivdon. Det finns helt flimmerfria drivdon och armaturer på marknaden, men dessvärre finns det också många armaturer som har felkonstruerade drivdon som ger upphov till ett pulserat, frekvensbaserat och ofta kraftigt modulerat ljus. Modulationen beräknas på hur mycket ljuskällan hinner slockna innan den tänds igen.

LED-ljuskällor kan ge upphov till många olika sorters vågformer såsom sinuskurvor, fyrkantskurvor och sågformade vassa kurvor med korta ”spikar” (Poplawski 2013), se figur 7.6.

Flimret från vissa ljuskällor kan ge stroboskopiska effekter, dessa effekter kan bidra till ökade risker i till exempel en verkstad med rörliga delar. Stroboskopiska effekter betyder att ett rörligt objekt kan se ut som att det står still när det blir en interferens med det pulserande ljuset. På en äldre cowboy-film ser det ibland ut som att diligensens hjul går baklänges, detta är ett exempel på en stroboskopisk effekt. Med ett kraftigt modulerat pulserande ljus från en LED-ljuskälla kan det uppkomma stroboskopiska effekter. Beroende på vilken frekvens kan detta bidra till risker i arbetsmiljön. De stroboskopiska effekterna påverkar prestationsförmåga och välbefinnande negativt (Zhao et al. 2019). Stroboskopiska effekter kan uppkomma upp till 10 000 Hz när ljuset är högmodulerat (Bullough et al. 2012).

Det finns en oro över hur LED-armaturer påverkar människor och vilka risker som finns förknippade med det icke-visuella flimret från LED (Wilkins et al. 2010). IEEE har gett ut en rapport (IEEE 1789) där de rekommenderar minst 1 200 Hz i frekvens hos LED-ljuskällor (Wilkins et al. 2010). Om dessa dimras med pulsbreddmodulering kan modulationen påverkas och förvärras.

Det finns helt flimmerfria drivdon som har över 20 000 Hz eller som är helt frekvensfria och som dimras med amplitudsänkning i stället för pulsbreddmodulering.
Vissa ljuskällor ändrar färgen då de dimras med bara amplitudsänkning på låga nivåer. Då går det att använda amplitudsänkning ner till ca 30 % av ljusmängden och sedan ta pulsbreddsmodulering på resterande mängd. Då blir det ett flimmerfritt eller lågmodulerande ljus som inte är störande.

I ett EU-direktiv från september 2021 (CIE 2021) gäller två värden: pstLM (short term Perceptability for Light Modulation) för flimmer och SVM (Stroboscopic Visibility Measure) för stroboskopiska effekter. Tyvärr finns det ännu inga mått för de neurologiska och kognitiva effekterna, men med låga värden på pstLM och SVM minskar riskerna även för dessa effekter. pstLM får inte överskrida värdet 1, och SVM får inte överskrida 0,9 (från 2024 ska det vara max 0,4). Om SVM uppfylls minskas effekterna av stroboskopiska effekter och phantom arrays. Men flera forskare anser att dessa värden är otillräckliga, kraven borde vara hårdare. Ungefär 20–40 % av befolkningen är mer flimmerkänsliga än andra (Berman et al. 1991, Küller & Laike, 1998, Wilkins et al. 2010). De som är mer flimmerkänsliga verkar också få mer besvär med huvudvärk, ögonbesvär och påverkan på ögonrörelser (Perz et al. 2017, Kowacs et al. 2004, Küller & Laike 1998, Wilkins et al. 2010, Batra 2019, Rider et al. 2012). Ögontrötthet eller visuell komfort kan också orsakas av flimrande ljuskällor, vilket kan orsakas av en ökning av stimulans till lillhjärnans syncentrum (visuella cortex) (Patterson Gentile & Aguirre 2020).

7.2 Ögats åldrande, ljuskänslighet, ögontrötthet och andra ögonbesvär

Känsligheten för ljus varierar från individ till individ och nästan hälften av befolkningen är ljuskänsliga och kan reagera med huvudvärk och ögonbesvär (Hemphälä et al. 2021). Åldern påverkar också känsligheten för ljus. Äldre personer behöver mer ljus för att kunna läsa och göra närarbete (Anshel 2005, Boyce 2003). Mörkerseendet påverkas också och gör det svårare att till exempel gå genom en park med bländande armaturer,

vilket ökar risken för att snubbla. En äldre person behöver också mer dagsljus för att må bra på grund av åldersförändringar i ögonen.

Vid svårigheter med synen försöker många kompensera genom att anpassa kroppens hållning för att underlätta seendet (Anshel 2005) – ”ögat styr kroppen”. Ögonvila är ett sätt att minska besvär vid intensivt närarbete (Balci & Aghazadeh 2003). Det vanligaste sättet att genomföra ögonvila följer det amerikanska uttrycket 20/20/20. Det innebär att tittar längre bort än ”20 feet” (6 m) under 20 sekunder var 20:e minut (Anshel 2005).

7.2.1 Huvudvärk, migrän, och muskelbesvär

Sextiofem procent av undersökta i en studie rapporterade att de hade huvudvärk på arbetet minst någon gång i veckan (Hemphälä et al. 2021). Majoriteten av det arbete som genomförs idag är någon form av synkrävande arbete, såsom datorarbete.
Detta genomförs ofta intensivt och under en längre tid varje dag vilket kan leda till en ökning av huvudvärk och ögonbesvär (Anshel 2007). Huvudvärk som sitter kring ögonen/pannan/tinningarna och kommer under dagen är ofta relaterad till den visuella miljön eller felaktiga glasögon (Anshel 2005).

Visuell stress kan orsakas av flera faktorer i den visuella miljön såsom skarpa mönster, kraftiga randmönster, färgstarka tavlor (Fernandez & Wilkins 2008), eller flimrande armaturer (Wilkins et al. 1989). Bland faktorerna bakom ökad förekomst av huvudvärk är störande bländning från armaturer en vanlig faktor (Hamedani et al. 2019) samtidigt som visuell stress också bidrar (Wilkins 1995).

Personer med migrän har ofta fler problem med den visuella miljöns påverkan, då starka kontraster såsom randmönster eller starka färgskillnader i synfältet kan orsaka mer besvär och starta ett migränanfall (Harle et al. 2006). Därför är det relevant att inte ha för stora kontraster, starka randmönster eller för starka färgskillnader i den visuella miljön på arbetsplatser. Enligt Hemphälä et al. (2021) rapporterade 12 % av de studerade deltagarna (n = 430) att de hade haft migrän någon gång den senaste månaden.

De med ögonbesvär rapporterar ofta mer än dubbelt så mycket belastningsbesvär från övre delen av kroppen (Hemphälä & Eklund 2012) (t.ex. nacke) och det finns en direkt koppling mellan ögonen och nackmusklerna (Zetterberg et al. 2017, Hemphälä et al. 2025). Att anstränga ögonen för att se tydligt ökar muskelaktiviteten i nacken vilket kan leda till besvär från nacken. Det kan räcka med en felplacerad lampa som ger en bländande effekt för att orsaka en sjukskrivning för nackbesvär.

7.3 Belysning och prestationsförmåga

En människas prestationsförmåga påverkas genom det visuella systemet (ögonen) av följande faktorer: synobjektets storlek, luminansförhållandet, färgskillnader och retinal belysningsstyrka (mängden ljus som kommer in i ögat) (Boyce et.al. 2003).

Som beskrivits i kapitel 7.1.1 visar en studie med brevbärare att individer med ögonbesvär sorterade långsammare än de utan ögonbesvär (Hemphälä et al. 2012). Efter att ha installerat ny bländfri belysning, med en bättre jämnhet över sorteringsfacken och högre belysningsstyrka ökade prestationsförmågan för individerna med ögonbesvär med 9 % och skillnaderna mellan grupperna försvann. I en annan studie ökade prestationsförmågan om arbetstagaren kunde kontrollera belysningsstyrkan själv genom att dimra den upp och ned till önskad nivå (Juslén et al. 2007).

7.4 Mätning av ljusmiljö, belysningsstyrka och luminans

Vikten av att kunna mäta ljusmiljön och förutsäga dagsljus poängteras i en rapport från Folkhälsomyndigheten (2017): *Att kunna mäta och förutsäga hur mycket dagsljus som ett rum får har betydelse för stadsplanering, byggreglering, energianvändning men också för folkhälsa. En reglerad miniminivå ska säkerställa god hälsa i vistelsemiljön och de nuvarande nivåerna kan ur ett hälsoperspektiv vara för låga.*

Att mäta dagsljustillgången (dagsljusfaktorn) låter enkelt men är i praktiken ganska svårt, främst på grund av dagsljusets snabba föränderlighet och för att det är svårt att hitta tillfällen då ljusfördelningen på himlen motsvarar det standardiserade mulna förhållande som dagsljusfaktorn beräknas för. Föränderligheten går att hantera genom att mäta belysningsstyrka inne och ute vid precis samma tillfälle, men det kräver att man är två personer som kan kommunicera med varandra. Mätningen utomhus måste också göras högt upp, helst på yttertaket, för att ljusmätaren ska vara så lite avskärmad som möjligt. Återigen för att återspegla de förhållanden för vilken dagsljusfaktorn är definierad. Mätningen inomhus kan antingen göras i samma punkt som reglerats i BBR, dvs. en meter från sidovägg, på halva rumsdjupet, 80 cm över golv (vilket i praktiken ger två punkter), eller i ett jämnt fördelat rutnät över rummet. För att genomföra en bra mätserie krävs planering, inmätning och uppmärkning av mätpunkterna samt kontroll av ljusförhållandena utomhus.

Belysningsstyrka och luminans mäts med ljusmätare. Se bilaga 3 för mer information om mätning av ljus och handhavande av ljusmätare. Det finns även enkla sätt att kontrollera den egna ljusmiljön. I bilaga 4 finns en vägledning om hur det kan göras.

7.5 Dagsljus – syn och hälsa

I samband med att städer förtätas behöver vi börja beakta vikten av direkt solljusexponering för stadsbor, där både tillgång till dagsljus och möjlighet till direkt solljus utomhus spelar viktiga roller. Direkt solljus utgör en särskild komponent av dagsljuset och har visats ha betydelse för människans hälsa utöver den allmänna dagsljusexponeringen (Neale et al. 2023, Weller 2024). Samtidigt visar forskning att ljusexponering i bredare bemärkelse, särskilt dagsljus, har en central funktion i regleringen av dygnsrytmen och därmed för sömn, vakenhet och välbefinnande. Experimentella studier indikerar att ökad dagsljusexponering kan bidra till förbättrad sömnkvalitet och ökad dagtida vakenhet (Boubekri et al. 2014), vilket även stöds av svenska kunskapssammanställningar där dagsljus lyfts fram som den enskilt viktigaste miljöfaktorn för att upprätthålla dygnsrytm, minska sömnighet dagtid (Arbetsmiljöverket 2019, Folkhälsomyndigheten 2017). Studier under det senaste decenniet visar att otillräcklig solexponering utomhus kan vara ansvarig för 340 000 dödsfall per år i USA och 480 000 dödsfall per år i Europa, samt för en ökad förekomst av bröstcancer, kolorektal cancer, hypertoni, hjärt-kärlsjukdom, metabola syndromet, multipel skleros, Alzheimers sjukdom, autism, astma, typ 1-diabetes och myopi (Alfredsson et al. 2020). Som nämnts kapitel 3.1.1, är det nödvändigt för syntesen av vitamin D i huden (Baggerly et al. 2015), vilket stödjer benhälsa och kan minska risken för flera sjukdomar, inklusive vissa cancerformer, hjärt–kärlsjukdomar och autoimmuna tillstånd.

Solljus aktiverar också icke-vitamin-D-relaterade mekanismer, såsom frisättning av kväveoxid från huden, vilket kan sänka blodtrycket (Weller 2016) och förbättra hjärtkärlhälsan oberoende av vitamin D. Som nämnts tidigare påverkar exponering för direkt solljus även dygnsrytmen via intrinsiskt ljuskänsliga retinala ganglieceller, vilket i sin tur påverkar humör, kognition, sömn och säsongsbundna beteenden (Wirz-Justice et

al. 2021, Münch et al. 2020). Även om överdriven UV-strålning innebär risker såsom hudcancer och ögonskador, ger måttlig exponering - noggrant reglerad för att undvika solbränna - betydande systemiska hälsofördelar (Neale et al. 2023). Trots dessa fördelar finns det en brist på allmän medvetenhet och reglering kring optimal solljusexponering för hälsa, vilket understryker behovet av balanserade riktlinjer som beaktar både risker och fördelar (Andreeva & Prikhodko 2025).

Dagsljus påverkar nästan alla aspekter av mänsklig fysiologi via tre huvudvägar (Münch et al. 2017):

- visuell,
- direkt absorption via huden,
- icke-visuella okulära påverkan på dygnsklockan i hjärnan och på andra neuronala banor.

7.5.1 Visuell

Synen är det mest utvecklade sinnet hos människor och därför är människan beroende av ljus av adekvat kvalitet. Dagsljus är den bästa ljuskällan för att stödja visuell prestanda, eftersom det är en flimmerfri ljuskälla med ett kontinuerligt spektrum som täcker hela det synliga området (Kessler 1998). Dagsljus har i flera studier visat sig ge den bästa ljuslösningen för god visuell komfort (Kessler 1998, Boyce et al. 1997) samtidigt som de flesta föredrar dagsljus framför belysning (Jamrozik et al. 2019, Collins 1976, Heerwagen & Heerwagen 1986, Veitch et al. 1993, Veitch & Gifford 1996, Galasiu & Veitch 2006). Att de flesta föredrar dagsljus kan bero på fysiska, fysiologiska och psykologiska orsaker. Belysning levererar vanligtvis ljus från ett antal punkter fördelade över en yta. Detta leder till ljusstrålar av olika intensitet och riktningar skapar överlappande skuggor och kan uppfattas som visuellt brus. Å andra sidan levereras dagsljus genom ett fönster eller ett takfönster, som har en huvudriktning från öppningen i byggnadsskalet snett inåt/nedåt till rummet. Detta skapar visuell klarhet som kan ge ett intryck av lugn i rummet (Knoop et al. 2019).

Bländande dagsljus bör undvikas eftersom det påverkar prestationsförmågan negativt (Osterhaus 2005). Studier visar att brist på avskärmning av störande dagsljus kan orsaka huvudvärk och ögonbesvär (Kessler 1998). Hur högt solen står på himmeln och värmestrålningen från solen har stor betydelse om solavskärmning används eller inte. I Sverige där solen stora delar av året står lågt på himmeln är solavskärmning eller bländskydd viktiga för den visuella komforten.

7.5.2 Direkt absorption via huden

Dagsljusets helande förmåga att bota rakitis och osteomalaci (engelska sjukan och benuppmjukning) är känd sedan 1861–62 (Elder & Bishop 2014). Båda tillstånden botas genom syntesen av vitamin D i huden vid exponering för solljus i det ultravioletta (UV) området (Edwards & Torcellini 2002). D-vitamin reglerar kalkbalansen i skelett och tänder och spelar en nyckelroll för att stödja immunsystemet. D-vitaminstatus kan ha betydelse för mottagligheten för luftvägsinfektioner och D-vitaminbrist kan bidra till depression och hjärndimma. D-vitaminbrist är kopplat till en avsevärt ökad risk för demens och Alzheimers sjukdom (Littlejohns et al. 2014). En stor del av UVA- och UVB spektrumet elimineras genom fönstrens glasskikt (Schuit et al. 2020, Heschong et al. 2025), därför krävs vistelse utomhus för att dra nytta av solljusets effekt.

Nyare forskning inom neurovetenskap avslöjar också ett möjligt samband mellan exponering för UVA-spektrumet utomhus och ögonutveckling (Calligaro et al. 2021).

Ett samband har fastställts mellan tid spenderad utomhus och förekomsten av närsynthet hos barn (Rose et al. 2008, Wu et al., 2013, Najjar & Lin 2022). Ny forskning visar att dagsljus också kan minska utvecklingen av närsynthet bland barn, jämfört med att bara vistas i elektrisk belysning (Boyce et al. 1997, Knoop et al. 2019).

Dessutom, verkar det som att det infraröda ljuset i lägre våglängder (NIR, near infrared, ca 800–2500 nm) som finns i dagsljus, men inte i elektrisk belysning, kan påverka människan positivt. Det finns pågående studier som undersöker cellens reparationsförmåga och hur den kan förbättras av NIR (Heiskanen et al. 2020, Nizamutdinov et al. 2021, Vinck et al. 2006, Barret et al. 2026).

Risker med UV-strålning
Folkhälsomyndighet påpekar i sin information riskerna med solljus och UV-strålning. Strålsäkerhetsmyndigheten (2026) skriver på sin hemsida:

UV-strålning kan skada hud och ögon både akut och på sikt. Akuta hudskador är brännskador och sveda. Akuta ögonskador är snöblindhet och hornhinneinflammation.

På sikt ökar risken att drabbas av hudcancer och basalcellscancer och UV-strålning gör även huden rynkig. Flera ögonsjukdomar, framför allt grå starr, förknippas också med UV-strålning. UV-strålningen kan även hämma immunförsvaret.

7.5.3 Icke-visuella okulära påverkan på dygnsklockan

Tillgången på dagsljus påverkar de dagliga aktiviteterna över hela året. Jämfört med belysning ger dagsljus en intensitet och spektralfördelning som är optimal för att synkronisera det cirkadiska systemet (sömn och vakenhetscykel).

På ögats näthinna finns det tappar och stavar som är grunden för allt seende. Dessutom finns det en tredje typ av fotoreceptor som reglerar den cirkadiska rytmen, vilka benämns *intrinsic photosensitive retinal ganglion cells*, ipRGC, (Brainard et al. 2001). IpRGC-cellerna är unikt känsliga för blått ljus, cirka 480 nm, vilket också är färgen på en blå himmel (Heschong 2021). Genom ipRGC:s påverkar ljuset kroppens centrala klocka, som benämns *suprachiasmatic nucleus* (SCN). SCN kommunicerar med många regioner i hjärnan, där en av de viktiga är tallkottkörteln. Här produceras hormonet melatonin (sömnhormon) som styr sömncykler och ger oss en naturlig dygnsrytm (Knoop et al. 2019, Agarwal et al. 2013, Rea 2011, Rea & Figueiro 2016, Rea et al. 2005, Boyce et al. 1997). På natten ska melatoninhalten vara hög och på dagen ska kortisolhalten vara hög. Vår cirkadiska rytm påverkas positivt av mycket ljus i kallare färgtemperaturer på morgonen/förmiddagen. Det finns stora fysiologiska och psykologiska skillnader i upplevelsen av dagsljus och elektriskt ljus (benämns även artificiellt ljus), såsom påverkan på vår cirkadiska rytm, vakenhetsgraden och positiva upplevelser (Knoop et al. 2019).

Studier visar att ljusnivåer på mer än 2 000 lux vid ögat, med en färgtemperatur på 6 500 K på förmiddagen, har en positiv påverkan på vakenhetsgraden (Boyce 2021, Tähkämö et al. 2019). Dock är dessa nivåer och färgtemperaturer negativt på eftermiddagar, kvällar och nätter. Nattarbete vid höga nivåer av belysningsstyrka och kallare färgtemperaturer orsakar en störd cirkadisk rytm och verkar korrelera till en förhöjd risk för cancer (Åkerstedt et al. 2015, Åkerstedt et al. 2017, Hansen 2001, Lie et al. 2006). Studier visar att på kvällen bör ljuset vara varmare, ca 2 700 K (Chellappa et al. 2013, Kraneburg et al. 2017, Rahman et al. 2017, Sahin & Figueiro 2013), och belysningsstyrkan lägre för att på natten helst övergå till ett orangeaktigt, ca 2 000 K, delvis blåfritt ljus, såsom en orangeaktig ljuskälla kallad amber (Canazei et al. 2017).

Fördelen med att använda ett orangeaktigt ljus på natten är att det ger en naturlig nivå på den cirkadiska rytmen, då detta ljus inte påverkar melatoninhalten, utan att den förblir normalt hög. Dock blir vakenhetsgraden vid nattarbete påverkad negativt vid arbete i blåfritt ljus. Det kan åtgärdas med ljusduschar i 20 minuter mitt i natten, då ökar vakenheten utan att påverka melatoninhalten (Lowden et al. 2004).

Det finns växande observations- och experimentella bevis för att regelbunden exponering för naturligt ljus bidrar till att förebygga tjocktarms-, bröst-, prostatacancer, non-Hodgkin lymfom, MS, högt blodtryck och diabetes. Till en början tillskrevs dessa gynnsamma effekter till D-vitamin men nyligen har det blivit uppenbart att immunmodulering, bildning av kväveoxid, melatonin, serotonin och effekten av (sol)ljus på cirkadiska systemet, också är involverade (van der Rhee et al. 2016).

Forskning visar att dagsljusets positiva inverkan på visuell prestanda och dygnsrytmhälsa också leder till bättre prestationsförmåga (Wilkins 1995) och har en positiv påverkan på humör och välbefinnande (Harle et al. 2006). De företag som arbetar för att aktivt få in dagsljus på arbetsplatser märker också att prestationsförmågan bland de anställda ökar (Collins 1976, Galasiu & Veitch 2006, Knoop et al. 2019, Elder & Bishop 2014). De som arbetar på kontor spenderar en stor del av sin vakna tid inomhus och under vinterhalvåret finns det inte så mycket dagsljus utanför arbetstiden.
En litteraturgenomgång (Edwards & Torcellini 2002) avslöjar att flera företag har rapporterat ökad produktivitet på mellan 5–28 % efter att ha förbättrat dagsljusförhållandena, vilket ger betydande ekonomiska vinster.

I skolmiljöer har en amerikansk studie (Heschong et al. 1999) visat att grundskolebarn i klassrum med mer dagsljus hade snabbare inlärning i sin matte- och läsförmåga.
En senare studie (Heschong 2002) visade att elever i klassrum med störst fönsterarea eller bättre dagsljus fick högre poäng (7–18 %) på standardiserade test jämfört med de med mindre fönsterarea och sämre tillgång till dagsljus.

Flera andra studier har bekräftat sambandet mellan inlärningsprestation och dagsljus (Baloch et al. 2020, Álvarez 2020, Nicklas & Bailey 1996 etc.).

En äldre litteraturgenomgång av effekterna av naturligt ljus på arbetsplatsen drog slutsatsen att "dagsljus har förknippats med högre produktivitet, lägre frånvaro, färre fel eller defekter i produkter, positiva attityder, minskad trötthet och minskad ansträngning i ögonen" (Edwards & Torcellini 2002).

Forskning påvisar att det finns en systematisk årstidsvariation i nivån av t.ex. stresshormoner i länder långt från ekvatorn vilket knutits till den årliga variationen i dagsljustillgång. Nivån av stresshormonet *kortisol* är högst om sommaren och lägst om vintern, främst mellan november och december. Därefter kommer en påtaglig höjning som i södra Sverige ser ut att hända i februari. Denna variation återfanns i en studie av ca 90 skolbarn i åldrarna 8–9 år som följdes under ett år. Barnen i den grupp som vistats i fönsterlösa klassrum och som inte heller hade dagsljuslysrör uppvisade en markant försening av ökningen av kortisol under våren. I studien noterades även årstidsskillnader i förmåga till koncentration och samarbete som knöts till skillnader i nivån av morgonkortisol i urinen. Det fanns studier som visar att kortisol påverkar tillväxten hos barn. Även tendenser till påverkan på sjukfrånvaron noteras (Küller & Lindsten 1992).

Utöver alla fördelar som nämnts ovan har forskning undersökt effekten av dagsljus på hygien, en aspekt som har fått ökad uppmärksamhet efter utbrottet av Covid19-pandemin (Fahimipour et al. 2018). I århundraden har solljus ansetts vara en potentiell buffert mot spridning av patogener i byggnader (Faergemann & Larkö 1986, Hobday

1997, Hobday & Dancer 2013, WHO 2002, Hockberger 2000) på grund av dess potentiella bakteriedödande effekter (Downes & Blunt 1877). UV-ljusets egenskap att sanera luften är etablerad i tidigare forskning (Jensen 1964). Ny forskning har visat att exponering för dagsljus minskar mängden livskraftiga bakterier och bakteriesamhällen i vanligt hushållsdamm. I detta experiment innehöll damm som exponerats för dagsljus mindre livskraftiga bakteriesamhällen som mer liknade utomhusluftsamhällen. Författarna drog slutsatsen att "den bakteriedödande potentialen hos vanligt fönsterfiltrerat solljus kan likna UV-våglängder för doser som är relevanta i vanliga byggnader"(Fahimipour et al. 2018).

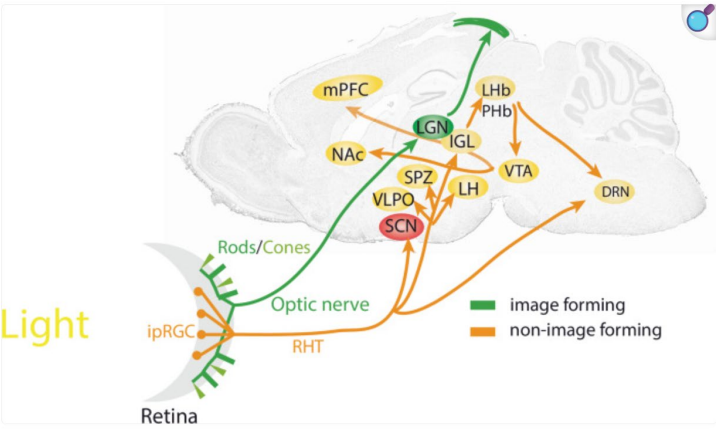
Solljus i byggnader bidrar också till bildningen av negativa joner, som tenderar att binda till partiklar, virus och bakterier i luften (Jiang et al. 2018). När dessa partiklar blir tyngre faller de ned på ytor i stället för att sväva fritt, vilket hjälper till att rena inomhusluften. Denna naturliga mekanism bidrar till renare inomhusmiljöer och är en av anledningarna till att dagsljus kan påverka luftkvaliteten positivt.

7.5.4 Bild- och icke-bildformande effekter av ljus

Ljus som uppfattas av ögonen passerar genom linsen och träffar näthinnan längst bak i ögat, vilket leder till bildbildning och möjliggör att vi kan uppfatta och följa objekt.

Det är viktigt att notera att ögonen förmedlar information om ljus inte bara för synen utan även för att reglera olika fysiologiska och beteendemässiga funktioner, av vilka många är oberoende av bildbildning och benämns ”icke-bildformande funktioner” (tidigare kallad icke visuella effekter av ljus). Icke-bildformande funktioner inkluderar justering av den cirkadiska klockan (Figueiro et al. 2018, Rea et al. 2002), reglering av sömn samt förändringar i vakenhet och sinnesstämning (Stewart & Albrecht 2025), kortisolrytmer (Neberich et al. 2022, Gentile et al. 2018), hämning av melatonin (Cajochen et al. 2005) samt effekter på koncentration (Sleegers et al. 2013) och vakenhet (Cajochen et al. 2005).

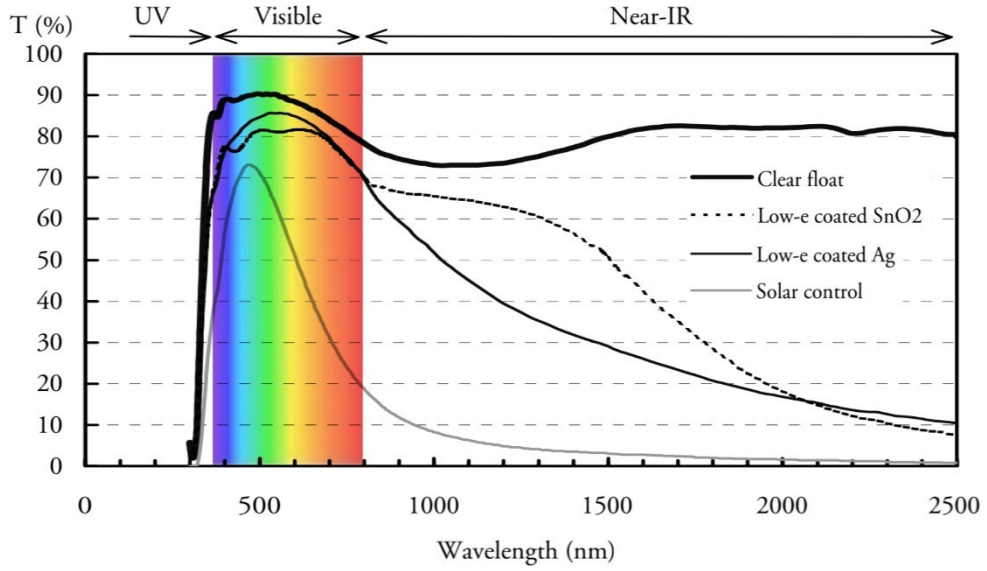
Därför är ljus avgörande både för bildbildande och icke-bildformande funktioner, se figur 7.7. Forskning belyser den betydande rollen som morgonsolljus med kortvågigt spektrum har för att påverka cirkadisk reglering, neural aktivitet och nivåer av vakenhet (Lockley et al. 2006). Vandewalle et al. (2007) observerade att så lite som 50 sekunders exponering för blått ljus ökar aktiveringen i hjärnans vänstra hippocampus, vänstra thalamus och högra amygdala jämfört med grönt ljus.



Figur 7.7 De bild- och icke-bildformande effekterna av ljus. (Källa: Stewart & Albrecht 2025).

7.5.5 Effekter av ljus bortom det synliga spektrumet

Nyare forskning visar att även ultraviolett (UV) och nära infraröd (NIR) strålning påverkar hälsan (Gu et al. 2026, Barrett & Jeffery 2026, Roddick et al. 2024) men dessa våglängder når oss idag i begränsad utsträckning inomhus på grund av moderna glas- (lågemissions- och solskyddsglas), se figur 7.7, och belysningsteknologier (LED) (Barrett & Jeffery 2026, Heschong et al.2025). UV-ljus är kopplat till D vitaminproduktion och ögonutveckling, medan NIR-ljus har samband med hjärnans, ögonens hälsa (Zhu et al. 2021), och mitokondriell respiration (Barrett & Jeffery 2026).



Figur 7.8 UV- och NIR-strålning och moderna fönsterglas. (Källa: Bülow-Hübe 2001, med redigeringar).

7.6 Dagsljus, solljus och luftkvalitet

Dagsljus är inte bara en viktig parameter för den termiska och visuella utom- och inomhusmiljön (IEQ), utan också en faktor som direkt påverkar kvaliteten på luften inomhus. Utrymmen med riklig tillgång till dagsljus tenderar att stödja hälsosammare inomhusmiljöer, något som är särskilt relevant i byggnader där hög personbelastning och otillräcklig ventilation är vanliga utmaningar (kontorsbyggnader, sjukhus, skolor etc.).

Dagsljus – särskilt dess ultravioletta (UV) komponent – har väldokumenterade desinficerande egenskaper (Hockberger 2000, Downes & Blunt 1877, Holm et al, 1964, Waheeb & Hemeida 2022, Hobday 1997). UV-strålning har visats inaktivera luftburna mikroorganismer och minska patogeners överlevnad på inomhusytor (Hockberger 2000, Lam et al. 2021). Intresset för denna effekt har ökat markant sedan COVID-19-pandemin. Forskning har visat att exponering för solljus avsevärt minskar risken för smittspridning via ytor (Marzoli et al. 2021). Byggnadsdesignstrategier som förbättrar både dagsljus och naturlig ventilation har kopplats till minskad luftburen smitta och förbättrat välbefinnande hos boende (Waheeb & Hemeida 2022). UV-C-baserade artificiella belysningssystem används även effektivt i sjukhusmiljöer för att begränsa korsinfektion (McDevitt et al. 2012).

Före antibiotikans intåg användes solljus i stor omfattning för att minska spridningen av patogener i byggnader, vilket stöddes av tidig bakteriedödande forskning som går tillbaka till Downes och Blunts upptäckter från 1877 (Hobday & Dancer 2013,

Faergemann & Larkö 1986, Hobday 1997, Hockberger 2000). Modern forskning fortsätter att stödja detta perspektiv: exponering för dagsljus har visats minska mängden och livskraften hos bakteriella samhällen i hushållsdamm, där den mikrobiella profilen i solbelyst damm mer liknar utomhusluften (Fahimipour et al. 2018). Dessa resultat tyder på att även fönsterfiltrerat solljus kan ha bakteriedödande potential jämförbar med UV-våglängder vid nivåer som förekommer i verkliga byggnader.

Ytterligare bevis visar att dagsljusets desinficerande effekt kvarstår även när ljuset kommer indirekt genom glas (Hobday & Dancer 2013). Experimentell forskning om influensaaerosoler har visat dramatiska minskningar av virusöverlevnad under simulerat solljus, virusets halveringstid sjönk från 31,6 minuter i mörker till cirka 2,4 minuter vid exponering för UVA- och UVB-optimerade ljusförhållanden (Schuit et al. 2020).

Sammantaget visar både historisk och modern forskning att dagsljus bidrar påtagligt till förbättrad hygien i inomhusluft genom att begränsa patogeners överlevnad, stödja strategier för naturlig ventilation och främja mer varierade och hälsosamma mikrobiella samhällen som liknar dem i utomhusmiljöer. Det är oroande om byggregler och miljöcertifieringssystem håller på att försvaga krav på dagsljus i byggnader just i en tid då vi står inför ökad urban förtätning, växande problem med bakterieresistens och högre risk för pandemier på grund av större befolkningstäthet.

7.7 Utblick

Enligt Folkhälsmyndigeten har möjlighet till utblick visats vara hälsofrämjande, särskilt när den omfattar naturliga miljöer, förutsatt att den inte medför bländning eller övertemperaturer (Folkhälsomyndigheten 2017). Utblick genom fönstret bidrar till tids- och rumsorientering och till minskning av okulär trötthet (Du et al. 2022).
Utblick speciellt mot grönska eller naturliga landskap (Hartig 1993, Kaplan & Kaplan 1989, Ulrich 1983, Kaplan 1993, Yao et al. 2024, Sun et al. 2024, Jing et al. 2024, Samaan et al. 2024, Soga & Gaston 2025) föredras i allmänhet. En nyare studie fann dock att specifika egenskaper i utblicken (t.ex. himmel, mark, komplexitet, koherens) snarare än den enkla andelen natur förutsade de anställdas välbefinnande i kontorsmiljö (Van Esch et al. 2019).

Utblick har kopplats till välbefinnande, minskad arbetsrelaterad stress samt bättre sömn och allmän hälsa (Ko et al. 2020, Jiang et al. 2021, Meng & Wang 2024, He et al. 2025), kognitivfunktion (Ko et al. 2020, Song et al. 2025), återhämtning från stress (Li & Sullivan 2016, Yao et al. 2024, Song et al. 2025). Utblick hjälper också till att återställa uppmärksamheten och minska negativa känslor (Yao et al. 2024) samt bidrar till psykisk hälsa generellt (Yen et al. 2024). Utsikt över grönområden sett genom ett höghusfönster resulterade i en signifikant ökning av alfavågornas styrka i de frontala och occipitala hjärnloberna, en signifikant ökning av den parasympatiska aktiviteten samt en signifikant minskning av hudens konduktans (Elsadek et al. 2020). Forskning visar att även en kortvarig exponering (5 minuter) för utblick minskar fysiologisk stress och förbättrar korttidsarbetsminnet jämfört med nedfällda persienner. Observera att liknande trender observeras både i verkliga och virtuella miljöer (Mihara et al. 2022).
Toleransen för den termiska miljön också förbättras vid större utblick, mens, stress och trötthet minskar (Jiang et al. 2021, Du et al. 2022, Ko et al. 2020).

Forskningsrön och hypoteser kring goda kvaliteter i utblicken kan delas in i dessa tre kategorier (Naves et al. 2020):

- behov av information om utemiljön

- behov av en estetisk upplevelse
- behov av återhämtning och hälsa

I vårdmiljöer har utsikt på naturen kopplats till snabbare återhämtning, bättre humör, mindre behov för smärtstillande läkemedel och färre postkirurgiska komplikationer (Ulrich 1984). Norsk forskning (Raanaas et al. 2011) pekar också på ett samband mellan utblick och förändring i fysisk eller psykisk hälsa hos patienter.

Utblick genom fönster hjälper till att förbättrat arbetsminne och få bättre koncentration jämfört med fönsterlösa rum (Ko et al. 2020). I utbildningslokaler har större tillgång till dagsljus och utblick förespråkats i skoldesign som ett sätt att stoppa den växande myopiepidemin (närsynthet) hos barn (Hobday 2016). Huvudvärk och ansträngda ögon kan förebyggas eller undvikas när ögat får fokusera om till olika avstånd.
Naturlig utblick kan förbättra människors anpassning till lätt mörka miljöer, avsevärt öka den övergripande komfortnivån samt ge färre ögonbesvär (Du et al. 2022). Utblick ger en mikroåterställande upplevelse, dvs. en paus till ens riktade uppmärksamhet (Kaplan 1993). Studier om utblick i universitetsklassrum och fysiologiska och emotionella markörer visar att den naturliga utblicken avsevärt ökar theta-, alfa- och betavågorna i hjärnaktiviteten, ger en känsla av komfort, avslappning och välbehag, samt ökar inlärningseffektiviteten (Zhang et al. 2024).

Medan utblick på naturliga landskap föredras, uppskattas en bred och avlägsen, mer än en smal och nära, utsikt och en mångsidig och dynamisk utsikt betraktas som mer intressant än en monoton utsikt (Velux 2020). En norsk studie visade att vydjupet (avstånd från fönstret till det mest avlägsna synliga elementet i landskapet) och antalet lager också har en stark positiv inverkan på upplevd kvaliteten på utblicken (Matusiak & Klöckner 2016). I en studie i virtuell miljö visade effekten av avståndet till utblicken att positioner närmare fönstret (med bättre tillgång till utblick och informativt innehåll såsom himmel/mark) gav högre upplevd kvalitet på utblick och mer återhämtande responser (Abd Alhamid et al. 2020).

Genom ett fönster bör det gå att följa växlingar mellan dag och natt och mellan olika årstider. Takfönster i en bostad är normalt sett inte tillräckligt som enda fönster i ett rum. Standarden EN 17037 anger metoder för bedömning av utblick.

7.8 Preferens för fönster och dagsljus

Redan i en svensk studie från 1960-talet (Holm et al. 1964) påvisades ett tydligt samband mellan tillgång till solljus i bostaden och de boendes upplevda trivsel. Gerhardsson (2021) betonar mer än bara utblick som väsentlig för boendekomforten. Fönsteröppningen tycks spela en central roll för trivseln i hemmet, vilket i förlängningen sannolikt kan påverka hälsan. Fönsteröppningar är dock komplexa och måste kunna regleras beroende på situationen. Fönster skänker inte bara dagsljus och ger utblick, utan är en informationsförmedlare både dag och natt, via synintryck, ljud etc., även insyn. Fönster bidrar med flera olika aspekter som t.ex. ökat luftutbytet om de är öppningsbara. Aspekter som måste beaktas vid utformning av byggnader och fönster. Andra studier i svenska bostadshus bekräftar preferensen för dagsljus (Levin 2017).

I en något äldre studie från Danmark undersöktes preferensen för fönster bland 1 800 personer i 20 kontorsbyggnader. De tre mest positiva egenskaperna för fönster bedömdes vara: möjlighet att se ut, möjlighet att se vädret, möjlighet att vädra. Även om en del besvärades av bländning fanns det en stark preferens att ha sin arbetsplats nära fönstret.

För fönster som exponerades för direkt sol verkade det finnas en optimal fönsterstorlek motsvarande 25–30 % fönsterglasandel i fasad (Christoffersen & Johnsen 1999).

Att optimera insläppet av dagsljus genom att öka andelen fönster i fasaden kan innebära att det blir svårt att uppfylla andra krav, som den termiska komforten, buller, eller att energianvändningen blir för hög. Det kan också leda till överbelysning och en ökning av bländningsproblematik, vilket leder till att gardiner eller liknande behöver vara stängda hela tiden. Det krävs ofta att utredningar görs parallellt för att finna bästa lösningar och rätt åtgärder för en hel byggnad.

7.9 Dagsljus som del av beredskap

Under det senaste decenniet har världsläget blivit mer osäkert (MSB 2022). Byggindustrins fokus har traditionellt legat på att förbättra byggnaders prestanda avseende energianvändning, bullerdämpning, termisk komfort och tillgång till dagsljus, men på senare tid har diskussionen i allt högre grad kommit att handla om hur den byggda miljön kan bidra till civil beredskap, robusthet och funktionalitet vid störningar. Många byggnader är idag i praktiken beroende av elektricitet för att de ska vara visuellt användbara för sina brukare, vilket gör bebyggelsen sårbar vid avbrott i energiförsörjningen. Genom att projektera för god och tillräcklig dagsljustillgång i stora delar av byggnader skapas förutsättningar för att lokaler fortsatt ska kunna användas även vid långvarigt elavbrott, samtidigt som behovet av tekniska system minskar. Dagsljus blir därmed inte enbart en hälso- eller kvalitetsfråga, utan en central del i byggnaders beredskap och deras förmåga att upprätthålla grundläggande funktion när tekniska system fallerar.

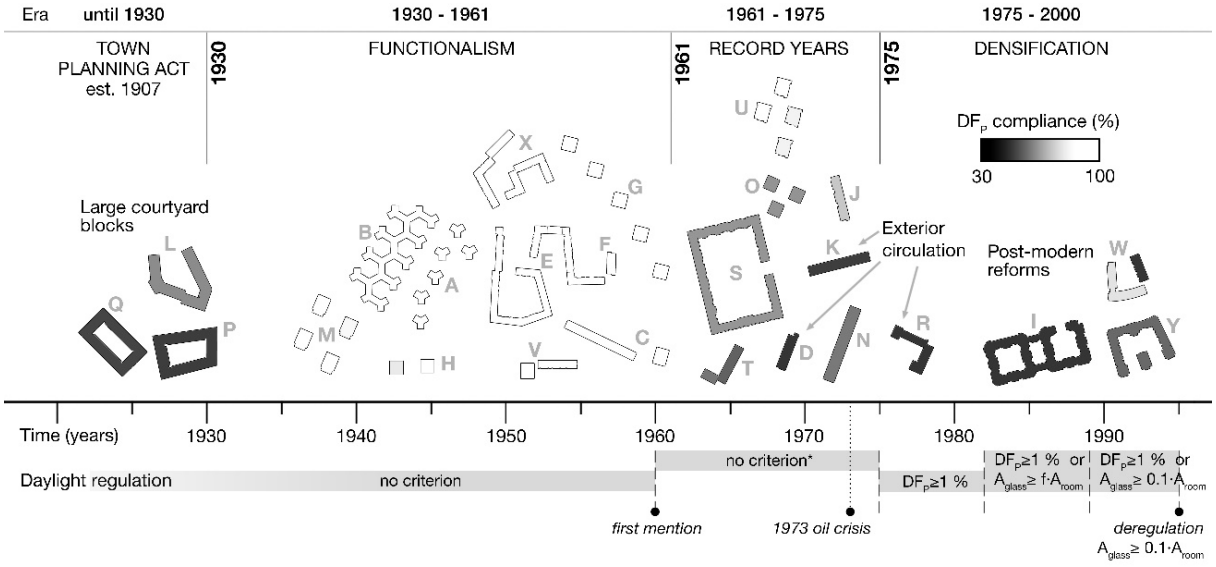
8 Utveckling och utmaningar

Det finns flera trender såsom stadsförtätning, areamaximering och förbättrad energiprestanda som påverkar såväl tillgång till dagsljus, solljus och utblick i nya som befintliga byggnader. Mycket tyder på att dessa trender kommer att intensifieras och bestå inom överskådlig framtid. Det är även viktigt att notera att dessa trender sällan är isolerade företeelser utan samverkar. I detta kapitel beskrivs några utmaningar och kunskapsluckor som finns för utvecklingen inom ljusområdet.

8.1 Utmaningar för dagsljus

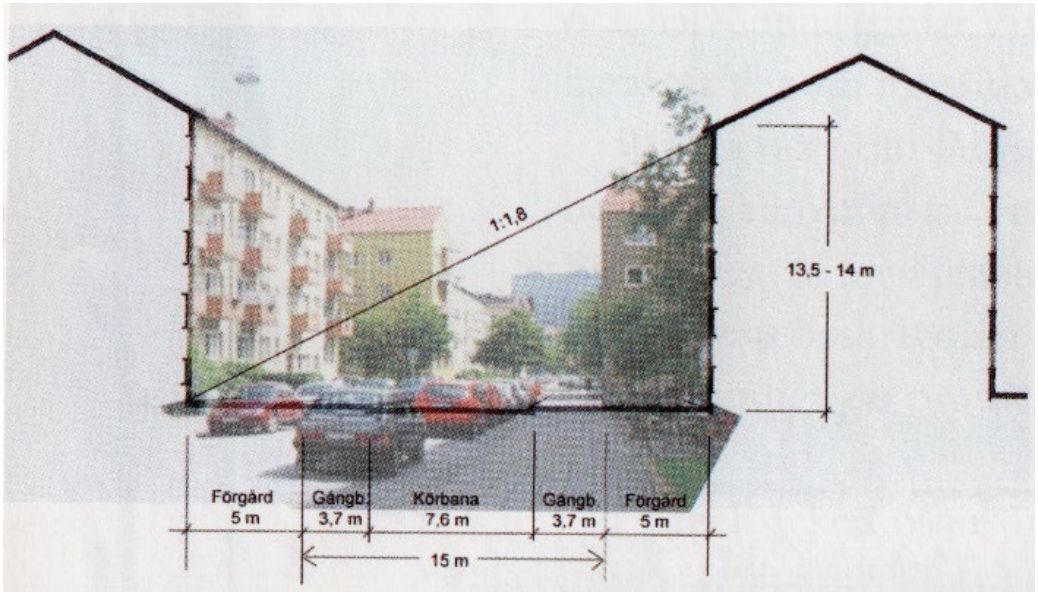
8.1.1 Förtätning i stadsmiljö

Forskning har visat att dagsljustillgången i svenska lägenheter var som högst i byggnader uppförda mellan 1930 fram till ca 1960 (Rogers et al. 2018, Bournas 2021) se figur 8.1. Detta var en period som präglades av modernismen, där det fanns en uttalad önskan om ljus och luft och då man ville bort från trånga, smutsiga och ohygieniska bostadsförhållanden. Bilden visar både typologin för de studerade husen, samt hur väl husen uppfyller dagens kravställning om dagsljusfaktor 1 %. Ju större andel av rummen som klarar kraven, desto ljusare färg har husen fått i bilden.



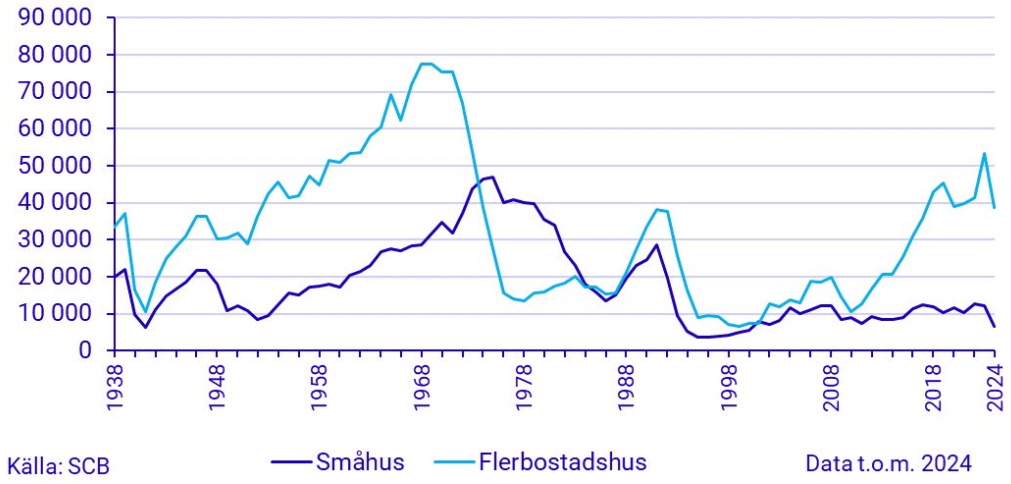
Figur 8.1 Illustration av hur väl olika studerade bostadsmiljöer uppfyller kravet på dagsljusfaktor 1 % enligt ett allmänt råd i BBR. Ju högre andel av vistelserummen som uppfyller kravet, desto ljusare har byggnaden illustrerats, medan svart betyder att en låg andel av rummen uppfyller kravet (”exterior circulation” är loftgångshus). (Källa: Bournas 2021).

Hur stadsplanerna successivt förändrades från slutna kvarter till uppbrutna stadslandskap med lamellställda hus, punkthus m.m. visas i till exempel Stadens Landskap som beskriver hur Malmös stadsplaner utvecklades under perioden 1921–1946 (Wittstrand 2007). En bild från boken illustrerar de ideal som gav denna rikliga tillgång till både sol och dagsljus, såväl inne i lägenheterna som i mellanrummen mellan dem (se figur 8.2). Proportionerna mellan takfotens höjd och avståndet mellan husen på bilden är 1:1,8, vilket motsvarar en avskärmningsvinkel på 29 grader från marken räknat.



Figur 8.2 Sektion genom Västra Ryttmästaregatan i Slottstaden, Malmö. Förgårdar gör lägenheterna i bottenvåningen ljusare och förstärker karaktären av en entrégata. (Källa: Wittstrand 2007).

Idag råder andra trender och efter en relativt lång period med lågt bostadsbyggande i Sverige har byggandet av nya bostäder, främst lägenheter, åter varit högt under senare år, se figur 8.3. Byggandet har främst varit högt i storstäderna samt i högskoleorter.



Figur 8.3 Antal färdigställda lägenheter per år i flerbostadshus resp. småhus. (Källa: SCB)

Med fortsatt urbanisering, ett uppdämt behov av bostäder, tillsammans med önskemål om kommunikationsnära lägen, att inte bebygga åkermark m.m., har det blivit vanligt att planera tätt med höga exploateringstal (Nylander 2018). Innerstaden, förorterna samt även mindre städer förtätas, ofta med slutna eller delvis slutna kvarter, och denna typologi genererar utmaningar för dagsljus- och solljustillgången. I stadskärnorna har det dessutom blivit vanligt att det byggs nya våningar ovanpå befintliga byggnader och att befintliga innergårdar förtätas (se figur 8.4). Stadsförtätning har normalt begränsats av myndigheternas krav på parkering, men de senaste åren ses en attitydförändring där många kommuner börjat lätta på det kravet.



Figur 8.4 Till vänster: Påbyggnad på befintlig byggnad (Foto: Paul Rogers).
Till höger: Förtätningsprojekt där tillgången till dagsljus, solljus och utblick utmanas. (Foto: Mickes fotosida).

Även om en tätbebyggd stad har många fördelar kan den också drastiskt påverka dagsljus- och solljusnivåerna både inomhus och i utemiljöerna mellan husen (Rogers et al. 2018, Hall & Rörby 2009, Bournas 2021, Eriksson et al. 2019). Risken är att detaljplanerna tillåter stadsförtätningar som kan påverka människors hälsa negativt. Människors möjlighet till utblick påverkas också negativt av förtätning, vilket även är kopplat till hälsa (Kaplan 1995, Berman et al. 2008). Detta gäller både tillkommande nybyggnation samt befintliga omkringliggande byggnader. En byggnadstypologi med slutna kvarter med höga hus placerad i ett eller två hörn av kvarteret (se figur 8.5) har blivit mer vanlig och denna typologi ger en särskilt svår utmaning för dags- och solljustillgång. På senare år har loftgångslösningar blivit vanligare igen.
Tidigare förekom de främst i skivhus, men idag används löftgångslösningar i stor utsträckning även i kvartersbebyggelse.



Figur 8.5 Förtätning i städer. Fixfabriken är en stadsdel i Göteborg som exemplifierar nya stadbyggnadsideal där slutna stadskvarter kombineras med höga hus. (Foto: Helena Bülow-Hübe).

Ett annat exempel på en väldigt förtätad stadsdel är Hagastaden i Stockholm (se figur 8.6) där området ofta har avskärmningsvinklar som överstiger 60°. En så avskärmad vy av himmelen ger ett mycket begränsat dagsljusinsläpp inom stora delar av kvarteren. Med begränsat avstånd mellan höga huskroppar blir möjligheten till utblick också kraftigt begränsad. Byggnaderna består av 7 till 14 våningar och avståndet är cirka 6 m mellan högdelar inom samma byggnad och det är 16 m mellan byggnader på gatusidan.



Figur 8.6 Nybyggd stadsdel, Hagastaden i Stockholm, med gator som är cirka 16 m breda och cirka 6 m mellan byggnaderna. (Foto: Paul Rogers).

I vissa delar av landet finns dock tecken på att den negativa påverkan som en stadsförtätning kan ha på dagsljus har minskats något de senaste åren. Troligtvis har detta skett på grund av en ökad medvetenhet i planarbetet samt en ökad kontroll av dagsljuskraven enligt BBR vid bygglov eller startbesked. Det ökade intresset av miljöcertifieringssystem har också sannolikt haft en positiv inverkan (Rogers et al. 2015). Att det finns ett kvantitativt gränsvärde för dagsljus inomhus kan säkerhetsställa kopplingen mellan planarbete och byggnader med tillräcklig dagsljus.

Vid stadsförtätning i anslutning till befintliga områden är risken stor att dagsljusnivåer i befintliga byggnader minskas (Sohl & Svensson Caps 2020). Den svenska lagstiftningen för dagsljus och solljus för befintliga byggnader är svårtolkad med vaga riktlinjer om vad som kan anses som en rimlig minskning och tvister avgörs i regel i domstol var dagsljusfrågor prövas främst inom ramen för *betydande olägenhet* enligt PBL.



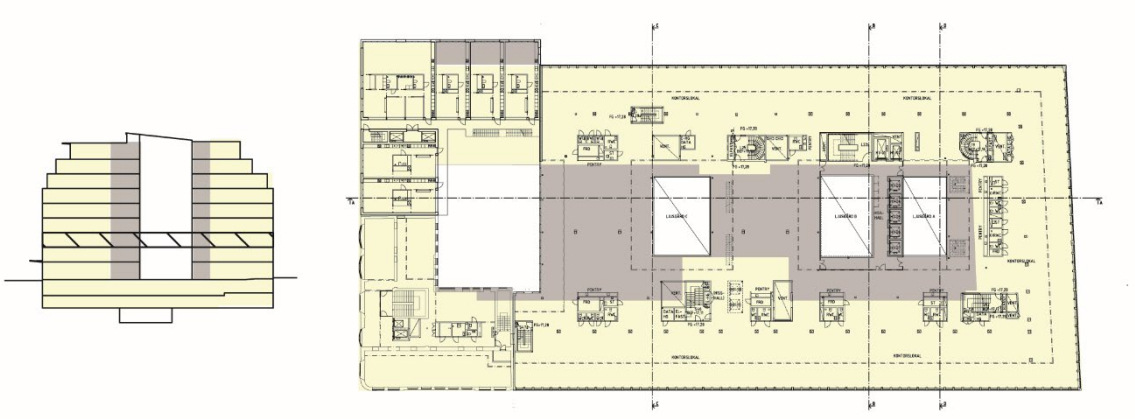
Figur 8.7 Vid stadsförtätning kan dagsljustillgången i befintliga byggnader påverkas avsevärt. I Sverige saknas ett tydligt ramverk för hantering av sådana fall, och frågan avgörs ofta i domstol. (Foto: Paul Rogers).

Bedömningen görs samlat och med stor hänsyn till platsens förutsättningar och förväntad stadsutveckling. Som allmän regel är försämrat dagsljus eller solljus sällan avgörande i sig, utan måste vara påtagligt och ofta samverka med andra negativa effekter för att få rättslig betydelse. Boverkets byggregler ger inte skydd för befintliga byggnader men de tidigare allmänna råden har ofta använts som referens vid fastställande av bedömningsmetodik samt minsta tillåtna mängd dagsljus vid stadsförtätning. I de nya föreskrifterna ställs krav på hela bostaden och inte på enskilda rum (se kapitel 5.2.2), vilket sannolikt kommer att påverka domstolarnas prövning av frågan. En väldefinierad vägledning från myndigheterna skulle således underlätta bedömningsprocessen i det växande antal byggprojekt där nya byggnader påverkar dagsljuset i befintlig bebyggelse.

För att en exploatering ska kunna upphävas krävs att invändningar framförs i detaljplaneskedet och att betydande olägenhet kan påvisas. De som påverkas mest är ofta inte medvetna om sina rättigheter (se exempel i figur 8.7).

8.1.2 Maximering av BTA, BOA och LOA

Markpriserna i storstadsområden har stigit dramatiskt de senaste årtiondena och detsamma gäller även byggkostnaderna (SCB 2022). Det har lett till att kvadratmeterpriserna i byggskedet slagit rekord, vilket i sin tur fått fastighetsägare och fastighetsutvecklare att maximalt utnyttja tomtarean. I kontorsbyggnader är det inte ovanligt att innergårdar minskas drastiskt i storlek för att maximera antalet arbetsplatser per kvadratmeter (se figur 8.8).



Figur 8.8 Renovering med ökade kontorsutrymmen (grått i figuren) på bekostnad av gårdsyta. Gula områdena i figuren visar ungefärlig byggnadsform på originalritningen från 1944. (sektion och planritningar Kv Träsket, Stockholm). (Källa: Rogers et al. 2015).

Innergårdar smalare än 6 m är inte ovanliga. Detta begränsar starkt dagsljusinsläppet på de lägsta våningarna till nivåer som ofta kan ligga väl under rekommenderad nivå. Dessutom är det inte ovanligt att arbetsplatser hamnar långt från fönster mot det fria. Kontorslandskap är ett effektivt sätt att maximera antalet arbetsplatser, men möbleringslösningen kan med djupa byggnadskroppar utgöra en utmaning när det gäller att säkerställa tillräcklig dagsljustillgång längre in i byggnaden.

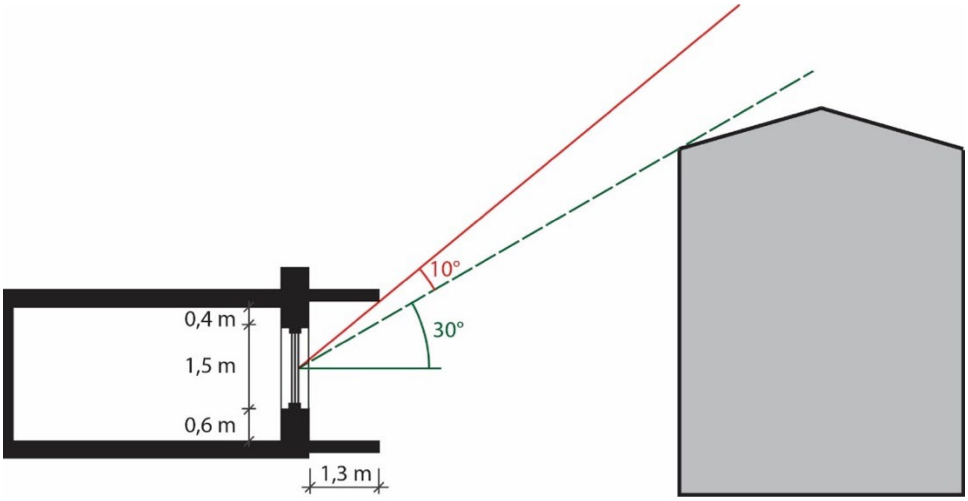
Trenden att maximalt utnyttja byggnadsarea och bruttoarea påverkar även bostäder. Under de senaste åren har flera bostadshus, som är mer än 16 m breda, projekterats och byggts. Resultatet har varit djupa rum där en stor del av bostaden i praktiken är utan tillgång till dagsljus. I stadskvarter är det inte ovanligt att lägenheter placeras i innerhörn med begränsad fasadarea. Dessa rum har generellt inte plats för tillräckligt stora fönster och resultatet blir ofta mycket låga dagsljusnivåer.

Ett sätt att skapa extra utrymme samt ge ett ökat försäljningsvärde är att förse lägenheter med stora balkonger. Detta har blivit vanligare och denna trend har också haft en stor inverkan på människors tillgång till dagsljus. Det förekommer balkonger med ett djup på mer än 2 m (se figur 8.9 och 8.10). Även om det ofta sägs att större balkonger gör att människor vistas mer utomhus så tillåter inte vädret utomhusvistelse under en stor del av året, och då särskilt under den tid som dagsljus behövs som mest - vinterhalvåret.



Figur 8.9 Nyproducerad bostad med balkongdjup större än 2 meter. (Foto: Paul Rogers).

Det ska också noteras att loftgångar har blivit populära igen, ofta som ett sätt att sänka byggkostnader (bl.a. kostnad för hissar). Detta byggnadssätt har oftast en negativ effekt på dagsljusnivåerna i intilliggande rum (Bournas 2021) trots att byggnaderna ofta utförs relativt grunda.



Figur 8.10 Redan vid avskärmningsvinkel 30° från motstående byggnad krävs en grund balkong för att få tillgång till direkt dagsljus. Här illustreras att synvinkeln till himlen blir ca 10 grader vid ett balkongdjup på 1,3 m. (Bild: Helena Bülow-Hübe).

I en del bostadsprojekt finns också ambitionen att loftgångarna ska fungera som en social yta. Resultatet kan då bli loftgångar djupare än 2 m i anslutning till ett relativt djupt vardagsrum och/eller kök. Med sådana lösningar blir det en stor utmaning att säkerställa de boendes tillgång till dagsljus, eller så byggs husen utan att kraven uppfylls.

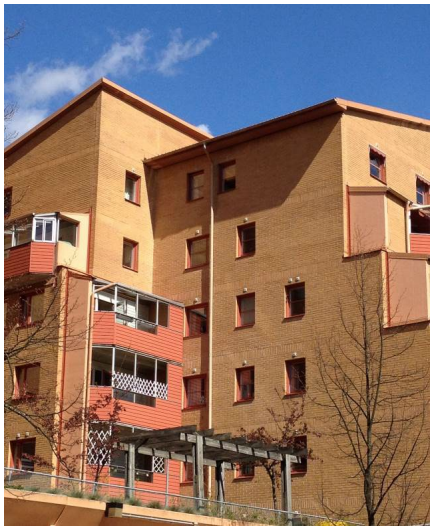
Ett mer extremt exempel på en maximering av tomtarean är ett flerbostadshus som byggts ända ut till tomtgräns, i direkt anslutning till en klippvägg (se figur 8.11). En ökad medvetenhet om de kvantitativa dagsljuskraven fungerar som en garant för att trenden att rationalisera bort tillgång till dagsljus och utblick möjligtvis inte drivs alltför långt. Ett kvantitativt dagsljuskrav hjälper fler att få tillgång till en mer hälsosam inomhusmiljö.



Figur 8.11 Exempel på bostadsprojekt där tomten utnyttjas maximalt genom att byggnaden placeras direkt mot intilliggande hinder. Här finns fönster som vetter direkt mot intilliggande klippvägg. (Foto: Paul Rogers).

8.1.3 Energianvändning och dagsljus

Sedan mitten av 70-talet har energi- och U-värdeskraven i byggregler skärpts i omgångar vilket syns tydligt i arkitekturen från denna tid genom minskad andel glas i fasaden (se figur 8.12). Fönstren är en energimässigt svag länk i byggnadens klimatskärm och det är en enkel lösning att minska fönsterarean.

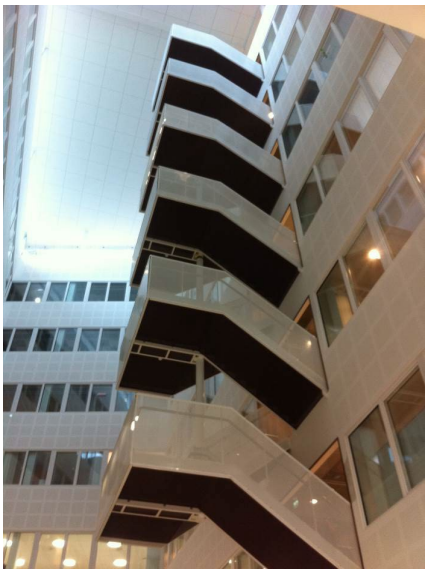


Figur 8.12 Byggnad från 1980-talet, då energifokus resulterat i att begränsa fönsterstorlekarna, vilket leder till relativt mörka rum. (Foto: Paul Rogers).

Situationen blir extra svår för höga och smala byggnader med hög formfaktor. Dessa får en hög andel fasadarea i förhållande till klimatskärmens totala omslutningsarea, vilket påverkar möjligheterna till ett lågt U_m-värde (genomsnittliga isolerförmåga för klimatskärmen enligt Boverkets krav). Fönster i fasader bidrar till sämre isolervärde, medan yttertak och golv kan vara välisolerade. U_m-kraven är svårare att uppfylla för höga smala byggnader utan källare, vilket i sin tur kan resultera i djupare byggnader och därmed en minskning av tillgänglig fasadyta för fönster.

Det finns flera inslag i moderna byggnader som bidrar till lägre energianvändning men som samtidigt kan leda till lägre dagsljusinsläpp. Exempel på detta är användning av solskyddsglas, , tjockare yttervägggar samt, som tidigare nämnts, en generell minskning av andelen fönster i fasad. Utan tydliga krav på dagsljus och utblick finns en risk för att fönsterstorlekar reduceras av energi- och kostnadsskäl, med potentiella konsekvenser för dagsljustillgång och därmed människors hälsa.

Det finns också exempel på kontorshus som byggts med mycket begränsad glasarea till innergården trots intilliggande arbetsplatser (se figur 8.13).



Figur 8.13 Minskad glasarea i nybyggt kontorshus som i kombination med små gårdar resulterar i mycket låga dagsljusnivåer i intilliggande kontorsutrymmen. (Foto: Paul Rogers).

En konsekvens av dessa trender är att elektrisk belysning används flitigare, särskilt på de lägre våningarna, vilket leder till högre elanvändning, en oönskad effekt i tider av elbrist. Dagsljus har normalt ett högre ljusutbyte (lm/W) än de flesta elektriska ljuskällor. Elektrisk belysning bidrar också till högre interna värmebelastningar under sommaren, och därmed öka behovet av kylning. Dagsljus är dessutom en fri/gratis energikälla, och tillgång till dagsljus bidrar till resiliens vid elavbrott.

Samtidigt som energikraven har skruvats åt i omgångar så har det tagits ganska lätt på dagsljuskrav. I början av 2000-talet var de i stort sett praxis bland bygglovshandläggare att godkänna rum med 10 % glasarea i förhållande till golvarea, oavsett avskärmningsvinkel och typ av glas. Miljöcertifieringssystem har sedan början av 2010-talet bidragit till att åter sätta fokus på dagsljusfrågor, vilket i sin tur har ökat kunskapen inom branschen. hanterar dagsljuskrav bättre. Det är dock tydligt att det ofta är problematiskt att klara både energi- och dagsljuskravet i tätbebyggda områden och denna utmaning har bidragit till att SGBC har tagit bort dagsljus som indikator i Miljöbyggnad.

Konsulter i branschen upplever att energifrågor ofta prioriteras framför dagsljus och utblick. Detta gäller byggnader för olika verksamheter men är särskilt vanligt i nybyggda skolor och förskolor. Svenska skolbyggnader har traditionellt tagit kopplingen mellan elevers tillgång till dagsljus och utblick samt inlärning och hälsa som en självklarhet (Küller & Lindsten (1992), Kristensson 2005). En studie av nybyggda skolor (Brismo & Lindberg 2018) visar att dagsljusnivåerna inte uppfyller dagens dagsljuskrav i ungefär hälften av de rum som undersöktes även om många av dessa rum inte alls är skymda av omkringliggande byggnader (se figur 8.14).



Figur 8.14 Nybyggd förskolebyggnad med små fönster och avskärmning av dagsljus från fasadelement. I byggnaden finns rum som inte uppfyller BBR:s dagsljuskrav trots att byggnaden i stort sett inte skyms av omkringliggande byggnader. (Foto: Paul Rogers).

Här borde Fohm:s rapport som konstaterar: Särskilt viktigt är det att planera för goda ljusförhållanden i skol- och vårdmiljö (Folkhälsomyndigheten 2017) beaktas bättre. Det har blivit vanligare med djupare skolsalar (i stället för breda) vilket försämrar förutsättningarna för dagsljus.

Det går att sänka en byggnads energianvändning med smart styrning av den elektriska belysningen och genom att ta vara på dagsljus. Lösningen kallas ”daylight harvesting” och bygger på att ljussensorer känner av dagsljusnivån och dimmar eller helt stänger av allmänbelysningen när dagsljuset är tillräckligt. Även om nyttan med lösningen minskat något i takt med att den elektriska belysningen har blivit alltmer energieffektiv, så ökar även elpriserna vilket kan göra att lösningen är fortsatt aktuell.

Även om branschens allmänna förståelse och intresse för dagsljus kommer i andra hand på grund av fokus på energibesparingar, så kan dagsljuskraven bidra till att trenden med svagt dagsljusbelysta rum från 80-talet inte upprepas och att en god inomhusmiljö uppnås.

8.1.4 Akustikkrav påverkar ljus och utblick

Boverkets byggregler BBR kapitel 7 ställde krav mot förekomst och spridning av buller. I BFS 2024:10 Skydd mot buller i byggnader kapitel 2 finns jämförbara krav.
Dessa regler är applicerbara på byggnader som innehåller bostäder eller lokaler i form av vårdlokaler, förskolor, fritidshem, undervisningsrum i skolor samt rum i arbetslokaler

avsedda för kontorsarbete, samtal eller dylikt. Syftet med föreskrifterna är att begränsa störande ljud så att olägenheter för människors hälsa minskas. De byggtekniska åtgärder som används för att reducera buller har ofta en negativ påverkan på dagsljus och till en viss del även utblick.

För byggnader i bullerutsatta miljöer är det vanligt att fönsterstorlekar begränsas av akustiska skäl. Därtill kan fönster ibland utformas med breda eller djupa fönsterprofiler och/eller utrustas med en ytterligare glasskiva. I vissa fall kan glasets ljustransmittans minskas med ca 5 procentenheter i jämförelse med fönster som inte är utsatta för buller. I bostäder kan det innebära en ljustransmittans som underskrider 65 %, vilket begränsar dagsljusinsläpp och som också försämrar utblickskvaliteten.

Utökat djup och större bredd på fönsterprofilerna används mer sällan men utformningen gör att en del av infallande ljus fastnar på karmen utan att föras vidare in i rummet. Utblicksmöjligheterna påverkas också. Stora och/eller inglasade balkonger (se figur 7.8) är en annan metod som används för att reducera ljudnivåer i bostäder, som också minskar dagsljusinsläppet. Balkonger med tätt räcke minskar också både dagsljus och buller, men i mindre utsträckning än exemplen ovan. Andra exempel på åtgärder som används för att reducera buller är tät gruppering av byggnader, kringbyggda kvarter och extra glas utanför fönster. Dessa exempel på byggtekniska påverkar dagsljustillgång och till en viss del även utblick negativt.

Vid tekniskt samråd är det inte ovanligt att akustikkrav väger tyngre än kraven på dagsljus eller utblick även om det finns flera vetenskapliga bevis på bådas effekter på människors hälsa (se kapitel 7).

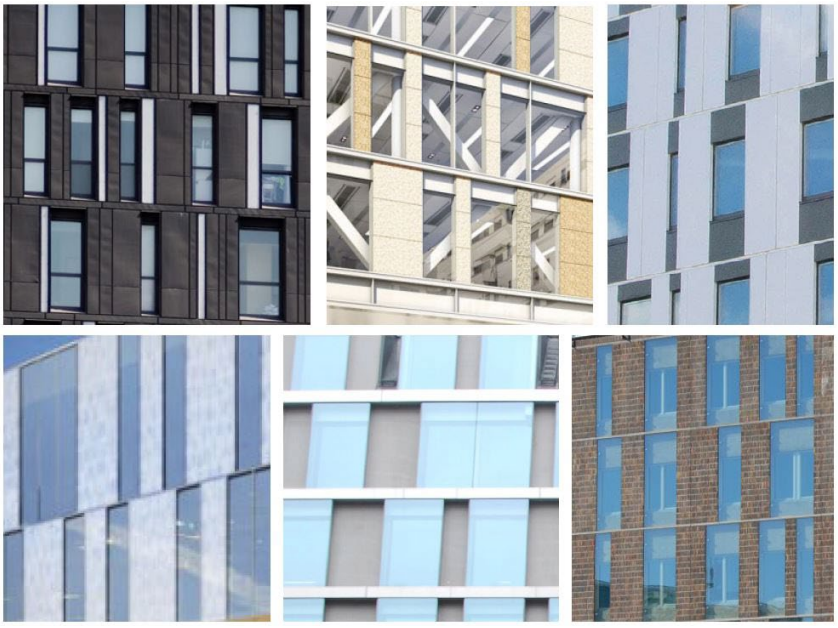
8.1.5 Trender inom arkitektur

Några av de senaste trenderna inom planering, arkitektur och inredning har lett till reducerade dagsljusnivåer inomhus. I Norden har ljusa fasadkulörer varit ett traditionellt sätt att förbättra dagsljusförhållandena på stadsdelsnivå. I dagens arkitektur är det dock inte ovanligt med mörka och i vissa fall svarta fasadmaterial (se figur 8.15).
Detta begränsar mängden ljus som reflekteras från byggnader. I kombination med höga avskärmningsvinklar kan det kraftigt försämra dagsljustillgången i grannbyggnaderna.



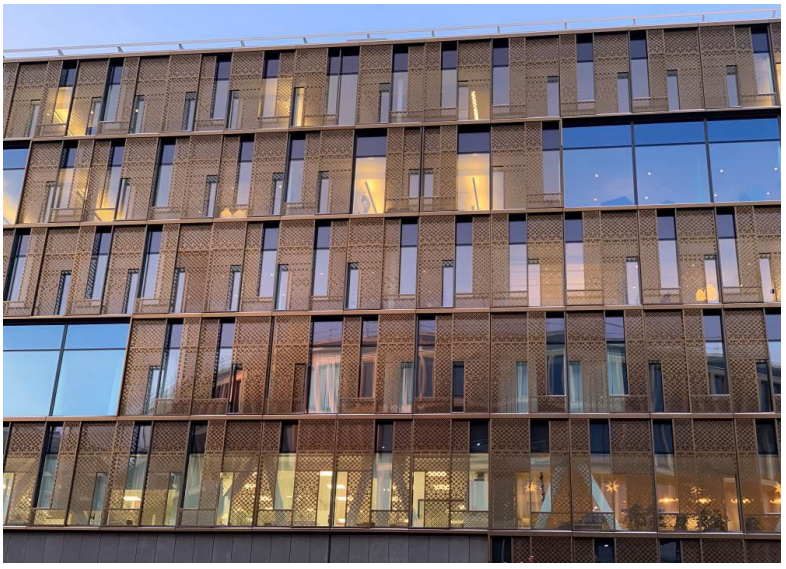
Figur 8.15 Mörka fasadmaterial lämnar mycket lite reflekterat ljus till gård och angränsande byggnader, här även svarta fönster och balkongfronter. (Foto: Helena Bülow-Hübe).

De senaste åren har både kommersiella och bostadsprojekt utförts med fasader med oregelbundet placerade vertikala fönster (se figur 8.16). Fasadutformningen är problematisk för dagsljusinsläppet då glasytor lägre än 60 cm över golv generellt sett ger litet bidrag till dagsljusnivåerna. Dessutom placeras vertikala fönster ofta asymmetriskt vilket ger ojämnt dagsljus i rummet. Horisontella fönster ger inte bara ett jämnare ljus med mindre risk för bländning, de ger även bättre utblick.



Figur 8.16 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 vilket kan ge försämrat dagsljusförhållande. (Foto: Paul Rogers).

Det är även populärt med fönsterkarmar i mörka kulörer. Även om det inte på något sätt är ett nytt fenomen så bidrar det också till att minska dagsljusmängden inomhus.
Det finns många exempel där fönster avskärmas av balkongräcke eller andra dekorativa element. Resultatet blir ofta låga dagsljusfaktorer.



Figur 8.17 Fasad där metallnät utgör en del av fasadgestaltningen samt ett passivt solskydd. (Foto: Paul Rogers).

En del byggnader har fasta metallnät och liknande konstruktioner som täcker fönster. De utgör en del av fasadgestaltningen samt ett passivt solskydd (se figur 8.17). Det ger generellt dålig prestanda med avseende på solskydd och dagsljusinsläpp.

Kontorstrenden de senaste åren har gått mot interiörfinish med begränsad ljusreflektion LRV (ljusreflektansvärde 0–1). Trots att både europeiska och nordamerikanska standarder rekommenderar en reflektionsfaktor för kontorsgolv på 0,20 till 0,40, så används ofta mycket mörka golvmaterial med reflektansvärde under 0,1. Perforerade metallundertak har också blivit populära. Som regel minskar de reflektansvärdet och därmed minskar mängden dagsljus i rummet (såväl som från den elektriska belysningen) jämfört med konventionella ljusa och täta takmaterial.

Ett kvantitativt dagsljuskrav säkerställer att byggnadens gestaltning inte riskerar människors tillgång till ett hälsosamt dagsljusinsläpp.

8.2 Utmaningar för olika aktörer

Kopplat till byggsektorns många aktörer finns det olika faktorer som påverkar prioriteringen mellan olika aspekter som måste hanteras och lösas i ett byggprojekt.

Fastighetsutvecklare
Dagsljus är många gånger nedprioriterat eftersom det finns en önskan att optimera projektekonomin genom att bygga tätt och energieffektivt. Fönster och glas är också ett relativt dyrt byggnadsmaterial.

Konsulter
Ljus utgör inte något stort fackområde i de flesta byggprojekt. Det gör att ibland får en oerfaren konsult hantera ljusfrågor. Samtidigt är det nödvändigt med goda kunskaper om hur beräkningar/kvantifiering av dagsljus, solljus och belysning ska utföras.
Detta försvåras av att det många gånger finns brister i kunskap om indataparametrar för beräkning och standardisering eller vägledning till hur dessa parametrar ska hanteras.

Kommuner
Förutsättningarna för att byggprojekt ska kunna uppfylla dagsljuskrav sätts redan i detaljplanen för ett område. Omkringliggande byggnaders höjd och placering har avgörande betydelse för hur kraven på dagsljus kan klaras. Planarkitekturen tar inte alltid ansvar för att det ska kunna gå att uppfylla dagsljuskraven.

Kommunernas byggnadsnämnder har olika nivåer på kunskap och ambitioner vid granskning. Många kommuner struntar helt och hållet i att kontrollera dagsljuset, och ännu färre kontrollerar kravet för solljus. För kommuner som granskar dagsljus kan det vara svårt att följa upp vad som byggs.

Enligt PBL ska dagsljus provas vid tekniskt samråd/startbesked. Då är det oftast alldeles för sent att göra förbättringar som är betydelsefulla eftersom geometrierna sätts i bygglovsskedet (och delvis ännu tidigare i detaljplanernas utformning).

Övriga (branschen)
Kunskap om fördelar med dagsljus på individnivå är dåligt spridd. Det gäller också risken för övertemperatur från solljus och dagsljus.

8.3 Utmaningar för belysning

8.3.1 Utveckling av belysning

I ett historiskt perspektiv kan noteras att elektrisk belysning är ett relativt nytt fenomen. Glödlamporna och lysrören uppfanns omkring 1880 respektive 1930 dvs. för mindre än 150 år sedan. Före dessa uppfinningar var alla byggnader belysta av dagsljus och byggplanerna och stadsplaneringen ritades noggrant för att säkerställa god tillgång till dagsljus. Avståndet mellan byggnader och byggnadens höjd och djup behövde kontrolleras noggrant för att undvika att sätta människor i mörkret.

Idag när vi står inför en energi- och elkris är det värt att komma ihåg att en av de viktigaste energikällorna (dagsljus) också är den viktigaste dirigenten för tidsanpassning och har påverkat utvecklingen av alla arter på jorden, inklusive människor, ända ner till cellnivå. Ny forskning publiceras varje månad som visar hur varje band av den elektromagnetiska strålningen - från UV till infraröd - är kopplat till dygnsrytmen och att dygnsrytmen är allmänt grundläggande för hälsa.

8.3.2 Nya energieffektiva ljuskällor

Då kraven på att vara energieffektiv har ökat de senaste åren har utbudet av LED som ljuskälla ökat. En del av dessa ljuskällor och armaturers drivdon har bristande funktion och kvalitet när det gäller flimmer och färgåtergivning. Svaga kunskaper om hur flimmer och TLM påverkar människan har gjort att en del av de nya ljuskällorna har en frekvens som kan orsaka besvär för känsliga personer. Dessutom finns det möjlighet att förbättra spektrum från LED-ljuskällorna, och därmed förbättra färgåtergivningen. En LED-lampa/armatur är ofta mer ljusintensiv än tidigare ljuskällor, vilket i sin tur ökar risken för bländning. En felplacerad LED-lampa är betydligt mer bländande än en felplacerad halogenlampa. Att använda LED som ljuskälla inomhus ställer högre krav på att armaturtyp och armaturplaceringen är genomtänkt och rätt placerad i förhållande till arbetsuppgiften som ska utföras på t.ex. en arbetsplats. Ett förslag till beställarunderlag och ett slutbesiktningsprotokoll har tagits fram som kan underlätta för beställare och installatörer vid upphandling och installation. Detta för att se till att belysningslösningen uppfyller alla lagkrav och standards för just den sortens lokal eller miljö som gäller (se bilaga 8).

Genom att LED drar mindre energi än andra ljuskällor har privathushållen också börjat använda mer belysning utomhus än tidigare. Utomhusbelysning med LED kan dra till sig mer flygande insekter och fladdermöss (Bolliger et al. 2022, Justice & Justice 2016) på grund av mängden kallt ljus i LED. Detta har i vissa fall börjat påverka nattlevande insekter och djur negativt och minskat förekomsten (Owens et al. 2018). Vid planering av stadsmiljöer och känsliga områden är det viktigt att dimra ljuset och minska mängden kallt ljus på natten för att inte störa djurlivet mer än nödvändigt (Deichmann et al. 2021).

9 Slutsatser och reflektioner

Denna kunskapssammanställning över bland annat regelverk, vägledningar och frivilliga krav för ljus, dagsljus, solljus, utblick och belysning visar att det finns många verktyg att ta hjälp av för att styra kvaliteten inom området. Det är viktigt med robusta lösningar för sådant som inverkar på människors hälsa.

9.1 Gap, utvecklingsbehov, utmaningar

Exempel på kunskapsgap, utvecklingsbehov och utmaningar redovisas här.

Förtätning och maximering av markanvändning
Vid stadsförtätning är risken stor att dagsljusnivåer i befintliga byggnader minskar kraftigt. Även många nya stadsdelar byggs med så hög täthet att dagsljustillgången inte är tillräcklig i en betydande del av bostäderna. Det ska noteras att en ökad medvetenhet om de kvantitativa dagsljuskraven fungerar som en garant för att trenden att rationalisera bort tillgång till dagsljus och utblick möjligtvis inte drivs alltför långt. På detta sätt hjälper kvantitativa dagsljuskrav att fler får tillgång till en mer hälsosam inomhusmiljö.

Energianvändning för belysning kan minskas
Det finns inslag i moderna byggprojekt som bidrar till lägre energianvändning men som samtidigt kan leda till lägre dagsljusinsläpp. Minskad fönsterarea ger som konsekvens minskad dagsljusnivå vilken i sin tur får följden att elektrisk belysning måste tändas oftare, särskilt på lägre våningar. Detta leder till högre elanvändning, en oönskad effekt i tider av elbrist. Det kan till och med leda till högre interna värmebelastningar under sommarens värmeböljor eftersom dagsljus normalt har ett högre ljusutbyte (lm/W) än de flesta elektriska ljuskällor. Dagsljus är både fri/gratis ljus- och energikälla, vilket bidrar till resiliens vid elavbrott. Samtidigt innebär ökad användning av LED-belysning, som ofta har hög ljusintensitet och är en digital ljuskälla, en ökad risk för bländning och flimmerrelaterade besvär om den inte utformas korrekt.

I ett historiskt perspektiv kan noteras att elektrisk belysning är ett relativt nytt fenomen. Glödlamporna och lysrören uppfanns omkring 1880 respektive 1930 dvs. för mindre än 150 år sedan. Före dessa uppfinningar var alla byggnader belysta av dagsljus och byggplanerna och stadsplaneringen ritades noggrant för att säkerställa god tillgång till dagsljus. Avståndet mellan byggnader och byggnadens höjd och djup behövde kontrolleras noggrant för att undvika att sätta människor i mörkret.

Idag när vi står inför en energi- och elkris är det värt att komma ihåg att en av de viktigaste energikällorna (dagsljus) också är den viktigaste dirigenten för tidsanpassning och har påverkat utvecklingen av alla arter på jorden, inklusive människor, ända ner till cellnivå. Ny forskning publiceras varje månad som visar hur varje våglängdsområde av den elektromagnetiska strålningen - från UV till infraröd - är kopplat till dygnsrytmen och att dygnsrytmen är allmänt grundläggande för hälsa.

Kris och beredskap
En relativt ny faktor att beakta är beredskapsfrågan. Hur kan verksamhet bedrivas när elektricitet saknas? Räcker det med dagsljus? Frågan kommer säkert att analyseras vidare.

Åtgärder mot buller som påverkar ljus, syn och utblick
Många av de byggtekniska åtgärder som används för att reducera buller påverkar dagsljustillgång och till en viss del även utblick negativt.

För byggnader i bullerutsatta miljöer är det vanligt att fönsterstorlekar begränsas av akustiska skäl. Därtill kan fönster ibland utformas med breda eller djupa fönsterprofiler och/eller utrustas med en ytterligare glasskiva som påverkar fönstrets ljustransmittans. Lägre ljustransmittans försämrar också kvaliteten på utblicken. Balkonger är en annan metod som används för att reducera ljudnivåer i bostäder, vilket också minskar dagsljusinsläppet. Vid tekniskt samråd är det inte ovanligt att akustikkrav väger tyngre än kraven på dagsljus samt utblick.

Synstress – mönsterbländning (pattern glare)
Synstress och mönsterbländning – visuellt obehag och perceptuella störningar – beskrevs först som *patterned glare* (Wilkins & Nimmo-Smith, 1984) och benämndes senare *pattern glare* (Evans & Drasdo, 1991). Detta fenomen avser visuella störningar och obehag som utlöses av repetitiva, högkontrastmönster av ränder eller prickar, särskilt inom medelhöga spatiala frekvenser. Pattern glare är kopplat till kortikal hyperexcitabilitet och förekommer ofta hos personer med migrän, Meares–Irlen-syndrom (visuell stress) och flera neurologiska tillstånd. Effektens styrka beror både på mönstrets egenskaper och på individuell känslighet. För känsliga individer kan sådana mönster framkalla ansträngda ögon, huvudvärk samt illusioner av färg, form eller rörelse.

I vardagliga situationer rapporterar många personer visuell obehagskänsla när de betraktar repetitiva, randiga mönster – till exempel vid strykning av randiga textilier eller när de använder rulltrappor (Wilkins 1995). Akustikpaneler med mönstrade ytor påverkar inte bara den akustiska miljön utan också den visuella upplevelsen av ett rum. Mot bakgrund av dessa forskningsresultat kan mönstrade akustikpaneler utgöra en påtaglig risk för brukarnas välbefinnande och bör därför bedömas inte bara utifrån sin akustiska funktion utan även utifrån sin potentiella förmåga att framkalla visuell stress. Vid utformning av miljöer bör därför repetitiva och högkontrastmönster undvikas eller användas med försiktighet, särskilt i arbetsmiljöer och andra miljöer där människor vistas under längre tid.

Trender i nya byggprojekt
Några av de senaste trenderna i utformningen av nya byggprojekt har lett till reducerade dagsljusnivåer inomhus (t.ex. oregelbunden och asymmetrisk placering av fönster, mörka fasadmaterial, avskärmning via fasadelement).

Ett kvantitativt dagsljuskrav säkerställer att vistelserum erhåller tillräckligt med dagsljus för att inte riskera människors hälsa, och byggnadens gestaltning får inte riskera människors tillgång till ett hälsosamt dagsljusinsläpp.

Dagsljusfaktor och bedömning av tillgång av dagsljus
Dagsljusfaktorn är ett lämpligt mått för att bedöma tillgången av dagsljus i relation till myndighetskrav. Det finns dock mer sofistikerade bedömningsmetoder, som till exempel EN 17037, som kan användas för en mer noggrann bedömning av byggnaders dagsljusprestanda.

Risk för flimmer och bländning från elektrisk belysning
Elektrisk belysning inomhus behöver utformas för att underlätta seendet. God visuell miljö med bra belysning ger förutsättningar för välmående. En god visuell miljö minskar mängden ögonbesvär, huvudvärk, muskel och ledbesvär och kan påverka prestationsförmåga och produktivitet på ett positivt sätt. När det finns bländande eller flimrande armaturer ökar förekomsten av besvär. Det går att utvärdera den visuella miljön med ”keps-testet” eller att kolla flimmer med mobiltelefon. (Arbetsliv 2021)

9.2 För olika aktörer i branschen

Forskning om inomhusmiljö och hälsa samt medicinsk forskning
Det är viktigt att byggbranschen håller sig ajour med pågående medicinsk forskning om cirkadiska cykler och hur dagsljus, solljus, utblick och belysning påverkar hälsa. Nya rekommendationer kommer allt tätare. I synnerhet har det gått närmare ett decennium sedan rapporten *Ljus och hälsa* (Folkhälsomyndigheten 2017) publicerades. Under denna tid har viktiga kunskapsutvecklingar skett inom området, vilket gör att en uppdatering av rapporten är nödvändig.

Kommuner
I detaljplaner fastställs förutsättningarna för exploateringsgraden. Byggnaders möjligheter att uppfylla krav på ljus, dagsljus, solljus och utblick ska prövas. Vid framtagande av detaljplaner är det därför viktigt att se till att kraven är möjliga att uppfyllas. Idag finns många verktyg som också lämpar sig för tidiga skeden, men det är inte alltid som de tillämpas eller att exploateringsgraden anpassas till resultaten i de studier som görs.

Tillsyn av ljusfrågor sker i samband med hantering av bygglov och startbesked. Formellt sett ska det först granskas vid startbesked men då är det för sent för att göra större åtgärder som kan förbättra dagsljustillgången, eftersom husets form, planlösningar och fönstersättning godkänns vid bygglovet. Av detta skäl begär en del kommuner in dagsljusredovisning redan i bygglovsskedet för en preliminär granskning. Vid hantering först vid startbesked är projekteringsarbetet långt framskridet och anmärkningar skulle få stora konsekvenser.

Projektering
När alla rum i kritiska lägen kontrolleras i projekteringen är det vanligt med avvikelser från kraven. En del kan lösas på ritbordet men inte allt. Ibland är förutsättningarna för svåra och det går inte att hitta lösningar som tillgodoser alla krav.

När det gäller belysningen kan detta ofta leda till problem med bländning och osynligt flimmer (TLM). Ett underlag som stöd för beställare redovisas ett underlag och slutbesiktningsprotokoll för att underlätta i projektering och slutbesiktning (se bilaga 8).

Dagsljusproblematiken brukar härröra från hög avskärmning från omkringliggande byggnader, i synnerhet vid samtidig avskärmning från balkonger, loftgångar etc. Redan vid ca 40 graders avskärmning och 2 m djupa balkonger uteblir det direkta dagsljuset (avsaknad av synvinkel mot himlen) vilket gör det mycket svårare att klara kraven. Medan den egna byggnadens fönsterarea kan påverkas i viss grad, är det inte möjligt att påverka grannbyggnadens höjd eller närhet. Dagsljuset uppvisar på detta sätt unika svårigheter som inte går att lösa genom enkla tillval, så som bullerkrav som kan lösas med en specialruta, eller krav på termisk komfort sommartid som kan lösas med ett effektivt solskydd.

Djupa rum ger svårare förutsättningar än grunda rum, eftersom ljuset avtar kraftigt med avståndet från fönstret. Djupare byggnadskroppar ger därför större utmaningar.

9.3 Slutsats

Den nya regleringen i BFS 2024:8 innebär en ökad flexibilitet i bedömningen av dagsljus på bostadsnivå, vilket särskilt gynnar större lägenheter där variationer mellan rum kan balanseras inom helheten. Detta kan i många fall bidra till en mer effektiv lov- och byggprocess. För små bostäder, såsom ettor och i många fall även tvåor, kvarstår

dock i stort sett samma utmaningar som tidigare. Sammantaget innebär förändringen att omfattningen av avvikelser kan minska, men att behovet av avvägningar och i viss mån avvikelsehantering fortsatt kommer att vara en del av dagsljusbedömningen. Kraven om ljusförhållanden i kap 4 BFS 2024:8 bedöms i samband med startbeskedet och inte i bygglovsprövningen.

För lokaler kvarstår dagsljuskravet i sak, men med en ökad flexibilitet i hur det kan visas att tillräckliga ljusförhållanden uppnås. Kravet är inte kvantitativt specificerat, utan utformat som ett funktionskrav där det är den faktiska ljusnivån i lokalen som ska bedömas. Samtidigt bör det noteras att Arbetsmiljöverkets krav, trots olika tillämpningsområden och rättsliga utgångspunkter, generellt har en högre ambitionsnivå avseende rekommenderade nivåer för både dagsljus och utblick. Detta innebär i praktiken att externa vägledningar och branschpraxis får en ökad betydelse vid tolkning av kravet, där Arbetsmiljöverkets föreskrifter (AFS) utgör den primära utgångspunkten för bedömning av dagsljus i lokaler.

Jämlika ljusförhållanden
I en tätt byggd stad har inte alla samma möjlighet att välja boende – högst upp i huset eller i gathuset där dagsljuset flödar. Mycket få föredrar mörkare bostäder men många är beredda att kompromissa bort dagsljustillgången för att få tillgång till stadens puls. Här finns konsekvenser att ta ansvar för i planeringen. Dagsljus ska inte bara vara en lyx som privilegierade kan unna sig, det ska vara en rättighet för alla.

Tappa inte bort hälsa och välmående
I tätbebyggda kvarter visar det sig vara en utmaning att efterleva regelverket. Dagsljuset i Sverige är relativt svagt, och lågt stående sol, dessutom ofta skymd av omgivande byggnader, ger långa skuggor. Det är lätt att inspireras av tätheten i städer som Barcelona (på en breddgrad av 42° lat) eller New York (40° lat) eller Tokyo (36° lat) men det är ett faktum att Stockholm (59° lat), Göteborg (58° lat) och Malmö (55° lat) har andra förutsättningar när det gäller dagsljus.

Historien visar att svenska städer kan förse alla boende med ljusa bostäder men om förtätandet fortsätter enligt samma mönster som tidigare så måste både lagstiftare och planaktörer ha verktyg att förstå dess begränsningar. Misslyckas planeringen av framtidens städer finns en risk att hälsa och välmående för de som bor i den attraktiva kvartersstaden i all mening äventyras.

I perioder av högkonjunktur har många lägenheter sålts utifrån ”Bofaktablad”, långt innan byggnaderna ens börjat produceras. Bofaktabladen visar planlösningarna för de olika lägenheterna, men ljusförhållandena framgår dåligt. Var i huset lägenheten är placerad, har ofta smugits in i mycket mindre bilder, och det är svårt för en köpare att utläsa hur avskärmat läget är.

Folkhälsomyndigheten och Arbetsmiljöverket utgår från att brist på dagsljus kan ge negativa effekter för hälsan. Tätt byggda städer påverkar folkhälsan. Uppskattningsvis spenderas 90 % av levnadstiden inomhus (Klepeis et al. 2001). Därför behövs lagstiftning som skyddar miniminivåerna för dagsljustillgången. Det är också anledningen till att miniminivåer för dagsljus i vistelserum är nödvändiga i Boverkets byggregler och till följd av detta behöver byggbranschen ta fram riktlinjer för hur arbete med dagsljus kan bedrivas på ett faktamässigt sätt.

Referenser

Abd-Alhamid F, Kent M, Calautit J & Wu Y (2020) Evaluating the impact of viewing location on view perception using a virtual environment. *Building and Environment*. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2020.106932

Agarwal S, Goel D & Sharma A (2013) Evaluation of the Factors which Contribute to the Ocular Complaints in Computer Users. *Journal of clinical and diagnostic research*: JCDR, 7, 331-5.

Alfredsson L, Armstrong B K, Butterfield D A, Chowdhury R, de Gruijl F R, Feelisch M, Garland C F, Hart P H, Hoel D G, Jacobsen R, Lindqvist P G, Llewellyn D J, Tiemeier H, Weller R B, Young A R. (2020) Insufficient Sun Exposure Has Become a Real Public Health Problem. *Int J Environ Res Public Health*. 2020 Jul 13;17(14):5014. doi: 10.3390/ijerph17145014. PMID: 32668607; PMCID: PMC7400257.

Álvarez, S (2020). Natural Light Influence on Intellectual Performance: A Case Study on University Students. *Sustainability*, 12, 4167. https://doi.org/10.3390/su12104167

Andersson J (2023) *Förstudie av solljusanalyser.* Göteborg: Skanska Sverige; SBUF projekt ID 14061.

Andreeva P N, Prikhodko A G (2025). Insolation: Concept, Legislative Regulation, *Role of Architecture L&E*, Vol.33, No.3, 2025

Anshel J R (2005) *Visual Ergonomics Handbook*, CRC Press, Taylor & Francis Group, LLC.

Anshel J R (2007) Visual ergonomics in the workplace. *AAOHN Journal*, 55, 414-22.

Arbetsliv (2021) Testa din belysning på jobbet. *Arbetsliv - Sveriges största arbetsmiljötidning*.

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

Arbetsmiljöverket (2023) *Arbetsplatsens utformning* AFS 2023:12.

Baggerly C A, Cuomo R E, French C B, Garland C F, Gorham E D, Grant W B, Heaney R P, Holick M F, Hollis B W, McDonnell S L, Pittaway M, Seaton P, Wagner C L & Wunsch A (2015) Sunlight and Vitamin D: Necessary for Public Health. *J Am Coll Nutr*. 2015;34(4):359-65. doi: 10.1080/07315724.2015.1039866. Epub 2015 Jun 22. PMID: 26098394; PMCID: PMC4536937.

Balci R & Aghazadeh F (2003) The effect of work-rest schedules and type of task on the discomfort and performance of VDT users. *Ergonomics*, 46, 455-65.

Baloch R M, Maesano C N, Christoffersen J, Mandin C, Csobod E, Fernandes E O, Annesi-Maesano I & Consortium OBOTS (2020) Daylight and School Performance in European Schoolchildren. *Int J Environ Res Public Health*. 2020 Dec 31;18(1):258. doi: 10.3390/ijerph18010258. PMID: 33396514; PMCID: PMC7795157.

Barrett E M, Jeffery G (2026) LED lighting (350-650nm) undermines human visual performance unless supplemented by wider spectra (400-1500nm+) like daylight. *Sci Rep 16*, 3061. https://doi.org/10.1038/s41598-026-35389-6

Batra S P, Chandrakant S & Ahuja S (2019) Light Emitting Diode Lighting Flicker, its Impact on Health, and the Need to Minimise it. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 13, NE01-NE05.

Berman M, Jonides J. & Kaplan S (2008) The cognitive benefits of interacting with nature. *Psychol Sci*., 19(12), 1207-12.

Berman S M, Greenhouse D S, Bailey I L, Clear R D & Raasch T W (1991) Human Electroretinogram Responses to Video Displays, Fluorescent Lighting, and Other High

Frequency Sources. *Optometry & Vision Science*, 68, 645-62.

Blehm C, Vishnu S, Khattak A, Mitra S & Yee R W (2005) Computer Vision Syndrome: A Review. *Survey of ophthalmology*, 50, 253-62.

Bolliger J, Haller J, Wermelinger B, Blum S & Obrist M K (2022) Contrasting effects of street light shapes and LED color temperatures on nocturnal insects and bats. *Basic and Applied Ecology*, 64, 1-12.

Bournas I (2021) *Daylight compliance of multi-dwelling apartment blocks: Design considerations, evaluation criteria and occupant responses*. PhD, Lund University. https://lup.lub.lu.se/record/b48df31c-6d89-42e1-8c4d-24340592acba

Boverket (1991) *Solklart .. att lämna företräde för sol*.

Boverket (2024a) *Den byggda formens betydelse – Kunskap från forskning*. Rapport 2024:6

Boverket (2024b). Remiss– Boverkets förslag till föreskrifter om skydd med hänsyn till hygien, hälsa och miljö; med konsekvensutredning. Processnummer: 3.2.1 Diarienummer: 29/2022. Boverket.

Boverket (2024c) *Konsekvensutredning BFS 2024:8 – Boverkets föreskrifter om skydd med hänsyn till hygien, hälsa och miljö samt hushållning med vatten och avfall* https://rinfo.boverket.se/BFS2024-8/dok/BFS2024-8_Konsekvensutredning.pdf

Boverket (2025) Bilaga *Utredning dagsljus i ändringsregler*, i Rapport *Uppdrag att föreslå lättnader i byggkraven vid ändring och ombyggnad.* (2025). Rapport 2025:12. ISBN 978-91-89581-84-5. Bilaga tillgänglig i: https://www.boverket.se/sv/om-boverket/publikationer/2025/foresla-lattnader-i-byggkraven/

Boverket (2026) *BABS från 1947 till 1968* [Online]. Boverket. Available: https://www.boverket.se/sv/lag--ratt/aldre-lagar-regler--handbocker/aldre-regler-om-byggande/babs-fran-1947-till-1968/ [Accessed 2026-01-17 2026].

Boyce P, Hunter C & Howlett O (2003) *The benefits of daylight through windows*. Lighting Research Center.

Boyce P R (2003) *Human Factors in Lighting*, Taylor & Francis, Cornwall, ISBN 0-7484-0950-5.

Boyce P R (2021) Light, lighting and human health. *Lighting Research & Technology*, 54, 101-44.

Boyce P R, Beckstead J W, Eklund N H, Strobel R W & Rea M S (1997) Lighting the graveyard shift: The influence of a daylight-simulating skylight on the task performance and mood of night-shift workers. *International Journal of Lighting Research and Technology*, 29, 105-34.

Boyce P R & Wilkins A (2018) Visual discomfort indoors. *Lighting Research & Technology*, 50, 98-114.

Brainard G C, Hanifin J P, Greeson J M, Byrne B, Glickman G, Gerner E & Rollag M D (2001) Action Spectrum for Melatonin Regulation in Humans: Evidence for a Novel Circadian Photoreceptor. *The Journal of Neuroscience*, 21, 6405-12.

Boubekri M, Cheung I N, Reid K J, Wang C H & 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

BRE Global (2024) *GN50 Natural light calculation methodology for Hea 01 in BREEAM V7* Reference: KBCN1683 https://kb.breeam.com/knowledgebase/gn50/

Brismo J & Lindberg J (2018) *Moderna skolmiljöer: god tillgång till dagsljus genom tidig integrering av statiska och dynamiska mätindikatorer - Ett gestaltningsförslag med*

lärdomar ur undersökningar av studieobjekt och dagsljussimuleringar. Master, Luleå tekniska universitet.

Bullough J D, Hickcox K S, Klein T R, Lok A & Narendran N (2012) Detection and acceptability of stroboscopic effects from flicker. *Lighting Research & Technology*, 44, 477-83.

Bülow-Hübe H (2001) *Energy-Efficient Window Systems - Effects on Energy Use and Daylight in Buildings*. http://www.ebd.lth.se/fileadmin/energi_byggnadsdesign/images/Publikationer/Rapport_TABK-01-1022_Helena.pdf

Bülow-Hübe H & Bournas I (2025) *Utredning av lättnader av dagsljuskrav i Boverkets nya byggregler vid ändring och ombyggnad*. Rapportlänk.

Byggföretagen (2025) *Byggarbetsplatsens teknikhandbok*, Stockholm.

Cajochen C, Münch M, Kobialka S et al. (2005) High Sensitivity of Human Melatonin, Alertness, Thermoregulation, and Heart Rate to Short Wavelength Light. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism* (United States) 90, no. 3 (2005): 1311–16. https://doi.org/10.1210/jc.2004-0957

Calligaro H, Dkhissi-Benyahya O & Panda S (2021) Ocular and extraocular roles of neuropsin in vertebrates. *Trends in Neurosci*, 45(3), 200-11.

Canazei M, Pohl W, Bliem H R & Weiss E M (2017) Acute effects of different light spectra on simulated night-shift work without circadian alignment. *Chronobiology International*, 34, 303-17.

Chellappa S L, Steiner R, Oelhafen P, Lang D, Götz T, Krebs J & Cajochen C (2013) Acute exposure to evening blue-enriched light impacts on human sleep. *Journal of Sleep Research*, 22, 573-80.

Christoffersen J & Johnsen K (1999) *Vinduer og dagslys - en feltundersøgelse i kontorbygninger*. Aalborg Universitet.

CIE (2021) *Ecodesign regulations requirements for light sources*, ANNEXES to the COMMISSION REGULATION (EU) C(2019)2121. In: COMMISSION, E. (ed.).

Clear R D (2013) Discomfort glare: What do we actually know? *Lighting Research & Technology*, 45, 141-58.

Collins B L (1976). Review of the psychological reaction to windows. *Lighting Research and Technology*, 8, 80-8.

Dalarna Län (2020) *God inomhusmiljö i förskola och skola - En handbok för ljus, ljud och luft*.

De Vries A, Souman J L & de Kort Y A W (2020) Teasing apart office illumination: Isolating the effects of task illuminance on office workers. *Lighting Research & Technology*, 52, 944-58.

Deichmann J L, Ampudia Gatty C, Andia Navarro J M, Alonso A, Linares-Palominio R & Longcore T (2021) Reducing the blue spectrum of artificial light at night minimises insect attraction in a tropical lowland forest. *Insect Conservation and Diversity*, 14, 247-59.

Downes A & Blunt T P (1877) Researches on the effect of light upon bacteria and other organisms. *Proc R Soc Lond*, 26(179-184), 488–500.

Du Y, Li N, Zhou L A Y, Jiang Y, & He Y (2022) Impact of natural window views on perceptions of indoor environmental quality: An overground experimental study. *Sustainable Cities and Society*. https://doi.org/10.1016/j.scs.2022.104133

Dubois M-C, Gentile N, Laike T, Mattsson P, Bournas I & Alenius M (2025) *Daylighting and lighting: under a Nordic Sky – Second edition*, Lund University.

Edwards L & Torcellini P (2002) *A literature review of the effects of natural light on building occupants*. Report NREL/TP-550-30769, . Golden, Colorado (USA): National Renewable Energy Laboratory.

Elder C J & Bishop N J (2014) Rickets. *The Lancet*, 383, 1665-76.

Elsadek M, Liu B, & Xie J (2020) Window view and relaxation: Viewing green space from a high-rise estate improves urban dwellers' wellbeing. *Urban Forestry & Urban Greening*, 55, 126846. https://doi.org/10.1016/j.ufug.2020.126846

Elsadek M, Zhang D, & Liu B (2024) High-rise window views: Evaluating the physiological and psychological impacts of green, blue, and built environments. *Building and Environment*. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2024.111798

Eriksson I, Waldenström L, Tillberg M, Österbring M & Kalagasidis A S (2019) Numerical simulations and empirical data for the evaluation of daylight factors in existing buildings in Sweden. *Energies*, 12(11):2200.

Evans B J W & Drasdo N (1991) Tinted lenses and related therapies for learning disabilities – a review. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 11: 206-217. https://doi.org/10.1111/j.1475-1313.1991.tb00535.x

Evans B J W & Stevenson S J (2008) The Pattern Glare Test: a review and determination of normative values. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 28, 295-309.

Faergemann J & Larkö O (1986) The effect of UV-light on human skin microorganisms. *Acta Derm Venereol.*, 67, 69-72.

Fahimipour A K, Hartmann E M, Siemens A, Kline J, Levin D A, Wilson H, Betancourt-Román C M, Brown G Z, Fretz M, Northcutt D, Siemens K N, Huttenhower C, Greej J L & van den Wykelenberg K (2018) Daylight exposure modulates bacterial communities associated with household dust. *Microbiome*, 6(175), 1-13.

Fernandez D & Wilkens A J (2008) Uncomfortable Images in Art and Nature. *Perception*, 37, 1098-113.

Figueiro M G, Nagare R & Price L (2018) Non-Visual Effects of Light: How to Use Light to Promote Circadian Entrainment and Elicit Alertness. *Lighting Research & Technology* (London, England: 2001) (England) 50, no. 1 (2018): 38–62. https://doi.org/10.1177/1477153517721598.

Figueiro M G & Rea M S (2016) Office lighting and personal light exposures in two seasons: Impact on sleep and mood. *Lighting Research & Technology*, 48, 352-64.

Folkhälsomyndigheten (2017) *Ljus och hälsa. En kunskapssammanställning med fokus på dagsljusets betydelse för inomhusmiljö*. Folkhälsomyndigheten.

Fosterwold K & Nersveen J (2008) Proportions of direct and indirect indoor lighting — The effect on health, well-being and cognitive performance of office workers. *Lighting Research and Technology*, 40, 175-200.

Friedman D I & De Ver Dye T (2009) Migraine and the Environment. *Headache: The Journal of Head and Face Pain*, 49, 941-52.

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

Galasiu A D & Veitch J A (2006) Occupant preferences and satisfaction with the luminous environment and control systems in daylit offices: a literature review. *Energy and Buildings*, 38, 728-42.

Gerhardsson K M (2021) *Vad jag tänker på när jag tänker på fönster : hur boende upplever och använder sina fönsteröppningar*, Novapress.

Gentile N, Goven T, Laike T & Sjoberg K (2018) A Field Study of Fluorescent and LED Classroom Lighting. *Lighting Research & Technology* 50, no. 4 (2018): 631–50. https://doi.org/10.1177/1477153516675911

Glauman M (1976) *Sol i bebyggelseplanering*.

Glimne S, Seimyr G Ö, Ygge, J, Nylén P & Brautaset R L (2013) Measuring glare induced visual fatigue by fixation disparity variation. *Work*, 45, 431-7.

Group H M (2014) *Skylight Design Guidelines*, Energy Design Resources program

Gu J et al. (2026) Risk–benefit balance of habitual ultraviolet exposure for cardiovascular, cancer, and skin cancer mortality: *UK Biobank cohort study*. medRxiv preprint doi: https://doi.org/10.64898/2026.01.08.26343 592; version posted January 15, 2026

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

Hamedani Z, Solgi E, Skates H, Hine T, Fernando R, Lyons J & Dupre K (2019) Visual discomfort and glare assessment in office environments: A review of light-induced physiological and perceptual responses. *Building and Environment*, 153, 267-80.

Hansen J (2001) Light at Night, Shiftwork, and Breast Cancer Risk. *Journal of the National Cancer Institute*, 93, 1513-5.

Harding G, Harding P & Wilkins A (2008) Wind turbines, flicker, and photosensitive epilepsy: Characterizing the flashing that may precipitate seizures and optimizing guidelines to prevent them. *Epilepsia*, 49, 1095-1098.

Harle D E, Shepherd A J & Evans B J W (2006) Visual Stimuli Are Common Triggers of Migraine and Are Associated With Pattern Glare. *Headache: The Journal of Head and Face Pain*, 46, 1431-40.

Hartig T (1993) Nature experience in transactional perspective. *Landscape Urban Plan*, 25.

Hayne D P & Martin P R (2019) Relating Photophobia, Visual Aura, and Visual Triggers of Headache and Migraine. *Headache: The Journal of Head and Face Pain*, 59, 430-42.

He S, Zhang W & Guan Y (2025) The Impact of Building Windows on Occupant Well-Being: A Review Integrating Visual and Non-Visual Pathways with Multi-Objective Optimization. *Buildings*. https://doi.org/10.3390/buildings15142577.

Heerwagen J H & Heerwagen D R (1986) Lighting and psychological comfort. *Lighting Design and Application*, 16, 47-51.

Heiskanen V, Pfiffner M & Partonen T (2020) Sunlight and health: shifting the focus from vitamin D3 to photobiomodulation by red and near-infrared light. *Ageing Research Reviews*, 61, 101089.

Helland M, Horgen G, Kvikstad T M, Garthus T & Aarås A (2011) Will musculoskeletal and visual stress change when Visual Display Unit (VDU) operators move from small offices to an ergonomically optimized office landscape? *Applied Ergonomics*, 42, 839-45.

Hemphälä H & Eklund J (2012) A visual ergonomics intervention in mail sorting facilities: Effects on eyes, muscles and productivity. *Applied Ergonomics*, 43, 21729.

Hemphälä H, Hansson G A, Dahlqvist C & Eklund J (2012) Visual ergonomics interventions in mail sorting facilities. Work-a Journal of Prevention Assessment & Rehabilitation, 41, 3433-3437.

Hemphälä H, Heiden M, Lindberg P & Nylén P (2021) Visual Symptoms and Risk Assessment Using Visual Ergonomics Risk Assessment Method (VERAM). *Proceeding of the 21st Congress of the International Ergonomics Association (IEA 2021)* Cham. Springer International Publishing, 729-35.

Hemphälä H, Heiden M & Zetterberg C (2025) Is Eyestrain Associated with Musculoskeletal Strain and Visual Symptoms? In: Jin S, Kim J H, Kong Y K, Park J, Yun M H (eds) *Proceedings of the 22nd Congress of the International Ergonomics Association*, Volume 6. IEA 2024. Springer Series in Design and Innovation, vol 58. Springer, Singapore.

Heschong L (2002) Daylighting and human performance. *ASHRAE Journal*, 44(6), 65-7.

Heschong L (2021) *Visual Delight in Architecture: Daylight, Vision, and View*, London, New-York, Routledge.

Heschong L, Lang R A & Vemaraju S (2025) New Dimensions of Daylight and Health: How Opsin Biology May Inform Lighting Standards in the Near Future. *Lighting Research & Technology* 57, nr 6-7 (2025): 636-48. https://doi.org/10.1177/14771535251368368

Heschong L, Mahone D, Kuttaiah K, Stone N, Chappell C, McHugh J & Burton J (1999) *Daylighting in Schools: An Investigation into the Relationship between Daylighting and Human Performance*. San Francisco, California: Pacific Gas and Electric Company.

Hobday R (1997) Sunlight therapy and solar architecture. *Med Hist*, 41(04), 455–72.

Hobday R (2016) Myopia and daylight in schools: a neglected aspect of public health? *Perspect Public Health*, 136(1), 50-5.

Hobday R & Dancer S (2013) Roles of sunlight and natural ventilation for controlling infection: historical and current perspectives. *J Hosp Infect*, 84(4), 271–82.

Hockberger P E (2000) The discovery of the damaging effect of sunlight on bacteria, *J Photochem Photobiol B*, 58(2), 185–91.

Holm L, Pleijel G & Ronge H (1964) *Bostad och Sol – undersökning av soltillgångens betydelse för lufthygien, inomhusklimat och trivsel*. Stockholm: Byggforskningen. Rapport 100.

Hopkinson R G, Petherbridge P & Longmore J (1966) *Daylighting*, London, Heinemann.

lluminating Engineering Society (2023) *IES LM-83-23: IES Standard Method for Evaluating Daylight in Buildings Using Dynamic Radiance-Based Modeling Tools*. New York, NY: Illuminating Engineering Society.

Jamrozik A, Clements N, Hasan S S, Zhao J, Zhang R, Campanella C, Loftness V, Porter P, Ly S, Wang S & Bauer B (2019) Access to daylight and view in an office improves cognitive performance and satisfaction and reduces eyestrain: A controlled crossover study. *Building and Environment*, 165, 106379.

Jensen M M (1964) Inactivation of airborne viruses by ultraviolet irradiation. *Appl. Micobiol*, 12, 418-20.

Jiang S Y, Ma A & Ramachandran S (2018) Negative Air Ions and Their Effects on Human Health and Air Quality Improvement. *Int J Mol Sci*. 2018 Sep 28;19(10):2966. doi: 10.3390/ijms19102966. PMID: 30274196; PMCID: PMC6213340.

Jiang Y, Li N, Yongga A & Yan W (2021) Short-term effects of natural view and daylight from windows on thermal perception, health, and energy-saving potential. *Building and Environment*. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.108575

Jin Z, Chen X, Rogers P, Perez Morata A, Rasmussen H & Gentile N (2025) Proposal for revised criteria for daylight provision in the European daylight standard based on calculations for Swedish multifamily residential buildings. *Lighting Research & Technology*. doi:10.1177/14771535241306970

Jing X, Liu C, Li J, Gao W & Fukuda H (2024) Effects of Window Green View Index on Stress Recovery of College Students from Psychological and Physiological Aspects. *Buildings*. https://doi.org/10.3390/buildings14103316

Juslén H T, Wouters M C H M & Tenner A D (2007) Lighting level and productivity: a field study in the electronics industry. *Ergonomics*, 50, 615-24.

Justice M J & Justice T C (2016) Attraction of Insects to Incandescent, Compact Fluorescent, Halogen, and Led Lamps in a Light Trap: Implications for Light Pollution and Urban Ecologies. *Entomological News*, 125, 315-26, 12.

Kaplan R (1993) The role of nature in the context of the workplace. *Landscape and Urban Planning*, 26, 193-201.

Kaplan R & Kaplan S (1989) *The experience of nature: a psychological perspective*, Cambridge, MA, Cambridge University Press.

Kaplan S (1995) The restorative benefits of nature: toward an integrative framework. *J. Environ. Psychol*. 15 (3) 169–82.

Kessler H J (1998) In the right light. *Journal of Property Management*.

Klepeis N E, Nelson W C, Ott W R, Robinson J P, Tsang A M, Switzer P, Behar J V, Hern S C & Engelmann W H (2001) The National Human Activity Pattern Survey (NHAPS): a resource for assessing exposure to environmental pollutants. *J Expo Anal Environ Epidemiol*. 2001 May-Jun;11(3):231-52. doi: 10.1038/sj.jea.7500165.

Knoop M, Stefani O, Bueno B, Matusiak B, Hobday R, Wirz-Justice A, Martiny K, Kantermann T, Aarts M P J, Zemmouri N, Appelt S & Norton B (2019) Daylight: What makes the difference? *Lighting Research & Technology*, 52, 423-42.

Ko W, Schiavon S, Zhang H, Graham L, Brager G, Mauss I & Lin Y (2020) The impact of a view from a window on thermal comfort, emotion, and cognitive performance. *Building and Environment*. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2020.106779

Kowacs P A, Piovesan E J, Werneck L C, Fameli H & Pereira da Silva H (2004) Headache related to a specific screen flickering frequency band. *Cephalalgia*, 24, 408-10.

Kraneburg A, Franke S, Methling R & Griefahn B (2017) Effects of color temperature on melatonin production for illumination of working environments. *Applied Ergonomics*, 58, 446-53.

Kristersson (2005) *Skolhuset : Idé och form*, Bokförlaget Signum.

Kungl. Maj:t (1874) *Byggnads- och Brandstadga för rikets städer. Stockholms slott*: Kungl. Maj:t.

Kungl. Maj:t (1947) *Byggnadsstadga*. 1947 Nr 390.

Küller R & Laike T (1998) The impact of flicker from fluorescent lighting on well-being, performance and physiological arousal. *Ergonomics*, 41, 433-47.

Küller R & Lindsten C (1992) Health and behavior of children in classrooms with and without windows. *J. Environmental Psychol*, 12(4) 305-17.

Lam S, Hartmann N, Benfeitas R, Zhang C, Arif M, Turkez H, Uhlén M, Englert C, Knight R & Mardinoglu A (2021) Systems Analysis Reveals Ageing-Related Perturbations in Retinoids and Sex Hormones in Alzheimer's and Parkinson's Diseases. *Biomedicines*. 9(10)

Larson G W & Shakespeare R (1998) *Rendering with Radiance (The Morgan Kaufmann Series in Computer Graphics)*, Morgan Kaufmann.

Levin T (2017) *Daylighting in environmentally certified buildings. Subjective and objective assessment of MKB Greenhouse*, Malmö, Sweden. Lund University (LTH), Master in energy-efficient and environmental buildings. Lund, Sweden.

Li D & Sullivan W C (2016) Impact of views to school landscapes on recovery from stress and

mental fatigue. *Landscape and Urban Planning*, 148.

Lie J-A, Roessink J & Kjærheim K (2006) Breast Cancer and Night Work among Norwegian Nurses. *Cancer Causes & Control*, 17, 39-44.

Lin Y, Fotios S, Wei M, Liu Y, Guo W & Sun Y (2015) Eye Movement and Pupil Size Constriction Under Discomfort Glare. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 56, 1649-56.

Lindén J, Hemphälä H, Markenroth Bloch K, Edvinsson L, Surova Y & Mauritsson J (2025) Temporal Light Modulation Activation in Visual Cortex – A 7T fMRI Study on Healthy Subjects. *LEUKOS*, 1–17. https://doi.org/10.1080/15502724.2025.2583961

Littlefair P J, King S, Howlett G, Ticleanu C & Longfield A (2022) *Site layout planning for daylight and sunlight - A guide to good practice*, BRE - Building Research Establishment Limited.,

Littlejohns T J, Henley W E, Lang I A, Annweiler C, Beauchet O, Chaves P H, Fried L, Kestenbaum B R, Kuller L H, Langa K M, Lopez O L, Kos K, Soni M & Llewellyn D J (2014) Vitamin D and the risk of dementia and Alzheimer disease. *Neurology* Vol 83, No 10 Sept 02 2014. https://doi.org/10.1212/WNL.0000000000000755

Ljuskultur (2022) *Ljus och rum*, Ljuskultur.

Lockley S W, Evans E E, Scheer F A J L, Brainard G C, Czeisler C A & Aeschbach D (2006) Short-Wavelength Sensitivity for the Direct Effects of Light on Alertness, Vigilance, and the Waking Electroencephalogram in Humans. *Sleep* (United States) 29, no. 2 (2006): 161-8.

Lowden A, Åkerstedt T & Wibom R (2004) Suppression of sleepiness and melatonin by bright light exposure during breaks in night work. *Journal of Sleep Research*, 13, 37-43.

Lowden A (2024) *Överlev vintern: hur dagsljuset stärker dygnsrytmen, hindrar vinterdepression*. Stockholm: Bokförlaget Polaris.

Lu M & Du J (2013) Assessing the daylight and sunlight availability in high-density residential areas: a case in North-east China. *Architectural Science Review*, 56(2), 168-82. doi:10.1080/00038628.2012.729311

Löfberg H A (1987) *Räkna med dagsljus*, Statens institut för byggnadsforskning.

Malmö stad (2026) *Nybyggnad av flerbostadshus och större objekt* [Online]. https://malmo.se/Bo-och-leva/Bygga-och-bo/Bygga-riva-eller-forandra/Ritningar-och-handlingar-for-bygglov-teknisk-anmalan/Tekniska-handlingar.html [Hämtad 2026-04-16].

Mardaljevic J & Christoffersen J (2017) 'Climate connectivity' in the daylight factor basis of building standards. *Building and Environment*, 113, 200-9.

Markus T A (1967) The function of windows – a reappraisal. *Building Science*, Vol 2 June 1967, 97-121.

Marzoli F, Bortolami A, Pezzuto A, Mazzetto E, Piro R, Terregino C, Bonfante F & Belluco S (2021) A systematic review of human coronaviruses survival on environmental surfaces. *Science of The Total Environment*, 778, p.146191.

Mass W (2006) *Farmax: Excursion on Density MVRDV*. ISBN-13: 978-9064505874

Matusiak B S & Klöckner C A (2016) How we evaluate the view out through the window. *Architect. Sci. Rev*., 59(3), 203-11.

McDevitt J, Kelly M, Comber H, Dwane F & Sharp L (2012) A population-based study of hospital length of stay and emergency readmission following surgery for non-small-cell lung cancer. *European Journal of Cardio Thoracic Surgery* Open source preview, 2013, 44(4), pp. e253–e259, ezt389

Medicinalstyrelsen (1966) *Sanitära krav på våra bostäder*. Meddelanden från Kungl. Medicinalstyrelsen, 99-0896574-3 Meddelande nr 109. Stockholm.

Meng X & Wang M (2024) Exploring the health impacts of window views: a literature review. *Journal of Asian Architecture and Building Engineering*, 24, 5080 - 5103. https://doi.org/10.1080/13467581.2024.2412120

Mihara K, Hasama T & Takasuna H (2022) Physiological and psychological responses and cognitive performance with a window view. *Science and Technology for the Built Environment*, 28, 547-56. https://doi.org/10.1080/23744731.2022.2049639

Moore-ede M (2026) *Rethinking windows: Regaining Access to Healthy Indoor Light*. https://lightdoctormartinmooreede.substack.com/p/rethinking-windows-regaining-access Hämtad 2026-04-16

Mork R, Falkenberg H K, Fostervold K I & Thorud H-M S (2020) Discomfort glare and psychological stress during computer work: subjective responses and associations between neck pain and trapezius muscle blood flow. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 93, 29-42.

Mynak (2021) *Riktlinjer för synergonomi – belysning och synförhållanden på arbetsplatsen –* Riktlinje 7. Myndigheten för arbetsmiljökunskap. (Tillhör från januari 2026 Arbetsmiljöverket)

Münch M, Adam E, Brøndsted A E, Steven A, Brown S A, Gjedde A, Kantermann T, Martiny K, Mersch D, Skene D J & Wirz-Justice A (2017) *Changing perspectives on daylight: Science, Technology, and Culture*.

Münch M, Wirz-Justice A, Brown S A, Kantermann T, Martiny K, Stefani O, Vetter C, Wright K P Jr, Wulff K, Skene D J (2020) The Role of Daylight for Humans: Gaps in Current Knowledge. *Clocks Sleep.* 2020 Feb 28;2(1):61-85. doi: 10.3390/clockssleep2010008. PMID: 33089192; PMCID: PMC7445840.

Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (2022) *Planeringsstöd för bortfall av energi*. MSB2084. Karlstad: MSB. (OBS! från 1 januari 2026 Myndigheten för civilt försvar)

Najjar R P & Lin Y L (2022) Opinion : Tailoring the lighting environment for a healthier ocular growth. *Lighting Research & Technology*, 54, 100.

Naves C, Amorim D, Geisler-Moroder D, Laike T, Martyniuk-Pęczek J, Szybinska Matusiak B, Pohl W & Sokol N (2020) Literature review of user needs, toward user requirements IEA SHC Task 61 / *EBC Annex 77 Integrated Solutions for Daylighting and Electric Lighting From component to user centered system efficiency.*

Neale R E, Lucas R M, Byrne S N, Hollestein L, Rhodes L E, Yazar S, Young A R, Berwick M, Ireland R A, Olsen C M (2023) The effects of exposure to solar radiation on human health. *Photochem Photobiol Sci*. 2023 May;22(5):1011-47. doi: 10.1007/s43630-023-00375-8. Epub 2023 Mar 1. PMID: 36856971; PMCID: PMC9976694.

Neberich M, Gerner N, Romodow C, Freidl J, Huber D, Weisbock-Erdheim R, Pichler C & Hartl A J (2022) Positive Effects of Advanced Daylight Supply of Buildings on Schoolchildren-A Controlled, Single-Blinded, Longitudinal, Clinical Trial with Real Constructive Implementation. *Buildings*, 12(5), 600. https://doi.org/10.3390/buildings12050600

Nicklas M H & Bailey G B (1996) Analysis of the Performance of Students in Daylit Schools. https://eric.ed.gov/?id=ED458782

Nizutdinov D, Qi X, Berman M H, Dougal G, Dayawansa S, Wu E, Yi S S, Stevens A B & Huang J H (2021) Transcranial Near Infrared Light Stimulations Improve Cognition in Patients with Dementia. *Aging Dis*, 12, 954-63.

Nylander O (2018) *Svensk bostadsarkitektur : utveckling från 1800-tal till 2000-tal*,

Studentlitteratur AB.

Olina A & Zaimi N (2018) *Daylight prediction based on the VSC - DF relation*. Masters, Lund University.

Osterhaus W K E (2005) Discomfort glare assessment and prevention for daylight applications in office environments. *Solar Energy*, 79, 140-58.

Osterhaus W K E, Stoffer S & Erhardtsen I (2014) Detecting and evaluating flicker from lighting systems during field assessments of lighting installations. *11th International symposium on Human Factors in Organizational Design and Management and Nordic Ergonomics Society annual conference - 46, ODAM and NES*. Copenhagen, Denmark.

Owens A C S, Lewis S M (2018) The impact of artificial light at night on nocturnal insects: A review and synthesis. *Ecol Evol*. 2018;8:11337–11358. https://doi.org/10.1002/ece3.4557

Pacheco Dieguez A, Pacheco L, Karataş H, Drożdż D, Chronis A & Rossi G (2025) Daylight factor prediction using machine learning: A two-way study using numerical encoding and regression models, versus image encoding and pix2pix, *Building and Environment*, Volume 274, 2025, 112743, ISSN 0360-1323, https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2025.112743.

Palm P, Risberg E H, Mortimer M, Pamerud G, Toomingas A & Tornqvist E W (2007) Computer use, neck and upper-extremity symptoms, eyestrain and headache among female and male upper secondary school students. *Scandinavian Journal of Work, Environment and Health*, Supplement, 33, 33-41.

Pattersson Gentile C & Aguirre G K (2020) A neural correlate of visual discomfort from flicker. *Journal of Vision*, 20, 11-11.

Perz M, Sekulovski D, Vogels I & Heynderickx I (2017) Quantifying the Visibility of Periodic Flicker. *LEUKOS*, 13, 127-42.

Pleijel G (1951) *Fönster. Dimensionering för dagsljus*. I: Byggforskning, S K F (ed.).

Poplawski M, Miller N (2013) *Flicker in solid-state lighting: Measurement techniques and proposed reporting and application criteria*. CIE

Prevent (2021) *Syn och belysning i arbetslivet.* Prevent.

Raanaas R K, Patil G G & Hartig T (2011) Health benefits of a view of nature through the window: a quasi-experimental study of patients in a residential rehabilitation center. *Clinical Rehabilitation*, 26, 21-32. https://doi.org/10.1177/0269215511412800

Rahman S A, St Hilaire M A & Lockley S W (2017) The effects of spectral tuning of evening ambient light on melatonin suppression, alertness and sleep. *Physiology & Behavior*, 177, 221-9.

Rea M (2011) Toward a definition of circadian light. *Journal of Light and Vision Environment*, 35, 250-4.

Rea M S, Bullough J D & Figueiro M G (2002) Phototransduction for Human Melatonin Suppression. *Journal of Pineal Research* (England) 32, no. 4 (2002): 209-13. https://doi.org/10.1034/j.1600-079x.2002.01881.x.

Rea M S & Figueiro M G (2016) Light as a circadian stimulus for architectural lighting. *Lighting Research & Technology*, 50, 497-510.

Rea M S, Figueiro M G, Bullough J D & Bierman A (2005) A model of phototransduction by the human circadian system. *Brain Research Reviews*, 50, 213-228.

Rider G, Altkorn R, Chen X, Wilkins A, Veitch J & Poplawski M (2012) Risk assessment for LED lighting flicker. *Injury Prevention*, 18, A126-A127.

Roberts J E & Wilkins A J (2013) Flicker can be perceived during saccades at frequencies in excess of 1 kHz. *Lighting Research & Technology*, 45, 124-32.

Roddick C M et al. (2024) Effects of near-infrared radiation in ambient lighting on cognitive performance, emotion, and heart rate variability. *Journal of Environmental Psychology* 100: 102484

Rogers P, Dubois M-C, Tillberg M, Österbring M, Alenius M, Bournas I, Larsson A, Lundgren M, Söderlund S & Vakouli V (2018) *Moderniserad dagsljusstandard*. SBUF 13209.

Rogers P, Tillberg M, Bielecka-Colin E, Österbring M & Mars P (2015) *En genomgång av svenska dagsljuskrav*. SBUF 12996.

Rogers P, Rasmussen HF, Logadóttir Á, Hansen Hamre E, Vikberg H (2025) Towards a wider adoption of EN 17037: A Scandinavian perspective. *Lighting Research & Technology*, 57(6-7), 649-56.

Rose K A, Morgan I G, Ip J M, Kifley A, Huynh S, Smith W & Mitchell P (2008) Outdoor activity reduces the prevalence of myopia in children. *Ophthalmology*, 115(8), 1279-85.

Sahin L & Figueiro M G (2013) Alerting effects of short-wavelength (blue) and long-wavelength (red) lights in the afternoon. *Physiology & Behavior*, 116-7, 1-7.

Samaan L, Klock L, Weber S, Reidick M, Ascone L & Kühn S (2024) Low-Level Visual Features of Window Views Contribute to Perceived Naturalness and Mental Health Outcomes. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 21. https://doi.org/10.3390/ijerph21050598

Sandström M, Bergqvist U, Küller R, Laike T, Ottosson A & Wibom R (2002) *Belysning och hälsa – en kunskapsöversikt med fokus på ljusets modulation, spektralfördelning och dess kronobiologiska betydelse*. Arbete och hälsa.

Saratsis E, Dogan T & Reinhart C F (2017) Simulation-based daylighting analysis procedure for developing urban zoning rules. *Building Research & Information*, 45(5), 478–491. https://doi.org/10.1080/09613218.2016.1159850

SCB (2022) *Byggkostnadsindex (BKI)* [Online]. Available: https://www.scb.se/hitta-statistik/statistik-efter-amne/priser-och-konsumtion/byggnadsprisindex-samt-faktorprisindex-for-byggnader/byggkostnadsindex-bki/ [Hämtad 2022-12-04].

Schuit M, Gardner S, Wood S., Bower K, Williams G, Freeburger D & Dabisch P (2020) The Influence of Simulated Sunlight on the Inactivation of Influenza Virus in Aerosols. *J of Infectious Diseases*, 221(3), 372-8.

Shepard A J (2010) Visual stimuli, light and lighting are common triggers of migraine and headache. *Journal of Light and Visual Environment*, 34, 94-100.

Sleegers P J C, Moolenaar N M, Galetzka M, Pruyn A, Sarroukh B E & van der Zande B (2013) Lighting Affects Students' Concentration Positively: Findings from Three Dutch Studies. *Lighting Research & Technology* 45, no. 2 (2013): 159-75. https://doi.org/10.1177/1477153512446099.

Soga M & Gaston K (2025) Health benefits of viewing nature through windows: A meta-analysis. *Bioscience*, 75, 628-36. https://doi.org/10.1093/biosci/biaf089

Sohl L & Svensson Caps L-M (2020) *En studie om dagsljus - Förtätning av staden och dess påverkan på befintliga byggnader.* Kandidat, KTH.

Song M, Xu M, Wang Y, Lu S, Gong X, Si R & Xu F (2025) Is more vegetation always better? Evaluation of restorative benefits and preference for window views. *Building and Environment*. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2025.112660

Stewart D & Albrecht U (2025) Beyond vision: effects of light on the circadian clock and mood-

related behaviours. *NPJ Biological Timing and Sleep*. 2025;2(1):12. doi: 10.1038/s44323-025-00029-1.

Strålsäkerhetsmyndigheten (2026) *Är UV-strålning farlig?* https://www.stralsakerhetsmyndigheten.se/omraden/sol-och-solarier/fragor-och-svar-om-uv-stralning/ar-uv-stralning-farlig/?searchQuery Hämtad 2026-04-16

Sun K, Li Z, Zheng S & Qu H (2024) Quantifying Environmental Characteristics on Psychophysiological Restorative Benefits of Campus Window Views. *Building and Environment*. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2024.111822

Tähkämö L, Partonen T & Pesonen A-K (2019) Systematic review of light exposure impact on human circadian rhythm. *Chronobiology International*, 36, 151-70.

Ulrich R S (1983) Aesthetic and affective response to natural environment. In: Altman I & Wohlwill J F (eds.) *Human behavior and environment*. New York: Plenum Press.

Ulrich R S (1984) View through a window may influence recovery from surgery. *Science*, 224(4647).

van der Rhee H J, de Vries E. & Coebergh J W (2016) Regular sun exposure benefits health. *Med Hypotheses*, 97, 34-7.

van Esch E, Minjock R, Colarelli S & Hirsch S (2019) Office window views: View features trump nature in predicting employee well-being. *Journal of Environmental Psychology*. https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2019.05.006

Vandewalle G, Schmidt C, Albouy G et al. (2007) Brain Responses to Violet, Blue, and Green Monochromatic Light Exposures in Humans: Prominent Role of Blue Light and the Brainstem. *PLOS ONE 2*, no. 11 (2007): e1247. Pub.1027149183. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0001247.

Veitch J A & Gifford R (1996) Assessing beliefs about lighting effects on health, performance, mood, and social behaviour. *Environment and Behavior*, 8, 446-70.

Veitch J A, Hine D W & Gifford R (1993) End users' knowledge, beliefs, and preferences for lighting. *Journal of Interior Design*, 19, 15-26.

Vogiatzi D (2018) *Sensitivity analysis of important parameters affecting daylight - Assessment of a typical cellular office in Sweden*. Masters, Lund University.

Waheeb M I & Hemeida F A (2022) Study of natural ventilation and daylight in a multi-storey residential building to address the problems of COVID-19. *Energy Reports 8(1)* July 2022. DOI:10.1016/j.egyr.2022.07.078

Weller R B (2016) Sunlight has cardiovascular benefits independently of vitamin D. *Blood purification* 2016; 41: 130-134.

Weller R B (2024) Sunlight: Time for a Rethink? *J of investigative dermatology* (2024) 144: 1724-1732.

Velux (2020) *Benefits of daylight* [Online]. Available: https://www.velux.com/what-we-do/research-and-knowledge/deic-basic-book/daylight/benefits-of-dayligh [Accessed].

Vinck E, Cagnie B, Coorevits P, Vanderstraeten G & Cambier D (2006) Pain reduction by infrared light-emitting diode irradiation: a pilot study on experimentally induced delayed-onset muscle soreness in humans. *Lasers in Medical Science*, 21, 11-8.

Wirz-Justice A, Skene D J, Münch M (2021) The relevance of daylight for humans, *Biochemical Pharmacology*, Volume 191, 2021, 114304, ISSN 0006-2952, https://doi.org/10.1016/j.bcp.2020.114304.

WHO (2002) *Guidelines on prevention and control of hospital associated infections*. Geneva: World Health Organisation.

Wilkens A J (1995) *Visual stress*, New York, NY, US, Oxford University Press.

Wilkins A, Nimmo-Smith I, Tait A, McManus C, Della Sala S, Tilley A, Arnold K, Barrie M & Scott S (1984) A neurological basis for visual discomfort. *Brain*. 1984 Dec;107 (Pt 4):989-1017. doi: 10.1093/brain/107.4.989. PMID: 6509314.

Wilkens A J, Nimmo-Smith I, Slater A I & Bedocs L (1989) Fluorescent lighting, headaches and eyestrain. *Lighting Research and Technology*, 21, 11-8.

Wilkens A, Veitch J & Lehman B (2010) LED lighting flicker and potential health concerns: IEEE standard PAR1789 update. *2010 IEEE Energy Conversion Congress and Exposition*, 12-16 Sept. 2010. 171-8.

Wittstrand A (2007) *Stadens landskap*, Carlssons.

Wu P-C, Tsai C-L, Wu H-L, Yang Y-H & Kuo H-K (2013) Outdoor Activity during Class Recess Reduces Myopia Onset and Progression in School Children. *Ophthalmology*, 120(5), 1080-5.

Yao T, Lin W, Bao Z & Zeng C (2024) Natural or balanced? The physiological and psychological benefits of window views with different proportions of sky, green space, and buildings. *Sustainable Cities and Society*. https://doi.org/10.1016/j.scs.2024.105293

Yen M, Li D, Weng P & Chiang Y (2024) Impact of natural views on mental health during COVID-19 quarantine: A natural experiment. *Journal of environmental psychology*, 100. https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2024.102455

Zetterberg C, Forsman M & Richter H O (2017) Neck/shoulder discomfort due to visually demanding experimental near work is influenced by previous neck pain, task duration, astigmatism, internal eye discomfort and accommodation. PLoS One. 2017 Aug 23;12(8):e0182439. doi: 10.1371/journal.pone.0182439. PMID: 28832612; PMCID: PMC5568144.

Zhang Y, Tang Y, Wang X & Tan Y (2024) The Effects of Natural Window Views in Classrooms on College Students' Mood and Learning Efficiency. *Buildings*. https://doi.org/10.3390/buildings14061557

Zhao X, Hou D, Lin Y & Xu W (2019) The effect of stroboscopic effect on human health indicators. *Lighting Research & Technology*, 52, 389-406.

Zhu Q, Xiao S, Hua Z, Yang D, Hu M, Zhu Y T & Zhong H (2021) Near Infrared (NIR) Light Therapy of Eye Diseases: A Review. *Int J Med Sci*. 2021 Jan 1;18(1):109-19. doi: 10.7150/ijms.52980. PMID: 33390779; PMCID: PMC7738953.

Åkerstedt T, Knutsson A, Narusyte J, Svedberg P, Kecklund G & Alexanderson K (2015) Night work and breast cancer in women: a Swedish cohort study. *BMJ Open*, 5, e008127.

Åkerstedt T, Narusyte J, Svedberg P, Kecklund G & Alexanderson K (2017) Night work and prostate cancer in men: a Swedish prospective cohort study. *BMJ Open,* 7, e015751.

Denna rapport finns tillgänglig på https://blogg.mah.se/bygglearn/projekt/ tillsammans med några fler kunskapssammanställningar.

Där finns även listor över litteratur och länkar tillgängliga i en Excel-fil.