

ANALOG DIMNING I DAGSLJUSOPTIMERADE BYGGNADER

Stefan Larsson

December 2025



WHITEPAPER

© 2025 OPTOGA AB | WWW.OPTOGA.COM | KÖPINGSVÄGEN 4 | 732 31 ARBOGA | SWEDEN

VARFÖR OPTOGA ÖVERGÅR FRÅN PWM TILL DIGITALT STYRD ANALOG DIMNING OCH VAD DET BETYDER FÖR FRAMTIDENS LJUSMILJÖER

1. SAMMANFATTNING (EXECUTIVE SUMMARY)

Utvecklingen inom byggande, dagsljusstandarder och energireglering förändrar i grunden hur elektrisk belysning måste fungera. Med ramverk som EN 17037, EPBD, BREEAM, LEED, DGNB, WELL och Minergie flyttas fokus från statiska ljusnivåer till ljusets beteende över tid, i samspel med dagsljus, människor och byggnadens energisystem.

I denna kontext räcker det inte längre att belysning är dimbar. Den måste vara stabil, flimmerfri, förutsägbar och mätbar, särskilt vid låga ljusnivåer där dagsljus dominerar och där många traditionella lösningar når sina begränsningar.

PWM-dimning (pulsbreddsmodulering) har länge varit standard inom LED-belysning, men tekniken introducerar i dagsljusoptimerade byggnader problem kopplade till flimmer, instabilitet, sensorstörningar och olinjära energivärden. Detta skapar en klyfta mellan projektering, simulering och verklig drift och riskerar att underminera både ljusdesignens intention och byggnadens energiprestanda.

Som svar på detta har Optoga utvecklat en lösning där digital styrprecision kombineras med analog dimning. Styrsignalen hanteras digitalt, medan själva ljusregleringen sker kontinuerligt genom analog strömreglering i LED-modulen. Resultatet är ett ljus som betar sig mjukt och förutsägbart, även vid mycket låga nivåer, och som samverkar naturligt med dagsljusets variation.

Denna teknikplattform möjliggör:

- flimmerfri och stabil ljusreglering
- linjär och tillförlitlig energilogik
- bättre överensstämmelse mellan simulering och drift
- hög visuell komfort över tid

För arkitekter och ljusdesigners innebär detta större kontroll över ljusets uttryck och kontinuitet. För fastighetsägare och förvaltare innebär det robustare system, mer tillförlitliga energidata och bättre förutsättningar att möta både dagens och framtidens regelverk.

Detta whitepaper beskriver varför kraven på belysning förändras, varför traditionell PWM-dimning inte längre räcker i dagsljusoptimerade byggnader och hur digitalt styrd analog dimning kan fungera som en framtidssäker grund för ljusdesign, energiprestanda och långsiktig drift.

1.1 HUR DETTA DOKUMENT ÄR TÄNKTT ATT ANVÄNDAS

Detta whitepaper är framtaget för att fungera som ett gemensamt referensdokument i projekt där dagsljus, energieffektivitet, certifieringar och långsiktig driftprestanda är avgörande faktorer.

Dokumentet är inte ett produktblad och inte en specifikationslista. I stället syftar det till att ge en sammanhållen förståelse för hur moderna krav på dagsljus, styrning och energiprestanda påverkar valet av belysningsteknik och hur dessa krav möts i praktiken.

MÅLGRUPPER OCH ANVÄNDNINGSSOMRÅDEN

För armaturtillverkare

Dokumentet kan användas som:

- underlag för tekniska vägval vid utveckling av armaturplattformar
- stöd i upphandlingar där certifieringar och energiramverk ingår
- gemensam referens mellan konstruktion, försäljning och projektledning

För arkitekter och ljusdesigners

Dokumentet kan användas som:

- referens för hur elektrisk belysning bör samverka med dagsljus
- stöd vid diskussioner om visuell komfort, stabil dimning och ljusbeteende över tid
- teknisk bakgrund till krav i EN 17037, daylight harvesting och certifieringsprojekt

För fastighetsägare och förvaltare

Dokumentet kan användas som:

- beslutsstöd vid val av belysningslösningar med fokus på drift, energi och livscykel
- referens vid uppföljning av energiprestanda och certifieringskrav
- gemensamt språk mellan teknik, drift och hållbarhetsfunktioner

För konsulter, upphandlare och certifieringsspecialister

Dokumentet kan användas som:

- övergripande ram för hur belysning relaterar till EN 17037, EPBD, BREEAM, LEED, DGNB, WELL, Minergie och nationella regelverk
- stöd vid formulering av krav som rör dagsljusreglering, energimätning och driftbeteende
- referens vid tekniska jämförelser mellan olika lösningsprinciper

HUR DOKUMENTET ÄR UPPBYGGT

Kapitel 1–2 ger bakgrund och sammanhang kring dagsljusets ökade roll i byggnader.

Kapitel 3–6 beskriver tekniska konsekvenser för ljusreglering och dimning i dagsljusoptimerade miljöer.

Kapitel 7 behandlar hur dessa krav materialiseras i upphandling och konkurrens mellan lösningar.

Kapitel 8–11 fördjupar kopplingen till standarder, certifieringar och dagsljusmått i praktiken.

AVGRÄNSNING

Whitepaperet fokuserar på ljusets beteende, styrbarhet och energilogik i relation till dagsljus och regelverk.

Det behandlar inte detaljer kring armaturdesign, optik eller specifika produktval, utan är tänkt att fungera som ett tekniskt och strategiskt ramverk för beslut och dialog.

INNEHÅLL

- 1. Sammanfattning (Executive Summary) 2**
 - 1.1 Hur detta dokument är tänkt att användas 3
- 2. Bakgrund: Dagsljusets förändrade roll i byggnadsdesign 6*
- 3. Sambandet mellan standarder, certifieringar och tekniska krav 7*
- 4. Varför PWM-dimning inte längre räcker 8*
 - 4.1 Flimmer och instabilitet vid låga nivåer 8
 - 4.2 Olinjär energilogik 8
 - 4.3 Bristande samspel med dagsljusreglering 9
 - 4.4 Varför detta inte längre är acceptabelt i moderna projekt 9
- 5. Optogas lösning: Digital styrning kombinerad med analog dimning - ljus som följer rummets intention 10*
 - 5.1 Hur lösningen fungerar utan att störa ljusupplevelsen 10
 - 5.2 Vad detta betyder i rummet 10
 - 5.3 När fördelarna blir som tydligast 10
 - 5.4 Varför detta harmonierar med moderna standarder 11
 - 5.5 Sammanfattning från styrsystem till ljusupplevelse 11
- 6. Fördelar i dagsljusoptimerade projekt när ljuset får följa tid, rum och människa 12*
 - 6.1 När artificiellt ljus möter dagsljus 12
 - 6.2 Stabilitet i visuellt känsliga miljöer 12
 - 6.3 Förutsägbarhet för simulering, projektering och drift 12
 - 6.4 Koppling till EN 17037:s syn på ljus över tid 13
 - 6.5 Sammanfattning - ljus som fungerar i verkligheten 13
- 7. När dagsljus, teknik och upphandling möts - vad som avgör i praktiken 14*
 - 7.1 Vad upphandlande parter faktiskt tittar på 14
 - 7.2 Verklig drift som konkurrensparameter 14
 - 7.3 Vad detta innebär för armaturtillverkare 14
 - 7.4 Ett gemensamt språk i upphandling 15
 - 7.5 Sammanfattande reflektion ur upphandlingsperspektiv 15
- 8. När design, drift och dokumentation möts 16*
 - 8.1 EN 17037 dagsljus som en del av rumsupplevelsen 16
 - 8.2 BREEAM - dagsljus, komfort och energiprestanda i balans 16
 - 8.3 LEED - dagsljusbaserad styrning och verifierbar prestanda 17

| | |
|---|-----------|
| 8.4 DGNB - verifierbar kvalitet över byggnadens livscykel | 17 |
| 8.5 WELL - ljusets betydelse för mänskligt välbefinnande | 17 |
| 8.6 Minergie - fokus på verklig drift och komfort | 18 |
| 8.7 EPBD och BACS - från ljus till datadrivet system | 18 |
| 8.8 Nationella energiregler - konsekvens och efterlevnad | 18 |
| 8.9 Sammanfattning - ett gemensamt språk mellan design och regelverk..... | 19 |
| 8.10 Ramverk och certifieringar - var de används och vad de kräver av belysning | 20 |
| 9. Fördelar för arkitekter och ljusdesigners - kreativ frihet | 21 |
| 9.1 Ljuset betar sig som ljus, inte som elektronik..... | 21 |
| 9.2 Full kontroll även i de mest känsliga ljuslägena | 21 |
| 9.3 En tydligare koppling mellan intention och verklighet | 22 |
| 9.4 Ljuset får vara en del av berättelsen över tid | 22 |
| 9.5 Mindre kompromisser, större frihet | 22 |
| 9.6 Sammanfattning - teknik som respekterar designprocessen..... | 23 |
| 10. Från teknikval till framtidssäkrad ljusstrategi | 24 |
| 10.1 Ett tydligt skifte i hur ljus värderas..... | 24 |
| 10.2 Varför analog dimning blir relevant igen | 24 |
| 10.3 Ett gemensamt språk mellan design, teknik och regelverk..... | 25 |
| 10.4 Ljus som strategi, inte bara installation | 25 |
| 11. Dagsljusmått i praktiken - ett gemensamt språk för arkitektur, ljusdesign och drift..... | 26 |
| 11.1 DA och sDA - när och var dagsljuset räcker..... | 27 |
| 11.2 UDI - när dagsljuset är användbart | 28 |
| 11.3 ASE - när dagsljuset blir ett problem..... | 29 |
| 11.4 En förutsättning för att simulering ska bli verklighet..... | 30 |
| 11.5 Relation till EN 17037 och framtida krav | 30 |
| 11.6 Hur hänger allt ihop | 30 |
| 11.7 Avslutande reflektion | 30 |

2. BAKGRUND: DAGSLJUSETS FÖRÄNDRADE ROLL I BYGGNADSDESIGN

Dagsljus har utvecklats från ett arkitektoniskt mervärde till en styrande parameter i byggnaders utformning, energiprestanda och inomhusmiljö. Detta återspeglas i både standarder och certifieringssystem. Ett tydligt exempel är EN 17037, den europeiska standarden för dagsljus i byggnader. Till skillnad från äldre, statiska dagsljusfaktorbaserade krav (DF) fokuserar EN 17037 på:

- dagsljusets tillgänglighet över tid
- hur djupt ljuset når in i rummet
- visuell komfort och bländningskontroll
- samspelet mellan dagsljus och elektrisk belysning

Parallellt använder miljöcertifieringar som BREEAM, LEED och DGNB dagsljus som ett verktyg för att minska energianvändning och förbättra inomhusmiljö, ofta genom mått som sDA, UDI och DA.

WELL Building Standard lägger ytterligare tonvikt på visuell komfort, flimmerfrihet och människans välbefinnande.

Utöver detta kräver EPBD och nationella energiramverk att belysningssystem kan mätas, styras och följas upp som en del av byggnadens energiprestanda. Gemensamt för dessa ramverk är att de förutsätter att elektrisk belysning kan anpassas dynamiskt, exakt och stabilt i takt med dagsljusets variation.

3. SAMBANDET MELLAN STANDARDER, CERTIFIERINGAR OCH TEKNISKA KRAV

Även om EN 17037, BREEAM, LEED, DGNB, WELL och EPBD använder olika terminologi och metoder, pekar de mot samma tekniska konsekvenser för belysningsystem.

Dagsljus ska användas som primär ljuskälla och elektrisk belysning ska komplettera detta på ett energieffektivt och komfortabelt sätt.

För att tydliggöra detta samband visas i Tabell 1 hur standarder, certifieringar och energiramverk konvergerar mot gemensamma tekniska krav på elektrisk belysning.

| Standard / ramverk | Fokusområde | Tekniska konsekvenser för belysning |
|---|--|--|
| EN 17037 | Dagsljusets tillgänglighet, spridning och visuell komfort över tid | Stabil och kontinuerlig dimning, flimmerfrihet, mjuk samverkan mellan dagsljus och artificiellt ljus |
| BREEAM | Energieffektivitet, dagsljus (sDA/UDI), visuell komfort, BACS | Exakt dimrespons, daylight harvesting, linjär energilogik, tillförlitlig energimätning |
| LEED | Spatial Daylight Autonomy (sDA), Annual Sunlight Exposure (ASE), energiprestanda | Förutsägbar ljusreglering, stabilitet vid låga nivåer, korrekt energiberäkning |
| DGNB | Helhetsperspektiv på hållbarhet, användarkvalitet och livscykelprestanda | Robust ljusreglering, verifierbar energiprestanda över tid, hög driftstabilitet |
| WELL Building Standard | Visuell komfort, hälsa, välbefinnande | Flimmerfri dimning, mjuk ljusreglering, stabil ljusnivå utan visuella artefakter |
| Minergie | Energieffektiv drift, komfort, systemprestanda i verklig användning | Behovsstyrd belysning, stabil dimning, linjär energilogik, tillförlitlig energimätning |
| EPBD (EU) | Energiprestanda, mätning, styrning och rapportering av byggnadens energianvändning | Linjär och mätbar energilogik, kontinuerlig energimonitorering, förutsägbar styrbarhet |
| Nationella byggregler och energiramverk | Energieffektivitet och efterlevnad av lokala krav | Tillförlitlig dimning, korrekt energidata, kompatibilitet med dagsljus- och styrsystem |

Översikt över hur dagsljusstandarder (EN 17037), miljöcertifieringar (BREEAM, LEED, DGNB, WELL) och energiramverk (EPBD, nationella byggregler) leder till gemensamma tekniska krav såsom flimmerfrihet, stabil dimning vid låga nivåer, linjär energilogik och förutsägbar styrbarhet.

Som framgår av Figur 1 är det inte en enskild standard som driver utvecklingen, utan samverkan mellan flera ramverk. Skillnaden ligger ofta i mätmetodik - inte i de tekniska krav som ställs på belysningen i praktiken.

4. VARFÖR PWM-DIMNING INTE LÄNGRE RÄCKER

PWM-dimning har länge varit en accepterad teknisk lösning för LED-reglering. I takt med att dagsljus får en allt mer central roll i arkitektur och ljusdesign genom standarder som EN 17037 och certifieringar som BREEAM, LEED och WELL blir dock PWM:s begränsningar tydliga, inte bara tekniskt utan även rumsligt, visuellt och upplevelsemässigt.

För arkitekter och ljusdesigners handlar frågan inte längre om *om* ljuset går att dimra, utan hur ljuset beter sig i rummet över tid.

4.1 FLIMMER OCH INSTABILITET VID LÅGA NIVÅER

PWM-dimning reglerar ljus genom att slå av och på strömmen i pulser. Vid höga ljusnivåer är detta sällan ett problem. Men i dagsljusoptimerade byggnader sker stora delar av driften i området 1-10 % ljusnivå, exakt där PWM blir mest problematisk.

Det är just här arkitekter och ljusdesigners arbetar med:

- övergångar mellan dagsljus och artificiellt ljus
- lågintensiva stämningslägen
- rum där ljuset ska *finnas*, men inte märkas

I dessa lägen blir PWM-pulserna extremt korta, vilket kan leda till:

- subtilt men påtagligt visuellt flimmer
- mikroflimmer som påverkar kameror, sensorer och digitala miljöer
- en känsla av instabilitet i annars lugna och genomarbetade rum

För ljusdesignern innebär detta att ljuset börjar leva sitt eget tekniska liv, snarare än att följa designintentionen.

4.2 OLINJÄR ENERGILOGIK

I ritningsskedet och vid leverans kan ett PWM-styrt system fungera acceptabelt.

Problemen uppstår i drift, när:

- dagsljuset varierar under dagen
- sensorer kontinuerligt justerar ljusnivåerna
- användare rör sig i rummet
- scener förändras långsamt snarare än i steg

PWM är inte linjär i effekt. Det innebär att små ändringar i styrsignal inte motsvarar förutsägbara förändringar i ljusflöde eller energianvändning.

Konsekvenserna blir:

- ljus som upplevs ryckigt eller "oroligt"
- daylight harvesting-system som är svåra att kalibrera
- energidata som inte stämmer med den upplevda ljusnivån

För arkitekter och ljusdesigners innebär detta att det ljus som projekterats inte är det ljus som upplevs över tid.

4.3 BRISTANDE SAMPEL MED DAGSLJUSREGLERING

Dagsljus förändras kontinuerligt, mjukt, långsamt och utan steg.

För att artificiellt ljus ska fungera tillsammans med dagsljus måste det kunna följa samma logik.

PWM-dimning introducerar däremot ett puls beteende som:

- kan störa luxsensorer
- ger inkonsekventa mätvärden
- skapar ryckig reglering i hybridlösningar (dagsljus + LED)

Resultatet blir att det elektriska ljuset:

- konkurrerar med dagsljuset i stället för att komplettera det
- avslöjar sin tekniska natur
- bryter rummets ljusberättelse

Ur ett designperspektiv är detta avgörande:

Ljus ska förstärka rummet, inte avslöja tekniken bakom.

4.4 VARFÖR DETTA INTE LÄNGRE ÄR ACCEPTABELT I MODERNA PROJEKT

Med standarder som EN 17037 och certifieringar som BREEAM, LEED, DGNB, WELL och Minergie flyttas fokus mot:

- ljusets upplevelse över tid
- visuell komfort
- energiprestanda i verklig drift
- samspelet mellan dagsljus och artificiellt ljus

I detta sammanhang blir PWM-dimning en kvarleva från en tidigare generation av LED-belysning utvecklad för att *fungera tekniskt*, men inte för att *samverka rumsligt*.

För arkitekter och ljusdesigners innebär detta ett tydligt skifte:

Det räcker inte att ljuset går att dimra.

Det måste bete sig som ljus.

I takt med att dagsljus får en mer central roll blir dessa begränsningar allt tydligare.

5. OPTOGAS LÖSNING: DIGITAL STYRNING KOMBINERAD MED ANALOG DIMNING - LJUS SOM FÖLJER RUMMETS INTENTION

Som ett svar på de begränsningar som PWM-dimning innebär i dagsljusoptimerade byggnader har Optoga utvecklat en hybridlösning där digital styrprecision kombineras med analog ljusreglering. Syftet har inte varit att skapa ytterligare ett styrsystem, utan att skapa ett ljus som beter sig på ett sätt som är meningsfullt i arkitektur och ljusdesign.

5.1 HUR LÖSNINGEN FUNGERAR UTAN ATT STÖRA LJUSUPPLEVELSEN

Optogas lösning bygger på två tydligt separerade funktioner:

- Digital styrning via DimIn, med en uppdateringsfrekvens på 10 kHz
- Analog strömreglering inne i LED-modulen, där ljusflödet faktiskt formas

För ljusdesignern innebär detta att styrsystemets digitala komplexitet aldrig blir synlig i ljuset självt. Det finns inga pulser, inga hack och inga steg i ljusflödet, endast en kontinuerlig förändring av ljusnivån.

5.2 VAD DETTA BETYDER I RUMMET

Genom att skilja på *hur ljuset styrs* och *hur ljuset skapas* uppstår ett ljus som:

- dimras mjukt och kontinuerligt
- är stabilt även vid mycket låga nivåer
- beter sig förutsägbart över tid
- samverkar naturligt med dagsljus

För arkitekter och ljusdesigners innebär detta att ljuset:

- kan ligga lågt utan att "försvinna"
- kan användas för subtila övergångar
- inte avslöjar tekniken bakom upplevelsen

Ljuset blir ett material i rummet, snarare än ett tekniskt fenomen.

5.3 NÄR FÖRDELARNA BLIR SOM TYDLIGAST

Fördelarna med digitalt styrd analog dimning blir särskilt tydliga i miljöer där ljuset:

- förändras långsamt över dagen
- arbetar nära dagsljusets nivåer
- används för att skapa stämning snarare än belysningsstyrka

Exempel:

- skolor och utbildningsmiljöer
- vård- och omsorgsbyggnader
- kontor med dagsljusreglering
- hotell, restauranger och kulturmiljöer
- museer och utställningar

I dessa sammanhang är ljusets beteende över tid viktigare än maximal ljusnivå.

5.4 VARFÖR DETTA HARMONIERAR MED MODERNA STANDARDER

Standarder och certifieringar som EN 17037, BREEAM, LEED, DGNB, WELL och Minergie fokuserar i allt högre grad på:

- visuell komfort
- dagsljusets roll
- energiprestanda i verklig drift

Optogas lösning möter dessa krav genom att:

- ge flimmerfri dimning utan extremt höga PWM-frekvenser
- möjliggöra exakt och stabil daylight harvesting
- skapa linjär och förutsägbar energilogik
- stödja mjuka övergångar mellan dagsljus och artificiellt ljus

Detta gör att ljusdesignens intention kan bibehållas även i projekt med höga tekniska och regulatoriska krav.

5.5 SAMMANFATTNING FRÅN STYRSYSTEM TILL LJUSUPPLEVELSE

Optogas hybridlösning innebär:

1. Digital styrprecision där den behövs
2. Analog ljusreglering där ljuset formas
3. Ett kontinuerligt och stabilt ljusflöde

Resultatet är ett ljus som:

- upplevs naturligt
- beter sig konsekvent
- stödjer arkitekturens berättelse
- fungerar lika bra i simulering som i verklig drift

I stället för att anpassa designen efter tekniken kan tekniken här anpassas efter designen.

6. FÖRDELAR I DAGSLJUSOPTIMERADE PROJEKT NÄR LJUSET FÅR FÖLJA TID, RUM OCH MÄNNISKA

I dagsljusoptimerade byggnader är det inte den maximala ljusnivån som är avgörande, utan hur ljuset förändras över tid. Standarder och beräkningsmetoder som EN 17037, Daylight Autonomy (DA) och Useful Daylight Illuminance (UDI) utgår från just detta perspektiv: ljus som en dynamisk resurs snarare än ett statiskt tillstånd.

I denna typ av projekt blir kraven på det elektriska ljusets beteende avgörande för både upplevelse och funktion.

6.1 NÄR ARTIFICIELLT LJUS MÖTER DAGSLJUS

Dagsljus förändras kontinuerligt i intensitet, riktning och karaktär. För att artificiellt ljus ska fungera som ett komplement snarare än ett störmoment måste det kunna följa dagsljusets rytm.

Med analog dimning kan ljuset:

- förändras mjukt utan steg eller pulser
- ligga stabilt på mycket låga nivåer
- övergå omärkligt mellan dagsljus och artificiellt ljus

För arkitekter och ljusdesigners innebär detta:

- en harmonisk ljusbild genom hela dagen
- minskad visuell stress för användaren
- rum som upplevs lugna och konsekventa, även när ljuset regleras aktivt

Det elektriska ljuset blir då en förlängning av dagsljuset, inte en kontrast till det.

6.2 STABILITET I VISUELLT KÄNSLIGA MILJÖER

I miljöer där människor vistas under lång tid eller där ljusets kvalitet har stor betydelse för upplevelsen blir ljusets stabilitet avgörande.

Exempel:

- skolor och utbildningsmiljöer
- vård- och omsorgsbyggnader
- kontor med aktivitetsbaserade arbetsytor
- kulturmiljöer, bibliotek och utställningar

Här arbetar dagsljusregleringen ofta i det nedre dimningsområdet.

Analog dimning säkerställer att ljuset:

- inte fladdrar eller pulserar
- inte förändrar karaktär när det dimras
- upplevs lika stabilt vid 2 % som vid 20 %

Detta är centralt för visuell komfort, som är en bärande princip i EN 17037.

6.3 FÖRUTSÄGBARHET FÖR SIMULERING, PROJEKTERING OCH DRIFT

Beräkningsmetoder som DA och UDI används för att simulera hur ofta och hur väl dagsljuset räcker till i ett rum. För att dessa simuleringar ska vara meningsfulla måste det elektriska ljuset kunna återskapa samma beteende i verklig drift.

Eftersom analog dimning ger:

- linjär relation mellan styrsignal, ljusflöde och energianvändning
- stabil respons utan PWM-relaterade avvikelser

kan styrsystem:

- reglera ljusnivån exakt efter dagsljuset
- beräkna energibesparing korrekt
- undvika felkoppling mellan sensorvärden och faktisk ljusupplevelse

För ljusdesignern innebär detta att:

det ljus som simuleras, projekteras och avses också är det ljus som upplevs när byggnaden tas i bruk.

6.4 KOPPLING TILL EN 17037:S SYN PÅ LJUS ÖVER TID

EN 17037 betonar att dagsljus inte ska bedömas i ett enskilt ögonblick, utan över tid med fokus på användbarhet, komfort och variation.

Analog dimning stödjer detta synsätt genom att:

- möjliggöra kontinuerlig anpassning till dagsljusets förändring
- säkerställa stabil ljusupplevelse även vid låg artificiell belysning
- minska behovet av abrupta justeringar eller kompensatoriska lösningar

Detta gör att det elektriska ljuset kan spela den roll standarden förutsätter: att stödja dagsljuset, inte ersätta det.

6.5 SAMMANFATTNING - LJUS SOM FUNGERAR I VERKLIGHETEN

I dagsljusoptimerade projekt handlar kvalitet inte om mer ljus, utan om rätt ljus vid rätt tid.

Analog dimning ger:

- mjuka övergångar
- stabilitet i låga nivåer
- förutsägbar energiprestanda
- hög visuell komfort

Detta gör tekniken särskilt väl lämpad för projekt som utgår från EN 17037, DA och UDI där ljusets beteende över tid är lika viktigt som ljusets mängd.

7. NÄR DAGSLJUS, TEKNIK OCH UPPHANDLING MÖTS - VAD SOM AVGÖR I PRAKTIKEN

I många moderna byggprojekt avgörs valet av belysningslösning inte enbart av ljusets kvalitet eller systemets teoretiska prestanda, utan av hur väl lösningen kan verifieras, jämföras och försvaras i upphandling och drift.

Detta blir särskilt tydligt i projekt där:

- etablerade leverantörer konkurrerar med nya aktörer
- certifieringar och energiramverk utgör en del av upphandlingskraven
- byggherrar och fastighetsägare efterfrågar låg teknisk risk över tid

I dessa sammanhang får begreppet "verklig prestanda i drift" en konkret betydelse.

7.1 VAD UPPHANDLANDE PARTER FAKTISKT TITTAR PÅ

Även om upphandlingsdokument sällan specificerar dimningsteknik i detalj, återkommer samma typer av krav:

- förutsägbar ljusreglering vid låga nivåer
- flimmerfri drift i hela dimområdet
- korrekt och linjär energimätning
- stabil funktion i dagsljusreglerade miljöer
- möjlighet till verifiering efter idrifttagning

Det är här skillnaden mellan teoretisk funktion och praktisk användbarhet blir avgörande.

7.2 VERKLIG DRIFT SOM KONKURRENSPARAMETER

I projekt där certifieringar som BREEAM, LEED, DGNB, WELL eller Minergie används som urvalskriterier, bedöms inte bara om en lösning *kan* uppfylla ett krav utan hur robust den är när:

- dagsljuset varierar över tid
- sensorer arbetar kontinuerligt
- byggnaden förändras i användning
- energidata ska rapporteras och följas upp

Lösningar som bygger på olinjära samband, puls beteenden eller svårtolkade energiloggar innebär i detta sammanhang en upphandlingsrisk, även om de tekniskt sett är godkända.

7.3 VAD DETTA INNEBÄR FÖR ARMATURTILLVERKARE

För armaturtillverkare innebär detta ett tydligt skifte:

- Fokus flyttas från enskilda produktparametrar till systembeteende över tid
- Lösningar måste vara lätta att dokumentera, simulera och verifiera
- Samma armatur ska kunna fungera i både standardprojekt och certifierade projekt utan omkonstruktion

Detta gynnar tekniska plattformar där:

- dimning är stabil även vid mycket låga nivåer
- energilogiken är linjär och mätbar
- styrning och ljusbeteende är tydligt separerade

7.4 ETT GEMENSAMT SPRÅK I UPPHANDLING

När dagsljusstandarder, energiramverk och certifieringar används parallellt uppstår behovet av ett gemensamt språk mellan:

- arkitektens intention
- ljusdesignerns simulering
- fastighetsägarens driftkrav
- upphandlarens verifieringslogik

Lösningar som betar sig konsekvent över dessa nivåer förenklar upphandling, minskar projektspecifika avvikelser och reducerar risken för efterföljande justeringar i drift.

7.5 SAMMANFATTANDE REFLEKTION UR UPPHANDLINGSPERSPEKTIV

I dagens projekt handlar konkurrenskraft inte enbart om att erbjuda hög effektivitet eller avancerad styrning, utan om att kunna visa:

- stabilitet över tid
- förutsägbar energiprestanda
- överensstämmelse mellan projektering och verklig drift

Detta gör ljusets beteende till en strategisk parameter i upphandling inte bara en teknisk detalj.

8. NÄR DESIGN, DRIFT OCH DOKUMENTATION MÖTS

I moderna byggprojekt är certifieringar och energiramverk inte längre separata från arkitektur och ljusdesign. De påverkar hur byggnader projekteras, hur ljus styrs i drift och hur prestanda ska kunna verifieras över tid.

För arkitekter och ljusdesigners innebär detta ett skifte:

Ljusets kvalitet bedöms inte bara visuellt, utan även genom mätbarhet, stabilitet och konsekvens.

I detta sammanhang blir ljusets beteende i verklig drift avgörande.

8.1 EN 17037 DAGSLJUS SOM EN DEL AV RUMSUPPLEVELSEN

EN 17037 är den europeiska dagsljusstandard som flyttar fokus från *hur mycket ljus* ett rum får till *hur dagsljuset faktiskt upplevs över tid*.

I stället för statiska minimikrav beskriver standarden dagsljus som en dynamisk del av arkitekturen, där ljusets variation, spridning och relation till rummet är central.

Standarden tar hänsyn till:

- hur dagsljuset når in i rummet och förändras under dagen och året
- hur ljuset bidrar till visuell komfort och minskar behovet av artificiellt ljus
- hur utblick, bländning och direkt solljus påverkar upplevelsen av platsen

För arkitekter och ljusdesigners innebär EN 17037 ett ramverk som stödjer rumslig kvalitet, berättelse och intention, snarare än att begränsa dem. Den uppmuntrar till att arbeta med dagsljus som ett aktivt designmaterial i samspel med artificiell belysning som kan anpassas mjukt, exakt och utan visuella störningar.

I projekt där dagsljuset får ta plats ställer EN 17037 indirekt krav på att den elektriska belysningen:

- kan regleras stabilt och flimmerfritt
- fungerar även vid mycket låga nivåer
- följer dagsljusets rytm snarare än konkurrerar med den

På så sätt blir standarden ett stöd för helhetsupplevelse, komfort och hållbarhet, snarare än en teknisk begränsning.

8.2 BREEAM - DAGSLJUS, KOMFORT OCH ENERGIPRESTANDA I BALANS

BREEAM ställer krav på:

- flimmerfrihet och visuell komfort (HEA)
- dagsljus och daylight harvesting
- dokumenterad energiprestanda (Ene)

Optogas digitalt styrda analoga dimning möjliggör:

- flimmerfri ljusreglering även vid mycket låga nivåer
- exakt och stabil samverkan med dagsljusreglering
- linjär energilogik som ger tillförlitlig energidata

För ljusdesignern innebär detta att ljusets kvalitet kan bibehållas även när systemet optimeras för energi, utan att kompromissa med upplevelsen.

8.3 LEED - DAGSLJUSBASERAD STYRNING OCH VERIFIERBAR PRESTANDA

LEED använder mått som **Spatial Daylight Autonomy (sDA)** och **Annual Sunlight Exposure (ASE)** för att bedöma dagsljusets effektivitet och behovet av artificiell belysning.

För att dessa beräkningar ska vara relevanta krävs att:

- det elektriska ljuset kan regleras mjukt och förutsägbart
- ljusnivåer i drift motsvarar de nivåer som antagits i simulering
- energianvändningen kan följas upp utan systematiska avvikelser

Analog dimning ger en direkt koppling mellan simulering, projektering och verklig drift, vilket stärker LEED-projektets tekniska trovärdighet.

8.4 DGNB - VERIFIERBAR KVALITET ÖVER BYGGNADENS LIVSCYKEL

DGNB lägger stor vikt vid:

- livscykelprestanda
- robusta tekniska system
- verifierbar kvalitet över tid

I detta perspektiv är det inte tillräckligt att ett system fungerar vid inflyttning.

Det måste vara:

- stabilt i vardaglig användning
- lätt att följa upp
- förutsägbart även när byggnaden förändras

Genom att undvika PWM-relaterade variationer och icke-linjär energilogik skapar analog dimning ett belysningssystem som är lättare att dokumentera, följa upp och försvara över tid.

8.5 WELL - LJUSETS BETYDELSE FÖR MÄNSKLIGT VÄLBEFINNANDE

WELL Building Standard fokuserar på hur byggnader påverkar människors hälsa och välbefinnande.

Inom belysning är centrala aspekter:

- visuell komfort
- stabil ljusmiljö
- frånvaro av flimmer och visuella störningar

Analog dimning stödjer detta genom att:

- eliminera puls beteenden i ljuset
- skapa lugna, konsekventa ljusmiljöer
- möjliggöra mjuka anpassningar till dagsljus utan abrupta förändringar

För användaren innebär detta en ljusmiljö som upplevs naturlig och behaglig, även i byggnader med avancerad styrning.

8.6 MINERGIE - FOKUS PÅ VERKLIG DRIFT OCH KOMFORT

Minergie, som är starkt etablerad i Schweiz och delar av Centraleuropa, har ett tydligt fokus på energieffektiv drift i verklig användning, kombinerat med hög komfort för byggnadens brukare.

För belysning innebär detta krav på:

- behovsstyrning i samspel med dagsljus
- stabil och förutsägbar dimning
- korrekt och linjär energilogik
- system som fungerar lika bra i vardagsdrift som vid verifiering

Optogas analoga dimning harmonierar väl med Minergies synsätt, där prestanda bedöms utifrån faktisk användning snarare än teoretiska värden.

8.7 EPBD OCH BACS - FRÅN LJUS TILL DATADRIVET SYSTEM

EPBD kräver att belysning ses som en del av byggnadens energisystem, inte som en isolerad installation.

Detta innebär krav på:

- kontinuerlig energimonitorering
- datadriven styrning
- integration med övriga tekniska system (BACS)

Analog dimning ger:

- linjär relation mellan ljusnivå och energianvändning
- mer tillförlitliga energiloggar
- bättre förutsättningar för prediktion och optimering

Detta gör belysningsystemet till en aktiv och pålitlig komponent i byggnadens energistrategi.

8.8 NATIONELLA ENERGIREGLER - KONSEKVENSN OCH EFTERLEVAND

Nationella byggregler och energikrav varierar i detalj, men delar samma grundläggande mål:

- energieffektivitet
- verifierbar prestanda
- möjlighet till uppföljning

Genom att erbjuda stabil dimning och korrekt energilogik blir belysningsystemet:

- enklare att anpassa till lokala krav
- mer robust vid tillsyn och verifiering
- mindre beroende av projektspecifika speciallösningar

8.9 SAMMANFATTNING - ETT GEMENSAMT SPRÅK MELLAN DESIGN OCH REGELVERK

Trots skillnader i terminologi och struktur pekar certifieringar och energiramverk mot samma grundkrav:

- stabil ljusreglering
- flimmerfrihet
- linjär och mätbar energiprestanda
- förutsägbar funktion över tid

Genom att undvika PWM-relaterade avvikelser och i stället använda digitalt styrd analog dimning skapas ett belysningsystem som:

- fungerar konsekvent över olika ramverk
- stödjer både designintention och regelverk
- minskar klyftan mellan projektering och verklig drift

För arkitekter och ljusdesigners innebär detta att ljusets kvalitet kan försvaras, inte bara estetiskt, utan även tekniskt och regulatoriskt.

8.10 RAMVERK OCH CERTIFIERINGAR - VAR DE ANVÄNDS OCH VAD DE KRÄVER AV BELYSNING

I takt med att dagsljus, energiprestanda och visuell komfort får en mer central roll i byggnadsdesign används olika ramverk och certifieringar parallellt i Europa. För belysning innebär detta inte olika tekniska lösningar utan samma grundkrav uttryckta med olika terminologi.

Tabellen nedan ger en översikt över var de vanligaste dagsljus-, energi- och certifieringsramverken används, deras juridiska status och vilka konsekvenser de har ur ett belysningsperspektiv.

| Ramverk / standard | Geografisk tillämpning i Europa | Status | Kommentar ur belysningsperspektiv |
|---|---|---|---|
| EN 17037 Dagsljus i byggnader | Hela EU samt EES (inkl. Norge) | Harmoniserad europeisk standard | Används som referens eller krav i projektering. Fokuserar på dagsljusets tillgänglighet, spridning och visuell komfort över tid. Påverkar krav på dagsljusreglering och stabil dimning. |
| EPBD - Energy Performance of Buildings Directive | Alla EU-länder | Lagkrav (EU-direktiv, nationellt implementerat) | Kräver energieffektiv belysning, mätning, styrning och rapportering. Driver behovet av linjär energilogik och datadriven ljusstyrning. |
| BREEAM | Starkt i Storbritannien, Nederländerna, Norden, Centraleuropa | Frivillig certifiering | Vanligaste miljöcertifieringen i Europa. Ställer krav på dagsljus (sDA/UDI), daylight harvesting, flimmerfrihet och energiprestanda. |
| LEED | Förekommer i hela Europa (internationella projekt) | Frivillig certifiering | Används främst i internationella och kommersiella projekt. Liknar BREEAM men med amerikansk metodik (sDA/ASE). |
| DGNB | Tyskland, Österrike, Schweiz, Centraleuropa | Frivillig certifiering | Tekniskt djup certifiering med starkt fokus på livscykel, komfort och verifierbar driftprestanda. |
| WELL Building Standard | Växande i hela Europa | Frivillig certifiering | Används där hälsa och välbefinnande prioriteras (kontor, skolor, vård). Ställer krav på flimmerfrihet och stabil ljusmiljö. |
| Minergie | Schweiz (ibland i gränsregioner) | Nationell frivillig standard | Mycket etablerad i Schweiz. Fokuserar på verklig energieffektiv drift, komfort och behovsstyrning indirekt höga krav på belysningsreglering. |
| Nationella byggregler (BBR, DIN, SIA, TEK m.fl.) | Respektive land | Lagkrav | Implementerar EPBD och kompletterar med nationella krav. Kan inkludera dagsljuskrav, energigränser och styrkrav för belysning. |

9. FÖRDELAR FÖR ARKITEKTER OCH LJUSDESIGNERS - KREATIV FRIHET

För arkitekter och ljusdesigners är ljus inte en teknisk parameter, utan ett gestaltningsverktyg. Det formar rum, skapar orientering, påverkar upplevelse och styr hur arkitektur uppfattas över tid. I takt med att byggnader blivit mer tekniskt avancerade har dock ljusdesignen ofta tvingats anpassa sig till styrsystemens begränsningar. Optogas digitalt styrda analoga dimning vänder på detta förhållande.

Här anpassas tekniken efter designen - inte tvärtom.

9.1 LJUSET BETER SIG SOM LJUS, INTE SOM ELEKTRONIK

En av de största utmaningarna i moderna projekt är att behålla ljusets naturliga karaktär trots avancerad styrning. PWM-baserade system kan introducera subtila artefakter som bryter rummets lugn och avslöjar tekniken bakom.

Med analog dimning:

- förändras ljuset kontinuerligt och mjukt
- behåller ljuset sin karaktär även vid mycket låga nivåer
- upplevs dimning som en naturlig övergång snarare än en teknisk funktion

För ljusdesignern innebär detta att ljuset kan användas mer intuitivt, som ett material i rummet snarare än en styrd signal.

9.2 FULL KONTROLL ÄVEN I DE MEST KÄNSLIGA LJUSLÄGENA

Det är ofta i det nedre dimningsområdet som ljusdesignens kvalitet avgörs.

Det är här:

- stämningar byggs
- dagsljuset tar över
- rummets identitet blir tydlig

Analog dimning ger:

- stabilitet vid 1-2 % ljusnivå
- inga pulser eller ryck
- möjlighet att arbeta med subtila övergångar

Detta är avgörande i:

- hotell och restauranger
- museer och utställningar
- kulturhistoriska miljöer
- kontor och utbildningsmiljöer med höga krav på komfort

Ljuset kan ligga lågt utan att kännas tekniskt osäkert.

9.3 EN TYDLIGARE KOPPLING MELLAN INTENTION OCH VERKLIGHET

I många projekt uppstår en klyfta mellan:

- det ljus som simuleras och projekteras
- det ljus som faktiskt upplevs i drift

Genom att använda analog dimning med linjär energilogik blir ljusets beteende:

- mer förutsägbart
- lättare att simulera korrekt
- konsekvent mellan projektering, installation och drift

För arkitekten och ljusdesignern innebär detta:

att den ljusidé som presenteras också är den som realiserar.

9.4 LJUSET FÅR VARA EN DEL AV BERÄTTELSEN ÖVER TID

Dagsljus förändras ständigt morgon, dag, kväll, årstid. När det artificiella ljuset kan följa denna rytm utan att bryta upplevelsen uppstår en sammanhängande ljusberättelse.

Analog dimning möjliggör:

- mjuka övergångar mellan dagsljus och artificiellt ljus
- ljusscenarier som förändras långsamt och naturligt
- rum som upplevs levande men stabila

Detta stödjer ett sätt att arbeta med ljus som:

- stärker arkitektens intention
- ökar platsens identitet
- förbättrar användarens upplevelse över tid

9.5 MINDRE KOMPROMISSER, STÖRRE FRIHET

När ljusdesignen inte längre behöver ta hänsyn till:

- flimmerproblem
- instabil dimning
- sensorstörningar
- oförutsägbart ljusbeteende

frigörs tid och fokus till det som är viktigt:

- rummet
- människan
- upplevelsen

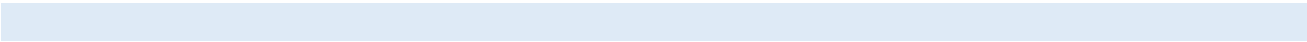
Tekniken blir då ett stöd för kreativiteten, inte ett hinder.

9.6 SAMMANFATTNING - TEKNIK SOM RESPEKTERAR DESIGNPROCESSEN

Optogas digitalt styrda analoga dimning ger arkitekter och ljusdesigners:

- ett ljus som beter sig naturligt
- stabilitet även i de mest krävande ljuslägena
- förutsägbarhet mellan idé, projektering och drift
- frihet att arbeta med ljus över tid

I stället för att anpassa ljusdesignen efter tekniska begränsningar kan tekniken här respektera och förstärka designintentionen.



10. FRÅN TEKNIKVAL TILL FRAMTIDSSÄKRAD LJUSSTRATEGI

Utvecklingen inom byggande, dagsljusstandarder och energiramverk har förändrat förutsättningarna för hur elektrisk belysning måste fungera. Med EN 17037, EPBD, BREEAM, LEED, DGNB, WELL, Minergie och nationella energikrav flyttas fokus från statiska lösningar till ljus som fungerar över tid, i verklig drift och i samspel med dagsljus.

I detta sammanhang räcker det inte längre att belysning är dimbar.

Den måste vara förutsägbar, stabil, mätbar och visuellt komfortabel, även i de mest känsliga ljuslägena.

10.1 ETT TYDLIGT SKIFTE I HUR LJUS VÄRDERAS

Tidigare generationer av LED-belysning har i hög grad optimerats för:

- effektivitet i komponentled
- teknisk funktionalitet
- förenklad styrning

I dagsljusoptimerade byggnader värderas i stället:

- ljusets beteende över tid
- samspel mellan dagsljus och artificiellt ljus
- upplevelse, komfort och stabilitet
- verifierbar energiprestanda i drift

Detta innebär ett skifte där ljuskvalitet inte längre är en subjektiv fråga, utan något som kan och måste stödjas av rätt teknikval.

10.2 VARFÖR ANALOG DIMNING BLIR RELEVANT IGEN

Optogas digitalt styrda analoga dimning är inte ett steg bakåt från digitalisering, utan ett steg vidare.

Genom att kombinera:

- digital styrprecision där information hanteras
- analog strömreglering där ljuset faktiskt skapas

uppstår ett ljus som:

- beter sig kontinuerligt och naturligt
- är stabilt även vid mycket låga nivåer
- samverkar med dagsljus utan att avslöja tekniken bakom
- ger linjär och tillförlitlig energilogik

Detta gör analog dimning till ett relevant och framtidssäkert val i en tid där både människa och system ställer högre krav på ljuset.

10.3 ETT GEMENSAMT SPRÅK MELLAN DESIGN, TEKNIK OCH REGELVERK

En återkommande utmaning i byggprojekt är klyftan mellan:

- arkitektonisk och ljusmässig intention
- tekniska systemlösningar
- regulatoriska krav

Genom att utgå från standarder och certifieringar och samtidigt möta dem med en teknik som respekterar ljusets natur, skapas ett gemensamt språk där:

- designintention kan försvaras tekniskt
- energikrav kan uppfyllas utan kompromiss i upplevelse
- ljusdesignen fungerar lika bra i simulering som i verklig drift

Detta minskar behovet av projektspecifika kompromisser och gör lösningen tillämpbar över olika marknader och regelverk.

10.4 LJUS SOM STRATEGI, INTE BARA INSTALLATION

I framtidens byggnader blir belysning en allt mer integrerad del av:

- byggnadens energisystem
- användarens välbefinnande
- arkitekturens identitet
- den långsiktiga driftsstrategin

Att välja rätt dimningsteknik är därför inte bara ett tekniskt beslut, utan ett strategiskt val som påverkar byggnadens kvalitet, flexibilitet och relevans över tid.

11. DAGSLJUSMÅTT I PRAKTIKEN - ETT GEMENSAMT SPRÅK FÖR ARKITEKTUR, LJUSDESIGN OCH DRIFT

I moderna byggnader används klimatbaserade dagsljusmått som DA, sDA, UDI och ASE för att beskriva hur dagsljus fungerar över tid. För arkitekter, ljusdesigners och fastighetsägare är dessa mått inte ett mål i sig, utan verktyg för att skapa rum som fungerar visuellt, energimässigt och långsiktigt i drift.

Gemensamt för samtliga mått är att de förutsätter ett artificiellt ljus som kan samverka med dagsljuset, snarare än konkurrera med det.

Dagsljusmått vad de mäter, varför de finns och hur de används då alla dessa mått har utvecklats för att svara på samma grundfråga:

När, var och hur ofta räcker dagsljuset och när behöver vi elektriskt ljus?

Skillnaden mellan dem ligger i hur verkligheten förenklas och vad man vill optimera.

11.1 DA OCH SDA - NÄR OCH VAR DAGSLJUSET RÄCKER

Daylight Autonomy (DA) beskriver hur ofta dagsljuset räcker vid en given punkt i rummet, medan **Spatial Daylight Autonomy (sDA)** visar hur stor del av rummets yta som uppfyller ett dagsljuskrav under en viss del av tiden.

För arkitekten ger dessa mått ett underlag för:

- fönstersättning och rumsdjup
- planlösning och zonindelning

För ljusdesignern blir de vägledande för:

- hur ofta och hur mycket artificiellt ljus behövs
- hur låg grundnivå som belysningen kan ha

För fastighetsägaren innebär höga DA- och sDA-värden:

- minskat behov av artificiell belysning
- potential för lägre energianvändning över tid

För att denna potential ska realiseras krävs dock att belysningsystemet kan dimras stabilt och förutsägbart i det nedre effektområdet, där dagsljuset dominerar. Här blir Optogas analoga dimning avgörande, eftersom ljuset kan reduceras till mycket låga nivåer utan flimmer eller instabilitet.

| Vad mäter Daylight Autonomy (DA)? <i>Hur ofta räcker dagsljuset?</i> | Vad mäter Spatial Daylight Autonomy (sDA)? <i>Hur stor del av rummet får tillräckligt dagsljus?</i> |
|--|--|
| <p>DA anger hur stor andel av tiden (t.ex. arbetstid under ett år) som dagsljuset vid en viss punkt i rummet överskrider en given luxnivå.</p> <p>Exempel:</p> <ul style="list-style-type: none"> • DA300 = 55 % → Dagsljuset ger minst 300 lux under 55 % av tiden <p>Hur beräknas det?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Klimatdata (sol, molnighet) • Solens position över året • En vald referenspunkt i rummet • En fast luxtröskel (t.ex. 300 lux) <p>När används DA?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tidiga dagsljusanalyser • EN 17037 (som grundprincip) • Jämförelser mellan olika rum | <p>sDA är en vidareutveckling av DA och mäter andel av rummets yta som uppfyller ett DA-krav.</p> <p>Exempel (vanligt i LEED):</p> <ul style="list-style-type: none"> • sDA300/50% = 60 % → 60 % av rummet får minst 300 lux under minst 50 % av tiden <p>Hur beräknas det?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Samma klimatbaserade simulering som DA • Men över många punkter i rummet • Resultatet blir ett areamått <p>När används sDA?</p> <ul style="list-style-type: none"> • LEED-certifiering • BREEAM dagsljuskrediter • Kontor, skolor, större öppna ytor |

11.2 UDI - NÄR DAGSLJUSET ÄR ANVÄNDBART

Useful Daylight Illuminance (UDI) bedömer när dagsljuset faktiskt är behagligt och användbart, inte bara tillräckligt starkt. Det gör måttet särskilt relevant ur ett upplevelseperspektiv.

För arkitekter och ljusdesigners:

- stödjer UDI rumslig kvalitet och visuell komfort
- synliggör när dagsljuset bidrar positivt till rummet

För fastighetsägare:

- minskar risken för att användare drar ner solskydd och tänder belysning i onödan
- ger stabilare drift och mer förutsägbar energianvändning

Optogas analoga dimning möjliggör mjuka övergångar mellan dagsljus och artificiellt ljus, vilket gör att belysningen kan komplettera dagsljuset utan att störa rummets ljusbalans.

Vad mäter Useful Daylight Illuminance (UDI)

När är dagsljuset faktiskt användbart?

UDI delar upp dagsljuset i tre zoner:

| Luxnivå | Tolkning |
|--------------|--|
| < 100 lux | För lite ljus |
| 100-2000 lux | Användbart dagsljus |
| > 2000 lux | För mycket ljus (risk för bländning, solproblem) |

UDI anger hur stor andel av tiden ljuset ligger i det *användbara intervallet*.

När används UDI?

- BREEAM (allt oftare)
- Komfortorienterade projekt
- Arkitekt- och ljusdesignanalys

11.3 ASE - NÄR DAGSLJUSET BLIR ETT PROBLEM

Annual Sunlight Exposure (ASE) används för att identifiera risk för överexponering, bländning och övertemperatur. För höga ASE-värden leder ofta till tekniska kompensationsåtgärder, som neddragna solskydd eller högre artificiell belysningsnivå.

För samtliga parter innebär detta:

- sämre dagsljusstrategi
- ökad energianvändning
- minskad visuell komfort

Genom att kombinera genomtänkt dagsljusdesign med ett artificiellt ljus som kan regleras kontinuerligt och utan tekniska artefakter, minskar behovet av sådana kompensationer.

Vad mäter Annual Sunlight Exposure (ASI)

När blir dagsljuset ett problem?

ASE visar hur stor del av rummet som får för mycket direkt solljus.

Exempel (LEED):

- $ASE_{1000}/250h \leq 10\%$
→ Högst 10 % av ytan får mer än 1000 lux under mer än 250 timmar/år

Vad används ASE till?

Identifiera risk för:

- bländning
- övertemperatur
- neddragna solskydd
- försämrade dagsljusstrategi

När används ASE?

- LEED (obligatoriskt tillsammans med sDA)
- Projekt med stora glasytor
- Solutsatta lägen

11.4 EN FÖRUTSÄTTNING FÖR ATT SIMULERING SKA BLI VERKLIGHET

DA, sDA, UDI och ASE används i simuleringar för att fatta beslut i tidiga skeden. För att dessa beslut ska hålla över tid krävs att belysningsystemet i drift beter sig som antaget i simuleringen.

Optogas digitalt styrda analoga dimning ger:

- linjär relation mellan styrsignal, ljusflöde och energi
- stabil reglering även vid mycket låga nivåer
- minimal påverkan på sensorer och mätvärden

Detta gör att:

- arkitektens intention kan bibehållas
- ljusdesignerns scenarier fungerar i verkligheten
- fastighetsägaren får ett system som är robust, energieffektivt och lätt att följa upp

11.5 RELATION TILL EN 17037 OCH FRAMTIDA KRAV

EN 17037 betonar dagsljusets användbarhet, variation och upplevelse över tid.

DA, sDA, UDI och ASE kan därför ses som praktiska verktyg för att uppfylla standardens intention, förutsatt att det elektriska ljuset kan anpassas med samma kontinuitet som dagsljuset själv.

Optogas analoga dimning är utvecklad just för denna typ av miljöer, där ljuset inte bara ska fungera tekniskt, utan bidra till arkitektens kvalitet och byggnadens långsiktiga prestanda.

11.6 HUR HÄNGER ALLT IHOP

| Mått | Svarar på frågan |
|------|---|
| DA | Hur ofta räcker dagsljuset? |
| sDA | Hur stor del av rummet räcker dagsljuset i? |
| UDI | När är dagsljuset faktiskt behagligt? |
| ASE | När blir dagsljuset för mycket? |

Ingen av dessa räcker ensam, de är verktyg, inte mål i sig

11.7 AVSLUTANDE REFLEKTION

Ljus som samverkar med dagsljus måste:

- kunna förändras mjukt
- vara stabilt i det subtila
- vara förutsägbart i det komplexa

Optogas digitalt styrda analoga dimning adresserar dessa krav genom att låta tekniken underordna sig ljusets natur, inte tvärtom.

Det är inte ett löfte om mer ljus, det är ett löfte om "bättre ljus över tid".