

20150471 - Fortrolig

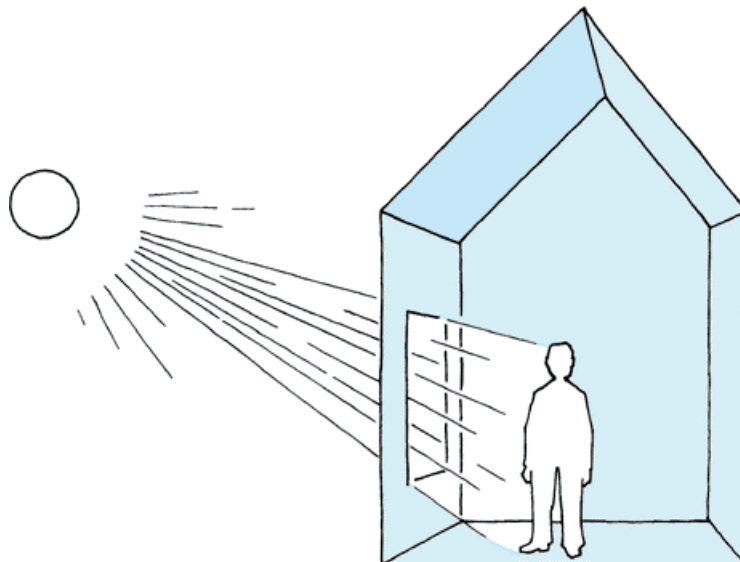
Rapport

Krav til dagslys i TEK10

Vurdering av forslag til lemping og tydeliggjøring av kravet i TEK10 til dagslys, samt kartlegging av metoder og beregningsverktøy.

Forfatter(e)

Anders-Johan Almås
Michael Gruner
Michael Klinski
Tarald Rode
Lars Vik
Inger Andresen (NTNU)



Rapport

Krav til dagslys i TEK10

Vurdering av forslag til lemping og tydeliggjøring av kravet i TEK10 til dagslys, samt kartlegging av metoder og beregningsverktøy.

EMNEORD:
Dagslys
TEK10

VERSJON
01

DATO
2016-01-11

FORFATTER(E)

Anders-Johan Almås
Michael Gruner
Michael Klinski
Tarald Rode
Lars Vik
Inger Andresen (NTNU)

OPPDRAGSGIVER(E)
Direktoratet for byggkvalitet (DiBK)

OPPDRAGSGIVERS REF.
15/2944/8829
Knut Helge Sandli

PROSJEKTNR
102010925-6

ANTALL SIDER OG VEDLEGG:
21 sider, 1 vedlegg

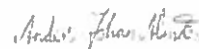
SAMMENDRAG

Krav til dagslys i TEK10

Denne rapporten oppsummerer arbeidet av et avrop på rammeavtale sak 15/2944 mellom Direktoratet for Byggkvalitet (DiBK) og SINTEF Byggforsk. Oppdraget er delt i to deler. Del 1 er en konsekvensutredning av et endringsforslag utarbeidet av DiBK tilhørende TEK10 § 13-12 annet ledd om dagslys. SINTEF har også foreslått ytterligere endringer til endringsforslaget. Del 2 er en kartlegging av de mest benyttede metoder og beregningsverktøy som den norske byggebransjen benytter for tilfredsstillelse av preakseptert ytelse på gjennomsnittlig 2 % dagslys i rommet.

UTARBEIDET AV
Anders-Johan Almås

SIGNATUR



KONTROLLERT AV
Inger Andresen (NTNU)

SIGNATUR



GODKJENT AV
Anders Fylling

SIGNATUR



RAPPORTNR
20150471

ISBN
ISBN-nummer

GRADERING
Fortrolig

GRADERING DENNE SIDE
Fortrolig

Innholdsfortegnelse

1	Om oppdraget	3
2	Kort om dagslys	4
3	Del 1 av oppdraget, vurdering av endringene i TEK 10 § 13-12	6
3.1	Hvilke endringer er foreslått	6
3.2	Endringenes konsekvenser for planlegging og bygging	7
3.3	SINTEF sitt forslag til endring og nye formuleringer	9
3.3.1	Mål	9
3.3.2	Forslag.....	9
3.4	Konsekvensvurdering/samfunnsøkonomisk analyse av DiBK sitt forslag.....	12
3.4.1	Samfunnsøkonomisk beregning av endringene	12
3.4.2	Konklusjon samfunnsøkonomiske vurderinger	12
4	Del 2: Kartlegging av de mest benyttede metoder og beregningsverktøy	14
4.1	Metode.....	14
4.2	Funn	14
4.3	Vurderinger	17
4.4	Konklusjon for del 2 av oppdraget.....	18
5	Referanser	19

BILAG/VEDLEGG

Vedlegg A: DiBK sitt forslag til endringer

1 Om oppdraget

Denne rapporten oppsummerer arbeidet av et avrop på rammeavtale sak 15/2944 mellom Direktoratet for Byggkvalitet (DiBK), og SINTEF Byggforsk. Denne utredningen om dagslys har DiBK-referanse 15/8829.

Oppdraget er delt i to deler.

Del 1 består av en konsekvensutredning av et endringsforslag utarbeidet av DiBK tilhørende TEK10 § 13-12 annet ledd om dagslys. Konsekvensutredningen gjøres i henhold til regjeringens utredningsinstruks i samsvar med Finansdepartementets rundskriv R-109/14.

Se <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/utredningsinstruksen/id107582/> og https://www.regjeringen.no/globalassets/upload/fin/vedlegg/okstyring/rundskriv/faste/r_109_2014.pdf

Endringsforslaget - et konkret forslag til ny tekst i veiledningen til nevnte paragraf og ledd (nå splittet i to ledd) - er vist i vedlegg A og oppsummert i vedlegg 3. Denne legges til grunn for utredningen. Det gjøres også en vurdering av to foreslåtte størrelser, merket med rødt i endringsforslaget, og med anbefaling på eventuelle endrede verdier. Hva blir konsekvensen av forslaget for de berørte, herunder stat, fylkeskommune, kommune, næringsliv og enkeltpersoner? Det skal i nødvendig utstrekning inngå grundige og realistiske samfunnsøkonomiske analyser. Dersom leverandør (SINTEF) finner det riktig å anbefale en alternativ, preakseptert ytelse; hva blir i så fall de samfunnsøkonomiske konsekvensene av dette?

Det skal også gis en anbefaling.

Bakgrunnen for forslaget er et tydeligere/forbedret regelverk. Videre forventes det at forslaget vil gi en kostnadsreduksjon og en samfunnsøkonomisk gevinst.

DiBK sitt forslag til endring finnes som vedlegg A til denne rapporten.

Del 2 av oppdraget er en kartlegging av de mest benyttede metoder og beregningsverktøy som den norske byggebransjen benytter for tilfredsstillelse av preakseptert ytelse på gjennomsnittlig 2 % dagslys i rommet. Kartleggingen skal synliggjøre omfang (anslag), og det skal angis begrensninger, nyanser og andre forhold som leverandøren mener er relevant for hver metode/verktøy.

2 Kort om dagslys

Dagslysets enorme variasjon har en livsviktig rytmeregulerende egenskap. Slik får vi vinter, vår, sommer og høst, og slik får vi døgnet med hvile og våkentid. Vår fauna, så vel som oss mennesker, bruker denne rytmen til fornyelse og til å stimulere immunforsvaret. Det er viktig både for planter og mennesker at vi opprettholder naturens rytme også innendørs i et kontrollert klima. Det er en sammenheng mellom kroppens biologiske klokke og naturens rytme. Dette styres i stor grad av års- og døgnvariasjonene til dagslyset og temperaturen. De viktigste rytmer i naturen er års-, måneds- og døgnrytmer som alle virker inn på kroppen vår (Lærheim, 1988).

I vinterhalvåret kommer ofte hele vår daglige dagslysdose gjennom vinduene. TEK har krav om tilfredsstillende tilgang på dagslys i oppholdsrom (se SINTEF Byggforsk Byggdetaljer 421.601 og 421.625). Vi trenger minimumskrav som gir tilfredsstillende dagslys i arbeidsarealer og i andre arealer som mennesker oppholder seg i lengre perioder om dagen.

Både mennesker og dyr trenger hvile for å opprettholde nok energi gjennom døgnet. Vi mennesker er "dagdyr" og har derfor vår hvileperiode om natten. Denne våken-/hvilerytmen styres av søvnhormonet melatonin, som produseres i epifysen. Epifysens produksjon stimuleres av dagslys og følger derfor direkte naturens egen rytme. Ved for lite stimulering av dagslys fortsetter epifysen å produsere søvnhormon selv på dagtid. Dette oppleves som trøtthet om dagen og dårlig søvn om natten. Trøtthet og dårlig søvn har betydelig innvirkning på produktivitet, skaderisiko og feilfrekvenser i næringslivet (Lærheim, 1988). En god regulering av vår døgnrytme er også positivt for immunforsvaret.

Det er en sammenheng mellom opplevde symptomer på vinterdepresjon og mengde dagslys utendørs. Det er bare ca. 8 – 9 % av befolkningen som oppgir at de ikke reagerer negativt på mørkere tider om vinteren. Mellom 5 og 10 % trenger behandling. En av årsakene til vinterdepresjon, er understimulering på grunn av manglende dagslys slik at man får en biologisk forskyvning av døgnrytmen. Når våren kommer, øker dagslyset til et nivå som er tilstrekkelig til å styre døgnrytmen. Typiske symptomer på vinterdepresjon er mangel på energi og tiltak, trøtthet og økt søvnbehov (man sover lenger uten å bli uthvilt), økt matlyst med vektøkning og en spesiell trang etter søtsaker, liten sosial aktivitet og en generell følelse av utilpasshet og depressive tanker. Hos noen finner man et rent trøtthetssyndrom uten andre depressive symptomer. Depresjonssymptomene øker ofte med alderen (SINTEF Byggforsk, 2001).

Den estetiske opplevelsen inneholder positive assosiasjoner. Den danske arkitektforsker Ole Nørgaard beskrev betydningen slik (Gehl, 1971) (norsk oversettelse): "Skal våre omgivelser være pene å se på? Er det et relevant krav? Ville ikke det være et falskt bilde av vår kaotiske tid? Hvordan oppfatter vi egentlig våre omgivelser? Ja, det er et omfattende spørsmål, men kanskje kan det besvares slik: Sansene engasjeres, øyet begynner å arbeide, vekselvirkning mellom tanke og øye, man begriper tingen, rangerer dens plass, avslutter og føler en viss trygghet og avklaring, innen man går i gang med den neste, – eller man begriper ikke, tankevirksomheten avsluttes ikke, noe roterer videre, og tryggheten uteblir."

Bygningens oppgave

Det funksjonelle behovet må styre utformingen av en bygning. I noen sammenhenger kan arkitekturen være hovedmålet for utformingen, men dette er sjeldent. Fokus må derfor rettes mot arten av aktiviteter som skal foregå i bygningen, og de rammebetingelsene som aktivitetene stiller. Bruk av dagslys må ha som utgangspunkt å støtte opp om de aktivitetene bygningen skal romme.

Arbeidsplassen skal ha tilfredsstillende mengde dagslys. Av både synsfysiologiske og trivselsmessige grunner er det viktig at arbeidsplassen har utsyn mot det fri. Dagslyset kan variere kraftig og kan derfor ikke benyttes alene som lys på arbeidsplassen. Det er imidlertid godt egnet som allmennbelysning i kombinasjon med elektrisk belysning. Bevisst bruk av dagslys i arbeidsmiljøet er svært avhengig av farger og reflekterende egenskaper i omgivende bygningsflater og interiør. Arbeidsplassen må beskyttes mot for kraftig sollys, både i form av direkte solinnstråling mot arbeidsplassen og mot for kraftige reflekser i omgivelsene. Det må derfor finnes styringsmuligheter som er slik at man kan tilpasse lysforholdene ut fra hva aktiviteten krever. Den enkelte bør selv kunne kontrollere sollysforholdene på sin arbeidsplass uten å skape belastninger for andre i samme del av bygningen.

Vinduer i en bolig skaper boligens muligheter. Om dagen ønsker vi utsyn og ofte mye dagslys. Om kvelden ønsker vi å skjerme oss og redusere innsyn. Hvis boligen inneholder bare én stue, bør vinduer plasseres slik at det er mulig å møblere for varierende bruk. Vinduer på flere vegger gir jevnere og bedre dagslysforhold og øker fleksibiliteten i møbleringen. Om mulig bør vinduer plasseres slik at man unngår blanding pga. lave solhøyder. Hjemmet er mest i bruk morgen og kveld, nettopp på de tidene når lave solhøyder forekommer. Her må ofte vinduene kombineres med solskjerming, helst en type som opprettholder utsyn.

Vinduer på kjøkkenet dekker flere funksjoner. Det er viktig å bringe dagslyset fram til arbeidsbenkene, og vinduene bør være plassert slik at man samtidig kan se ut. Utsyn til inngangspartier og lekearealer har stor trygghetsmessig betydning. Det er ønskelig at vinduene er plassert slik at man unngår direkte solinnstråling ved lave solhøyder (morgen/kveld), dvs. slik at ikke utsynet forhindres av blanding.

I praksis kan alle soverom være barnerom. For barn er soverom lekeareal hvor de tilbringer mye tid. Det er viktig at rommet blir ordentlig opplyst, og at hovedlyskilden er dagslys. Om mulig bør man orientere vinduer i soverom slik at man unngår mye direkte sollys inn tidlig om morgenen. (SINTEF Byggforsk, 2001)

3 Del 1 av oppdraget, vurdering av endringene i TEK 10 § 13-12

3.1 Hvilke endringer er foreslått

I opprinnelig tekst gis det i første ledd en begrunnelse for hvorfor lysforholdene er viktige og hvorfor dagslys er viktig. Det foreslås ingen endring i dette leddet.

I annet ledd er innledningen kortet ned til å hete:

Rom for varig opphold skal ha vindu som gir tilfredsstillende tilgang på dagslys.

Definisjonen av rom for varig opphold er formulert i et tredje ledd som kommenteres senere.

Tabell 1 Eksisterende veileder sammenlignet med nytt forslag

Eksisterende veileder	Forslag ny tekst
<p>Krav til dagslys kan verifiseres enten ved beregning som bekrefter at gjennomsnittlig dagslysfaktor i rommet er minimum 2 %, eller ved at rommets dagslysflate utgjør minimum 10 % av bruksarealet. Ved bruk av gjennomsnittsverdi for dagslysfaktor oppnås et godt utgangspunkt for tilfredsstillende tilgang på dagslys i alle typer rom, uavhengig av størrelse.</p> <ul style="list-style-type: none"> • En enkel kontroll av dagslysarealet kan gjennomføres iht. svensk standard: <i>Svensk standard SS 91 42 01 Byggnadsutforming – dagsljus – förenklad metod för kontroll av erforderlig fönsterglasaria.</i> • Dersom tilstrekkelig dagslys verifiseres ved 10 %-regelen medregnes bruksarealet i henhold til NS 3940 Areal- og volumberegninger av bygninger. Dagslysflaten er det samlede, uskjermede glassareal som formidler dagslys til rommet. • I tillegg til bruksarealet må en ta med arealet av eventuelle balkonger eller andre lignende utkragede bygningsdeler i rommets bredde på overliggende plan utenfor vindusfasaden. • Dersom skjerming utgjør mer enn 20° i høyde, målt fra horisontalplanet gjennom vinduets midthøyde, må dagslysflaten økes. I slike tilfeller er ikke verifisering ved 10 %-regelen særlig godt egnet. • Når vindu er plassert i lysgrav, er det ved bruk av 10 %-regelen kun den delen av glassarealet som stikker opp over overkant lysgrav som kan tas med i rommets samlede dagslysflate. 	<p>Krav til dagslys er oppfylt dersom enten a, b eller c er oppfylt.</p> <p>a) Gjennomsnittlig dagslysfaktor i rommet er minimum 2 %.</p> <p>b) I rom der ikke hele arealet er tiltenkt som oppholdssone, holder det at oppholdssonen(e) har en beregnet gjennomsnittlig dagslysfaktor på minimum 2 %.</p> <p>c) I boliger kan dagslyskravet alternativt dokumenteres forenklet med følgende metode:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Soverom og arbeidsrom: $Ag > 14\%$ av rommets bruksareal • Stue: $Ag = At / (LT * \theta) * 200$ <ul style="list-style-type: none"> * Ag er glassarealet [m²] * At er totalt areal av innvendige flater inkludert vindu [m²] * LT er verdien i prosent på det transmitterte synlige lyset i intervallet 380-780 nm av det lyset som faller inn mot glasset [%] * θ er fri utsynsvinkel målt i grader fra midten av lysåpning i midten av vinduet. • Kjøkken: Kjøkkenrom eventuelt kjøkkensone i annet oppholdsrom, skal ha dagslys

Her er de viktigste endringene kort oppsummert:

Alternativet med å beregne dagslys ved at rommets dagslysflate utgjør minimum 10 % av bruksarealet foreslås tatt ut, slik at det er "gjennomsnittlig dagslysfaktor i rommet er minimum 2 %" som blir hovedregelen.

Det er lagt inn noen modifikasjoner for dette.

Den ene ved at dette bare trenger å gjelde en "oppholdssone".

Den andre modifikasjonen gjelder boliger der det er gjort egne beregninger for soverom, stue og kjøkken.

Som erstatning for hva som står om rom for varig opphold i dagnes regelverk er det foreslått et tredje ledd som lyder slik:

Kravene i andre ledd kan fravikes:

- a) der rommet av tekniske eller sikkerhetsmessige grunner må ligge under jorda. Eksempel kan være arbeidsrom i tilknytning til en undergrunnsbane.
- b) i rom der oppholdets art tilsier det. Eksempel kan være der krav om dagslys er lite hensiktsmessig sett opp mot rommets hovedfunksjon.
- c) der rommets størrelse gjør det forsvarlig, dvs. rom med svært stor takhøyde og gulvflate
- d) for inntil 50 % av grupperom og møterom innen en bruksenhet der de øvrige tilsvarende rom oppfyller kravet i annet ledd.

3.2 Endringenes konsekvenser for planlegging og bygging

Andre bygg enn bolig

Ved å ta bort 10 % beregningen og bare sette krav om 2 % gjennomsnittlig dagslysfaktor vil det etter vår vurdering:

- Gi mer nøyaktige beregninger tilpasset rommets utforming, som vil sikre bedre dagslysforhold.
- Kreve noe mer prosjektering fordi det krever noe mer beregning.

Å kreve at 2 % gjennomsnittlig dagslysfaktor bare skal gjelde i det som defineres som oppholdssone vil kunne føre til en stivhet i bruken av arealene, dvs. mindre fleksibilitet, dersom man på et senere tidspunkt ønsker å endre innredningen av rommet. Andre ledd b) bør derfor strykes.

Forslagene til endring vil sannsynligvis påvirke utforming og planlegging av bygg i relativt stor grad når det gjelder vindusareal og utforming av bruksarealer for bygninger i urbane strøk, Det vil også kreve noe mer prosjektering for å beregne 2 % gjennomsnittlig dagslysfaktor for de som tidligere benyttet 10 % regelen.

Mht. tredje ledd baserer forslaget fra DIBK seg på Arbeidsplassforskriften. "Svært stor takhøyde og gulvflate" er et relativt begrep, og vil kunne gi åpning for ulike tolkninger. Dersom slike rom bygges uten vinduer vil dette kunne sette begrensninger for hvordan arealene kan benyttes ved fremtidige endringer (tilpasningsdyktighet).

Konsekvenser for boliger særskilt

Når det gjelder bolig vil annet ledd c) gi forskjellige krav og metoder for forskjellige rom. Ingen av de foreslåtte endringene for boliger vil imidlertid i nevneverdig grad påvirke arbeidsmengden knyttet til prosjektering og bygging.

Endring for soverom til 14 % i stedet for 10 % vil føre til større vindusareal og merkostnader knyttet til dette. Det vil også gi et høyere energitap for oppvarming i fyringssesongen, samt mer soltilskudd som kan gi utfordringer med overoppheting om sommeren. Vi anbefaler at det gjøres et større antall simuleringer av ulike typer rom og bygningsutforminger før man konkluderer på prosenttall.

En regel som sier at «kjøkken skal ha dagslys» er en uklar definisjon som åpner for mye tvil om hva som menes. Det vil åpne for å kunne bygge korridorer inn til kjøkken med et lite vindu ved inngangsdøren som i teorien gir noe dagslys på kjøkkenet. I praksis vil dagslystilgangen kunne bli utilstrekkelig. Det vil dermed bli lettere å bygge "mørke kjøkken" som i praksis bare er kunstig belyste, for eksempel i større leilighetskomplekser. Dette gir *ikke* "gode bygg for et bedre samfunn".

Det at kjøkken kun «skal ha tilgang til dagslys» (dvs. dagslysfaktor over 0 %) kan tilsynelatende gi rom for nye kostnadsbesparende planløsninger, eksempelvis i form av kjøkken lagt langs inngangsparti i blokkbebyggelse. Krav til tilgjengelighet (universell utforming) setter imidlertid her begrensninger på hvordan slike planløsninger kan utformes. En eventuell kostnadsbesparing vil dermed kun oppnås for bygg uten slike tilgjengelighetskrav. En kan også stille spørsmål ved bygningskvaliteten ved slike planløsninger. Kjøkken fungerer som et arbeidsrom, og som et eksempel kan det nevnes at etter britisk standard (BS 7206-2) har kjøkken (arbeidsflate) krav til den høyeste dagslysfaktor av alle rom. Alternative planløsninger hvor kjøkken integreres med stue (som ofte gjøres nå) gir sannsynligvis omtrent samme kostnadsreduksjon som alternative planløsninger som baseres på DIBK sitt forslag. Vi foreslår derfor at særkravet for kjøkken strykes. Oppnåelig kostnadsreduksjon med DIBK sitt forslag vil være marginalt og vil kunne åpne opp for at det bygges bygg med dårligere kvalitet.

Hva bør gjøres videre

Definisjon av rom for varig opphold og unntak av dagslyskrav bør defineres bedre.

Gjennomsnittlig dagslysfaktor er robust og etterprøvbart (bakgrunnen for 2 % dagslysfaktor er beskrevet i britisk standard BS 8206-2:2008). Videre viser Del 2 i denne rapporten at bransjen er godt rustet for å kjøre DF-simuleringer og at dette gjøres i store prosjekter.

Rammebetingelser for dagslysfaktorsimuleringer må defineres og det må vises til relevante standarder. Noen programmer nevnt i Del 2 forutsetter et høyt kunnskapsnivå, og det er fare for at de ikke brukes korrekt.

Vi foreslår at det lages en forenklet %-regel for boliger som ikke krever avanserte beregninger. En regel basert på arealandel vinduer i forhold til gulvareal kan fungere bra, men før man konkluderer på kravsnivå bør det gjennomføres en større utredning/undersøkelse for ulike typer rom, avskjerming, etc.. Undersøkelsen kan forslagsvis ta utgangspunkt i en gjennomsnittlig dagslysfaktor som ligger noe under 2 % kravet, da det i praksis er vanskelig å oppnå 2 % dagslysfaktor for boliger i tettbygde strøk.

3.3 SINTEF sitt forslag til endring og nye formuleringer

3.3.1 Mål

SINTEF sitt forslag til endringer har følgende mål:

- Skal forenkle ved å begrense spillrom ved tolkning og metoder
- Skal ikke gjøre kravet strengere, men tilrettelegge for endringer i fremtiden
- Skal gjøre kravet tydeligere, lett forståelig og lettere å implementere
- Skal være generelt brukbart i alle bygningskategorier
- Skal gjelde kun nybygg, ikke ombygging (jfr. pågående prosesser for krav til eksisterende bygg hos KMD og DiBK).
- Gjennomsnittlig dagslysfaktor i rommet anses som en robust metode og kan brukes som grunnlag for alle vurderinger

3.3.2 Forslag

Til annet ledd foreslås denne endringen

*Med rom for varig opphold forstås rom der enkeltpersoner eller grupper oppholder seg **X** minutter eller mer i løpet av en arbeidsdag.*

Det anbefales at det gjøres en større utredning for å fastsette **X** i denne formuleringen, men vi vil anta at **X** bør ligge mellom 30 minutter og 3 timer.

Preaksepterte ytelser

Krav til dagslys verifiseres ved beregning som viser at gjennomsnittlig dagslysfaktor i rommet er minimum 2,0 %. Samsvar dokumenteres med beregninger av mest kritiske rom ift. dagslysforhold. Beregninger utføres med simuleringverktøy validert etter CIE 171:2006 og forutsetninger gitt i NS-EN 12464-1 kapittel 4.4.

Kravet kan fravikes:

- i rom der oppholdets art tilsier det og krav om dagslys ikke er hensiktsmessig i forhold til rommets hovedfunksjon, eller av tekniske eller sikkerhetsmessige grunner.
- i 50 % av rom i arbeids- og publikumsbygg der oppholdet varer bare i kort tid.
- i boenheter hvis vindusarealet i rommet $A_v \geq 7\% \cdot \frac{A_{BRA}}{LT \cdot g}$, der A_v er vindusåpningsareal i rommet over 80 cm over gulvet (m), A_{BRA} er rommets bruksareal inkludert areal under overheng utenfor (m), LT er glassets lystransmisjonsverdi (fraksjon av 1), g er vinduets glassandel (fraksjon av 1) med $g = 1 - k$ (k = karm/ramme-andel). Fravik gjelder kun for rektangulære rom med flat himling.

*"Med rom for varig opphold forstås rom som er i bruk i **X** minutter eller mer."*

Dagens formulering er funksjonsbasert (stue, soverom, kjøkken, osv.) for boliger, men uklar for yrkesbygg ("alle arbeids- og publikumsrom"). Formuleringen vil i praksis kunne skape stor usikkerhet og føre til mange tvilsomme vurderinger. Videre omfatter definisjonen møterom i kontorbygg, grupperom i skoler, temarom i barnehager, som ofte er uten tilgang på dagslys. Vi forstår at DiBK ønsker at disse i det minste delvis skal ha tilgang til dagslys mht. forslag under "til tredje ledd, d)". En definisjon basert på rommets bruk/funksjon er ikke hensiktsmessig for yrkesbygg med utallige typer rom og rombetegnelse som vil kunne føre til tvilsomme tolkninger (eksempler i kontorbygg er "teamrom", "touch down soner").

Derfor foreslås en enkel, universell og felles definisjon basert på tilstedeværelse i rommet. Det tas utgangspunkt i definisjonen til BREEAM-NOR som har krav til dagslys i "Rom som er i bruk i 30 minutter eller mer". Det anbefales likevel å bruke et noe høyere tall, for eksempel 45 minutter som tilsvarer en

skoletime eller kortvarige møter. Alternativt kan det brukes et større tidsrom på inntil 3-4 timer, men da vil mange av oppholdsrommene utelukkes fra dagslys. Dette er en foreløpig definisjon og må vurderes videre.

"Krav til dagslys verifiseres ved beregning av at gjennomsnittlig dagslysfaktor i rommet er minimum 2,0 %. Samsvar dokumenteres med beregninger av mest kritiske rom ift. dagslysforhold. Beregninger utføres med simuleringsverktøy validert etter CIE 171:2006 og forutsetninger gitt i NS-EN 12464-1 kapittel 4.4."

I stedet for dagens krav som aksepterer ulike beregningsmetoder, bør kravet forenkles og spesifiseres ved kun å benytte gjennomsnittlig dagslysfaktor i rommet som indikator samt å vise til relevante metoder for korrekt beregning. En europeisk dagslysstandard som inneholder metodiske forutsetninger, er under utarbeidelse, men inntil denne er ferdigstilt bør NS-EN 12464-1 legges til grunn, da den nye dagslysstandarden kommer til å ta utgangspunkt i denne.

Dagslysfaktor er forholdet mellom innendørs og utendørs belyningsstyrke under et definert himmelforhold. Dvs. at belyningsstyrken innendørs vil variere med utendørs dagslysforhold til tross for en konstant dagslysfaktor. Ved beregning av dagslysfaktor vurderes bare diffust himmellys, ikke direkte sollys. Følgelig vil det oppnås en høy dagslysfaktor bare med god synlighet av himmelen fra rommet. Indirekte vil man dermed også sikre tilknyttede kvaliteter som daglig variasjon, årstider, utsyn til skyer, sol, himmelfarge, osv. I motsetning til andre dagslysrelaterte indikatorer som tar utgangspunkt i belyningsstyrke målt i lux, er dagslysfaktor en veldig robust indikator og er forholdsvis enkel å beregne/simulere samt etterprøve.

Ved dagslysberegninger dvs. -simuleringer kan man ta hensyn til alle rammebetingelser og sikre gode dagslysforhold, med andre ord: gi et dagslyskrav mening:

- Romutforming er avgjørende og varierer mye for ulike bygningskategorier. Romformat/-proporsjon varierer også mye innenfor samme type bygg (skole, sykehus, kontor) noe som tilsier at det ikke er en direkte sammenheng mellom rommets areal og dagslysfaktor. Rom med samme areal kan ha veldig forskjellige romdybder (dagslysfaktor avtar veldig fort innen 2-3 meter fra fasaden og forblir på et veldig lavt nivå). Også romhøyden har innflytelse, f.eks. ved å muliggjøre høyere vinduer ved større romhøyde.
- Solskjerming fra nabobygg, andre bygningsdeler, fast solskjerming, overheng, vegetasjon, osv. er svært avgjørende for dagslysforholdene og kan bare vurderes tilfredsstillende ved simuleringer. Svensk standard SS914201 som det vises til i dagens TEK, gjelder bare for inntil 30 graders avskjerming og metoden som ligger til grunn for standarden er uklar.
- Dagslysforhold er svært avhengig av lystransmisjon (LT), og denne må i alle tilfeller inkluderes, også i foreslåtte alternativkrav. I dag brukes det mange forskjellige typer glass med ulike lystransmisjoner i forskjellige situasjoner/bygningstyper. I boliger brukes mest 2-lags ruter og glass med høy lystransmisjon, mens i yrkesbygg brukes ofte 3-lags ruter med solkontrollglass. 2-lags ruter har LT på ca. 0,8, gode 3-lags ruter kan ha en lystransmisjon opp mot 0,7, mens solreflekterende glass har en LT ned mot ca. 0,4. Forskjellen mellom de første to rutene er på 15 % og sammenhengen mellom LT og dagslysfaktor DF er omtrent lineær. Hvis 2-lags ruter legges til grunn i forskriftskrav blir dagslysforholdene med 3-lags ruter for dårlige. Legges 3-lags ruter til grunn, blir glassarealet 'for stort' i forhold til konflikter med energikrav.
- Vindusutforming og -plassering har stor innvirkning på mengden lys som slipper inn og fører til veldig forskjellige resultater ift. gjennomsnittlig dagslysfaktor. Glass under arbeidsplan eller brystningshøyde på 80 cm har minimal påvirkning på dagslysfaktoren i rommet (som måles i arbeidsplanet). Lave horisontale vindusbånd gir mye lavere dagslysforhold innerst i rommet sammenlignet med høytsittende vinduer med samme vindusareal. Ved å sette krav til minimum vindusareal tar man ikke hensyn til konsekvensene av vindusutforming- og plassering.
- Det trengs et mål som underbygger %-regelen, f.eks. gjennomsnittlig DF på 2%.
- Dersom %-verdien fastsettes for lavt i TEK pga. for ideelle forutsetninger blir dagslysforholdene for dårlig i de fleste rom. Fastsettes verdien på den sikre siden ved å anslå dårlige forutsetninger (dype

rom, lav LT, mye avskjerming) gir det for stort vindusareal, dvs. unødvendige merkostnader i mange tilfeller. En optimalisering av %-regelen (verdien) er derfor viktig.

Krav til dagslysfaktor bør angis med en desimal for å unngå avrunding nedover. Fra et matematisk synspunkt kan man i prinsippet oppnå 2 % med 1,5 % rundet av oppover. Med et krav på 2,0 % vil maksimal toleranse være på 0,05 % og sikre at kravet opprettholdes.

Hvis det tillates avvik fra hovedkravet, må dette formuleres på en tydelig måte. Forslaget vårt skiller mellom a) hensiktsmessighet av dagslys, b) akseptabelt avvik grunnet byggeskikk og c) et alternativkrav for boliger.

- a) *i rom der oppholdets art tilsier det og krav om dagslys ikke er hensiktsmessig ift. rommets hovedfunksjon eller tekniske hhv. sikkerhetsmessige grunner,*

Formuleringen i DIBKs forslag baserer seg på Arbeidsplassforskriften. Med bakgrunn i at arbeidsplassforskriften ikke gjelder for alle bygningskategorier foreslås imidlertid en annen formulering enn i forslaget fra DIBK. Uttrykket "ikke hensiktsmessig" må likevel vurderes og spesifiseres bedre.

- b) *i 50 % av rom i arbeids- og publikumsbygg der oppholdet varer bare i kort tid,*

Minimum 2 % gjennomsnittlig dagslysfaktor i alle relevante rom er ønskelig, men er ikke praktisk gjennomførbar. Det tas utgangspunkt i DIBKs forslag om avvik i 50 % av møte- og grupperom for å lage en tydeligere og mer universell formulering som inkluderer romtyper som teamrom, prosjektrum, o.l. I samsvar med definisjonen av "rom for varig opphold" basert på tilstedeværelse i minst XX (eks 45) minutter, brukes en lignende definisjon av "kortvarig opphold" med tilstedeværelse på mindre enn XX (eks 45) minutter. Formuleringen må imidlertid vurderes videre i sammenheng med en bedre presisering av "kort tid" ("varig opphold").

- c) *i boenheter hvis vindusarealet i rommet $A_v \geq 7\% \cdot \frac{A_{BRA}}{LT \cdot g}$, der A_v er vindusåpningsareal i rommet over 80 cm over gulvet (m^2), A_{BRA} er rommets bruksareal inkludert areal under overheng utenfor (m^2), LT er glassets lystransmisjonsverdi (fraksjon av 1), g er vinduets glassandel (fraksjon av 1) med $g = 1 - k$ (k er karm/ramme-andel). Fravik gjelder kun for rektangulære rom med flat himling.*

Unntaket for bolig skyldes boligsituasjonen i byområder og at det i boligprosjekter som regel ikke finnes kompetanse eller ressurser til å utføre dagslyssimuleringer.. Det er ofte også vanskelig å oppnå 2 % dagslysfaktor i boliger pga. lav takhøyde, forholdsvis lite vindusareal og mye avskjerming fra nabobebyggelse.

Formelen tar hensyn til glassareal, glasstype (lystransmisjon) og vindustype (karm/ramme-andel) som er de mest avgjørende faktorene, men tar ikke hensyn til viktige faktorer som romutforming og vindusplassering. Metoden kan derfor ikke brukes i alle tilfeller. Andre romformer (f.eks. L-form eller skrå himling) vil kreve noe annen type beregning.

A_v : er en mer robust parameter enn glassareal, som er begrunnet i at det ofte ikke brukes reelle dimensjoner for vindusprofiler i ARK-tegninger. Vindusareal som er plassert under arbeidsplanet har ikke påvirkning på beregningen og må tas ut.

LT og g : er avgjørende parametere og må tas hensyn til (se diskusjonen ovenfor).

7 % av A_{BRA} : denne verdien må vurderes ut fra en parameterstudie for ulike rom basert på valgt referansemetode, f.eks. som i BS 8206-2 med gjennomsnittlig dagslysfaktor på 1,5 % som representerer gjennomsnitt mellom 1,0 % i soverom, 1,5 % i stue og 2,0 % i kjøkken. Det foreslås at formelen skal gjelde innenfor avskjerming på 45 grader for å omfatte mest mulige tilfeller.

3.4 Konsekvensvurdering/samfunnsøkonomisk analyse av DiBK sitt forslag

I oppdragsbeskrivelsen står det at det skal gjennomføres "Konsekvensutredning i henhold til utredningsinstruksen, samt i samsvar med Finansdepartementets rundskriv R-109/14". Dette er et krav om en samfunnsøkonomisk analyse. Hensikten med en samfunnsøkonomisk analyse er å finne ut om et tiltak er samfunnsøkonomisk lønnsomt eller ikke, samt å kunne rangere og prioritere mellom ulike tiltak. Samfunnsøkonomisk lønnsomhet forteller oss om samlet betalingsvillighet for nyttevirkningene er høyere enn samlede kostnadsvirkninger. Som en nødvendig forutsetning for å kunne utføre analysen er en kartlegging av hvilke endringer tiltaket gir, eller er forventet å gi, sammenliknet med dagens situasjon (nullalternativet), for alle berørte aktører. Endringene tolkes som nytte- og kostnadsvirkninger (fordeler og ulemper). Både nytte- og kostnadsvirkningene skal i prinsippet verdsettes i kroner, for eksempel pris på en vare eller lønn for utført arbeid, men det kan også være virkninger som ikke enkelt lar seg verdsette. Et eksempel er tilgangen på dagslys. Det er akseptert at tilgang på dagslys påvirker de som arbeider på en positiv måte, men vi vet ikke hvor sterkt påvirkningen er. Da begrenser vurderingen seg til å si at med bedre tilgang på dagslys er arbeidsmiljøet bedre enn med mindre dagslys, og at nytten dermed har økt.

3.4.1 Samfunnsøkonomisk beregning av endringene

Endringene som er foreslått endrer ikke på kravet om at rom for varig opphold skal ha tilfredsstillende tilgang på dagslys. Det er ikke hensikten til endringen å tillate et større bygd areal uten tilfredsstillende dagslys. Litteraturen¹ som beskriver forskning på virkningen av dagslys har i stor grad omhandlet dagslys og døgnrytme. I mindre grad² er det forsket på effekten av styrken av dagslyset³.

Som beskrevet i kapittel 3.2 vil de foreslåtte endringene i relativt stor grad påvirke mengden dagslys i nye bygg. Det vil også kunne gi utfordringer når det gjelder utforming av bruksarealer i tettbygde områder, spesielt for bygninger med høye nabobygg.

I samtaler med oppdragsgiver vises det til at endringene har forenkling som mål. Det er oppnådd ved at to ulike beregningsmetoder er redusert til en. Dog er den mest tidkrevende beregningsmetoden valgt. Hvor mye mer tid som nå vil medgå til prosjektering kan vanskelig beregnes, men tid medgått til dette vil øke noe.

Hverken kommunale eller fylkeskommunale myndigheter vil som en rutine kontrollere om TEK 10 er fulgt og det blir heller ikke rutinemessig sjekket ved godkjenning av bygg. De foreslåtte endringene vil derfor ikke påvirke stat, fylkeskommune og kommune som etterspurt i oppdragsbeskrivelsen. Det er næringslivet og private som vil bære en eventuell økt prosjekteringskostnad.

Med nytt regelverk vil man måtte ha noe større vinduer i nye bygg fordi man nå av andre årsaker benytter tykkere vegger og flere lag glass med belegg. Dette kan gi som konsekvens en mindre økning av byggekostnadene.

3.4.2 Konklusjon samfunnsøkonomiske vurderinger

Gitt de økonomiske rammene for prosjektet er det ikke mulig å gjennomføre en grundig og detaljert samfunnsøkonomisk vurdering. Betrachtingene må derfor ses på som overordnet og som et utgangspunkt for videre analyser.

¹ Myriam B.C. Aries, Jennifer A. Veitch, Guy. R. Newsham: "Windows, view, and office characteristics predict physical and psychological discomfort", *Journal of Environmental Psychology* 30 (2010) 533–541

² Ikke glem dagslys og utsyn! Jan Vilhelm Bakke, Phd, overlege i Arbeidstilsynet. Førsteamanuensis NTNU, Jonny Nersveen, Phd, førsteamanuensis Høgskolen i Gjøvik

³ Cheung, IN; Reid, K; Wang, C; Kuo, N; Zee, P; Boubekri, M; Impact of workplace daylight exposure on sleep, physical activity and quality of life, *Sleep*, Volume 36, 2013

I tabellen under er det vist hvilke forhold som er vurdert på overordnet nivå og det er gitt pluss (+) hvis det har en positiv effekt (økt velferd, lavere kostnad) og en minus (-) hvis det har en negativ effekt (lavere velferd, økt kostnad) og en 0 hvis det vurderes nøytral.

Tabell 2: Samfunnsøkonomiske forhold som er vurdert

Vurderte forhold	Forslag DiBK	Forslag SINTEF
	Positiv (+) Negativ (-) Nøytral (0)	Positiv (+) Negativ (-) Nøytral (0)
Tilgangen på dagslys	+	+
Tid til prosjektering	-	-
Byggekostnad	-	-
Funksjonaliteten til byggene	-	+
Byggenes LCC	0	0
Kompleksiteten til byggeprosessen	0	0
Tomtevalg	0	0
Bruksendring av rommet i fremtiden	-	+
Optimalisering ift. energieffektivitet	0	+

4 Del 2: Kartlegging av de mest benyttede metoder og beregningsverktøy

4.1 Metode

Innenfor oppdragets rammer var det ikke mulig å gjennomføre omfattende spørreundersøkelser. For å kunne skaffe et overblikk over relevante metoder og beregningsverktøy ble det derfor gjennomført en kombinasjon av korte telefonintervjuer med nøkkelpersoner i bransjen og utsending av noen korte spørsmål til enkelte utvalgte aktører. På denne måten ble det hentet inn informasjon fra de største rådgivermiljøene og fra et noen av de mest relevante større arkitektkontorene samt på overordnet nivå fra organisasjoner i bransjen.

Det ble gjennomført telefonsamtaler med fagpersoner i følgende bransjeorganisasjoner, rådgiver- og arkitektfirmaer:

Lyskultur

Arkitektbedriftene i Norge

Rådgivende Ingeniørers Forening (RIF)

Asplan Viak

COWI

Erichsen & Horgen

LINK Arkitektur

Multiconsult

Rambøll

Skanska Teknikk

Sweco

Samtalene ble gjennomført 27. og 30. november samt 1. desember 2015. I samme tidsrom ble det mottatt skriftlige svar på e-post fra følgende bransjeaktører:

Naarud Stokke Wiig arkitekter

Norconsult

RATIO arkitekter

Snøhetta

Beskrivelsen av funnene i følgende avsnitt er blitt anonymisert i den grad som det er hensiktsmessig for ikke å kunne identifisere bedriftsspesifikk informasjon. Rekkefølgen er tilfeldig og ikke den samme som i lista ovenfor. Vi har skilt mellom overordnede organisasjoner, arkitektkontorer og rådgiverfirmaer for å kunne synliggjøre eventuelle forskjeller. Respons fra Skanska Teknikk (som er en del av Skanska Norge) inngår i beskrivelsen av informasjon fra rådgivere.

4.2 Funn

Ingen av de relevante bransjeorganisasjonene har kartlagt bruk av metoder og beregningsverktøy for dokumentasjon av dagslyskrav blant medlemsbedriftene. Informasjonene bygger derfor i første rekke på personlige inntrykk informantene har fått gjennom sitt arbeid, faglige diskusjoner, publikasjoner osv.

Lyskultur, som er medlemsorganisasjon for aktører innen lys og belysning, tilbyr kurs og workshops om disse emner og informerer at kurs i beregningsverktøyet Dialux er svært populære. Inntrykket her er at de fleste aktører bruker enten Dialux eller Relux i større prosjekter, men ikke så mye i boligprosjekter. Ifølge *Lyskultur* blir grafiske metoder ikke brukt⁴. Grafiske metoder vurderes som ikke mye tidsbesparende

⁴ Grafisk metode for et punkt i rommet se *Lyskultur* (2014). Håndberegning av gjennomsnittlig dagslysfaktor ved hjelp av kurver, se SINTEF Byggforsk (2004).

sammenliknet med dataverktøy "når man først har tallene som uansett trengs som underlag i beregninger". Inntrykket er at både Dialux og Relux stort sett fungerer greit i praksis, uten store forskjeller.

Arkitektbedriftenes informant mener at arkitektene i kritiske situasjoner (f.eks. dype rom i skoler) som oftest bruker eksterne rådgivere. Noen store kontorer har også egne interne dagslys-spesialister, men de fleste arkitektkontorer bruker ikke dataverktøy for dokumentasjon av dagslys. Preakseptert ytelse etter 10-prosent-regelen er fortsatt mest brukt, også i yrkesbygg. Arkitektbedriftene ser tydelig behov for forenklete beregningsverktøy som kan verifisere oppfyllelse av dagslyskrav på en ukomplisert måte.

RIF sin administrasjon har ingen overblikk over hvordan dagslyskrav blir dokumentert i den store massen av byggeprosjekter og ser ikke metoder eller verktøy som har pekt seg ut positivt eller negativt. Imidlertid bekreftes inntrykket som medlemmene i RIF sin ekspertgruppe for bygningsfysikk har – at dagslys generelt får lite oppmerksomhet, spesielt av arkitektene.

Stort arkitektkontor nr. 1 har egne ansatte spesialister for dagslys. De har tidligere brukt både det enkle verktøyet Ecotect og det komplekse Radiance, men så gikk de over til DIVA-for-Rhino som eneste program. Filosofien er nå å bruke enten 10-prosent-regelen eller dette ene beregningsverktøyet – og ikke noe på mellomnivå i tillegg. Ecotect ble vurdert som ikke egnet og likevel relativt arbeidskrevende. DIVA-programmet vurderes som mer brukervennlig enn Radiance, samtidig som det enkelt og raskt kan importere kompliserte modeller fra Archicad uten mye ekstraarbeid (tilpasninger er enkelt å gjøre). Den grafiske framstillingen i DIVA-for-Rhino synes å være ikke så god, men resultatene fra beregningen er bra. En viss begrensning er at store modeller krever tilsvarende datakapasitet. Dokumentasjon med dataverktøy utføres i hovedsak for kontorer, undervisningsbygg og boliger. Oppdragsgivere er byggherrer som ønsker BREEAM-sertifisering eller offentlige byggherrer med større ambisjoner. Dessuten er kontoret "streng med oss sjøl" og ønsker derfor selv å gjøre beregninger når det er kritisk.

Stort arkitektkontor nr. 2 bruker først og fremst DIVA-for-Rhino og DIVA/Honeybee i Grasshopper. Respondenten antar at noen kolleger bruker også andre verktøy. Kontoret gjør beregninger selv som en integrert del av prosjekteringen i de fleste prosjekter. Verifisering i tidligfase vurderes som viktig. Selv om det kan skje feil, er det som regel pålitelige verktøy.

Stort arkitektkontor nr. 3 har testet Ecotect, Relux, Velux, 3ds Max og Sefeira. Resultatet er at de bruker Velux Daylight Visualizer i alle faser (ved overføring fra Revit eller Sketchup direkte inn i programmet) og Sefeira i tidligfase eller som plugin direkte i Sketchup. Beregningene gjøres selv og som en del av designprosessen i alle prosjekter (dvs. ikke bare som verifisering når det meste er ferdig). Kontoret oppfatter det som viktig at programmene kan håndtere også store, tunge prosjekter på en smidig måte, med simuleringer direkte i arbeidsmodellene som de prosjekterende jobber med. Det må være mulighet for justering av parametere, men dette må begrenses til det som er hensiktsmessig (ikke alt for mange muligheter "å leke med" – materialer, refleksjon, geografisk plassering og retning anses som tilstrekkelig).

Stort arkitektkontor nr. 4 har tidligere (før 3D-modellering) brukt 10-prosent-regelen eller en enkel metode i henhold til tabeller. Med 3D-modellering gikk de over til Ecotect og 3D Studio Max (dette er en tidligere versjon av 3ds Max). Når de nå bruker BIM-programvaren Revit, anvender de en Revit-plugin. Kontoret gjør beregninger selv "for å vite hva vi holder på med", men bruker også eksterne rådgivere for presisering og kontroll. Presis dagslys-dokumentasjon kreves først og fremst i større kompliserte, ofte offentlige bygg (bl.a. av Statsbygg).

Stort rådgiverfirma nr. 1 bruker Dialux evo. Tidligere har de også jobbet med Velux sitt verktøy. De er fornøyd med Dialux evo og mener programmet er forbedret (en tidligere begrensning er eliminert) og ikke så tungvint som eldre Dialux-versjoner. Respondenten viser til en dansk rapport om testresultater for ulike

dagslys-beregningsprogrammer (se Iversen mfl., 2013, spesielt side 34 og 54 samt sammendraget). Her er det for de fleste programmene ikke signifikante forskjeller mellom beregningsresultatene, og Dialux er blant de verktøyene som er egnet for alle romtyper som ble testet. Det er involverte arkitekter som ønsker presis dagslysdokumentasjon, eller byggherrer på grunn av poeng i BREEAM. I hovedsak gjelder dette undervisnings- og kontorbygg, men kontoret har også jobbet med flere leilighetskomplekser.

Stort rådgiverfirma nr. 2 bruker Relux og Ida Ice. Begge programmer bruker Raytracing. En intern regel hos dem sier at de ikke får benytte forenklet dagslyssimulering i Relux, da det ikke er presist nok. "Dialux, Ecotect osv. sine innebygde simuleringmotorer er ikke gode nok". En foreløpig begrensning i Ida Ice er at programmet ikke kan eksportere resultatgrid til Excel (relevant ved beregning av 1 % i punkter; i slike tilfeller foretrekkes Relux). Simulering av atrium ser de som mulig, "men det er meget tidkrevende, både modellering og ikke minst beregningstid". Det vurderer det også som vanskelig å få med nok/riktig omkringliggende bygg i boligprosjekter i byer (gjelder antakelig begge programmer). Normalt bruker de i alle prosjekter ett av de to programmene og dokumenterer 2 % gjennomsnittlig dagslysfaktor. I noen tilfeller kommer de inn seint i prosessen, slik at det bare dreier seg om dokumentasjon av (dårlige) forhold som ikke kan endres (f.eks. nye boliger som allerede er solgt). Hvis 2 % gjennomsnittlig dagslysfaktor ikke er mulig å oppfylle for alle rom, forsøker de å dokumentere 1 % dagslysfaktor i et punkt halvveis inne i rommet⁵. Hvis det heller ikke er mulig, prøver de ti-prosent-regelen, så lenge den kan anvendes.

Stort rådgiverfirma nr. 3 bruker Relux fordi programmet bygger på Radiance, slik at de kan bruke regnekjernen og materialdatabasen i den. Ifølge respondenten er utfordringen at modellen blir nøyaktig nok, ettersom datagrunnlaget på materialer ofte ikke er tilstrekkelig. I slike tilfeller er det nødvendig med antakelser, og disse må være på den sikre side for å unngå urealistiske resultater. Ellers kjenner de verktøyet godt nok for at resultatene ikke blir feil. Byggherrer ønsker poeng i BREEAM, og inntrykket er at mange aktører er på vei vekk fra arealrelasjoner som dokumentasjonsmetode. De jobber med alle slags bygg, også boliger. Til og med i noen eneboliger har de beregnet dagslysfaktoren.

Stort rådgiverfirma nr. 4 sier de har som regel ikke ansvar for dokumentasjon i henhold til offentlige krav. Normalt er det arkitekten som er ansvarlig for dagslysdokumentasjon, men kontoret kan bistå, f.eks. hvis det skal oppnås et BREEAM-sertifikat. Unntaket for ansvaret er prosjekter hvor kontoret er med fra starten av og hvor det da også legges vekt på god dagslys. Kontoret bruker Relux Pro og er fornøyd med det. Verktøyet er betydelig bedre enn et annet program med mange begrensninger, som de brukte tidligere. De fleste byggherrer legger lite vekt på dagslys, og 10-prosent-regelen brukes fortsatt av mange arkitekter, også i yrkesbygg. Grafiske metoder brukes ikke.

Stort rådgiverfirma nr. 5 bruker tre programmer: Relux, Ida Ice og Daysim. De to siste anvendes for spesielle formål: Ida Ice for inneklimateksturer og Daysim for dokumentasjon av dagslysaunomi. Relatert til TEK-krav brukes altså Relux; Dialux var ikke noe alternativ siden det nesten er likt Relux. De er fornøyd, men poengterer at Relux har en viss brukerterskel og krever kompetanse og kvalitetssikring siden det er lett å få ut feil resultat, som det ikke er enkelt å se. Tidligere har de også brukt Velux for enkle prosjekter der de ville ha et kjapt resultat. Dette har de sluttet med, men mener fortsatt at Velux-verktøyet kan være egnet for "enkle shoebox". De opplever mest arkitekter som pådrivere for god dagslysdokumentasjon, men også noen byggherrer ønsker det i forbindelse med BREEAM. Det er sjelden at byggherrer får pålegg fra myndigheter om å dokumentere med beregninger. De fleste beregninger gjøres for kontorbygg, ikke so ofte for boliger, men likevel mer enn tidligere. Respondenten mener det siste skyldes at noen "frykter å bli tatt".

Stort rådgiverfirma nr. 6 utfører ikke dagslysberegninger.

⁵ Tidligere preakseptert ytelse i veiledning til TEK97, § 8-35. Referansepunktet ligger 1 m fra sidevegg og 80 cm over gulv.

Stort rådgiverfirma nr. 7 bruker også Relux som bygger på Radiance. Etter deres vurdering er Relux mest nøyaktig. De brukte Dialux tidligere, men mener verktøyet var ikke like nøyaktig. Dessuten var det noen begrensninger på modellering, litt mer tungvint og dårligere kontroll/oversikt. De har fått flere beregningsoppdrag i de siste årene, bl.a. på grunn av BREEAM. Henvendelser kommer ofte fra arkitekter fordi ansvaret ligger hos dem, men kravet er også ofte tatt inn i beskrivelser eller kommer "automatisk" gjennom BREEAM. Prosjektene er mest kontorer, skoler og barnehager, men i det siste også leilighetsbygg (her kommer oppdrag gjennom rammeavtale med stor entreprenør/utbygger). De har aldri fått dagslysoppdrag for butikker (bortsett fra ett tilfelle, men da var det kun fellesareal i et kjøpesenter).

Stort rådgiverfirma nr. 8 bruker Raytracing-modulen i Relux. De kjenner også Dialux og Ecotect, men har valgt Relux fordi verktøyet har flere parametere og er mer nøyaktig enn Dialux. Raytracing igjen skal være mer nøyaktig enn Radiance-regnekjernen, som er det andre alternativet i Relux. Verktøyet er greit å bruke, men kan gi litt varierende resultater fra gang til gang der det er noe usikker hvorfor. Byggherrer tar til dels initiativ selv, enkelte får også pålegg om dokumentasjon. Noen arkitekter vender seg til dem for å kvalitetssikre f.eks. en fasade, mest i leilighetsprosjekter. De får oppdrag for alle bygningstyper, mye kompaktskoler og også leiligheter. Her blir beregning av dagslysfaktor mer og mer vanlig istedenfor ti-prosent-regelen.

4.3 Vurderinger

Responser fra arkitektkontorer og rådgiverfirmaer bekrefter ikke det inntrykket som *Lyskultur* har om at de fleste aktører enten bruker Dialux eller Relux. Riktignok er Relux mest utbredt, men likevel er det bare 6 av 11 kontorer som bruker verktøyet. Bare 1 kontor anvender Dialux. 12 aktører har svart, men ett av dem utfører ikke dagslysberegninger i det hele tatt. Dialux brukes bare hos 1 rådgiverfirma. 2 bruker henholdsvis Ida Ice eller DIVA-for-Rhino. Ytterligere 7 programmer anvendes bare på ett kontor hver. Hvis vi ser på arkitekter og rådgivere hver for seg, blir bildet noe annerledes: 6 av 7 rådgivere bruker et Relux-verktøy; to av dem oppgir at de bruker raytracing-regnekjernen (ett av to alternativer for verktøyet). Ingen arkitekter bruker Relux; også Dialux, Ida Ice og Daysim brukes bare i rådgiverfirmaer. 5 av 7 rådgivere bruker bare ett verktøy (Relux eller Dialux), mens bare 1 av 4 arkitekter gjør det samme (her DIVA-for-Rhino). En oversikt over funnene er gitt i Tabell 1.

Tabell 1 Oppsummering av funn: Bruk av dataverktøy for dagslyssimulering i store arkitekt- og rådgiverfirmaer. Totalt 12 respondenter, hvorav 1 ikke utfører dagslyssimuleringer.

Verktøy (* Relux, svar uten oppgitt regnekjerne)	Brukes som eneste verktøy		Brukes blant flere verktøy		Brukes totalt	Gått bort fra/ikke valgt
	Arkitekt	Rådgiver	Arkitekt	Rådgiver		
Dialux	0	1	0	0	1	3
Relux*	0	3	0	1	4	1
- Raytracing-modul	0	1	0	1	2	
DIVA-for-Rhino	1	0	1	0	2	0
DIVA/Honeybee	0	0	1	0	1	
Ida Ice	0	0	0	2	2	0
Revit	0	0	1	0	1	0
Ecotect	0	0	1	0	1	4
Radiance	0	0	0	0	0	1
Velux	0	0	1	0	1	2
Seifeira	0	0	1	0	1	0
3ds Max	0	0	1	0	1	1
Daysim	0	0	1	0	1	0

Ut fra den svært begrensede kartleggingen ser det ut til Relux er utbredt blant store rådgivere, mens ikke noe annet program peker seg ut ved større utbredelse i det hele tatt. Arkitekter bruker stort sett andre, tendensielt enklere (eller plugin-) programmer enn rådgivere. Her er import fra prosjekteringsverktøyet eller direkte bruk av det viktig. Ellers er det ingen spesielle preferanser å spore, og mange arkitekter bruker flere programmer. Rådgivere bruker i hovedsak bare ett verktøy, og et eventuelt ytterligere verktøy tendensielt bare for spesielle formål.

Sprikende resultater med mange verktøy som brukes hos bare én respondent, gjør det vanskelig å vurdere begrensninger og utfordringer. Utsagn om mangler og begrensninger gjelder delvis tidligere versjoner av et verktøy, mens andre har tatt i bruk nyere versjoner av samme program. Respondentenes vurderinger kunne derfor ikke uten videre sammenholdes. Mange nevner generelle begrensninger som brukerterskel, kompetanse, datagrunnlaget og regnekapasitet. Spesifikke begrensninger for enkelte verktøy har vi ikke tilstrekkelig grunnlag for å diskutere, men vi kan se at det er flere som oppfatter Ecotect som ikke godt nok. Selv om noen viser til spesifikke fordeler av programmer, er det andre som påpeker at det er bare små forskjeller mellom flere av programmene.

Det siste er i samsvar med en rapport utgitt av Danmarks Byggeforskningsinstitutt, se Iversen mfl. (2013). Én av konklusjonene her er at 7 av 11 testede programmer er omtrent like egnet for test-casene, deriblant Diasym, Dialux og Velux samt Relux sin raytracing-modul. Mindre egnet ifølge rapporten er bl.a. Ecotect samt Relux sin radiocity-modul. Også Faktaark F03, utgitt av Lyskultur (2013), påpeker at programmenes nøyaktighet stort sett er tilstrekkelig, med unntak av Ecotect som ifølge programmets egen dokumentasjon bare er egnet for overslagsberegninger. Faktaarket viser til at nøyaktig modellering og korrekt beskrivelse av materialer er essensielt for å unngå feil.

Kartleggingen har bare fanget opp noen større aktører i arkitekt- og rådgiverbransjen. Det er godt mulig at andre aktører – spesielt mellomstore og mindre, men kanskje sterkt spesialiserte kontorer – i større grad bruker Dialux, som Lyskultur mener hører til de mest utbredte verktøyene sammen med Relux. Ellers tyder tilbakemeldingene på at 10-prosent-regelen også brukes i mange yrkesbygg, samtidig som en ser en tendens i retning mer presis dagslysdokumentasjon i større boligbygg. For yrkesbygg er byggherrers ønske om BREEAM-sertifisering en kraftig driver for god dokumentasjon av dagslys. Flere respondenter blant rådgiverne peker på arkitekter som "pådrivere" for bedre dokumentasjon, selv om RIF refererer et inntrykk om at dagslys vies lite oppmerksomhet blant arkitekter generelt. Dette kan selvfølgelig gjelde ulike aktører og/eller prosjekter, slik at begge observasjoner på hver sin måte kan være riktige.

4.4 Konklusjon for del 2 av oppdraget

Det ser ut som om Relux er det mest brukte beregningsprogram for dagslys blant store rådgiverfirmaene. Populariteten av Lyskultur sine opplæringskurs tyder på at også Dialux er et utbredt program. Dette kunne ikke verifiseres i kartleggingen og gjelder muligens først og fremst mindre/mellomstore og/eller spesialiserte aktører. På store arkitektkontorer brukes flere forskjellige og tendensielt enklere programmer. Det eksisterer også større rådgiverfirmaer med stort portefølje som ikke tilbyr dagslyssimulering. De fleste arkitektkontorer bruker antakelig ikke beregningsverktøy for dagslys, men det virker som om det etter hvert blir flere arkitekter som vender seg til eksterne rådgivere for bistand til bedre dokumentasjon. Samtidig er 10-prosent-regelen fortsatt i bruk, både for boliger og yrkesbygg og både hos arkitekter og rådgivere.

Kartleggingen ga ikke godt nok grunnlag for å vurdere fordeler, begrensninger og utfordringer knyttet til spesifikke beregningsverktøy, bortsett fra at Ecotect ser ut til å være mindre egnet for annet enn overslagsberegninger. Generelt for alle verktøy er det imidlertid viktig at brukerne har god nok kompetanse og at datagrunnlaget er tilstrekkelig.

5 Referanser

Gehl, Ingrid (1971). *Bo-miljø*. SBI-rapport 71. København, 1971.

Iversen mfl. (2013). Iversen, Anne mfl. *Dagslysberegninger i praksis. En undersøgelse af ni beregningsprogrammer med udgangspunkt i fem typiske rum*. SBI 2013:20. København, Danmarks Byggeforskningsinstitut.

Lyskultur (2014). *Dagslysfaktor*. Faktaark F03. Oslo: Lyskultur, mars 2014.

Lærheim, Ole Didrik (1988). *Kroppsrhythmene og lyset: en innføring i kronobiologi*. Alma Mater. Bergen, 1988.

SINTEF Byggforsk (2001). *Dagslys. Egenskaper og betydning*. Byggforskserien 421.602. Oslo: SINTEF Byggforsk, desember 2015.

SINTEF Byggforsk (2004). *Beregning av gjennomsnittlig dagslysfaktor og glassareal*. Byggforskserien 421.626. Oslo: SINTEF Byggforsk, november 2014.

Vedlegg A - DiBK sitt forslag til nye formuleringer til TEK10 § 13-12 annet ledd (foreslått delt i to ledd):

Preaksepterte ytelser til TEK10 § 13-12 annet ledd

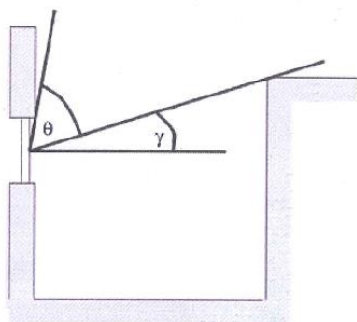
Mulig forskriftsformulering 2. ledd: "Rom for varig opphold skal ha vindu som gir tilfredsstillende tilgang på dagslys."

Preakseptert ytelse

Krav til dagslys er oppfylt dersom enten a, b eller c er oppfylt.

- Gjennomsnittlig dagslysfaktor i rommet er minimum 2 %.
- I rom der ikke hele arealet er tiltenkt som oppholdssone, holder det at oppholdssonen(e) har en beregnet gjennomsnittlig dagslysfaktor på minimum 2 %.
- I boliger kan dagslyskravet alternativt dokumenteres forenklet med følgende metode:
 - Soverom og arbeidsrom: $A_g > 14$ % av rommets bruksareal
 - Stue: $A_g = A_t / (L T * \theta) * 200$
 - * A_g er glassarealet [m²]
 - * A_t er totalt areal av innvendige flater inkludert vindu [m²]
 - * $L T$ er verdien i prosent på det transmitterte synlige lyset i intervallet 380-780 nm av det lyset som faller inn mot glasset [%]
 - * θ er fri utsynsvinkel målt i grader fra midten av lysåpning i midten av vinduet.
 - Kjøkken: Kjøkkenrom eventuelt kjøkkensone i annet oppholdsrom, skal ha dagslys

Figur



Upresist angitt i figur: spissen i vinkelmålingen skal ligge MIDT I VEGGLIVET. (På figuren er spissen plassert noe på utsiden av midtpunktet.)

Preaksepterte ytelser til TEK10 § 13-12 tredje ledd

Mulig forskriftsformulering 3. ledd: "Annet ledd gjelder ikke for rom i arbeids- og publikumsbygg der virksomheten tilsier noe annet."

Preakseptert ytelse

Annet ledd kan fravikes:

- der rommet av tekniske eller sikkerhetsmessige grunner må ligge under jorda. Eksempel kan være arbeidsrom i tilknytning til en undergrunnsbane.
- i rom der oppholdets art tilsier det. Eksempel kan være der krav om dagslys er lite hensiktsmessig sett opp mot rommets hovedfunksjon.
- der rommets størrelse gjør det forsvarlig, dvs rom med svært stor takhøyde og gulvflate
- for inntil 50 % av grupperom og møterom innen en bruksenhet der de øvrige tilsvarende rom oppfyller kravet i annet ledd.



Teknologi for et bedre samfunn

www.sintef.no