



Aalborg Universitet

AALBORG UNIVERSITY
DENMARK

Bygningsreglementets eksempelsamling Dagslys i nyt kontorhus

Konsekvenser for dagslys ved forskellige vinduesplaceringer og -udformninger i nyt kontorhus. Energistyrelsens eksempelsamling om energi

Logadóttir, Asta; Fontoynont, Marc; Lumbye, Anders; Johnsen, Kjeld

Publication date:
2015

Document Version
Også kaldet Forlagets PDF

[Link to publication from Aalborg University](#)

Citation for published version (APA):

Logadóttir, A., Fontoynont, M., Lumbye, A., & Johnsen, K. (2015). *Bygningsreglementets eksempelsamling Dagslys i nyt kontorhus: Konsekvenser for dagslys ved forskellige vinduesplaceringer og -udformninger i nyt kontorhus. Energistyrelsens eksempelsamling om energi*. (1 udg.) Statens Byggeforskningsinstitut, Aalborg Universitet. SBI Bind 2015:17

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal -

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at vbn@aub.aau.dk providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.



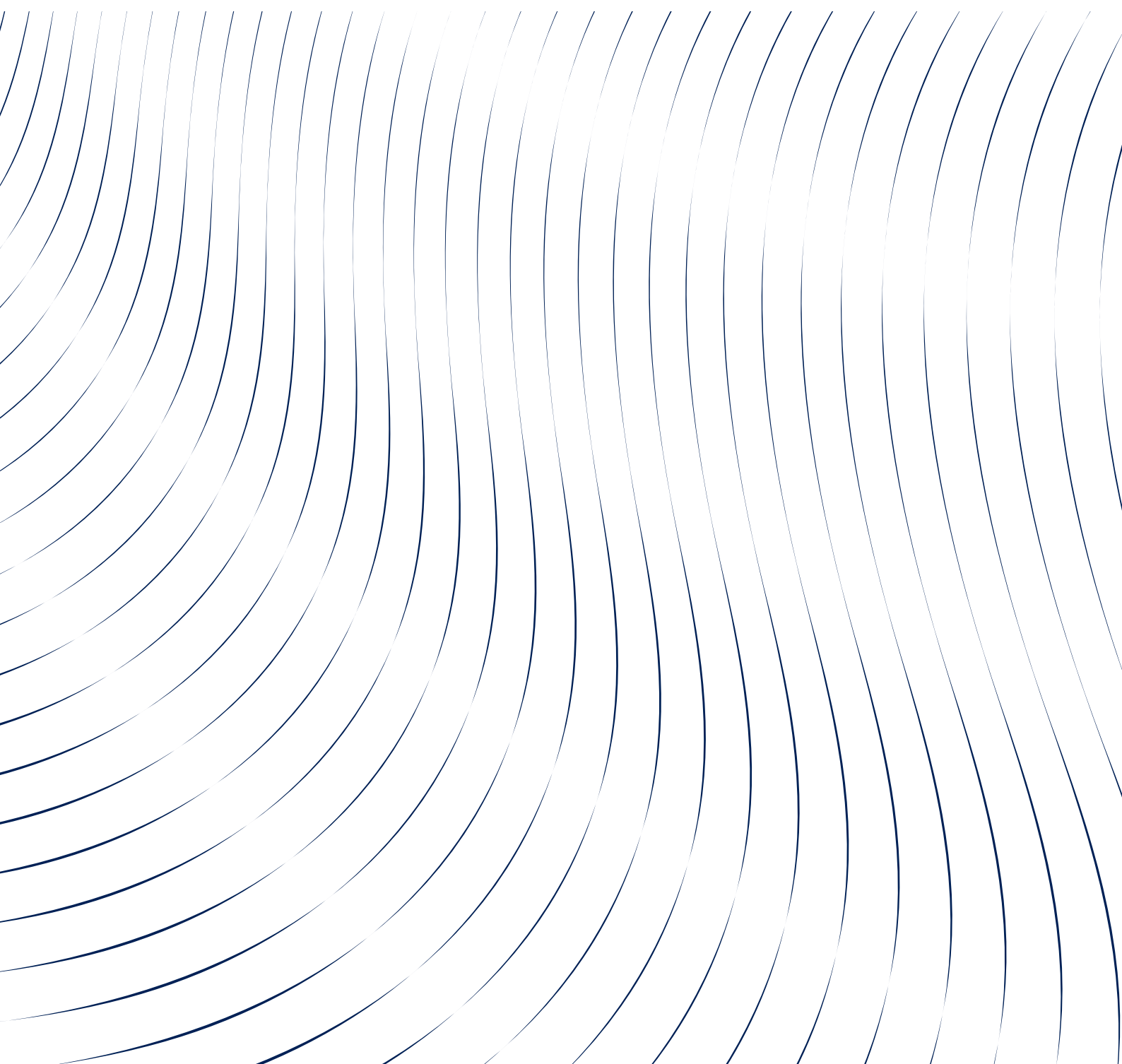
STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT
AALBORG UNIVERSITET KØBENHAVN

BYGNINGSREGLEMENTETS EKSEMPELSAMLING

DAGSLYS I NYT KONTORHUS

**KONSEKVENSER FOR DAGSLYS VED FORSKELLIGE VINDUES-
PLACERINGER OG -UDFORMNINGER I NYT KONTORHUS.
ENERGISTYRELSENS EKSEMPELSAMLING OM ENERGI**

SBI 2015:17



Bygningsreglementets eksempelsamling

Dagslys i nyt kontorhus

Konsekvenser for dagslys ved forskellige vinduesplaceringer og -udformninger i nyt kontorhus.

Energistyrelsens eksempelsamling om energi

Ásta Logadóttir
Marc Fontoynt
Anders Lumbye
Kjeld Johnsen

Titel Bygningsreglementets eksempelsamling Dagslys i nyt kontorhus
Undertitel Konsekvenser for dagslys ved forskellige vinduesplaceringer og -udformninger i nyt kontorhus.
Energistyrelsens eksempelsamling om energi

Serietitel SBI 2015:17
Udgave 1. udgave
Udgivelsesår 2015
Forfattere Ásta Logadóttir, Marc Fontoynt, Anders Lumbye, Kjeld Johnsen
Redaktion Dea Lindegaard
Sprog Dansk
Sidetal 19
Litteratur-
henvisninger Side 19
Emneord Lys, dagslys, energi, vinduer

ISBN 978-87-563-1686-6

Udgiver Statens Byggeforskningsinstitut, Aalborg Universitet,
A.C. Meyers Vænge 15, 2450 København SV
E-post sbi@sbi.aau.dk
www.sbi.dk

Der gøres opmærksom på, at denne publikation er omfattet af ophavsretslove

Indhold

Forord	4
Resumé	5
Introduktion	6
Beregninger	7
Eksempelsamlingens basiskontorhus og de forskellige vinduesløsninger for storrumskontoret	7
Visualisering	9
Synsvinkel 1: ved skrivebord i anden række fra vinduet, høj etage (10° horisont)	10
Synsvinkel 1: ved skrivebord i andenrække fra vinduet, lav etage (30° horisont)	11
Synsvinkel 2: midt i lokalet, høj etage (10° horisont)	12
Synsvinkel 2: midt i lokalet, lav etage (30° horisont)	13
Beregning af dagslysfaktor	14
Diskussion	18
Referencer	19

Forord

Energistyrelsens eksempelsamling for energi indeholder informationer, vejledninger samt en række beregningseksempler på opgradering af eksisterende bygninger og til vurdering af nybyggeri. Formålet med eksempelsamlingen er at vise nogle af de muligheder, der ligger i energibestemmelserne for renovering af eksisterende bygninger og nybyggeri.

Denne rapport tager udgangspunkt i et af eksempelsamlingens eksempler, et nyt kontorhus og undersøger konsekvenser for dagslys i kontorhusets storrumskontor ved forskellige vinduesplaceringer og -udformninger.

Rapporten kan bruges til at sammenligne forskellige vinduesplaceringer og -udformninger i forhold til konsekvenser for dagslys og energi for denne type kontorbyggeri.

Statens Byggeforskningsinstitut, Aalborg Universitet
Afdelingen for Energi og Miljø
Juni 2015

Søren Aggerholm
Forskningschef

Resumé

Denne rapport beskriver de dagslysmæssige konsekvenser af de løsninger, som er brugt i Energistyrelsens eksempelsamling for et nyt kontorhus. Udover undersøgelser af de eksisterende løsninger, er indflydelse på dagslysforholdene på grund af skyggende omgivelser også undersøgt, da det er et afgørende parameter for dagslys i bygninger.

Dagslysforholdene er vurderet ved at beregne dagslysfaktorer (middel DF og minimum DF) og bruge den forenklede metode i bygningsreglementet til vurdering af glas i forhold til gulvareal (W/A). Desuden er der udarbejdet virtuelle virkelighedsbilleder for visuelt at sammenligne lysforholdene i lokalet for de forskellige løsninger.

I alt sammenlignes fem scenarier med forskellige vinduesudformninger og -placeringer for både 10° og 30° horisont. De to horisonter repræsenterer kontorer som er placerede på to forskellige etager i en bygning. En høj etage med en modstående bygning som danner 10° skyggende omgivelser og en lav etage i en bygning, hvor den modstående bygning danner 30° skyggende omgivelser. Tre af eksemplerne har samme størrelse vinduer men med forskellig placering i facaden, og to eksempler har væsentligt større vinduer end de tre andre.

Den løsning, som både resulterer i bedre dagslysforhold og et mindre energiforbrug i forhold til eksempelsamlingens basiskontorhus, er, når loftet er hævet 40 cm og vinduerne når op til loftet i uændret størrelse. Her er der dog kun tale om en ændring på 0,4 kWh/m² pr. år, mens minimumsdagslysfaktoren øges med 0,3 %.

Introduktion

Energistyrelsens eksempelsamling for kontorhuset viser konsekvenserne for energiforbruget ved forskellige vinduesplaceringer og vinduesstørrelser i facaden. I denne rapport bliver dagslysforholdene for disse løsninger vurderet, og resultaterne sammenholdes med konsekvenserne for energiforbruget.

Formål med projektet er at vise, hvilke konsekvenser de løsninger, som i forvejen er brugt i Energistyrelsens eksempelsamling, har for dagslysforholdene i kontorbygningen. Udover de eksisterende løsninger bliver skyggende omgivelser, fx fra andre bygninger også undersøgt, da det er et afgørende parameter for dagslys i bygninger. De eksisterende løsninger vurderes derfor ud fra dagslysforhold for både 10° og 30° skyggende omgivelser. De to grader af skyggende omgivelser bruges til at sammenligne dagslysforholdene ved forskellige højder af den modstående bygning i forhold til de enkelte etager i kontorbygningen.

I tilknytningen til den eksisterende eksempelsamling gennemføres beregninger af dagslysfaktorerne (middel og minimum) i kontoret ved de forskellige vinduesudformninger og skyggeeksempler. Disse beregninger sammenlignes med den forenkede metode i bygningsreglementet til vurdering af glas i forhold til gulvareal. For at illustrere det gennemregnede eksempel, er der desuden lavet fotorealistiske renderinger af hvert af de fem scenarier, så det er muligt at vurdere oplevelsen af de forskellige vinduesstørrelser og den skyggende bygning.

Beregninger

Eksempelsamlingens basiskontorhus er en bygning på 50,7 x 16,4 meter. Etagehøjden er 3,6 meter, og loftshøjden er 2,8 meter i arealerne ved facaden og 2,5 meter i et midterareal for at skabe plads til langsgående ventilationskanaler. Facaderne har store vinduesbånd med et smalt udluftningsvindue øverst, et fast glasparti og en isoleret brystning. Ud for trapperummet er der glas i alle felter. Facaderne vender mod syd og nord og de to facader er ens. Der er 27,2 % vinduesareal i forhold til etagearealet og 44,0 % i forhold til det samlede facadeareal.

Eksempelsamlingens basiskontorhus og de forskellige vinduesløsninger for storrumskontoret

Basiskontorhuset i eksempleringen har et storrumskontor på 16 x 22 meter med et basisvindue, som har dimensionerne 200 x 200 cm og 80 cm brystningshøjde. Hvert vindue er opdelt i to glaspartier. Øverste glasparti er 50 cm højt og oplukkeligt, nederste 150 cm højt. Vinduet går helt op til det nedhængte loft, 240 cm over gulv, og vægtykkelsen er 23 cm. Vinduernes ramme- karntykkelse er 7 cm med 15 cm samlinger for hvert tredje vindue. Lystransmittansen for ruderne er 0,7. For hvert eksempel beregnes dagslysforhold (W/A, middel DF og minimum DF), og med to forskellige horisontvinkler (10° og 30°) svarende til indflydelsen af en overforliggende bygning på henholdsvis en øvre etage og en nedre etage i den aktuelle kontorbygning.

De efterfølgende reflektanser er antaget for storrumskontorets overflader:

- Loft: 0,6
- Gulv: 0,8 – lyst trægulv
- Væg: 0,9 – hvidmalet

Tabel 1 viser beregningsresultaterne af de fem scenarier med de to forskellige skyggevinkler.

- *Scenarie 1* er basisvinduet med 200 x 200 cm vinduer til loft og 80 cm brystningshøjde.
- *Scenarie 2* har samme størrelse vinduer som basisvinduet, men her er brystningen 50 cm og vinduer slutter 30 cm under det nedhængte loft.
- *Scenarie 3* har større vinduer på 200 x 280 cm fra gulv til nedhængt loft.
- *Scenarie 4* har samme vinduesstørrelse som basisvinduet, men er 240 x 167 cm. I dette eksempel er det nedhængte loft hævet 40 cm, og som for basisvinduet er brystningshøjden 80 cm.
- *Scenarie 5* har også nedhængt loft hævet 40 cm, og her er vinduesstørrelsen større end basisvinduet, 200 x 240 cm men stadig 80 cm brystning.

Tabellen viser, at vinduerne i basiskontorhuset (Scenarie 1) har et glas/gulvareal på 21,5 % og det samme gælder for scenarie 2 og 4. Scenarie 2 viser en forringelse af dagslysfaktorberegningerne, når vinduet bliver flyttet 30 cm ned i facaden (~ -0,5 %) samt en forhøjelse af energiforbruget på 0,5 kWh/m² pr. år. Scenarie 4 viser en forbedring i

dagslysfaktorberegninger, når vinduet bliver flyttet 40 cm højere op i facaden (~ +0,5 %) og et lavere energiforbrug på 0,5 kWh/m² pr. år.

De to løsninger med større vinduer viser en forhøjelse af energiforbruget på 6,1 og 12 kWh/m² pr. år for henholdsvis scenarie 5 og scenarie 3. Scenarie 3 har vinduer ned til gulv og dagslysfaktoren forbedres med 0,5 % i forhold til basisvinduer, mens energiforbruget forøges med 10 %. Dagslysfaktorerne i scenarie 3 kan sammenlignes med scenarie 4, men energiforbruget i scenarie 3 ligger højere end for scenarie 4. Scenarie 5 har større vinduer som følger med det nedhængte loft, som hæves 40 cm, men her er der stadig en brysting på 80 cm. Scenarie 5 viser en forhøjelse af middeldagslysfaktoren på 1 % og en forhøjelse af minimumsdagslysfaktoren på 0,5 % i forhold til basiskontorhuset med basisvinduer, men på bekostning af 5 % forhøjelse af energiforbruget.

Tabel 1. Dagslysforhold i kontorhuset.

Scenarie	Energibehov kWh/m ² pr. år	Ændring kWh/m ² pr. år	W/A	Middel DF (30°)	Minimum DF (30°)	Middel DF (10°)	Minimum DF (10°)
1 Basiskontorhus med basisvinduer	116,2		21,5 %	4,0 %	1,0 %	5,0 %	2,0 %
Enkelte løsninger							
2 Vinduer slutter 30 cm under loft	116,7	+ 0,5	21,5 %	3,5 %	1,0 %	4,5 %	1,5 %
3 Vinduer til gulv	128,2	+ 12,0	30,1 %	4,5 %	1,5 %	5,5 %	2,0 %
4 Loft hævet 40 cm. Vinduer til loft. Uændret vinduesareal.	115,7	- 0,5	21,5 %	4,5 %	1,5 %	5,5 %	2,0 %
5 Loft hævet 40 cm. Vinduer til loft. Større vinduesareal.	122,3	+ 6,1	25,8 %	5,0 %	1,5 %	6,0 %	2,5 %

Visualisering

Visualiseringerne viser to forskellige synsvinkler i kontorhusets storrums kontor. Synsvinkel 1 viser en kontorplads i anden række fra vinduet, og synsvinkel 2 er en oversigt over storrumskontoret. Begge synsvinkler er visualiseret for både den høje etage (10° horisont) og den lave etage (30° horisont). Beskrivelse af scenarierne fremgår af beregningsafsnittet i denne rapport.

På visualiseringen af synsvinkel 1 kan forskellen mellem scenarierne tydeligst ses ved at fokusere på søjler og bagvæg længst til venstre på billedet. Sammenlignes scenarie 5, som har de højeste dagslysfaktorer med scenarie 2, som har de laveste dagslysfaktorer, vil den tydeligste forskel kunne ses midterst i rummet.

Scenarie 5 har en større dagslysudbytte midterst i rummet som medfører en mindre lyskontrast set fra denne synsvinkel. En høj lyskontrast i synsvinklen medfører, at den mørkeste del indenfor synsvinklen opleves for mørk, og en typisk reaktion for at undgå denne oplevelse vil være at tænde for den elektriske belysning. Når lyskontrasten bliver for høj (fx ved solskin) opleves den lyse del af synsvinklen som blænding, og her vil der især være brug for at udjævne lyskontrasten i lokalet ved brug af elektrisk belysning og solafskærmning.

Synsvinkel 1: ved skrivebord i anden række fra vinduet, høj etage (10° horisont)



Scenarie 1: Basiskontorhus med vinduer til loft og 80 cm brystning.



Scenarie 2: Vinduer slutter 30 cm under loft og der er 50 cm brystning.



Scenarie 3: Vinduer til gulv.



Scenarie 4: Loft hævet 40 cm, vinduer til loft og uændret vinduesareal.



Scenarie 5: Loft hævet 40 cm, vinduer til loft og større vinduesareal.

Synsvinkel 1: ved skrivebord i andenrække fra vinduet, lav etage (30° horisont)



Scenarie 1: Basiskontorhus med vinduer til loft og 80 cm brystning.



Scenarie 2: Vinduer slutter 30 cm under loft og der er 50 cm brystning.



Scenarie 3: Vinduer til gulv.



Scenarie 4: Loft hævet 40 cm, vinduer til loft og uændret vinduesareal.



Scenarie 5: Loft hævet 40 cm, vinduer til loft og større vinduesareal.

Synsvinkel 2: midt i lokalet, høj etage (10° horisont)



Scenarie 1: Basiskontorhus med vinduer til loft og 80 cm brystning



Scenarie 2: Vinduer slutter 30 cm under loft og der er 50 cm brystning.



Scenarie 3: Vinduer til gulv.



Scenarie 4: Loft hævet 40 cm, vinduer til loft og uændret vinduesareal.



Scenarie 5: Loft hævet 40 cm, vinduer til loft og større vinduesareal.

Synsvinkel 2: midt i lokalet, lav etage (30° horisont)



Scenarie 1: Basiskontorhus med vinduer til loft og 80 cm brystning.



Scenarie 2: Vinduer slutter 30 cm under loft og der er 50 cm brystning.



Scenarie 3: Vinduer til gulv.



Scenarie 4: Loft hævet 40 cm, vinduer til loft og uændret vinduesareal.



Scenarie 5: Loft hævet 40 cm, vinduer til loft og større vinduesareal.

Beregning af dagslysfaktor

Figureerne viser beregninger af dagslysfaktorer for storrumskontoret i eksemplensamlingens basiskontorhus.

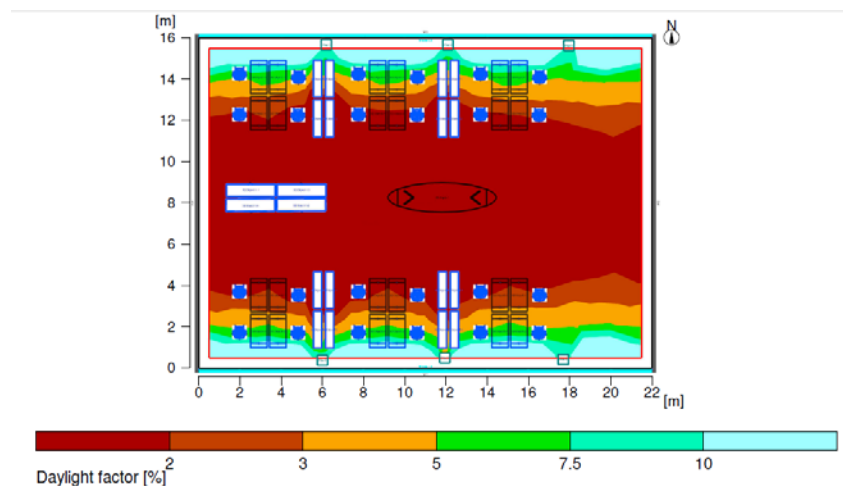
Dagslysfaktor beskriver forholdet mellem belysningsstyrken indenfor og belysningsstyrken udenfor, for en CIE overskyet himmel. En høj dagslysfaktor betyder, at en stor del af dagslyset udenfor har haft mulighed for at trænge ind i lokalet under disse standardiserede forhold.

Generelt beregnes den højeste dagslysfaktor ved vinduerne, og den falder i takt med, at afstanden til vinduerne bliver større.

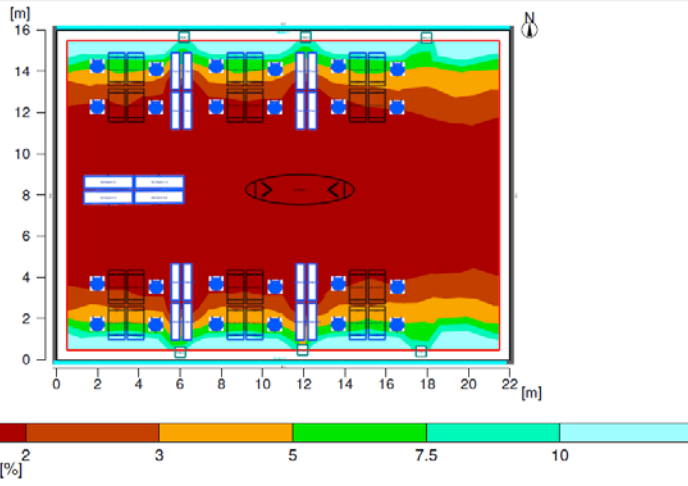
I disse eksempler på beregning af dagslysfaktoren er forskellen også tydeligst i midten af lokalet, længst væk fra vinduerne. Scenarie 2 viser de laveste dagslysfaktorer i midten af lokalet, som derefter vokser i scenarie 3 til 5. Dagslysfaktorskalaen er den samme for alle scenarier og figurene viser tydeligt, at det mørkerøde område med $DF < 2\%$ bliver mindre for scenarie 3 til 5.

Figurene viser en klar forskel mellem de to forskellige horisonter. Dagslysfaktoren er markant højere for en høj etage (10° horisont).

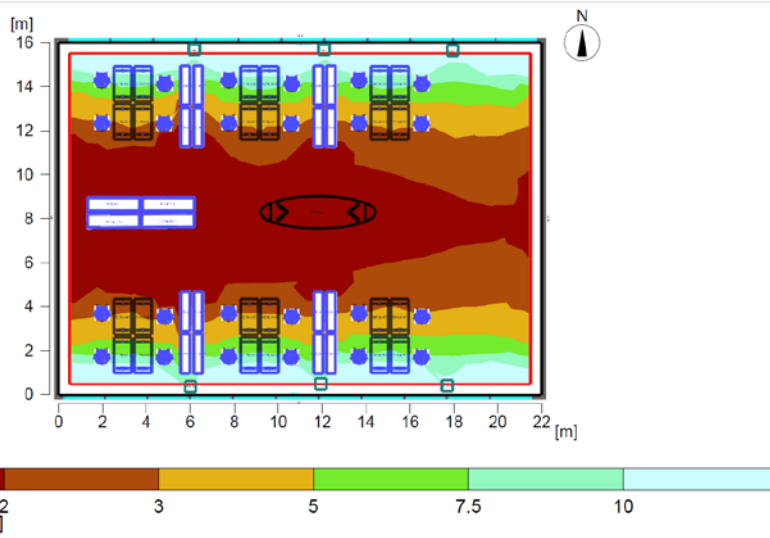
Beregninger af dagslysfaktor i storrumskontor for en lav etage (30° horisont):



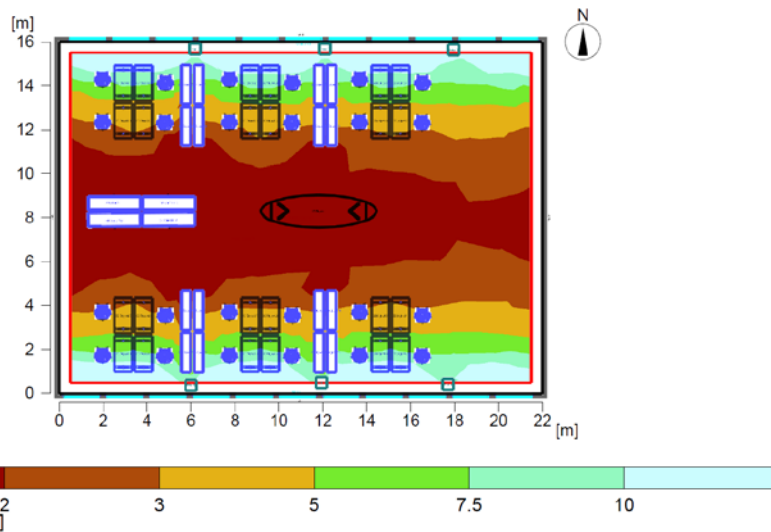
Figur 1. Scenarie 1: Dagslysfaktor i storrumskontor for basisvinduer med vinduer til loft og 80 cm brystning.



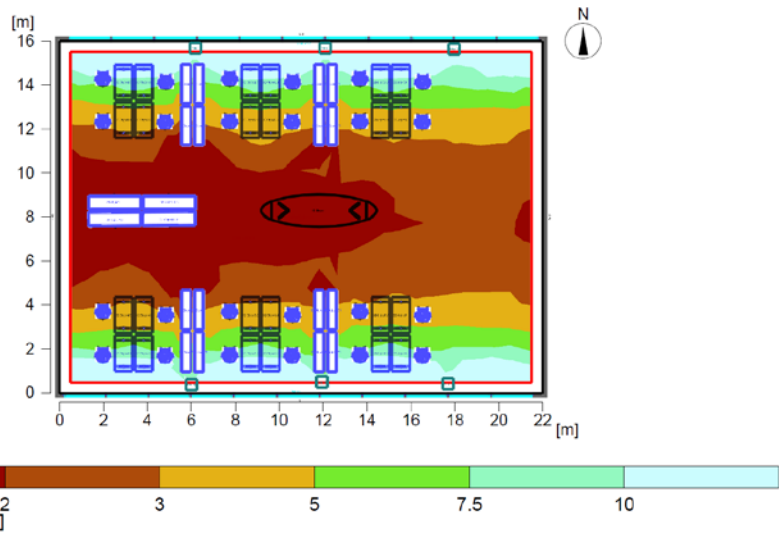
Figur 2. Scenarie 2: Dagslysfaktor i storrums kontor med vinduer, der slutter 30 cm under loft og en brystning på 50 cm.



Figur 3. Scenarie 3: Dagslysfaktor i storrums kontor med vinduer til gulv.

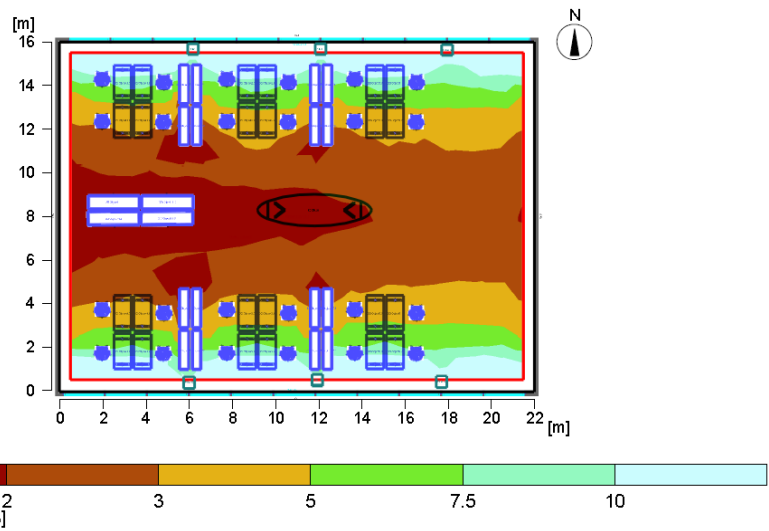


Figur 4. Scenarie 4: Dagslysfaktor i storrums kontor med loft hævet 40 cm, vinduer til loft og uændret vinduesareal.

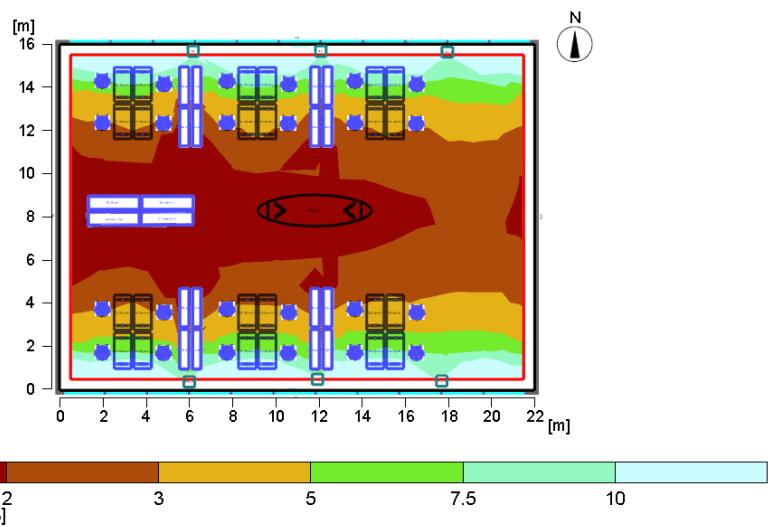


Figur 5. Scenarie 5: Dagslysfaktor i storrums kontor med loft hævet 40 cm, vinduer til loft og større vinduesareal.

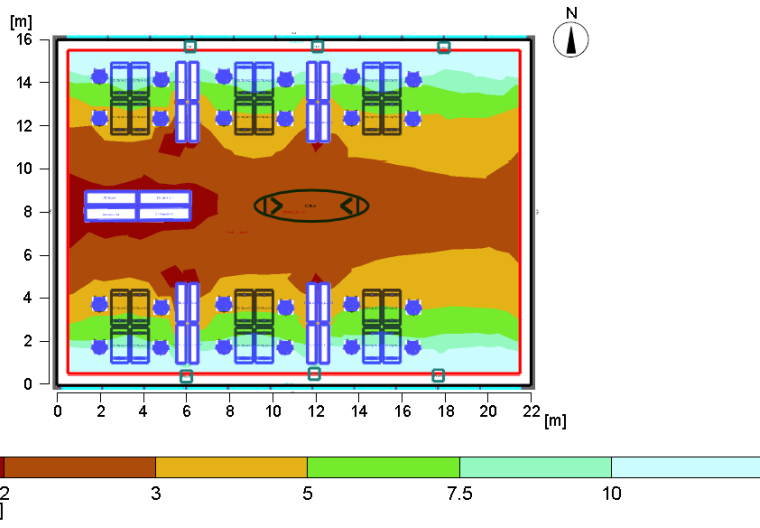
Beregninger af dagslysfaktor for en høj etage (10° horisont):



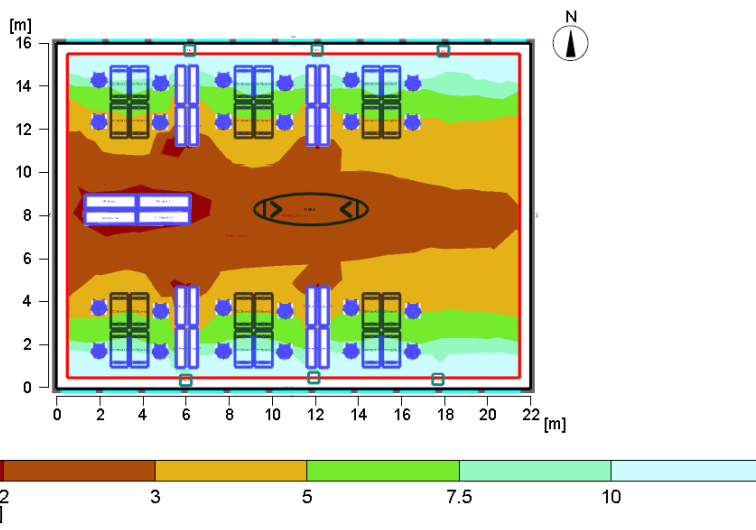
Figur 6. Scenarie 1: Dagslysfaktor i storrums kontor for basisvinduer med vinduer til loft og 80 cm brystning.



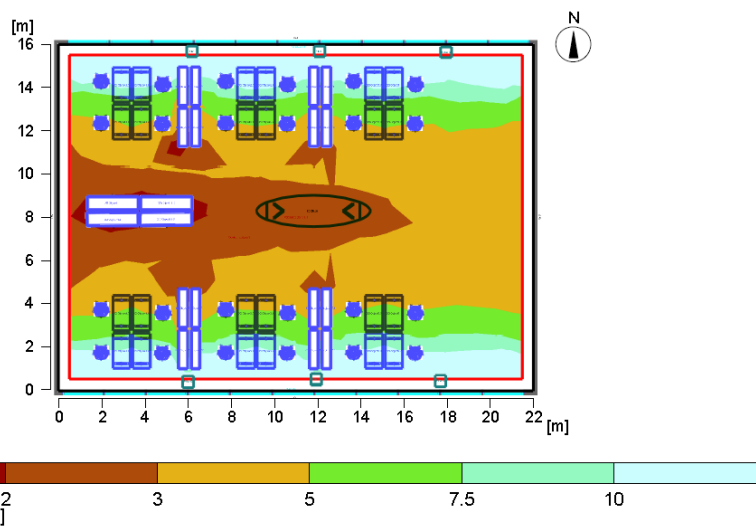
Figur 7. Scenarie 2: Dagslysfaktor i storrums kontor med vinduer, der slutter 30 cm under loft og en brystning på 50 cm.



Figur 8. Scenarie 3: Dagslysfaktor i storrums kontor med vinduer til gulv.



Figur 9. Scenarie 4: Dagslysfaktor i storrums kontor med loft hævet 40 cm, vinduer til loft og uændret vinduesareal.



Figur 10. Scenarie 5: Dagslysfaktor i storrums kontor med loft hævet 40 cm, vinduer til loft og større vinduesareal.

Diskussion

Eksempelsamlingens basiskontorhus har høje minimumsdagslysfaktorer i forhold til det, som normalt måles i praksis, da de varierer mellem 1,0 % og 2,5 %. Hovedårsagen til disse høje værdier er sandsynligvis, at beregningerne er gennemført med en ret sparsom møblering i forhold til praksis (jf. figurer i visualiseringskapitlet), samt at der er antaget højere værdier for lysreflektanser, end der kan måles i praksis.

Beregningerne viser, at scenarie 2 med samme forhold mellem glas- og gulvareal som basisvinduerne, men hvor vinduerne blev flyttet 30 cm ned, gav de laveste dagslysfaktorer i lokalet. Samtidig blev energiforbruget en smule forhøjet i forhold til basiskontorhusets energiberegninger.

Scenarie 4 resulterer i højere dagslysfaktorer og et lavere energiforbrug på 0,5 kWh/m² pr. år. Dette scenarie er det eneste, som har et lavere energiforbrug end basiskontorhuset.

Scenarie 3 og scenarie 5, som begge har løsninger med større vinduer end basiskontorhuset, viser en forhøjelse af energiforbruget. Scenarie 3 har vinduer ned til gulv og dagslysfaktorerne kan sammenlignes med scenarie 4 (samme størrelse vinduer som basiskontorhuset), men energiforbruget i scenarie 3 forøges med 12 kWh/m² pr. år (ca. 10 %) i forhold til basiskontorhuset. Scenarie 5 med større loftshøjde og højere vinduer viser en forhøjelse af middeldagslysfaktor på 1 % og af minimumsdagslysfaktoren på 0,5 % i forhold til basiskontorhuset, men på bekostning af en forhøjelse af energiforbruget med 6,1 kWh/m² pr. år (ca. 5 %).

Forskellen i dagslysforhold mellem etager fremgår både af beregninger og visualiseringsbilleder. Gennemgående for alle scenarier er, at 10° horisont har 1% højere middeldagslysfaktor og 0,5 % til 1% højere minimumsdagslysfaktor end 30° horisont. Forskellen fremgår ligeledes af visualiseringsbillederne, hvor udsigten viser forskellen mellem de to eksempler og indflydelsen på lys i rummet.

Referencer

Energistyrelsen. Bygningsreglementets eksempelsamlinger. Eksempelsamling om energi. <http://eksempelsamling.bygningsreglementet.dk/>

Erhvervs- og Byggestyrelsen. (2010). Bekendtgørelse om offentliggørelse af bygningsreglementet 2010 (Bygningsreglement 2010, BR10). København.

Med udgangspunkt i basiskontorhuset i Energi-
styrelsens eksempelsamling for energi beskriver
rapporten, hvilke konsekvenser udformning og pla-
cering af vinduer har for dagslys og energiforbrug.
I rapporten opstilles fem forskellige scenarier,
hvorpå der beregnes dagslysfaktor og laves visua-
liseringer. Formålet er at vise dagslystilgangen i
storrumskontorer med forskellige vinduesløsninger
og på to forskellige etager i bygningen.

1. udgave, 2015
ISBN 978-87-563-1686-6