

## 0 Generelt

### 01 Innhold

Bladet gir retningslinjer for anbefalt vindusareal og romdybde i boliger og yrkesbygninger.

### 02 Bakgrunn

I takt med økte krav til varmeisolering og varmekomfort er vinduene blitt mindre både i boliger og yrkesbygninger de siste tiårene. Av hensyn til trivsel og helse er det imidlertid viktig med store nok vindusarealer.

### 03 Vinduets funksjon

Vinduene i et rom skal gi:

- godt utsyn og god kontakt med det fri
  - god belysning i rommet (jevn belysning, ingen blending, god modellering m.v.)
  - et godt helhetsinntrykk ved opplevelsen av rommet
- Alle tre kriteriene stiller krav til vindusstørrelse og -plassering. I tillegg fungerer vinduet som rømningsvei ved brann. Vinduer må også gi luftemulighet.

### 04 Henvisninger

Byggeforskriften m/veiledning

Byggforskserien:

G 421.601 Krav til lysforhold. Lystekniske begreper og kvaliteter

G 421.602 Dagslys. Egenskaper og utnyttelse

A 533.401 Utvendig solavskjerming

## 1 Krav til vindusstørrelse

### 11 Anbefalt glassareal i rom

God tilgang på dagslys og utsyn til det fri virker positivt på helse. I rom for varig opphold bør man derfor sørge for vindusarealer og vindusplassering som både sikrer godt utsyn og god fordeling av dagslys i lokalet, se fig. 11.

En generell anbefaling for de fleste typer bygninger er et glassareal (lysåpning) på 13 – 15 % av netto golvflate i rom for varig opphold. Det forutsettes at rommet har kunstig belysning i tillegg.

I en del tilfeller kan andre forhold gjøre det nødvendig eller ønskelig å redusere vindusarealet. Minimum vindusareal i rom for varig opphold kan beregnes ut fra retningslinjene i pkt. 12.



Fig. 11

En kombinasjon av høysittende vinduer og vinduer i vanlig høyde gir både god belysning og godt utsyn.

Nødvendig glassareal for å få tilstrekkelig dagslystilgang i rommet kan også beregnes ved hjelp av dagslysfaktoren, jf. pkt. 14. Tabell 143 a og 143 b viser anbefalt glassareal avhengig av rommets bredde og dybde. Tabellene viser også nødvendig vindusareal i rom som skal kunne belyses av bare dagslys.

### 12 Minimum glassareal

Minimum glassareal i rom for varig opphold i de fleste typer bygninger kan beregnes ut fra følgende forenklete prosedyre, hentet fra [321]:

Glassareal i sidevinduer =  $f \cdot \text{golvareal}$

Faktoren  $f$  avleses av diagrammet i fig. 12 a. Diagrammet viser at glassarealet er avhengig av horisontavskjerming, se fig. 12 b. Figur 12 a viser at minimum glassareal varierer fra ca. 8 % av golvflaten ved liten horisontavskjerming opp til 12 – 13 % ved høy avskjerming. Hvis det er en balkong e.l. over vinduet, må balkongens areal regnes med i golvarealet. Vi gjør oppmerksom på at denne beregningsprosedyren i utgangspunktet bare gjelder dersom beregningsforutsetningene gitt i pkt. 121 er oppfylt. Se for øvrig eksempel i pkt. 13.

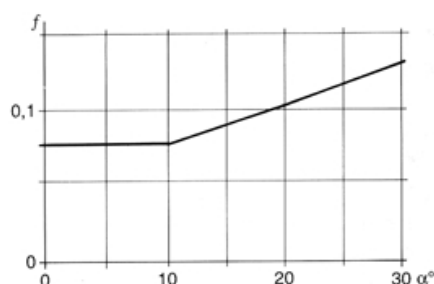


Fig. 12 a

Verdien av faktoren  $f$  ved ulike avskjermingsvinkler [321]

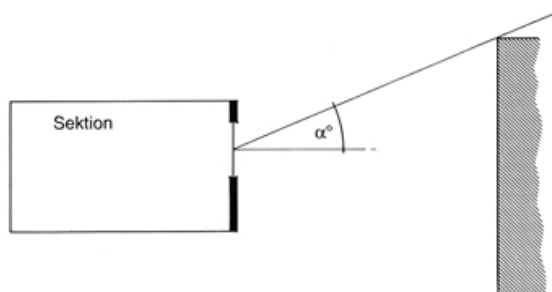


Fig. 12 b

## Horisontavskjerming

Definisjon av vinkelen  $\alpha$  mellom horisontalplanet og en linje fra vinduets midtpunkt til høyeste skjermende punkt på en annen bygning eller liknende [321]

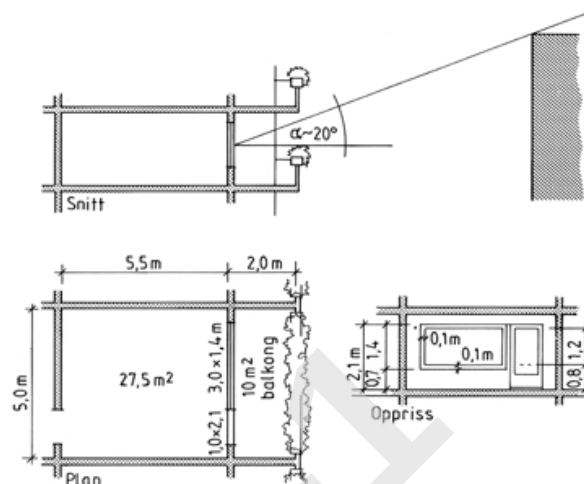


Fig. 13

Eksempel på beregning av glassarealet i prosent av golvarealet

Vinduets glassareal:  $(3,0 - 0,2) \cdot (1,4 - 0,2) = 3,36 \text{ m}^2$

Balkongdøras glassareal:  $(1,0 - 0,2) \cdot (1,4 - 0,2) = 0,96 \text{ m}^2$

Samlet glassareal:  $= 4,32 \text{ m}^2$

Golvareal inkl. balkong (ovenforliggende):  $= 37,5 \text{ m}^2$

Glassareal i prosent av golvareal: 11,7 %

Min. glassareal beregnet som angitt i punkt 12:  $f \cdot \text{golvareal} = 0,1 \cdot 37,5 = 3,75 \text{ m}^2$

(Ifølge fig. 12 a blir  $f$  ca. 0,1 når  $\alpha = 20^\circ$ )

## 121 Beregningsforutsetninger er gitt i [321].

Avskjerming: Vinkelen ( $\alpha$ ) (jf. fig. 12 b) ligger i området  $0 \leq \alpha \leq 30^\circ$

Romstørrelse:  $2,5 \text{ m} \leq \text{bredde} \leq 6,0 \text{ m}$   
 $2,0 \text{ m} \leq \text{dybde} \leq 6,0 \text{ m}$   
 romhøyde  $\geq 2,1 \text{ m}$

Vindu: Klare vinduer med 2 eller 3 glass.  
 Vegg med opp til 4 vinduer i rad, dog ikke eksentrisk plassert mot veggens ene kant. Glassareal under 0,8 m over golv regnes ikke med.

$0,6 \text{ m} \leq \text{høyde} \leq 1,4 \text{ m}$

$0,9 \text{ m} \leq \text{bredde} \leq 1,5 \text{ m}$

Golv, vegger, tak: Normalt lyse

## 13 Eksempel på beregning av glassareal

Figur 13 viser et eksempel på beregning av glassareal. Det er både tatt hensyn til ovenforliggende balkong og til foranliggende bygning som skjærer en del av horisonten. Den delen av glassarealet i balkongdøra som ligger lavere enn 0,8 m over golv, er ikke tatt med.

## 14 Dagslysfaktor

141 Definisjon. Ved kunstig belysning stilles det gjerne krav til belysningsstyrke, målt i Lux. På grunn av variasjonen i lysforholdene ute er det lite praktisk å angi dagslysnivået i belysningsstyrke. I stedet brukes dagslysfaktoren. Dagslysfaktoren er belysningen på et horisontalt arbeidsplan (normalt 750 mm over golv) inne i rommet i prosent av den samtidige belysningen på en horisontal flate ute ved uskjernet horisont. Dagslysfaktoren sier dermed intet om belysningsnivået i rommet på et gitt tidspunkt. Figur 141 viser eksempel på dagslysfaktorens variasjon i et rom.

Dagslysfaktoren kan beregnes ut fra rom- og vindusgeometri og refleksjonsforhold ute og inne. Beregningen kan enten gjøres manuelt med vinkelmålere og tabeller eller ved hjelp av EDB-programmer. Man kan også gjøre målinger i modeller av den planlagte bygningen. Tabell 143 a og b viser nødvendig glassareal for å oppnå forskjellige dagslysfaktorer.

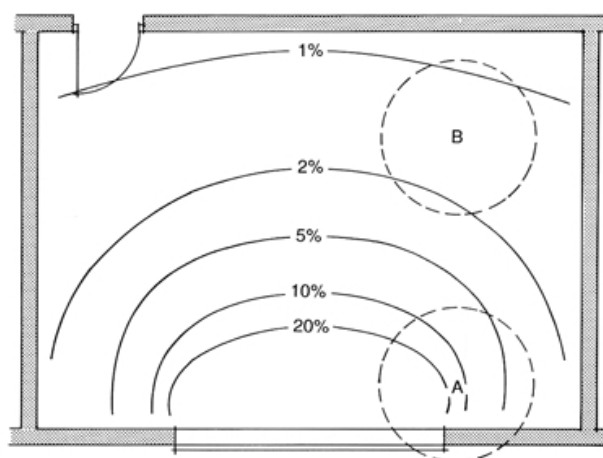


Fig. 141

Dagslysfaktorkonturer i et rom. I sone A er det sterk variasjon i dagslysnivået. Sone B har jevnere belysning. Ved A dominerer det direkte himmellyset, mens det ved B i hovedsak kommer reflektert lys fra rommets flater.

142 Nødvendig dagslysfaktor. Arbeidsplasser som skal kunne belyses bare med dagslys, må ha en gjennomsnittlig dagslysfaktor på 5% på arbeidsplanet. I arbeidsrom og rom for varig opphold i boliger med kunstig tilleggsbelysning kan dagslysfaktoren reduseres til 2 %. I sekundære rom kan gjennomsnittlig dagslysfaktor reduseres til 1 %.

143 Vindusareal og dagslysfaktor. Tabell 143 a og b viser nødvendig glassareal for å oppnå gjennomsnittlige dagslysfaktorer på henholdsvis 1, 2 og 5 %, avhengig av romdimensjoner og refleksjon på innvendige flater.



Refleksjon og refleksjonsfaktor er nærmere beskrevet i Planløsning G 421.602. Tabellene gir bare grove, veiledende verdier da dagslysfaktoren i et gitt rom er avhengig av refleksjonsforhold ute, horisontavskjerming, transmisjonsfaktor i glasset m.v.

## 15 Romdybde

I svært dype rom uten overlys vil de dypere delene av rommet ofte virke svært mørke i forhold til sonen nær vinduet. Følgende uttrykk kan brukes til å beregne maksimal romdybde for å unngå slike effekter:

$$D/B + D/H \leq 2/(1 - R_d)$$

B: rombredde, m

H: høyde til vinduets overkant fra golv, m

R<sub>d</sub>: gjennomsnittlig refleksjonsfaktor for flatene i bakre halvdel i rommet

Uttrykket over viser at det er høyden til overkanten av vinduet som er avgjørende for romdybden, mens glassarealet har liten betydning, se eksempel i fig. 15. Høysittende vinduer er derfor nødvendig for å gi dagslyset stor "inntrengningsdybde". Høysittende vinduer kombinert med lavere vinduer for utsyn (jf. pkt. 22) kan i en del tilfeller være en god løsning.

## 16 Byggeforskriftens bestemmelser om vindusareal

161 Hensyn til energiforbruk og varmeisolasjon. Ifølge byggeforskrift av 1987 skal det totale vindusarealet maksimalt utgjøre 15 % av bygningens bruttoareal. For bygninger som er bredere enn 10 m, kan vindusarealet økes med 3 % av den del av bruttoarealet

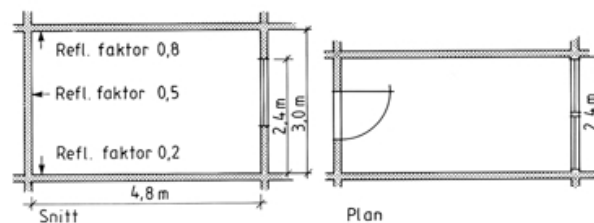


Fig. 15

Et vanlig kontorrom med bredde 2,4 m og dybde 4,8 m har som regel en romhøyde på rundt 3 m. Antar vi vindushøyde 2,4 m og en gjennomsnittlig refleksjonsfaktor på 0,5 (som forutsetter relativt lyse flater på vegger og tak), gir formelen:

$$4,8/2,4 + 4,8/2,4 \leq 2/(1 - 0,5)$$

$$4 \leq 4$$

Betingelsen for godt dagslys i hele romdybden er akkurat oppfylt.

som ligger mer enn 5 m fra yttervegg. I den forestående revisjonen av byggeforskriften er det foreslått en høyere ramme for vindusarealet.

Med vindusareal menes her vinduets bruttoareal, dvs. inklusive ramme og karm. Glassarealet vil eksklusive ramme og karm variere med vindusstørrelsen, men er normalt ca. 2/3 av vinduets bruttoareal.

I prinsipp åpner byggeforskriften for en omfordeling av varmeisolasjonen i ytterkonstruksjonene. Det betyr at man ved å øke isolasjonen i andre bygningsdeler kan bruke større vindusarealer, bare forskriftens energiramme er oppfylt. For øvrig kan forskriftens krav oppfylles ved å ha store vindusarealer i sentrale oppholdsrom og små vindusarealer i sekundære rom.

162 Vindu som rømningsvei. I enkelte tilfeller kan forskriftens krav til rømningsvei gjennom vindu være dimen-

Tabell 143 a

Nødvendig glassareal i veggvinduer ved høy innvendig refleksjon

Tak, vegg og golv har refleksjonsfaktorer på henholdsvis 0,7, 0,5 og 0,3.

| Bredde | Dybde | Dagslysfaktor 1 % |                    | Dagslysfaktor 2 % |                    | Dagslysfaktor 5 % |                    |
|--------|-------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|
|        |       | Glassareal (m²)   | Glass-/golvareal % | Glassareal (m²)   | Glass-/golvareal % | Glassareal (m²)   | Glass-/golvareal % |
| 3      | 4,5   | 1                 | 7,4 %              | 1,9               | 14,1 %             | 4,8               | 35,6 %             |
| 3      | 6     | 1,2               | 6,7 %              | 2,4               | 13,3 %             | 6,1               | 33,9 %             |
| 4,5    | 3     | 0,9               | 6,7 %              | 1,8               | 13,3 %             | 4,5               | 33,3 %             |
| 4,5    | 6     | 1,5               | 5,6 %              | 3,1               | 11,5 %             | 7,8               | 28,9 %             |
| 6      | 4,5   | 1,5               | 5,6 %              | 3                 | 11,1 %             | 7,5               | 27,8 %             |
| 6      | 9     | 2,7               | 5,0 %              | 5,3               | 9,8 %              | 13,3              | 24,6 %             |
| 9      | 4,5   | 2                 | 4,9 %              | 4,1               | 10,1 %             | 10,1              | 24,9 %             |
| 9      | 9     | 3,7               | 4,6 %              | 7,3               | 9,0 %              | 18,2              | 22,5 %             |

Tabell 143 b

Nødvendig glassareal i veggvinduer ved lav innvendig refleksjon

Tak, vegg og golv har refleksjonsfaktorer på henholdsvis 0,5, 0,3 og 0,1.

| Bredde | Dybde | Dagslysfaktor 1 % |                    | Dagslysfaktor 2 % |                    | Dagslysfaktor 5 % |                    |
|--------|-------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|
|        |       | Glassareal (m²)   | Glass-/golvareal % | Glassareal (m²)   | Glass-/golvareal % | Glassareal (m²)   | Glass-/golvareal % |
| 3      | 4,5   | 1,2               | 8,9 %              | 2,4               | 17,8 %             | 6                 | 44,4 %             |
| 3      | 6     | 1,5               | 8,3 %              | 3,1               | 17,2 %             | 7,6               | 42,2 %             |
| 4,5    | 3     | 1,1               | 8,1 %              | 2,2               | 16,3 %             | 5,6               | 41,5 %             |
| 4,5    | 6     | 1,9               | 7,0 %              | 3,9               | 14,4 %             | 9,7               | 35,9 %             |
| 6      | 4,5   | 1,9               | 7,0 %              | 3,7               | 13,7 %             | 9,3               | 34,4 %             |
| 6      | 9     | 3,4               | 6,3 %              | 6,8               | 12,6 %             | 16,8              | 31,1 %             |
| 9      | 4,5   | 2,5               | 6,2 %              | 5,0               | 12,3 %             | 12,5              | 30,9 %             |
| 9      | 9     | 4,6               | 5,7 %              | 9,2               | 11,4 %             | 22,8              | 28,1 %             |

Verdiene i tabell 143 a og b er regnet ut for en utvendig horisontskjerming på 15° og ved vanlig to-glass vinduer. Enkelte av verdiene i tabellene er så høye at det nødvendige glassarealet ikke kan oppnås med vinduer i bare en vegg.

sjonerende for vindusstørrelsen. Vinduer som skal regnes som rømningsvei, skal i åpen stilling ha en fri åpning hvor høyde og bredde til sammen utgjør minst 1,5 m. Bredden skal være minst 0,5 m og høyden minst 0,6 m. Vinduets underkant skal ikke være mer enn 1,0 m over golvet.

## 17 Energihensyn

Store vindusarealer er generelt uheldig med tanke på energiforbruk. I boliger øker normalt varmetapet med økende vindusareal. Unntaket er vinduer mot sør, der solstrålingens bidrag til oppvarming kompenserer for det økende varmetapet. I yrkes- og undervisningslokaler gir store vindusarealer lett overopphetning. Dette kan imidlertid løses ved hensiktsmessig solavskjerming, god ventilasjon og reduksjon av interne varmebelastninger, eventuelt ved kjøling.

Vinduene bør ikke ha belegg som gir uheldige fargetoner på lyset eller som reduserer lysinnfallet i stor grad.

## 23 Overlys

Overlys gjør det mulig å oppnå gode dagslysforhold i dype rom. Man får også jevne lysforhold i rommet med overlys. Overlys kan imidlertid ikke erstatte veggvinduer, jf. pkt. 22.

## 24 Transparente veggfelt

Transparente veggfelt kan gi et tilskudd til dagslystilgangen. Glassbyggestein har lenge vært brukt for å gi dagslyset en retningsendring slik at lyset kommer dypere inn i ensidig belyste rom. På grunn av begrensede utsynsmuligheter kan transparente felt ikke erstatte vanlige vinduer.

## 25 Overbygge glassgårder

Retningslinjene i dette bladet gjelder ikke for vinduer i overbygde glassgårder. Generelt bør glassarealet i rom som vender ut mot glassgård økes i forhold til kravene i dette bladet.

## 3 Referanser

### 31 Forfatter og redaksjon

Dette bladet er skrevet av Peter Blom. Saksbehandler har vært Claus Ringnes. Redaksjonen ble avsluttet i april 1995.

### 32 Litteratur

- 321 Svensk Standard SS 91 42 01. Byggnadsutforming – Dagsljus – Förenklad metod för kontroll av erforderlig fönsterglasarea. Byggstandardiseringen, Sverige.
- 322 British Standard Institution. Basic data for the design of buildings – daylight. DD73:1982.
- 323 Fritzell, Bo og Løfberg, Hans Allan. Dagsljus inomhus. Statens institut för byggnadsforskning. Stockholm, 1970.
- 324 Aschehoug, Øyvind. Dagslys. Kompendium. Institutt for bygningsteknologi, Arkitektavd. NTH. Trondheim, 1992.
- 325 Aschehoug, Øyvind. Dagslysdata for beregning av bygninger. SINTEF STF62 A79001. Trondheim, 1979.
- 326 Hopkinson, R.G. Daylighting. University College. London, 1966.
- 327 Aschehoug, Øyvind. Dagslys og energisparing. STF62 A82015. Trondheim, 1982.
- 328 Dagslysgruppen: Vindu, rom og dagslys. En eksempelsamling. Publikasjon nr. 4, SINTEF62 A8Q011. Trondheim, 1980.
- 329 Littlefair, P.J. Site layout planning for daylight and sunlight. A guide to good practice. BRE report. Gars-ton Watford, 1991.

## 2 Plassering og utforming av vinduer

### 21 Vindu som lyskilde

Vinduene utgjør "armaturene" i et lysanlegg basert på dagslys. Ved plassering og utforming av vinduer i rom bør følgende kvalitetskriterier oppfylles:

- Tilstrekkelige mengder dagslys blir sluppet inn i rommet.
- Dagslyset blir passende fordelt i rommet.
- Dagslysets retning er slik at objekter i rommet får akseptabel modellering.
- Alle arbeidssteder bør ha utsyn til det fri.
- Utsyn til lys himmel bør ikke forårsake blendingsproblemer ved normal bruk av rommet.

Disse problemstillingene er nærmere behandlet i G 421.602 Dagslys. Egenskaper og utnyttelse.

### 22 Utsyn

Arbeidets art, betraktningvinkel og romdybde har betydning for utformingen av vinduene med henblikk på å gi utsyn. Generelt er vinduer med stor horisontal utstrekning mest tilfredsstillende for å oppnå godt utsyn. Vinduet må imidlertid også plasseres og ha slik høyde at områder både under og over horisonten er synlige. Tabell 22 viser en engelsk anbefaling av det minimum glassareal som må til for å gi tilfredsstillende utsynsmuligheter. Tabellen kan være veiledende i situasjoner der dagslystilgangen i lokalet i hovedsak blir besørget av andre vinduer, f.eks. høysittende veggvinduer eller takvinduer.

Tabell 22  
Minimum vindusareal avhengig av romkategori og romdybde [322]

|                            | Maksimum romdybde fra yttervegg                       |              |               |              |
|----------------------------|-------------------------------------------------------|--------------|---------------|--------------|
|                            | Mindre enn 8 m                                        | 8 m til 11 m | 11 m til 15 m | Mer enn 15 m |
|                            | Minimum prosent glassareal av yttervegg sett innenfra |              |               |              |
| Kontorrom, vestibyer, m.m. | 20 %                                                  | 25 %         | 30 %          | 35 %         |
| Undervisningsrom           | 15 %                                                  | 20 %         | 25 %          | 30 %         |