

0 Generelt

01 Innhold

Dette bladet viser med et konkret eksempel hvordan man kan vurdere energibehov og inneklima ved alternative vinduer i kontorbygg. Utgangspunktet for betraktningene er et referansekonto i Oslo. Bladet bygger på teorien i Byggedetaljer 472.422.

02 Henvisninger

Plan- og bygningsloven (pbl)

Teknisk forskrift til pbl (TEK) med veiledning

Standarder:

NS 3031 Beregning av bygningers energi- og effektbehov til oppvarming og ventilasjon

NS-EN ISO 10077-1 Termiske egenskaper til vinduer, dører og skodder – Beregning av varme-gjennomgangskoeffisient – Del I: Forenklet metode

Byggedetaljer:

472.421 Valg av vinduer til boliger. Energibehov og inneklima

472.422 Valg av vinduer til yrkesbygg. Energibehov og inneklima

533.163 Solskjerming

1 Referansekontoet

11 Generelt

For å illustrere hvordan vinduet virker inn på termisk komfort, dagslys og kjøleeffekt har vi tatt utgangspunkt i et eksisterende cellekontor og variert vinduets egenskaper. Det er viktig å være klar over at disse betraktningene kun blir korrekte for dette kontoet og at de ikke er generelle. Eksempelvis kan et kontor i åpent landskapslokale med tilsvarende fasader ha vesentlig lavere temperaturer enn referansekontoet fordi solvarmen da fordeler seg på et større areal. Referansekontoet er vist i fig. 11.

12 Tekniske data

Kontoet er et alminnelig cellekontor med lette innervegger og balansert ventilasjon. Bygningen har ventilasjonskjøling med en tilluftstemperatur på ventilasjonsluften på ca. 15 °C uavhengig av utetemperatur.

Referansekontoet har data som angitt i tabell 12 på neste side.



Fig. 11
Referansekonto

2 Dagslys

21 Generelt

For å redusere solbelastningen er det ofte benyttet rute med lav solfaktor. Mange slike ruter reduserer samtidig lysinnslippet. Spesielt på slutten av 1980-tallet og fram til 1998 ble denne typen ruter mye benyttet.

22 Dagslysfaktor avhengig av lystransmisjonen

Dagslysfaktoren er beregnet som funksjon av lystransmisjonen og vist i fig. 22.

Figur 22 viser at man må ha en lystransmisjon på 50 % for å følge anbefalingen til minimum dagslys i veiledningen til TEK, dvs. en dagslysfaktor på 1 %.

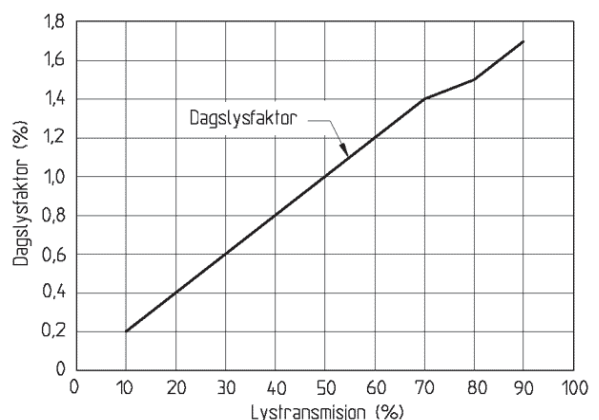


Fig. 22
Dagslysfaktor i pulthøyde (0,8 m) i midten av kontoet som funksjon av rutes lystransmisjon

Tabell 12
Opplysninger om referansekantoret

1. Beliggenhet	Sted: Oslo	Breddegrad: 59,9°	Lengdegrad: 10,8°
2. Romoppsett og romgrenser	Romvolum: $25 \text{ m}^3 = 10 \text{ m}^2 \cdot 2,5 \text{ m (h)}$		
	Infiltrasjon: $0,3 \text{ h}^{-1}$		
	Interiørets varmekapasitet: $7,5 \text{ Wh/(m}^2\text{K)}$ (100 kg)		
	Flate type:	Yttervegg	Innervegg
	Areal (m^2):	6,25	10 + 6,25 + 10
	Varmekapasitet ($\text{Wh/m}^2\text{K}$):	2,4	2,4
3. Tilført energi	Total U-verdi ($\text{W/m}^2\text{K}$):	0,2	8,3
	Himling		
	Golv		
	Vindu:	Ett vindu med trekarm	
	Retning på vindu (°):	Mot sør	
	Vindusareal (m^2):	15 % av netto golvareal	
4. Ventilasjonssystem og regulering	U-verdi, vindu ($\text{W/(m}^2\text{K)}$):	1,6	
	Andel ruteareal i vinduet (%):	80	
	Solfaktor:	0,56	
	Avskjermingfaktor (%):	1 (ingen avskjerming)	
	Lyseffekt:	15 W/m^2 (150 W)	Tidsstyring: fra kl. 8 til kl. 16
	Maskineffekt:	10 W/m^2 (100 W)	fra kl. 8 til kl. 16
5. Simulering	Personeffekt:	1 pers. (80 W)	fra kl. 8 til kl. 16
	Luftmengde:	12 $\text{m}^3/(\text{hm}^2)$	Tidsstyring: fra kl. 6 til kl. 22
	Tilluftstemperatur:	15 °C	
	Kjøling, temp. på termostat:	23 °C	fra kl. 0 til kl. 24
	Kjøling, effekt:	40 W/m^2 (400 W)	fra kl. 0 til kl. 24
	Utetemperatur:	Juli: 13,1 °C - 26,7 °C	
5. Simulering	Starttemperatur:	Juli: 22 °C	
	Antall startdøgn for beregningen:	5	

23 Dagslysfaktor avhengig av vindusarealet

Dersom vi benytter en rute med klart glass med lys-transmisjon på 74 %, oppfyller vi kravet på 1 % dagslysfaktor med kun 14 % vindusareal i forhold til netto golvareal. Se fig. 23.

Hvis halve ytterveggen er vindu (ca. 40 % i forhold til

økningen skje ved å senke underkant vindu. Dette gir mindre nytte i forhold til en dagslysfaktor som beregnes midt i rommet 0,8 m over golvet.

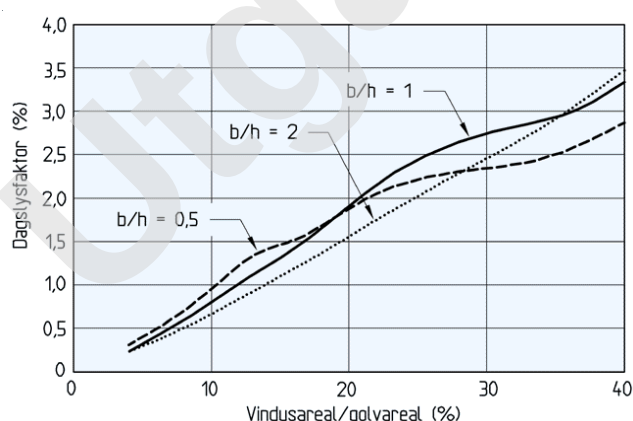


Fig. 23
Dagslysfaktor i pulthøyde (0,8 m) midt i kontoret som funksjon av vindusarealet. Lystransmisjonen er 74 %.

netto golvareal), blir størstedelen av belysningsbehovet dekket av dagslys for cellekontoret på 10 m^2 . Som det går fram av fig. 23 øker dagslysfaktoren med en fast gradient inntil arealforholdet er ca. 25 %. Derfra endrer gradienten seg og blir noe lavere. Forklaringen er at vi har latt underkant vindu være fast og latt arealet øke oppover de 25 første %. Der vinduet når taket, må

3 Termisk komfort

31 Krav til innetemperatur

Med dagens velisolerte bygg der en ofte også har kjøling på ventilasjonsluften, har utelufttemperaturen liten betydning for overoppheting. Derimot er solvarmebelastningen som oftest dimensjonerende og varer vesentlig lenger enn høy utetemperatur. Solbelastning har lang varighet over året, og for en sørvendt fasade kan dimensjonerende forhold inntreffe i mars (se Byggetaljer 533.163). Det er derfor riktig å sette krav til temperatur på 23 °C i stedet for Arbeidstilsynets krav på 26 °C som er knyttet til høye utelufttemperaturer.

32 Innetemperatur ved vindu uten solskjerming

Operativ temperatur er beregnet for en sommerdag for kontoret uten solskjerming og uten lokal kjøling. Lufttemperatur, operativ temperatur i skyggen og operativ temperatur i sola er beregnet. Temperaturene ved varierende vindusareal er vist i fig. 32.

Figur 32 viser at operativ temperatur i skyggen passerer 26 °C allerede ved 12 % vindusareal. Dette arealet

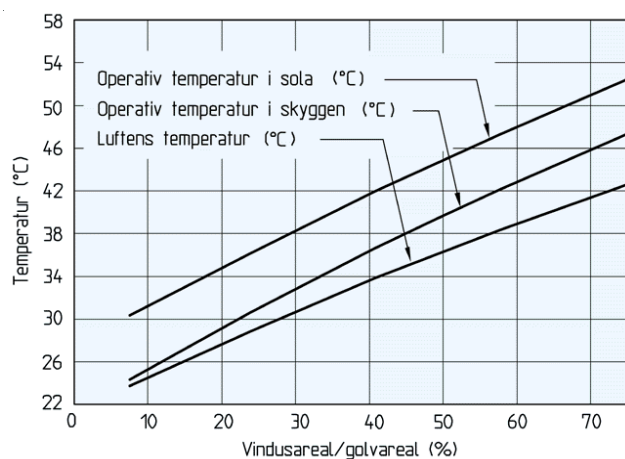


Fig. 32
Maksimale temperaturer i et sørvendt kontor uten solskjerming og kjøling, som funksjon av vindusarealet i forhold til netto golvareal. Tidspunktet er 1. juli kl. 16.

vil imidlertid ligge helt på grensen eller i underkant av kravet når det gjelder å gi tilfredsstillende dagslysforhold, se fig. 23. Mindre enn 12 % vindusareal er også lite med tanke på opplevelse av åpenhet og for å gi utsyn. Dersom vi velger en rute med halve solfaktoren av den i fig. 32, kan vi doble vindusarealet uten å få økning i temperaturen.

Operativ temperatur i sola blir over 30 °C uansett vindusareal. Resultatene viser at en i praksis må velge en eller annen form for solskjerming uansett hvor bra ruta er for å oppnå god termisk komfort.

33 Innetemperatur ved vindu med solskjerming

Figur 33 viser termisk komfort for ulike vindusareal med utvendig solskjerming. Som vi ser holder operativ temperatur i skyggen seg under 23 °C med opptil 30 % vindusareal i kombinasjon med denne ruta (solfaktor 0,56). Dersom en ønsker større vindu, vil en trenge en rute med lavere solfaktor eller lokal kjøling for å holde temperaturen under 23 °C.

For beregning av operativ temperatur i sola er det regnet med at 10 % av solvarmen går direkte gjennom solskjermingen. Dette øker operativ temperatur i sola med 1 °C.

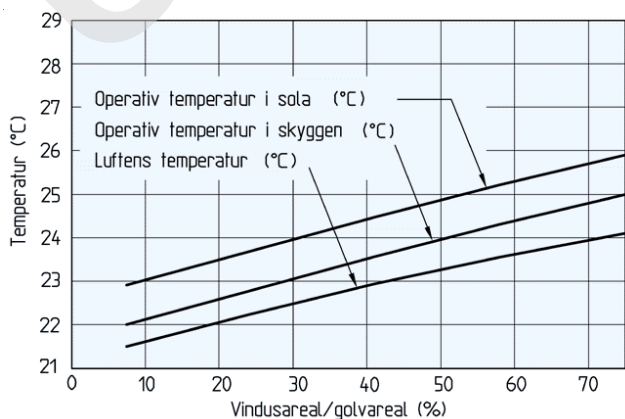


Fig. 33
Maksimale temperaturer i et sørvendt kontor med solskjerming, men uten kjøling, som funksjon av vindusareal i forhold til netto golvareal. Tidspunktet er 1. juli kl. 16.

4 Kjøleeffekt

41 Generelt

Fasadeutformingen er avgjørende for kjølebehovet. De viktigste faktorene er vindusareal, rutetype og solskjerming. For å illustrere sammenhengen har vi foretatt beregninger av nødvendig kjøleeffekt for å holde en lufttemperatur på 23 °C for referansekantoret med varierende vindusareal og solfaktor.

42 Kjølebehov avhengig av vindusareal

I fig. 42 ser vi nødvendig kjøleeffekt som funksjon av vindusareal i vegg. Solskjerming er fjernet. Det er alminnelig med 60 % vindusareal i yttervegg i dag (45 % av netto golvareal i referansekantoret). Ut fra fig. 42 får vi da et kjøleeffektbehov på 1 000 W. I stedet for å installere så høye effekter velger en gjerne en rute med den halve solfaktoren, dvs. en ender opp med en løsning med et kjølebehov på 500 W og en rute med solfaktor i underkant av 0,3. Denne løsningen gir i teorien en akseptabel operativ temperatur i skyggen, men vil medføre store blendings- og komfortproblemer for en som sitter i direkte solstråling.

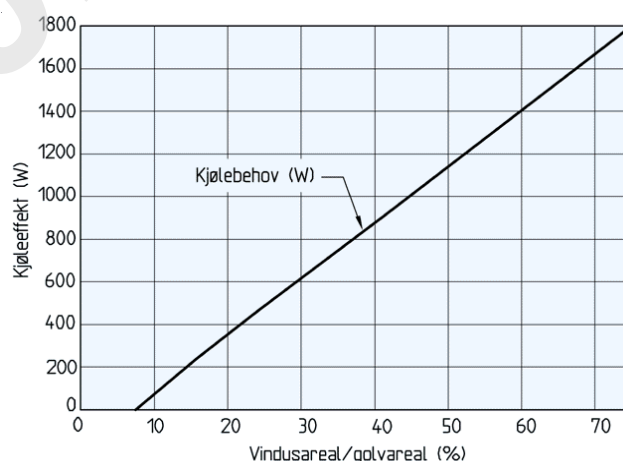


Fig. 42
Nødvendig kjøleeffekt som funksjon av vindusareal for kontor uten solavskjerming for å holde innetemperaturen på 23 °C. Tidspunktet er 1. juli kl. 16. Ruta har solfaktor på 0,56.

43 Kjølebehov avhengig av solfaktor

I fig. 43 a ser vi nødvendig kjøleeffekt for kontor med kun 15 % vindusareal i forhold til netto golvareal, og uten solskjerming. Som det framkommer må en ned i en solfaktor på 0,3 for å unngå behov for lokal kjøling selv med små vinduer.

I fig. 43 b har vi satt opp kjøleeffektbehov som funksjon av vindusareal dersom en benytter utvendig solskjerming. Som vist kan en i teorien oppnå svært god komfort uten lokal kjøling. Riktig utformet anlegg kan gi svært god totaløkonomi med en slik løsning.

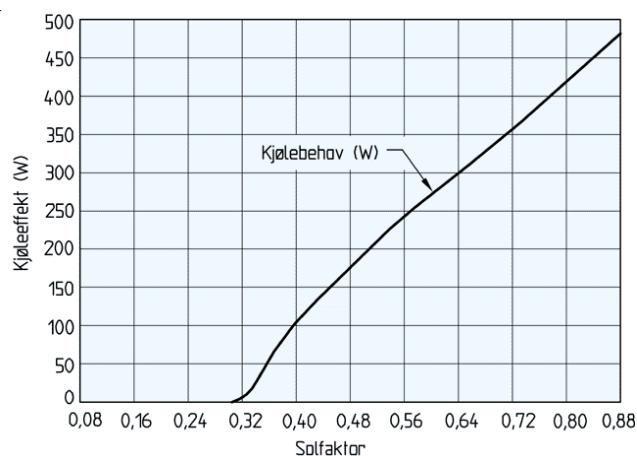


Fig. 43 a

Nødvendig kjøleeffekt som funksjon av vindusareal for kontor uten solavskjerming for å holde innetemperaturen på 23 °C. Tidspunktet er 1. juli kl. 16. Vindusarealet utgjør 15 % av netto golvareal.

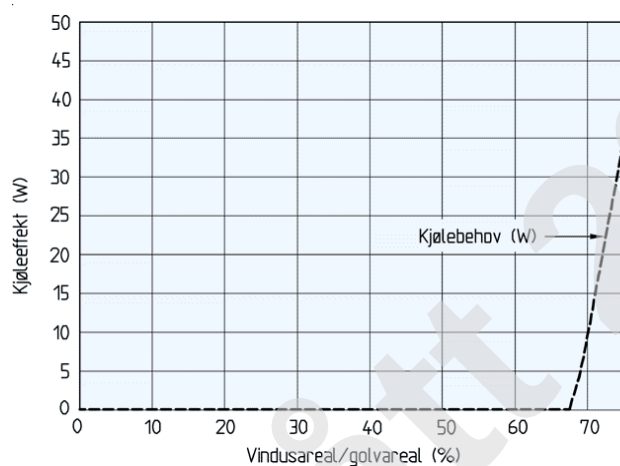


Fig. 43 b

Nødvendig kjøleeffekt som funksjon av vindusareal for kontor med solavskjerming for å holde innetemperaturen på 23 °C. Tidspunktet er 1. juli kl. 16.

5 Referanser

51 Utarbeidelse

Dette bladet er utarbeidet av Ida Bryn, Ericson & Horgen AS. Saksbehandler har vært Ingrid Hole. Redaksjonen ble avsluttet i november 2000.