

NOTAT

OPPDRAAG	Nytt museumsbygg i Brekkeparken	DOKUMENTKODE	814985-RIEn-NOT-03
EMNE	Termisk inneklime og solskjerming	TILJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	Børve Borchsenius Arkitekter As	OPPDRAAGSLEDER	Finn Lysnæs-Larsen
KONTAKTPERSON	Dag Haraldsen	SAKSBEH	Håkon Eggebø
KOPI		ANSVARLIG ENHET	10106050 Oslo Energibruk og bygningsfysikk

SAMMENDRAG

Det skal bygges et nytt museum i Brekkeparken i Skien. For å sikre tilfredsstillende termisk inneklime i museumsbygget skal det gjennomføres termiske simuleringer i IDA-ICE, med spesielt fokus på soner utsatt for solinnstråling. Det skal vurderes hvorvidt de prosjekterte løsninger tilfredsstiller krav fra byggetekniske forskrifter i TEK 17 § 13-4, og arbeidstilsynets krav til termisk komfort.

Ut fra simuleringene vurderes den prosjekterte løsning med bruk av Pilkington Optitherm S3 glass i fasade i 1.etg uten solskjerming, og uten ekstra lufting på varme dager, som utilstrekkelig. En kombinasjon av åpning av dør i kafe, og glass fra Pilkingtons Suncool serie i fasade anses som en god løsning for å sikre termisk komfort. Alternativt kan det etableres kryssventilasjon gjennom bygget ved fortsatt ønske om bruk av Optitherm S3.

00	06.12.2017	Vurdering av termisk inneklime og behov for solskjerming	Håkon Eggebø	Olav Aga	Trond Ivar Bøhn
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

Innholdsfortegnelse

1	Innledning / Bakgrunn	3
2	Gjeldende krav og anbefalinger til termisk komfort og solskjerming.....	4
2.1	TEK 17 §13-4 (uendret i forhold til TEK 10)	4
2.2	Adaptiv termisk komfort.....	4
3	Beregningsmetode.....	4
3.1	Bygningenes størrelse og utforming.....	5
3.2	Forutsetninger for simuleringer	6
3.3	Modellen.....	7
3.4	Solskjerming og skygger fra nærliggende objekter.	7
4	Resultat.....	8
4.1	Optitherm S3 uten vindu eller døråpning.....	8
4.2	Pilkington optitherm S3 og åpning av en dør i kafe	9
4.3	Pilkington suncool 30/17	10
4.4	Pilkington suncool 70/40	10
4.5	Pilkington suncool 70/40 og åpen dør.....	11
4.6	Pilkington suncool 70/35 og åpen dør.....	11
4.7	Kryssventilasjon/gjennomtrekk.....	12
5	Vurdering og konklusjon	13

1 Innledning / Bakgrunn

Det skal bygges et nytt museum i Brekkeparken i Skien. For å sikre tilfredsstillende termisk inneklima i museumsbygget skal det gjennomføres termiske simuleringer i IDA-ICE. Det skal vurderes hvorvidt de prosjekterte løsninger tilfredsstiller krav i byggeteknisk forskrift (TEK 17) § 13-4, og byggherres ønsker om termisk komfort. Multiconsult har vurdert termisk inneklima for deler av museumsbygget som er spesielt utsatt for solinnstråling. Dette inkluderer også tilstøtende soner med høy grad av luftgjennomstrømning til utsatte soner.

Ut fra simulering av de prosjekterte løsninger skal det foreslås tiltak for å utbedre det termiske inneklimaet ved behov. Aktuelle tiltak er endring av glassoppbygning i fasade og åpning av vinduer og dører ved høye temperaturer. Det er lagt til grunn et ønske om å ikke bruke bevegelig solskjerming på glassfasaden i 1.etg.

2 Gjeldende krav og anbefalinger til termisk komfort og solskjerming

2.1 TEK 17 §13-4 (uendret i forhold til TEK 10)

§13-4 gir følgende krav:

(1) *Termisk inneklima i rom for varig opphold skal tilrettelegges ut fra hensyn til helse og tilfredsstillende komfort ved forutsatt bruk.*

Veiledningen til TEK 17 anbefaler 26 °C som makstemperatur for rom for opphold i arbeidsbygninger, men skriver at på dager med høy utetemperatur er det vanskelig å unngå at temperaturen innendørs blir høyere enn de anbefalte verdier. Overskridelse av den høyeste grensen bør derfor kunne aksepteres i varme sommerperioder med utelufttemperatur over den som overskrides med 50 timer i et normalår.

Veiledningen til TEK 17 anbefaler følgende passive tiltak for å unngå overtemperaturer:

- *Redusert vindusareal i solbelastede fasade*
- *Eksponert termisk masse*
- *Utvendig solskjerming*
- *Åpningsbare vinduer som gir mulighet for gjennomlufting*
- *Plassering av luftinntak/utforming av ventilasjonsanlegg slik at temperaturstigning i anlegget på grunn av høy utetemperatur blir minimal (< 2 °C).*

Arbeidsmiljøloven § 4-4 stiller krav til fysisk arbeidsmiljø, som videre presiserer av arbeidstilsynet veileder 444. Her stilles også en høyeste grense for temperatur på 26 °C. Det presiseres at denne ikke skal overskrides mer enn 50 timer i løpet av ett år, uavhengig av utetemperatur. Dette anses som et strengere krav enn TEK 17, og vil bli dimensjonerende.

2.2 Adaptiv termisk komfort

I tillegg til TEK 17 §13-4 og arbeidstilsynets anbefalinger vurderes også det termiske inneklimaet opp mot den adaptive termiske modellen fra ASHRAE 55-2017. Denne tar utgangspunkt i at komfortabel innetemperatur for naturlig ventilerte bygg er avhengig av utetemperaturen. På tross av at bygget ikke er naturlig ventilert vil også den adaptive termiske modellen bli tatt med for sammenligning.

Basert på den adaptive termiske modellen vil 90 % av brukere akseptere temperaturer på 28,4 °C innendørs når utetemperaturen overstiger DUTs i Oslo klima på 27,6 °C. Timer hvor temperaturen overstiger 28,4 °C vil derfor også bli rapportert.

3 Beregningsmetode

For å vurdere termisk inneklima i museumsbygget er det utført termiske simuleringer for soner som er spesielt utsatt for solinnstråling, i hovedsak knyttet til kafe, foaje og gang i første etasje. Inkludert i simuleringen er også tilstøtende soner med større mengder luft sirkulasjon. Dette inkluderer anretningsrom/kjøkken, gang og utstillingsrom i kjeller og gang i 2. etasje.

Det er utført årssimuleringer med standard ASHREA 2013 klimadata fra Oslo, som var nærmeste relevante lokasjon tilgjengelig i databasen i IDA ICE. En geografisk nærmere lokasjon er tilgjengelig (Færder fyr), men denne er vurdert som lite relevant for det lokale klimaet.

Ut fra årssimuleringer vurderes maksimale operative temperaturer, arbeidstilsynets krav om antall timer over 26 °C og antall timer over 28,4 °C. Arbeidstilsynets krav anses som dimensjonerende, men de øvrige parameterne vurderes.

Termisk inn klima og solskjerming

Til modellering av leiligheter og simulering av temperaturer er det benyttet simuleringsprogrammet IDA ICE versjon 4.7.1. Den operative temperaturen beregnes her ut ifra et punkt midt i beregningssonen og 0,6 m over gulvnivå.

3.1 Bygningenes størrelse og utforming

Museet har et oppvarmet bruksareal på 2 322 m² fordelt på 3 etasjer. Det meste av nederste etasje (plan U) ligger under grunn. I tillegg til utstillingsområder, blir det også en café og et auditorium i plan 1, samt kontorer i hele plan 2.



Figur 1: Modell av museet

Arealer og volum er definert av IFC-filen og overført direkte til IDA-ICE.

3.2 Forutsetninger for simuleringer

De viktigste forutsetningene for simuleringene er listet opp under. U-verdier og kuldebroverdi er hentet fra 814985-RIEn-NOT 01 Premissnotat energi - Nytt museumsbygg i Brekkeparken. Modellene av bygget opp iht. Brekkeparken_Hovedtegninger datert 10.11.2017 og ifc-filer datert 10.11.2017.

- Egenskaper for bygningskroppen er gitt i Tabell 1
- Egenskaper for alternative vinduer/glass er gitt i Tabell 2
- Det er lagt til grunn en tilluftstemperatur på 18 °C ved utetemperaturer lavere enn 26 °C. Ut over 26 °C er tillufttemperaturen $T_{ute} - 8$ °C.
- Ved tiltak med vindus- eller dørlufting åpnes vinduer og dører ved temperaturer over 25 °C
- Nattkjøling implementeres ved at luftmengden økes når temperaturen er over 23 °C til maks luftmengde ved temperaturer over 24 °C. Minimums luftmengde settes til 3,6 m³/m³t som grunnventilasjon.
- Det er benyttet spesifiserte driftstider iht. forventet bruk av museet
 - Personer, teknisk utstyr og belysning: kl 11-17
 - Grunnventilasjon på 3,6 m³/m³t og minimum teknisk utstyr: 24/7/52
- Dimensjonerende internlast fra brukere er satt til å tilsvare 2 skoleklasser, ca 60 personer. Disse fordeles på Kafe og utstillingsrom.
- For internlast fra belysning og teknisk utstyr er det benyttet verdier iht. NS 3031, tabell A.2 kulturbygning:
 - Teknisk utstyr: 1,0 W/m² hvor teknisk utstyr ikke er kjent
 - Teknisk utstyr for anretningsrom/kjøkken antas med gjennomsnitt på 3000W under aktivt bruk
 - Belysning: 6,2 W/m² utenom soner som vurderes termisk på grunn av direkte sollys.
 - Personlast: 3,2 W/m² i soner utenom dimensjonerende last fra skoleklasser.
- Det er benyttet standard Oslo-klima iht. NS 3031.
- Dimensjonerende utetemperatur sommer (DUT_s) for Oslo: 26,7 °C.
- Bevegelig solskjerming vil ikke bli vurdert om tilfredstillende temperaturer kan oppnås uten.

Tabell 1 - Egenskaper for bygningskroppen

Bygningsdel	Oppbygning / forutsetninger	Verdi
Yttervegg 1, isolert bindingsverksvegg	Isolert bindingsverk, isolasjonstykkelse ≥ 250 mm	0,19 W/m ² K
Yttervegg 2, betongelementer	Betongelementer, isolasjonstykkelse 200 mm – 300 mm	0,18 W/m ² K
Yttervegg mot terreng*	Isolasjonstykkelse 200 mm – 250 mm	0,13 W/m ² K
Tak og takterrasse	Isolasjonstykkelse ≥ 350 mm i <u>gjennomsnitt</u> .	0,11 W/m ² K
Tak mot utvendig dekke	Isolasjonstykkelse 250 mm – 300 mm	0,16 W/m ² K
Gulv mot grunn/kjeller*	Isolasjonstykkelse 200 mm – 250 mm	0,13 W/m ² K
Gulv mot det fri	Isolasjonstykkelse ca. 300 mm	0,15 W/m ² K
Normalisert kuldebro	Min. 100 mm kuldebrobryter.	0,09 W/m ² K
Lekkasjetall v/50Pa	Fokus på prosjektering og utførelse av tettedetaljer.	0,6 h ⁻¹

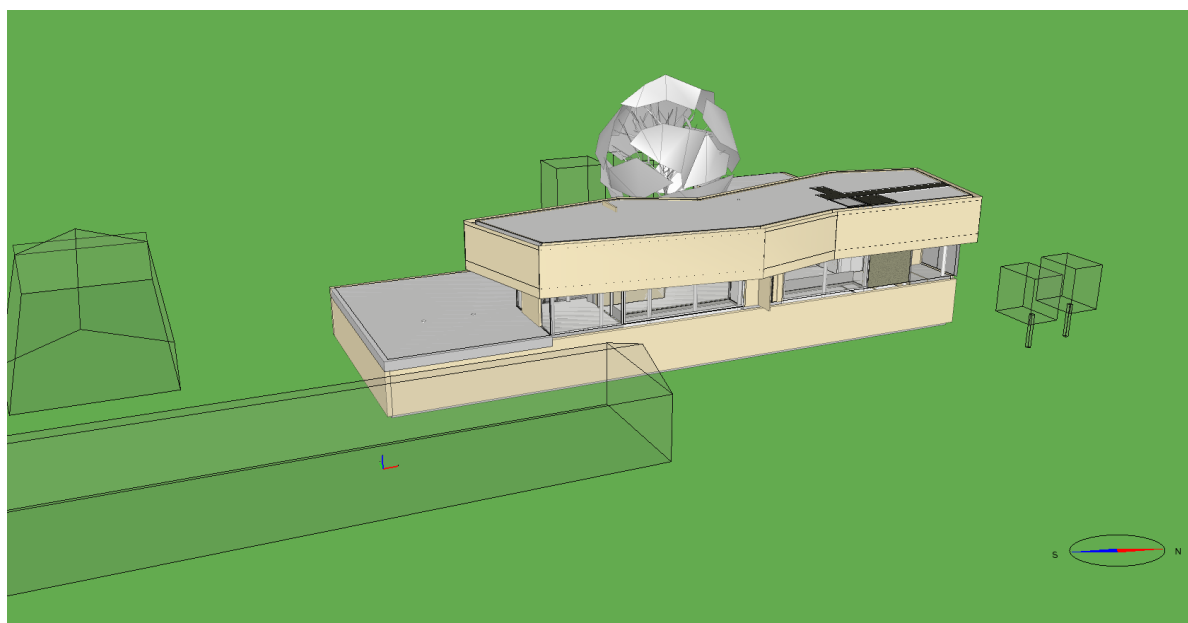
*Ekvivalent = U-verdien medregnet varmemotstanden i grunnen (fjell)

Tabell 2- Alternativer til glassfasade

Glasstype	Glassoppbygning	U-verdi	LT-Verdi	G-verdi
Pilkington Optitherm S3	(42(3)-15Ar-4-15Ar-S(3)4)	0,6	0,71	0,50
Suncool 30/17	6C(30)-16Ar-4-16Ar-S(3)4	0,6	0,31	0,19
Suncool 70/40	6C(74)-16Ar-4-16Ar-S(3)4	0,6	0,65	0,38
Suncool 70/35	6C(74)-16Ar-4-16Ar-S(3)4	0,6	0,64	0,34

3.3 Modellen

IDA-ICE-modellen tar utgangspunkt i den tilgjengelige IFC filen og romskjema. Det modelleres totalt 12 soner, men kun 5 vurderes for termisk inneklima: foaje/gang, kafe, anretning/kjøkken, hall i 2. etg og utstillingsrom. De resterende sonene er åpne volum og ganger som er relevant for modellering av luftstrømning.



Figur 2 3D-modell av museumsbygg hentet fra IDA-ICE, østvendt fasade.

Modellen tar utgangspunkt i materialer og tykkelser iht. Tabell 1, men oppgitt U-verdi har vært bestemmende. Det vil si noen tykkelser har blitt redusert eller økt for å treffe oppgitt U-verdi.

3.4 Solskjerming og skygger fra nærliggende objekter.

Museumsbygget har en stor glassfasade mot øst. Denne fasaden er i liten grad skjermet for sol fra nabobygg da det er en parkeringsplass på andre siden av vegen. Noen trær vil bidra til en viss grad av skjerming. Også mot vest er det større glassfasader, her vil det være noe mer skjerming fra nærliggende trær. Inkludert i IFC-modellen er ett av trærne som vil skygge for glassfasaden, de resterende modelleres som tomme bygningskropper.

Andre etasje vil få en dobbelfasade hvor det ytterste laget er av flettet treverk. Flettverket vil kun gi begrenset solskjerming ved direkte sollys. Flettverket vil likevel modelleres som en tett vegg ved vurdering av første etasje. Dette fordi flettverket vil kaste skygge på 1. etasje når solen står relativt høyt, da vil flettverket også gi tilnærmet tett skjerming. Dette er en forenkling som ikke vil være aktuell for andre etasje.

4 Resultat

Det er ønskelig å anvende mest mulig transparente glass i første etasje på museumsbygget og samtidig oppnå tilfredsstillende temperaturer ved høy solinnstråling, uten bevegelig solskjerming som persienner eller screens. Ventilasjonsmengder er i utgangspunktet fastsatt, og kjøling vil kun være aktuelt for tilluft gjennom ventilasjonsaggregatet.

For å oppnå tilfredsstillende temperaturer gjennom året vurderes maks operativ temperatur, antall timer over 26° C, antall timer over 28,4 °C og maks solinnstråling for ulike kombinasjoner av vindusglass og åpning av dører. Pilkingtons Optitherm S3 energispareglass vurderes opp mot ulike varianter av Pilkingtons Suncool serie med belagte solbeskyttelses- og energispareglass.

For alle simuleringer anvendes nattkjøling ved å kjøre høyere ventilasjonsmengder ved temperaturer over 23°C. Dette hindrer akkumulering av varme i bygget fra dag til dag.

4.1 Optitherm S3 uten vindu eller døråpning

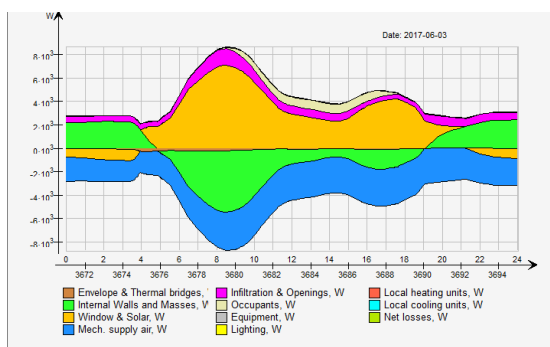
For tilfellet med Pilkingtons Optitherm S3 uten åpning av dører eller vinduer presenteres også energibalanser for å fremheve utfordringene i ulike soner.

Tabell 3 - Ingen tiltak for å redusere temperaturer

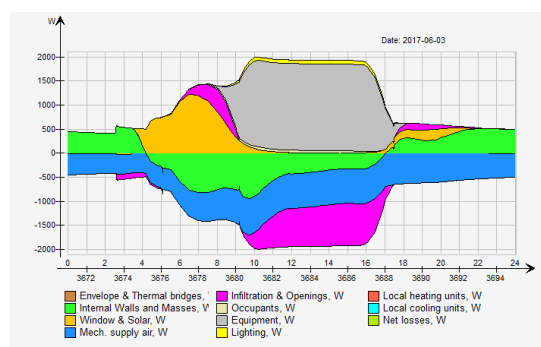
Sone	Maks operativ temperatur [°C]	Antall timer over 26 °C	Antall timer over 28,4 °C	Maks solinnstråling [W/m ²]
Anretning	29,4	589	46	90,5
Foajé og gang	29,4	466	16	68
Kafe	29,2	456	12	128
Hall i 2.etg	26,5	10	0	43
Utstillingsrom	21,8	0	0	0

Grunntilfellet viser ikke tilfredsstillende temperaturer i anretningsrom, foajé og gang og kafe, se Tabell 3. Tiltak for å redusere temperaturen om sommeren må implementeres. Tabellen viser også maks solinnstråling, som vil sammenlignes mellom de ulike valgene av vindusglass.

Termisk inneklima og solskjerming



Figur 3 - Energibalanse i kafe 03.06



Figur 4 - Energibalanse i anretningsrom 03.06

Figur 3 og Figur 4 er utdrag fra energibalansen i kafe og anretningsrom. Energibalansen viser hvordan solinnstråling angitt med oransje spesielt om morgenen fra øst er hoved bidrag til høye temperaturer i kafeen, mens varmetilskudd fra bruk av kjøkkenet angitt med grått dominerer i anretningsrommet.

4.2 Pilkington optitherm S3 og åpning av en dør i kafe

I kafeområdet til museet er det skissert dører som kan gi muligheten for lufting mot uteområder på varme dager. Denne simuleringen tar utgangspunkt i å åpne en dør når temperaturen overstiger 25 °C innendørs og valg av Pilkington Optitherm S3 som fasadeglass

Tabell 4 - Åpning av dør i kafe

Sone	Maks operativ temperatur [°C]	Antall timer over 26 °C	Antall timer over 28,4 °C	Max solinnstråling [W/m ²]
Anretning	28,1	108	0	90,5
Foajé og gang	27,8	62	0	68
Kafe	27,8	38	0	128
Hall i 2.etg	25,6	0	0	43
Utstillingsrom	21,8	0	0	0

Åpning av dør i kafe resulterer i noe lavere operative temperaturer i alle vurderte soner, og vesentlig lavere antall timer med temperaturer over 26 °C, se Tabell 4. Løsningen overstiger fortsatt kravet om <50 timer over 26°C. Åpning av dører kan muligens resultere i uønsket mye trekk.

Termisk inn klima og solskjerming

4.3 Pilkington suncool 30/17

Pilkington Suncool 30/17 er vinduet i Suncoolserien som gir lavest g-verdi (total transmittert solenergi), men også lavest t-verdi (lystransmisjon).

Tabell 5 - Pilkington Suncool 30/17

Sone	Maks operativ temperatur [°C]	Antall timer over 26 °C	Antall timer over 28,4 °C	Max solinnstråling [W/m ²]
Anretning	25,3	0	0	30
Foajé og gang	24,4	0	0	23
Kafe	24,7	0	0	45
Hall i 2.etg	23,1	0	0	15
Utstillingsrom	21,8	0	0	0

Fra Tabell 5 kan en se at Pilkington Suncool 30/17 ikke gir verdier over 26°C. Suncool 30/17 vil alene være en tilstrekkelig løsning for å unngå høye temperaturer i bygget. Tabellen viser også en vesentlig lavere solinnstråling enn i tilfellet med Optitherm S3.

4.4 Pilkington suncool 70/40

Pilkington Suncool 70/40 er vinduet i Suncool serien som gir høyest g-verdi, men er fortsatt noe lavere enn Pilkington Optitherm S3.

Tabell 6 - Pilkington Suncool 70/40

Sone	Maks operativ temperatur [°C]	Antall timer over 26 °C	Antall timer over 28,4 °C	Max solinnstråling [W/m ²]
Anretning	28,1	362	0	72
Foajé og gang	27,3	130	0	53
Kafe	26,9	120	0	101
Hall i 2.etg	25,2	0	0	34
Utstillingsrom	21,8	0	0	0

Suncool 70/40 viser ingen timer over 28,4 °C, og en god reduksjon i timer over 26° C sammenlignet med grunntilfellet. Verdiene overstiger likevel anbefalte verdier.

Termisk inn klima og solskjerming

4.5 Pilkington suncool 70/40 og åpen dør

Pilkington Suncool 70/40 og åpning av dør samtidig gir en relativt god reduksjon i maksimum temperatur og timer over 26 °C. En kombinasjon av disse to anses derfor som en mulig løsning.

Tabell 7 - Pilkington Suncool 70/40 og åpen dør

Sone	Maks operativ temperatur [°C]	Antall timer over 26 °C	Antall timer over 28,4 °C	Max solinnstråling [W/m ²]
Anretning	27,5	64	0	73
Foajé og gang	26,9	15	0	54
Kafe	27,0	9	0	101
Hall i 2.etg	24,9	0	0	34
Utstillingsrom	21,8	0	0	0

Tabell 7 viser kombinasjonen av Suncool 70/40 glass i første etasje og åpning av dør i kafeen når temperaturen overstiger 25 °C. På anretningsrommet overstiger temperaturen 26 °C totalt 64 timer, noe som er litt over arbeidstilsynets krav. Likevel kan løsningen trolig anses som tilstrekkelig, da det ikke er lagt inn forsert ventilasjon for kjøkkenet i modellen. Forsert ventilasjon vil fjerne større luftmengder fra kjøkkenet under bruk og redusere temperaturen til et akseptabelt nivå.

4.6 Pilkington suncool 70/35 og åpen dør

Pilkington Suncool 70/35 og åpning av kafe dør samtidig gir noe reduksjon i antall timer over 26°C og maksimum temperatur i forhold til Suncool 70/40.

Tabell 8 - Pilkington Suncool 70/35

Sone	Maks operativ temperatur [°C]	Antall timer over 26 °C	Antall timer over 28,4 °C	Max solinnstråling [W/m ²]
Anretning	27,1	34	0	66
Foajé og gang	26,3	4	0	49
Kafe	26,4	5	0	91
Hall i 2.etg	24,6	0	0	31
Utstillingsrom	21,8	0	0	0

Tabell 8 Tabell 7 viser kombinasjonen av Suncool 70/35 glass i første etasje og åpning av dør i kafeen når temperaturen overstiger 25 °C. På anretningsrommet overstiger temperaturen 26 °C totalt 34 timer i året, noe som er lavere enn arbeidstilsynets krav.

4.7 Kryssventilasjon/gjennomtrekk

En løsning for å øke nytten av naturlig ventilasjon på varme dager er kryssventilasjon. Det vil si å åpne vinduer i ulike ender av bygget for å skape gjennomtrekk. Gjennomtrekk kan skape asymmetriske temperaturer, noe som kan oppleves ubehagelig. For høy hastighet på gjennomtrekk kan også være forstyrrende ved at ting blåses rundt i bygget.

Gjennomtrekk oppnås i dette tilfellet ved å åpne døren i kafeen samtidig som takvinduet i hall i 2.etg åpnes.

Tabell 9 - Kryssventilasjon/gjennomtrekk

Sone	Maks operativ temperatur [°C]	Antall timer over 26 °C	Antall timer over 28,4 °C	Max solinnstråling [W/m ²]
Anretning	27,8	28	0	90,5
Foajé og gang	27,2	22	0	68
Kafe	26,9	14	0	128
Hall i 2.etg	25,5	0	0	43
Utstillingsrom	21,8	0	0	0

Resultatene fra kryssventilasjon i Tabell 9 viser maksimalt 28 timer over 26 °C og en maks temperatur på 27,8 °C. Dette kan også vurderes som en tilstrekkelig god løsning for å holde termisk komfort på et akseptabelt nivå.

5 Vurdering og konklusjon

Simuleringer gjennomført i IDA-ICE basert på IFC-modellen av «nytt museumsbygg i Brekkeparken» viser større utfordringer knyttet til termisk komfort. Store glassfasader i første etasje uten solskjerming slipper inn solinnstråling som om sommeren kan skape svært høye temperaturer, spesielt i tilknytning til østvendt fasade.

Ulike typer tiltak har blitt vurdert for å redusere temperaturen som følge av solinnstråling, endring av glassoppbygging og ventilering i form av åpning av dører og vinduer.

Det er tatt utgangspunkt i Optitherm S3 og Suncoolerien fra Pilkington som alternativer for glassfasade i førsteetasje.

Simuleringene viser at Optitherm S3 uten noen form for lufting er en utilstrekkelig løsning. Optitherm glass med åpen dør gir heller ikke tilstrekkelig lave temperaturer.

Suncool 30/17 slipper gjennom mindre enn halvparten av energien i forhold til Optitherm S3, dette resulterer også i vesentlig lavere temperaturer. Suncool 30/17 vil derfor alene være en god nok løsning for å tilfredsstillende kravene til termisk komfort. Suncool 30/17 har også lavere lystransmisjon, som ikke er ønskelig fra med tanke på dagslys og anses derfor ikke som en egnet løsning.

Suncool 70/40 er noe bedre enn Optitherm S3 med tanke på innetemperaturer, men er ikke tilstrekkelig alene. I sammenheng med åpen dør vil Suncool 70/40 gi nesten tilfredsstillende resultater med 64 timer over 26°C i anretningsrommet. Om det skal brukes forsert ventilasjon, vil det trolig bidra til at denne løsningen kommer under 50 timer over 26°C

Ved bruk av Suncool 70/35 og åpning av kafe dør vil temperaturen ikke overstige 26°C mer enn 34 timer. Dette anses som den beste løsningen for å møte kravene om innetemperatur, mens det samtidig anvendes så klare glass som mulig. Dette glasset har en lystransmisjon på 64 %.

Et annet alternativ for å redusere temperaturen i utsatte soner er kryssventilasjon. Kryssventilasjon er i prinsippet å skape trekk gjennom bygget ved å åpne vinduer eller dører i motsatt ende, gjerne i ulike høyder. Dette gjennomføres ved å åpne en dør i kafe området og takvinduet i andre etasje. Simuleringene viser at også dette vurderes som tilfredsstillende med 28 timer over 26 °C

Bevegelig solskjerming anses ikke som nødvendig for første etasje da flere av de aktuelle løsningene gir tilfredsstillende inneklima.