

Prosjekt:

Sjukehuset Nordmøre og Romsdal

Tittel:

C.2 Termisk inneklima Psykiatri- og habiliteringsbygg



Kontraktør/leverandørs logo:		Bygg nr:	Etasje nr.:	Systemgr.:	Antall sider:	
		1240	0		11 + bilag	
Prosjekt:	Utgivernr:	Fag:	Dok.type:	Løpenr:	Rev.nr.:	Status:
SNR	8302	Y	NO	0003	01	I

01	Konkurransesgrunnlag	07.10.21	MAGA	ESOL	MAGA
Rev.	Beskrivelse	Rev. Dato	Utarbeidet	Kontroll	Godkjent



HELSE MØRE OG ROMSDAL
Sjukehuset Nordmøre og Romsdal

Innhold

1	Oppsummering.....	3
2	Innledning.....	3
3	Kriterier for tilfredsstillende inneklime	4
3.1	Forskriftskrav.....	4
3.1.1	TEK17 §13-4 Termisk inneklime.....	4
3.1.2	Arbeidsmiljøloven.....	4
3.2	Prosjektspesifikke krav	4
4	Inndata	5
4.1	Bygningsmessige inndata	6
4.2	Glasskvaliteter	6
4.3	Tekniske inndata.....	6
4.4	Internlaster	6
4.5	Klimadata.....	7
5	Beregningsresultater med tiltak.....	8
5.1	Psykiatri- og habiliteringsbygget	8
5.1.1	Tiltak	10
5.2	Gangbroer.....	10
	Bilag.....	12

1 Oppsummering

Det er utført inneklimasimuleringer for rom med ulike funksjoner, internbelastning, fasadeutforming (glassareal og orientering) og i ulike etasjer. Det er fokusert på sommerforhold. Alle simulerte rom oppnår tilfredsstillende inneklima ved ulike tiltak, vurdert mot både krav i TEK17 og prosjektspesifikke krav. Nedenfor følger en kort oppsummering. Resultatene ansees å være representative for lignende rom.

- Det er lagt til grunn sikkerhetsglass med en forholdsvis god solfaktor (g-verdi 0,37) på størstedelen av bygget. Omfang avklares i neste fase.
- Det er lagt til grunn utvendig solavskjerming i form av screen på alle fasader, foruten gangbroer og rom på bakkeplan i atrium som har soldempende glass.
- Sengerom oppnår tilfredsstillende inneklima med forutsatte inndata uten tiltak.
- Rom på bakkeplan mot atrium får stort varmetilskudd fra sol da det ikke er ønskelig med utvendig solavskjerming. Her må glassarealet reduseres. Rom som i tillegg har høye internlaster (kontor) må i tillegg ha lokal kjøling. Bruk av en form for utvendig solavskjerming må vurderes i neste fase for å redusere kjølebehovet.
- Rom med høye internlaster (kontorer, møterom) får temperaturer over 26 °C selv med utvendig solavskjerming. For å redusere varmetilskudd fra indirekte sol (før screens aktiviseres) anbefales det at vindusarealet reduseres. I tillegg må luftmengdene økes med 30 %.
- Dagligstuer, aktivitetsrom o.l. med utvendig solavskjerming har forholdsvis lave internlaster og god ventilasjon slik at inneklimaet blir akseptabelt uten øvrige tiltak.
- Gangbroer mellom psykiatri- og habiliteringsbygget og somatikk er forutsatt med soldempende glass. For å redusere temperaturen på sommerhalvåret må det iverksettes andre tiltak. Automatisk styrte lufteluker i kombinasjon med utvendig brem bidrar til at innetemperaturen holder seg lik og lavere enn 31 °C, men det blir temperaturer over 28 °C omtrent 75 timer i løpet av året. Hvis dette ikke er akseptabelt må glassarealet reduseres. Dette må vurderes nærmere i neste fase. Form for utvendig solavskjerming videreutvikles også.

Det er generelt forutsatt utvendig solavskjerming på alle fasader foruten nord og på rom på bakkeplan i atrium, samt kjøling via ventilasjonsanlegget.

Inneklima må sees i sammenheng med bla. energi og dagslys. F.eks. dersom dagslyskrav stiller krav til økt glassareal, må dette sjekkes opp mot inneklima og energi. Inneklimaberegninger og -notat må derfor oppdateres, videreutvikles og valideres i videre prosjektering.

2 Innledning

Det er utført inneklimavurderinger av utvalgte rom i det nye psykiatri- og habiliteringsbygget på Hjelset for å verifisere at inneklimaet er tilfredsstillende, samt kartlegge behovet for solavskjerming og ev. tilleggskjøling og andre tiltak. Beregninger fra forprosjektet er oppdatert da byggets utforming er videreutviklet.

Inneklimavurderingene er utført i det dynamiske simuleringsprogrammet IDA ICE (IDA Indoor Climate and Energy) versjon 4.8. Beregninger er basert på NS-EN ISO 7730:2005 "Ergonomi i termisk miljø –

Analytisk bestemmelse og tolkning av termisk velbefinnende ved kalkulering av PMV- og PPD-indeks og lokal termisk komfort".

3 Kriterier for tilfredsstillende inneklime

3.1 Forskriftskrav

Plan- og bygningslovens tekniske forskrift, TEK17, omhandler krav til termisk komfort (§13-4). I tillegg setter Arbeidsmiljøloven §4-4 krav til det fysiske arbeidsmiljøet, og da også til termisk inneklime. Kravene er kort beskrevet nedenfor.

3.1.1 TEK17 §13-4 Termisk inneklime

1. "Termisk inneklime i rom for varig opphold skal tilrettelegges ut fra hensynet til helse og tilfredsstillende komfort ved forutsatt bruk".

Veiledningen anbefaler at operativ temperatur holdes innenfor følgende temperaturnivåer (operativ temperatur er samlet virkning av lufttemperatur og termisk stråling):

- 19-26 °C ved lett arbeid
- 16-26 °C ved middels arbeid
- 10-26 °C ved tungt arbeid

"Med unntak for situasjoner med feil ved anlegg eller andre driftsforstyrrelser, bør de laveste grensene alltid kunne holdes. 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 (se meteorologiske statistiske data for maksimaltemperaturer)". "Lufttemperaturforskjell over 3-4 °C mellom føtter og hode gir uakseptabelt ubehag, likeså daglig eller periodisk temperaturvariasjon utover ca. 4 °C".

2. "I rom for varig opphold skal minst ett vindu eller én dør kunne åpnes mot det fri og til uteluft".
3. "Annet ledd gjelder ikke for rom i arbeids- og publikumsbygg der åpningsbare vinduer er uønsket ut fra bruken".

3.1.2 Arbeidsmiljøloven

Veiledning best.nr. 444 til arbeidsmiljøloven inneholder anbefalinger til termisk inneklime. Anbefalingene er stort sett lik som de i teknisk forskrift. Standarden ISO 7730:2005 "Ergonomi i termisk miljø. Analytisk bestemmelse og tolkning av termisk velbefinnende ved kalkulering av PMV- og PPD-indeks og lokal termisk komfort", ligger til grunn for yrkesbygg med forholdsvis lett fysisk arbeid.

3.2 Prosjektspesifikke krav

Kravdokument energi og miljø, og derav miljøoppfølgingsplanen (MOP), setter krav til bl.a. termisk miljø:

I rom for varig opphold skal termisk inneklime tilfredsstillende krav i romdatabasen, dRofus.

Det er pr. nå ikke angitt spesifikke krav i dRofus, slik at det tas utgangspunkt i forskriftskrav.

Gangbroer mellom somatikk og psykiatri- og habiliteringsbygget skal holdes halvklimatisert, der temperaturgrensen foreløpig er satt til 28 °C, der denne kan overskrides i maks 100 timer ila. året.

Det foreslås å ta utgangspunkt i kategori I (høyt forventningsnivå, egnet for rom med svært sensitive og sårbare personer) for sengerom og kategori II (normalt forventningsnivå, typisk nybygg) for øvrige rom. Krav til PPD og PMV for disse kategoriene er omtalt i NS-EN 16798-1:2019, og vist i tabell under.

TABELL 3-1 KRAV TIL PPD OG PMV ANGITT I NS-EN 16798.

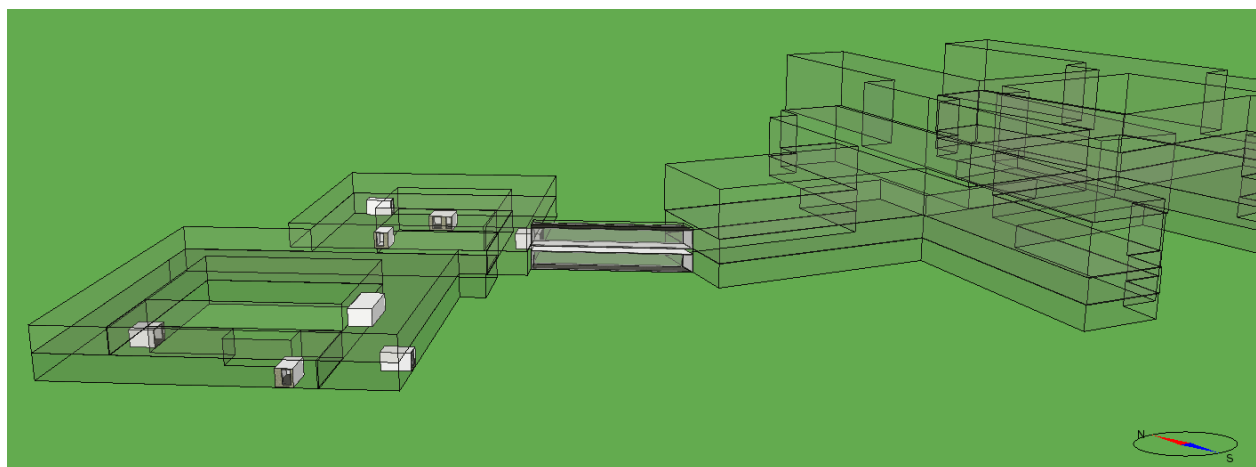
Table B.1 — Default categories for design of mechanical heated and cooled buildings

Category	Thermal state of the body as a whole	
	Predicted Percentage of Dissatisfied PPD %	Predicted Mean Vote PMV
I	< 6	$-0,2 < PMV < + 0,2$
II	< 10	$-0,5 < PMV < + 0,5$
III	< 15	$-0,7 < PMV < + 0,7$
IV	< 25	$-1,0 < PMV < + 1,0$

4 Inndata

Det er kjørt inneklimasimuleringer for utvalgte rom. Det er valgt ut 8 soner i psykiatri- og habiliteringsbygget som ansees å være representative for de øvrige rommene, samt at gangbroer mellom psykiatri- og habiliteringsbygget og somatikk er simulert. Simulerte rom har også en orientering, glassandel og/eller internlast som kan bidra til høy ekstern og/eller intern varmebelastning. Basert på resultatene er det gjort en vurdering av behovet for kjøling, luftmengder og solavskjerming.

Det er tatt utgangspunkt i tegningsunderlag datert 30.09.2021 og IFC-modell lastet ned 14.09.2021. Se vedlagte PDF-er for visning av simulerte soner i plan. Figur under viser utsnitt fra beregningsmodell i IDA ICE.



FIGUR 4-1 UTSNITT FRA BEREGNINGSMODELL I IDA ICE DER PSYKIATRI- OG HABILITERINGSBYGGET LIGGER MOT VEST (TIL VENSTRE I FIGUR).

4.1 Bygningsmessige inndata

Det er simulert med følgende inndata som er sentrale for termisk miljø:

- Standard yttervegger 250 mm bindingsverk og innvendig gips.
- Innervegger av isolert bindingsverk med gips.
- Etasjeskiller i betong med gulvbelegg og nedsenket himling (lydabsorberende himling).
- Himlingshøyde 3 m, 3,5 m i gangbroer.

U-verdier iht. energikonsept.

4.2 Glasskvaliteter

TABELL 4-1 INNDATA GLASS OG SOLAVSKJERMING

	Lokasjon	g-verdi glass	Type solavskjerming	Total g-verdi (glass + solavskjerming)	U-verdi vindu (glass inkl. karm/ramme) [W/m ² K]	Kommentar
Psykiatri	Sikkerhetsglass	0,37	Utvendig screen	0,08	0,9	Utvendig screen på alle fasader
	Mot atrium på bakkeplan	0,25	I glasset	0,25	0,9	Ingen ekstern solskjerming, kun solfilm.
	Gangbroer mellom psykiatri og somatikk NØ og SV	0,25	I glasset, samt vertikale lameller		0,9	300 mm dype lameller, avstand 300 mm

Det er beregnet med en karmandel på 15 % i gangbroer og glassfasader, og 20 % for øvrig.

Solavskjermingen aktiveres automatisk ved en utvendig solflux på 150 W/m².

4.3 Tekniske inndata

Følgende sentrale ventilasjonstekniske inndata er benyttet:

- Tilluftstemperatur 18 °C (konstant temp. pga. kjølebatteri)
- Konstante luftmengder på sengerom med driftstid hele døgnet.
- Konstante luftmengder i gangbroer med driftstid hele døgnet (4 m³/m², grunnventilasjon).
- Behovstyrte luftmengder for øvrig (temperatur og CO₂-styrt). Driftstiden er satt 2 timer lengre enn brukstiden til rommet (1 time før og 1 time etter), med nattventilasjon utenfor driftstid.

Benyttede luftmengder er angitt i avsnitt under, og hentet fra luftmengdeberegning utført av RIV.

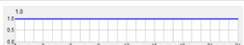
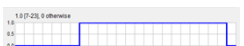
4.4 Internlaster

Personbelastning og angivelse av teknisk utstyr er hentet fra dRofus. Det er derfra antatt et varmetilskudd fra utstyr og personer (80 W), se tabell under. Det er antatt at ca. halvparten har bærbar PC i møterom (effekt pr. enhet er angitt i tabell under, á W). Brukstiden er også hentet fra dRofus, men korrigert for antatte variasjoner ila. dagen. Antall personer er satt med bakgrunn av gjennomsnittlig antall personer i rommet over 2 timer, angitt i dRofus. Det er videre antatt et

bekledningsnivå på $0,85 \pm 0,25$ clo for alle rom bortsett fra sengerom der bekledningsnivået er satt til $1,5 \pm 0,25$ clo.

Gjennomsnittlig effektbehov til belysning er foreløpig angitt til 7 W/m^2 (fra RIE), der det forutsettes at varmetilskuddet er lik effektbruken.

TABELL 4-2 INTERNLASTER OG LUFTMENGDER MED DRIFTSTIDER.

Nr	Rom	Etasje/orientering	Areal [m ²]	Antall personer	Teknisk utstyr	Effekt [W]	Lys [W/m ²]	Driftstid intern-laster	Luft-mengde [m ³ /hm ²]	Driftstid ventilasjon	Person-belastning
1	Sengerom	U2 S	14	1 person	Ingen	0	7	24 timer	8,00	Hele døgnet	
2	Sengerom	U2 Ø	14	1 person	Ingen	0	7	24 timer	8,00	Hele døgnet	Som nr. 1
3	Dagligstue mot atrium	U2 Ø	16,8	4 personer	Ingen	0	7	brukstid 16 timer	15,00	kl.06-24, natt-ventilasjon	
4	Aktivitetsrom atrium	1.etg V	32,8	4 personer	Ingen	0	7	brukstid 16 timer	15,00	kl.06-24, natt-ventilasjon	Som nr. 3
5	Kontor atrium	1.etg S	24	4 personer	pc med skjerm	4 stk å 150	7	brukstid 12 timer	8,00	kl.06-20, natt-ventilasjon	
6	Møterom	1.etg Ø	21	12 personer	AV-utstyr og IT, bærbare PC-er	6 stk å 50 W + 500 W	7	brukstid 12 timer	22,00	kl.06-20, natt-ventilasjon	
7	Kontor	2.etg S	11	1 person	pc med skjerm	150 W	7	brukstid 12 timer	8,00	kl.06-20, natt-ventilasjon	Som nr. 5
8	Kontor atrium	2.etg Ø	11	1 person	pc med skjerm	150 W	7	brukstid 12 timer	8,00	kl.06-20, natt-ventilasjon	Som nr. 5

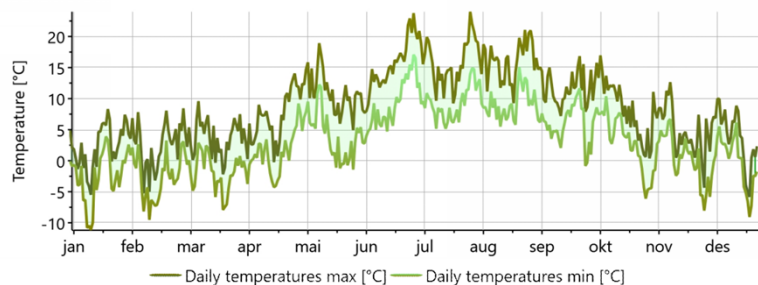
4.5 Klimadata

Det er benyttet klimadata for Hjelset. Siden Hjelset ikke har egen værstasjon, er klimadata generert fra ulike representative værstasjoner i Meteonorm.

Ved vurdering av termisk inneklime er det tatt utgangspunkt i dimensjonerende sommerdøgn, n_{50} . Denne er for Hjelset satt til $23 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Maksimaltemperaturen under n_{50} er utetemperaturen som overskrides 50 timer på sommeren i et normalår. n_{50} -temperaturen har derfor allerede tatt hensyn til at 50 timer kan overskrides i året, slik at det ikke er tillatt med noen timer med operativ temperatur over $26 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ved en slik beregning.

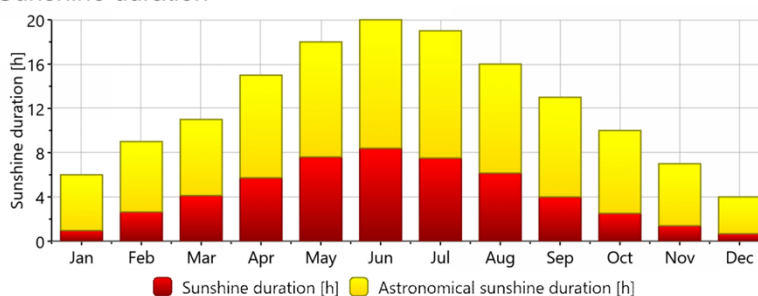
I figurer nedenfor er det presentert klimadata for temperaturer og solstråling (varighet og energi) for Hjelset.

Daily temperature



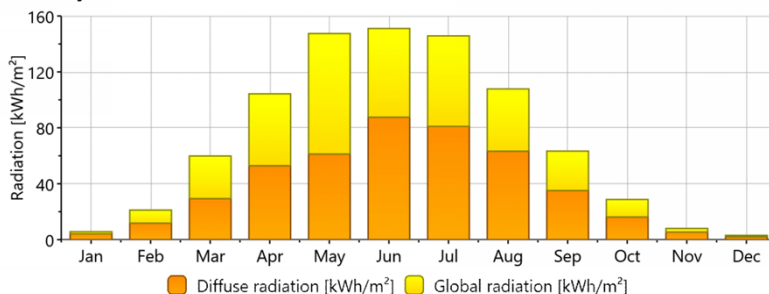
FIGUR 4-2 UTELUFTEMperaturer [UTSKRIFT GENERERT FRA METEONORM].

Sunshine duration



FIGUR 4-3 VARIGHET PÅ SOLSKINN, DIFFERENSIERT PÅ DIREKTE (RØDT) OG DIFFUS STRÅLING (GULT) [UTSKRIFT GENERERT FRA METEONORM].

Monthly radiation



FIGUR 4-4 MÅNEDLIG ENRGITILSKUDD FRA SOL, FORDELT PÅ DIFUS (ORANGE) OG DIREKTE (GULT) STRÅLING [UTSKRIFT GENERERT FRA METEONORM].

5 Beregningsresultater med tiltak

5.1 Psykiatri- og habiliteringsbygget

Høyeste operative temperatur som oppnås i utvalgte rom i driftstiden er angitt i tabell under. Dette ved dimensjonerende sommerdøgn, n_{50} , for Hjelset.

TABELL 5-1 BEREGNET OPERATIV TEMPERATUR I BEREGNINGSSONENE.

Sone nr.	Rom	Etasje/orientering	Vindusareal [m ²]	Operativ temperatur [°C]	Kommentar
1	Sengerom	U2 S	3,5	23,2	Ok
2	Sengerom	U2 Ø	3,5	22,9	Ok
3	Dagligstue mot atrium	U2 Ø	9,3	27,5	Høy solbelastning da rommet ligger på bakkeplan og har ikke utv. solavskjerming. Stort glassareal.
4	Aktivitetsrom atrium	1.etg V	12,7	23,6	Ok
5	Kontor atrium	1.etg S	7,5	31,0	Høye internlaste (person og utstyr) og høy solbelastning på ettermiddag da rommet ligger på bakkeplan og derav ikke har utv. solavskjerming.
6	Møterom	1.etg Ø	4,9	27,1	Høye internlaste (person og utstyr)
7	Kontor	2.etg S	3,5	27,6	Høye internlaste (person og utstyr) og solvarme fra vinduer
8	Kontor atrium	2.etg Ø	4,3	26,9	Høye internlaste (person og utstyr) og solvarme fra vinduer

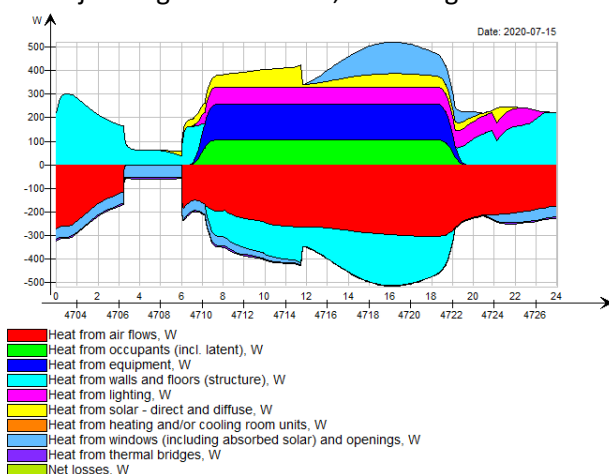
Som en ser fra resultattabellen, vil flere av rommene få temperaturer over akseptabel grense på 26 °C. Det må derfor gjøres tiltak på disse og tilsvarende rom.

Sengerom oppnår tilfredsstillende inneklima uten tiltak. De har lave internlaste og utvendig solavskjerming i form av screen som reduserer solvarmen fra vinduer effektivt. Vindusflatene har også en fornuftig størrelse sett opp mot rommets størrelse og geometri.

Aktivitetsrom mot nordvest har store vindusareal og får varmetilskudd fra indirekte sol før den utvendige solavskjermingen aktiveres. Grunnet lave internlaste og tilstrekkelig med luftmengder får rommet likevel akseptable temperaturer.

Rom på bakkeplan mot atrium er foreløpig tenkt uten utvendig solavskjerming grunnet sikkerhet. Disse rommene får et høyt varmetilskudd fra vinduer, selv om det er soldempende glass.

Kontorer og møterom har høye internlaste fra personer og teknisk utstyr, i tillegg til at rom med et høyt vindusareal får varmetilskudd fra absorbert varme i glasset og indirekte varme før solavskjermingen aktiviseres, se utdrag fra varmebalansen i figur under.



FIGUR 5-1 VARMEBALANSEN I KONTOR I 2.ETG MOT S.

Forslag til tiltak og innvirkningen av disse presenteres i etterfølgende avsnitt.

5.1.1 Tiltak

Det er valgt å se på tiltak på bygningsutformingen for å redusere kjølebehovet (reduisert vindusareal). Det er også sett på korrigerende aktive tiltak, derav økte luftmengder og lokal kjøling. Behov for kjøling bør hovedsakelig reduseres først.

1. Redusert vindusareal:

TABELL 5-2 OPERATIV TEMPERATUR ETTER REDUSERTE VINDUSAREAL.

Sone	Vindusareal før [m²]	Vindusareal etter [m²]	Operativ temperatur [°C]
3 Dagligstue mot atrium U2 Ø	9,3	6,45	25,8
5 Kontor atrium 1.etg S	7	5,5	30,2
6 Møterom 1.etg Ø	4,9	4,9	27,1
7 Kontor 2.etg S	3,5	2,75	27,2
8 Kontor atrium 2.etg Ø	4,3	2,75	26,4

Som en ser fra tabellen vil redusert vindusareal ha effekt på alle rom bortsett fra møterom som ikke har redusert vindusareal grunnet liten solbelastning fra før. Vindusarealet var særlig høyt på dagligstuen, og her er vindusareal redusert mye. Dette bidrar til at rommet får tilfredsstillende inneklima. Operativ temperatur er likevel over akseptabelt nivå på øvrige rom, og det må i tillegg gjøres andre tiltak.

2. Økte luftmengder i tillegg til redusert vindusareal:

Luftmengder er økt med 30 %.

TABELL 5-3 OPERATIV TEMPERATUR ETTER REDUSERTE VINDUSAREAL OG ØKTE LUFTMENGDER MED 30 %.

Sone	Luftmengder før økning [m³/m²h]	Luftmengder etter økning [m³/m²h]	Operativ temperatur [°C]
5 Kontor atrium 1.etg S	8,00	10,4	28,7
6 Møterom 1.etg Ø	22,00	28,6	25,7
7 Kontor 2.etg S	8,00	10,4	26,1
8 Kontor atrium 2.etg Ø	8,00	10,4	25,3

Økte luftmengder bidrar til tilfredsstillende temperaturforhold i alle rom bortsett fra på kontor på bakkeplan mot atrium som ikke har utv. solavskjerming. Her er varmetilskuddet fra sol for stort. Det må derfor installeres lokal kjøling her og på tilsvarende rom (arbeidsplasser mot atrium på bakkeplan).

Etter tiltak vil samtlige simulerte rom oppnå en PPD (forventet andel misfornøyde) på under 6 % for sengerom og under 10 % på øvrige rom, noe som er iht. anbefalinger.

5.2 Gangbroer

Tabell nedenfor viser beregningsresultater fra referansealternativet (g-faktor til glass på 0,25 både mot nord og sør, 100 % glass i fasade foruten dekkeforanker).

TABELL 5-4 OPERATIV TEMPERATUR VED DIMENSJONERENDE SOMMERFORHOLD OG ANTALL TIMER OVER 28 °C FOR GANGBROER I MELLOMBYGGET OG GANGBROER MOT PSYKIATRI- OG HABILITERINGSBYGGET.

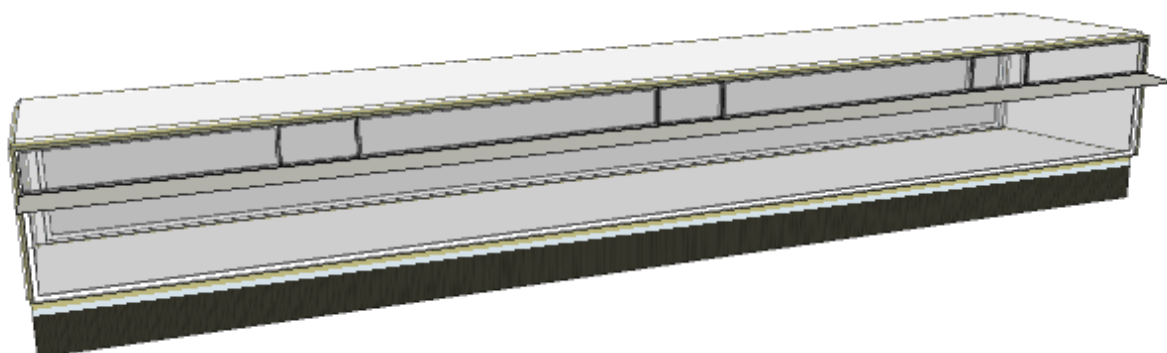
Rom	Etasje/ orientering	Operativ temperatur [°C]	Antall timer over 28 °C
Plan 1	NØ/SV	36,3	520
Plan 2	NØ/SV	37,9	838

Operativ temperatur i gangbroer mellom somatikk og psykiatri- og habiliteringsbygget overstiger antall timer over 28°C med mer enn 100 timer i året. Selv om gangbroene ansees å være halvklimatiske, blir det for høye temperaturer for at dette kan ansees som akseptabelt.

Det er ønskelig med størst mulig transparens i gangbroene, og det er derfor sett på tiltak uten å redusere glassarealet. Følgende to tiltak er vurdert:

1. Lufteluker 3 stk. på hver fasade på hver etasje på et areal på 1,8 m² (topphengt)
2. Lufteluker og horisontal brem på 1,2 m dybde mot sør med transparens 30 %, se figur under.

Lufting er forutsatt automatisk styrt etter både inne- og utetemperatur. Det er beregnet med et åpningsbart vindu på 1,8*1 m, der halvparten av høyden åpnes, krysslufting.



FIGUR 5-2 GANGBRO MED LUFTEVINDU OG BREM (ALTERNATIV 2).

TABELL 5-5 OPERATIV TEMPERATUR OG ANTALL TIMER OVER 28 °C VED DE ULIKE ALTERNATIVENE (OPPSUMMERT FOR ALLE ETASJER).

Tiltak	Operativ temperatur [°C]	Antall timer over 28 °C
1 Lufting	32	86-127
2 Lufting og brem	31	56-73

Som en ser fra beregningsresultatene vil det fremdeles bli varmt i gangbroene, og da særlig i plan 2 grunnet størst solbelastning og absorbert varme fra tak. Selv om gangbroene er å betrakte som halvklimatiserte og er fysisk lukket mot tiliggende psykiatri- og habiliteringsbygg og somatikkbygg, vil det oppleves som varme transportpassasjer. Hvis ikke disse temperaturforholdene er akseptable, må glassarealet reduseres. Dette må samhandles med byggherre i neste fase.

Bilag

Bilag A Angivelse av beregnede soner, glasskvalitet og solavskjerming.

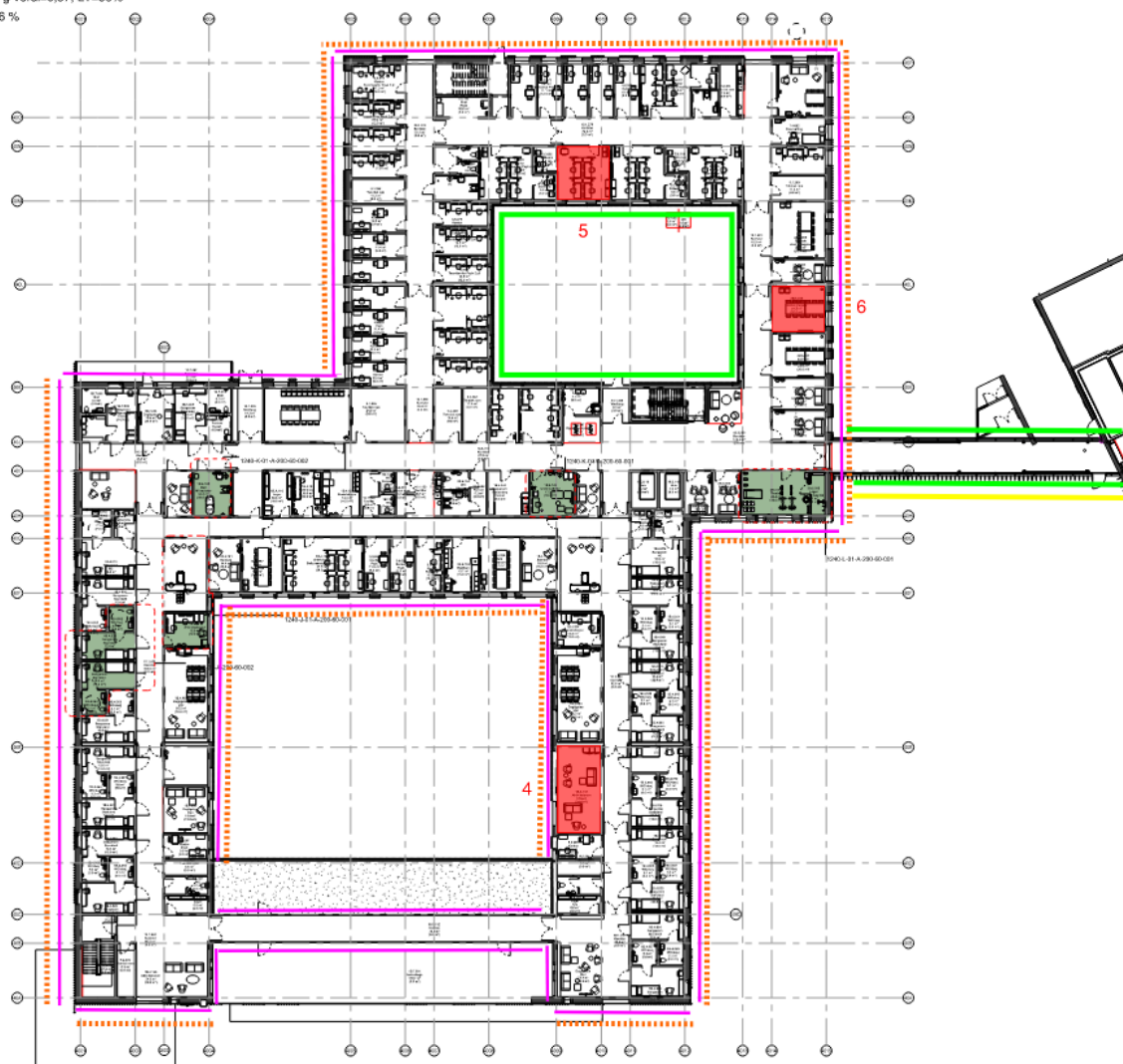
Plan U2:

- Standard sikkerhetsglass, g-verdi=0,37, LT=56%
- Glass g-verdi=0,25, LT=46 %
- Utvendig screen



1.etg:

- Standard sikkerhetsglass, g-verdi=0,37, LT=56%
■ Glass g-verdi=0,25, LT=46 %
■ Utvendig screen
■ Utvendig brei, vertikale lameller e.l.



2.etg:

- Standard sikkerhetsglass, g-verdi=0,37, LT=56%
- Glass g-verdi=0,25, LT=46 %
- Utvendig screen
- Utvendig brem, vertikale lameller e.l.

