



## NOTAT

OPPDRAAG	Arena Fredrikstad	DOKUMENTKODE	+BY5619A-K-82-01
EMNE	Premissnotat for inneklimaprosjektering (Design fase)	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	Fredrikstad kommune	OPPDRAAGSLEDER	Kjetil Fosser
KONTAKTPERSON	Nina Merete Stene Wilhelmsen	SAKSBEHANDLER	Solveig Blandkjenn

## SAMMENDRAG

Inneklimakravene til prosjektet er kartlagt, og det skal følges krav til inneklimaklasse 2 i NS-EN 16798-1:2019. Personlaster hentes fra plantegninger og romprogram, og brukskurver må etableres for de ulike rommene. Det forutsettes energieffektivt teknisk utstyr og belysning, og utstyr i spesialrom må avklares med bruker. Friskluftmengder fastsettes etter krav i teknisk forskrift, og det forutsettes lavemisjonsmaterialer. Inneklimaberegningene skal gjøres med IDA ICE 4.8, eller tilsvarende programvare, på utvalgte soner som til sammen er representative for alle soner i bygget.

REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV
00	14.10.2020	Utsendelse	SOB	AFL	AFL

## Innholdsfortegnelse

1	Innledning .....	3
2	Inneklimakrav .....	3
2.1	TEK 17 .....	3
2.2	Veiledning fra Arbeidstilsynet .....	3
3	Generelle forutsetninger for inndata til inneklimasimuleringer .....	3
3.1	Personlast .....	3
3.2	Teknisk utstyr og lys.....	4
3.3	Ventilasjon .....	4
4	Beregningsmetode.....	4
5	Vrimlearealer med glassfasader .....	5
5.1	Beregninger med Microshade .....	6
5.1.1	Vinduer og Microshade .....	6
5.1.2	Soner til simulering.....	7
5.1.3	Inndata til simulering.....	8
5.1.4	Resultater.....	8

## 1 Innledning

Dette notatet inneholder oversikt over forutsetninger for simulering og dokumentering av inneklimakrav i Arena Fredrikstad.

## 2 Inneklimakrav

### 2.1 TEK 17

I TEK17 stilles det følgende krav til inneklima i §13-4 (1): *Termisk inneklima i rom for varig opphold skal tilrettelegges ut fra hensynet til helse og tilfredsstillende komfort ved forutsatt bruk.*

I veiledningen i TEK 17 står det videre:

- Det anbefales at lufttemperatur så langt som mulig holdes under 22 °C når det er oppvarmingsbehov.
- Lufttemperatur tilpasses rommets funksjon og bruk, og muligheter for individuelle reguleringsmuligheter bør tilstrebes.
- For lett arbeids anbefales det å holde operativ temperatur mellom 19 og 26 °C.
- 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.

### 2.2 Veiledning fra Arbeidstilsynet

I veiledningen *Klima og luftkvalitet på arbeidsplassen* anbefaler Arbeidstilsynet å holde operativ temperatur mellom 19 og 26 °C. Overskridelser av den høyeste grensen bør man kunne akseptere i varme sommerperioder ved utelufttemperatur over 22 °C. Men overskridelsen bør ikke utgjøre mer enn 50 timer pr. år i lokalenes brukstid.

### 2.3 Prosjektspesifikke inneklimakrav

Bygget skal prosjekteres i samsvar med inneklimaklasse 2 i NS-EN 16798-1:2019.

## 3 Generelle forutsetninger for inndata til inneklimasimuleringer

### 3.1 Personlast

Varmeavgivelse fra personer avhenger av aktivitetsnivå og påkledning. Det foreslås påkledning på 0,8 +/- 0,3 CLO, hvor påkledning tilpasses til årstid og aktuell temperatur i rommet. Aktivitetsnivå tilpasses til de ulike romtypene. I møterom, kontorer og kantiner foreslås det aktivitetsnivå 1,2 met. Det må avklares i prosjektet hvilke aktivitetsnivåer man skal regne med i idrettshallene og treningslokalene.

Det generelle prinsippet for å bestemme internlast er:

- Maksimal personbelastning fra romfunksjonsprogram/plantegninger legges til grunn for beregninger
- I rom med variasjon i personbelastning (f.eks vringlearealer eller møterom) brukes maksimal personbelastning i kombinasjon med brukerprofil over dagen.
- Normal brukstid (fra romfunksjonsprogram) legges til grunn

### 3.2 Teknisk utstyr og lys

Det forutsettes generelt at det benyttes moderne og energieffektivt utstyr. En miks av laptop og nettbrett legges til grunn for utstyrlasten i kontorer og møterom.

Varmebelastninger i spesialrom skal avklares med bruker, og er foreløpig ikke beskrevet i dette notat.

Tabell 1 Typiske interne laster for IT som legges til grunn i inneklimasimuleringer, og dimensjonering av kjøling og ventilasjon.

<b>Interne belastninger, brukerprofiler, forutsetninger for luftmengder mm.</b>				
Utstyr	Antall	Effekt drift [W] [W/m <sup>2</sup> ]	Effekt utenom drift [W] [W/m <sup>2</sup> ]	Merknad referanse
Laptop [W]		25	0,5	Forutsatt for moderne laptop ihht krav i Energy Star merket.
Lap top lader [W]		25	0,5	Effektbruk kan være flere (fra 10-40 W + forbruk på laptop)
Skjerm [W]		35	0,5	23-25" skjerm ihht krav i Energy Star merket. Opløsning 1920x1200. P = 6 x 1,92x1,2+0,06x390-4= W
Stasjonær PC [W]		50	0,5	Forutsatt for moderne PC ihht Energy Star merket. Anslått tall for stasjonære PCer i dag fra 30 til 100 W avhengig av ytelse
Stasjonær PC kraftig [W]		150	0,5	Forutsatt for moderne PC ihht Energy Star merket. Anslått tall for stasjonære PCer i dag fra 30 til 300 W avhengig av ytelse
I-pad/phone (lader) [W]		10	0	5V*2,1A*0,5 = 5W (plugges ut utenfor drift) - 50% forutsatt å lade
I-pad [W]		10	0	Anslag
Hev/senkpult + diverse [W]		5	0,5	Diverse ladere mm. Parasittstrøm
Bordlampe [W]		10	0,5	LED lampe ikke tent i dimensjonerende situasjon på sommeren
Prosjektor / skjerm [W]		150	5	
Smartboard [W]		150	5	
Almen belysning [W/m <sup>2</sup> ]		4		Lys forutsettes på i brukstiden der det ikke er dokumentert at dagslys tilfredstilles med solavskjerming på

### 3.3 Ventilasjon

Friskluftmengder fastsettes ut fra krav i teknisk forskrift, og forutsetter at det brukes lavemisjonsmaterialer.

Det kan også vurderes bruk av hybrid ventilasjon til nattekjøling av soner mot glassfasade. Dette er i samsvar med «PBA 12 – 2.08 Dersom bygget trenger kjøling skal frikjøling alltid vurderes, f.eks. vha. luft nattestid eller vann vha. pumper der det er mulig»

## 4 Beregningsmetode

Simuleringer skal utføres med beregningsprogrammet Ida Ice, versjon 4.8, eller tilsvarende. Det skal utføres beregninger for typiske rom, som samlet vurderes til å beskrive alle belastningstilfeller i bygget.

## 5 Vrimlearealer med glassfasader

På plan 2 og 3 er det glassfasade mot alle himmelretninger. Det er viktig å unngå overtemperaturer her, både for termisk komfort og for total energibruk i Arena. Det kan også oppstå uheldige termiske effekter (f.eks tåke) hvis varm luft fra vrimlearealene treffer den kalde luften i ishallen.

Det ble vurdert flere strategier for å holde temperaturen i disse sonene nede, se Tabell 2.

**Grunnscenario:** Omrøringsventilasjon og Microshade-D. Det ble gjort en simulering som viste 323 h med  $T_{op} > 26$  °C med dette scenarioet, og det var nødvendig med tiltak.

**Lavere g-verdi:** Omrøringsventilasjon og lavere g-verdi på vindu og solavskjerming. Denne løsningen reduserer behovet for kjøling i sonen, og anses derfor som god. Det er mulig å senke g-verdien ved å ha bevegelig solavskjerming, eller ved å velge glass med lavere g-verdi enn i grunnscenarioet.

**Fortrengningsventilasjon:** Det er god takhøyde i sonene, og det er mulig å utnytte dette med fortrengningsventilasjon, hvor det er lavere temperatur i oppholdssonen enn oppunder taket. Det var ikke lagt opp til dette i prosjektet, da det krever litt areal langs gulv og vegger.

**Vinduslufting:** Det er mulig å spe på omrøringsventilasjonen med åpningsbare luker i fasaden som kjøler sonene. Dette er spesielt effektivt i dette tilfellet hvor tilstedeværelsen er størst på kvelden når temperaturen er lavere. Det har imidlertid ikke vært ønsket med vinduslufting i prosjektet så det ble besluttet å prøve å løse det med andre tiltak.

**Lokal kjøling:** Å sette inn lokale kjøling i områdene som får overtemperatur er en sikker måte å løse problemet på, men det krever store tekniske installasjoner og økt energibruk. Dette er dermed aller siste utvei, hvis ingen andre løsninger fungerer.

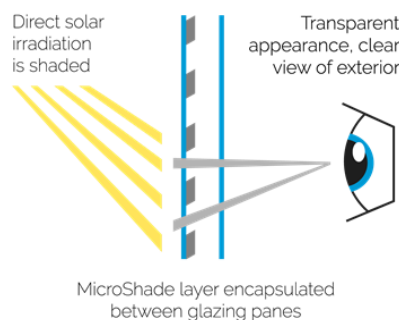
I valget mellom lavere g-verdi på vinduene og fortrengningsventilasjon ble det besluttet å senke g-verdien på vinduene med Microshade. Dette for å redusere mengden solenergi som kommer inn i bygget.

## 5.1 Beregninger med Microshade

Det er gjort innledende simuleringer for å sjekke at valgt solskjerming, Microshade, kan tilfredsstille kravene i prosjektet.

### 5.1.1 Vinduer og Microshade

For å holde solenergien ute, men likevel beholde det åpne uttrykket i fasaden er det valgt å bruke Microshade på vinduene. Det er en film med mikrolameller som man fester på det ytterste laget av et trelagsglass. Mikrolamellene skjermer mot sol, men gir et godt utsyn og er omtrent fargeløst.



Figur 1 Microshade prinsipp

Det er lagt Microshade MS-D på alle vinduer mot sør, øst og vest. Microshade-filmen monteres på innsiden av den ytterste glassruten. På grunn av den store solbelastningen gjennom dagen kreves det ekstra lav g-verdi på vinduene mot sør. Det oppnås ved å ha lavere g-verdi på de to innerste glass-rutene i vinduet.

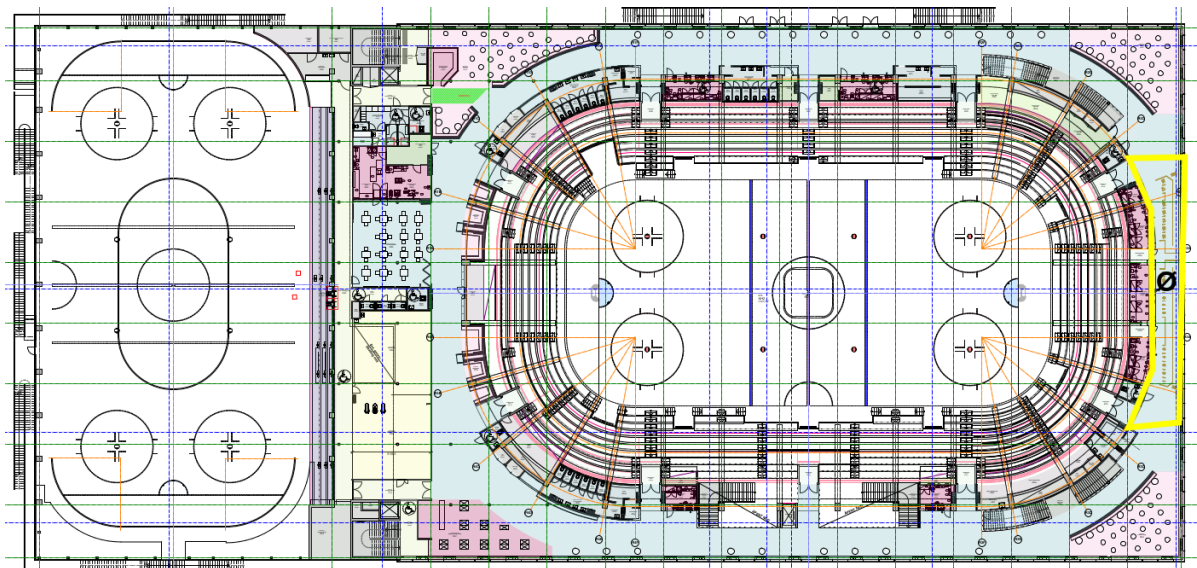
Endelig oppbygging av vindusruter må koordineres og optimeres i samråd med produsenten av Microshade.

Tabell 3 viser hvilken vindusoppbygging som er brukt i IDA ICE for de ulike himmelretningene.

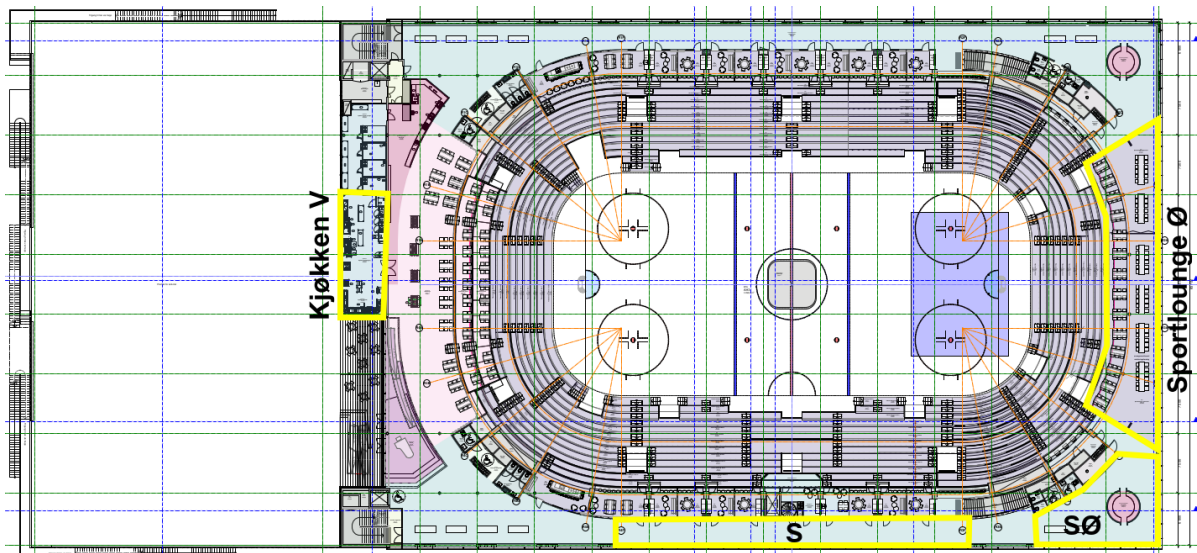
Tabell 2 Vindusoppbygging IDA ICE

	Vindusoppbygging trelagsrute
Sør	<p><i>Utside</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- SGG Planiclear 4 mm (Saint-Gobain) <b>med MS-D på innsiden</b></li> <li>- 14 mm luft(10%)/argon(90%)</li> <li>- SGG Cool-Lite Xtr 50-22 II 6 mm (Saint-Gobain)</li> <li>- 14 mm luft(10%)/argon(90%)</li> <li>- SGG Cool-Lite Xtr 50-22 II 6 mm (Saint-Gobain)</li> </ul> <p><i>Innside</i></p>
Øst Vest	<p><i>Utside</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- SGG Planiclear 4 mm (Saint-Gobain) <b>med MS-D på innsiden</b></li> <li>- 14 mm luft(10%)/argon(90%)</li> <li>- SGG Planitherm One 6 mm (Saint-Gobain)</li> <li>- 14 mm luft(10%)/argon(90%)</li> <li>- SGG Planitherm One 6 mm (Saint-Gobain)</li> </ul> <p><i>Innside</i></p>

### 5.1.2 Soner til simulering



Figur 2 Simulerte soner på plan 2

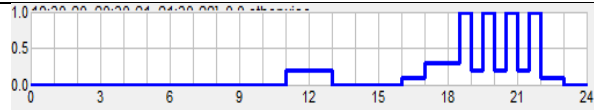
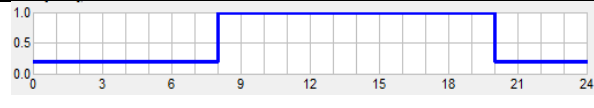
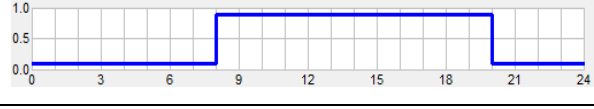


Figur 3 Simulerte soner på plan 3

### 5.1.3 Inndata til simulering

Tabell 2 viser inndata som er lagt til grunn i simuleringene. Luftmengder for vrimleareal er oppgitt av RIV, og personlast er beregnet ut ifra den. Det antas lavemitterende materialer.

Tabell 3 Inndata i simuleringer

	Vrimle	Sportslounge	Kjøkken	Schedule
Personer [pers/m <sup>2</sup> ]	0,3	0,5	0,2	
Belysning [W/m <sup>2</sup> ]	4	4	4	
Teknisk utstyr [W/m <sup>2</sup> ]	1	1	1	
Luftmengder [m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ], temperatur 17 °C	10	20	12	

### 5.1.4 Resultater

Tabell 4 viser resultater av en overheating-simulering for alle soner.

Tabell 4 Resultater

	Sone	Årlige timer med T <sub>op</sub> >26 °C	Max operativ temperatur	Tidspunkt for max operativ temperatur
Plan 2	Vrimle øst	0 h	24,5 °C	15. juni 07:08
Plan 3	Kjøkken vest	0 h	24,0 °C	15. juni 17:19
	Vrimle sør	11 h	29,0 °C	14. august 16:37
	Vrimle sørøst	0 h	27,0 °C	15. september 15:05
	Sportslounge øst	0 h	24,5 °C	15. mai 07:03

Alle de simulerte sonene har under 50 timer i året med operativ temperatur over 26 °C. Det er også vist maksimal operativ temperatur i en sommersimulering i Tabell 5. Der ser man at sonene med fasade mot sør kan få høye temperaturer i vedvarende perioder med varmt vær og sol. Siden dette er vrimlearealer, og ikke områder for permanent opphold, anser vi dette som akseptabelt.

Endelig oppbygging av vinduer må koordineres og optimeres med produsenten av Microshade.