

Arcon prosjekt AS

► Vurdering av termisk komfort

Namsos Avfallsverk

Forprosjekt

Oppdragsnr.: 52101755 Dokumentnr.: RIByfy 04 Versjon: V01 Dato: 2022-02-22



Oppdragsgiver: Arcon prosjekt AS
Oppdragsgivers kontaktperson: Jørgen Wien
Rådgiver: Norconsult AS, Klæbuveien 127 B, NO-7031 Trondheim
Oppdragsleder: Rune Gjermo
Fagansvarlig: Espen Hansen
Andre nøkkelpersoner: Ane Midtstraum

V01	2022-02-22	Til prosjektet	Ane Midtstraum	Espen Hansen	Rune Gjermo
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

Innholdsfortegnelse

1	Innledning og konklusjon	4
2	Beskrivelse av bygget	5
3	Krav til termisk komfort	6
3.1	TEK17	6
3.2	Arbeidstilsynets veiledning 444	6
3.3	BREEAM HEA03	6
4	Beregningsforutsetninger	7
4.1	Tegningsunderlag	7
4.2	Beregningsmetode	7
4.3	Beregningsmodell	7
4.4	Klima	8
4.4.1	Vinter- og sommersimulering	8
4.5	Konstruksjonsmessig inndata	9
4.6	Vinduer og solavskjerming	9
4.7	Internlaster, bruks- og driftstider	9
4.8	Ventilasjon	10
4.9	Varme og kjøling	10
5	Resultater	11
5.1	Sommer- og vinterforhold	11
5.2	Vurdering av lokal diskomfort etter NS-EN ISO 7730:2005	12
5.2.1	Kaldras og trekk	12
5.2.2	Vertikal temperaturforskjell	13
5.2.3	Varmt eller kaldt gulv	13
5.2.4	Strålingsasymmetri	13
	Vedlegg 1 – Inndata for rommene – mengder	14
	Vedlegg 2 – Input-verdier	15

1 Innledning og konklusjon

Norconsult AS har på oppdrag fra Arcon prosjekt AS utarbeidet dokumentasjon iht. BREEAM HEA 03 – Termisk komfort for Kontorbygget til Namsos Avfallsverk. Det tas sikte på å oppnå to poeng. Dette dokumentet vurderer hvorvidt krav 1-4 oppfylles. I tillegg skal prosjektet tilfredsstillte TEK17 som skal dokumenteres i dette notatet.

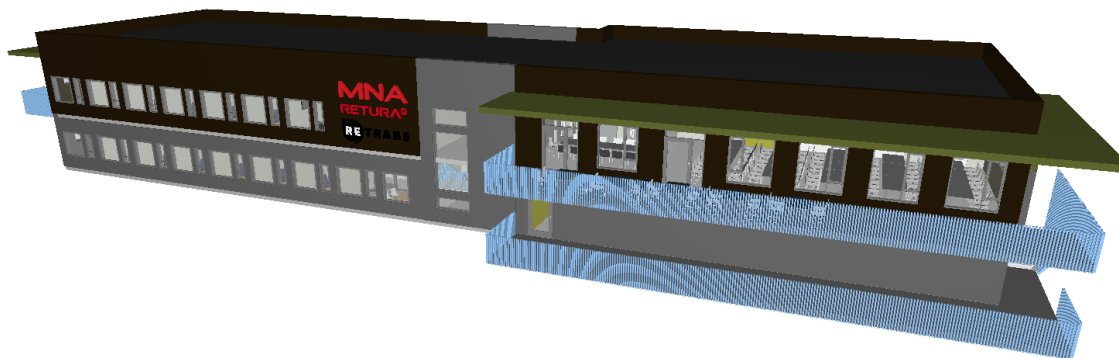
Med de forutsetningene som er beskrevet i notatet kan kravene for å oppnå poeng iht. BREEAM HEA 03 oppfylles. Beregningene må oppdateres i detaljprosjekteringen for å sikre at kravene kan tilfredsstilles. For at prosjektet skal kunne få to poeng må brukerpåvirkning og mulighet for lokal styring svares ut av RIV.

2 Beskrivelse av bygget

Namsos Avfallsanlegg er plassert i Namsos kommune. Avfallsanlegget består av flere bygningen, slik vist i på situasjonsplan i Figur 1. I dette notatet er det termisk komfort i kontorbygningen som er vurdert, denne er vist i Figur 2.



Figur 1: Situasjonsplan for avfallsanlegget.



Figur 2: Utklipp av kontorbygningen fra IFC-modell.

De utvalgte sonene i beregningsmodellen anses å representere kontorbygget i sin helhet mtp. internlast og belastning fra solvarme. På grunnlag av at vi anser utvalget av rom i kontorbygget som representativt for bygget i sin helhet, vil resultater fra innværende rapport være representative for de andre rommene i bygget.

Det må tas høyde for at det vil forekomme avvik mellom resultatene i dette dokumentet og reell termisk komfort i de simulerte rommene, ved avvik fra beregningsforutsetningene.

Byggherre må gjennomgå inndata som er brukeravhengig, slik som brukstider og bruk av de ulike rommene, samt reell internlast fra teknisk utstyr.

En oversikt over vurderte rom og tilhørende mengder (areal, volum, mm.) er gitt i vedlegg 1.

3 Krav til termisk komfort

BREEAM HEA03 setter krav til at nasjonale kriterier (Teknisk forskrift og veiledning til teknisk forskrift) for termisk komfort har blitt brukt til å bestemme det termiske komfortnivået i bygget. I tillegg stilles det krav til enkel vurdering av eventuell lokal termisk diskomfort.

3.1 TEK17

§ 13-4 *Termisk inneklima* i TEK17, beskriver i første ledd:

«Termisk inneklima i rom for varig opphold skal tilrettelegges ut fra hensyn til helse og tilfredsstillende komfort ved forutsatt bruk».

I forskriftens veiledning gis anbefalte verdier for operativ temperatur. De anbefalte verdiene er satt mellom 19 °C til 26 °C for yrkesbygg. Videre er det beskrevet at en overskridelse av den høyeste temperaturgrensen bør kunne aksepteres i varme sommerperioder med utelufttemperatur over den som overskrides med 50 timer i et normalår (n50).

Veiledningen til TEK17 § 13-4 beskriver videre at lufttemperaturforskjellen mellom føtter og hode kan gi uakseptable ubehagsfølelser, og anbefaler at temperaturforskjellen ikke bør være større enn 3-4 °C. Veiledningen sier også at den daglige temperaturvariasjonen i rommet ikke bør være over ca. 4 °C. Den samme setningen står også i veilederen til arbeidstilsynet.

3.2 Arbeidstilsynets veiledning 444

Arbeidstilsynets veileder nr. 444, *Klima og luftkvalitet på arbeidsplassen*, anbefaler operativ temperatur mellom 19 °C og 26 °C i rom for lett arbeid. Videre står det i veilederen at overskridelser av den høyeste grensen bør kunne aksepteres i varme sommerperioder med utelufttemperaturer over 22 °C. Men overskridelsen bør ikke utgjøre mer enn 50 timer pr. år i lokalenes brukstid (konf. meteorologiske statistiske data for maksimaltemperaturer).

3.3 BREEAM HEA03

I tillegg til at nasjonale kriterier skal følges, setter emnet krav til at man minst skal oppnå kategori B iht. NS-EN ISO 7730:2005 Tillegg A. Kravene for kategori B iht. NS-EN ISO 7730:2005 er gitt i Tabell 1.

Tabell 1: Kategori B iht. NS-EN ISO 7730:2005, Tillegg A.

Termisk tilstand for kroppen som helhet		Lokalt termisk ubehag			
PPD	PMV	DR %	PD %		
			Vertikal temperaturforskjell	Varmt eller kaldt gulv	Strålings-asymmetri
< 10	- 0,5 < PMV < + 0,5	< 20	< 5	< 10	< 5

4 Beregningsforutsetninger

4.1 Tegningsunderlag

Beregningsmodellen er basert på IFC-modell nedlastet fra webhotellet 24.01.2022 og dwg-filer lastet ned 31.01.2022.

4.2 Beregningsmetode

Simuleringene er utført i IDA ICE 4.8, som er et avansert simuleringverktøy for energibehov og termisk komfort. Programmet er validert etter blant annet EN 15255:2007, EN 15265:2007, EN 153791 og ASHRAE 140:2004. Programmet er således godkjent for bruk under bl.a. LEED og BREEAM.

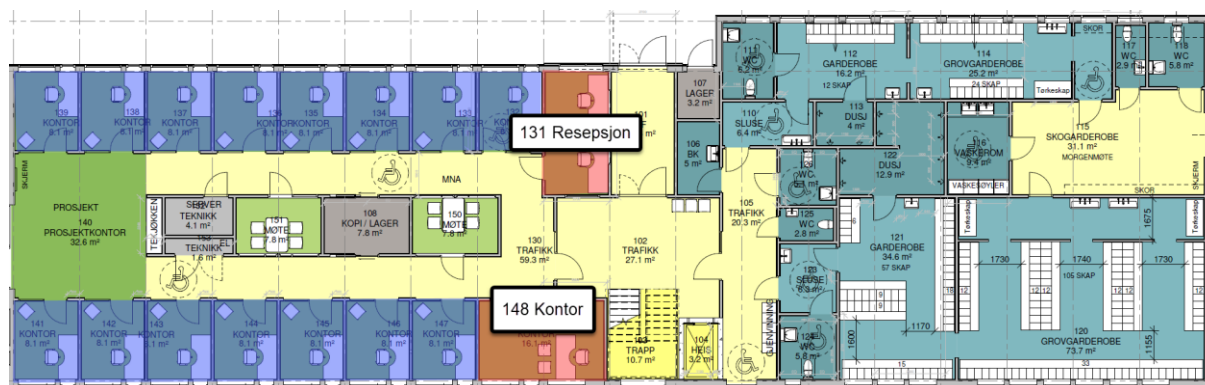
4.3 Beregningsmodell

Figur 3 viser modellen av de simulerte rommene i IDA ICE.

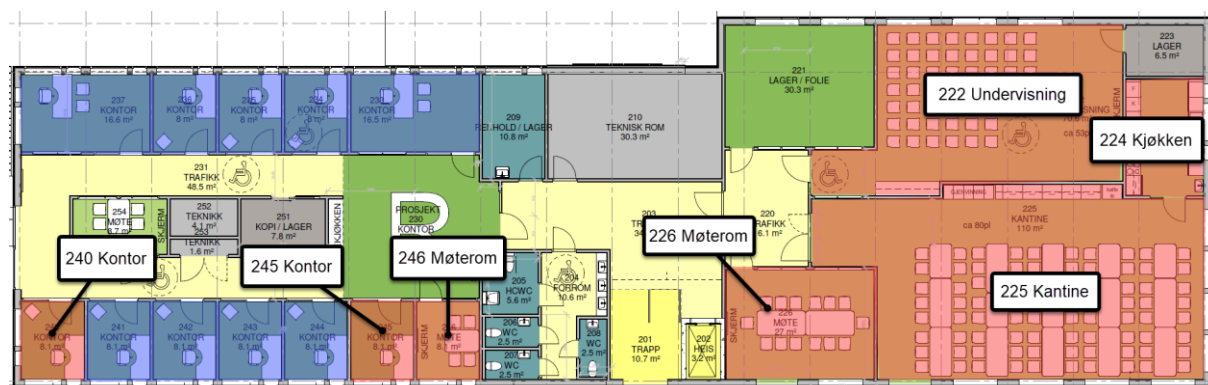


Figur 3: Utsnitt av beregningsmodellen i IDA ICE.

Figur 4 og Figur 5 viser en oversikt over simulerte soner i 1. og 2.etg. Markert i rødt viser hvilke soner som er simulert i IDA ICE, blå markering viser hvilke andre rom for varig opphold som er representert av de simulerte sonene.



Figur 4: Oversikt over simulerte soner i 1.etg.



Figur 5: Oversikt over simulerte soner i 2.etg.

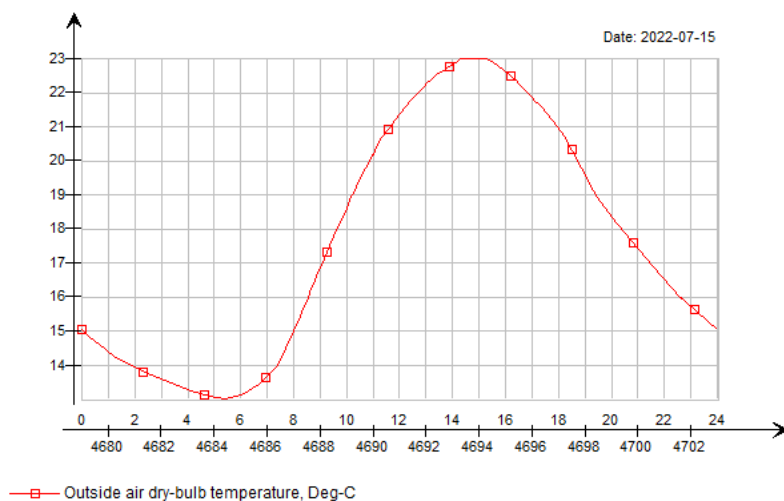
4.4 Klima

4.4.1 Vinter- og sommersimulering

Vinter- og sommersimuleringene er utført med data for Namsos hentet fra SIMIEN 6.016 og BKS 451.021.

Sommersimuleringene er utført med følgende data, som er visualisert i Figur 6.

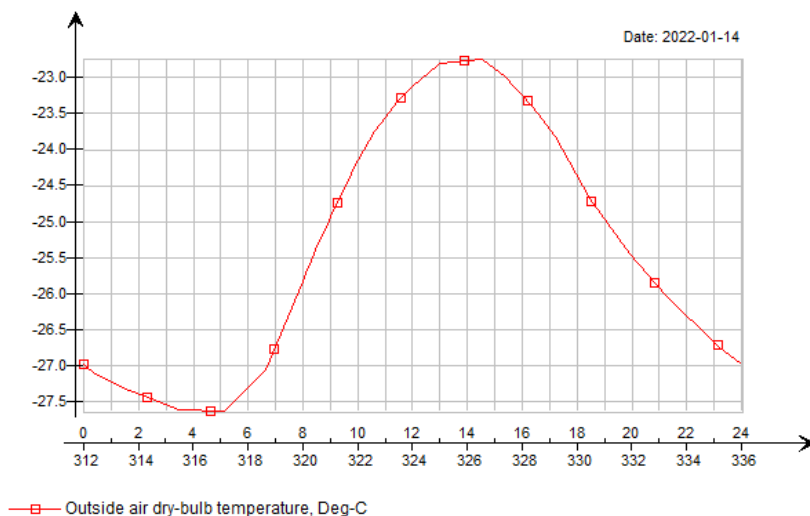
Maks. temperatur	23,0 °C
Døgnmiddel temperatur	18,0 °C
Min. temperatur	13,0 °C



Figur 6: DUTs for Namsos. Klimadata er hentet fra klimadatabasen i SIMIEN.

Vintersimuleringene er utført med følgende data, som er visualisert i Figur 7.

Min. temperatur	- 27,7 °C
Døgnmiddel temperatur	- 25,2 °C
Maks. temperatur	- 22,7 °C



Figur 7: DUT_v for Namsos. Klimadata er basert på laveste uteluftstemperatur i en tredøgnsperiode fra byggforsklad 451.021.

4.5 Konstruksjonsmessig inndata

Klimaskallet i simuleringene er bygd opp med samme energikvaliteter som er benyttet i energiberegninger i «RIByfy02 Energiberegning».

I korte trekk innebærer dette:

U-verdi gulv	- 0,12 W/(m ² K) ekvivalent U-verdi er 0,09 W/(m ² K)
U-verdi yttervegg	- 0,18 W/(m ² K)
U-verdi tak	- 0,11 W/(m ² K)
U-verdi vindu/dører/glass	- 0,80 W/(m ² K) inkl. karm/ramme

4.6 Vinduer og solavskjerming

Vinduene i prosjektet har en total U-verdi på 0,80 W/(m²K).

Det er lagt inn automatisk solavskjerming på vinduer i rom mot øst, vest og sør. Det er simulert med at solavskjermingen automatisk aktiviseres ved en solinnstråling på 175 W/m². Det er ikke lagt inn solavskjerming på dører. Vinduene har en g-faktor på 0,50, og total g-faktor for vindu og aktivert solavskjerming er 0,10.

4.7 Internlast, bruks- og driftstider

Tilstedeværelse for personene er satt mellom 08-16 i kontorene og kjøkkenet. For kantinen er det antatt tilstedeværelse mellom 11 og 13. For møterom og undervisningsrom er det antatt full tilstedeværelse mellom 8-9, 10-11 og 13-15. Personbelastningen er simulert med et aktivitetsnivå tilsvarende 1,2 met (sittende aktivitet) for samtlige rom. Bekledningsfaktoren (CLO-verdien) er simulert med en temperaturavhengig dynamisk variasjon på $0,85 \pm 0,25$.

Til grunn for internlast fra teknisk utstyr for kontor er det lagt inn 125 W per person fra utstyr tilsvarende en kontorplass. For undervisningsrom og møterom er det lagt inn 25 W per person og 150 W/m² for presentasjonsskjerm. I kjøkken og kantine er det lagt inn 11 W/m² iht. NS3031. Belysning

antas i full drift mellom 08-16. Effekt for belysning er satt til 6,0 W/m² for alle simulerte rom. Internlaster brukt i simuleringene er gitt i vedlegg 2.

4.8 Ventilasjon

Luftmengder er forslag til luftmengder, da det ikke er prosjektert av RIV på nåværende tidspunkt. Det er lagt til grunn CAV for alle rom. RIV må gjennomgå luftmengdene og gi tilbakemelding på om det er realistisk. Det er tatt utgangspunkt i veiledende luftmengder for kontor fra NS3031, og økt for rommene med stor varmebelastning. Hvis forutsetninger i dette notatet ikke kan gjennomføres, må de gjennomføres nye simuleringer. Lavere luftmengder kan føre til at det må installeres romkjøling i møterom, kantine og undervisningsrom.

Tilluftstemperatur ved DUTs er satt til 17°C. Ved DUTv benyttes en tilluftstemperatur på 19°C. Temperaturøkning over vifte og kanalnett er forutsatt til en grad i oppgitt tilluftstemperatur. Sett-punkt for oppvarming er satt lik 19°C om sommeren, mens sett-punktet for kjøling under den varmeste perioden i brukstiden er forutsatt lik 23°C. Om vinteren er sett-punkt for oppvarming satt til 22 °C.

4.9 Varme og kjøling

Kontorbygget utføres med ventilasjonskjøling. Romoppvarming skjer ved vannbåren gulvvarme. Avgitt effekt fra varmesystemet i simuleringene er vist i Tabell 2, dette er en forutsetning for resultatene for vintersimuleringene.

Tabell 2 Oversikt over avgitt effekt fra oppvarmingssystem for vintersimulering

Rom	Tilført effekt [W]
131 Resepsjon	182
148 Kontor	350
222 Undervisning	1226
224 Kjøkken	384
225 Kantine	2009
226 Møterom	643
240 Kontor	372
245 Kontor	238
246 Møterom	240

5 Resultater

5.1 Sommer- og vinterforhold

Resultatene ved simulering med hhv. DUT_s og DUT_v er vist i Tabell 3. Ved DUT_v er det simulert med 0% internlast. Alle rom er innenfor kategori B iht. NS-EN ISO 7730:2005 Tillegg A og TEK17 med forutsetningene presentert i notatet. Se Tabell 2 for avgitt effekt fra oppvarmingssystemet ved vintersimulering.

Tabell 3: Resultater fra sommer- og vintersimulering. Dokumentasjon mot NS-EN ISO7730:2005 inngår i tabellen.

Romnummer og rombeskrivelse	Sommerforhold		Vinterforhold	
	Maks. op. temp.	Maks PPD	Min. op. temp.	Maks PPD
131 Resepsjon	25,5	9,3	21,9	6,5
148 Kontor	23,1	5,4	21,7	6,8
222 Undervisning	25,6	9,7	22,3	5,9
224 Kjøkken	24,2	6,3	21,8	6,7
225 Kantine	25,2	8,9	21,4	7,2
226 Møterom	25,0	7,8	21,8	6,7
240 Kontor	25,4	8,9	21,6	7,1
245 Kontor	25,4	9,0	21,7	6,8
246 Møterom	25,7	9,9	21,8	6,7

5.2 Vurdering av lokal diskomfort etter NS-EN ISO 7730:2005

5.2.1 Kaldras og trekk

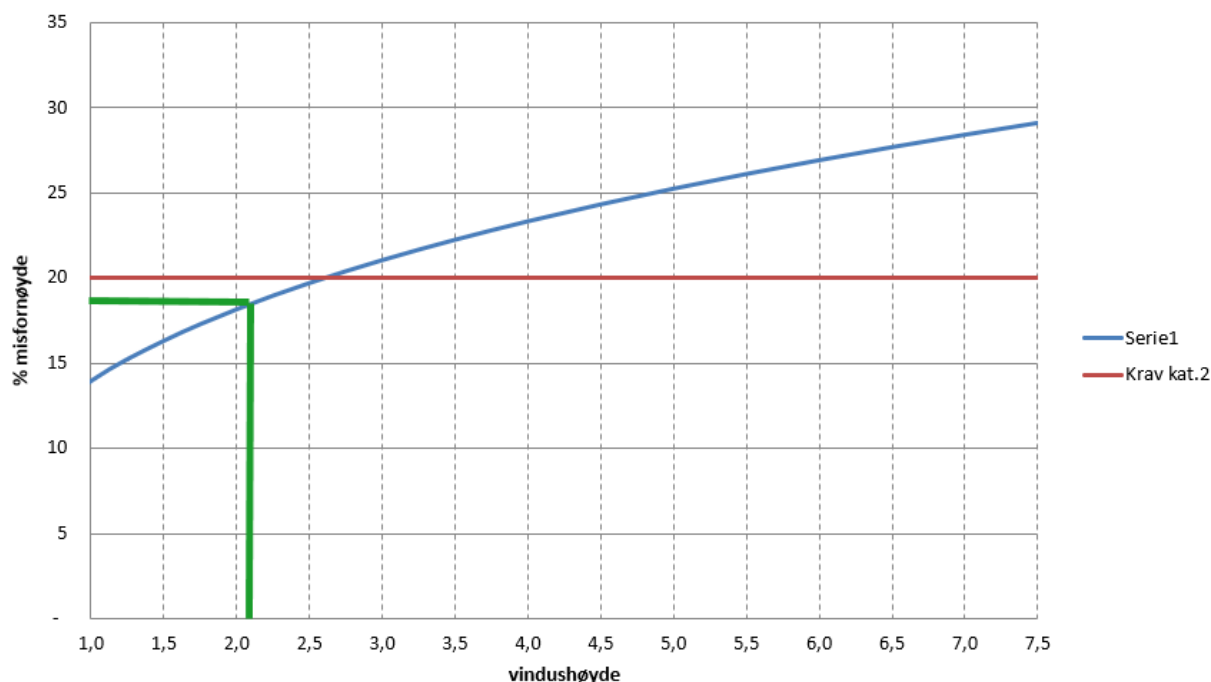
Faren for trekk som følge av kaldras avhenger av u-verdien på glasset og glasshøyden (forutsatt konstant differanse mellom ute- og innetemperatur). Ofte er glasshøyden årsaken til kaldras. Dette skyldes at lufthastigheten ved vinduskarm er eksponentielt avhengig av glasshøyden, mens den er lineært avhengig av glassets u-verdi. Ved vurdering av faren for kaldras er det viktig å være klar over at det er u-verdien til glasset som påvirker lufthastigheten, og ikke den totale U-verdien til vinduet (inkludert ramme/karm).

For kontorbygget har vinduer en total u-verdi på $0,80 \text{ W/m}^2\text{K}$. Det er antatt at vindusglasset har en u-verdi på $0,70 \text{ W/m}^2\text{K}$ (konservativt). Dette svarer til en u-verdi på cirka $1,00 \text{ W/m}^2\text{K}$ ved -22°C .

Det er utført beregninger av kaldras i simulerte rom i kontorbygget med følgende forutsetninger:

- U-verdi glass: $1,00 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Høyde på glass: 2,10 m (høyeste vindu i undervisningsrom)
- Avstand fra vindu til oppholdssonen: 0,50m
- Utetemperatur ved beregning: $-25,2^\circ\text{C}$
- Turbulensintensitet: 40

Vinduene med en høyde på 2,10 m vil, slik som Figur 8 viser, få en prosentvis andel misfornøyde på 19 %. Dette er innenfor kravet på 20 %, for kategori B iht. NS-EN ISO 7730:2005.



Figur 8: Vurdering av andel misfornøyde knyttet til trekk blir omtrent 19 %.

5.2.2 Vertikal temperaturforskjell

Ivaretas av RIV med blandingsventilasjon.

5.2.3 Varmt eller kaldt gulv

Varmt eller kaldt gulv er normalt ikke et problem med dagens standard for u-verdier. Verdien for normalisert kuldebroverdi er satt til 0,03 W/(m²K) etter passivhuskrav. Kravet ansees som oppfylt for områder som er i bruk.

5.2.4 Strålingsasymmetri

Imøtekommelse av krav til strålingsasymmetri oppnås når forskjellen mellom lufttemperatur og temperatur på kalde flater er under 10 °C. For å vurdere om kravet imøtekommes benyttes normal vinduets overflatetemperatur ved DUT_v og romluftstemperatur. Ved DUT_v vil innsiden av glassene på de simulerte rommene holde en temperatur på mellom 16,1 og 17,3 °C når lufttemperaturen er 21 °C. Dermed oppfylles kravet om strålingsasymmetri.

Vedlegg 1 – Inndata for rommene – mengder

Romnummer og rombeskrivelse	Romhøyde, m	Areal, m ²	Volum, m ³	Areal yttervegger (eks. vindu), m ²	Areal vinduer, m ²
131 Resepsjon	3,0	12,6	37,8	5,1	2,7
148 Kontor	3,0	16,1	48,3	9,9	5,3
222 Undervisning	3,2	71,0	227,2	20,4	11,8
224 Kjøkken	3,2	15,1	48,3	11,4	3,8
225 Kantine	3,2	110,0	352	45,1	21,3
226 Møterom	3,2	27,4	87,7	12,0	7,6
240 Kontor	3,2	8,1	25,9	14,2	4,1
245 Kontor	3,2	8,1	25,9	5,1	3,1
246 Møterom	3,2	8,1	25,9	5,1	3,1

Vedlegg 2 – Input-verdier

Rom	Belysningseffekt (W/m ²)	Utstyrseffekt	Personer (Antall)	Tilstedeværelse personer	Total internlast*	Luftmengder (m ³ /h)
131 Resepsjon	6,0	19,8 W/m ²	2	08-16: 100 %	45,8 W/m ²	107
148 Kontor	6,0	7,8 W/m ²	1	08-16: 100 %	21,6 W/m ²	129
222 Undervisning	6,0	19,7 W/m ²	52	08-09: 100% 10-11: 100 % 13-15: 100 %	118,7 W/m ²	1206
224 Kjøkken	6,0	11,0 W/m ²	2	08-16: 100 %	33,7 W/m ²	121
225 Kantine	6,0	11,0 W/m ²	80	11-13: 100 %	108,6 W/m ²	1210
226 Møterom	6,0	18,2 W/m ²	14	08-09: 100% 10-11: 100 % 13-15: 100 %	88,6 W/m ²	302
240 Kontor	6,0	15,4 W/m ²	1	08-16: 100 %	37,0 W/m ²	73
245 Kontor	6,0	15,5 W/m ²	1	08-16: 100 %	37,0 W/m ²	64
246 Møterom	6,0	31,0 W/m ²	4	08-09: 100% 10-11: 100 % 13-15: 100 %	99,1 W/m ²	93

* Samlet for belysning, utstyr og personbelastning når personer er til stede