AU 1911

Indeklimarapport

Termisk og atmosfærisk indeklima

Udarbejdet af:	Josefine Molzen
Kontrolleret af:	Mads Hulmose Wagner
Godkendt af:	
Dato:	2020-09-30
Version:	01
Projekt nr.:	1013853

MOE A/S
Mariane Thomsens Gade 1C
DK-8000 Aarhus C
T: +45 8750 8700
CVR nr.: 64 04 56 28
www.moe.dk

INDHOLDSFORTEGNELSE

1 Indledning 4
1.1 Acceptkriterier for det termiske indeklima 4
1.2 Acceptkriterier for det atmosfæriske indeklima 4
1.3 Generelle forudsætninger....4

2 Udvalgte rum 5

1 Enkeltmandskontor, etage 2....6
1.1 Sammendrag og konklusion 6
1.2 Modellen 6
1.3 Opsummering af forudsætninger....7
1.4 Resultater, termisk indeklima 8
1.5 Resultater, atmosfærisk indeklima 9

2 Mødelokale, etage 3 10
2.1 Sammendrag og konklusion 10
2.2 Modellen 10
2.3 Opsummering af forudsætninger....11
2.4 Resultater, termisk indeklima 12
2.5 Resultater, atmosfærisk indeklima 13

3 Åbent kontor (2 pers.), etage 3 14
3.1 Sammendrag og konklusion 14
3.2 Modellen 14
3.3 Opsummering af forudsætninger....15
3.4 Resultater, termisk indeklima 16
3.5 Resultater, atmosfærisk indeklima 17

4 Åbent kontor (4 pers.), etage 4 18
4.1 Sammendrag og konklusion 18
4.2 Modellen 18
4.3 Opsummering af forudsætninger....19
4.4 Resultater, termisk indeklima 20
4.5 Naturlig ventilation....21
4.6 Resultater, atmosfærisk indeklima 21

5 Enkeltmandskontor, etage 4....23
5.1 Sammendrag og konklusion 23
5.2 Modellen 23
5.3 Opsummering af forudsætninger....24
5.4 Resultater, termisk indeklima 25
5.5 Resultater, atmosfærisk indeklima 26

1 Indledning

Nærværende rapport beskriver forudsætninger og resultater af indeklimaanalyse udført for 5 udvalgte rum i byggeriet 1911, der er en del af Aarhus Universitetsbygninger. Analysen er foretaget for at kunne vurdere om der kan opretholdes et tilfredsstillende termisk og atmosfærisk indeklima i bygningen.

1.1 Acceptkriterier for det termiske indeklima

Det termiske indeklima dokumenteres i henhold til anbefalinger opstillet i Bygningsreglementet og dermed DS 474 *Norm for specifikation af termisk indeklima*. I normen anbefales, at den operative temperatur på varme dage højst må overskride 26º C i 100 timer og 27º C i 25 timer i løbet af brugstiden på et typisk år.

1.2 Acceptkriterier for det atmosfæriske indeklima

Det atmosfæriske indeklima dokumenteres i henhold til Bygningsreglementets vejledning, hvor der skal sikres et maksimalt CO_2-niveau på 1000 ppm i rum, hvor personer er den væsentligste forureningskilde.

1.3 Generelle forudsætninger

Beregningerne er udført med simuleringsprogrammet BSim version 7.20.6.22. Beregningerne er simuleret med vejrdata for referenceåret DRY med udgangspunkt i perioden 2010-01-01 til 2010-12-10.

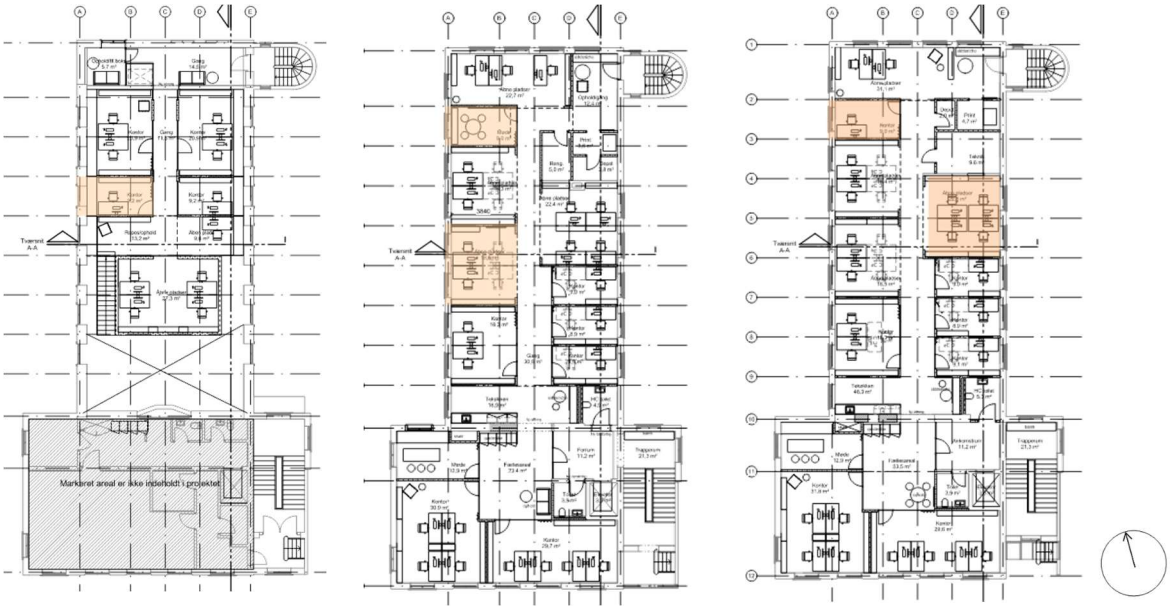
De beregnede resultater anskueliggør et anslået indeklimaniveau under de givne forudsætninger samt med standard vejrdata. Resultaterne skal opfattes som en vejledning for, at det med bygningens udformning samt virkemidler er muligt at opretholde et indeklima i overensstemmelse med udvalgte acceptkriterier og ikke som en afbildning af reelle indeklimaforhold. Afvigelser i forudsætninger og vejrforhold vil medføre et andet indeklimaniveau end resultatet angiver.

2 Udvalgte rum

Rapporten indeholder indeklimaberegninger for følgende rum:

- Enkeltmandskontor, etage 2
- Mødelokale, etage 3
- Åbent kontor (2 pers.), etage 3
- Åbent kontor (4 pers.), etage 4
- Enkeltmandskontor, etage 4

De udvalgte rum er anvist på oversigtsplanen på **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**.



Etage 2 Etage 3 Etage 4

Figur 1: Markering af de udvalgte rum på de respektive etager.

1 Enkeltmandskontor, etage 2

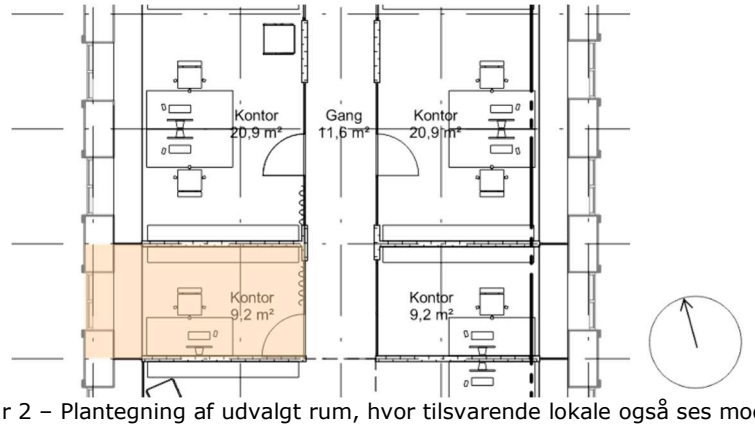
1.1 Sammendrag og konklusion

Resultatet af indeklimaanalysen for enkeltmandskontoret på etage 2 viser, at følgende tiltag er nødvendige for at opretholde et tilfredsstillende indeklima. Resultatet uddybes nedenfor.

- Mekanisk luftmængde på op til 115 m³/h (5 /h)
- Natventilation udenfor brugstiden med luftmængde på op til 115 m³/h efter behov.
- Anvendelse af naturlig ventilation gennem vinduesåbningerne på de varmeste sommerdage i brugstiden.

1.2 Modellen

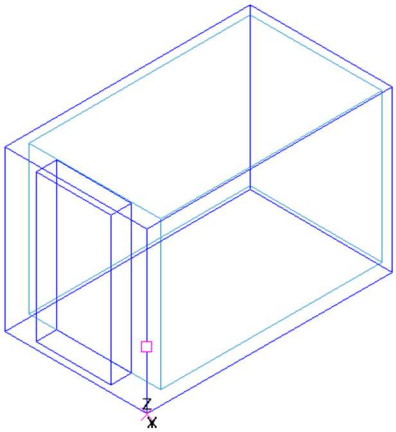
Det er valgt at betragte et enkeltmandskontor mod vest på etage 2. Rummet er udvalgt grundet dets orientering mod vest, hvor der er minimale skyggeforhold. Samtidighed har rummet en høj vinduesandel og er repræsentativ for en stor del af anvendelsesarealet på etagen. Rummet ses på figur 23.



Figur 2 – Plantegning af udvalgt rum, hvor tilsvarende lokale også ses mod øst.

Rummet er modelleret i BSim og ses af nedenstående figur 24.

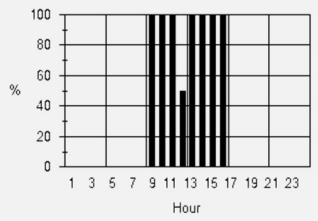
Rummets indeklima påvirkes af udeklimaet samt af temperaturforholdene i tilstødende lokaler. De tilstødende lokaler antages at have samme termiske klima som i det udvalgte rum, svarende til at der hverken sker varmetab eller –tilskud til de tilstødende lokaler.



Figur 3 – Opbygning af BSim-model for udvalgt rum

1.3 Opsummering af forudsætninger

Følgende forudsætninger ligger til grund for indeklimaanalysen.

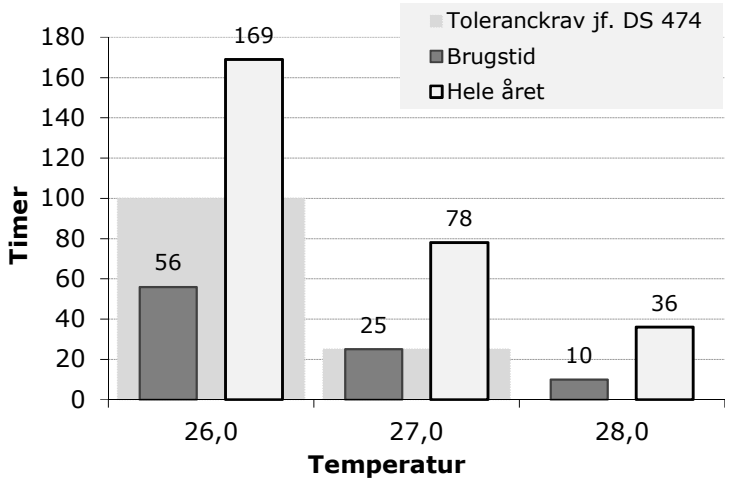
Rummets anvendelse			
Brugstid	Kl. 08-16		
Samtidighed, personer *1 person*	*Hverdage*	*Samtidighedsprofil*	*Weekend*
Kl. 08-11: Kl. 11-12: Kl. 13-16:	100% 50% 100%		0% 0% 0% 0%
Samtidighed, udstyr *Maks. belastning: 80 W*	*Hverdage*		*Weekend*
Kl. 08-16: Kl. 16-08:	100% 0%		0%
Belysningsbelastning	5 W/m² Dagslysstyret efter 300 lux i brugstiden		

Rummets konstruktioner	
Indervæggene i rummet er generelt opbygget som lette skeletvægge med gipsplader. Ydervæggen er opbygget med tegl. Gulvet opbygges som en let etageadskillelse med gulvopbygning på eksisterende dækopbygning. Loftet er opbygget som et nedhængt mineraluldsloft.	
Vinduer	U_{vindue} = 1,1 W/m²K g_{rude} = 0,26 LT_{rude} = 0,51

Rummets systemer		
Afskærmning	Der medregnes ej indvendige afskærmning i form af evt. gardiner. Disse forudsættes dog at installeres efter behov ift. blænding.	
Skygger	Der er ikke medtaget skygger fra andre bygninger	
Ventilation	Luftmængde på 115 m³/h. Tidsrum: kl. 07-18	
	Sommer/overgang (april – okt.) $t_{ind,min}$ = 18,0 °C SP_{top}= 22,0 °C $SP_{køl}$= 23,5 °C	Vinter (nov.- mar.) $t_{ind, min}$ = 20,0 °C SP_{top}= 21,0°C $SP_{køl}$= 22,0 °C
Køling	Der installeres ej mekanisk køling	
Natventilation	Behovsreguleret luftmængde (VAV) med max. luftmængde på 115 m³/h. Tidsrum: Kl. 18-07, maj – sept. Minimumsindblæsningstemperatur: 14°C Setpunkt for indblæsningsluft: 19°C	
Naturlig ventilation	Der forudsættes naturlig ensidet ventilation, som anvendes ved rumtemperaturer over 25 ºC i brugstiden i perioden maj – sept. Maksimalt luftskifte: 2,2 /h	
Infiltration	1,5 l/s pr. m² ved tryk på 50 Pa	

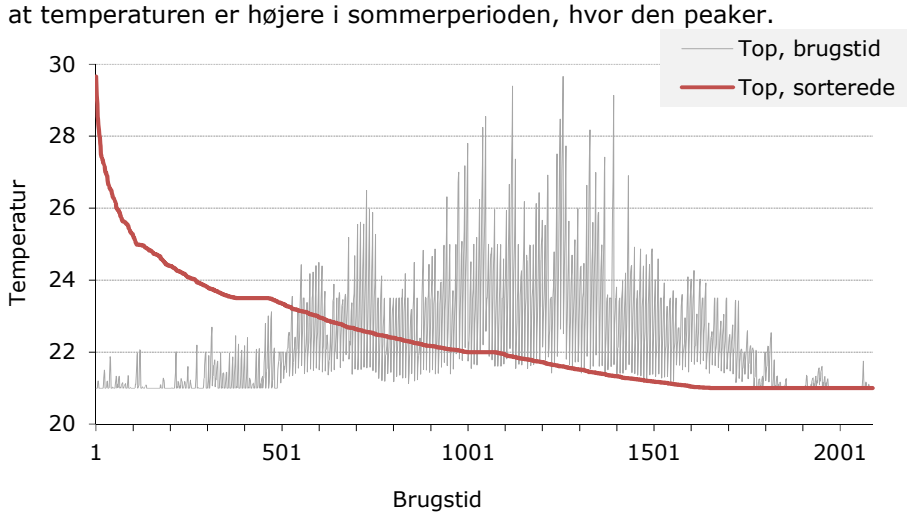
1.4 Resultater, termisk indeklima

Det termiske indeklima vurderes, som beskrevet af afsnit 1.1, iht. anbefalinger i DS 474. Som det ses af nedenstående figur 25, vil temperaturen indenfor brugstiden ligge indenfor acceptområdet.



Figur 4 – Opsummering af resultater fra simulering sammenlignet med krav iht. DS 474.

Nedenstående figur 26 viser varighedsdiagrammet over temperaturforløbet over året indenfor brugstiden. Det ses af figuren, at temperaturen hovedsageligt vil ligge mellem 21-26 ºC i brugstiden. Det ses at temperaturen er højere i sommerperioden, hvor den peaker.



Figur 5 – Varighedsdiagram for temperaturforløbet indenfor arbejdstiden

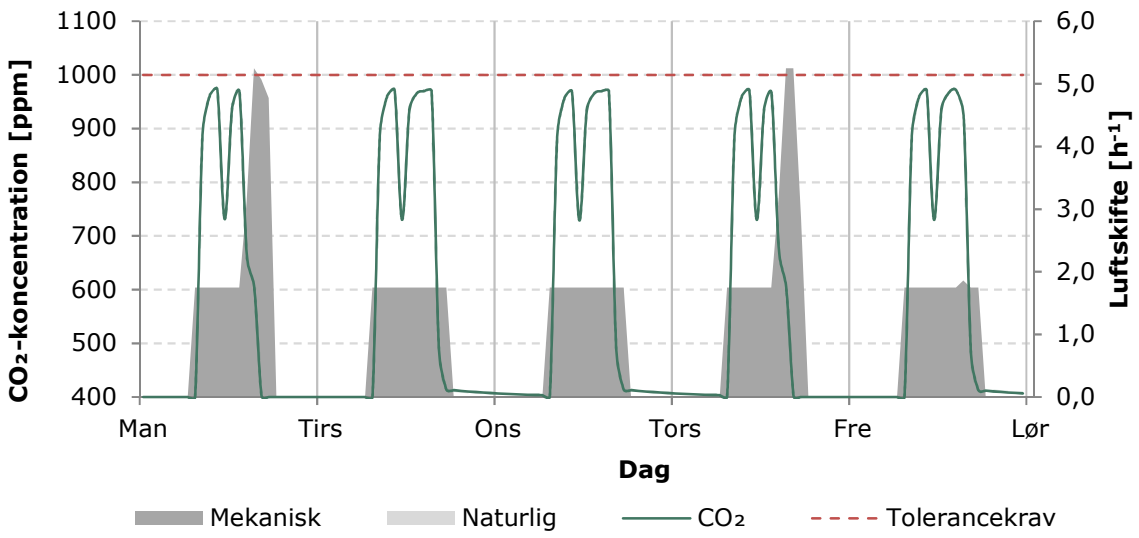
1.5 Resultater, atmosfærisk indeklima

Det atmosfæriske indeklima vurderes, som beskrevet af afsnit 1.1, iht. Bygningsreglementets vejledning, hvor tolerancekravet er sat ved 1000 ppm.
Ved udtræk af resultater ses det af nedenstående tabel 5, at CO_2-niveauet indenfor brugstiden vil ligge indenfor acceptområdet.

Tabel 1 – CO_2-niveau i og udenfor brugstiden

	Brugstid	**Udenfor**	**Hele året**
	ppm	*ppm*	*ppm*
Maksimal værdi	986	490	986
Gennemsnitlig CO_2	845	404	509
Mindste CO_2	501	400	400

Nedenstående figur viser det typiske CO_2-niveau ved anvendte samtidighed og personbelastning for en typisk uge. Der er taget udgangspunkt i uge 17, hvor det alene er den mekaniske ventilation, som sikrer det atmosfæriske indeklima.



Figur 6: CO_2-niveau er under 1000 ppm i brugstiden sikret af den mekaniske ventilation.

2 Mødelokale, etage 3

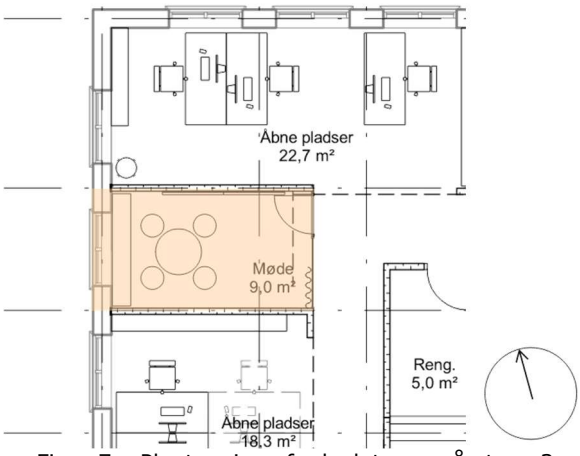
2.1 Sammendrag og konklusion

Resultatet af indeklimaanalysen for mødelokalet på etage 3 viser, at følgende tiltag er nødvendige for at opretholde et tilfredsstillende indeklima. Resultatet uddybes nedenfor.

- Mekanisk luftmængde på op til 180 m³/h (8 /h)
- Natventilation udenfor brugstiden med luftmængde på op til 180 m³/h efter behov.
- Anvendelse af naturlig ventilation gennem vinduesåbningerne på de varmeste sommerdage i brugstiden.

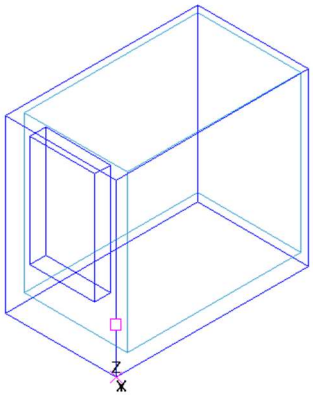
2.2 Modellen

Det er valgt at betragte mødelokalet mod vest på etage 3. Rummet er udvalgt grundet dets orientering mod vest, hvor der er minimale skyggeforhold. Samtidighed har rummet en høj vinduesandel og en høj personbelastning. Rummet ses på Figur 7.



Figur 7 – Plantegning af udvalgt rum på etage 3.

Rummet er modelleret i BSim og ses af nedenstående Figur 8.

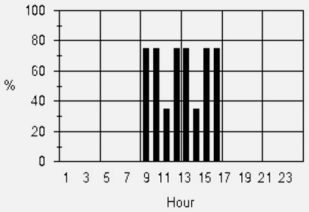
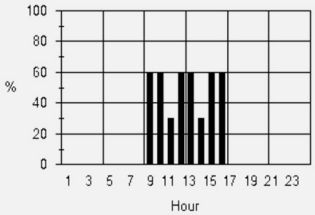


Figur 8 – Opbygning af BSim-model for udvalgt rum

Rummets indeklima påvirkes af udeklimaet samt af temperaturforholdene i tilstødende lokaler. De tilstødende lokaler antages at have samme termiske klima som i det udvalgte rum, svarende til at der hverken sker varmetab eller –tilskud til de tilstødende lokaler.

2.3 Opsummering af forudsætninger

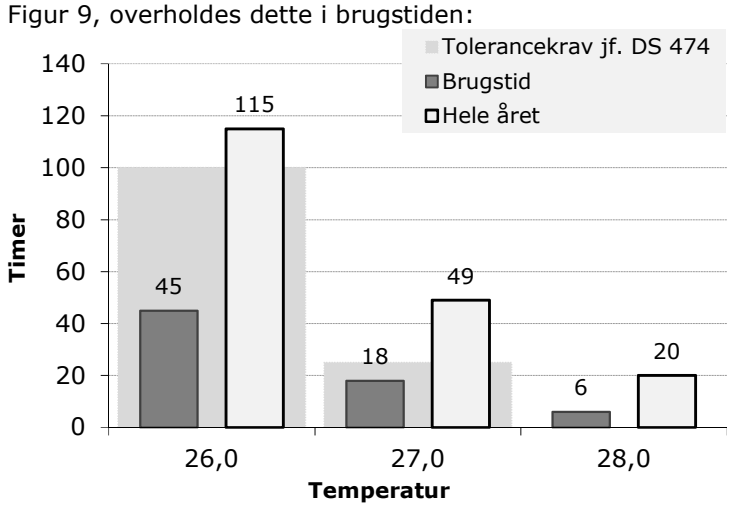
Følgende forudsætninger ligger til grund for indeklimaanalysen.

Rummets anvendelse			
Brugstid	Kl. 08-16		
Samtidighed, personer *3 personer*	*Hverdage, 2 dage/ugen*	*Hverdage, 3 dage/ugen*	*Weekend*
Kl. 08-10: Kl. 10-11: Kl. 11-13: Kl. 13-14: Kl. 14-16:	75% 35% 75% 35% 75% 	60% 30% 60% 30% 60% 	0% 0% 0% 0% 0%
Samtidighed, udstyr *Maks. belastning: 30 W/pers*	*Hverdage, 2 dage/ugen*	*Hverdage, 3 dage/ugen*	*Weekend*
Kl. 08-16: Kl. 16-08:	Følger samtidigheden for personer 0%	Følger samtidigheden for personer 0%	0%
Belysningsbelastning	5 W/m² Dagslysstyret efter 300 lux i brugstiden		
Rummets konstruktioner			
Indervæggene i rummet er generelt opbygget som lette skeletvægge med gipsplader. Ydervæggen er opbygget med tegl. Gulvet opbygges som en let etageadskillelse med gulvopbygning på eksisterende dækopbygning. Loftet er opbygget som et nedhængt mineraluldsloft.			
Vinduer	U_{vindue} = 1,1 W/m²K g_{rude} = 0,26 LT_{rude} = 0,51		
Rummets systemer			
Afskærmning	Der medregnes ej indvendige afskærmning i form af evt. gardiner. Disse forudsættes dog at installeres efter behov ift. blænding.		
Skygger	Der er ikke medtaget skygger fra andre bygninger		
Ventilation	VAV med max. luftmængde på 180 m³/h. Tidsrum: kl. 07-18		
	Sommer/overgang (april – okt.) $t_{ind,min}$ = 18,0 °C SP_{top}= 22,0 °C $SP_{køl}$= 23,5 °C	Vinter (nov.- mar.) $t_{ind, min}$ = 20,0 °C SP_{top}= 21,0°C $SP_{køl}$= 22,0 °C	
Køling	Der installeres ej mekanisk køling		
Natventilation	Behovsreguleret luftmængde (VAV) med max. luftmængde på 180 m³/h. Tidsrum: Kl. 18-07, maj – sept. Minimumsindblæsningstemperatur: 14°C		

	Setpunkt for indblæsningsluft: 19°C
Naturlig ventilation	Der forudsættes naturlig ensidet ventilation, som anvendes ved rumtemperaturer over 25 ºC i brugstiden i perioden maj – sept. Maksimalt luftskifte: 2,6 /h
Infiltration	1,5 l/s pr. m² ved tryk på 50 Pa

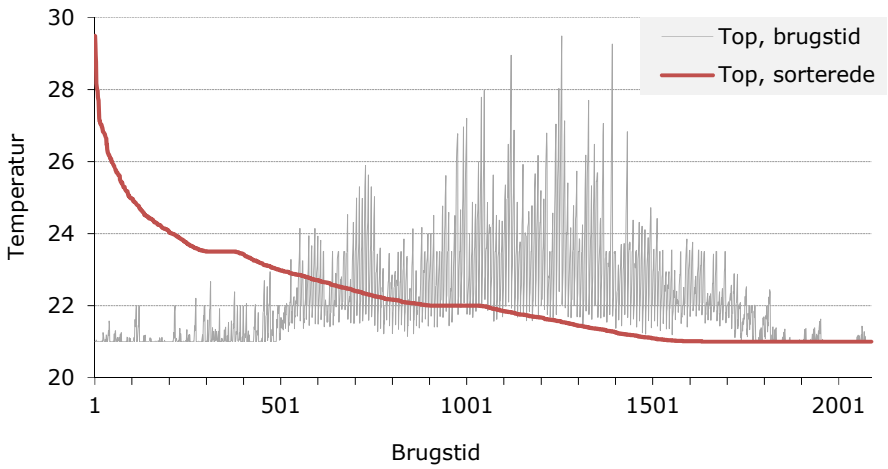
2.4 Resultater, termisk indeklima

Det termiske indeklima vurderes, som beskrevet af afsnit 1.1, iht. anbefalinger i DS 474. Som det ses af nedenstående Figur 9, overholdes dette i brugstiden:



Figur 9 – Opsummering af resultater fra simulering sammenlignet med krav iht. DS 474.

Nedenstående Figur 10 viser varighedsdiagrammet over temperaturforløbet over året indenfor brugstiden. Det ses af figuren, at temperaturen hovedsageligt vil ligge mellem 21-26 ºC i brugstiden. Det ses dog, at temperaturen er højere i sommerperioden, hvor den peaker med temperaturer op til 28 ºC.



Figur 10 – Varighedsdiagram for temperaturforløbet indenfor arbejdstiden

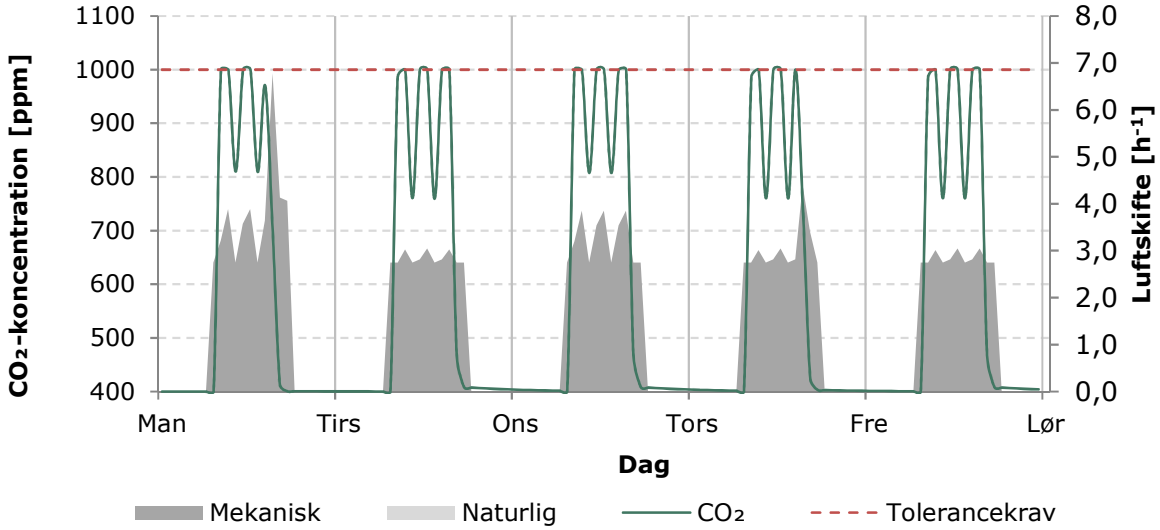
2.5 Resultater, atmosfærisk indeklima

Det atmosfæriske indeklima vurderes, som beskrevet af afsnit 1.1, iht. Bygningsreglementets vejledning, hvor tolerancekravet er sat ved 1000 ppm.
Ved udtræk af resultater ses det af nedenstående Tabel 2, at CO_2-niveauet indenfor brugstiden vil ligge indenfor acceptområdet.

Tabel 2 – CO_2-niveau i og udenfor brugstiden

	Brugstid	**Udenfor**	**Hele året**
	ppm	*ppm*	*ppm*
Maksimal værdi	1000	468	1000
Gennemsnitlig CO_2	888	403	518
Mindste CO_2	515	400	400

Nedenstående figur viser det typiske CO_2-niveau ved anvendte samtidighed og personbelastning for en typisk uge. Der er taget udgangspunkt i uge 17, hvor det alene er den mekaniske ventilation, som sikrer det atmosfæriske indeklima.



Figur 11: CO_2-niveau er under 1000 ppm i brugstiden sikret af den mekaniske ventilation.

3 Åbent kontor (2 pers.), etage 3

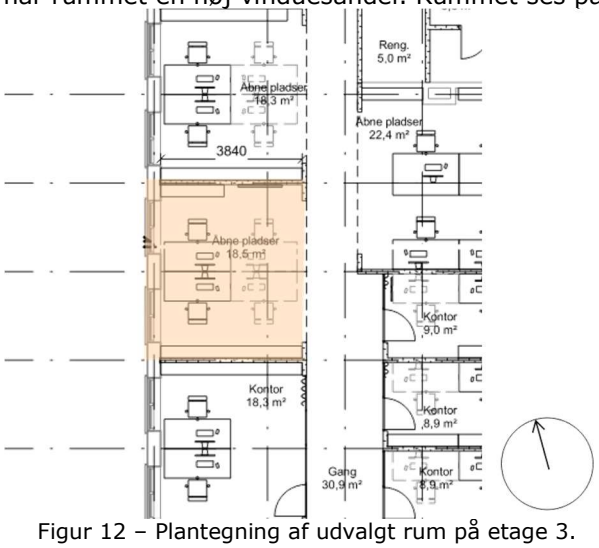
3.1 Sammendrag og konklusion

Resultatet af indeklimaanalysen for et åbent kontorområde med 2 personer mod vest viser, at følgende tiltag er nødvendige for at opretholde et tilfredsstillende indeklima. Resultatet uddybes nedenfor.

- Mekanisk luftmængde på op til 185 m³/h (4 /h)
- Natventilation udenfor brugstiden med luftmængde på op til 185 m³/h efter behov.
- Anvendelse af naturlig ventilation gennem vinduesåbningerne på de varmeste sommerdage i brugstiden.

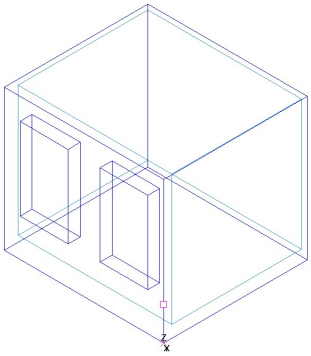
3.2 Modellen

Det er valgt at betragte et åbent kontorområde mod vest på etage 3. Rummet er udvalgt grundet dets orientering mod vest, hvor der er minimale skyggeforhold. Samtidighed er der indrettet adskillige af denne rumtype på etage 3 samt 4 mod både vest og øst, hvorfor simuleringen altså er repræsentativ. Samtidig har rummet en høj vinduesandel. Rummet ses på Figur 12.



Figur 12 – Plantegning af udvalgt rum på etage 3.

Rummet er modelleret i BSim og ses af nedenstående Figur 13.

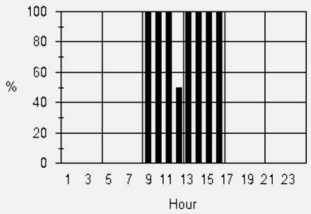


Figur 13 – Opbygning af BSim-model for udvalgt rum

Rummets indeklima påvirkes af udeklimaet samt af temperaturforholdene i tilstødende lokaler. De tilstødende lokaler antages at have samme termiske klima som i det udvalgte rum, svarende til at der hverken sker varmetab eller –tilskud til de tilstødende lokaler.

3.3 Opsummering af forudsætninger

Følgende forudsætninger ligger til grund for indeklimaanalysen.

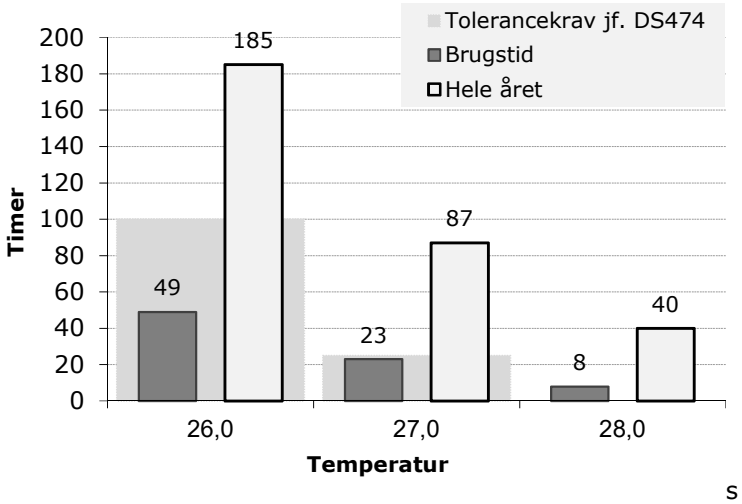
Rummets anvendelse			
Brugstid	Kl. 08-16		
Samtidighed, personer *2 personer*	*Hverdage*	*Samtidighedsprofil*	*Weekend*
Kl. 08-11: Kl. 11-12: Kl. 12-16:	100% 50% 100%		0% 0% 0%
Samtidighed, udstyr *Maks. belastning: 80 W/pers*	*Hverdage*		*Weekend*
Kl. 08-16: Kl. 16-08:	100 % 0%		0%
Belysningsbelastning	5 W/m² Dagslysstyret efter 300 lux i brugstiden		

Rummets konstruktioner	
Indervæggene i rummet er generelt opbygget som lette skeletvægge med gipsplader. Ydervæggen er opbygget med tegl. Gulvet opbygges som en let etageadskillelse med gulvopbygning på eksisterende dækopbygning. Loftet er opbygget som et nedhængt mineraluldsloft.	
Vinduer	U_{vindue} = 1,1 W/m²K g_{rude} = 0,26 LT_{rude} = 0,51

Rummets systemer		
Afskærmning	Der medregnes ej indvendige afskærmning i form af evt. gardiner. Disse forudsættes dog at installeres efter behov ift. blænding.	
Skygger	Der er ikke medtaget skygger fra andre bygninger	
Ventilation	VAV med max. luftmængde på 185 m³/h. Tidsrum: kl. 07-18	
	Sommer/overgang (april – okt.) $t_{ind,min}$ = 18,0 °C SP_{top}= 22,0 °C $SP_{køl}$= 23,5 °C	Vinter (nov.- mar.) $t_{ind, min}$ = 20,0 °C SP_{top}= 21,0°C $SP_{køl}$= 22,0 °C
Køling	Der installeres ej mekanisk køling	
Natventilation	Behovsreguleret luftmængde (VAV) med max. luftmængde på 185 m³/h. Tidsrum: Kl. 18-07, maj – sept. Minimumsindblæsningstemperatur: 14°C Setpunkt for indblæsningsluft: 19°C	
Naturlig ventilation	Der forudsættes naturlig ensidet ventilation, som anvendes ved rumtemperaturer over 25 ºC i brugstiden i perioden maj – sept. Maksimalt luftskifte: 2,6 /h	
Infiltration	1,5 l/s pr. m² ved tryk på 50 Pa	

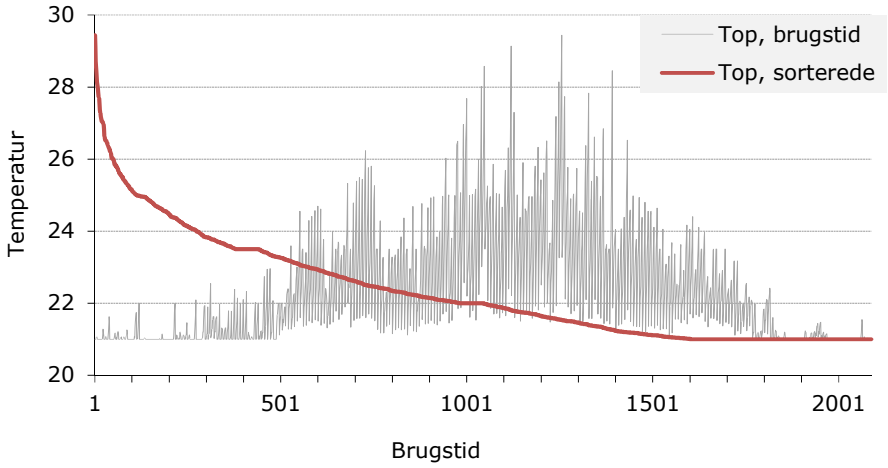
3.4 Resultater, termisk indeklima

Det termiske indeklima vurderes, som beskrevet af afsnit 1.1, iht. anbefalinger i DS 474. Som det ses af nedenstående Figur 14, overholdes tolerancekravet i angivne brugstid.



Figur 14 – Opsummering af resultater fra simulering sammenlignet med krav iht. DS 474.

Nedenstående Figur 15 viser varighedsdiagrammet over temperaturforløbet over året indenfor brugstiden. Det ses af figuren, at temperaturen hovedsageligt vil ligge mellem 21-26 ºC i brugstiden. Det ses dog, at temperaturen er højere i sommerperioden, hvor den peaker enkelte gange med temperaturer op til 28 ºC.



Figur 15 – Varighedsdiagram for temperaturforløbet indenfor arbejdstiden

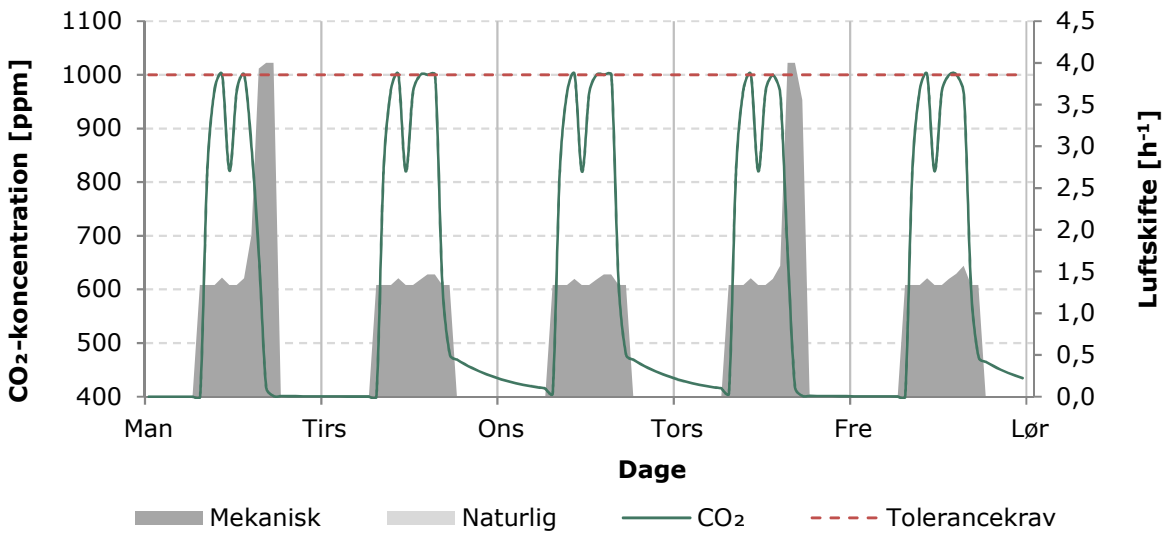
3.5 Resultater, atmosfærisk indeklima

Det atmosfæriske indeklima vurderes, som beskrevet af afsnit 1.1, iht. Bygningsreglementets vejledning, hvor tolerancekravet er sat ved 1000 ppm.
Ved udtræk af resultater ses det af nedenstående Tabel 3Tabel 2, at CO_2-niveauet indenfor brugstiden vil ligge indenfor acceptområdet.

Tabel 3 – CO_2-niveau i og udenfor brugstiden

	Brugstid	**Udenfor**	**Hele året**
	ppm	*ppm*	*ppm*
Maksimal værdi	1000	608	1000
Gennemsnitlig CO_2	876	415	525
Mindste CO_2	488	400	400

Nedenstående figur viser det typiske CO_2-niveau ved anvendte samtidighed og personbelastning for en typisk uge. Der er taget udgangspunkt i uge 17, hvor det alene er den mekaniske ventilation, som sikrer det atmosfæriske indeklima.



Figur 16: CO_2-niveau er under 1000 ppm i brugstiden sikret af den mekaniske ventilation.

4 Åbent kontor (4 pers.), etage 4

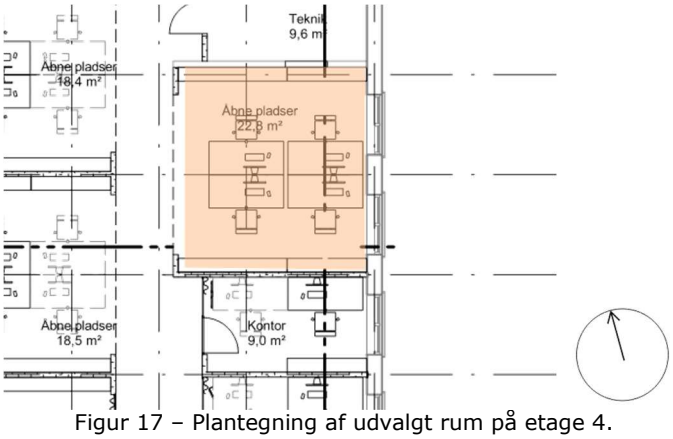
4.1 Sammendrag og konklusion

Resultatet af indeklimaanalysen for et åbent kontorområde med 4 personer mod øst viser, at følgende tiltag er nødvendige for at opretholde et tilfredsstillende indeklima. Resultatet uddybes nedenfor.

- Mekanisk luftmængde på op til 455 m³/h (8 /h)
- Natventilation udenfor brugstiden med luftmængde på op til 455 m³/h efter behov.
- Anvendelse af naturlig ventilation gennem vinduesåbningerne på de varmeste sommerdage i brugstiden.

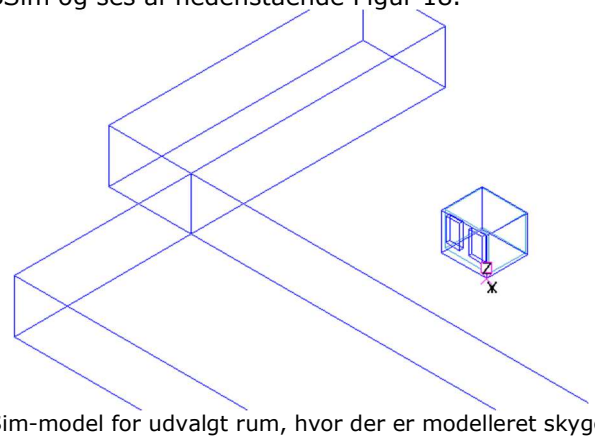
4.2 Modellen

Det er valgt at betragte et åbent kontorområde mod øst på etage 4. Rummet er udvalgt på 4. sal, idet der her vil være de mindste skyggeforhold. Samtidighed er der indrettet et lignende rum på etage 3, og med den høje personbelastning er denne rumtype derfor kritisk. Rummet ses på Figur 17.



Figur 17 – Plantegning af udvalgt rum på etage 4.

Rummet er modelleret i BSim og ses af nedenstående Figur 18.



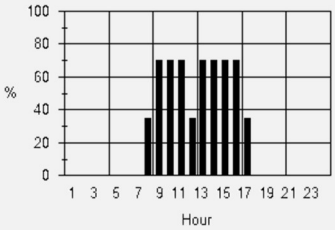
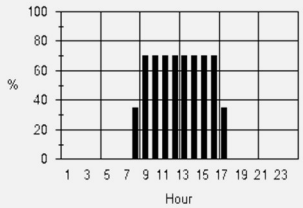
Figur 18 – Opbygning af BSim-model for udvalgt rum, hvor der er modelleret skyggende forhold fra nabobygningerne i form af bygning 1910 og 1912.

Rummets indeklima påvirkes af udeklimaet samt af temperaturforholdene i tilstødende lokaler. De tilstødende lokaler antages at have samme termiske klima som i det udvalgte rum, svarende til at der hverken sker varmetab eller –tilskud til de tilstødende lokaler.

4.3 Opsummering af forudsætninger

Følgende forudsætninger ligger til grund for indeklimaanalysen.

Rummets anvendelse

Brugstid	Kl. 07-17		
Samtidighed, personer *4 personer*	*Hverdage*	*Samtidighedsprofil*	*Weekend*
Kl. 07-08: Kl. 08-11: Kl. 11-12: Kl. 12-16: Kl. 16-17:	35% 70% 35% 70% 35%		0% 0% 0% 0% 0%
Samtidighed, udstyr *Maks. belastning: 80 W/pers*	*Hverdage*		*Weekend*
Kl. 07-08: Kl. 08-16: Kl. 16-17:	35% 70% 35%		0% 0% 0%
Belysningsbelastning	5 W/m² Dagslysstyret efter 300 lux i brugstiden		

Rummets konstruktioner

Indervæggene i rummet er generelt opbygget som lette skeletvægge med gipsplader. Ydervæggen er opbygget med tegl. Gulvet opbygges som en let etageadskillelse med gulvopbygning på eksisterende dækopbygning. Loftet er opbygget som et nedhængt mineraluldsloft.	
Vinduer	U_{vindue} = 1,1 W/m²K g_{rude} = 0,26 LT_{rude} = 0,51

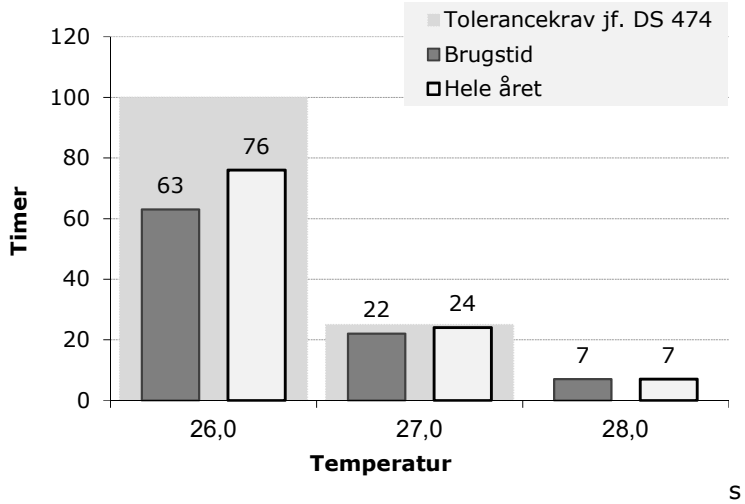
Rummets systemer

Afskærmning	Der medregnes ej indvendige afskærmning i form af evt. gardiner. Disse forudsættes dog at installeres efter behov ift. blænding.	
Skygger	Der er medtaget skygger fra nabobygningerne.	
Ventilation	VAV med max. luftmængde på 455 m³/h. Tidsrum: kl. 07-18	
	Sommer/overgang (april – okt.) $t_{ind,min}$ = 18,0 °C SP_{top}= 22,0 °C $SP_{køl}$= 23,5 °C	Vinter (nov.- mar.) $t_{ind, min}$ = 20,0 °C SP_{top}= 21,0°C $SP_{køl}$= 22,0 °C
Køling	Der installeres ej mekanisk køling	
Natventilation	Behovsreguleret luftmængde (VAV) med max. luftmængde på 455 m³/h. Tidsrum: Kl. 18-07, maj – sept. Minimumsindblæsningstemperatur: 14°C Setpunkt for indblæsningsluft: 19°C	

Naturlig ventilation	Der forudsættes naturlig ensidet ventilation, som anvendes ved rumtemperaturer over 25 ºC i brugstiden i perioden maj – sept. Maksimalt luftskifte: 2,6 /h
Infiltration	1,5 l/s pr. m² ved tryk på 50 Pa

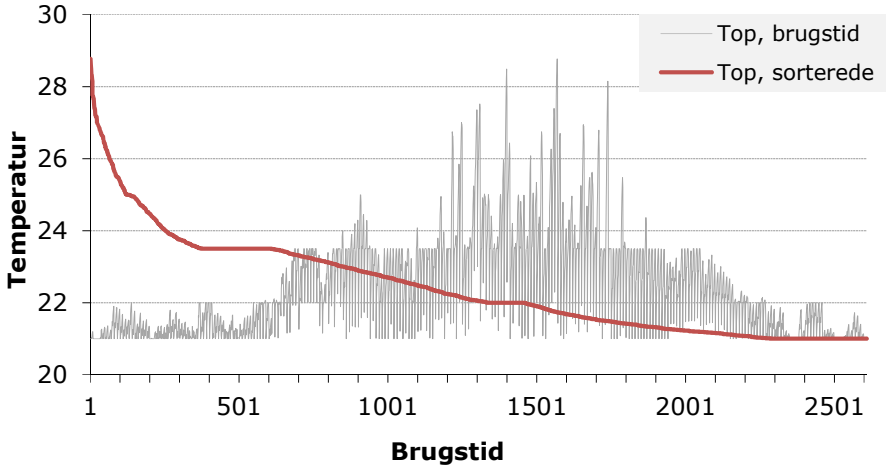
4.4 Resultater, termisk indeklima

Det termiske indeklima vurderes, som beskrevet af afsnit 1.1, iht. anbefalinger i DS 474. Som det ses af nedenstående Figur 19, overholdes tolerancekravet i angivne brugstid.



Figur 19 – Opsummering af resultater fra simulering sammenlignet med krav iht. DS474

Nedenstående Figur 20 viser varighedsdiagrammet over temperaturforløbet over året indenfor brugstiden. Det ses af figuren, at temperaturen hovedsageligt vil ligge mellem 21-26 ºC i brugstiden. Det ses dog, at temperaturen er højere i sommerperioden, hvor den peaker enkelte gange med temperaturer op til 28 ºC.

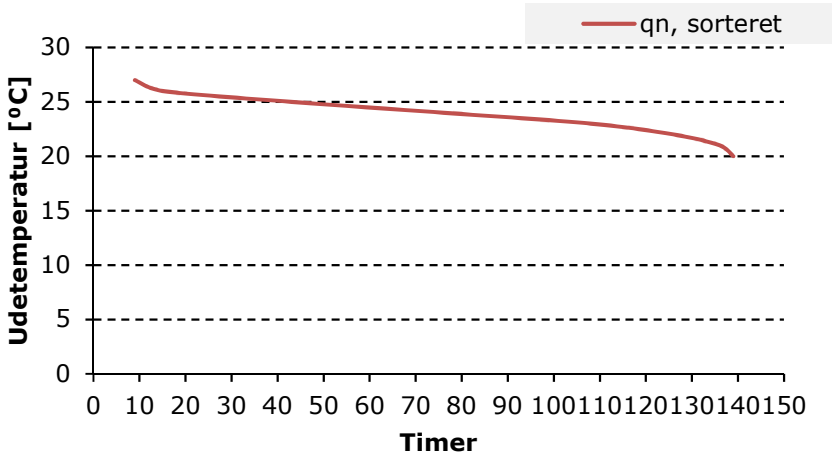


Figur 20 – Varighedsdiagram for temperaturforløbet indenfor arbejdstiden

4.5 Naturlig ventilation

Idet der anvendes naturlig ventilation til at varetage det termiske indeklima, er det undersøgt i hvor høj grad den naturlig ventilation er nødvendig for resultatet anvist i Figur 19.

Der er derfor udarbejdet et varighedsdiagram med antallet af timer med naturlig ventilation ift. udetemperaturen for at sikre realistisk anvendelse. Dette er vist i nedenstående Figur 21:



Figur 21 - I alt er den naturlige ventilation i brug i 139 timer.

Figur 21 viser hvordan den naturlige ventilation kun er i brug, når udetemperaturen er over 20 °C, og der dermed primært er den mekaniske ventilation, som sikrer det termiske indeklima. Dette er med til at øge indeklimaets robusthed overfor varierende brugeradfærd.

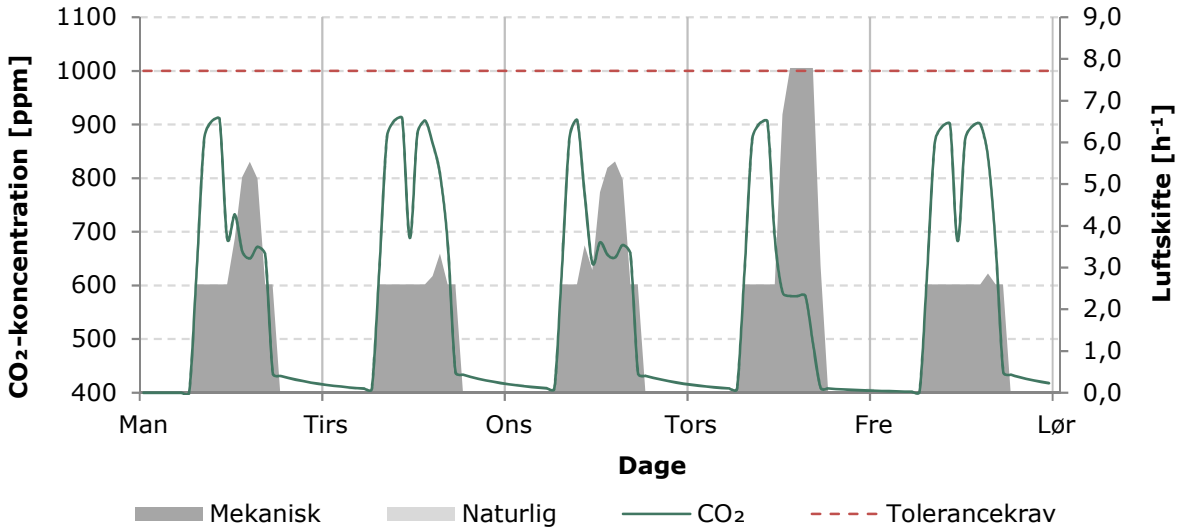
4.6 Resultater, atmosfærisk indeklima

Det atmosfæriske indeklima vurderes, som beskrevet af afsnit 1.1, iht. Bygningsreglementets vejledning, hvor tolerancekravet er sat ved 1000 ppm.
Ved udtræk af resultater ses det af nedenstående Tabel 4 Tabel 2, at CO_2-niveauet indenfor brugstiden vil ligge indenfor acceptområdet.

Tabel 4 – CO_2-niveau i og udenfor brugstiden

	Brugstid	**Udenfor**	**Hele året**
	ppm	*ppm*	*ppm*
Maksimal værdi	921	441	921
Gennemsnitlig CO_2	764	407	514
Mindste CO_2	489	400	400

Nedenstående figur viser det typiske CO_2-niveau ved anvendte samtidighed og personbelastning for en typisk uge. Der er taget udgangspunkt i uge 18, hvor det alene er den mekaniske ventilation, som sikrer det atmosfæriske indeklima.



Figur 22 - CO_2-niveau er under 1000 ppm i brugstiden sikret af den mekaniske ventilation.

5 Enkeltmandskontor, etage 4

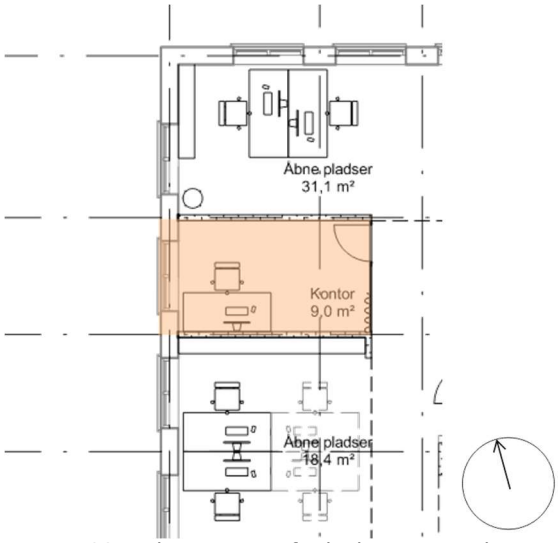
5.1 Sammendrag og konklusion

Resultatet af indeklimaanalysen for enkeltmandskontoret på etage 4 viser, at følgende tiltag er nødvendige for at opretholde et tilfredsstillende indeklima. Resultatet uddybes nedenfor.

- Mekanisk luftmængde på op til 70 m³/h (3,1 /h)
- Natventilation udenfor brugstiden med luftmængde på op til 70 m³/h efter behov.
- Anvendelse af naturlig ventilation gennem vinduesåbningerne på de varmeste sommerdage i brugstiden.

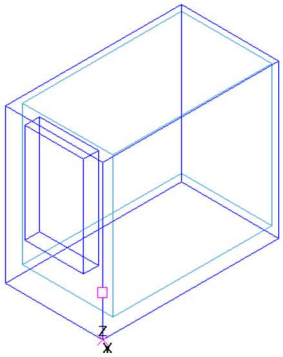
5.2 Modellen

Det er valgt at betragte et enkeltmandskontor mod vest på etage 4. Rummet er udvalgt grundet dets orientering mod vest, hvor der er minimale skyggeforhold. Samtidighed er rummet udvalgt for at sikre, at den projekterede luftmængde er tilstrækkelig. Rummet ses på Figur 23.



Figur 23 – Plantegning af udvalgt rum mod vest.

Rummet er modelleret i BSim og ses af nedenstående Figur 24.

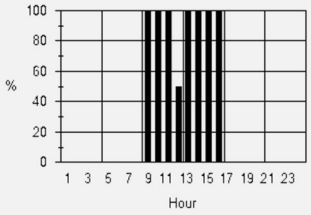


Figur 24 – Opbygning af BSim-model for udvalgt rum

Rummets indeklima påvirkes af udeklimaet samt af temperaturforholdene i tilstødende lokaler. De tilstødende lokaler antages at have samme termiske klima som i det udvalgte rum, svarende til at der hverken sker varmetab eller –tilskud til de tilstødende lokaler.

5.3 Opsummering af forudsætninger

Følgende forudsætninger ligger til grund for indeklimaanalysen.

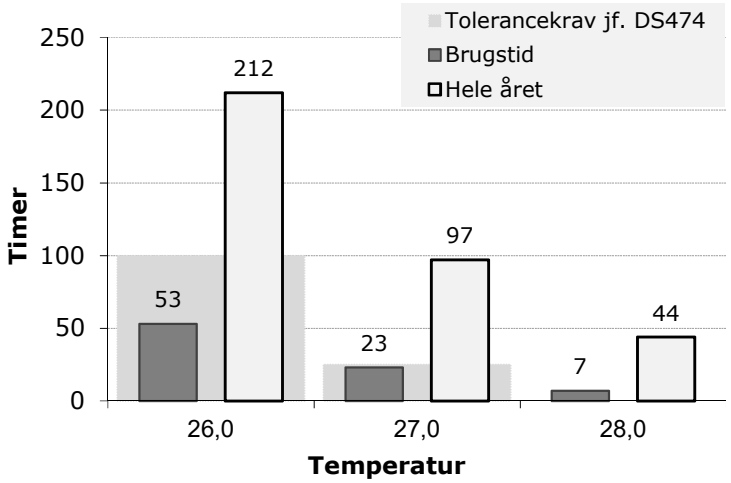
Rummets anvendelse			
Brugstid	Kl. 08-16		
Samtidighed, personer *1 person*	*Hverdage*	*Samtidighedsprofil*	*Weekend*
Kl. 08-11: Kl. 11-12: Kl. 13-16:	100% 50% 100%		0% 0% 0% 0% 0% 0%
Samtidighed, udstyr *Maks. belastning: 80 W*	*Hverdage*		*Weekend*
Kl. 08-16: Kl. 16-08:	100% 0%		0%
Belysningsbelastning	5 W/m² Dagslysstyret efter 300 lux i brugstiden		

Rummets konstruktioner	
Indervæggene i rummet er generelt opbygget som lette skeletvægge med gipsplader. Ydervæggen er opbygget med tegl. Gulvet opbygges som en let etageadskillelse med gulvopbygning på eksisterende dækopbygning. Loftet er opbygget som et nedhængt mineraluldsloft.	
Vinduer	U_{vindue} = 1,1 W/m²K g_{rude} = 0,26 LT_{rude} = 0,51

Rummets systemer		
Afskærmning	Der medregnes ej indvendige afskærmning i form af evt. gardiner. Disse forudsættes dog at installeres efter behov ift. blænding.	
Skygger	Der er ikke medtaget skygger fra andre bygninger	
Ventilation	Luftmængde på 70 m³/h. Tidsrum: kl. 07-18	
	Sommer/overgang (april – okt.) $t_{ind,min}$ = 18,0 °C SP_{top}= 22,0 °C $SP_{køl}$= 23,5 °C	Vinter (nov.- mar.) $t_{ind, min}$ = 20,0 °C SP_{top}= 21,0°C $SP_{køl}$= 22,0 °C
Køling	Der installeres ej mekanisk køling	
Natventilation	Behovsreguleret luftmængde (VAV) med max. luftmængde på 70 m³/h. Tidsrum: Kl. 18-07, maj – sept. Minimumsindblæsningstemperatur: 14°C Setpunkt for indblæsningsluft: 19°C	
Naturlig ventilation	Der forudsættes naturlig ensidet ventilation, som anvendes ved rumtemperaturer over 25 ⁰C i brugstiden i perioden maj – sept. Maksimalt luftskifte: 2,6 /h	
Infiltration	1,5 l/s pr. m² ved tryk på 50 Pa	

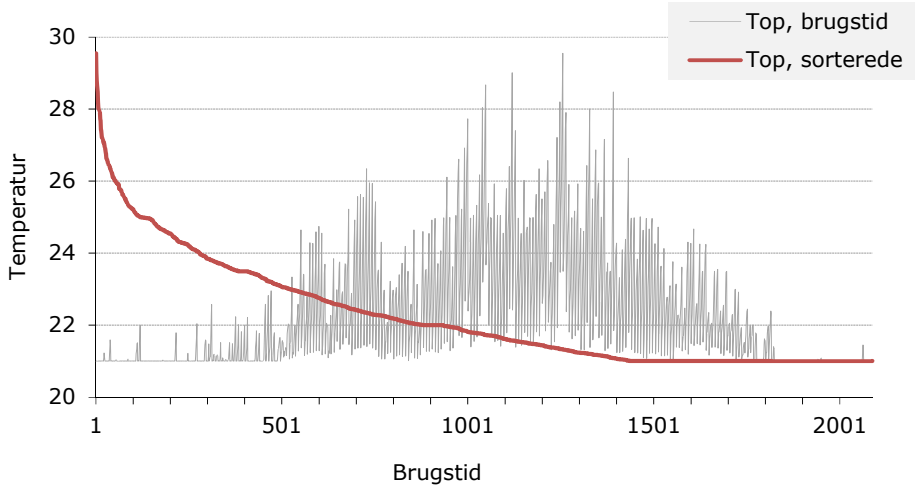
5.4 Resultater, termisk indeklima

Det termiske indeklima vurderes, som beskrevet af afsnit 1.1, iht. anbefalinger i DS 474. Som det ses af nedenstående Figur 25, vil temperaturen indenfor brugstiden være indenfor tolerancekravet.



Figur 25 – Opsummering af resultater fra simulering sammenlignet med krav iht. DS474

Nedenstående Figur 26 viser varighedsdiagrammet over temperaturforløbet over året indenfor brugstiden. Det ses af figuren, at temperaturen hovedsageligt vil ligge mellem 21-26 ºC i brugstiden. Det ses at temperaturen er højere i sommerperioden, hvor den peaker.



Figur 26 – Varighedsdiagram for temperaturforløbet indenfor arbejdstiden

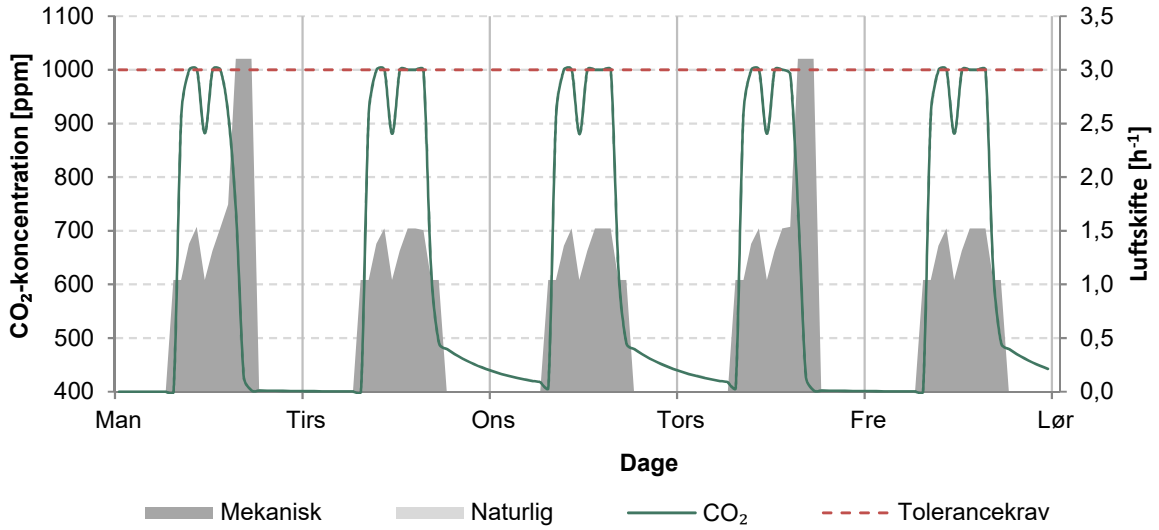
5.5 Resultater, atmosfærisk indeklima

Det atmosfæriske indeklima vurderes, som beskrevet af afsnit 1.1, iht. Bygningsreglementets vejledning, hvor tolerancekravet er sat ved 1000 ppm.
Ved udtræk af resultater ses det af nedenstående Tabel 5, at CO_2-niveauet indenfor brugstiden vil ligge indenfor acceptområdet.

Tabel 5 – CO_2-niveau i og udenfor brugstiden

	Brugstid	**Udenfor**	**Hele året**
	ppm	*ppm*	*ppm*
Maksimal værdi	1000	640	1000
Gennemsnitlig CO_2	925	425	544
Mindste CO_2	506	400	400

Nedenstående figur viser det typiske CO_2-niveau ved anvendte samtidighed og personbelastning for en typisk uge. Der er taget udgangspunkt i uge 17, hvor det alene er den mekaniske ventilation, som sikrer det atmosfæriske indeklima.



Figur 27: CO_2-niveau er under 1000 ppm i brugstiden sikret af den mekaniske ventilation.