

NOTAT

Prosjekt: **Danielsen skole**
Sak: **Energievaluering**
Oppdrag nr.: 0520 Vår ref.: SAL
Notat nr: 01
Dato: 10.02.21
Utarbeidet av: Elise Eikeskog
Direkte telefon: 52705367 E-post: elise@fa-as.no



Karmsundgt. 159
5522 HAUGESUND

Tlf.: 52 70 53 60
Faks.: 52 70 53 66

Foretaksregisteret :
NO 981 604 032 MVA

Til: Nordbø & Seglem AS v/ Thomas Grønbech Lindø
Kopi: Prosjektgruppen

Revisjon	Dato	Sign	KS	Beskrivelse
B	10.02.21	EE	SAL	Energievalueringnotat

Formål

Formålet med dette notat, er å evaluere nye Danielsen skole på Veia opp mot gjeldende forskrifter for energi.

Opplysninger om bygget

Prosjektnavn : Danielsen skole Byggeår : 2021
Gatenavn : Postnr. : 4276
Gatenummer : Slettavegen Poststed : Vedavågen
Kommune : Karmøy G.nr. : 5/7, 154 mfl. B.nr. :

Regelverk

Gjeldende teknisk forskrift for Danielsen skole er TEK 17.

Overordnede krav

Byggherre har ikke kommet med krav til energi ut over de tekniske forskriftene.

Simuleringsverktøy

For å simulere bygningen er SIMIEN versjon 6.016 benyttet. Det simuleres opp mot et standardisert klima (osloklima) i henhold til NS 3031. Mange inndata er også standardisert for å kunne sammenligne bygningsmasse lettere. For beregning av reelt energiforbruk er inndata justert iht mottatt informasjon fra Byggherre, andre rådgivere og antagelser om bruk. Reelt energiforbruk beregnes deretter på bakgrunn av et normalår etter nærmeste klimasted.

Bygningen har utstrekning i henhold til vedlegg 1.

Til varmforsyning benyttes væske/vann- varmepumpe som henter energi fra grunnen som benyttes i vannbårent varmeanlegg.

Soneinndeling

Bygget anses som å ha en sone i bygningskategori skolebygg jfr §14-2-3.

Inndata

Tekniske data for simuleringen er gjennomsnittsverdier for simulert areal.

Følgende inndata er brukt i programmet:

Størrelser	Inndata	Dokumentasjon	
Arealer [m ²]	Yttervegger	1195	ARK
	Tak	1118	ARK
	Gulv på grunn	910	ARK
	Gulv mot friluft	208	ARK
	Vinduer, dører og glassfelt	369	ARK
Oppvarmet gulvareal [m ²]	2208	ARK	
Oppvarmet luftvolum [m ³]	6512	ARK	
Gjennomsnittlig varmegjennomgangskoeffisient for bygningsdeler [W/m ² K] (U-verdi)	Yttervegger	0,18	ARK
	Tak	0,13	ARK
	Gulv	0,13 ¹	RIB
	Vinduer, dører og glassfelt	0,81 ²	ARK
Arealandel for vinduer, dører og glassfelt i forhold til oppvarmet bruksareal (%)	22,1	ARK	
Normalisert kuldebroverdi [W/m ² K]	0,09 ³	RIB/ARK	
Lekkasjetall (n ₅₀) [h ⁻¹]	0,80	ARK	
Årsmidlere virkningsgrad for varmegjennviner [%]	80	RIV	
Spesifikk vifteeffekt (SFP) relatert til luftmengder, i driftstiden [kW/m ³ /s]	1,5	RIV	
Gjennomsnittlig ventilasjonsluftmengde i driftstiden (m ³ /m ² h)	11 ⁴	RIV	
Ventilasjonsluftmengde utenfor driftstiden, gitt per m ² oppvarmet bruksareal (m ³ /m ² h)	2	RIV (minstekrav iht NS 3031)	
Spesifikk pumpeeffekt varmeanlegg (SPP) (kW/(l/s))	0,5	NS3031	
Spesifikt effektbehov til belysning i driftstiden [W/m ²]	8 ⁵	RIE	

¹ Ekvivalent u-verdi, tilsvarer 200 mm EPS/steinull (kl 37)

² 0,80 for vindu og 1,0 for dører, begge inklusiv rammer

³ Kuldebroverdi er satt ut ifra standardverdi for bæresystem i betong/stål med kuldebrobryter på 10 cm. Faktor må kontrollberegnes når detaljtegninger på konstruksjon foreligger.

⁴ 80% av nominell luftmengde som følge av VAV.

⁵ Standardverdi i NS3031:2014 er 10 W/m², her redusert til 80% pga. tilstedeværelse.

Total solfaktor (g.) for vinduer og glassfelt med kunstig solavskjerming	0,22 ⁶	ARK
--	-------------------	-----

Tabell 1

De ulike faggruppene må sørge for å ha tilfredsstillende dokumentasjon i henhold til tabellen over.

Resultat

Resultater av evalueringen	
Evaluering av	Beskrivelse
Energiramme	Bygningen tilfredsstillende energirammen iht. §14-2 (1)
Minstekrav	Bygningen tilfredsstillende minstekravene i §14-3
Luftmengder ventilasjon	Luftmengdene tilfredsstillende minstekrav gitt i NS3031:2014 (tabell A.6)
Energiforsyning	Fossilt brensel benyttes ikke i oppvarmingsanlegget (§14-4)
Samlet evaluering	Bygningen tilfredsstillende byggeforskriftenes energikrav

Tabell 2

Tabell 2 viser at Danielsen skole tilfredsstillende TEK 17 sine krav i §14-2 energiramme. Dette under forutsetning av at alle faggrupper tilfredsstillende parametrene i tabell 1.

Tabell 3 viser at tilbygget tilfredsstillende energirammen i TEK 17 §14-2(1).

Energiramme (§14-2 (1), samlet netto energibehov)	
Beskrivelse	Verdi
1a Beregnet energibehov romoppvarming	21,7 kWh/m ²
1b Beregnet energibehov ventilasjonsvarme (varmebatterier)	15,9 kWh/m ²
2 Beregnet energibehov varmtvann (tappevann)	10,1 kWh/m ²
3a Beregnet energibehov vifter	15,6 kWh/m ²
3b Beregnet energibehov pumper	1,8 kWh/m ²
4 Beregnet energibehov belysning	17,7 kWh/m ²
5 Beregnet energibehov teknisk utstyr	13,3 kWh/m ²
6a Beregnet energibehov romkjøling	0,0 kWh/m ²
6b Beregnet energibehov ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	4,8 kWh/m ²
Totalt beregnet energibehov	100,8 kWh/m ²
Forskriftskrav netto energibehov	110,0 kWh/m ²

Tabell 3

Det påpekes at energirammen viser beregnet netto energibehov ut ifra standardverdier for den respektive bygningskategori og Oslo-klima. Dette energibehov kan derfor ikke sammenlignes med det virkelige forventede energibehov.

Tabell 4 viser at bygget tilfredsstillende minstekravene i § 14-3.

⁶ Utvendig 70/30 glass, med utvendig solskjerming på vinduer mot sørvest og sørøst.

Minstekrav (§14-3)		
Beskrivelse	Verdi	Krav
U-verdi yttervegger [W/m ² K]	0,18	0,22
U-verdi tak [W/m ² K]	0,13	0,18
U-verdi gulv mot grunn og mot det fri [W/m ² K]	0,13	0,18
U-verdi glass/vinduer/dører [W/m ² K]	0,81	1,20
Lekkasjetall (lufttetthet ved 50 Pa trykkforskjell) [luftvekslinger pr time]	0,80	1,50

Tabell 4

I tillegg til minstekrav i tabell 4 skal rør, ventilasjon og kanaler være økonomisk isolert iht NS-EN 12828:2012+A12014.

Krav til energiforsyning

For bygg over 1000 m² oppvarmet BRA skal man ha energifleksibile varmesystemer og tilrettelegge for lavtemperatur varmeløsning.

Skolen har vannbårent lavtemperatur (<60 °C) oppvarmingsystem. Oppvarmingsbehovet blir hovedsakelig dekket med en væske/vann-varmepumpe.

Følgende dekningsgrader er antatt:

	Væske/vann-varmepumpe	Elektrisitet
Romoppvarming	90%	10%
Tappevann	50%	50%
Ventilasjonsvarme	50%	50%

Videre er følgende preaksepterte ytelser oppfylt (jfr 14-4-2):

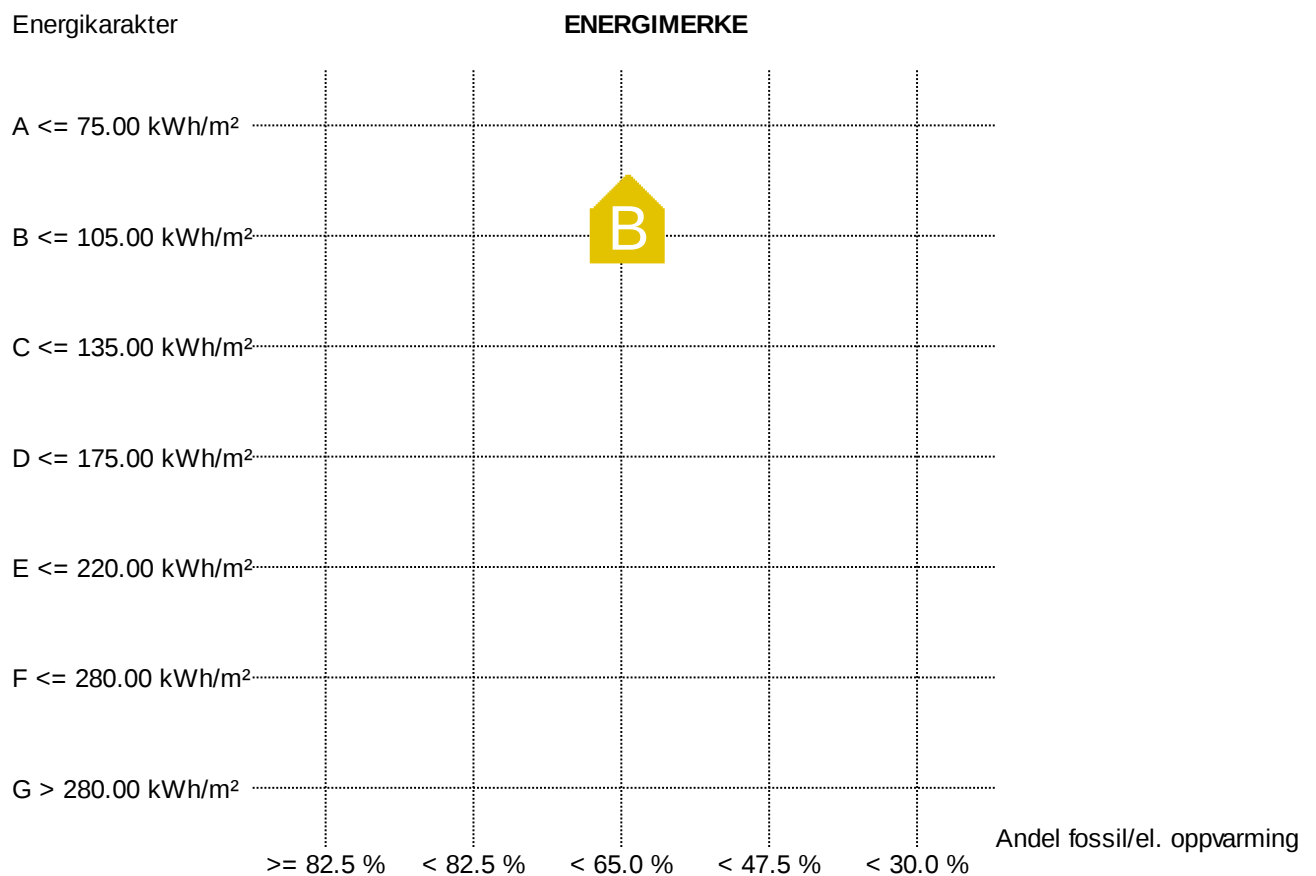
Krav	Løsning for bygget	Dokumentasjon
Det er ikke tillatt med fossile brensel for oppvarming	Spisslast dekkes av elkjel.	RIV
60 % dekningsgrad på energifleksibile system av normert netto varmebehov	Energifleksibelt varmesystem er ivaretatt.	RIV
Lavtemperatur under 60 °C turtemperatur	Dimensjonerende turtemperatur er < 60 °C for anlegget.	RIV
Minimumsareal for varmesentral 10 m ² + 1 % av BRA opptill 100 m ²	Minimumsareal for varmesentral er 28 m ² .	ARK
Takhøyde i varmesentral >2,5 m	Krav	ARK
Fri bredde alle dører i transportveien til varmesentral minimum 1,0 m	Krav	ARK

Reelt energiforbruk

I henhold til § 14-2-5 skal det beregnes et energibudsjett med reelle verdier for den konkrete bygning.

Energimerke

Simulering av Danielsen skole viser at man vil oppnå karakter B i henhold til energimerkeordningen (NVE).



Beregnet levert energi normalisert klima: 83.57 kWh/m²
Sum andel el/olje/gass av netto oppvarmingsbehov: 60.3 %

For å få registrert energimerke på bygningen må energirådgiver få tilgang til bygget via altinn. Se www.energimerking.no for mer informasjon.

Konklusjon

Danielsen skole tilfredsstillter krav i TEK 17 til energi om data satt i dette notat følges. Ved å benytte lavtemperatur vannbårene system for romoppvarming og ventilasjon tilfredsstilltes krav til energifleksibilitet i henhold til TEK 17 § 14-4.

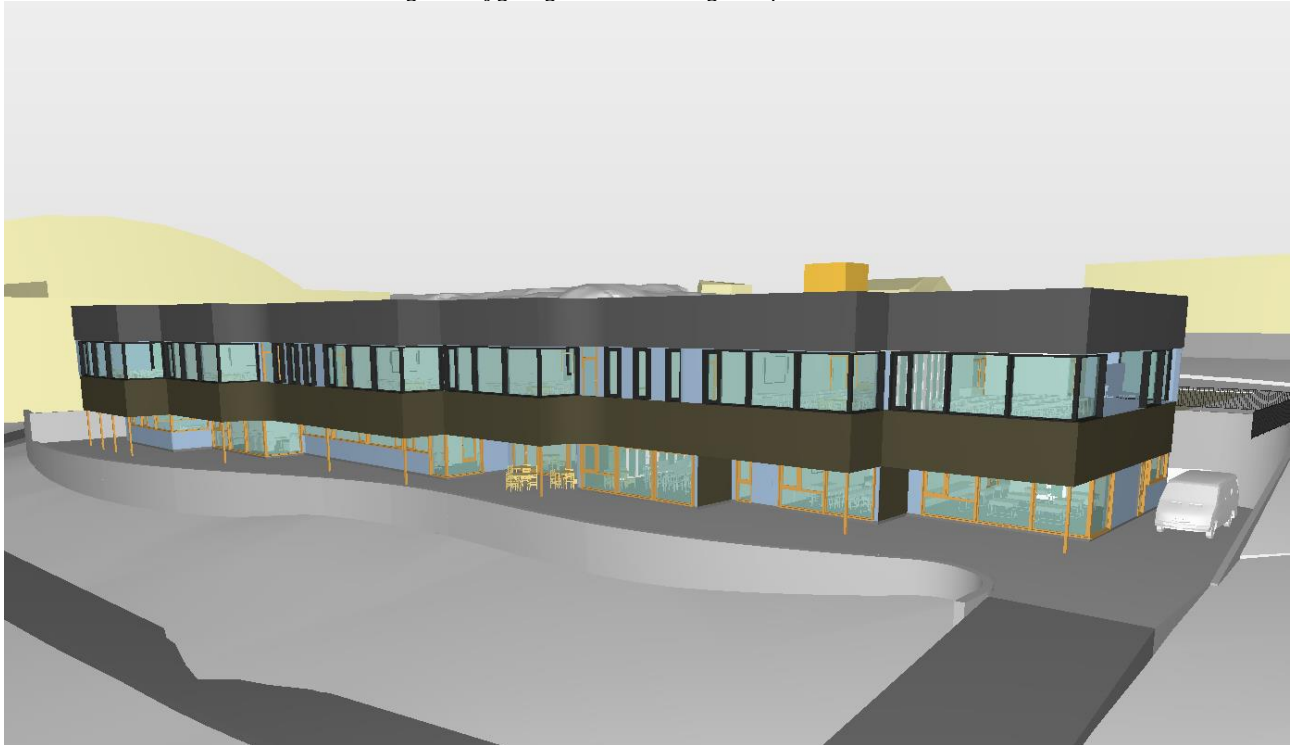
Bygget vil få karakteren B i henhold til NVE's energimerkeordning.

Ferkingstad og Alsaker AS
Haugesund, 10.02.2021

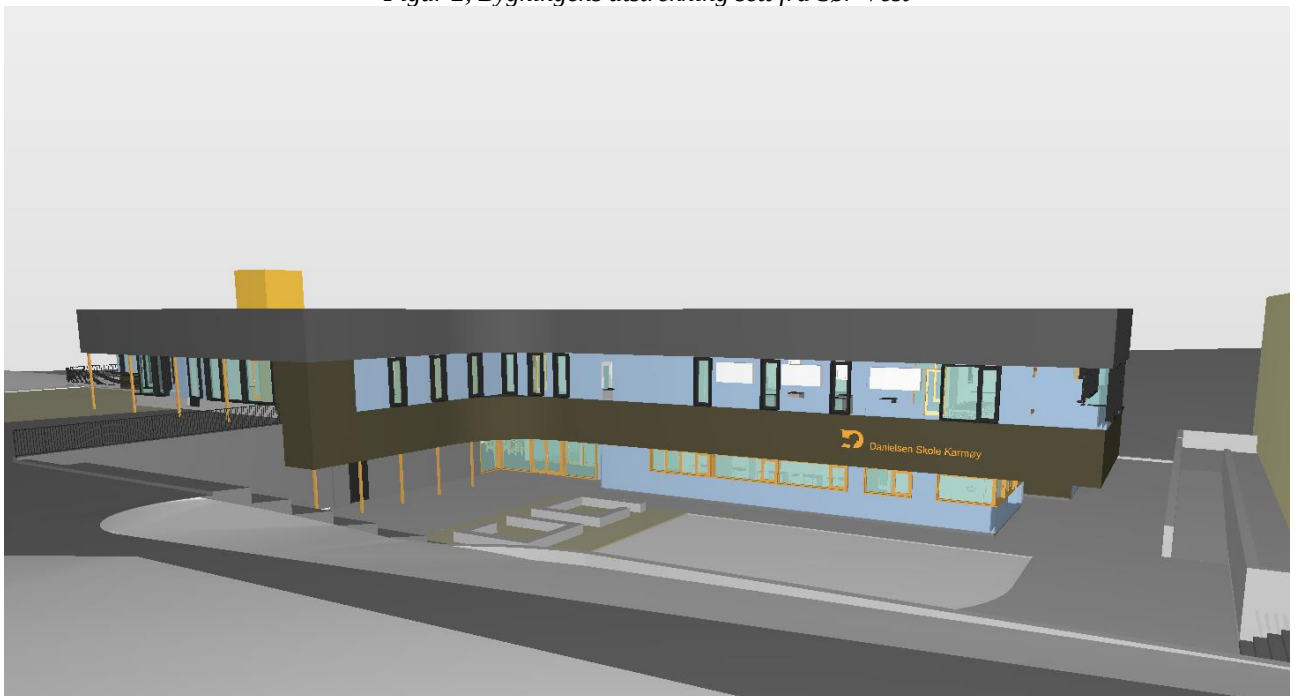

Elise Eikeskog

Vedlegg

Figur 1, bygningens utstrekning sett fra Nord-Øst



Figur 2, Bygningens utstrekning sett fra Sør-Vest



NOTAT



Prosjekt: **Danielsen skole**
Sak: **Inneklimasimuleringer**
Oppdrag nr.: 0520 Vår ref.: SAL
Notat nr: 02
Dato: 11.02.21

Karmsundgt. 159
5522 HAUGESUND
Tlf.: 52 70 53 60
Foretaksregisteret:
NO 981 604 032 MVA

Utarbeidet av: Elina V. Sørbotten
Direkte telefon: 52 70 53 66 E-post: elina@fa-as.no

Til: Nordbø & Seglem AS v/ Thomas Grønbech Lindø

Kopi: Prosjekteringsgruppe

Revisjon	Kommentar	Dato	Sign	Kontr
A	Utkast for gjennomgang	14.05.20	EVS	SAL
B	Nytt arkitektunderlag	11.02.21	EVS	SAL

Formål

I forbindelse med prosjektering av Danielsen skole er det sett på hvilke inneklimatesting man kan forvente i bygget, samt vurdering av omfang av utvendig solavskjerming. Det er i tillegg sett på luftkvalitet i amfi når hele skolen har fellessamling i dette rommet.

Regelverk

Gjeldende regelverk for bygget er TEK 17. For dette notat ses det nærmere på tilfredsstillelse av §13-4, termisk inneklimatesting. Operativ temperatur skal vurderes opp mot krav i §13-4. Anbefalte verdier for operativ temperatur vises i tabell 1.

Aktivitetsgruppe	Lett arbeid	Middels arbeid	Tungt arbeid
Temperatur °C	19 – 26	16 – 26	10 – 26

Tabell 1, anbefalte verdier for operativ temperatur.

Normen for CO₂ er angitt i Folkehelseinstituttets inneklimatesting «Anbefalte faglige normer for inneklimatesting» 2015. Normkravet for CO₂-innholdet i luften er på 1800 mg/m³ (1000 ppm). Dersom CO₂-innholdet overstiger denne verdien, er det et tegn på at ventilasjonen er for dårlig i forhold til antall personer som oppholder seg i rommet.

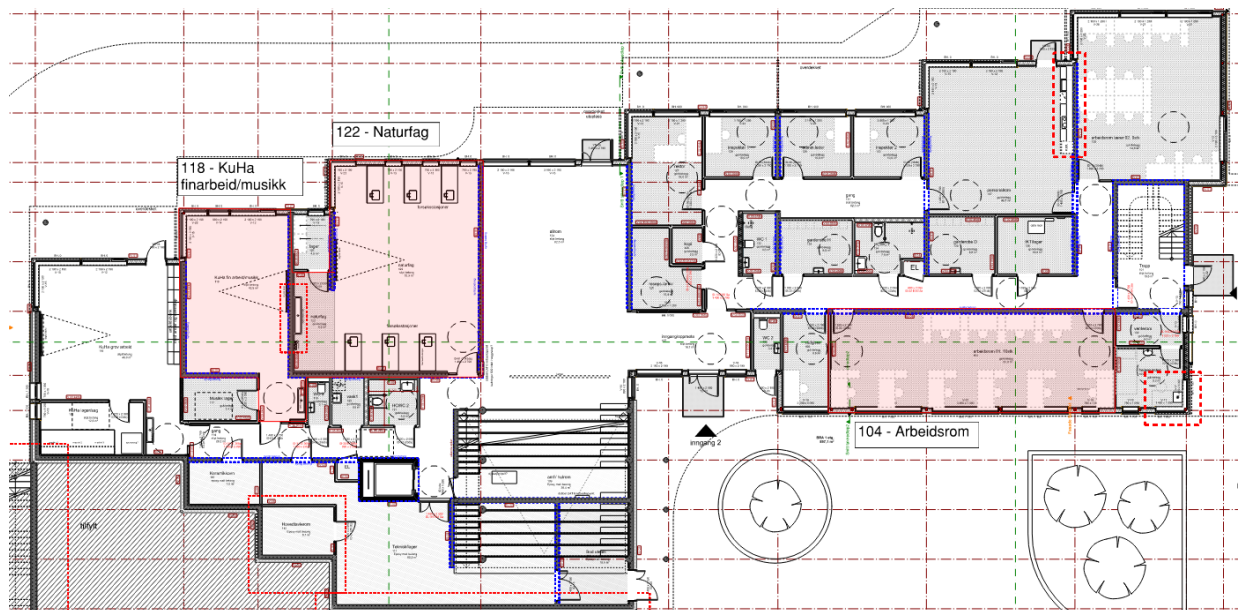
Simuleringsprogram

For å simulere temperaturforløp i bygget benyttes IDA ICE versjon 4.8, ekspertutgave. Dette er et fullt dynamisk simuleringsprogram som er særdeles godt validert sammenlignet med de mest vanlige programmer i Norge. IDA ICE er validert iht. EN 15255:2007, EN 15265:2007 og ASHRAE 140-2004 med mer. Det

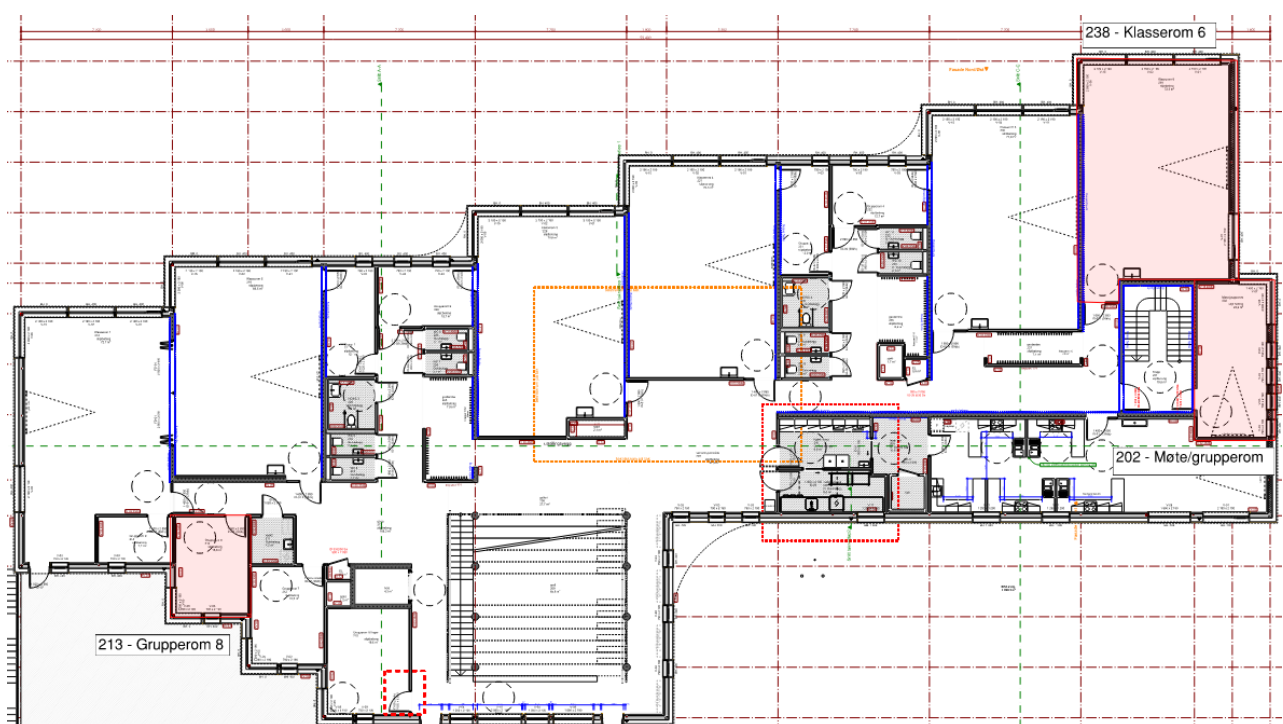
simuleres med dimensjonerende sommerdøgn for Stavanger. I tillegg gjøres det kontroll mot normalår for Stavanger som er nærmeste sted med kjente klimadata for simuleringene.

Valg av simuleringssoner

I dette notatet er det sett på kritiske rom hvor mange mennesker oppholder seg samtidig. Det er også lagt vekt på rom med store glassoverflater som vender mot sør og/eller vest. Hvert rom ble lagt inn som en enkelt sone i IDA ICE. Figurene under viser utstrekning av rommene som ble tatt med i inneklimasimuleringene, markert med rødt.



Figur 1, plan 1.etg.



Figur 2, plan 2.etg.

Sentrale inndata

Inndata er basert på arkitektunderlag ved dato 15.12.20. Sentrale inndata for simulerte rom:

Parameter	118 KuHa finarbeid/ musikk	122 Naturfag	104 Arbeidsrom
Areal og volum	Iht. arkitektunderlag	Iht. arkitektunderlag	Iht arkitektunderlag
Sone underfordeling	En sone	En sone	En sone
Ventilasjonsluftmengde	230 l/s	410 l/s	230 l/s
Driftstid ventilasjon	07:00 – 17:00 (man – fre)	07:00 – 17:00 (man – fre)	07:00 – 17:00 (man – fre)
Styring ventilasjon ¹	CAV	CAV	CAV
Laveste tillatte tilluftstemperatur ²	15 + 1 °C	15 + 1 °C	15 + 1 °C
Settpunkt for oppvarming	21 °C	21 °C	21 °C
Internlast			
Personer	20	35	10
Tilstedeværelse personer	08:00 – 11:00, 12:00 – 15:00 (man – fre)	08:00 – 11:00, 12:00 – 16:00 (man – fre)	08:00 – 11:00, 12:00 – 15:00 (man – fre)
Lys	8 W/m ²	8 W/m ²	8 W/m ²
Driftstid lys	08:00 – 11:00, 12:00 – 15:00 (man – fre)	08:00 – 11:00, 12:00 – 16:00 (man – fre)	08:00 – 11:00, 12:00 – 15:00 (man – fre)
<i>Teknisk utstyr</i>			
- Smart board	260 W	260 W	
- Bærbar PC	20 * 45 W	35 * 45 W	10 * 45 W
Driftstid teknisk utstyr	08:00 – 11:00, 12:00 – 15:00 (man – fre)	08:00 – 11:00, 12:00 – 16:00 (man – fre)	08:00 – 11:00, 12:00 – 15:00 (man – fre)
Vindusegenskaper	LT=0,7 g-faktor = 0,3	LT=0,7 g-faktor = 0,3	LT=0,7 g-faktor = 0,3
Innvendig solavskjerming	g-system = 0,23 (inkl. vindu)	g-system = 0,23 (inkl. vindu)	g-system = 0,23 (inkl. vindu)
Utvendig solavskjerming	g-system = 0,04 (inkl. vindu)	g-system = 0,04 (inkl. vindu)	g-system = 0,04 (inkl. vindu)
Fasadevinkel	45° 315° (Nord = 0°)	45° 315° (Nord = 0°)	225° (Nord = 0°)

Tabell 2, sentrale inndata i soner.

¹ Ventilasjon i de simulerte rommene skal ha VAV-styring. I IDA ICE er det lagt til CAV for å forenkle modellen under simuleringene.

²Se figur I i vedlegg

Parameter	213 Grupperom 8	238 Klasserom 6	202 Møte/grupperom	Amfi
Areal og volum	Iht. arkitektunderlag	Iht. arkitektunderlag	Iht. arkitektunderlag	210 m ² 620 m ³
Sone underfordeling	En sone	En sone	En sone	En sone
Ventilasjonsluftmengde	90 l/s	390 l/s	150 l/s	1460 l/s
Driftstid ventilasjon	07:00 – 17:00 (man – fre)	07:00 – 17:00 (man – fre)	07:00 – 17:00 (man – fre)	11:00 – 13:00
Styring ventilasjon ³	CAV	CAV	CAV	CAV
Laveste tillatte tilluftstemperatur ⁴	15 + 1 °C	15 + 1 °C	15 + 1 °C	15 + 1 °C
Settpunkt for oppvarming	21 °C	21 °C	21 °C	21 °C
Internlast				
Personer	6	35	12	200
Tilstedeværelse personer	08:00 – 11:00, 12:00 – 15:00 (man – fre)	08:00 – 11:00, 12:00 – 15:00 (man – fre)	09:00 – 11:00, 13:00 – 15:00 (man – fre)	11:00 – 13:00,
Lys	8 W/m ²	8 W/m ²	8 W/m ²	8 W/m ²
Driftstid lys	08:00 – 11:00, 12:00 – 15:00 (man – fre)	08:00 – 11:00, 12:00 – 15:00 (man – fre)	09:00 – 11:00, 13:00 – 15:00 (man – fre)	11:00 – 13:00,
<i>Teknisk utstyr</i>				
- Smart board		260 W	260 W	260 W
- Bærbar PC	6 * 45 W	35 * 45 W	2 * 45 W	1 * 45 W
Driftstid teknisk utstyr	08:00 – 11:00, 12:00 – 15:00 (man – fre)	08:00 – 11:00, 12:00 – 15:00 (man – fre)	09:00 – 11:00, 13:00 – 15:00 (man – fre)	11:00 – 13:00,
Vindusegenskaper	LT=0,7 g-faktor = 0,3	LT=0,7 g-faktor = 0,3	LT=0,7 g-faktor = 0,3	LT=0,7 g-faktor = 0,3
Innvendig solavskjerming	g-system = 0,23 (inkl. vindu)	g-system = 0,23 (inkl. vindu)	g-system = 0,23 (inkl. vindu)	g-system = 0,23 (inkl. vindu)
Utvendig solavskjerming	g-system = 0,04 (inkl. vindu)	g-system = 0,04 (inkl. vindu)	g-system = 0,04 (inkl. vindu)	g-system = 0,04 (inkl. vindu)
Fasadevinkel	225° 315° (Nord = 0°)	45° 135° 315° (Nord = 0°)	45° 135° (Nord = 0°)	135° 225° (Nord = 0°)

Tabell 3, sentrale inndata i soner.

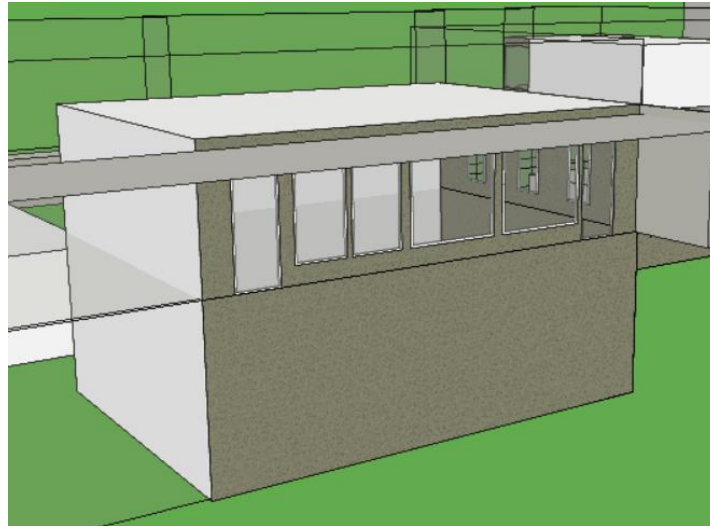
For årssimulering er det lagt til sommerferie fra 20. juni til 20. august.

³ Ventilasjon i de simulerte rommene skal ha VAV-styring. I IDA ICE er det lagt til CAV for å forenkle modellen under simuleringene.

⁴Se figur I i vedlegg

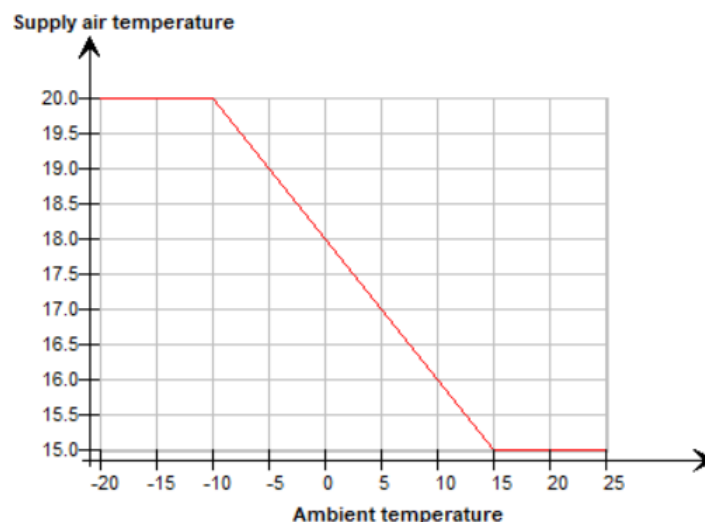
Amfi

Det er planlagt å bruke amfiet til fellessamlinger, hvor totalt 200 personer samles i rundt en time. Amfiet strekker seg over begge etasjer og grenser til flere rom med åpen løsning. For å avgrense arealet ble allrom og amfi i 1. etasje og galleri og amfi i 2. etasje satt sammen til et rom med volum på 620 m³ i simuleringene.



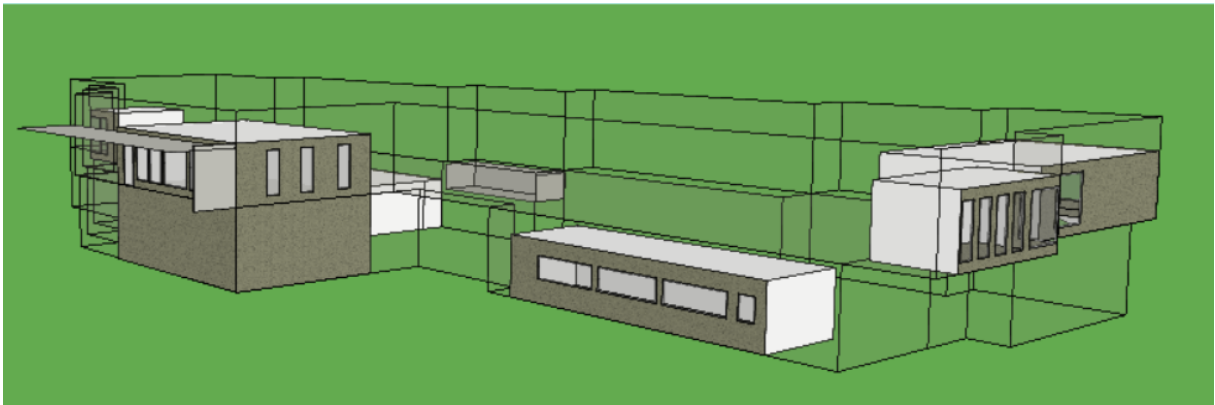
Figur 3, amfi i IDA ICE sett fra vest.

Tilluftstemperaturen er utekompensert, som vist i figur 4. Kurve før 1 °C temperaturøkning tilluftsvifte.

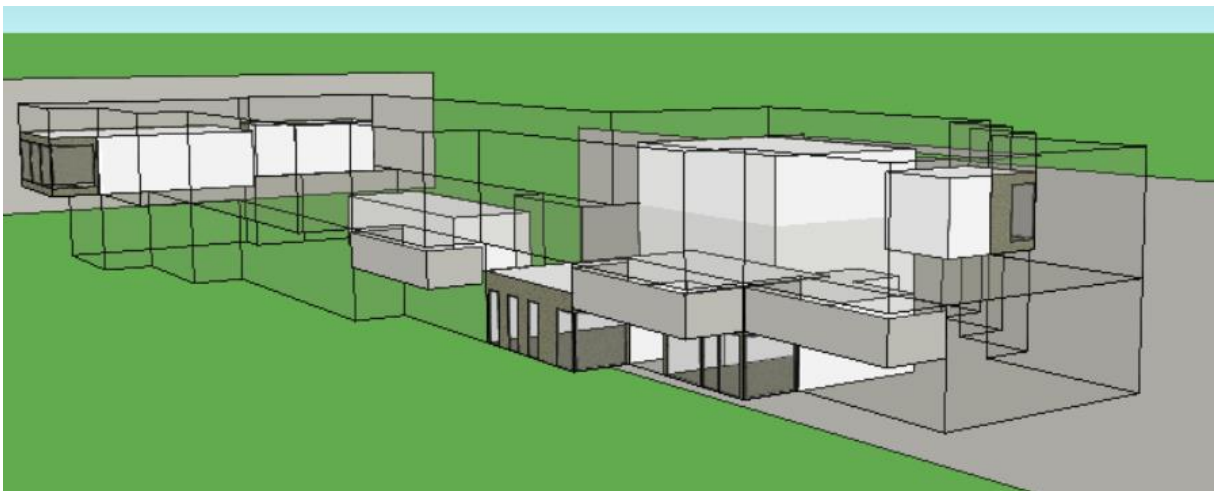


Figur 4, utekompensert tilluftstemperatur.

Figur 5 og 6 viser hvordan modellen er bygd opp i IDA ICE.



Figur 5, modell i IDA ICE sett fra sør.



Figur 6, modell i IDA ICE sett fra nord.

Innledende forklaring til simuleringene

Hver simulering starter med en initiell simulering der man har basisforhold som man bør kunne forvente. Videre er det gjort endringer i basismodellen for å se utslag på operativ temperatur. Tabell 4 viser viktige inndata som er variert i ulike simuleringer.

Nr.	Simulerings-benevnelse	Forklaring	Farge i figur
1	Initiell	<ul style="list-style-type: none"> • Internlaster • Sentral kjøling på ventilasjonsaggregat 	Rød
2	Innvendig solavskjerming	<ul style="list-style-type: none"> • Innvendig solavskjerming på alle vinduer • g-system = 0,23 • Øvrige forhold lik initiell simulering 	Grønn
3	Utvendig solavskjerming	<ul style="list-style-type: none"> • Utvendig solavskjerming på alle vinduer • g-system = 0,04 • Øvrige forhold lik initiell simulering 	Blå
4	Innvendig og utvendig solavskjerming	<ul style="list-style-type: none"> • Innvendig solavskjerming på vinduer mot nordvest og nordøst • g-system = 0,23 • Utvendig solavskjerming på vinduer mot sørøst og sørvest • g-system = 0,04 • Øvrige forhold lik initiell simulering 	Brun

Tabell 4, variasjon i simuleringer.

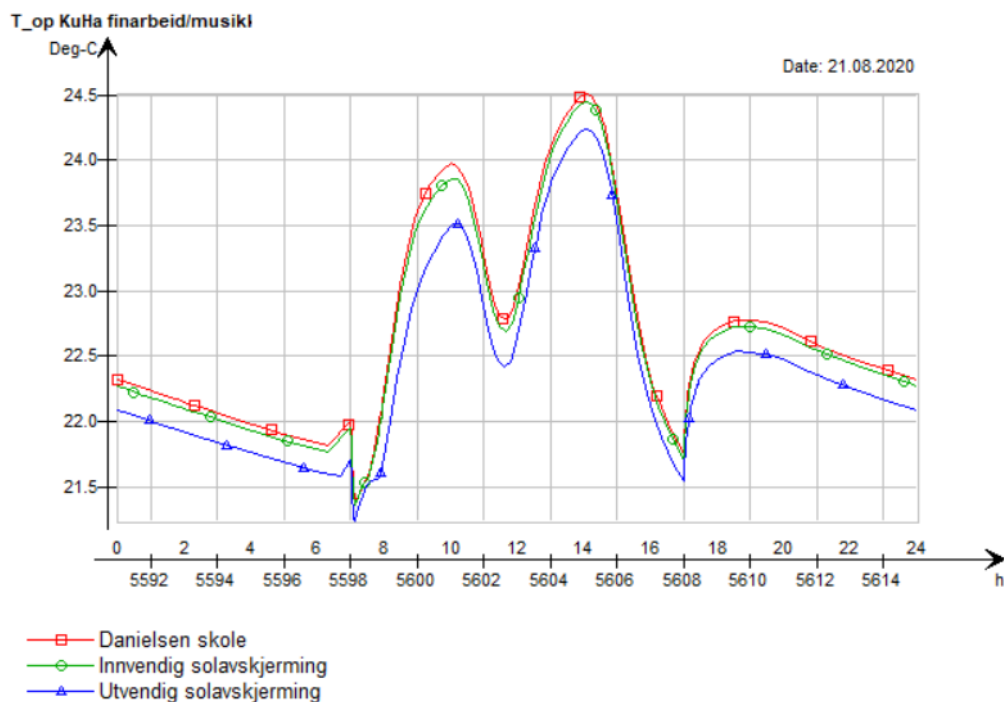
Alle temperaturforløp er vist som operativ temperatur. Det skal imidlertid bemerkes at den operative temperaturen ikke inkluderer direkte stråling, bare sekundærstråling via flater og solskjerming. Den reelle operative temperatur vil bli høyere i direkte sollys. Dimensjonerende sommerdøgn for Stavanger og tilluftstemperatur for simuleringene er vist i vedlegg, figur I.

Resultat

Utvalgte rom på Danielsen skole ble tatt med i inneklimasimuleringer i IDA ICE. Hver sone er simulert mot dimensjonerende utetemperatur ved de ulike scenarier vist i tabell 4. Kurve for DUT er vist i vedlegg, figur I og simuleres gjentagende til balanse oppnås, inntil 14 døgn.

118 - KuHa finarbeid/musikk

KuHa finarbeid/musikk ble simulert med samme variasjon i inndata iht. tabell 2 og 4. Figur 7 viser temperaturforløp ved dimensjonerende sommerforhold (DUT) i rommet. Varmebalansen ved initielle forhold (tilhørende rød kurve på figur 7) er vist i vedlegg, figur II.

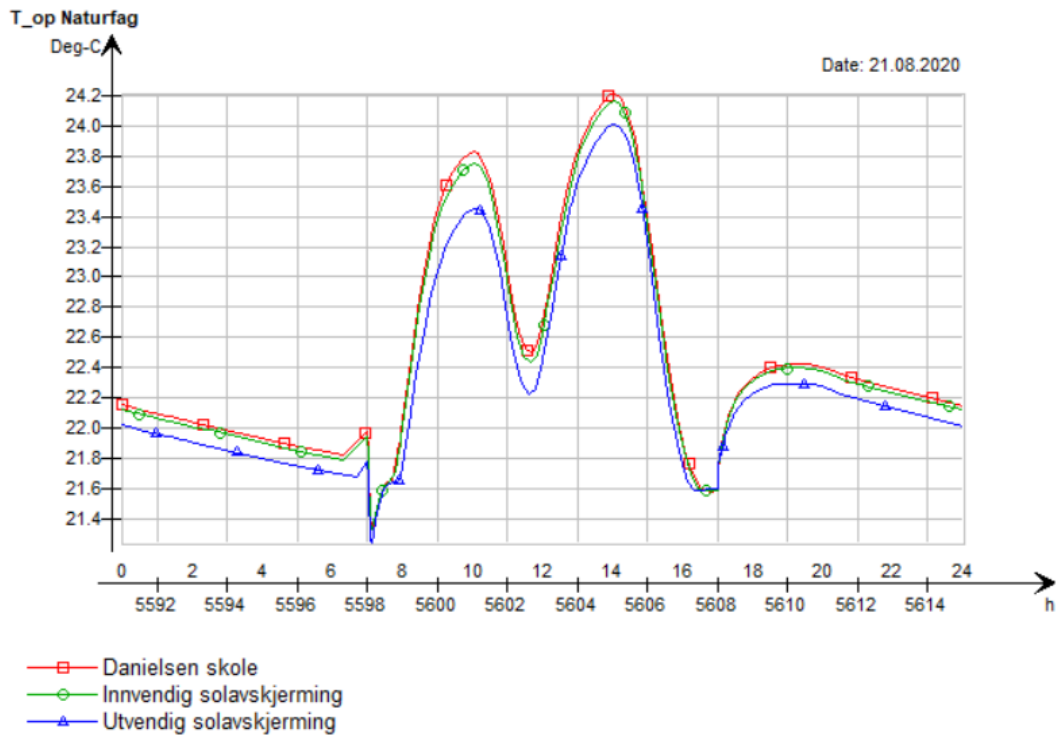


Figur 7, operativ temperatur ved dimensjonerende sommerdøgn i rom 118, KuHa finarbeid/musikk.

Ved initiell simulering oppnås en maksimal operativ temperatur på ca. 24,5 °C i driftstiden. Innvendig solavskjerming, vist med grønn kurve, gir en maksimal temperatur på ca. 24,4 °C. Blå kurve viser simulering med utvendig solavskjerming og maksimal operativ temperatur blir ca. 24,3 °C.

122 - naturfag

Figur 8 viser temperaturforløp for rom 122, naturfag ved ulike simuleringsscenarier ved dimensjonerende sommerforhold (DUT). Varmebalansen ved initielle forhold (tilhørende rød kurve på figur 8) er vist i vedlegg, figur III.

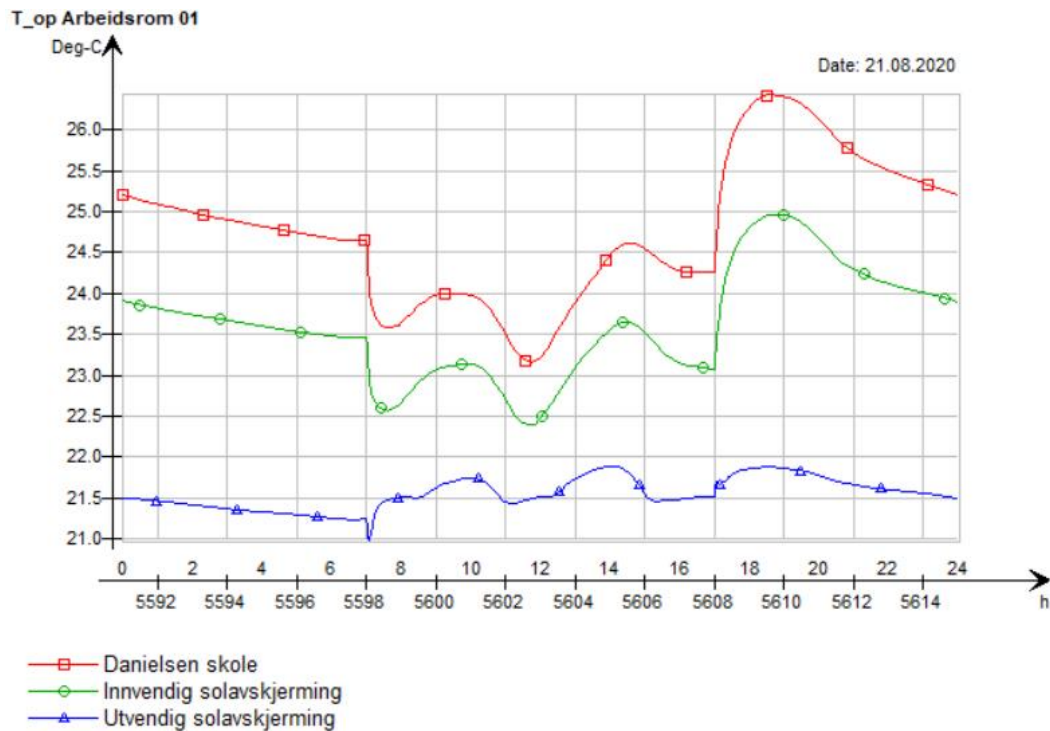


Figur 8, operativ temperatur ved dimensjonerende sommerdøgn i rom 122, naturfag.

Ved initiell simulering oppnås en maksimal operativ temperatur på ca. 24,2 °C i driftstiden. Grønn kurve viser tiltak med innvendig solavskjerming, hvor maksimal operativ temperatur blir ca. 24,1 °C. Utvendig solavskjerming, vist med blå kurve, har en maksimal operativ temperatur på ca. 24 °C.

104 – arbeidsrom

Figur 9 viser temperaturforløp for rom 104, arbeidsrom ved ulike simuleringsscenarioer ved dimensjonerende sommerforhold (DUT).



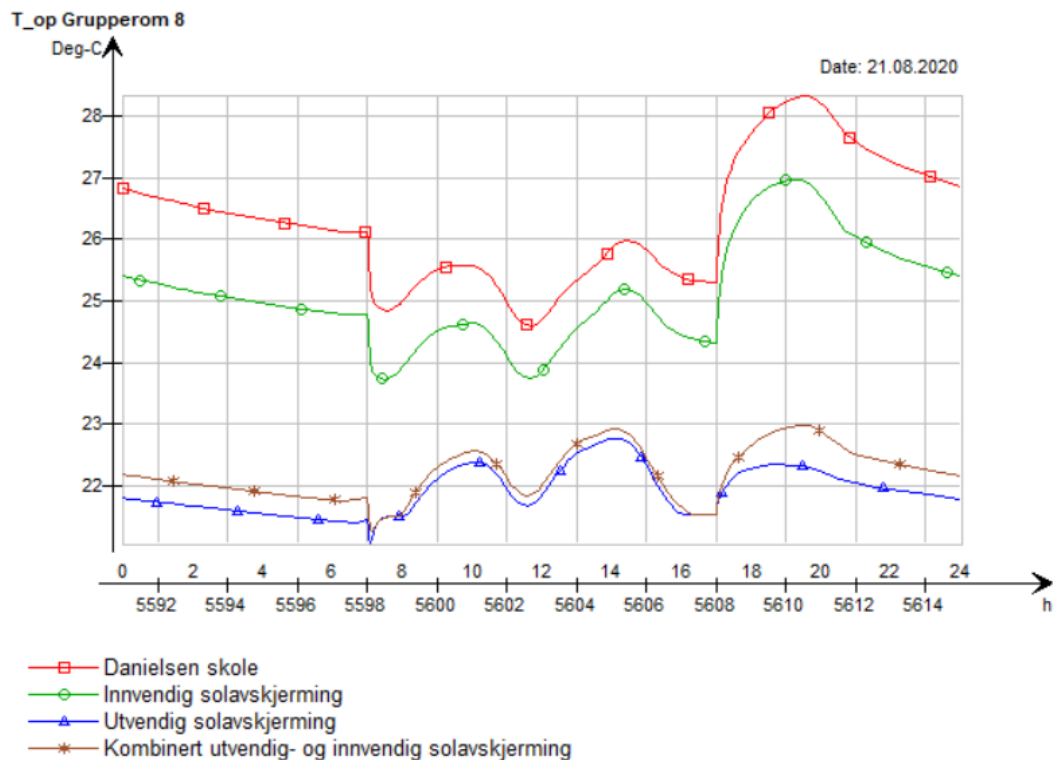
Figur 9, operativ temperatur ved dimensjonerende sommerdøgn i rom 104, arbeidsrom.

Ved initiell simulering oppnås en maksimal operativ temperatur på ca. 24,6 °C i driftstiden. Grønn kurve viser tiltak med innvendig solavskjerming, hvor maksimal operativ temperatur blir ca. 23,7 °C i driftstiden. Beste tiltak er utvendig solavskjerming, som vises med blå kurve. Det gir en maksimal operativ temperatur på ca. 21,9 °C.

Figur IV i vedlegg viser varmebalanse til rom 104, arbeidsrom ved initielle forhold.

213 - grupperom 8

Figur 10 viser temperaturforløp for grupperom 8 ved ulike simuleringsscenarioer ved dimensjonerende sommerforhold (DUT).



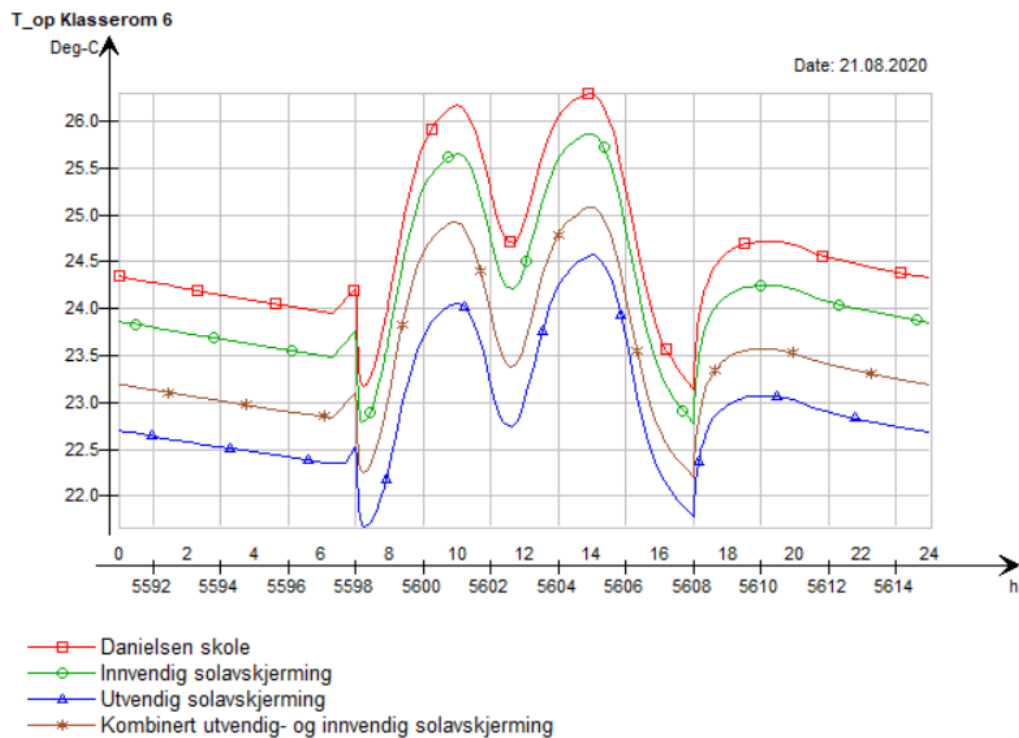
Figur 10, operativ temperatur ved dimensjonerende sommerdøgn i rom 213, grupperom 8.

Ved initiell simulering oppnås en maksimal operativ temperatur på ca. 26 °C i driftstiden. Grønn kurve viser tiltak med innvendig solavskjerming, hvor maksimal operativ temperatur blir ca. 25,2 °C. Blå kurve viser tiltak med utvendig solavskjerming. Maksimal operativ temperatur blir ca. 22,8 °C i driftstiden. Kombinert utvendig- og innvendig solavskjerming, vist med brun kurve, gir en maksimal operativ temperatur på ca. 23 °C.

Figur V i vedlegg viser varmebalanse til rom 213, grupperom 8 ved initielle forhold.

238 - klasserom 6

Figur 11 viser temperaturforløp for klasserom 6 ved ulike simuleringsscenarier ved dimensjonerende sommerforhold (DUT). Varmebalansen ved initielle forhold (tilhørende rød kurve på figur 11) er vist i vedlegg, figur VI.

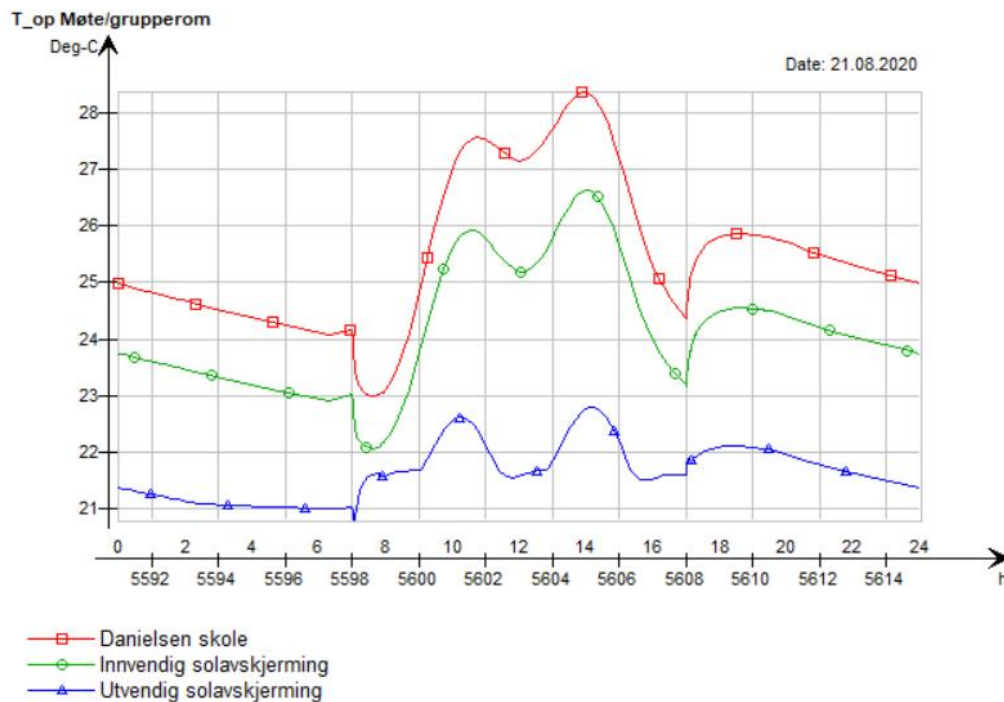


Figur 11, operativ temperatur ved dimensjonerende sommerdøgn i rom 238, klasserom 6.

Ved initiell simulering oppnås en maksimal operativ temperatur på ca. 26,4 °C i driftstiden. Tiltak med innvendig solavskjerming vises med grønn kurve, hvor maksimal operativ temperatur blir ca. 25,8 °C. Blå kurve viser tiltak med utvendig solavskjerming. Tiltaket gir en maksimal temperatur på ca. 24,5 °C. Brun kurve viser tiltak med kombinert utvendig- og innvendig solavskjerming, som gir maksimal operativ temperatur på ca. 25,1 °C.

202 - møte/grupperom

Figur 12 viser temperaturforløp for Møte/grupperom ved ulike simuleringsscenarioer ved dimensjonerende sommerforhold (DUT).



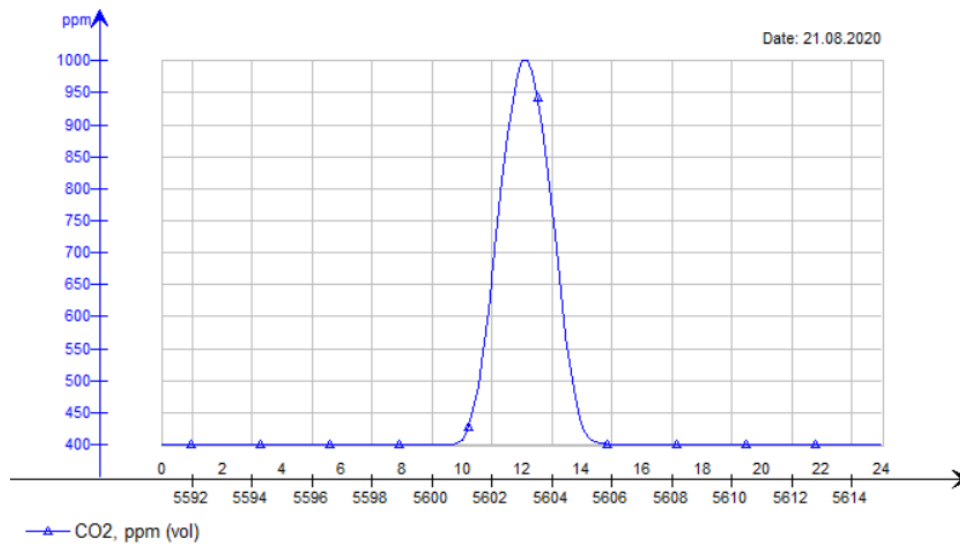
Figur 12, operativ temperatur ved dimensjonerende sommerdøgn i rom 202, møte/grupperom.

Ved initiell simulering oppnås en maksimal operativ temperatur på ca. 28,3 °C i driftstiden. Grønn kurve viser tiltak med innvendig solavskjerming, hvor maksimal operativ temperatur blir ca. 26,7 °C. Tiltaket gir en marginal overskridelse av kravet i TEK 17, som er 26 °C. Utvendig solavskjerming, vist med blå kurve, gir en maksimal temperatur på ca. 22,9 °C.

Figur VII i vedlegg viser varmebalanse til rom 202, møte/grupperom ved initielle forhold.

Amfi

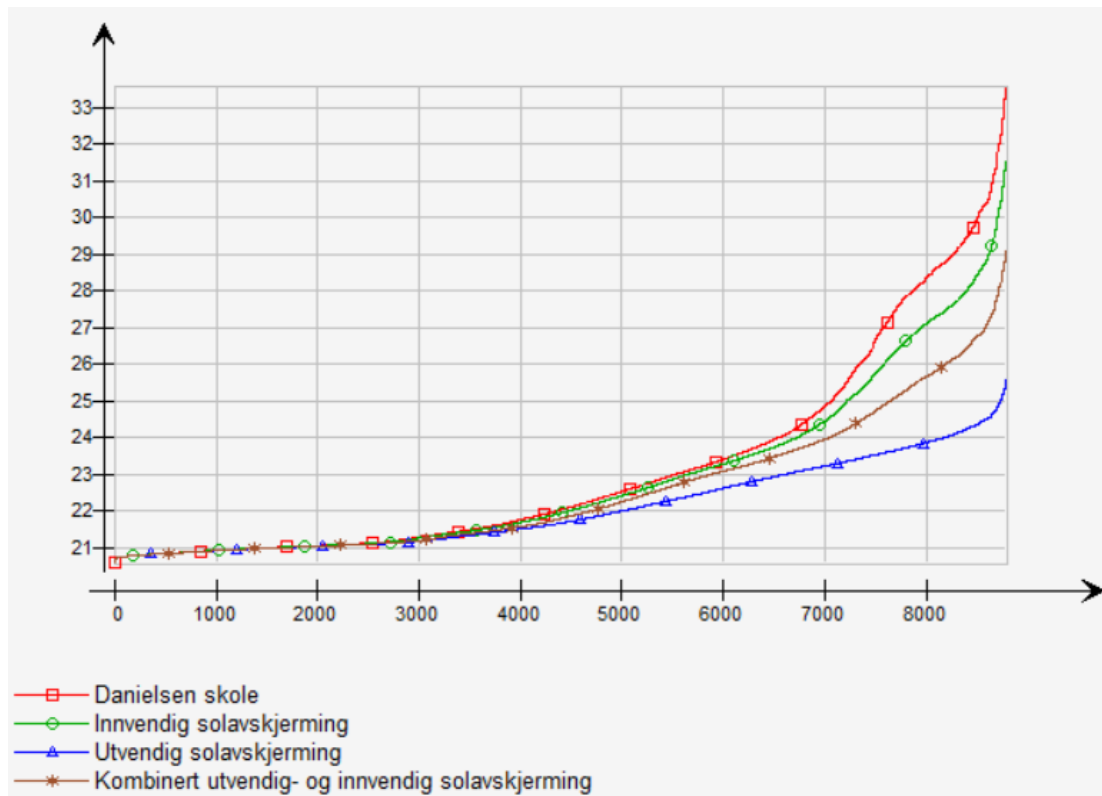
Figur 13 viser CO₂-nivå i amfi når 200 personer befinner seg i rommet i to timer. Anbefalt faglig norm for CO₂-innholdet i luften er på 1000 ppm. Grunnen til å sette en norm for CO₂ i inneluft er at i rom med mange personer vil et høyt CO₂-nivå indikere at luftskiftet er for lavt. En ser ut fra grafen at CO₂-nivået har en markant stigning når rommet fylles med personer kl. 11:00. Maksimalt nivå på 1000 ppm oppnås kl. 12:00.



Figur 13, CO₂-nivå i amfi under fellessamling.

Drøfting av resultat

Folkehelseinstituttets rapport om innelima i skoler og barnehager viser til studier hvor det blir påvist at uheldige innelimaforhold knyttet til ventilasjon, temperatur og belysning kan påvirke skoleprestasjoner og arbeidsevne. En årssimulering av de utvalgte rommene i Danielsen skole viser at man ved DUT har behov for å gjøre ett eller flere tiltak for at brukerne av bygget skal ha et godt innelima. Alle rom tilfredsstiller kravet i TEK om at operativ temperatur skal holdes under 26 °C, hvor overskridelse av den høyeste grensen kan aksepteres i varme sommerperioder med utelufttemperatur over den som overskrides med 50 timer i et normalår.



Figur 14, varighet av temperatur i rom 238, klasserom 6 over et år (8760 timer).

Figur 14 viser operativ temperatur for alle timer i et normalår i stigende rekkefølge. Grafen inkluderer også timer utenfor driftstid.

Konklusjon

Simuleringer mot dimensjonerende utetemperatur av relevante rom på Danielsen skole, viser at det er nødvendig å gjøre tiltak for å oppnå et godt innneklima.

I første etasje anbefales det å installere utvendig solavskjerming på fasader mot sørøst og sørvest, med total solfaktor på 0,04. Partier med takoverbygg har ikke behov for utvendig solavskjerming. Innvendig solavskjerming, med total solfaktor på 0,23, må installeres på fasader mot nordøst og nordvest.

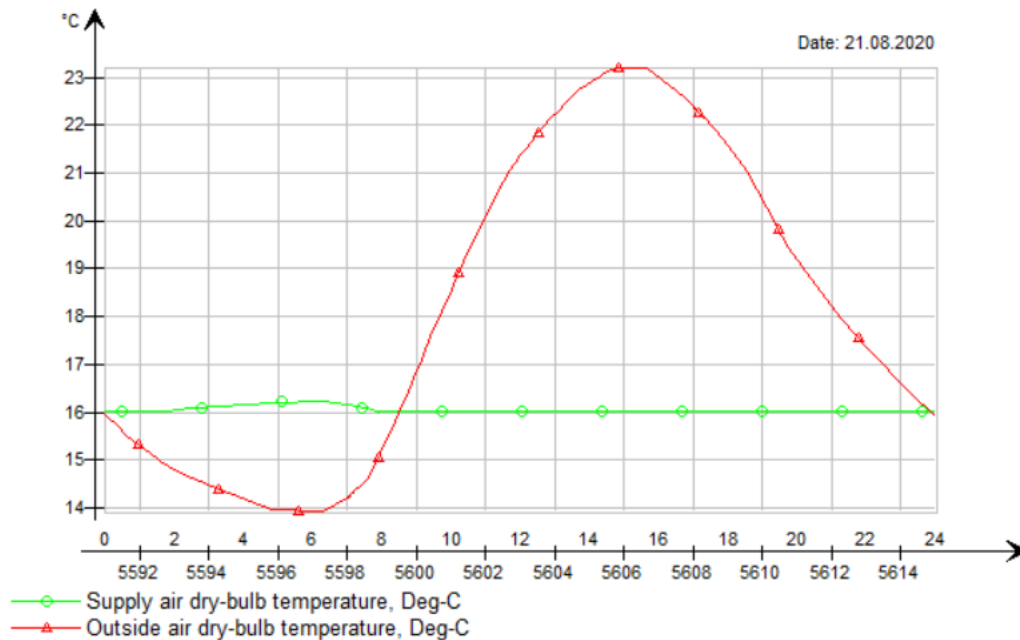
Årssimuleringen med gitte forutsetninger, viser at man for klasserom 6 ikke vil ha en overskridelse av operativ temperatur på 26 °C når det installeres utvendig solavskjerming på alle fasader. Dette tiltaket fører også til få timer over 24 °C i et normalår. Alle klasserom i andre etasje er rom med høy internlast og har store vindusareal mot nordøst, som kan føre til høy operativ temperatur grunnet soloppvarming om formiddagen. I andre etasje anbefales det å installere utvendig solavskjerming på fasader mot sørøst, sørvest og deler av nordøst, med total solfaktor på 0,04. Se vedlegg VIII og IX for anbefalt utvendig solavskjerming. Partier med takoverbygg har ikke behov for utvendig solavskjerming. Innvendig solavskjerming, med total solfaktor på 0,23, anbefales installert på resterende vindusareal.

Ved fellessamlinger i amfi vil normkravet på 1000 ppm tilfredsstilles når en luftmengde på minimum 1460 l/s tilføres i rommet. I simuleringen er det forutsatt at 200 personer er samlet i rommet fra kl. 11:00 – 13:00. Om internlasten iht. tabell 3 økes må det tilføres en større luftmengde i rommet for å sikre god luftkvalitet.

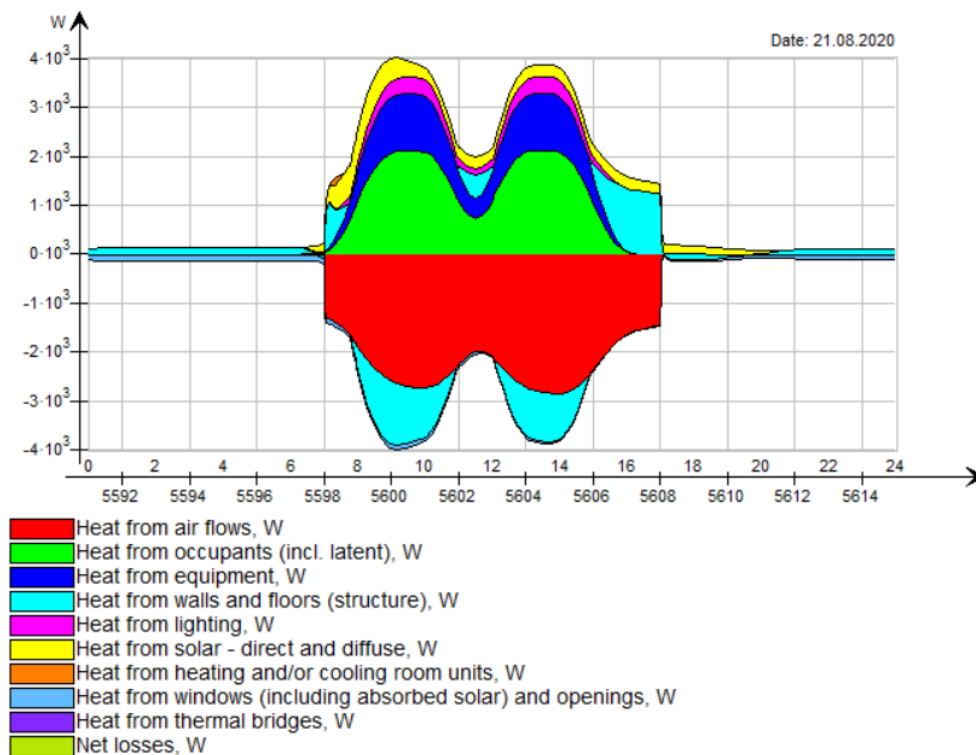
Ferkingstad og Alsaker AS
Haugesund, 11.02.21

Elina V. Sørbotten

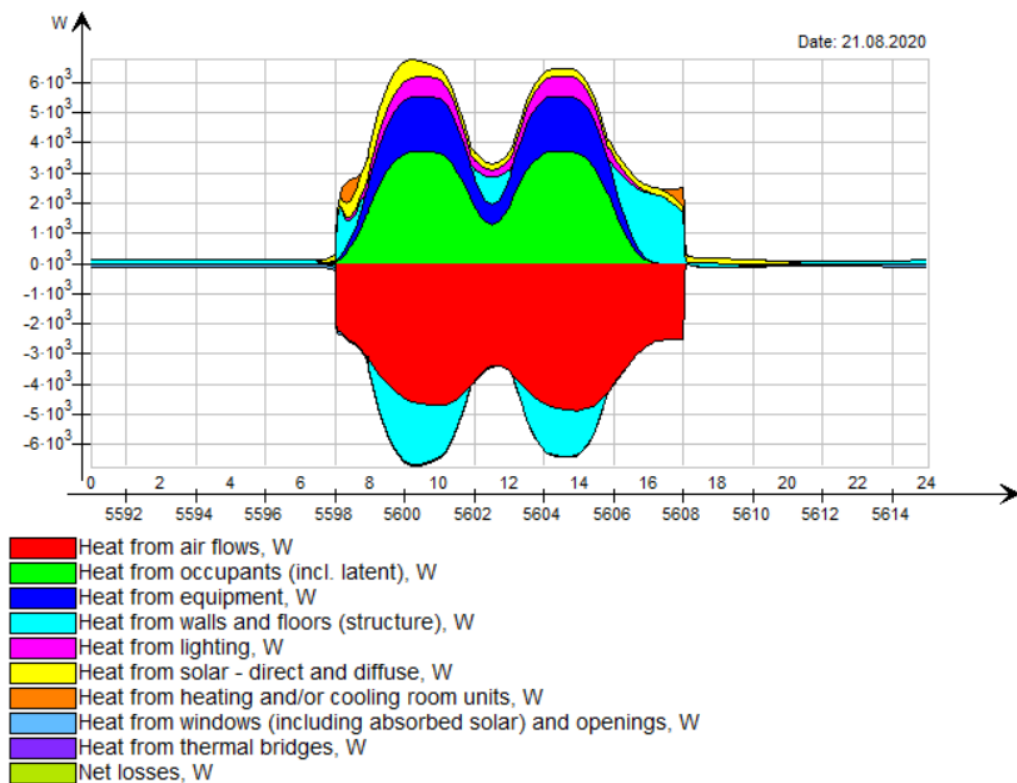
Vedlegg



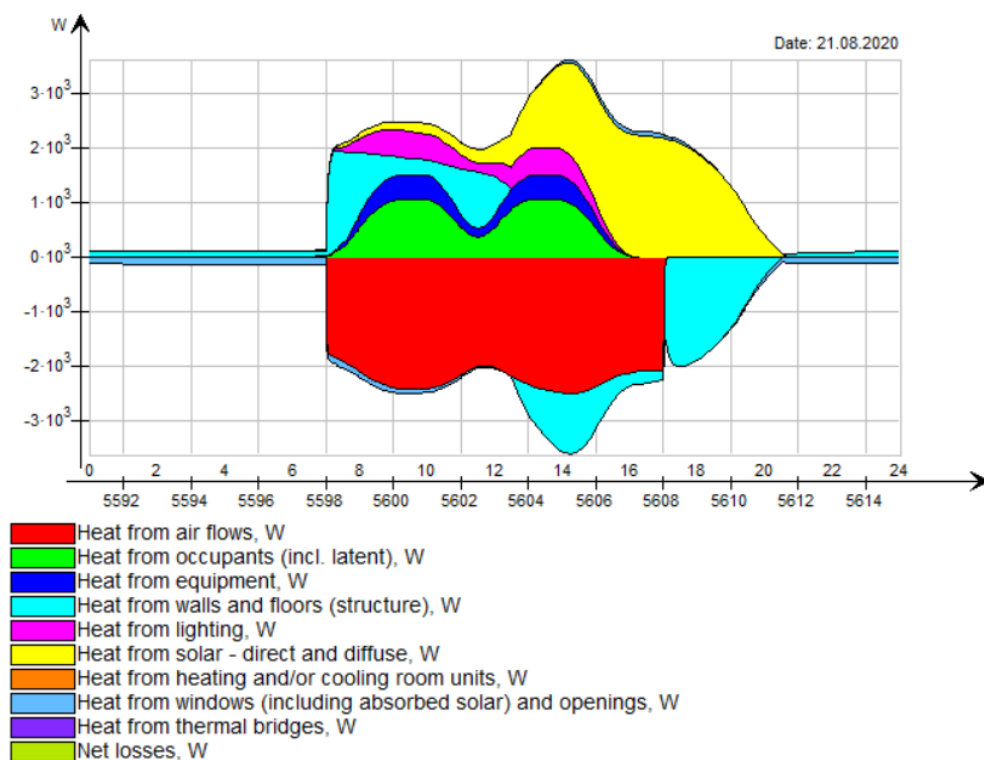
Figur I, dimensjonerende sommerdøgn (rød) og tilluftstemperatur (grønn) med sentral kjøling.



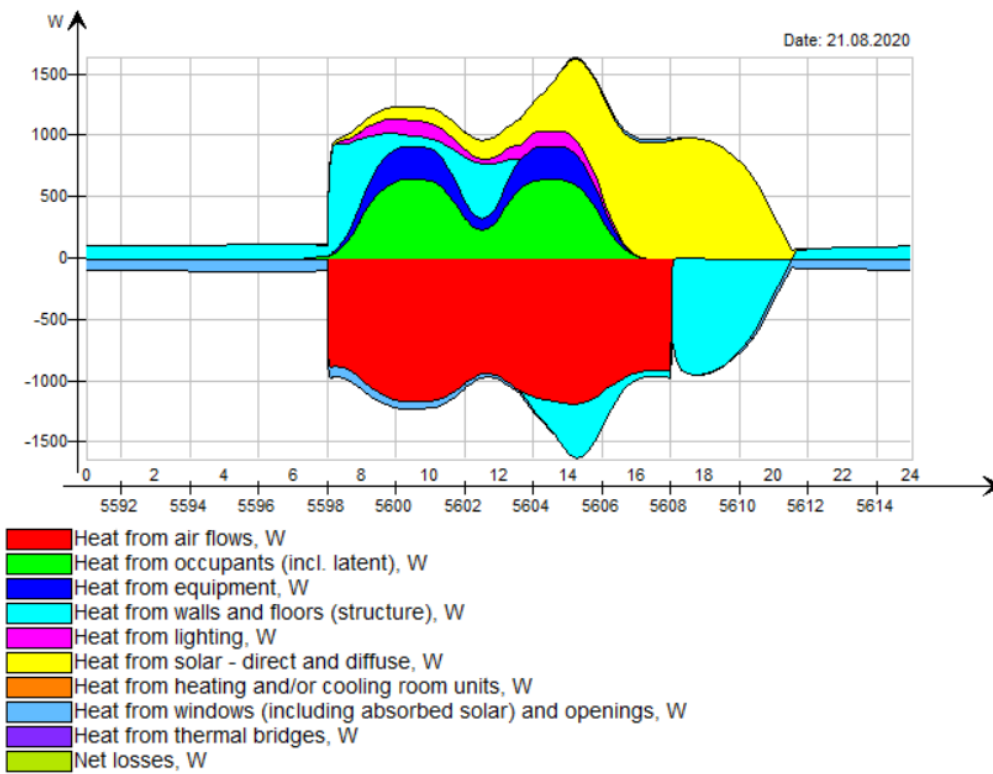
Figur II, varmebalanse for rom 118, KuHa finarbeid/musikk ved initielle forhold.



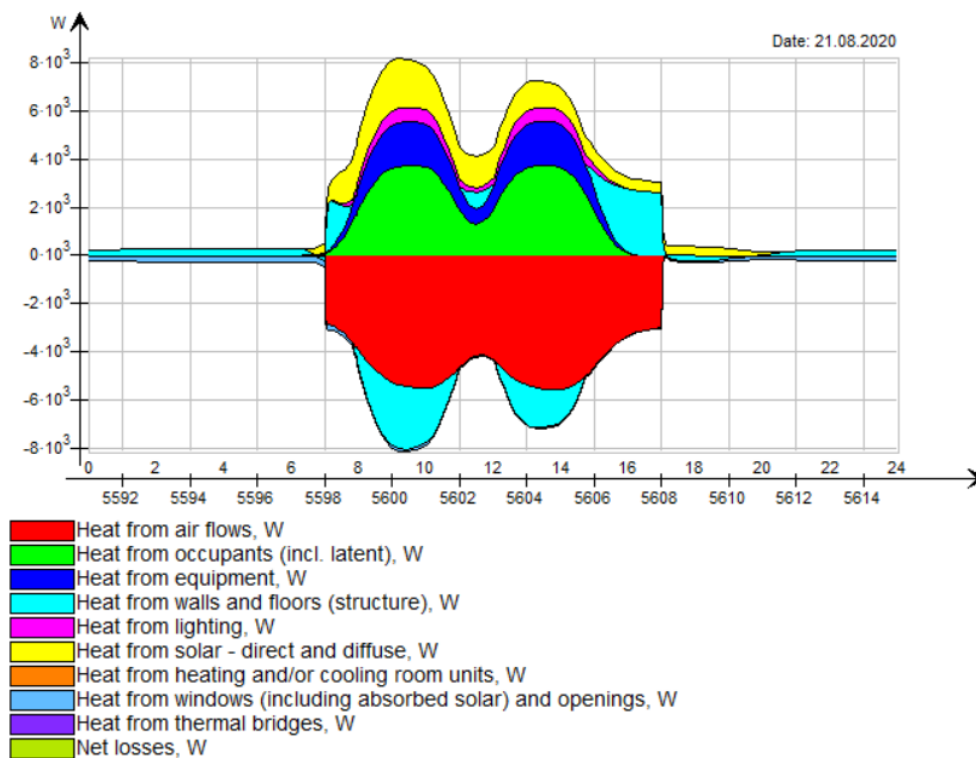
Figur III, varmebalanse for rom 122, naturfag ved initielle forhold.



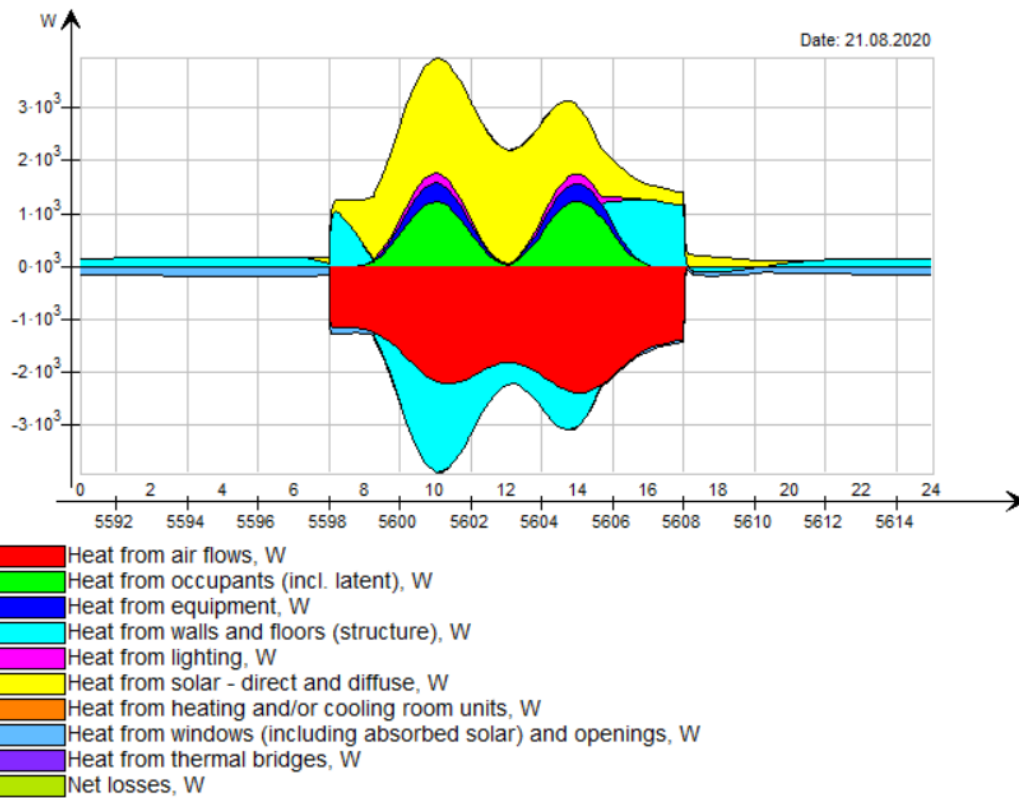
Figur IV, varmebalanse for rom 104, arbeidsrom ved initielle forhold.



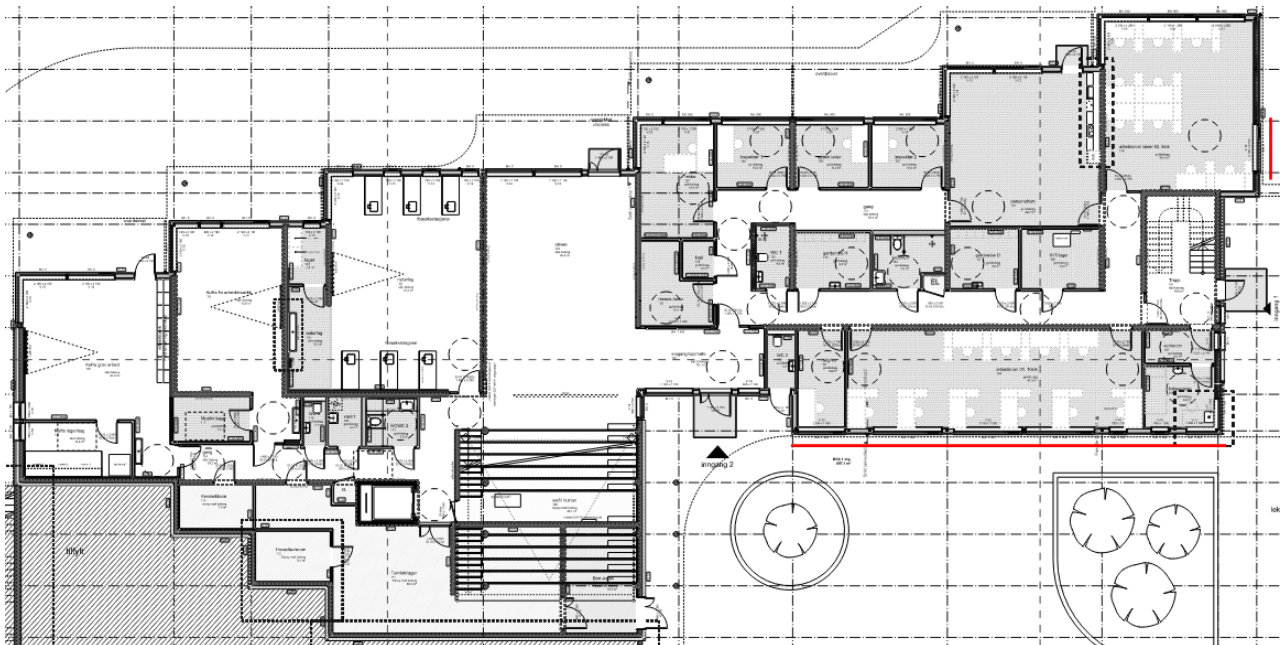
Figur V, varmebalanse for rom 213, grupperom 8 ved initielle forhold.



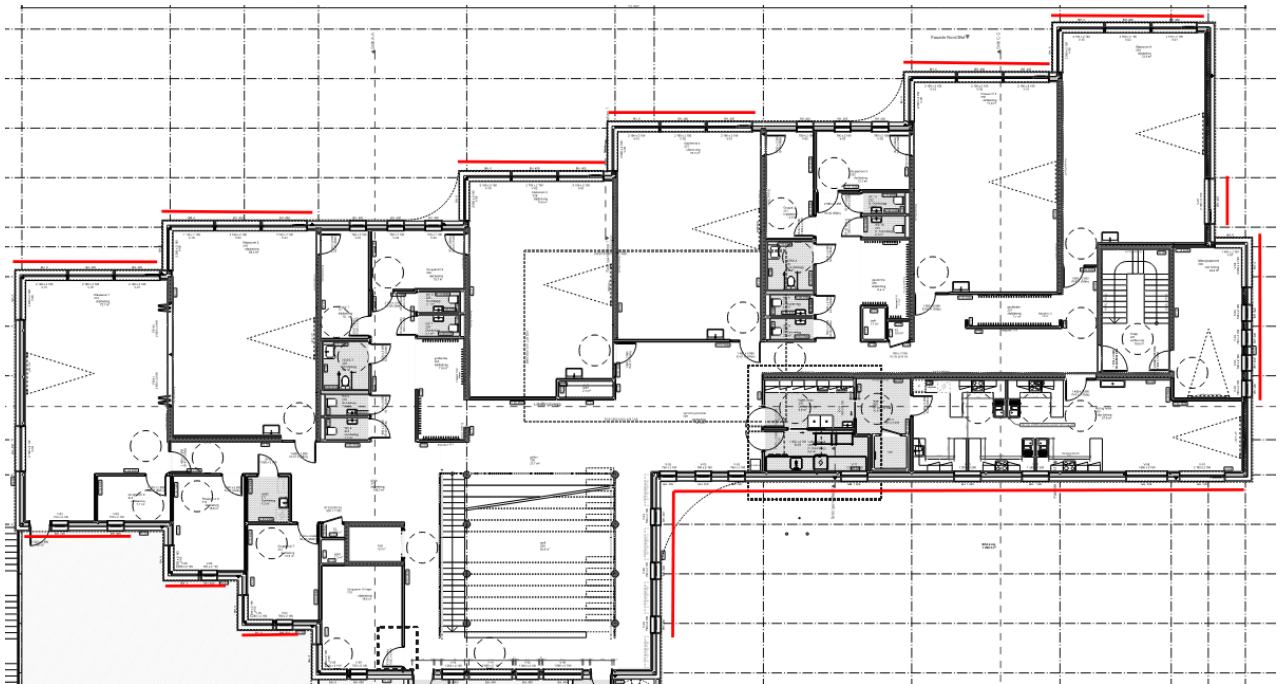
Figur VI, varmebalanse for rom 238, klasserom 6 ved initielle forhold.



Figur VII, varmebalanse for rom 202, møte/grupperom ved initielle forhold.



Figur VIII, plan 1. etg. Utvendig solavskjerming illustrert med rød strek.



Figur IX, plan 2.etg. Uvendig solavskjerming illustrert med rød strek.

NOTAT

Prosjekt: **Danielsen skole**
Sak: **Dagslyssimulering**
Oppdrag nr.: 0520 Vår ref.: SAL
Notat nr: 04
Dato: 11.02.21



Karmsundgt. 159
5522 HAUGESUND

Tlf.: 52 70 53 60

Foretaksregisteret:
NO 981 604 032 MVA

Utarbeidet av: Elina V. Sørbotten
Direkte telefon: 52 70 53 66 E-post: elina@fa-as.no

Til: Nordbø & Seglem AS v/ Thomas Grønbech Lindø

Kopi: Prosjekteringsgruppe

Revisjon	Kommentar	Dato	Sign	Kontr
A	Utkast for gjennomgang	11.02.21	EVS	SAL

Formål

Formålet med dette notat er å belyse hvor mye dagslys man kan forvente i rom for varig opphold på Danielsen skole.

Regelverk

Gjeldende regelverk for bygget er TEK 17. For dette notat ses det nærmere på tilfredsstillelse av §13-7.

Krav

I TEK 17 §13-7(2) stilles det krav til tilfredsstillende dagslys i rom for varig opphold. I VTEK 17 §13-7(2) ledd 1.a. er det som preakseptert ytelse beskrevet at krav til dagslys kan oppfylles ved beregninger som viser at gjennomsnittlig dagslysfaktor i rommet er på minimum 2 %.

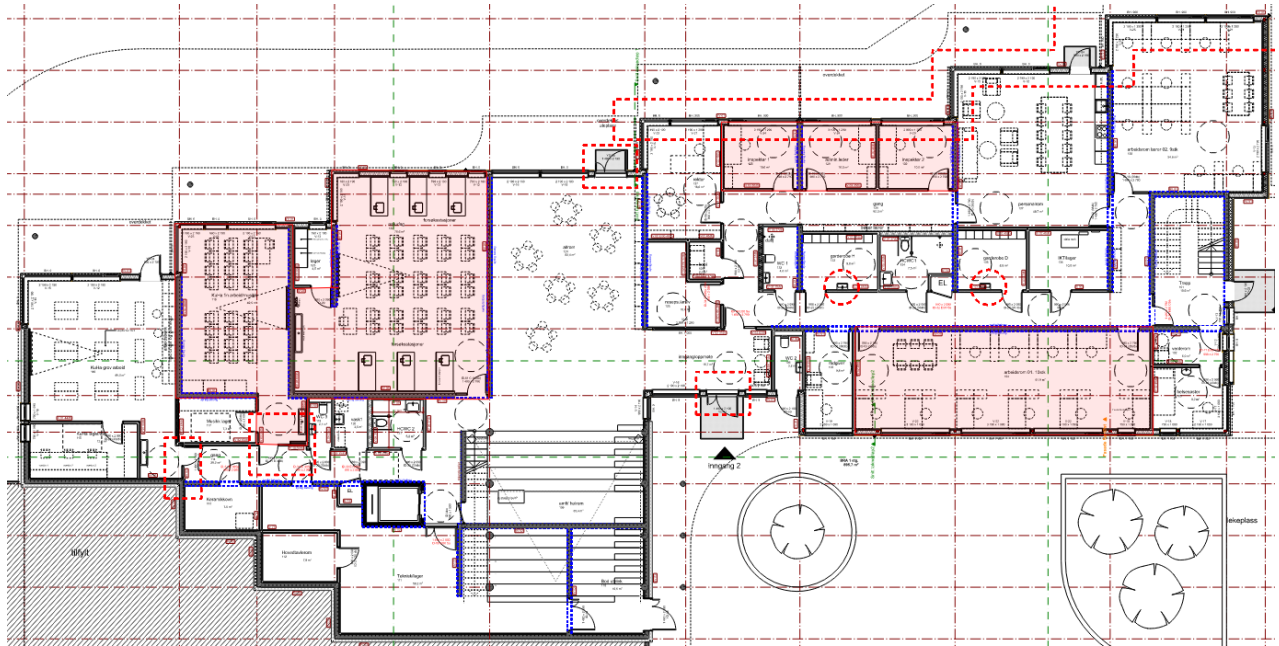
Simuleringsprogram

For å simulere dagslysfaktor i bygget benyttes IDA ICE versjon 4.8, ekspertutgave. Dette er et fullt dynamisk simuleringsprogram som er særdeles godt validert sammenlignet med de mest vanlige programmer i Norge. IDA ICE er validert iht. EN 15255:2007, EN 15265:2007 og ASHRAE 140-2004 med mer. Programmet gir mulighet til å kontrollere dagslysforholdene ved hjelp av raytrace-metoden som baserer seg på det velkjente programmet Radiance.

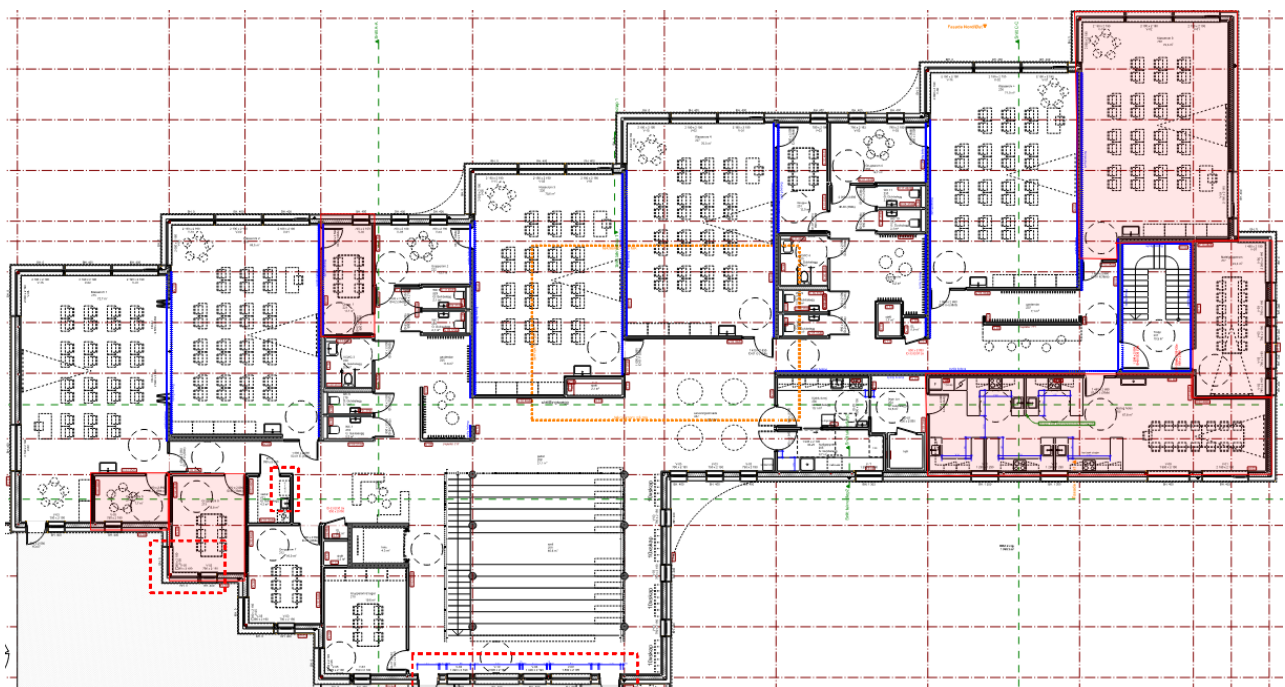
Valg av simuleringssoner

I dette notatet er representative rom for varig opphold simulert, og rommene med antatt dårligst dagslysfaktor er valgt. Rom for varig opphold i arbeids- og publikumsbygg er arbeidsrom og publikumsrom. For rom med lik utforming er det simulert et typisk rom som gir dagslysfaktor for øvrige like rom. Hvert rom ble lagt inn som en enkelt sone i IDA ICE.

Figurene under viser utstrekning av rommene som ble tatt med i dagslysberegningene. Øvrige rom for varig opphold er vurdert til å enten være likeverdige eller bedre enn simulerte rom.



Figur 1, plan 1.etg.



Figur 2, plan 2.etg.

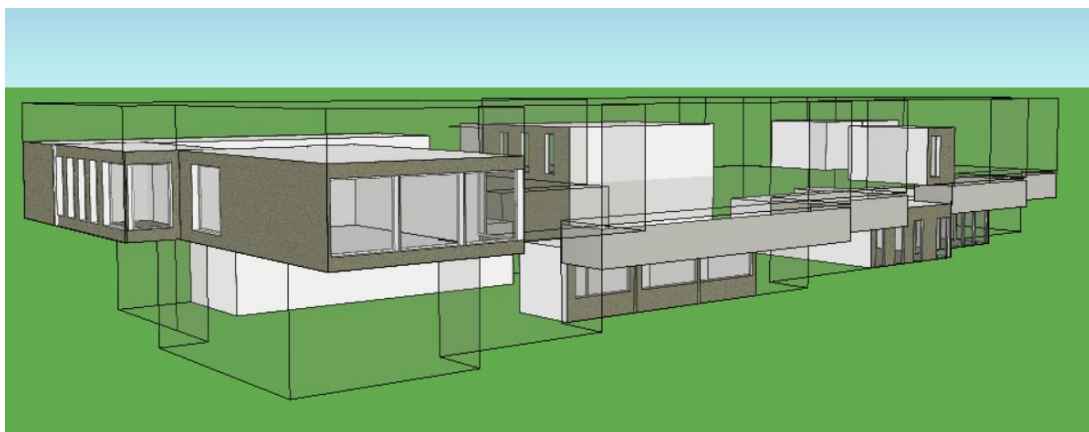
Sentrale inndata

Inndata er basert på arkitektunderlag ved dato 26.01.21. Sentrale inndata for simulerte rom:

Forutsetning	Verdi	Tilsvarende
Areal og volum	Varierende	Iht. arkitektunderlag
Romhøyde	Varierende	Iht. underlag. Målt i IFC-modell
Tykkelse yttervegg	Varierende	Iht. underlag. Målt i IFC-modell
Avstand fra vinduskarm til kledning	Varierende	Iht. underlag. Målt i IFC-modell
Karmandel	10 %	Forutsatt verdi
Møblering	Beregnes umøblert	Beregnes umøblert
Lystransmisjon vinduer og glassdører (LT)	70 %	Forutsatt verdi
Refleksjonsfaktor innvendige gulv	20 %	Byggforsk detaljblad 421.626
Refleksjonsfaktor innvendige vegger og vinduskarmer	50 %	Byggforsk detaljblad 421.626
Refleksjonsfaktor himling	70 %	Byggforsk detaljblad 421.626
Refleksjonsfaktor for nabobygg og utvendige vegger	20 %	Forutsatt verdi
Refleksjonsfaktor for utvendige horisontale utkrager og balkonger	35 %	Forutsatt verdi
Refleksjonsfaktor standard grunnplan terreng	20 %	Forutsatt verdi
Høyde på referanseplan	0,8 m	Forutsatt verdi
Klimadata	CIE standard overcast sky	

Tabell 1, sentrale inndata i soner.

Figur 3 viser hvordan modellen er bygd opp i IDA ICE.



Figur 3, modell i IDA ICE sett fra øst.

Refleksjonsfaktorer

Som nevnt i tabell 1 er refleksjonsfaktor satt til henholdsvis 0,2 for gulv, 0,7 for himling og 0,5 for vegger og vinduskarmer. Dette er verdier som vanligvis brukes i beregning av gjennomsnittlig dagslysfaktor. Med en refleksjonsfaktor på 0,3 eller lavere tilsvarer det en mørk flate, mens en flate med verdi 0,5 omtales som middels lys. Hvis flaten har refleksjonsfaktor 0,7 tilsvarer det en lys flate. Tabell 1 i vedlegg viser typiske refleksjonsfaktorer for ulike bygningsmaterialer.

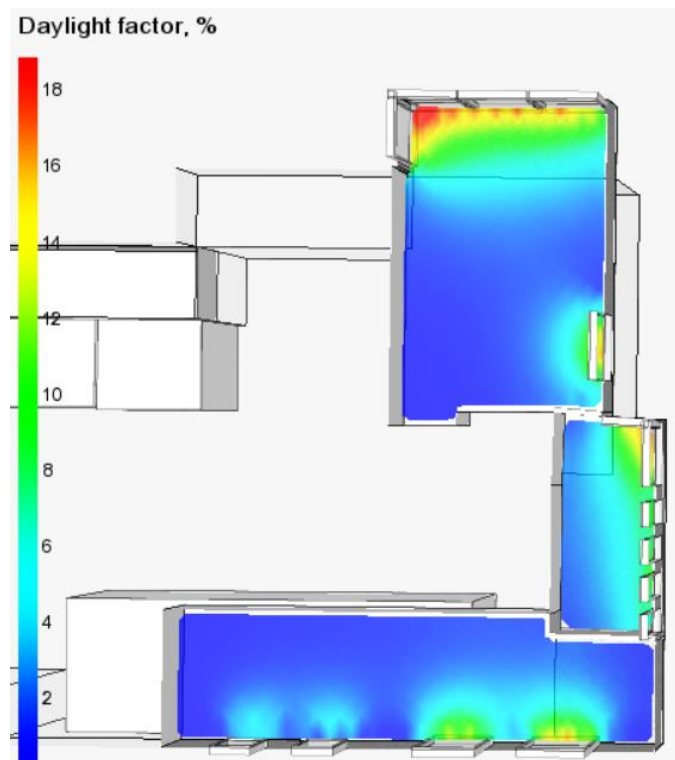
Resultat

Utvalgte rom på Danielsen skole er tatt med i dagslyssimuleringer i IDA ICE. Ut fra tabell 2 ser man at alle rom tilfredsstiller kravet i veiledning til TEK 17, med gjennomsnittlig dagslysfaktor på minimum 2 %.

Plan	Romnr.	Beskrivelse	Gjennomsnittlig dagslysfaktor i rom [%]	Oppnår TEK 17 (≥ 2,0 %)
1	104	Arbeidsrom 01	3,3	Ja
1	118	KuHa finarbeid/musikk	2,0	Ja
1	122	Naturfag	2,0	Ja
1	128	Inspektør 1	2,1	Ja
1	129	Admin. leder	2,0	Ja
1	130	Inspektør 2	2,1	Ja
2	202	Møte/grupperom	5,0	Ja
2	203	Mat og helse	2,6	Ja
2	213	Grupperom 8	3,7	Ja
2	214	Grupperom 9	2,0	Ja
2	221	Grupperom 1	2,0	Ja
2	238	Klasserom 6	3,9	Ja

Tabell 2, gjennomsnittlig dagslysfaktor beregnet i IDA ICE.

Figur 4 viser resultatet av dagslyssimuleringen for rom 202, 203 og 238.



Figur 4, resultat av dagslyssimulering i IDA ICE for utvalgte rom på Danielsen skole.





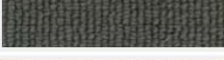







Konklusjon

Dagslyssimuleringer viser at man trenger vinduer med lystransmisjon lik 0,7 for å gi tilfredsstillende dagslysforhold i rom for varig opphold på Danielsen skole. For krav til solfaktor (g-faktor), se notat 02 inneklimasimuleringer. Solfaktor for vindu ønskes lavest mulig, konferer for øvrig inneklimanotat.

Ferkingstad og Alsaker AS
Haugesund, 11.02.21

Elina V. Sørbotten

Vedlegg

Farge	Illustrasjon	Refleksjonsfaktor
Hvit, høyglans		80 %
Hvit, matt		70 %
Lys grå		40 %
Lys hvitpigmentert eikeparkett		35 %
Oljet eikeparkett		25 %
Mørk valnøtt parkett		15 %
Mørkt teppegulv		4 %
Medium mørkt teppegulv		12 %
Lyst teppegulv		27 %
Rød tegl		20 %
Grå tegl		18 %
Gulbrun tegl		21 %
Medium mørk betong		19 %
Lys betong		35 %
Patinert treverk		40 %

Tabell 1, typiske refleksjonsfaktorer for ulike bygningsmaterialer.