



OsloMet – storbyuniversitetet

Institutt for Bygg- og energiteknikk - Bygg  
Postadresse: Postboks 4 St. Olavs plass, 0130 Oslo  
Besøksadresse: Pilestredet 35, Oslo

GRUPPE NR. B13
-------------------

TILGJENGELIGHET Åpen
-------------------------

Telefon: 67 23 50 00  
[www.oslomet.no](http://www.oslomet.no)

# BACHELOROPPGAVE

BACHELOROPPGAVENS TITTEL	DATO
Optimalisering av industribygg ved benyttelse av massivtreelementer	23.05.19
	ANTALL SIDER / ANTALL VEDLEGG 106/6
FORFATTERE	VEILEDER
Mathias Berntzen Engevik (Bygg – Konstruksjonsteknikk) Vilde Jakobsen Svortevik (Energi og Miljø i bygg)	Dimitrios Kraniotis

UTFØRT I SAMMARBEID MED	KONTAKTPERSON
Løvenskiold Eiendom AS	Pål Erik Moen-Hansen

<b>SAMMENDRAG</b> Løvenskiold Eiendom AS eier MAXBO Stormarked, og selskapet ønsket en vurdering av en eventuell benyttelse av massivtreelementer i egne industribygg. I belysning av dette, tar bacheloroppgaven for seg en analyse av hvor hensiktsmessig det er å benytte massivtreelementer i dagens industribygg, lokalisert i nordisk klima. Spesifikt er analysen foretatt som en case-study av industribygget MAXBO Bjertnestangen, og relevante simuleringer er gjennomført av det eksisterende industribygget (scenario 1) og massivtrebygget (scenario 2). Simulering gjennomført i Focus Konstruksjon bekrefter at bygget oppnår tilnærmet lik kapasitetsutnyttelse og statiske egenskaper. Resultater tilknyttet hygrotermisk energisimulering og simulering av inneklime viser hovedsakelig at det er mulig å oppnå en total energibesparelse på 3,3%, for industribygget bestående av massivtreelementer. Livssyklusanalysen gjennomført i OneClickLCA viser at utslippet av ekv. CO <sub>2</sub> er 16,7% høyere for det eksisterende industribygget, og videre viser analysen av livssyklus kostnader at bygget bestående av massivtreelementer er omtrent 13% dyrere enn bygget bestående av stål og betong.
---

<b>3 STIKKORD</b>
Massivtre
Optimalisert industribygg
Global oppvarming



*Figur 1 - Illustrasjon av MAXBO Bjertnestangen [8]*

## Forord

Denne tverrfaglige bacheloroppgaven er gjennomført innenfor de to ingeniørfaglige retningene Energi og Miljø i Bygg, og Bygg – konstruksjonsteknikk, ved OsloMet – Storbyuniversitet. Spesifikt inngår oppgaven i det avsluttende arbeidet som gjennomføres siste semester av bachelorutdanningen, våren 2019.

Oppgaven tar for seg utnyttelsen av massivtreelementer i dagens industribygg, og er derfor skrevet i samarbeid med Løvenskiold Eiendom AS, som eier MAXBO-stormarked. Bedriften ønsket en vurdering av en eventuell benyttelse av massivtreelementer i egne industribygg, samtidig som det var ønskelig for oss å skrive en oppgave som fordypet seg i utfordringer og problematikk tilknyttet emnet. Analysen vil være relevant og interessant for Løvenskiold-Vækerø AS, i tillegg til at resultatene også kan knyttes til dagens generelle industribygg, og for øvrige personer og bedrifter med tilknytning og interesse for det aktuelle emnet.

Det har vært svært interessant og lærerikt å arbeide med problemstillinger rundt massivtre som byggemateriale, i tillegg til miljøpåvirkningen valg av bygningsmateriale har i forhold til de klimautfordringene dagens samfunn står ovenfor i dag. Vi vurderer det også som hensiktsmessig å tilegne oss kunnskap om emnet, med tanke på videre utdanning og arbeid. Vi ønsker å rette en takk til vår samarbeidspartner Løvenskiold Eiendom AS, og vår eksterne veileder Pål, for god veiledning og videreformidling av relevant informasjon og kunnskap. Det rettes også en stor takk til vår interne veileder Dimitrios Kraniotis, for svært god akademisk veiledning og oppfølging gjennom hele prosessen tilknyttet oppgaven.

Oslo, 23.05.19

Mathias Berntzen Engevik

Mathias Berntzen Engevik

Vilde Jakobsen Svortevik

Vilde Jakobsen Svortevik

# Innhold

<b>Forord</b> .....	III
<b>Innhold</b> .....	IV
<b>Lister</b> .....	VI
<b>Sammendrag</b> .....	XII
<b>Abstract</b> .....	XIV
<b>1 Innledning</b> .....	1
1.1 Bakgrunn .....	1
1.2 Formål .....	3
1.3 Hypotese.....	3
1.4 Problemstilling og oppgaveformulering .....	4
1.5 Prosjektforutsetninger og avgrensninger.....	4
<b>2 Teori</b> .....	6
2.1 Massivtre som bygningsmateriale.....	6
2.2 Industribygg .....	10
<b>3 Metoder</b> .....	11
3.1 Case-study – MAXBO Bjertnestangen .....	11
3.1.1 Presentasjon av bygg .....	11
3.1.2 Klassifisering av eksisterende bygning .....	16
3.1.3 Scenarier .....	16
3.2 FEM-analyse i konstruksjonsteknikk – Focus Konstruksjon.....	21
3.2.1 Modellering av bæresystem .....	21
3.2.2 Standarder og beregningsmodell .....	27
3.2.3 Laster og lastkombinasjoner .....	29
3.2.4 Kontroll av simulering – håndberegninger .....	35
3.3 Hygrotermisk energisimulering og simulering av inneklime – WUFI Plus .....	41
3.3.1 Import av byggets geometri .....	42
3.3.2 Konstruksjon.....	43
3.3.3 Inndeling av byggets termiske soner .....	44
3.3.4 Tidsperiode og klimadata.....	46
3.3.5 Interne laster, designbetingelser og ventilasjon/infiltrasjon .....	46

3.3.6	VVS-System .....	51
3.4	Livssyklusanalyse (LCA) – OneClickLCA .....	52
3.4.1	Mengde bygningsmaterialer .....	54
3.4.2	Energiforbruk og transport.....	54
3.5	Livssyklus kostnad (LCC) – OneClickLCA .....	57
<b>4</b>	<b>Resultater og diskusjon</b> .....	<b>59</b>
4.1	FEM-analyse i konstruksjonsteknikk – Focus Konstruksjon.....	59
4.1.1	Kontroll av simulering – håndberegninger .....	60
4.1.2	Bjelker og gitterdragere .....	62
4.1.3	Søyler .....	69
4.1.4	Etasjeskiller.....	71
4.1.5	Bærende vegger .....	73
4.1.6	Takkonstruksjon.....	73
4.1.7	Bæresystemet som helhet.....	74
4.2	Hygrotermisk energisimulering og simulering av inneklime – WUFI Plus .....	75
4.2.1	Generelle resultater .....	75
4.2.2	Energiforbruk tilknyttet oppvarming og kjøling.....	78
4.2.3	Behov tilknyttet befukting og avfukting.....	80
4.2.4	Termisk komfort og luftkvalitet.....	82
4.2.5	Forhold mellom ventilasjonsmengde og hygroskopiske egenskaper .....	84
4.3	Livssyklusanalyse (LCA) – OneClickLCA .....	87
4.4	Livssyklus kostnad (LCC) – OneClickLCA .....	94
<b>5</b>	<b>Konklusjon</b> .....	<b>98</b>
	<b>Kildeliste</b> .....	<b>101</b>
	<b>Vedlegg</b> .....	<b>106</b>

# Lister

## Figurliste

Figur 1 - Illustrasjon av MAXBO Bjertnestangen [8].....	II
Figur 2 - Avvik fra global middeltemp. og global gj.sn. temp. pr tiår, 1880-2010 [3].....	1
Figur 3 - Klimagassutslipp fra norsk økonomisk aktivitet og bygg og anlegg [69].....	2
Figur 4 - Krysslågt massivtreelement [21].....	6
Figur 5 - Kantstilt massivtreelement [21]. .....	6
Figur 6 - Treets kretsløp ved benyttelse av treprodukter [65].....	7
Figur 7 - Endring i overflatetemp. for badrom bestående av trepanel og fliser [67].....	8
Figur 8 - Endring i RF innendørs for badrom bestående av trepanel og fliser [67]. .....	8
Figur 9 - Punktbalansert massivtreelement [21].....	9
Figur 10 - Brannpåvirket massivtreelement [22]. .....	9
Figur 11 - Illustrasjon av MAXBO Bjertnestangen [8].....	11
Figur 12 - Plan 1 og plan 2 MAXBO Bjertnestangen [28]. .....	12
Figur 13 - Fasade sør (MAXBO Bjertnestangen) [28].....	14
Figur 14 - Fasade nord (MAXBO Bjertnestangen) [28]. .....	14
Figur 15 - Fasade øst (MAXBO Bjertnestangen) [28].....	14
Figur 16 - Snitt A-A (A 20 SN 00 211) [28].....	15
Figur 17 - Snitt D-D (A 20 SN 00 212) [28].....	15
Figur 18 - Spesifisering av materialer benyttet ved scenario 1 og scenario 2.....	18
Figur 19 - Spesifisering av felles materialer benyttet for scenario 1 og scenario 2. ....	20
Figur 20 - Illustrasjon av bæresystem, eksisterende industribygg. ....	21
Figur 21 - Forenklet plantegning MAXBO Bjertnestangen. ....	22
Figur 22 - Vertikalsnitt av bæresystem eksisterende industribygg. ....	24
Figur 23 - Illustrasjon av bæresystem massivtrebygg. ....	25
Figur 24 - Kapasitetskontroll av limtrebjelke før og etter tverrgående bjelke .....	25
Figur 25 - Vertikalsnitt av bæresystem for massivtrebygget. ....	27
Figur 26 - Illustrerer vinkler til tak benyttet ved beregning av snølast. ....	32
Figur 27 - Illustrerer snølast langs akse 1. ....	32
Figur 28 - Illustrasjon av vindlast. ....	34
Figur 29 - Illustrasjon av modellert bygg i SketchUp. ....	42
Figur 30 - Illustrasjon av geometrisk struktur av bygget i WUFI Plus. ....	42
Figur 31 - Illustrasjon over inndeling av industribyggets termiske soner. ....	44
Figur 32 - Klimadata for Gardemoen (Hentet fra WUFI Plus). ....	46
Figur 33 - Livsløp tilknyttet et produkt [55]. ....	52
Figur 34 - Relevante kostnader tilknyttet analyse av bygningers livssyklus-kostnader [70]. ...	57
Figur 35 - Momentdiagrammer, eksisterende industribygg .....	63
Figur 36 - Momentdiagram, massivtrebygget .....	64
Figur 37 - Skjæringsdiagrammer, eksisterende industribygg .....	66
Figur 38 - Skjæringsdiagram, massivtrebygg .....	67
Figur 39 - Forskyvningsdiagrammer .....	68
Figur 40 - Kapasitetskontroll søyle, massivtrebygg .....	70

Figur 41 - Kapasitetskontroll midtsøyle, eksisterende industribygg.....	70
Figur 42 - Momentdiagram søyler, eksisterende industribygg .....	71
Figur 43 - Forskyvningsdiagram vertikalsnitt massivtre-etasjeskiller. ....	72
Figur 44 - Forskyvningskart betong-hulldekke .....	72
Figur 45 - Forskyvningskart utsnitt overgang mellom yttervegg og takkonstruksjon. ....	73
Figur 46 - Energiforbruk til oppvarming, eksisterende industribygg og massivtrebygg. ....	78
Figur 47 - Energiforbruk til kjøling, eksisterende industribygg og massivtrebygg. ....	79
Figur 48 - Kg vann for befuktning, eksisterende industribygg og massivtrebygg. ....	81
Figur 49 - Kg vann for avfukting, eksisterende industribygg og massivtrebygg. ....	81
Figur 50 - Inneklima for oppv. soner, eksisterende industribygg og massivtrebygg. ....	83
Figur 51 - Termisk komfort og luftkvalitet for sone 2, ved høyere luftmengder. ....	86
Figur 52 - Total prosentvis miljøpåvirkning for eksisterende industribygg. ....	88
Figur 53 - Total prosentvis miljøpåvirkning for massivtrebygg. ....	89
Figur 54 – Global oppvarming og karbonlagring for begge scenarioer. ....	90
Figur 55 - Utslipp av ekv. CO <sub>2</sub> , aktuelle faser, for begge scenarioer. ....	91
Figur 56 – Primære energiresurser for eksisterende industribygg og massivtrebygget.....	92
Figur 57 - Utslipp ekv. CO <sub>2</sub> tilknyttet transport av materialer for massivtrebygget. ....	93
Figur 58 - Prosent utslipp ekv. CO <sub>2</sub> , for materialer produsert av Splitkon AS. ....	93
Figur 59 - Prosent utslipp ekv. CO <sub>2</sub> , for materialer produsert i Østerrike. ....	93
Figur 60 - Kostnader for fase A0 - A5, eksisterende industribygg og massivtrebygg. ....	94
Figur 61 - Kostnad massivtrebygg med yttertak av stål.....	96
Figur 62 - Global oppvarming massivtrebygg med yttertak av stål.....	96

## **Tabelliste**

Tabell 1 - Oversikt over aktuelle bygningsdeler MAXBO Bjertnestangen. ....	13
Tabell 2 - Klassifisering av MAXBO Bjertnestangen.....	16
Tabell 3 - Standarder benyttet for dimensjoneringsprosessen.....	28
Tabell 4 - Beregning av egenlast for tak. ....	30
Tabell 5 - Generell nyttelast. ....	31
Tabell 6 - Verdier tilknyttet snølastberegning.....	31
Tabell 7 - Verdier tilknyttet vindlastberegning. ....	33
Tabell 8 - U-verdier for bygningskomponenter [28].....	43
Tabell 9 - Generell informasjon tilknyttet aktuelle soner for industribygget.....	45
Tabell 10 - Interne laster, designbetingelser og ventilasjon/infiltrasjon for sone 1. ....	47
Tabell 11 - Interne laster, designbetingelser og ventilasjon/infiltrasjon for sone 2. ....	48
Tabell 12 - Interne laster, designbetingelser og ventilasjon/infiltrasjon for sone 3. ....	49
Tabell 13 - Interne laster, designbetingelser og ventilasjon/infiltrasjon for sone 4. ....	50
Tabell 14 - Informasjon om vurdering av bygningens faser ved livssyklusanalyse. ....	53
Tabell 15 - Årlig energibehov belysning, utstyr og varmtvann, sone 2 og sone 4.....	54
Tabell 16 - Energiforsyning/Fordeling, for eksisterende industribygg og massivtrebygg.....	55
Tabell 17 - Oppsummering transportavstander ulike scenarioer.....	56
Tabell 18 - Byggets ulike faser ved vurdering av livssykluskostnader. ....	58
Tabell 19 - Bøyemomenter bjelker og gitterdragere ....	62
Tabell 20 - Oppsummering av verdier tilknyttet bøyekontroll. ....	64
Tabell 21 - Skjærkrefter bjelker og gitterdragere. ....	65
Tabell 22 - Oppsummering av verdier tilknyttet skjærkontroll.....	66
Tabell 23 - Oppsummering nedbøyning bjelker og gitterdragere. ....	67
Tabell 24 - Oppsummering trykk søyler. ....	69
Tabell 25 - Oppsummering nedbøyning etasjeskillere.....	71
Tabell 26 - Oppsummering resultater bærende vegger. ....	73
Tabell 27 - Nedbøyning takkonstruksjon. ....	74
Tabell 28 - Generell oppsummering av simuleringer gjennomført i WUFI Plus.....	76
Tabell 29 - Oppsummering generelle resultater, spesifikt for sone 2. ....	77
Tabell 30 - Oppsummering generelle resultater, spesifikt for sone 4. ....	77
Tabell 31 - Totalt netto energibehov, eksisterende industribygg og massivtrebygg.....	80
Tabell 32 - Oppsummering simulering ved bruk av spesifiserte luftmengder. ....	85
Tabell 33 - Kostnader tilknyttet bæresystemene. ....	95
Tabell 34 - Kostnader tilknyttet yttertakene.....	95
Tabell 35 - Sammenligning av scenarioer, differanse (%) er i forhold til eksisterende bygg..	99
Tabell 36 - Hovedkomponenter optimalisert industribygg .....	100



## Symbolliste

I denne bacheloroppgaven gjelder følgende symboler for *statistiske beregninger i konstruksjonsteknikk*:

$A_{ef}$	Effektivt areal [mm <sup>2</sup> ]
$b$	Tverrsnittbredde [mm]
$b_{ef}$	Effektiv bredde [mm]
$c_{alt}$	Høydefaktor
$c_{dir}$	Retningsfaktor
$C_e$	Eksponeringsfaktor
$c_{prob}$	Sannsynlighetsfaktor
$c_{season}$	Årstidsfaktor
$C_t$	Termisk faktor
$E_{0,05}$	5 % - fraktilen av elastisitetsmodulen [N/mm <sup>2</sup> ]
$E_{mean}$	Middelverdi for elastisitetsmodulen [N/mm <sup>2</sup> ]
$f_{c,0,d}$	Dimensjonerende trykkfasthet i fiberretningen [N/mm <sup>2</sup> ]
$F_{c,0,d}$	Dimensjonerende trykkkraft i fiberretningen [kN]
$f_{c,0,k}$	Karakteristisk trykkfasthet i fiberretningen [N/mm <sup>2</sup> ]
$f_{c,90,d}$	Dimensjonerende trykkfasthet vinkelrett på fiberretningen [N/mm <sup>2</sup> ]
$F_{c,90,d}$	Dimensjonerende trykkkraft vinkelrett på fiberretningen [kN]
$f_{c,90,k}$	Karakteristisk trykkfasthet vinkelrett på fiberretningen [N/mm <sup>2</sup> ]
$f_{m,d}$	Dimensjonerende bøyefasthet [N/mm <sup>2</sup> ]
$f_{m,k}$	Karakteristisk bøyefasthet [N/mm <sup>2</sup> ]
$f_{m,y,d}$	Dimensjonerende bøyefasthet om hovedaksen y [N/mm <sup>2</sup> ]
$f_{m,z,d}$	Dimensjonerende bøyefasthet om hovedaksen z [N/mm <sup>2</sup> ]
$f_{v,d}$	Dimensjonerende skjærfasthet [N/mm <sup>2</sup> ]
$f_{v,k}$	Karakteristisk skjærfasthet [N/mm <sup>2</sup> ]
$g_k$	Karakteristisk verdi av egenlast [kN/m]
$h$	Tverrsnitthøyde [mm]
$I$	2. arealmoment (Arealtreghetsmoment) [mm <sup>2</sup> ]
$i_z$	Arealtreghetsradius om z-aksen [mm]
$K$	Stivhetsmatrise til beregningsmodell i Focus Konstruksjon
$k_{c,y}$	Instabilitetsfaktor
$k_{e,z}$	Instabilitetsfaktor

$k_{cr}$	Oppsprekningsfaktor til bruk for å bestemme skjærmotstand
$k_{crit}$	Faktor brukt for sideveis utknekking/stabilitet
$k_{def}$	Deformasjonsfaktor
$k_m$	Faktor som tar hensyn til omfordeling av bøyesspenning i et tverrsnitt
$k_{mod}$	Fasthetsfaktor for lastvarighet og klimaklasse
$k_z$	Instabilitetsfaktor
$l$	Spennvidde ved beregning av effektiv vippebredde [mm]
$L_{ef}$	Effektiv vippebredde [mm]
$L_k$	Knekk lengde [mm]
$M_{maks}$	Maksimalt/største moment [kNm]
$p_g$	Permanent linjelast ved beregning av nedbøyning [kN/m]
$p_q$	Variabel linjelast ved beregning av nedbøyning [kN/m]
$q_d$	Dimensjonerende verdi for en jevnt fordelt last eller en linjelast [kN/m]
$q_k$	Karakteristisk verdi for en jevnt fordelt last eller en linjelast [kN/m]
$Q_k$	Karakteristisk verdi av en variabel punktlast [kN]
$q_p$	Vindkasthastighetstrykk [kN/m <sup>2</sup> ]
$q_{tak,eksisterende}$	Linjelast tak for eksisterende industribygg [kN/m]
$r$	Forskyvningsvektor for aktuell lastkombinasjon i Focus Konstruksjon
$R$	Lastvektor for aktuell lastkombinasjon i Focus Konstruksjon
$s$	Snølast på tak [kN/m <sup>2</sup> ]
$s_k$	Karakteristisk verdi for snølast på mark på den aktuelle byggeplassen [kN/m <sup>2</sup> ]
$v_b$	Basisvindhastighet [m/s]
$v_{b,0}$	Referansevindhastighet [m/s]
$V_{maks}$	Maksimal/største skjærkraft [kN]
$W$	Elastisk motstandsmoment (elastisk tverrsnittmodul) [mm <sup>3</sup> ]
$w_{fin,g}$	Endelig nedbøyning for en permanent last g [mm]
$w_{fin,q}$	Endelig nedbøyning for en variabel last q [mm]
$w_{inst,g}$	Umiddelbar nedbøyning for en permanent last g [mm]
$w_{inst,q}$	Umiddelbar nedbøyning for en variabel last q [mm]
$\alpha$	Takhelning målt fra horisontalplanet [°]
$\beta_c$	Retthetsfaktor for limtre

$\gamma_M$	Partialfaktor for materialegenskaper, som også tar hensyn til modellusikkerheter og geometriske avvik
$\lambda_{rel,m}$	Relativt slakhetstall for bøyning
$\lambda_{rel,z}$	Relativt slankhetsforhold for bøyning om z-aksen
$\lambda_z$	Slankhetsforhold for bøyning om z-aksen
$\mu$	Formfaktor for snølast
$\sigma_{c,0,d}$	Dimensjonerende trykkspenning i fiberretningen [N/mm <sup>2</sup> ]
$\sigma_{m,crit}$	Kritisk bøyespenning [N/mm <sup>2</sup> ]
$\sigma_{m,d}$	Dimensjonerende bøyespenning [N/mm <sup>2</sup> ]
$\sigma_{m,y,d}$	Dimensjonerende bøyespenning om hovedaksen y [N/mm <sup>2</sup> ]
$\sigma_{m,z,d}$	Dimensjonerende bøyespenning om hovedaksen z [N/mm <sup>2</sup> ]
$\tau_d$	Dimensjonerende skjærspenning [N/mm <sup>2</sup> ]
$\psi$	Faktor for kombinasjonsverdi for en variabel påkjenning

Følgende symboler gjelder for beregninger tilknyttet *energibehov* og *hygrotermiske egenskaper*:

$T_{inne}$	Innendørstemperatur [°C]
$d_m$	Penetrasjonsdybde [m]
$DUT$	Dimensjonerende utetemperatur [°C]
$H''$	Byggets varmetapstall [W/K·m <sup>2</sup> ]
$H_v$	Latent varme ved kondensering av vann ved 0°C [kJ/kg]
$Q$	Effektbehov til oppvarming [kW]
$S$	Overflateareal hygroskopisk materiale [m <sup>2</sup> ]
$\Delta EMC$	Økning/reduksjon av fuktighetsinnhold i hygroskopisk materiale [%]
$\rho_m$	Tetthet hygroskopisk materiale [kg/m <sup>3</sup> ]

## Sammendrag

Siden 1750 har konsentrasjonen av ekv. CO<sub>2</sub> i atmosfæren økt med omtrent 40%, og denne samfunnsutviklingen resulterer i et økt behov for nye, miljøvennlige konstruksjonsløsninger i bygg. De siste årene har det dermed vært en større interesse rundt utvikling av nye konsepter for industrialisering og systematisering av byggeprosessen, og benyttelse av massivtreelementer i industribygg. Et av selskapene som har vært interessert i denne tematikken er Løvenskiold Eiendom AS, som er datterselskap av Løvenskiold-Vækerø AS. Selskapet skaper verdier gjennom forvaltning og utvikling av fast eiendom, og eier MAXBO Stormarked. De forvalter store skog- og jordbrukseiendommer, og en mer bærekraftig utnyttelse av disse skogområdene er noe de i økende grad er opptatt av.

Bacheloroppgaven er en analyse av hvor hensiktsmessig det er å benytte massivtreelementer i dagens industribygg, lokalisert i nordisk klima. Dagens industribygg består vanligvis av bæresystemer hvor stål- og betongelementer kombineres, i tillegg til at det benyttes sandwich-elementer i fasader. Spesifikt er analysen foretatt som en case-study av industribygget MAXBO Bjertnestangen, og relevante simuleringer er gjennomført ved to scenarioer. Det første er det eksisterende industribygget, og det andre innebærer at gjeldende bygningskomponenter er byttet ut og erstattet med massivtreelementer.

For å vurdere konstruksjonens statiske egenskaper og kapasitet, er det foretatt simuleringer ved benyttelse av simuleringverktøyet Focus Konstruksjon. Det er modellert en 3D-modell av bæresystemet til industribygget, for å gjennomføre simuleringene. Generelt sett er alle de bærende elementene fra det eksisterende industribygget erstattet med massivtre- og limtreelementer. Oppsummert viser aktuelle resultater at alle konstruksjonsdeler er tilfredsstillende i henhold til den benyttede standarden, NS-EN 1995. På bakgrunn av dimensjoneringen og massivtre sine styrke- og stivhetsegenskaper, er det ikke noe som tilsier at konstruksjonen ikke skal ha tilstrekkelig bæreevne. Resultatene viser også at det eksisterende industribygget og massivtrebygget kan karakteriseres som ekvivalente. Dette er på bakgrunn av at det er oppnådd tilnærmet lik kapasitetsutnyttelse og statiske egenskaper for byggene.

For å vurdere industribyggets energiforbruk og inneklimate, er det foretatt dynamiske beregninger ved benyttelse av WUFI Plus som simuleringverktøy. Det er modellert en 3D-modell av byggets geometriske struktur i dataprogrammet SketchUp, for å gjennomføre simuleringen. For å oppnå likt vurderingsgrunnlag mellom det eksisterende industribygget og

massivtrebygget, er det benyttet tilsvarende U-verdi for aktuelle bygningskomponenter. Generelt sett viser resultater tilknyttet simuleringen at det er mulig å oppnå en energibesparelse for industribygget bestående av massivtreelementer. Videre viser simuleringen at resultater tilknyttet byggets termiske komfort og luftkvalitet er litt bedre for bygget bestående av massivtreelementer. I tillegg viser resultatene at det forekommer et høyere energibehov når bygget er dimensjonert etter luftmengder spesifisert i tabell B.1 – *Veiledende verdier for beregning av varmebehov og energibehov til ventilasjon*, og ikke etter tabell A.6 – *Minste tillatte luftmengder brukt ved kontrollberegning mot offentlige krav*, spesifisert i NS 3031:2014.

For å vurdere om massivtreelementer kan kategoriseres som en mer miljøvennlig konstruksjonsløsning enn stål og betong, er det foretatt livssyklusanalyser ved benyttelse av OneClickLCA som simuleringsverktøy. Dette er for å kvantifisere om det er mulig å redusere byggets totale miljøbelastning, når det er bekreftet at det har et lavere energibehov, og samtidig oppnår tilnærmet lik kapasitetsutnyttelse og statiske egenskaper. Analysen er gjennomført ved benyttelse av ekvivalente systemer for de to scenarioene. Generelt sett viser livssyklusanalysen at det forekommer et høyere utslipp av ekv. CO<sub>2</sub> for det eksisterende industribygget, og at massivtrebygget lagrer mer biogent karbon. I tillegg konkluderes det med at produktstadiet og energiforbruk i drift resulterer i høyest utslipp av ekv. CO<sub>2</sub>, selv ved en økning i miljøbelastning tilknyttet transport av materialer.

Videre er det foretatt analyse av livssyklus kostnader (LCC) ved benyttelse av OneClickLCA som simuleringsverktøy, for å vurdere industribyggets kostnader tilknyttet byggets konstruksjon. Generelt sett viser resultatene at bygget bestående av massivtreelementer er dyrere enn det eksisterende industribygget. Resultater tilknyttet hygrotermisk energisimulering og simulering av inneklime viser hovedsakelig at det er mulig å oppnå en total energibesparelse på 3,3%, for industribygget bestående av massivtreelementer. Livssyklusanalysen gjennomført i OneClickLCA viser at utslippet av ekv. CO<sub>2</sub> er 16,7% høyere for det eksisterende industribygget, og videre viser analysen av livssyklus kostnader at bygget bestående av massivtreelementer er omtrent 13% dyrere enn bygget bestående av stål og betong.

På bakgrunn av aktuelle resultater er det foretatt en vurdering av et optimalisert industribygg. Dersom det benyttes yttertak i stål, i stedet for i massivtre, er differansen tilknyttet kostnader mellom industribygget og massivtrebygget bare 3,3%. Likevel er utslippet av ekv. CO<sub>2</sub> fortsatt 13,6 % lavere enn for det eksisterende industribygget. Det konkluderes derfor med at dette er en optimalisert løsning i forhold til energiforbruk, totalt utslipp av ekv. CO<sub>2</sub> og for byggets kostnader tilknyttet materialer

## **Abstract**

Since 1750, the concentration of eq. CO<sub>2</sub> in the atmosphere has increased by about 40%, and this has strengthened the need for new, environmentally friendly construction solutions in buildings. In recent years, there has thus been a greater interest in the development of new concepts for industrialization and systematization of the building process, and the use of cross laminated timber (CLT) in industrial buildings. One of the companies that have engaged themselves in the development of more sustainable solutions is Løvenskiold Eiendom AS, a subsidiary of Løvenskiold-Vækerø AS. The company is into management and development of real estate and owns MAXBO Stormarked. Among other things, they operate extensive forest and agricultural properties, and a more sustainable utilization of these forest areas is high on the agenda.

This bachelor thesis deals with an analysis of how appropriate it is to use CLT-elements in today's industrial buildings, located in the Nordic climate. Today's industrial buildings usually consist of support systems where steel and concrete elements are combined, in addition to the use of sandwich elements in facades. The analysis has been carried out as a case-study of the MAXBO Bjertnestangen industrial building, and relevant simulations have been carried out by two scenarios. The first involves the existing industrial building, and the second implies that applicable building components are replaced with CLT-elements.

To assess the construction's static properties and capacity, simulations have been carried out using the Focus Konstruksjon as a simulation tool. A 3D model of the support system for the industrial building has been modelled to carry out the simulations. In general, all the load-bearing elements of the existing industrial building have been replaced by CLT-elements. In summary, current results show that all construction parts are satisfactory according to the standard used, NS-EN 1995. Due to the dimensioning and the strength of the CLT-elements and stiffness properties, there is nothing to indicate that the construction should not have enough support capacity. The results also show that the existing industrial building and the building with CLT-elements, can be characterized as equivalent. This is because approximately equal capacity utilization and static properties have been achieved for the buildings.

To assess the industrial building's energy consumption and interior climate, dynamic calculations have been made using the WUFI Plus as a simulation tool. A 3D model of the building's geometric structure has been modelled in the SketchUp computer program to carry

out the simulation. To achieve an equal basis of assessment between the existing industrial building and the building with CLT-elements, a corresponding U-value has been used for relevant building components. Generally speaking, the results of the simulation show that it is possible to achieve an energy saving for the industrial building consisting of CLT-elements. Furthermore, the simulation shows that results associated with the building's thermal comfort and air quality are slightly better for the building consisting of CLT-elements. In addition, the results demonstrate that there is a higher energy requirement when the building is dimensioned according to air volumes specified in table B.1 - *Guidance values for the calculation of heat demand and energy requirements for ventilation*, and not according to table A.6 - *Minimum permissible air volumes used for control calculation against public requirements*, specified in NS 3031:2014.

To assess whether CLT-elements can be categorized as a more environmentally friendly construction solution than steel and concrete, life cycle assessment have been carried out using OneClickLCA as a simulation tool. This implies to quantify whether it is possible to reduce the overall environmental impact of the building when it is confirmed that it has a lower energy requirement, and at the same time achieves approximately equal capacity utilization and static properties. The analysis was conducted using similar systems for the two scenarios. In general, the life cycle assessment shows that there is a higher emission of eq. CO<sub>2</sub> for the existing industrial building, and that the building with CLT-element stores more biogenic carbon. Besides, it is concluded that the product stage and annual energy consumption result in the highest emissions of eq. CO<sub>2</sub>, even in the event of an increase in environmental impact associated with the transport of materials.

Furthermore, life cycle cost analysis (LCC) has been performed using OneClickLCA as a simulation tool to assess the industrial building's costs associated with the building's construction. In general, the results show that the building consisting of CLT-elements is more expensive than the existing industrial building.

Results associated with hygrothermal energy simulation and indoor climate simulation show that it is possible to achieve a total energy saving of 3.3%, for the industrial building consisting of CLT-elements. The life cycle assessment conducted in OneClickLCA shows that the eq. CO<sub>2</sub> is 16.7% higher for the existing industrial building, and furthermore, the analysis of life cycle costs shows that the building consisting of CLT-elements is about 13% more expensive than the building consisting of steel and concrete.

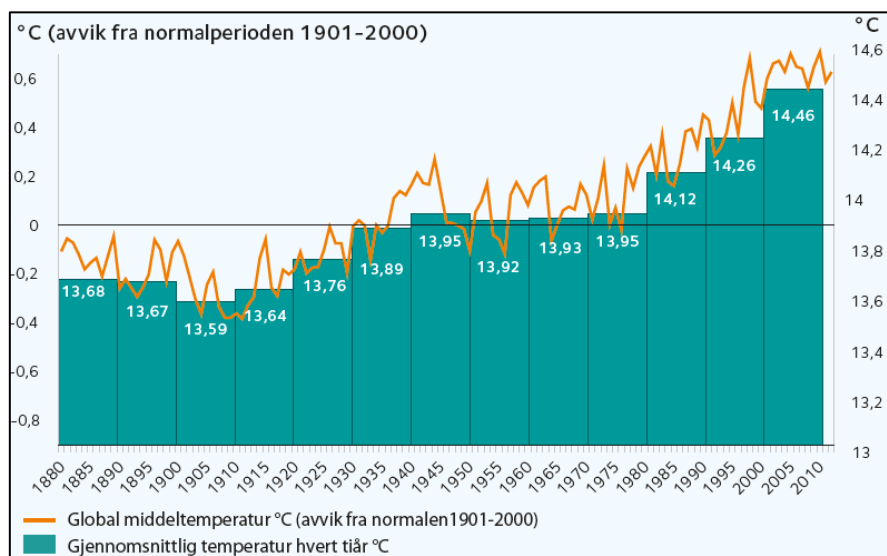
Based on current results, an optimized industrial building has been evaluated. If steel roofs are used, instead of CLT-elements, the difference associated with costs between the industrial building and the building with CLT-elements is only 3.3%. Nevertheless, the emission of eq. CO<sub>2</sub> remains 13.6% lower than for the existing industrial building. It is therefore concluded that this is an optimal solution in relation to energy consumption, total emission of eq. CO<sub>2</sub>, and for the building's material costs.



# 1 Innledning

## 1.1 Bakgrunn

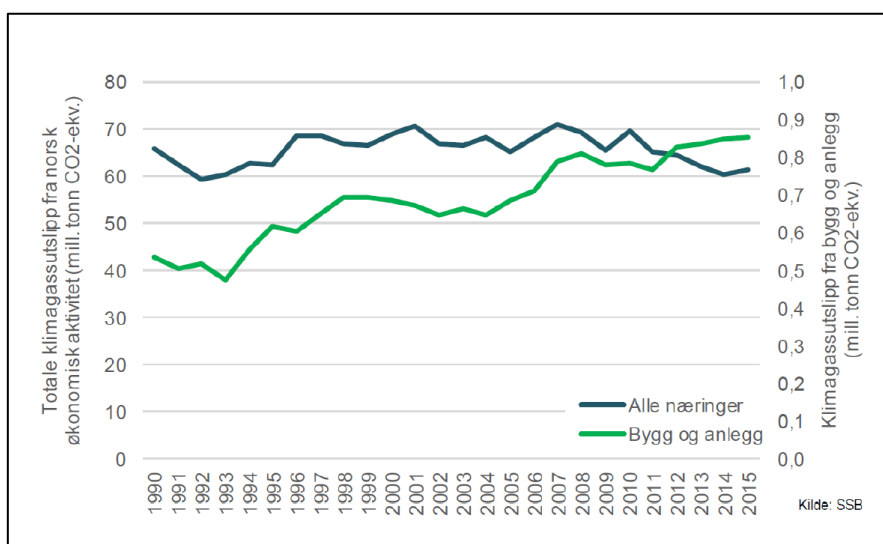
Antropocen er foreslått som beskrivelse av menneskets tidsalder, og er hovedsakelig karakterisert av vårt gedigne fotavtrykk på planeten [1]. Siden 1750 har konsentrasjonen av ekv. CO<sub>2</sub> i atmosfæren økt med omtrent 40%, og dette er kanskje den største effekten av antropocen. Menneskets sivilisasjon preger helt klart miljøet i større grad enn tidligere, og dette er altså bakgrunnen for at det geologiske tidsavsnittet vi nå er inne i ikke lenger skal omtales som holocen [2]. Global oppvarming fører blant annet til havforsuring, tørke, flom, smelting av isbreer og en heving av det globale havnivået [3]. I tillegg påvirkes arter og økosystemer av de nevnte klimaendringene som forekommer, og WWF (Verdens Villmarksfond) rapporterte nylig at verdens dyrestand i gjennomsnitt er halvert i løpet av en periode på 40 år [1]. Målinger viser også at temperaturen i atmosfæren økte med 0,85°C fra 1880 frem til 2012, og verdens ledere er enige i at den globale temperaturøkningen (regnet fra tiden før 1750) må holdes under 2°C for å unngå farlige klimaendringer. *Figur 2* viser avvik fra den globale middeltemperaturen, og den globale gjennomsnittlige temperaturen per tiår, fra 1880 frem til 2010 [3].



*Figur 2 - Avvik fra global middeltemp. og global gj.sn. temp. pr tiår, 1880-2010 [3].*

For å snu denne utviklingen trenger dagens samfunn et «grønt skifte» hvor sektorer og bransjer tenker nytt, og introduserer nye og mer miljøvennlige løsninger. Regjeringen ønsker å føre en langsiktig og ansvarlig politikk, som bidrar til oppfylling av Norges klimaforpliktelser og FNs bærekraftsmål [4]. Ett av hovedmålene er at Norge skal bli karbonnøytralt i 2030, og dette åpner

opp nye muligheter for skog- og trenæringen [5]. I dag er skogen en verdifull ressurs for Norge, blant annet som råstoff for en rekke ulike produkter [4]. Tilveksten av treverk er mer enn dobbelt så stor som uttaket, og på bakgrunn av dette er det mulig å unytte treverket bærekraftig til energi og byggeri [5]. Bygging og drift av bygningsmasser står i dag for omtrent 40 % av det totale energiforbruket i verden, og omtrent 39% av energi-relatert utslipp av ekv. CO<sub>2</sub> [6]. Dette innebærer at det er betydelige muligheter for å bidra til en mer bærekraftig utvikling innenfor denne sektoren, og dette har videre ført til en framvekst av mer miljøvennlige byggesystemer. Ett av disse er bygging med massivtreelementer [7]. *Figur 3* illustrerer det totale klimagassutslippet fra norsk økonomisk aktivitet (blå graf), sett i sammenheng med klimagassutslipp fra bygg og anleggsvirksomhet (grønn graf), fra 1990 til 2015. Grafen viser en lett reduksjon i det totale klimagassutslippet, og en økning i utslippet spesifikt tilknyttet bygg og anleggsvirksomhet.



*Figur 3 - Klimagassutslipp fra norsk økonomisk aktivitet og bygg og anlegg [69].*

Løvenskiold-Vækerø AS er en virksomhet med røtter helt tilbake til 1649, og konsernet er i dag en ledende aktør innenfor handel, eiendom, skogbruk og jordbruk. Løvenskiold Eiendom AS, som er datterselskap av Løvenskiold-Vækerø AS, skaper verdier gjennom forvaltning og utvikling av fast eiendom. I tillegg er selskapet tjenesteleverandør for konsernets øvrige virksomhetsområder, og Løvenskiold Eiendom AS eier byggevarekjeden MAXBO Stormarked. Selskapet forvalter også store skog- og jordbrukseiendommer rundt i Oslo, og en mer bærekraftig utnyttelse av disse skogområdene er stadig under utvikling. I dag blir tømmeret fra Nordmarka brukt som råvare til materialer for blant annet boligbygging, og her har bedriften en potensiell mulighet til å benytte disse materialene i egne industribygg senere [8].

I dag transporteres mye av skogen som anvendes i Norge fra utlandet, og i 2017 utgjorde transporten av skog- og treprodukter omtrent 8% av det utførte transportarbeidet. Direkte og indirekte utslipp av klimagasser fra byggesektoren utgjør omtrent 14% av det totale norske klimagassutslippet. Den største andelen av dette er tilknyttet framstilling og transport av det aktuelle materialet, og bare 4% er direkte knyttet til drift av bygget gjennom dets livsløp. Dersom byggesektoren ønsker å bidra til en mer bærekraftig utvikling, og møte dagens klimautfordringer, er det dermed også nødvendig å øke fokuset tilknyttet bygningsmaterialets totale miljøpåvirkning [4].

På bakgrunn av dette er det ønskelig å skrive en tverrfaglig oppgave som tar for seg benyttelse av massivtreelementer i dagens industribygg, og samtidig vurderer materialets totale miljø- og økonomiske påvirkning.

## 1.2 Formål

Formålet med oppgaven er å konkretisere og undersøke mulighetene for benyttelse av massivtreelementer som bygningsmateriale i industribygg. Det er ønskelig å få ytterligere informasjon, og samtidig kartlegge aktuelle problemstillinger tilknyttet emnet. Ved bruk av en nåværende «optimal» MAXBO-løsning som utgangspunkt og modell, vil det bli gitt en vurdering av statiske, energi- og miljømessige fordeler og ulemper. Det er også ønskelig å vurdere økonomisk lønnsomhet og hvordan den totale miljøbelastningen (utslipp av klimagasser) påvirkes ved benyttelse av massivtreelementer. Etter kartlegging og vurdering av aktuelle problemstillinger, vil det tilslutt være interessant å se på hvor stor andel av bygget som optimalt sett burde bestå av massivtreelementer. Dette er nødvendigvis ikke hele bygget.

## 1.3 Hypotese

Et økt forbruk av massivtreelementer vil redusere byggenæringens totale miljøpåvirkning, og dermed bidra til en mer bærekraftig utvikling. Det er en stor oppgave å endre retning i dagens byggenæring, men samtidig kan gevinsten være av historisk betydning [9].

Oppgavens hypotese vil derfor være at massivtreelementer kan erstatte nåværende materialer i dagens industribygg, som generelt sett består av stål og betong. Resultatene fra nødvendige simuleringer vil kunne underbygge dette. Bygget som erstatter disse materialene med massivtreelementer, vil oppnå en generell forbedring i forhold til energi, inn klima og utslipp av klimagasser. Dette betyr at byggets totale miljøpåvirkning vil reduseres. I tillegg skal bygget fortsatt gi samme ytelse og funksjon, i forhold til statiske og byggetekniske problemstillinger.

## 1.4 Problemstilling og oppgaveformulering

Målet om en bærekraftig utvikling er blitt omformulert til troen på «det grønne skiftet». Begrepet bygger på en forestilling om at vi kan overlate løsningen på dagens klimakrise til teknologisk utvikling og omlegging [10]. Tiårene framover mot 2050 vil bli svært viktig når det gjelder klimaendringer, og det stilles stadig høyere krav til sektorer og aktører om å redusere klimagassutslippene [9]. I belysning av dette er det ønskelig å besvare følgende hovedproblemstilling i denne analysen:

*«Er det hensiktsmessig å benytte massivtreelementer i dagens industribygg lokalisert i nordisk klima?»*

Videre vil følgende fire delspørsmål tilknyttet hovedproblemstillingen besvares gjennom analysen:

*«Kan massivtre erstatte stål og betong i dagens industribygg, og samtidig opprettholde tilfredsstillende statiske egenskaper og kapasitet?»*

*«Påvirker benyttelsen av massivtreelementer industribyggets energibehov og inneklimate positivt?»*

*«I hvilken grad påvirkes industribyggets totale miljøbelastning, ved benyttelse av massivtreelementer?»*

*«Hvordan påvirkes industribyggets kostnader, ved benyttelse av massivtreelementer?»*

## 1.5 Prosjektforutsetninger og avgrensninger

Bacheloroppgaven vil presentere resultater basert på simuleringer, beregninger og relevant informasjon, som har blitt diskutert med prosjekteier. Resultatene vil ikke bli basert på praktiske målinger i bygget, og derfor er det svært viktig å beskrive aktuelle metoder og simuleringer tilstrekkelig. Dette vil øke troverdigheten til resultatene som fremlegges i rapporten. Videre er det ikke mulig å verifisere hva som blir foreslått av løsninger etter beregninger, men det gir en god indikasjon på hva som kan være en optimal løsning. Resultatene som fremlegges i rapporten vil være tilknyttet den spesifikke klassifikasjonen av MAXBO-bygget som benyttes som utgangspunkt og modell, selv om det er ønskelig å analysere hvordan massivtreelementer påvirker dagens generelle industribygg.

Spesifikt er det gjennomført simulering av konstruksjonens statiske egenskaper og kapasitet, ved benyttelse av simuleringsverktøyet Focus Konstruksjon, i tillegg til statiske

håndberegninger som en kontroll av simuleringene. Denne analysen tar spesifikt for seg byggets brudd- og bruksgrensetilstand, og ikke byggets ulykkesgrensetilstand. Videre er det gjennomført hygrottermisk energisimulering og simulering av inneklime ved benyttelse av WUFI Plus. For denne analysen er det foretatt noen statiske håndberegninger, og på bakgrunn av at simuleringen er dynamisk, er disse beregningene mindre nøyaktig. Både for simuleringen gjennomført i Focus Konstruksjon og WUFI Plus, er det sett bort i fra byggets egenskaper tilknyttet lyd og brann.

Simuleringen i Focus Konstruksjon er gjennomført ved utgangspunkt i en 3D-modell av byggets bæresystem i det aktuelle programmet. Simuleringen i WUFI Plus er gjennomført ved utgangspunkt i en 3D-modell av byggets geometriske struktur, som først er modellert i dataprogrammet SketchUp, og deretter importert til WUFI Plus. Begge modellene er modellert ved utgangspunkt i byggets plantegninger, og det er foretatt relevante forenklinger. Det er ikke modellert en felles og fullstendig modell i BIM-programvaren Revit. Det er på bakgrunn av at det fort kan oppstå problemer og feil ved overføringen mellom de ulike simuleringsprogrammene, og for å ha kontroll over modellen, er det heller modellert spesifikke 3D-modeller i de ulike simuleringsprogrammene. Generelt sett er det ikke fokusert på bygningsdetaljer tilknyttet forbindelser og forankringer, for å begrense oppgavens omfang.

Videre er det gjennomført en livssyklusanalyse i simuleringsprogrammet OneClickLCA, og en analyse av livssykluskostnader i samme simuleringsprogram. Det er foretatt håndberegninger ved kartlegging av aktuelle materialer tilknyttet bygningskonstruksjoner, ved utgangspunkt i byggets plantegninger og 3D-modeller. Det er foretatt relevante forenklinger og antagelser tilknyttet disse analysene, som er beskrevet detaljert i metode og resultater tilknyttet aktuell analyse.

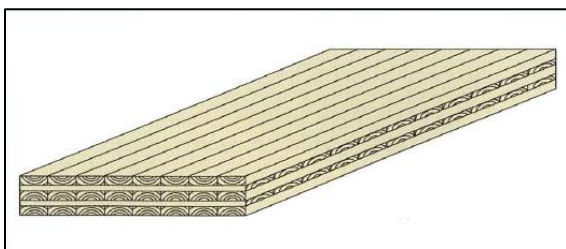
## 2 Teori

Dagens samfunn står som nevnt tidligere ovenfor større utfordringer i forhold til utslipp av klimagasser, og en opphopning av disse gassene i atmosfæren. Dette resulterer i en drivhuseffekt, som videre fører til en global oppvarming av jordkloden, og en økt fare for større klimaendringer [9]. Flere stortingsmeldinger, blant annet klimameldingen, hevder at et aktivt skog- og trebruk kan være et relevant virkemiddel for å senke det totale utslippet av klimagassutslippene. Treverk er i dag det mest miljøvennlige byggematerialet vi har i Norge, og treprodukter er basert på et fornybart råstoff. Dette er forutsatt at det kommer fra en bærekraftig forvaltet skog [5].

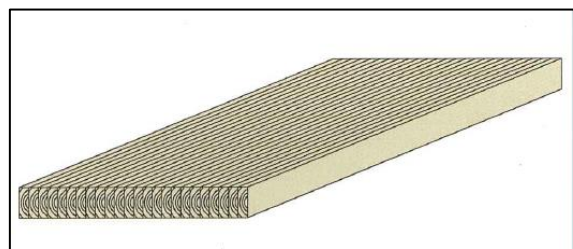
Det er ingen tvil om at dagens samfunn er avhengig av teknologisk utvikling og omlegging for å møte klimaendringene som forekommer i dag, og det er ønskelig at nivået av ekv. CO<sub>2</sub> i atmosfæren skal reduseres til nivået fra førindustriell tid [3]. På bakgrunn av dette er det viktig å utnytte rasjonelle og miljøeffektive konstruksjonsløsninger, og samtidig utvikle nye byggesystemer, slik som bygging med massivtreelementer [7].

### 2.1 Massivtre som bygningsmateriale

Kort fortalt er massivtreelementer lameller satt sammen til større elementer ved bruk av for eksempel skruer, spikre eller lim. Elementets tykkelse og antall sjikt avhenger av elementets funksjon og bruksområde. I dag deles massivtreelementer inn i følgende to hovedkategorier: kantstilte elementer og krysslagte elementer [7]. *Figur 4* og *figur 5* illustrerer elementer innenfor disse to hovedkategoriene.



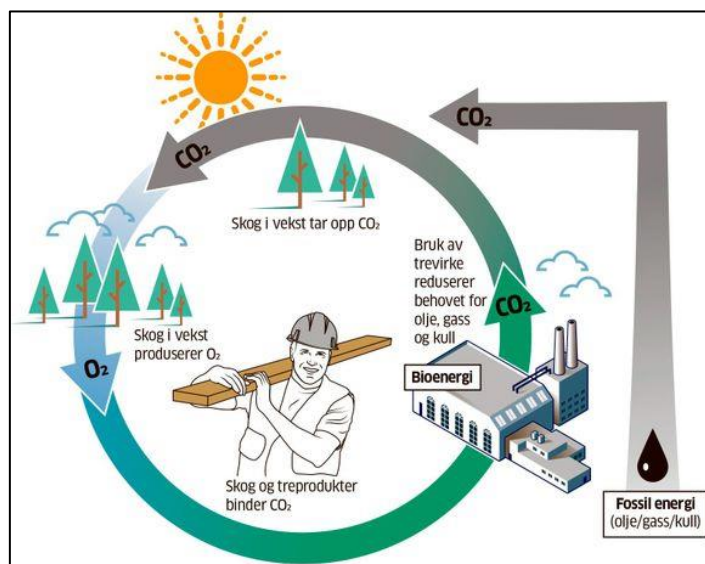
*Figur 4 - Krysslagt massivtreelement [21].*



*Figur 5 - Kantstilt massivtreelement [21].*

Generelt sett har massivtre som byggemateriale mange fordeler, noe som resulterer i gode argumenter for å benytte dette i dagens nye byggeprosjekter. For eksempel vil mange arkitekter og utbyggere vurdere massivtre som et arkitektonisk og estetisk godt utgangspunkt [7]. Videre er materialet et godt miljømessig valg, først og fremst fordi treverk er et naturlig og fornybart byggemateriale. Dersom råvarene bearbeides uten unødig bruk av energi og kjemikalier, og i

tillegg høstes slik at kvalitetene og verdiene bevares, kan man definere norsk tre som et bærekraftig materiale. Videre hevder forskere at produksjon og et økt forbruk av treverk vil redusere de totale utslippene av klimagasser til atmosfæren, fordi ekv. CO<sub>2</sub> vil omdannes til biomasse gjennom fotosyntesen når trærne vokser [11]. *Figur 6* illustrerer ett eksempel på kretsløp for tre, ved benyttelse av treprodukter som binder CO<sub>2</sub>.



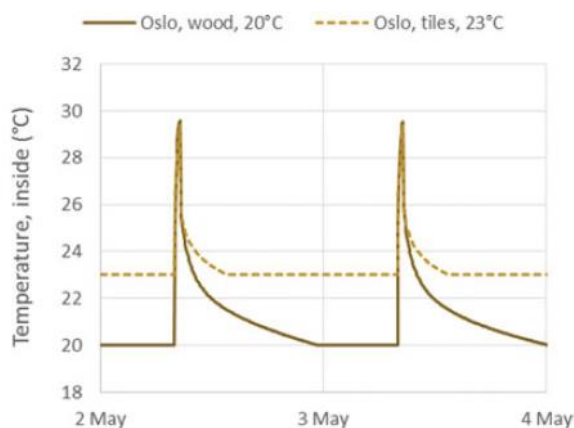
*Figur 6 - Treets kretsløp ved benyttelse av treprodukter [65].*

Når det gjelder energibruk og inneklima i bygg, er treverk et materiale med lav varmekonduktivitet (varmeledningsevne). Dette innebærer at byggets U-verdi (varmegjennomgangskoeffisient) kan reduseres ved benyttelse av treverk som byggemateriale. Rent praksis betyr dette at byggets totale varmetap vil reduseres, og at man eventuelt kan redusere mengden termisk isolasjon [12]. Termisk isolasjon vil spare energi i bruksfasen, men har en større påvirkning på CO<sub>2</sub>-regnskapet innenfor bygningens materialbruk. Tidligere forskning viser blant annet at isolasjonsmaterialet ofte er det sjiktet i veggkonstruksjonen med høyest utslipp av ekv. CO<sub>2</sub>. En reduksjon av isolasjon ved benyttelse av mer treverk kan dermed redusere byggets totale utslipp av klimagasser [13].

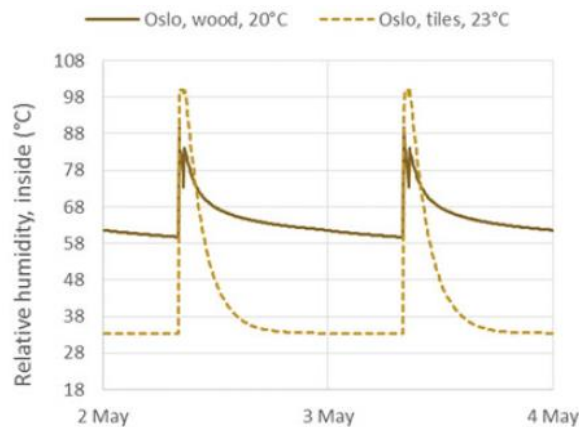
En termisk tung konstruksjon kan fungere som ett energireservoar, sett i forhold til øvrige rom som konstruksjonen er eksponert mot, på bakgrunn av konstruksjonens varmekapasitet og varmeledningsevne. Dette omtales som termisk masse, og kan bidra til redusert energibehov til klimatisering i ett bygg, i belysning av at konstruksjonen harmonerer med døgnsyklusen til ytre påvirkninger av rommet [14]. Treverk har god spesifikk varmekapasitet (1600 J/(kg·K)) [15], men sett i sammenheng med den lave varmekonduktiviteten, vil materialets energireservoar

tømmes for langsomt i forhold til byggets døgnsyklus. Dersom man benytter tyngre konstruksjoner slik som massivtreelementer (med samme varmekapasitet), vil materialet kunne «ta opp» mer termisk energi, og dette kan være lønnsomt med tanke på byggets totale energiforbruk [14].

Treverk er også regnet som et hygroskopisk materiale, noe som betyr at det evner å absorbere fuktighet (vanndamp) fra omgivelsene. Disse kvalitetene resulterer i en såkalt fuktbufring, som innebærer en utjevning av potensielle fuktbelastninger. Dette kan bidra til et redusert ventilasjonsbehov [12]. Når vanndampen kondenserer i de hygroskopiske strukturene i materialet, vil det samtidig foregå en latent varmeutveksling. For hvert kilogram vanndamp som absorberes, og deretter kondenseres, vil det frigjøres 2501 kJ energi [16]. Dette kan føre til lavere temperaturvariasjoner i rommet, og dermed også et redusert varmetap [12]. Videre kan dette bidra til en reduksjon av byggets totale energiforbruk. Hygroskopiske overflatematerialer med stor fuktkapasitet omtales som hygrotermisk masse [17]. *Figur 7* og *figur 8* illustrerer endring i overflatetemperatur (trepanel og fliser) og relativ fuktighet innendørs for en studie gjennomført i badrom bestående av trepanel og fliser. Endringen i temperatur og relativ fuktighet forekommer på bakgrunn av en latent varmeutveksling (*figur 7*) og fuktbufring (*figur 8*).



*Figur 7 - Endring i overflatetemp innendørs for badrom bestående av trepanel og fliser [67].*



*Figur 8 - Endring i RF for badrom bestående av trepanel og fliser [67].*

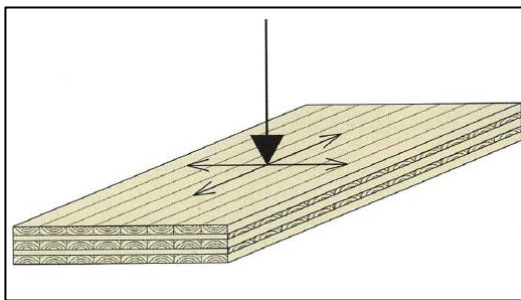
Materialets evne til å absorbere og avgi fuktighet (vanndamp) innendørs, når det er eksponert for daglige variasjoner i relativ fuktighet, kan beskrives ved benyttelse av MBV-verdi (moisture buffer value). I Nordtest prosjektet «Moisture Buffering of Building Materials», ble det presentert at MBV-verdien til treverk er omtrent tre ganger så stor som MBV-verdien til betong, omtrent dobbelt så stor som MBV-verdien til gips, og omtrent 20% høyere enn MBV-verdien til hul betong [18].



Rent byggeteknisk har materialet en rekke egenskaper som vil være fordelaktig i en byggeprosess. Massivtreelementer har blant annet en mye lavere egenvekt enn for eksempel betongelementer. Dette betyr at man trenger mindre utrustning på en eventuell byggeplass, samtidig som elementene er lettere å håndtere [19]. Samtidig har massivtre en begrensning ved transport, dersom det benyttes store lengder og spennvidder, da dette kan være vanskelig å transportere [20]. Ved benyttelse av et bæresystem bestående av massivtreelementer, vil materialets stivhet i forhold til den lette egenvekten være en fordel. Elementene kan ta store punktlaster, og samtidig brukes som stabiliserende eller avstivende skiver. Ved grunnforhold der en tung betongkonstruksjon typisk vil kreve omfattende fundamenteringsarbeid, vil massivtre være et lettere og gunstigere valg [21].

Per definisjon er tre et brennbart materiale, men likevel har massivtre gode brannegenskaper, da det tar relativ lang tid før materialet mister tilstrekkelig bæreevne ved brann [7]. Massivtrekonstruksjoner er mer robuste enn lette trekonstruksjoner, har større reserver med hensyn til bæreevne og stabilitet, og er derfor mindre utsatt for sammenbrudd og kollaps [22]. Flere av stoffene som benyttes ved impregnering for brannbeskyttelse er sterkt hygroskopiske, og på bakgrunn av dette unngår man at impregneringen går på bekostning av treverkets hygroskopiske egenskaper. En ulempe er likevel at de aktuelle stoffene som benyttes kan ha egenskaper som gjør dem uegnet for benyttelse i fuktige miljøer. Disse egenskapene kan resultere i økt korrosjon av metaller og festemidler [23].

*Figur 9* illustrerer et punktblastet massivtreelement med lastutbredelse. *Figur 10* viser et brannpåvirket massivtreelement med forkullingssjikt og det bakenforliggende friske upåvirkede trevirket.



*Figur 9* - Punktblansert massivtreelement [21].



*Figur 10* - Brannpåvirket massivtreelement [22].

Når det gjelder lydforhold i trebygg, kan trekonstruksjoner i dag settes sammen med tilfredsstillende lydisolasjonsegenskaper. En fordel ved benyttelse av massivtreelementer er at

konstruksjonen er tyngre enn tradisjonelle trekonstruksjoner, og dette gir bedre forutsetninger tilknyttet lydisolering. Samtidig er treverk generelt sett lettere enn for eksempel betong, og på bakgrunn av dette må det ofte suppleres med andre materialer i mer sammensatte bygningsdeler for å oppfylle aktuelle krav som stilles i den Byggtekniske Forskriften (TEK17). Spesifikt gjelder dette ofte for etasjeskillere, og utfordringer tilknyttet trinnlyd i fleretasjes trehus. I tillegg viser undersøkelser at flanketransmisjon er av større betydning ved benyttelse av massivtreelementer for lydoverføring gjennom bygningsdelen [24].

Som nevnt i kapittel *1.1 Bakgrunn* utgjorde transporten av skog- og treprodukter omtrent 8% av det utførte transportarbeidet i 2017 [4]. På bakgrunn av at mesteparten av dagens produksjon foregår i utlandet, er derfor de miljømessige fordelene tilknyttet massivtreelementer omdiskutert, sett i sammenheng ved at det forekommer et økt utslipp av ekv CO<sub>2</sub> ved transport av materialene [25]. Samtidig kan man knytte en del av de positive egenskapene materialet har til flere økonomiske fordeler. Materialets lette vekt, fleksibilitet og muligheten for rask montasje fører til en raskere og mer effektiv byggetid, som igjen gir en mer kostnadseffektiv byggeprosess. I tillegg er det mulig å få enklere konstruksjoner med færre sjikt og færre arbeidsoperasjoner underveis [19].

## 2.2 Industribygg

Dagens samfunnsutvikling resulterer, som nevnt tidligere, i et økt behov for nye konstruksjonsløsninger i bygg. De siste årene har det dermed vært økt interesse for utvikling av konsepter for industrialisering og systematisering av byggeprosessen, og bruk av massivtreelementer i større industribygg [26]. Det finnes en rekke ulike industribygg i Norge i dag, og dette kan være alt fra storsentre til lagerbygninger. På bakgrunn av den større overkategorien som eksisterer for denne bygningstypen, må den spesifiseres og klassifiseres nærmere. Klassifiseringen gjøres i henhold til NS 3457-3:2013 «*Klassifikasjon av byggverk. Del 3 Bygningstyper*», etter hovedfunksjon, bygningsgruppe og bygningstype [27]. Større industribygg som kombinerer varehandel, lager og kontorer i likhet med Løvenskiold Eiendoms MAXBO-bygninger, består vanligvis av bæresystemer hvor stål- og betongelementer kombineres, i tillegg til sandwich-elementer i fasader [28]. Industribygget benyttet som modell og utgangspunkt i denne oppgaven, beskrives nærmere i kapittel *3.1.1 Presentasjon av bygg*, og klassifiseringen av bygningen gjennomføres i kapittel *3.1.2 Klassifisering av eksisterende bygning*.

### 3 Metoder

Det er foretatt et case-study av industribygget MAXBO Bjertnestangen, for å konkretisere og undersøke mulighetene for benyttelse av massivtreelementer som bygningsmateriale i dagens industribygg. Spesifikt vil det benyttes aktuelle simuleringsverktøy for å gjennomføre de ulike metodene, og simuleringene vil gjennomføres ved to scenarier. Dette innebærer det eksisterende industribygget, og når gjeldende bygningskomponenter er byttet ut og erstattet med massivtreelementer.

#### 3.1 Case-study – MAXBO Bjertnestangen

##### 3.1.1 Presentasjon av bygg

###### Eksisterende industribygg

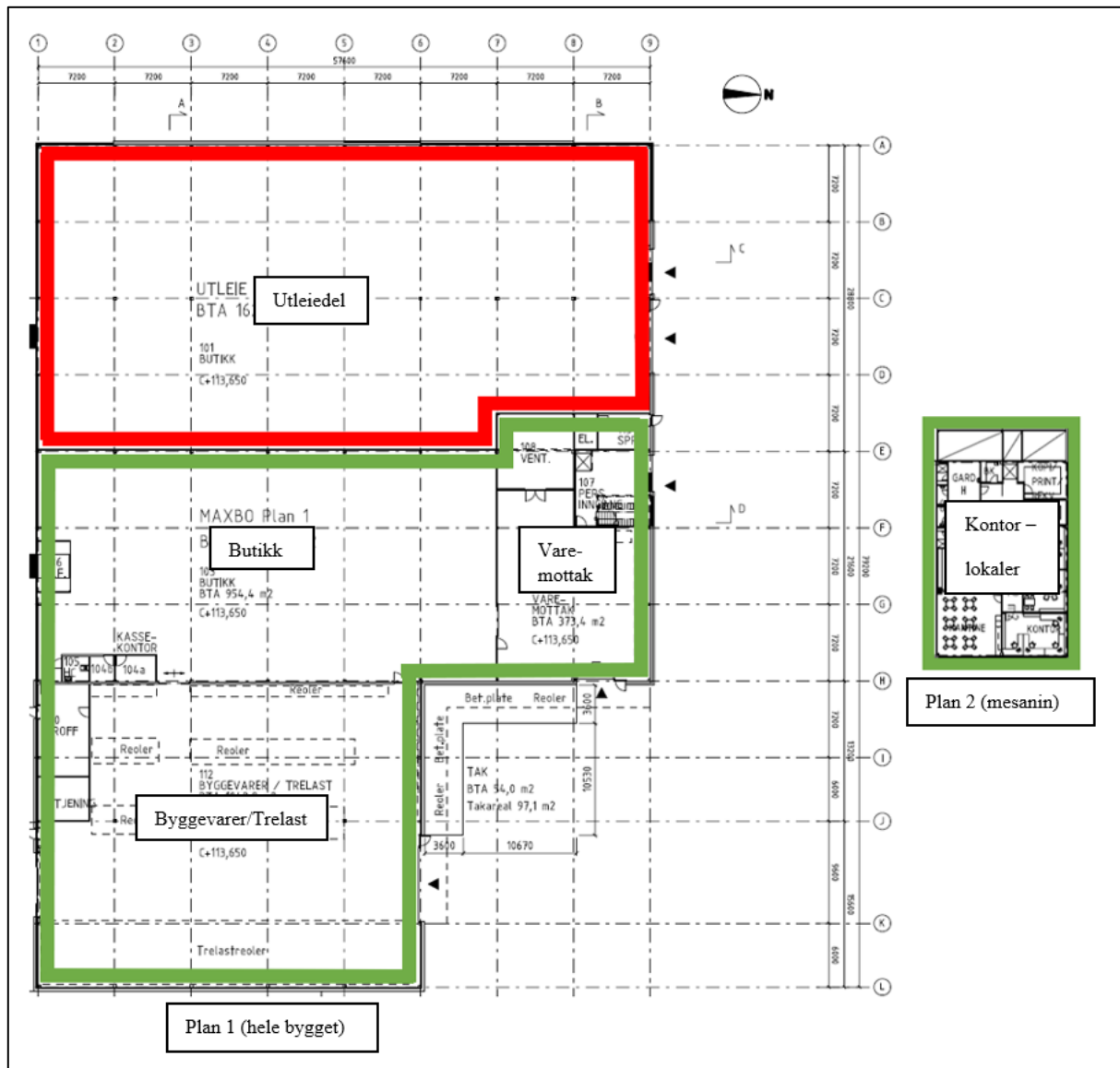
Det eksisterende bygget som er brukt som utgangspunkt og modell er MAXBO Bjertnestangen. Dette bygget kombinerer varehandel, lager og kontorer. Bæresystemet består av søyler, bjelker og gitterdragere i stål. I gulv og fundament er det brukt betong, i tillegg til at det brukes stål, aluminium og glass i fasader [28]. På bakgrunn av at MAXBO kombinerer både varehandel, lager og kontorer, vil si at bygget er et kombinasjonsbygg, som kombinerer oppvarmet og uoppvarmet sone.



Figur 11 - Illustrasjon av MAXBO Bjertnestangen [8].

Oppgaven vil være begrenset til å fokusere på MAXBO-delen av bygget, og det blir derfor sett bort fra den aktuelle utleiedelen. I beregningene vil skilleveggen betraktes som en yttervegg. Dette vil ikke påvirke klassifiseringen av bygget, som beskrives i kapittel 3.1.2 *Klassifisering av eksisterende bygning*.

Figur 12 illustrerer plantegning av det aktuelle MAXBO-bygget. Grønn sone illustrerer MAXBO-delen, som det fokuseres på i oppgaven. Rød sone illustrerer utleiedelen, som det blir sett bort fra. Grønn sone består hovedsakelig av fire bygningsdeler, dette er byggevarer/trelast, butikk, varemottak og kontorlokaler.



Figur 12 - Plan 1 og plan 2 MAXBO Bjertnestangen [28].

Det eksisterende bygget har en total størrelse på 4428,4m<sup>2</sup>. Bygget består som nevnt av to deler. En MAXBO-del og en utleiedel. MAXBO-delen er på 2693,9m<sup>2</sup> (+Utv. tak 93,9m<sup>2</sup>) og utleiedelen (Elkjøp) på 1625,1m<sup>2</sup> (+Utv. tak 15,5m<sup>2</sup>). Bygget har en utvendig total høyde på 10m. Tabell 1 beskriver areal, plan og øvrige rom for gjeldene bygningsdel.

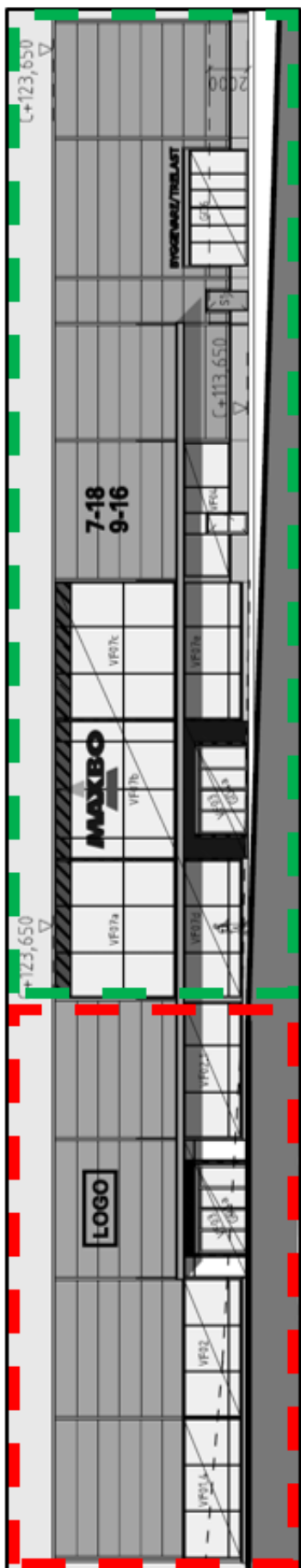
Tabell 1 - Oversikt over aktuelle bygningsdeler MAXBO Bjertnestangen.

Bygningsdel	Areal [m <sup>2</sup> ]	Plan	Øvrige rom
Byggevarer/Trelast	1042,9	1 (2)	Betjening, proff
Butikk	954,4	1 (2)	Kassekontor, tellerom, HC
Varemottak	373,4	1	Personalinngang, vent. rom
Kontorlokaler	323,2	2	Garderober, kontorer, kantine, toaletter, rekv. rom

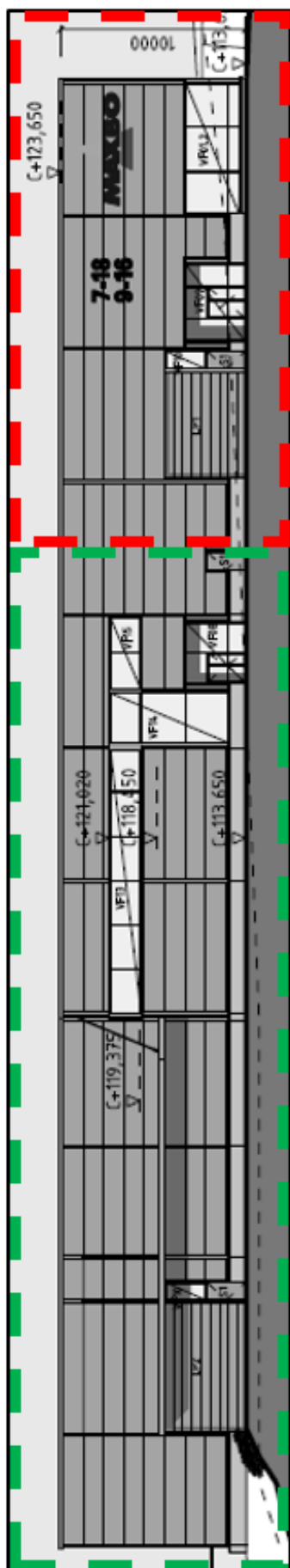
Byggevarer/Trelast går over plan 1 og 2 og har en innvendig høyde på 9,5m. Dette gjelder også butikken. Varemottak går kun over plan 1, og har en innvendig høyde på 4,3m. Over varemottaket i plan 2 ligger kontorlokalene. Disse har en innvendig høyde på 2,7m. Resterende høyde fra himling og opp til innvendig tak over kontorlokalene er til kanaler, føringer etc.

*Figur 13* illustrerer fasade sør, *figur 14* illustrerer fasade nord og *figur 15* illustrerer fasade øst, for det aktuelle MAXBO-bygget. Byggets yttervegger består av sandwich-elementer, kombinert med porter, ytterdører og vindusfelt. På bakgrunn av at skilleveggen mellom utleiedelen og MAXBO-delen blir betraktet som en yttervegg, vil fasade vest bestå kun av sandwich-elementer, tilsvarende tykkelse og kvalitet som øvrige fasader. Bygningskomponenter beskrives nærmere i kapittel 3.1.3 *Scenarioer*.

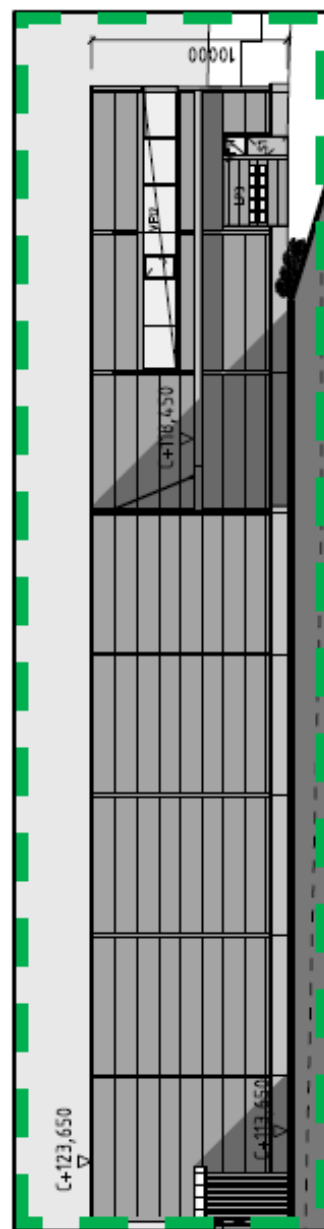
*Figur 16* illustrerer snitt A-A langs akse 4, og *figur 17* illustrerer snitt D-D langs akse F.



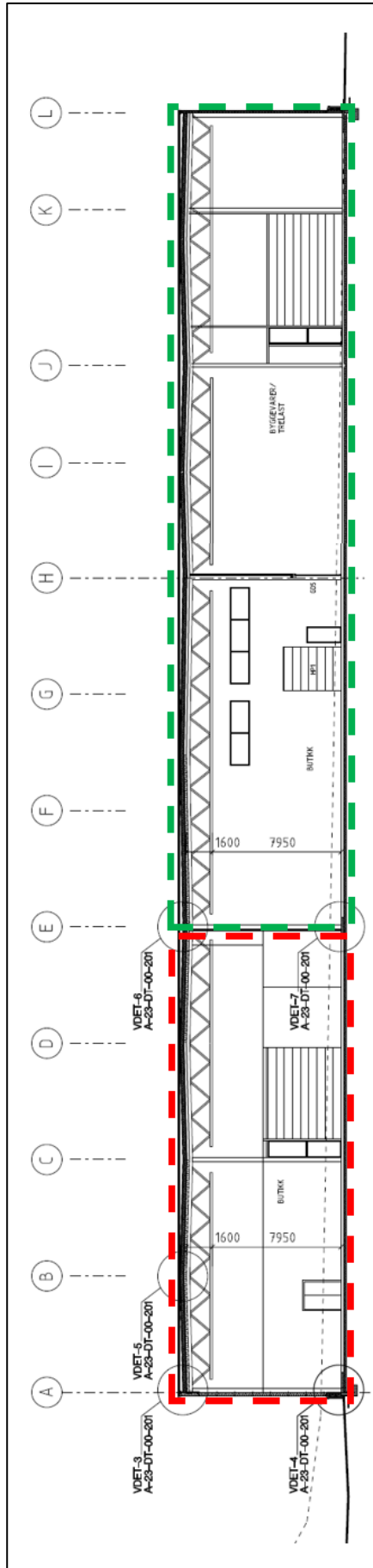
Figur 13 - Fasade sør (MAXBO Bjertnestangen) [28].



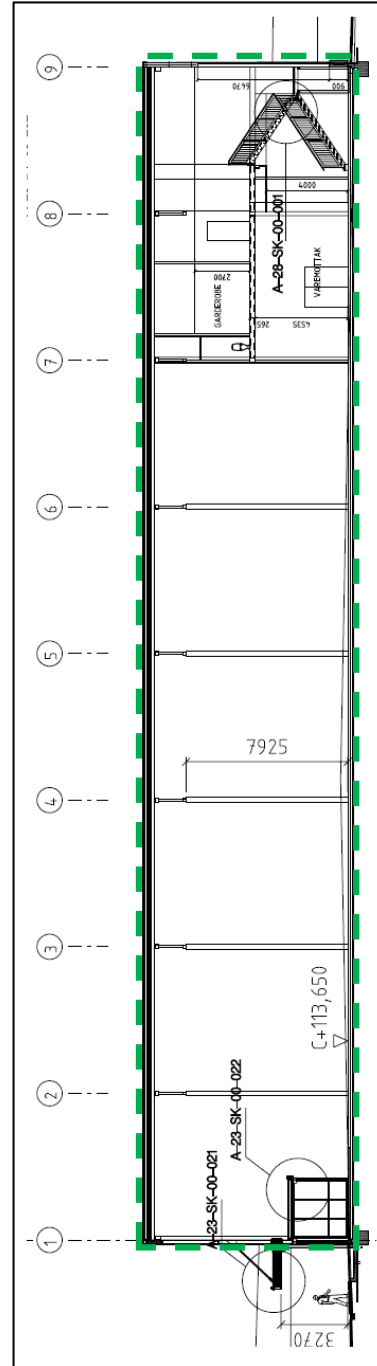
Figur 14 - Fasade nord (MAXBO Bjertnestangen) [28]



Figur 15 - Fasade øst (MAXBO Bjertnestangen) [28].



Figur 16 - Snitt A-A (A 20 SN 00 211) [28].



Figur 17 - Snitt D-D (A 20 SN 00 212) [28].

### 3.1.2 Klassifisering av eksisterende bygning

I henhold til NS 3457-3:2013 «*Klassifikasjon av byggverk. Del 3 Bygningstyper*» klassifiseres bygget som «3 Kontor- og forretningsbygg» på ensifret nivå. Dette er fordi det dekker den største andelen (86%) av bygningens hovedfunksjon. På tosifret nivå defineres bygget som «32 Forretningsbygning», fordi denne kategorien dekker den største andelen (74%) innenfor «3 Kontor- og forretningsbygg». Bygningen klassifiseres på tresifret nivå «321 Kjøpesenter/varehus», fordi denne dekker den største andelen (39%) innenfor bygningsgruppe 32 [27].

Tabell 2 - Klassifisering av MAXBO Bjertnestangen.

Funksjon	Andel bruksareal	Tresifret nivå
Butikkareal (varm)	35% (954,4m <sup>2</sup> )	322
Byggevare/trelastbutikk (temperert)	39% (1042,9m <sup>2</sup> )	321
Varemottak/varmtlager	14% (373,4m <sup>2</sup> )	232
Kontor og sosiale rom (mesanin)	12% (323,2m <sup>2</sup> )	311
Hele bygget	100% (2693,9m <sup>2</sup> )	

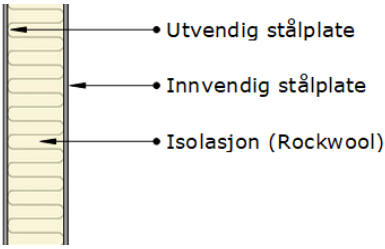
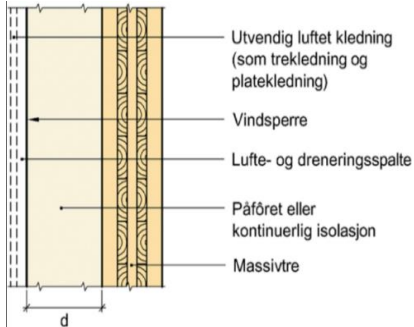
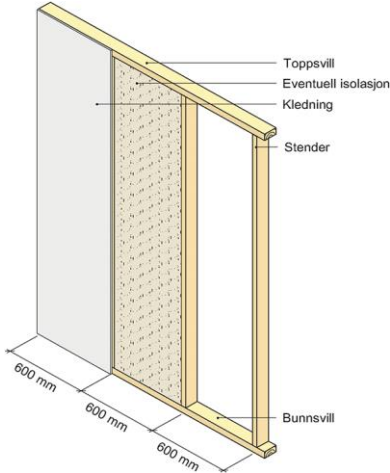
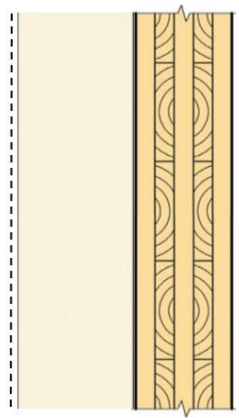
Tabell 2 er en oversikt over klassifiseringen av de ulike bygningsdelene. De er delt opp etter funksjon og er klassifisert hver for seg, etter standarden. For mer detaljert beskrivelse av klassifiseringen, se *Vedlegg 1 – Klassifisering av bygningstyper*.

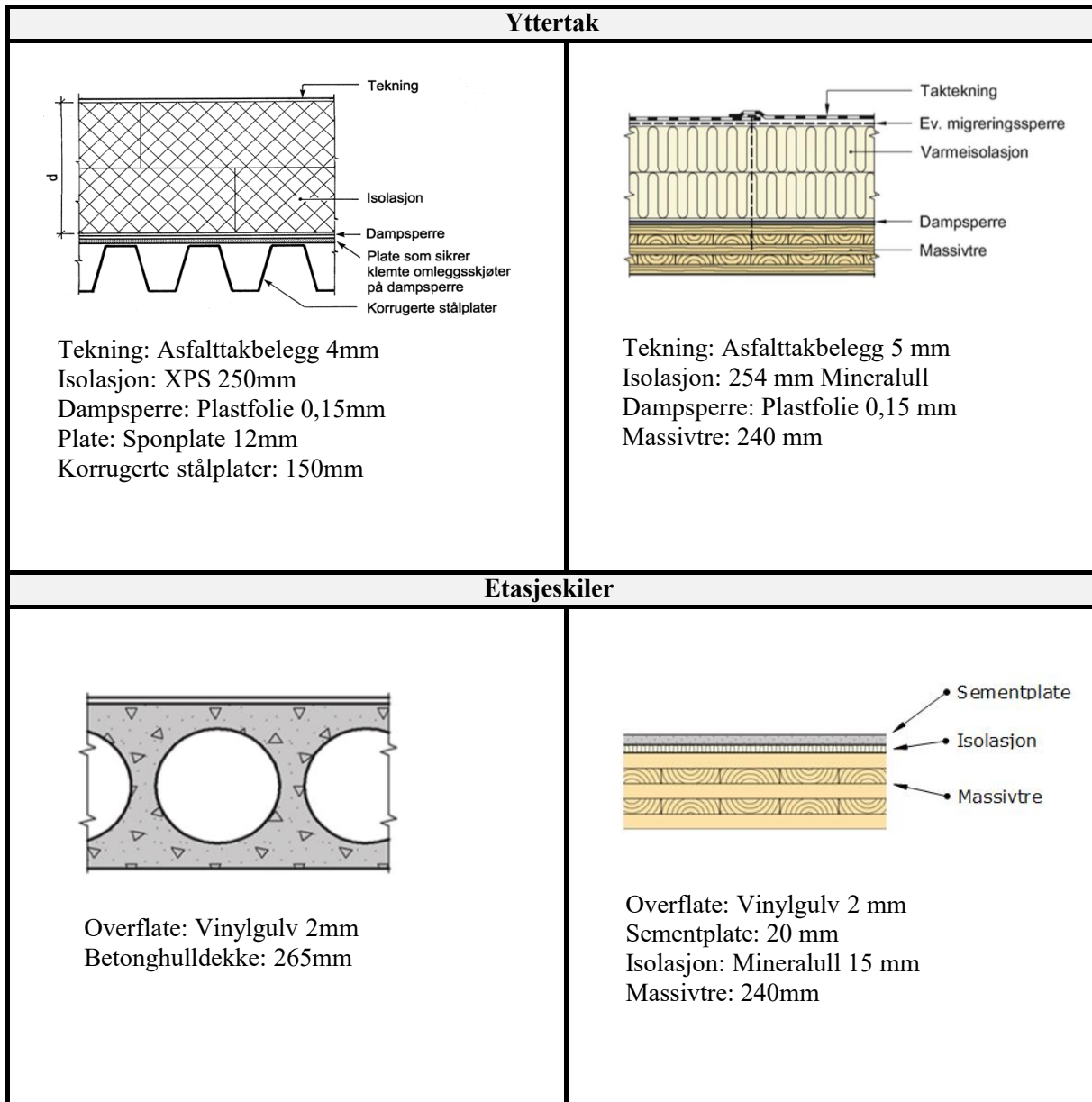
### 3.1.3 Scenarioer

Som nevnt i introduksjonen til kapittel 3 *Metode*, vil det gjennomføres simuleringer ved to scenarioer. Dette innebærer det eksisterende industribygget (scenario 1), og når gjeldende bygningskomponenter er byttet ut og erstattet med massivtre- og limtreelementer (scenario 2). På bakgrunn av manglende detaljert informasjon angående materialer i bygget, er det foretatt forenklinger. Dette innebærer blant annet at det er benyttet materialer som er illustrert i SINTEF Byggforsk, med utgangspunkt i informasjon tilknyttet materialer fra aktuelle plantegninger. I tillegg benyttes egenproduserte tegninger/snitt av bygningsdeler som ikke finnes tilfredsstillende illustrert i Byggforskserien.

*Figur 18* illustrerer spesifisering og sammenlikning av aktuelle materialer som benyttes for det eksisterende industribygget (scenario 1) og massivtrebygget (scenario 2) ved simuleringer.



Scenario 1 - Eksisterende industribygg	Scenario 2 - Massivtrebygg
<b>Yttervegger</b>	
 <p>Utvendig stålplate</p> <p>Innvendig stålplate</p> <p>Isolasjon (Rockwool)</p> <p><u>Prinsipiell oppbygning Paroc AST T:</u></p> <p>Stålplater: 0.5 mm (innvending), 0.6 mm (utvendig)</p> <p>Bindelag: Lim</p> <p>Paroc Isolering: Rockwool</p> <p>Gjelder for yttervegger (230 mm) og innervegger (120 mm)</p>	 <p>Utvendig luftet kledning (som trekledning og platekledning)</p> <p>Vindsperre</p> <p>Lufte- og dreneringsspalte</p> <p>Påført eller kontinuerlig isolasjon</p> <p>Massivtre</p> <p><u>Prinsipiell oppbygning av massivtre yttervegg:</u></p> <p>Utvendig kledning: 20 mm Trekledning</p> <p>Vindsperre: 19 mm</p> <p>Lufte- og dreneringsspalte: 30 mm</p> <p>Isolasjon: 76/205 mm Mineralull</p> <p>Massivtre: 120 mm</p>
<b>Innevegger</b>	
 <p>Toppsvill</p> <p>Eventuell isolasjon</p> <p>Kledning</p> <p>Stender</p> <p>Bunnsvill</p> <p>600 mm</p> <p>600 mm</p> <p>600 mm</p> <p><u>Innervegger betjening, proff, HC, tellerom, kassekontor, varemottak og mesanin:</u></p> <p>Total tykkelse: 123mm</p> <p>Stendere: 48x98 mm</p> <p>Isolasjon: 98 mm Mineralull</p> <p>Gips: 12,5 mm (x2)</p> <p><u>Innervegger personalinngang:</u></p> <p>Total tykkelse: 148 mm</p> <p>Stendere: 48x123 mm</p> <p>Isolasjon: Mineralull 123 mm</p> <p>Gips: 12,5 mm (x2)</p>	 <p><u>Innervegger betjening, proff, HC, tellerom, kassekontor, varemottak, personalinngang og mesanin:</u></p> <p>Total tykkelse: 153 mm</p> <p>Massivtre: 60 mm</p> <p>Isolasjon: 80 mm</p> <p>Gips: 12,5 mm</p>

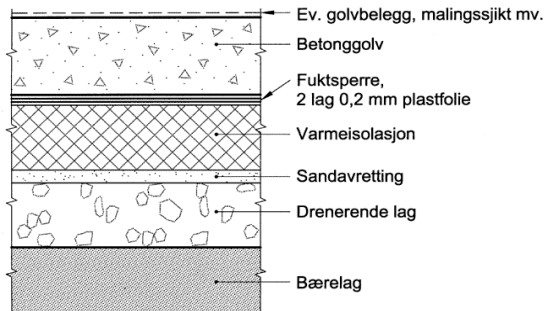


Figur 18 - Spesifisering av materialer benyttet ved scenario 1 og scenario 2.

Figur 19, på neste side, illustrerer spesifiseringer av felles materialer som benyttes for både scenario 1 og scenario 2 ved simuleringer.

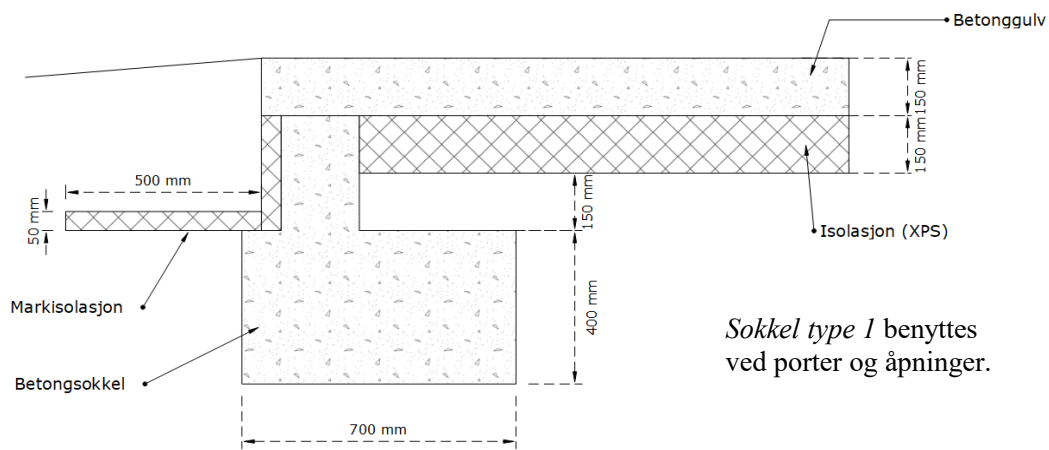
## Felles komponenter

### Gulv mot grunnen



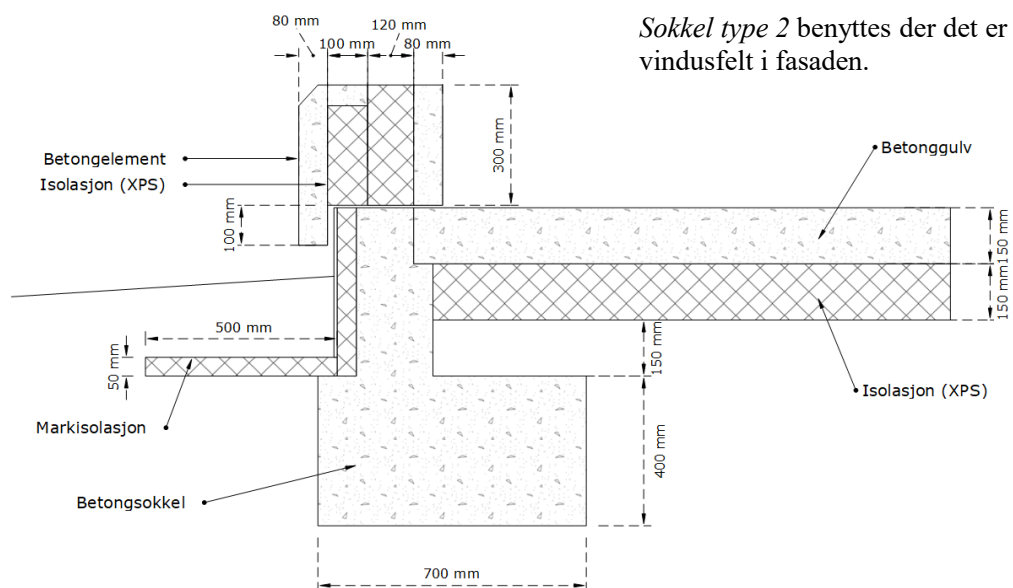
Overflate: Steinslipt betonggulv  
 Betonggulv: Betong 150mm  
 Fuktsperre: 2lag 0,2mm plastfolie  
 Varmeisolasjon: XPS 150mm

### Sokkel type 1:

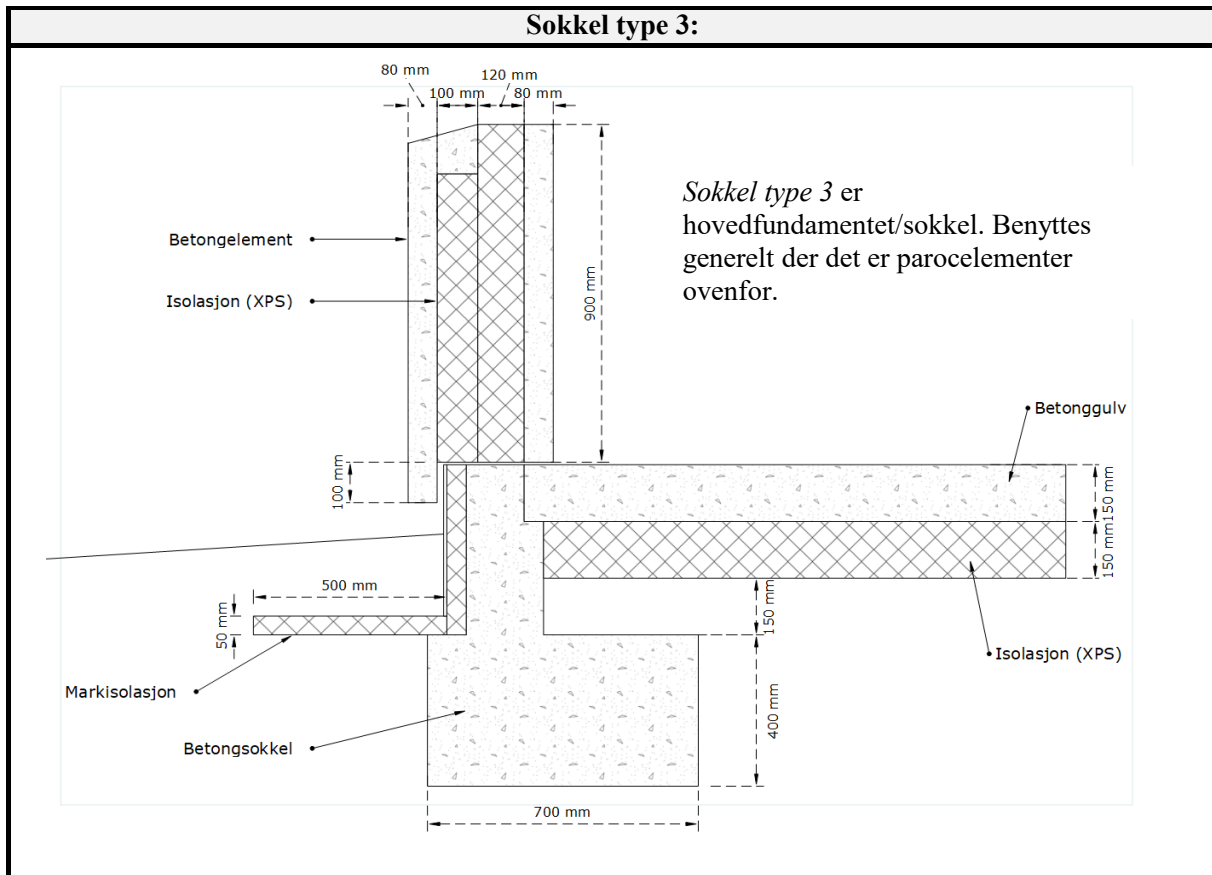


*Sokkel type 1* benyttes ved porter og åpninger.

### Sokkel type 2:



*Sokkel type 2* benyttes der det er vindusfelt i fasaden.



Figur 19 - Spesifisering av felles materialer benyttet for scenario 1 og scenario 2.

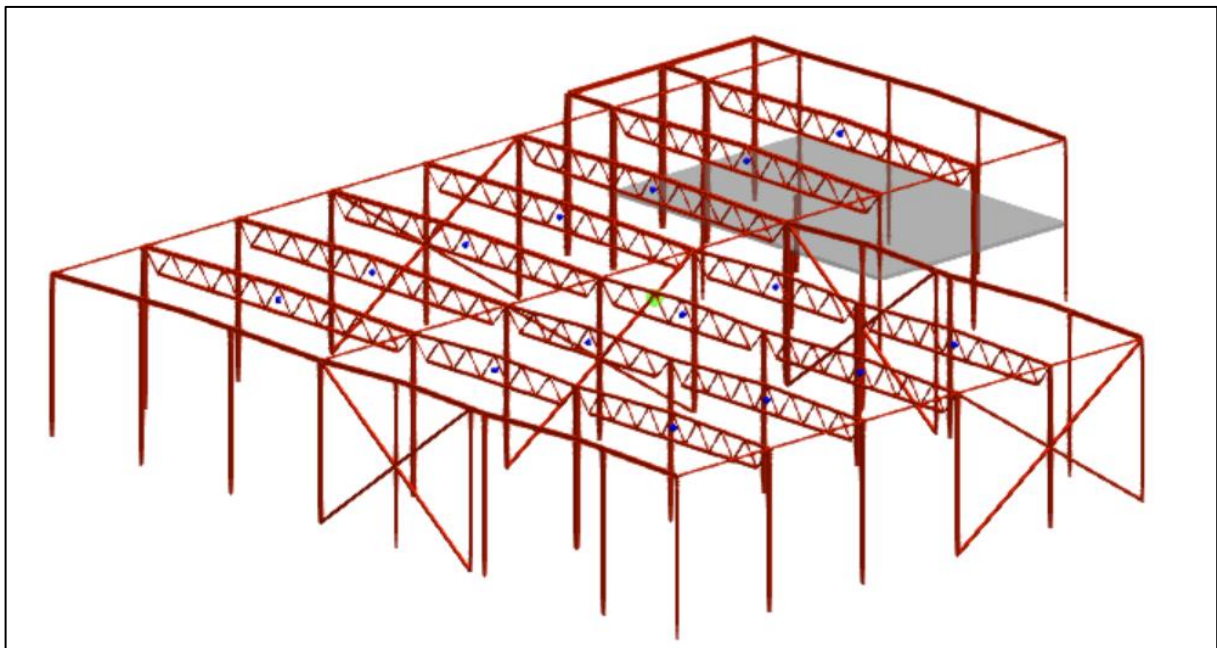
Illustrasjonene tilknyttet yttervegg (massivtre), innervegger (eksisterende industribygg), yttertak (begge scenarioer), etasjekiller (hulldække), og gulv mot grunn, er hentet fra Byggforskserien [29] [30] [31] [32] [33] [34]. Illustrasjonene tilknyttet yttervegg (Paroc), innervegger (massivtre), etasjekiller (massivtre) og sokkel 1-3 er egenproduserte tegninger.

## 3.2 FEM-analyse i konstruksjonsteknikk – Focus Konstruksjon

For å vurdere konstruksjonens statiske egenskaper og kapasitet, er det foretatt simuleringer ved benyttelse av simuleringsverktøyet Focus Konstruksjon. Det er et simuleringsprogram for statiske- og dynamiske beregninger av romlige konstruksjoner [35]. For å gjennomføre aktuelle simuleringer i Focus Konstruksjon, er det modellert en 3D-modell av bæresystemet til bygget. Det er foretatt to modelleringer. Den første modellen har et bæresystem av stål- og betongelementer, mens den andre modellen består av massivtreelementer i kombinasjon med limtresøyler og -bjelker. Den første modellen er modellert på bakgrunn av gjeldende plantegninger, byggteknisk beskrivelse og befaring av bygget. Det har blitt foretatt noen forenklinger og antagelser i forbindelse med modelleringen og simuleringen av bæresystemet, på bakgrunn av noen mangler og avvik fra tegningene til det virkelige bygget. De spesifikke forenklingene i forbindelse med byggets materialer er beskrevet i kapittel 3.1.3 *Scenarioer*, og forenklingene/antagelsene i forbindelse med laster og beregninger er beskrevet i kapittel 3.2.2 *Standarder og beregningsmodell* og kapittel 3.2.3 *Laster og lastkombinasjoner*.

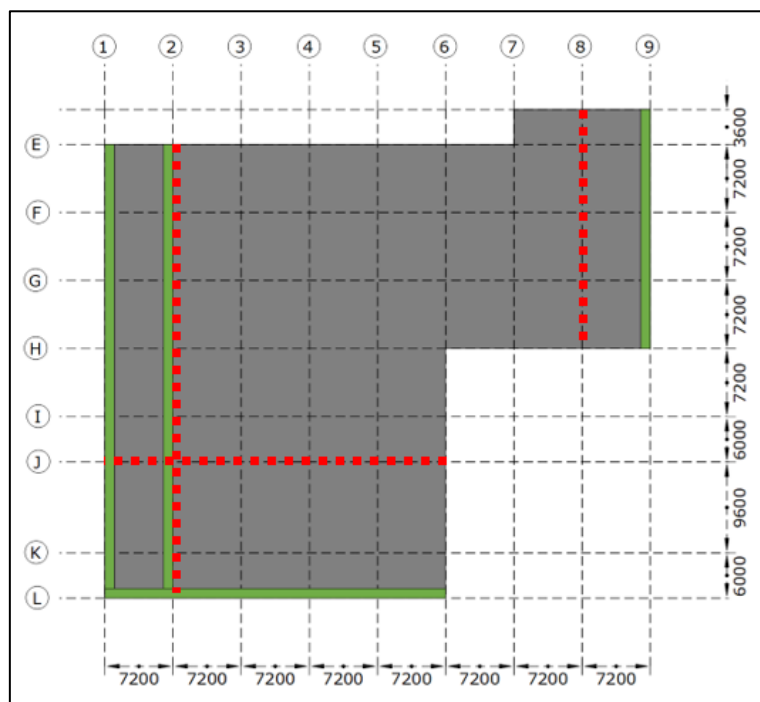
### 3.2.1 Modellering av bæresystem

#### Eksisterende industribygg



Figur 20 - Illustrasjon av bæresystem, eksisterende industribygg.

Figur 20 illustrerer bæresystemet til det eksisterende industribygget i Focus Konstruksjon.

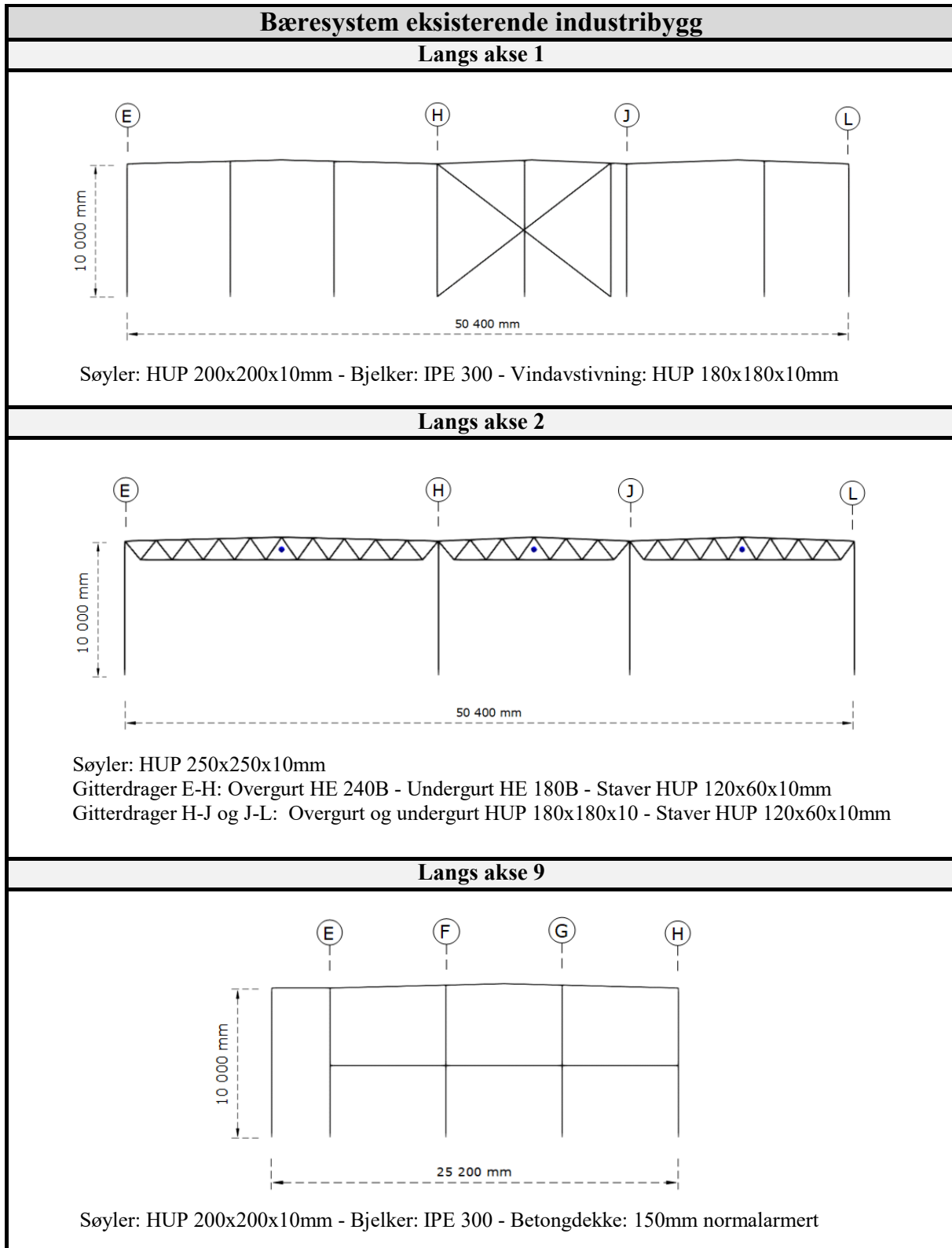


Figur 21 - Forenklet plantegning MAXBO Bjertnestangen.

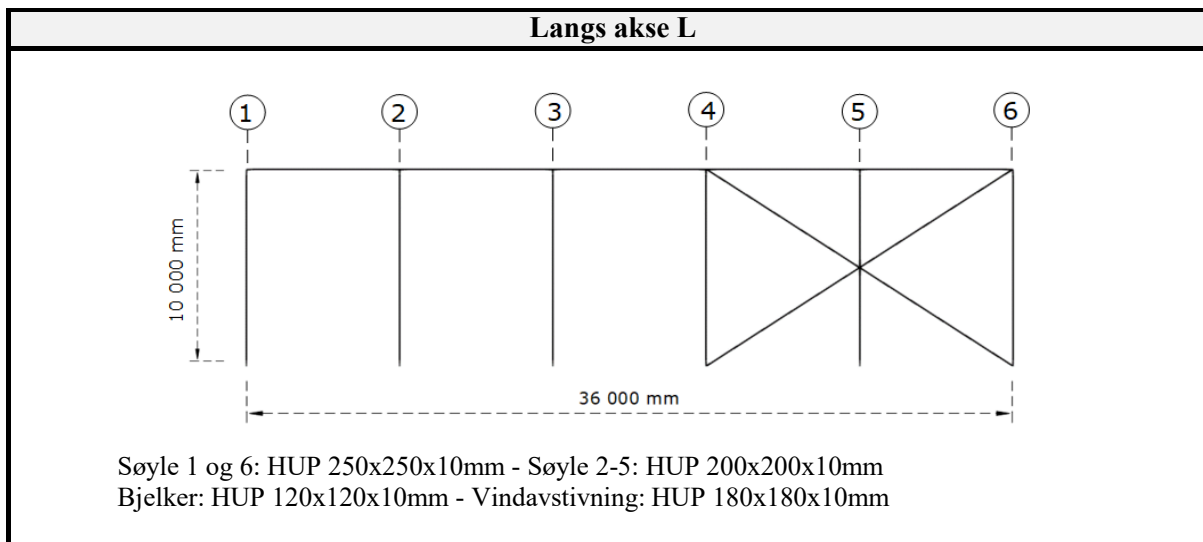
Figur 21 er en forenklet plantegning av det eksisterende industribygget. Denne er brukt som utgangspunkt ved de to modelleringene. Figur 22 på neste side og figur 25 på side 26-27 illustrerer vertikalsnitt av de ulike delene av bæresystemet til det henholdsvis det eksisterende industribygget og massivtrebygget. Disse er hentet fra modellen i Focus Konstruksjon, og de grønne linjene i figur 21 viser hvor de ulike snittene for det eksisterende bygget er hentet fra, mens de røde stiplete linjene er for massivtrebygget.

For det eksisterende industribygget er det benyttet sandwichelementer som yttervegg, og det er antatt at disse ikke har betydning i forbindelse med bæresystemet annet enn å fordele aktuelle vindlaster til de forskjellige søylene i bygget [36]. På bakgrunn av dette er ikke ytterveggene tatt med i modelleringen. I belysning av at elementene er selvbærende er det heller ikke nødvendig å ta med egenvekten i beregningen, og dermed vil ikke elementene i seg selv gi noen større belastning på søylene og det resterende bæresystemet. Yttertaket vil ha samme funksjon som sandwichelementene, og er ikke tatt med i den aktuelle modelleringen. Derimot er det nødvendig å ta med yttertaketets egenvekt som en last, på bakgrunn av at det gir en belastning på det øvrige bæresystemet. Beregningen av egenvekten til yttertaket er illustrert i kapittel 3.2.3 *Last og lastkombinasjoner*. Det er også foretatt en antagelse i forbindelse med modelleringen av hulldekket i industribygget, hovedsakelig fordi dette materialet ikke finnes som komponent i Focus Konstruksjon. Derfor er det antatt et normalarmert betongdekke med

tilsvarende egenvekt, på bakgrunn av at kun er egenvekten som er interessant i forbindelse med denne simuleringen. Spesifikt har 265 mm hulldekke en egenvekt på  $3,8 \text{ kN/m}^2$ , og dette har tilsvarende 150 mm normalarmert betongdekke [37]. Stålkvalitet for alle stålkomponenter er S355.







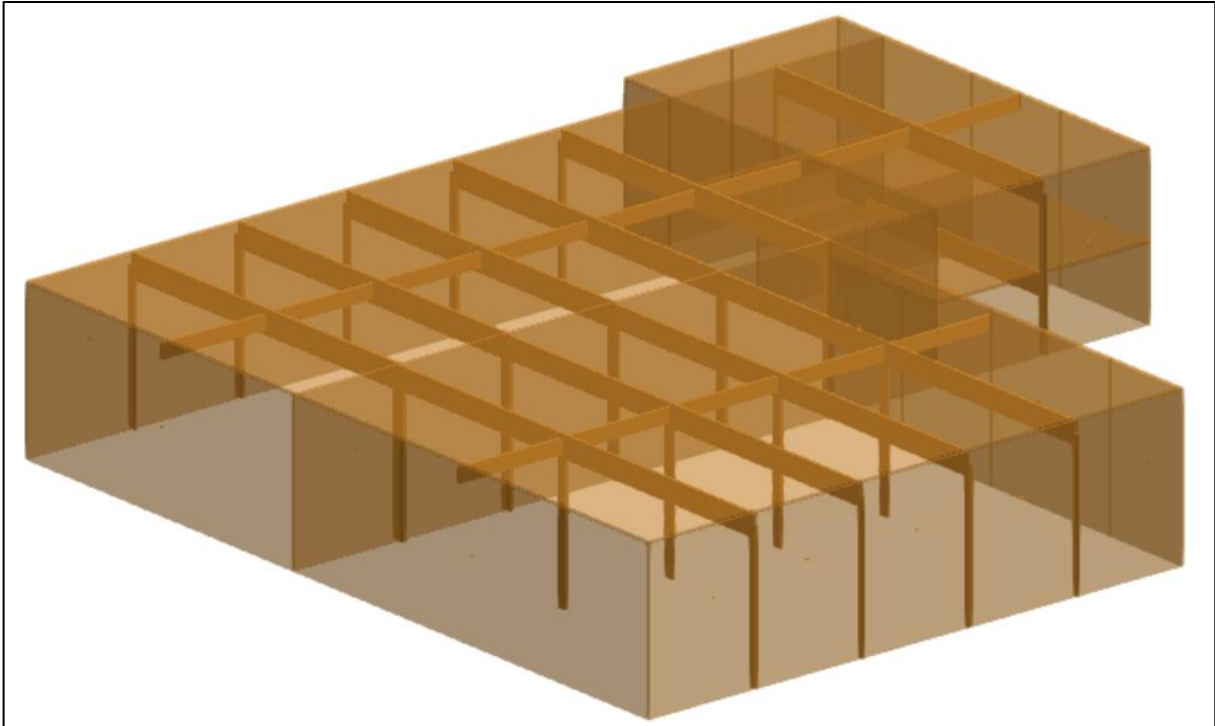
Figur 22 - Vertikalsnitt av bæresystem eksisterende industribygg.

### Massivtrebygg

På samme måte som for det eksisterende industribygget, er det kun bæresystemet som er tatt med i modelleringen. I dette scenarioet må derimot veggene og taket tas med. Det er på bakgrunn av at veggene er en del av bæresystemet på en helt annen måte enn ytterveggene i det eksisterende industribygget. Ytterveggene i massivtrebygget vil fungere som vindavstivere, i tillegg til at de fungerer som bæring av bjelker og tak, i kombinasjon med limtresøyler. Taket er også tatt med her. Dette er fordi det er nødvendig å se om taket har tilfredsstillende kapasitet med tanke vertikal belastning, i tillegg til at det skal gjennomføres en statisk beregning av alle nye elementer.

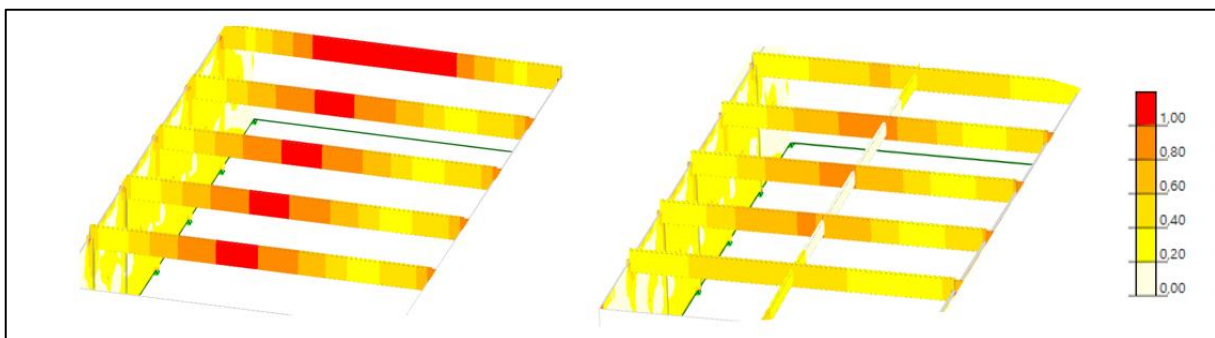
Modelleringen av det fiktive massivtrebygget tar utgangspunkt i de samme plantegningene, med de samme spennviddene og målene, som for det eksisterende industribygget. Dette er for at sammenligningen skal kunne baseres på likest mulig grunnlag. Dimensjoneringen og modelleringen er gjort på bakgrunn av lignende prosjekter som er gjennomført tidligere, Byggforskserien og Moelvøns limtrebok [38] [39] [40]. Dimensjoneringsprosessen gjøres gjennom simuleringsverktøyet, i tillegg til at det er gjennomført utvalgte statiske håndberegninger, etter de samme standardene. Disse er gjort som kontroll av det som har blitt gjort i Focus Konstruksjon. Framgangsmåten for disse håndberegningene er vist i kapittel 3.2.4 *Kontroll av simulering – håndberegninger*, og selve beregningen av resultatene presenteres i sammenheng med resultatene fra Focus Konstruksjon. *Figur 23* på neste side illustrerer bæresystemet til det fiktive massivtrebygget i Focus Konstruksjon





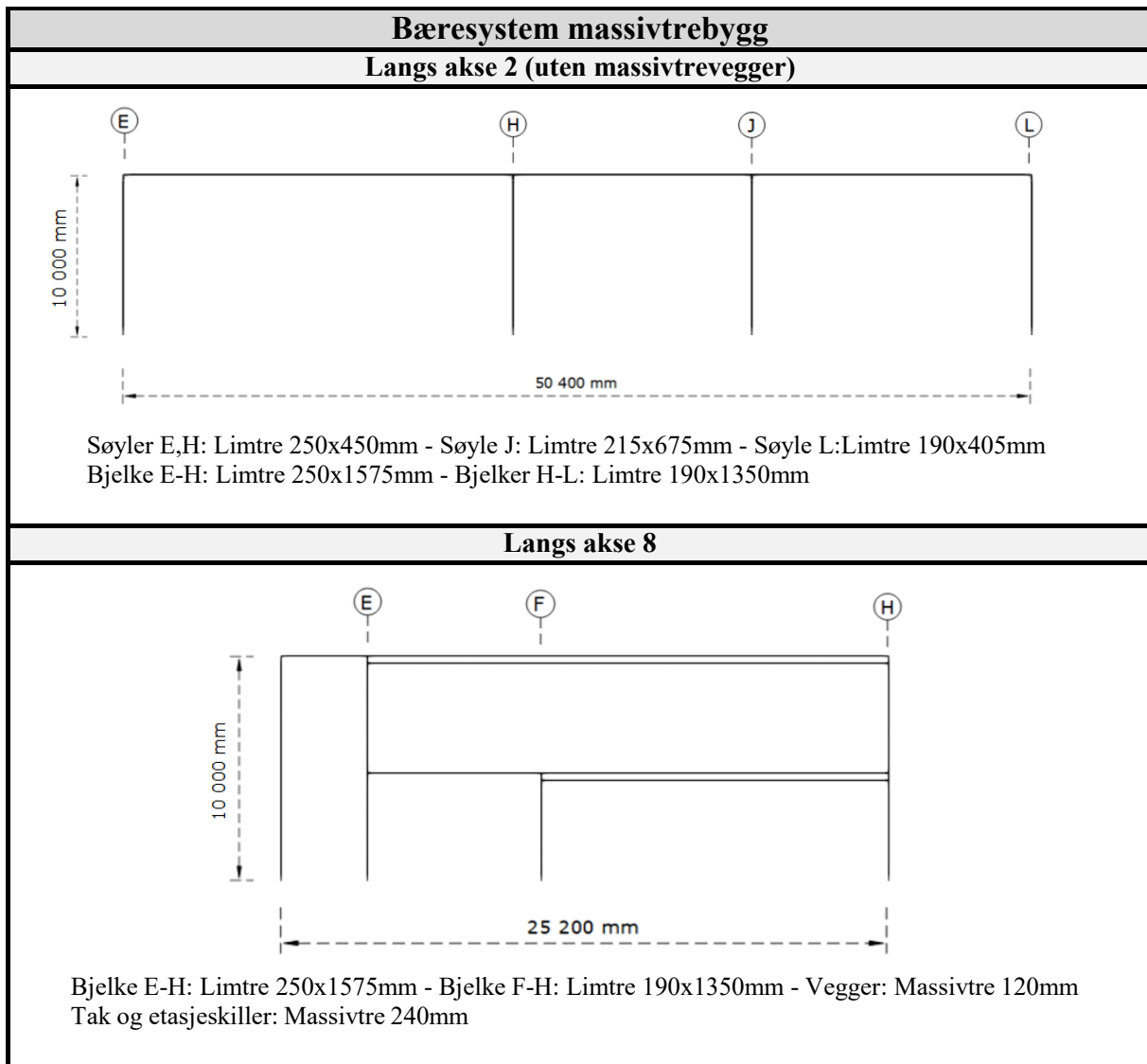
Figur 23 - Illustrasjon av bæresystem massivtrebygg.

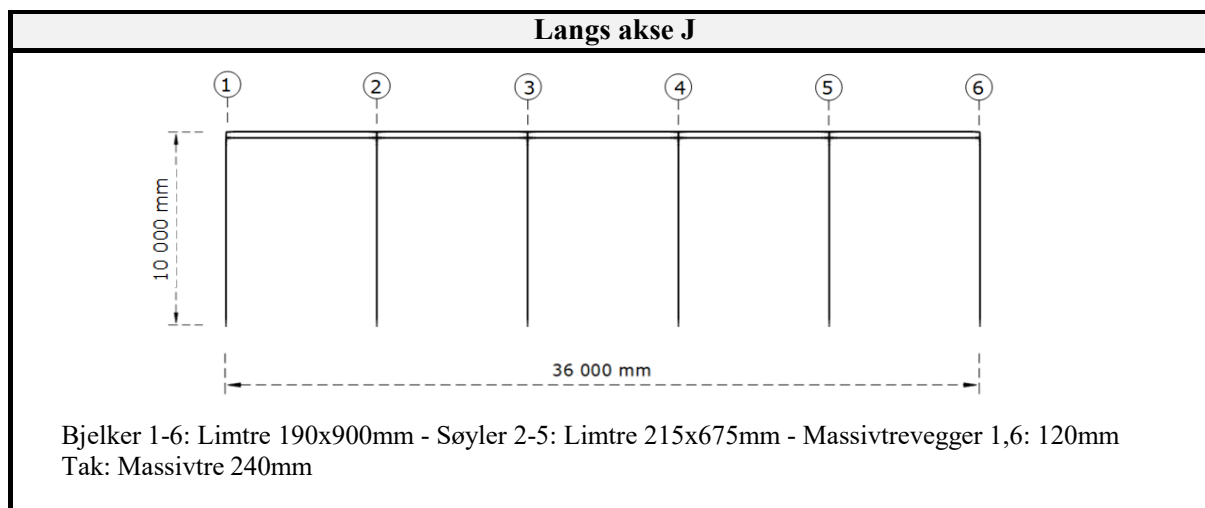
Til å begynne med ble det modellert et bygg i Focus Konstruksjon, som var bygd opp på helt samme måte som for det eksisterende industribygget. Den eneste forskjellen var at yttervegger og tak var med. Denne modellen var da ikke helt tilfredsstillende i forhold til aktuell standard. Aktuelle standarder blir beskrevet nærmere i kapittel 3.2.2 *Standarder og beregningsmodell*. De bygningsdelene som ikke var tilfredsstillende, på bakgrunn av forskyvninger og vipping var da henholdsvis etasjeskilleren i massivtre og limtrebjelkene. Dermed ble det modellert en bjelke på midten under etasjeskilleren. Dette ble gjort for å redusere spennvidden og nedbøyningen. Når det gjelder bjelkene måtte de ha en bjelke som gikk på tvers, for å unngå vipping. På bakgrunn av disse endringene var bygget tilfredsstillende i henhold til standarden. Figur 24 illustrerer kapasitetskontrollen til den bjelken med størst spennvidde, før og etter den ble fastholdt for vipping.



Figur 24 - Kapasitetskontroll av limtrebjelke før og etter tverrgående bjelke

Bæresystemet til det fiktive massivtrebygget er, som nevnt innledningsvis, en kombinasjon av massivtre og limtre. De bærende ytterveggene og skilleveggen mellom byggevarer og butikk består av 120 mm krysslagt massivtre, mens taket og etasjeskilleren består av 240 mm krysslagt massivtre. Alt av bjelker og søyler er av limtre, i kvalitet G130c. *Figur 25*, er som nevnt tidligere, en illustrasjon av ulike utsnitt av bæresystemet til massivtrebygget. Disse er hentet fra Focus Konstruksjon, og de røde stiplede linjene i *figur 21* viser hvor de ulike snittene er hentet ut fra.





Figur 25 - Vertikalsnitt av bæresystem for massivtrebygget.

For massivtrebygget er det litt andre snitt som er interessante å illustrere, i forhold til det eksisterende industribygget. Det er på bakgrunn av at vertikalsnitt langs akse 1, 9 og L kun vil bestå av massivtrevegger. Derfor er det heller illustrert vertikalsnitt langs akse 2, 8 og J for massivtre-modellen. En forenkling som er gjort i modellen er at utsparinger og åpninger ikke er tatt med. Dette vil føre til at byggets stivhet er noe bedre enn det ville vært i virkeligheten. Som nevnt tidligere i kapittel 1.5 *Prosjektforutsetninger og avgrensninger*, vil det ikke bli fokusert på de byggetekniske detaljene tilknyttet forbindelser og forankringer. Dette er for å begrense omfanget av oppgaven. Det er på bakgrunn av det antatt at alle yttervegger er tilstrekkelig forankret til fundamentet, og at alle andre elementer er tilstrekkelig fastholdt i forbindelser og knutepunkter.

Som nevnt innledningsvis er hele bygget modellert i massivtre og limtre. Det er ikke nødvendigvis det beste alternativet i forhold til totalbildet, men er gjort for å sjekke om det faktisk er mulig å gjennomføre på en hensiktsmessig måte. Under resultater og diskusjon, når alle de ulike simuleringer er gjennomført og sett i sammenheng, vil det bli foreslått en optimalisert løsning i forhold til statiske egenskaper, energiforbruk, total miljøbelastning og for byggets kostnader tilknyttet materialer.

### 3.2.2 Standarder og beregningsmodell

#### Standarder og forutsetninger

Simuleringsverktøyet Focus Konstruksjon baserer seg på «Eurokode» for analyser og simuleringer som gjennomføres i programmet. Dette er de samme standardene som generelt

sett benyttes ved dimensjoneringsprosesser tilknyttet byggebransjen i dag. Grunnlaget for dimensjoneringen ligger i Eurokode: NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 «*Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner*» [41]. I standarden heter det: «*NS-EN 1990 fastsetter prinsipper og krav for konstruksjonens sikkerhet, brukbarhet og bestandighet, beskriver grunnlaget for prosjektering og verifikasjon av konstruksjoner, og gir retningslinjer for relaterte forhold når det gjelder konstruksjonens pålitelighet*».

I den spesifikke dimensjoneringsprosessen benyttes denne standarden i kombinasjon med Eurokode 1 til 9, i forhold til hva som skal dimensjoneres. I dette tilfellet benyttes følgende standarder, vist i *tabell 3*.

*Tabell 3 - Standarder benyttet for dimensjoneringsprosessen.*

<b>Standard:</b>	<b>Referanse:</b>	<b>Navn på standard:</b>
NS-EN 1990	Eurokode	Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner
NS-EN 1991	Eurokode 1	Laster på konstruksjoner
NS-EN 1992	Eurokode 2	Prosjektering av betongkonstruksjoner
NS-EN 1993	Eurokode 3	Prosjektering av stålkonstruksjoner
NS-EN 1995	Eurokode 5	Prosjektering av trekonstruksjoner

I dag finnes det ikke en egen standard tilknyttet massivtrekonstruksjoner, og på bakgrunn av dette blir det dimensjonert etter NS-EN 1995-1-1:2004+A1:2008+NA:2010 ved simuleringer av massivtre [42].

### Beregningsmodell og analyser i Focus Konstruksjon

Simuleringene som gjennomføres i Focus Konstruksjon baserer seg på en såkalt FEM-analyse. FEM-analyse står for *Finite Element Method*, og baserer seg på å dele opp modellen i et gitt antall elementer. Videre plasseres disse i en stivhetsmatrise, hvor de ønskede resultatene ligger i løsningen av denne stivhetsmatrisen. De gjennomførte simuleringene i Focus Konstruksjon baserer seg på en statisk beregning etter lineær teori. For beregningsmodellen etableres stivhetsrelasjonen:

$$K \cdot r = R \quad (1)$$

hvor  $K$  er beregningsmodellens stivhetsmatrise,  $R$  er lastvektoren for vedkommende lastkombinasjon, og  $r$  er forskyvningsvektoren for vedkommende lastkombinasjon.

Stivhetsmatrisen er basert på såkalt *Timoshenko bjelketeori* hvor en i tillegg til bøyings- og aksialdeformasjoner, også tar hensyn til skjærdeformasjonene. Ellers er det benyttet de

antakelser man vanligvis gjør i 1. ordens teori: Naviers hypotese (plane tverrsnitt forblir plane), små forskyvninger, lineært-elastisk materiale, og likevekt referert til udeformert geometri. På grunnlag av forskyvningene  $r$ , beregnes følgende størrelser i programmet: snittkreftene  $M_x$ ,  $M_y$ ,  $M_z$ ,  $N$  og  $V_y$  og  $V_z$  i hver elementende, i tillegg til opplager- og eventuelle leddkrefter [35].

Som nevnt innledningsvis i dette kapittelet, skal det gjennomføres to ulike simuleringer. Simuleringene gjennomføres i bruddgrensetilstand og bruksgrensetilstand, i henhold til Eurokodene.

Jordskjelvbelastning kontrolleres i henhold til Eurokode 8: NS-EN 1998-1 «*Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning Del 1: Allmenne regler, seismiske laster og regler for bygninger*». I denne oppgaven vil det ikke bli gjennomført en kontroll av jordskjelvbelastning. Dette er hovedsakelig på bakgrunn av at det har vært lite fokus på dette tema gjennom studieforløpet, og at det i denne sammenhengen er mindre relevant.

Brannteknisk dimensjonering gjøres i henhold til NS 3470-2 «*Prosjektering av trekonstruksjoner. Beregnings- og konstruksjonsregler. Del 2: Brannteknisk dimensjonering*». Brannbelastningen defineres etter NS 3491-2: *Prosjektering av konstruksjoner – dimensjonerende laster. Del 2: Påvirkninger ved brann*. Det er heller ikke gjennomført simuleringer i forbindelse med brann. Dette begrunnes med at simuleringer gjennomført i Focus Konstruksjon kun er i forbindelse med byggets bæresystem, og ikke med utgangspunkt i det faktiske bygget, bestående av yttervegger/innervegger. Dette vil ha stor påvirkning på brannforløpet, og resultatene vil derfor bli unøyaktige og lite relevante.

### 3.2.3 Laster og lastkombinasjoner

Generelt er de dimensjonerende egen- og nyttelastene fastsatt etter NS-EN 1991-1 tom. -7. Den spesifikke prosessen for å komme fram til de ulike dimensjonerende lastene er beskrevet nedenfor. På bakgrunn av at det skal gjennomføres to simuleringer, vil det oppstå noen forskjeller tilknyttet laster ved to tilfellene. Dette gjelder for eksempel egenlast. Derimot vil karakteristisk nyttelast, vindlast og snølast være like i de to tilfellene.

#### Egenlast

Egenlast defineres i henhold til NS-EN 1991-1-1:2002+NA:2019 «*Laster på konstruksjoner – Del 1-1: Allmenne laster – Tetthet, egenvekt og nyttelaster i bygninger*» [43]. I standarden finnes det tabeller med tyngdetettheter og egenlast for ulike bygningsmaterialer. På bakgrunn

av at taket til det eksisterende industribygget ikke er modellert i 3D-modellen, må det defineres egenlast for dette taket. Øvrige bærende elementer i bygningen modelleres, og egenvekter blir derfor automatisk tatt med i beregningen. Egenlasten til taket defineres ved hjelp av tyngdetettheter og egenvekter for de ulike komponentene/sjiktene. Beregning av egenlast for tak er illustrert i *tabell 4*.

Tabell 4 - Beregning av egenlast for tak..

Egenlast tak			
Eksisterende industribygg		Massivtrebygget	
Asfaltbelegg	0,050 kN/m <sup>2</sup>	Asfaltbelegg	0,050 kN/m <sup>2</sup>
XPS (0,3kN/m <sup>3</sup> * 0,250m)	0,075 kN/m <sup>2</sup>	Migreringssperre	0,030 kN/m <sup>2</sup>
Takfolie av plast	0,030 kN/m <sup>2</sup>	Mineralull (0,3kN/m <sup>3</sup> * 0,250m)	0,075 kN/m <sup>2</sup>
Sponplate (7kN/m <sup>3</sup> * 0,012m)	0,084 kN/m <sup>2</sup>	Takfolie av plast	0,030 kN/m <sup>2</sup>
Korrugerte stålplater	0,130 kN/m <sup>2</sup>	Massivtre (4,91kN/m <sup>3</sup> * 0,240m)	1,180 kN/m <sup>2</sup>
Sum:	0,4 kN/m <sup>2</sup>	Sum:	1,4 kN/m <sup>2</sup>

I scenarioet tilknyttet taket til massivtrebygget, er selve massivtreelementet tatt med i modelleringen i Focus Konstruksjon. På bakgrunn av dette skal ikke egenvekten til massivtreelementet tas med i beregningen av egenlast. Dermed baserer egenlasten seg kun på de resterende elementene og blir rundet opp til 0,2 kN/m<sup>2</sup>. For å utplassere aktuelle egenlaster for det eksisterende industribygget må de omregnes til linjelaster, fordi taket ikke er med i modellen. Dette utføres ved å multiplisere egenlasten med lastbredden:

$$q_{tak,eksisterende} = 0,4 \text{ kN/m}^2 \cdot 3,6\text{m} = 1,5 \text{ kN/m}$$

### Generelle nyttelaster

På samme måte som for egenlastene defineres de karakteristiske nyttelastene i utgangspunktet etter NS-EN 1991-1-1:2002+NA:2019. Her defineres de generelle nyttelastene på bakgrunn av brukskategori til de ulike bygningsdelene. I den byggt tekniske beskrivelsen, gitt av Løvenskiold Eiendom AS, blir den karakteristiske nyttelasten satt til 6,5 kN/m<sup>2</sup> [28]. Denne nyttelasten gjelder spesifikt i forbindelse med prosjektering av gulv og fundament. På bakgrunn av at det ikke er gjennomført en analyse av dette i oppgaven, blir det tatt utgangspunkt i nyttelast spesifisert i standarden. *Tabell 5*, på neste side, presenterer verdier som defineres i standarden.

Tabell 5 - Generell nyttelast.

Spesifikt bruk	Brukskategori	$q_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$Q_k$ [kN]
Kontorer	B	2,0 til <u>3,0</u>	1,5 til <u>4,5</u>

Denne karakteristiske nyttelasten er kun aktuell for etasjeskilleren mellom 1. etasje og 2. etasje, ved varemottak og kontorer. Understrekede verdier er anbefalte verdier, ved bruk som eneste verdi. I aktuelle simuleringer blir det derfor benyttet den jevnt fordelte lasten  $q_k = 3,0 \text{ kN/m}^2$ .

### Snølast

Beregning av snølast er gjort i henhold til NS-EN 1991-1-3:2003+A1:2015+NA:2018 «Laster på konstruksjoner – Del 1-3: Allmenne laster – Snølast» [44]. Focus Konstruksjon benytter en «snølastveiviser» når lastene skal plasseres ut på konstruksjonen, og denne baserer seg på den aktuelle standarden. På bakgrunn av dette må det bare defineres spesifikke verdier i veiviseren, for å generere snølasten. Dette gjennomføres for alle bjelker og gitterdragere som skal ta belastningen fra snøen. De ulike verdiene og beregningsgrunnlaget for snølastene er illustrert i tabell 6.

Tabell 6 - Verdier tilknyttet snølastberegning.

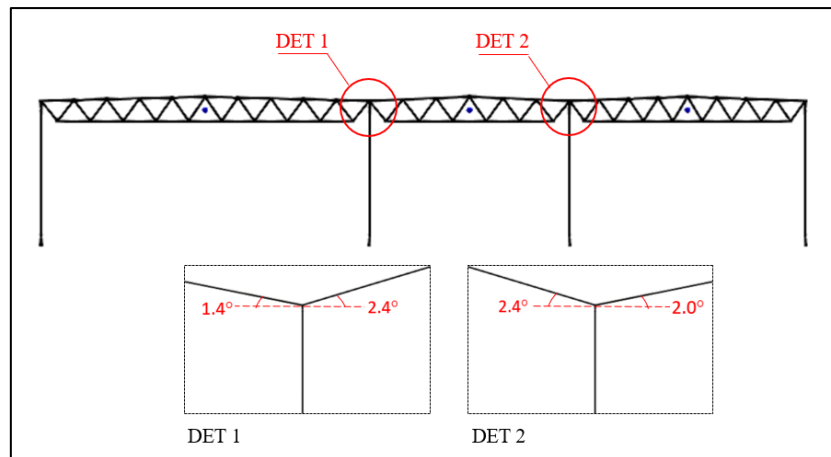
Verdier tilknyttet snølastberegning:	
Fylke	Akershus
Kommune	Nittedal
Byggestedets høyde over havet	113,0m
Karakteristisk snølast mark (Nittedal)	4,5 kN/m <sup>2</sup>
$\alpha$ (vinkel på tak)	1.4°, 2.0° og 2.4°
Lastbredde, cc	3600mm
Eksponeeringsfaktor, $C_e$	1,00
Termisk faktor, $C_t$	1,00

Figur 26, på neste side, illustrerer vinklene til taket som er benyttet ved beregning av snølast. Figuren er ikke i målestokk, og skal kun vise hvor de ulike vinklene er hentet fra. På bakgrunn av at vinklene er små, blir det foretatt en forenkling ved å kun benytte den største vinkelen på 2.4°. Snølastveiviseren i Focus Konstruksjon beregner snølasten på følgende måte:

$$\text{Snølast} = C_e \cdot C_t \cdot s_k = 1,00 \cdot 1,00 \cdot 4,5 \text{ kN/m}^2 = 4,5 \text{ kN/m}^2$$

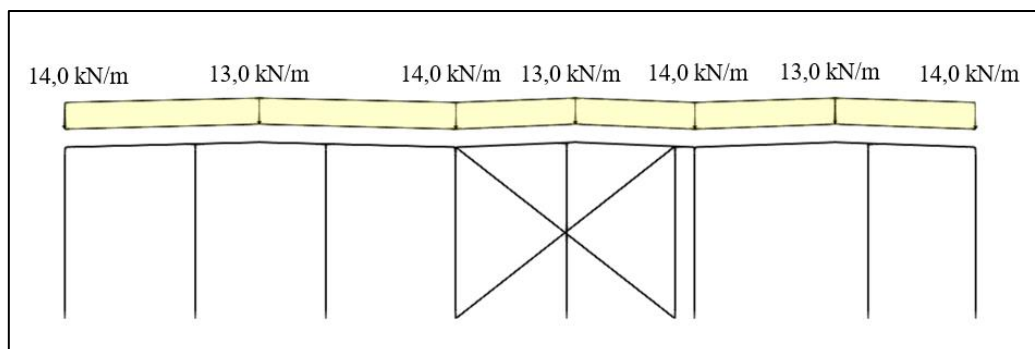
$$\text{Snølast per lengdeenhet} = s \cdot cc = 4,5 \text{ kN/m}^2 \cdot 3,6\text{m} = 16,2 \text{ kN/m}$$

$$\text{Formfaktor (ved takvinkel } 2,4^\circ): \mu_1 = 0,80, \mu_2 = 0,86$$



Figur 26 - Illustrerer vinkler til tak benyttet ved beregning av snølast.

På bakgrunn av beregningen som er gjennomført ovenfor, blir det generert en linjelast i Focus Konstruksjon. Figur 27 illustrerer snølaster på bæresystemet langs akse 1. Tatt i betraktning av at byggets takform er tilsvarende for øvrige akser, vil resten av snølastene plassere seg på samme måte. Spesifikt betyr dette 13 kN/m i «toppunktene» og 14 kN/m i «bunnpunktene».



Figur 27 - Illustrerer snølaster langs akse 1.

### Vindlaster

Beregning av vindlaster er gjennomført i henhold til NS-EN 1991-1-4:2005+NA:2009 «Laster på konstruksjoner – Del 1-4: Allmenne laster – Vindlaster» [45]. På tilsvarende måte som for snølast, har Focus Konstruksjon en «vindlastveiviser». Vindlaster plasseres ut på alle aktuelle søyler/vegger som skal ta vindbelastning, og de ulike verdiene tilknyttet vindlaster, i tillegg til beregningsgrunnlaget, er illustrert i tabell 7 på neste side.



Tabell 7 - Verdier tilknyttet vindlastberegning.

Verdier tilknyttet vindlastberegning:			
Basisvindhastighet:		Terrengruhet:	
Fylke	Akershus	Terrengkategori	2
Kommune	Nittedal	Høyde z over havet	10,0m
Referansevindhastighet, $v_{b,0}$	22m/s	Terrengruhetsfaktor	1,01
Retningsfaktor, $c_{dir}$	1,00	Terrengform:	
Årstidsfaktor, $c_{season}$	1,00	Påvirkning fra terrengform	Ingen
Byggestedets høyde (m.o.h)	113m	Terrengformfaktor	1,00
Høydefaktor, $c_{alt}$	1,00	Vindkasthastighetstrykk, $q_p$	0,71 kN/m <sup>2</sup>
Returperiode	50år	Konstruksjonsform	
Sannsynlighetsfaktor, $c_{prob}$	1,00	Lastbredder, $cc$	Se <i>fig. 3.13</i>
Basisvindhastighet, $v_b$	22 m/s	Dimensjoner bygget (h,d,b)	

På bakgrunn av verdiene som er spesifisert i *tabell 7*, beregner vindlastveiviseren i Focus Konstruksjon vindlasten på følgende måte:

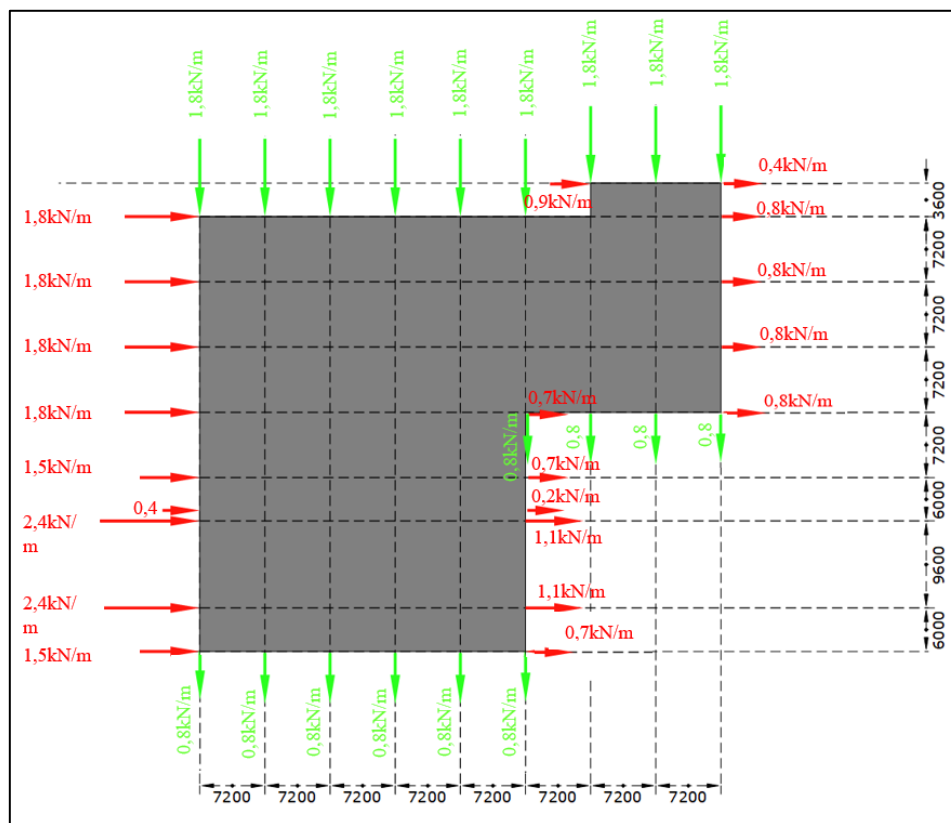
$$\text{Vindkasthastighetstrykk: } q_p = 0,71 \text{ kN/m}^2 \text{ ved høyden } z = 10\,000 \text{ mm}$$

$$\text{Vindkast per lengdeenhet} = q_p \cdot cc \rightarrow \text{Formfaktor: } 0,7 \text{ (trykk), } -0,3 \text{ (sug)}$$

Alle aktuelle laster som har blitt beregnet med de ulike «lastveiviserne», har blitt rundet opp til nærmeste første hele desimal. På bakgrunn av dette, i kombinasjon av at taket er flatt (veldig små vinkler/helning), er det sett bort fra vindbelastning på taket. Det er også sett bort fra vindbelastning innendørs i bygget. For det eksisterende industribygget er vindlastene plassert ut som linjelaster på de ulike søylene som skal ta vindbelastningen. Dette er gjort på bakgrunn av at ytterveggene som fordeler vindlasten ut på de ulike søylene ikke er tatt med i modelleringen. For massivtrebygget er det ytterveggene som skal ta vindbelastningen, og derfor er vindlastene plassert ut som flatelaster på ytterveggene. Linje- og flatelastene baserer seg på samme grunnlag og er regnet ut på lik måte. Dermed vil den totale vindbelastningen være den samme for de to ulike scenarioene. De er kun plassert ut på forskjellig måte på bakgrunn av ulike bæresystem.

De aktuelle vindlastene er plassert ut i fire ulike retninger [+X], [+Y], [-X] og [-Y], etter beregning. De ulike retningene vil ikke virke samtidig, men blir benyttet ved generering av de ulike lastkombinasjonene. *Figur 28* illustrerer de ulike vindlastene på det eksisterende industribygget. Grønne piler illustrerer vindlaster i retningen [+X], og røde piler illustrerer

vindlaster i retningen [+Y]. Retning [-X] og retning [-Y] vil ha samme størrelser som retning [+X] og retning [+Y] men trykk- og sugkreftene er byttet om og motsatt rettet.



Figur 28 - Illustrasjon av vindlaster.

### Lastkombinasjoner

På bakgrunn av lastene som er bestemt i henhold til de ulike standardene, og beregnet ved benyttelse av de ulike «lastveiviserne», må det også bestemmes ulike lastkombinasjoner. Dette gjennomføres for å spesifisere dimensjonerende lastkombinasjon i bruks- og bruddgrensetilstand. Lastkombinasjonene genereres ved å definere pålitelighetsklasse, og deretter ved å definere hvilke laster som virker og ikke virker ved samme tidspunkt. Spesifikt genereres lastkombinasjonene i forhold til mest ugunstig kombinasjon lastene kan ha på bygget, og videre multipliseres lastkombinasjonene med lastfaktorer for permanente- og variable laster.

Pålitelighetsklasse defineres etter NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016. Klassen defineres etter bygningstype, byggehøyde, gulvareal og menneskesamlinger. Det eksisterende industribygget, og industribygget bestående av massivtreelementer, er et kombinasjonsbygg. På bakgrunn av dette og klassifiseringen av bygget som ble gjort i kapittel 3.1.2 *Klassifisering av eksisterende bygning*, benyttes pålitelighetsklasse 2 for begge bygningene.

### 3.2.4 Kontroll av simulering – håndberegninger

Et simuleringsverktøy som Focus Konstruksjon er både nyttig og effektivt, men det er likevel viktig å være kritisk til resultatene. Derfor er det viktig å gjennomføre kontroller for å kunne konkludere på riktig grunnlag. Det er bakgrunnen for at det ble gjennomført håndberegninger av forskjellige utvalgte bygningsdeler. Det er kun gjort håndberegninger av det fiktive massivtrebygget. Dette er gjort på bakgrunn av at begge byggene er modellert på samme grunnlag. Lastene og lastkombinasjonene er også beregnet ved bruk av samme metode. Dermed holder det å gjennomføre en kontroll av det ene bygget for å kunne konkludere med at begge er gjort på riktig måte. Håndberegningene er gjort etter NS-EN 1995-1-1:2004+A1:2008+NA:2010 og eksempler fra Moelvns limtrebok – beregningseksempler [46]. Det er noe konservative beregninger, og det vil være noe avvik fra beregningene i Focus Konstruksjon. Da disse statiske håndberegningene er gjennomført for en og en bygningsdel, i motsetning til Fem-analysen i Focus Konstruksjon, som tar utgangspunkt i hele bygget som er modellert i programmet. De samme forutsetningene og antagelsene som er gjort i forbindelse med modelleringen av massivtrebygget gjelder også for håndberegningene.

Bygningsdelene som er kontrollert ved håndberegninger, i tillegg til FEM-analyse i Focus Konstruksjon, er søyler og bjelker. Det antas at det er tilstrekkelig å kontrollere etasjeskilleren, takkonstruksjonen og de bærende ytterveggene i Focus konstruksjon. På bakgrunn av at disse dimensjonene er tatt utgangspunkt i tabeller, som har tatt hensyn til spennvidde og belastning, i tillegg til erfaring fra tidligere prosjekter [47] [38]. I denne delen blir fremgangsmåten og forutsetningene beskrevet, i tillegg blir momenter skjærkrefter, fastheter og vippelengde, definert. Utregning av de spesifikke kontrollene er gjort i kapittel *4.1.1 Kontroll av simulering – håndberegninger*.

#### Dimensjonering bjelke fra akse E til H

Dimensjoneringen gjennomføres for både brudd- og bruksgrensetilstand. Bruddgrensetilstanden kontrollerer kapasiteten ved vippe-, skjær- og bøyekontroll, i tillegg til trykk normalt på fibrene. For bruksgrensekontrollen antas det at det holder å kontrollere nedbøyninger. Bjelken med den største spennvidden er av limtre i kvalitet GL30c, med et tverrsnitt  $b \times h = 250 \times 1575 \text{ mm}$ . Partialfaktoren for limtre er  $\gamma_M = 1,15$  og oppsprekningsfaktoren er  $k_{cr} = 0,8$ .

Ved statiske håndberegninger i bruddgrensetilstanden er det viktig å definere de *dimensjonerende fasthetene*, som de dimensjonerende spenningene skal kontrolleres mot. Disse baserer seg på de karakteristiske fasthetene og beregnes som følger:

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_M} = 0,8 \frac{30}{1,15} = 20,9 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{c,90,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{c,90,k}}{\gamma_M} = 0,8 \frac{2,5}{1,15} = 1,8 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{v,k}}{\gamma_M} = 0,8 \frac{3,5}{1,15} = 2,5 \text{ N/mm}^2$$

Videre må de dimensjonerende lastene beregnes. Disse skal brukes til å beregne de maksimale momentene og skjærkreftene som virker på bjelkene i bygget. I dette tilfellet er det egenvekt fra massivtretaket i tillegg til egenvekten fra limtrebjelken som er den jevnt fordelte permanente lasten. Egenlasten for massivtretaket er beregnet i kapittel 3.2.3 *Laster og lastkombinasjoner*, og har en karakteristisk verdi på 5,1 kN/m. For å finne den dimensjonerende permanente lasten må den multipliseres med en lastfaktor på 1,2. Den jevnt fordelte variable lasten er i dette tilfellet kun snølast, på bakgrunn av at det tidligere er sett bort i fra vindlaster på tak. Snølast er også beregnet i kapittel 3.2.3 *Laster og lastkombinasjoner*, og har en gjennomsnittlig verdi på 13,5 kN/m. Denne karakteristiske lasten må multipliseres med en lastfaktor på 1,5. For bjelken blir dermed den dimensjonerende verdien for jevnt fordelt last følgende:

$$q_d = 1,2 \cdot g_k + 1,5 \cdot q_k = 1,2 \cdot (0,250 \cdot 1,575 \cdot 0,430 \cdot 9,81 + 5,1) + 1,5 \cdot 13,5$$

$$= 28,4 \text{ kN/m}$$

Med den dimensjonerende jevnt fordelte linjelasten, kan det største momentet og den største skjærkraften beregnes. Det beregnes på følgende måte:

$$M_{maks} = \frac{ql^2}{8} = \frac{28,4 \cdot 21,6^2}{8} = 1656 \text{ kNm}$$

$$V_{maks} = \frac{ql}{2} = \frac{28,4 \cdot 21,6}{2} = 307 \text{ kN}$$

Dette er en noe konservativ beregning, på bakgrunn av at det blir beregnet som om det er en fritt opplagt bjelke. Dette gir noe høyt moment og skjærkraft, men likevel tilstrekkelig. Deretter skal de *dimensjonerende spenningene* defineres. Dette er verdier som blir brukt som kontroll i forhold til de dimensjonerende fasthetene.

Spenningene beregnes som følger:

$$\sigma_{m,d} = \frac{M_{maks}}{W} \quad (2)$$

$$\tau_d = \frac{3 \cdot V_{maks}}{2 \cdot b_{ef} \cdot h} \quad (3)$$

Videre er det viktig å kontrollere at bjelken er tilstrekkelig sikret mot vipping mellom oppleggene. Det er modellert en annen bjelke vinkelrett på bjelken fra akse E-H. Bjelken sin hovedfunksjon er å redusere vippefaren. *Vippe- og bøyekontroll* gjøres ved hjelp av kritisk bøyespenning for tverrsnittet, relativt slakhetstall og faktor som tar hensyn til sideveis utknekkning. På bakgrunn av at bjelken er fastholdt på midten, kan det antas at den effektive vippebredden er:

$$L_{ef} = 0,9l = 0,9 \left( \frac{(21600 - 2 \cdot 450 - 120)}{2} - 30 - 95 \right) = 9150 \text{ mm}$$

Videre beregnes den kritiske bøyespenningen for det rektangulære tverrsnittet på følgende måte:

$$\sigma_{m,crit} = \frac{0,78 \cdot b^2}{h \cdot L_{ef}} E_{0,05} \quad (4)$$

Det relative slankhetstallet beregnes med utgangspunkt i den karakteristiske bøyefastheten til limtrebjelken og den kritiske bøyespenningen til tverrsnittet. Den beregnes ved følgende formel:

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{f_{m,k}}{\sigma_{m,crit}}} \quad (5)$$

Det siste som må gjøres før selve vippe- og bøyekontrollen gjennomføres er å fastsette  $k_{crit}$ , som tar hensyn til den reduserte bøyefastheten som følge av sideveis utbøyning. Formelen for  $k_{crit}$  baserer seg på verdier til det relative slankhetstallet, og i dette tilfellet blir den lik:

$$k_{crit} = 1,56 - 0,75 \cdot \lambda_{rel,m} \quad (6)$$

Vippe- og bøyekontrollen gjøres på bakgrunn av alle formler og beregninger tidligere. Krav til dimensjonerende (opptredende) bøyespenning, med hensyn på vippefare, fastsettes etter følgende krav:

$$\sigma_{m,d} \leq k_{crit} \cdot f_{m,d} \quad (7)$$

Videre gjennomføres *skjærkontroll* og *trykk normalt på fibre* på bakgrunn kontrollene:

$$\frac{\tau_d}{f_{v,d}} \leq 1,0 \quad (8)$$

$$\sigma_{c,90,d} = \frac{F_{c,90,d}}{A_{ef}} \quad (9)$$

$$\frac{\sigma_{c,90,d}}{k_{c,90} \cdot f_{c,90,d}} \leq 1,0 \quad (10)$$

Når alle kontrollene i bruddgrensetilstanden er kontrollert, er det viktig å kontrollere i bruksgrensetilstanden i tillegg. For bruksgrensekontrollen kontrolleres det, som nevnt innledningsvis, kun for *nedbøyninger*. Dette gjøres ved først å beregne umiddelbar nedbøyning for de permanente lastene og de variable hver for seg. Deretter endelige nedbøyningene ved en «korrigering» ved bruk av deformasjonsfaktor ( $k_{def}$ ) og en faktor for kombinasjonsverdi for en variabel påkjenning ( $\psi$ ).

$$w_{inst,g} = \frac{5p_g L^4}{384 \cdot E_{mean} \cdot I} \quad (11)$$

$$w_{inst,q} = \frac{5p_q L^4}{384 \cdot E_{mean} \cdot I} \quad (12)$$

For klimaklasse 1 er  $k_{def} = 0,6$ . Videre er  $\psi = 0,3$ . Ved bruk av disse to verdiene beregnes endelig nedbøyning på følgende måte:

$$w_{fin,g} = w_{inst,g} \cdot (1 + k_{def}) \quad (13)$$

$$w_{fin,q} = w_{inst,q} \cdot (1 + \psi \cdot k_{def}) \quad (14)$$

$$w_{fin} = w_{fin,g} + w_{fin,q} \quad (15)$$

På bakgrunn av beregningsmetoden ovenfor, kan kontrollen av bjelkene utføres, og de spesifikke utregningene er, som nevnt tidligere, vist i kapittel *4.1.1 Kontroll av simulering – håndberegninger*.

Dimensjonering søyler

I utgangspunktet skal det kontrolleres både etter brudd- og bruksgrensetilstand for søyler. Bruddgrensetilstanden kontrollerer at søylene skal unngå *knekking*. Dette beregnes på bakgrunn av *knekk lengde, slankhet og knekklast*. På bakgrunn av at det er kun vind som kan forårsake utbøyning av søylen i bruksgrensetilstanden, antas det at vi kan se bort i fra denne kontrollen, da det tidligere er antatt at vi ser bort i fra vind inne i bygget. Det blir gjennomført kontroll kun av midtsøylen. Det begrunnes med at den vil motta den største belastningen, i tillegg til at selve veggkonstruksjonen antas å sikre vegg søylene mot utknekking om svak akse, mens det i utgangspunktet ikke er noen avstivning av midtsøylene. Midtsøylene som skal kontrolleres er av limtre i kvalitet GL30c, og har en dimensjon på og midtsøylene har dimensjon  $b \times h \times l = 215 \times 675 \times 8500 \text{ mm}$ .

*Kontroll av midtsøylen* gjøres ved at følgende krav er oppfylt:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad (16)$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad (17)$$

På bakgrunn av at det er like bjelker på hver side av midtsøylene, som er tilstrekkelig fasthold i forhold til hverandre, i tillegg til at de er fasthold vinkelrett av en tverrgående bjelke, antas det at søylene kun blir påført trykkspenninger. Dermed er det ingen bøyepening, og knekking vil foregå om svak akse. Det betyr at kontrollen forenkles til:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} \leq 1 \quad (18)$$

*Trykkespenningene* beregnes på bakgrunn av dimensjonerende trykkraft i fiberretningen og tverrsnittet til søylen. Den dimensjonerende trykkraften regnes ved hjelp av statiske likevektberegninger.

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{F_{c,0,d}}{b \cdot h} \quad (19)$$

På samme måte som for limtrebjelkene må de *dimensjonerende trykkfastheten* bestemmes. Med  $k_{mod} = 0,8$ , blir den følgende:

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{c,0,k}}{\gamma_M} = 0,8 \frac{24,5}{1,15} = 17 \text{ N/mm}^2$$

For kontroll av søylene holder det ikke å kun kontrollere trykkspenningene i forhold til trykkfastheten, i kontrollen trengs også knekkfaktoren  $k_{c,z}$ . Denne faktoren beregnes på bakgrunn av relativ slankhet.

$$\lambda_z = \frac{L_k}{i_z} \quad (20)$$

$$\lambda_{rel,z} = \frac{\lambda_z}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} \quad (21)$$

For limtre er  $\beta_c = 0,1$ , og videre beregnes knekkfaktoren:

$$k_z = 0,5[1 + \beta_c(\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2] \quad (22)$$

$$k_{c,z} = \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}} \quad (23)$$

På bakgrunn av beregningsmetoden ovenfor, kan kontrollen av midtsøylene utføres, og de spesifikke utregningene er, som nevnt tidligere, vist i kapittel *4.1.1 Kontroll av simulering – håndberegninger*.



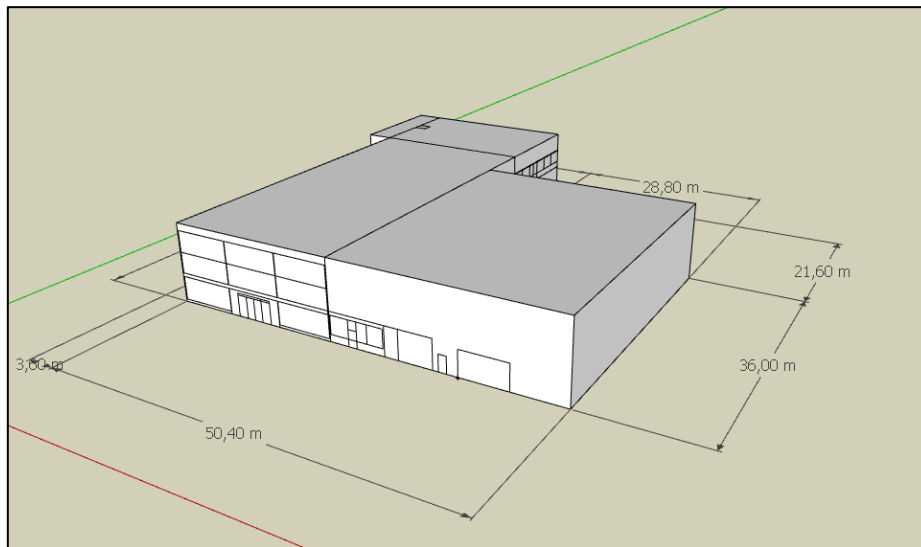
### 3.3 Hygrotermisk energisimulering og simulering av inneklima – WUFI Plus

For å vurdere industribyggets energiforbruk og inneklima, er det foretatt dynamiske beregninger ved benyttelse av WUFI Plus som simuleringsverktøy. Fordelen ved benyttelse av WUFI Plus er at simuleringsverktøyet vurderer hygrotermiske forhold i aktuelle bygningskomponenter, i tillegg til inneklima og energibehov [48]. Det er også mulig å benytte WUFI Plus ved vurdering av byggets komfortforhold. Programmet benytter blant annet valgt utemiljø, belastningsmønster og faktorer tilknyttet VVS-systemet for å kvantifisere for eksempel temperaturer, byggets befukning/avfuktings-behov og energibehov for kjøling og oppvarming. Dette gjøres ved benyttelse av bygningsgeometrien som i dette tilfellet er importert fra dataprogrammet SketchUp. WUFI Plus beregner varmetransport ved benyttelse av en-dimensjonal analyse. Dette innebærer at temperaturen til bygningskomponenten bare endres i retningen normal til overflaten, og at varmetransporten forekommer i denne retningen [49].

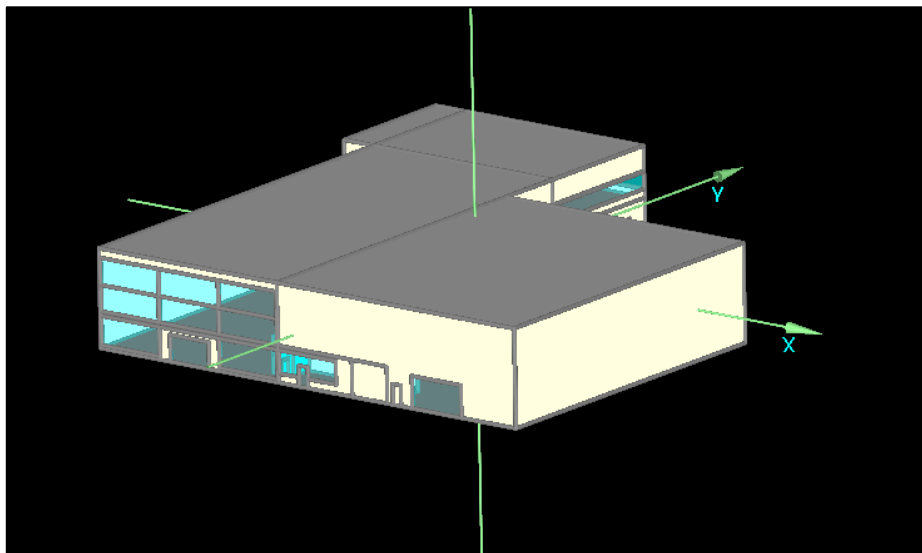
Kapittel 14 i den byggtekniske forskriften (TEK17) omhandler energi. I § 14-2 Krav til energieffektivitet, ledd (4), spesifiseres det at bygningers energibehov og varmetapstall skal utføres i samsvar med NS3031:2014 «*Beregning av bygningers energiytelse – Metode og data*» [50]. For å beregne byggets oppvarming- og kjølebehov angir standarden i tabell 3 – *Valg av dimensjoneringsmetode*, at man skal benytte en månedsstasjonær eller dynamisk beregning for en lett industribygning [51]. Som nevnt tidligere benyttes en dynamisk beregning i denne oppgaven. Dersom relevante inneklimaparametere ikke er oppgitt i NS3031:2014 «*Beregning av bygningers energiytelse – Metode og data*», benyttes NS-EN 15251:2007+NA:2014 «*Inneklimaparametere for dimensjonering og vurdering av bygningers energiytelse inkludert inneluftkvalitet, termisk miljø, belysning og akustikk*» [52]. Simuleringer er gjennomført ved benyttelse av «*interior climate conditions*», som innebærer at klimaforhold innendørs simuleres, ved benyttelse av det spesifiserte VVS-systemet.

### 3.3.1 Import av byggets geometri

Det er modellert en 3D-modell av byggets geometriske struktur i dataprogrammet SketchUp. Ved modellering har det blitt fokusert på de geometriske strukturene av bygget, og modellen er tilpasset detaljnivået som kreves for å gjennomføre en god simulering i WUFI Plus. Dette innebærer at det er sett bort fra mindre relevante detaljer og spesifiseringer. Modelleringen er gjennomført ved benyttelse av gjeldene plantegninger, er importert til WUFI Plus ved bruk av SketchUp plugin. *Figur 29* illustrerer det modellerte bygget i SketchUp. *Figur 30* illustrerer den geometriske strukturen i WUFI Plus, etter import fra SketchUp.



*Figur 29 - Illustrasjon av modellert bygg i SketchUp.*



*Figur 30 - Illustrasjon av geometrisk struktur av bygget i WUFI Plus.*

### 3.3.2 Konstruksjon

Ved simulering av det eksisterende industribygget (scenario 1) og massivtrebygget (scenario 2), er det tatt utgangspunkt i konstruksjonene som beskrives i kapittel 3.1.3 *Scenarioer*, og figur 18, som illustrerer spesifiseringer for materialer benyttet ved de to simuleringene. Når det gjelder spesifiseringer i forhold til varmeisolering og konstruksjonstetthet er det tatt utgangspunkt i oppgitte U-verdier i byggt teknisk beskrivelse MX (Bjertnestangen Nittedal) [28]. For komponenter som ikke er oppgitt i gjeldene tabell benyttes rimelige verdier tilpasset aktuelle tykkelser. Tabell 8 illustrerer U-verdier for aktuelle bygningskomponenter, hentet fra byggt teknisk beskrivelse MX (Bjertnestangen Nittedal).

Tabell 8 - U-verdier for bygningskomponenter [28].

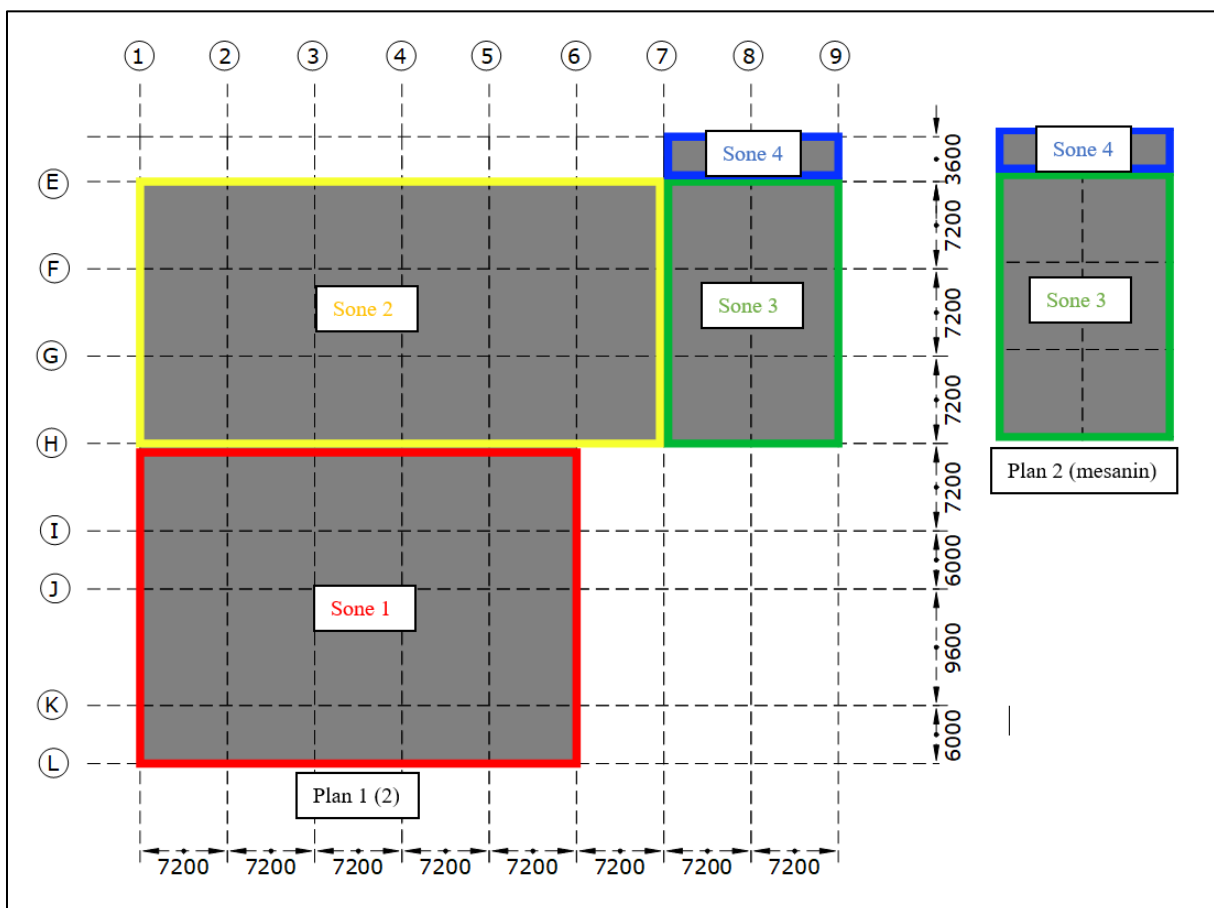
Bygningskomponent	U-verdi [W/m <sup>2</sup> K]
Yttervegger	≤ 0,18
Vinduer	≤ 1,1
Inngangsdører	≤ 1,6
Tak	≤ 0,15

Det er benyttet materialer fra databasen i WUFI Plus for de ulike bygningsdelene, og på bakgrunn av dette er ikke simuleringer av de to aktuelle scenarioene en direkte etterlikning av bygget beskrevet i gjeldene kapittel. Dette gjelder også i forhold til aktuelle U-verdier spesifisert i byggt teknisk beskrivelse. Vedlegg 2 – *Bygningskomponenter* presenterer en oversikt over material-sjikt, tykkelser og U-verdier tilknyttet de ulike bygningsdelene, som benyttes ved simulering av det eksisterende industribygget i WUFI Plus, og simulering av bygget bestående av massivtrelementer. For å oppnå likt vurderingsgrunnlag mellom det eksisterende industribygget og massivtrebygget, er det benyttet tilsvarende U-verdi for aktuelle bygningskomponenter ved simulering. På bakgrunn av dette kan de to scenarioene vurderes som ekvivalente systemer.

### 3.3.3 Inndeling av byggets termiske soner

Soneinndeling av industribygget er gjennomført i henhold til NS3031:2014 «*Beregning av bygningers energiytelse – Metode og data*». Det er tatt hensyn til at et høyt antall soner kan resultere i feil og unøyaktigheter i WUFI Plus. Spesifikt gjelder dette for eksempel simuleringsverktøyets inndeling av volumer, eller problematikk tilknyttet overførsel av den geometriske strukturen fra SketchUp.

Figur 31 er en illustrasjon over gjeldene inndeling av termiske soner for industribygget, som benyttes ved simulering. Tabell 9, på neste side, illustrerer generell informasjon tilknyttet aktuelle soner for industribygget. Informasjon tilknyttet areal og volum er hentet direkte fra modellen i WUFI Plus, og er gjeldene ved simulering.



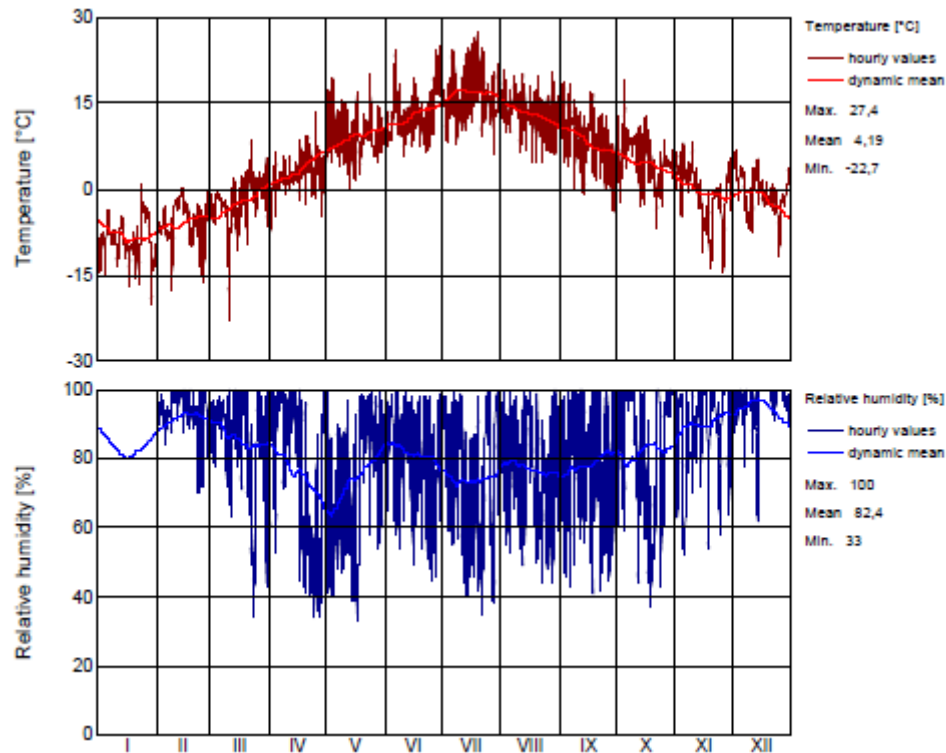
Figur 31 - Illustrasjon over inndeling av industribyggets termiske soner.

Tabell 9 - Generell informasjon tilknyttet aktuelle soner for industribygget.

<b>Generell informasjon</b>			
<b>Sone 1: Byggevarer/Trelast/Betjening/Proff</b>		<b>Sone 2: Butikk/Kassekontor/Tellerom/HC</b>	
<b>Generelt</b>		<b>Generelt</b>	
Gulvareal [m <sup>2</sup> ]	1036,8	Gulvareal [m <sup>2</sup> ]	933,12
Volum [m <sup>3</sup> ]	10357,34	Volum [m <sup>3</sup> ]	9341,86
Bygningskategori	Lett industri, verksted	Bygningskategori	Forretningsbygning
Type sone	Uoppvarmet	Type sone	Oppvarmet
<b>Startbetingelser</b>		<b>Startbetingelser</b>	
Temperatur [°C]	20	Temperatur [°C]	20
Relativ fuktighet [%]	55	Relativ fuktighet [%]	55
CO <sub>2</sub> konsentrasjon [ppm]	400	CO <sub>2</sub> konsentrasjon [ppm]	400
<b>Sone 3: Ventilasjon/EL/SPR</b>		<b>Sone 4: Over/Under Mesanin</b>	
<b>Generelt</b>		<b>Generelt</b>	
Gulvareal [m <sup>2</sup> ]	51,84	Gulvareal [m <sup>2</sup> ]	311,04
Volum [m <sup>3</sup> ]	819,85	Volum [m <sup>3</sup> ]	1297,52
Bygningskategori	Lett industribygning	Bygningskategori	Kontorbygning
Type sone	Uoppvarmet	Type sone	Oppvarmet
<b>Startbetingelser</b>		<b>Startbetingelser</b>	
Temperatur [°C]	20	Temperatur [°C]	20
Relativ fuktighet [%]	55	Relativ fuktighet [%]	55
CO <sub>2</sub> konsentrasjon [ppm]	400	CO <sub>2</sub> konsentrasjon [ppm]	400

### 3.3.4 Tidsperiode og klimadata

Simuleringen er gjennomført i tidsperioden 01.01.2019 – 01.01.2020, og det benyttes klimadata for Gardemoen. *Figur 32* illustrerer aktuelt klimadata for Gardemoen i perioden simuleringen er foretatt.



*Figur 32 - Klimadata for Gardemoen (Hentet fra WUFI Plus).*

### 3.3.5 Interne laster, designbetingelser og ventilasjon/infiltrasjon

Data tilknyttet interne laster, designbetingelser og ventilasjon/infiltrasjon for industribyggets ulike soner, illustreres i *Tabell 10, 11, 12 og 13*, på de neste sidene. Som nevnt i *introduksjon* til kapittel 3.3 *Hygrotermisk energisimulering og simulering av inneklima*, er simuleringen gjort i henhold til NS3031:2014 «*Beregning av bygningers energiytelse – Metode og data*» og NS-EN 15251:2007+NA:2014 «*Inneklimatemetere for dimensjonering og vurdering av bygningers energiytelse inkludert inneluftkvalitet, termisk miljø, belysning og akustikk*». For byggets spesifikke luftmengde er det tatt utgangspunkt i tabell A.6 – *Minste tillatte luftmengder brukt ved kontrollberegning mot offentlige krav*.

Sone 1:

Tabell 10 - Interne laster, designbetingelser og ventilasjon/infiltrasjon for sone 1.

<b>Interne laster</b>			
Ukedager	Lørdag	Søndag	
Åpningstider Antall personer (interne laster) [1/h]	06.30 - 19.00 2	09.00 - 16.00 2	Stengt 0
Varmekonvensjon [W]	Varmestråling [W]	CO <sub>2</sub> konsentrasjon [g/h]	Aktivitetsnivå [met]
153	77	68	2,2
<b>Designbetingelser</b>			
Parameter	Maksimum	Minimum	Maksimum
Temperatur [°C]	Ikke relevant	Ikke relevant	Ikke relevant
Relativ fuktighet [%]	60	25	60
CO <sub>2</sub> konsentrasjon [ppm]	1000	1000	1000
Parameter	Maksimum	Minimum	Maksimum
Temperatur [°C]	Ikke relevant	Ikke relevant	Ikke relevant
Relativ fuktighet [%]	60	25	60
CO <sub>2</sub> konsentrasjon [ppm]	1000	1000	1000
<b>Ventilasjon/Infiltrasjon</b>			
<b>Mekanisk ventilasjon</b>			
Spesifikk luftmengde [m <sup>3</sup> / h·m <sup>2</sup> ]	8	8	2
Luftmengde [m <sup>3</sup> /h]	8294,4	8294,4	2073,6
<b>Naturlig ventilasjon</b>			
Luftskifte for naturlig ventilasjon [1/h]	0	0	0
<b>Infiltrasjon</b>			
Terrengkoeffisient (e)	0,07	0,07	0,07
Lekasjetall ved 50 Pa [1/h]	1,5	1,5	1,5
Luftskifte for infiltrasjon [1/h]	0,105	0,105	0,105

Sone 2:

Tabell 11 - Interne laster, designbetingelser og ventilasjon/infiltrasjon for sone 2.

Interne laster					
Ukedager		Lørdag		Søndag	
Åpningstider	06.30 - 19.00	Åpningstider	09.00 - 16.00	Åpningstider	Stengt
Antall personer (interne laster) [1/h]	5	Antall personer (interne laster) [1/h]	6	Antall personer (interne laster) [1/h]	0
Spesifisering interne laster (per person)					
Varmekonvensjon [W]		Varmestråling [W]		CO <sub>2</sub> konsentrasjon [g/h]	Aktivitetsnivå [met]
153		77	208	68	2,2
Designbetingelser					
Parameter	Maksimum	Minimum	Maksimum	Minimum	Maksimum
Temperatur [°C]	26	19-21	26	19-21	26
Relativ fuktighet [%]	60	25	60	25	60
CO <sub>2</sub> konsentrasjon [ppm]	1000		1000		1000
Ventilasjon/Infiltrasjon					
Mekanisk ventilasjon					
Spesifikk luftmengde [m <sup>3</sup> / h·m <sup>2</sup> ]	13		13		2
Luftmengde [m <sup>3</sup> /h]	12130,56		12130,56		1866,24
Naturlig ventilasjon					
Luftskifte for naturlig ventilasjon [1/h]	0		0		0
Infiltrasjon					
Terrengkoeffisient (e)	0,07		0,07		0,07
Lekasjetall ved 50 Pa [1/h]	1,5		1,5		1,5
Luftskifte for infiltrasjon [1/h]	0,105		0,105		0,105



Sone 3:

Tabell 12 - Interne laster, designbetingelser og ventilasjon/infiltrasjon for sone 3.

Interne laster					
Ukedager		Lørdag		Søndag	
Åpningstider	06.30 - 19.00	Åpningstider	09.00 - 16.00	Åpningstider	Stengt
Antall personer (interne laster) [1/h]	0	Antall personer (interne laster) [1/h]	0	Antall personer (interne laster) [1/h]	0
Spesifisering interne laster (per person)					
Varmekonvensjon [W]		Varmestråling [W]		CO2 konsentrasjon [ppm]	Aktivitetsnivå [met]
0		0	0	0	0
Designbetingelser					
Parameter	Maksimum	Minimum	Parameter	Maksimum	Minimum
Temperatur [°C]	Ikke relevant	Ikke relevant	Temperatur [°C]	Ikke relevant	Ikke relevant
Relativ fuktighet [%]	60	25	Relativ fuktighet [%]	60	25
CO2 konsentrasjon [ppm]	1000		CO2 konsentrasjon [ppm]	1000	
Ventilasjon/Infiltrasjon					
Mekanisk ventilasjon					
Spesifikk luftmengde [m <sup>3</sup> / h·m <sup>2</sup> ]	8		Spesifikk luftmengde [m <sup>3</sup> / h·m <sup>2</sup> ]	8	2
Luftmengde [m <sup>3</sup> /h]	414,72		Luftmengde [m <sup>3</sup> /h]	414,72	103,68
Naturlig ventilasjon					
Luftskifte for naturlig ventilasjon [1/h]	0		Luftskifte for naturlig ventilasjon [1/h]	0	0
Infiltrasjon					
Terrengkoeffisient (e)	0,07		Terrengkoeffisient (e)	0,07	0,07
Lekasjetall ved 50 Pa [1/h]	1,5		Lekasjetall ved 50 Pa [1/h]	1,5	1,5
Luftskifte for infiltrasjon [1/h]	0,105		Luftskifte for infiltrasjon [1/h]	0,105	0,105

Sone 4:

Tabell 13 - Interne laster, designbetingelser og ventilasjon/infiltrasjon for sone 4.

Interne laster								
Ukedager		Lørdag		Søndag				
Åpningstider Antall personer (interne laster) [1/h]	06.30 - 19.00 2	Åpningstider Antall personer (interne laster) [1/h]	09.00 - 16.00 2	Åpningstider Antall personer (interne laster) [1/h]	Stengt 0			
Spesifisering interne laster (per person)								
Varmekonvensjon [W]		Varmestråling [W]		CO <sub>2</sub> konsentrasjon [ppm]		Aktivitetsnivå [met]		
153		77	208	68		2,2		
Designbetingelser								
Parameter	Maksimum	Minimum	Parameter	Maksimum	Minimum	Parameter	Maksimum	Minimum
Temperatur [°C]	26	19-21	Temperatur [°C]	26	19-21	Temperatur [°C]	26	19
Relativ fuktighet [%]	60	25	Relativ fuktighet [%]	60	25	Relativ fuktighet [%]	60	25
CO <sub>2</sub> konsentrasjon [ppm]	1000		CO <sub>2</sub> konsentrasjon [ppm]	1000		CO <sub>2</sub> konsentrasjon [ppm]	1000	
Ventilasjon/Infiltrasjon								
Mekanisk ventilasjon								
Spesifikk luftmengde [m <sup>3</sup> / h·m <sup>2</sup> ]	7		Spesifikk luftmengde [m <sup>3</sup> / h·m <sup>2</sup> ]	7		Spesifikk luftmengde [m <sup>3</sup> / h·m <sup>2</sup> ]	2	
Luftmengde [m <sup>3</sup> /h]	2177,28		Luftmengde [m <sup>3</sup> /h]	2177,28		Luftmengde [m <sup>3</sup> /h]	622,08	
Naturlig ventilasjon								
Luftskifte for naturlig ventilasjon [1/h]	0		Luftskifte for naturlig ventilasjon [1/h]	0		Luftskifte for naturlig ventilasjon [1/h]	0	
Infiltrasjon								
Terrengkoeffisient (e)	0,07		Terrengkoeffisient (e)	0,07		Terrengkoeffisient (e)	0,07	
Lekasjetall ved 50 Pa [1/h]	1,5		Lekasjetall ved 50 Pa [1/h]	1,5		Lekasjetall ved 50 Pa [1/h]	1,5	
Luftskifte for infiltrasjon [1/h]	0,105		Luftskifte for infiltrasjon [1/h]	0,105		Luftskifte for infiltrasjon [1/h]	0,105	

### 3.3.6 VVS-System

Byggets statiske varmetransportkoeffisient er beregnet for å estimere effektbehov til oppvarming og kjøling. Beregningen er gjort i henhold til NS3031:2014 «*Beregning av bygningers energiytelse – Metode og data*». Arealer og U-verdier tilknyttet beregningene er hentet direkte fra modellen i WUFI Plus. *Vedlegg 3 – Beregning av byggets statiske varmetransportkoeffisient*, viser full beregning av byggets varmetransportkoeffisienter, i tillegg til alle relevante verdier som er benyttet.

Resultater fra den dynamiske simuleringen i WUFI Plus ved benyttelse av det statisk beregnede effektbehovet tilknyttet oppvarming og kjøling, viste at dette systemets kapasitet ikke var tilstrekkelig for å oppnå et tilfredsstillende inneklima i aktuelle soner. På bakgrunn av dette er det antatt tilfredsstillende kapasiteter tilknyttet oppvarming og kjøling, og for byggets behov tilknyttet befukting og avfukting. Aktuelle kapasiteter benyttes etter gjentatte forsøk i WUFI Plus, for å finne et optimalt VVS-system. Dette innebærer at statiske håndberegninger av byggets effektbehov til oppvarming og kjøling ikke tilfredsstillende krav til inneklima spesifisert i NS3031:2014, og NS-EN 15251:2007+NA:2014, men resulterer i et lavere energiforbruk til bygget.

Det benyttes mekanisk ventilasjon i bygget, og den totale luftmengden er hentet, og beregnet ved benyttelse av aktuelle spesifiseringer tilknyttet luftmengder fra kapittel 3.3.5 *Interne laster, designbetingelser og ventilasjon/infiltrasjon*. Det benyttes samme VVS-system for de to simuleringene.

### 3.4 Livssyklusanalyse (LCA) – OneClickLCA

For å vurdere industribyggets totale miljøpåvirkning, er det foretatt livssyklusanalyser ved benyttelse av OneClickLCA som simuleringsverktøy. Hovedsakelig er hensikten med livssyklusanalyser å evaluere de miljømessige konsekvensene tilknyttet et produkt, et produktsystem eller en aktivitet. Dette gjennomføres ved en såkalt «vugge-til-grav» analyse, som videre innebærer at alle elementer som inngår i produktet fra produksjon til avfallshåndtering, evalueres [53]. En helhetlig beregning av klimagassutslipp tilknyttet enkeltbygningers livsløp gir mulighet til å identifisere tiltak, og videre redusere det totale klimagassutslippet i korte og lange tidsperspektiver [54]. Simuleringsverktøyet OneClickLCA gjennomfører analysen ved benyttelse av kvantitative metoder, hvor produkter tilknyttet det aktuelle byggeprosjektet evalueres [55]. *Figur 33* illustrerer et typisk livsløp for ett produkt, fra utnyttelse av relevante ressurser ved produksjon, til eventuell avfallshåndtering.



*Figur 33 - Livsløp tilknyttet et produkt [55].*

NS-EN 15978:2011 «*Bærekraftige byggverk. Vurdering av bygningers miljøprestasjon. Beregningsmetode*», angir en beregningsmetode basert på livssyklusanalyse (LCA), i tillegg til andre kvantifiserte miljødata, for å vurdere bygningers miljøprestasjon [56]. NS 3720:2018 «*Metode for klimagassberegninger for bygninger*», angir en beregningsmetode for klimagassutslipp som kan knyttes til en bygning gjennom dets livsløp, og bygger på NS-EN 1597. NS 3720:2018 er begrenset til beregning av utslipp av klimagasser, og forholder seg til krav oppgitt i NS-EN 15978 [54]. Livssyklusanalysen som gjennomføres i OneClickLCA er gjort i samsvar med denne standarden. Kapittel 6.3 *Systemgrenser*, i den aktuelle standarden,

beskriver de ulike fasene tilknyttet byggets livsløp, og tilleggsinformasjon utover byggets livsløp. *Tabell 14* illustrerer informasjon om vurdering av bygningers faser ved livssyklusanalyse.

*Tabell 14 - Informasjon om vurdering av bygningens faser ved livssyklusanalyse.*

Informasjon om bygningens livsløp				Tilleggsinformasjon utover bygningens livsløp
A1 - A3	A4 - A5	B1 - B8	C1 - C4	D
Produktstadiet	Gjennomføring - stadiet	Bruks - stadiet	Livsløpets slutt-stadiet	Konsekvenser utover systemgrensen
A1: Råvarer A2: Transport A3: Produksjon	A4: Transport A5: Anlegg-, bygge- og monteringsarbeid	B1: Bruk B2: Vedlikehold B3: Reparasjon B4: Utskiftning B5: Ombygging B6: Energibruk i drift B7: Vannforbruk i drift B8: Transport i drift	C1: Rivning C2: Transport C3: Avfalls - behandling C4: Avhending	Material- og energigjenvinning Ombruk av materialer Eksport av egenprodusert energi

Spesifikt er fase A1 – A3 produktstadiet, som innebærer råvarer, transport og produksjon tilknyttet det aktuelle produktet. Som nevnt i kapittel *1.1 Bakgrunn*, er dette regnet som den fasen med høyest direkte og indirekte utslipp av klimagasser for bygninger i byggesektoren. Fase A4 – A5 er gjennomføringsstadiet, som innebærer transport og arbeid tilknyttet montering. Fase B1 – B8 innebærer bruksstadiet, som ifølge kapittel *1.1 Bakgrunn*, bare står for omtrent 4% av direkte og indirekte utslipp av klimagasser for bygninger i byggesektoren. Fase C1 – C4 innebærer livsløpets slutt-stadiet, og fase D innebærer konsekvenser utover systemgrenser definert i NS 3720:2018. De aktuelle fasene omfatter prosesser tilknyttet rivning, og eventuell material- og energigjenvinning for bygget. Det vil bli gjennomført livssyklusanalyser av scenario det eksisterende industribygget (scenario1), og massivtrebygget (scenario 2). De aktuelle scenarioene er beskrevet i kapittel *3.1.3 Scenarioer*. Ved simulering i OneClickLCA fokuseres det på fase A1-A3, A4, B4-B5, B6, B7 og C1-C4.

Resultater tilknyttet livssyklusanalyser for to forskjellige scenarioer kan sammenlignes dersom det analyseres to ekvivalente systemer [57]. For bygningsarealer er det benyttet 2694 m<sup>3</sup>, som beskrevet i kapittel *3.1.2 Klassifisering av eksisterende bygning*. Videre er det antatt en beregningsperiode på 60 år [58]. På bakgrunn av at de to scenarioene har tilsvarende styrke,

kapasitet og funksjonalitet kan de statiske egenskapene også vurderes som et ekvivalent system. Det er tatt utgangspunkt i den hygrotermiske energisimuleringen og simulering av inneklime i WUFI Plus, for bygningsmaterialenes U-verdi og energiforbruk. På bakgrunn av dette er det benyttet ekvivalente systemer for de to scenarioene.

### 3.4.1 Mengde bygningsmaterialer

For bygningskomponenter benyttet ved livssyklusanalyser gjennomført i OneClickLCA, er det tatt utgangspunkt i kapittel 3.1.1 *Presentasjon av bygg* og kapittel 3.1.3 *Scenarioer* for aktuelle overflatearealer og bygningskomponenter. Vedlegg 3 – *Total mengde bygningsmateriale OneClickLCA*, presenterer den spesifikke mengden av de ulike bygningsmaterialene benyttet som utgangspunkt for livssyklusanalysen gjennomført i OneClickLCA.

### 3.4.2 Energiforbruk og transport

#### Energiforbruk

For å beregne årlig energibehov tilknyttet belysning, utstyr og varmtvann for det eksisterende industribygget og massivtrebygget, benyttes tabell A.1 – *Netto effekt- og energibehov – standardverdier for gjennomsnittlig effektbehov i driftstiden og årlig energibehov for belysning, utstyr og varmtvann*, spesifisert i NS3031:2014. Dette er på bakgrunn av at det bare er beregnet energibehov tilknyttet oppvarming, kjøling og energibesparelse på bakgrunn av latent varme, i den hygrotermiske energisimuleringen gjennomført i WUFI Plus. Tabell 15 illustrerer beregningen av det årlige energibehovet tilknyttet belysning, utstyr og varmtvann for sone 2 (forretningsbygg) og sone 4 (kontorbygning), som er byggets to oppvarmede soner.

Tabell 15 - Årlig energibehov belysning, utstyr og varmtvann, sone 2 og sone 4.

<b>Beregning årlig energibehov belysning, utstyr og varmtvann</b>		
<b>Spesifisering</b>	<b>Sone 2 (Forretningsbygg)</b>	<b>Sone 4 (Kontorbygning)</b>
Gulvareal [m <sup>2</sup> ]	933,12	311,04
Energibehov belysning [kWh/år]	52254,72	7776
Energibehov utstyr [kWh/år]	3732,48	10575,36
Energibehov varmtvann [kWh/år]	9331,2	1555,2
Sum [kWh/år]	66251,52	20217,6
Totalt energibehov [kWh/år]	86469,12	

For informasjon tilknyttet byggets årlige energiforbruk for oppvarming og kjøling, er det tatt utgangspunkt i den hygrotermiske energisimuleringen og simuleringen av byggets inn klima, gjennomført i WUFI Plus. Det er antatt at byggets årlige energiforbruk dekkes ved 60% elektrisitet og 40% fjernvarme. *Tabell 16* illustrerer energiforsyning og fordeling av elektrisitet og fjernvarme, for det eksisterende industribygget og massivtrebygget. Som tabellen illustrerer benyttes det samme energibehov for belysning, utstyr og varmtvann, for de to scenarioene.

*Tabell 16 - Energiforsyning/Fordeling, for eksisterende industribygg og massivtrebygg.*

<b>Energiforsyning/Fordeling</b>		
<b>Energibehov/ Fordeling</b>	<b>Scenario 1 - Eksisterende industribygg</b>	<b>Scenario 2 - Massivtrebygg</b>
Energibehov Oppvarming/kjøling/latent varme [kWh/år]	153753,1	148606,1
Energibehov Belysning, utstyr og varmtvann [kWh/år]	86496,12	86496,12
Sum [kWh/år]	240249,22	235102,22
Elektrisitet	144149,532	141061,332
Fjernvarme	96099,688	94040,888

### Transport

Ved transport fra produktfremstilling til byggeplass, for det aktuelle materialet, er det foretatt antagelser. Som nevnt i kapittel *1.1 Bakgrunn*, transporteres mye av skogen som anvendes i Norge fra utlandet. For å vurdere hvordan transport av materialer påvirker byggets totale miljøbelastning, vil det bli foretatt 3 ulike simuleringer. Ved simulering av det eksisterende industribygget (scenario 1), er det antatt at alle felles generelle bygningskomponenter (for eksempel vinduer, dører og fundament), og stålkomponenter, er produsert på Østlandet, ved en gjennomsnittlig avstand på 100 km. For massivtrebygget (scenario 2), er det foretatt to simuleringer. Ved den første simuleringen er det antatt at massivtre er produsert av Splitkon AS, ved en avstand på 100km, og at alle felles komponenter har en gjennomsnittlig avstand på 100km. Ved den andre simuleringen er det antatt at massivtre er produsert i Østerrike, ved en gjennomsnittlig avstand på 1800km, og at alle felles komponenter har en gjennomsnittlig avstand på 200km. *Tabell 17* oppsummerer de ulike avstandene som ble beskrevet ovenfor.

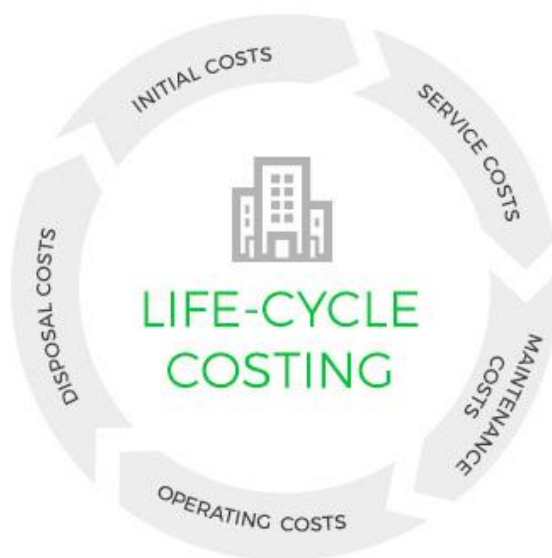
Tabell 17 - Oppsummering transportavstander ulike scenarioer.

<b>Scenario</b>	<b>Område</b>	<b>Transport generelle materialer</b>	<b>Transport stål/massivtre</b>
Scenario 1 - Eksisterende industribygg	Østlandet	100 km	100 km
Scenario 2 - Massivtrebygg	Østlandet	100 km	100 km
Scenario 2 - Massivtrebygg	Østerrike	200 km	1800 km



### 3.5 Livssyklus kostnad (LCC) – OneClickLCA

For å vurdere industribyggets kostnader tilknyttet byggets konstruksjon, er det foretatt analyse av livssyklus kostnader (LCC) ved benyttelse av OneClickLCA som simuleringsverktøy. Hovedsakelig er hensikten med kostnadsanalyser å vurdere og samtidig identifisere alle kostnader tilknyttet produkter som benyttes i det aktuelle byggeprosjektet. Livssyklus kostnader (LCC) er definert som summen av investeringskostnader, og øvrige kostnader tilknyttet forvaltning, drift, vedlikehold og utvikling i bruksfasen av det aktuelle bygget, fratrukket restverdi og avhending [59]. Som nevnt i kapittel 1.1 *Bakgrunn*, står bygging og drift av bygningsmasser for omtrent 40% av det totale energiforbruket i verden, og på bakgrunn av dette er analyser av bygningers livssyklus kostnader viktig for å oppnå mer kostnadseffektive og miljøeffektene bygninger [6]. *Figur 34* illustrerer relevante kostnader tilknyttet analysen av bygningers livssyklus kostnader.



*Figur 34 - Relevante kostnader tilknyttet analyse av bygningers livssyklus kostnader [70].*

Analysen av livssyklus kostnader i simuleringsverktøyet OneClickLCA er gjennomført i samsvar med NS 3454:2013 «*Livssyklus kostnader for byggverk. Prinsipper og klassifisering*». Standarden beskriver ikke de ulike fasene tilknyttet livssyklus kostnader, og på bakgrunn av dette er det tatt utgangspunkt i faser beskrevet i simuleringsverktøyet OneClickLCA. *Tabell 18*, på neste side, illustrerer informasjon om byggets ulike faser ved vurdering av livssyklus kostnader.

Tabell 18 - Byggets ulike faser ved vurdering av livssyklus kostnader.

<b>Informasjon om bygningens livsløp tilknyttet kostnader</b>	
<b>Fase</b>	<b>Informasjon</b>
A0 - A5	Konstruksjon
B4 - B5	Utskiftning/oppussing
B6	Operativt energibruk
B7	Operativt vannforbruk
C1 - C4	Livsløpets slutt-stadiet

Det vil bli gjennomført analyse av livssyklus kostnader for det eksisterende industribygg (scenario 1) og for massivtrebygget (scenario 2). De aktuelle scenarioene er beskrevet i kapittel 3.1.3 *Scenarioer*. Det er hovedsakelig ønskelig å vurdere hvordan benyttelse av massivtreelementer påvirker bygget rent økonomisk, og på bakgrunn av dette vil det bare fokuseres på fase A0 – A5, som innebærer byggets konstruksjon. Det viktigste er å undersøke den spesifikke differansen som foreligger mellom det eksisterende industribygget og bygget bestående av massivtreelementer. I belysning av dette henvises det til kapittel 3.4 *Livssyklusanalyse – OneClickLCA*, og spesifikt kapittel 3.4.1 *Mengde bygningsmaterialer*, for spesifikasjoner av byggets konstruksjon som benyttes ved analyse av byggets livssyklus kostnader.

## 4 Resultater og diskusjon

### 4.1 FEM-analyse i konstruksjonsteknikk – Focus Konstruksjon

Som nevnt i introduksjon til kapittel 3.2 *FEM-analyse konstruksjonsteknikk – Focus konstruksjon*, er det gjennomført statisk simulering av det eksisterende industribygget (scenario 1) og av massivtrebygget (scenario 2), i tillegg til utvalgte håndberegninger av massivtrebygget. Begge simuleringene i Focus Konstruksjon og håndberegningene er gjennomført i henhold til gitte standarder. Ved presentasjon av resultater vil det hovedsakelig fokuseres på resultater som gjør det mulig å kontrollere at modellen har tilstrekkelig bæreevne. Det vil si sikkerhet mot sammenbrudd, samtidig som den tilfredsstillende aktuelle funksjonskrav knyttet til dens bruk og formål [35]. Det som menes med tilfredsstillende er nedfelt i standarden som konstruksjonen skal kontrolleres etter. Resultatene vil bli presentert etter bygningsdel, og vil vise sammenlignbare verdier fra scenario 1, scenario 2 og håndberegningene. I tillegg vil resultatene bli kontrollert i henhold til aktuell standard. Bygningsdelene som blir presentert under resultater er de delene som mottar den største totale belastningen. Det antas at de resterende bygningsdelene er tilfredsstillende i henhold til standard, hvis de med størst belastning er tilfredsstillende til standarden. Som beskrevet i kapittel 3.2.2 *Standarder og beregningsmodell*, er alle elementer kontrollert i brudd- og bruksgrensetilstand.

Det vil forekomme noen ulike avvik i resultatene fra Focus Konstruksjon sammenlignet med resultatene fra håndberegningene. Det er på bakgrunn av at håndberegningene er noe enklere og i noen tilfeller mer konservative. I tillegg tar håndberegningene kun for seg en og en bygningsdel, i motsetning til Focus Konstruksjon som baserer beregningene på hele modellen og alle lastkombinasjoner som er generert. Dette fører til at de ulike lastene blir noe mer redusert/fordelt på andre elementer.

For det eksisterende industribygget skal stålprofilene kontrolleres i henhold til NS-EN 1993-1-1:2005+A1:2014+NA:2015, mens betongdekket skal kontrolleres i henhold til NS-EN 1992-1-1:2004+A1:2014+NA:2018. Det vil ikke bli sett nærmere på dimensjoneringen og kontrollen av disse resultatene, annet enn et sammenligningsgrunnlag for massivtrebygget. Det er på bakgrunn av at det antas at bygget og dens bygningskomponenter er tilfredsstillende til standarden da bygget allerede er dimensjonert og oppført.

## 4.1.1 Kontroll av simulering – håndberegninger

I dette delkapitlet er kun de spesifikke utregningene og resultatene tilknyttet håndberegningene til de ulike bygningsdelene presentert. Det vil også her kun presenteres ulike verdier tilknyttet de ulike kontrollene som gjennomføres. Resultatene blir senere sett i sammenheng med resultatene fra simuleringene. Dette vil bli gjort i kapitlene tilknyttet de ulike bygningsdelene. Fremgangsmåten, forutsetningene og antagelsene tilknyttet håndberegningene er presentert og beskrevet i kapittel 3.2.4 *Kontroll av simulering – håndberegninger*.

Resultater tilknyttet håndberegninger av bjelke fra akse E til H

*Bøye- og vippekontroll:*

$$f_{m,d} = 20,9 \text{ N/mm}^2, \quad M_{maks} = 1656 \text{ kNm}, \quad L_{ef} = 9150 \text{ mm}$$

$$(2) \rightarrow \sigma_{m,d} = \frac{M_{maks}}{W} = \frac{6 \cdot M_{maks}}{b \cdot h^2} = \frac{6 \cdot 1656 \cdot 10^6}{250 \cdot 1575^2} = 16,1 \text{ N/mm}^2$$

$$(4) \rightarrow \sigma_{m,crit} = \frac{0,78 \cdot b^2}{h \cdot L_{ef}} E_{0,05} = \frac{0,78 \cdot 250^2}{1575 \cdot 9150} 10800 = 36,5 \text{ N/mm}^2$$

$$(5) \rightarrow \lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{f_{m,k}}{\sigma_{m,crit}}} = \sqrt{\frac{30}{36,5}} = 0,91$$

$$(6) \rightarrow k_{crit} = 1,56 - 0,75 \cdot \lambda_{rel,m} = 1,56 - 0,75 \cdot 0,91 = 0,88$$

$$k_{crit} \cdot f_{m,d} = 0,88 \cdot 20,9 = 18,4 \text{ N/mm}^2$$

Kontroll:  $\sigma_{m,d} \leq k_{crit} \cdot f_{m,d} \rightarrow 16,1 \leq 18,4$  **dvs. OK!**

*Skjærkontroll og trykk normalt på fibrene:*

$$f_{v,d} = 2,5 \text{ N/mm}^2, \quad f_{c,90,d} = 1,8 \text{ N/mm}^2, \quad V_{maks} = 307 \text{ kN}$$

$$(3) \rightarrow \tau_d = \frac{3 \cdot V_{maks}}{2 \cdot b_{ef} \cdot h} = \frac{3 \cdot V_{maks}}{2 \cdot (k_{cr} \cdot b) \cdot h} = \frac{3 \cdot 307 \cdot 10^3}{2 \cdot 0,8 \cdot 250 \cdot 1575} = 1,5 \text{ N/mm}^2$$

Kontroll:  $\frac{\tau_d}{f_{v,d}} = \frac{1,5}{2,5} = 0,60 \leq 1,0$  **dvs. OK!**

$$(9) \rightarrow \sigma_{c,90,d} = \frac{F_{c,90,d}}{A_{ef}} = \frac{307 \cdot 10^3}{250 \cdot 1575} = 0,78 \text{ N/mm}^2$$

Kontroll:  $\frac{\sigma_{c,90,d}}{k_{c,90} \cdot f_{c,90,d}} = \frac{0,78}{1,0 \cdot 2,0} = 0,39 \leq 1,0$  **dvs. OK!**

*Nedbøyninger:*

$$(11) \rightarrow w_{inst,g} = \frac{5p_g L^4}{384 \cdot E_{mean} \cdot I} = \frac{12 \cdot 5 \cdot 6,8 \cdot 20580^4}{384 \cdot 13000 \cdot 250 \cdot 1575^3} = 15 \text{ mm}$$

$$(12) \rightarrow w_{inst,q} = \frac{5p_q L^4}{384 \cdot E_{mean} \cdot I} = \frac{12 \cdot 5 \cdot 13,5 \cdot 20580^4}{384 \cdot 13000 \cdot 250 \cdot 1575^3} = 29,8 \text{ mm}$$

$$(13) \rightarrow w_{fin,g} = w_{inst,g} \cdot (1 + k_{def}) = 15 \cdot (1 + 0,6) = 24 \text{ mm}$$

$$(14) \rightarrow w_{fin,q} = w_{inst,q} \cdot (1 + \psi \cdot k_{def}) = 29,8 \cdot (1 + 0,3 \cdot 0,6) = 35,2 \text{ mm}$$

$$(15) \rightarrow w_{fin} = w_{fin,g} + w_{fin,q} = 24 + 35,2 = 59,2 \text{ mm}$$

Kontroll:  $w_{fin} \leq L/300 \rightarrow 59,2 \leq 69 \text{ mm}$  **dvs. OK!**

Resultater tilknyttet håndberegninger av midtsøyle

*Knekkingskontroll:*

$$f_{c,0,d} = 17 \text{ N/mm}^2, \quad F_{c,0,d} = 378 \text{ kN}, \quad \beta_c = 0,1$$

$$(19) \rightarrow \sigma_{c,0,d} = \frac{F_{c,0,d}}{b \cdot h} = \frac{378 \cdot 10^3}{215 \cdot 675} = 2,6 \text{ N/mm}^2$$

$$(20) \rightarrow \lambda_z = \frac{L_k}{i_z} = \frac{0,7 \cdot L}{0,289 \cdot b} = \frac{0,7 \cdot 8500}{0,289 \cdot 215} = 95,8$$

$$(21) \rightarrow \lambda_{rel,z} = \frac{\lambda_z}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{95,8}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{24,5}{10800}} = 1,45$$

$$(22) \rightarrow k_z = 0,5[1 + \beta_c(\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2] \\ = 0,5[1 + 0,1(1,45 - 0,3) + 1,45^2] = 1,61$$

$$(23) \rightarrow k_{c,z} = \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}} = \frac{1}{1,61 + \sqrt{1,61^2 - 1,45^2}} = 0,43$$

Kontroll:  $\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} = \frac{2,6}{0,43 \cdot 17} = 0,36 \leq 1$  **dvs. OK!**

#### 4.1.2 Bjelker og gitterdragere

Som beskrevet i kapittel 3.2.4 *Kontroll av simulering – håndberegninger* gjennomføres dimensjoneringen av limtrebjelker for både brudd- og bruksgrensetilstand i henhold til NS-EN 1995-1-1:2004+A1:2008+NA:2010. Bruddgrensetilstanden kontrollerer kapasiteten ved vippe-, skjær- og bøyekontroll, i tillegg til trykk normalt på fibre. For bruksgrensekontrollen antas det at det holder å kontrollere nedbøyninger. Som nevnt innledningsvis i kapittel 4.1 *FEM-analyse konstruksjonsteknikk – Focus Konstruksjon* kontrolleres stålkomponentene etter NS-EN 1993-1-1:2005+A1:2014+NA:2015, men blir ikke kontrollert nærmere her, annet enn et sammenligningsgrunnlag for massivtrebygget.

##### Momentfordeling og bøyekontroll

Momentfordelingen og de største bøyemomentene per segment vil være relativt ulike for de to scenarioene. *Tabell 19* oppsummerer de største bøyemomentene i forbindelse med kapasitetskontroll til henholdsvis gitterdragere, stålbjelker og limtrebjelker, per segment.

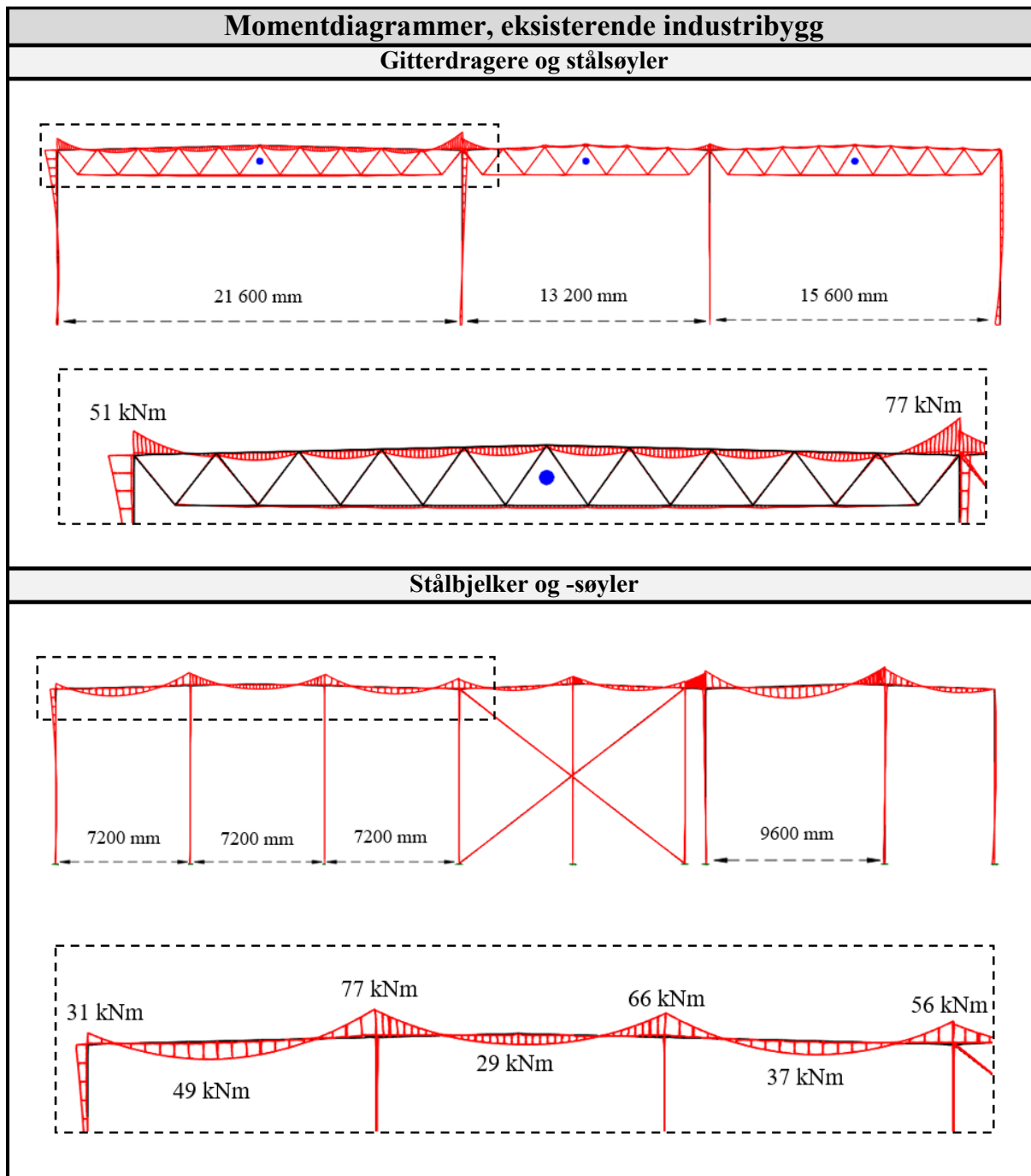
*Tabell 19 - Bøyemomenter bjelker og gitterdragere*

Metode	Bjelker/gitterdragere	Bøyemoment
Focus K.	Stål gitterdrager	77 kNm
Focus K.	Stålbjelke IPE 300	107 kNm
Focus K.	250x1575mm	1055 kNm
Håndberegning	250x1575mm	1656 kNm

Bakgrunnen for de store forskjellene i bøyemomentene er at Focus Konstruksjon beregner momentene per segment. Gitterdragerne består av over- og undergurt, i tillegg til 20 staver imellom. Stavene binder segmentene sammen og fordeler kreftene. IPE 300 stålbjelkene er kun brukt ved mindre spennvidder ved yttervegger i det eksisterende bygget. Limtrebjelkene er brukt ved lengre spennvidder og blir sett på som et segment. Dette gjør at de største bøyemomentene, per segment, blir mindre for gitterdrageren og stålbjelkene enn for limtrebjelkene.

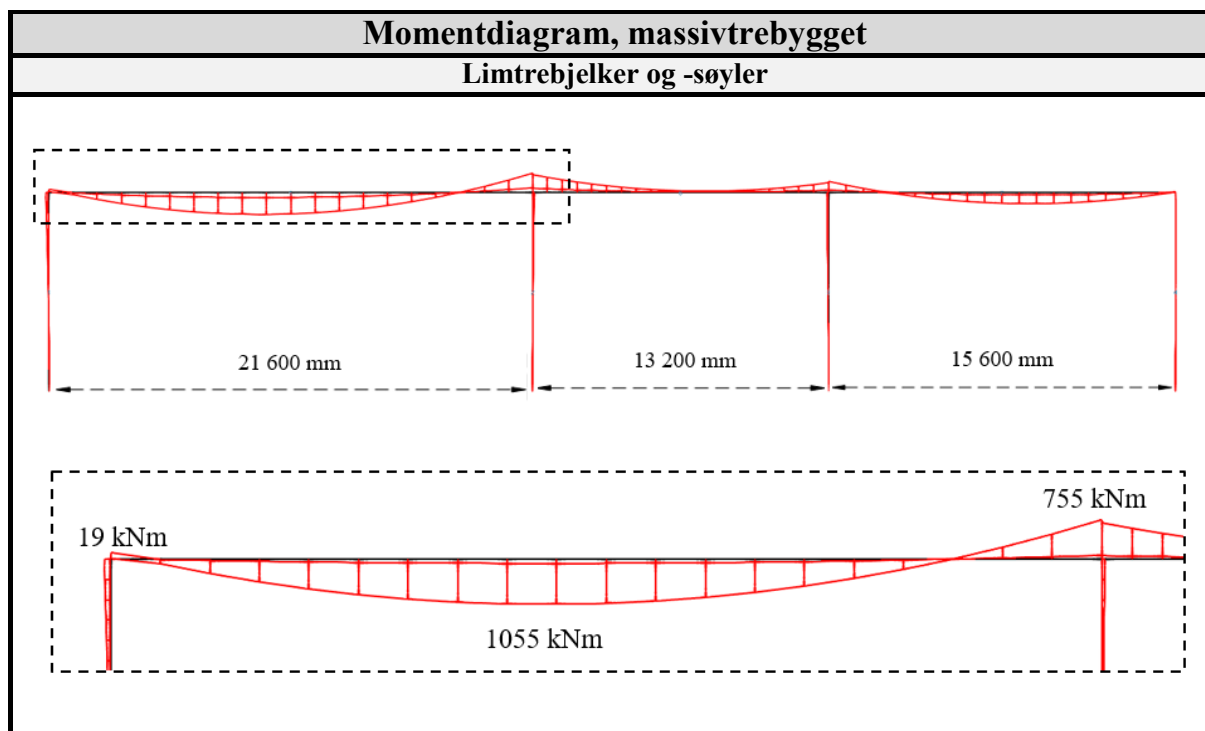
De totale kreftene som er påført de ulike bæresystemene er ekvivalente, men blir tatt opp på ulik måte. Gitterdragerne blir, som nevnt, per definisjon delt opp i mange flere segmenter, og *figur 35* illustrerer at momentene fordeler seg mellom disse segmentene. De fordeler seg mellom over- og undergurt i tillegg til stavene imellom. De største totale momentene for

gitterdragerne opptrer dermed i endepunktene, ved knutepunktet med søylene. Momentene som opptrer for både limtrebjelkene (*figur 36*) og stålbjelkene (*figur 35*) er, som vist i figurene, en del enklere, og fordeler seg på helt tradisjonell måte for bjelker.



*Figur 35 - Momentdiagrammer, eksisterende industribygg*

For gitterdrageren vil det opptre momenter på 2-5 kNm i undergurten, mens det i overgurten er momenter opp mot 20 kNm. Det største opptredende bøyemomentet for IPE 300 stålbjelkene vil forekomme ved knutepunktet i enden av det største spennet, og har en verdi på 107 kNm.



Figur 36 - Momentdiagram, massivtrebygget

Når det gjelder dimensjonering av limtrebjelker stiller standarden følgende krav *Vippe- og bøyekontroll* i bruddgrensetilstanden:

$$\sigma_{m,d} \leq k_{crit} \cdot f_{m,d}$$

Tabell 20 viser at limtrebjelken tilfredsstiller standardens krav både ved håndberegning og ved simuleringen i Focus Konstruksjon. Tas det utgangspunkt i snittet av bøyespenningsene fra Focus og håndberegningene vil kapasitetsutnyttelsen, i forbindelse med bøyespenningen til limtrebjelkene, ligge rundt 71%.

Tabell 20 - Oppsummering av verdier tilknyttet bøyekontroll.

Metode	Limtrebjelker	Bøyemoment	Bøyespennning	Kapasitet
Focus K.	250x1575mm	1055 kNm	10,2 N/mm <sup>2</sup>	18,4 N/mm <sup>2</sup>
Håndberegning	250x1575mm	1656 kNm	16,1 N/mm <sup>2</sup>	18,4 N/mm <sup>2</sup>

Bakgrunnen for det relativt store avviket mellom håndberegningene og simuleringen i Focus konstruksjon kommer av at håndberegningene har tatt utgangspunkt i en fritt opplagt bjelke, med en konservativ lastforutsetning. Focus Konstruksjon derimot har tatt hensyn til hele modellen og en mer realistisk lastkombinasjon. Uansett har bjelken en del å gå på i forhold til dens kapasitet, i begge tilfeller. Den er dimensjonert med såpass stor margin, på bakgrunn av



at det er gjort noen forenklinger og antagelser tidligere, som for eksempel å se bort i fra vindbelastning inne i bygget. I tillegg er det eksisterende bygget noe overdimensjonert tidligere, og for at modellene skal være ekvivalente systemer for en realistisk LCA vurdering senere, må kapasitetene ikke ha for stort avvik i forhold til hverandre.

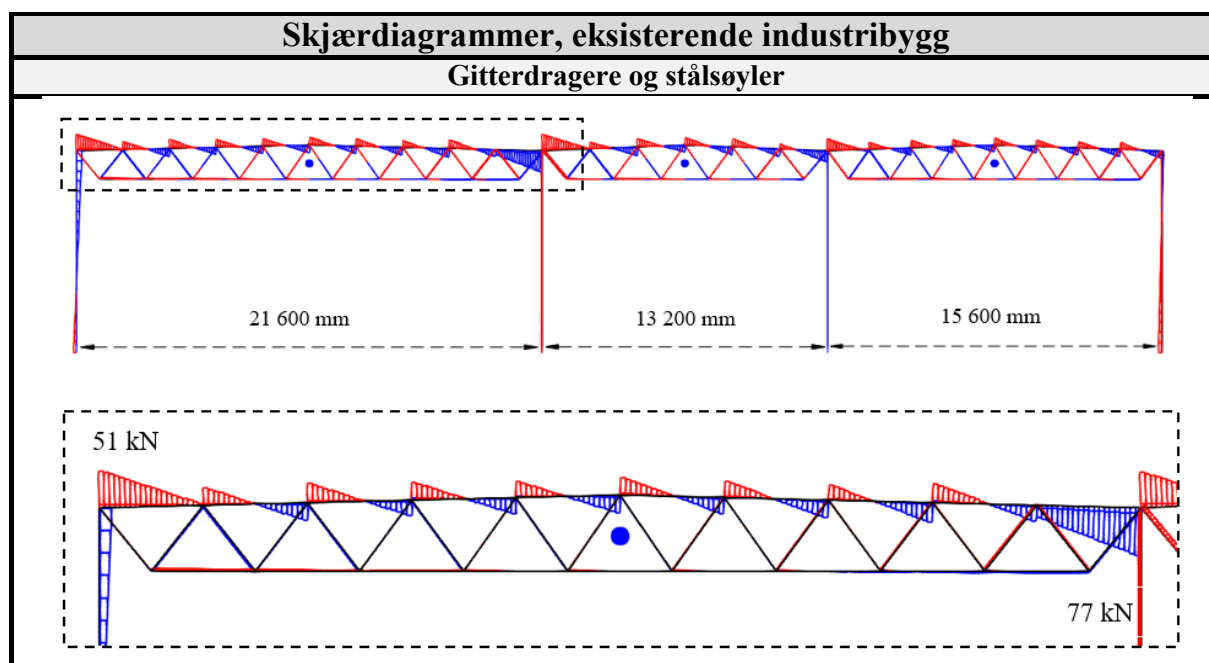
### Skjærkontroll

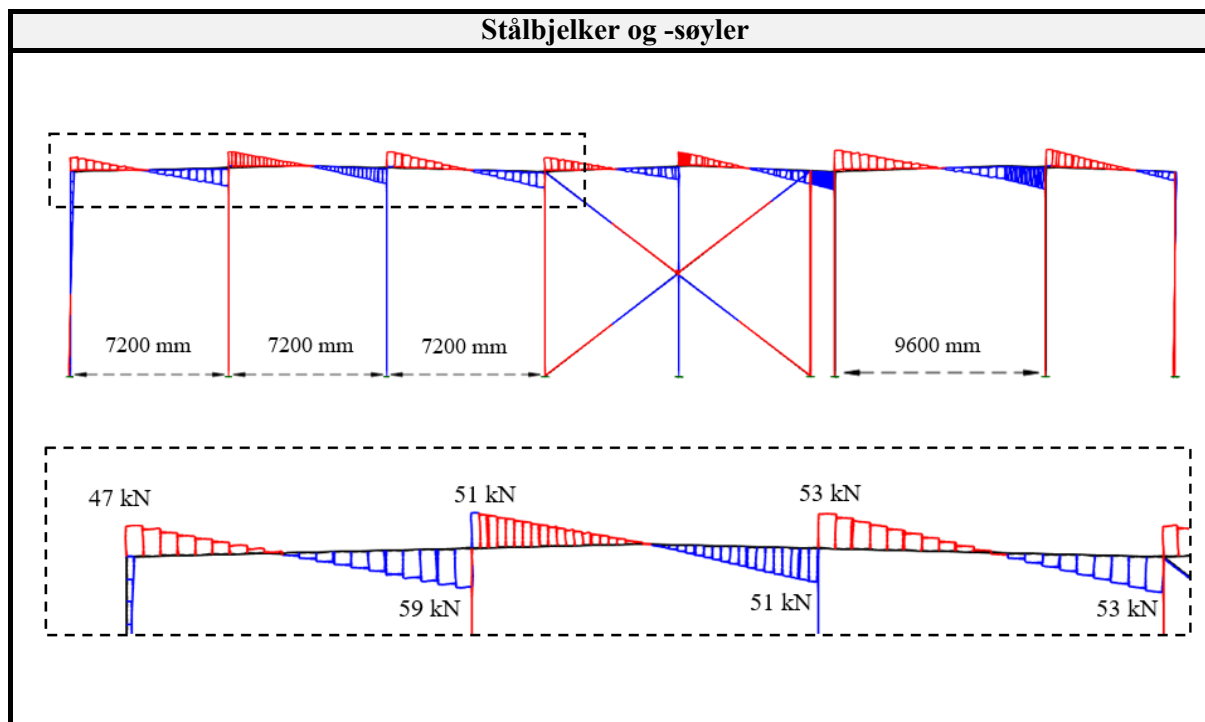
Skjærfordelingen og de største skjærkreftene, vil på samme måte som for momentene, være relativt forskjellige hvis vi sammenligner de ulike bæresystemene. Bakgrunnen for forskjellene er også det samme som for momentene. *Tabell 21* oppsummerer de største skjærkreftene som opptrer i bæresystemene til henholdsvis gitterdragere, stålbjelker og limtrebjelker, per segment.

*Tabell 21 - Skjærkrefter bjelker og gitterdragere.*

Metode	Bjelker/gitterdragere	Skjærkraft
Focus K.	Stål gitterdrager	77 kN
Focus K.	Stålbjelke IPE 300	72 kN
Focus K.	250x1575mm	287 kN
Håndberegning	250x1575mm	307 kN

*Figur 37* illustrerer skjærkreftene på de ulike bæresystemene for det eksisterende industribygget.





Figur 37 - Skjærtdiagrammer, eksisterende industribygg

For gitterdrageren vil det opptre skjærkrefter på overgurten med største absoluttverdi på 24 kN. For IPE stålbjelmene vil den største skjærkraften forekomme, på samme sted som største moment, ved knutepunktet i enden av det største spennet. Her vil skjærkraften være på 72 kN. Når det gjelder dimensjonering av limtrebjelker med hensyn på skjærkraft og trykk normalt i fibre, stiller standarden følgende krav:

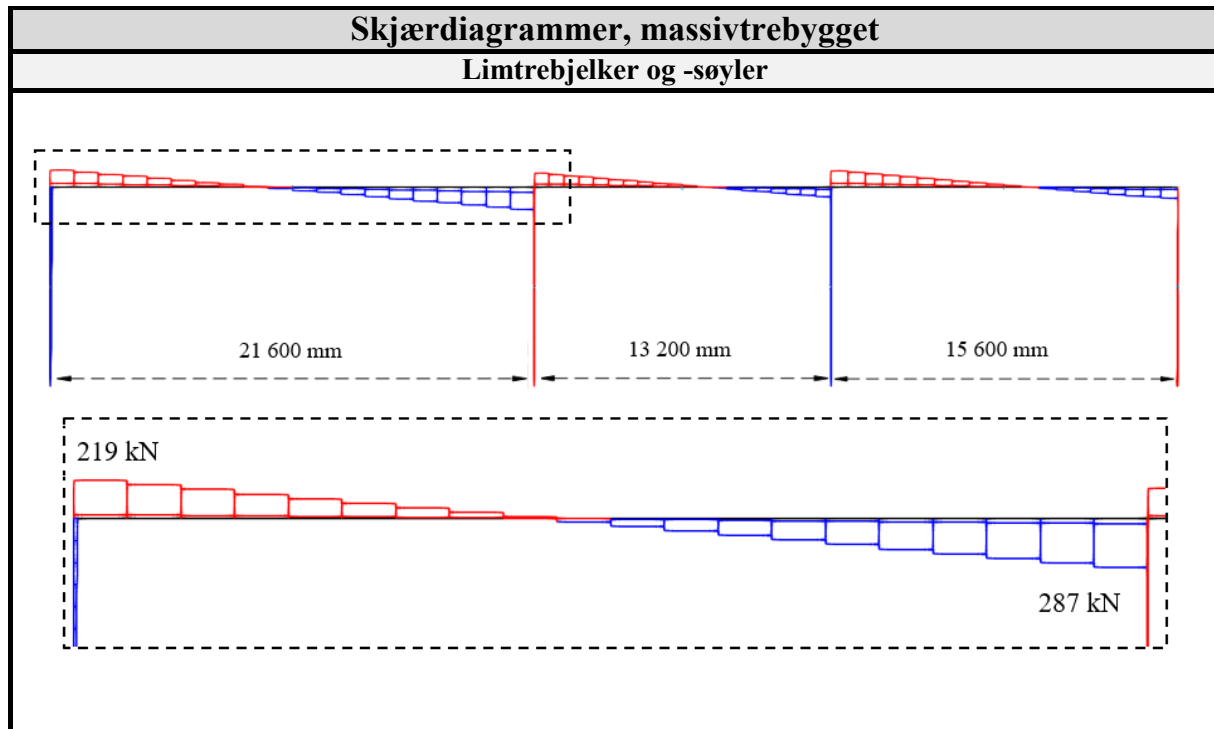
$$\frac{\tau_d}{f_{v,d}} \leq 1,0 \quad \text{og} \quad \frac{\sigma_{c,90,d}}{k_{c,90} \cdot f_{c,90,d}} \leq 1,0$$

I dette tilfellet blir skjærkontrollen dimensjonerende, og *tabell 22* presenterer resultater tilknyttet dette, mens *figur 38*, på neste side, illustrerer hvordan skjærkreftene forekommer på de aktuelle bjelmene i massivtrebygget.

Tabell 22 - Oppsummering av verdier tilknyttet skjærkontroll.

Metode	Limtrebjelker	Skjærkraft	Skjærspenning	Kapasitet
Focus K.	250x1575mm	287 kN	1,4 N/mm <sup>2</sup>	2,7 N/mm <sup>2</sup>
Håndberegning	250x1575mm	307 kN	1,5 N/mm <sup>2</sup>	2,7 N/mm <sup>2</sup>

Som *tabell 22* viser, er kravet til skjærkontrollen tilfredsstillt både ved håndberegning og ved simulering i Focus Konstruksjon. Kapasitetsutnyttelsen med hensyn på skjærspenning er 54%.



Figur 38 - Skjærkraftdiagram, massivtrebygg

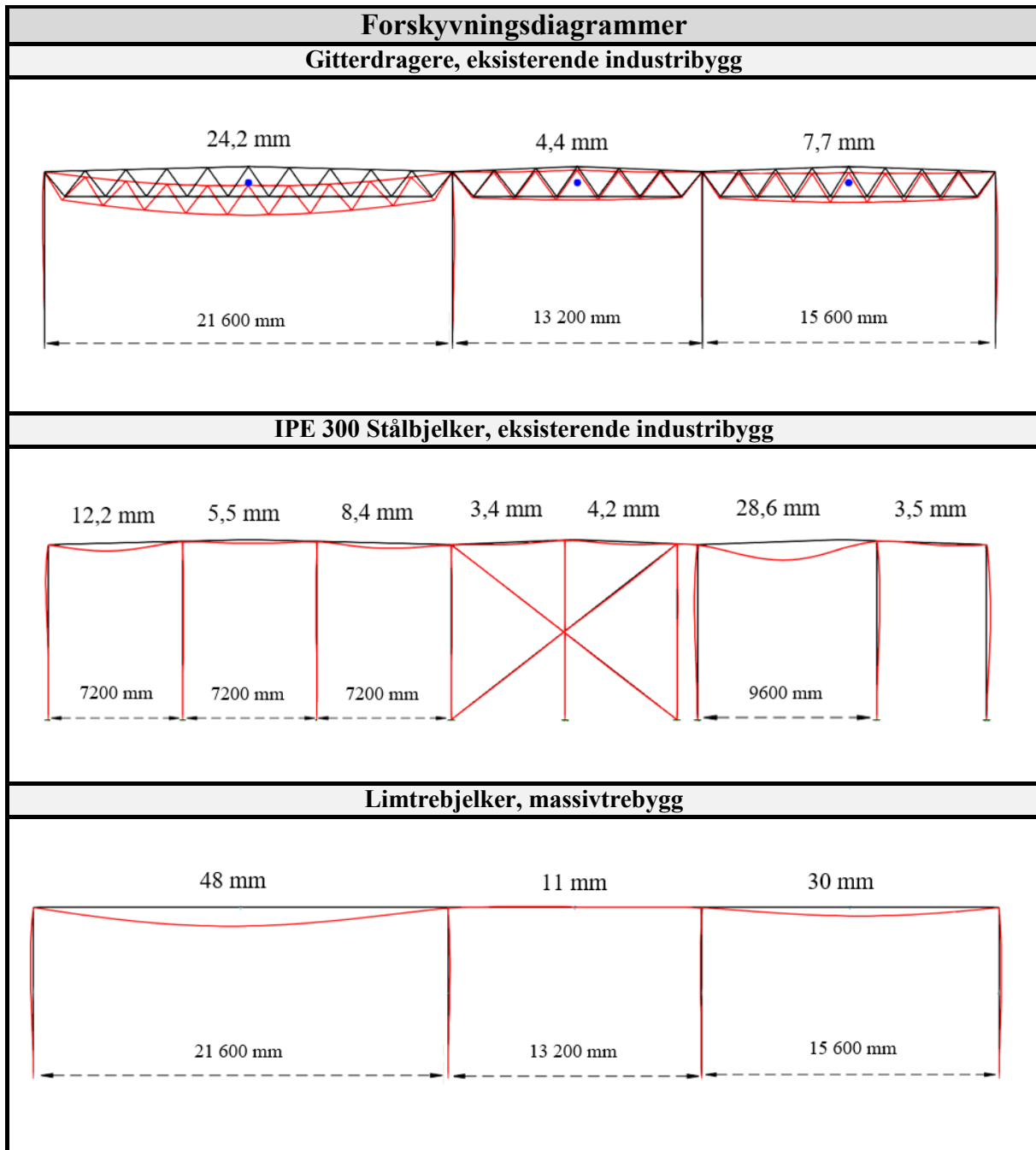
### Nedbøyninger

For bruksgrensetilstanden er det i dette tilfellet kun blitt fokusert på nedbøyninger. Som vist i tabell 23 tilfredsstiller alle bjelkene kravet på  $L/300$ . De største nedbøyningene forekommer naturligvis hos de bjelkene med størst spennvidde.

Tabell 23 - Oppsummering nedbøyning bjelker og gitterdragere.

Metode	Bjelker/gitterdragere	Nedbøyning	Krav ( $L/300$ )
Focus K.	Stål gitterdrager	24,2 mm	72 mm
Focus K.	Stålbjelke IPE 300	28,6 mm	32 mm
Focus K.	Limtrebjelke 250x1575mm	48 mm	72 mm
Håndberegning	Limtrebjelke 250x1575mm	59,2 mm	72 mm

Figur 39, på neste side, illustrerer nedbøyningene på henholdsvis gitterdragere, IPE 300 stålbjelker og limtrebjelkene. Figurene er ikke i målestokk i forhold til hverandre, men skal kun illustrere hvor de største nedbøyningene forekommer.



Figur 39 - Forskyvningsdiagrammer

Limtrebjelkene tilfredsstillers dermed alle kravene i brudd- og bruksgrensetilstand, som det fokuseres på i denne oppgaven, og kan defineres som tilfredsstillende i henhold til standarden det kontrolleres etter.

### 4.1.3 Søyler

Som beskrevet i kapittel 3.2.4 *Kontroll av simulering – håndberegninger* skal det i utgangspunktet kontrolleres både etter brudd- og bruksgrensetilstand for søyler. Bruddgrensetilstanden kontrollerer at en søyle skal unngå *knekking*. På bakgrunn av at det er kun vind som kan forårsake utbøying av søylen i bruksgrensetilstanden, antas det at vi kan se bort i fra denne kontrollen, da det tidligere er antatt at vi ser bort i fra vind inne i bygget. Det blir gjennomført kun kontroll av midtsøylen. Det begrunnes med at den vil motta den største belastningen, i tillegg til at selve veggkonstruksjonen antas å sikre vegg søylene mot *knekking* om svak akse, mens det i utgangspunktet ikke er noen avstivning av midtsøylene. *Tabell 24* illustrerer en oppsummering av verdier tilknyttet dimensjoneringen av midtsøylene.

*Tabell 24 - Oppsummering trykk søyler.*

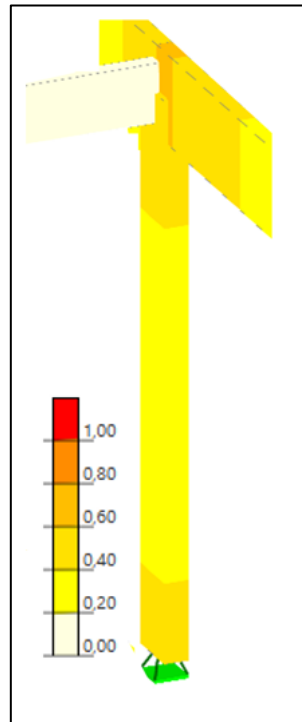
Metode	Plassering	Dimensjon	Trykkraft	Trykkspenning	Kapasitet
Focus K.	Midtsøyle	HUP 250x250x10mm	347 kN	36,7 N/mm <sup>2</sup>	28%
Focus K.	Midtsøyle	Limtre 215x675mm	345 kN	2,4 N/mm <sup>2</sup>	33 %
Håndberegning	Midtsøyle	Limtre 215x675mm	378 kN	2,6 N/mm <sup>2</sup>	36 %

Som *tabell 24* viser, er trykkraften tilnærmet den samme for både limtresøylene og stålsøylene. Dette er på bakgrunn av at det er de samme lastene som er påført i de to scenarioene. Lastfordelingen er noe ulik mellom de to scenarioene, men det er likevel rimelig at trykkspenningene på søylene er tilsvarende i midten av bygget. Som nevnt tidligere, så er det antatt at midtsøylen i limtre kun er utsatt for trykkspenning. Kontroll av midtsøylen i limtre blir da:

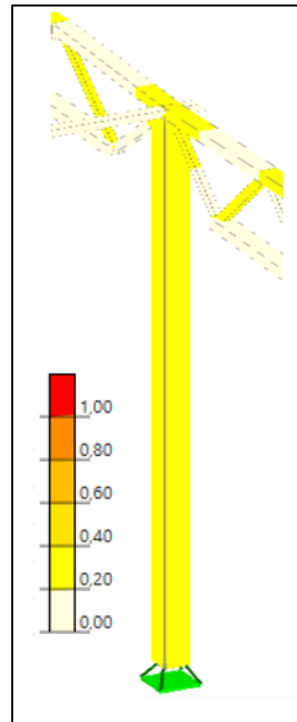
$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} \leq 1$$

Som *tabell 24* viser, tilfredsstilles dette kravet med god margin. Trykkspenningene for limtresøylen er relativt like når det gjelder håndberegninger og simuleringer i Focus Konstruksjon. Bakgrunnen for at trykkspenningen er så mye høyere for stålsøylen er fordi det er en HUP søyle. Det vil si at den er hul, og har et lite areal. Trykkspenninger har benevnelsen N/mm<sup>2</sup>, og derfor er det naturlig at trykkspennigene er høyere i et tverrsnitt med mye lavere areal. På bakgrunn av dette er det mer interessant å se på kapasitetsutnyttelsen. Kapasitetsutnyttelsen er lav, men er relativt tilsvarende for de ulike scenarioene. Bakgrunnen for at det er såpass lite av den totale kapasiteten til limtresøylene og stålsøylene som er utnyttet, er at det er gjort noen antagelser tidligere, som for eksempel å se bort ifra vind inne i bygget, i

tillegg til at søylen kun tar trykkrefter. I virkeligheten ville søylen også hatt noen momentpåkjenninger, men på bakgrunn av at det er såpass lite av søylens totale kapasitet som er utnyttet, kan det konkluderes med at søylen er tilfredsstillende i forhold til aktuell standard.



Figur 40 - Kapasitetskontroll søyle, massivtrebygg

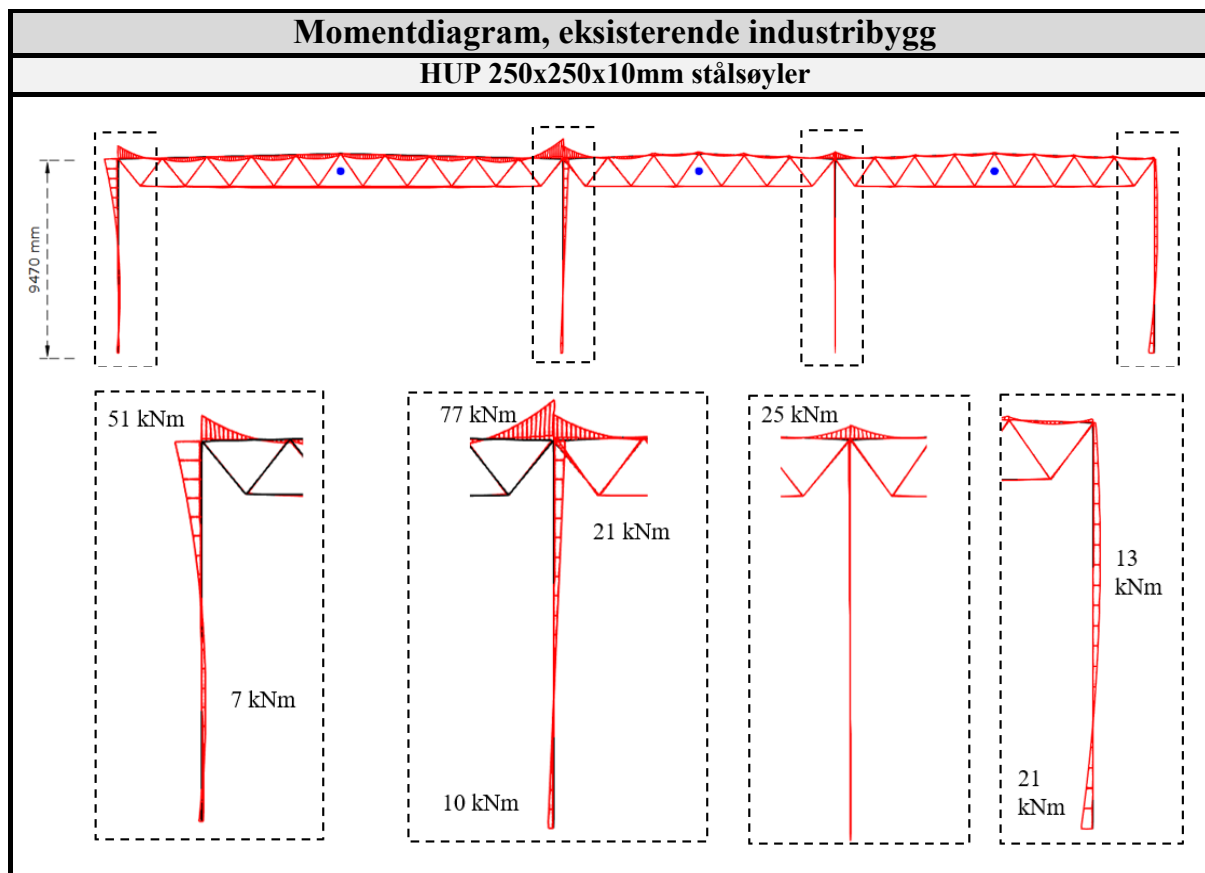


Figur 41 - Kapasitetskontroll midtsøyle, eksisterende industribygg

På samme måte som for bjelkene er det viktig at det er mulig å definere de to modellene som ekvivalente systemer for en realistisk LCA vurdering senere. Det kan vi gjøre for søylene på bakgrunn av at de har såpass lik utnyttelse av egen kapasitet. *Figur 42*, på neste side, illustrerer momentene på de ulike søylene i det eksisterende industribygget.

For det eksisterende industribygget er det, som nevnt tidligere, stålprofiler som brukes som vindavstivere og tar opp vindbelastningen. Ytterveggene fordeler kun vindbelastningen til de ulike søylene. Dette fører til at yttersøylene får noe mer moment og skjærkraft, enn søylene i massivtrebygget. For massivtrebygget er det yttervegger og skilleveggen som brukes som vindavstivning, og søylene skal stort sett ta vertikal belastning. De små momentene yttersøylene må ta opp, er illustrert sammen med limtrebjelkene i *figur 35*, i kapittel 4.1.2 *Bjelker og gitterdragere*. Derfor sløyfes de resterende momentdiagrammene for søylene i

massivtrebygget, da det kun er noen små momenter i yttersøylene, og midtsøylen kun tar imot trykkspenninger.



Figur 42 - Momentdiagram søyler, eksisterende industribygg

#### 4.1.4 Etasjeskiller

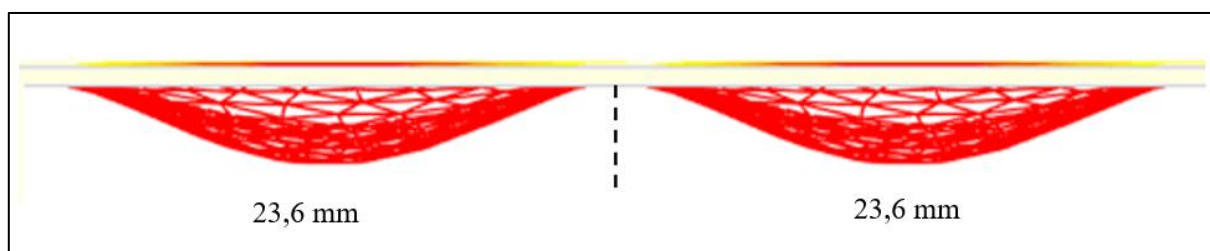
Tabell 25 illustrerer nedbøyningen for etasjeskillerene i forbindelse med de to ulike scenarioene.

Tabell 25 - Oppsummering nedbøyning etasjeskillere.

Metode	Dekktype	Nedbøyning	L/300
Focus K.	Massivtre 240mm	23,6 mm	24 mm
Focus K.	Hulldekke 265mm	24,5 mm	48 mm

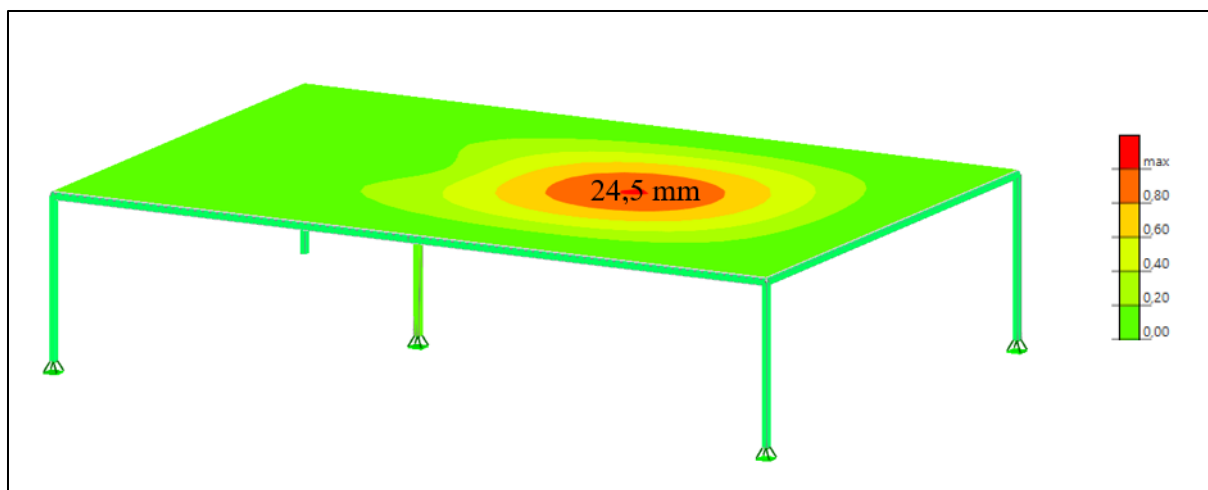
Massivtreelementer brukt som etasjeskillere dimensjoneres etter NS-EN 1995-1-1:2004+A1:2008+NA:2010, og vanligvis er det nedbøyningen, vibrasjoner og stivhet i bruksgrensetilstanden som er dimensjonerende [47]. Det gjelder også dette tilfellet, men det er da kun fokusert på nedbøyningen. Bakgrunnen for at det er ulikt krav for de to dekkene er fordi massivtredekket får støtte av en massivtrevegg der hulldekket kun får støtte av en søyle, i tillegg

til at massivtredekket får støtte av en limtrebjelke på undersiden, for å redusere spennvidden. Dette er også bakgrunnen for at nedbøyningen er såpass lik, og de kan bli sett på som ekvivalente systemer. Uten denne limtrebjelken som støtter oppunder ville nedbøyningen for massivtredekke vært en del større og ikke tilfredsstilt kravet til nedbøyning. *Figur 43* er et forskyvningsdiagram (vertikalsnitt) for massivtredekket, hentet fra Focus Konstruksjon, og viser at forskyvningen er lik på begge sider av limtrebjelken (stiplet linje) som støtter oppunder.



*Figur 43 - Forskyvningsdiagram vertikalsnitt massivtre-etasjeskiller.*

Hvis det er ønskelig å redusere nedbøyningen for massivtredekket noe, på bakgrunn av at det er ganske nærme det dimensjonerende kravet, er det mulig å ha to limtrebjelker på undersiden i stedet for en. Det vil redusere spennvidden og fører til mindre nedbøyning. *Figur 44* illustrerer et forskyvningskart for hulldekke for det eksisterende industribygget. Som figuren illustrerer vil den største nedbøyningen i de to ulike scenarioene fordele seg noe ulikt. Det er fordi hulldekke ikke har noe mer støtte enn en søyle på undersiden, og som illustrert i figuren får den største nedbøyning i et punkt i midten av den største spennvidden.



*Figur 44 - Forskyvningskart betong-hulldekke*



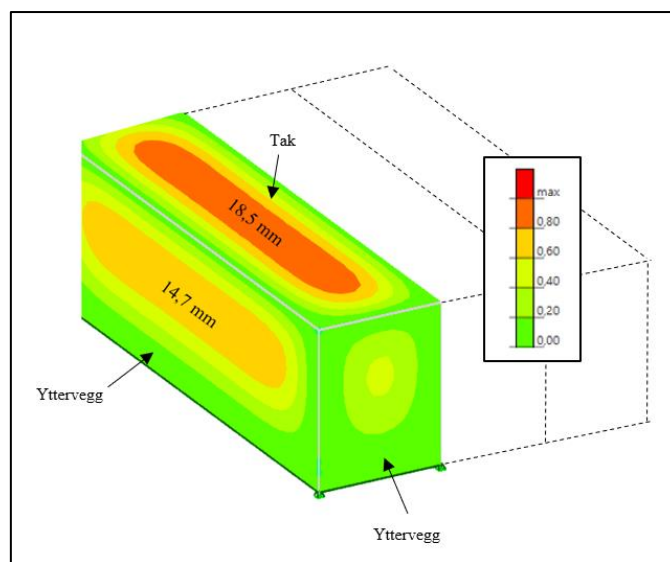
#### 4.1.5 Bærende vegger

Bærende massivtrevegger som i dette tilfelle vil ha stor styrke og stivhet både for laster som virker vertikalt i veggens plan og som avstivende skive for vindbelastning horisontalt. Ved dimensjonering av veggelementer i massivtre kan veggen ses på som en søyle med stor bredde [47]. *Tabell 26* oppsummerer verdiene tilknyttet dimensjoneringen av de bærende ytterveggene.

*Tabell 26 - Oppsummering resultater bærende vegger.*

Metode	Dimensjon	Kapasitet knekking	Utbøying	L/300
Focus K.	Massivtre 120mm	76 %	14,7 mm	30 mm

På bakgrunn av at det kun er bærende vegger i massivtrebygget og ikke i det eksisterende industribygget er det ingen sammenligningsgrunnlag mellom de to scenarioene. Derfor er kun kapasiteten i prosent og utbøyningen tatt med. Av erfaring fra tidligere prosjekter og verdiene i tabellen ovenfor tilfredsstillende massivtre-ytterveggene kravene i brudd- og bruksgrensetilstand, og kan defineres som tilfredsstillende i henhold til standarden. *Figur 45* illustrerer et forskyvningskart av et utsnitt av overgangen mellom yttervegg og takkonstruksjon, hentet fra Focus Konstruksjon.



*Figur 45 - Forskyvningskart utsnitt overgang mellom yttervegg og takkonstruksjon.*

#### 4.1.6 Takkonstruksjon

På samme måte som for de bærende veggene, så er det ikke noe sammenligningsgrunnlag på bakgrunn av at takkonstruksjonen ikke er tatt med i modelleringen av det eksisterende

industribygget. *Tabell 27* viser nedbøyningen av takkonstruksjonen. *Figur 45* på forrige side illustrerer, som sagt, et forskyvningskart av et utsnitt av overgangen mellom yttervegg og takkonstruksjon. Her er kun et spenn tatt med i illustrasjonen, og viser hvor den største nedbøyningen finner sted, midt i spennet.

*Tabell 27 - Nedbøyning takkonstruksjon.*

Metode	Dimensjon	Nedbøyning	L/300
Focus K.	Massivtre 240mm	18,5 mm	24 mm

Takkonstruksjonen er, som nevnt tidligere, tatt utgangspunkt i dimensjoneringstabeller som tar hensyn til spennvidde og påførte krefter [47]. På bakgrunn av dette skal egenskapene til materialet være tilstrekkelig i bruddgrensetilstanden for å ta opp de ulike kreftene. Dette fører til at det kun er nedbøyningen som må kontrolleres. Ifølge Focus konstruksjon blir nedbøyningen på taket 18,5 mm på det meste, og dette tilfredsstillende L/300. Det kan derfor konkluderes med at en takkonstruksjon på 240 mm massivtre er tilstrekkelig. Er det ønskelig å redusere nedbøyningen noe, er en mulighet å ha tverrgående bjelker på undersiden av massivretaket.

#### 4.1.7 Bæresystemet som helhet

Beregningene som er gjennomført i de foregående delkapitlene 4.1.1 til 4.1.6 tilsier at alle de bærende elementene i massivtrebygget er tilstrekkelige i henhold til standarden. På bakgrunn av dette og massivtre sine styrke- og stivhetsegenskaper er det ingen ting som tilsier at konstruksjonen ikke skal ha tilstrekkelig bæreevne. Det kan konkluderes med at konstruksjonen er tilstrekkelig sikker mot sammenbrudd, samtidig som den tilfredsstillende visse funksjonskrav knyttet til dens bruk og formål. Det er heller ingen ting i Focus Konstruksjon som tilsier at den bærende konstruksjonen ikke skal være tilstrekkelig vindavstivet. Hverken når det gjelder fordeling av vinden på ytterveggene, men også når det gjelder vindavstivningen av bygget som helhet.

Søylene og bjelkene tilknyttet bæresystemene til de to scenarioene har noe lav utnyttelse av sin totale kapasitet. Grunnen til dette er antagelser som er gjort tidligere, og med vindbelastninger inne i bygget ville kapasiteten blitt mer utnyttet. Massivtrebygget har noe større nedbøyninger enn det eksisterende industribygget. Dette har noe med de ulike materialenes egenskaper å gjøre, og på bakgrunn av at massivtrebygget er såpass godt innenfor standardens krav, ses dette på som tilfredsstillende. De to modellene kan likevel karakteriseres som ekvivalente systemer, som er viktig for en realistisk sammenligning ved livssyklusanalyser.

## 4.2 Hygrotermisk energisimulering og simulering av inneklima – WUFI Plus

Som nevnt i *introduksjon* til kapittel 3.3 *Hygrotermisk energisimulering og simulering av inneklima – WUFI Plus*, er det gjennomført dynamisk simulering av det eksisterende industribygget (scenario 1) og massivtrebygget (scenario 2), i WUFI Plus. Som nevnt i *introduksjon* til kapittel 3.3 *Hygrotermisk energisimulering og simulering av inneklima – WUFI Plus*, er simuleringen gjennomført ved benyttelse av «*interior climate conditions*». Dette innebærer at klimaforhold innendørs simuleres, ved bruk av det spesifiserte VVS-systemet. Ved presentasjon av resultater vil det hovedsakelig fokuseres på resultater tilknyttet energibehov til oppvarming og kjøling, behov tilknyttet befukting og avfukting og byggets termiske komfort og luftkvalitet. Videre vil det hovedsakelig fokuseres på sone 2 (butikk/kassekontor/tellerom/HC) og sone 4 (over/under mesanin), som er byggets to oppvarmede soner.

På bakgrunn av resultatene som forekommer ved aktuelle simuleringer, er det gjennomført en ekstra simulering av massivtrebygget. Dette er for å undersøke hvilke resultater som forekommer dersom man benytter luftmengder spesifisert i tabell B.1 – *Veiledende verdier for beregning av varmebehov og energibehov til ventilasjon*, i NS 3031:2014 «*Beregning av bygningers energiytelse. Metode og data*». Nå er det benyttet luftmengder spesifisert i tabell A.6 – *Minste tillatte luftmengder brukt ved kontrollberegning mot offentlige krav*, i den aktuelle standarden. Det er også benyttet naturlig ventilasjon på 0,5 luftutskiftninger per time, hele året, for sone 1 og sone 2. Nå er det antatt at det ikke forekommer noen form for naturlig ventilasjon i industribygget, for noen av de aktuelle sonene. Dette vil kommenteres spesifikt i kapittel 4.2.5 *Forhold mellom ventilasjonsmengde og hygroskopiske egenskaper*.

### 4.2.1 Generelle resultater

*Tabell 28* illustrerer en generell oppsummering av resultater tilknyttet de aktuelle simuleringene som er gjennomført i WUFI Plus, for de to gjeldene scenarioene, og for alle byggets soner. I tillegg illustrerer tabellen aktuelle differanser mellom de to scenarioene.

Tabell 28 - Generell oppsummering av simuleringer gjennomført i WUFI Plus.

<b>Generelle resultater</b>			
<b>Scenario</b>	<b>Scenario 1 - Eksisterende industribygg</b>	<b>Scenario 2 - Massivtrebygg</b>	<b>Differanse (Massivtrebygg - Eksisterende bygg)</b>
Energibehov oppvarming [kWh]	148712,3	146823,3	-1889
Energibehov kjøling [kWh]	2574,5	1782,8	-791,7
Befukting [kg]	27539,3	24284,6	-3254,7
Avfukting [kg]	918,3	622,9	-295,4
Minimumstemperatur [°C]	-6,4	-5,6	-
Maksimumstemperatur [°C]	26	26	-
Minimumsnivå Relativ Fuktighet [%]	25	25	-
Maksimumsnivå Relativ Fuktighet [%]	95,6	93,6	-

Spesifikke verdier tilknyttet energibehovet for oppvarming og kjøling, og byggets behov for befukting og avfukting vil kommenteres nærmere i kapittel 4.2.2 *Energibehov tilknyttet oppvarming og kjøling*, og kapittel 4.2.3 *Energibehov tilknyttet befukting og avfukting*. Generelt sett forekommer det et mindre energiforbruk til oppvarming og kjøling, i tillegg til at behovet tilknyttet befukting og avfukting er mindre for massivtrebygget. Temperaturer og verdier tilknyttet relativ fuktighet er som forventet. På bakgrunn av at sone 1 (byggevarer/trelast/betjening/proff) og sone 3 (ventilasjon/EL/SPR), er uoppvarmede soner, forekommer det verdier utenfor krav spesifisert i kapittel 3.3.5 *Interne laster, designbetingelser og ventilasjon/infiltrasjon*.

Tabell 29, på neste side, illustrerer generelle resultater spesifikt for sone 2. Tabell 30 illustrerer generelle resultater spesifikt for sone 4. Maksimumstemperaturen er på 26°C, og minimumstemperaturen er på 19°C, og maksimumsnivå for relativ fuktighet er på 60%, og minimumsnivået er på 25%, for begge soner og scenarioer. De aktuelle temperaturene og verdiene tilknyttet relativ fuktighet er dermed innenfor kravet spesifisert i kapittel 3.3.5 *Interne laster, designbetingelser og ventilasjon/infiltrasjon*. Dette innebærer at VVS-systemet ved simulering er dimensjonert med tilstrekkelig kapasitet.

Tabell 29 - Oppsummering generelle resultater, spesifikt for sone 2.

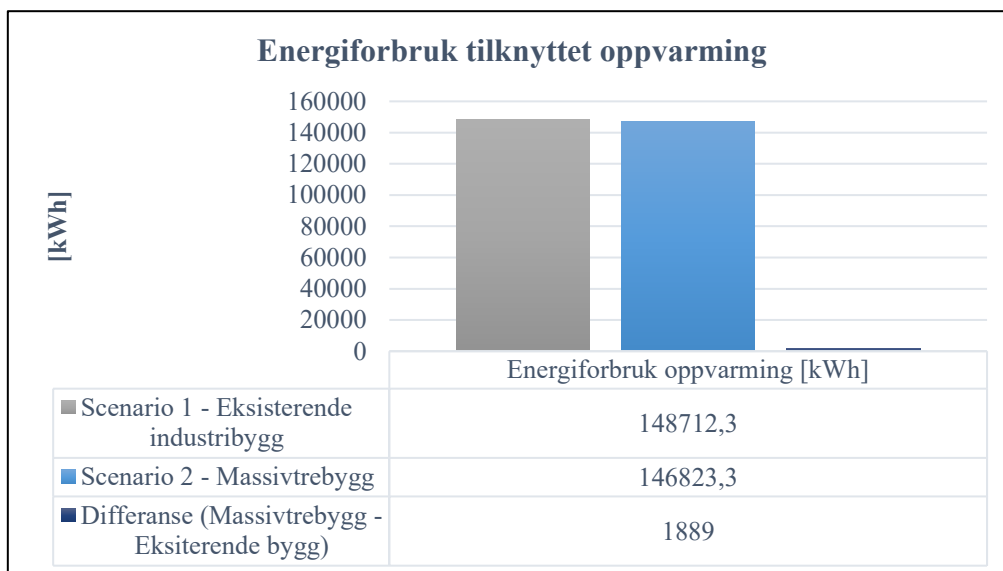
<b>Generelle resultater sone 2</b>			
Scenario	Scenario 1 - <i>Eksisterende industribygg</i>	Scenario 2 - <i>Massivtrebygg</i>	Differanse <i>(Massivtrebygg - Eksisterende bygg)</i>
Effektbehov oppvarming [kWh]	107464,1	108799,5	1335,4
Effektbehov kjøling [kWh]	2259,3	1535	-724,3
Befukting [kg]	21206,9	21321,8	114,9
Avfukting [kg]	796,9	622,9	-174
Minimumstemperatur [°C]	19	19	-
Maksimumstemperatur [°C]	26	26	-
Minimumsnivå Relativ Fuktighet [%]	25	25	-
Maksimumsnivå Relativ Fuktighet [%]	60	60	-

Tabell 30 - Oppsummering generelle resultater, spesifikt for sone 4.

<b>Generelle resultater sone 4</b>			
Scenario	Scenario 1 - <i>Eksisterende industribygg</i>	Scenario 2 - <i>Massivtrebygg</i>	Differanse <i>(Massivtrebygg - Eksisterende bygg)</i>
Effektbehov oppvarming [kWh]	41248,3	38023,8	-3224,5
Effektbehov kjøling [kWh]	315,2	247,7	-67,5
Befukting [kg]	6332,4	2962,9	-3369,5
Avfukting [kg]	121,3	0	-121,3
Minimumstemperatur [°C]	19	19	-
Maksimumstemperatur [°C]	26	26	-
Maksimumsnivå Relativ Fuktighet [%]	25	25	-
Maksimumsnivå Relativ Fuktighet [%]	60	60	-

#### 4.2.2 Energiforbruk tilknyttet oppvarming og kjøling

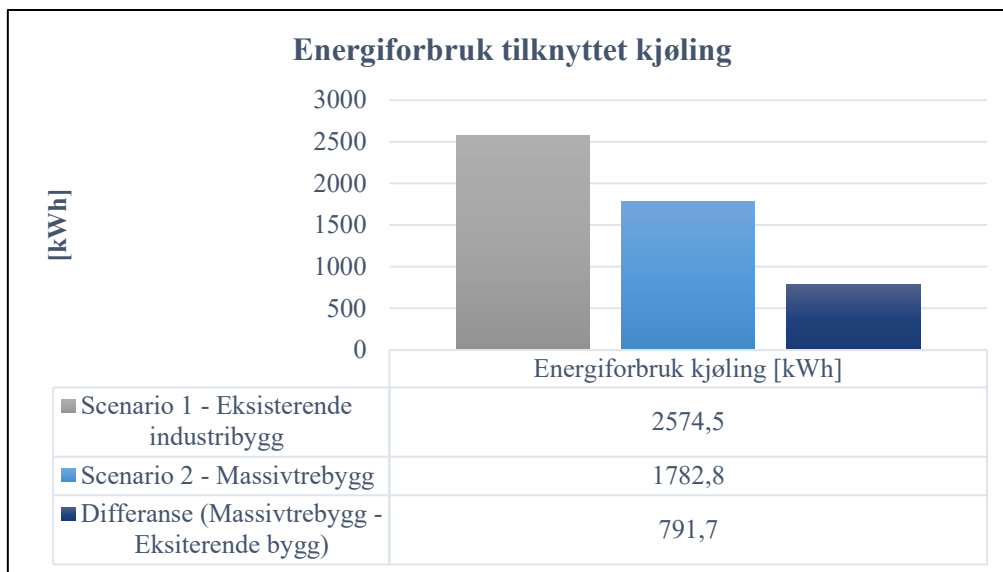
*Figur 46* illustrerer energiforbruket og differansen tilknyttet oppvarming for det eksisterende industribygget (scenario 1) og for massivtrebygget (scenario 2). Det forekommer en differanse på 1889 kWh, mellom det eksisterende industribygget og massivtrebygget. Dette innebærer en differanse på 1,3%. Det er benyttet lik U-verdi for aktuelle bygningskomponenter ved simulering i WUFI Plus, og bakgrunn av dette kan de to scenarioene vurderes som ekvivalente systemer. Videre er det derfor ikke forventet at det vil forekomme en stor forskjell ved energiforbruket tilknyttet oppvarming for det eksisterende industribygget og massivtrebygget. Forskjellen er hovedsakelig på bakgrunn av den latente varmen som frigjøres og absorberes, ved kondensering av vanddamp i treverkets hygroskopiske strukturer



*Figur 46 - Energiforbruk til oppvarming, eksisterende industribygg og massivtrebygg.*

*Figur 47*, på neste side, illustrerer energiforbruk tilknyttet kjøling for det eksisterende industribygget og bygget bestående av massivtreelementer. I tillegg illustrerer tabellen differansen mellom de to scenarioene, som er på 791,7 kWh. Dette innebærer at energiforbruket tilknyttet kjøling er omtrent 30,8% lavere for bygget bestående av massivtreelementer.

Byggets oppvarmede BRA er på 1244,16 m<sup>2</sup> (hentet fra modell i WUFI Plus). Sone 2 er kategorisert som et forretningsbygg, og sone 4 er kategorisert som et kontorbygg. I den byggtekniske forskriften (TEK17) – Kapittel 14, er energirammen for ett forretningsbygg på 180 kWh/m<sup>2</sup> oppvarmet BRA per år, og for et kontorbygg er energirammen på 115 kWh/m<sup>2</sup> oppvarmet BRA per år [50].



Figur 47 - Energiforbruk til kjøling, eksisterende industribygg og massivtrebygg..

I kapittel 3.4.2 *Energiforbruk og transport*, ble det beregnet årlig energibehov tilknyttet belysning, utstyr og varmtvann, ved benyttelse av tabell A.1 – *Netto effekt- og energibehov – standardverdier for gjennomsnittlig effektbehov i driftstiden og årlig energibehov for belysning, utstyr og varmtvann*, spesifisert i NS3031:2014. Spesifikt forekommer det et totalt energibehov på 86469,13 kWh/år, for sone 2 og sone 4. Ved beregning av totalt netto energibehov er det foretatt en forenkling ved at energibehovet tilknyttet belysning, utstyr og varmtvann, for sone 1 og sone 3, ikke er tatt med i beregningen. *Tabell 31*, på neste side, illustrerer totalt netto energibehov for det eksisterende industribygget og massivtrebygget, som er på 193,10 kWh/m<sup>2</sup> oppvarmet BRA per år, og 188,96 kWh/m<sup>2</sup> oppvarmet BRA. Dette innebærer at både det eksisterende industribygget og bygget bestående av massivtrelementer har et totalt netto energibehov, som er litt høyere enn aktuelle energirammer spesifisert i den byggtekniske forskriften (TEK17).

Ved simulering består sone 2 av et vindusareal på 179 m<sup>2</sup> (hentet fra modell i WUFI Plus), og sone 4 består av et vindusareal på 88 m<sup>2</sup> (hentet fra modell i WUFI Plus). Det er benyttet en U-verdi på 0,8 W/m<sup>2</sup>K, og når spesielt sone 2 består av et såpass høyt vindusareal, blir det totale energibehovet høyere. *Tabell B.3 – Veiledende verdier for bygningers lekkasjetall ved 50 Pa, n<sub>50</sub>*, i NS3031:2014, angir minstekravet for bygningers lekkasjetall. Ved simulering er det som nevnt i kapittel 3.3.5 *Interne laster, designbetingelser og ventilasjon/infiltrasjon*, benyttet 1,5 l/h for byggets lekkasjetall. Det hadde også vært mulig å redusere det totale energibehovet ved å benytte et lekkasjetall på 0,6 l/h, som spesifiseres som passivhus-standard i den aktuelle standarden.

Tabell 31 - Totalt netto energibehov, eksisterende industribygg og massivtrebygg.

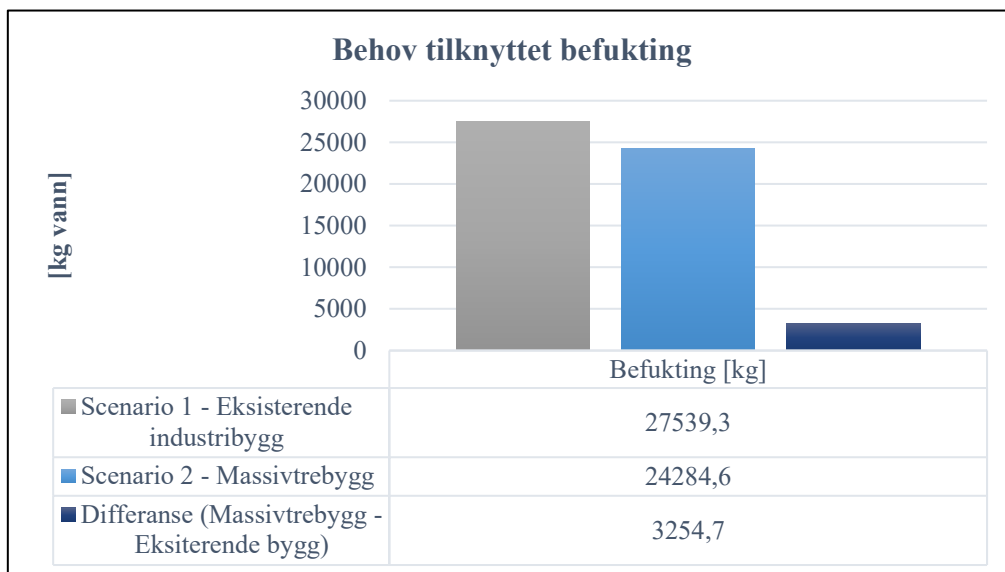
<b>Totalt netto energibehov</b>		
<b>Energibehov/ Fordeling</b>	<b>Scenario 1 - Eksisterende industribygg</b>	<b>Scenario 2 - Massivtrebygg</b>
Energibehov Oppvarming/kjøling/ latent varme [kWh/år]	153753,1	148606,1
Energibehov Belysning, utstyr og varmtvann [kWh/år]	86496,12	86496,12
Sum [kWh/år]	240249,22	235102,22
Totalt oppvarmet BRA [m <sup>2</sup> ]	1244,16	1244,16
Totalt netto energiebehov [kWh/m <sup>2</sup> opv, BRA år]	193,10	188,96

#### 4.2.3 Behov tilknyttet befukting og avfukting

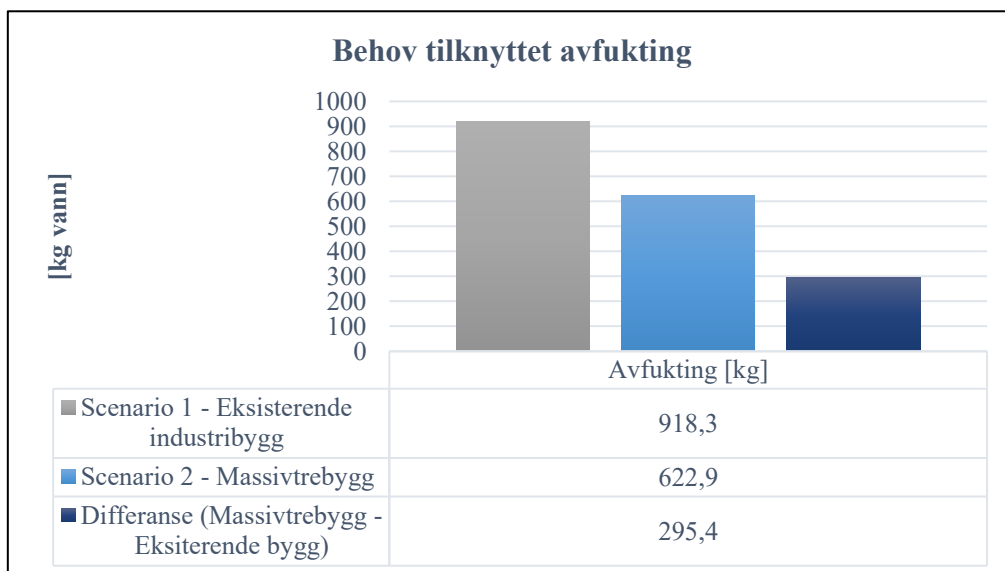
*Figur 48*, på neste side, illustrerer antall kg vann som benyttes ved befukting for det eksisterende industribygget og massivtrebygget. *Figur 49* illustrerer behovet tilknyttet avfukting for det eksisterende industribygget og massivtrebygget. I tillegg illustreres differansen mellom de aktuelle simuleringene.

Differansen for befukting er på 3254,7 kg vann, og differansen for avfukting er på 295,4 kg vann. I det eksisterende industribygget består det innvendige sjiktet for yttertak, skillevegg (mellom sone 1 og sone 2) og yttervegger av stål, som ikke er regnet som et hygroskopisk materiale. I tillegg består de innvendige veggene av gips, og etasjeskilleren består av betong, for det eksisterende industribygget. Som nevnt i kapittel 2.1 *Massivtre som bygningsmateriale*, er MBV-verdien til treverk dobbelt så høy som gips, og omtrent tre ganger så høy som betong. Dette kan videre føre til et redusert energiforbruk til oppvarming, på bakgrunn av den latente varmeutvekslingen som forekommer ved kondensering av vanndamp i treverkets hygroskopiske strukturer.





Figur 48 - Kg vann for befukting, eksisterende industribygg og massivtrebygg.



Figur 49 - Kg vann for avfukting, eksisterende industribygg og massivtrebygg.

### Beregning av latent varme ved absorpsjon

For å vurdere den totale energibesparelsen som forekommer på bakgrunn av det reduserte behovet tilknyttet befukting og avfukting for massivtrebygget, beregnes latent varme ved absorpsjon. Den latente varmen som frigjøres og absorberes ved kondensering av vanndampen i treverkets hygroskopiske strukturer, kan beregnes ved benyttelse av følgende formel [60]:

$$H = \frac{S \cdot \rho_m \cdot d_m \cdot \Delta EMC \cdot H_v}{t} \quad (24)$$

Verdier tilknyttet endring av fuktighetsinnhold i treverket, og verdier tilknyttet fuktens penetrasjonsdybde, er vanskelig å beregne i WUFI Plus. I tillegg forekommer det unøyaktigheter ved vurdering av hvert enkelt bygningselement. På bakgrunn av dette vil den latente varmen beregnes ved benyttelse av differansen som forekommer tilknyttet det totale behovet for befukting og avfukting, for de aktuelle scenarioene. Spesifikt forekommer det en differanse på 3550,1 kg vann for det eksisterende industribygget og massivtrebygget. Den latente varmen som frigjøres og absorberes ved kondensering av vanddampen i treverkets hygroskopiske strukturer, beregnes derfor på følgende måte:

$$H = 3550,1 \text{ kg vann} \cdot 2501 \text{ kJ/kg} = 8878800,1 \text{ kJ} = 2466,3 \text{ kWh}$$

Resultatene viser at på bakgrunn av latent varme i treverkets hygroskopiske strukturer, er det mulig å oppnå en total energibesparelse på totalt 2466,3 kWh. Videre forekommer det en total energibesparelse for bygget bestående av massivtreelementer på totalt 5147 kWh, dersom man regner med energibehovet tilknyttet oppvarming og kjøling. Dette innebærer en prosentvis energibesparelse på omtrent 3,3%.

Resultatene viser dermed at det er mulig å oppnå en energibesparelse ved benyttelse av massivtreelementer, når materialene har tilsvarende U-verdier som det eksisterende industribygget, og når bygget er dimensjonert etter minste tillatte luftmengder brukt ved kontrollberegning mot offentlige krav, spesifisert i NS 3031:2014. Det er også viktig å presisere at flere bygningselementer i tre som bygget egentlig består av, ikke er med i simuleringen i WUFI Plus. Dette er på bakgrunn av at det benyttes en forenklet modell av byggets geometriske struktur i dataprogrammet SketchUp ved simulering. Total mengde tre som er tatt med i beregningen er 89,1% av den totale mengden tre som bygget består av i virkeligheten. Dette er på bakgrunn av at limtresøyler og -bjelker, som består av de resterende 10,9%, ikke er tatt med i simuleringen. Dette innebærer at massivtrebyggets reduserte behov tilknyttet oppvarming, kjøling befukting og avfukting, ville vært enda bedre i praksis.

#### 4.2.4 Termisk komfort og luftkvalitet

*Figur 50*, på neste side, illustrerer termisk komfort og luftkvalitet for sone 2 (byggevarer/trelast/betjening/proff) og sone 4 (ventilasjon/EL/SPR), for simulering av det eksisterende industribygget og massivtrebygget. Figurene er hentet direkte fra WUFI Plus, og utført i henhold til NS-EN 15251:2007+NA:2014.

Termisk komfort og luftkvalitet			
Sone 2			
Scenario 1 - Eksisterende industribygg			
<b>Case 1/Zone 2: Quality of indoor environment in % of time in four categories (prEN 15251:2006)</b>			
Percentage	6	54	40
Thermal environment	II	III	IV
Percentage	100		
Indoor air quality	I		
Scenario 2 - Massivtrebygg			
<b>Case 1/Zone 2: Quality of indoor environment in % of time in four categories (prEN 15251:2006)</b>			
Percentage	5	57	36
Thermal environment	II	III	IV
Percentage	100		
Indoor air quality	I		
Sone 4			
Scenario 1 - Eksisterende industribygg			
<b>Case 1/Zone 4: Quality of indoor environment in % of time in four categories (prEN 15251:2006)</b>			
Percentage	6	59	34
Thermal environment	II	III	IV
Percentage	100		
Indoor air quality	I		
Scenario 2 - Massivtrebygg			
<b>Case 1/Zone 4: Quality of indoor environment in % of time in four categories (prEN 15251:2006)</b>			
Percentage	6	60	34
Thermal environment	II	III	IV
Percentage	100		
Indoor air quality	I		

Figur 50 - Inneklima for oppv. soner, eksisterende industribygg og massivtrebygg.

Tabell 1 – *Beskrivelse av anvendelsesmuligheter for kategoriene som brukes, i NS-EN 15251:2007+NA:2014, definerer de fire ulike kategoriene som benyttes ved beskrivelse av byggets inneklima. Inneklimaet i bygg hvor det forventes at sårbare personer med spesielle behov oppholder seg, bør være innenfor kategori I. Kategori II beskriver det normale forventningsnivået, og bør benyttes ved nye og rehabiliterte bygg. Som figur 50 illustrerer, er*

inn klimaet i det eksisterende industribygget og massivtrebygget stort sett innenfor kategori III, for aktuelle soner. Dette er akseptabelt, og kan benyttes i eksisterende bygninger. Kategori IV beskriver verdier utenfor kriterier for øvrige verdier, og bør bare godtas ved en begrenset tid av året [52].

Sett i sammenheng med byggets åpningstider, er bygget utenfor driftstid 47,9% av tiden i ukedager. I helger er bygget utenfor driftstid 71% av tiden lørdag, og 100% av tiden søndag, på bakgrunn av at bygget er stengt. I kapittel 3.3.5 *Interne laster, designbetingelser og ventilasjon/infiltrasjon*, spesifiseres det at bygget skal ha en minimal innendørstemperatur på 19°C, og en maksimal innendørstemperatur på 26°C, utenfor driftstid. Dette er hovedsakelig årsaken til at bygget er innenfor kategori III, og kategori IV, den største andelen av tiden.

Ellers viser *figur 50* at byggets termiske komfort og luftkvalitet er litt bedre for bygget bestående av massivtreelementer, for begge de aktuelle sonene. Generelt sett viser dette at dette at det er mulig å oppnå litt bedre inn klima i bygget bestående av massivtreelementer, selv når det totale energibehovet er 3.3% lavere, og når bygget er dimensjonert etter minste tillatte luftmengder brukt ved kontrollberegning mot offentlige krav, spesifisert i NS 3031:2014.

#### 4.2.5 Forhold mellom ventilasjonsmengde og hygroskopiske egenskaper

Som nevnt i introduksjon til kapittel 4.2 *Hygrotermisk energisimulering og simulering av inn klima – WUFI Plus*, er det gjennomført en ny simulering av massivtrebygget (scenario 2). Dette er for å undersøke hvilke resultater som forekommer dersom det benyttes luftmengder spesifisert i tabell B.1 – *Veiledende verdier for beregning av varmebehov og energibehov til ventilasjon*, i NS 3031:2014 «*Beregning av bygningers energiytelse. Metode og data*». Det er interessant å undersøke hvordan en øking i luftmengder påvirker spesielt treverkets hygrotermiske egenskaper.

*Tabell 32*, på neste side, illustrerer en generell oppsummering av simuleringen gjennomført i WUFI Plus, ved en øking av luftmengder til aktuelle soner. Som tabellen illustrerer økes energibehovet tilknyttet oppvarming med 228483,9 kWh. Dette er en prosentvis økning på hele 60,8%. Dette innebærer at dersom man dimensjonerer bygg tabell B.1 – *Veiledende verdier for beregning av varmebehov og energibehov til ventilasjon*, som ofte benyttes i praksis, kan man oppnå et mye høyere energibehov tilknyttet oppvarming for å opprettholde tilfredsstillende

inn klima. Tabellen illustrerer også at behovet for befukning øker med 37618,6 kg vann, som også innebærer en prosentvis økning med 60,8%.

Den prosentvise energibesparelsen mellom det eksisterende industribygget og massivtrebygget, ved dimensjonering etter tabell B.1, var bare på 0,4%. Som nevnt i kapittel 4.2.3 *Behov tilknyttet befukning og avfukning*, forekommer det nå en prosentvis energibesparelse på omtrent 3,3%. Det innebærer at dimensjonering ved benyttelse av tabell B.1, kan reduserer treverkets hygroskopiske egenskaper med 2,9%.

Tabell 32 - Oppsummering simulering ved bruk av spesifiserte luftmengder.

<b>Generelle resultater</b>			
<b>Scenario</b>	<b>Tabell B.1</b>	<b>Tabell A.6</b>	<b>Differanse (Tabell A.6 - Tabell B.1)</b>
Energibehov oppvarming [kWh]	375307,2	146823,3	-228483,9
Energibehov kjøling [kWh]	245,2	1782,8	1537,6
Befukning [kg]	61903,2	24284,6	-37618,6
Avfukning [kg]	6957,8	622,9	-6334,9
Minimumstemperatur [°C]	-10,1	-5,6	-
Maksimumstemperatur [°C]	26	26	-
Minimumsnivå Relativ Fuktighet [%]	25	25	-
Maksimumsnivå Relativ Fuktighet [%]	100	93,6	-

Dette forekommer på bakgrunn av at luftmengdene i den aktuelle standarden er spesifisert ut i fra konsentrasjon av ekv. CO<sub>2</sub> i det aktuelle rommet, og ikke tar hensyn til fuktig luft. På bakgrunn av dette dimensjoneres bygget med svært høye luftmengder. Dersom standarden hadde tatt hensyn til fuktig luft, i tillegg til konsentrasjon av ekv. CO<sub>2</sub>, ville mest sannsynlig differansen mellom det totale energibehovet og behovet tilknyttet befukning for de to tilfellene vært lavere. I stedet ødelegger de høye luftmengdene for treverkets hygroskopiske egenskaper, og det forekommer et generelt sett høyere energibehov for bygget dimensjonert etter tabell B.1.

*Figur 51* illustrerer termisk komfort og luftkvalitet for sone 2, ved benyttelse av luftmengder spesifisert i tabell B.1 og for tabell A.6. Som tabellen viser, er det omtrent tilsvarende termisk komfort og luftkvalitet for de to tilfellene. Dette innebærer at ved reduserte luftmengder er det mulig å oppnå et tilsvarende inneklimate som ved høyere luftmengder, og et totalt sett lavere energibehov i bygget.

Termisk komfort og luftkvalitet			
Sone 2			
Tabell B.1			
<b>Case 1/Zone 2: Quality of indoor environment in % of time in four categories (prEN 15251:2006)</b>			
Percentage	6	58	35
Thermal environment	II	III	IV
Percentage	100		
Indoor air quality	I		
Tabell A.6			
<b>Case 1/Zone 2: Quality of indoor environment in % of time in four categories (prEN 15251:2006)</b>			
Percentage	5	57	36
Thermal environment	II	III	IV
Percentage	100		
Indoor air quality	I		

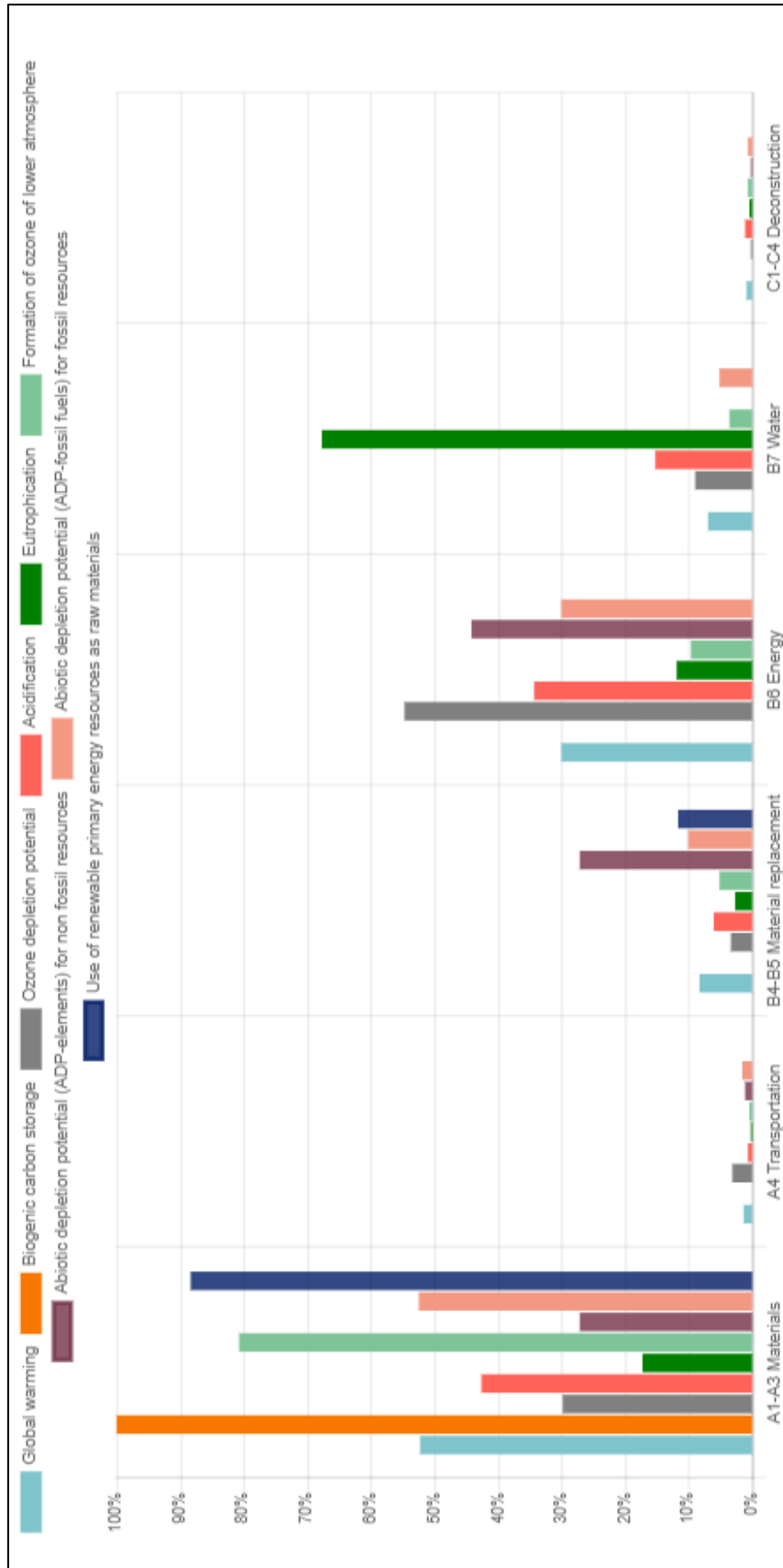
*Figur 51 - Termisk komfort og luftkvalitet for sone 2, ved høyere luftmengder.*

### 4.3 Livssyklusanalyse (LCA) – OneClickLCA

Som nevnt i *introduksjon* til kapittel 3.4 *Livssyklusanalyse (LCA) - OneClickLCA*, er det gjennomført livssyklusanalyser av det eksisterende industribygget (scenario 1) og massivtrebygget (scenario 2), ved benyttelse av simuleringsverktøyet OneClickLCA. Ved presentasjon av vil det fokuseres på resultater tilknyttet utslipp av ekv. CO<sub>2</sub>, lagring av karbon og resultater tilknyttet primære energiresurser. Videre er det relevant å undersøke differansen som foreligger mellom det eksisterende industribygget og massivtrebygget, og for de aktuelle fasene av livssyklusen. Som nevnt i kapittel 3.4.2 *Energiforbruk og transport*, er det foretatt to simuleringer av massivtrebygget, for å vurdere spesifikt hvordan transport av materialer påvirker byggets totale miljøpåvirkning. Dette vil oppsummeres tilslutt. Simuleringsverktøyet OneClickLCA definerer utslipp av ekv. CO<sub>2</sub> som global oppvarming, og på bakgrunn av dette vil det gjøres på samme måte ved presentasjon av aktuelle resultater.

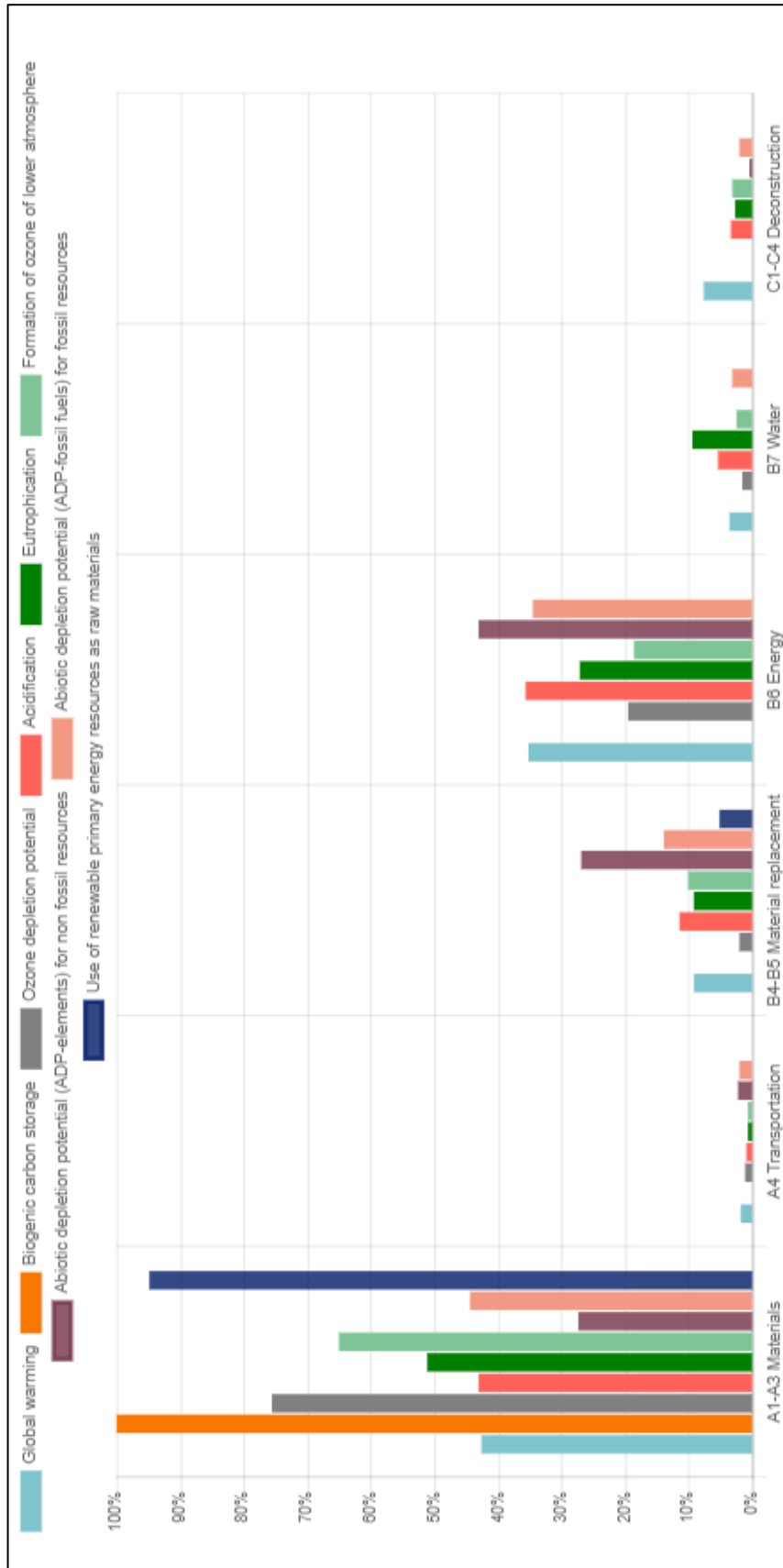
#### Generelle resultater

Simuleringsverktøyet OneClickLCA presenterer ulike miljøpåvirkninger tilknyttet de ulike fasene av byggets livssyklus. *Figur 52*, på neste side, illustrerer den prosentvis totale miljøpåvirkningen, for de ulike fasene, tilknyttet det eksisterende industribygget, og *figur 53*, på neste side, illustrerer tilsvarende for massivtrebygg. Som nevnt tidligere, vil det hovedsakelig fokuseres på resultater for global oppvarming, lagring av karbon, primære energikilder og miljøbelastning ved transport. *Figur 52* og *figur 53* benyttes for å illustrere den totale forskjellen mellom de to scenarioene, og en generell oppsummering av den gjennomførte simuleringen.



Figur 52 - Total prosentvis miljøpåvirkning for eksisterende industribygg.

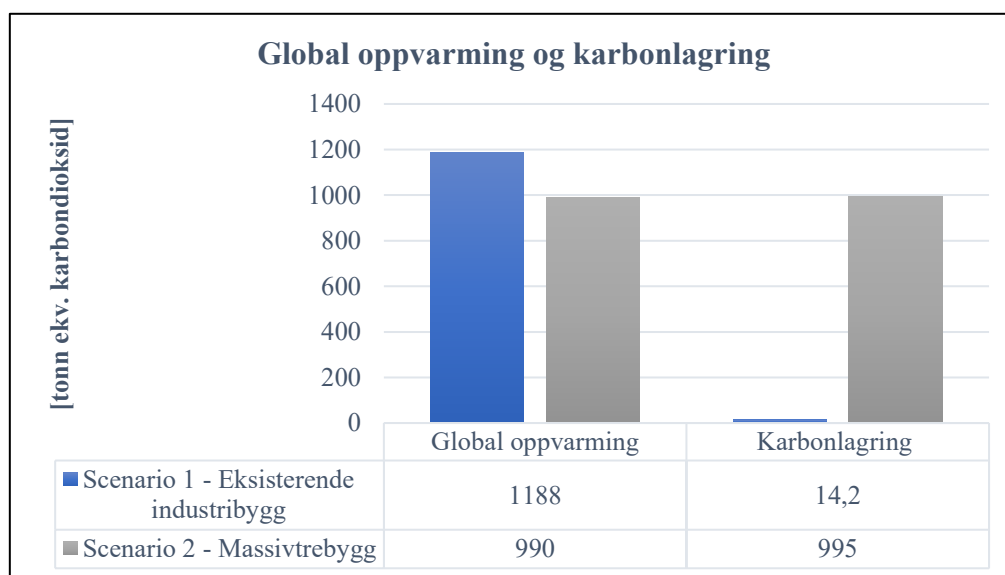




Figur 53 - Total prosentvis miljøpåvirkning for massivtrebygg.

Resultater tilknyttet global oppvarming og lagring av biogent karbon

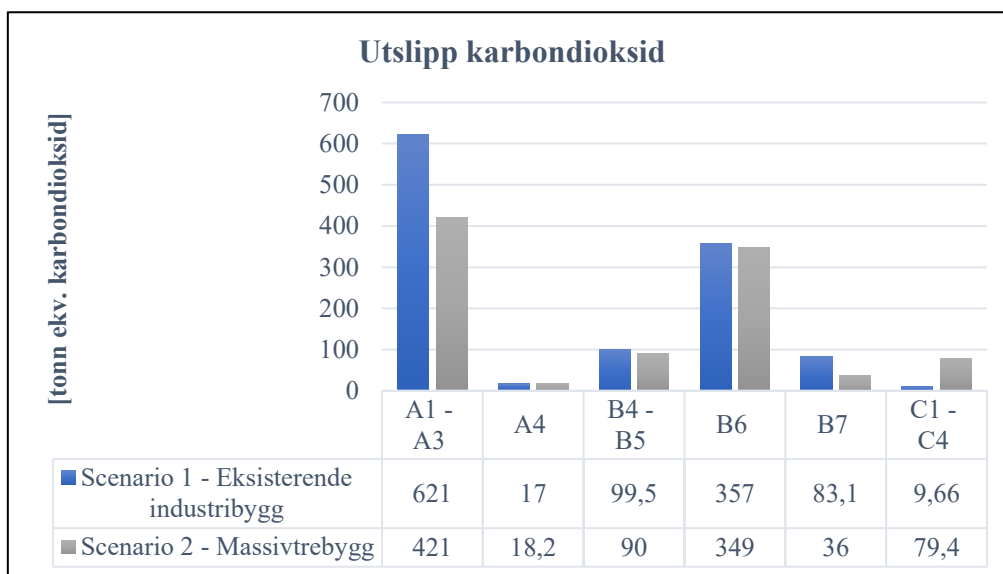
Figur 54 illustrerer resultater tilknyttet global oppvarming og lagring av biogent karbon, for aktuelle faser, gjeldene det eksisterende industribygget og massivtrebygget. Som tabellen illustrerer er utslippet av ekv. CO<sub>2</sub> størst for det eksisterende industribygget, og lagring av biogent karbon er klart størst for massivtrebygget. Utslipet tilknyttet det eksisterende industribygget er på 1188 tonn. ekv CO<sub>2</sub>, og utslippet tilknyttet massivtrebygget er på 990 tonn ekv. CO<sub>2</sub>. Det forekommer altså en differanse på 198 tonn. ekv CO<sub>2</sub>, og utslippet tilknyttet det eksisterende industribygget er 16,7% høyere enn for massivtrebygget. Dette innebærer at det totale utslippet av ekv. CO<sub>2</sub> reduseres dersom man benytter massivtreelementer som byggemateriale, til fordel for stål og betong. I tillegg vil et økt forbruk av treverk redusere det totale utslippet av klimagasser til atmosfæren over tid, på bakgrunn av at ekv. CO<sub>2</sub> omdannes til biomasse gjennom fotosyntesen ved karbonbinding, som nevnt i kapittel 2.1 *Massivtre som byggemateriale*. Benyttelse av treverk som byggemateriale vil dermed bidra til et redusert innhold av ekv. CO<sub>2</sub> i atmosfæren, både ved substitusjon av mindre klimavennlige materialer, og ved karbonlagring. Videre er det viktig å presisere at når treet dør og råtner vil det meste av karbonet returnere til atmosfæren i form av CO<sub>2</sub>, derfor er det viktig å utnytte hogstmodne trær til produksjon [5].



Figur 54 – Global oppvarming og karbonlagring for begge scenarioer.

Figur 55, på neste side, illustrerer totalt utslipp av ekv. CO<sub>2</sub> for alle de ulike fasene av byggets livsløp, for det eksisterende industribygget og for massivtrebygget. Som nevnt i kapittel 3.4 *Livssyklusanalyse (LCA) – OneClickLCA*, gjelder fase A1 – A3 produktstadiet av byggets

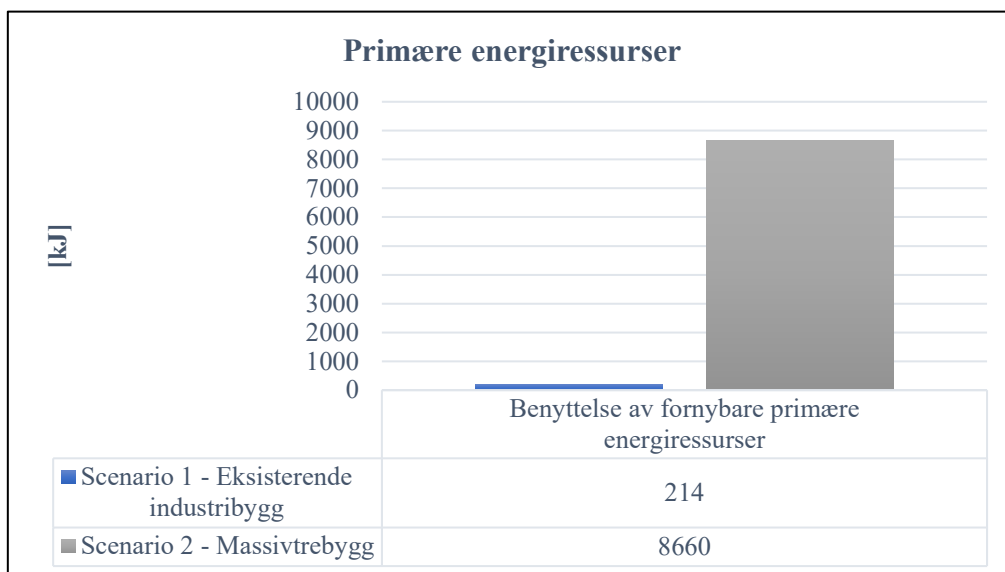
livssyklus. Spesifikt innebærer dette råvarer, transport og produksjon tilknyttet materialer som benyttes i bygget. Som figurene illustrerer er prosent andel utslipp av ekv. CO<sub>2</sub> i denne fasen, i forhold til byggets totale utslipp, nøyaktig 200 tonn lavere for bygget bestående av massivtreelementer. Dette betyr at det totale utslippet av ekv. CO<sub>2</sub> reduseres med omtrent 32,2 % for fase A1 – A3, dersom man benytter massivtreelementer til fordel for stål og betong.



Figur 55 - Utslipp av ekv. CO<sub>2</sub>, aktuelle faser, for begge scenarier.

### Resultater tilknyttet primære energiresurser

Figur 56, på neste side, illustrerer den totale benyttelsen av fornybare primære energikilder som råvarer for det eksisterende industribygget, og for massivtrebygget. Primærenergi benyttes som en fellesbetegnelse på de ulike energiformene slik de forefinnes i naturen, før en eventuell form for energiomforming [61]. Det medfører en form for energitap ved omdanning av primærenergi til sekundærenergi, og blant annet på bakgrunn av dette er det viktig å utnytte de primære energikildene maksimalt. Som figur 56 illustrer, er benyttelsen av fornybare primære energiresurser som råvarer betydelig høyere for massivtrebygget. Dette er på bakgrunn av at treverk kan benyttes som energiresurs i den form som den forefinnes i naturen, i motsetning til stål og betong som krever omdanning før det kan utnyttes som byggemateriale. De spesifikke resultatene fra simuleringen i OneClickLCA viser at 30% av primærressursene forekommer fra utvendige vegger og fasade, og at 64% at primærressursene forekommer fra bjelker, gulv og tak, som innebærer bygningselementer bestående av massivtreelementer.

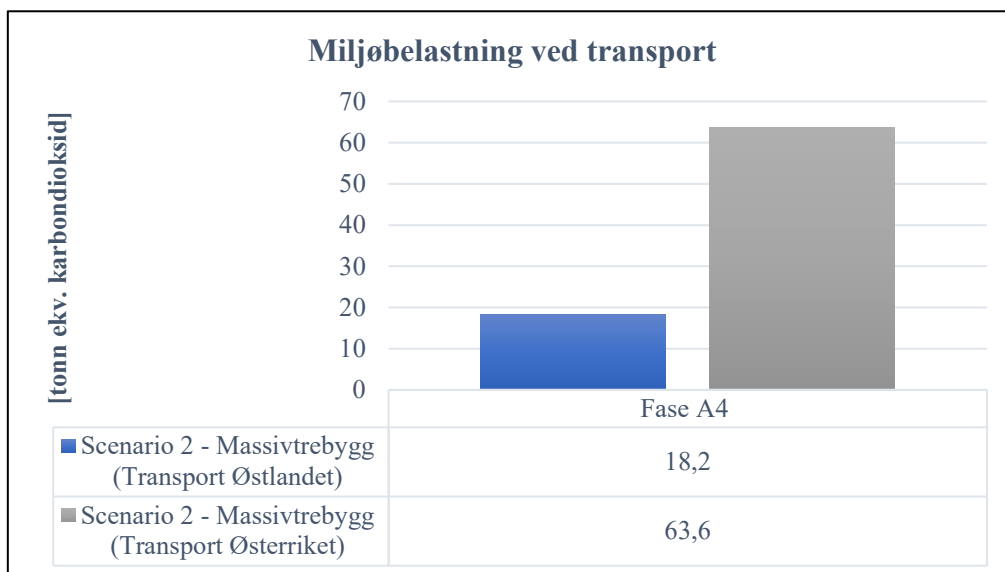


Figur 56 – Primære energiresurser for eksisterende industribygg og massivtrebygget.

### Miljøbelastning ved transport

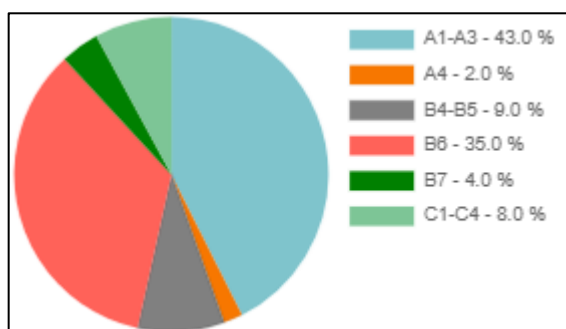
Som nevnt tidligere er det foretatt to simuleringer av massivtrebygget, for å vurdere spesifikt hvordan transport av materialer vil påvirke den totale miljøbelastningen til bygget. Hovedsakelig vil fase A4 (transport til byggeplass) av byggets totale livssyklus undersøkes. Som nevnt i kapittel 3.4.2 *Energiforbruk og transport* er det antatt at stålkomponenter er produsert på Østlandet ved en avstand på 100km, og at massivtre og limtrebjelker er produsert av Splitkon AS, ved en avstand på 100km. Resultater tilknyttet aktuelle spesifikasjoner for utslipp av ekv. CO<sub>2</sub>, er illustrert i figur 58, under fase A4. For det eksisterende industribygget er det totale utslippet 17 tonn, og for massivtrebygget er det totale utslippet 18,2 tonn. Dette innebærer at det totale utslippet av ekv. CO<sub>2</sub>, tilknyttet denne fasen av byggets livssyklus, er betydelig mindre enn for fase A1 – A3 (produktstadiet).

Figur 57, på neste side, illustrerer det totale utslippet av ekv. CO<sub>2</sub> tilknyttet fase A4, når det er antatt at massivtre er produsert i Østerrike, ved en avstand på 1800km, og at felles komponenter er produsert ved en avstand på 200km. Det forekommer en differanse på 45,4 tonn ekv. CO<sub>2</sub> mellom de to scenarioene. Dette innebærer en prosentvis endring på 71,5% for fase A4, men kun en økning på 4,6% for det totale utslippet.

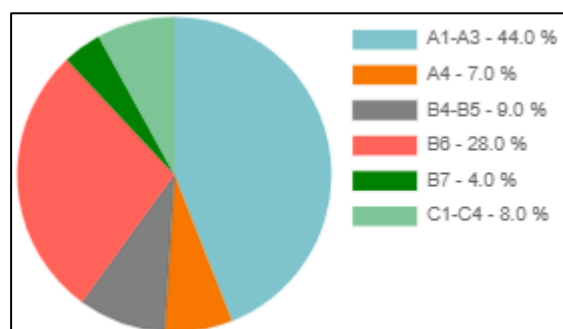


Figur 57 - Utslipp ekv. CO<sub>2</sub> tilknyttet transport av materialer for massivtrebygget.

Figur 58 illustrerer prosent utslipp av ekv. CO<sub>2</sub> tilknyttet aktuelle faser av byggets totale livssyklus, når massivtreelementene er produsert av Splitkon AS, og figur 59 illustrerer prosent utslipp av ekv. CO<sub>2</sub> tilknyttet aktuelle faser av byggets totale livssyklus, når massivtreelementene er produsert i Østerrike. Differansen mellom de to tilfellene er spesifikt for fase A4 er 5%, og som figurene illustrerer er det fortsatt fase A1-A3 (produktstadiet), og fase B6 (energibruk i drift), som resulterer i høyest utslipp av ekv. CO<sub>2</sub>.



Figur 58 - Prosent utslipp ekv. CO<sub>2</sub>, for materialer produsert av Splitkon AS.

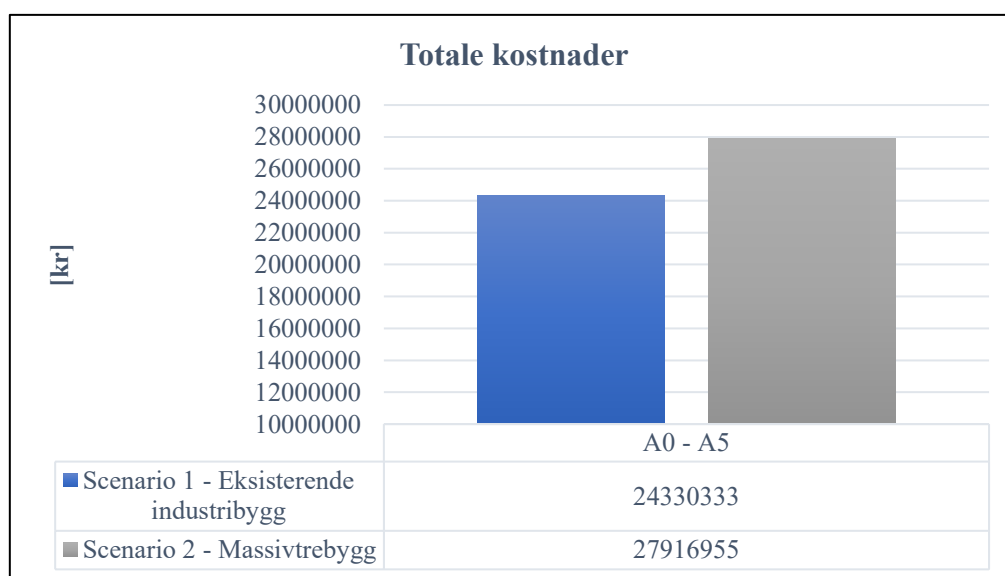


Figur 59 - Prosent utslipp ekv. CO<sub>2</sub>, for materialer produsert i Østerrike.

#### 4.4 Livssyklus kostnad (LCC) – OneClickLCA

Som nevnt i *introduksjon* til kapittel 3.5 *Livssyklus kostnad (LCC) – OneClickLCA*, er det gjennomført analyse av livssyklus kostnader for det eksisterende industribygget (scenario 1) og massivtrebygget (scenario 2). Det er benyttet simuleringsverktøyet OneClickLCA. Ved presentasjon av resultater vil det kun fokuseres på byggets totale kostnader tilknyttet fase A0 – A5 (konstruksjon), og differansen som foreligger mellom det eksisterende industribygget og bygget bestående av massivtreelementer.

*Figur 60* illustrerer totale kostnader tilknyttet fase A0 – A5, for industribygget og bygget bestående av massivtreelementer. Det eksisterende industribygget har en total kostnad på 24,3 millioner norske kroner, og bygget bestående av massivtreelementer har en total kostnad på 27,9 millioner norske kroner. Dette innebærer en differanse på 3,6 millioner norske kroner. Videre innebærer dette at bygget bestående av massivtreelementer er omtrent 13% dyrere enn bygget bestående av stål og betong.



*Figur 60 - Kostnader for fase A0 - A5, eksisterende industribygg og massivtrebygg.*

Beregningen som er gjennomført i OneClickLCA er noe forenklet, og baserer seg kun analyser av de ulike bygningskonstruksjonene, og kostnader tilknyttet bygningsmaterialer. For eksempel er det ikke tatt hensyn til kostnader tilknyttet prosjekteringen og oppføringen av bygget. Bygget hadde opprinnelig en totalentreprise hvor kontraktssummen ble fastsatt til 33,6 millioner norske kroner [62], og de totale prosjektkostnadene endte på rundt 40 millioner norske kroner [63]. På bakgrunn av dette vurderes resultatene tilknyttet LCC analysen for fase A0 – A5 rimelige.

Hovedforskjellen mellom det eksisterende industribygget og massivtrebygget foreligger i bæresystemene. Som illustrert og beskrevet i kapittel 3.2.1 *Modellering av bæresystem*, består bæresystemet til det eksisterende industribygget av søyler og bjelker i stål, i tillegg til Paroc sandwichelementer i fasade, og selvbærende tak bestående av korrugerte stålplater. Massivtrebygget består av limtrebjelker og -søyler, i tillegg til bærende massivtre-yttervegger og -tak. *Tabell 33* presenterer kostnadene tilknyttet materialene i de to bæresystemene.

*Tabell 33 - Kostnader tilknyttet bæresystemene.*

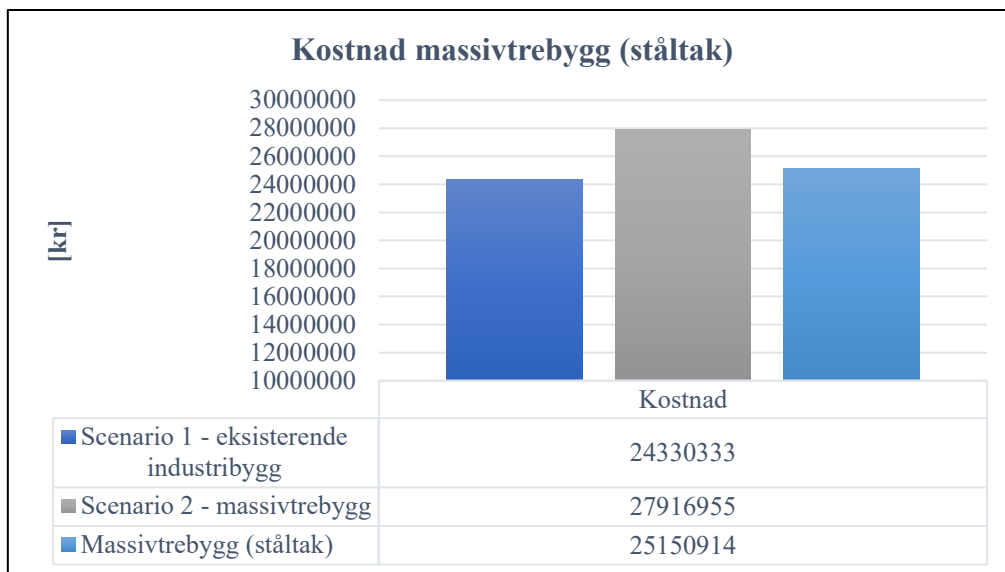
Scenario	Kostnad [kr]
Bæresystem eksisterende bygg	6 737 859
Bæresystem massivtrebygg	9 123 232
Differanse	2 385 373

Kostnadene tilknyttet bæresystemet til det eksisterende industribygget utgjør 28% av de totale kostnadene, mens for massivtrebygget utgjør bæresystemet 33% av de totale kostnadene. Fra tidligere prosjekter har det blitt rapportert at hovedproblemet tilknyttet kostnader ved massivtrebygg er taket, i motsetning til tilfeller der det benyttes selvbærende tak i stål [38]. *Tabell 34* illustrerer prisdifferansen på yttertaket til det eksisterende industribygget og massivtrebygget.

*Tabell 34 - Kostnader tilknyttet yttertakene.*

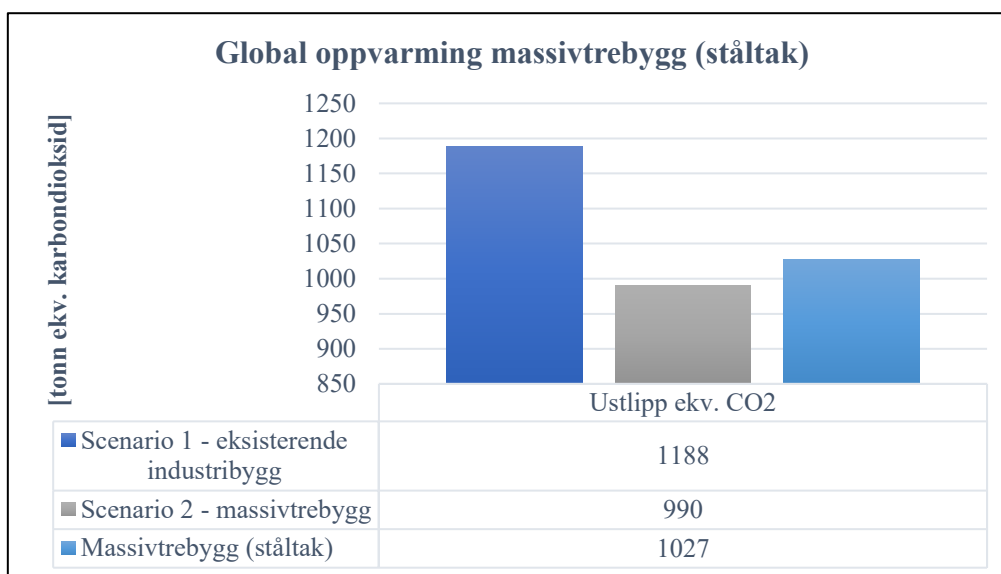
Scenario	Kostnad [kr]
Yttertak eksisterende bygg	3 182 103
Yttertak massivtrebygg	5 948 144
Differanse	2 766 041

Som tabellen viser er det større differanse på kostnader tilknyttet yttertaket enn det er total forskjell på kostnader tilknyttet bæresystemene. Derfor kan det være interessant å se hvordan de totale kostnadene hadde sett ut med et massivtrebygg som har byttet ut massivtretaket med et selvbærende ståltak av korrugerte stålplater. *Figur 61*, på neste side, illustrerer nettopp dette. Figuren viser at dersom man bytter ut massivtretaket, med et selvbærende tak i stål og betong, vil det forekomme en total kostnad på 25,2 millioner norske kroner. Dette innebærer en nedgang på rundt 10% av de totale kostnadene. Differansen mellom de totale kostnadene for det eksisterende industribygget og massivtrebygget er da bare på 820 tusen kroner.



Figur 61 - Kostnad massivtrebygg med yttertak av stål

Som beskrevet i kapittel 4.2 *Hygrotermisk energisimulering og simulering av inneklime WUFI Plus*, er det mulig å oppnå en større energibesparelse for bygget bestående av massivtreelementer, til fordel for det eksisterende industribygget som består av stål og betong. Dette innebærer at dersom man erstatter det eksisterende massivtreetaket, vil det mest sannsynlig forekomme et høyere energiforbruk tilknyttet oppvarming og kjøling. I tillegg vil det forekomme et økt behov tilknyttet befukting og avfukting på bakgrunn av treverkets hygroskopiske egenskaper. Videre viser undersøkelser fra livssyklusanalysen gjennomført i OneClickLCA massivtreetaket har et totalt utslipp på 229 tonn ekv. CO<sub>2</sub>. Derimot har ståltaket et totalt utslipp på 266 tonn ekv. CO<sub>2</sub>. Dette innebærer at dersom man erstatter massivtreetaket med et ståltak, vil det forekomme et økt utslipp på totalt 37 tonn. ekv CO<sub>2</sub>.



Figur 62 - Global oppvarming massivtrebygg med yttertak av stål



Selv om ikke fase B2 – B5, som omhandler vedlikehold, reparasjon, utskiftning og oppussing, er tatt med i simuleringen i OneClickLCA, bør det nevnes at bygget i massivtre vil ha noe mer kostnader tilknyttet vedlikehold av bygget, sett i forhold til det eksisterende industribygget. Dette er på bakgrunn av at stål og betong er regnet som mer bestandige materialer til fordel for tre. En andel av komponentene i tre har kortere antatt levetid, og på bakgrunn av dette vil det mest sannsynlig være nødvending å bytte ut, eller foreta vedlikehold på materialene, før elementene i stål [58]. Dette vil resultere i noe større kostnader tilknyttet massivtrebygget, tilknyttet fase B2 – B5, enn det ville gjort for det eksisterende industribygget.

## 5 Konklusjon

Målet om en bærekraftig utvikling har blitt omformulert til troen på «det grønne skiftet», og det stilles stadig høyere krav til sektorer og aktører om å redusere klimagassutslippene. Det er mulig å bidra til en mer bærekraftig utvikling innenfor byggesektoren, og i belysning av dette var hovedformålet med denne analysen å undersøke om det er hensiktsmessig å benytte massivtreelementer i dagens industribygg lokalisert i nordisk klima.

Alle bærende elementer fra det eksisterende industribygget er byttet ut med massivtre- og limtreelementer. De ulike delene er dimensjonert og kontrollert etter NS-EN 1995-1-1:2004+A1:2008+NA:2010. Resultatene viser at alle konstruksjonsdeler er tilfredsstillende i henhold til den aktuelle standarden. På bakgrunn av dimensjoneringen og massivtre sine styrke- og stivhetsegenskaper er det ingen ting som tilsier at konstruksjonen ikke skal ha tilstrekkelig bæreevne. Det kan konkluderes med at konstruksjonen er tilstrekkelig sikker mot sammenbrudd, samtidig som den tilfredsstiller aktuelle funksjonskrav knyttet til dens bruk og formål. De ulike konstruksjonsdelenes statiske egenskaper og kapasitetsutnyttelse gjør også at de to byggene kan karakteriseres som ekvivalente systemer.

Resultater tilknyttet hygrotermisk energisimulering og simulering av inneklimate viser hovedsakelig at det er mulig å oppnå en total energibesparelse på 3,3%, for industribygget bestående av massivtreelementer. Resultatene er oppnådd ved benyttelse av massivtreelementer med tilsvarende U-verdier som bygningselementer benyttet for det eksisterende industribygget, og når bygget er dimensjonert etter tabell A.6 – *Minste tillatte luftmengder brukt ved kontrollberegning mot offentlige krav*, spesifisert i NS 3031:2014. Energibesparelsen forekommer generelt sett på bakgrunn av den latente varmen som frigjøres og absorberes ved kondensering av vanddamp i treverkets hygroskopiske strukturer. Videre viser simuleringen at resultater tilknyttet byggets termiske komfort og luftkvalitet er litt bedre for bygget bestående av massivtreelementer. Resultatene viser også at dersom massivtrebygget dimensjoneres etter tabell B.1 – *Veiledende verdier for beregning av varmebehov og energibehov til ventilasjon*, i NS 3031:2014, forekommer det en prosentvis økning tilknyttet byggets energibehov til oppvarming på 60,8%.

Resultater tilknyttet livssyklusanalysen viser at utslippet av ekv. CO<sub>2</sub> er 16,7% høyere for det eksisterende industribygget, og at bygget bestående av massivtreelementer lagrer 995 tonn mer ekv. CO<sub>2</sub>, i forhold til det eksisterende industribygget. Benyttelse av treverk som

byggemateriale vil dermed bidra til et redusert innhold av ekv. CO<sub>2</sub> i atmosfæren, både ved substitusjon av mindre klimavennlige materialer, og ved karbonlagring. Videre forekommer det en økning i utslipp ekv. CO<sub>2</sub> på 45,4 tonn, ved transport til byggeplass, når det er antatt at massivtre er produsert i Østerrike, og ikke på Østlandet. Dette innebærer en prosentvis økning på 71,5% for fase A4, men bare en økning på 4,6% for det totale utslippet. Det er fortsatt produktstadiet og energiforbruk i drift som forårsaker det høyeste utslippet av ekv. CO<sub>2</sub>.

Analysen av livssyklus kostnader tilknyttet industribygget og massivtrebygget, viser at bygget bestående av massivtreelementer er omtrent 13% dyrere enn det eksisterende industribygget, for kostnader tilknyttet materialer. *Tabell 35* illustrerer en oppsummering av aktuelle analyser, i tillegg til spesifiseringer av differanser tilknyttet de ulike analysene. Tabellen viser at dersom det benyttes yttertak i stål, i stedet for i massivtre, er differansen tilknyttet kostnader mellom industribygget og massivtrebygget bare 3,3%.

*Tabell 35 - Sammenligning av scenarier, differanse (%) er i forhold til eksisterende bygg.*

Scenarioer	Totalt energiforbruk [kWh]	Utslipp ekv. CO <sub>2</sub> [tonn]	Kostnad materialer [norske kr]
Scenario 1 - Eksisterende industribygg	153753,1	1188	24 330 333
Scenario 2 - Massivtrebygg	148606,1	990	27 916 955
Differanse (%)	-5147 (3,3%)	-198 (16,7%)	3 586 622 (12,8%)
Massivtrebygg (med yttertak i stål)	-	1027	25 150 914
Differanse (%)	-	-161 (13,6%)	820 581 (3,3%)

På bakgrunn av resultatene som er oppnådd ved gjennomføring av de ulike analysene, er det foretatt en vurdering av et optimalisert industribygg. *Tabell 36*, på neste side, illustrerer konstruksjonsdel, materiale og dimensjon/tykkelse. I belysning av dette konkluderes det med at aktuelle spesifiseringer i *tabell 36*, er en optimalisert løsning i forhold til energiforbruk, totalt utslipp av ekv. CO<sub>2</sub>, og for byggets kostnader tilknyttet materialer. Da det tidligere er fastsatt at disse bygningskomponentene har tilstrekkelig kapasitet og er sikker mot sammenbrudd, samtidig som de tilfredsstillende aktuelle funksjonskrav.

Tabell 36 - Hovedkomponenter optimalisert industribygg

Konstruksjonsdel	Materiale	Dimensjon/Tykkelse
Yttervegg/skillevegg	Massivtre	120 mm
Innervegger	Massivtre	60 mm
Søylar	Limtre	190x405 mm 215x675 mm 250x450 mm
Bjelker	Limtre	190x900 mm 190x1350 mm 250x1575 mm
Etasjekiller	Massivtre	240 mm
Innertak	Massivtre	60 mm
Yttertak	Selvbærende ståltak	150 mm

## Kildeliste

- [1] E. Kolbert, *Den sjette utryddelsen*, Sverige: Mime Forlag AS, 2015.
- [2] K. Hofstad, «Store norske leksikon: Antropocen,» 27 Mars 2015. [Internett]. Available: <https://snl.no/antropocen>. [Funnet 8 April 2019].
- [3] Miljøstatus-redaksjonen (Sammarbeid med Miljødirektoratet), «Klima i endring - Store utfordringer, et mangfold av løsninger,» *FNs klimapanel femte hovedrapport*, pp. 1-27, 2014 .
- [4] «Skog- og trenæringa - Ein drivar for grønn omstilling,» Landbruks- og matdepartementet, Oslo, 2019.
- [5] Treteknisk AS, TreFoku og Treindustrien, *Treindustriens Lille grønne*, Oslo, 2013.
- [6] International Energy Agency (IEA), «Towards a zero-emissions, efficient, and resilient buildings and construction sector,» Global alliance for Buildings and Constructions (GlobalABC), 2018.
- [7] J. Aarstad, G. Glasø og A. Bunkholt, «Fokus på tre: Massivtre,» TreFokus AS og Norsk Treteknisk Institutt, Oslo, 2011.
- [8] Løvenskiold - Vækerø AS, «Løvenskiold - Vækerø,» [Internett]. Available: <http://lovenskiold.no/>. [Funnet 14 Januar 2019].
- [9] S. Anda og A. Bjelland, *Fra Passivhus til Plusshus*, Bergen: Fagbokforlaget, 2013.
- [10] P. Bjerregaard og K. Kverndokk, *Kollaps: På randen av fremtiden*, Oslo: Dreyers Forlag, 2018.
- [11] J. Svanæs, «Fokus på tre: Tre og Miljø,» TreTeknisk AS og Norsk Treteknisk Institutt, Oslo, 2004.
- [12] L. Bugge, «Bruk av tre i offentlige bygg,» Svinesundskommitten, 2016.
- [13] R. Schlandusch, S. Fufa, K. Sørnes og T. Kristjansdottir, «Energi- og klimagassanalyse av isolasjonsmaterialer,» *SINTEF Byggforsk*, pp. 6-7, 2014.
- [14] SINTEF Byggforsk, byggutengrenser.no, «Termisk masse og klimatisering av bygninger - en oversikt tilrettelagt byggherrer, arkitekter og rådgivende ingeniører,» SINTEF Byggforsk og byggutengrenser.no.
- [15] SINTEF Byggforsk, «Byggforskserien: 571.523 Trevirke. Treslag og materialeegenskaper,» August 2015. [Internett]. Available: [https://www.byggforsk.no/dokument/578/trevirke\\_treslag\\_og\\_materialeegenskaper](https://www.byggforsk.no/dokument/578/trevirke_treslag_og_materialeegenskaper). [Funnet 10 Mars 2019].
- [16] D. Kraniotis, K. Nore, C. Brückner og A. Q. Nyrud, «Thermography measurements and latent heat documentation of Norwegian spruce (*Picea abies*) exposed to dynamic indoor climate,»

Norwegian Institute of Wood Technology, Forskningsveien (Publisert på Springerlink.com), Oslo, 2015.

- [17] K. Nore, «Treoverflater gir energisparing - effekt av hygrottermisk masse,» i *Presenter på Bygningsfysikkdagen*, Oslo, 2014.
- [18] C. Rode, R. Peuhkuri, K. H. Hansen, B. Time, K. Svennberg, J. Arfvidsson og T. Ojanen, «Moisture Buffer Value of Materials in Buildings,» Nordic Innovation Centre, Sverige, 2005.
- [19] T. Kristensen, «Bygningselementer av massivtre,» Norsk Treteknisk Institutt, Oslo, 1999.
- [20] K. Edvardsen og T. Ramstad, *Håndbok 5 Trehus*, OSLO: SINTEF akademisk forlag, 2014.
- [21] Norsk Treteknisk Institutt, «Hefte 1: Generelt,» i *Håndbok: Bygge med massivtreelementer (6 hefter i ringperm)*, Oslo, Kraft Digitalprint AS, 2006.
- [22] Norsk Treteknisk Institutt, «Hefte 4: Brann,» i *Håndbok: Bygge med massivtreelementer (6 hefter i ringperm)*, Oslo, Kraft Digitalprint AS, 2006.
- [23] F. Evans. G, «Fokus på tre: Brannbeskyttet trevirke,» TreFokus AS og Norsk Treteknisk Institutt, Oslo, Ukjent årstall.
- [24] Norsk Treteknisk Institutt, «Hefte 5: Lyd,» i *Håndbok: Bygge med Massivtreelementer (6 hefter i ringperm)*, Oslo, Kraft Digitalprint AS, 2006 (Hefte 5 Lyd er revidert i 2016).
- [25] «trenytt,» Treindustrien, 15 12 2017. [Internett]. Available: <http://trenytt.no/vi-er-tvunget-til-å-importere>. [Funnet 17 1 2019].
- [26] A. Q. Nyrud, K. Bysheim, G. Glasø og T. Nord, «Industrielt trebyggeri: Erfaringer fra norske prosjekter,» Norsk Treteknisk Institutt, 2011.
- [27] *Klassifikasjon av byggverk. Del 3 Bygningstyper*, NS 3457-3:2013, 2013.
- [28] Arkitektene Astrup, Hellern AS, «Byggteknisk beskrivelse MX,» Løvenskiold Eiendom AS (Konfidensielt dokument), Oslo, 2009.
- [29] SINTEF Byggforsk, «Byggforskserien: 471.421 U-verdier. Vegger over terreng – massivtre,» Desember 2013. [Internett]. Available: [https://www.byggforsk.no/dokument/4100/u-verdier\\_vegger\\_over\\_terreng\\_massivtre](https://www.byggforsk.no/dokument/4100/u-verdier_vegger_over_terreng_massivtre). [Funnet 21 Mai 2019].
- [30] SINTEF Byggforsk, «Byggforskserien: 524.213 Innervegger med trestendere,» Juni 2015. [Internett]. Available: [https://www.byggforsk.no/dokument/373/innervegger\\_med\\_trestendere](https://www.byggforsk.no/dokument/373/innervegger_med_trestendere). [Funnet 21 Mai 2019].
- [31] SINTEF Byggforsk, «Byggforskserien: 471.013 U-verdier. Tak,» Vår 2003. [Internett]. Available: [https://www.byggforsk.no/dokument/212/u-verdier\\_tak](https://www.byggforsk.no/dokument/212/u-verdier_tak). [Funnet 21 Mai 2019].

- [32] SINTEF Byggforsk , «Byggforskserien: 525.207 Kompakte tak,» April 2018. [Internett]. Available: [https://www.byggforsk.no/dokument/387/kompakte\\_tak](https://www.byggforsk.no/dokument/387/kompakte_tak). [Funnet 21 Mai 2019].
- [33] SINTEF Byggforsk , «Byggforskserien: 522.514 Lydisolerende, tunge etasjeskillere. Konstruksjonseksempler,» November 2015. [Internett]. [Funnet 21 Mai 2019].
- [34] SINTEF Byggforsk , «Byggforskserien: 522.117 Industrigolv av betong på grunnen,» Vår 2004. [Internett]. [Funnet 21 Mai 2019].
- [35] Focus Software AS, «Manual Focus Konstruksjon,» 2019.
- [36] E. Johnsen, *Vindbelastning yttervegger*. [Intervju]. 12 Mars 2019.
- [37] SINTEF Byggforsk, «Byggforskserien: 471.031 Egenlaster for bygningsmaterialer, byggevarer og bygningsdeler,» August 2013. [Internett]. Available: [https://www.byggforsk.no/dokument/215/egenlaster\\_for\\_bygningsmaterialer\\_byggevarer\\_og\\_bygningsdeler](https://www.byggforsk.no/dokument/215/egenlaster_for_bygningsmaterialer_byggevarer_og_bygningsdeler). [Funnet 12 Mars 2019].
- [38] K. Nore, *Tidligere industribygg i massivtre*. [Intervju]. 15 april 2019.
- [39] SINTEF Byggforsk , «Byggforskserien,» [Internett]. Available: <https://www.byggforsk.no/>.
- [40] Norske Limtreprodusenters Forening , *Limtreboka*, Moelven Limtre AS, 2015.
- [41] *Eurokode: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner, NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016*, 2016.
- [42] *Eurokode 5: Prosjektering av trekonstruksjoner - Del 1-1: Allmenne regler og regler for bygninger, NS-EN 1995-1-1:2004+A1:2008+NA:2010*, 2010.
- [43] *Eurokode 1: Laster på konstruksjoner – Del 1-1: Allmenne laster – Tetthet, egenvekt og nyttelaster i bygninger, NS-EN 1991-1-1:2002+NA:2019*, 2019.
- [44] *Eurokode 1: Laster på konstruksjoner - Del 1-3: Allmenne laster - Snølaster, NS-EN 1991-1-3:2003+A1:2015+NA:2018*, 2018.
- [45] *Eurokode 1: Laster på konstruksjoner - Del 1-4: Allmenne laster - Vindlaster, NS-EN 1991-1-4:2005+NA:2009*, 2009.
- [46] Norske Limtreprodusenters Forening , *Limtreboka - beregningseksempler*, Moelven Limtre AS, 2018.
- [47] Norsk Treteknisk Institutt, «Hefte 3: Dimensjonering,» i *Håndbok: Bygge med massivtrelementer (6 hefter i ringperm)*, Oslo, Kraft Digitalprint AS, 2006.
- [48] Fraunhofer IBP, «Manual: WUFI Plus 3.1,» 7 April 2017.
- [49] Y. A. Cengel og A. J. Ghajar, *Heat and Mass Transfer: Fundamentals & Applications*, New York: McGraw-Hill Education , 2015.

- [50] Byggteknisk forskrift (TEK17), «Krav til energieffektivitet,» 2017. [Internett]. Available: <https://dibk.no/byggereglene/byggteknisk-forskrift-tek17/14/14-2/>.
- [51] *Beregning av bygningers energiytelse - Metode og data, NS 3031, 2014.*
- [52] *Inneklimaparametere for dimensjonering og vurdering av bygningers energiytelse inkludert inneluftkvalitet, termisk miljø, belysning og akustikk, NS-EN 15251:2007+NA:2014, 2007, 2014.*
- [53] W. Dramstad, V. Timmermann, L. R. Bobakken, H. Lange og J. Dibdiakova, «Livsløpsanalyser (LCA),» Norsk institutt for skog og landskap, Oslo, 2015.
- [54] *Metode for klimagassberegninger for bygninger, NS 3720;2018, 2018.*
- [55] Bionova Ltd - (Global leader for construction works life-cycle assessment and carbon measurement and optimization software), «Beskrivelse "Building Life Cycle Assessment": Webområde for OneClick LCA,» Bionova Ltd, 2018. [Internett]. Available: <https://www.oneclicklca.com/construction/life-cycle-assessment-software/>. [Funnet 9 Mai 2019].
- [56] *Bærekraftige byggverk. Vurdering av bygningers miljøprestasjon. Beregningsmetode, NS-EN 15978:2011, 2011.*
- [57] K. Simonen, Life Cycle Assessment, Oxford : Taylor and Francis Group, 2014.
- [58] A. Kampsæter, S. Bjørberg og C. A. Listerud, «Levetider i praksis - prinsipper og bruksområder,» Multiconsult AS (For Direktoratet for byggkvalitet), 2010.
- [59] Difi (Direktoratet for forvaltning og ikt), «Difis fagsider om offentlige anskaffelser: Hva er LCC? - Bygg og anlegg,» 18 Desember 2018. [Internett]. Available: <https://www.anskaffelser.no/hva-skal-du-kjope/bygg-anlegg-og-eiendombae/livssyklus-kostnader/hva-er-lcc>. [Funnet 10 Mai 2019].
- [60] D. Kraniotis og K. Nore, «Latent Heat Phenomena in Buildings and Potential Integration into Energy Balance,» Elsevier B. V, 2017.
- [61] K. Hofstad og K. A. Rosvold, «Primærenergi,» Nettside: Store norske leksikon , 21 Januar 2019. [Internett]. Available: <https://snl.no/prim%C3%A6renergi>. [Funnet 5 Mai 2019].
- [62] BetonmestHæhre AS, «PROSJEKT: Maxbo Bjertnestangen,» [Internett]. Available: <https://www.betonmesthaehre.no/prosjekter/maxbo-bjertnestangen/>. [Funnet 20 Mai 2019].
- [63] Byggeindustrien - bygg.no, «MAXBO Nittedal,» [Internett]. Available: <http://www.bygg.no/article/86657>. [Funnet 20 Mai 2019].
- [64] A. Charisi, D. Kraniotis, C. Brückner og K. Nore, «Latent heat sorption phenoma in three building materials: Norwegian spruce, gypsum board and concrete,» WCTE, Vienna, 2016.



- [65] T. Avner, «Skal redde verden, sikre truede arter, glede folket og erstatte oljen - stakkars skog (Aftenposten),» 16 Oktober 2014. [Internett]. Available: [https://www.aftenposten.no/norge/i/XwWgg/Skal-redde-verden\\_-sikre-truede-arter\\_-glede-folket-og-erstatte-oljen---stakkars-skog](https://www.aftenposten.no/norge/i/XwWgg/Skal-redde-verden_-sikre-truede-arter_-glede-folket-og-erstatte-oljen---stakkars-skog). [Funnet 5 April 2019].
- [66] Standard Norge , «Oppdragsrapport: Underlagsmaterialet for prNS 3701:2011,» SINTEF Byggforsk, Oslo, 2011.
- [67] K. Nore, A. Nyrud, Q. D. Kraniotis, K. Skulberg, R. F. Englund og T. Aurlien, «Moisture buffering, energy potential, and volatile organic compound emissions of wood exposed to indoor environments,» *Science and Technology for the Built Environment* , pp. 512-521, 17 Mars 2017.
- [68] SINTEF Byggforsk, «Byggforskserien: 451.021 Klimadata for termisk dimensjonering og frostsikring,» November 2018. [Internett]. Available: [https://www.byggforsk.no/dokument/204/klimadata\\_for\\_termisk\\_dimensjonering\\_og\\_frostsikring](https://www.byggforsk.no/dokument/204/klimadata_for_termisk_dimensjonering_og_frostsikring). [Funnet 21 Mars 2019].
- [69] Statistisk sentralbyrå (SSB), «Utslipp til luft: 09288 Klimagasser fra norsk økonomisk aktivitet, etter næring og komponent 1990 - 2017,» 2017. [Internett]. Available: <https://www.ssb.no/statbank/table/09288/>. [Funnet 10 April 2019].
- [70] Bionova Ltd - (Global leader for construction works life-cycle assessment and carbon measurement and optimization software), «Bekrivelse "Building Life Cycle Costing": Webområde for OneClick LCA,» Bionova Ltd, 2018. [Internett]. Available: <https://www.oneclicklca.com/construction/life-cycle-costing-software/>. [Funnet 10 Mai 2019].

## **Vedlegg**

Vedlegg 1 – Klassifisering av bygningstyper

Vedlegg 2 – Bygningskomponenter i WUFI Plus

Vedlegg 3 – Beregning av byggets statiske varmetransportkoeffisient

Vedlegg 4 – Mengde bygningsmaterialer OneClickLCA

Vedlegg 5 – Oppbygning for energiberegninger i WUFI Plus for eksisterende industribygg

Vedlegg 6 – Oppbygning for energiberegninger i WUFI Plus for massivtrebygg

## Vedlegg 1 - Klassifisering av bygningstyper

Denne klassifiseringen av MAXBO Bjertnestangen er i samsvar med NS 3457-3:2013 *Klassifikasjon av byggverk. Del 3 Bygningstyper*.

### Generelt om klassifikasjon av bygninger

I NS 3457-3:2013 står det følgende:

*«Klassifisering av bygninger skal følge bygningens funksjon. Bygninger som anvendes av et foretak, skal klassifiseres etter hva foretaket bruker bygningen til og ikke etter næringen til foretaket.*

*Bygninger med flere funksjoner klassifiseres etter hvilke funksjoner som har størst andel av bruksareal (BRA) i henhold til NS 3940:2012, først på ensifret nivå etter bygningens hovedfunksjon, deretter på tosifret nivå etter bygningsgruppe som er en underkategori av hovedfunksjonen og til slutt på tresifret nivå i henhold til bygningstype».*

### Klassifisering av MAXBO Bjertnestangen

Hele bygget er på 4428,4m<sup>2</sup>. Det består av to deler. En MAXBO-del og en utleiedel. MAXBO-delen er på 2693,9m<sup>2</sup> (+ Utv. tak 93,9m<sup>2</sup>) og utleiedelen (Elkjøp) på 1625,1m<sup>2</sup> (+ Utv. tak 15,5m<sup>2</sup>). Vi begrenser oss til å kun se på MAXBO-delen, og ser bort i fra utleiedelen. Skilleveggen mellom de to delene ser vi på som en yttervegg i våre beregninger senere. Dette vil ikke påvirke klassifiseringen av bygningen. Tabellen nedenfor er en oversikt over klassifiseringen av de ulike bygningsdelene. De er delt opp etter funksjon og er klassifisert hver for seg, etter standarden.

Funksjon	Andel bruksareal	Tresifret nivå
Butikkareal (varm)	35% (954,4m <sup>2</sup> )	322
Byggevarer/trelastbutikk (temperert)	39% (1042,9m <sup>2</sup> )	321
Varemottak/varmtlager	14% (373,4m <sup>2</sup> )	232
Kontor og sosiale rom (mesanin)	12% (323,2m <sup>2</sup> )	311
Hele bygget	100% (2693,9m <sup>2</sup> )	

I henhold til NS 3457-3:2013 – «*Klassifikasjon av byggverk. Del 3 Bygningstyper*» klassifiseres bygget som «3 Kontor- og forretningsbygg» på ensifret nivå. Dette er fordi det dekker den største andelen (86%) av bygningens hovedfunksjon. På tosifret nivå defineres bygget som «32 Forretningsbygning», fordi denne kategorien dekker den største andelen (74%) innenfor «3 Kontor- og forretningsbygg». Bygningen klassifiseres på tresifret nivå «321 Kjøpesenter/varehus», fordi denne dekker den største andelen (39%) innenfor bygningsgruppe 32. Tabellen nedenfor viser en beskrivelse av de ulike klassifiseringsnivåene brukt i standarden.

<b>Klassifiseringsnivå</b>	<b>Nummer</b>	<b>Beskrivelse</b>
<u>Ensfret nivå:</u>	2	Produksjons- og lagerbygning
	3	Kontor og forretningsbygg
<u>Tosifret nivå:</u>	23	Lagerbygning
	31	Kontorbygning
	32	Forretningsbygning
<u>Tresifret nivå:</u>	232	Isolert lager
	311	Kontorbygning
	321	Kjøpesenter/varehus
	322	Butikk/forretningsbygning

**Vedlegg 2 – Bygningskomponenter WUFI Plus**

## Scenario 1 – Eksisterende industribygg

Spesifisering av innvendige vegger/tak og etasjeskiller

<b>Innvendinge vegger/tak og etasjeskiller</b>	
<b>Innvendig vegg 123mm</b>	
Material-sjikt (utside-innside)	Tykkelse [m] / U-verdi [W/m <sup>2</sup> K]
Gipsplater	0,0125
Isolasjon	0,098
Gipsplater	0,0125
U-verdi	0,35
Total tykkelse:	0,123
<b>Innvendig vegg 148mm</b>	
Material-sjikt (utside-innside)	Tykkelse [m] / U-verdi [W/m <sup>2</sup> K]
Gipsplater	0,0125
Isolasjon	0,123
Gipsplater	0,0125
U-verdi	0,29
Total tykkelse:	0,148
<b>Innvendig etasjeskiller</b>	
Material-sjikt (utside-innside)	Tykkelse [m] / U-verdi [W/m <sup>2</sup> K]
Hullbetong	0,265
U-verdi	0,4
Total tykkelse	0,265
<b>Innvendig lettak (himling)</b>	
Material-sjikt (utside-innside)	Tykkelse [m] / U-verdi [W/m <sup>2</sup> K]
Gipsplater	0,0125
Luftspalte	0,03
Gipsplater	0,0125
U-verdi	2,65
Total tykkelse:	0,055

Spesifisering av dører, vinduer og inngangsporter

<b>Dører, vinduer og inngangsporter</b>	
<b>Vinduer</b>	
Material-sjikt (utside-innside)	Tykkelse [m] / U-verdi [W/m <sup>2</sup> K]
Standard glass	-
U-verdi	0,8
<b>Ståldører/Inngangsporter</b>	
Material-sjikt (utside-innside)	Tykkelse [m] / U-verdi [W/m <sup>2</sup> K]
Stål	0,001
Isolasjon	0,04
Stål	0,001
U-verdi	0,8
Total tykkelse	0,042
<b>Tredører</b>	
Material-sjikt (utside-innside)	Tykkelse [m] / U-verdi [W/m <sup>2</sup> K]
Gran	0,035
U-verdi	1,5
Total tykkelse	0,035

Spesifisering av yttertak, yttervegger og gulv mot grunn

<b>Yttertak, yttervegger og gulv mot grunn</b>	
<b>Yttertak</b>	
Material-sjikt (utside-innside)	Tykkelse [m] / U-verdi [W/m <sup>2</sup> K]
Asfalttakbelegg	0,01
Isolasjon	0,25
Dampsperre	0,00015
Stål	0,001
U-verdi	0,12
Total tykkelse	0,26
<b>Yttervegg 120mm</b>	
Material-sjikt (utside-innside)	Tykkelse [m] / U-verdi [W/m <sup>2</sup> K]
Stål	0,0006
Isolasjon	0,1189
Stål	0,0005
U-verdi	0,28
Total tykkelse:	0,12

<b>Yttervegg 230mm</b>	
Material-sjikt (utside-innside)	Tykkelse [m] / U-verdi [W/m <sup>2</sup> K]
Stål	0,0006
Isolasjon	0,2289
Stål	0,0005
U-verdi	0,15
Total tykkelse	0,23
<b>Gulv mot grunn</b>	
Material-sjikt (utside-innside)	Tykkelse [m] / U-verdi [W/m <sup>2</sup> K]
Betong	0,15
Dampsperre	0,0004
Isolasjon	0,15
U-verdi	0,19
Total tykkelse	0,30

## Scenario 2 – Massivtrebygg

### Spesifisering av yttertak og etasjeskiller

<b>Yttertak</b>	
Material-sjikt (utside-innside)	Tykkelse [m] / U-verdi [W/m <sup>2</sup> K]
Asfalttakbelegg	0,005
Isolasjon	0,252
Dampsperre	0,001
Massivtre	0,25
U-verdi	0,117
Total tykkelse	0,508
<b>Etasjeskiller</b>	
Material-sjikt (utside-innside)	Tykkelse [m] / U-verdi [W/m <sup>2</sup> K]
Betong	0,2
Isolasjon	0,098
Massivtre	0,24
U-verdi	0,209
Total tykkelse	0,538

Spesifisering av yttervegger og innervegger

<b>Yttervegg (sone 2, sone 3 og sone 4)</b>	
Material-sjikt (utside-innside)	Tykkelse [m] / U-verdi [ $W/m^2 K$ ]
Utvendig kledning	0,02
Vindsperre	0,019
Luftspalte	0,03
Isolasjon	0,205
Massivtre	0,12
U-verdi	0,149
Total tykkelse	0,394
<b>Yttervegg (sone 1, mellom sone 1 og sone 2)</b>	
Material-sjikt (utside-innside)	Tykkelse [m] / U-verdi [ $W/m^2 K$ ]
Utvendig kledning	0,02
Vindsperre	0,019
Luftspalte	0,03
Isolasjon	0,076
Massivtre	0,12
U-verdi	0,28
Total tykkelse	0,265
<b>Innvendig vegg</b>	
Material-sjikt (utside-innside)	Tykkelse [m] / U-verdi [ $W/m^2 K$ ]
Gipsplater	0,013
Isolasjon	0,08
Massivtre	0,06
U-verdi	0,35
Total tykkelse	0,153



## Vedlegg 3 – Beregning av byggets statiske varmetransportkoeffisient

### Generell informasjon:

Ved beregning av byggets statiske varmetransportkoeffisient tilknyttet effektbehov til oppvarming benyttes dimensjonerende utetemperatur (DUT) for Nittedal (-22,3°C), hentet fra tabell som illustrerer klimadata for landets kommuner. Ved beregning av byggets statiske varmetransportkoeffisient tilknyttet effektbehov til kjøling benyttes dimensjonerende utetemperatur for sommer (DUT) i Oslo (26,7°C) hentet fra oppdragsrapport, SINTEF Byggforsk

Spesifisering av aktuelle U-verdier [W/m <sup>2</sup> K]	
Bygnings -komponent	U-verdi [W/m <sup>2</sup> K]
Yttervegger	0,149
Yttertak	0,117
Gulv mot grunn	0,189
Vindu/Dører	0,8

### Beregning av arealer:

Byggets BRA (bruksareal)	
Sone	BRA [m <sup>2</sup> ]
2	933,12
4	311,04
<b>Totalt BRA</b>	<b>1244,16</b>

Yttervegger			
Fasade	Areal sone 2 [m <sup>2</sup> ]	Areal sone 4 [m <sup>2</sup> ]	Totalt areal [m <sup>2</sup> ]
Nord	-	156	156
Sør	47,73	-	47,73
Øst	421,05	104,79	525,84
Vest	432	144	576
<b>Totalt areal yttervegger</b>			<b>1305,57</b>

<b>Yttertak</b>		
Areal sone 2 [m <sup>2</sup> ]	Areal sone 4 [m <sup>2</sup> ]	Totalt areal [m <sup>2</sup> ]
933,12	311,04	1244,16
<b>Totalt areal yttertak</b>		<b>1244,16</b>

<b>Gulv mot grunn</b>		
Areal sone 2 [m <sup>2</sup> ]	Areal sone 4 [m <sup>2</sup> ]	Totalt areal [m <sup>2</sup> ]
933,12	311,04	1244,16
<b>Totalt areal gulv mot grunn</b>		<b>1244,16</b>

<b>Vindu/Dører</b>			
Fasade	Areal sone 2 [m <sup>2</sup> ]	Areal sone 4 [m <sup>2</sup> ]	Totalt areal [m <sup>2</sup> ]
Nord	-	59,95	59,95
Sør	168,28	-	168,28
Øst	10,95	27,66	38,61
Vest	-	-	-
<b>Totalt areal vindu/dører</b>			<b>266,84</b>

Beregning av varmetap tilknyttet infiltrasjon:

<b>Infiltrasjonsvarmetap</b>			
Beregning av byggets infiltrasjonsvarmetap [W/K]			
Byggets luftvolum (V <sub>bygg</sub> ) [m <sup>3</sup> ]	Varmekapasitet luft per volum [Wh/m <sup>3</sup> K]	Luftskifte for infiltrasjon (η <sub>inf</sub> ) [1/h]	Formel/Utregning
10639,38	0,33	0,105	H <sub>inf</sub> = 0,33 · η <sub>inf</sub> · V <sub>bygg</sub>
<b>Infiltrasjonsvarmetap [W/K]</b>			<b>368,65</b>

Beregning av varmetap tilknyttet ventilasjon:

<b>Ventilasjonsvarmetap</b>			
Beregning av byggets ventilasjonsvarmetap [W/K]			
Ventilasjonsluftmengde [m <sup>3</sup> /h]	Varmekapasitet luft per volum [Wh/m <sup>3</sup> K]	Temperaturvirkningsgrad varmegjenvinner ( $\eta$ )	Formel/Utregning
4772,8	0,33	0,7	$H_{vent} = 0,33 \cdot V \cdot (1 - \eta)$
<b>Ventilasjonsvarmetap [W/K]</b>			<b>472,51</b>

Beregning av varmetap tilknyttet kuldebroer:

<b>Kuldebroer</b>		
Beregning av varmetap forårsaket av kuldebroer [W/K]		
Normalisert kuldebroverdi ( $\Psi''$ ) [W/m <sup>2</sup> K]	Totalt BRA	Formel/Utregning
0,09	1244,16	$H_{kuldebro} = BRA \cdot \Psi''$
<b>Varmetap forårsaket av kuldebroer</b>		<b>111,97</b>

Beregning av statisk effektbehov til oppvarming

<b>Beregning av byggets varmetransportskoeffisient</b>					
Varmetapsposter					
Post	Areal [m <sup>2</sup> ]	U-verdi [W/m <sup>2</sup> K]	Varmetapstall (H) [W/K]	( $T_{inne} - DUT$ ) [K]	Effekt (Q) [W]
Yttervegger	1305,57	0,149	194,53	42,3	8228,62
Yttertak	1244,16	0,117	145,57	42,3	6157,47
Gulv mot grunn	1244,16	0,189	235,15	42,3	9946,69
Vindu/Dører	266,84	0,8	213,47	42,3	9029,87
Kuldebro	1244,16	0,09	111,97	42,3	4736,52
Ventilasjon			472,51	42,3	19987,05
Infiltrasjon			368,65	42,3	15594,09
<b>Totalt</b>			<b>1741,85</b>		<b>73680,30</b>
<b>Oppsummering</b>					
<b>Effektbehov til oppvarming (Q) [kW]</b>			<b>73,68</b>		
<b>Byggets varmetapstall (H'') [W/K·m<sup>2</sup>]</b>			<b>1,40</b>		

Beregning av statisk effektbehov til kjøling

<b>Beregning av byggets varmetransportskoeffisient</b>					
Varmetapsposter					
Post	Areal [m <sup>2</sup> ]	U-verdi [W/m <sup>2</sup> K]	Varmetapstall (H) [W/K]	(T <sub>inne</sub> - DUT) [K]	Effekt (Q) [W]
Yttervegger	1305,57	0,149	194,53	-6,7	-1303,35
Yttertak	1244,16	0,117	145,57	-6,7	-975,30
Gulv mot grunn	1244,16	0,189	235,15	-6,7	-1575,48
Vindu/Dører	266,84	0,8	213,47	-6,7	-1430,26
Kuldebro	1244,16	0,09	111,97	-6,7	-750,23
Ventilasjon			472,51	-6,7	-3165,80
Infiltrasjon			368,65	-6,7	-2469,99
<b>Totalt</b>			<b>1741,85</b>		<b>-11670,40</b>
<b>Oppsummering</b>					
<b>Effektbehov til kjøling (Q) [kW]</b>			<b>-11,67</b>		
<b>Byggets varmetapstall (H'') [W/K·m<sup>2</sup>]</b>			<b>1,40</b>		

**Vedlegg 4 – Mengde bygningsmaterialer OneClickLCA**

## Scenario 1 – Eksisterende industribygg

<b>Scenario 1 - Eksisterende industribygg</b>			
<b>1. Foundations and substructure</b>			
<b>Foundations, sub-surface, basement and retaining walls</b>			
Bygningsdel	Materiale	Areal:	Tykkelse:
Fundament	Betongdekke	2371 m <sup>2</sup>	150 mm
Fundament	XPS Isolasjon	2371 m <sup>2</sup>	150 mm
Bygningsdel	Materiale	Volum:	
Sokkel	Betongsokkel/ringmur	146,2 m <sup>3</sup>	
Sokkel	XPS Isolasjon	45,5 m <sup>3</sup>	

<b>2. Vertical structures and facade</b>			
<b>External walls and facade</b>			
Bygningsdel	Materiale	Areal:	Tykkelse:
Yttervegger	Paroc 230mm	916 m <sup>2</sup>	230mm
Yttervegger	Paroc 120mm	792 m <sup>2</sup>	120mm
Skillevegg	Paroc 120mm	340,1 m <sup>2</sup>	120mm
<b>Columns and load-bearing vertical structures</b>			
Bygningsdel	Materiale	Vekt:	T. Lengde:
Bærende søyler	HUP 300x300x10	3407,2 kg	37,9 m
Bærende søyler	HUP 250x250x10	14053,5 kg	189,4 m
Bærende søyler	HUP 200x200x10	11448,5 kg	195,7 m
Bærende søyler	HUP 150x150x10	443,3 kg	12,7 m
Vindavstivning	HUP 180x180x10	8613 kg	165 m
<b>Internal walls and non-bearing structures</b>			
Bygningsdel	Materiale	Areal:	Tykkelse:
Innervegger	Gipsplate (innvendig side)	625,5 m <sup>2</sup>	12,5 mm
Innervegger	Gipsplate (utvendig side)	625,5 m <sup>2</sup>	12,5mm
Innervegger	Trestender (48x98mm)	112,5 m <sup>2</sup>	98mm
Innervegger	Trestender (48x123mm)	12,7 m <sup>2</sup>	123mm
Innervegger	Mineralull isolasjon	449,8 m <sup>2</sup>	98mm
Innervegger	Mineralull isolasjon	50,7 m <sup>2</sup>	123mm
Glassvegger	Glassvegger alu. ramme	32,3 m <sup>2</sup>	-
Glassvegger	Glassvegger tre-ramme	72 m <sup>2</sup>	-

<b>3. Horizontal structures: beams, floors and roofs</b>			
<b>Floor slabs, ceiling, roofing decks, beams and roof</b>			
Bygningsdel	Materiale	Vekt:	T. Lengde:
Bærende bjelker	Gitterdragere stål	31166,1 kg	500,5 m
Bygningsdel	Materiale	Areal Vsnitt:	T. Lengde:
Bærende bjelker	IPE 300	5300,3 kg	125,6 m
Bærende bjelker	HUP 120x120x10mm	6402,3 kg	187,2 m
Bygningsdel	Materiale	Areal:	Tykkelse:
Yttertak	Asfalttaktekkning	2333 m <sup>2</sup>	5 mm
Yttertak	XPS Isolasjon	2333 m <sup>2</sup>	250 mm
Yttertak	Dampsperre plastfolie	2333 m <sup>2</sup>	0,15 mm
Yttertak	Sponplate	2333 m <sup>2</sup>	12 mm
Yttertak	Korrugerte stålplater	2333 m <sup>2</sup>	5 mm
Lettak/himling	Gipsplate	431 m <sup>2</sup>	12,5 mm
Etasjeskiller	Betonghulldekke	323,2 m <sup>2</sup>	265 mm
Overflate gulv	Homogen vinyl tarkett	359,3 m <sup>2</sup>	2 mm

<b>4. Other structures and materials</b>		
<b>Windows and doors</b>		
Bygningsdel	Materiale	Areal:
Glassfasade	Vinduer alu. ramme	282,2 m <sup>2</sup>
Dører	Glassdører/skyvedører	63 m <sup>2</sup>
Dører	Tredører	27,9 m <sup>2</sup>
Dører	Ståldører	18,6 m <sup>2</sup>
Porter	Innvendig hurtigport	9,7 m <sup>2</sup>
Porter	Utvendig leddheisporter, isolert	42,6 m <sup>2</sup>

## Scenario 2 – Massivtrebygg

<b>Scenario 2 - Massivtrebygg</b>			
<b>1. Foundations and substructure</b>			
<b>Foundations, sub-surface, basement and retaining walls</b>			
Bygningsdel	Materiale	Areal:	Tykkelse:
Fundament	Betongdekke	2371 m <sup>2</sup>	150 mm
Fundament	XPS Isolasjon	2371 m <sup>2</sup>	150 mm
Bygningsdel	Materiale	Volum:	
Sokkel	Betongsokkel/ringmur	146,2 m <sup>3</sup>	
Sokkel	XPS Isolasjon	45,5 m <sup>3</sup>	

<b>2. Vertical structures and facade</b>			
<b>External walls and facade</b>			
Bygningsdel	Materiale	Areal:	Tykkelse:
Yttervegger	Utvendig kledning tre	1708 m <sup>2</sup>	20 mm
Skillevegg	Innvendig kledning tre	340,1 m <sup>2</sup>	20 mm
Yttervegger	Vindsperre	1708 m <sup>2</sup>	19 mm
Yttervegger	Isolasjon mineralull	916 m <sup>2</sup>	205 mm
Skille/yttervegg	Isolasjon mineralull	1132 m <sup>2</sup>	76 mm
Yttervegger	Massivtre	2048,1 m <sup>2</sup>	120mm
<b>Columns and load-bearing vertical structures</b>			
Bygningsdel	Materiale	Areal Vsnitt:	T. Lengde:
Bærende søyler	Limtresøyler 215x675mm	0,15 m <sup>2</sup>	36 m
Bærende søyler	Limtresøyler 215x540mm	0,11 m <sup>2</sup>	108 m
Bærende søyler	Limtresøyler 190x405mm	0,08 m <sup>2</sup>	36 m
<b>Internal walls and non-bearing structures</b>			
Bygningsdel	Materiale	Areal:	Tykkelse:
Innervegger	Gipsplate	625,5 m <sup>2</sup>	12,5 mm
Innervegger	Mineralull isolasjon	500,4 m <sup>2</sup>	80 mm
Innervegger	Lekt/stender (feste gips)	125,1 m <sup>2</sup>	80 mm
Innervegger	Massivtre	625,5 m <sup>2</sup>	60 mm
Glassvegger	Glassvegger alu. ramme	32,3 m <sup>2</sup>	-
Glassvegger	Glassvegger tre-ramme	72 m <sup>2</sup>	-

<b>3. Horizontal structures: beams, floors and roofs</b>			
<b>Floor slabs, ceiling, roofing decks, beams and roof</b>			
Bygningsdel	Materiale	Areal:	T. Lengde:
Bærende bjelker	Limtrebjelker 250x1575mm	0,39 m <sup>2</sup>	129,6 m
Bærende bjelker	Limtrebjelker 190x1350mm	0,26 m <sup>2</sup>	114,8 m
Bærende bjelker	Limtrebjelker 190x900m	0,17 m <sup>2</sup>	91 m
Bygningsdel	Materiale	Areal:	Tykkelse:
Yttertak	Asfalttekkning	2333 m <sup>2</sup>	5 mm
Yttertak	Mineralull isolasjon	2333 m <sup>2</sup>	252 mm
Yttertak	Dampsporre plastfolie	2333 m <sup>2</sup>	0,15 mm
Yttertak	Massivtre	2333 m <sup>2</sup>	240 mm
Innertak	Massivtre	431 m <sup>2</sup>	60 mm
Etasjeskiller	Påstøp betong	323,2 m <sup>2</sup>	20 mm
Etasjeskiller	Mineralull isolasjon	258,6 m <sup>2</sup>	15 mm
Etasjeskiller	Tilfarer	64,6 m <sup>2</sup>	15 mm
Etasjeskiller	Massivtre	323,2 m <sup>2</sup>	240 mm
Overflate gulv	Homogen vinyl tarkett	359,3 m <sup>2</sup>	2 mm

<b>4. Other structures and materials</b>		
<b>Windows and doors</b>		
Bygningsdel	Materiale	Areal:
Glassfasade	Vinduer alu. ramme	282,2 m <sup>2</sup>
Dører	Glassdører/skyvedører	63 m <sup>2</sup>
Dører	Tredører	27,9 m <sup>2</sup>
Dører	Ståldører	18,6 m <sup>2</sup>
Porter	Innvendig hurtigport	9,7 m <sup>2</sup>
Porter	Utvendig leddheisporter, isolert	42,6 m <sup>2</sup>



**Vedlegg 5 - Oppbygning for energiberegninger eksisterende industribygg**

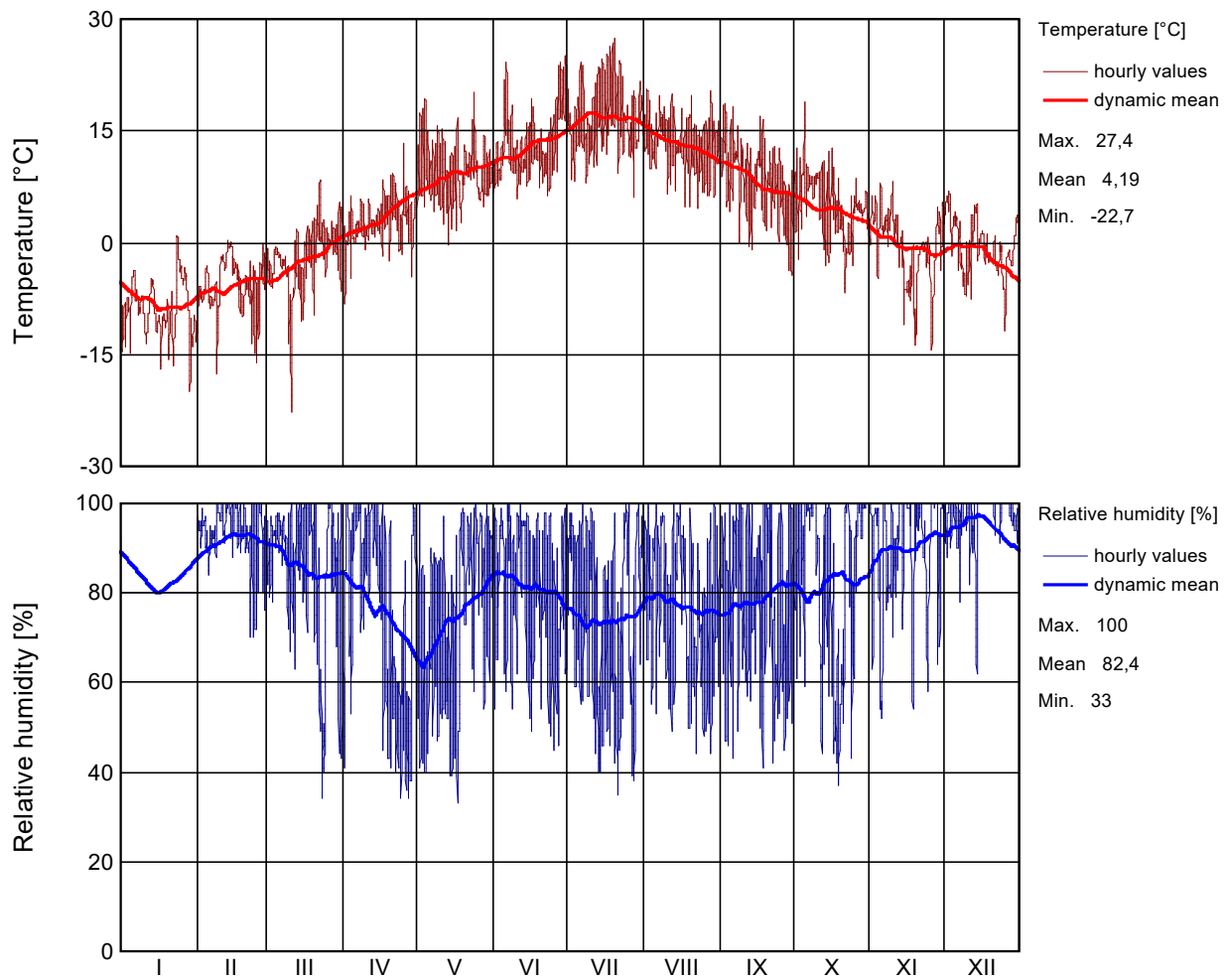
## Project data

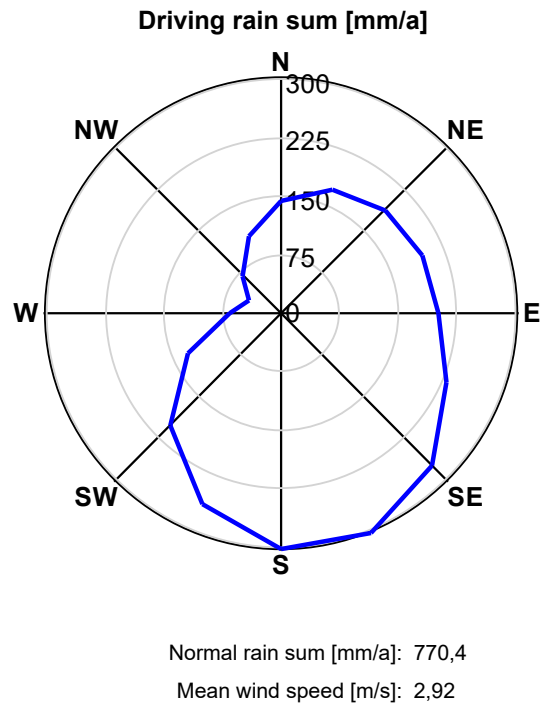
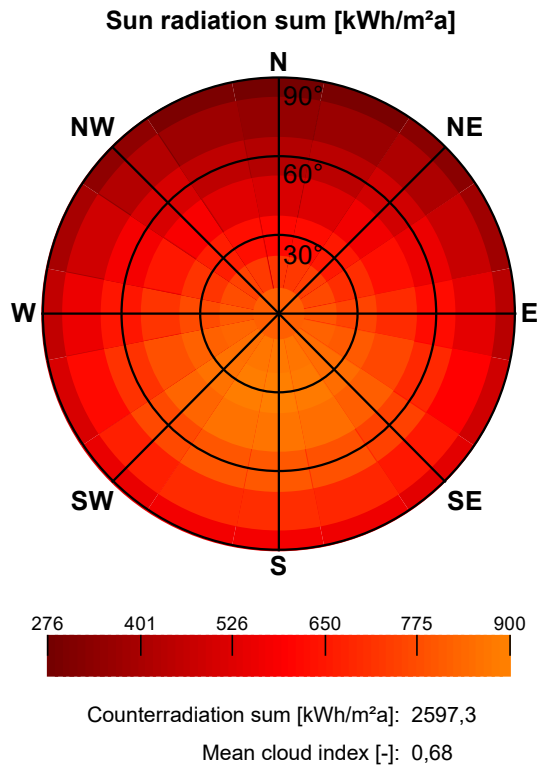
Client	
Surname & Name	
Locality	
Postal code	
Street	
Tel.	
e-mail	
Building	
Name/Type	
Locality	
Postal code	
Street	
Country	
Owner	
Surname & Name	
Locality	
Postal code	
Street	
Responsible	
Surname & Name	
Locality	
Postal code	
Street	
Tel.	
e-mail	
Date	20.2.2019

Climate

Case 1: Main climate

Gardermoen (NBI / NTNU)	
Latitude [°]	60,2
Longitude [°]	11,1
Height NN [m]	202
Time zone [Hours from UTC]	1
Additional data	
Albedo	User defined
Ground reflectance short	0,2
Ground reflectance long	0,1
Ground emission	0,9
Cloud index (only WET-file)	0,7
CO2-concentration [mg/m³]	350





## Conditioned zones

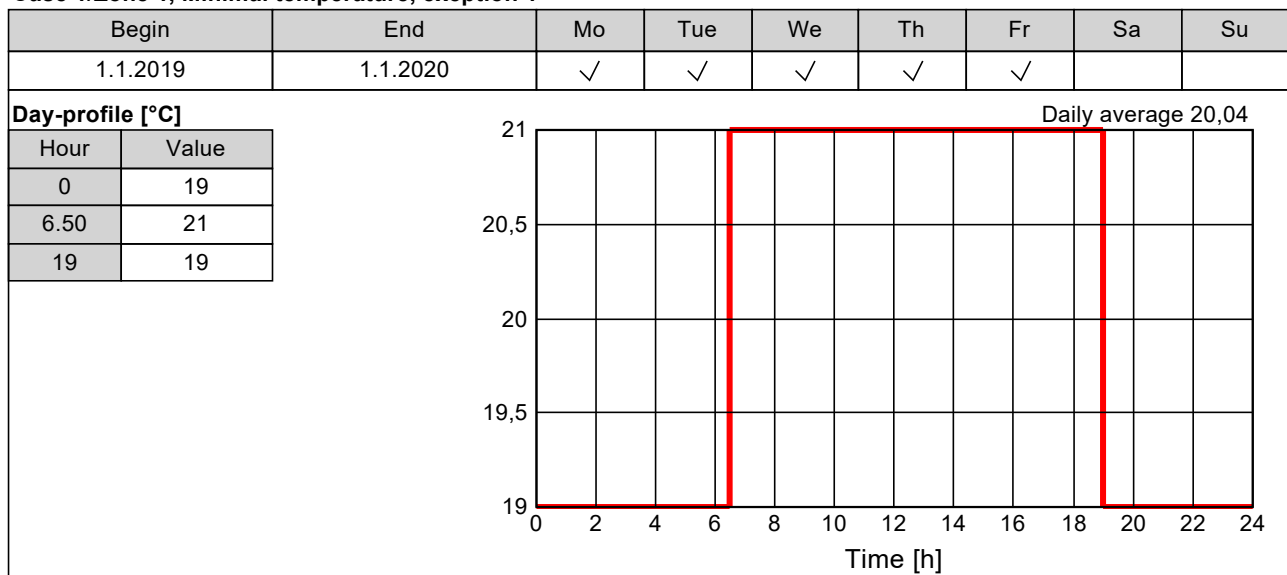
### Case 1/Zone 1: General data

Name	Byggevarer/Trelast/Betjening/Proff
Geometry	
Gross volume (From visualized volume and components) [m <sup>3</sup> ]	11054,14
Net volume (User defined) [m <sup>3</sup> ]	10357,34
Floor area (From visualized geometry) [m <sup>2</sup> ]	1036,8
Other parameters	
Initial temperature [°C]	20
Initial rel. humidity [%]	55
Initial CO <sub>2</sub> -concentration [ppmv]	400
Distribution of solar gains on interior surfaces	Proportional to area
Solar radiation direct to interior air [-]	0,1

### Case 1/Zone 1: Design conditions

Min. temperature (heating) [°C]	20
Max. temperature (cooling) [°C]	27
Min. relative humidity (humidification) [%]	40
Max. relative humidity (dehumidification) [%]	70
Max. CO <sub>2</sub> -concentration [ppmv]	1000
Natural ventilation [1/h]	0
Mechanical ventilation [m <sup>3</sup> /h]	2073,6
Infiltration ACH [1/h]	0,105

### Case 1/Zone 1, Minimal temping, exeption 1

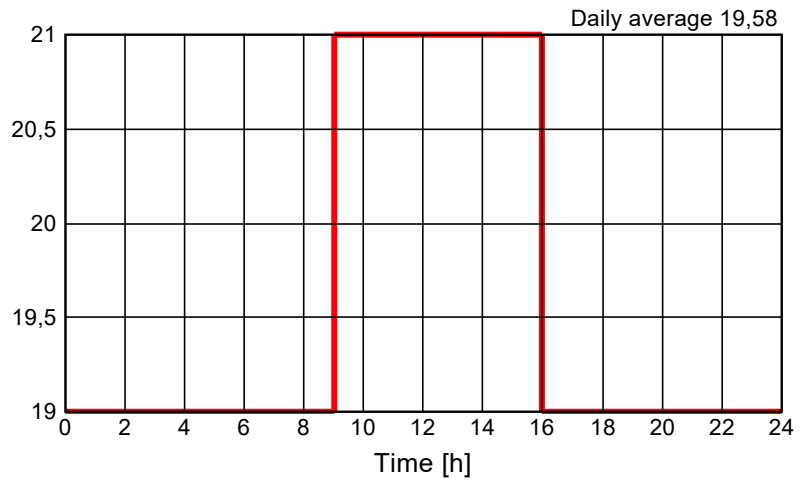


**Case 1/Zone 1, Minimal temperature, exeption 2**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020						✓	

**Day-profile [°C]**

Hour	Value
0	19
9	21
16	19



**Case 1/Zone 1, Minimal temperature, exeption 3**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020							✓

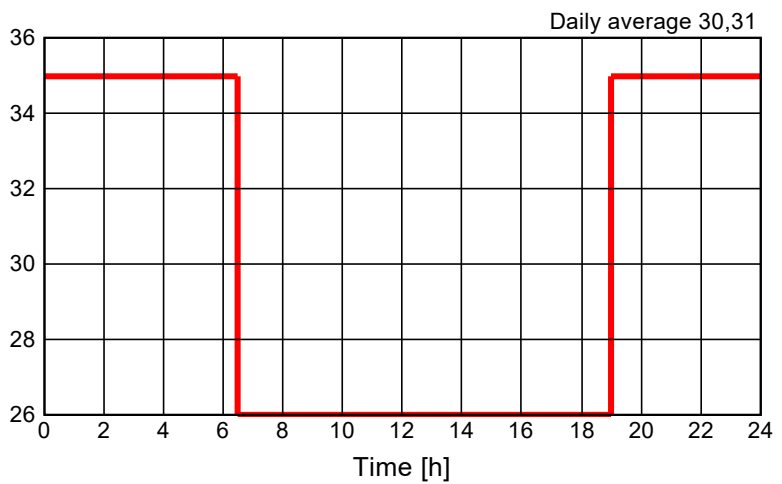
19 °C

**Case 1/Zone 1, Maximal temperature, exeption 1**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020	✓	✓	✓	✓	✓		

**Day-profile [°C]**

Hour	Value
0	35
6.50	26
19	35



**Case 1/Zone 1, Maximal temperature, exception 2**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020						✓	

**Day-profile [°C]**

Hour	Value
0	35
9	26
16	35



**Case 1/Zone 1, Maximal temperature, exception 3**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020							✓
35 °C								

**Case 1/Zone 1, Minimal relative humidity, exception 1**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020	✓	✓	✓	✓	✓		
25 %								

**Case 1/Zone 1, Minimal relative humidity, exception 2**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020						✓	
25 %								

**Case 1/Zone 1, Minimal relative humidity, exception 3**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020							✓
25 %								

**Case 1/Zone 1, Maximal relative humidity, exception 1**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020	✓	✓	✓	✓	✓		
60 %								

**Case 1/Zone 1, Maximal relative humidity, exception 2**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020						✓	
60 %								

**Case 1/Zone 1, Maximal relative humidity, exception 3**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020							✓
60 %								

**Case 1/Zone 1, Maximal CO2 concentration, exception 1**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020	✓	✓	✓	✓	✓		
1000 ppmv								

**Case 1/Zone 1, Maximal CO2 concentration, exception 2**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
1000 ppmv								

**Case 1/Zone 1, Maximal CO2 concentration, exception 3**

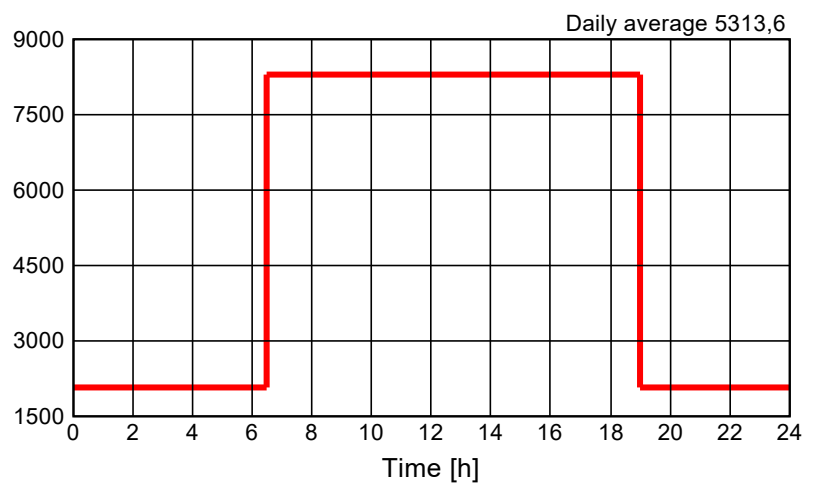
Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020							✓
1000 ppmv								

**Case 1/Zone 1, Mechanical ventilation, exception 1**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020	✓	✓	✓	✓	✓		

**Day-profile [m³/h]**

Hour	Value
0	2073,6
6.5	8294,4
19	2073,6

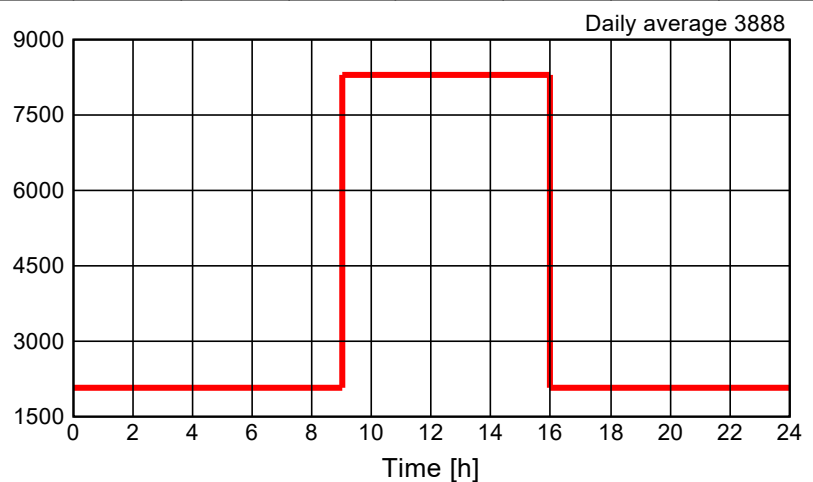


**Case 1/Zone 1, Mechanical ventilation, exception 2**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020						✓	

**Day-profile [m³/h]**

Hour	Value
0	2073,6
9	8294,4
16	2073,6



**Case 1/Zone 1, Mechanical ventilation, exception 3**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020							✓
2073,6 m³/h								

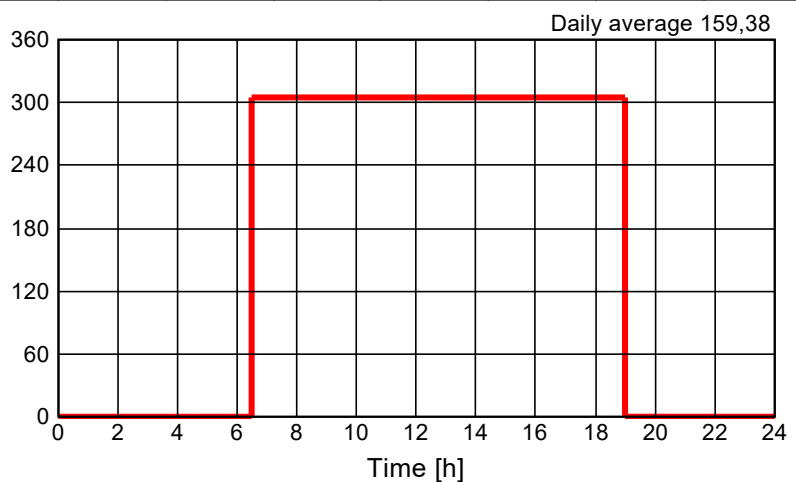
Heat convective [W]	1530
Heat radiant [W]	770
Moisture [g/h]	2080
CO2 [g/h]	680
Human activity [met]	2,2
Clothing [clo]	0.7
Air velocity [m/s]	0.1

**Case 1/Zone 1, Heat convective, exeption 1**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020	✓	✓	✓	✓	✓		

**Day-profile [W]**

Hour	Value
0	0
6.5	306
19	0



**Case 1/Zone 1, Heat convective, exeption 2**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020						✓	

**Day-profile [W]**

Hour	Value
0	0
9	306
16	0

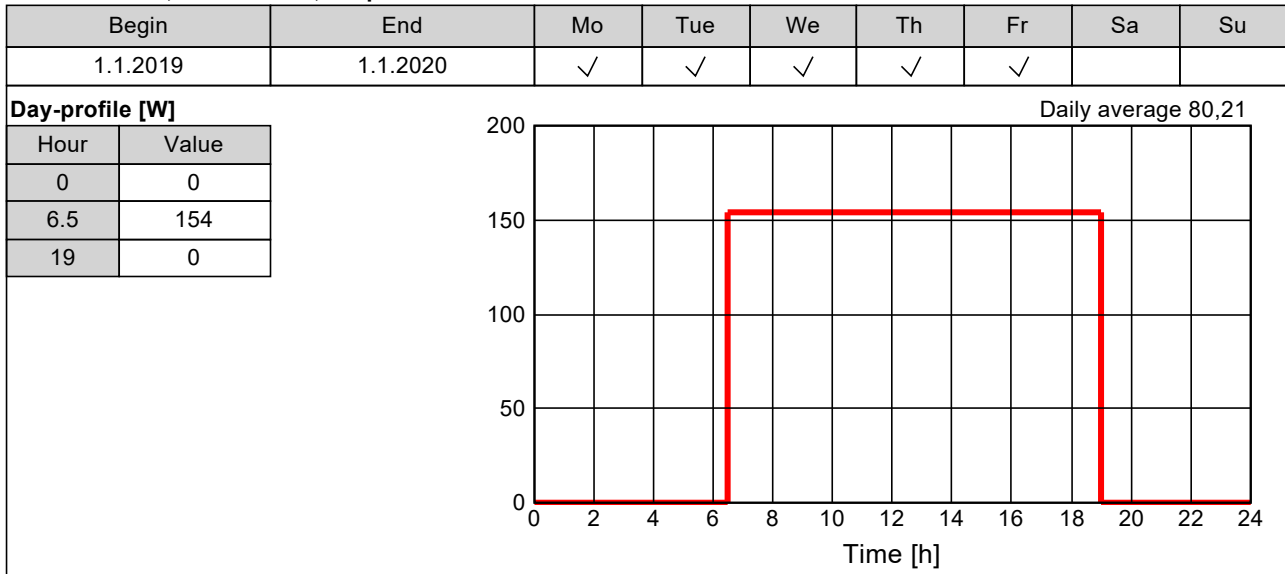


**Case 1/Zone 1, Heat convective, exeption 3**

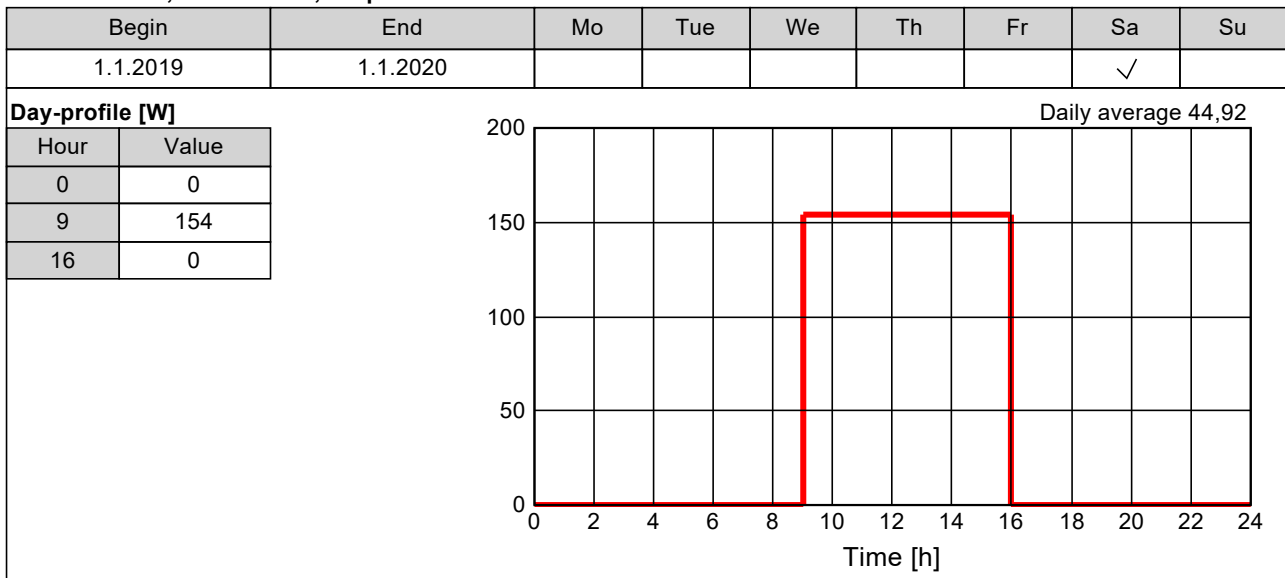
Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020							✓
0 W								



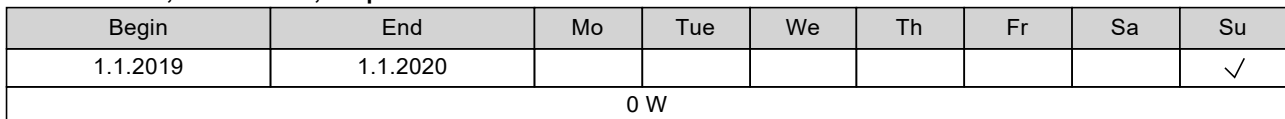
**Case 1/Zone 1, Heat radiant, exeption 1**



**Case 1/Zone 1, Heat radiant, exeption 2**



**Case 1/Zone 1, Heat radiant, exeption 3**

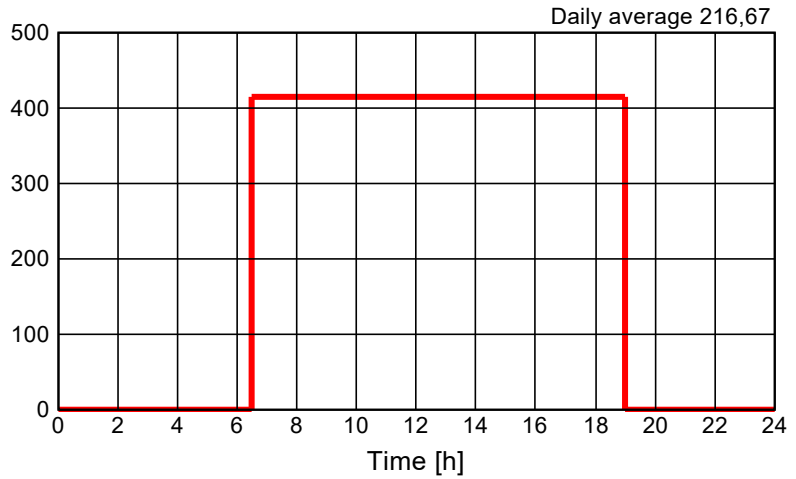


**Case 1/Zone 1, Moisture, exeption 1**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020	✓	✓	✓	✓	✓		

**Day-profile [g/h]**

Hour	Value
0	0
6.5	416
19	0

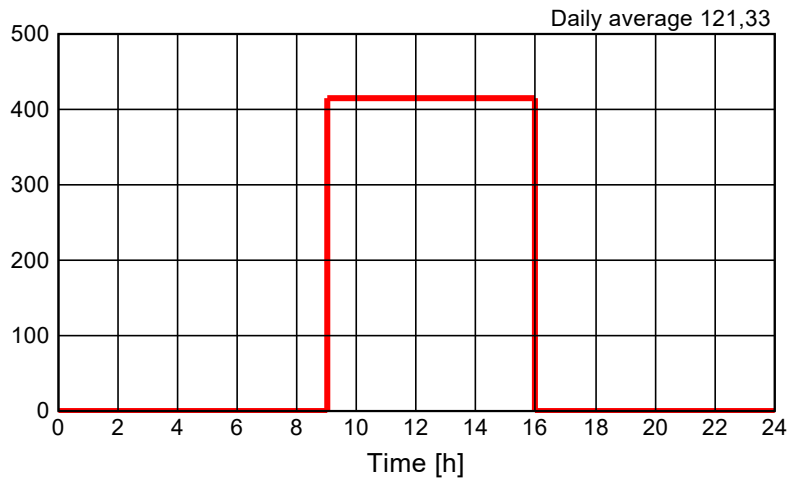


**Case 1/Zone 1, Moisture, exeption 2**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020						✓	

**Day-profile [g/h]**

Hour	Value
0	0
9	416
16	0



**Case 1/Zone 1, Moisture, exeption 3**

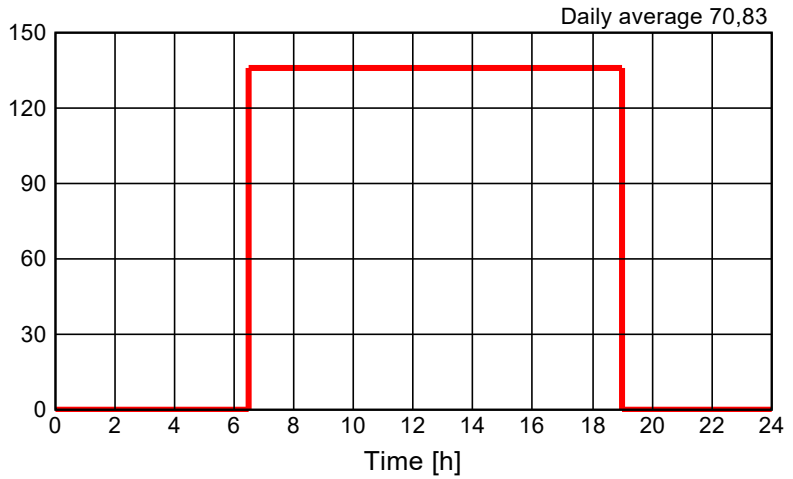
Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020							✓
0 g/h								

**Case 1/Zone 1, CO2, exeption 1**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020	✓	✓	✓	✓	✓		

**Day-profile [g/h]**

Hour	Value
0	0
6.5	136
19	0

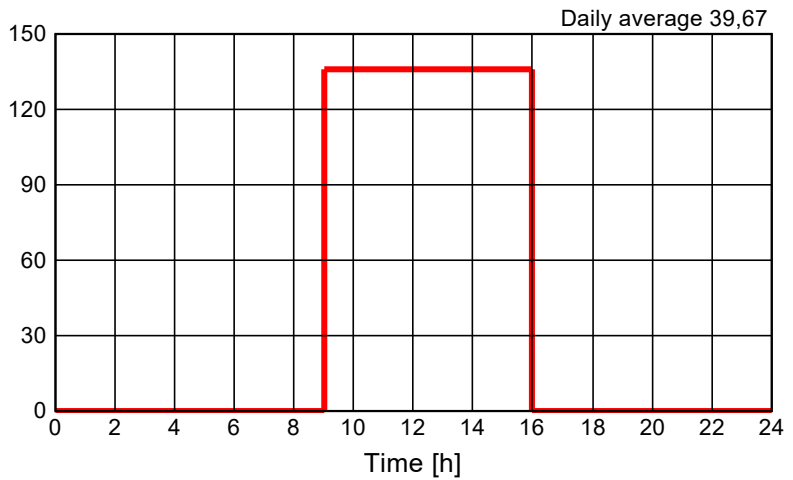


**Case 1/Zone 1, CO2, exeption 2**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020						✓	

**Day-profile [g/h]**

Hour	Value
0	0
9	136
16	0



**Case 1/Zone 1, CO2, exeption 3**

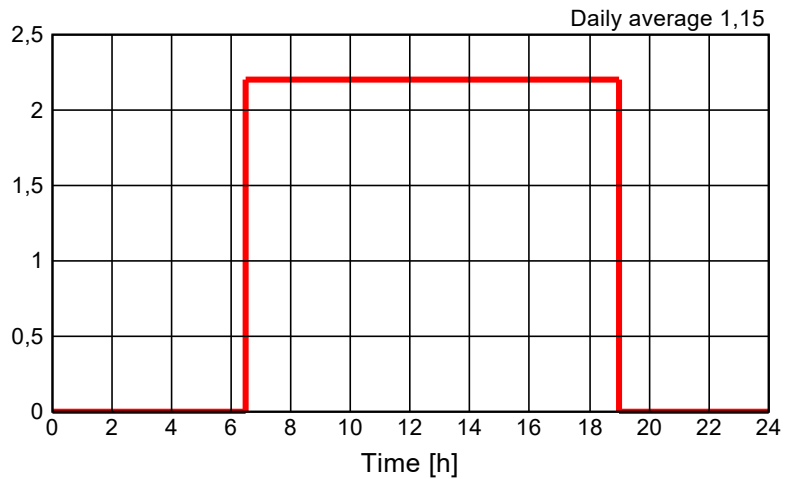
Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020							✓
0 g/h								

**Case 1/Zone 1, Human activity, exception 1**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020	✓	✓	✓	✓	✓		

**Day-profile [met]**

Hour	Value
0	0
6.5	2,2
19	0

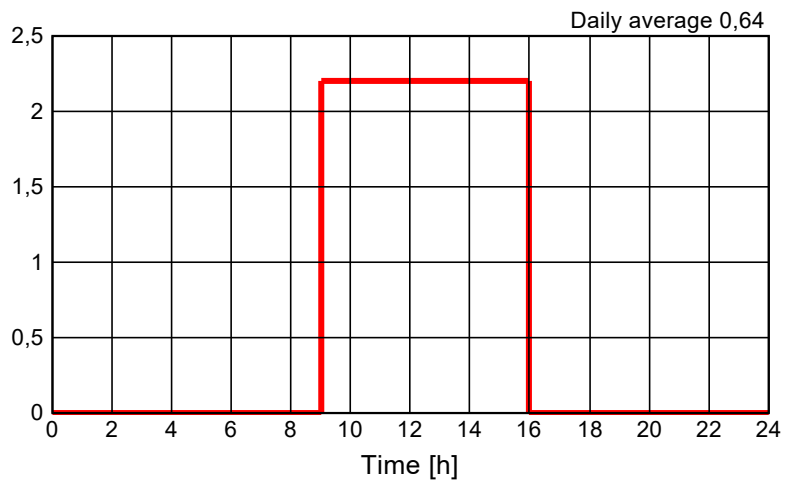


**Case 1/Zone 1, Human activity, exception 2**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020						✓	

**Day-profile [met]**

Hour	Value
0	0
9	2,2
16	0



**Case 1/Zone 1, Human activity, exception 3**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020							✓
0 met								

**Case 1/Zone 1, Clothing, exception 1**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020	✓	✓	✓	✓	✓		
0,7 clo								

**Case 1/Zone 1, Clothing, exception 2**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020						✓	
0,7 clo								

**Case 1/Zone 1, Clothing, exception 3**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020							✓
0,7 clo								

**Case 1/Zone 1, Air velocity, exeption 1**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020	✓	✓	✓	✓	✓		
0,1 m/s								

**Case 1/Zone 1, Air velocity, exeption 2**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020						✓	
0,1 m/s								

**Case 1/Zone 1, Air velocity, exeption 3**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020							✓
0,1 m/s								

## Case 1/Zone 1: Visualized components

**Case 1/Zone 1/Component 1: General data**

Name	Yttertak
Type	Opaque
Interior side	Zone 1: Byggevarer/Trelast/Betjening/Proff
Outer side	Outer air
Assembly	Assembly (Id.7): Yttertak
U [W/m²K]	0,1176
Geometry	
Area [m²]	1036,8
Inclination [°]	0
Orientation	Horizontal (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	18,5
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	6,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	5,5
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,04 / 0,1
Absorption / Emission (Dark) [-]	0,8 / 0,9
Sd-value - outer ( No coating) [m]	----
Sd-value - outer ( No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,288
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 1/Component 2: General data**

Name	Ståldør 1
Type	Opaque
Interior side	Zone 1: Byggevarer/Trelast/Betjening/Proff
Outer side	Zone 2: Butikk/Kassekontor/Tellerom HC
Assembly	Assembly (Id.2): Ståldør 1
U [W/m²K]	0,7936
Geometry	
Area [m²]	2,1
Inclination [°]	90
Orientation	West (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	4,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,13 / 0,13
Absorption / Emission (User defined) [-]	0,4 / 0,9
Sd-value - outer ( User defined) [m]	100
Sd-value - outer ( User defined) [m]	100
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,001
Solar radiation on second interior surface [-]	0,001
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 1/Component 3: General data**

Name	Glassdør 05
Type	Transparent
Interior side	Zone 1: Byggevarer/Trelast/Betjening/Proff
Outer side	Zone 2: Butikk/Kassekontor/Tellerom HC
Window type	Window type (Id 3): Glass
Solar protection	
Uw - installed [W/m²K]	0,8
<b>Geometry</b>	
Area [m²]	8,9
Inclination [°]	90
Orientation	West (100 %)
<b>Surface</b>	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	4,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,13 / 0,13
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,002
Solar radiation on second interior surface [-]	0,003
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 1/Component 4: General data**

Name	Innvendig skillevegg sone 1/2
Type	Opaque
Interior side	Zone 1: Byggevarer/Trelast/Betjening/Proff
Outer side	Zone 2: Butikk/Kassekontor/Tellerom HC
Assembly	Assembly (Id.1): Yttervegg 120mm
U [W/m²K]	0,2734
Geometry	
Area [m²]	349,1
Inclination [°]	90
Orientation	West (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	4,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,13 / 0,13
Absorption / Emission (User defined) [-]	0,4 / 0,9
Sd-value - outer ( No coating) [m]	----
Sd-value - outer ( No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,097
Solar radiation on second interior surface [-]	0,106
Height above ground (User defined) [m]	



**Case 1/Zone 1/Component 5: General data**

Name	Gulv mot grunn
Type	Opaque
Interior side	Zone 1: Byggevarer/Trelast/Betjening/Proff
Outer side	Ground
Assembly	Assembly (Id.4): Gulv mot grunn
U [W/m²K]	0,19
Geometry	
Area [m²]	1036,8
Inclination [°]	180
Orientation	Horizontal (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	99999
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	0
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	2,5
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	3,38235
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0 / 0,17
Absorption / Emission (User defined) [-]	0,4 / 0,9
Sd-value - outer (No coating) [m]	----
Sd-value - outer (No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,288
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 1/Component 6: General data**

Name	Lett himling
Type	Opaque
Interior side	Zone 1: Byggevarer/Trelast/Betjening/Proff
Outer side	Zone 1: Byggevarer/Trelast/Betjening/Proff
Assembly	Assembly (Id.11): Lett himling
U [W/m²K]	2,6512
Geometry	
Area [m²]	62,7
Inclination [°]	0
Orientation	Horizontal (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	5,5
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	4,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	5,5
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,1 / 0,1
Absorption / Emission (User defined) [-]	0,4 / 0,9
Sd-value - outer (No coating) [m]	----
Sd-value - outer (No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,017
Solar radiation on second interior surface [-]	0,017
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 1/Component 7: General data**

Name	Yttervegg fasade nord
Type	Opaque
Interior side	Zone 1: Byggevarer/Trelast/Betjening/Proff
Outer side	Outer air
Assembly	Assembly (Id.1): Yttervegg 120mm
U [W/m²K]	0,2803
Geometry	
Area [m²]	252,5
Inclination [°]	90
Orientation	North (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	18,5
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	6,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,04 / 0,13
Absorption / Emission (Oilpaint, cream, light) [-]	0,3 / 0,9
Sd-value - outer ( User defined) [m]	100
Sd-value - outer ( User defined) [m]	100
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,07
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 1/Component 8: General data**

Name	Yttervegg fasade øst
Type	Opaque
Interior side	Zone 1: Byggevarer/Trelast/Betjening/Proff
Outer side	Outer air
Assembly	Assembly (Id.1): Yttervegg 120mm
U [W/m²K]	0,2803
Geometry	
Area [m²]	360
Inclination [°]	90
Orientation	East (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	18,5
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	6,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,04 / 0,13
Absorption / Emission (Oilpaint, cream, light) [-]	0,3 / 0,9
Sd-value - outer ( No coating) [m]	----
Sd-value - outer ( No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,1
Height above ground (User defined) [m]	

## Case 1/Zone 1/Component 9: General data

Name	Ståldør 1
Type	Opaque
Interior side	Zone 1: Byggevarer/Trelast/Betjening/Proff
Outer side	Outer air
Assembly	Assembly (Id.2): Ståldør 1
U [W/m²K]	0,8547
Geometry	
Area [m²]	2,1
Inclination [°]	90
Orientation	South (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	18,5
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	6,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,04 / 0,13
Absorption / Emission (User defined) [-]	0,4 / 0,9
Sd-value - outer (No coating) [m]	----
Sd-value - outer (No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,001
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 1/Component 10: General data**

Name	Yttervegg fasade sør
Type	Opaque
Interior side	Zone 1: Byggevarer/Trelast/Betjening/Proff
Outer side	Outer air
Assembly	Assembly (Id.1): Yttervegg 120mm
U [W/m²K]	0,2803
Geometry	
Area [m²]	15,7
Inclination [°]	90
Orientation	South (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	18,5
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	6,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,04 / 0,13
Absorption / Emission (Oilpaint, cream, light) [-]	0,3 / 0,9
Sd-value - outer ( No coating) [m]	----
Sd-value - outer ( No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,004
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 1/Component 11: General data**

Name	Yttervegg fasade sør
Type	Opaque
Interior side	Zone 1: Byggevarer/Trelast/Betjening/Proff
Outer side	Outer air
Assembly	Assembly (Id.1): Yttervegg 120mm
U [W/m²K]	0,2803
Geometry	
Area [m²]	217,6
Inclination [°]	90
Orientation	South (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	18,5
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	6,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,04 / 0,13
Absorption / Emission (Oilpaint, cream, light) [-]	0,3 / 0,9
Sd-value - outer ( No coating) [m]	----
Sd-value - outer ( No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,061
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 1/Component 12: General data**

Name	Yttervegg fasade sør
Type	Opaque
Interior side	Zone 1: Byggevarer/Trelast/Betjening/Proff
Outer side	Outer air
Assembly	Assembly (Id.1): Yttervegg 120mm
U [W/m²K]	0,2803
Geometry	
Area [m²]	16
Inclination [°]	90
Orientation	South (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	18,5
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	6,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,04 / 0,13
Absorption / Emission (Oilpaint, cream, light) [-]	0,3 / 0,9
Sd-value - outer ( No coating) [m]	----
Sd-value - outer ( No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,004
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 1/Component 13: General data**

Name	Vindusfelt 04
Type	Transparent
Interior side	Zone 1: Byggevarer/Trelast/Betjening/Proff
Outer side	Outer air
Window type	Window type (Id 3): Glass
Solar protection	
Uw - installed [W/m²K]	0,8
Geometry	
Area [m²]	2,3
Inclination [°]	90
Orientation	South (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	18,5
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	6,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,04 / 0,13
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,001
Height above ground (User defined) [m]	



**Case 1/Zone 1/Component 14: General data**

Name	Vindusfelt 10
Type	Transparent
Interior side	Zone 1: Byggevarer/Trelast/Betjening/Proff
Outer side	Outer air
Window type	Window type (Id 3): Glass
Solar protection	
Uw - installed [W/m²K]	0,8
Geometry	
Area [m²]	2,2
Inclination [°]	90
Orientation	North (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	18,5
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	6,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,04 / 0,13
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,001
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 1/Component 15: General data**

Name	Ståldør 1
Type	Opaque
Interior side	Zone 1: Byggevarer/Trelast/Betjening/Proff
Outer side	Outer air
Assembly	Assembly (Id.2): Ståldør 1
U [W/m²K]	0,8547
Geometry	
Area [m²]	2,1
Inclination [°]	90
Orientation	North (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	18,5
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	6,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,04 / 0,13
Absorption / Emission (User defined) [-]	0,4 / 0,9
Sd-value - outer ( No coating) [m]	----
Sd-value - outer ( No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,001
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 1/Component 16: General data**

Name	Inngangsport 2
Type	Opaque
Interior side	Zone 1: Byggevarer/Trelast/Betjening/Proff
Outer side	Outer air
Assembly	Assembly (Id.2): Ståldør 1
U [W/m²K]	0,8547
Geometry	
Area [m²]	31,2
Inclination [°]	90
Orientation	North (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	18,5
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	6,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,04 / 0,13
Absorption / Emission (User defined) [-]	0,4 / 0,9
Sd-value - outer (No coating) [m]	----
Sd-value - outer (No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,009
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 1/Component 17: General data**

Name	Glassdør 05
Type	Transparent
Interior side	Zone 1: Byggevarer/Trelast/Betjening/Proff
Outer side	Outer air
Window type	Window type (Id 3): Glass
Solar protection	
Uw - installed [W/m²K]	0,8
Geometry	
Area [m²]	19,4
Inclination [°]	90
Orientation	South (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	18,5
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	6,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,04 / 0,13
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,005
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 1/Component 18: General data**

Name	Vindusfelt 04
Type	Transparent
Interior side	Zone 1: Byggevarer/Trelast/Betjening/Proff
Outer side	Outer air
Window type	Window type (Id 3): Glass
Solar protection	
Uw - installed [W/m²K]	0,8
Geometry	
Area [m²]	14,8
Inclination [°]	90
Orientation	South (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	18,5
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	6,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,04 / 0,13
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,004
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 1/Component 19: General data**

Name	Innvendig skillevegg
Type	Opaque
Interior side	Zone 1: Byggevarer/Trelast/Betjening/Proff
Outer side	Zone 1: Byggevarer/Trelast/Betjening/Proff
Assembly	Assembly (Id.5): Innvendig vegg (123mm)
U [W/m²K]	0,3527
Geometry	
Area [m²]	15,7
Inclination [°]	90
Orientation	North (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	4,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,13 / 0,13
Absorption / Emission (User defined) [-]	0,4 / 0,9
Sd-value - outer (No coating) [m]	----
Sd-value - outer (No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,004
Solar radiation on second interior surface [-]	0,004

**Case 1/Zone 1/Component 20: General data**

Name	Tredør 03
Type	Opaque
Interior side	Zone 1: Byggevarer/Trelast/Betjening/Proff
Outer side	Zone 1: Byggevarer/Trelast/Betjening/Proff
Assembly	Assembly (Id.13): Tredør
U [W/m²K]	1,4993
Geometry	
Area [m²]	2,1
Inclination [°]	90
Orientation	East (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	4,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,13 / 0,13
Absorption / Emission (User defined) [-]	0,4 / 0,9
Sd-value - outer ( No coating) [m]	----
Sd-value - outer ( No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,001
Solar radiation on second interior surface [-]	0,001
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 1/Component 21: General data**

Name	Glassvegg 06
Type	Transparent
Interior side	Zone 1: Byggevarer/Trelast/Betjening/Proff
Outer side	Zone 1: Byggevarer/Trelast/Betjening/Proff
Geometry	
Area [m²]	15,5
Inclination [°]	90
Orientation	East (100 %)

**Case 1/Zone 1/Component 22: General data**

Name	Innvendig skillevegg
Type	Opaque
Interior side	Zone 1: Byggevarer/Trelast/Betjening/Proff
Outer side	Zone 1: Byggevarer/Trelast/Betjening/Proff
Assembly	Assembly (Id.5): Innvendig vegg (123mm)
U [W/m²K]	0,3527
Geometry	
Area [m²]	33,2
Inclination [°]	90
Orientation	North (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	4,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,13 / 0,13
Absorption / Emission (User defined) [-]	0,4 / 0,9
Sd-value - outer (No coating) [m]	----
Sd-value - inner (No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,009
Solar radiation on second interior surface [-]	0,009
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 2: General data**

Name	Butikk/Kassekontor/Tellerom HC
Geometry	
Gross volume (From visualized volume and components) [m³]	9981,2
Net volume (User defined) [m³]	9341,86
Floor area (User defined) [m²]	933,12
Other parameters	
Initial temperature [°C]	20
Initial rel. humidity [%]	55
Initial CO2-concentration [ppmv]	400
Distribution of solar gains on interior surfaces	Proportional to area
Solar radiation direct to interior air [-]	0,1

## Case 1/Zone 2: Design conditions

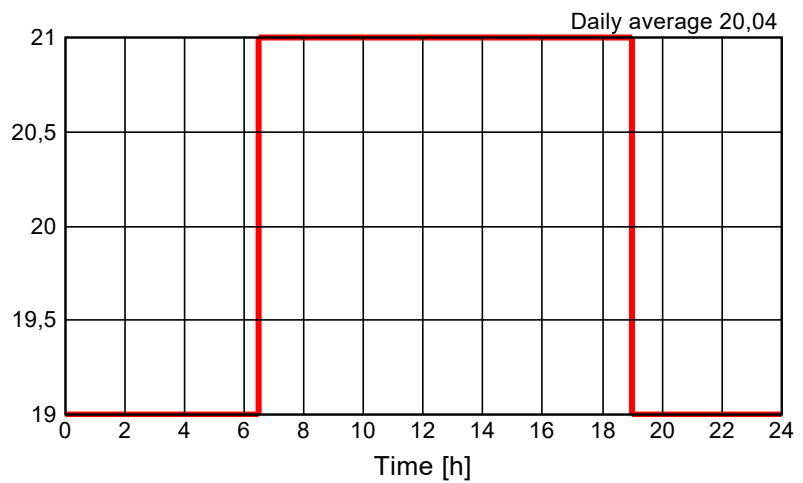
Min. temperature (heating) [°C]	20
Max. temperature (cooling) [°C]	26
Min. relative humidity (humidification) [%]	40
Max. relative humidity (dehumidification) [%]	70
Max. CO2-concentration [ppmv]	3000
Natural ventilation [1/h]	0
Mechanical ventilation [m³/h]	1866,24
Infiltration ACH [1/h]	0,105

**Case 1/Zone 2, Minimal temperature, exception 1**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020	✓	✓	✓	✓	✓		

**Day-profile [°C]**

Hour	Value
0	19
6.50	21
19	19

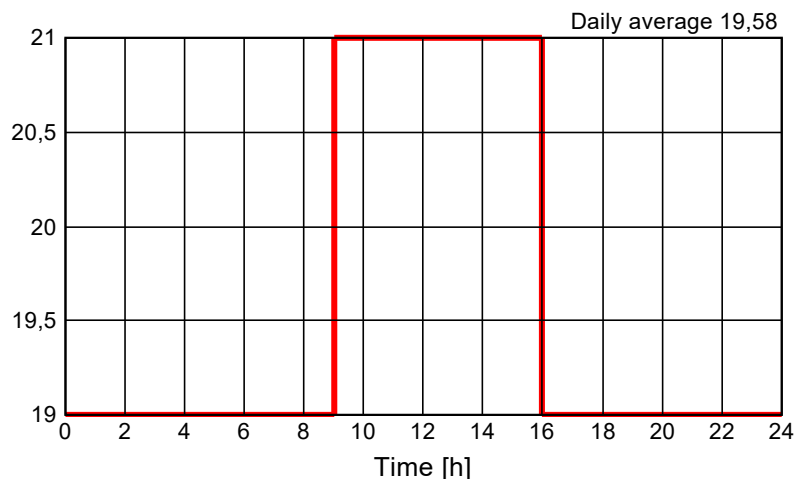


**Case 1/Zone 2, Minimal temperature, exception 2**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020						✓	

**Day-profile [°C]**

Hour	Value
0	19
9	21
16	19



**Case 1/Zone 2, Minimal temperature, exception 3**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020							✓
19 °C								

**Case 1/Zone 2, Minimal relative humidity, exception 1**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020	✓	✓	✓	✓	✓		
25 %								

**Case 1/Zone 2, Minimal relative humidity, exception 2**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020						✓	
25 %								

**Case 1/Zone 2, Minimal relative humidity, exception 3**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020							✓
25 %								

**Case 1/Zone 2, Maximal relative humidity, exception 1**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020	✓	✓	✓	✓	✓		
60 %								

**Case 1/Zone 2, Maximal relative humidity, exception 2**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020						✓	
60 %								

**Case 1/Zone 2, Maximal relative humidity, exception 3**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020							✓
60 %								

**Case 1/Zone 2, Maximal CO2 concentration, exception 1**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020	✓	✓	✓	✓	✓		
1000 ppmv								

**Case 1/Zone 2, Maximal CO2 concentration, exception 2**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020						✓	
1000 ppmv								

**Case 1/Zone 2, Maximal CO2 concentration, exception 3**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020							✓
1000 ppmv								

**Case 1/Zone 2, Mechanical ventilation, exception 1**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020	✓	✓	✓	✓	✓		

**Day-profile [m³/h]**

Hour	Value
0	1866,24
6.5	12130,56
19	1866,24



**Case 1/Zone 2, Mechanical ventilation, exeption 2**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020						✓	

**Day-profile [m³/h]**

Hour	Value
0	1866,24
9	12130,56
16	1866,24



**Case 1/Zone 2, Mechanical ventilation, exeption 3**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020							✓
1866,24 m³/h								

Case 1/Zone 2: Loads/Occupancy

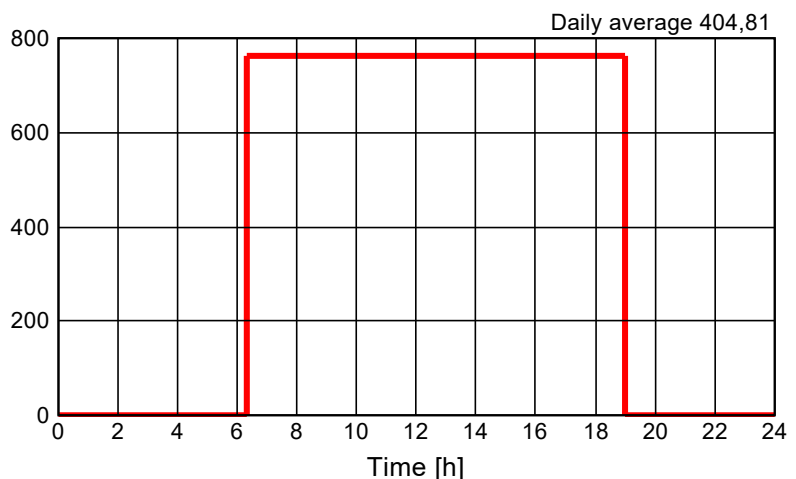
Heat convective [W]	0
Heat radiant [W]	0
Moisture [g/h]	0
CO2 [g/h]	0
Human activity [met]	0
Clothing [clo]	0,7
Air velocity [m/s]	0,1

**Case 1/Zone 2, Heat convective, exeption 1**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020	✓	✓	✓	✓	✓		

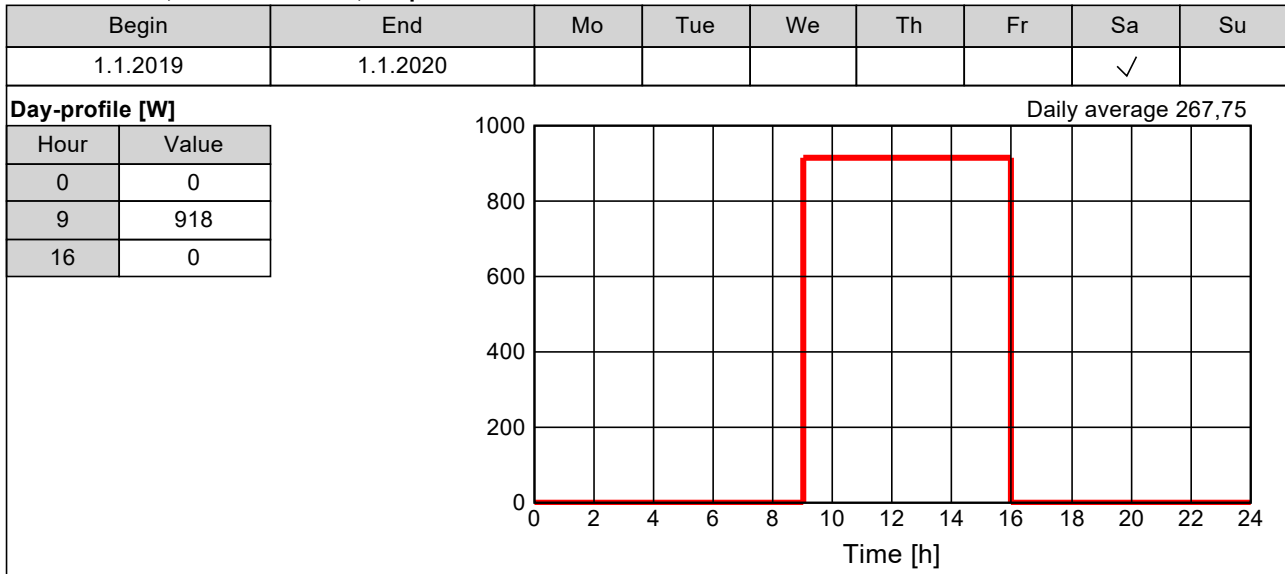
**Day-profile [W]**

Hour	Value
0	0
6.30	765
19	0

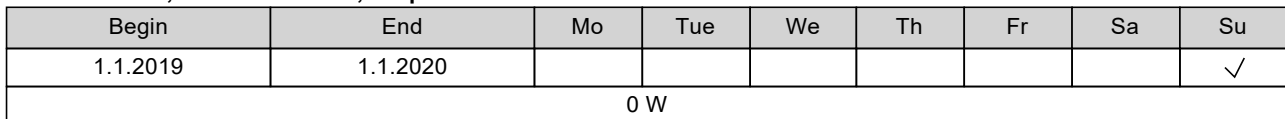




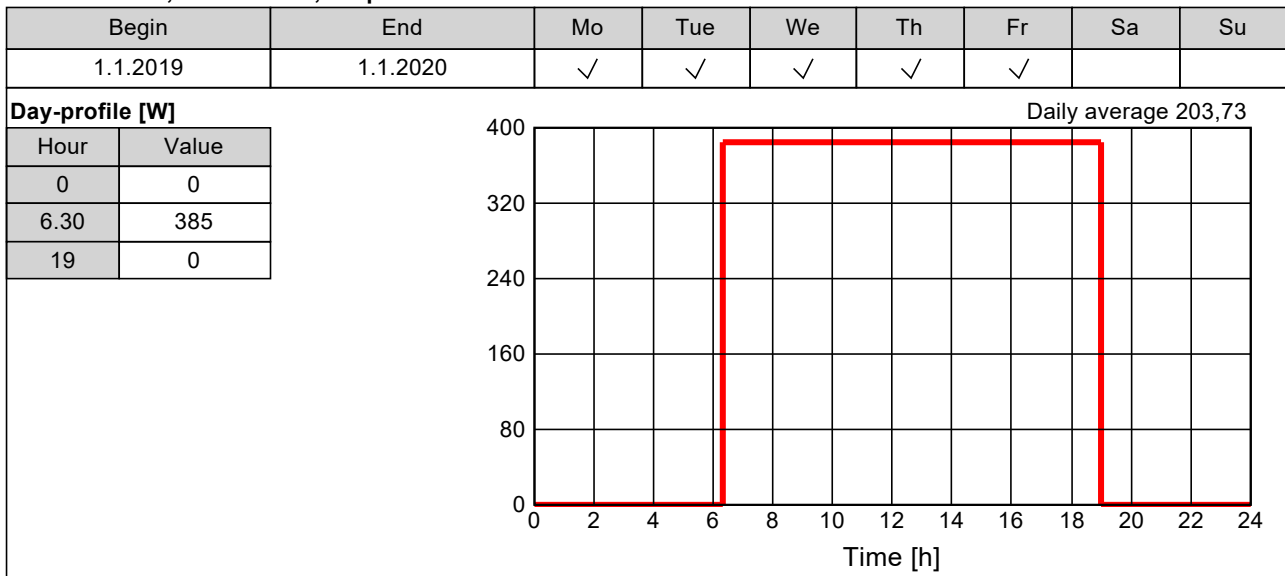
**Case 1/Zone 2, Heat convective, exeption 2**



**Case 1/Zone 2, Heat convective, exeption 3**



**Case 1/Zone 2, Heat radiant, exeption 1**

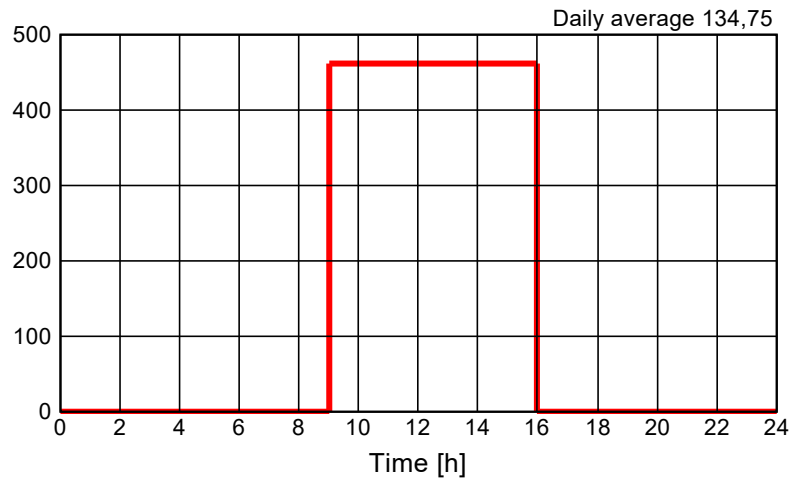


**Case 1/Zone 2, Heat radiant, exeption 2**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020						✓	

**Day-profile [W]**

Hour	Value
0	0
9	462
16	0



**Case 1/Zone 2, Heat radiant, exeption 3**

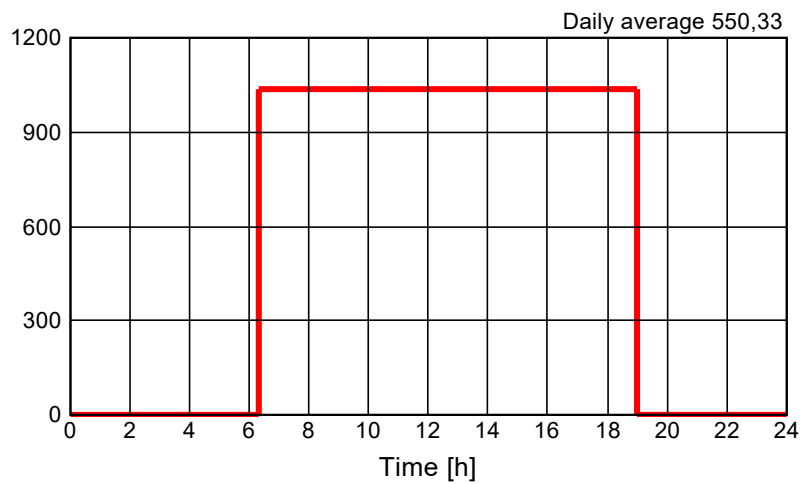
Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020							✓
0 W								

**Case 1/Zone 2, Moisture, exeption 1**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020	✓	✓	✓	✓	✓		

**Day-profile [g/h]**

Hour	Value
0	0
6.30	1040
19	0



**Case 1/Zone 2, Moisture, exeption 2**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020						✓	

**Day-profile [g/h]**

Hour	Value
0	0
9	1248
16	0



**Case 1/Zone 2, Moisture, exeption 3**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020							✓

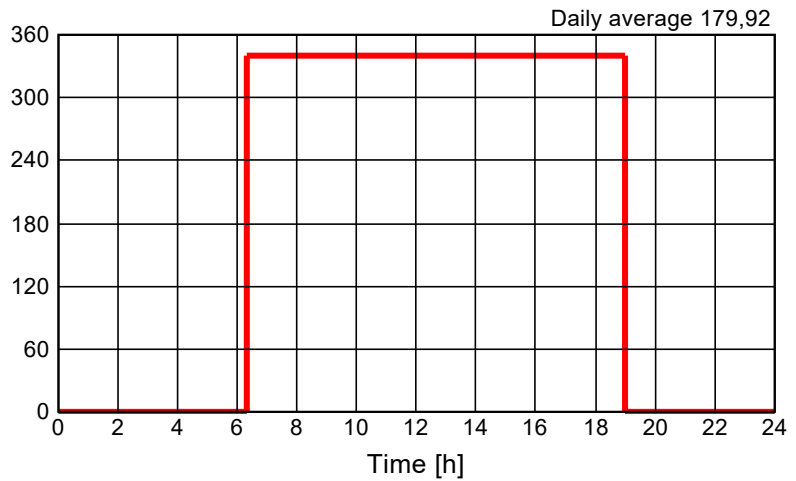
0 g/h

**Case 1/Zone 2, CO2, exeption 1**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020	✓	✓	✓	✓	✓		

**Day-profile [g/h]**

Hour	Value
0	0
6.30	340
19	0



**Case 1/Zone 2, CO2, exeption 2**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020						✓	

**Day-profile [g/h]**

Hour	Value
0	0
9	408
16	0



**Case 1/Zone 2, CO2, exeption 3**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020							✓

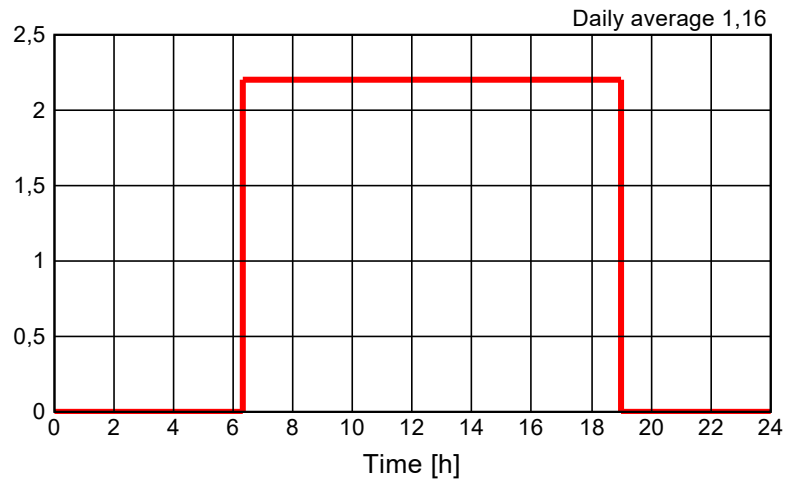
0 g/h

**Case 1/Zone 2, Human activity, exeption 1**

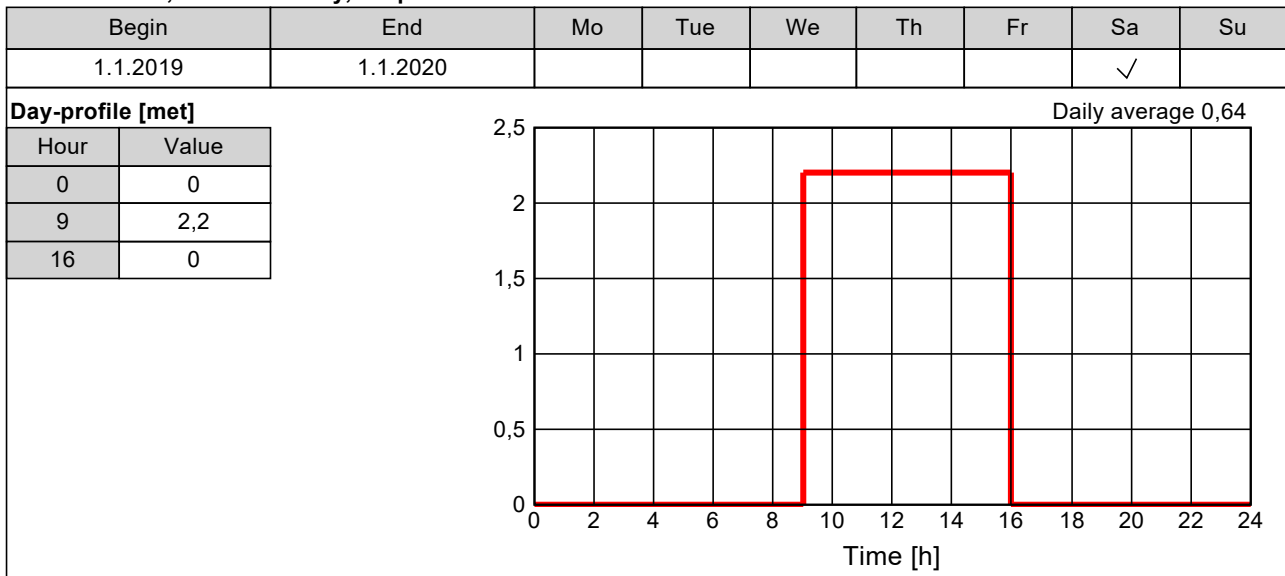
Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020	✓	✓	✓	✓	✓		

**Day-profile [met]**

Hour	Value
0	0
6.30	2,2
19	0



**Case 1/Zone 2, Human activity, exception 2**



**Case 1/Zone 2, Human activity, exception 3**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020							✓
0 met								

**Case 1/Zone 2, Clothing, exception 1**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020	✓	✓	✓	✓	✓		
0,7 clo								

**Case 1/Zone 2, Clothing, exception 2**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020						✓	
0,7 clo								

**Case 1/Zone 2, Clothing, exception 3**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020							✓
0,7 clo								

**Case 1/Zone 2, Air velocity, exception 1**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020	✓	✓	✓	✓	✓		
0,1 m/s								

**Case 1/Zone 2, Air velocity, exception 2**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020						✓	
0,1 m/s								

**Case 1/Zone 2, Air velocity, exception 3**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020							✓
0,1 m/s								

**Case 1/Zone 2/Component 1: General data**

Name	Innvendig skillevegg sone 2/6
Type	Opaque
Interior side	Zone 2: Butikk/Kassekontor/Tellerom HC
Outer side	Attached zone 2: Garderob/WC/HC/Dusj
Assembly	Assembly (Id.5): Innvendig vegg (123mm)
U [W/m²K]	0,3527
Geometry	
Area [m²]	25,9
Inclination [°]	90
Orientation	North (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	4,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,13 / 0,13
Absorption / Emission (User defined) [-]	0,4 / 0,9
Sd-value - outer (No coating) [m]	----
Sd-value - inner (No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,008
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 2/Component 2: General data**

Name	Innvendig skillevegg sone 2/10
Type	Opaque
Interior side	Zone 2: Butikk/Kassekontor/Tellerom HC
Outer side	Attached zone 6: Lett-tak Mesanin
Assembly	Assembly (Id.5): Innvendig vegg (123mm)
U [W/m²K]	0,3527
Geometry	
Area [m²]	54
Inclination [°]	90
Orientation	North (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	4,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,13 / 0,13
Absorption / Emission (User defined) [-]	0,4 / 0,9
Sd-value - outer (No coating) [m]	----
Sd-value - outer (No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,016
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 2/Component 3: General data**

Name	Yttervegger fasade vest/sør/øst
Type	Opaque
Interior side	Zone 2: Butikk/Kassekontor/Tellerom HC
Outer side	Outer air
Assembly	Assembly (Id.8): Yttervegg 230mm
U [W/m²K]	0,149
Geometry	
Area [m²]	551,7
Inclination [°]	90
Orientation	South (9 %), East (13 %), West (78 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	18,5
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	6,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,04 / 0,13
Absorption / Emission (Oilpaint, cream, light) [-]	0,3 / 0,9
Sd-value - outer ( User defined) [m]	100
Sd-value - outer ( User defined) [m]	100
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,167
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 2/Component 4: General data**

Name	Vindusfelt 03/07
Type	Transparent
Interior side	Zone 2: Butikk/Kassekontor/Tellerom HC
Outer side	Outer air
Window type	Window type (Id 3): Glass
Solar protection	
Uw - installed [W/m²K]	0,8
Geometry	
Area [m²]	168,3
Inclination [°]	90
Orientation	South (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	18,5
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	6,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,04 / 0,13
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,051
Height above ground (User defined) [m]	



**Case 1/Zone 2/Component 5: General data**

Name	Innvendig skillevegg sone 2/9
Type	Opaque
Interior side	Zone 2: Butikk/Kassekontor/Tellerom HC
Outer side	Attached zone 5: Møterom/Kantine/3xKontor
Assembly	Assembly (Id.5): Innvendig vegg (123mm)
U [W/m²K]	0,3527
Geometry	
Area [m²]	32,4
Inclination [°]	90
Orientation	North (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	4,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,13 / 0,13
Absorption / Emission (User defined) [-]	0,4 / 0,9
Sd-value - outer ( No coating) [m]	----
Sd-value - outer ( No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,01
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 2/Component 6: General data**

Name	Yttertak
Type	Opaque
Interior side	Zone 2: Butikk/Kassekontor/Tellerom HC
Outer side	Outer air
Assembly	Assembly (Id.7): Yttertak
U [W/m²K]	0,1176
Geometry	
Area [m²]	933,1
Inclination [°]	0
Orientation	Horizontal (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	18,5
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	6,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	5,5
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,04 / 0,1
Absorption / Emission (Dark) [-]	0,8 / 0,9
Sd-value - outer ( User defined) [m]	100
Sd-value - outer ( User defined) [m]	100
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,282
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 2/Component 7: General data**

Name	Gulv mot grunn
Type	Opaque
Interior side	Zone 2: Butikk/Kassekontor/Tellerom HC
Outer side	Ground
Assembly	Assembly (Id.4): Gulv mot grunn
U [W/m²K]	0,19
Geometry	
Area [m²]	933,1
Inclination [°]	180
Orientation	Horizontal (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	99999
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	0
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	2,5
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	3,38235
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0 / 0,17
Absorption / Emission (User defined) [-]	0,4 / 0,9
Sd-value - outer (No coating) [m]	----
Sd-value - outer (No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,282
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 2/Component 8: General data**

Name	Etasjeskiller
Type	Opaque
Interior side	Zone 2: Butikk/Kassekontor/Tellerom HC
Outer side	Zone 2: Butikk/Kassekontor/Tellerom HC
Assembly	Assembly (Id.11): Lett himling
U [W/m²K]	2,6512
Geometry	
Area [m²]	20,9
Inclination [°]	0
Orientation	Horizontal (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	5,5
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	4,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	5,5
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,1 / 0,1
Absorption / Emission (User defined) [-]	0,4 / 0,9
Sd-value - outer (No coating) [m]	----
Sd-value - inner (No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,006
Solar radiation on second interior surface [-]	0,006
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 2/Component 9: General data**

Name	Ståldør 1
Type	Opaque
Interior side	Zone 2: Butikk/Kassekontor/Tellerom HC
Outer side	Zone 4: Over/Under Mesanin
Assembly	Assembly (Id.2): Ståldør 1
U [W/m²K]	0,7936
Geometry	
Area [m²]	2,1
Inclination [°]	90
Orientation	North (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	4,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,13 / 0,13
Absorption / Emission (User defined) [-]	0,4 / 0,9
Sd-value - outer (No coating) [m]	----
Sd-value - inner (No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,001
Solar radiation on second interior surface [-]	0,001
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 2/Component 10: General data**

Name	Innvendig skillevegg sone 2/4
Type	Opaque
Interior side	Zone 2: Butikk/Kassekontor/Tellerom HC
Outer side	Zone 4: Over/Under Mesanin
Assembly	Assembly (Id.5): Innvendig vegg (123mm)
U [W/m²K]	0,3527
Geometry	
Area [m²]	91,9
Inclination [°]	90
Orientation	North (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	4,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,13 / 0,13
Absorption / Emission (User defined) [-]	0,4 / 0,9
Sd-value - outer ( No coating) [m]	----
Sd-value - outer ( No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,028
Solar radiation on second interior surface [-]	0,036
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 2/Component 11: General data**

Name	Inngangsport (HP1)
Type	Opaque
Interior side	Zone 2: Butikk/Kassekontor/Tellerom HC
Outer side	Zone 4: Over/Under Mesanin
Assembly	Assembly (Id.2): Ståldør 1
U [W/m²K]	0,7936
Geometry	
Area [m²]	9,7
Inclination [°]	90
Orientation	North (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	4,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,13 / 0,13
Absorption / Emission (User defined) [-]	0,4 / 0,9
Sd-value - outer (No coating) [m]	----
Sd-value - inner (No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,003
Solar radiation on second interior surface [-]	0,004
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 2/Component 12: General data**

Name	Tredør 03
Type	Opaque
Interior side	Zone 2: Butikk/Kassekontor/Tellerom HC
Outer side	Zone 2: Butikk/Kassekontor/Tellerom HC
Assembly	Assembly (Id.13): Tredør
U [W/m²K]	1,4993
Geometry	
Area [m²]	2,1
Inclination [°]	90
Orientation	East (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	4,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,13 / 0,13
Absorption / Emission (User defined) [-]	0,4 / 0,9
Sd-value - outer ( No coating) [m]	----
Sd-value - outer ( No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,001
Solar radiation on second interior surface [-]	0,001
Height above ground (User defined) [m]	



**Case 1/Zone 2/Component 13: General data**

Name	Innvendig skillevegg
Type	Opaque
Interior side	Zone 2: Butikk/Kassekontor/Tellerom HC
Outer side	Zone 2: Butikk/Kassekontor/Tellerom HC
Assembly	Assembly (Id.5): Innvendig vegg (123mm)
U [W/m²K]	0,3527
Geometry	
Area [m²]	8,7
Inclination [°]	90
Orientation	South (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	4,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,13 / 0,13
Absorption / Emission (User defined) [-]	0,4 / 0,9
Sd-value - outer ( No coating) [m]	----
Sd-value - outer ( No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,003
Solar radiation on second interior surface [-]	0,003
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 2/Component 14: General data**

Name	Innvendig skillevegg
Type	Opaque
Interior side	Zone 2: Butikk/Kassekontor/Tellerom HC
Outer side	Zone 2: Butikk/Kassekontor/Tellerom HC
Assembly	Assembly (Id.5): Innvendig vegg (123mm)
U [W/m²K]	0,3527
Geometry	
Area [m²]	12,5
Inclination [°]	90
Orientation	East (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	4,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,13 / 0,13
Absorption / Emission (User defined) [-]	0,4 / 0,9
Sd-value - outer (No coating) [m]	----
Sd-value - inner (No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,004
Solar radiation on second interior surface [-]	0,004
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 2/Component 15: General data**

Name	Innvendig skillevegg
Type	Opaque
Interior side	Zone 2: Butikk/Kassekontor/Tellerom HC
Outer side	Zone 2: Butikk/Kassekontor/Tellerom HC
Assembly	Assembly (Id.5): Innvendig vegg (123mm)
U [W/m²K]	0,3527
Geometry	
Area [m²]	6,6
Inclination [°]	90
Orientation	North (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	4,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,13 / 0,13
Absorption / Emission (User defined) [-]	0,4 / 0,9
Sd-value - outer (No coating) [m]	----
Sd-value - inner (No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,002
Solar radiation on second interior surface [-]	0,002
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 2/Component 16: General data**

Name	Tredør 03
Type	Opaque
Interior side	Zone 2: Butikk/Kassekontor/Tellerom HC
Outer side	Zone 2: Butikk/Kassekontor/Tellerom HC
Assembly	Assembly (Id.13): Tredør
U [W/m²K]	1,4993
Geometry	
Area [m²]	2,1
Inclination [°]	90
Orientation	North (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	4,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,13 / 0,13
Absorption / Emission (User defined) [-]	0,4 / 0,9
Sd-value - outer ( No coating) [m]	----
Sd-value - outer ( No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,001
Solar radiation on second interior surface [-]	0,001
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 2/Component 17: General data**

Name	Innvendig skillevegg
Type	Opaque
Interior side	Zone 2: Butikk/Kassekontor/Tellerom HC
Outer side	Zone 2: Butikk/Kassekontor/Tellerom HC
Assembly	Assembly (Id.5): Innvendig vegg (123mm)
U [W/m²K]	0,3527
Geometry	
Area [m²]	7
Inclination [°]	90
Orientation	East (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	4,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,13 / 0,13
Absorption / Emission (User defined) [-]	0,4 / 0,9
Sd-value - outer (No coating) [m]	----
Sd-value - inner (No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,002
Solar radiation on second interior surface [-]	0,002
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 2/Component 18: General data**

Name	Tredør 03
Type	Opaque
Interior side	Zone 2: Butikk/Kassekontor/Tellerom HC
Outer side	Zone 2: Butikk/Kassekontor/Tellerom HC
Assembly	Assembly (Id.13): Tredør
U [W/m²K]	1,4993
Geometry	
Area [m²]	2,1
Inclination [°]	90
Orientation	East (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	4,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,13 / 0,13
Absorption / Emission (User defined) [-]	0,4 / 0,9
Sd-value - outer (No coating) [m]	----
Sd-value - inner (No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,001
Solar radiation on second interior surface [-]	0,001
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 2/Component 19: General data**

Name	Innvendig skillevegg
Type	Opaque
Interior side	Zone 2: Butikk/Kassekontor/Tellerom HC
Outer side	Zone 2: Butikk/Kassekontor/Tellerom HC
Assembly	Assembly (Id.5): Innvendig vegg (123mm)
U [W/m²K]	0,3527
Geometry	
Area [m²]	9,3
Inclination [°]	90
Orientation	West (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	4,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,13 / 0,13
Absorption / Emission (User defined) [-]	0,4 / 0,9
Sd-value - outer (No coating) [m]	----
Sd-value - inner (No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,003
Solar radiation on second interior surface [-]	0,003
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 3: General data**

Name	Ventilasjon/EL/SPR
Geometry	
Gross volume (From visualized volume and components) [m³]	423,95
Net volume (User defined) [m³]	819,85
Floor area (User defined) [m²]	51,84
Other parameters	
Initial temperature [°C]	20
Initial rel. humidity [%]	55
Initial CO2-concentration [ppmv]	400
Distribution of solar gains on interior surfaces	Proportional to area
Solar radiation direct to interior air [-]	0,1

## Case 1/Zone 3: Design conditions

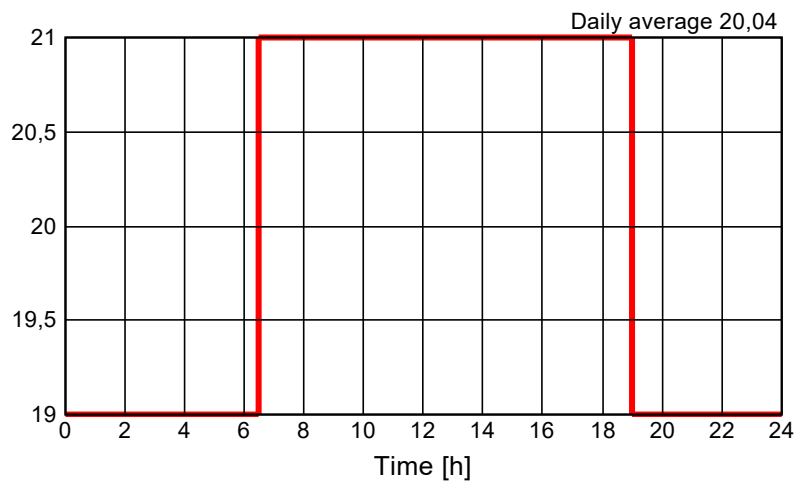
Min. temperature (heating) [°C]	20
Max. temperature (cooling) [°C]	20
Min. relative humidity (humidification) [%]	40
Max. relative humidity (dehumidification) [%]	70
Max. CO2-concentration [ppmv]	3000
Natural ventilation [1/h]	0
Mechanical ventilation [m³/h]	103,68
Infiltration ACH [1/h]	0,105

**Case 1/Zone 3, Minimal temperature, exception 1**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020	✓	✓	✓	✓	✓		

**Day-profile [°C]**

Hour	Value
0	19
6.50	21
19	19

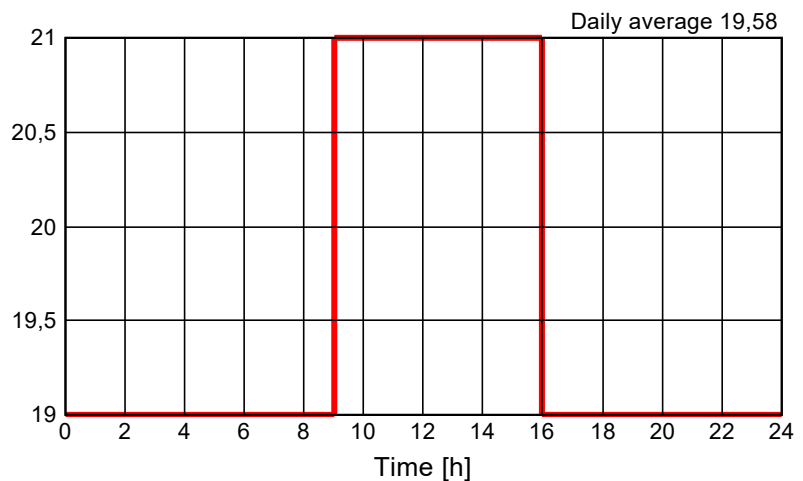


**Case 1/Zone 3, Minimal temperature, exception 2**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020						✓	

**Day-profile [°C]**

Hour	Value
0	19
9	21
16	19

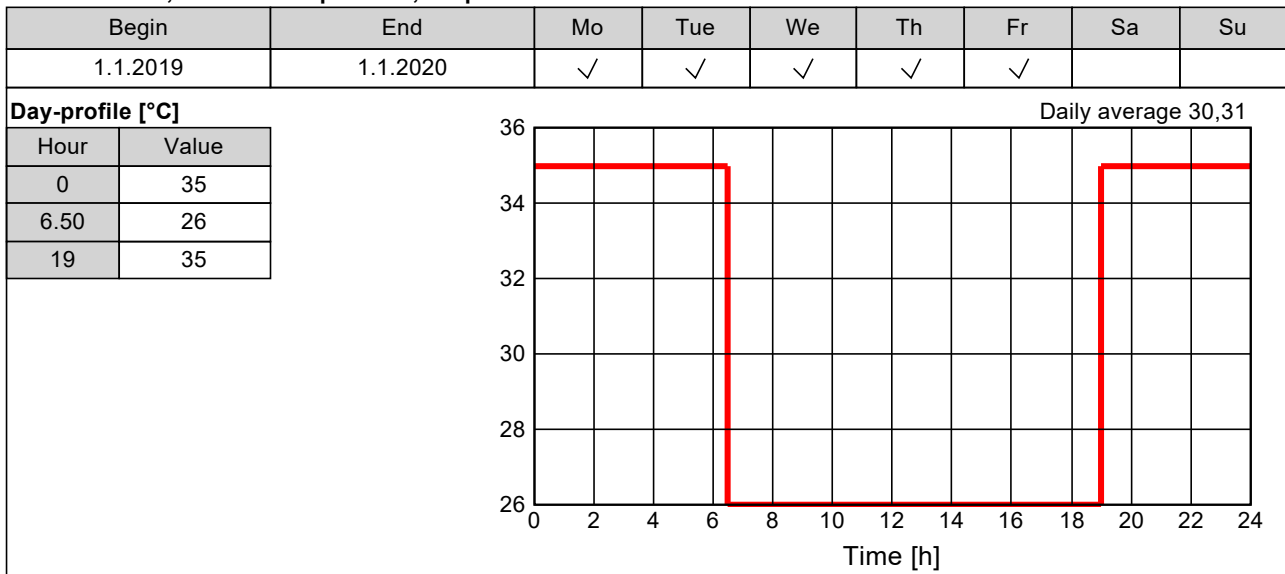


**Case 1/Zone 3, Minimal temperature, exception 3**

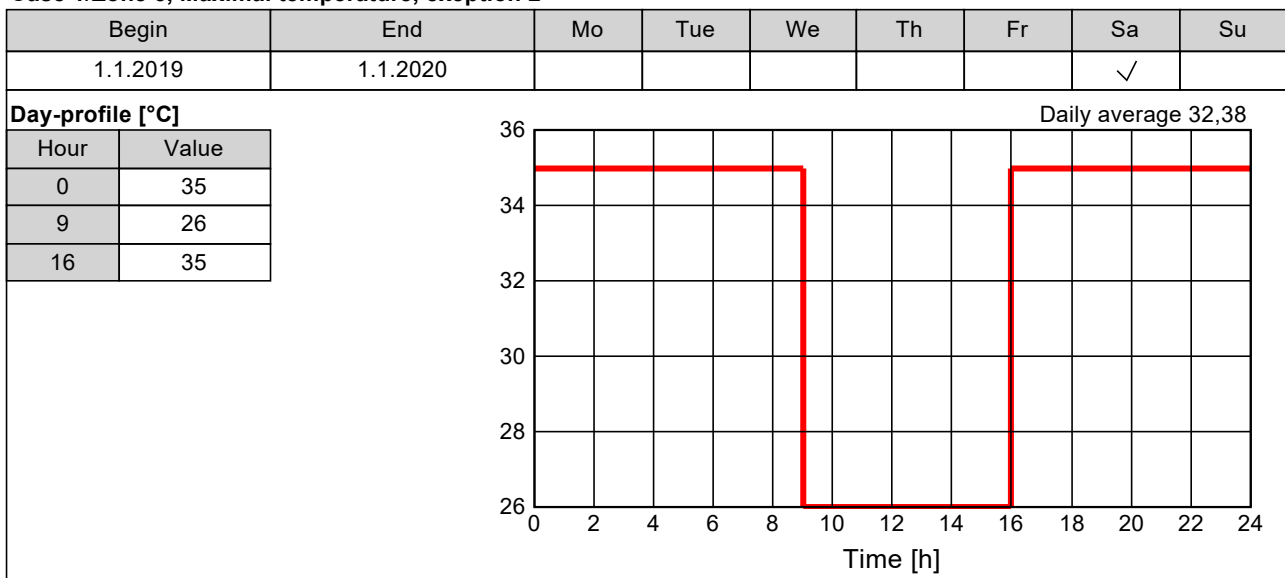
Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020							✓
19 °C								



**Case 1/Zone 3, Maximal temperature, exception 1**



**Case 1/Zone 3, Maximal temperature, exception 2**



**Case 1/Zone 3, Maximal temperature, exception 3**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020							✓
35 °C								

**Case 1/Zone 3, Minimal relative humidity, exception 1**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020	✓	✓	✓	✓	✓		
25 %								

**Case 1/Zone 3, Minimal relative humidity, exception 2**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020						✓	
25 %								

**Case 1/Zone 3, Minimal relative humidity, exception 3**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020							✓
25 %								

**Case 1/Zone 3, Maximal relative humidity, exeption 1**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020	✓	✓	✓	✓	✓		
60 %								

**Case 1/Zone 3, Maximal relative humidity, exeption 2**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020						✓	
60 %								

**Case 1/Zone 3, Maximal relative humidity, exeption 3**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020							✓
60 %								

**Case 1/Zone 3, Maximal CO2 concentration, exeption 1**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020	✓	✓	✓	✓	✓		
1000 ppmv								

**Case 1/Zone 3, Maximal CO2 concentration, exeption 2**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020						✓	
1000 ppmv								

**Case 1/Zone 3, Maximal CO2 concentration, exeption 3**

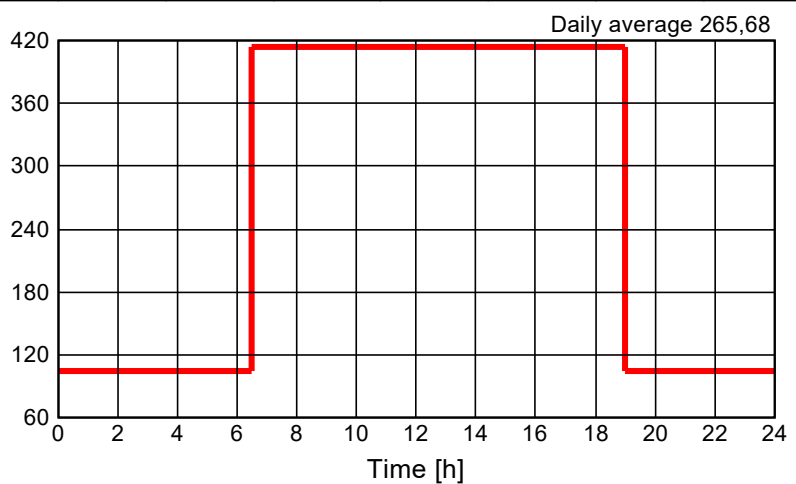
Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020							✓
1000 ppmv								

**Case 1/Zone 3, Mechanical ventilation, exeption 1**

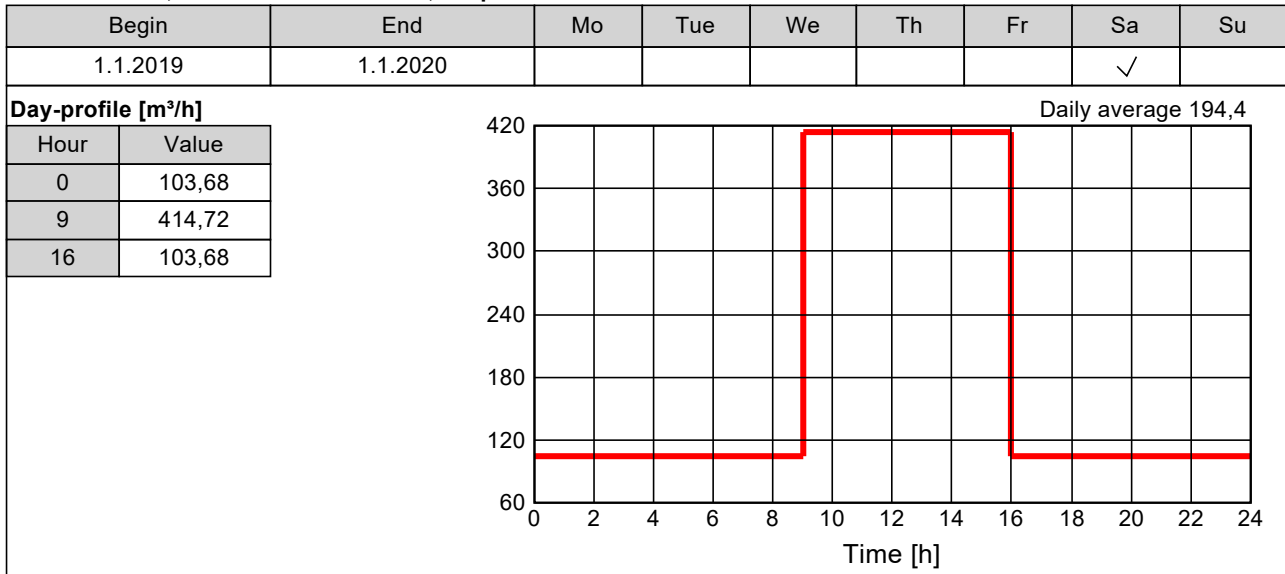
Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020	✓	✓	✓	✓	✓		

**Day-profile [m³/h]**

Hour	Value
0	103,68
6.5	414,72
19	103,68



**Case 1/Zone 3, Mechanical ventilation, exception 2**



**Case 1/Zone 3, Mechanical ventilation, exception 3**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020							✓
103,68 m³/h								

Case 1/Zone 3: Loads/Occupancy

Heat convective [W]	0
Heat radiant [W]	0
Moisture [g/h]	0
CO2 [g/h]	0
Human activity [met]	0
Clothing [clo]	0,7
Air velocity [m/s]	0,1

**Case 1/Zone 3, Heat convective, exception 1**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020	✓	✓	✓	✓	✓		
0 W								

**Case 1/Zone 3, Heat convective, exception 2**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020						✓	
0 W								

**Case 1/Zone 3, Heat convective, exception 3**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020							✓
0 W								

**Case 1/Zone 3, Heat radiant, exception 1**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020	✓	✓	✓	✓	✓		
0 W								

**Case 1/Zone 3, Heat radiant, exception 2**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020						✓	
0 W								

**Case 1/Zone 3, Heat radiant, exeption 3**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020							✓
0 W								

**Case 1/Zone 3, Moisture, exeption 1**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020	✓	✓	✓	✓	✓		
0 g/h								

**Case 1/Zone 3, Moisture, exeption 2**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020						✓	
0 g/h								

**Case 1/Zone 3, Moisture, exeption 3**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020							✓
0 g/h								

**Case 1/Zone 3, CO2, exeption 1**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020	✓	✓	✓	✓	✓		
0 g/h								

**Case 1/Zone 3, CO2, exeption 2**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020						✓	
0 g/h								

**Case 1/Zone 3, CO2, exeption 3**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020							✓
0 g/h								

**Case 1/Zone 3, Human activity, exeption 1**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020	✓	✓	✓	✓	✓		
0 met								

**Case 1/Zone 3, Human activity, exeption 2**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020						✓	
0 met								

**Case 1/Zone 3, Human activity, exeption 3**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020							✓
0 met								

**Case 1/Zone 3, Clothing, exeption 1**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020	✓	✓	✓	✓	✓		
0,7 clo								

**Case 1/Zone 3, Clothing, exeption 2**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020						✓	
0,7 clo								

**Case 1/Zone 3, Clothing, exeption 3**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020							✓
0,7 clo								

**Case 1/Zone 3, Air velocity, exeption 1**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020	✓	✓	✓	✓	✓		
0,1 m/s								

**Case 1/Zone 3, Air velocity, exeption 2**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020						✓	
0,1 m/s								

**Case 1/Zone 3, Air velocity, exeption 3**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020							✓
0,1 m/s								

## Case 1/Zone 3: Visualized components

**Case 1/Zone 3/Component 1: General data**

Name	Gulv mot grunn
Type	Opaque
Interior side	Zone 3: Ventilasjon/EL/SPR
Outer side	Ground
Assembly	Assembly (Id.4): Gulv mot grunn
U [W/m²K]	0,1925
Geometry	
Area [m²]	51,8
Inclination [°]	0
Orientation	Horizontal (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	99999
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	0
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	5,5
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0 / 0,1
Absorption / Emission (User defined) [-]	0,4 / 0,9
Sd-value - outer (No coating) [m]	----
Sd-value - outer (No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,112
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 3/Component 2: General data**

Name	Tredør 04
Type	Opaque
Interior side	Zone 3: Ventilasjon/EL/SPR
Outer side	Zone 4: Over/Under Mesanin
Assembly	Assembly (Id.13): Tredør
U [W/m²K]	1,4993
Geometry	
Area [m²]	4,2
Inclination [°]	90
Orientation	East (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	4,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,13 / 0,13
Absorption / Emission (User defined) [-]	0,4 / 0,9
Sd-value - outer (No coating) [m]	----
Sd-value - inner (No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,009
Solar radiation on second interior surface [-]	0,002
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 3/Component 3: General data**

Name	Innvendig skillevegg sone 3/5
Type	Opaque
Interior side	Zone 3: Ventilasjon/EL/SPR
Outer side	Attached zone 1: Personalinngang/Trapp
Assembly	Assembly (Id.3): Innvendig vegg (148mm)
U [W/m²K]	0,289
Geometry	
Area [m²]	34,6
Inclination [°]	90
Orientation	East (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	4,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,13 / 0,13
Absorption / Emission (User defined) [-]	0,4 / 0,9
Sd-value - outer (No coating) [m]	----
Sd-value - inner (No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,075
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 3/Component 4: General data**

Name	Yttertak
Type	Opaque
Interior side	Zone 3: Ventilasjon/EL/SPR
Outer side	Outer air
Assembly	Assembly (Id.7): Yttertak
U [W/m²K]	0,1176
Geometry	
Area [m²]	51,8
Inclination [°]	0
Orientation	Horizontal (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	18,5
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	6,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	5,5
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,04 / 0,1
Absorption / Emission (Dark) [-]	0,8 / 0,9
Sd-value - outer (No coating) [m]	----
Sd-value - outer (No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,112
Height above ground (User defined) [m]	



**Case 1/Zone 3/Component 5: General data**

Name	Innvendig skillevegg sone 3/4
Type	Opaque
Interior side	Zone 3: Ventilasjon/EL/SPR
Outer side	Zone 4: Over/Under Mesanin
Assembly	Assembly (Id.5): Innvendig vegg (123mm)
U [W/m²K]	0,3527
Geometry	
Area [m²]	30,4
Inclination [°]	90
Orientation	East (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	4,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,13 / 0,13
Absorption / Emission (User defined) [-]	0,4 / 0,9
Sd-value - outer (No coating) [m]	----
Sd-value - inner (No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,066
Solar radiation on second interior surface [-]	0,012
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 3/Component 6: General data**

Name	Innvendig skillevegg sone 3/10
Type	Opaque
Interior side	Zone 3: Ventilasjon/EL/SPR
Outer side	Attached zone 6: Lett-tak Mesanin
Assembly	Assembly (Id.5): Innvendig vegg (123mm)
U [W/m²K]	0,3527
Geometry	
Area [m²]	36
Inclination [°]	90
Orientation	East (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	4,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,13 / 0,13
Absorption / Emission (User defined) [-]	0,4 / 0,9
Sd-value - outer (No coating) [m]	----
Sd-value - inner (No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,078
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 3/Component 7: General data**

Name	Yttervegg fasade sør
Type	Opaque
Interior side	Zone 3: Ventilasjon/EL/SPR
Outer side	Outer air
Assembly	Assembly (Id.8): Yttervegg 230mm
U [W/m²K]	0,149
Geometry	
Area [m²]	36
Inclination [°]	90
Orientation	South (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	18,5
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	6,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,04 / 0,13
Absorption / Emission (Oilpaint, cream, light) [-]	0,3 / 0,9
Sd-value - outer ( No coating) [m]	----
Sd-value - outer ( No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,078
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 3/Component 8: General data**

Name	Yttervegg fasade vest
Type	Opaque
Interior side	Zone 3: Ventilasjon/EL/SPR
Outer side	Outer air
Assembly	Assembly (Id.8): Yttervegg 230mm
U [W/m²K]	0,149
Geometry	
Area [m²]	144
Inclination [°]	90
Orientation	West (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	18,5
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	6,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,04 / 0,13
Absorption / Emission (Oilpaint, cream, light) [-]	0,3 / 0,9
Sd-value - outer ( No coating) [m]	----
Sd-value - outer ( No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,311
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 3/Component 9: General data**

Name	Ståldør 1
Type	Opaque
Interior side	Zone 3: Ventilasjon/EL/SPR
Outer side	Outer air
Assembly	Assembly (Id.2): Ståldør 1
U [W/m²K]	0,8547
Geometry	
Area [m²]	2,1
Inclination [°]	90
Orientation	North (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	18,5
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	6,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,04 / 0,13
Absorption / Emission (User defined) [-]	0,4 / 0,9
Sd-value - outer (No coating) [m]	----
Sd-value - outer (No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,004
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 3/Component 10: General data**

Name	Yttervegg fasade nord
Type	Opaque
Interior side	Zone 3: Ventilasjon/EL/SPR
Outer side	Outer air
Assembly	Assembly (Id.8): Yttervegg 230mm
U [W/m²K]	0,149
Geometry	
Area [m²]	33,9
Inclination [°]	90
Orientation	North (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	18,5
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	6,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,04 / 0,13
Absorption / Emission (Oilpaint, cream, light) [-]	0,3 / 0,9
Sd-value - outer ( No coating) [m]	----
Sd-value - outer ( No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,073
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 3/Component 11: General data**

Name	Innvendig skillevegg sone 3/7
Type	Opaque
Interior side	Zone 3: Ventilasjon/EL/SPR
Outer side	Attached zone 2: Garderob/WC/HC/Dusj
Assembly	Assembly (Id.5): Innvendig vegg (123mm)
U [W/m²K]	0,3527
Geometry	
Area [m²]	25,9
Inclination [°]	90
Orientation	East (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	4,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,13 / 0,13
Absorption / Emission (User defined) [-]	0,4 / 0,9
Sd-value - outer (No coating) [m]	----
Sd-value - inner (No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,056
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 3/Component 12: General data**

Name	Innvendig skillevegg sone 3/6
Type	Opaque
Interior side	Zone 3: Ventilasjon/EL/SPR
Outer side	Attached zone 2: Garderob/WC/HC/Dusj
Assembly	Assembly (Id.5): Innvendig vegg (123mm)
U [W/m²K]	0,3527
Geometry	
Area [m²]	13
Inclination [°]	90
Orientation	East (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	4,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,13 / 0,13
Absorption / Emission (User defined) [-]	0,4 / 0,9
Sd-value - outer (No coating) [m]	----
Sd-value - outer (No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,028
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 4: General data**

Name	Over/Under Mesanin
Geometry	
Gross volume (From visualized volume and components) [m³]	2008,88
Net volume (User defined) [m³]	1297,52
Floor area (User defined) [m²]	311,04
Other parameters	
Initial temperature [°C]	20
Initial rel. humidity [%]	55
Initial CO2-concentration [ppmv]	400
Distribution of solar gains on interior surfaces	Proportional to area
Solar radiation direct to interior air [-]	0,1

**Case 1/Zone 4: Design conditions**

Min. temperature (heating) [°C]	20
Max. temperature (cooling) [°C]	26
Min. relative humidity (humidification) [%]	40
Max. relative humidity (dehumidification) [%]	70
Max. CO2-concentration [ppmv]	3000
Natural ventilation [1/h]	0
Mechanical ventilation [m³/h]	622,08
Infiltration ACH [1/h]	0,105

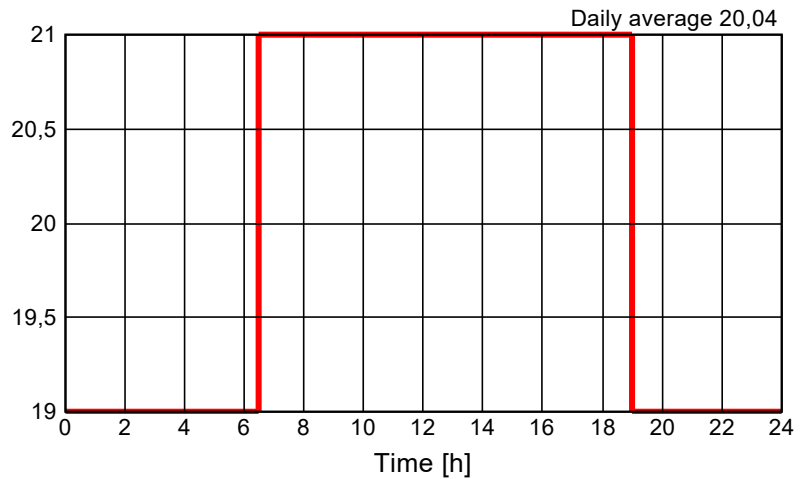


**Case 1/Zone 4, Minimal temperature, exception 1**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020	✓	✓	✓	✓	✓		

**Day-profile [°C]**

Hour	Value
0	19
6.50	21
19	19

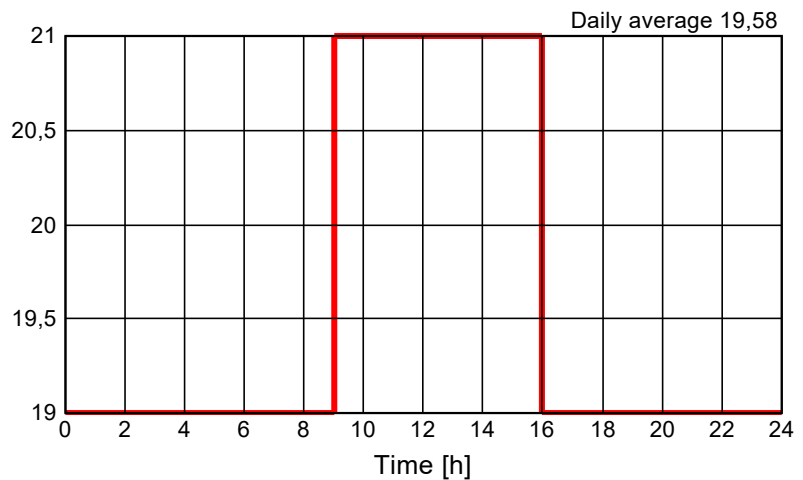


**Case 1/Zone 4, Minimal temperature, exception 2**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020						✓	

**Day-profile [°C]**

Hour	Value
0	19
9	21
16	19



**Case 1/Zone 4, Minimal temperature, exception 3**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020							✓
19 °C								

**Case 1/Zone 4, Minimal relative humidity, exception 1**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020	✓	✓	✓	✓	✓		
25 %								

**Case 1/Zone 4, Minimal relative humidity, exception 2**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020						✓	
25 %								

**Case 1/Zone 4, Minimal relative humidity, exception 3**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020							✓
25 %								

**Case 1/Zone 4, Maximal relative humidity, exeption 1**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020	✓	✓	✓	✓	✓		
60 %								

**Case 1/Zone 4, Maximal relative humidity, exeption 2**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020						✓	
60 %								

**Case 1/Zone 4, Maximal relative humidity, exeption 3**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020							✓
60 %								

**Case 1/Zone 4, Maximal CO2 concentration, exeption 1**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020	✓	✓	✓	✓	✓		
1000 ppmv								

**Case 1/Zone 4, Maximal CO2 concentration, exeption 2**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020						✓	
1000 ppmv								

**Case 1/Zone 4, Maximal CO2 concentration, exeption 3**

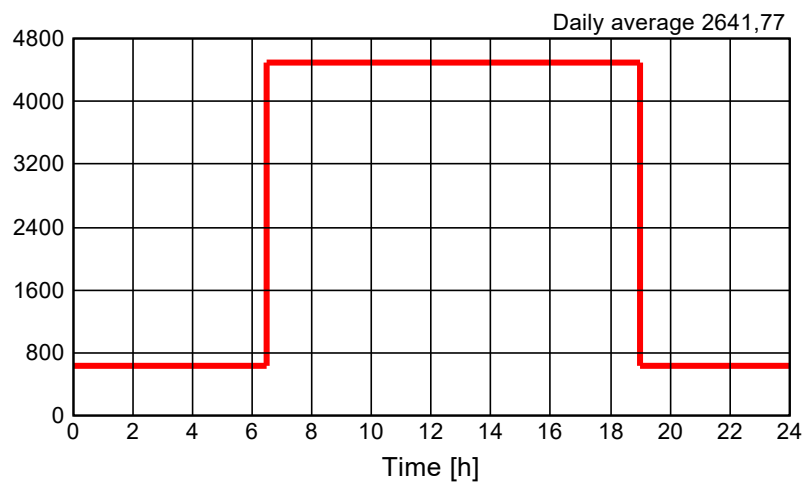
Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020							✓
1000 ppmv								

**Case 1/Zone 4, Mechanical ventilation, exeption 1**

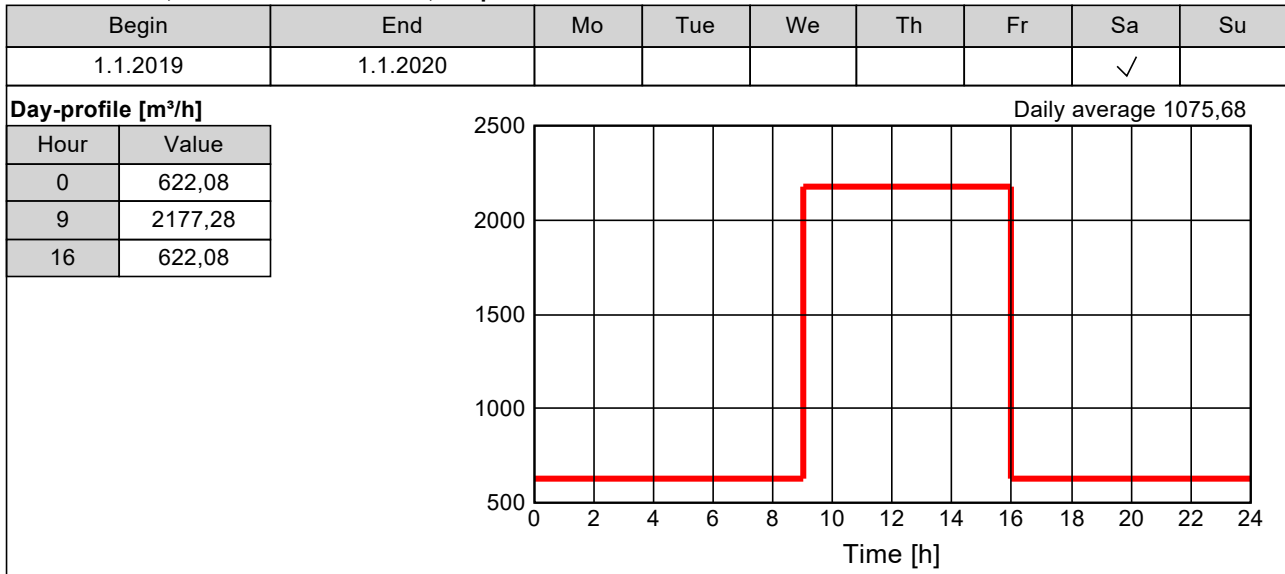
Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020	✓	✓	✓	✓	✓		

**Day-profile [m³/h]**

Hour	Value
0	622,08
6.5	4499,88
19	622,08



**Case 1/Zone 4, Mechanical ventilation, exeption 2**



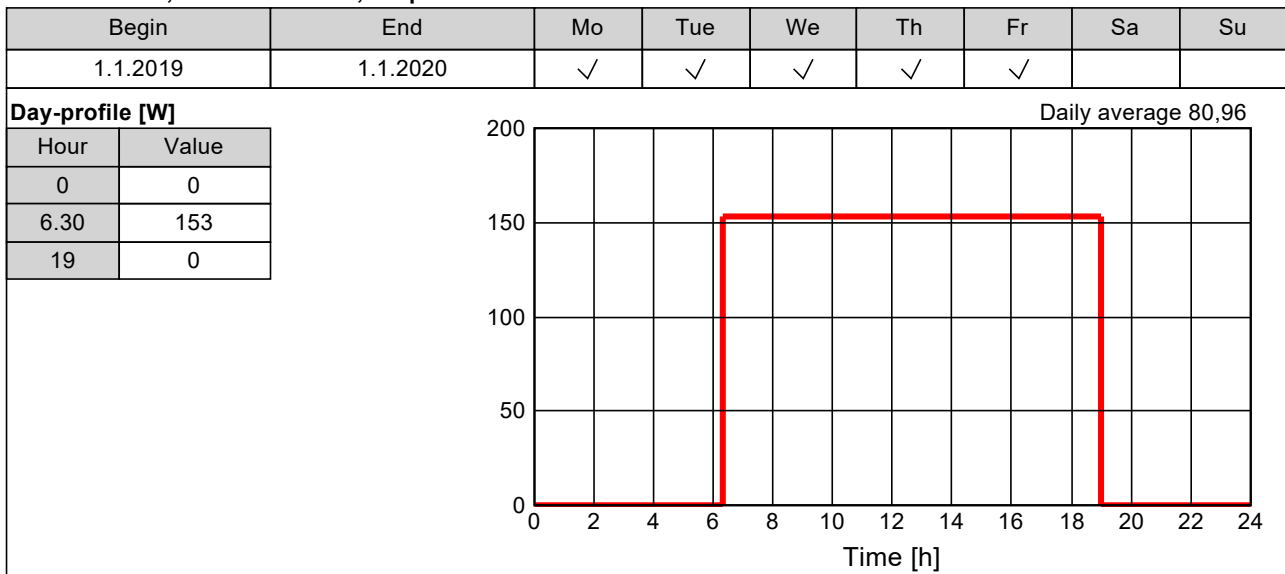
**Case 1/Zone 4, Mechanical ventilation, exeption 3**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020							✓
622,08 m³/h								

Case 1/Zone 4: Loads/Occupancy

Heat convective [W]	0
Heat radiant [W]	0
Moisture [g/h]	0
CO2 [g/h]	0
Human activity [met]	0
Clothing [clo]	0,7
Air velocity [m/s]	0,1

**Case 1/Zone 4, Heat convective, exeption 1**



**Case 1/Zone 4, Heat convective, exeption 2**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020						✓	

**Day-profile [W]**

Hour	Value
0	0
9	153
16	0



**Case 1/Zone 4, Heat convective, exeption 3**

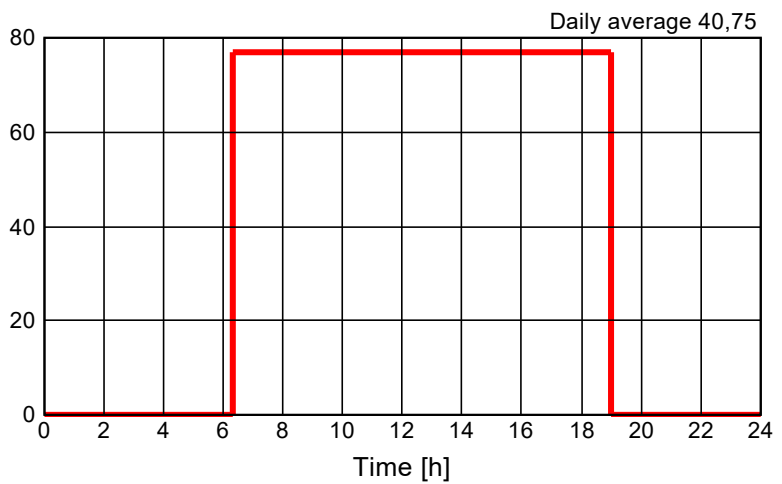
Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020							✓
0 W								

**Case 1/Zone 4, Heat radiant, exeption 1**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020	✓	✓	✓	✓	✓		

**Day-profile [W]**

Hour	Value
0	0
6.30	77
19	0

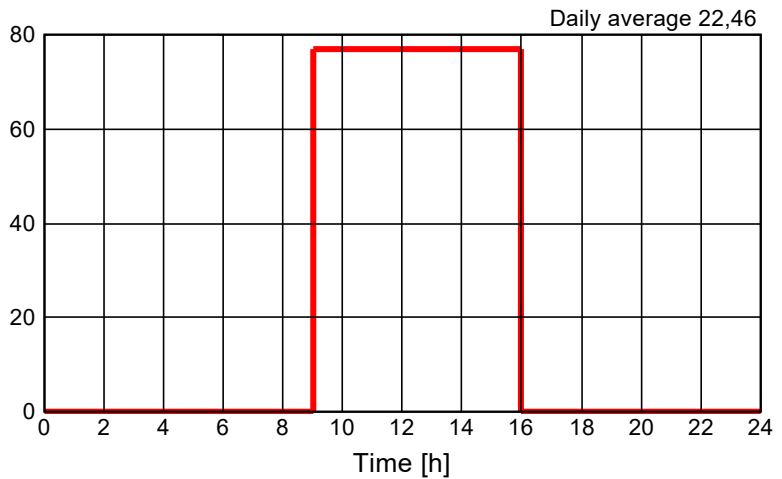


**Case 1/Zone 4, Heat radiant, exeption 2**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020						✓	

**Day-profile [W]**

Hour	Value
0	0
9	77
16	0



**Case 1/Zone 4, Heat radiant, exeption 3**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020							✓
0 W								

**Case 1/Zone 4, Moisture, exeption 1**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020	✓	✓	✓	✓	✓		

**Day-profile [g/h]**

Hour	Value
0	0
6.30	208
19	0



**Case 1/Zone 4, Moisture, exeption 2**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020						✓	

**Day-profile [g/h]**

Hour	Value
0	0
9	208
16	0



**Case 1/Zone 4, Moisture, exeption 3**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020							✓

0 g/h

**Case 1/Zone 4, CO2, exeption 1**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020	✓	✓	✓	✓	✓		

**Day-profile [g/h]**

Hour	Value
0	0
6.30	68
19	0

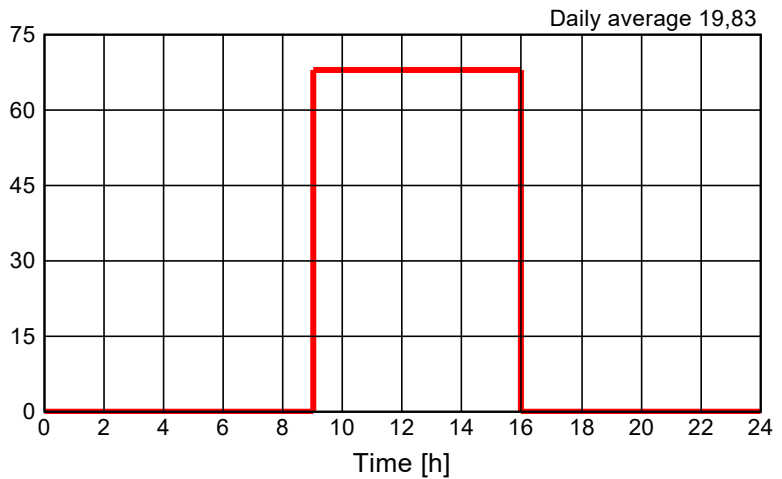


**Case 1/Zone 4, CO2, exeption 2**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020						✓	

**Day-profile [g/h]**

Hour	Value
0	0
9	68
16	0



**Case 1/Zone 4, CO2, exeption 3**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020							✓

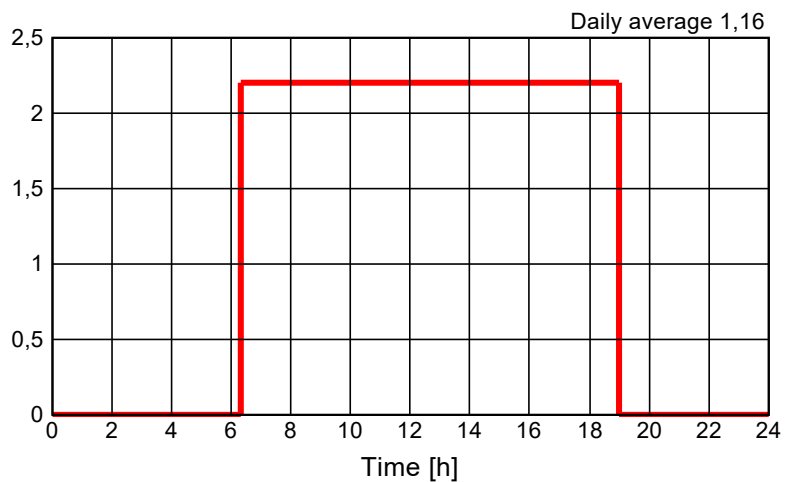
0 g/h

**Case 1/Zone 4, Human activity, exeption 1**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020	✓	✓	✓	✓	✓		

**Day-profile [met]**

Hour	Value
0	0
6.30	2,2
19	0



**Case 1/Zone 4, Human activity, exception 2**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020						✓	

**Day-profile [met]**

Hour	Value
0	0
9	2,2
16	0



**Case 1/Zone 4, Human activity, exception 3**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020							✓
0 met								

**Case 1/Zone 4, Clothing, exception 1**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020	✓	✓	✓	✓	✓		
0,7 clo								

**Case 1/Zone 4, Clothing, exception 2**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020						✓	
0,7 clo								

**Case 1/Zone 4, Clothing, exception 3**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020							✓
0,7 clo								

**Case 1/Zone 4, Air velocity, exception 1**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020	✓	✓	✓	✓	✓		
0,1 m/s								

**Case 1/Zone 4, Air velocity, exception 2**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020						✓	
0,1 m/s								

**Case 1/Zone 4, Air velocity, exception 3**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020							✓
0,1 m/s								



**Case 1/Zone 4/Component 1: General data**

Name	Etasjeskiller sone 6/10
Type	Opaque
Interior side	Zone 4: Over/Under Mesanin
Outer side	Zone 4: Over/Under Mesanin
Assembly	Assembly (Id.11): Lett himling
U [W/m²K]	1,9335
Geometry	
Area [m²]	51,8
Inclination [°]	180
Orientation	Horizontal (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	2,5
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	3,38235
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	2,5
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	3,38235
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,17 / 0,17
Absorption / Emission (User defined) [-]	0,4 / 0,9
Sd-value - outer (No coating) [m]	----
Sd-value - inner (No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,021
Solar radiation on second interior surface [-]	0,021
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 4/Component 2: General data**

Name	Etasjeskiller sone 8/10
Type	Opaque
Interior side	Zone 4: Over/Under Mesanin
Outer side	Zone 4: Over/Under Mesanin
Assembly	Assembly (Id.11): Lett himling
U [W/m²K]	1,9335
Geometry	
Area [m²]	38,5
Inclination [°]	180
Orientation	Horizontal (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	2,5
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	3,38235
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	2,5
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	3,38235
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,17 / 0,17
Absorption / Emission (User defined) [-]	0,4 / 0,9
Sd-value - outer (No coating) [m]	----
Sd-value - inner (No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,015
Solar radiation on second interior surface [-]	0,015
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 4/Component 3: General data**

Name	Yttervegg fasade nord
Type	Opaque
Interior side	Zone 4: Over/Under Mesanin
Outer side	Outer air
Assembly	Assembly (Id.8): Yttervegg 230mm
U [W/m²K]	0,149
Geometry	
Area [m²]	156,1
Inclination [°]	90
Orientation	North (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	18,5
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	6,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,04 / 0,13
Absorption / Emission (Oilpaint, cream, light) [-]	0,3 / 0,9
Sd-value - outer ( No coating) [m]	----
Sd-value - outer ( No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,062
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 4/Component 4: General data**

Name	Gulv mot grunn
Type	Opaque
Interior side	Zone 4: Over/Under Mesanin
Outer side	Ground
Assembly	Assembly (Id.4): Gulv mot grunn
U [W/m²K]	0,19
Geometry	
Area [m²]	311
Inclination [°]	180
Orientation	Horizontal (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	99999
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	0
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	2,5
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	3,38235
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0 / 0,17
Absorption / Emission (User defined) [-]	0,4 / 0,9
Sd-value - outer (No coating) [m]	----
Sd-value - outer (No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,123
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 4/Component 5: General data**

Name	Etasjeskiller sone 4/6
Type	Opaque
Interior side	Zone 4: Over/Under Mesanin
Outer side	Zone 4: Over/Under Mesanin
Assembly	Assembly (Id.6): Etasjeskiller
U [W/m²K]	0,412
Geometry	
Area [m²]	76,7
Inclination [°]	0
Orientation	Horizontal (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	5,5
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	4,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	5,5
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,1 / 0,1
Absorption / Emission (User defined) [-]	0,4 / 0,9
Sd-value - outer (No coating) [m]	----
Sd-value - inner (No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,03
Solar radiation on second interior surface [-]	0,03
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 4/Component 6: General data**

Name	Innvendig skillevegg sone 4/5
Type	Opaque
Interior side	Zone 4: Over/Under Mesanin
Outer side	Zone 4: Over/Under Mesanin
Assembly	Assembly (Id.3): Innvendig vegg (148mm)
U [W/m²K]	0,289
Geometry	
Area [m²]	67,1
Inclination [°]	90
Orientation	South (52 %), West (48 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	4,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,13 / 0,13
Absorption / Emission (User defined) [-]	0,4 / 0,9
Sd-value - outer ( No coating) [m]	----
Sd-value - outer ( No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,027
Solar radiation on second interior surface [-]	0,027
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 4/Component 7: General data**

Name	Etasjeskiller sone 4/9
Type	Opaque
Interior side	Zone 4: Over/Under Mesanin
Outer side	Attached zone 5: Møterom/Kantine/3xKontor
Assembly	Assembly (Id.6): Etasjeskiller
U [W/m²K]	0,3896
Geometry	
Area [m²]	190,1
Inclination [°]	180
Orientation	Horizontal (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	2,5
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	3,38235
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	2,5
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	3,38235
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,17 / 0,17
Absorption / Emission (User defined) [-]	0,4 / 0,9
Sd-value - outer (No coating) [m]	----
Sd-value - inner (No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,075
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 4/Component 8: General data**

Name	Etasjeskiller sone 4/8
Type	Opaque
Interior side	Zone 4: Over/Under Mesanin
Outer side	Zone 4: Over/Under Mesanin
Assembly	Assembly (Id.6): Etasjeskiller
U [W/m²K]	0,412
Geometry	
Area [m²]	11,5
Inclination [°]	0
Orientation	Horizontal (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	5,5
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	4,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	5,5
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,1 / 0,1
Absorption / Emission (User defined) [-]	0,4 / 0,9
Sd-value - outer (No coating) [m]	----
Sd-value - inner (No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,005
Solar radiation on second interior surface [-]	0,005
Height above ground (User defined) [m]	



**Case 1/Zone 4/Component 9: General data**

Name	Etasjeskiller sone 9/10
Type	Opaque
Interior side	Zone 4: Over/Under Mesanin
Outer side	Zone 4: Over/Under Mesanin
Assembly	Assembly (Id.11): Lett himling
U [W/m²K]	2,6512
Geometry	
Area [m²]	190,1
Inclination [°]	0
Orientation	Horizontal (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	5,5
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	4,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	5,5
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,1 / 0,1
Absorption / Emission (User defined) [-]	0,4 / 0,9
Sd-value - outer ( No coating) [m]	----
Sd-value - outer ( No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,075
Solar radiation on second interior surface [-]	0,075
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 4/Component 10: General data**

Name	Etasjeskiller sone 5/8
Type	Opaque
Interior side	Zone 4: Over/Under Mesanin
Outer side	Zone 4: Over/Under Mesanin
Assembly	Assembly (Id.6): Etasjeskiller
U [W/m²K]	0,412
Geometry	
Area [m²]	27
Inclination [°]	0
Orientation	Horizontal (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	5,5
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	4,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	5,5
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,1 / 0,1
Absorption / Emission (User defined) [-]	0,4 / 0,9
Sd-value - outer ( No coating) [m]	----
Sd-value - outer ( No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,011
Solar radiation on second interior surface [-]	0,011
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 4/Component 11: General data**

Name	Etasjeskiller sone 4/7
Type	Opaque
Interior side	Zone 4: Over/Under Mesanin
Outer side	Zone 4: Over/Under Mesanin
Assembly	Assembly (Id.6): Etasjeskiller
U [W/m²K]	0,412
Geometry	
Area [m²]	5,8
Inclination [°]	0
Orientation	Horizontal (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	5,5
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	4,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	5,5
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,1 / 0,1
Absorption / Emission (User defined) [-]	0,4 / 0,9
Sd-value - outer (No coating) [m]	----
Sd-value - outer (No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,002
Solar radiation on second interior surface [-]	0,002
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 4/Component 12: General data**

Name	Yttertak
Type	Opaque
Interior side	Zone 4: Over/Under Mesanin
Outer side	Outer air
Assembly	Assembly (Id.7): Yttertak
U [W/m²K]	0,1166
Geometry	
Area [m²]	311
Inclination [°]	180
Orientation	Horizontal (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	18,5
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	6,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	2,5
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	3,38235
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,04 / 0,17
Absorption / Emission (Dark) [-]	0,8 / 0,9
Sd-value - outer (No coating) [m]	----
Sd-value - outer (No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,123
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 4/Component 13: General data**

Name	Yttervegg fasade øst
Type	Opaque
Interior side	Zone 4: Over/Under Mesanin
Outer side	Outer air
Assembly	Assembly (Id.8): Yttervegg 230mm
U [W/m²K]	0,149
Geometry	
Area [m²]	104,8
Inclination [°]	90
Orientation	East (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	18,5
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	6,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,04 / 0,13
Absorption / Emission (Oilpaint, cream, light) [-]	0,3 / 0,9
Sd-value - outer ( No coating) [m]	----
Sd-value - outer ( No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,042
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 4/Component 14: General data**

Name	Tredør 02
Type	Opaque
Interior side	Zone 4: Over/Under Mesanin
Outer side	Zone 4: Over/Under Mesanin
Assembly	Assembly (Id.13): Tredør
U [W/m²K]	1,4993
Geometry	
Area [m²]	15,5
Inclination [°]	90
Orientation	South (24 %), West (51 %), North (25 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	4,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,13 / 0,13
Absorption / Emission (User defined) [-]	0,4 / 0,9
Sd-value - outer ( No coating) [m]	----
Sd-value - outer ( No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,006
Solar radiation on second interior surface [-]	0,006
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 4/Component 15: General data**

Name	Ståldør 1
Type	Opaque
Interior side	Zone 4: Over/Under Mesanin
Outer side	Outer air
Assembly	Assembly (Id.2): Ståldør 1
U [W/m²K]	0,8547
Geometry	
Area [m²]	2,1
Inclination [°]	90
Orientation	East (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	18,5
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	6,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,04 / 0,13
Absorption / Emission (User defined) [-]	0,4 / 0,9
Sd-value - outer ( User defined) [m]	100
Sd-value - outer ( User defined) [m]	100
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,001
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 4/Component 16: General data**

Name	Inngangsport 3
Type	Opaque
Interior side	Zone 4: Over/Under Mesanin
Outer side	Outer air
Assembly	Assembly (Id.9): Ståldør 230mm
U [W/m²K]	1,083
Geometry	
Area [m²]	11,6
Inclination [°]	90
Orientation	East (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	18,5
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	6,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,04 / 0,13
Absorption / Emission (User defined) [-]	0,4 / 0,9
Sd-value - outer (No coating) [m]	----
Sd-value - outer (No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,005
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 4/Component 17: General data**

Name	Vindusfelt 11
Type	Transparent
Interior side	Zone 4: Over/Under Mesanin
Outer side	Outer air
Window type	Window type (Id 3): Glass
Solar protection	
Uw - installed [W/m²K]	0,8
Geometry	
Area [m²]	85,5
Inclination [°]	90
Orientation	East (30 %), North (70 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	18,5
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	6,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,04 / 0,13
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,034
Height above ground (User defined) [m]	



**Case 1/Zone 4/Component 18: General data**

Name	Innvendig skillevegg sone 7/8
Type	Opaque
Interior side	Zone 4: Over/Under Mesanin
Outer side	Zone 4: Over/Under Mesanin
Assembly	Assembly (Id.5): Innvendig vegg (123mm)
U [W/m²K]	0,3527
Geometry	
Area [m²]	12,6
Inclination [°]	90
Orientation	South (15 %), East (53 %), West (32 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	4,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,13 / 0,13
Absorption / Emission (User defined) [-]	0,4 / 0,9
Sd-value - outer (No coating) [m]	----
Sd-value - inner (No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,005
Solar radiation on second interior surface [-]	0,005
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 4/Component 19: General data**

Name	Innvendig etasjeskiller
Type	Opaque
Interior side	Zone 4: Over/Under Mesanin
Outer side	Zone 4: Over/Under Mesanin
Assembly	Assembly (Id.11): Lett himling
U [W/m²K]	1,9335
Geometry	
Area [m²]	30,7
Inclination [°]	180
Orientation	Horizontal (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	2,5
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	3,38235
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	2,5
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	3,38235
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,17 / 0,17
Absorption / Emission (User defined) [-]	0,4 / 0,9
Sd-value - outer (No coating) [m]	----
Sd-value - inner (No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,012
Solar radiation on second interior surface [-]	0,012
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 4/Component 20: General data**

Name	Innvendig skillevegg sone 6/8
Type	Opaque
Interior side	Zone 4: Over/Under Mesanin
Outer side	Zone 4: Over/Under Mesanin
Assembly	Assembly (Id.5): Innvendig vegg (123mm)
U [W/m²K]	0,3527
Geometry	
Area [m²]	79,5
Inclination [°]	90
Orientation	South (23 %), East (17 %), West (52 %), North (8 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	4,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,13 / 0,13
Absorption / Emission (User defined) [-]	0,4 / 0,9
Sd-value - outer (No coating) [m]	----
Sd-value - inner (No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,031
Solar radiation on second interior surface [-]	0,031
Height above ground (User defined) [m]	

## Assemblies/window types/solar protection

**Assembly (Id.7): Yttertak**

Homogenous layers

Thermal resistance: 8,365 m<sup>2</sup>K/W (without R<sub>si</sub>, R<sub>se</sub>)Heat transfer coefficient (U-value): 0,118 W/m<sup>2</sup>K

Thickness: 0,26 m



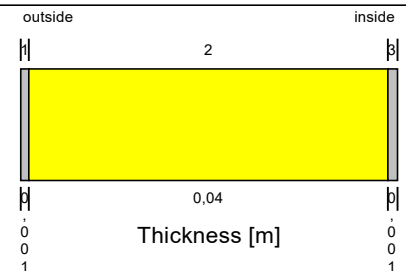
Nr.	Material/Layer (from outside to inside)	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	c [J/kgK]	$\lambda$ [W/mK]	Thickness [m]	Color
1	PVC Roof Membrane	1000	1500	0,16	0,005	Blue
2	XPS Core (heat cond.: 0,03 W/mK)	40	1500	0,03	0,25	Yellow
3	vapor retarder (0.1perm)	130	2300	2,3	0	Blue
4	Stahl_1000	7800	450	60	0,005	Grey

**Assembly (Id.2): Ståldør 1**

Homogenous layers

Thermal resistance: 1 m<sup>2</sup>K/W (without R<sub>si</sub>, R<sub>se</sub>)Heat transfer coefficient (U-value): 0,794 W/m<sup>2</sup>K

Thickness: 0,042 m



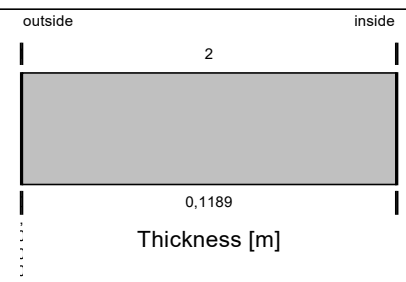
Nr.	Material/Layer (from outside to inside)	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	c [J/kgK]	$\lambda$ [W/mK]	Thickness [m]	Color
1	Stahl_1000	7800	450	60	0,001	Grey
2	Mineral Wool (heat cond.: 0,04 W/mK)	60	850	0,04	0,04	Yellow
3	Stahl_1000	7800	450	60	0,001	Grey

**Assembly (Id.1): Yttervegg 120mm**

Homogenous layers

Thermal resistance: 3,397 m<sup>2</sup>K/W (without R<sub>si</sub>, R<sub>se</sub>)Heat transfer coefficient (U-value): 0,273 W/m<sup>2</sup>K

Thickness: 0,12 m



Nr.	Material/Layer (from outside to inside)	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	c [J/kgK]	$\lambda$ [W/mK]	Thickness [m]	Color
1	Stahl_1000	7800	450	60	0,001	Grey
2	ROCKWOOL Klemmrock 035	40	850	0,035	0,119	Grey
3	Stahl_1000	7800	450	60	0,001	Grey

**Assembly (Id.4): Gulv mot grunn**

Homogenous layers

Thermal resistance: 5,094 m<sup>2</sup>K/W (without R<sub>si</sub>, R<sub>se</sub>)

Heat transfer coefficient (U-value): 0,19 W/m<sup>2</sup>K

Thickness: 0,3 m

Nr.	Material/Layer (from outside to inside)	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$c$ [J/kgK]	$\lambda$ [W/mK]	Thickness [m]	Color
1	XPS Core (heat cond.: 0,03 W/mK)	40	1500	0,03	0,15	Yellow
2	vapour retarder (sd=100m)	130	2300	2,3	0	Blue
3	Concrete, C35/45	2220	850	1,6	0,15	Grey

**Assembly (Id.11): Lett himling**

Homogenous layers

Thermal resistance: 0,177 m<sup>2</sup>K/W (without R<sub>si</sub>, R<sub>se</sub>)

Heat transfer coefficient (U-value): 2,651 W/m<sup>2</sup>K

Thickness: 0,033 m

Nr.	Material/Layer (from outside to inside)	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$c$ [J/kgK]	$\lambda$ [W/mK]	Thickness [m]	Color
1	Climatic Plaster	1291	850	0,247	0,001	Grey
2	Air Layer 30 mm	1,3	1000	0,18	0,03	Cyan
3	Climatic Plaster	1291	850	0,247	0,001	Grey

**Assembly (Id.5): Innvendig vegg (123mm)**

Homogenous layers

Thermal resistance: 2,575 m<sup>2</sup>K/W (without R<sub>si</sub>, R<sub>se</sub>)

Heat transfer coefficient (U-value): 0,353 W/m<sup>2</sup>K

Thickness: 0,123 m

Nr.	Material/Layer (from outside to inside)	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$c$ [J/kgK]	$\lambda$ [W/mK]	Thickness [m]	Color
1	Gypsum Board	850	850	0,2	0,013	Yellow
2	Mineral Wool (heat cond.: 0,04 W/mK)	60	850	0,04	0,098	Yellow
3	Gypsum Board	850	850	0,2	0,013	Yellow

**Assembly (Id.13): Tredør**

Homogenous layers

Thermal resistance: 0,407 m<sup>2</sup>K/W (without R<sub>si</sub>, R<sub>se</sub>)

Heat transfer coefficient (U-value): 1,499 W/m<sup>2</sup>K

Thickness: 0,035 m

Nr.	Material/Layer (from outside to inside)	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$c$ [J/kgK]	$\lambda$ [W/mK]	Thickness [m]	Color
1	Spruce	400	1880	0,086	0,035	

**Assembly (Id.8): Yttervegg 230mm**

Homogenous layers

Thermal resistance: 6,54 m<sup>2</sup>K/W (without R<sub>si</sub>, R<sub>se</sub>)

Heat transfer coefficient (U-value): 0,149 W/m<sup>2</sup>K

Thickness: 0,23 m

Nr.	Material/Layer (from outside to inside)	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$c$ [J/kgK]	$\lambda$ [W/mK]	Thickness [m]	Color
1	Stahl_1000	7800	450	60	0,001	
2	ROCKWOOL Klemmrock 035	40	850	0,035	0,229	
3	Stahl_1000	7800	450	60	0,001	

**Assembly (Id.3): Innvendig vegg (148mm)**

Homogenous layers

Thermal resistance: 3,2 m<sup>2</sup>K/W (without R<sub>si</sub>, R<sub>se</sub>)

Heat transfer coefficient (U-value): 0,289 W/m<sup>2</sup>K

Thickness: 0,148 m

Nr.	Material/Layer (from outside to inside)	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$c$ [J/kgK]	$\lambda$ [W/mK]	Thickness [m]	Color
1	Gypsum Board	850	850	0,2	0,013	
2	Mineral Wool (heat cond.: 0,04 W/mK)	60	850	0,04	0,123	
3	Gypsum Board	850	850	0,2	0,013	

**Assembly (Id.6): Etasjeskiller**

Homogenous layers

Thermal resistance: 2,227 m<sup>2</sup>K/W (without R<sub>si</sub>, R<sub>se</sub>)

Heat transfer coefficient (U-value): 0,412 W/m<sup>2</sup>K

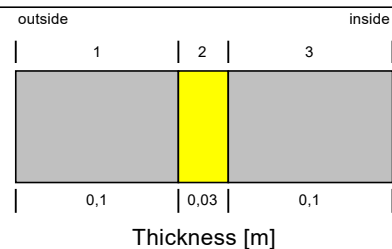
Nr.	Material/Layer (from outside to inside)	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$c$ [J/kgK]	$\lambda$ [W/mK]	Thickness [m]	Color
1	Aerated Concrete	460	840	0,119	0,265	

**Assembly (Id.9): Ståldør 230mm**

Homogenous layers

Thermal resistance: 0,753 m<sup>2</sup>K/W (without R<sub>si</sub>, R<sub>se</sub>)Heat transfer coefficient (U-value): 1,083 W/m<sup>2</sup>K

Thickness: 0,23 m



Nr.	Material/Layer (from outside to inside)	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$c$ [J/kgK]	$\lambda$ [W/mK]	Thickness [m]	Color
1	Stahl_1000	7800	450	60	0,1	
2	Mineral Wool (heat cond.: 0,04 W/mK)	60	850	0,04	0,03	
3	Stahl_1000	7800	450	60	0,1	

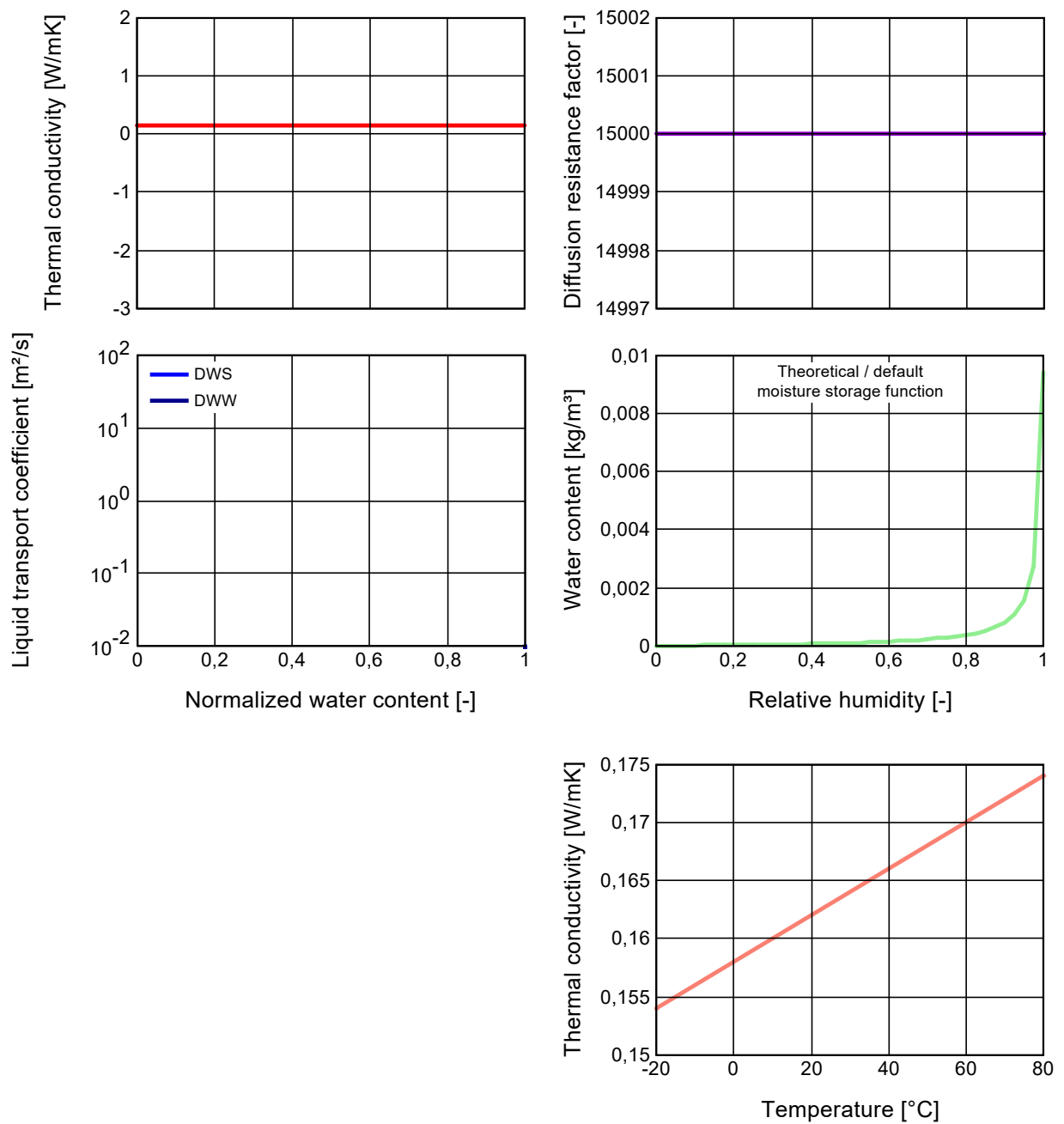
**Window type (Id 3): Glass**

U <sub>w</sub> - installed [W/m <sup>2</sup> K]	0,8
Frame factor [-]	0,8
SHGC (short-wave radiation average) [-]	0,59
SHGC hemispherical [-]	0,59
Long wave radiation emissivity (mean glazing/frame) [-]	0,8

Material data

Material: PVC Roof Membrane

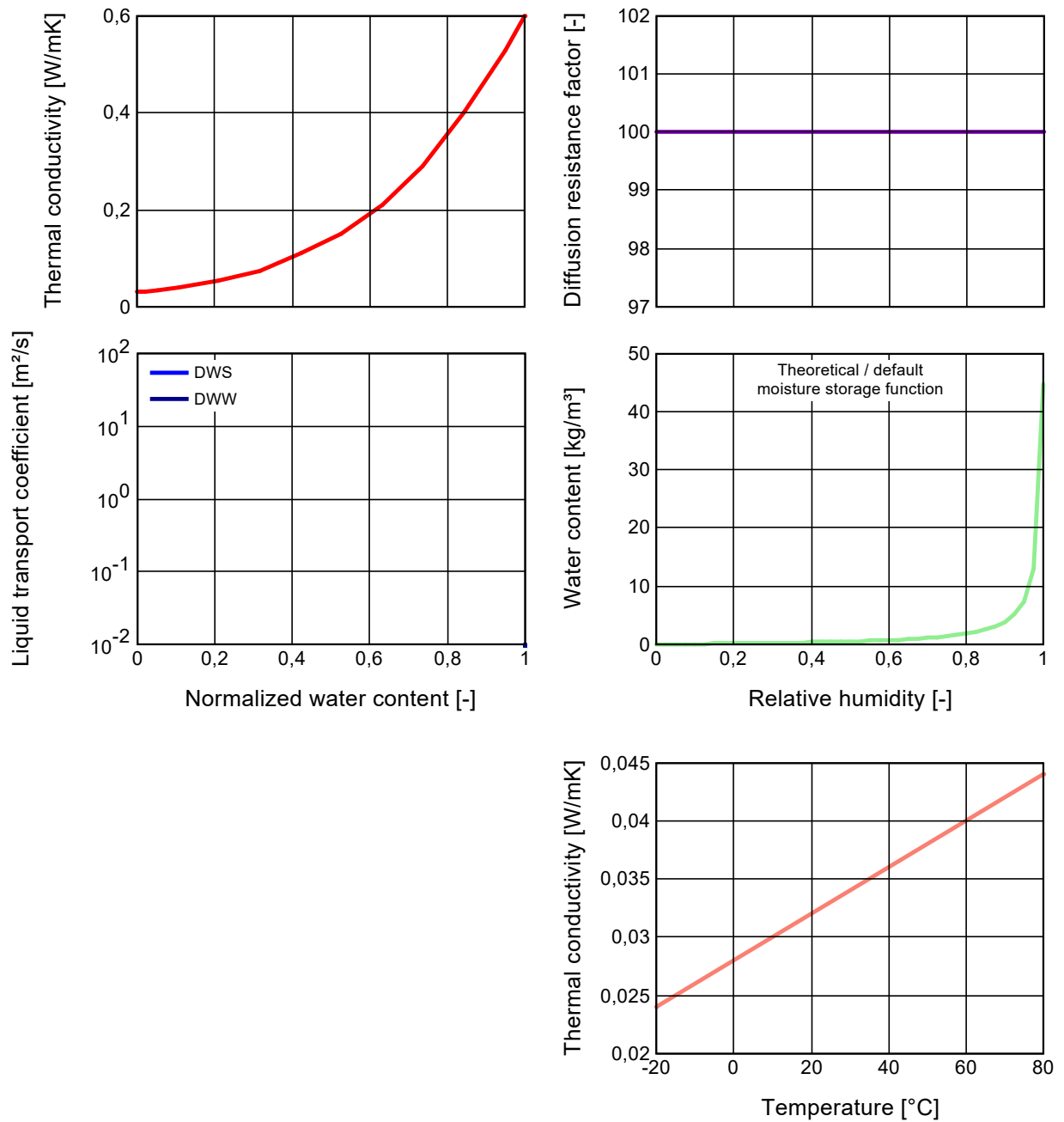
Bulk density [kg/m³]	1000	Typical built-in moisture [kg/m³]	0
Porosity	0,0002	Temp-dep. thermal cond. supplement [W/mK²]	0,0002
Specific heat capacity [J/kgK]	1500	Color	
Thermal conductivity, dry, 10 C/50 F [W/mK]	0,16		
Water vapor diffusion resistance factor	15000		





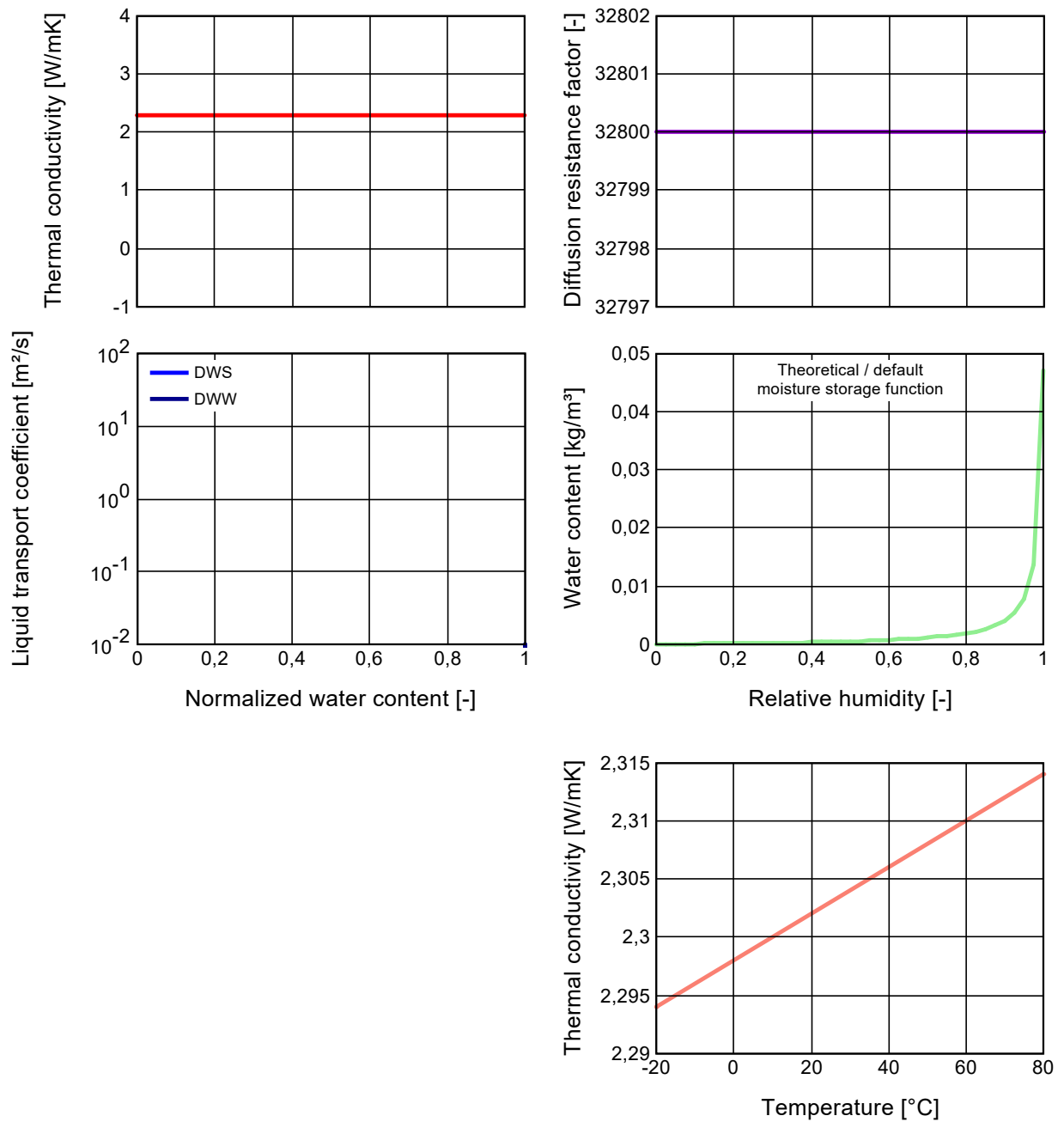
**Material: XPS Core (heat cond.: 0,03 W/mK)**

Bulk density [kg/m³]	40	Typical built-in moisture [kg/m³]	0
Porosity	0,95	Temp-dep. thermal cond. supplement [W/mK²]	0,0002
Specific heat capacity [J/kgK]	1500	Color	
Thermal conductivity, dry, 10 C/50 F [W/mK]	0,03		
Water vapor diffusion resistance factor	100		



**Material: vapor retarder (0.1perm)**

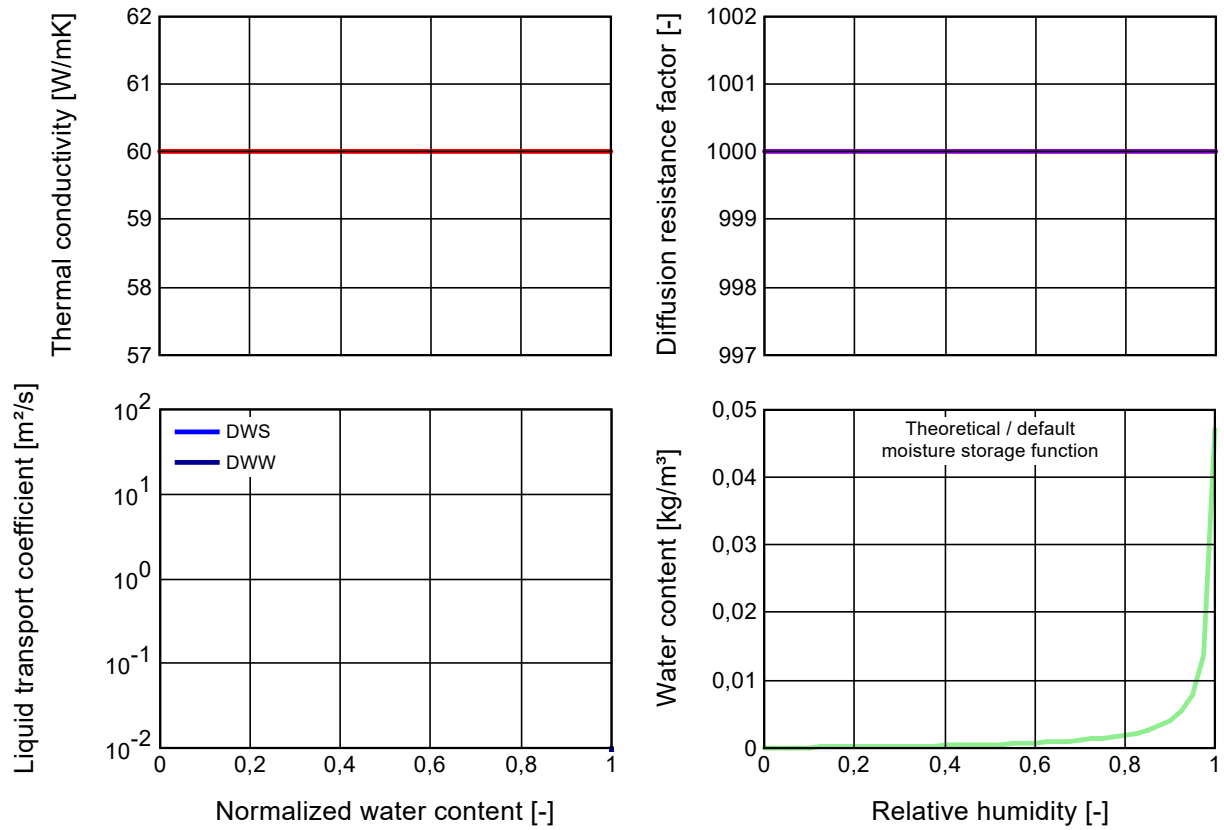
Bulk density [kg/m³]	130	Typical built-in moisture [kg/m³]	0
Porosity	0,001	Temp-dep. thermal cond. supplement [W/mK²]	0,0002
Specific heat capacity [J/kgK]	2300	Color	
Thermal conductivity, dry, 10 C/50 F [W/mK]	2,3		
Water vapor diffusion resistance factor	32800		



**Material: Stahl\_1000**

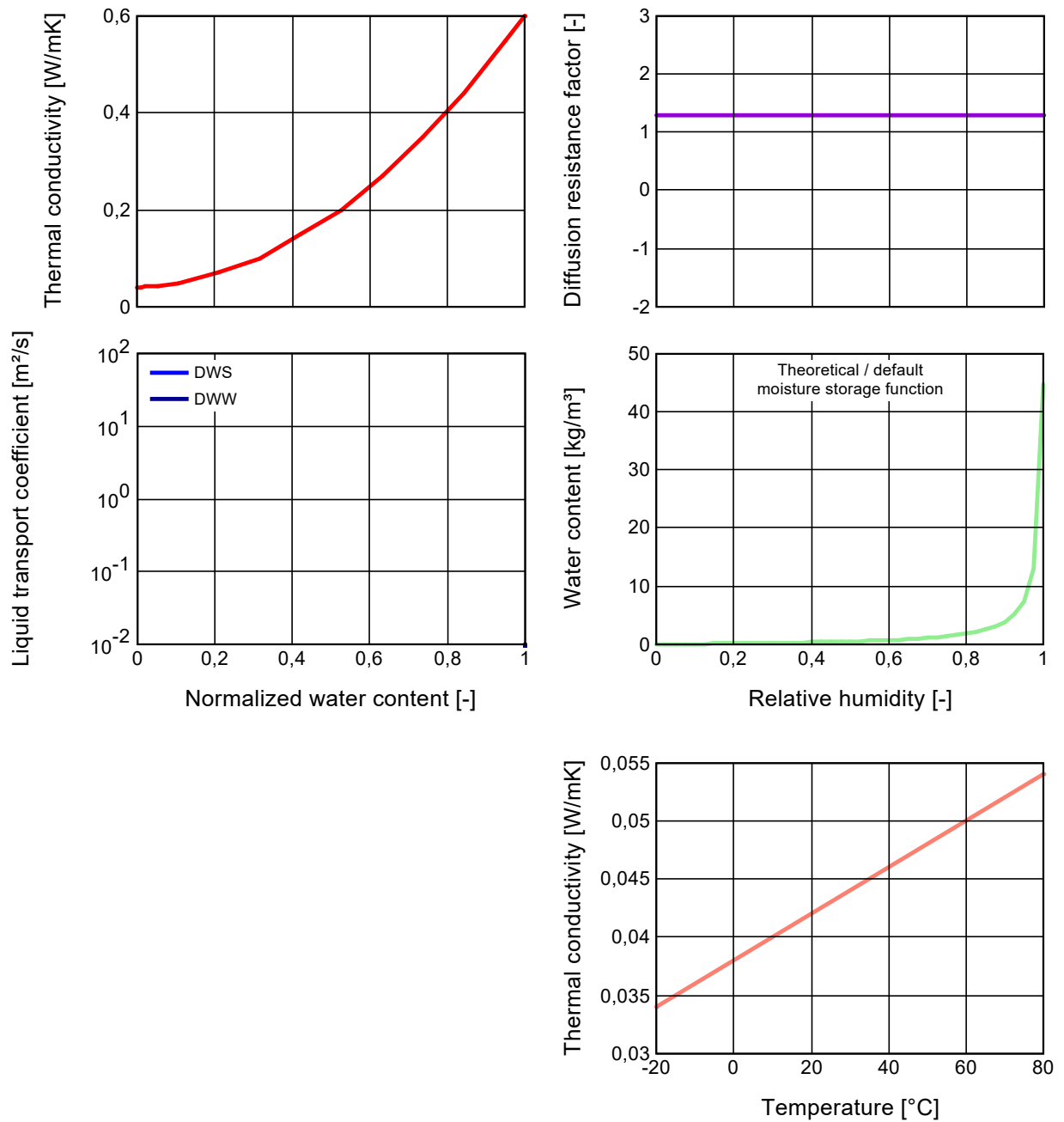
Bulk density [kg/m³]	7800
Porosity	0,001
Specific heat capacity [J/kgK]	450
Thermal conductivity, dry, 10 C/50 F [W/mK]	60
Water vapor diffusion resistance factor	1000

Typical built-in moisture [kg/m³]	0
Color	



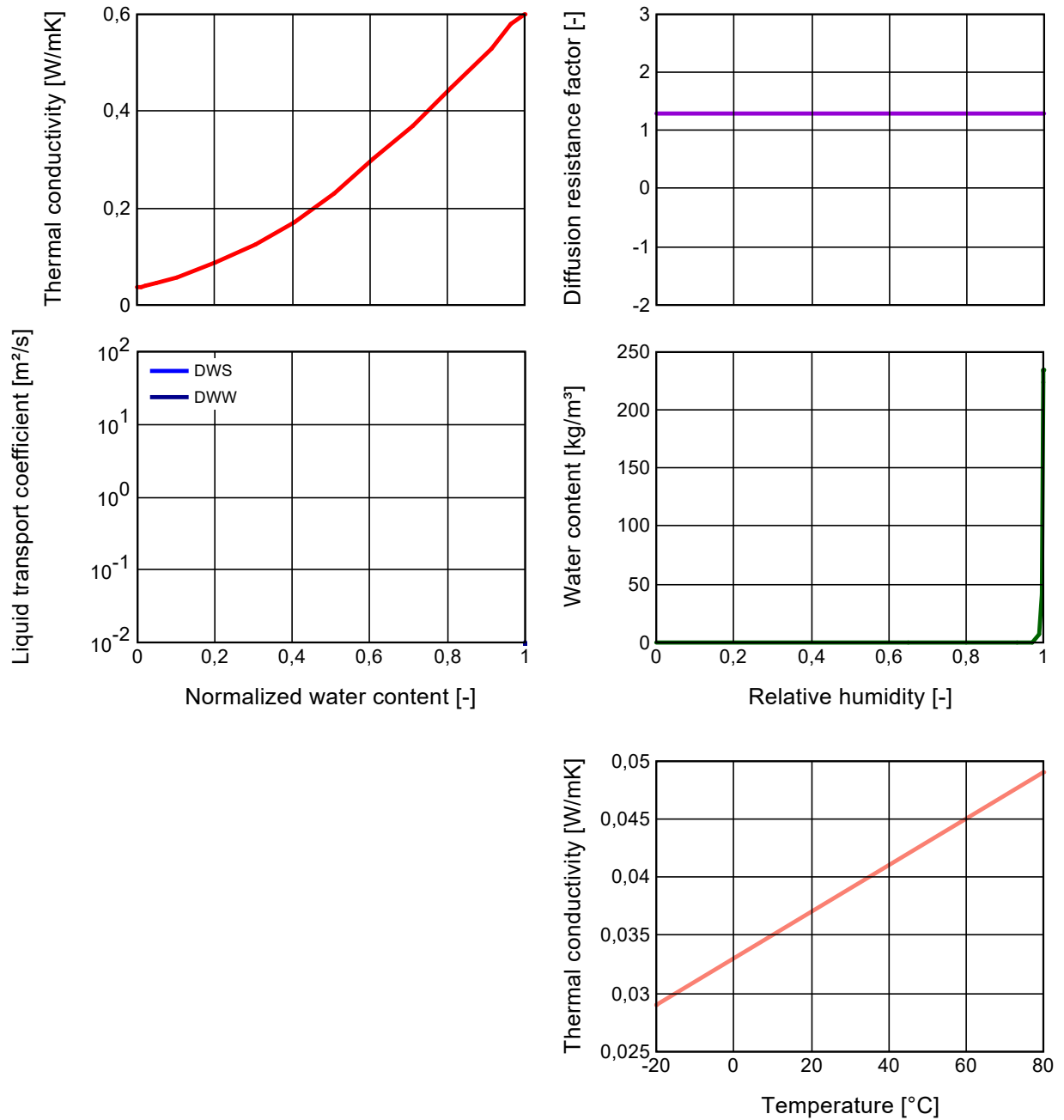
**Material: Mineral Wool (heat cond.: 0,04 W/mK)**

Bulk density [kg/m³]	60	Typical built-in moisture [kg/m³]	0
Porosity	0,95	Temp-dep. thermal cond. supplement [W/mK²]	0,0002
Specific heat capacity [J/kgK]	850	Color	
Thermal conductivity, dry, 10 C/50 F [W/mK]	0,04		
Water vapor diffusion resistance factor	1,3		



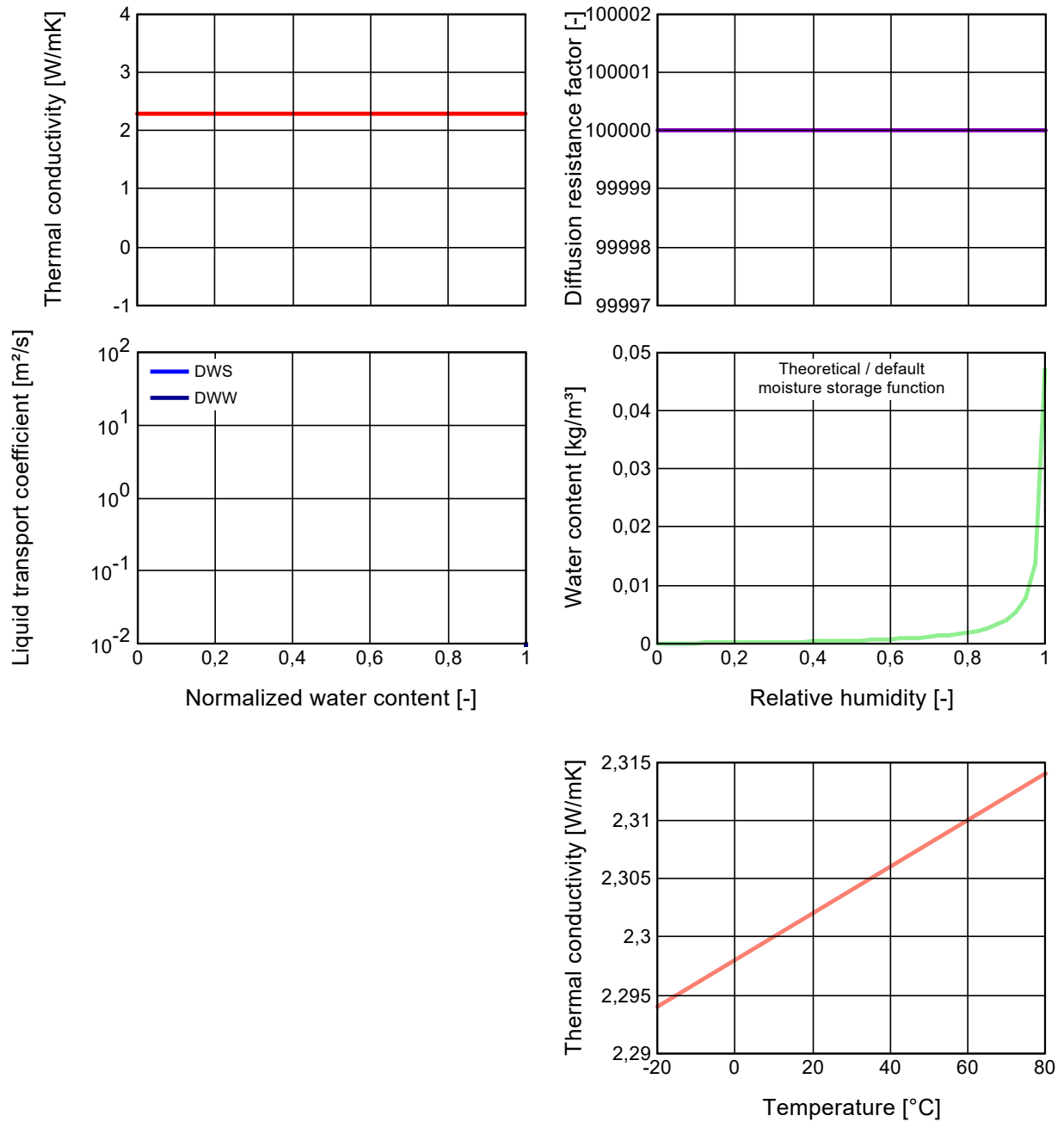
**Material: ROCKWOOL Klemmrock 035**

Bulk density [kg/m³]	40	Typical built-in moisture [kg/m³]	0,17
Porosity	0,986	Temp-dep. thermal cond. supplement [W/mK²]	0,0002
Specific heat capacity [J/kgK]	850	Color	
Thermal conductivity, dry, 10 C/50 F [W/mK]	0,035		
Water vapor diffusion resistance factor	1,3		



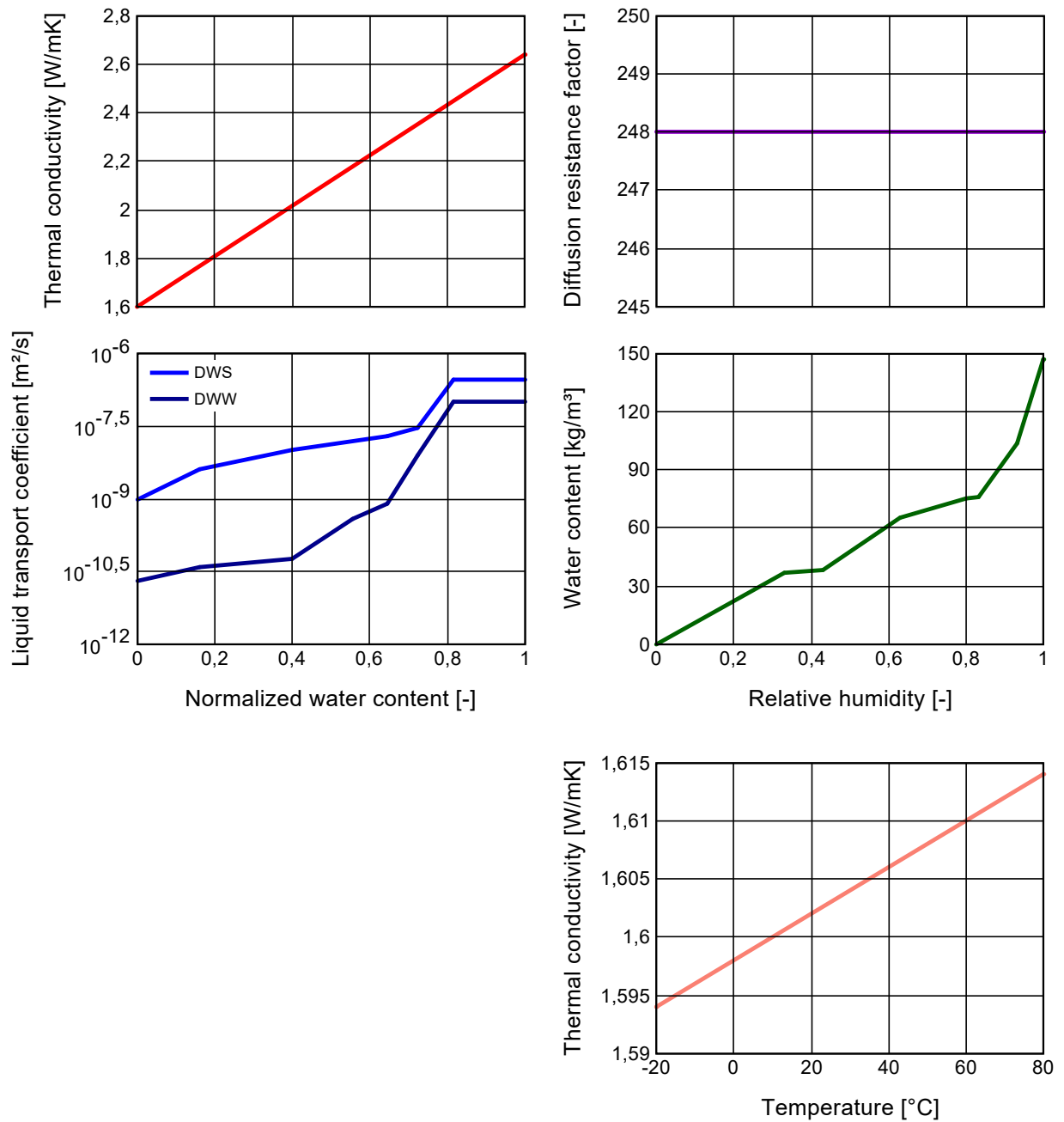
**Material: vapour retarder (sd=100m)**

Bulk density [kg/m³]	130	Typical built-in moisture [kg/m³]	0
Porosity	0,001	Temp-dep. thermal cond. supplement [W/mK²]	0,0002
Specific heat capacity [J/kgK]	2300	Color	
Thermal conductivity, dry, 10 C/50 F [W/mK]	2,3		
Water vapor diffusion resistance factor	100000		



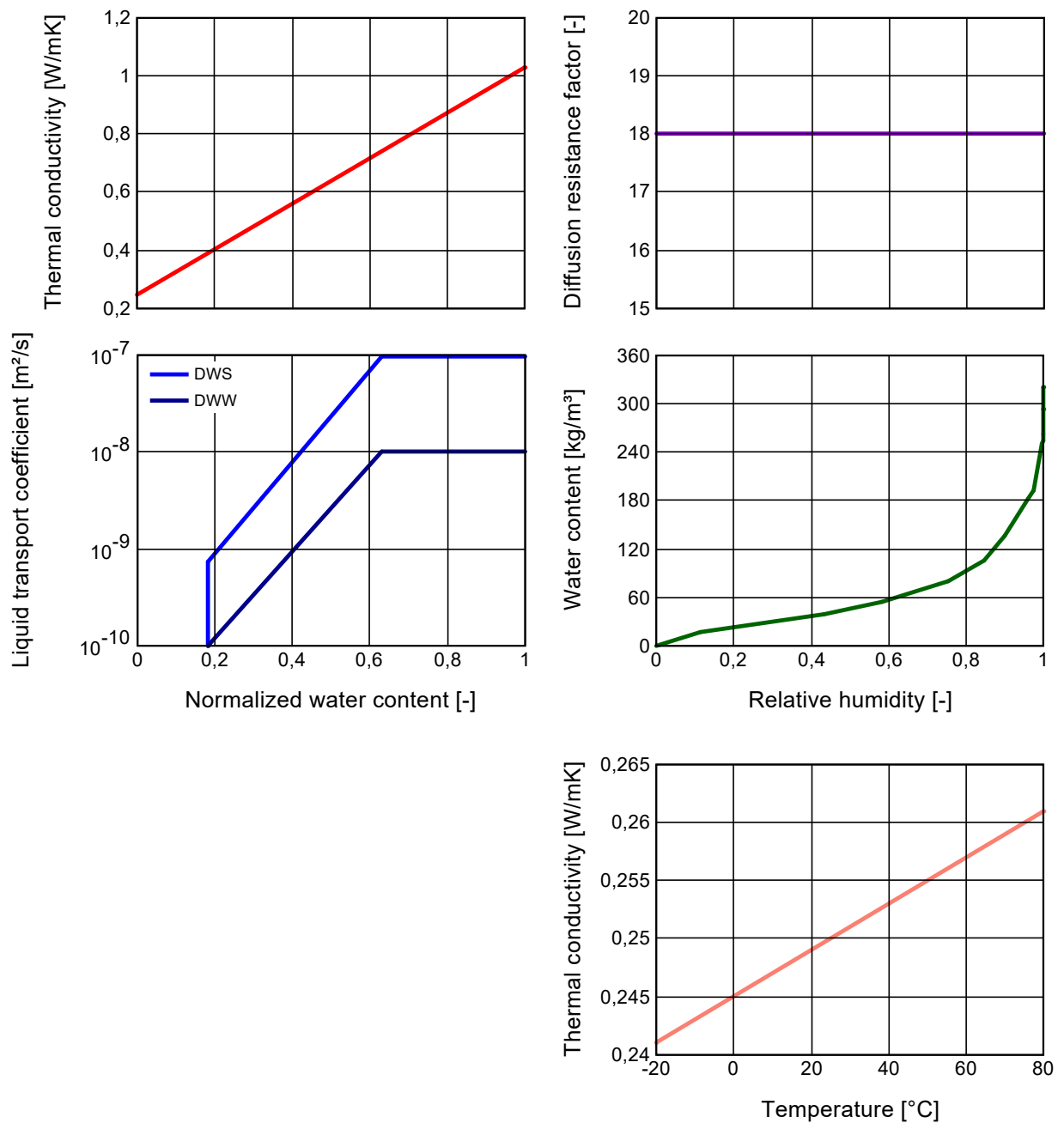
**Material: Concrete, C35/45**

Bulk density [kg/m³]	2220	Typical built-in moisture [kg/m³]	147
Porosity	0,18	Thermal conductivity supplement [%/M.-%]	8
Specific heat capacity [J/kgK]	850	Temp-dep. thermal cond. supplement [W/mK²]	0,0002
Thermal conductivity, dry, 10 C/50 F [W/mK]	1,6	Color	
Water vapor diffusion resistance factor	248		



**Material: Climatic Plaster**

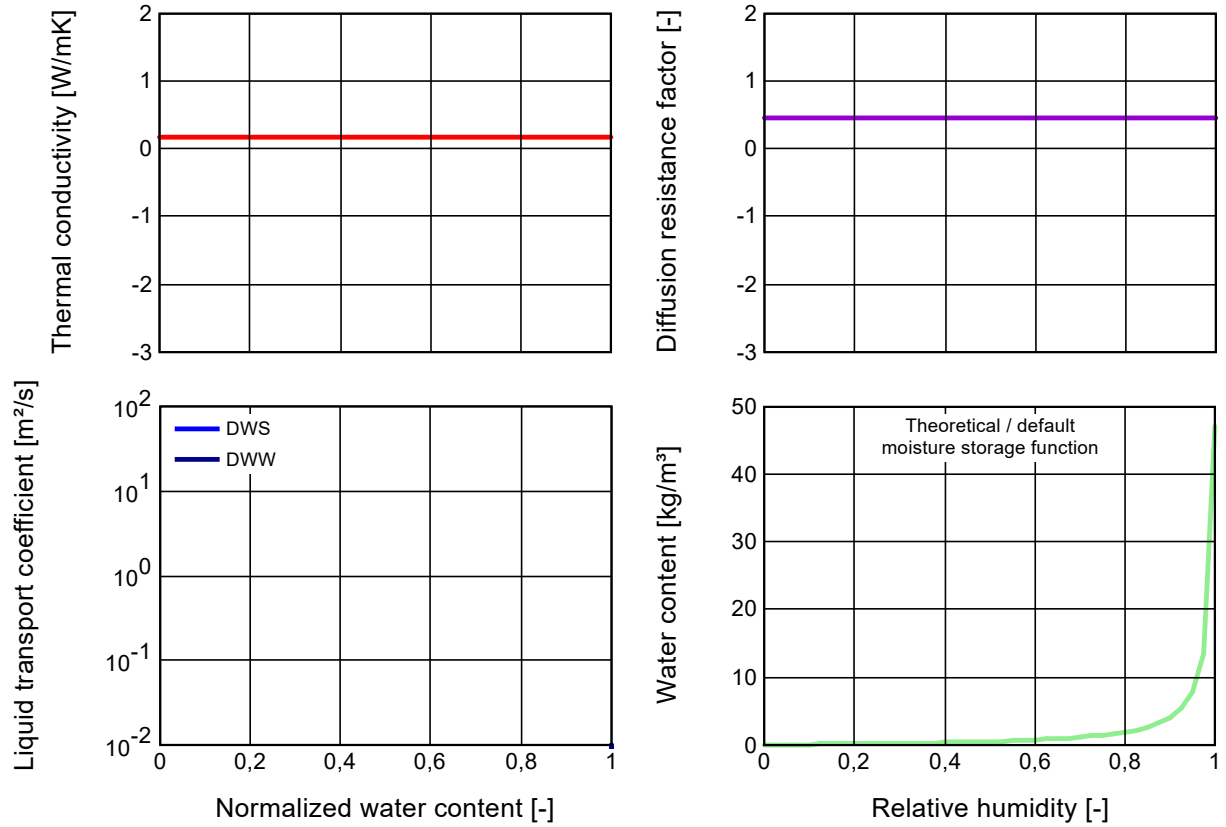
Bulk density [kg/m³]	1291	Typical built-in moisture [kg/m³]	321
Porosity	0,51	Reference water content [kg/m³]	93
Specific heat capacity [J/kgK]	850	Free water saturation [kg/m³]	321
Thermal conductivity, dry, 10 C/50 F [W/mK]	0,247	Water absorption coefficient [kg/m²s <sup>0.5</sup> ]	0,0516
Water vapor diffusion resistance factor	18	Thermal conductivity supplement [%/M.-%]	8
		Temp-dep. thermal cond. supplement [W/mK²]	0,0002
		Color	





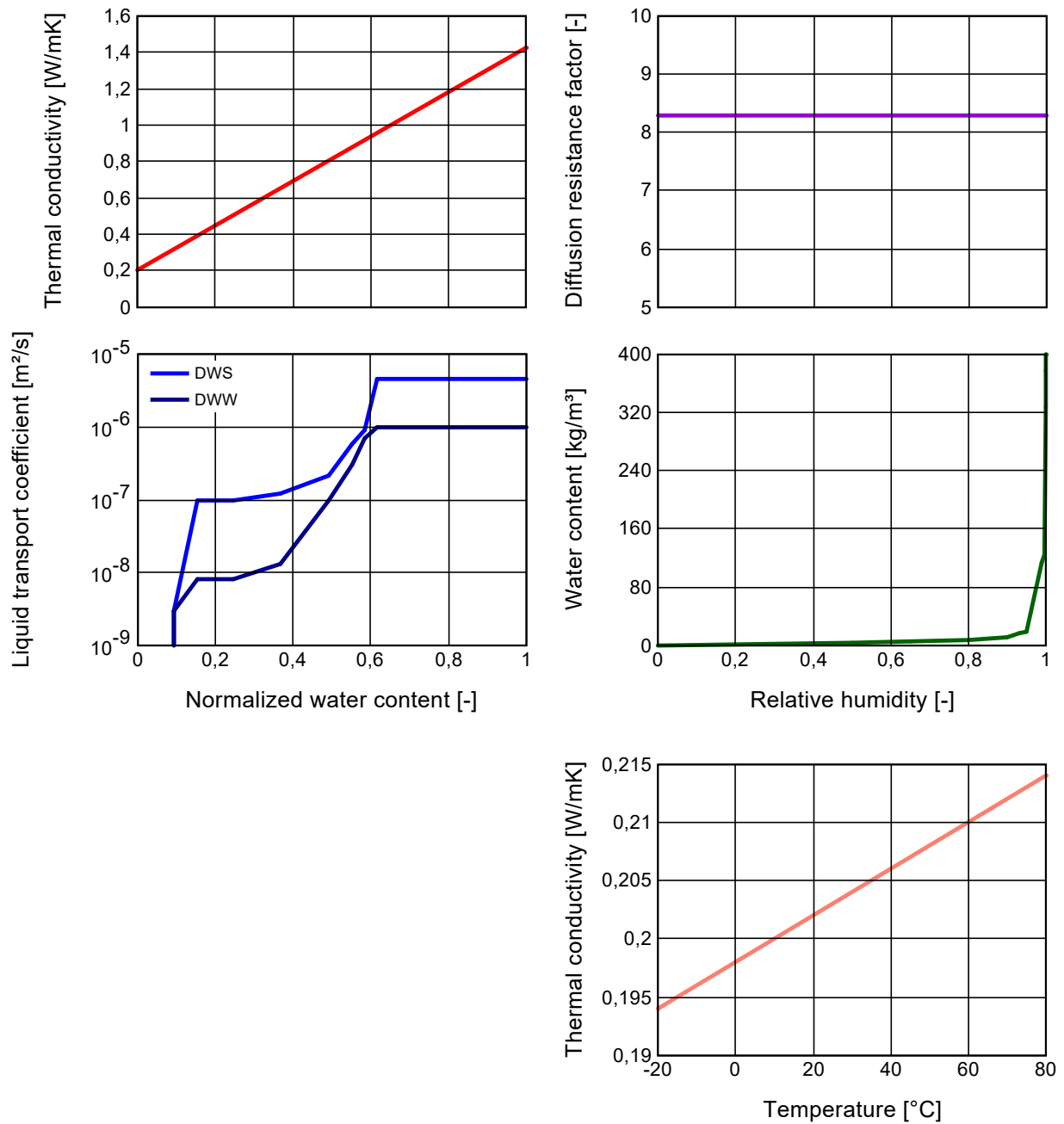
**Material: Air Layer 30 mm**

Bulk density [kg/m³]	1,3	Typical built-in moisture [kg/m³]	0
Porosity	0,999	Color	
Specific heat capacity [J/kgK]	1000		
Thermal conductivity, dry, 10 C/50 F [W/mK]	0,18		
Water vapor diffusion resistance factor	0,46		



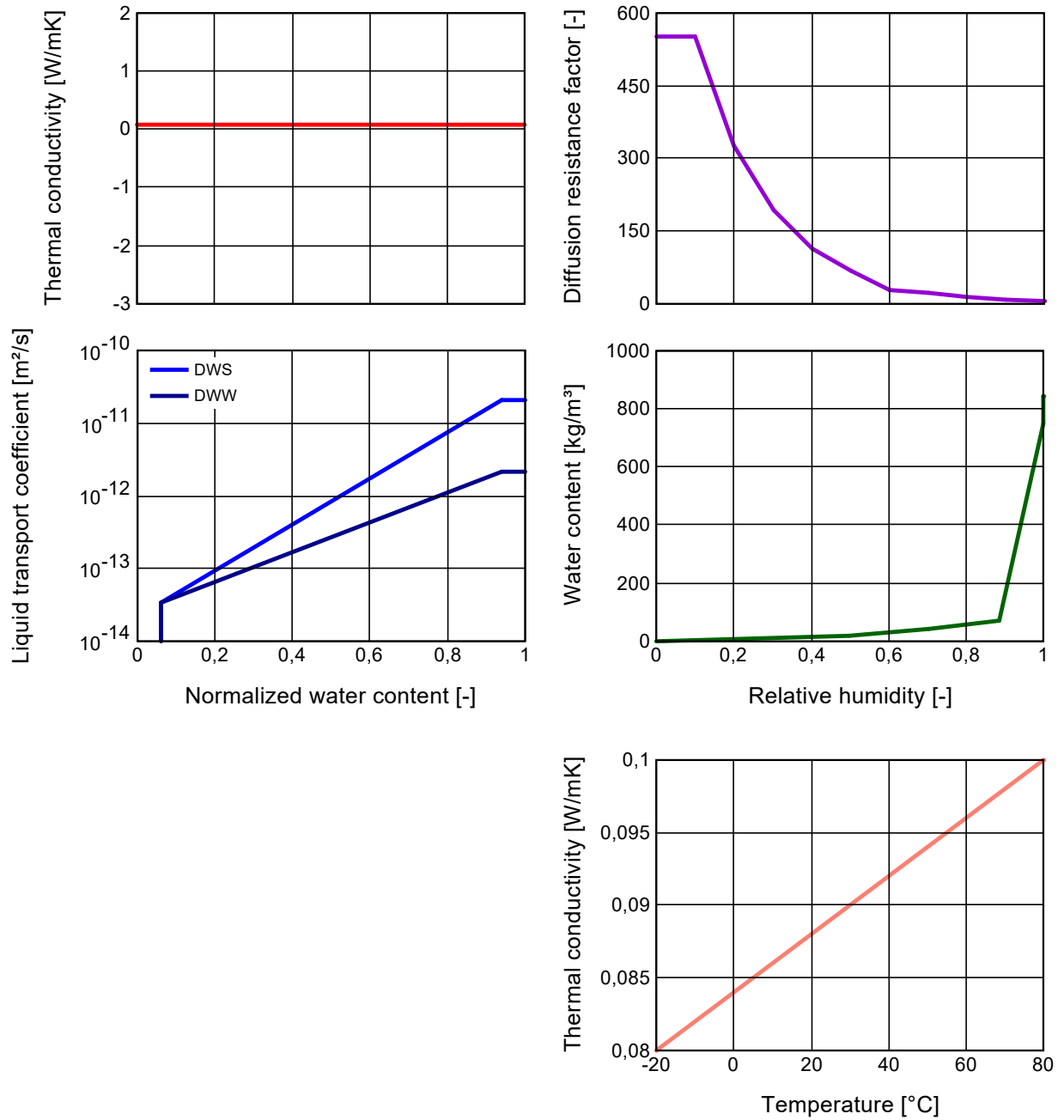
**Material: Gypsum Board**

Bulk density [kg/m³]	850	Typical built-in moisture [kg/m³]	6,3
Porosity	0,65	Thermal conductivity supplement [%/M.-%]	8
Specific heat capacity [J/kgK]	850	Temp-dep. thermal cond. supplement [W/mK²]	0,0002
Thermal conductivity, dry, 10 C/50 F [W/mK]	0,2	Color	
Water vapor diffusion resistance factor	8,3		



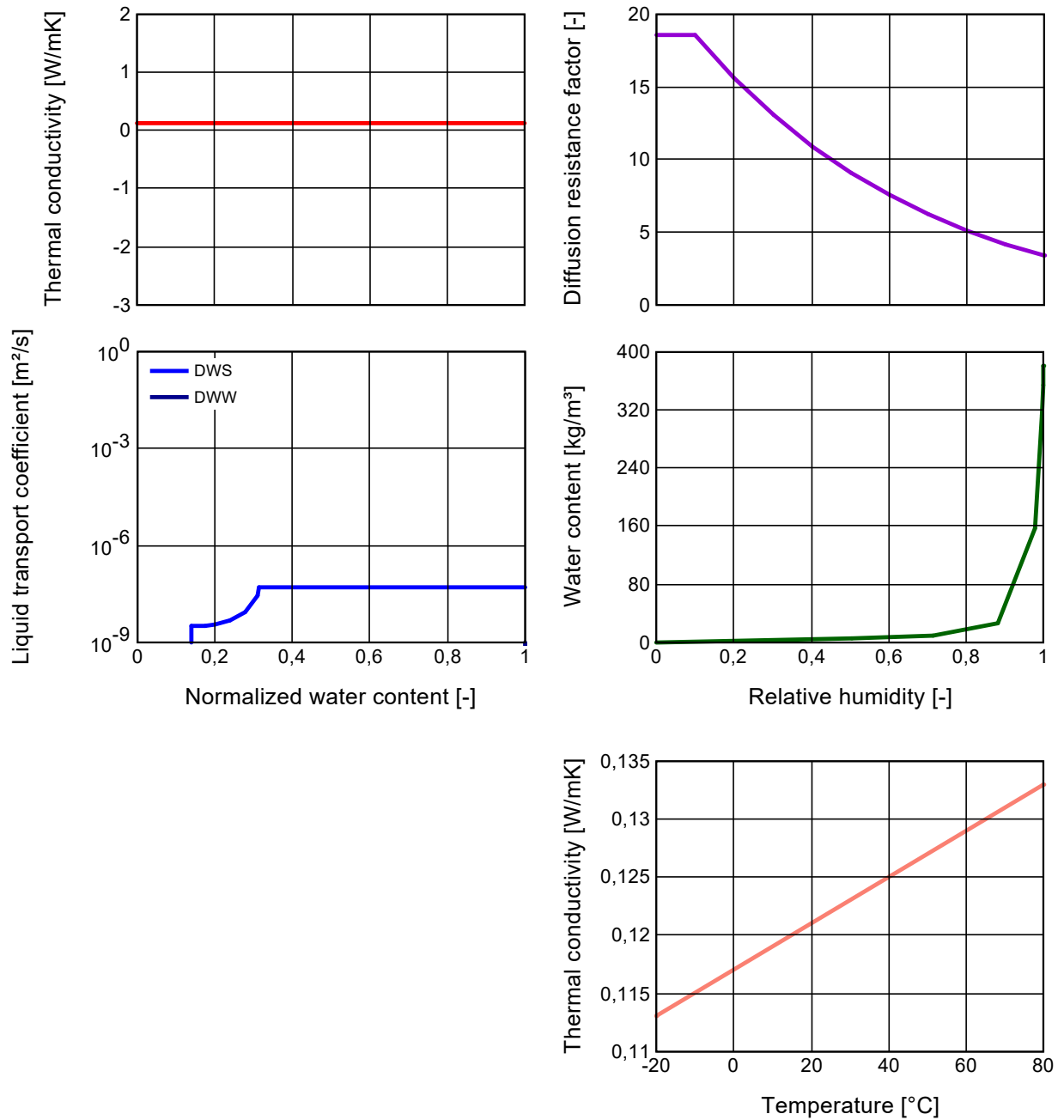
**Material: Spruce**

Bulk density [kg/m³]	400	Typical built-in moisture [kg/m³]	60
Porosity	0,9	Reference water content [kg/m³]	55,8
Specific heat capacity [J/kgK]	1880	Free water saturation [kg/m³]	845
Thermal conductivity, dry, 10 C/50 F [W/mK]	0,086	Water absorption coefficient [kg/m²s <sup>0.5</sup> ]	0,002
Water vapor diffusion resistance factor	552	Temp-dep. thermal cond. supplement [W/mK²]	0,0002
		Color	



**Material: Aerated Concrete**

Bulk density [kg/m³]	460	Typical built-in moisture [kg/m³]	20
Porosity	0,7912	Temp-dep. thermal cond. supplement [W/mK²]	0,0002
Specific heat capacity [J/kgK]	840	Color	
Thermal conductivity, dry, 10 C/50 F [W/mK]	0,119		
Water vapor diffusion resistance factor	18,58		



## Vedlegg 6 - Oppbygning for energiberegninger for massivtrebygg

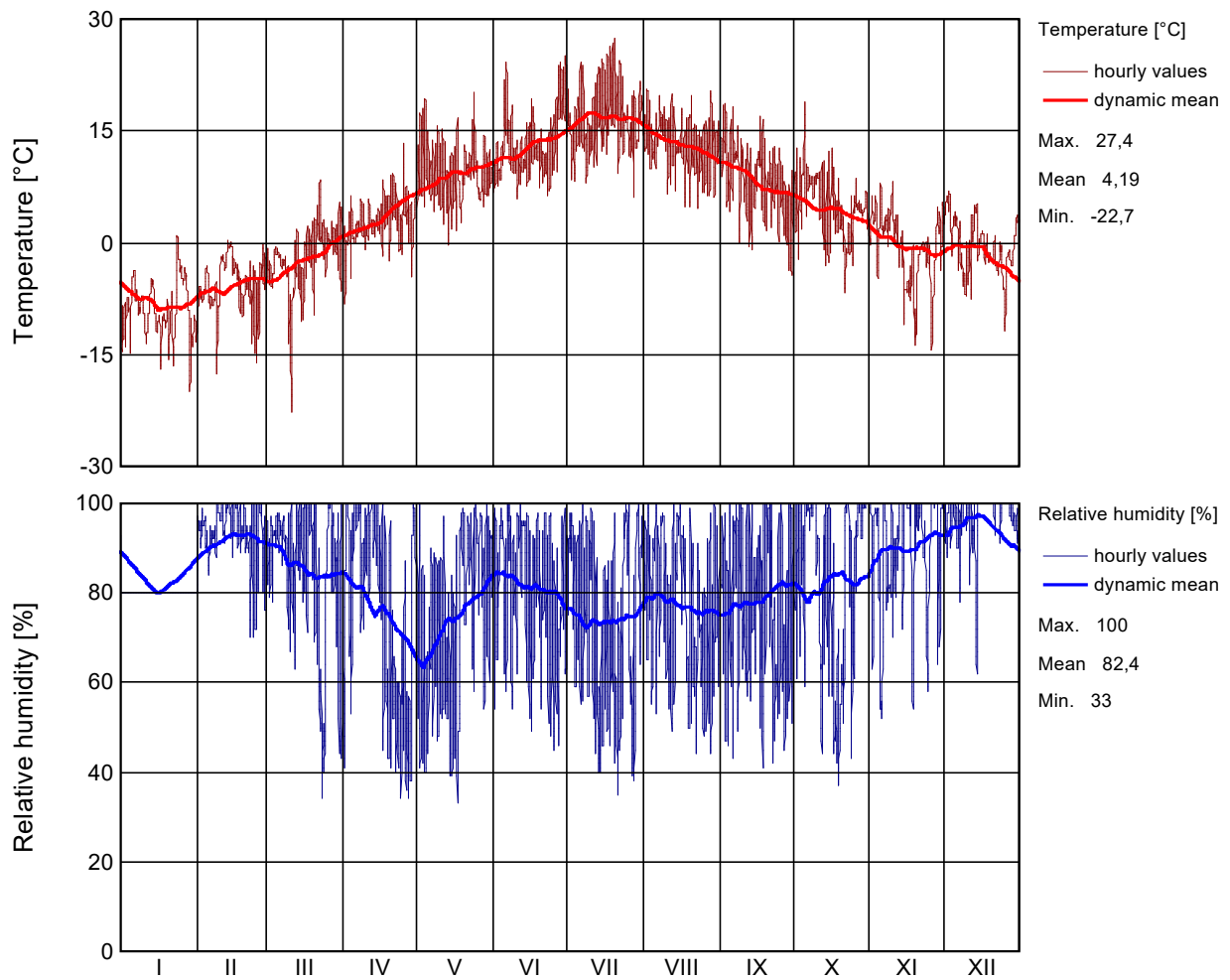
### Project data

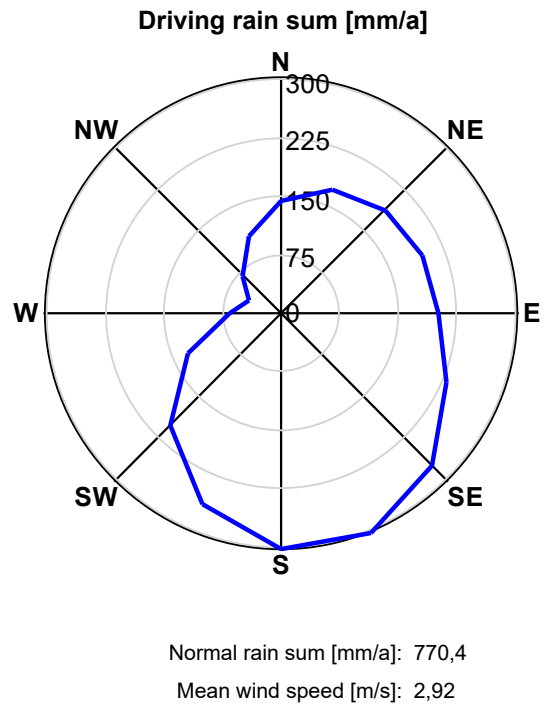
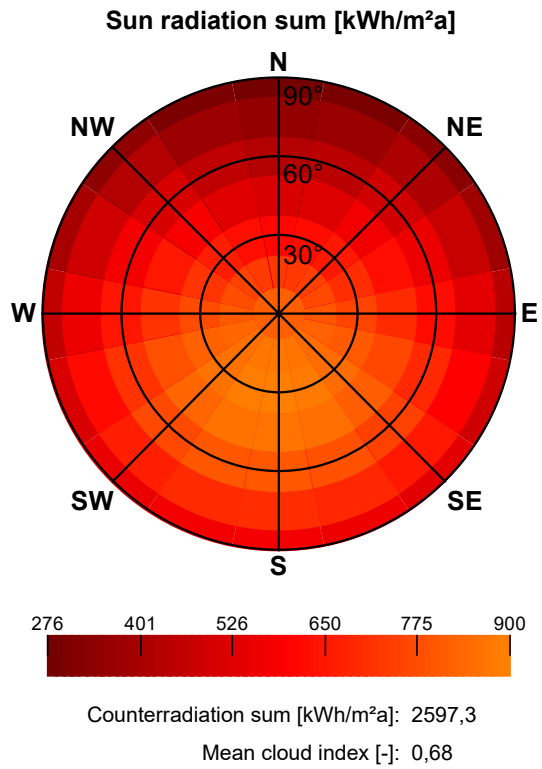
Client	
Surname & Name	
Locality	
Postal code	
Street	
Tel.	
e-mail	
Building	
Name/Type	
Locality	
Postal code	
Street	
Country	
Owner	
Surname & Name	
Locality	
Postal code	
Street	
Responsible	
Surname & Name	
Locality	
Postal code	
Street	
Tel.	
e-mail	
Date	20.2.2019

Climate

Case 1: Main climate

Gardermoen (NBI / NTNU)	
Latitude [°]	60,2
Longitude [°]	11,1
Height NN [m]	202
Time zone [Hours from UTC]	1
Additional data	
Albedo	User defined
Ground reflectance short	0,2
Ground reflectance long	0,1
Ground emission	0,9
Cloud index (only WET-file)	0,7
CO2-concentration [mg/m³]	350





Conditioned zones

Case 1/Zone 1: General data

Name	Byggevarer/Trelast/Betjening/Proff
Geometry	
Gross volume (From visualized volume and components) [m³]	11425,33
Net volume (User defined) [m³]	10537,34
Floor area (From visualized geometry) [m²]	1036,8
Other parameters	
Initial temperature [°C]	20
Initial rel. humidity [%]	55
Initial CO2-concentration [ppmv]	400
Distribution of solar gains on interior surfaces	Proportional to area
Solar radiation direct to interior air [-]	0,1

Case 1/Zone 1: Design conditions

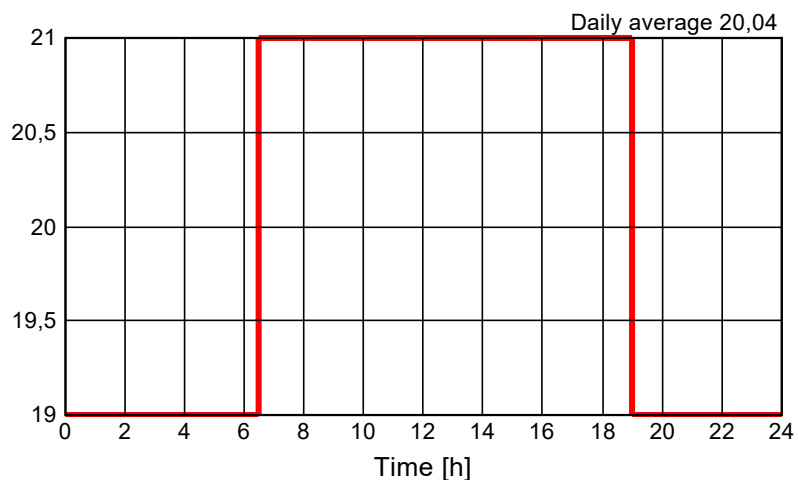
Min. temperature (heating) [°C]	20
Max. temperature (cooling) [°C]	27
Min. relative humidity (humidification) [%]	40
Max. relative humidity (dehumidification) [%]	70
Max. CO2-concentration [ppmv]	1000
Natural ventilation [1/h]	0
Mechanical ventilation [m³/h]	2073,6
Infiltration ACH [1/h]	0,105

Case 1/Zone 1, Minimal temping, exeption 1

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020	✓	✓	✓	✓	✓		

Day-profile [°C]

Hour	Value
0	19
6.50	21
19	19



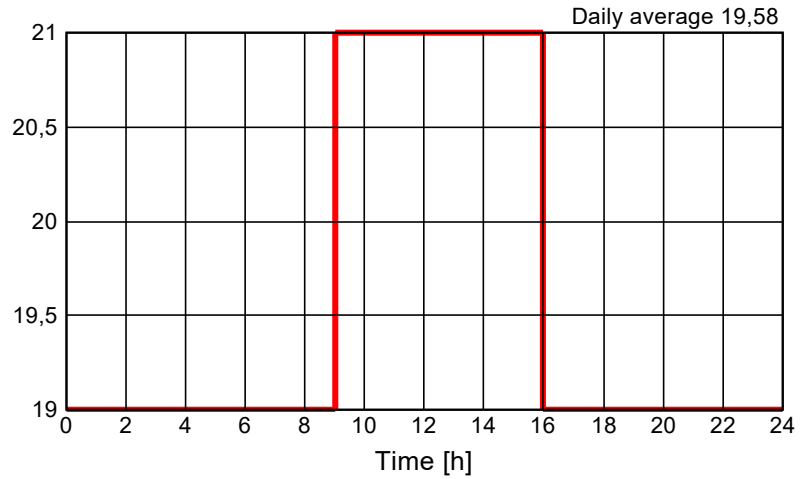


**Case 1/Zone 1, Minimal temperature, exeption 2**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020						✓	

**Day-profile [°C]**

Hour	Value
0	19
9	21
16	19



**Case 1/Zone 1, Minimal temperature, exeption 3**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020							✓

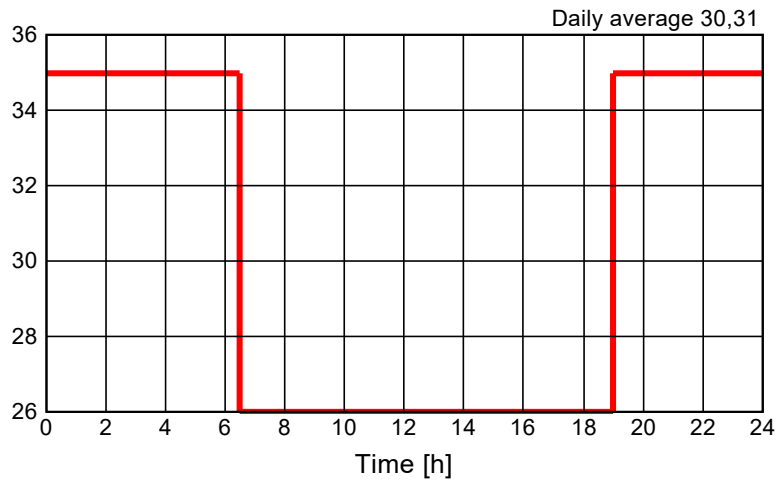
19 °C

**Case 1/Zone 1, Maximal temperature, exeption 1**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020	✓	✓	✓	✓	✓		

**Day-profile [°C]**

Hour	Value
0	35
6.50	26
19	35



**Case 1/Zone 1, Maximal temperature, exception 2**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020						✓	

**Day-profile [°C]**

Hour	Value
0	35
9	26
16	35



**Case 1/Zone 1, Maximal temperature, exception 3**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020							✓
35 °C								

**Case 1/Zone 1, Minimal relative humidity, exception 1**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020	✓	✓	✓	✓	✓		
25 %								

**Case 1/Zone 1, Minimal relative humidity, exception 2**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020						✓	
25 %								

**Case 1/Zone 1, Minimal relative humidity, exception 3**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020							✓
25 %								

**Case 1/Zone 1, Maximal relative humidity, exception 1**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020	✓	✓	✓	✓	✓		
60 %								

**Case 1/Zone 1, Maximal relative humidity, exception 2**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020						✓	
60 %								

**Case 1/Zone 1, Maximal relative humidity, exception 3**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020							✓
60 %								

**Case 1/Zone 1, Maximal CO2 concentration, exception 1**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020	✓	✓	✓	✓	✓		
1000 ppmv								

**Case 1/Zone 1, Maximal CO2 concentration, exception 2**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
1000 ppmv								

**Case 1/Zone 1, Maximal CO2 concentration, exception 3**

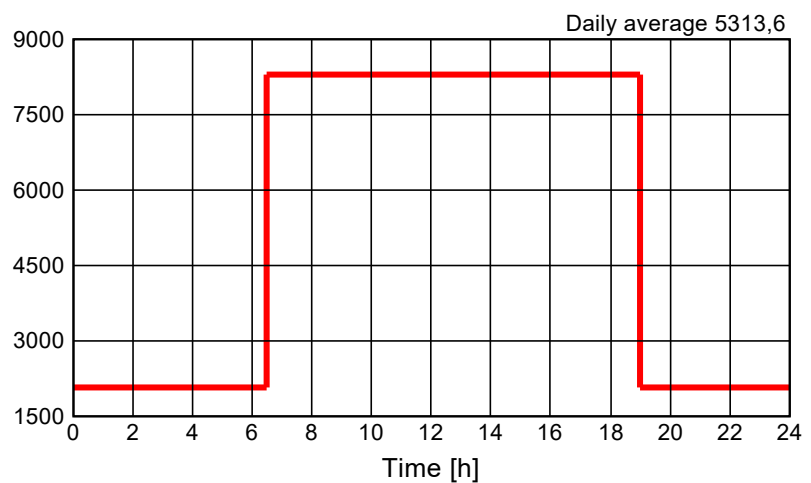
Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020							✓
1000 ppmv								

**Case 1/Zone 1, Mechanical ventilation, exception 1**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020	✓	✓	✓	✓	✓		

**Day-profile [m³/h]**

Hour	Value
0	2073,6
6,5	8294,4
19	2073,6



**Case 1/Zone 1, Mechanical ventilation, exception 2**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020						✓	

**Day-profile [m³/h]**

Hour	Value
0	2073,6
9	8294,4
16	2073,6



**Case 1/Zone 1, Mechanical ventilation, exception 3**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020							✓
2073,6 m³/h								

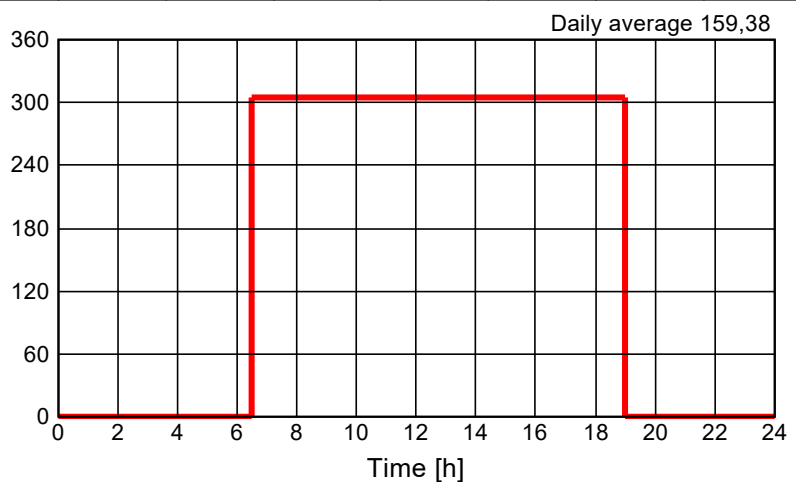
Heat convective [W]	1530
Heat radiant [W]	770
Moisture [g/h]	2080
CO2 [g/h]	680
Human activity [met]	2,2
Clothing [clo]	0.7
Air velocity [m/s]	0.1

**Case 1/Zone 1, Heat convective, exeption 1**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020	✓	✓	✓	✓	✓		

**Day-profile [W]**

Hour	Value
0	0
6.5	306
19	0

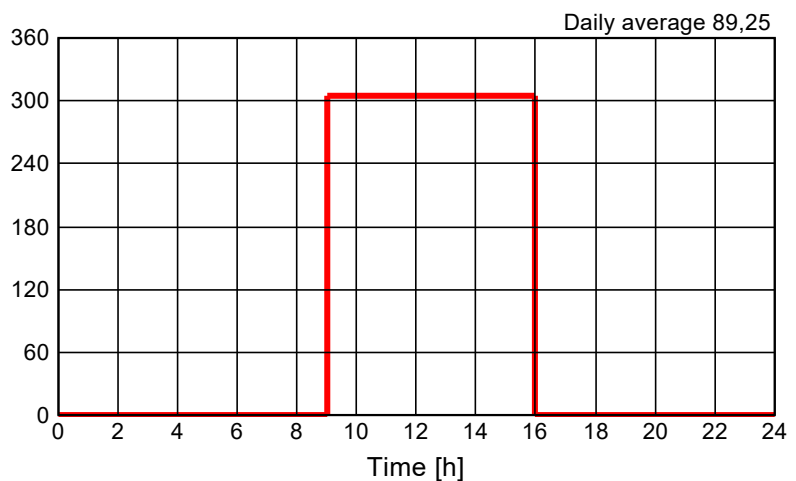


**Case 1/Zone 1, Heat convective, exeption 2**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020						✓	

**Day-profile [W]**

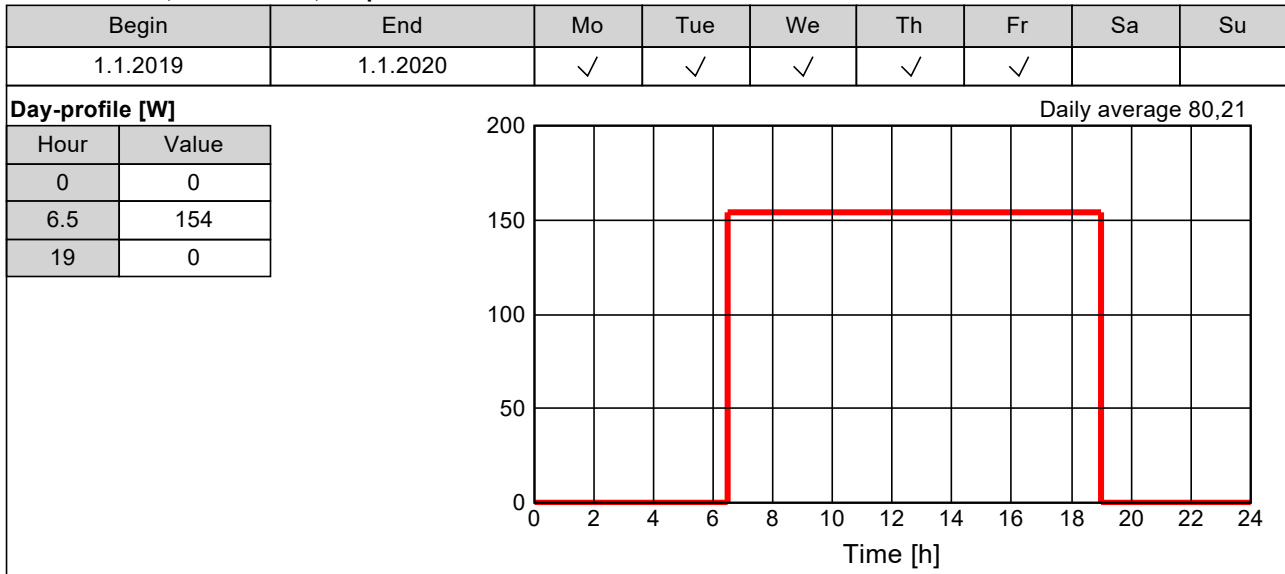
Hour	Value
0	0
9	306
16	0



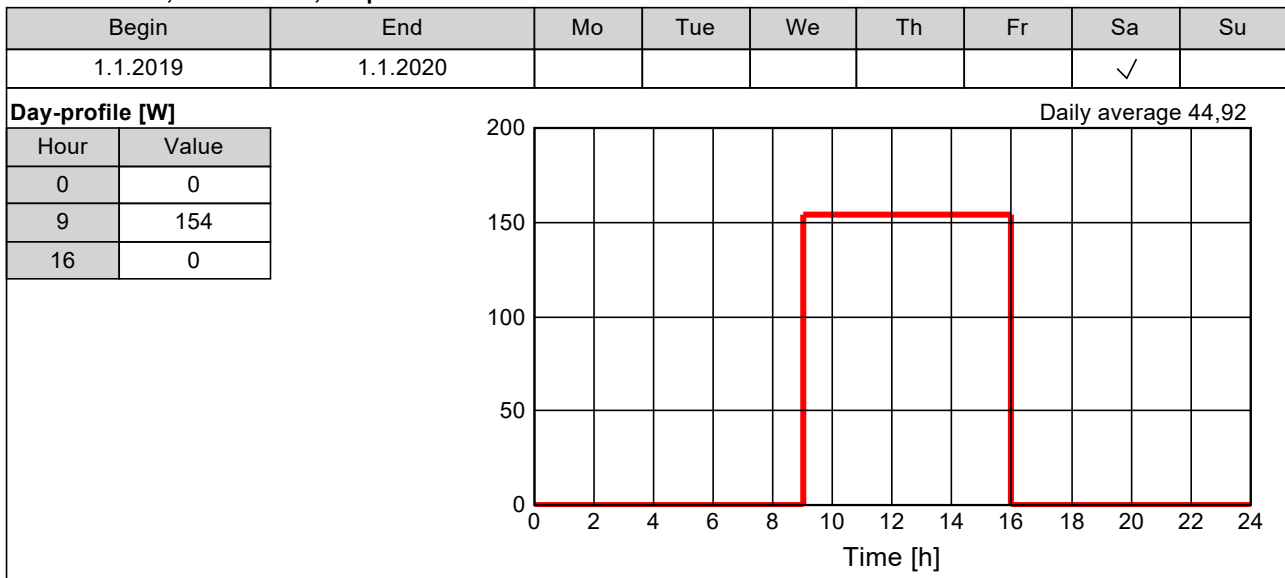
**Case 1/Zone 1, Heat convective, exeption 3**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020							✓
0 W								

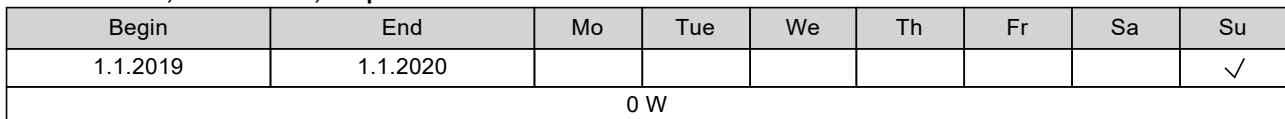
**Case 1/Zone 1, Heat radiant, exeption 1**



**Case 1/Zone 1, Heat radiant, exeption 2**



**Case 1/Zone 1, Heat radiant, exeption 3**

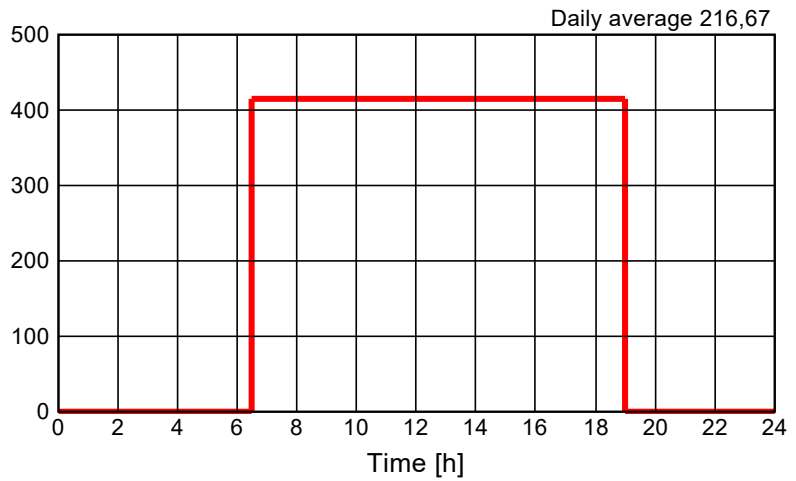


**Case 1/Zone 1, Moisture, exeption 1**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020	✓	✓	✓	✓	✓		

**Day-profile [g/h]**

Hour	Value
0	0
6.5	416
19	0

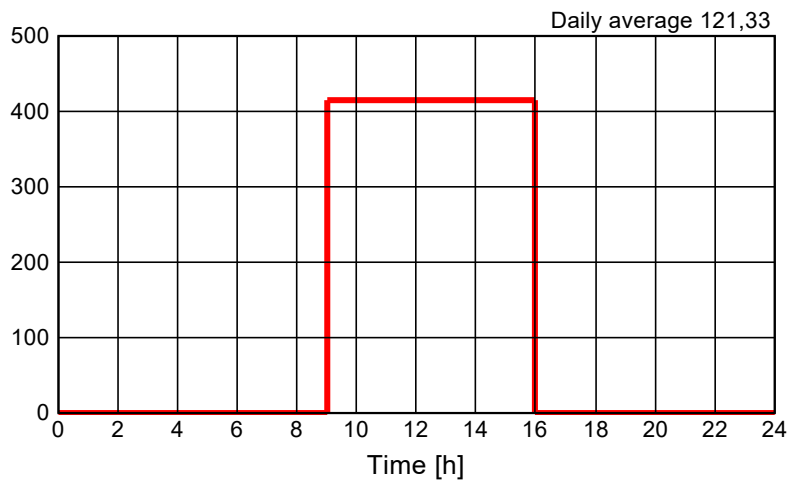


**Case 1/Zone 1, Moisture, exeption 2**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020						✓	

**Day-profile [g/h]**

Hour	Value
0	0
9	416
16	0



**Case 1/Zone 1, Moisture, exeption 3**

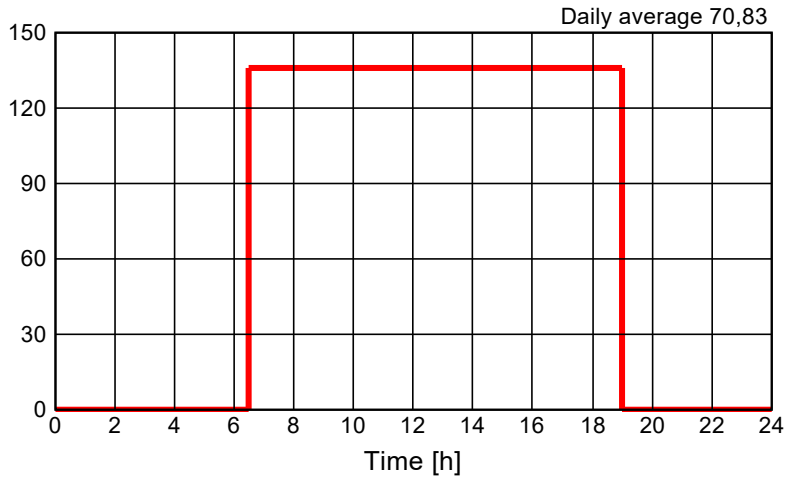
Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020							✓
0 g/h								

**Case 1/Zone 1, CO2, exeption 1**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020	✓	✓	✓	✓	✓		

**Day-profile [g/h]**

Hour	Value
0	0
6.5	136
19	0

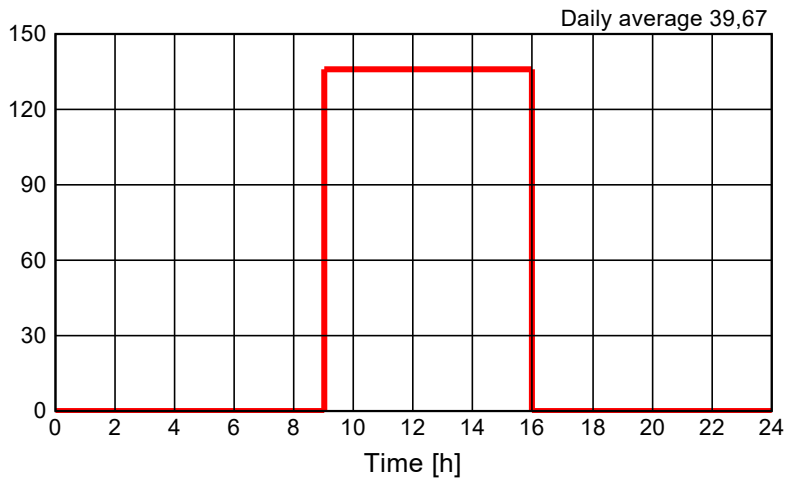


**Case 1/Zone 1, CO2, exeption 2**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020						✓	

**Day-profile [g/h]**

Hour	Value
0	0
9	136
16	0



**Case 1/Zone 1, CO2, exeption 3**

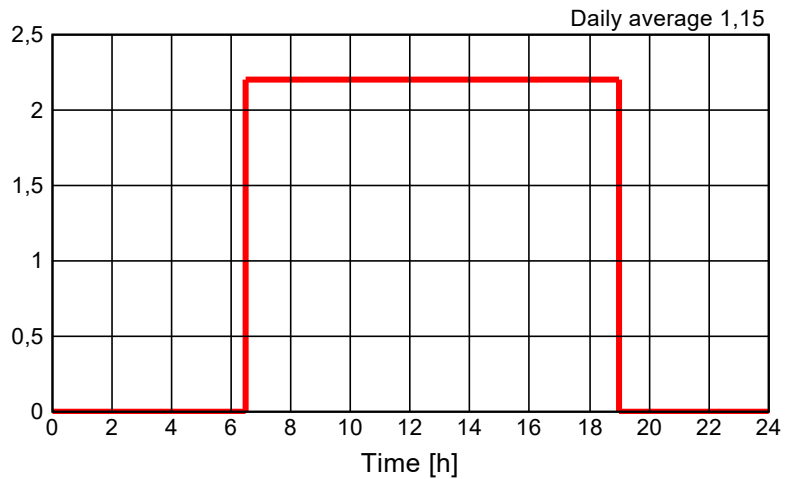
Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020							✓
0 g/h								

**Case 1/Zone 1, Human activity, exception 1**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020	✓	✓	✓	✓	✓		

**Day-profile [met]**

Hour	Value
0	0
6.5	2,2
19	0

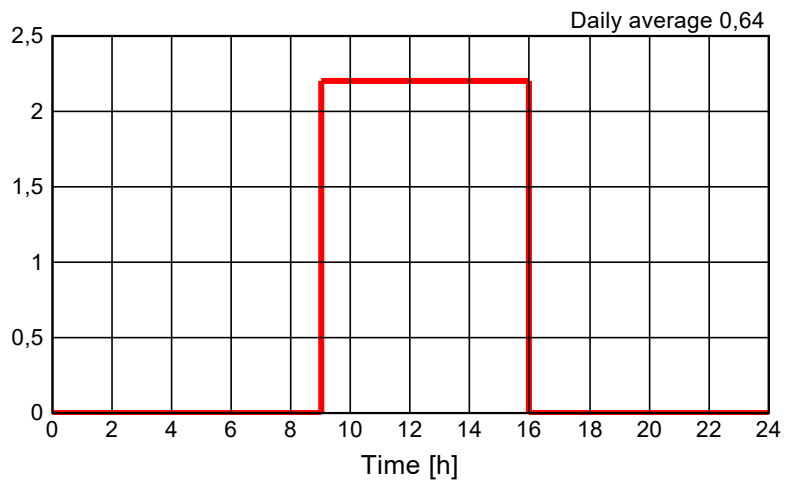


**Case 1/Zone 1, Human activity, exception 2**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020						✓	

**Day-profile [met]**

Hour	Value
0	0
9	2,2
16	0



**Case 1/Zone 1, Human activity, exception 3**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020							✓
0 met								

**Case 1/Zone 1, Clothing, exception 1**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020	✓	✓	✓	✓	✓		
0,7 clo								

**Case 1/Zone 1, Clothing, exception 2**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020						✓	
0,7 clo								

**Case 1/Zone 1, Clothing, exception 3**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020							✓
0,7 clo								



**Case 1/Zone 1, Air velocity, exeption 1**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020	✓	✓	✓	✓	✓		
0,1 m/s								

**Case 1/Zone 1, Air velocity, exeption 2**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020						✓	
0,1 m/s								

**Case 1/Zone 1, Air velocity, exeption 3**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020							✓
0,1 m/s								

## Case 1/Zone 1: Visualized components

**Case 1/Zone 1/Component 1: General data**

Name	Yttertak
Type	Opaque
Interior side	Zone 1: Byggevarer/Trelast/Betjening/Proff
Outer side	Outer air
Assembly	Assembly (Id.17): Yttertak (Massivtre bygg)
U [W/m²K]	0,1183
Geometry	
Area [m²]	1036,8
Inclination [°]	0
Orientation	Horizontal (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	18,5
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	6,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	5,5
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,04 / 0,1
Absorption / Emission (Dark) [-]	0,8 / 0,9
Sd-value - outer ( No coating) [m]	----
Sd-value - outer ( No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,288
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 1/Component 2: General data**

Name	Ståldør 1
Type	Opaque
Interior side	Zone 1: Byggevarer/Trelast/Betjening/Proff
Outer side	Zone 2: Butikk/Kassekontor/Tellerom HC
Assembly	Assembly (Id.2): Ståldør 1
U [W/m²K]	0,7936
Geometry	
Area [m²]	2,1
Inclination [°]	90
Orientation	West (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	4,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,13 / 0,13
Absorption / Emission (User defined) [-]	0,4 / 0,9
Sd-value - outer ( User defined) [m]	100
Sd-value - outer ( User defined) [m]	100
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,001
Solar radiation on second interior surface [-]	0,001
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 1/Component 3: General data**

Name	Glassdør 05
Type	Transparent
Interior side	Zone 1: Byggevarer/Trelast/Betjening/Proff
Outer side	Zone 2: Butikk/Kassekontor/Tellerom HC
Window type	Window type (Id 3): Glass
Solar protection	
Uw - installed [W/m²K]	0,8
<b>Geometry</b>	
Area [m²]	8,9
Inclination [°]	90
Orientation	West (100 %)
<b>Surface</b>	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	4,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,13 / 0,13
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,002
Solar radiation on second interior surface [-]	0,003
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 1/Component 4: General data**

Name	Innvendig skillevegg sone 1/2
Type	Opaque
Interior side	Zone 1: Byggevarer/Trelast/Betjening/Proff
Outer side	Zone 2: Butikk/Kassekontor/Tellerom HC
Assembly	Assembly (Id.14): Yttervegg Sone 1 (Massivtre bygg)
U [W/m²K]	0,2796
Geometry	
Area [m²]	349,1
Inclination [°]	90
Orientation	West (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	4,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,13 / 0,13
Absorption / Emission (User defined) [-]	0,4 / 0,9
Sd-value - outer ( No coating) [m]	----
Sd-value - outer ( No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,097
Solar radiation on second interior surface [-]	0,106
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 1/Component 5: General data**

Name	Gulv mot grunn
Type	Opaque
Interior side	Zone 1: Byggevarer/Trelast/Betjening/Proff
Outer side	Ground
Assembly	Assembly (Id.4): Gulv mot grunn
U [W/m²K]	0,19
Geometry	
Area [m²]	1036,8
Inclination [°]	180
Orientation	Horizontal (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	99999
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	0
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	2,5
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	3,38235
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0 / 0,17
Absorption / Emission (User defined) [-]	0,4 / 0,9
Sd-value - outer (No coating) [m]	----
Sd-value - outer (No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,288
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 1/Component 6: General data**

Name	Lett himling
Type	Opaque
Interior side	Zone 1: Byggevarer/Trelast/Betjening/Proff
Outer side	Zone 1: Byggevarer/Trelast/Betjening/Proff
Assembly	Assembly (Id.19): Innertak massivtre
U [W/m²K]	1,4286
Geometry	
Area [m²]	62,7
Inclination [°]	0
Orientation	Horizontal (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	5,5
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	4,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	5,5
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,1 / 0,1
Absorption / Emission (User defined) [-]	0,4 / 0,9
Sd-value - outer (No coating) [m]	----
Sd-value - outer (No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,017
Solar radiation on second interior surface [-]	0,017
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 1/Component 7: General data**

Name	Yttervegg fasade nord
Type	Opaque
Interior side	Zone 1: Byggevarer/Trelast/Betjening/Proff
Outer side	Outer air
Assembly	Assembly (Id.14): Yttervegg Sone 1 (Massivtre bygg)
U [W/m²K]	0,2869
Geometry	
Area [m²]	252,5
Inclination [°]	90
Orientation	North (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	18,5
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	6,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,04 / 0,13
Absorption / Emission (Oilpaint, cream, light) [-]	0,3 / 0,9
Sd-value - outer ( User defined) [m]	100
Sd-value - outer ( User defined) [m]	100
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,07
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 1/Component 8: General data**

Name	Yttervegg fasade øst
Type	Opaque
Interior side	Zone 1: Byggevarer/Trelast/Betjening/Proff
Outer side	Outer air
Assembly	Assembly (Id.14): Yttervegg Sone 1 (Massivtre bygg)
U [W/m²K]	0,2869
Geometry	
Area [m²]	360
Inclination [°]	90
Orientation	East (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	18,5
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	6,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,04 / 0,13
Absorption / Emission (Oilpaint, cream, light) [-]	0,3 / 0,9
Sd-value - outer ( No coating) [m]	----
Sd-value - outer ( No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,1
Height above ground (User defined) [m]	



## Case 1/Zone 1/Component 9: General data

Name	Ståldør 1
Type	Opaque
Interior side	Zone 1: Byggevarer/Trelast/Betjening/Proff
Outer side	Outer air
Assembly	Assembly (Id.2): Ståldør 1
U [W/m²K]	0,8547
Geometry	
Area [m²]	2,1
Inclination [°]	90
Orientation	South (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	18,5
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	6,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,04 / 0,13
Absorption / Emission (User defined) [-]	0,4 / 0,9
Sd-value - outer (No coating) [m]	----
Sd-value - inner (No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,001
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 1/Component 10: General data**

Name	Yttervegg fasade sør
Type	Opaque
Interior side	Zone 1: Byggevarer/Trelast/Betjening/Proff
Outer side	Outer air
Assembly	Assembly (Id.14): Yttervegg Sone 1 (Massivtre bygg)
U [W/m²K]	0,2869
Geometry	
Area [m²]	15,7
Inclination [°]	90
Orientation	South (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	18,5
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	6,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,04 / 0,13
Absorption / Emission (Oilpaint, cream, light) [-]	0,3 / 0,9
Sd-value - outer ( No coating) [m]	----
Sd-value - outer ( No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,004
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 1/Component 11: General data**

Name	Yttervegg fasade sør
Type	Opaque
Interior side	Zone 1: Byggevarer/Trelast/Betjening/Proff
Outer side	Outer air
Assembly	Assembly (Id.14): Yttervegg Sone 1 (Massivtre bygg)
U [W/m²K]	0,2869
Geometry	
Area [m²]	217,6
Inclination [°]	90
Orientation	South (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	18,5
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	6,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,04 / 0,13
Absorption / Emission (Oilpaint, cream, light) [-]	0,3 / 0,9
Sd-value - outer ( No coating) [m]	----
Sd-value - outer ( No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,061
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 1/Component 12: General data**

Name	Yttervegg fasade sør
Type	Opaque
Interior side	Zone 1: Byggevarer/Trelast/Betjening/Proff
Outer side	Outer air
Assembly	Assembly (Id.14): Yttervegg Sone 1 (Massivtre bygg)
U [W/m²K]	0,2869
Geometry	
Area [m²]	16
Inclination [°]	90
Orientation	South (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	18,5
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	6,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,04 / 0,13
Absorption / Emission (Oilpaint, cream, light) [-]	0,3 / 0,9
Sd-value - outer ( No coating) [m]	----
Sd-value - outer ( No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,004
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 1/Component 13: General data**

Name	Vindusfelt 04
Type	Transparent
Interior side	Zone 1: Byggevarer/Trelast/Betjening/Proff
Outer side	Outer air
Window type	Window type (Id 3): Glass
Solar protection	
Uw - installed [W/m²K]	0,8
Geometry	
Area [m²]	2,3
Inclination [°]	90
Orientation	South (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	18,5
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	6,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,04 / 0,13
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,001
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 1/Component 14: General data**

Name	Vindusfelt 10
Type	Transparent
Interior side	Zone 1: Byggevarer/Trelast/Betjening/Proff
Outer side	Outer air
Window type	Window type (Id 3): Glass
Solar protection	
Uw - installed [W/m²K]	0,8
Geometry	
Area [m²]	2,2
Inclination [°]	90
Orientation	North (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	18,5
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	6,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,04 / 0,13
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,001
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 1/Component 15: General data**

Name	Ståldør 1
Type	Opaque
Interior side	Zone 1: Byggevarer/Trelast/Betjening/Proff
Outer side	Outer air
Assembly	Assembly (Id.2): Ståldør 1
U [W/m²K]	0,8547
Geometry	
Area [m²]	2,1
Inclination [°]	90
Orientation	North (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	18,5
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	6,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,04 / 0,13
Absorption / Emission (User defined) [-]	0,4 / 0,9
Sd-value - outer (No coating) [m]	----
Sd-value - outer (No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,001
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 1/Component 16: General data**

Name	Inngangsport 2
Type	Opaque
Interior side	Zone 1: Byggevarer/Trelast/Betjening/Proff
Outer side	Outer air
Assembly	Assembly (Id.2): Ståldør 1
U [W/m²K]	0,8547
Geometry	
Area [m²]	31,2
Inclination [°]	90
Orientation	North (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	18,5
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	6,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,04 / 0,13
Absorption / Emission (User defined) [-]	0,4 / 0,9
Sd-value - outer ( No coating) [m]	----
Sd-value - outer ( No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,009
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 1/Component 17: General data**

Name	Glassdør 05
Type	Transparent
Interior side	Zone 1: Byggevarer/Trelast/Betjening/Proff
Outer side	Outer air
Window type	Window type (Id 3): Glass
Solar protection	
Uw - installed [W/m²K]	0,8
Geometry	
Area [m²]	19,4
Inclination [°]	90
Orientation	South (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	18,5
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	6,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,04 / 0,13
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,005
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 1/Component 18: General data**

Name	Vindusfelt 04
Type	Transparent
Interior side	Zone 1: Byggevarer/Trelast/Betjening/Proff
Outer side	Outer air
Window type	Window type (Id 3): Glass
Solar protection	
Uw - installed [W/m²K]	0,8
Geometry	
Area [m²]	14,8
Inclination [°]	90
Orientation	South (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	18,5
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	6,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,04 / 0,13
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,004
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 1/Component 19: General data**

Name	Innvendig skillevegg
Type	Opaque
Interior side	Zone 1: Byggevarer/Trelast/Betjening/Proff
Outer side	Zone 1: Byggevarer/Trelast/Betjening/Proff
Assembly	Assembly (Id.16): Innvending skillevegg (Massivtre bygg)
U [W/m²K]	0,3543
Geometry	
Area [m²]	15,7
Inclination [°]	90
Orientation	North (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	4,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,13 / 0,13
Absorption / Emission (User defined) [-]	0,4 / 0,9
Sd-value - outer ( No coating) [m]	----
Sd-value - outer ( No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,004
Solar radiation on second interior surface [-]	0,004

**Case 1/Zone 1/Component 20: General data**

Name	Tredør 03
Type	Opaque
Interior side	Zone 1: Byggevarer/Trelast/Betjening/Proff
Outer side	Zone 1: Byggevarer/Trelast/Betjening/Proff
Assembly	Assembly (Id.13): Tredør
U [W/m²K]	1,4993
Geometry	
Area [m²]	2,1
Inclination [°]	90
Orientation	East (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	4,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,13 / 0,13
Absorption / Emission (User defined) [-]	0,4 / 0,9
Sd-value - outer ( No coating) [m]	----
Sd-value - outer ( No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,001
Solar radiation on second interior surface [-]	0,001
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 1/Component 21: General data**

Name	Glassvegg 06
Type	Transparent
Interior side	Zone 1: Byggevarer/Trelast/Betjening/Proff
Outer side	Zone 1: Byggevarer/Trelast/Betjening/Proff
Geometry	
Area [m²]	15,5
Inclination [°]	90
Orientation	East (100 %)



**Case 1/Zone 1/Component 22: General data**

Name	Innvendig skillevegg
Type	Opaque
Interior side	Zone 1: Byggevarer/Trelast/Betjening/Proff
Outer side	Zone 1: Byggevarer/Trelast/Betjening/Proff
Assembly	Assembly (Id.16): Innvending skillevegg (Massivtre bygg)
U [W/m²K]	0,3543
Geometry	
Area [m²]	33,2
Inclination [°]	90
Orientation	North (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	4,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,13 / 0,13
Absorption / Emission (User defined) [-]	0,4 / 0,9
Sd-value - outer (No coating) [m]	----
Sd-value - inner (No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,009
Solar radiation on second interior surface [-]	0,009
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 2: General data**

Name	Butikk/Kassekontor/Tellerom HC
Geometry	
Gross volume (From visualized volume and components) [m³]	10293,58
Net volume (User defined) [m³]	9341,86
Floor area (User defined) [m²]	933,12
Other parameters	
Initial temperature [°C]	20
Initial rel. humidity [%]	55
Initial CO2-concentration [ppmv]	400
Distribution of solar gains on interior surfaces	Proportional to area
Solar radiation direct to interior air [-]	0,1

## Case 1/Zone 2: Design conditions

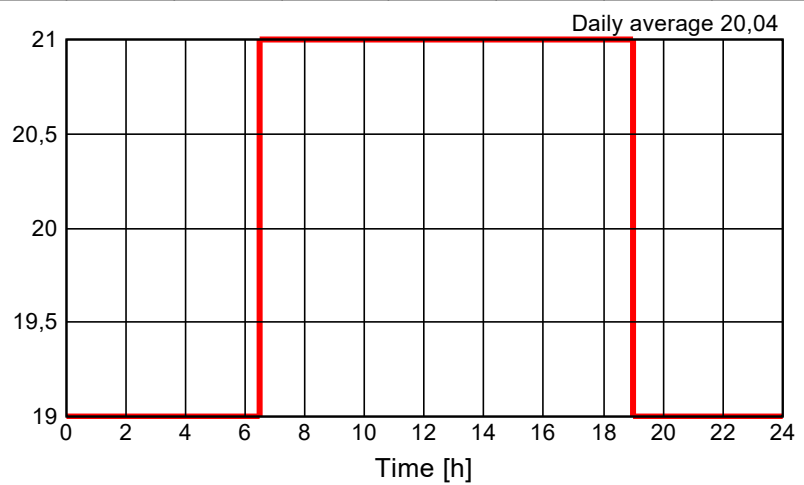
Min. temperature (heating) [°C]	20
Max. temperature (cooling) [°C]	26
Min. relative humidity (humidification) [%]	40
Max. relative humidity (dehumidification) [%]	70
Max. CO2-concentration [ppmv]	3000
Natural ventilation [1/h]	0
Mechanical ventilation [m³/h]	1866,24
Infiltration ACH [1/h]	0,105

**Case 1/Zone 2, Minimal temperature, exception 1**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020	✓	✓	✓	✓	✓		

**Day-profile [°C]**

Hour	Value
0	19
6.50	21
19	19

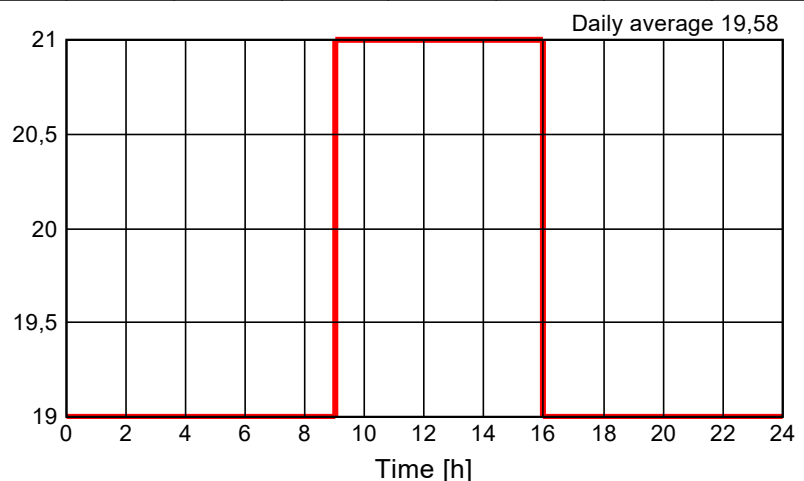


**Case 1/Zone 2, Minimal temperature, exception 2**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020						✓	

**Day-profile [°C]**

Hour	Value
0	19
9	21
16	19



**Case 1/Zone 2, Minimal temperature, exception 3**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020							✓
19 °C								

**Case 1/Zone 2, Minimal relative humidity, exception 1**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020	✓	✓	✓	✓	✓		
25 %								

**Case 1/Zone 2, Minimal relative humidity, exception 2**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020						✓	
25 %								

**Case 1/Zone 2, Minimal relative humidity, exception 3**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020							✓
25 %								

**Case 1/Zone 2, Maximal relative humidity, exception 1**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020	✓	✓	✓	✓	✓		
60 %								

**Case 1/Zone 2, Maximal relative humidity, exception 2**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020						✓	
60 %								

**Case 1/Zone 2, Maximal relative humidity, exception 3**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020							✓
60 %								

**Case 1/Zone 2, Maximal CO2 concentration, exception 1**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020	✓	✓	✓	✓	✓		
1000 ppmv								

**Case 1/Zone 2, Maximal CO2 concentration, exception 2**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020						✓	
1000 ppmv								

**Case 1/Zone 2, Maximal CO2 concentration, exception 3**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020							✓
1000 ppmv								

**Case 1/Zone 2, Mechanical ventilation, exception 1**

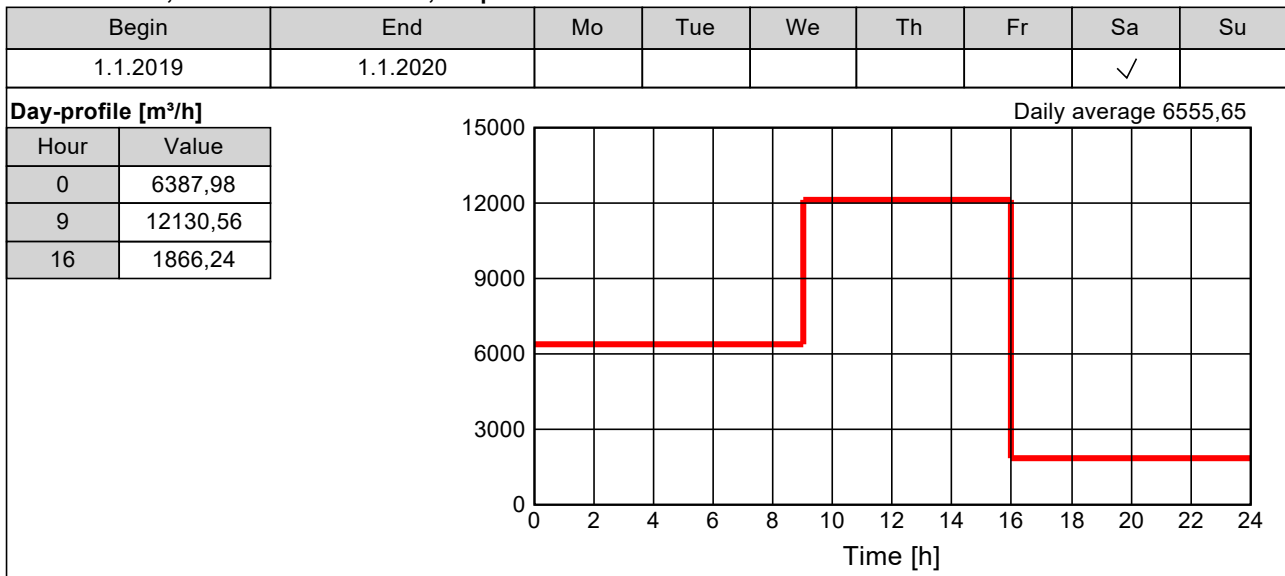
Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020	✓	✓	✓	✓	✓		

**Day-profile [m³/h]**

Hour	Value
0	1866,24
6.5	12130,56
19	1866,24



**Case 1/Zone 2, Mechanical ventilation, exeption 2**



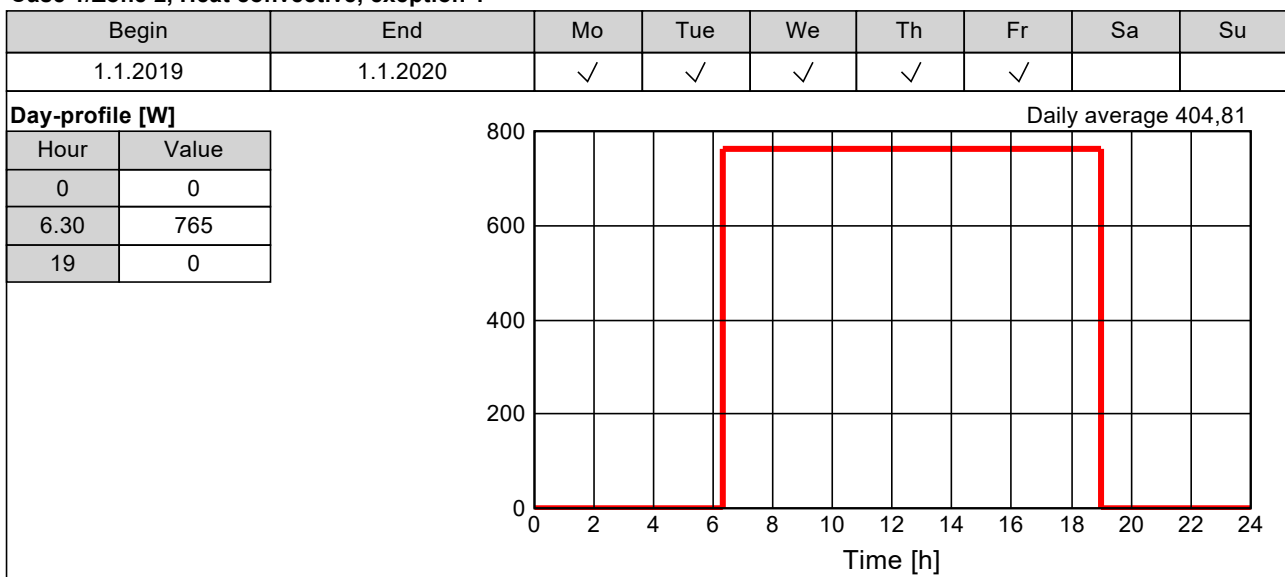
**Case 1/Zone 2, Mechanical ventilation, exeption 3**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020							✓
1866,24 m³/h								

Case 1/Zone 2: Loads/Occupancy

Heat convective [W]	0
Heat radiant [W]	0
Moisture [g/h]	0
CO2 [g/h]	0
Human activity [met]	0
Clothing [clo]	0,7
Air velocity [m/s]	0,1

**Case 1/Zone 2, Heat convective, exeption 1**

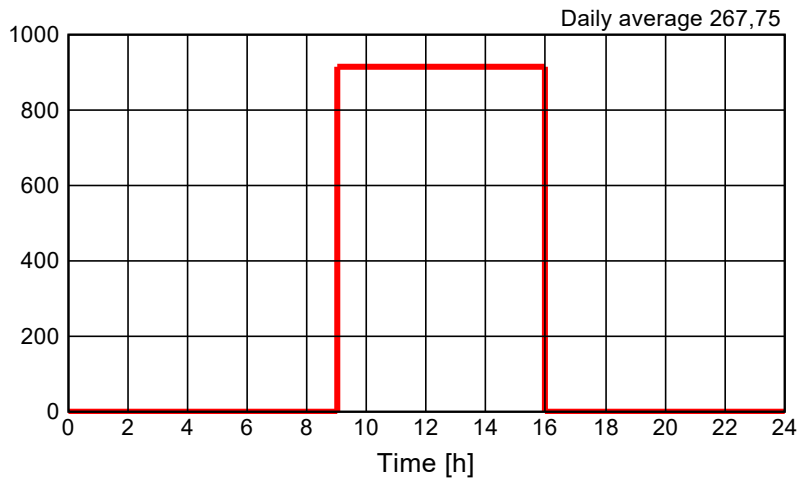


**Case 1/Zone 2, Heat convective, exeption 2**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020						✓	

**Day-profile [W]**

Hour	Value
0	0
9	918
16	0



**Case 1/Zone 2, Heat convective, exeption 3**

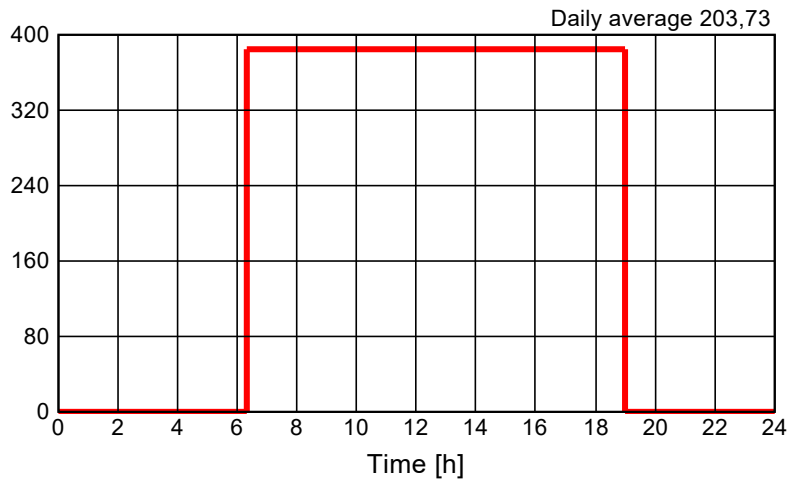
Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020							✓
0 W								

**Case 1/Zone 2, Heat radiant, exeption 1**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020	✓	✓	✓	✓	✓		

**Day-profile [W]**

Hour	Value
0	0
6.30	385
19	0

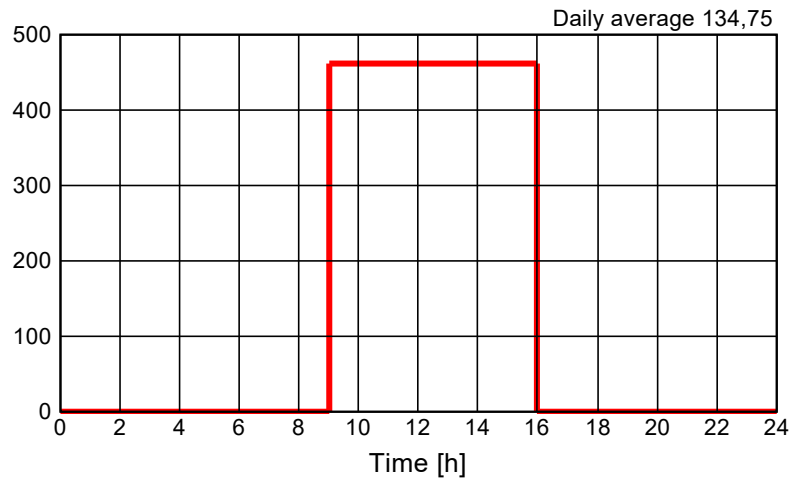


**Case 1/Zone 2, Heat radiant, exeption 2**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020						✓	

**Day-profile [W]**

Hour	Value
0	0
9	462
16	0



**Case 1/Zone 2, Heat radiant, exeption 3**

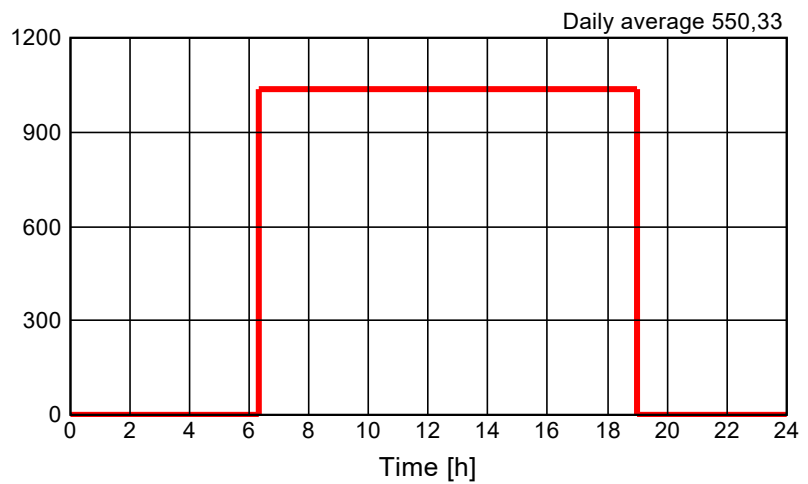
Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020							✓
0 W								

**Case 1/Zone 2, Moisture, exeption 1**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020	✓	✓	✓	✓	✓		

**Day-profile [g/h]**

Hour	Value
0	0
6.30	1040
19	0



**Case 1/Zone 2, Moisture, exeption 2**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020						✓	

**Day-profile [g/h]**

Hour	Value
0	0
9	1248
16	0



**Case 1/Zone 2, Moisture, exeption 3**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020							✓

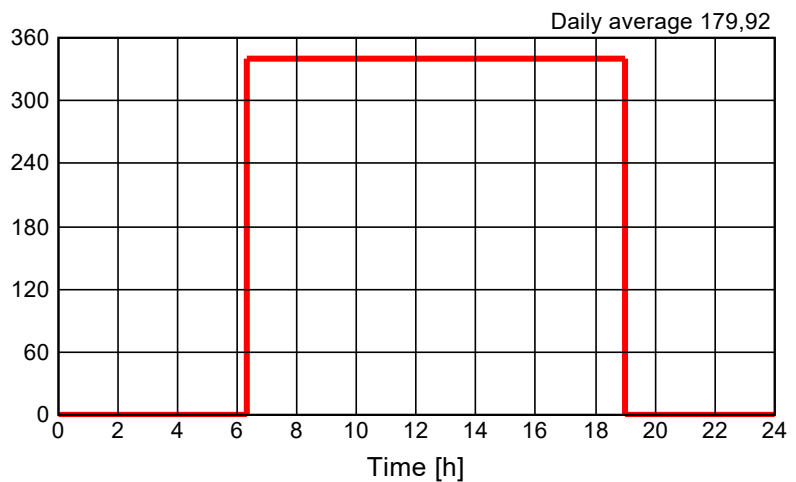
0 g/h

**Case 1/Zone 2, CO2, exeption 1**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020	✓	✓	✓	✓	✓		

**Day-profile [g/h]**

Hour	Value
0	0
6.30	340
19	0

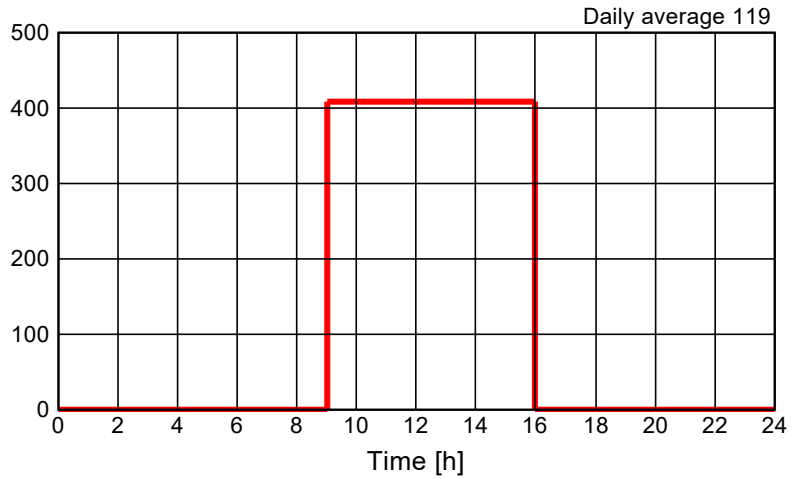


**Case 1/Zone 2, CO2, exeption 2**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020						✓	

**Day-profile [g/h]**

Hour	Value
0	0
9	408
16	0



**Case 1/Zone 2, CO2, exeption 3**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020							✓

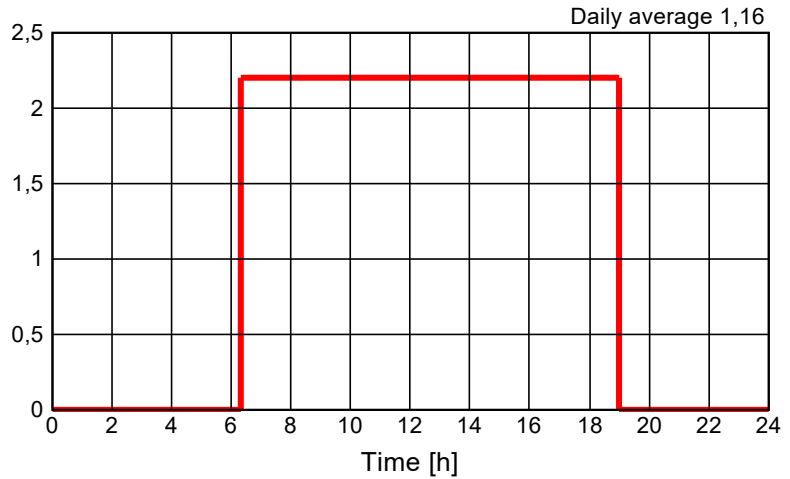
0 g/h

**Case 1/Zone 2, Human activity, exeption 1**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020	✓	✓	✓	✓	✓		

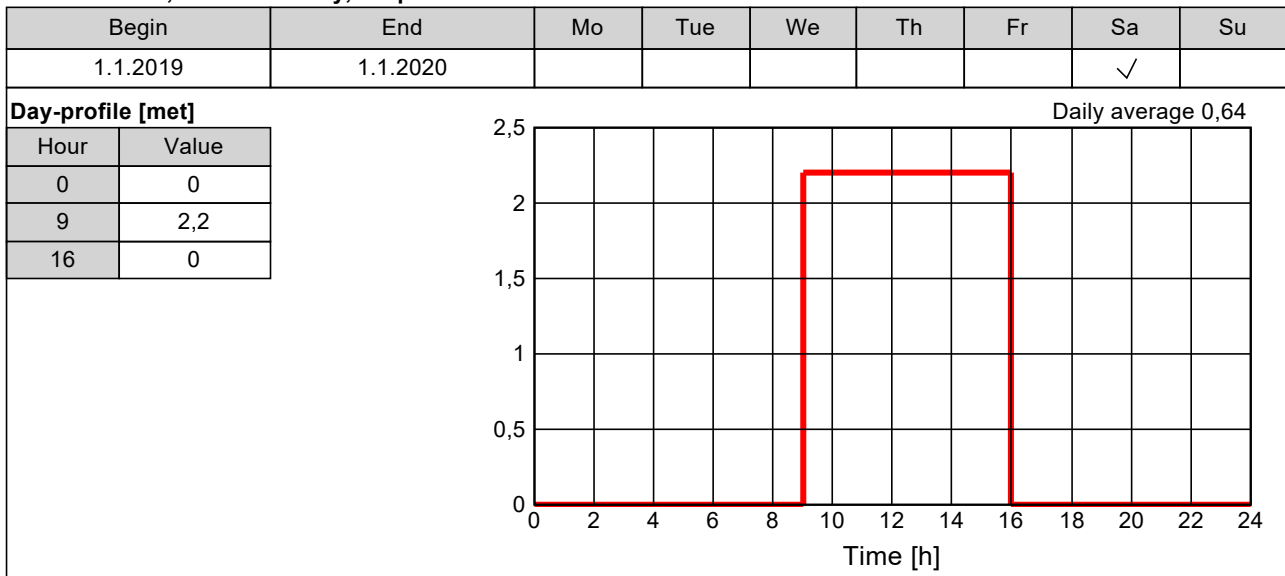
**Day-profile [met]**

Hour	Value
0	0
6.30	2,2
19	0





**Case 1/Zone 2, Human activity, exception 2**



**Case 1/Zone 2, Human activity, exception 3**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020							✓
0 met								

**Case 1/Zone 2, Clothing, exception 1**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020	✓	✓	✓	✓	✓		
0,7 clo								

**Case 1/Zone 2, Clothing, exception 2**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020						✓	
0,7 clo								

**Case 1/Zone 2, Clothing, exception 3**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020							✓
0,7 clo								

**Case 1/Zone 2, Air velocity, exception 1**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020	✓	✓	✓	✓	✓		
0,1 m/s								

**Case 1/Zone 2, Air velocity, exception 2**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020						✓	
0,1 m/s								

**Case 1/Zone 2, Air velocity, exception 3**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020							✓
0,1 m/s								

**Case 1/Zone 2/Component 1: General data**

Name	Innvendig skillevegg sone 2/6
Type	Opaque
Interior side	Zone 2: Butikk/Kassekontor/Tellerom HC
Outer side	Attached zone 2: Garderob/WC/HC/Dusj
Assembly	Assembly (Id.16): Innvending skillevegg (Massivtre bygg)
U [W/m²K]	0,3543
Geometry	
Area [m²]	25,9
Inclination [°]	90
Orientation	North (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	4,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,13 / 0,13
Absorption / Emission (User defined) [-]	0,4 / 0,9
Sd-value - outer (No coating) [m]	----
Sd-value - inner (No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,008
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 2/Component 2: General data**

Name	Innvendig skillevegg sone 2/10
Type	Opaque
Interior side	Zone 2: Butikk/Kassekontor/Tellerom HC
Outer side	Attached zone 6: Lett-tak Mesanin
Assembly	Assembly (Id.16): Innvending skillevegg (Massivtre bygg)
U [W/m²K]	0,3543
Geometry	
Area [m²]	54
Inclination [°]	90
Orientation	North (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	4,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,13 / 0,13
Absorption / Emission (User defined) [-]	0,4 / 0,9
Sd-value - outer (No coating) [m]	----
Sd-value - inner (No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,016
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 2/Component 3: General data**

Name	Yttervegger fasade vest/sør/øst
Type	Opaque
Interior side	Zone 2: Butikk/Kassekontor/Tellerom HC
Outer side	Outer air
Assembly	Assembly (Id.15): Yttervegg Sone 2/3/4 (Massivtre bygg)
U [W/m²K]	0,1488
Geometry	
Area [m²]	551,7
Inclination [°]	90
Orientation	South (9 %), East (13 %), West (78 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	18,5
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	6,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,04 / 0,13
Absorption / Emission (Oilpaint, cream, light) [-]	0,3 / 0,9
Sd-value - outer ( User defined) [m]	100
Sd-value - outer ( User defined) [m]	100
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,167
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 2/Component 4: General data**

Name	Vindusfelt 03/07
Type	Transparent
Interior side	Zone 2: Butikk/Kassekontor/Tellerom HC
Outer side	Outer air
Window type	Window type (Id 3): Glass
Solar protection	
Uw - installed [W/m²K]	0,8
Geometry	
Area [m²]	168,3
Inclination [°]	90
Orientation	South (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	18,5
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	6,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,04 / 0,13
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,051
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 2/Component 5: General data**

Name	Yttertak
Type	Opaque
Interior side	Zone 2: Butikk/Kassekontor/Tellerom HC
Outer side	Outer air
Assembly	Assembly (Id.17): Yttertak (Massivtre bygg)
U [W/m²K]	0,1183
Geometry	
Area [m²]	933,1
Inclination [°]	0
Orientation	Horizontal (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	18,5
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	6,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	5,5
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,04 / 0,1
Absorption / Emission (Dark) [-]	0,8 / 0,9
Sd-value - outer ( User defined) [m]	100
Sd-value - outer ( User defined) [m]	100
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,282
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 2/Component 6: General data**

Name	Innvendig skillevegg sone 2/9
Type	Opaque
Interior side	Zone 2: Butikk/Kassekontor/Tellerom HC
Outer side	Attached zone 5: Møterom/Kantine/3xKontor
Assembly	Assembly (Id.16): Innvending skillevegg (Massivtre bygg)
U [W/m²K]	0,3543
Geometry	
Area [m²]	32,4
Inclination [°]	90
Orientation	North (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	4,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,13 / 0,13
Absorption / Emission (User defined) [-]	0,4 / 0,9
Sd-value - outer ( No coating) [m]	----
Sd-value - outer ( No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,01
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 2/Component 7: General data**

Name	Gulv mot grunn
Type	Opaque
Interior side	Zone 2: Butikk/Kassekontor/Tellerom HC
Outer side	Ground
Assembly	Assembly (Id.4): Gulv mot grunn
U [W/m²K]	0,19
Geometry	
Area [m²]	933,1
Inclination [°]	180
Orientation	Horizontal (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	99999
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	0
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	2,5
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	3,38235
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0 / 0,17
Absorption / Emission (User defined) [-]	0,4 / 0,9
Sd-value - outer (No coating) [m]	----
Sd-value - outer (No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,282
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 2/Component 8: General data**

Name	Etasjeskiller
Type	Opaque
Interior side	Zone 2: Butikk/Kassekontor/Tellerom HC
Outer side	Zone 2: Butikk/Kassekontor/Tellerom HC
Assembly	Assembly (Id.19): Innertak massivtre
U [W/m²K]	1,4286
Geometry	
Area [m²]	20,9
Inclination [°]	0
Orientation	Horizontal (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	5,5
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	4,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	5,5
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,1 / 0,1
Absorption / Emission (User defined) [-]	0,4 / 0,9
Sd-value - outer (No coating) [m]	----
Sd-value - inner (No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,006
Solar radiation on second interior surface [-]	0,006
Height above ground (User defined) [m]	



## Case 1/Zone 2/Component 9: General data

Name	Ståldør 1
Type	Opaque
Interior side	Zone 2: Butikk/Kassekontor/Tellerom HC
Outer side	Zone 4: Over/Under Mesanin
Assembly	Assembly (Id.2): Ståldør 1
U [W/m²K]	0,7936
Geometry	
Area [m²]	2,1
Inclination [°]	90
Orientation	North (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	4,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,13 / 0,13
Absorption / Emission (User defined) [-]	0,4 / 0,9
Sd-value - outer (No coating) [m]	----
Sd-value - inner (No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,001
Solar radiation on second interior surface [-]	0,001
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 2/Component 10: General data**

Name	Innvendig skillevegg sone 2/4
Type	Opaque
Interior side	Zone 2: Butikk/Kassekontor/Tellerom HC
Outer side	Zone 4: Over/Under Mesanin
Assembly	Assembly (Id.16): Innvending skillevegg (Massivtre bygg)
U [W/m²K]	0,3543
Geometry	
Area [m²]	91,9
Inclination [°]	90
Orientation	North (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	4,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,13 / 0,13
Absorption / Emission (User defined) [-]	0,4 / 0,9
Sd-value - outer ( No coating) [m]	----
Sd-value - outer ( No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,028
Solar radiation on second interior surface [-]	0,036
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 2/Component 11: General data**

Name	Inngangsport (HP1)
Type	Opaque
Interior side	Zone 2: Butikk/Kassekontor/Tellerom HC
Outer side	Zone 4: Over/Under Mesanin
Assembly	Assembly (Id.2): Ståldør 1
U [W/m²K]	0,7936
Geometry	
Area [m²]	9,7
Inclination [°]	90
Orientation	North (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	4,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,13 / 0,13
Absorption / Emission (User defined) [-]	0,4 / 0,9
Sd-value - outer (No coating) [m]	----
Sd-value - inner (No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,003
Solar radiation on second interior surface [-]	0,004
Height above ground (User defined) [m]	

## Case 1/Zone 2/Component 12: General data

Name	Tredør 03
Type	Opaque
Interior side	Zone 2: Butikk/Kassekontor/Tellerom HC
Outer side	Zone 2: Butikk/Kassekontor/Tellerom HC
Assembly	Assembly (Id.13): Tredør
U [W/m²K]	1,4993
Geometry	
Area [m²]	2,1
Inclination [°]	90
Orientation	East (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	4,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,13 / 0,13
Absorption / Emission (User defined) [-]	0,4 / 0,9
Sd-value - outer ( No coating) [m]	----
Sd-value - outer ( No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,001
Solar radiation on second interior surface [-]	0,001
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 2/Component 13: General data**

Name	Innvendig skillevegg
Type	Opaque
Interior side	Zone 2: Butikk/Kassekontor/Tellerom HC
Outer side	Zone 2: Butikk/Kassekontor/Tellerom HC
Assembly	Assembly (Id.16): Innvending skillevegg (Massivtre bygg)
U [W/m²K]	0,3543
Geometry	
Area [m²]	8,7
Inclination [°]	90
Orientation	South (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	4,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,13 / 0,13
Absorption / Emission (User defined) [-]	0,4 / 0,9
Sd-value - outer (No coating) [m]	----
Sd-value - inner (No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,003
Solar radiation on second interior surface [-]	0,003
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 2/Component 14: General data**

Name	Innvendig skillevegg
Type	Opaque
Interior side	Zone 2: Butikk/Kassekontor/Tellerom HC
Outer side	Zone 2: Butikk/Kassekontor/Tellerom HC
Assembly	Assembly (Id.16): Innvending skillevegg (Massivtre bygg)
U [W/m²K]	0,3543
Geometry	
Area [m²]	12,5
Inclination [°]	90
Orientation	East (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	4,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,13 / 0,13
Absorption / Emission (User defined) [-]	0,4 / 0,9
Sd-value - outer (No coating) [m]	----
Sd-value - inner (No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,004
Solar radiation on second interior surface [-]	0,004
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 2/Component 15: General data**

Name	Innvendig skillevegg
Type	Opaque
Interior side	Zone 2: Butikk/Kassekontor/Tellerom HC
Outer side	Zone 2: Butikk/Kassekontor/Tellerom HC
Assembly	Assembly (Id.16): Innvending skillevegg (Massivtre bygg)
U [W/m²K]	0,3543
Geometry	
Area [m²]	6,6
Inclination [°]	90
Orientation	North (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	4,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,13 / 0,13
Absorption / Emission (User defined) [-]	0,4 / 0,9
Sd-value - outer (No coating) [m]	----
Sd-value - inner (No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,002
Solar radiation on second interior surface [-]	0,002
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 2/Component 16: General data**

Name	Tredør 03
Type	Opaque
Interior side	Zone 2: Butikk/Kassekontor/Tellerom HC
Outer side	Zone 2: Butikk/Kassekontor/Tellerom HC
Assembly	Assembly (Id.13): Tredør
U [W/m²K]	1,4993
Geometry	
Area [m²]	2,1
Inclination [°]	90
Orientation	North (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	4,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,13 / 0,13
Absorption / Emission (User defined) [-]	0,4 / 0,9
Sd-value - outer ( No coating) [m]	----
Sd-value - outer ( No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,001
Solar radiation on second interior surface [-]	0,001
Height above ground (User defined) [m]	



**Case 1/Zone 2/Component 17: General data**

Name	Innvendig skillevegg
Type	Opaque
Interior side	Zone 2: Butikk/Kassekontor/Tellerom HC
Outer side	Zone 2: Butikk/Kassekontor/Tellerom HC
Assembly	Assembly (Id.16): Innvending skillevegg (Massivtre bygg)
U [W/m²K]	0,3543
Geometry	
Area [m²]	7
Inclination [°]	90
Orientation	East (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	4,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,13 / 0,13
Absorption / Emission (User defined) [-]	0,4 / 0,9
Sd-value - outer (No coating) [m]	----
Sd-value - inner (No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,002
Solar radiation on second interior surface [-]	0,002
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 2/Component 18: General data**

Name	Tredør 03
Type	Opaque
Interior side	Zone 2: Butikk/Kassekontor/Tellerom HC
Outer side	Zone 2: Butikk/Kassekontor/Tellerom HC
Assembly	Assembly (Id.13): Tredør
U [W/m²K]	1,4993
Geometry	
Area [m²]	2,1
Inclination [°]	90
Orientation	East (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	4,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,13 / 0,13
Absorption / Emission (User defined) [-]	0,4 / 0,9
Sd-value - outer (No coating) [m]	----
Sd-value - inner (No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,001
Solar radiation on second interior surface [-]	0,001
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 2/Component 19: General data**

Name	Innvendig skillevegg
Type	Opaque
Interior side	Zone 2: Butikk/Kassekontor/Tellerom HC
Outer side	Zone 2: Butikk/Kassekontor/Tellerom HC
Assembly	Assembly (Id.16): Innvending skillevegg (Massivtre bygg)
U [W/m²K]	0,3543
Geometry	
Area [m²]	9,3
Inclination [°]	90
Orientation	West (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	4,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,13 / 0,13
Absorption / Emission (User defined) [-]	0,4 / 0,9
Sd-value - outer (No coating) [m]	----
Sd-value - inner (No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,003
Solar radiation on second interior surface [-]	0,003
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 3: General data**

Name	Ventilasjon/EL/SPR
Geometry	
Gross volume (From visualized volume and components) [m³]	471,36
Net volume (User defined) [m³]	819,85
Floor area (User defined) [m²]	51,84
Other parameters	
Initial temperature [°C]	20
Initial rel. humidity [%]	55
Initial CO2-concentration [ppmv]	400
Distribution of solar gains on interior surfaces	Proportional to area
Solar radiation direct to interior air [-]	0,1

## Case 1/Zone 3: Design conditions

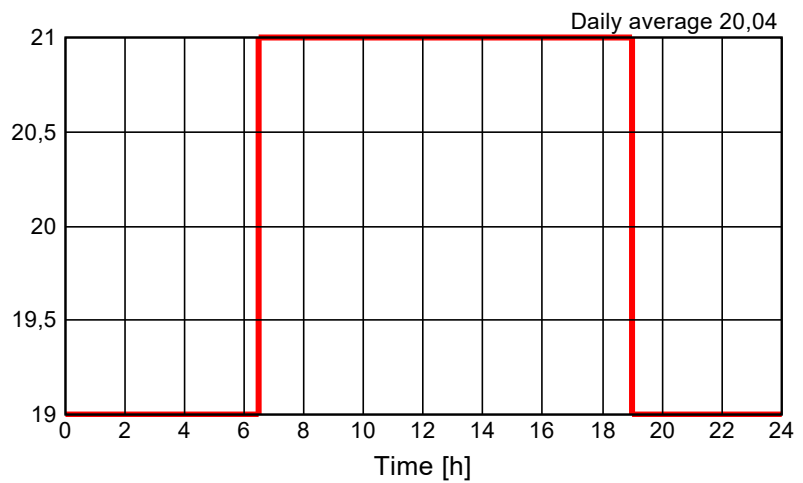
Min. temperature (heating) [°C]	20
Max. temperature (cooling) [°C]	20
Min. relative humidity (humidification) [%]	40
Max. relative humidity (dehumidification) [%]	70
Max. CO2-concentration [ppmv]	3000
Natural ventilation [1/h]	0
Mechanical ventilation [m³/h]	103,68
Infiltration ACH [1/h]	0,105

**Case 1/Zone 3, Minimal temperature, exception 1**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020	✓	✓	✓	✓	✓		

**Day-profile [°C]**

Hour	Value
0	19
6.50	21
19	19

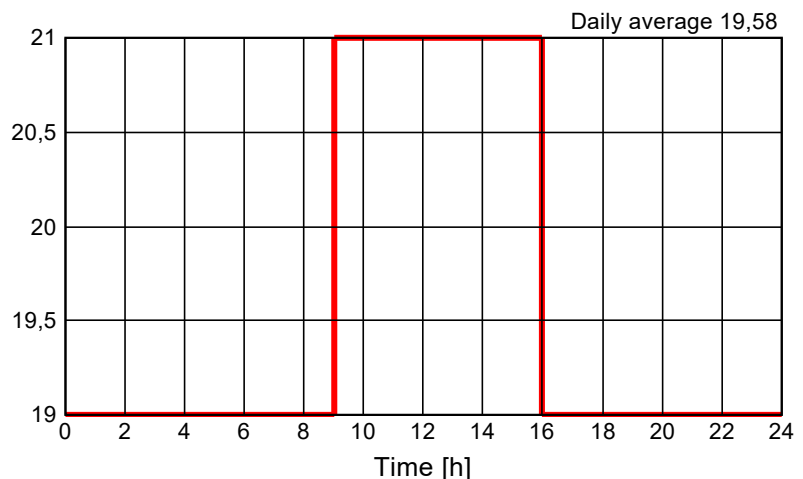


**Case 1/Zone 3, Minimal temperature, exception 2**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020						✓	

**Day-profile [°C]**

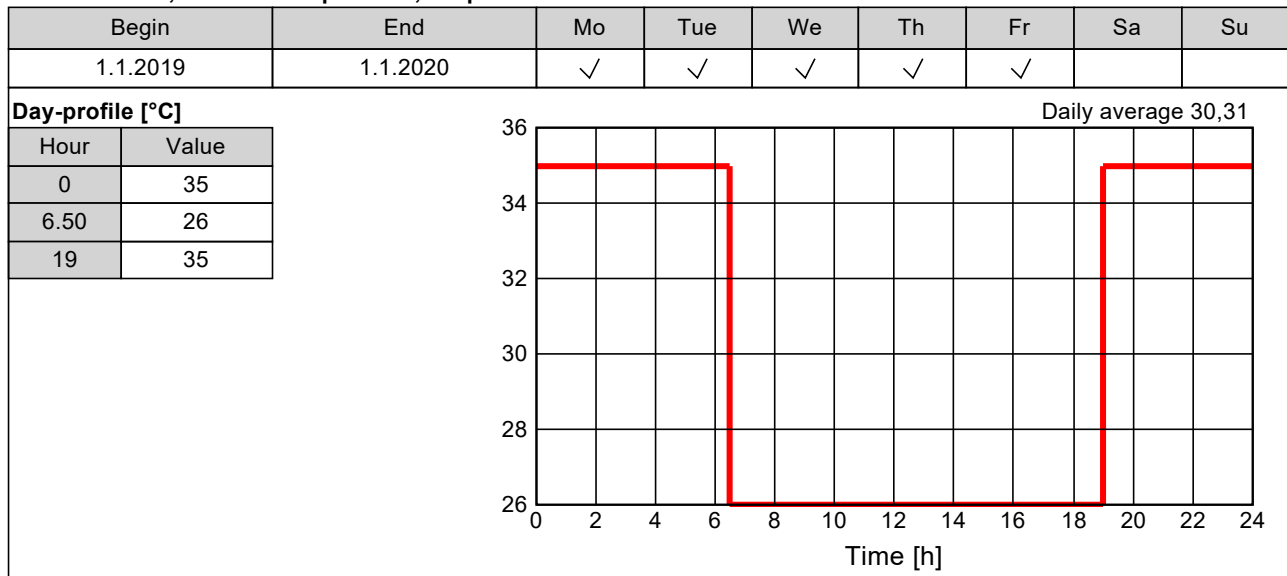
Hour	Value
0	19
9	21
16	19



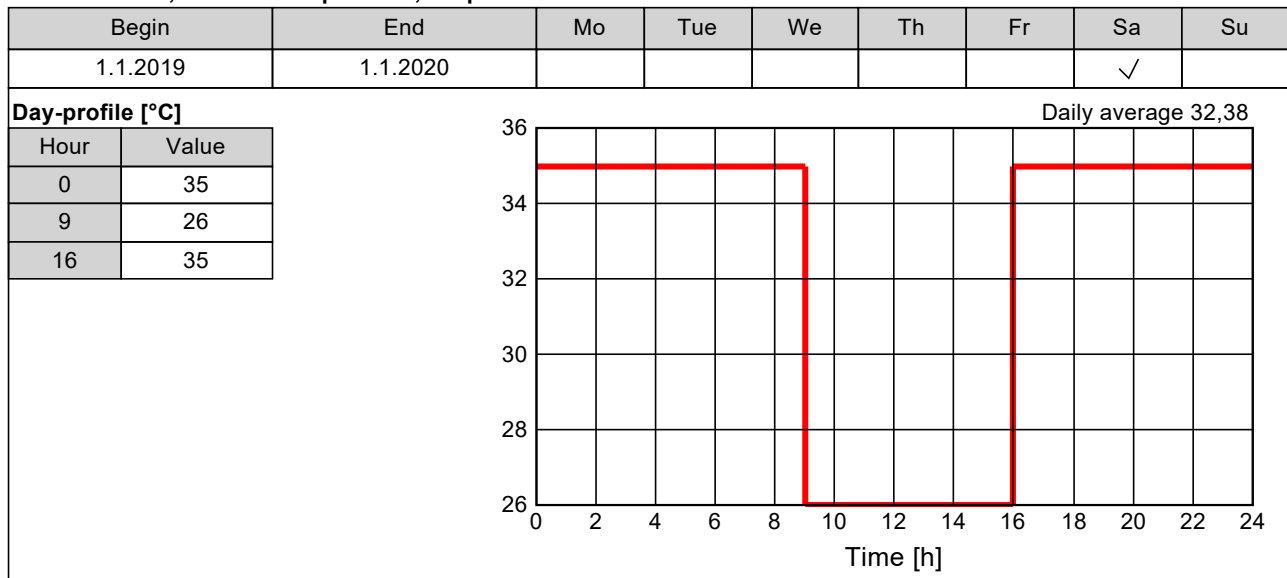
**Case 1/Zone 3, Minimal temperature, exception 3**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020							✓
19 °C								

**Case 1/Zone 3, Maximal temperature, exception 1**



**Case 1/Zone 3, Maximal temperature, exception 2**



**Case 1/Zone 3, Maximal temperature, exception 3**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020							✓
35 °C								

**Case 1/Zone 3, Minimal relative humidity, exception 1**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020	✓	✓	✓	✓	✓		
25 %								

**Case 1/Zone 3, Minimal relative humidity, exception 2**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020						✓	
25 %								

**Case 1/Zone 3, Minimal relative humidity, exception 3**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020							✓
25 %								

**Case 1/Zone 3, Maximal relative humidity, exeption 1**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020	✓	✓	✓	✓	✓		
60 %								

**Case 1/Zone 3, Maximal relative humidity, exeption 2**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020						✓	
60 %								

**Case 1/Zone 3, Maximal relative humidity, exeption 3**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020							✓
60 %								

**Case 1/Zone 3, Maximal CO2 concentration, exeption 1**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020	✓	✓	✓	✓	✓		
1000 ppmv								

**Case 1/Zone 3, Maximal CO2 concentration, exeption 2**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020						✓	
1000 ppmv								

**Case 1/Zone 3, Maximal CO2 concentration, exeption 3**

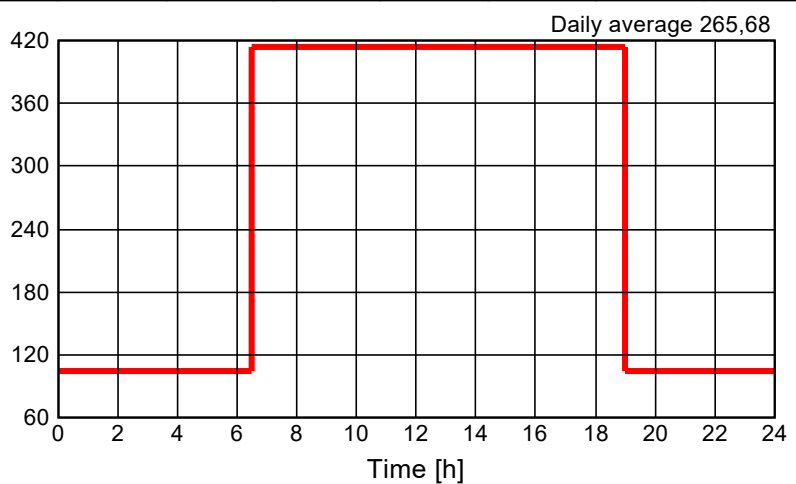
Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020							✓
1000 ppmv								

**Case 1/Zone 3, Mechanical ventilation, exeption 1**

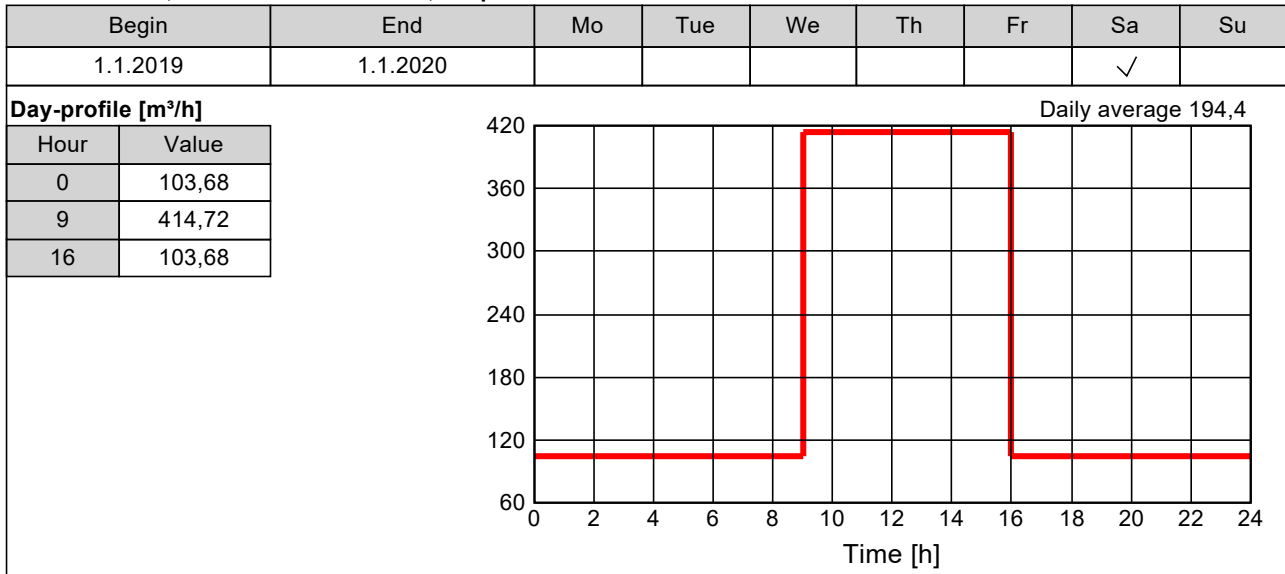
Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020	✓	✓	✓	✓	✓		

**Day-profile [m³/h]**

Hour	Value
0	103,68
6.5	414,72
19	103,68



**Case 1/Zone 3, Mechanical ventilation, exception 2**



**Case 1/Zone 3, Mechanical ventilation, exception 3**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020							✓
103,68 m³/h								

Case 1/Zone 3: Loads/Occupancy

Heat convective [W]	0
Heat radiant [W]	0
Moisture [g/h]	0
CO2 [g/h]	0
Human activity [met]	0
Clothing [clo]	0,7
Air velocity [m/s]	0,1

**Case 1/Zone 3, Heat convective, exception 1**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020	✓	✓	✓	✓	✓		
0 W								

**Case 1/Zone 3, Heat convective, exception 2**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020						✓	
0 W								

**Case 1/Zone 3, Heat convective, exception 3**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020							✓
0 W								

**Case 1/Zone 3, Heat radiant, exception 1**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020	✓	✓	✓	✓	✓		
0 W								

**Case 1/Zone 3, Heat radiant, exception 2**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020						✓	
0 W								

**Case 1/Zone 3, Heat radiant, exeption 3**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020							✓
0 W								

**Case 1/Zone 3, Moisture, exeption 1**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020	✓	✓	✓	✓	✓		
0 g/h								

**Case 1/Zone 3, Moisture, exeption 2**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020						✓	
0 g/h								

**Case 1/Zone 3, Moisture, exeption 3**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020							✓
0 g/h								

**Case 1/Zone 3, CO2, exeption 1**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020	✓	✓	✓	✓	✓		
0 g/h								

**Case 1/Zone 3, CO2, exeption 2**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020						✓	
0 g/h								

**Case 1/Zone 3, CO2, exeption 3**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020							✓
0 g/h								

**Case 1/Zone 3, Human activity, exeption 1**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020	✓	✓	✓	✓	✓		
0 met								

**Case 1/Zone 3, Human activity, exeption 2**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020						✓	
0 met								

**Case 1/Zone 3, Human activity, exeption 3**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020							✓
0 met								

**Case 1/Zone 3, Clothing, exeption 1**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020	✓	✓	✓	✓	✓		
0,7 clo								

**Case 1/Zone 3, Clothing, exeption 2**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020						✓	
0,7 clo								



**Case 1/Zone 3, Clothing, exeption 3**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020							✓
0,7 clo								

**Case 1/Zone 3, Air velocity, exeption 1**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020	✓	✓	✓	✓	✓		
0,1 m/s								

**Case 1/Zone 3, Air velocity, exeption 2**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020						✓	
0,1 m/s								

**Case 1/Zone 3, Air velocity, exeption 3**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020							✓
0,1 m/s								

## Case 1/Zone 3: Visualized components

**Case 1/Zone 3/Component 1: General data**

Name	Gulv mot grunn
Type	Opaque
Interior side	Zone 3: Ventilasjon/EL/SPR
Outer side	Ground
Assembly	Assembly (Id.4): Gulv mot grunn
U [W/m²K]	0,1925
Geometry	
Area [m²]	51,8
Inclination [°]	0
Orientation	Horizontal (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	99999
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	0
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	5,5
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0 / 0,1
Absorption / Emission (User defined) [-]	0,4 / 0,9
Sd-value - outer (No coating) [m]	----
Sd-value - outer (No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,112
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 3/Component 2: General data**

Name	Tredør 04
Type	Opaque
Interior side	Zone 3: Ventilasjon/EL/SPR
Outer side	Zone 4: Over/Under Mesanin
Assembly	Assembly (Id.13): Tredør
U [W/m²K]	1,4993
Geometry	
Area [m²]	4,2
Inclination [°]	90
Orientation	East (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	4,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,13 / 0,13
Absorption / Emission (User defined) [-]	0,4 / 0,9
Sd-value - outer (No coating) [m]	----
Sd-value - inner (No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,009
Solar radiation on second interior surface [-]	0,002
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 3/Component 3: General data**

Name	Innvendig skillevegg sone 3/5
Type	Opaque
Interior side	Zone 3: Ventilasjon/EL/SPR
Outer side	Attached zone 1: Personalinngang/Trapp
Assembly	Assembly (Id.16): Innvending skillevegg (Massivtre bygg)
U [W/m²K]	0,3543
Geometry	
Area [m²]	34,6
Inclination [°]	90
Orientation	East (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	4,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,13 / 0,13
Absorption / Emission (User defined) [-]	0,4 / 0,9
Sd-value - outer (No coating) [m]	----
Sd-value - inner (No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,075
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 3/Component 4: General data**

Name	Yttertak
Type	Opaque
Interior side	Zone 3: Ventilasjon/EL/SPR
Outer side	Outer air
Assembly	Assembly (Id.17): Yttertak (Massivtre bygg)
U [W/m²K]	0,1183
Geometry	
Area [m²]	51,8
Inclination [°]	0
Orientation	Horizontal (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	18,5
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	6,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	5,5
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,04 / 0,1
Absorption / Emission (Dark) [-]	0,8 / 0,9
Sd-value - outer (No coating) [m]	----
Sd-value - outer (No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,112
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 3/Component 5: General data**

Name	Innvendig skillevegg sone 3/4
Type	Opaque
Interior side	Zone 3: Ventilasjon/EL/SPR
Outer side	Zone 4: Over/Under Mesanin
Assembly	Assembly (Id.16): Innvending skillevegg (Massivtre bygg)
U [W/m²K]	0,3543
Geometry	
Area [m²]	30,4
Inclination [°]	90
Orientation	East (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	4,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,13 / 0,13
Absorption / Emission (User defined) [-]	0,4 / 0,9
Sd-value - outer (No coating) [m]	----
Sd-value - inner (No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,066
Solar radiation on second interior surface [-]	0,012
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 3/Component 6: General data**

Name	Innvendig skillevegg sone 3/10
Type	Opaque
Interior side	Zone 3: Ventilasjon/EL/SPR
Outer side	Attached zone 6: Lett-tak Mesanin
Assembly	Assembly (Id.16): Innvending skillevegg (Massivtre bygg)
U [W/m²K]	0,3543
Geometry	
Area [m²]	36
Inclination [°]	90
Orientation	East (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	4,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,13 / 0,13
Absorption / Emission (User defined) [-]	0,4 / 0,9
Sd-value - outer (No coating) [m]	----
Sd-value - inner (No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,078
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 3/Component 7: General data**

Name	Yttervegg fasade sør
Type	Opaque
Interior side	Zone 3: Ventilasjon/EL/SPR
Outer side	Outer air
Assembly	Assembly (Id.15): Yttervegg Sone 2/3/4 (Massivtre bygg)
U [W/m²K]	0,1488
Geometry	
Area [m²]	36
Inclination [°]	90
Orientation	South (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	18,5
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	6,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,04 / 0,13
Absorption / Emission (Oilpaint, cream, light) [-]	0,3 / 0,9
Sd-value - outer ( No coating) [m]	----
Sd-value - outer ( No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,078
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 3/Component 8: General data**

Name	Yttervegg fasade vest
Type	Opaque
Interior side	Zone 3: Ventilasjon/EL/SPR
Outer side	Outer air
Assembly	Assembly (Id.15): Yttervegg Sone 2/3/4 (Massivtre bygg)
U [W/m²K]	0,1488
Geometry	
Area [m²]	144
Inclination [°]	90
Orientation	West (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	18,5
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	6,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,04 / 0,13
Absorption / Emission (Oilpaint, cream, light) [-]	0,3 / 0,9
Sd-value - outer ( No coating) [m]	----
Sd-value - outer ( No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,311
Height above ground (User defined) [m]	



**Case 1/Zone 3/Component 9: General data**

Name	Ståldør 1
Type	Opaque
Interior side	Zone 3: Ventilasjon/EL/SPR
Outer side	Outer air
Assembly	Assembly (Id.2): Ståldør 1
U [W/m²K]	0,8547
Geometry	
Area [m²]	2,1
Inclination [°]	90
Orientation	North (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	18,5
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	6,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,04 / 0,13
Absorption / Emission (User defined) [-]	0,4 / 0,9
Sd-value - outer ( No coating) [m]	----
Sd-value - outer ( No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,004
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 3/Component 10: General data**

Name	Yttervegg fasade nord
Type	Opaque
Interior side	Zone 3: Ventilasjon/EL/SPR
Outer side	Outer air
Assembly	Assembly (Id.15): Yttervegg Sone 2/3/4 (Massivtre bygg)
U [W/m²K]	0,1488
Geometry	
Area [m²]	33,9
Inclination [°]	90
Orientation	North (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	18,5
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	6,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,04 / 0,13
Absorption / Emission (Oilpaint, cream, light) [-]	0,3 / 0,9
Sd-value - outer ( No coating) [m]	----
Sd-value - outer ( No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,073
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 3/Component 11: General data**

Name	Innvendig skillevegg sone 3/7
Type	Opaque
Interior side	Zone 3: Ventilasjon/EL/SPR
Outer side	Attached zone 2: Garderob/WC/HC/Dusj
Assembly	Assembly (Id.16): Innvending skillevegg (Massivtre bygg)
U [W/m²K]	0,3543
Geometry	
Area [m²]	25,9
Inclination [°]	90
Orientation	East (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	4,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,13 / 0,13
Absorption / Emission (User defined) [-]	0,4 / 0,9
Sd-value - outer (No coating) [m]	----
Sd-value - inner (No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,056
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 3/Component 12: General data**

Name	Innvendig skillevegg sone 3/6
Type	Opaque
Interior side	Zone 3: Ventilasjon/EL/SPR
Outer side	Attached zone 2: Garderob/WC/HC/Dusj
Assembly	Assembly (Id.16): Innvending skillevegg (Massivtre bygg)
U [W/m²K]	0,3543
Geometry	
Area [m²]	13
Inclination [°]	90
Orientation	East (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	4,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,13 / 0,13
Absorption / Emission (User defined) [-]	0,4 / 0,9
Sd-value - outer (No coating) [m]	----
Sd-value - outer (No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,028
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 4: General data**

Name	Over/Under Mesanin
Geometry	
Gross volume (From visualized volume and components) [m³]	2123,46
Net volume (User defined) [m³]	1297,52
Floor area (User defined) [m²]	311,04
Other parameters	
Initial temperature [°C]	20
Initial rel. humidity [%]	55
Initial CO2-concentration [ppmv]	400
Distribution of solar gains on interior surfaces	Proportional to area
Solar radiation direct to interior air [-]	0,1

**Case 1/Zone 4: Design conditions**

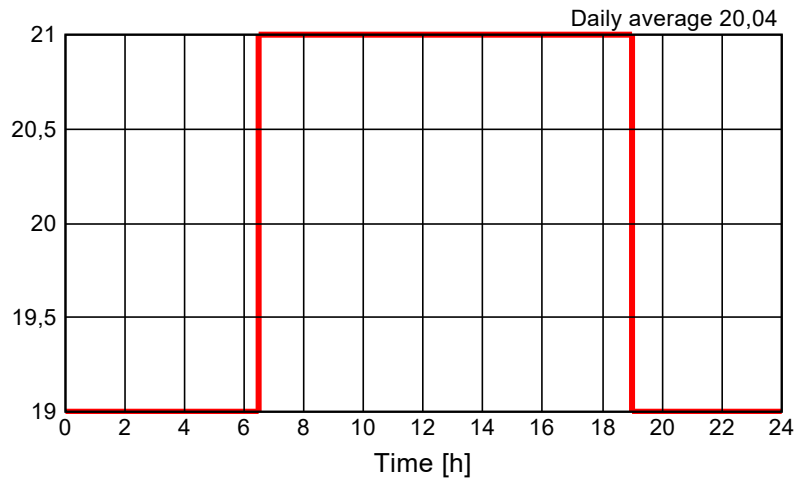
Min. temperature (heating) [°C]	20
Max. temperature (cooling) [°C]	26
Min. relative humidity (humidification) [%]	40
Max. relative humidity (dehumidification) [%]	70
Max. CO2-concentration [ppmv]	3000
Natural ventilation [1/h]	0
Mechanical ventilation [m³/h]	622,08
Infiltration ACH [1/h]	0,105

**Case 1/Zone 4, Minimal temperature, exception 1**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020	✓	✓	✓	✓	✓		

**Day-profile [°C]**

Hour	Value
0	19
6.50	21
19	19

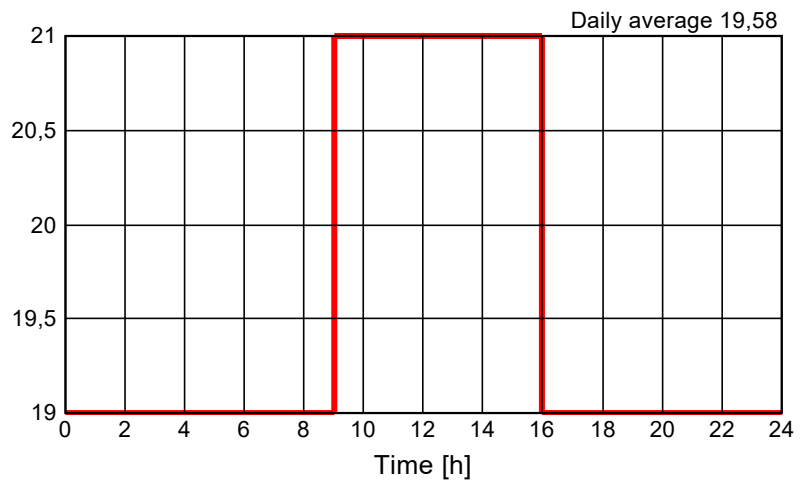


**Case 1/Zone 4, Minimal temperature, exception 2**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020						✓	

**Day-profile [°C]**

Hour	Value
0	19
9	21
16	19



**Case 1/Zone 4, Minimal temperature, exception 3**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020							✓
19 °C								

**Case 1/Zone 4, Minimal relative humidity, exception 1**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020	✓	✓	✓	✓	✓		
25 %								

**Case 1/Zone 4, Minimal relative humidity, exception 2**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020						✓	
25 %								

**Case 1/Zone 4, Minimal relative humidity, exception 3**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020							✓
25 %								

**Case 1/Zone 4, Maximal relative humidity, exeption 1**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020	✓	✓	✓	✓	✓		
60 %								

**Case 1/Zone 4, Maximal relative humidity, exeption 2**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020						✓	
60 %								

**Case 1/Zone 4, Maximal relative humidity, exeption 3**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020							✓
60 %								

**Case 1/Zone 4, Maximal CO2 concentration, exeption 1**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020	✓	✓	✓	✓	✓		
1000 ppmv								

**Case 1/Zone 4, Maximal CO2 concentration, exeption 2**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020						✓	
1000 ppmv								

**Case 1/Zone 4, Maximal CO2 concentration, exeption 3**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020							✓
1000 ppmv								

**Case 1/Zone 4, Mechanical ventilation, exeption 1**

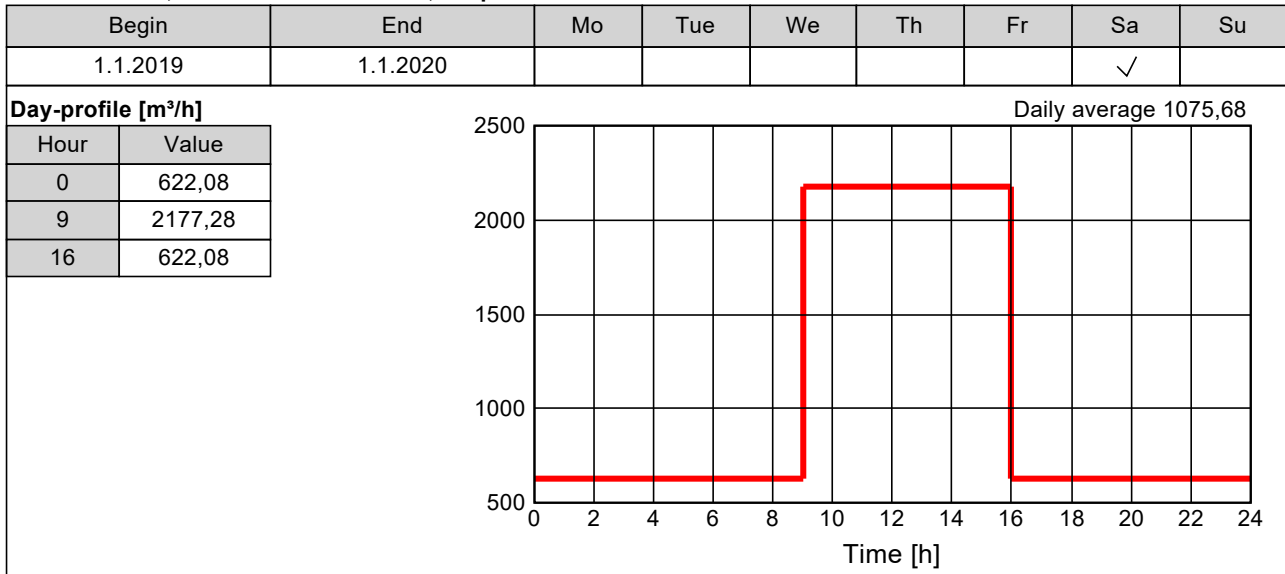
Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020	✓	✓	✓	✓	✓		

**Day-profile [m³/h]**

Hour	Value
0	622,08
6.5	2177,28
19	622,08



**Case 1/Zone 4, Mechanical ventilation, exeption 2**



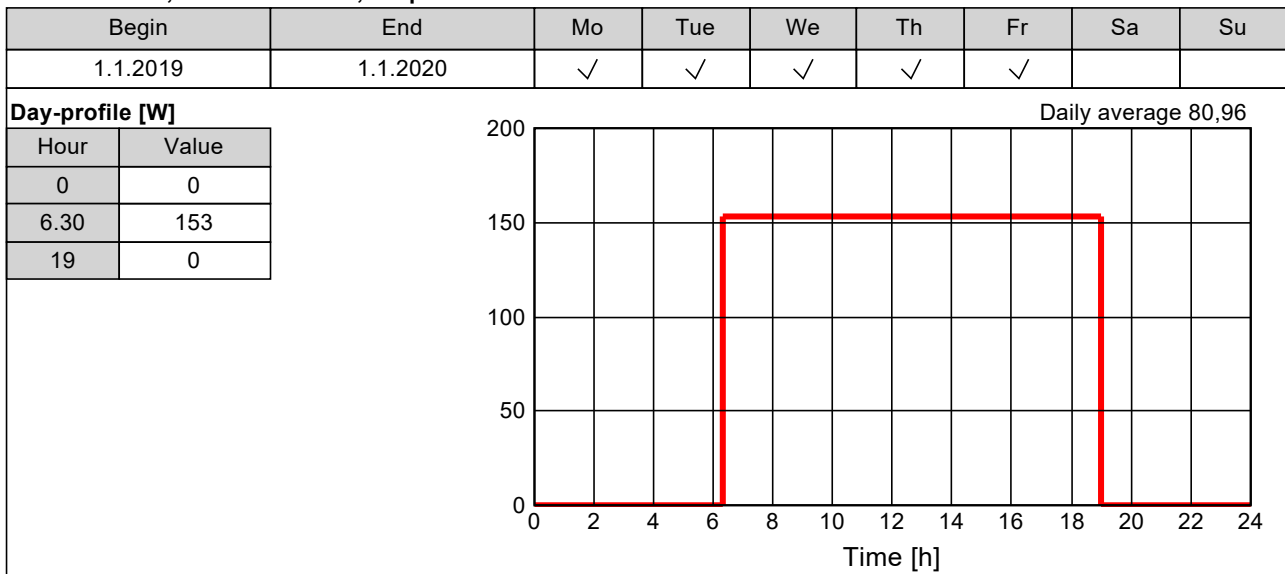
**Case 1/Zone 4, Mechanical ventilation, exeption 3**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020							✓
622,08 m³/h								

Case 1/Zone 4: Loads/Occupancy

Heat convective [W]	0
Heat radiant [W]	0
Moisture [g/h]	0
CO2 [g/h]	0
Human activity [met]	0
Clothing [clo]	0,7
Air velocity [m/s]	0,1

**Case 1/Zone 4, Heat convective, exeption 1**



**Case 1/Zone 4, Heat convective, exeption 2**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020						✓	

**Day-profile [W]**

Hour	Value
0	0
9	153
16	0



**Case 1/Zone 4, Heat convective, exeption 3**

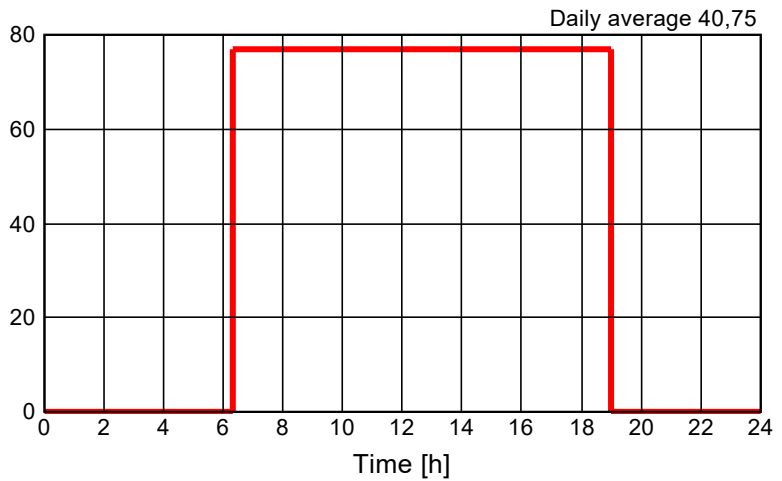
Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020							✓
0 W								

**Case 1/Zone 4, Heat radiant, exeption 1**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020	✓	✓	✓	✓	✓		

**Day-profile [W]**

Hour	Value
0	0
6.30	77
19	0



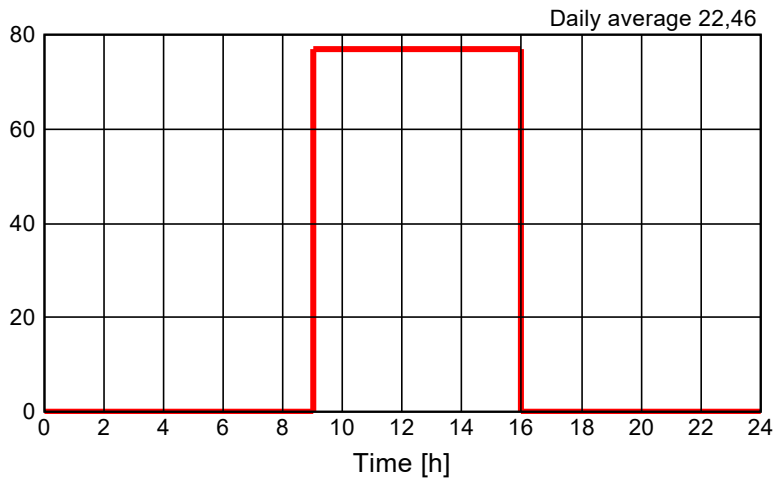


**Case 1/Zone 4, Heat radiant, exeption 2**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020						✓	

**Day-profile [W]**

Hour	Value
0	0
9	77
16	0



**Case 1/Zone 4, Heat radiant, exeption 3**

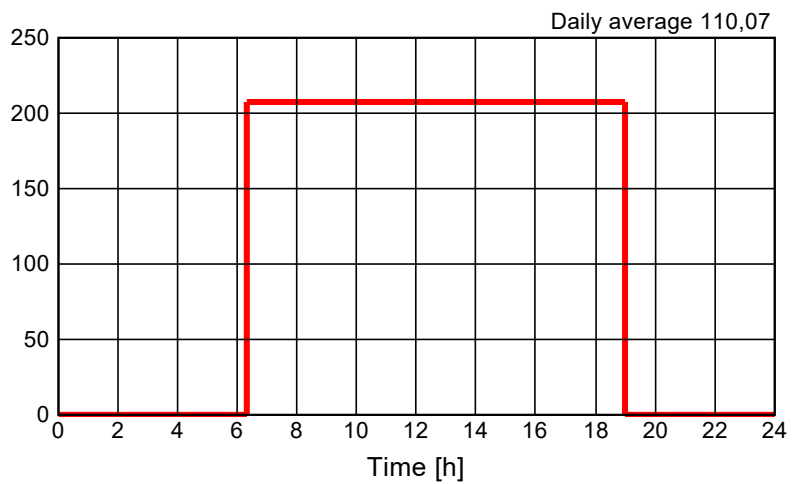
Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020							✓
0 W								

**Case 1/Zone 4, Moisture, exeption 1**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020	✓	✓	✓	✓	✓		

**Day-profile [g/h]**

Hour	Value
0	0
6.30	208
19	0



**Case 1/Zone 4, Moisture, exeption 2**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020						✓	

**Day-profile [g/h]**

Hour	Value
0	0
9	208
16	0



**Case 1/Zone 4, Moisture, exeption 3**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020							✓

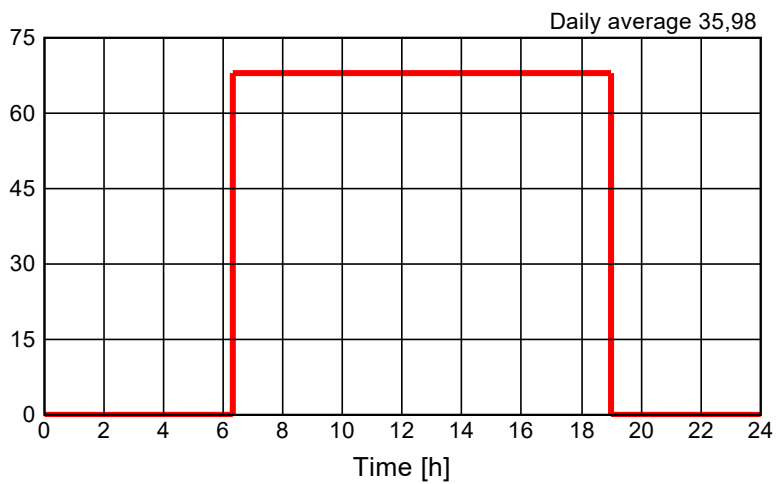
0 g/h

**Case 1/Zone 4, CO2, exeption 1**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020	✓	✓	✓	✓	✓		

**Day-profile [g/h]**

Hour	Value
0	0
6.30	68
19	0



**Case 1/Zone 4, CO2, exeption 2**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020						✓	

**Day-profile [g/h]**

Hour	Value
0	0
9	68
16	0



**Case 1/Zone 4, CO2, exeption 3**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020							✓

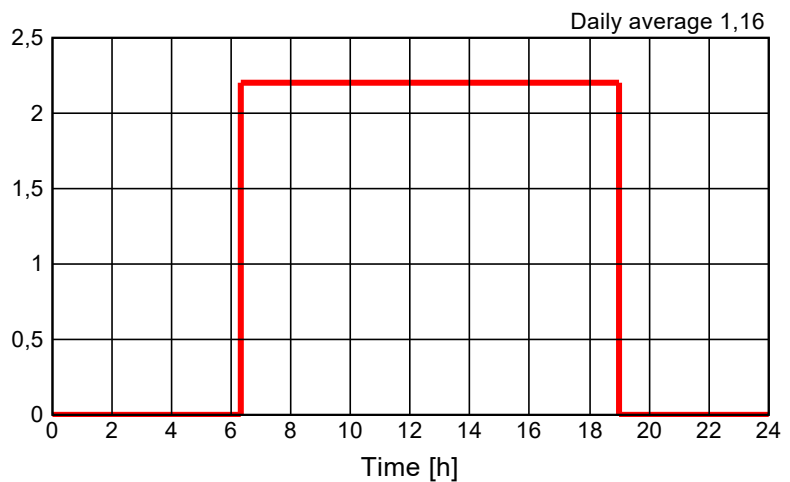
0 g/h

**Case 1/Zone 4, Human activity, exeption 1**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020	✓	✓	✓	✓	✓		

**Day-profile [met]**

Hour	Value
0	0
6.30	2,2
19	0

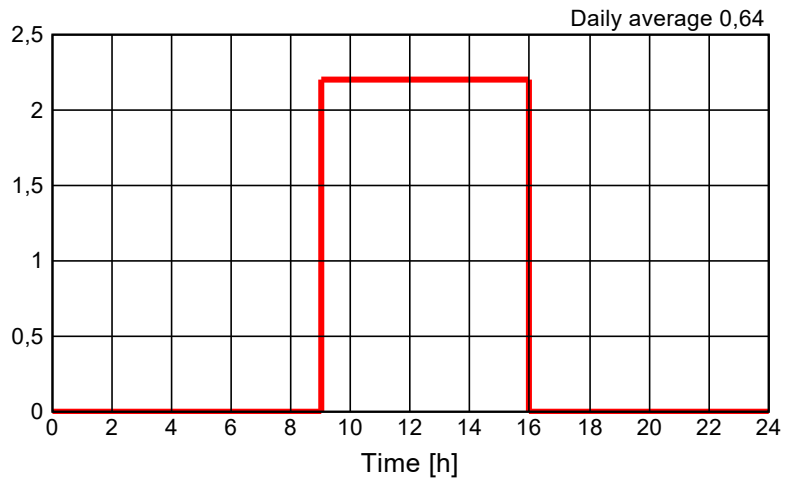


**Case 1/Zone 4, Human activity, exception 2**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020						✓	

**Day-profile [met]**

Hour	Value
0	0
9	2,2
16	0



**Case 1/Zone 4, Human activity, exception 3**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020							✓
0 met								

**Case 1/Zone 4, Clothing, exception 1**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020	✓	✓	✓	✓	✓		
0,7 clo								

**Case 1/Zone 4, Clothing, exception 2**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020						✓	
0,7 clo								

**Case 1/Zone 4, Clothing, exception 3**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020							✓
0,7 clo								

**Case 1/Zone 4, Air velocity, exception 1**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020	✓	✓	✓	✓	✓		
0,1 m/s								

**Case 1/Zone 4, Air velocity, exception 2**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020						✓	
0,1 m/s								

**Case 1/Zone 4, Air velocity, exception 3**

Begin	End	Mo	Tue	We	Th	Fr	Sa	Su
1.1.2019	1.1.2020							✓
0,1 m/s								

Case 1/Zone 4: Visualized components

**Case 1/Zone 4/Component 1: General data**

Name	Etasjeskiller sone 6/10
Type	Opaque
Interior side	Zone 4: Over/Under Mesanin
Outer side	Zone 4: Over/Under Mesanin
Assembly	Assembly (Id.19): Innertak massivtre
U [W/m²K]	1,1905
Geometry	
Area [m²]	51,8
Inclination [°]	180
Orientation	Horizontal (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	2,5
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	3,38235
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	2,5
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	3,38235
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,17 / 0,17
Absorption / Emission (User defined) [-]	0,4 / 0,9
Sd-value - outer (No coating) [m]	----
Sd-value - inner (No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,021
Solar radiation on second interior surface [-]	0,021
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 4/Component 2: General data**

Name	Etasjeskiller sone 8/10
Type	Opaque
Interior side	Zone 4: Over/Under Mesanin
Outer side	Zone 4: Over/Under Mesanin
Assembly	Assembly (Id.19): Innertak massivtre
U [W/m²K]	1,1905
Geometry	
Area [m²]	38,5
Inclination [°]	180
Orientation	Horizontal (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	2,5
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	3,38235
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	2,5
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	3,38235
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,17 / 0,17
Absorption / Emission (User defined) [-]	0,4 / 0,9
Sd-value - outer (No coating) [m]	----
Sd-value - inner (No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,015
Solar radiation on second interior surface [-]	0,015
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 4/Component 3: General data**

Name	Yttervegg fasade nord
Type	Opaque
Interior side	Zone 4: Over/Under Mesanin
Outer side	Outer air
Assembly	Assembly (Id.15): Yttervegg Sone 2/3/4 (Massivtre bygg)
U [W/m²K]	0,1488
Geometry	
Area [m²]	156,1
Inclination [°]	90
Orientation	North (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	18,5
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	6,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,04 / 0,13
Absorption / Emission (Oilpaint, cream, light) [-]	0,3 / 0,9
Sd-value - outer ( No coating) [m]	----
Sd-value - outer ( No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,062
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 4/Component 4: General data**

Name	Gulv mot grunn
Type	Opaque
Interior side	Zone 4: Over/Under Mesanin
Outer side	Ground
Assembly	Assembly (Id.4): Gulv mot grunn
U [W/m²K]	0,19
Geometry	
Area [m²]	311
Inclination [°]	180
Orientation	Horizontal (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	99999
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	0
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	2,5
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	3,38235
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0 / 0,17
Absorption / Emission (User defined) [-]	0,4 / 0,9
Sd-value - outer (No coating) [m]	----
Sd-value - outer (No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,123
Height above ground (User defined) [m]	



**Case 1/Zone 4/Component 5: General data**

Name	Etasjeskiller sone 4/6
Type	Opaque
Interior side	Zone 4: Over/Under Mesanin
Outer side	Zone 4: Over/Under Mesanin
Assembly	Assembly (Id.18): Etasjeskiller (Massivtre bygg)
U [W/m²K]	0,3865
Geometry	
Area [m²]	76,7
Inclination [°]	0
Orientation	Horizontal (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	5,5
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	4,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	5,5
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,1 / 0,1
Absorption / Emission (User defined) [-]	0,4 / 0,9
Sd-value - outer (No coating) [m]	----
Sd-value - inner (No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,03
Solar radiation on second interior surface [-]	0,03
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 4/Component 6: General data**

Name	Innvendig skillevegg sone 4/5
Type	Opaque
Interior side	Zone 4: Over/Under Mesanin
Outer side	Zone 4: Over/Under Mesanin
Assembly	Assembly (Id.16): Innvending skillevegg (Massivtre bygg)
U [W/m²K]	0,3543
Geometry	
Area [m²]	67,1
Inclination [°]	90
Orientation	South (52 %), West (48 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	4,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,13 / 0,13
Absorption / Emission (User defined) [-]	0,4 / 0,9
Sd-value - outer ( No coating) [m]	----
Sd-value - outer ( No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,027
Solar radiation on second interior surface [-]	0,027
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 4/Component 7: General data**

Name	Etasjeskiller sone 4/9
Type	Opaque
Interior side	Zone 4: Over/Under Mesanin
Outer side	Attached zone 5: Møterom/Kantine/3xKontor
Assembly	Assembly (Id.18): Etasjeskiller (Massivtre bygg)
U [W/m²K]	0,3666
Geometry	
Area [m²]	190,1
Inclination [°]	180
Orientation	Horizontal (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	2,5
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	3,38235
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	2,5
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	3,38235
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,17 / 0,17
Absorption / Emission (User defined) [-]	0,4 / 0,9
Sd-value - outer (No coating) [m]	----
Sd-value - inner (No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,075
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 4/Component 8: General data**

Name	Etasjeskiller sone 4/8
Type	Opaque
Interior side	Zone 4: Over/Under Mesanin
Outer side	Zone 4: Over/Under Mesanin
Assembly	Assembly (Id.18): Etasjeskiller (Massivtre bygg)
U [W/m²K]	0,3865
Geometry	
Area [m²]	11,5
Inclination [°]	0
Orientation	Horizontal (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	5,5
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	4,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	5,5
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,1 / 0,1
Absorption / Emission (User defined) [-]	0,4 / 0,9
Sd-value - outer (No coating) [m]	----
Sd-value - inner (No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,005
Solar radiation on second interior surface [-]	0,005
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 4/Component 9: General data**

Name	Etasjeskiller sone 9/10
Type	Opaque
Interior side	Zone 4: Over/Under Mesanin
Outer side	Zone 4: Over/Under Mesanin
Assembly	Assembly (Id.19): Innertak massivtre
U [W/m²K]	1,4286
Geometry	
Area [m²]	190,1
Inclination [°]	0
Orientation	Horizontal (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	5,5
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	4,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	5,5
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,1 / 0,1
Absorption / Emission (User defined) [-]	0,4 / 0,9
Sd-value - outer (No coating) [m]	----
Sd-value - inner (No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,075
Solar radiation on second interior surface [-]	0,075
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 4/Component 10: General data**

Name	Etasjeskiller sone 5/8
Type	Opaque
Interior side	Zone 4: Over/Under Mesanin
Outer side	Zone 4: Over/Under Mesanin
Assembly	Assembly (Id.18): Etasjeskiller (Massivtre bygg)
U [W/m²K]	0,3865
Geometry	
Area [m²]	27
Inclination [°]	0
Orientation	Horizontal (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	5,5
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	4,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	5,5
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,1 / 0,1
Absorption / Emission (User defined) [-]	0,4 / 0,9
Sd-value - outer (No coating) [m]	----
Sd-value - inner (No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,011
Solar radiation on second interior surface [-]	0,011
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 4/Component 11: General data**

Name	Etasjeskiller sone 4/7
Type	Opaque
Interior side	Zone 4: Over/Under Mesanin
Outer side	Zone 4: Over/Under Mesanin
Assembly	Assembly (Id.18): Etasjeskiller (Massivtre bygg)
U [W/m²K]	0,3865
Geometry	
Area [m²]	5,8
Inclination [°]	0
Orientation	Horizontal (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	5,5
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	4,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	5,5
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,1 / 0,1
Absorption / Emission (User defined) [-]	0,4 / 0,9
Sd-value - outer (No coating) [m]	----
Sd-value - inner (No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,002
Solar radiation on second interior surface [-]	0,002
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 4/Component 12: General data**

Name	Yttertak
Type	Opaque
Interior side	Zone 4: Over/Under Mesanin
Outer side	Outer air
Assembly	Assembly (Id.17): Yttertak (Massivtre bygg)
U [W/m²K]	0,1174
Geometry	
Area [m²]	311
Inclination [°]	180
Orientation	Horizontal (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	18,5
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	6,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	2,5
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	3,38235
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,04 / 0,17
Absorption / Emission (Dark) [-]	0,8 / 0,9
Sd-value - outer (No coating) [m]	----
Sd-value - outer (No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,123
Height above ground (User defined) [m]	



**Case 1/Zone 4/Component 13: General data**

Name	Yttervegg fasade øst
Type	Opaque
Interior side	Zone 4: Over/Under Mesanin
Outer side	Outer air
Assembly	Assembly (Id.15): Yttervegg Sone 2/3/4 (Massivtre bygg)
U [W/m²K]	0,1488
Geometry	
Area [m²]	104,8
Inclination [°]	90
Orientation	East (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	18,5
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	6,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,04 / 0,13
Absorption / Emission (Oilpaint, cream, light) [-]	0,3 / 0,9
Sd-value - outer (No coating) [m]	----
Sd-value - outer (No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,042
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 4/Component 14: General data**

Name	Tredør 02
Type	Opaque
Interior side	Zone 4: Over/Under Mesanin
Outer side	Zone 4: Over/Under Mesanin
Assembly	Assembly (Id.13): Tredør
U [W/m²K]	1,4993
Geometry	
Area [m²]	15,5
Inclination [°]	90
Orientation	South (24 %), West (51 %), North (25 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	4,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,13 / 0,13
Absorption / Emission (User defined) [-]	0,4 / 0,9
Sd-value - outer ( No coating) [m]	----
Sd-value - outer ( No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,006
Solar radiation on second interior surface [-]	0,006
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 4/Component 15: General data**

Name	Ståldør 1
Type	Opaque
Interior side	Zone 4: Over/Under Mesanin
Outer side	Outer air
Assembly	Assembly (Id.2): Ståldør 1
U [W/m²K]	0,8547
Geometry	
Area [m²]	2,1
Inclination [°]	90
Orientation	East (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	18,5
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	6,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,04 / 0,13
Absorption / Emission (User defined) [-]	0,4 / 0,9
Sd-value - outer ( User defined) [m]	100
Sd-value - outer ( User defined) [m]	100
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,001
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 4/Component 16: General data**

Name	Inngangsport 3
Type	Opaque
Interior side	Zone 4: Over/Under Mesanin
Outer side	Outer air
Assembly	Assembly (Id.2): Ståldør 1
U [W/m²K]	0,8547
Geometry	
Area [m²]	11,6
Inclination [°]	90
Orientation	East (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	18,5
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	6,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,04 / 0,13
Absorption / Emission (User defined) [-]	0,4 / 0,9
Sd-value - outer (No coating) [m]	----
Sd-value - outer (No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,005
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 4/Component 17: General data**

Name	Vindusfelt 11
Type	Transparent
Interior side	Zone 4: Over/Under Mesanin
Outer side	Outer air
Window type	Window type (Id 3): Glass
Solar protection	
Uw - installed [W/m²K]	0,8
Geometry	
Area [m²]	85,5
Inclination [°]	90
Orientation	East (30 %), North (70 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	18,5
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	6,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,04 / 0,13
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,034
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 4/Component 18: General data**

Name	Innvendig skillevegg sone 7/8
Type	Opaque
Interior side	Zone 4: Over/Under Mesanin
Outer side	Zone 4: Over/Under Mesanin
Assembly	Assembly (Id.16): Innvending skillevegg (Massivtre bygg)
U [W/m²K]	0,3543
Geometry	
Area [m²]	12,6
Inclination [°]	90
Orientation	South (15 %), East (53 %), West (32 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	4,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,13 / 0,13
Absorption / Emission (User defined) [-]	0,4 / 0,9
Sd-value - outer (No coating) [m]	----
Sd-value - inner (No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,005
Solar radiation on second interior surface [-]	0,005
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 4/Component 19: General data**

Name	Innvendig etasjeskiller
Type	Opaque
Interior side	Zone 4: Over/Under Mesanin
Outer side	Zone 4: Over/Under Mesanin
Assembly	Assembly (Id.19): Innertak massivtre
U [W/m²K]	1,1905
Geometry	
Area [m²]	30,7
Inclination [°]	180
Orientation	Horizontal (100 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	2,5
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	3,38235
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	2,5
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	3,38235
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,17 / 0,17
Absorption / Emission (User defined) [-]	0,4 / 0,9
Sd-value - outer (No coating) [m]	----
Sd-value - inner (No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,012
Solar radiation on second interior surface [-]	0,012
Height above ground (User defined) [m]	

**Case 1/Zone 4/Component 20: General data**

Name	Innvendig skillevegg sone 6/8
Type	Opaque
Interior side	Zone 4: Over/Under Mesanin
Outer side	Zone 4: Over/Under Mesanin
Assembly	Assembly (Id.16): Innvending skillevegg (Massivtre bygg)
U [W/m²K]	0,3543
Geometry	
Area [m²]	79,5
Inclination [°]	90
Orientation	South (23 %), East (17 %), West (52 %), North (8 %)
Surface	
Heat transfer coefficient convective, extern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, extern [W/m²K]	4,5
Heat transfer coefficient convective, intern [W/m²K]	3,19231
Heat transfer coefficient radiant, intern [W/m²K]	4,5
Rse / Rsi (According to component type) [-]	0,13 / 0,13
Absorption / Emission (User defined) [-]	0,4 / 0,9
Sd-value - outer (No coating) [m]	----
Sd-value - inner (No coating) [m]	----
Rain load R1 / R2 (No rain load) [-]	0 / 0
Rain absorption (No rain absorption) [-]	0
Shading factor constant [-]	1
Solar radiation on interior surface [-]	0,031
Solar radiation on second interior surface [-]	0,031
Height above ground (User defined) [m]	

Assemblies/window types/solar protection

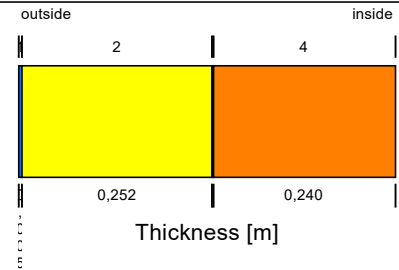
**Assembly (Id.17): Yttertak (Massivtre bygg)**

Homogenous layers

Thermal resistance: 8,31 m<sup>2</sup>K/W (without R<sub>si</sub>, R<sub>se</sub>)

Heat transfer coefficient (U-value): 0,118 W/m<sup>2</sup>K

Thickness: 0,498 m



Nr.	Material/Layer (from outside to inside)	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	c [J/kgK]	$\lambda$ [W/mK]	Thickness [m]	Color
1	Roof Membrane V13	2400	1000	0,5	0,005	Blue
2	Mineral Wool (heat cond.: 0,04 W/mK)	60	850	0,04	0,252	Yellow
3	vapor retarder (0.1perm)	130	2300	2,3	0,001	Blue
4	KLH Massivholz	423	1500	0,12	0,24	Orange

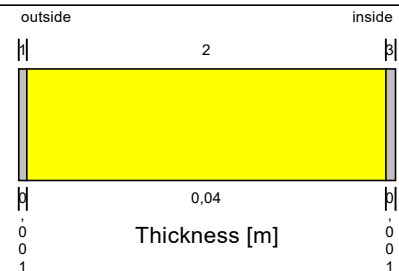
**Assembly (Id.2): Ståldør 1**

Homogenous layers

Thermal resistance: 1 m<sup>2</sup>K/W (without R<sub>si</sub>, R<sub>se</sub>)

Heat transfer coefficient (U-value): 0,794 W/m<sup>2</sup>K

Thickness: 0,042 m



Nr.	Material/Layer (from outside to inside)	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	c [J/kgK]	$\lambda$ [W/mK]	Thickness [m]	Color
1	Stahl	7800	450	60	0,001	Grey
2	Mineral Wool (heat cond.: 0,04 W/mK)	60	850	0,04	0,04	Yellow
3	Stahl	7800	450	60	0,001	Grey

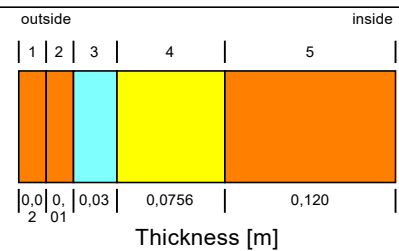
**Assembly (Id.14): Yttervegg Sone 1 (Massivtre bygg)**

Homogenous layers

Thermal resistance: 3,316 m<sup>2</sup>K/W (without R<sub>si</sub>, R<sub>se</sub>)

Heat transfer coefficient (U-value): 0,28 W/m<sup>2</sup>K

Thickness: 0,265 m



Nr.	Material/Layer (from outside to inside)	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	c [J/kgK]	$\lambda$ [W/mK]	Thickness [m]	Color
1	Scandinavian spruce transverse direction II	390	1600	0,13	0,02	Orange
2	Wood fibre board, hard - wind barrier	800	1700	0,18	0,019	Orange
3	Air Layer 30 mm	1,3	1000	0,18	0,03	Cyan
4	Mineral Wool (heat cond.: 0,04 W/mK)	60	850	0,04	0,076	Yellow
5	KLH Massivholz	423	1500	0,12	0,12	Orange



**Assembly (Id.4): Gulv mot grunn**

Homogenous layers

Thermal resistance: 5,094 m<sup>2</sup>K/W (without R<sub>si</sub>, R<sub>se</sub>)

Heat transfer coefficient (U-value): 0,19 W/m<sup>2</sup>K

Thickness: 0,3 m

Nr.	Material/Layer (from outside to inside)	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$c$ [J/kgK]	$\lambda$ [W/mK]	Thickness [m]	Color
1	XPS Core (heat cond.: 0,03 W/mK)	40	1500	0,03	0,15	Yellow
2	vapour retarder (sd=100m)	130	2300	2,3	0	Blue
3	Concrete, C35/45	2220	850	1,6	0,15	Grey

**Assembly (Id.19): Innertak massivtre**

Homogenous layers

Thermal resistance: 0,5 m<sup>2</sup>K/W (without R<sub>si</sub>, R<sub>se</sub>)

Heat transfer coefficient (U-value): 1,429 W/m<sup>2</sup>K

Thickness: 0,06 m

Nr.	Material/Layer (from outside to inside)	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$c$ [J/kgK]	$\lambda$ [W/mK]	Thickness [m]	Color
1	KLH Massivholz	423	1500	0,12	0,06	Orange

**Assembly (Id.16): Innvending skillevegg (Massivtre bygg)**

Homogenous layers

Thermal resistance: 2,563 m<sup>2</sup>K/W (without R<sub>si</sub>, R<sub>se</sub>)

Heat transfer coefficient (U-value): 0,354 W/m<sup>2</sup>K

Thickness: 0,153 m

Nr.	Material/Layer (from outside to inside)	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$c$ [J/kgK]	$\lambda$ [W/mK]	Thickness [m]	Color
1	Gypsum Board	850	850	0,2	0,013	White
2	Mineral Wool (heat cond.: 0,04 W/mK)	60	850	0,04	0,08	Yellow
3	KLH Massivholz	423	1500	0,12	0,06	Orange

**Assembly (Id.13): Tredør**

Homogenous layers

Thermal resistance: 0,407 m<sup>2</sup>K/W (without R<sub>si</sub>, R<sub>se</sub>)

Heat transfer coefficient (U-value): 1,499 W/m<sup>2</sup>K

Thickness: 0,035 m

Nr.	Material/Layer (from outside to inside)	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	c [J/kgK]	$\lambda$ [W/mK]	Thickness [m]	Color
1	Spruce	400	1880	0,086	0,035	

**Assembly (Id.15): Yttervegg Sone 2/3/4 (Massivtre bygg)**

Homogenous layers

Thermal resistance: 6,551 m<sup>2</sup>K/W (without R<sub>si</sub>, R<sub>se</sub>)

Heat transfer coefficient (U-value): 0,149 W/m<sup>2</sup>K

Thickness: 0,394 m

Nr.	Material/Layer (from outside to inside)	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	c [J/kgK]	$\lambda$ [W/mK]	Thickness [m]	Color
1	Scandinavian spruce transverse direction II	390	1600	0,13	0,02	
2	Wood fibre board, hard - wind barrier	800	1700	0,18	0,019	
3	Air Layer 30 mm	1,3	1000	0,18	0,03	
4	Mineral Wool (heat cond.: 0,04 W/mK)	60	850	0,04	0,205	
5	KLH Massivholz	423	1500	0,12	0,12	

**Assembly (Id.18): Etasjeskiller (Massivtre bygg)**

Homogenous layers

Thermal resistance: 2,388 m<sup>2</sup>K/W (without R<sub>si</sub>, R<sub>se</sub>)

Heat transfer coefficient (U-value): 0,386 W/m<sup>2</sup>K

Thickness: 0,275 m

Nr.	Material/Layer (from outside to inside)	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	c [J/kgK]	$\lambda$ [W/mK]	Thickness [m]	Color
1	Concrete, C35/45	2220	850	1,6	0,02	
2	Mineral Wool (heat cond.: 0,04 W/mK)	60	850	0,04	0,015	
3	KLH Massivholz	423	1500	0,12	0,24	

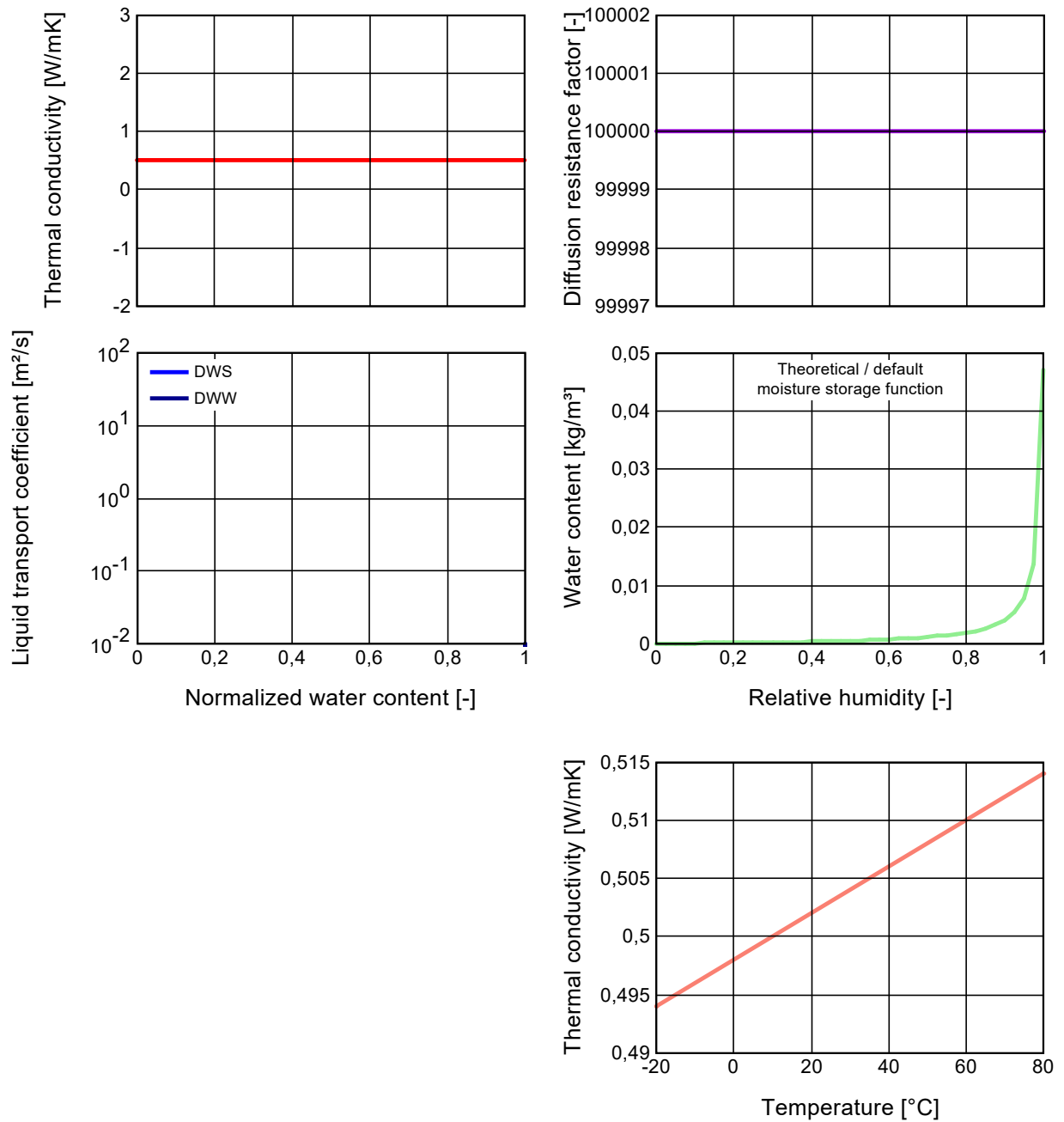
**Window type (Id 3): Glass**

U <sub>w</sub> - installed [W/m <sup>2</sup> K]	0,8
Frame factor [-]	0,8
SHGC (short-wave radiation average) [-]	0,59
SHGC hemispherical [-]	0,59
Long wave radiation emissivity (mean glazing/frame) [-]	0,8

Material data

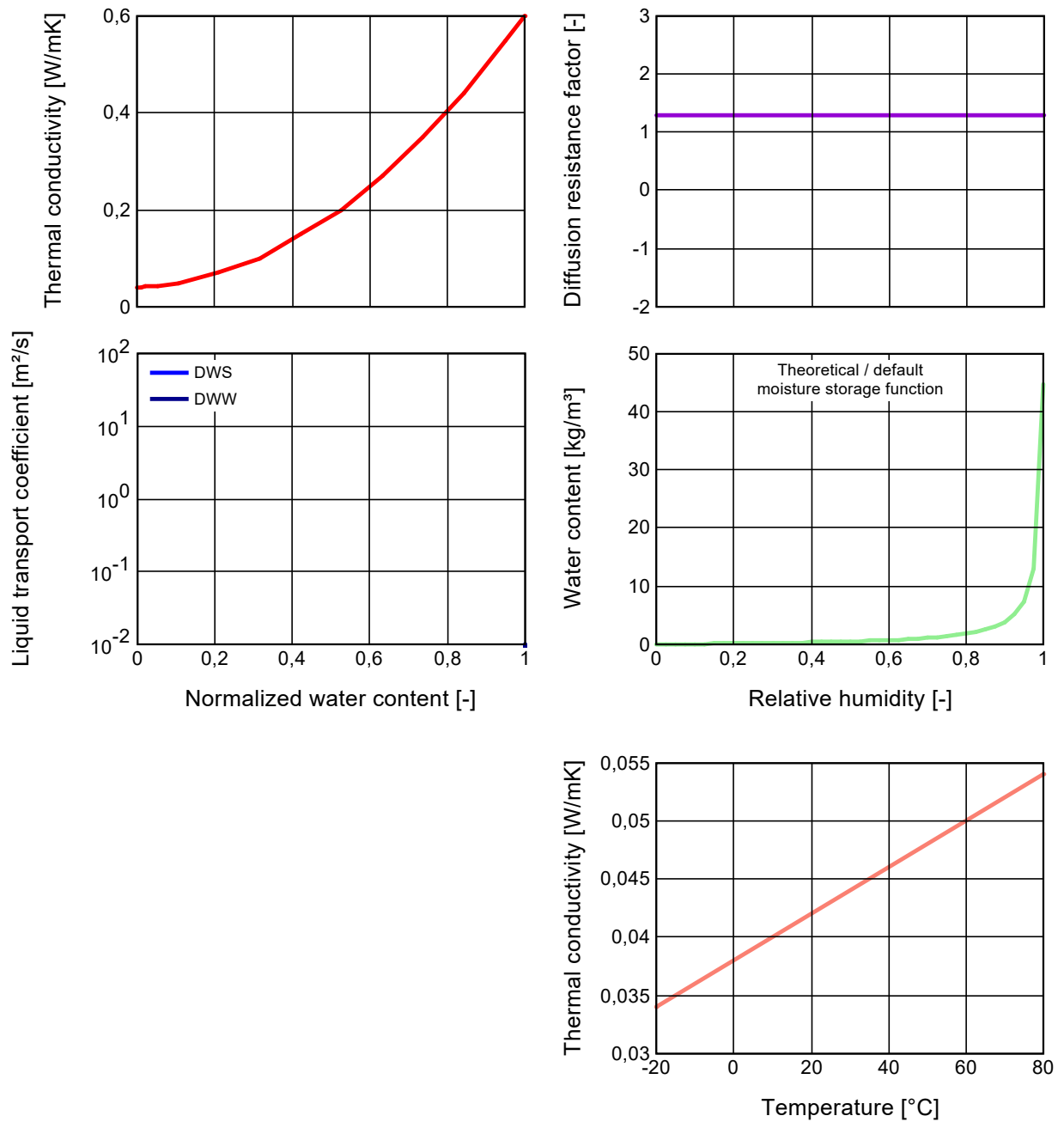
Material: Roof Membrane V13

Bulk density [kg/m³]	2400	Typical built-in moisture [kg/m³]	0
Porosity	0,001	Temp-dep. thermal cond. supplement [W/mK²]	0,0002
Specific heat capacity [J/kgK]	1000	Color	
Thermal conductivity, dry, 10 C/50 F [W/mK]	0,5		
Water vapor diffusion resistance factor	100000		



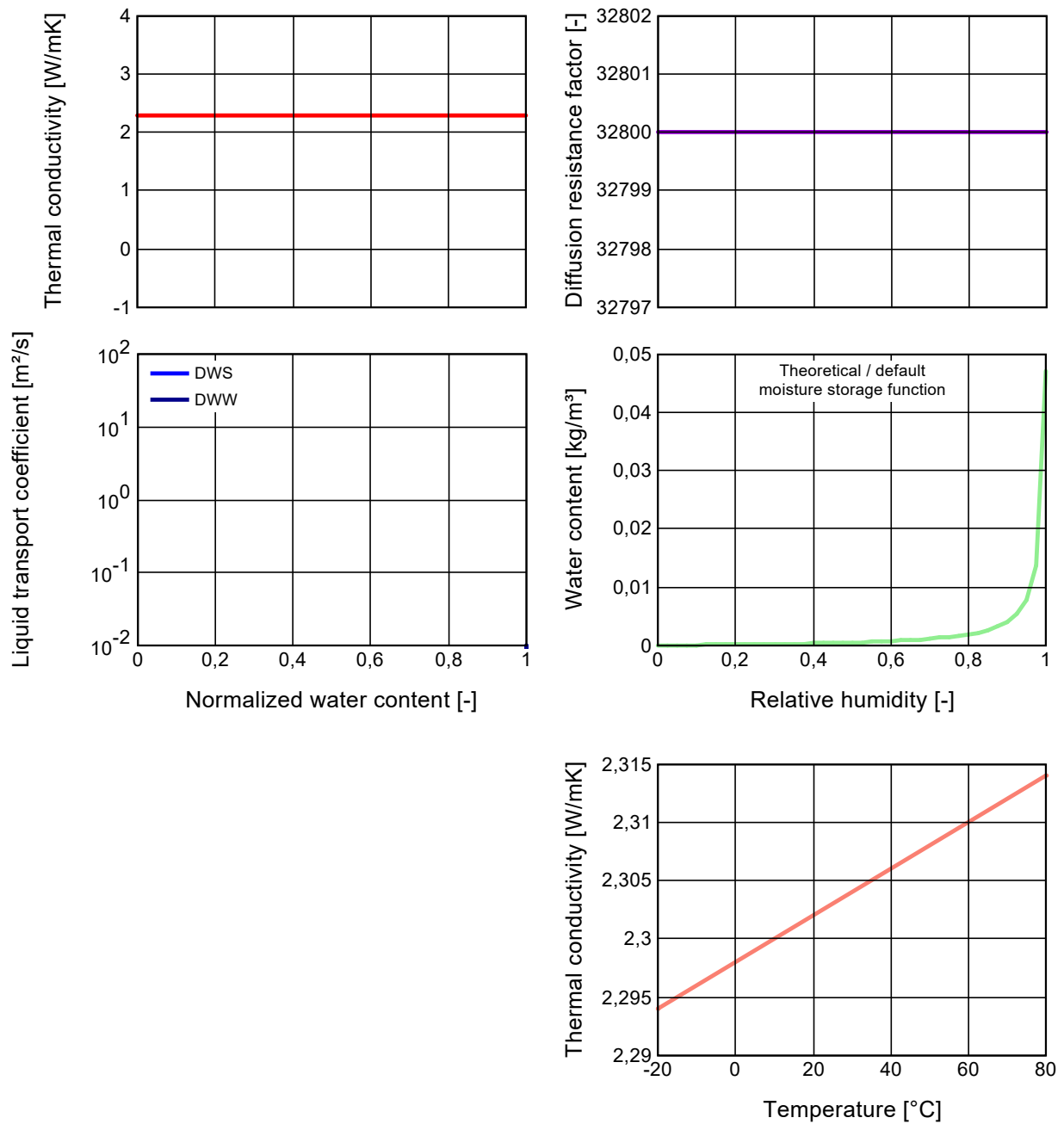
**Material: Mineral Wool (heat cond.: 0,04 W/mK)**

Bulk density [kg/m³]	60	Typical built-in moisture [kg/m³]	0
Porosity	0,95	Temp-dep. thermal cond. supplement [W/mK²]	0,0002
Specific heat capacity [J/kgK]	850	Color	
Thermal conductivity, dry, 10 C/50 F [W/mK]	0,04		
Water vapor diffusion resistance factor	1,3		



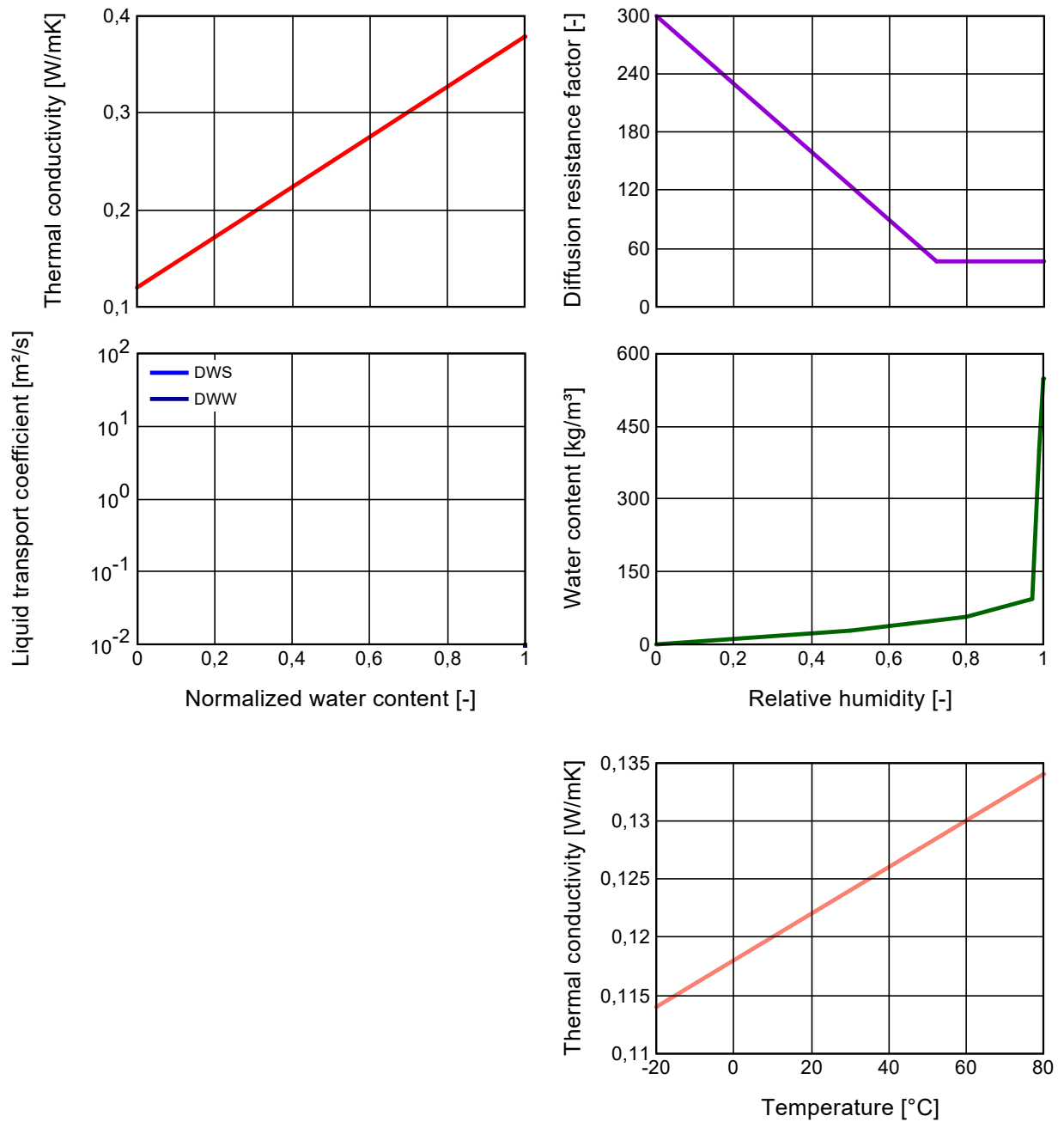
**Material: vapor retarder (0.1perm)**

Bulk density [kg/m³]	130	Typical built-in moisture [kg/m³]	0
Porosity	0,001	Temp-dep. thermal cond. supplement [W/mK²]	0,0002
Specific heat capacity [J/kgK]	2300	Color	
Thermal conductivity, dry, 10 C/50 F [W/mK]	2,3		
Water vapor diffusion resistance factor	32800		



**Material: KLH Massivholz**

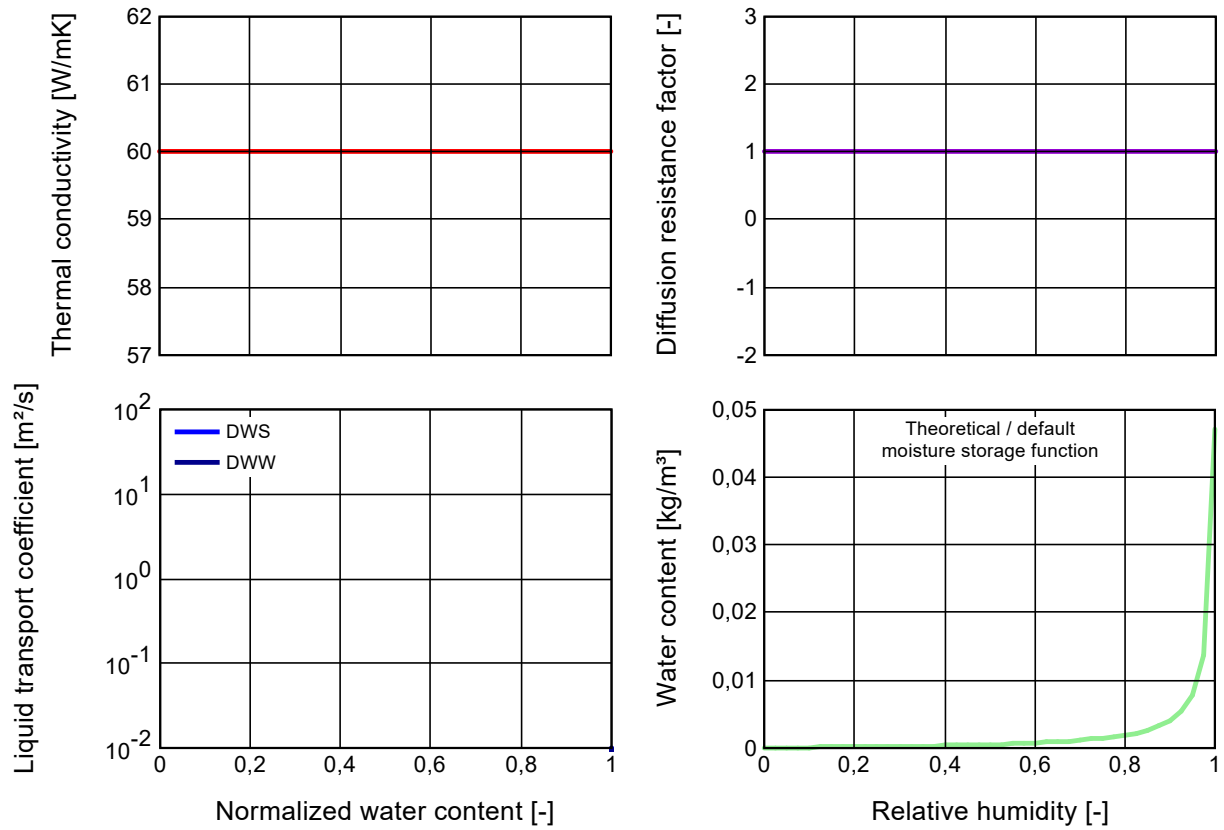
Bulk density [kg/m³]	423	Typical built-in moisture [kg/m³]	60
Porosity	0,7	Thermal conductivity supplement [%/M.-%]	1,3
Specific heat capacity [J/kgK]	1500	Temp-dep. thermal cond. supplement [W/mK²]	0,0002
Thermal conductivity, dry, 10 C/50 F [W/mK]	0,12	Color	
Water vapor diffusion resistance factor	300		



**Material: Stahl**

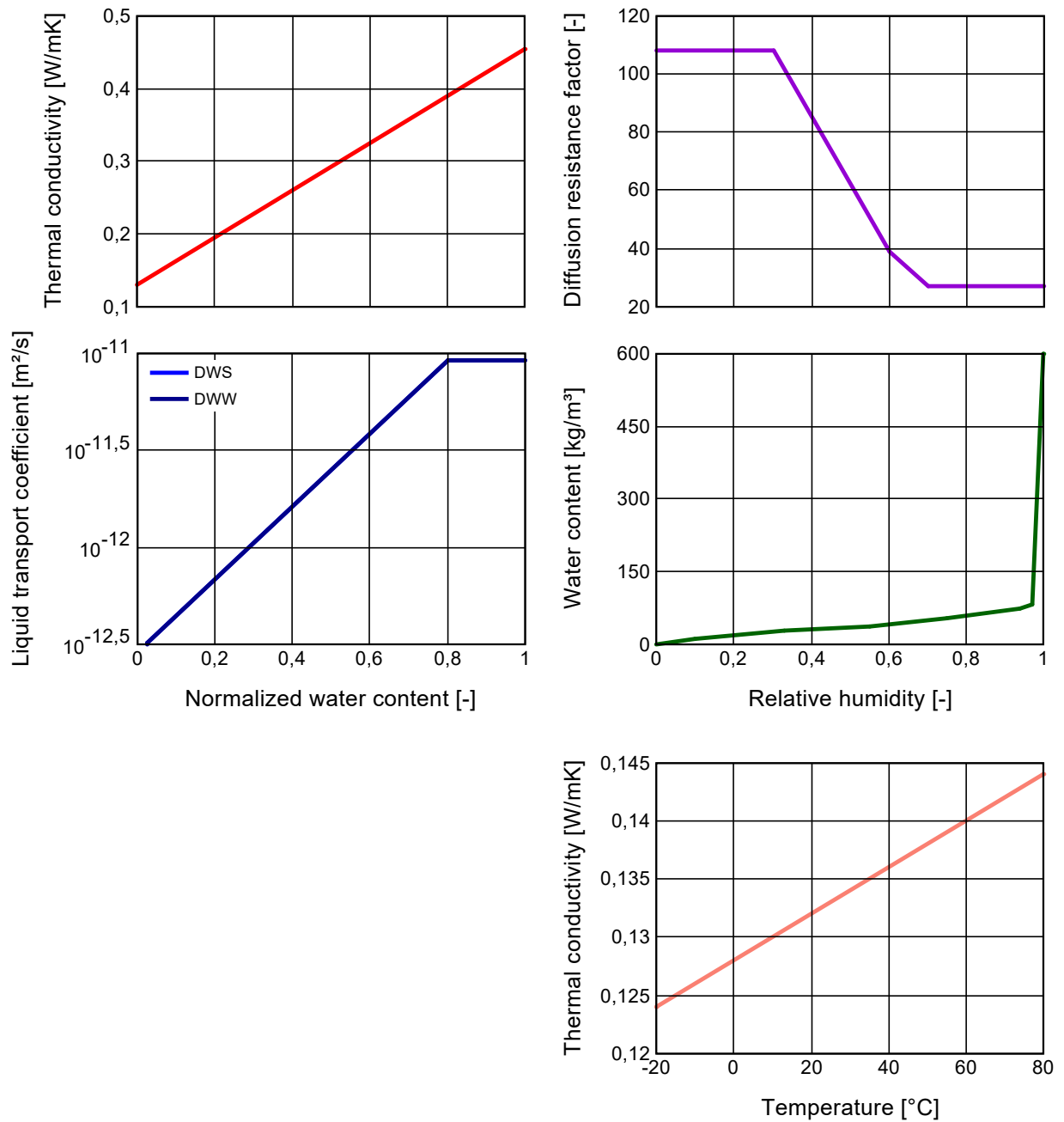
Bulk density [kg/m³]	7800
Porosity	0,001
Specific heat capacity [J/kgK]	450
Thermal conductivity, dry, 10 C/50 F [W/mK]	60
Water vapor diffusion resistance factor	1

Typical built-in moisture [kg/m³]	0
Color	



**Material: Scandinavian spruce transverse direction II**

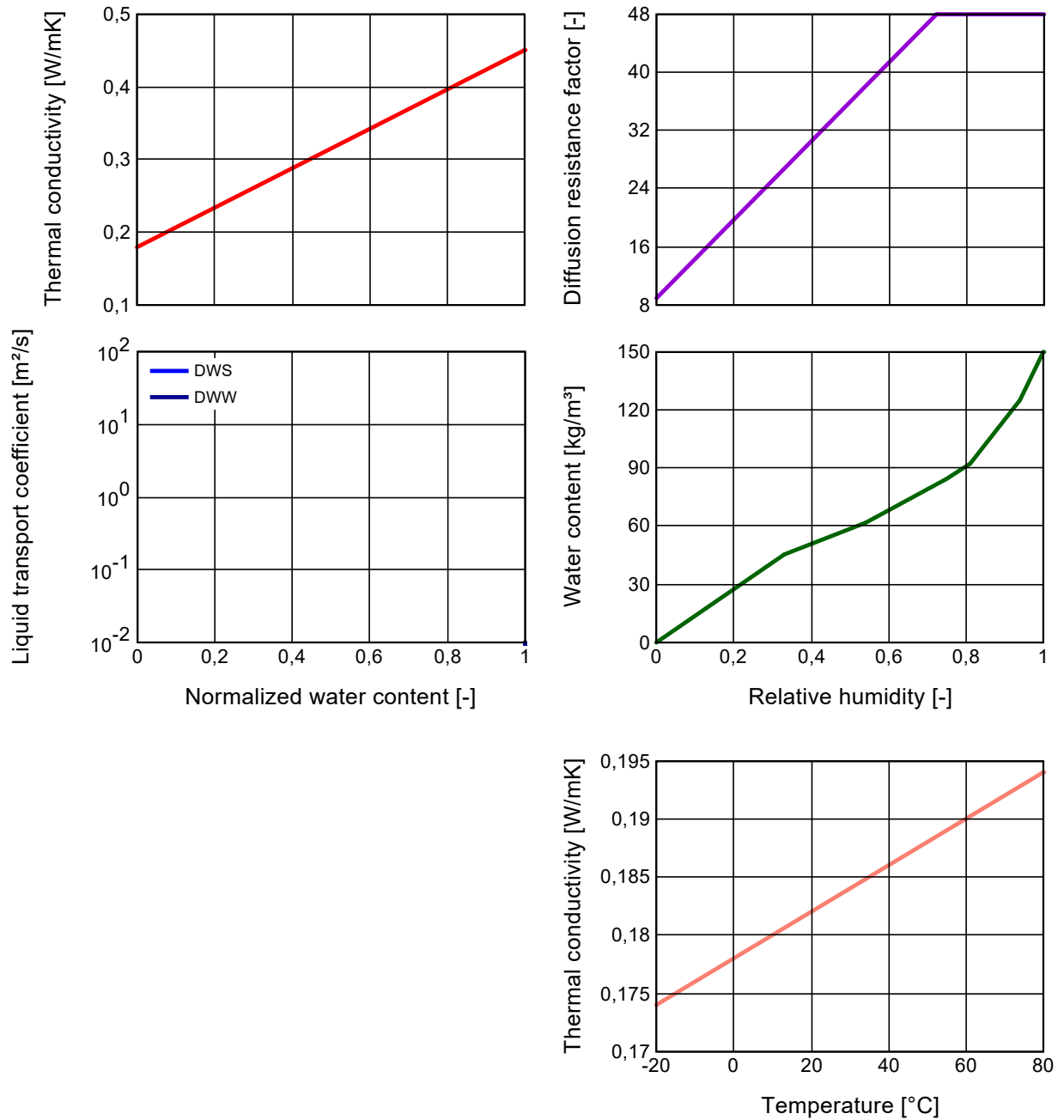
Bulk density [kg/m³]	390	Typical built-in moisture [kg/m³]	0
Porosity	0,75	Thermal conductivity supplement [%/M.-%]	1,3
Specific heat capacity [J/kgK]	1600	Temp-dep. thermal cond. supplement [W/mK²]	0,0002
Thermal conductivity, dry, 10 C/50 F [W/mK]	0,13	Color	
Water vapor diffusion resistance factor	108		





**Material: Wood fibre board, hard - wind barrier**

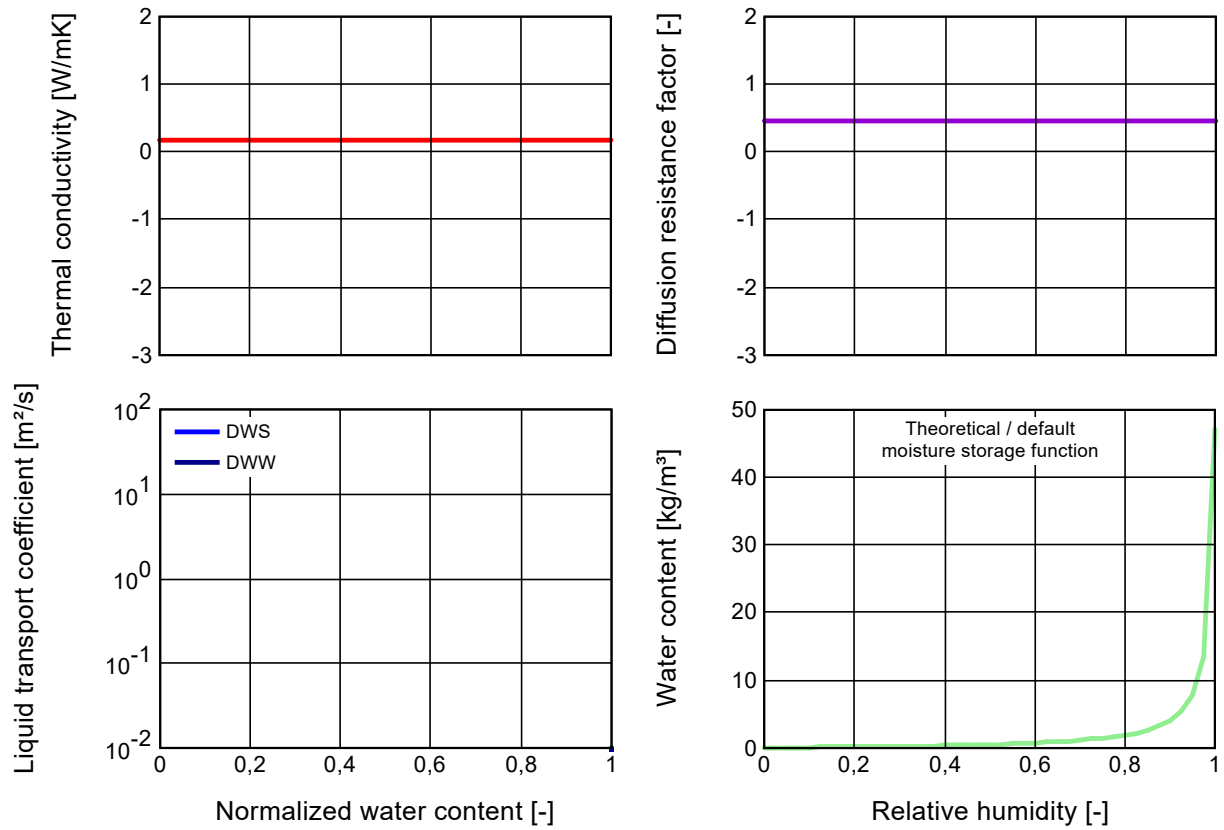
Bulk density [kg/m³]	800	Typical built-in moisture [kg/m³]	0
Porosity	0,8	Thermal conductivity supplement [%/M.-%]	1,5
Specific heat capacity [J/kgK]	1700	Temp-dep. thermal cond. supplement [W/mK²]	0,0002
Thermal conductivity, dry, 10 C/50 F [W/mK]	0,18	Color	
Water vapor diffusion resistance factor	9		



**Material: Air Layer 30 mm**

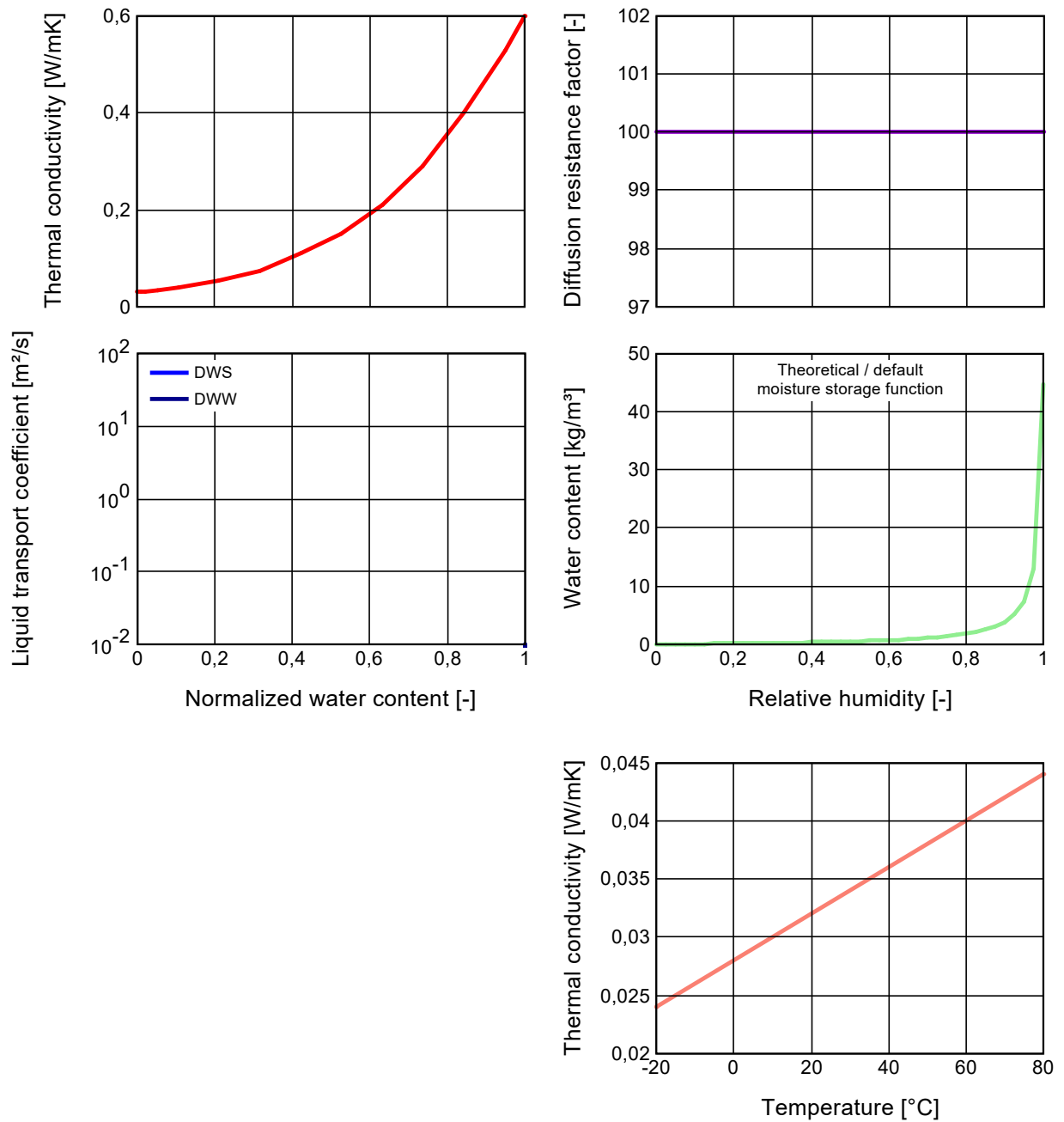
Bulk density [kg/m³]	1,3
Porosity	0,999
Specific heat capacity [J/kgK]	1000
Thermal conductivity, dry, 10 C/50 F [W/mK]	0,18
Water vapor diffusion resistance factor	0,46

Typical built-in moisture [kg/m³]	0
Color	



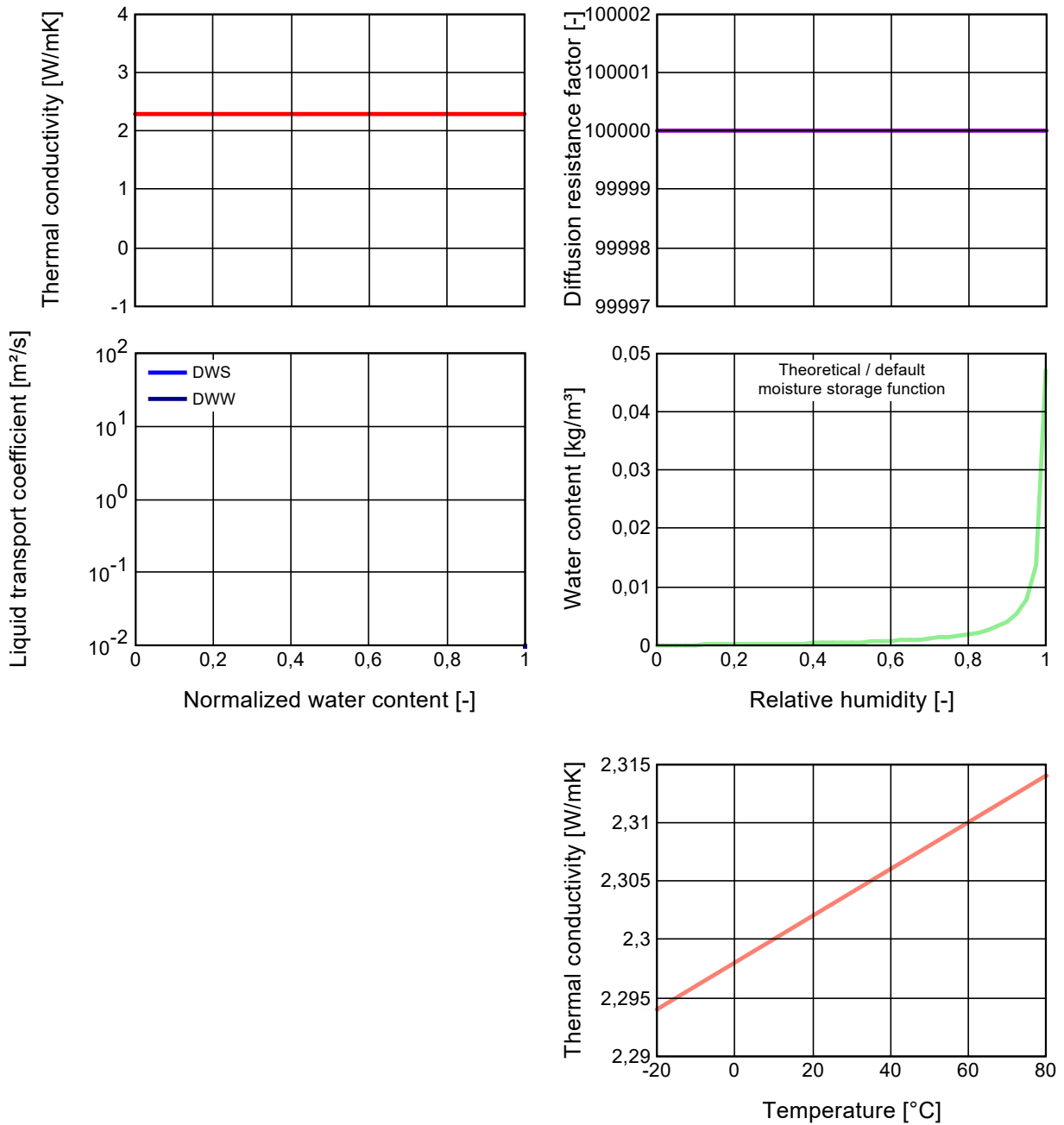
**Material: XPS Core (heat cond.: 0,03 W/mK)**

Bulk density [kg/m³]	40	Typical built-in moisture [kg/m³]	0
Porosity	0,95	Temp-dep. thermal cond. supplement [W/mK²]	0,0002
Specific heat capacity [J/kgK]	1500	Color	
Thermal conductivity, dry, 10 C/50 F [W/mK]	0,03		
Water vapor diffusion resistance factor	100		



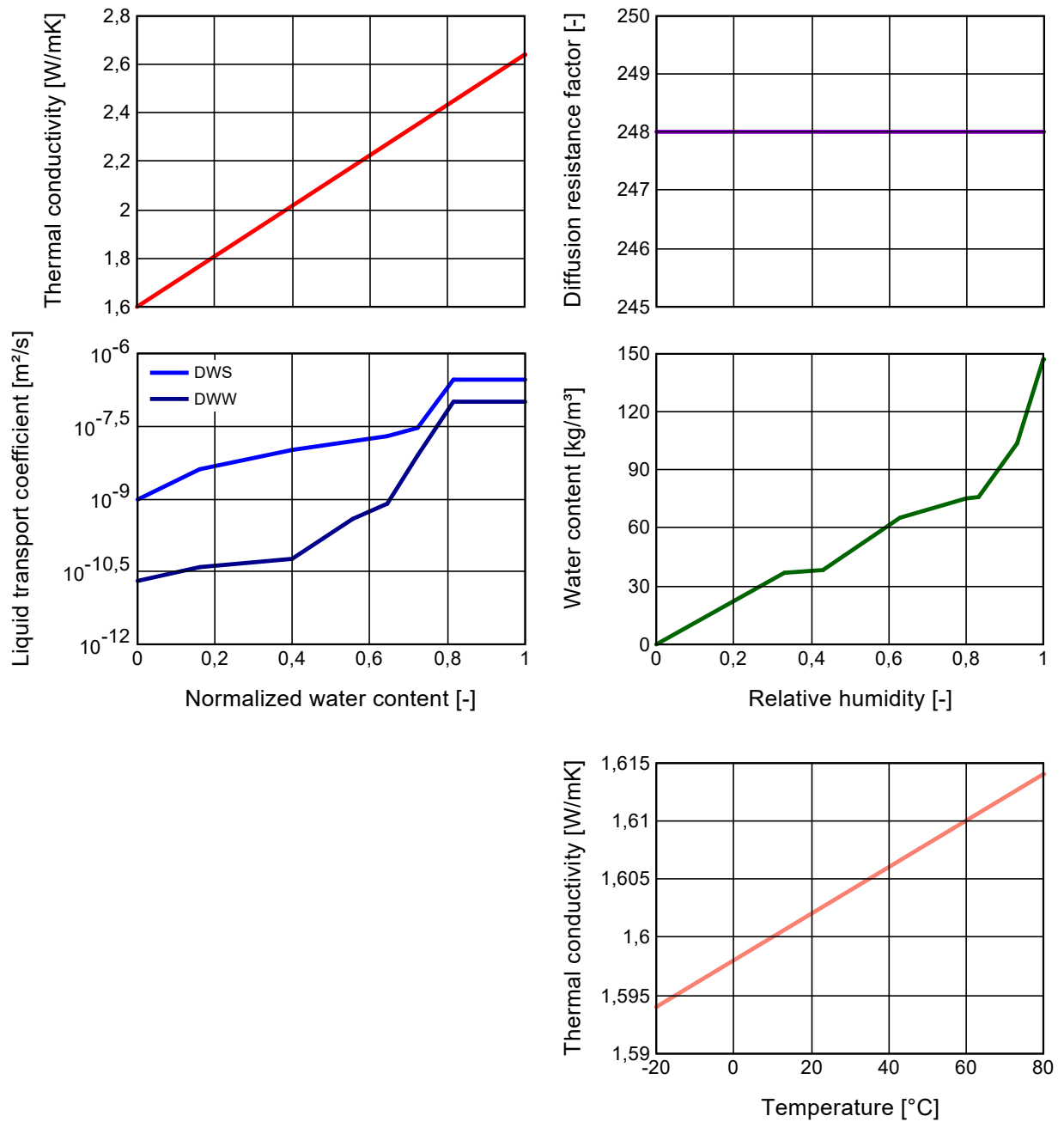
**Material: vapour retarder (sd=100m)**

Bulk density [kg/m³]	130	Typical built-in moisture [kg/m³]	0
Porosity	0,001	Temp-dep. thermal cond. supplement [W/mK²]	0,0002
Specific heat capacity [J/kgK]	2300	Color	
Thermal conductivity, dry, 10 C/50 F [W/mK]	2,3		
Water vapor diffusion resistance factor	100000		



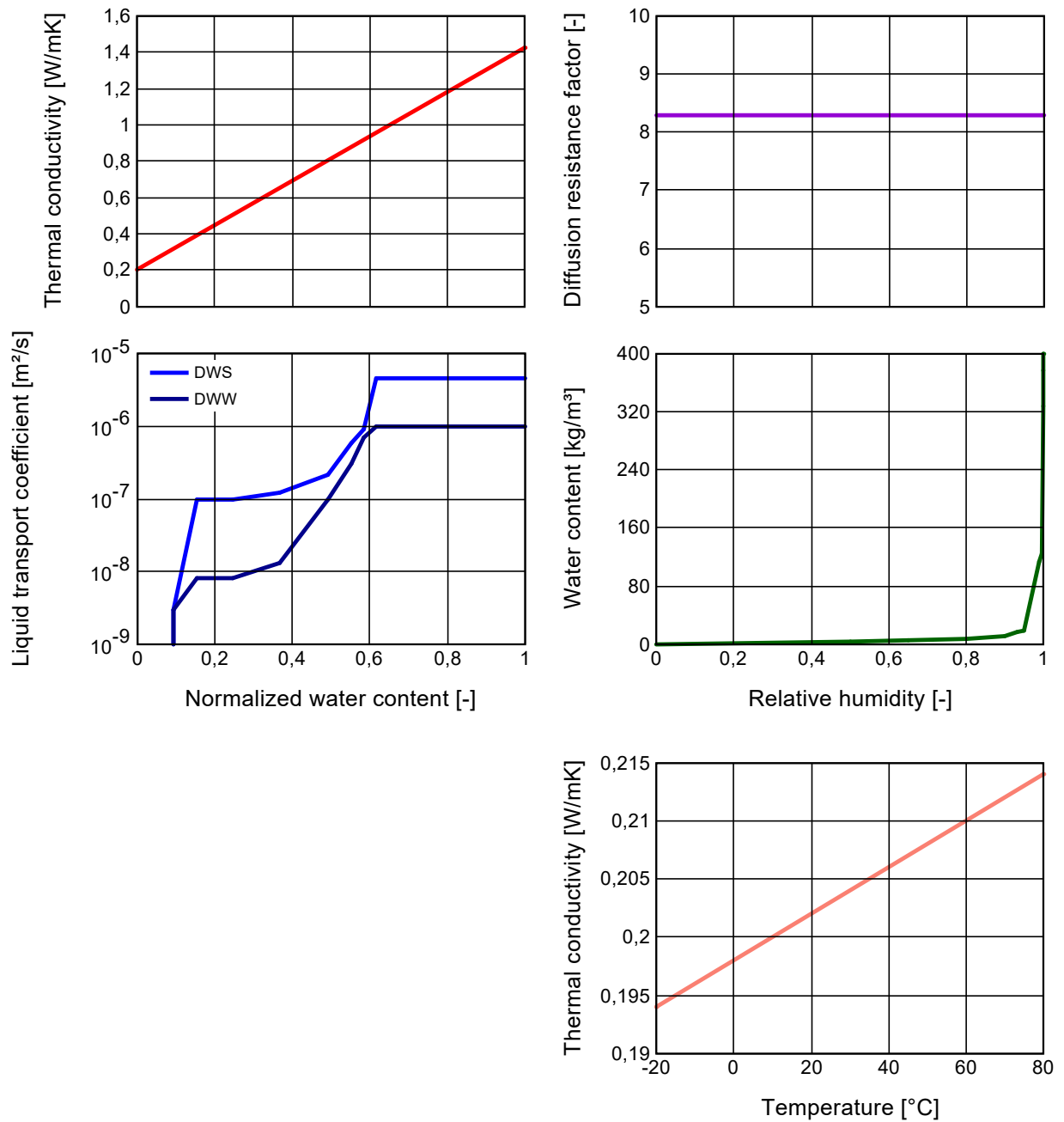
**Material: Concrete, C35/45**

Bulk density [kg/m³]	2220	Typical built-in moisture [kg/m³]	147
Porosity	0,18	Thermal conductivity supplement [%/M.-%]	8
Specific heat capacity [J/kgK]	850	Temp-dep. thermal cond. supplement [W/mK²]	0,0002
Thermal conductivity, dry, 10 C/50 F [W/mK]	1,6	Color	
Water vapor diffusion resistance factor	248		



**Material: Gypsum Board**

Bulk density [kg/m³]	850	Typical built-in moisture [kg/m³]	6,3
Porosity	0,65	Thermal conductivity supplement [%/M.-%]	8
Specific heat capacity [J/kgK]	850	Temp-dep. thermal cond. supplement [W/mK²]	0,0002
Thermal conductivity, dry, 10 C/50 F [W/mK]	0,2	Color	
Water vapor diffusion resistance factor	8,3		



**Material: Spruce**

Bulk density [kg/m³]	400	Typical built-in moisture [kg/m³]	60
Porosity	0,9	Reference water content [kg/m³]	55,8
Specific heat capacity [J/kgK]	1880	Free water saturation [kg/m³]	845
Thermal conductivity, dry, 10 C/50 F [W/mK]	0,086	Water absorption coefficient [kg/m²s <sup>0.5</sup> ]	0,002
Water vapor diffusion resistance factor	552	Temp-dep. thermal cond. supplement [W/mK²]	0,0002
		Color	

