

## **Vedlegg A: Plakat**

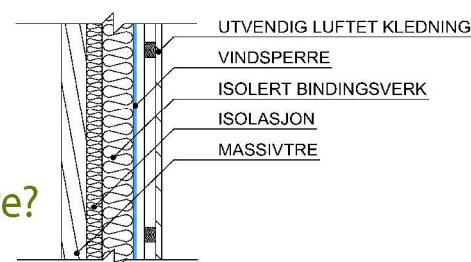


## OMPROSJEKTERING AV EN MODERNE ENEBOLIG PROSJEKTERT I BINDINGSVERK TIL MASSIVTRE

### REDESIGN OF A MODERN DETACHED HOUSE IN HALF-TIMBER TO CROSS-LAMINATED-TIMBER

En svært energieffektiv ytterveggløsning i massivtre

Er det mulig å prosjektere Dråpen Moderne i massivtre?



Med tanke på luft- varme- og fukttransport er massivtre et lovende materiale.

Massivtre er konkurransedyktig på energieffektivitet.

Kun 11,5 % dyrere enn en enebolig i bindingsverk.

## **Vedlegg B: Artikkel**



# Massivtre - konkurranse for bindingsverk?

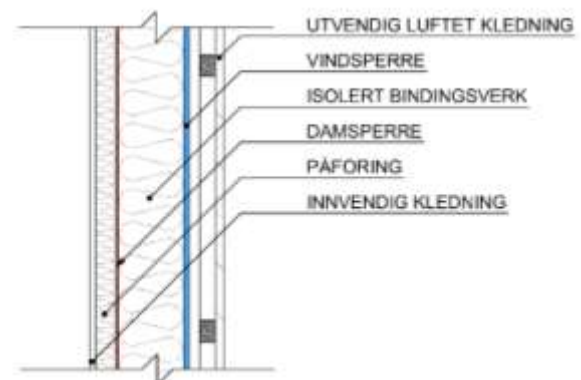
Skrevet av Marit Nesvold Engan, Ronja Helle og Anne Dahn Landrø



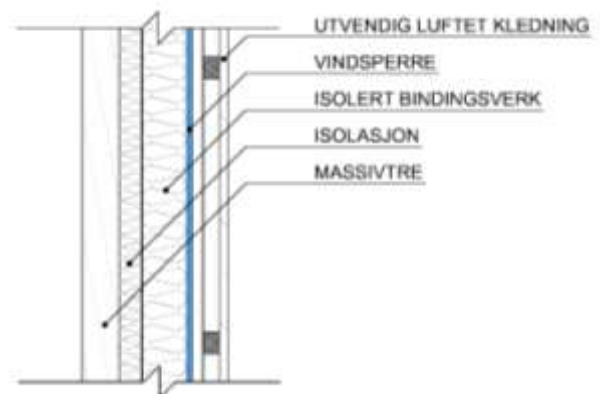
Figur 1: Dråpen Moderne illustrert av Norgeshus (1)

**I byggebransjen, er det et stadig økende marked for massivtre. Materialet har egenskaper som gjør det svært allsidig. Det har en del fordeler, spesielt knyttet til bokvalitet og miljø. Massivtre har trolig kommet for å bli, men kan det konkurrere med bindingsverk i eneboliger?**

Dråpen Moderne er et av Norgeshus sine kataloghus. Konseptboligen er originalt prosjektert i bindingsverk, men det er nå utarbeidet tegninger for Dråpen Moderne i massivtre. Figur 2 illustrerer en tradisjonelt oppbygd yttervegg i bindingsverk, og figur 3 viser tilsvarende vegg prosjektert i massivtre.



Figur 2: Ytterveggløsning for konseptboligen Dråpen Moderne prosjektert i bindingsverk (2)



Figur 3: Ytterveggløsning for konseptboligen Dråpen Moderne prosjektert i massivtre (2)

## Eneboliger i dag

I Norge er den vanligste byggemetoden for eneboliger bindingsverk. Dette er en metode som har røtter i Norge tilbake til 1500-tallet. Med andre ord: Byggebransjen har mye erfaring og stor kompetanse knytt til byggemetoden.

## Hvorfor velge massivtre

Treteknisk nevner blant annet følgende fordeler ved bruk av massivtre:

- Stor fleksibilitet ved planløsning
- Kort byggetid og god totaløkonomi
- Godt arbeidsmiljø og ryddig arbeidsplass
- Positive miljøegenskaper

Ofte trekkes bokvalitet og innemiljø frem som hovedargumenter for bruk av massivtre i eneboliger. Dette er basert på erfaringer, da det er begrenset med forskning gjort i tilknytning til det.

Inger Johanne Fagerli, arkitekt for Norgeshus, har valgt å bygge sin egen bolig i massivtre. Hun opplever stor forskjell i bokvalitet. Hun påpeker spesielt at om sommeren blir det ikke varmt og klamt, men tørt og varmt. Dette kan skyldes massivtreets evne til å ta opp fukt, og dermed regulere den relative fuktigheten til inneluften.

En annen stor fordel med massivtre, er at det regnes som et damptett materiale fra 80 mm og tykkere. Det gjør at man slipper dampsperre, og dermed slipper å bo i en «plastboks». Dette appellerer sterkt til mange i dagens samfunn, hvor reduksjon av plastbruk er et fokus.

## Problemer knyttet til massivtre

Det er i hovedsak to problemer knyttet til massivtre: tilgjengelighet og kunnskap.

I 2016 ble 97,5 % av massivtreforbruket, i Norge, importert fra utlandet. De siste årene er det kommet flere massivtreprodusenter i Norge. Til tross for dette, er massivtre langt fra like utviklet som bindingsverk. Det er dermed begrenset med kunnskap og erfaring.

## Burde du gå for massivtre?

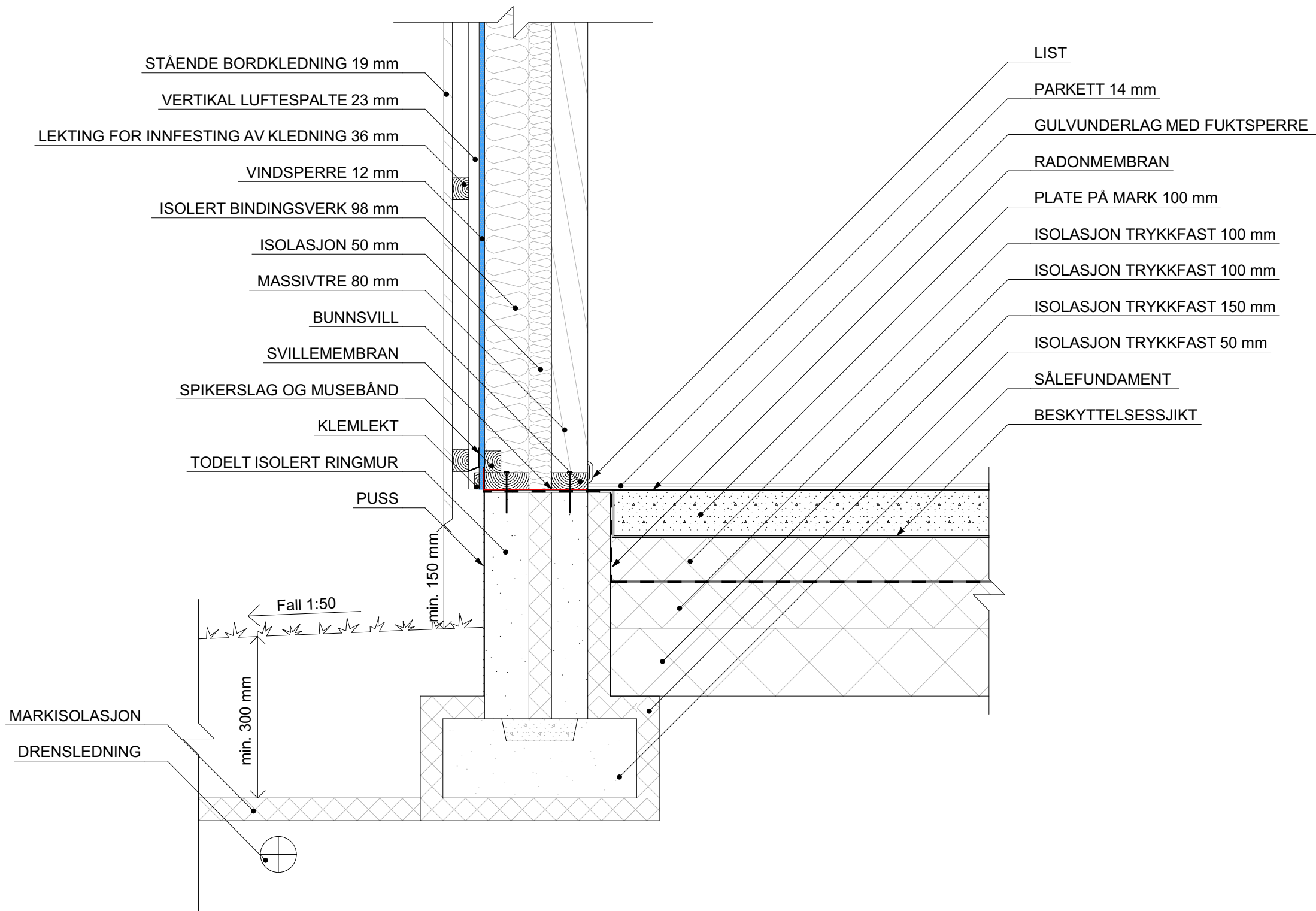
Massivtre har stort potensiale. For eneboligmarkedet er det, enn så lenge, for spesielt interesserte. Det er stort rom for videreutvikling, og det må opparbeides mer kunnskap før det kan slå ut mer tradisjonelle byggemetoder.

## Referanser:

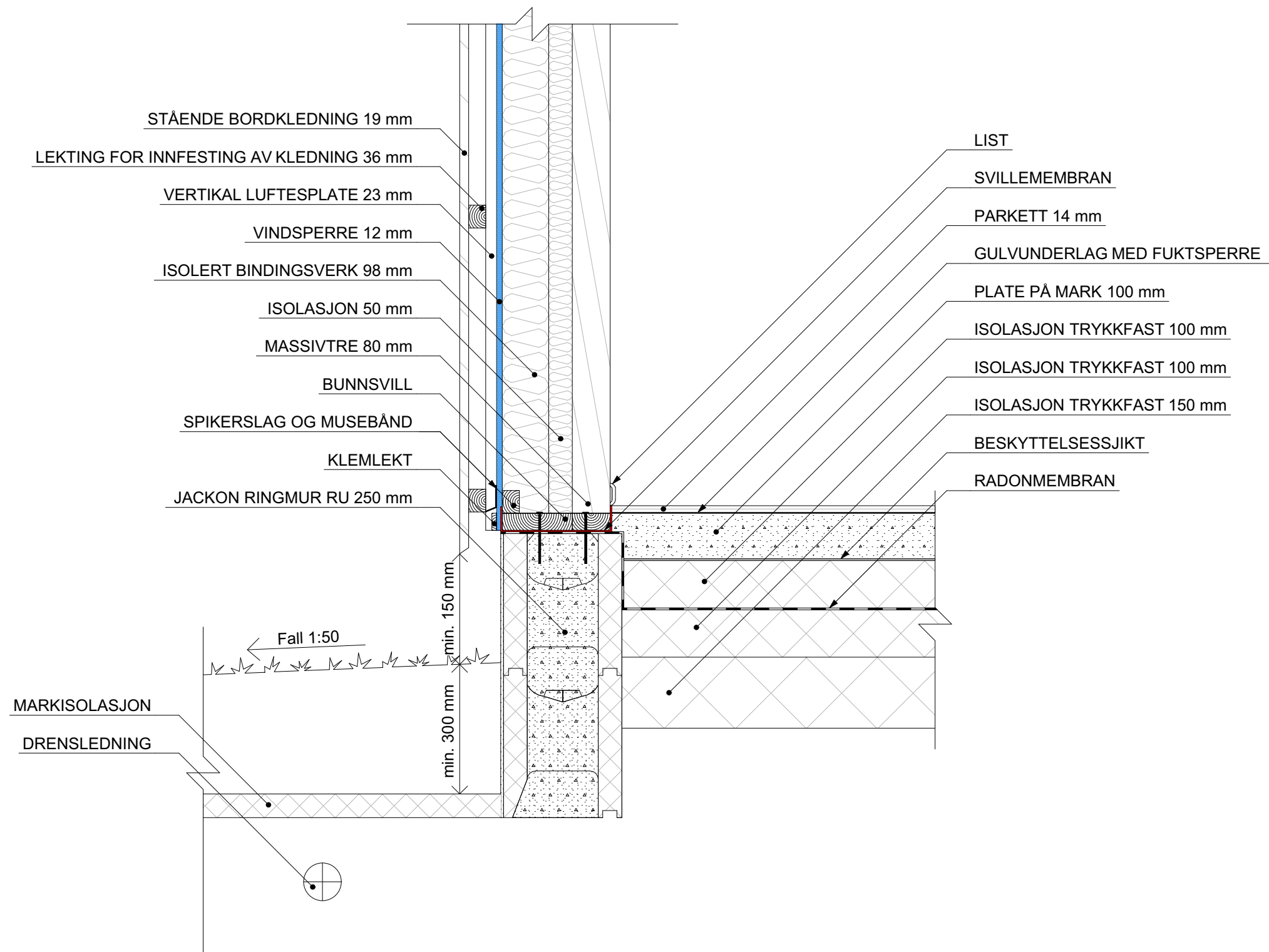
1. Norgeshus [Internett]. Norgeshus.no: Norgeshus; 2020 [hentet 07.mai 2021]. Tilgjengelig fra <https://norgeshus.no/no/bygge+hus>
2. Marit Nesvold Engan, Ronja Helle, Anne Dahn Landrø. Omprosjektering av en moderne enebolig prosjektert i bindingsverk til massivtre. Trondheim: NTNU Trondheim; 2021.

# Vedlegg C: Tegninger

- C-1: Overgang fundament / yttervegg med todelt ringmur
- C-2: Overgang fundament / yttervegg med Jackon RU
- C-3: Overgang yttervegg / etasjeskiller
- C-4: Overgang yttervegg / tak
- C-5: Vindu inntrukket
- C-6: Vindu som lukter med indspærren
- C-7: Snitt A
- C-8: Snitt B og C
- - : entilasjon 1 etg
- -10: entilasjon 2 etg

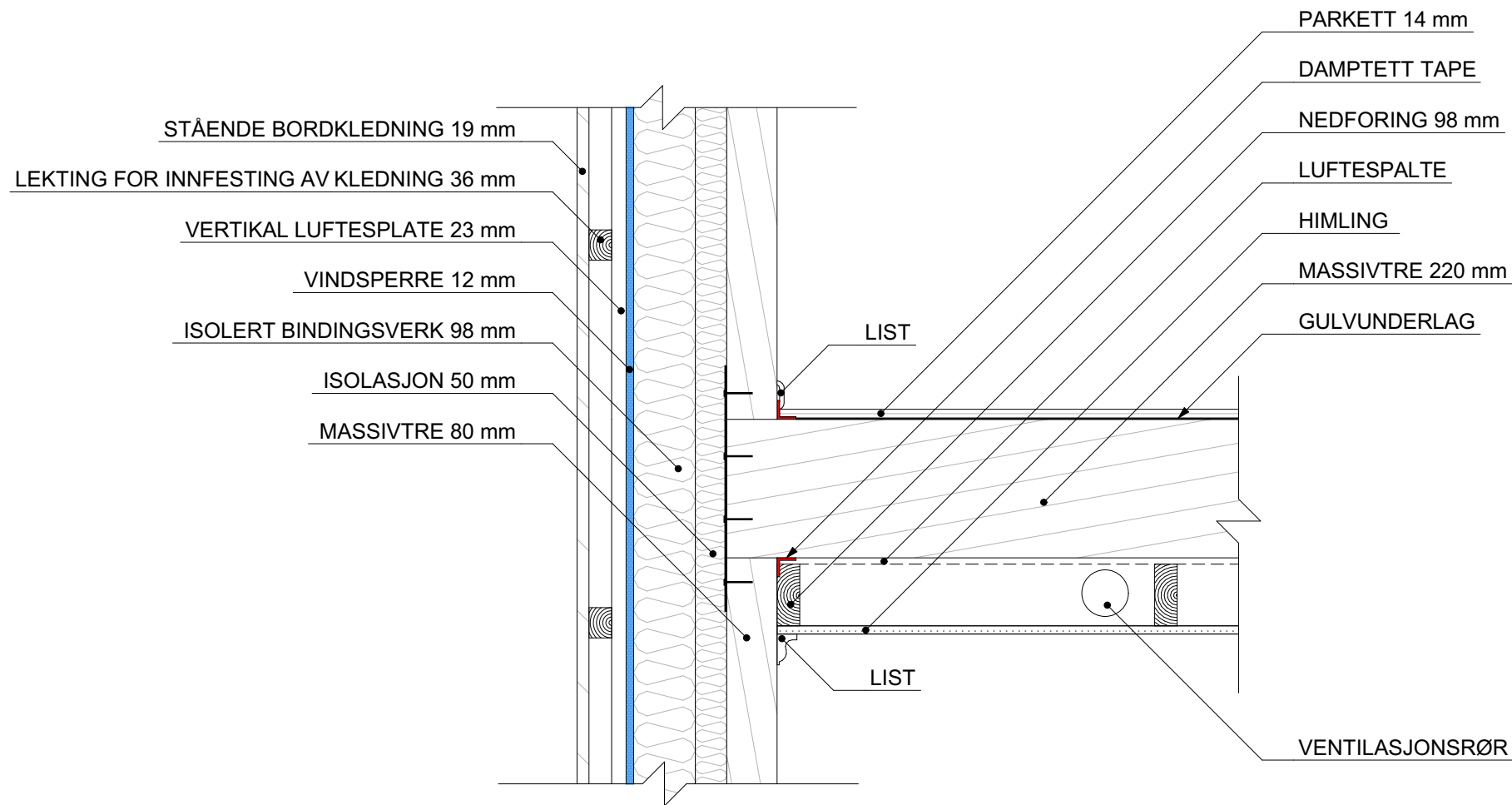


Bacheloroppgave: Omprosjektering av en moderne enebolig prosjekert i bindingsverk til massivtre			
Bachelorgruppe: 12	Vedlegg: C-1	Prosjekt: Dråpen Moderne i massivtre	Dato 08.05.2021
Tegning: Overgnag yttervegg/fundament med todelte ringmur			Målestokk 1:10

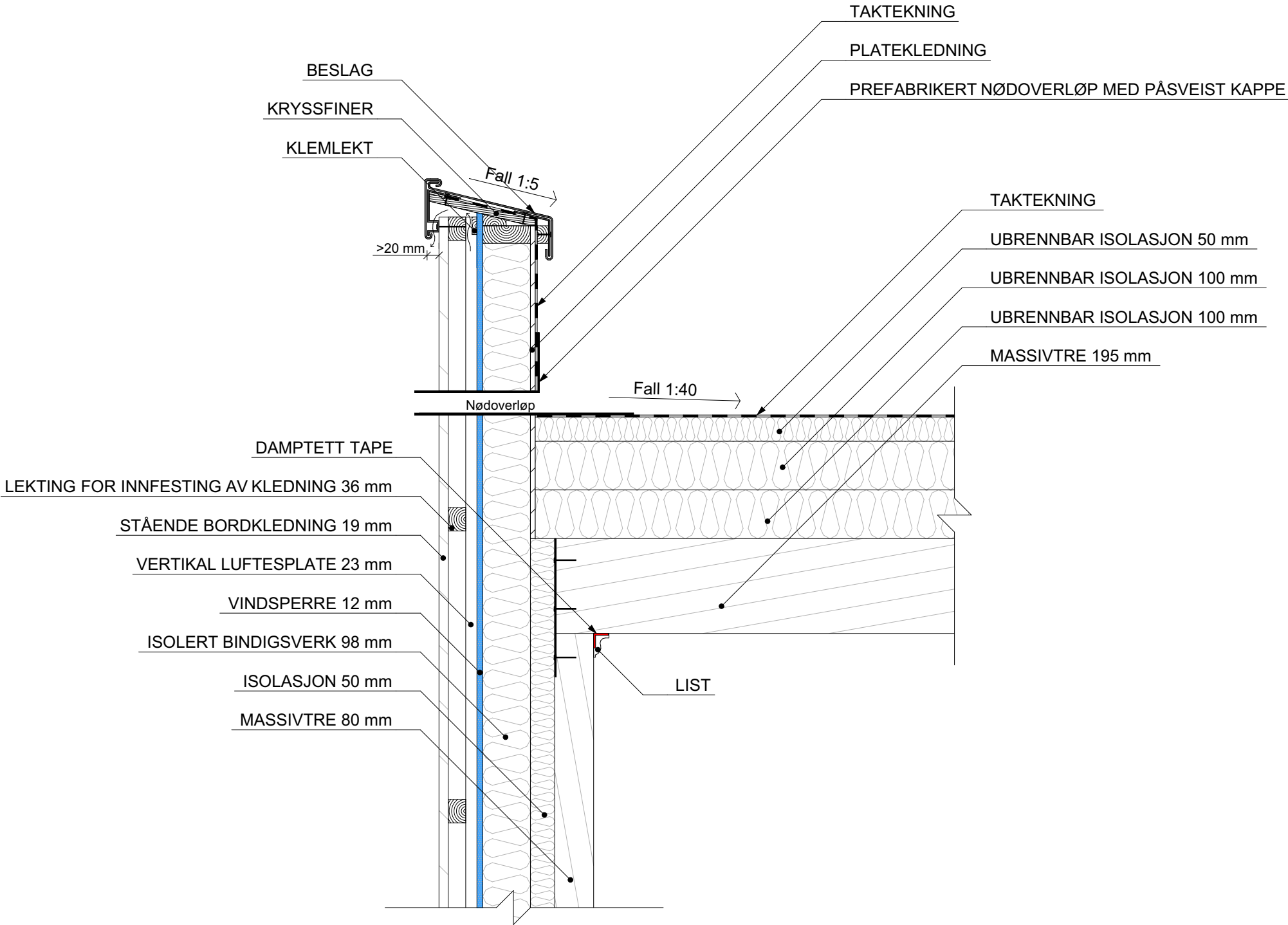


Bacheloroppgave: Omprosjektering av en moderne enebolig prosjekert i bindingsverk til massivtre			
Bachelorgruppe: 12	Vedlegg: C-2	Prosjekt: Dråpen Moderne i massivtre	Dato 08.05.2021
Tegning: Overgang yttervegg/fundament med Jackon RU			Målestokk 1:10

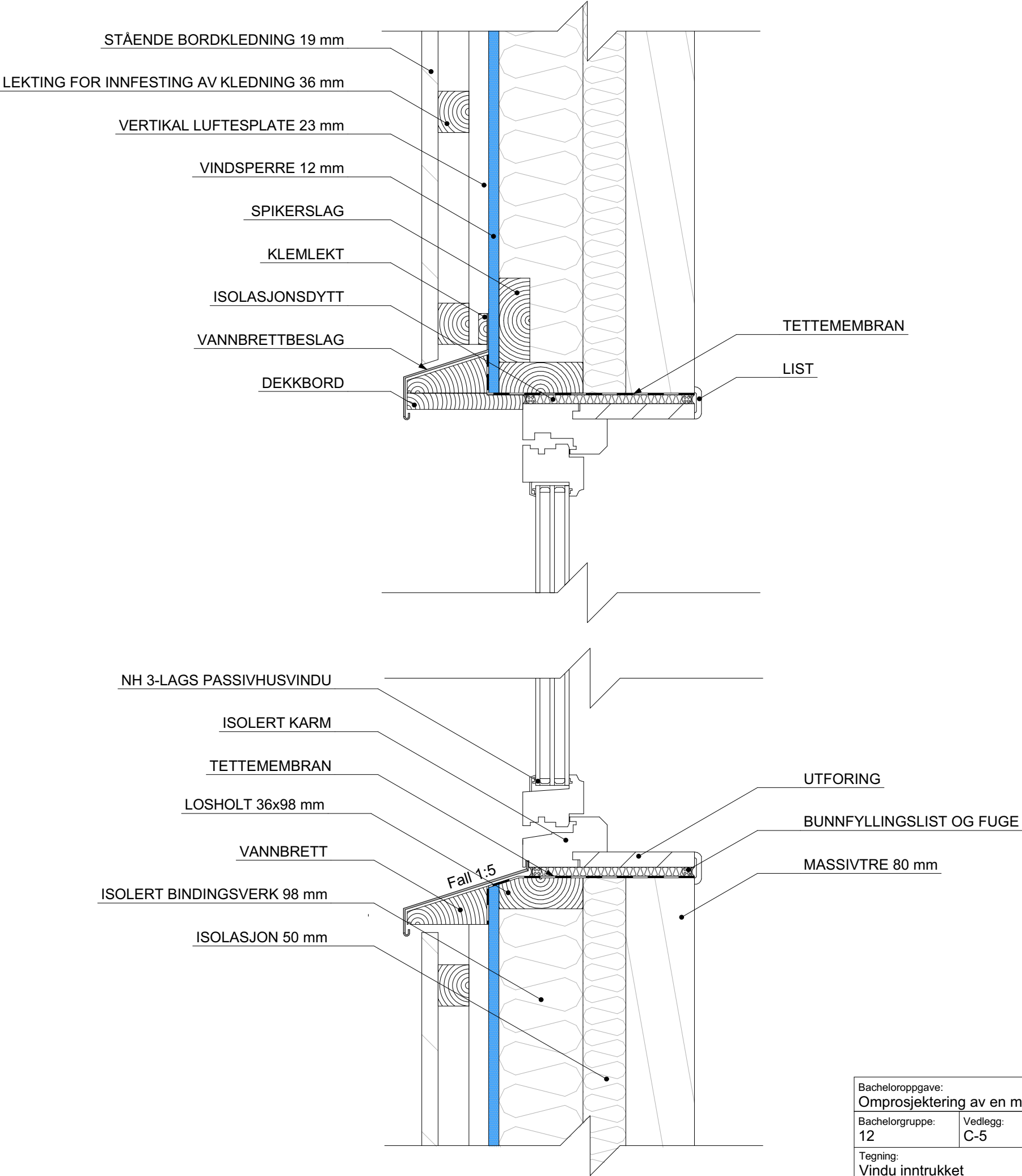




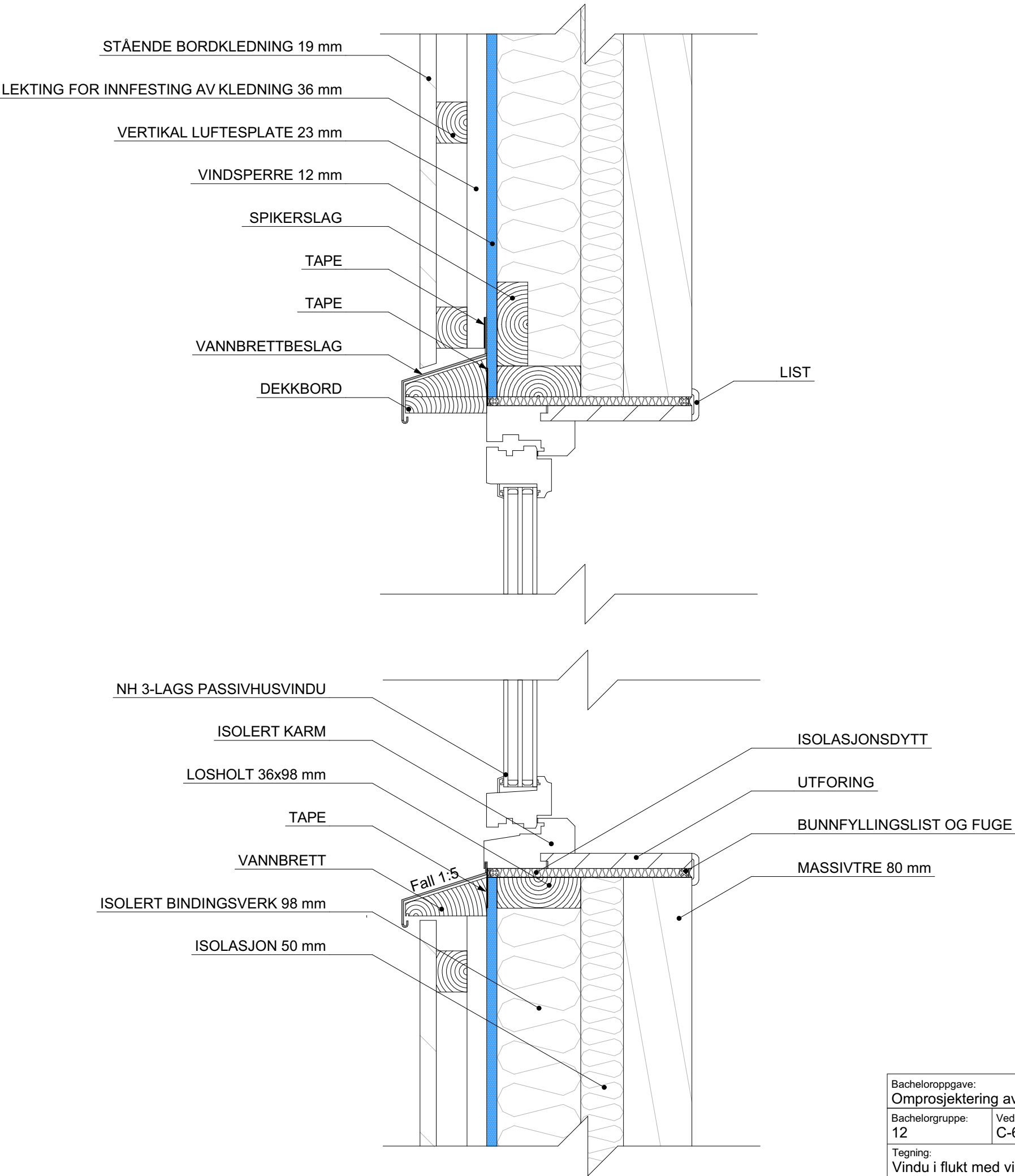
Bacheloroppgave: Omprosjektering av en moderne enebolig prosjekert i bindingsverk til massivtre			
Bachelorgruppe: 12	Vedlegg: C-3	Prosjekt: Dråpen Moderne i massivtre	Dato 08.05.2021
Tegning: Overgang yttervegg/etasjeskiller			Målestokk 1:10



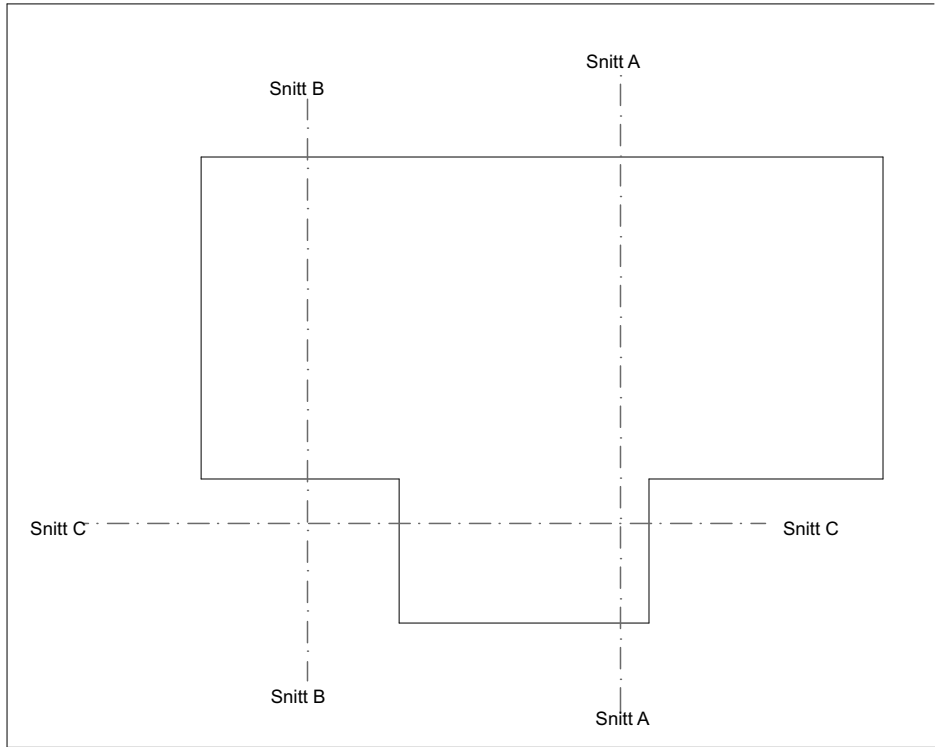
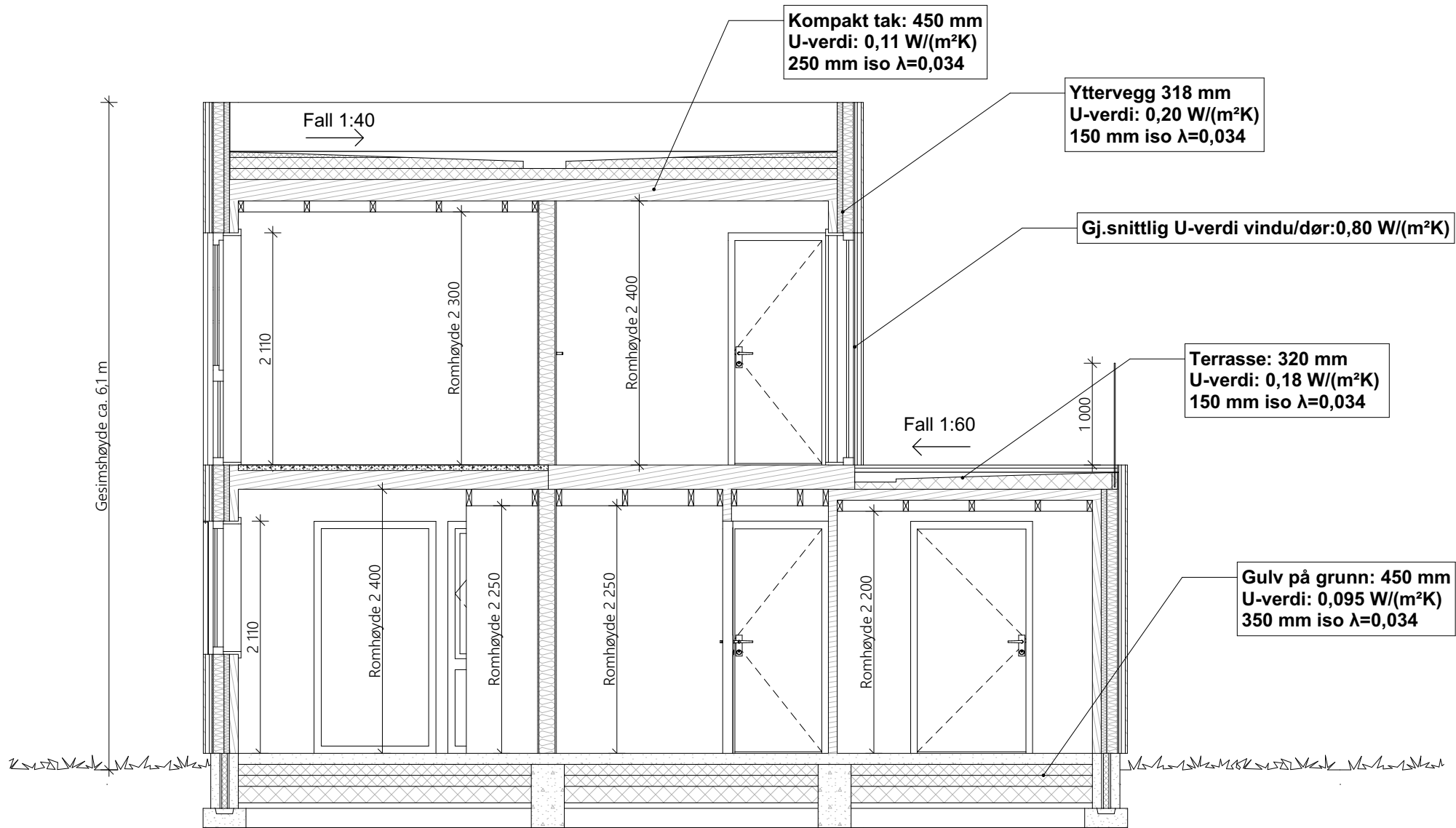
Bacheloroppgave: Omprosjektering av en moderne enebolig prosjekert i bindingsverk til massivtre			
Bachelorgruppe: 12	Vedlegg: C-4	Prosjekt: Dråpen Moderne i massivtre	Dato 08.05.2021
Tegning: Overgang yttervegg/tak			Målestokk 1:10



Bacheloroppgave: Omprosjektering av en moderne enebolig prosjekert i bindingsverk til massivtre			
Bachelorgruppe: 12	Vedlegg: C-5	Prosjekt: Dråpen Moderne i massivtre	Dato 08.05.2021
Tegning: Vindu inntrukket			Målestokk 1:5

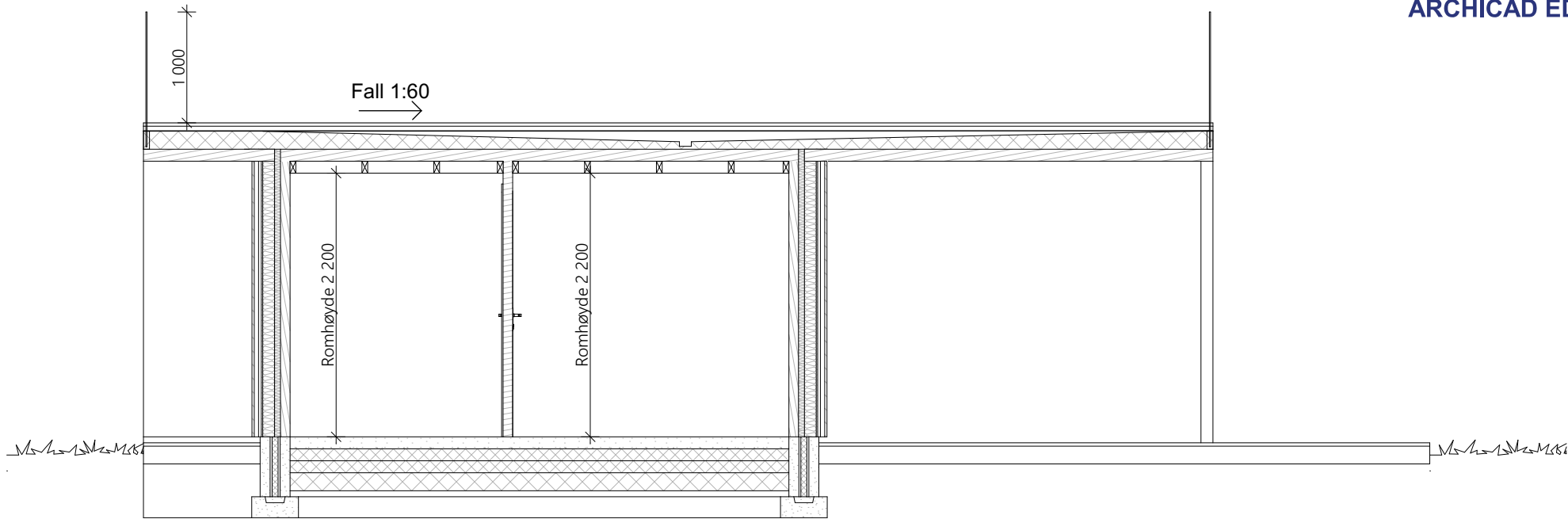


Bacheloroppgave: Omprosjektering av en moderne enebolig prosjekert i bindingsverk til massivtre			
Bachelorgruppe: 12	Vedlegg: C-6	Prosjekt: Dråpen Moderne i massivtre	Dato 08.05.2021
Tegning: Vindu i flukt med vindspærren			Målestokk 1:5

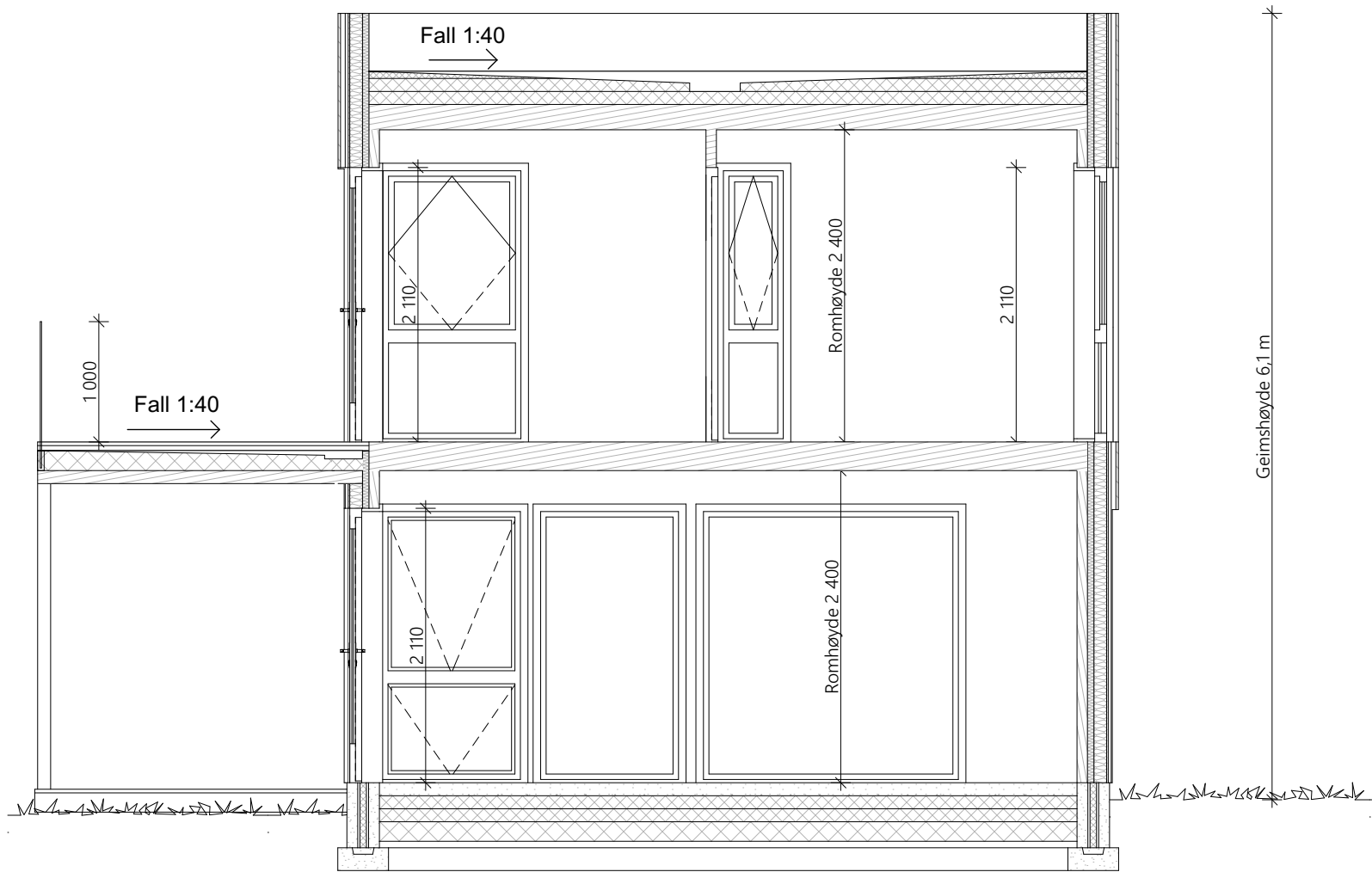


Bacheloroppgave: Omprosjektering av en moderne enebolig prosjektert i bindingsverk til massivtre			
Bachelorgruppe: 12	Vedlegg: C-7	Prosjekt: Dråpen Moderne i massivtre	Dato 08.05.2021
Tegning: Snitt A			Målestokk 1:50,

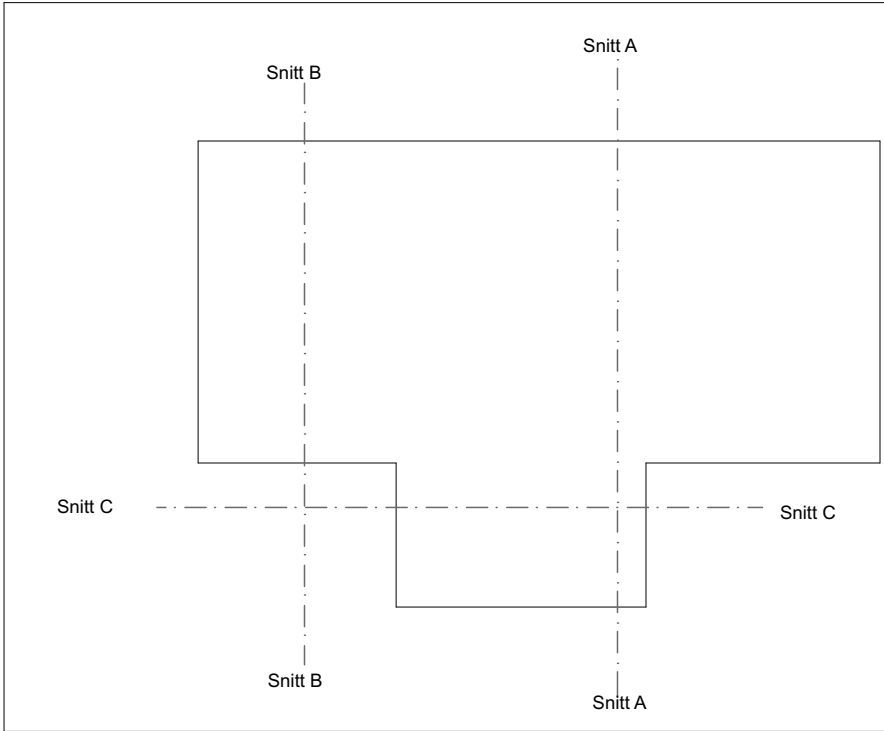




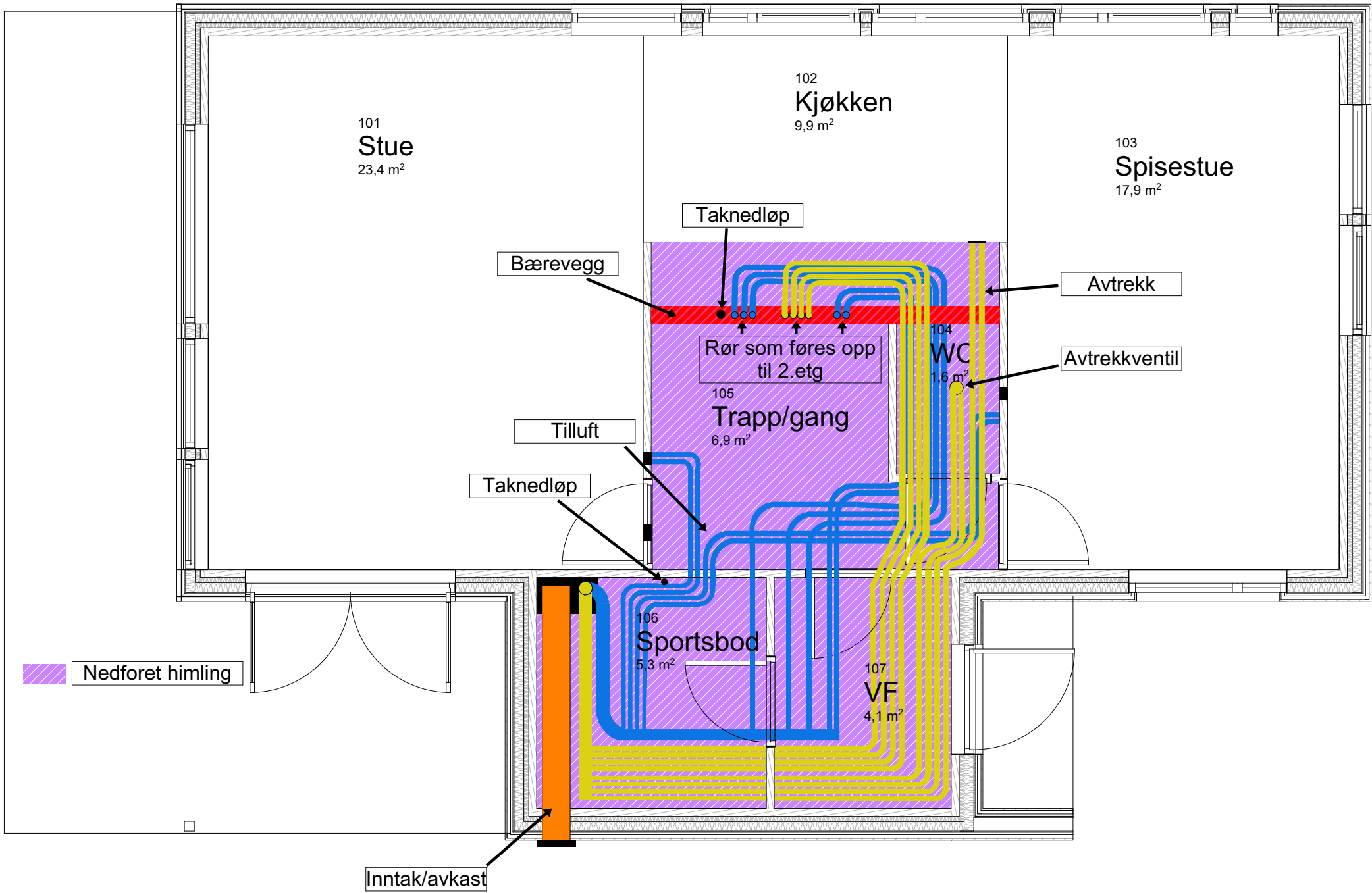
Snitt C  
1:50



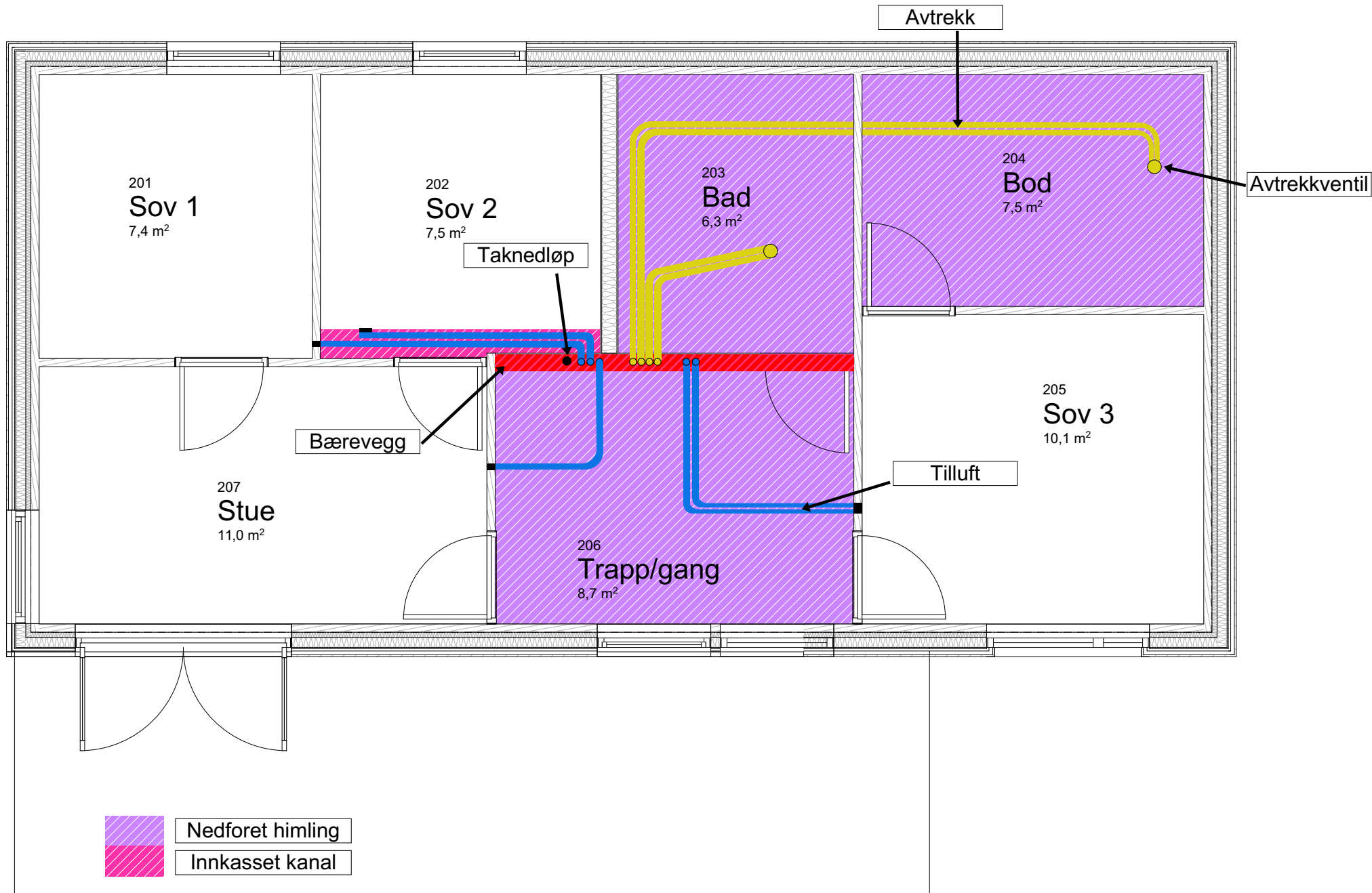
Snitt B  
1:50



Bacheloroppgave: Omprosjektering av en moderne enebolig prosjektert i bindingsverk til massivtre			
Bachelorgruppe: 12	Vedlegg: C-8	Prosjekt: Dråpen Moderne i massivtre	Dato 08.05.2021
Tegning: Snitt B og C			Målestokk 1:50



Bacheloroppgave: Omprosjektering av en moderne enebolig prosjekert i bindingsverk til massivtre			
Bachelorgruppe: 12	Vedlegg: C-9	Prosjekt: Dråpen Moderne i massivtre	Dato 10.05.2021
Tegning: Skisse av ventilasjon i 1.etg			Målestokk 1:50



Bacheloroppgave: Omprosjektering av en moderne enebolig prosjekert i bindingsverk til massivtre			
Bachelorgruppe: 12	Vedlegg: C-10	Prosjekt: Dråpen Moderne i massivtre	Dato 10.05.2021
Tegning: Skisse av ventilasjon i 2.etg			Målestokk 1:50

# **Vedlegg D: Beregninger**

- D-1: THERM
- D-2: TEK-sjekk med 150 mm plateisolasjon
- D-3: TEK-sjekk med 150 mm blåseisolasjon
- D-4: TEK-sjekk for Dråpen Moderne prosjektert i bindingsverk
- D-5: TEK-sjekk med 200 mm plateisolasjon
- D-6: TEK-sjekk med blåseisolasjon og mer isolasjon i taket
- D-7: Prisoverslag av ytterveggløsninger

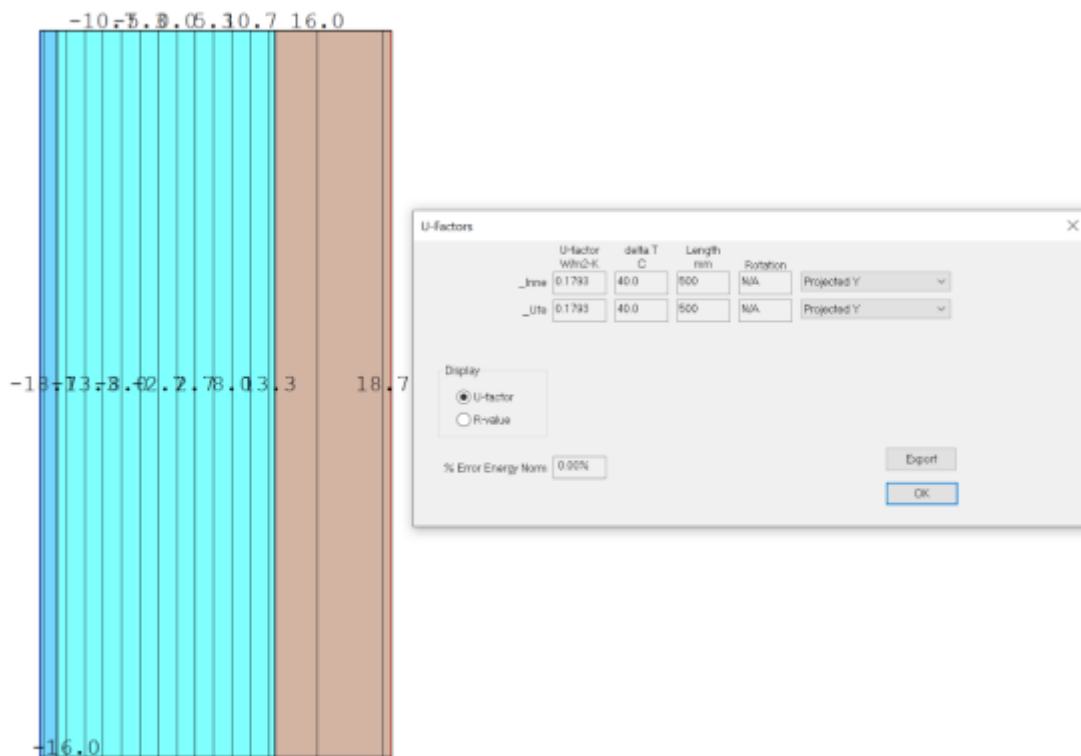
## Vedlegg D-1

### Resultat fra THERM

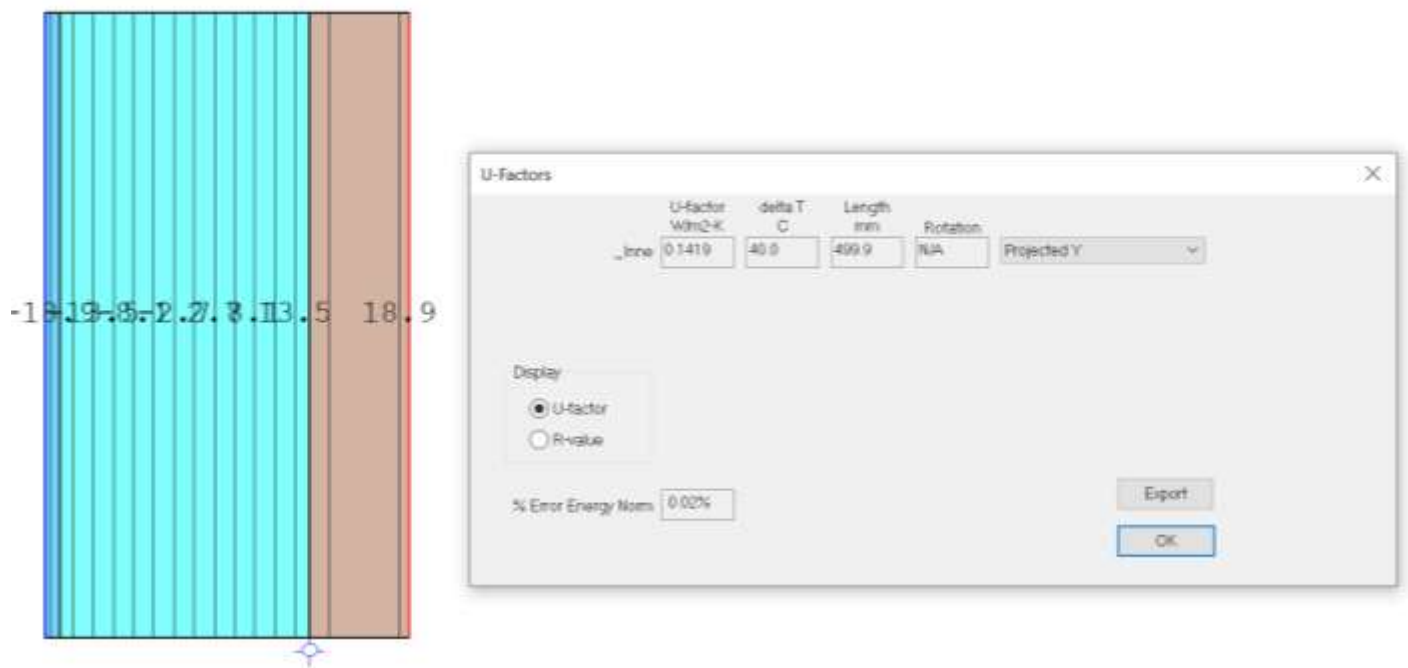
- 1 Gjennomgående ytterveggløsning med kontinuerlig isolasjon - 150 mm trykkfastisolasjon
- 2 Gjennomgående ytterveggløsning med kontinuerlig isolasjon – 200 mm trykkfastisolasjon
- 3 Gjennomgående ytterveggløsning med påføring - 150mm blåseisolasjon
- 4 Gjennomgående ytterveggløsning med påføring - 150mm isolasjon
- 5 Gjennomgående ytterveggløsning med påføring - 200 mm blåseisolasjon
- 6 Gjennomgående ytterveggløsning med påføring - 200 mm isolasjon
- 7 Todelt ytterveggløsning - 150mm blåseisolasjon
- 8 Todelt ytterveggløsning - 150mm isolasjon
- 9 Todelt ytterveggløsning - 200mm blåseisolasjon
- 10 Todelt ytterveggløsning - 200mm isolasjon
- 11 Plate på mark – 350 mm isolasjon
- 12 Tak – 250 mm isolasjon
- 13 Tak – 350 mm isolasjon
- 14 Takterrasse



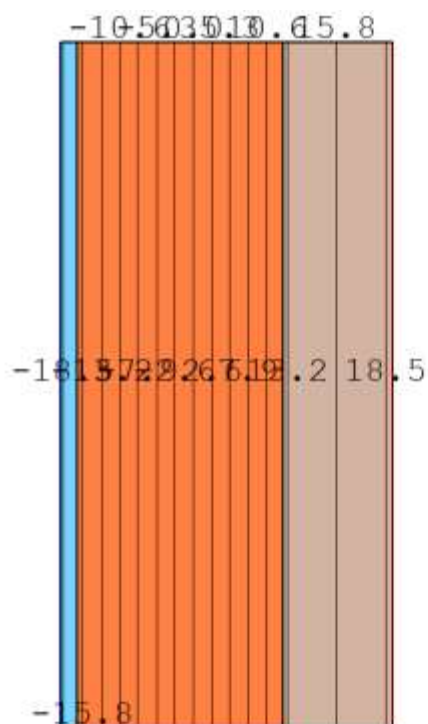
## 1 Gjennomgående ytterveggløsning med kontinuerlig isolasjon - 150 mm trykkfastisolasjon



## 2 Gjennomgående ytterveggløsning med kontinuerlig isolasjon – 200 mm trykkfastisolasjon



### 3 Gjennomgående ytterveggløsning med påføring - 150mm blåseisolasjon



U-Factors

	U-factor W/m <sup>2</sup> -K	delta T C	Length mm	Rotation	
_Inne	0.2222	40.0	500	N/A	Projected Y
_Ute	0.2222	40.0	500	N/A	Projected Y

Display

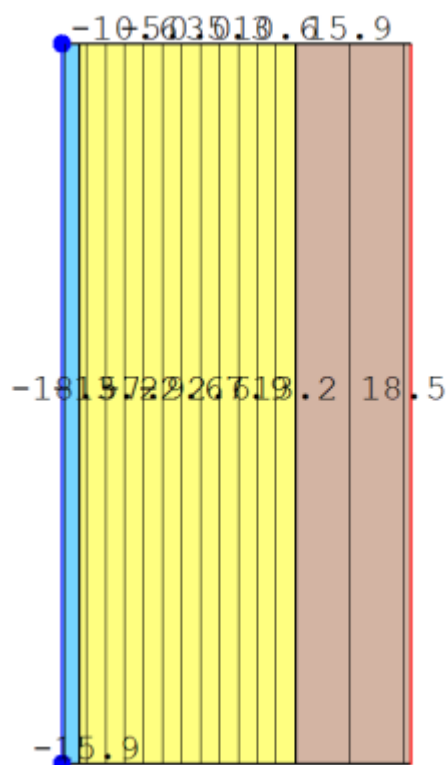
☒ U-factor  
☐ R-value

% Error Energy Norm 0.00%

Export

OK

### 4 Gjennomgående ytterveggløsning med påføring - 150mm isolasjon



U-Factors

	U-factor W/m <sup>2</sup> -K	delta T C	Length mm	Rotation	
_Inne	0.2111	40.0	500	N/A	Projected Y
_Ute	0.2111	40.0	500	N/A	Projected Y

Display

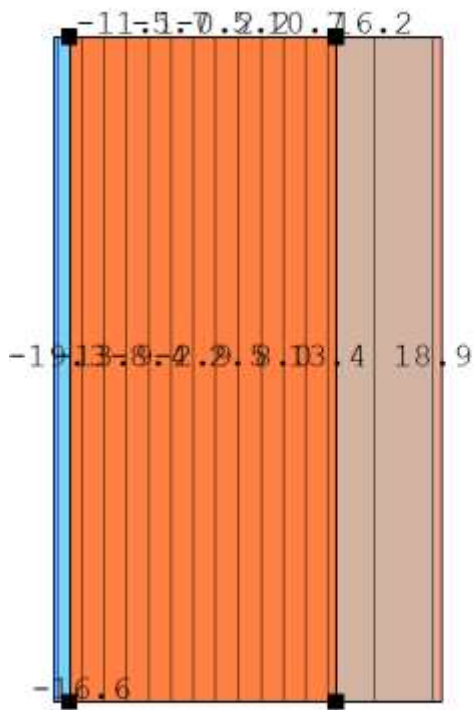
☒ U-factor  
☐ R-value

% Error Energy Norm 0.00%

Export

OK

## 5 Gjennomgående ytterveggløsning med påforing - 200 mm blåseisolasjon



U-Factors

	U-factor W/m <sup>2</sup> -K	delta T C	Length mm	Rotation	
_Inne	0.1621	40.0	500	N/A	Projected Y
_Ute	0.1621	40.0	500	N/A	Projected Y

Display

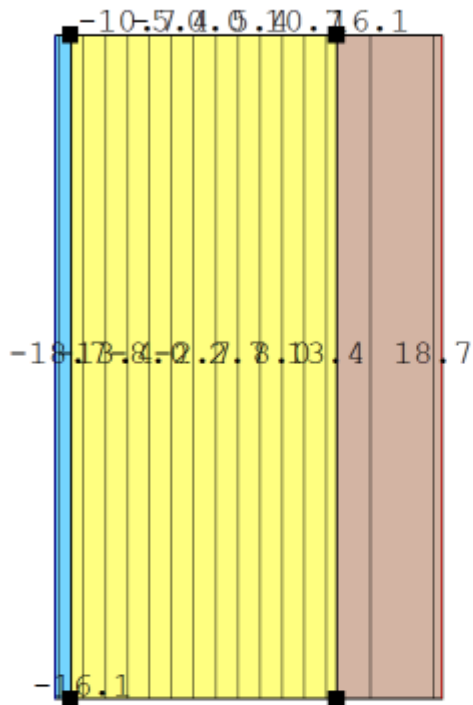
☒ U-factor  
☐ R-value

% Error Energy Norm 0.00%

Export

OK

## 6 Gjennomgående ytterveggløsning med påforing - 200 mm isolasjon



U-Factors

	U-factor W/m <sup>2</sup> -K	delta T C	Length mm	Rotation	
_Inne	0.1687	40.0	500	N/A	Projected Y
_Ute	0.1687	40.0	500	N/A	Projected Y

Display

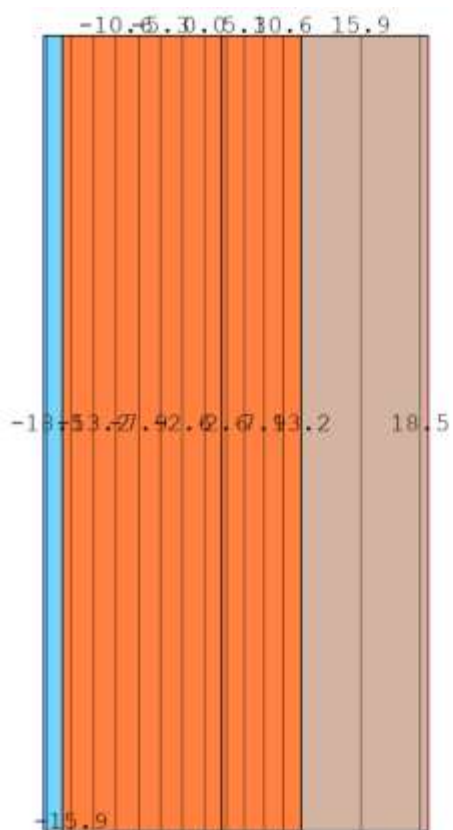
☒ U-factor  
☐ R-value

% Error Energy Norm 0.00%

Export

OK

## 7 Todelt ytterveggløsning - 150mm blåseisolasjon



U-factors

	U-factor W/m <sup>2</sup> -K	delta T C	Length mm	Rotation	
_Inne	0.2125	40.0	500	N/A	Projected Y
_Ute	0.2125	40.0	500	N/A	Projected Y

Display  
☒ U-factor  
☐ R-value

% Error Energy Norm 0.00%

Export  
OK

## 8 Todelt ytterveggløsning - 150mm isolasjon



U-factors

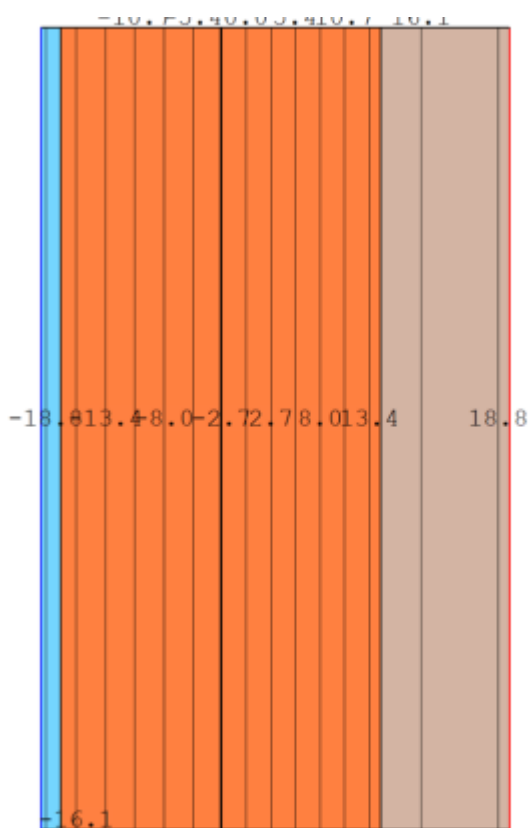
	U-factor W/m <sup>2</sup> -K	delta T C	Length mm	Rotation	
_Inne	0.1993	40.0	500	N/A	Projected Y
_Ute	0.1993	40.0	500	N/A	Projected Y

Display  
☒ U-factor  
☐ R-value

% Error Energy Norm 0.00%

Export  
OK

## 9 Todelt ytterveggsløsning - 200mm blåseisolasjon



U-Factors

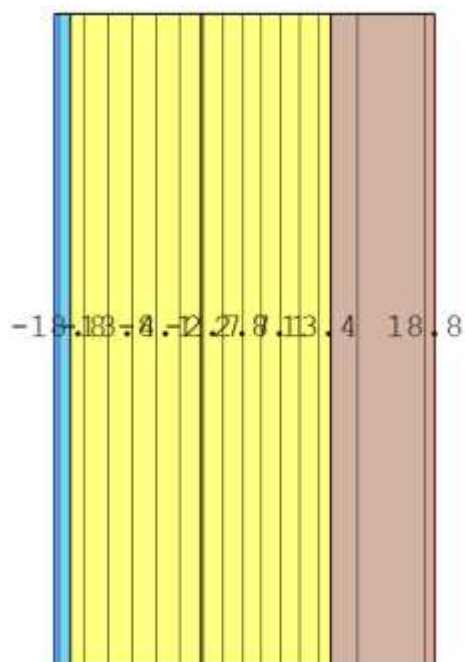
	U-factor W/m <sup>2</sup> -K	delta T °C	Length mm	Rotation	Projected Y
_Inne	0.1661	40.0	500	N/A	Projected Y
_Ute	0.1661	40.0	500	N/A	Projected Y

Display: ☒ U-factor ☐ R-value

% Error Energy Norm: 0.00%

Buttons: Export, OK

## 10 Todelt ytterveggsløsning - 200mm isolasjon



U-Factors

	U-factor W/m <sup>2</sup> -K	delta T °C	Length mm	Rotation	Projected Y
_Inne	0.1541	40.0	500	N/A	Projected Y
_Ute	0.1541	40.0	500	N/A	Projected Y

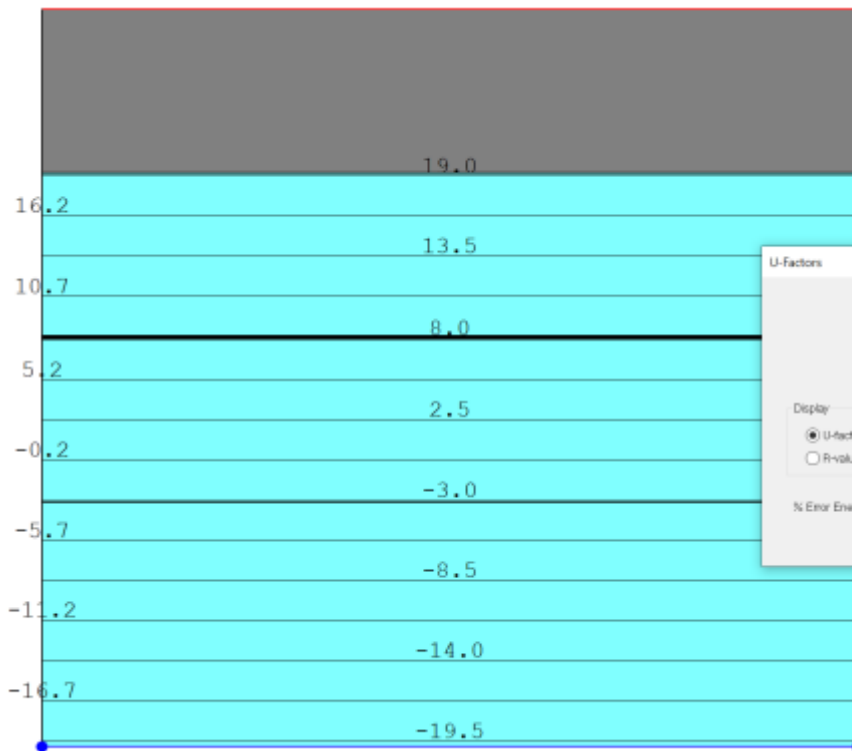
Display: ☒ U-factor ☐ R-value

% Error Energy Norm: 0.00%

Buttons: Export, OK



## 11 Plate på mark – 350 mm isolasjon



U-Factors

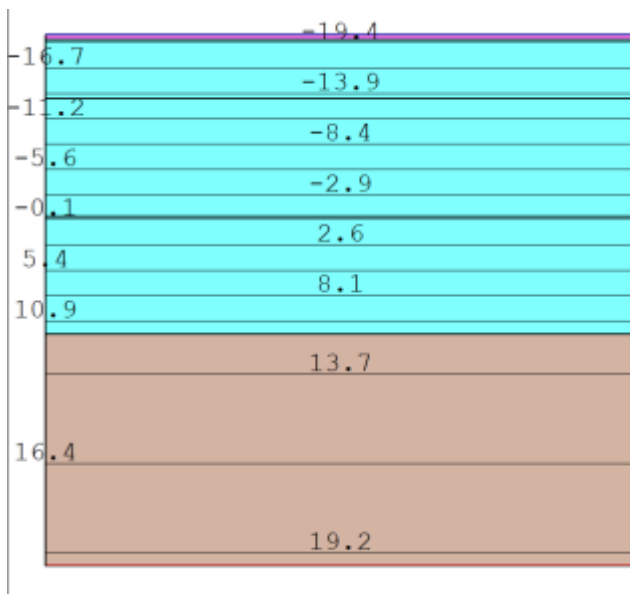
	U-factor W/m <sup>2</sup> ·K	delta T °C	Length mm	Rotation	
_Inne	0.0947	40.0	500	N/A	Projected X
_Inne	0.0947	40.0	500	N/A	Projected X

Display  
☒ U-factor  
☐ R-value

% Error Energy Norm 0.00%

Export  
OK

## 12 Tak – 250 mm isolasjon



U-Factors

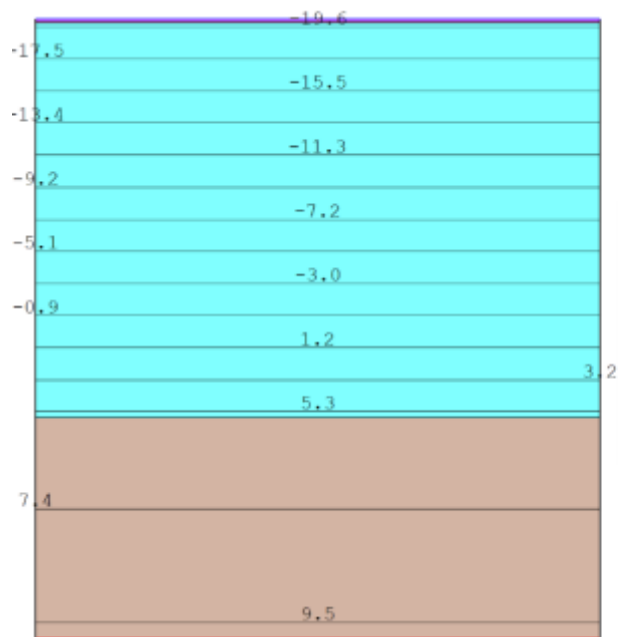
	U-factor W/m <sup>2</sup> ·K	delta T °C	Length mm	Rotation	
_Inne	0.1095	40.0	500	N/A	Projected X
_Ute	0.1095	40.0	500	N/A	Projected X

Display  
☒ U-factor  
☐ R-value

% Error Energy Norm 0.00%

Export  
OK

### 13 Tak – 350 mm isolasjon



U-Factors

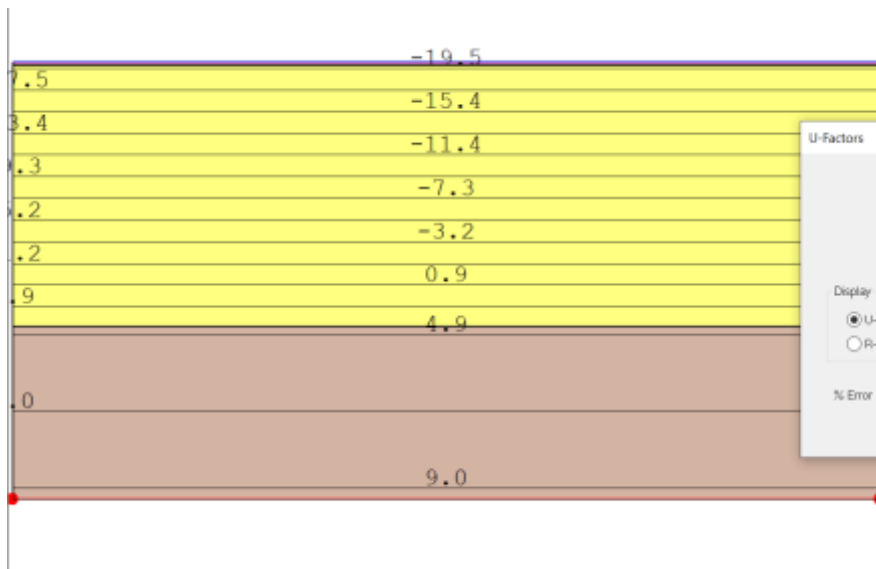
	U-factor W/m <sup>2</sup> -K	delta T C	Length mm	Rotation	Projected X
_Inne	0.3528	30.0	500	N/A	Projected X
_Ute	0.3528	30.0	500	N/A	Projected X

Display  
☒ U-factor  
☐ R-value

% Error Energy Norm 0.00%

Export  
OK

### 14 Takterrasse



U-Factors

	U-factor W/m <sup>2</sup> -K	delta T C	Length mm	Rotation	Projected X
_Inne	0.1845	30.0	500	N/A	Projected X
_Ute	0.1845	30.0	500	N/A	Projected X

Display  
☒ U-factor  
☐ R-value

% Error Energy Norm 0.00%

Export  
OK

D-2: TEK-sjekk for Dråpen Moderne prosjektert i massivtre, med plateisolasjon

## Boligen oppfyller kriteriene i TEK17 §14 fullstendig kontroll (alle bygg).

1: GENERELT	Beskrivelse av bygning:	21-Dråpen massivtre med plateisolasjon			Utførende	Kunde / byggherre / referanse:	Norges hus hovedkontor
	Bygningskategori:	Småhus: Enebolig				Beregningen utført av firma:	NTNU
Type beregning	Type kontrollberegning:	TEK17 §14 fullstendig kontroll (alle bygg)			Ytre klima	Beregningen utført av person:	Gruppe 12
	Beregningen omfatter:	Hele bygningen				Lokalt klima:	Oslo
Tilleggsinfo.	Antall boenheter i bygget:	1	Byggeår:	2021	Vindeksponering:	Landlig   Lave trær / boligstrøk / jordbruk	
	Ev. matrikkelinfo:				Jordart:	Sand og grus	

2: BYGNINGEN				Dokumentasjon / kommentar	
Dimensjoner	Oppvarmet del av bruksareal, BRA	132	m <sup>2</sup>	BRA for bygningskomplekset er 132 m <sup>2</sup>	
	Oppvarmet luftvolum	298	m <sup>3</sup>		
	Eksponert omkrets	40,8	m		
Bygningskropp	Normalisert kuldebroverdi, $\psi$ "	0,03	W/(m <sup>2</sup> K)		
	Lekkasjetall (lekkasjetest), $n_{50}$	1	Luftomsetninger / time, ved 50 Pa		
	Bygningens varmekapasitet	32	Wh/(m <sup>2</sup> K)		
Ventilasjon	Ventilasjonsprinsipp	Mek. balansert			
	Luftmengde, dagtid	1,2	(m <sup>3</sup> /h)/m <sup>2</sup> = 158 m <sup>3</sup> /h.	Spesifikk vifteeffekt (SFP), dagtid: 1,5	kW/(m <sup>3</sup> /s)
	Luftmengde, natt / helg	som over		Spesifikk vifteeffekt (SFP), natt / helg: som over	kW/(m <sup>3</sup> /s)
	Varmegjenvinning, virkningsgrad	80 %	Oppgitt virkningsgrad gjelder for: Varmeveksleren (EN 308)		
	Varmegjenvinner, frostsikring	-10	°C		
Klimatisering	Styring av tilluftstemperatur	18°C	Driftsdata (driftstid, internlast, settpunkter): standard		
	Type kjøling (mekanisk eller lufting)	Vinduslufting	Arealandel vinduer som kan åpnes: 60 %		
	Nattsinking (utenom driftstid)	Ja			
Belysning	Styring av belysning	Vanlig manuell			
	Ønsket lysstyrke	300	Lux	1,95	W/m <sup>2</sup>

3: KONSTRUKSJONSTYPER		Beskrivelse	U-verdi W/(m²K)	Ekstra motstand +ΔR, (m²K)/W	Type kledning (hulrom, farge)	Dokumentasjon / kommentar
Yttervegg mot friluft		Todelt ytterveggløsning, med massivtre som innvendig bæring	0,203	-	Ventilert, lys	lambda=0,034
Golv på grunnen		NH Plate på mark 350mm med delt ringmur	0,095	(+jord)	-	lambda=0,034
Flatt tak mot friluft		Massivtre flatt tak 250mm	0,110	-	Uventilert, mør	lambda=0,034

4: TYPER VINDU / DØR		U-verdi W/(m²K)	Lysåpning F, %	Glass lystransmisjon / solfaktor LT% / g%	Solskjerming type	Solskjerming Te% / Re%	Vindussmyg ↑ [↔] ↓ [↔]	Dokumentasjon / kommentar
NH 2-Lags vindu		1,200	80 %	80/63	Fast (inne)	19/67	0.1/1;0.1/1	
NH 3-Lags vindu		0,900	80 %	73/57	Fast (inne)	07/47	0.1/1;0.1/1	Gjennomsnittlig u-verdi vindu/dør
NH 3-lags passivhus vindu		0,800	80 %	65/46	Fast (inne)	19/67	0,1/2;0,1/1	
NH Ytterdør Indus std		1,000		-	-	-	-	

5: FASADER / BYGNINGSKROPPEN		Himmelretning (grader fra N.)	Bruttoareal m²	Vindus-/dørtype	Vindu/dør m²	Horisonten grader	Utspring ↑ [↔] ↓ [↔]	Dokumentasjon / kommentar
VeggN	Yttervegg mot friluft	N (0°)	35,6	NH 3-Lags vindu	6,90	10°	0	
VeggS	Yttervegg mot friluft	S (180°)	35,6	NH 3-Lags vindu	12,20	10°	0	
VeggØ	Yttervegg mot friluft	Ø (90°)	60	NH 3-Lags vindu	17,30	10°	0	
VeggV	Yttervegg mot friluft	V (270°)	60	NH 3-Lags vindu	14,30	10°	0	
Golv	Golv på grunnen	-	75,2	-	-	-	-	
Tak	Flatt tak mot friluft	-	64,7			10°	0	

6: ENERGIFORSYNING		Andel last dekket	Dokumentasjon / kommentarer
Energivare	Systemtype (grunnforsyning øverst i listen, topplast-forsyning nederst)		
Biobrensel	Vedovn, peisovn eller lukket peisinnsats (i bolig med balansert ventilasjon)	rest	NS 3031 Tillegg B (ηv=0,63.)
Elektrisitet	Helelektrisk bygning (termostatstyrte elektriske radiatorer, varmtvannsbereider, varmebatteri, forbruksstrøm)	100 %	

**Bygning / prosjekt:** 21-Dråpen massivtre med plateisolasjon. Kunde/ref: Norgeshus hovedkontor.  
**Type beregning:** TEK17 §14 fullstendig kontroll (alle bygg). Hele bygningen (småhus: enebolig) er beregnet.

### NETTO ENERGIBEHOV (normalklima)

Energipost	Energibehov kWh/år	Spesifikk behov kWh/(m²år)
Romoppvarming	6150	46,6
Ventilasjonsvarme	359	2,7
Varmtvann	3931	29,8
Vifter	578	4,4
Pumper	-	-
Belysning	1503	11,4
Teknisk utstyr	2313	17,5
Romkjøling	-	-
Ventilasjonskjøling	-	-
Sum denne bygning:	14834	112
Krav i TEK17 §14-2(1) ≤	-	112
	-	-

### VARMETAPSBUDSJETT

Varmetapspost	Netto areal m²	U-verdi [W/m²K]			Varmetap [(W/K)/m²]	
		Denne bygning	TEK17 §14-2(2) energiltak	TEK17 §14-3(1a) minstekrav	Denne bygning	TEK17 §14-2(2) krav
Vegger	140,5	0,203	0,18	0,22	0,216	0,216
Tak	64,7	0,110	0,13	0,18	0,054	0,064
Gulv	75,2	0,087	0,10	0,18	0,049	0,057
Vinduer & dører	50,7	0,900	0,80	1,20	0,346	0,200
Kuldebro	132,0	ψ=0,03	ψ=0,05	-	0,030	0,050
Infiltrasjon	-	η <sub>50</sub> =1	η <sub>50</sub> =0,6	η <sub>50</sub> =1,5	0,052	0,031
Ventilasjon	-	η <sub>air</sub> ≈79,9%	η <sub>air</sub> ≈80%	-	0,079	0,079
Bygningens varmetapstall, H" [(W/K)/m²]:					0,830	0,700
					-	-

### ENERGIFORSYNING (normalklima)

Energivare	Lvert energi kWh/år	Spesifikk lvert kWh/(m²år)	Dekningsgrad varmebehov
Direktevirkende el.	8779	67,0	41,1 %
El. til VP & solenergi	-	-	-
Olje	-	-	-
Gas	-	-	-
Fjernvarme	-	-	-
Biobrensel	9818	74,0	58,9 %
Annen fornybar	-	-	-
Sum denne bygning:	18597	141	100,0 %
	-	-	-
	-	-	-

### Tilleggsinfo, dekningsgrad pr energisystem (normalklima)

Energisystem	Dekning av netto energibehov, kWh/år						Dekningsgrad av egen last	System- virkningsgrad
	Romoppv.	Vent.varme	Varmtvann	Romkjøling	Vent.kjøøl.	El.spesifikt		
Biobrensel	6150	-	-	-	-	-	100 %	0,63
Elektrisitet	0	359	3931	-	-	4394	59 %	0,99
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total behov:	6150	359	3931	-	-	4394	-	-

### SAMMENDRAG

**Inndata:** Mangler dokumentasjon for normalisert kuldebroverdi. Dette kreves når du oppgir lavere verdi enn standardverdiene i NS 3031.

**Energi:** Boligen må ha skorstein, ettersom den mangler vannbåren oppvarming (romoppvarming/ventilasjonsvarme), og 49 Wh/m²år oppvarming overskrider passivhus-kravet på ≤ 21 Wh/m²år; jf. TEK17 §14-4(4).  
 ► Boligen oppfyller kriteriene i TEK17 §14 fullstendig kontroll (alle bygg).  
 CO<sub>2</sub> utslipp cirka 27 kg/m² pr år ved lokalklima.

**Miljø:**

**Inneklima:** Boligen kan periodevis få stort solvarmetilskudd på fasader mot Øst/Sør/Vest. Dette kan løses med bedre/mer solskjerming.  
 Innetemperatur overskrider komfortgrensen 107 timer i brukstiden i løpet av året, selv med vinduslufing (Inneklimakategori II i EN 15251:2007 §A.2) \*  
 - Høyeste operativ innetemperatur i brukstiden i løpet av året er 31,3°C (ved utetemperatur 29,8°C, kl.19:00 i juni), med vinduslufing. \*  
 \*) Det antas en væravhengig komfort-innetemperatur (ref. EN 15251:2007 §A.2) ved vinduslufing.

**Dagslys:** Estimert arealmidlet dagslysfaktor i randsone Nord=0,4%; Øst=0,4%; Sør=0,4%; Vest=0,4%; dvs. cirka 0% av BRA har en dagslysfaktor på minst 2%.  
 - Boligen får lite dagslys i minst en sone. Øk vindusareal i gjeldende sone(r). Minstekrav til dagslysfaktor er >2%. Anbefalt verdi er >2,5%; arbeid uten belysning bør ha 5%.  
 - Total glassareal (ekskl. karm) utgjør 30,7% av BRA.



## Dokumentasjon av kontrollberegning i henhold til NS 3031:2014

Bygningsbeskrivelse, adresse:	21-Dråpen massivtre med plateisolasjon	Byggeår 2021. Kunde/ref: Norges hus hovedkontor
Lokalt klima:	Oslo	(Landlig   Lave trær / boligstrøk / jordbruk)
Type kontrollberegning:	TEK17 §14 fullstendig kontroll (alle bygg)	Hele bygningen er beregnet
Beregning utført av:	NTNU	v/ Gruppe 12

### SENTRALE INNDATA FOR ENERGIBEREGNINGEN, dokumentert iht. NS 3031:2014 Tillegg J:

Størrelser	Inndata	Dokumentasjon
Bygningskategori	Småhus	Enebolig (1 boenhet)
Arealer [m²]	Yttervegger	140 m²
	Tak	65 m²
	Gulv	75 m²
	Vinduer, dører, og glassfelt	51 m²
Oppvarmet del av BRA ( $A_{\text{O}}$ ) [m²]	132 m²	-
Oppvarmet luftvolum ( $V$ ) [m³]	298 m³	-
U-verdi for bygningsdeler [W/(m²·K)]	Yttervegger	0,2 W/(m²K)
	Tak	0,11 W/(m²K)
	Gulv	0,09 W/(m²K)
	Vinduer, dører, og glassfelt	0,9 W/(m²K)
Arealandel for vinduer, dører og glassfelt, som % av BRA ( $\gamma_{\text{sol}}$ )	38 %	-
Normalisert kuldebroverdi ( $\psi'$ ) [W/(m²·K)]	0,03	-
Normalisert varmekapasitet ( $C'$ ) [Wh/(m²·K)]	32	-
Lekkasjetall ( $n_{50}$ ) [1/h]	1	-
Temperaturvirkningsgrad ( $\eta_T$ ) for varmeveksler	80,0 %	-
Årsmiddel temperaturvirkningsgrad for varmegjenvinner pga. frostsikring (men ikke tillufttemperatur-styring)	79,9 %	Avkast>-10°C, Tilluft=18°C.
Spesifikk vifteeffekt (SFP) relatert til luftmengder, i driftstiden [kW/(m³/s)]	1,5	Mek. balansert ventilasjon
Spesifikk vifteeffekt (SFP) relatert til luftmengder, utenom driftstiden [kW/(m³/s)]	-	-
Gjennomsnittlig spesifikk mekanisk ventilasjonsluftmengde i driftstiden ( $V_{\text{ov}}/A_{\text{O}}$ ) [(m³/h)/m²]	1,2	Luftlekkasjer (dvs. infiltrasjon) utgjør ca. 0,16 (m³/h)/m² i tillegg
Gjennomsnittlig spesifikk mekanisk ventilasjonsluftmengde utenom driftstiden ( $V_{\text{ov}}/A_{\text{O}}$ ) [(m³/h)/m²]	-	-
Årsgjennomsnittlig systemvirkningsgrad for oppvarmingsystemet	74 %	-
Installert effekt for romoppvarming og ventilasjonsvarme (varmebatteri) [W/m²]	43,9	med nattsenkning
Settpunkt-temperaturer for romoppvarming [°C]	21 (19 om natten)	Ventilasjonsluft settpunkt: 18/18°C sommer/vinter
Årsgjennomsnittlig effektfaktor for kjølesystemet	-	-
Installert effekt for romkjøling og ventilasjonskjøling [W/m²]	-	-
Settpunkt-temperaturer for kjøling [°C]	-	-
Spesifikk pumpeeffekt (SPP) [kW/(t/s)]	-	ingen pumper
Driftstid for oppvarming, kjøling, lys, utstyr, varmtvann / ventilasjon / personer	16 / 24 / 24 timer/døgn	Hhv. 7 døgn/uke og 52 uker/år, jf. NS 3031
Spesifikk effektbehov for belysning i driftstiden [W/m²]	1,95	J.fr. NS 3031 Tillegg A
Spesifikk varmetilskudd fra belysning i driftstiden ( $q''_{\text{lys}}$ ) [W/m²]	1,95	J.fr. NS 3031 Tillegg A
Spesifikk effektbehov for utstyr i driftstiden [W/m²]	3,00	J.fr. NS 3031 Tillegg A
Spesifikk varmetilskudd fra utstyr i driftstiden ( $q''_{\text{uts}}$ ) [W/m²]	1,80	J.fr. NS 3031 Tillegg A
Spesifikk effektbehov for varmtvann i driftstiden ( $q''_{\text{w}}$ ) [W/m²]	5,10	J.fr. NS 3031 Tillegg A
Spesifikk varmetilskudd fra varmtvann i driftstiden [W/m²]	0,00	J.fr. NS 3031 Tillegg A
Spesifikk varmetilskudd fra personer i driftstiden ( $q''_{\text{pers}}$ ) [W/m²]	1,50	J.fr. NS 3031 Tillegg A
Total solfaktor ( $g_T$ ) for vindu og solavskjerming (N/Ø/S/V/Tak)	0,41	Alle solbelastede fasader like. Fast (inne) solskjerming.
Gjennomsnittlig karmfaktor ( $F_F$ )	0,20	-
Solskjermingsfaktor pga. horisont, nære bygninger, vegetasjon, og eventuelle bygningsutspring	0,75	-

### KONKLUSJON FRA KONTROLLBEREGNINGEN:

► Boligen oppfyller kriteriene i TEK17 §14 fullstendig kontroll (alle bygg).

tirsdag 18. mai 2021

dato

underskrift

D-3: TEK-sjekk for Dråpen Moderne prosjektert i massivtre, med blåseisolasjon

## Boligen oppfyller ikke kriteriene i TEK17 §14 fullstendig kontroll (alle bygg).

1: GENERELT	Beskrivelse av bygning:	21-Dråpen massivtre med blåseisolasjon			Utførende	Kunde / byggherre / referanse:	Norges hus hovedkontor
	Bygningskategori:	Småhus: Enebolig				Beregningen utført av firma:	NTNU
Type beregning	Type kontrollberegning:	TEK17 §14 fullstendig kontroll (alle bygg)			Ytre klima	Beregningen utført av person:	Gruppe 12
	Beregningen omfatter:	Hele bygningen				Lokalt klima:	Oslo
Tilleggsinfo.	Antall boenheter i bygget:	1	Byggeår:	2021	Vindeksponering:	Landlig   Lave trær / boligstrøk / jordbruk	
	Ev. matrikkelinfo:					Jordart:	Sand og grus

2: BYGNINGEN				Dokumentasjon / kommentar	
Dimensjoner	Oppvarmet del av bruksareal, BRA	132	m <sup>2</sup>	BRA for bygningskomplekset er 132 m <sup>2</sup>	
	Oppvarmet luftvolum	298	m <sup>3</sup>		
	Eksponert omkrets	40,8	m		
Bygningskropp	Normalisert kuldebroverdi, $\psi$ "	0,03	W/(m <sup>2</sup> K)		
	Lekkasjetall (lekkasjetest), $n_{50}$	1	Luftomsetninger / time, ved 50 Pa		
	Bygningens varmekapasitet	32	Wh/(m <sup>2</sup> K)		
Ventilasjon	Ventilasjonsprinsipp	Mek. balansert			
	Luftmengde, dagtid	1,2	(m <sup>3</sup> /h)/m <sup>2</sup> = 158 m <sup>3</sup> /h.	Spesifikk vifteeffekt (SFP), dagtid: 1,5	kW/(m <sup>3</sup> /s)
	Luftmengde, natt / helg	som over		Spesifikk vifteeffekt (SFP), natt / helg: som over	kW/(m <sup>3</sup> /s)
	Varmegjenvinning, virkningsgrad	80 %	Oppgitt virkningsgrad gjelder for: Varmeveksleren (EN 308)		
	Varmegjenvinner, frostsikring	-10	°C		
Klimatisering	Styring av tilluftstemperatur	18°C	Driftsdata (driftstid, internlast, settpunkter)		standard
	Type kjøling (mekanisk eller lufting)	Vinduslufting	Arealandel vinduer som kan åpnes:		60 %
	Nattsinking (utenom driftstid)	Ja			
Belysning	Styring av belysning	Vanlig manuell			
	Ønsket lysstyrke	300	Lux	1,95	W/m <sup>2</sup>

3: KONSTRUKSJONSTYPER		Beskrivelse	U-verdi W/(m²K)	Ekstra motstand +ΔR, (m²K)/W	Type kledning (hulrom, farge)	Dokumentasjon / kommentar
Yttervegg mot friluft		Todelt ytterveggløsning, med massivtre som innvendig bæring	0,213	-	Ventilert, lys	lambda=0,038
Golv på grunnen		NH Plate på mark 350mm med delt ringmur	0,095	(+jord)	-	lambda=0,034
Flatt tak mot friluft		Massivtre flatt tak 250mm	0,110	-	Uventilert, mør	lambda=0,034

4: TYPER VINDU / DØR		U-verdi W/(m²K)	Lysåpning F, %	Glass lystransmisjon / solfaktor LT% / g%	Solskjerming type	Solskjerming Te% / Re%	Vindussmyg ↑ [↔] ↓ [↔]	Dokumentasjon / kommentar
NH 2-Lags vindu		1,200	80 %	80/63	Fast (inne)	19/67	0.1/1;0.1/1	
NH 3-Lags vindu		0,900	80 %	73/57	Fast (inne)	07/47	0.1/1;0.1/1	Gjennomsnittlig u-verdi vindu/dør
NH 3-lags passivhus vindu		0,800	80 %	65/46	Fast (inne)	19/67	0,1/2;0,1/1	
NH Ytterdør Indus std		1,000		-	-	-	-	

5: FASADER / BYGNINGSKROPPEN		Himmelretning (grader fra N.)	Bruttoareal m²	Vindus-/dørtype	Vindu/dør m²	Horisonten grader	Utspring ↑ [↔] ↓ [↔]	Dokumentasjon / kommentar
VeggN	Yttervegg mot friluft	N (0°)	35,6	NH 3-Lags vindu	6,90	10°	0	
VeggS	Yttervegg mot friluft	S (180°)	35,6	NH 3-Lags vindu	12,20	10°	0	
VeggØ	Yttervegg mot friluft	Ø (90°)	60	NH 3-Lags vindu	17,30	10°	0	
VeggV	Yttervegg mot friluft	V (270°)	60	NH 3-Lags vindu	14,30	10°	0	
Golv	Golv på grunnen	-	75,2	-	-	-	-	
Tak	Flatt tak mot friluft	-	64,7			10°	0	

6: ENERGIFORSYNING		Andel last dekket	Dokumentasjon / kommentarer
Energivare	Systemtype (grunnforsyning øverst i listen, topplast-forsyning nederst)		
Biobrensel	Vedovn, peisovn eller lukket peisinnsats (i bolig med balansert ventilasjon)	rest	NS 3031 Tillegg B (ηv=0,63.)
Elektrisitet	Helelektrisk bygning (termostatstyrte elektriske radiatorer, varmtvannsbereder, varmebatteri, forbruksstrøm)	100 %	

**Bygning / prosjekt:** 21-Dråpen massivtre med blåseisolasjon. Kunde/ref: Norges hus hovedkontor.  
**Type beregning:** TEK17 §14 fullstendig kontroll (alle bygg). Hele bygningen (småhus: enebolig) er beregnet.

#### NETTO ENERGIBEHOV (normalklima)

Energipost	Energibehov kWh/år	Spesifikt behov kWh/(m²år)
Romoppvarming	6278	47,6
Ventilasjonsvarme	360	2,7
Varmtvann	3931	29,8
Vifter	578	4,4
Pumper	-	-
Belysning	1503	11,4
Teknisk utstyr	2313	17,5
Romkjøling	-	-
Ventilasjonskjøling	-	-
Sum denne bygning:	14963	113
Krav i TEK17 §14-2(1) ≤	-	112
	-	-

#### VARMETAPSBUDSJETT

Varmetapspost	Netto areal m²	U-verdi [W/m²K]			Varmetap [(W/K)/m²]	
		Denne bygning	TEK17 §14-2(2) energitiltak	TEK17 §14-3(1a) minstekrav	Denne bygning	TEK17 §14-2(2) krav
Vegger	140,5	0,213	0,18	0,22	0,226	0,216
Tak	64,7	0,110	0,13	0,18	0,054	0,064
Gulv	75,2	0,087	0,10	0,18	0,049	0,057
Vinduer & dører	50,7	0,900	0,80	1,20	0,346	0,200
Kuldebro	132,0	ψ=0,03	ψ=0,05	-	0,030	0,050
Infiltrasjon	-	n <sub>50</sub> =1	n <sub>50</sub> =0,6	n <sub>50</sub> =1,5	0,052	0,031
Ventilasjon	-	η <sub>ar</sub> ≈79,9%	η <sub>ar</sub> ≈80%	-	0,079	0,079
Bygningens varmetapstall, H'' [(W/K)/m²]:					0,840	0,700
					-	-

#### ENERGIFORSYNING (normalklima)

Energivare	Lvert energi kWh/år	Spesifikk lvert kWh/(m²år)	Dekningsgrad varmebehov
Direktevirkende el.	8780	67,0	40,6 %
El. til VP & solenergi	-	-	-
Olje	-	-	-
Gas	-	-	-
Fjernvarme	-	-	-
Biobrensel	10022	76,0	59,4 %
Annen fornybar	-	-	-
Sum denne bygning:	18802	142	100,0 %
	-	-	-
	-	-	-

#### Tilleggsinfo, dekningsgrad pr energisystem (normalklima)

Energisystem	Dekning av netto energibehov, kWh/år						Dekningsgrad av egen last	System- virkningsgrad
	Romoppv.	Vent.varme	Varmtvann	Romkjøling	Vent.kjøl.	El.spesifikt		
Biobrensel	6278	-	-	-	-	-	100 %	0,63
Elektrisitet	0	360	3931	-	-	4394	58 %	0,99
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total behov:	6278	360	3931	-	-	4394	-	-

#### SAMMENDRAG

**Inndata:** Mangler dokumentasjon for normalisert kuldebroverdi. Dette kreves når du oppgir lavere verdi enn standardverdiene i NS 3031.  
- Bruk enten en standardverdi fra NS 3031, eller oppgi referanse til dokumentasjon/bilag med beregnet normalisert kuldebroverdi i kolonne "Dokumentasjon/kommentar".

**Energi:** Verken energirammen [TEK17 §14-2(1)] eller energitiltak [TEK17 §14-2(2)] er oppfylt.  
Boligen må ha skorstein, ettersom den mangler vannbåren oppvarming (romoppvarming/ventilasjonsvarme), og 50 Wh/m²år oppvarming overskrider passivhus-kravet på ≤ 21 Wh/m²år; jf. TEK17 §14-4(4).  
► Boligen oppfyller derfor ikke kriteriene i TEK17 §14 fullstendig kontroll (alle bygg).  
CO<sub>2</sub> utslipp cirka 27 kg/m² pr år ved lokalklima.

**Miljø:**

**Inneklima:** Boligen kan periodevis få stort solvarmetilskudd på fasader mot Øst/Sør/Vest. Dette kan løses med bedre/mer solskjerming.  
Innetemperatur overskrider komfortgrensen 105 timer i brukstiden i løpet av året, selv med vinduslufing (Inneklimakategori II i EN 15251:2007 §A.2) \*  
- Høyeste operativ innetemperatur i brukstiden i løpet av året er 31,3°C (ved utetemperatur 29,8°C, kl.19:00 i juni), med vinduslufing. \*  
\*) Det antas en væravhengig komfort-innetemperatur (ref. EN 15251:2007 §A.2) ved vinduslufing.  
Estimert arealmidlet dagslysfaktor i randsone Nord=0,4%; Øst=0,4%; Sør=0,4%; Vest=0,4%; dvs. cirka 0% av BRA har en dagslysfaktor på minst 2%.  
- Boligen får lite dagslys i minst en sone. Øk vindusareal i gjeldende sone(r). Minstekrav til dagslysfaktor er >2%. Anbefalt verdi er >2,5%; arbeid uten belysning bør ha 5%.  
- Total glassareal (ekskl. karm) utgjør 30,7% av BRA.

**Dagslys:**

## Dokumentasjon av kontrollberegning i henhold til NS 3031:2014

Bygningsbeskrivelse, adresse:	21-Dråpen massivtre med blåseisolasjon	Byggeår 2021. Kunde/ref: Norges hus hovedkontor
Lokalt klima:	Oslo	(Landlig   Lave trær / boligstrøk / jordbruk)
Type kontrollberegning:	TEK17 §14 fullstendig kontroll (alle bygg)	Hele bygningen er beregnet
Beregning utført av:	NTNU	v/ Gruppe 12

### SENTRALE INNDATA FOR ENERGIBEREGNINGEN, dokumentert iht. NS 3031:2014 Tillegg J:

Størrelser	Inndata	Dokumentasjon
Bygningskategori	Småhus	Enebolig (1 boenhet)
Arealer [m <sup>2</sup> ]	Yttervegger	140 m <sup>2</sup>
	Tak	65 m <sup>2</sup>
	Gulv	75 m <sup>2</sup>
	Vinduer, dører, og glassfelt	51 m <sup>2</sup>
Oppvarmet del av BRA ( $A_{\text{O}}$ ) [m <sup>2</sup> ]	132 m <sup>2</sup>	-
Oppvarmet luftvolum ( $V$ ) [m <sup>3</sup> ]	298 m <sup>3</sup>	-
U-verdi for bygningsdeler [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	Yttervegger	0,21 W/(m <sup>2</sup> ·K)
	Tak	0,11 W/(m <sup>2</sup> ·K)
	Gulv	0,09 W/(m <sup>2</sup> ·K)
	Vinduer, dører, og glassfelt	0,9 W/(m <sup>2</sup> ·K)
Arealandel for vinduer, dører og glassfelt, som % av BRA ( $\gamma_{\text{sol}}$ )	38 %	-
Normalisert kuldebroverdi ( $\psi'$ ) [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	0,03	-
Normalisert varmekapasitet ( $C'$ ) [Wh/(m <sup>2</sup> ·K)]	32	-
Lekkasjetall ( $n_{50}$ ) [1/h]	1	-
Temperaturvirkningsgrad ( $\eta_T$ ) for varmeveksler	80,0 %	-
Årsmiddel temperaturvirkningsgrad for varmegjenvinner pga. frostsikring (men ikke tillufttemperatur-styring)	79,9 %	Avkast>-10°C, Tilluft=18°C.
Spesifikk vifteeffekt (SFP) relatert til luftmengder, i driftstiden [kW/(m <sup>3</sup> /s)]	1,5	Mek. balansert ventilasjon
Spesifikk vifteeffekt (SFP) relatert til luftmengder, utenom driftstiden [kW/(m <sup>3</sup> /s)]	-	-
Gjennomsnittlig spesifikk mekanisk ventilasjonsluftmengde i driftstiden ( $V_{\text{ov}}/A_{\text{O}}$ ) [(m <sup>3</sup> /h)/m <sup>2</sup> ]	1,2	Luftlekkasjer (dvs. infiltrasjon) utgjør ca. 0,16 (m <sup>3</sup> /h)/m <sup>2</sup> i tillegg
Gjennomsnittlig spesifikk mekanisk ventilasjonsluftmengde utenom driftstiden ( $V_{\text{ov}}/A_{\text{O}}$ ) [(m <sup>3</sup> /h)/m <sup>2</sup> ]	-	-
Årsgjennomsnittlig systemvirkningsgrad for oppvarmingsystemet	73 %	-
Installert effekt for romoppvarming og ventilasjonsvarme (varmebatteri) [W/m <sup>2</sup> ]	44,3	med nattsenkning
Settpunkt-temperaturer for romoppvarming [°C]	21 (19 om natten)	Ventilasjonsluft settpunkt: 18/18°C sommer/vinter
Årsgjennomsnittlig effektfaktor for kjølesystemet	-	-
Installert effekt for romkjøling og ventilasjonskjøling [W/m <sup>2</sup> ]	-	-
Settpunkt-temperaturer for kjøling [°C]	-	-
Spesifikk pumpeeffekt (SPP) [kW/(t/s)]	-	ingen pumper
Driftstid for oppvarming, kjøling, lys, utstyr, varmtvann / ventilasjon / personer	16 / 24 / 24 timer/døgn	Hhv. 7 døgn/uke og 52 uker/år, jf. NS 3031
Spesifikk effektbehov for belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,95	J.fr. NS 3031 Tillegg A
Spesifikk varmetilskudd fra belysning i driftstiden ( $q''_{\text{lys}}$ ) [W/m <sup>2</sup> ]	1,95	J.fr. NS 3031 Tillegg A
Spesifikk effektbehov for utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	3,00	J.fr. NS 3031 Tillegg A
Spesifikk varmetilskudd fra utstyr i driftstiden ( $q''_{\text{uts}}$ ) [W/m <sup>2</sup> ]	1,80	J.fr. NS 3031 Tillegg A
Spesifikk effektbehov for varmtvann i driftstiden ( $q''_{\text{w}}$ ) [W/m <sup>2</sup> ]	5,10	J.fr. NS 3031 Tillegg A
Spesifikk varmetilskudd fra varmtvann i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	0,00	J.fr. NS 3031 Tillegg A
Spesifikk varmetilskudd fra personer i driftstiden ( $q''_{\text{pers}}$ ) [W/m <sup>2</sup> ]	1,50	J.fr. NS 3031 Tillegg A
Total solfaktor ( $g_T$ ) for vindu og solavskjerming (N/Ø/S/V/Tak)	0,41	Alle solbelastede fasader like. Fast (inne) solskjerming.
Gjennomsnittlig karmfaktor ( $F_F$ )	0,20	-
Solskjermingsfaktor pga. horisont, nære bygninger, vegetasjon, og eventuelle bygningsutspring	0,75	-

### KONKLUSJON FRA KONTROLLBEREGNINGEN:

► Boligen oppfyller ikke kriteriene i TEK17 §14 fullstendig kontroll (alle bygg).

tirsdag 18. mai 2021

dato

underskrift

D-4: TEK-sjekk for Dråpen Moderne prosjektert i bindingsverk



## Boligen oppfyller kriteriene i TEK10 endr. 1.1.2016 ("TEK15"), §14 fullstendig kontroll (alle bygg).

1: GENERELT	Beskrivelse av bygning:	Kataloghus 2017 - Dråpen med flatt tak			Utførende	Kunde / byggherre / referanse:	Ole & Kari Norman, Oslo
	Bygningskategori:	Småhus: Enebolig				Beregningen utført av firma:	Norgeshus
Type beregning	Type kontrollberegning:	TEK15 §14 fullstendig kontroll (alle bygg)			Ytre klima	Beregningen utført av person:	FWH
	Beregningen omfatter:	Hele bygningen				Lokalt klima:	Oslo
Tilleggsinfo.	Antall boenheter i bygget:	1	Byggeår:	2019	Vindeksponerering:	Landlig   Lave trær / boligstrøk / jordbruk	
	Ev. matrikkelinfo:				Jordart:	Sand og grus	

2: BYGNINGEN				Dokumentasjon / kommentar	
Dimensjoner	Oppvarmet del av bruksareal, BRA	139,9	m²	BRA for bygningskomplekset er	139,9 m²
	Oppvarmet luftvolum	336	m³		
	Ekspontert omkrets	39,2	m		
Bygningskropp	Normalisert kuldebroverdi, $\psi$ "	0,05	W/(m²K)		
	Lekkasjetall (lekasjetest), $n_{50}$	1	Luftvekslinger per time ved 50 Pa (h⁻¹)	(tilsvarer ca. 0,17 (m³/h)/m²)	Antatt lekkasjetall 1,0
	Bygningens varmekapasitet	32	Wh/(m²K)	(tidskonstant ca. 40 timer)	
Ventilasjon	Ventilasjonsprinsipp	Mek. balansert			
	Ventilasjon, luftmengde (normal)	1,2	(m³/h)/m² = 168 m³/h.	Spesifikk vifteeffekt (normal):	1,5 kW/(m³/s)
	Ventilasjon, luftmengde (natt/helg)	som over		Spesifikk vifteeffekt (natt/helg):	som over kW/(m³/s)
	Virkningsgrad, varmegjenvinning	80 %		Oppgitt virkningsgrad gjelder for: Varmevexleren (EN 308)	
	Varmegjenvinner, frostsikring	-10	°C		
Klimatisering	Styring av tilluftstemperatur	18°C			
	Type kjøling (mekanisk eller lufting)	Vinduslufting		Arealandel vinduer som kan åpnes:	60 %
	Nattsening (utenom brukstid)	Ja			
Belysning	Styring av belysning	Vanlig manuell			
	Ønsket lysstyrke	300	Lux		

3: KONSTRUKSJONSTYPER		Beskrivelse	U-verdi W/(m²K)	Ekstra motstand +ΔR, (m²K)/W	Type kledning (hulrom, farge)	Dokumentasjon / kommentar
Konstruksjonstype						
Yttervegg mot friluft		NH Yvegg 148+48mm iso proff 34 med asfaltplate	0,198	-	Ventilert, lys	(U-verdien endret. Rediger beskrivelse?)
Golv på grunnen		NH Plate på mark 350mm Jackopor kl 38	0,094	(+jord)	-	Jackon
Flatt tak mot friluft		NH Kompakt tak 350 kl. 38	0,110	-	Ventilert, midd.	Byggforsk
Flatt tak mot friluft #2		Kompakt tak, 300 mm isolasjon kl.38 (på trebjelker)	0,130	-	Uventilert, mørk	Byggdetaljer 471.013, #56

4: TYPER VINDU / DØR		U-verdi W/(m²K)	Lysåpning F, %	Glass lystransmisjon / solfaktor LT % / g %	Solskjerming type	Solskjerming Te% / Re%	Vindussmyg ↓ [↔] [↗]	Dokumentasjon / kommentar
Vindus-/dørtype								
NH 2-Lags vindu		1,200	80 %	80/63	Manuell (ute)	19/67	0.1/1;0.1/1	
NH 3-Lags vindu		1,000	80 %	73/57	Manuell (ute)	07/47	0.1/1;0.1/1	
NH 3-Lags passivhus vindu		0,800	80 %	65/46	Manuell (ute)	19/67	0.1/2;0.1/1	(Verdiene endret. Rediger beskrivelse?)
NH Ytterdør Indus std		1,000		-	-	-	-	

5: FASADER / BYGNINGSKROPPEN		Himmelretning	Bruttoareal	Vindus-/dørtype	Vindu/dør	Horisonten	Utspring	Dokumentasjon / kommentar
------------------------------	--	---------------	-------------	-----------------	-----------	------------	----------	---------------------------

**Bygning / prosjekt:** Kataloghus 2017 - Dråpen med flatt tak. Kunde/ref: Ole & Kari Norman, Oslo.  
**Type beregning:** TEK15 §14 fullstendig kontroll (alle bygg). Hele bygningen (småhus: enebolig) er beregnet.

### NETTO ENERGIBEHOV (normalklima)

Energipost	Energiebehov kWh/år	Spesifikt behov kWh/(m²år)
Romoppvarming	6237	44,6
Ventilasjonsvarme	378	2,7
Varmtvann	4167	29,8
Vifter	613	4,4
Pumper	-	-
Belysning	1593	11,4
Teknisk utstyr	2451	17,5
Romkjøling	-	-
Ventilasjonskjøling	-	-
Sum denne bygning:	15439	110
Krav i TEK15 §14-2(1) ≤	-	111
	-	-

### VARMETAPSBUDSJETT

Varmetapspost	Netto areal m²	U-verdi [W/m²K]			Varmetap [(W/K)/m²]	
		Denne bygning	TEK15 §14-2(2) energitiltak	TEK15 §14-3&5 minstekrav	Denne bygning	TEK15 §14-2(2) krav
Vegger	135,9	0,198	0,18	0,22	0,192	0,202
Tak	75,2	0,113	0,13	0,18	0,061	0,070
Gulv	75,2	0,086	0,10	0,18	0,046	0,054
Vinduer & dører	56,1	0,800	0,80	1,20	0,321	0,200
Kuldebro	139,9	ψ=0,05	ψ=0,05	-	0,050	0,050
Infiltrasjon	-	n <sub>50</sub> =1	n <sub>50</sub> =0,6	n <sub>50</sub> =1,5	0,055	0,033
Ventilasjon	-	η <sub>ai</sub> ≈79,9%	η <sub>ai</sub> ≈80%	-	0,079	0,079
Bygningens varmetapstall, H" [(W/K)/m²]:					0,800	0,690
					-	-

### ENERGIFORSYNING (normalklima)

Energivare	Levert energi kWh/år	Spesifikk levert kWh/(m²år)	Dekningsgrad varmebehov
Direktevirkende el.	9303	66,0	42,2 %
El. til VP & solenergi	-	-	-
Olje	-	-	-
Gas	-	-	-
Fjernvarme	-	-	-
Biobrensel	9956	71,0	57,8 %
Annen fornybar	-	-	-
Sum denne bygning:	19259	138	100,0 %
	-	-	-
	-	-	-

CO<sub>2</sub> utslipp cirka 27 kg/m² pr år ved normalklima.

### Tilleggsinfo, dekningsgrad pr energisystem (normalklima)

Energisystem	Dekning av netto energiebehov, kWh/år						Dekningsgrad av egen last	System- virkningsgrad
	Romoppv.	Vent.varme	Varmtvann	Romkjøling	Vent.kjøl.	El.spesifikt		
Biobrensel	6237	-	-	-	-	-	100 %	0,63
Elektrisitet	0	378	4167	-	-	4657	60 %	0,99
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total behov:	6237	378	4167	-	-	4657	-	-

### SAMMENDRAG

**Energi:** Boligen må ha skorstein, ettersom den mangler vannbåren oppvarming (romoppvarming/ventilasjonsvarme), og 47 Wh/m²år oppvarming overskrider passivhus-kravet på ≤21 Wh/m²år; jf. TEK15 §14-4(4).  
 ► Boligen oppfyller kriteriene i TEK10 endr. 1.1.2016 ("TEK15"), §14 fullstendig kontroll (alle bygg).  
**Inneklima:** Innnetemperaturen er tilfredsstillende. Den overskrider komfortgrensen (Inneklimakategori II i EN 15251:2007 §A.2) bare 44 timer i året, med vinduslufting.  
**Dagslys:** Estimert arealmidlet dagslysfaktor er N=5,2%; Ø=5,2%; S=5,2%; V=5,2%; og kjerne=0%; dvs. cirka 94% av BRA har en dagslysfaktor på minst 2%.  
 - Boligen får mye dagslys i minst en sone. Vurder å redusere vindusareal noe. En dagslysfaktor på 5% er normalt tilstrekkelig for å arbeide uten belysning på dagtid.  
 - Total glassareal (ekskl. karm) utgjør 32,1% av BRA.  
 Prosent av dagtid med brukbar dagslys inne er N=90%; Ø=85%; S=84%; V=88%; og kjerne=0%; (c.f. arealmidlet "Useful Daylight Illuminance" med ca. 100-3000 Lux).

## Dokumentasjon av kontrollberegning i henhold til NS 3031:2014

Bygningsbeskrivelse, adresse:	Kataloghus 2017 - Dråpen med flatt tak	Byggeår 2019. Kunde/ref: Ole & Kari Norman, Oslo
Lokalt klima:	Oslo	(Landlig   Lave trær / boligstrøk / jordbruk)
Type kontrollberegning:	TEK15 §14 fullstendig kontroll (alle bygg)	Hele bygningen er beregnet
Beregning utført av:	Norgeshus	v/ FWH

### SENTRALE INNDATA FOR ENERGIBEREGNINGEN, dokumentert iht. NS 3031:2014 Tillegg J:

Størrelser	Inndata	Dokumentasjon
Bygningskategori	Småhus	Enebolig (1 boenhet)
Arealer [m²]	Yttervegger	136 m²
	Tak	75 m²
	Gulv	75 m²
	Vinduer, dører, og glassfelt	56 m²
Oppvarmet del av BRA ( $A_{\text{R}}$ ) [m²]	140 m²	-
Oppvarmet luftvolum ( $V$ ) [m³]	336 m³	-
U-verdi for bygningsdeler [W/(m²·K)]	Yttervegger	0,2 W/(m²K)
	Tak	0,11 W/(m²K)
	Gulv	0,09 W/(m²K)
	Vinduer, dører, og glassfelt	0,8 W/(m²K)
Arealandel for vinduer, dører og glassfelt, som % av BRA ( $\gamma_{\text{sol}}$ )	40 %	-
Normalisert kuldebroverdi ( $\psi''$ ) [W/(m²·K)]	0,05	-
Normalisert varmekapasitet ( $C''$ ) [Wh/(m²·K)]	32	-
Lekkasjetall ( $n_{50}$ ) [/h]	1	Antatt lekkasjetall 1,0
Temperaturvirkningsgrad ( $\eta_T$ ) for varmeveklser	80,0 %	-
Årsmiddel temperaturvirkningsgrad for varmegjenvinner pga. frostsikring (men ikke tillufttemperatur-styring)	79,9 %	Avkast>-10°C, Tilluft=18°C.
Spesifikk vifteeffekt (SFP) relatert til luftmengder, i driftstiden [kW/(m³/s)]	1,5	Mek. balansert ventilasjon
Spesifikk vifteeffekt (SFP) relatert til luftmengder, utenfor driftstiden [kW/(m³/s)]	-	-
Gjennomsnittlig spesifikk mekanisk ventilasjonsluftmengde i driftstiden ( $V_{\text{on}}/A_{\text{R}}$ ) [(m³/h)/m²]	1,2	Infiltrasjon (dvs. luftlekkasjer) utgjør ca. 0,17 (m³/h)/m² i tillegg
Gjennomsnittlig spesifikk mekanisk ventilasjonsluftmengde utenfor driftstiden ( $V_{\text{on}}/A_{\text{R}}$ ) [(m³/h)/m²]	-	-
Årsgjennomsnittlig systemvirkningsgrad for oppvarmingsystemet	74 %	-
Installert effekt for romoppvarming og ventilasjonsvarme (varmebatteri) [W/m²]	43,5	med nattsenkning
Settpunkt-temperaturer for oppvarming [°C]	21 (19 om natten)	Ventilasjonsluft settpunkt: 18/18°C sommer/vinter
Årsgjennomsnittlig effektfaktor for kjølesystemet	-	-
Installert effekt for romkjøling og ventilasjonskjøling [W/m²]	-	-
Settpunkt-temperaturer for kjøling [°C]	-	-
Spesifikk pumpeeffekt (SPP) [kW/(t/s)]	-	ingen pumper
Driftstid for oppvarming, kjøling, lys, utstyr, varmtvann / ventilasjon / personer	16 / 24 / 24 timer/døgn	Hhv. 7 døgn/uke og 52 uker/år, jf. NS 3031
Spesifikk effektbehov for belysning i driftstiden [W/m²]	1,95	J.fr. NS 3031 Tillegg A
Spesifikk varmetilskudd fra belysning i driftstiden ( $q''_{\text{lys}}$ ) [W/m²]	1,95	J.fr. NS 3031 Tillegg A
Spesifikk effektbehov for utstyr i driftstiden [W/m²]	3,00	J.fr. NS 3031 Tillegg A
Spesifikk varmetilskudd fra utstyr i driftstiden ( $q''_{\text{uts}}$ ) [W/m²]	1,80	J.fr. NS 3031 Tillegg A
Spesifikk effektbehov for varmtvann i driftstiden ( $q''_{\text{w}}$ ) [W/m²]	5,10	J.fr. NS 3031 Tillegg A
Spesifikk varmetilskudd fra varmtvann i driftstiden [W/m²]	0,00	J.fr. NS 3031 Tillegg A
Spesifikk varmetilskudd fra personer i driftstiden ( $q''_{\text{pers}}$ ) [W/m²]	1,50	J.fr. NS 3031 Tillegg A
Total solfaktor ( $g_T$ ) for vindu og solavskjerming (NØ/S/V/Tak)	0,11	Alle solbelastede fasader like. Manuell (ute) solskjerming.
Gjennomsnittlig karmfaktor ( $F_F$ )	0,20	-
Solskjermingsfaktor pga. horisont, nære bygninger, vegetasjon, og eventuelle bygningsutspring	0,78	-

### KONKLUSJON FRA KONTROLLBEREGNINGEN:

► Boligen oppfyller kriteriene i TEK10 endr. 1.1.2016 ("TEK15"), §14 fullstendig kontroll (alle bygg).

tirsdag 16. februar 2021

dato

underskrift

D-5: TEK-sjekk for Dråpen Moderne prosjektert i massivtre, med 200 mm plateisolasjon

## Boligen oppfyller kriteriene i TEK17 §14 fullstendig kontroll (alle bygg).

1: GENERELT	Beskrivelse av bygning:	21-Dråpen massivtre med 200mm plateisolasjon		Utførende	Kunde / byggherre / referanse:	Norges hus hovedkontor
	Bygningskategori:	Småhus: Enebolig			Beregningen utført av firma:	NTNU
Type beregning	Type kontrollberegning:	TEK17 §14 fullstendig kontroll (alle bygg)		Ytre klima	Beregningen utført av person:	Gruppe 12
	Beregningen omfatter:	Hele bygningen			Lokalt klima:	Oslo
Tilleggsinfo.	Antall boenheter i bygget:	1	Byggeår: 2021		Vindeksponering:	Landlig   Lave trær / boligstrøk / jordbruk
	Ev. matrikkelinfo:				Jordart:	Sand og grus

2: BYGNINGEN						Dokumentasjon / kommentar	
Dimensjoner	Oppvarmet del av bruksareal, <i>BRA</i>	132	m <sup>2</sup>	BRA for bygningskomplekset er	132	m <sup>2</sup>	
	Oppvarmet luftvolum	298	m <sup>3</sup>				
	Eksponert omkrets	40,8	m				
Bygningskropp	Normalisert kuldebroverdi, <i>ψ</i> "	0,03	W/(m <sup>2</sup> K)				
	Lekkasjetall (lekkasjetest), <i>n</i> <sub>50</sub>	1	Luftomsetninger / time, ved 50 Pa				
	Bygningens varmekapasitet	32	Wh/(m <sup>2</sup> K)				
Ventilasjon	Ventilasjonsprinsipp	Mek. balansert					
	Luftmengde, dagtid	1,2	(m <sup>3</sup> /h)/m <sup>2</sup> = 158 m <sup>3</sup> /h.	Spesifikk vifteeffekt (SFP), dagtid:	1,5	kW/(m <sup>3</sup> /s)	
	Luftmengde, natt / helg	som over		Spesifikk vifteeffekt (SFP), natt / helg:	som over	kW/(m <sup>3</sup> /s)	
	Varmegjenvinning, virkningsgrad	80 %		Oppgitt virkningsgrad gjelder for:	Varmeveksleren (EN 308)		
	Varmegjenvinner, frostsikring	-10	°C				
Klimatisering	Styring av tilluftstemperatur	18°C		Driftsdata (driftstid, internlast, settpunkter)	standard		
	Type kjøling (mekanisk eller lufting)	Vinduslufting		Arealandel vinduer som kan åpnes:	60 %		
	Nattsinking (utenom driftstid)	Ja					
Belysning	Styring av belysning	Vanlig manuell					
	Ønsket lysstyrke	300	Lux		1.95	W/m <sup>2</sup>	

3: KONSTRUKSJONSTYPER		Beskrivelse	U-verdi W/(m <sup>2</sup> K)	Ekstra motstand +ΔR, (m <sup>2</sup> K)/W	Type kledning (hulrom, farge)	Dokumentasjon / kommentar
Yttervegg mot friluft		Todelt ytterveggløsning, med massivtre som innvendig bæring	0,154	-	Ventilert, lys	lambda=0,034
Golv på grunnen		NH Plate på mark 350mm med delt ringmur	0,095	(+jord)	-	lambda=0,034
Flatt tak mot friluft		Massivtre flatt tak 250mm	0,110	-	Uventilert, mør	lambda=0,034

4: TYPER VINDU / DØR		U-verdi W/(m <sup>2</sup> K)	Lysåpning F, %	Glass lystransmisjon / solfaktor LT% / g%	Solskjerming type	Solskjerming Te% / Re%	Vindussmyg ↑ [↔] ↓ [↔]	Dokumentasjon / kommentar
NH 2-Lags vindu		1,200	80 %	80/63	Fast (inne)	19/67	0.1/1;0.1/1	
NH 3-Lags vindu		0,900	80 %	73/57	Fast (inne)	07/47	0.1/1;0.1/1	Gjennomsnittlig u-verdi vindu/dør
NH 3-lags passivhus vindu		0,800	80 %	65/46	Fast (inne)	19/67	0,1/2;0,1/1	
NH Ytterdør Indus std		1,000		-	-	-	-	

5: FASADER / BYGNINGSKROPPEN		Himmelretning (grader fra N.)	Bruttoareal m <sup>2</sup>	Vindus-/dørtype	Vindu/dør m <sup>2</sup>	Horisonten grader	Utspring ↑ [↔] ↓ [↔]	Dokumentasjon / kommentar
VeggN	Yttervegg mot friluft	N (0°)	35,6	NH 3-Lags vindu	6,90	10°	0	
VeggS	Yttervegg mot friluft	S (180°)	35,6	NH 3-Lags vindu	12,20	10°	0	
VeggØ	Yttervegg mot friluft	Ø (90°)	60	NH 3-Lags vindu	17,30	10°	0	
VeggV	Yttervegg mot friluft	V (270°)	60	NH 3-Lags vindu	14,30	10°	0	
Golv	Golv på grunnen	-	75,2	-	-	-	-	
Tak	Flatt tak mot friluft	-	64,7			10°	0	

6: ENERGIFORSYNING		Andel last dekket	Dokumentasjon / kommentarer
Energivare	Systemtype (grunnforsyning øverst i listen, topplast-forsyning nederst)		
Biobrensel	Vedovn, peisovn eller lukket peisinnsats (i bolig med balansert ventilasjon)	rest	NS 3031 Tillegg B (ηv=0,63.)
Elektrisitet	Helelektrisk bygning (termostatstyrte elektriske radiatorer, varmtvannsbereider, varmebatteri, forbruksstrøm)	100 %	

**Bygning / prosjekt:** 21-Dråpen massivtre med 200mm plateisolasjon. Kunde/ref: Norgeshus hovedkontor.  
**Type beregning:** TEK17 §14 fullstendig kontroll (alle bygg). Hele bygningen (småhus: enebolig) er beregnet.

### NETTO ENERGIBEHOV (normalklima)

Energipost	Energibehov kWh/år	Spesifikk behov kWh/(m²år)
Romoppvarming	5515	41,8
Ventilasjonsvarme	355	2,7
Varmtvann	3931	29,8
Vifter	578	4,4
Pumper	-	-
Belysning	1503	11,4
Teknisk utstyr	2313	17,5
Romkjøling	-	-
Ventilasjonskjøling	-	-
Sum denne bygning:	14195	108
Krav i TEK17 §14-2(1) ≤	-	112
	-	-

### VARMETAPSBUDSJETT

Varmetapspost	Netto areal m²	U-verdi [W/m²K]			Varmetap [(W/K)/m²]	
		Denne bygning	TEK17 §14-2(2) energiltak	TEK17 §14-3(1a) minstekrav	Denne bygning	TEK17 §14-2(2) krav
Vegger	140,5	0,154	0,18	0,22	0,164	0,216
Tak	64,7	0,110	0,13	0,18	0,054	0,064
Gulv	75,2	0,087	0,10	0,18	0,049	0,057
Vinduer & dører	50,7	0,900	0,80	1,20	0,346	0,200
Kuldebro	132,0	ψ=0,03	ψ=0,05	-	0,030	0,050
Infiltrasjon	-	n <sub>50</sub> =1	n <sub>50</sub> =0,6	n <sub>50</sub> =1,5	0,052	0,031
Ventilasjon	-	η <sub>air</sub> ≈79,9%	η <sub>air</sub> ≈80%	-	0,079	0,079
Bygningens varmetapstall, H" [(W/K)/m²]:					0,770	0,700
					-	-

### ENERGIFORSYNING (normalklima)

Energivare	Lvert energi kWh/år	Spesifikk lvert kWh/(m²år)	Dekningsgrad varmebehov
Direktevirkende el.	8775	66,0	43,7 %
El. til VP & solenergi	-	-	-
Olje	-	-	-
Gas	-	-	-
Fjernvarme	-	-	-
Biobrensel	8804	67,0	56,3 %
Annen fornybar	-	-	-
Sum denne bygning:	17579	133	100,0 %
	-	-	-
	-	-	-

### Tilleggsinfo, dekningsgrad pr energisystem (normalklima)

Energisystem	Dekning av netto energibehov, kWh/år						Dekningsgrad av egen last	System- virkningsgrad
	Romoppv.	Vent.varme	Varmtvann	Romkjøling	Vent.kjøøl.	El.spesifikt		
Biobrensel	5515	-	-	-	-	-	100 %	0,63
Elektrisitet	0	355	3931	-	-	4394	61 %	0,99
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total behov:	5515	355	3931	-	-	4394	-	-

### SAMMENDRAG

**Inndata:** Mangler dokumentasjon for normalisert kuldebroverdi. Dette kreves når du oppgir lavere verdi enn standardverdiene i NS 3031.  
- Bruk enten en standardverdi fra NS 3031, eller oppgi referanse til dokumentasjon/bilag med beregnet normalisert kuldebroverdi i kolonne "Dokumentasjon/kommentar".

**Energi:** Boligen må ha skorstein, ettersom den mangler vannbåren oppvarming (romoppvarming/ventilasjonsvarme), og 44 Wh/m²år oppvarming overskrider passivhus-kravet på ≤ 21 Wh/m²år; jf. TEK17 §14-4(4).  
► Boligen oppfyller kriteriene i TEK17 §14 fullstendig kontroll (alle bygg).  
CO<sub>2</sub> utslipp cirka 27 kg/m² pr år ved lokalklima.

**Miljø:**

**Inneklima:** Boligen kan periodevis få stort solvarmetilskudd på fasader mot Øst/Sør/Vest. Dette kan løses med bedre/mer solskjerming.  
Innetemperatur overskrider komfortgrensen 107 timer i brukstiden i løpet av året, selv med vinduslufing (Inneklimakategori II i EN 15251:2007 §A.2) \*  
- Høyeste operativ innetemperatur i brukstiden i løpet av året er 31,4°C (ved utetemperatur 29,8°C, kl.19:00 i juni), med vinduslufing. \*  
\*) Det antas en væravhengig komfort-innetemperatur (ref. EN 15251:2007 §A.2) ved vinduslufing.

**Dagslys:** Estimert arealmidlet dagslysfaktor i randsone Nord=0,4%; Øst=0,4%; Sør=0,4%; Vest=0,4%; dvs. cirka 0% av BRA har en dagslysfaktor på minst 2%.  
- Boligen får lite dagslys i minst en sone. Øk vindusareal i gjeldende sone(r). Minstekrav til dagslysfaktor er >2%. Anbefalt verdi er >2,5%; arbeid uten belysning bør ha 5%.  
- Total glassareal (ekskl. karm) utgjør 30,7% av BRA.

## Dokumentasjon av kontrollberegning i henhold til NS 3031:2014

Byggningsbeskrivelse, adresse:	<b>21-Dråpen massivtre med 200mm plateisolasjon</b>	Byggeår 2021. Kunde/ref: Norges hus hovedkontor
Lokalt klima:	<b>Oslo</b>	(Landlig   Lave trær / boligstrøk / jordbruk)
Type kontrollberegning:	<b>TEK17 §14 fullstendig kontroll (alle bygg)</b>	Hele bygningen er beregnet
Beregning utført av:	<b>NTNU</b>	v/ Gruppe 12

### SENTRALE INNDATA FOR ENERGIBEREGNINGEN, dokumentert iht. NS 3031:2014 Tillegg J:

Størrelser	Inndata	Dokumentasjon
Bygningsskategorori	Småhus	Enebolig (1 boenhet)
Arealer [m <sup>2</sup> ]	Yttervegger	140 m <sup>2</sup>
	Tak	65 m <sup>2</sup>
	Gulv	75 m <sup>2</sup>
	Vinduer, dører, og glassfelt	51 m <sup>2</sup>
Oppvarmet del av BRA ( $A_{\text{O}}$ ) [m <sup>2</sup> ]	132 m <sup>2</sup>	-
Oppvarmet luftvolum ( $V$ ) [m <sup>3</sup> ]	298 m <sup>3</sup>	-
U-verdi for bygningsdeler [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	Yttervegger	0,15 W/(m <sup>2</sup> ·K)
	Tak	0,11 W/(m <sup>2</sup> ·K)
	Gulv	0,09 W/(m <sup>2</sup> ·K)
	Vinduer, dører, og glassfelt	0,9 W/(m <sup>2</sup> ·K)
Arealandel for vinduer, dører og glassfelt, som % av BRA ( $\gamma_{\text{sol}}$ )	38 %	-
Normalisert kuldebroverdi ( $\psi'$ ) [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	0,03	-
Normalisert varmekapasitet ( $C'$ ) [Wh/(m <sup>2</sup> ·K)]	32	-
Lekkasjetall ( $n_{50}$ ) [1/h]	1	-
Temperaturvirkningsgrad ( $\eta_T$ ) for varmeveksler	80,0 %	-
Årsmiddel temperaturvirkningsgrad for varmegjenvinner pga. frostsikring (men ikke tillufttemperatur-styring)	79,9 %	Avkast>-10°C, Tilluft=18°C.
Spesifikk vifteeffekt (SFP) relatert til luftmengder, i driftstiden [kW/(m <sup>3</sup> /s)]	1,5	Mek. balansert ventilasjon
Spesifikk vifteeffekt (SFP) relatert til luftmengder, utenom driftstiden [kW/(m <sup>3</sup> /s)]	-	-
Gjennomsnittlig spesifikk mekanisk ventilasjonsluftmengde i driftstiden ( $V_{\text{ov}}/A_{\text{O}}$ ) [(m <sup>3</sup> /h)/m <sup>2</sup> ]	1,2	Luftlekkasjer (dvs. infiltrasjon) utgjør ca. 0,16 (m <sup>3</sup> /h)/m <sup>2</sup> i tillegg
Gjennomsnittlig spesifikk mekanisk ventilasjonsluftmengde utenom driftstiden ( $V_{\text{ov}}/A_{\text{O}}$ ) [(m <sup>3</sup> /h)/m <sup>2</sup> ]	-	-
Årsgjennomsnittlig systemvirkningsgrad for oppvarmingsystemet	74 %	-
Installert effekt for romoppvarming og ventilasjonsvarme (varmebatteri) [W/m <sup>2</sup> ]	41,9	med nattsenkning
Settpunkt-temperaturer for romoppvarming [°C]	21 (19 om natten)	Ventilasjonsluft settpunkt: 18/18°C sommer/vinter
Årsgjennomsnittlig effektfaktor for kjølesystemet	-	-
Installert effekt for romkjøling og ventilasjonskjøling [W/m <sup>2</sup> ]	-	-
Settpunkt-temperaturer for kjøling [°C]	-	-
Spesifikk pumpeeffekt (SPP) [kW/(t/s)]	-	ingen pumper
Driftstid for oppvarming, kjøling, lys, utstyr, varmtvann / ventilasjon / personer	16 / 24 / 24 timer/døgn	Hhv. 7 døgn/uke og 52 uker/år, jf. NS 3031
Spesifikk effektbehov for belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,95	J.fr. NS 3031 Tillegg A
Spesifikk varmetilskudd fra belysning i driftstiden ( $q''_{\text{lys}}$ ) [W/m <sup>2</sup> ]	1,95	J.fr. NS 3031 Tillegg A
Spesifikk effektbehov for utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	3,00	J.fr. NS 3031 Tillegg A
Spesifikk varmetilskudd fra utstyr i driftstiden ( $q''_{\text{uts}}$ ) [W/m <sup>2</sup> ]	1,80	J.fr. NS 3031 Tillegg A
Spesifikk effektbehov for varmtvann i driftstiden ( $q''_{\text{w}}$ ) [W/m <sup>2</sup> ]	5,10	J.fr. NS 3031 Tillegg A
Spesifikk varmetilskudd fra varmtvann i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	0,00	J.fr. NS 3031 Tillegg A
Spesifikk varmetilskudd fra personer i driftstiden ( $q''_{\text{pers}}$ ) [W/m <sup>2</sup> ]	1,50	J.fr. NS 3031 Tillegg A
Total solfaktor ( $g_T$ ) for vindu og solavskjerming (N/Ø/S/V/Tak)	0,41	Alle solbelastede fasader like. Fast (inne) solskjerming.
Gjennomsnittlig karmfaktor ( $F_F$ )	0,20	-
Solskjermingsfaktor pga. horisont, nære bygninger, vegetasjon, og eventuelle bygningsutspring	0,75	-

### KONKLUSJON FRA KONTROLLBEREGNINGEN:

► Boligen oppfyller kriteriene i TEK17 §14 fullstendig kontroll (alle bygg).

onsdag 19. mai 2021

dato

underskrift

D-6: TEK-sjekk for Dråpen Moderne prosjektert i massivtre, med blåseisolasjon og mer isolasjon i taket



## Boligen oppfyller kriteriene i TEK17 §14 fullstendig kontroll (alle bygg).

1: GENERELT	Beskrivelse av bygning:	21-Dråpen massivtre med blåseisolasjon, med mer iso i tak		Utførende	Kunde / byggherre / referanse:	Norges hus hovedkontor
	Bygningskategori:	Småhus: Enebolig			Beregningen utført av firma:	NTNU
Type beregning	Type kontrollberegning:	TEK17 §14 fullstendig kontroll (alle bygg)		Ytre klima	Beregningen utført av person:	Gruppe 12
	Beregningen omfatter:	Hele bygningen			Lokalt klima:	Oslo
Tilleggsinfo.	Antall boenheter i bygget:	1	Byggeår:	2021	Vindeksponering:	Landlig   Lave trær / boligstrøk / jordbruk
	Ev. matrikkelinfo:				Jordart:	Sand og grus

2: BYGNINGEN				Dokumentasjon / kommentar				
Dimensjoner	Oppvarmet del av bruksareal, BRA	132	m²	BRA for bygningskomplekset er		132	m²	
	Oppvarmet luftvolum	298	m³					
	Eksponert omkrets	40,8	m					
Bygningskropp	Normalisert kuldebroverdi, $\psi$ "	0,03	W/(m²K)					
	Lekkasjetall (lekkasjetest), $n_{50}$	1	Luftomsetninger / time, ved 50 Pa					
	Bygningens varmekapasitet	32	Wh/(m²K)					
Ventilasjon	Ventilasjonsprinsipp	Mek. balansert						
	Luftmengde, dagtid	1,2	(m³/h)/m² = 158 m³/h.	Spesifikk vifteeffekt (SFP), dagtid:	1,5	kW/(m³/s)		
	Luftmengde, natt / helg	som over		Spesifikk vifteeffekt (SFP), natt / helg:	som over	kW/(m³/s)		
	Varmegjenvinning, virkningsgrad	80 %	Oppgitt virkningsgrad gjelder for:					
	Varmegjenvinner, frostsikring	-10	°C	Varmevexleren (EN 308)				
Klimatisering	Styring av tilluftstemperatur	18°C	Driftsdata (driftstid, internlast, settpunkter)		standard			
	Type kjøling (mekanisk eller lufting)	Vinduslufting	Arealandel vinduer som kan åpnes:		60 %			
	Nattsenkning (utenom driftstid)	Ja						
Belysning	Styring av belysning	Vanlig manuell						
	Ønsket lysstyrke	300	Lux	1.95		W/m²		

3: KONSTRUKSJONSTYPER		Beskrivelse	U-verdi W/(m²K)	Ekstra motstand +ΔR, (m²K)/W	Type kledning (hulrom, farge)	Dokumentasjon / kommentar
Yttervegg mot friluft		Todelt ytterveggløsning, med massivtre som innvendig bæring	0,213	-	Ventilert, lys	lambda=0,038
Golv på grunnen		NH Plate på mark 350mm med delt ringmur	0,095	(+jord)	-	lambda=0,034
Flatt tak mot friluft		Massivtre flatt tak 250mm	0,083	-	Uventilert, mør	lambda=0,034

4: TYPER VINDU / DØR		U-verdi W/(m²K)	Lysåpning F, %	Glass lystransmisjon / solfaktor LT% / g%	Solskjerming type	Solskjerming Te% / Re%	Vindussmyg ↑ [↔] [↔]	Dokumentasjon / kommentar
NH 2-Lags vindu		1,200	80 %	80/63	Fast (inne)	19/67	0.1/1;0.1/1	
NH 3-Lags vindu		0,900	80 %	73/57	Fast (inne)	07/47	0.1/1;0.1/1	Gjennomsnittlig u-verdi vindu/dør
NH 3-lags passivhus vindu		0,800	80 %	65/46	Fast (inne)	19/67	0,1/2;0,1/1	
NH Ytterdør Indus std		1,000		-	-	-	-	

5: FASADER / BYGNINGSKROPPEN		Himmelretning (grader fra N.)	Bruttoareal m²	Vindus-/dørtype	Vindu/dør m²	Horisonten grader	Utspring ↑ [↔] [↔]	Dokumentasjon / kommentar
VeggN	Yttervegg mot friluft	N (0°)	35,6	NH 3-Lags vindu	6,90	10°	0	
VeggS	Yttervegg mot friluft	S (180°)	35,6	NH 3-Lags vindu	12,20	10°	0	
VeggØ	Yttervegg mot friluft	Ø (90°)	60	NH 3-Lags vindu	17,30	10°	0	
VeggV	Yttervegg mot friluft	V (270°)	60	NH 3-Lags vindu	14,30	10°	0	
Golv	Golv på grunnen	-	75,2	-	-	-	-	
Tak	Flatt tak mot friluft	-	64,7			10°	0	

6: ENERGIFORSYNING		Andel last dekket	Dokumentasjon / kommentarer
Energivare	Systemtype (grunnforsyning øverst i listen, topplast-forsyning nederst)		
Biobrensel	Vedovn, peisovn eller lukket peisinnsats (i bolig med balansert ventilasjon)	rest	NS 3031 Tillegg B (ηv=0,63.)
Elektrisitet	Helelektrisk bygning (termostatstyrte elektriske radiatorer, varmtvannsbereider, varmebatteri, forbruksstrøm)	100 %	

**Bygning / prosjekt:** 21-Dråpen massivtre med blåseisolasjon, med mer iso i tak. Kunde/ref: Norgeshus hovedkontor.  
**Type beregning:** TEK17 §14 fullstendig kontroll (alle bygg). Hele bygningen (småhus: enebolig) er beregnet.

### NETTO ENERGIBEHOV (normalklima)

Energipost	Energibehov kWh/år	Spesifikk behov kWh/(m²år)
Romoppvarming	6110	46,3
Ventilasjonsvarme	359	2,7
Varmtvann	3931	29,8
Vifter	578	4,4
Pumper	-	-
Belysning	1503	11,4
Teknisk utstyr	2313	17,5
Romkjøling	-	-
Ventilasjonskjøling	-	-
Sum denne bygning:	14794	112
Krav i TEK17 §14-2(1) ≤	-	112
	-	-

### VARMETAPSBUDSJETT

Varmetapspost	Netto areal m²	U-verdi [W/m²K]			Varmetap [(W/K)/m²]	
		Denne bygning	TEK17 §14-2(2) energiltak	TEK17 §14-3(1a) minstekrav	Denne bygning	TEK17 §14-2(2) krav
Vegger	140,5	0,213	0,18	0,22	0,226	0,216
Tak	64,7	0,083	0,13	0,18	0,041	0,064
Gulv	75,2	0,087	0,10	0,18	0,049	0,057
Vinduer & dører	50,7	0,900	0,80	1,20	0,346	0,200
Kuldebro	132,0	ψ=0,03	ψ=0,05	-	0,030	0,050
Infiltrasjon	-	η <sub>50</sub> =1	η <sub>50</sub> =0,6	η <sub>50</sub> =1,5	0,052	0,031
Ventilasjon	-	η <sub>air</sub> ≈79,9%	η <sub>air</sub> ≈80%	-	0,079	0,079
Bygningens varmetapstall, H" [(W/K)/m²]:					0,820	0,700
					-	-

### ENERGIFORSYNING (normalklima)

Energivare	Lvert energi kWh/år	Spesifikk lvert kWh/(m²år)	Dekningsgrad varmebehov
Direktevirkende el.	8779	67,0	41,3 %
El. til VP & solenergi	-	-	-
Olje	-	-	-
Gas	-	-	-
Fjernvarme	-	-	-
Biobrensel	9754	74,0	58,7 %
Annen fornybar	-	-	-
Sum denne bygning:	18533	140	100,0 %
	-	-	-
	-	-	-

### Tilleggsinfo, dekningsgrad pr energisystem (normalklima)

Energisystem	Dekning av netto energibehov, kWh/år						Dekningsgrad av egen last	System- virkningsgrad
	Romoppv.	Vent.varme	Varmtvann	Romkjøling	Vent.kjøl.	El.spesifikt		
Biobrensel	6110	-	-	-	-	-	100 %	0,63
Elektrisitet	0	359	3931	-	-	4394	59 %	0,99
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total behov:	6110	359	3931	-	-	4394	-	-

### SAMMENDRAG

**Inndata:** Mangler dokumentasjon for normalisert kuldebroverdi. Dette kreves når du oppgir lavere verdi enn standardverdiene i NS 3031.

**Energi:** - Bruk enten en standardverdi fra NS 3031, eller oppgi referanse til dokumentasjon/bilag med beregnet normalisert kuldebroverdi i kolonne "Dokumentasjon/kommentar".  
Boligen må ha skorstein, ettersom den mangler vannbåren oppvarming (romoppvarming/ventilasjonsvarme), og 49 Wh/m²år oppvarming overskrider passivhus-kravet på ≤ 21 Wh/m²år; jf. TEK17 §14-4(4).  
► Boligen oppfyller kriteriene i TEK17 §14 fullstendig kontroll (alle bygg).  
CO<sub>2</sub> utslipp cirka 27 kg/m² pr år ved lokalklima.

**Miljø:**

**Inneklima:** Boligen kan periodevis få stort solvarmetilskudd på fasader mot Øst/Sør/Vest. Dette kan løses med bedre/mer solskjerming.  
Innetemperatur overskrider komfortgrensen 104 timer i brukstiden i løpet av året, selv med vinduslufing (Inneklimakategori II i EN 15251:2007 §A.2) \*  
- Høyeste operativ innetemperatur i brukstiden i løpet av året er 31,3°C (ved utetemperatur 29,8°C, kl.19:00 i juni), med vinduslufing. \*  
\*) Det antas en væravhengig komfort-innetemperatur (ref. EN 15251:2007 §A.2) ved vinduslufing.

**Dagslys:** Estimert arealmidlet dagslysfaktor i randsone Nord=0,4%; Øst=0,4%; Sør=0,4%; Vest=0,4%; dvs. cirka 0% av BRA har en dagslysfaktor på minst 2%.  
- Boligen får lite dagslys i minst en sone. Øk vindusareal i gjeldende sone(r). Minstekrav til dagslysfaktor er >2%. Anbefalt verdi er >2,5%; arbeid uten belysning bør ha 5%.  
- Total glassareal (ekskl. karm) utgjør 30,7% av BRA.

## Dokumentasjon av kontrollberegning i henhold til NS 3031:2014

Byggningsbeskrivelse, adresse:	21-Dråpen massivtre med blåseisolasjon, med mer i Byggeår 2021. Kunde/ref: Norges hus hovedkontor
Lokalt klima:	Oslo (Landlig   Lave trær / boligstrøk / jordbruk)
Type kontrollberegning:	TEK17 §14 fullstendig kontroll (alle bygg) Hele bygningen er beregnet
Beregning utført av:	NTNU v/ Gruppe 12

### SENTRALE INNDATA FOR ENERGIBEREGNINGEN, dokumentert iht. NS 3031:2014 Tillegg J:

Størrelser	Inndata	Dokumentasjon
Bygningsskategor	Småhus	Enebolig (1 boenhet)
Arealer [m <sup>2</sup> ]	Yttervegger	140 m <sup>2</sup> Todelt ytterveggløsning, med massivtre som innvendig bæring
	Tak	65 m <sup>2</sup> Massivtre flatt tak 250mm
	Gulv	75 m <sup>2</sup> NH Plate på mark 350mm med delt ringmur
	Vinduer, dører, og glassfelt	51 m <sup>2</sup> NH 3-Lags vindu
Oppvarmet del av BRA ( $A_{\text{O}}$ ) [m <sup>2</sup> ]	132 m <sup>2</sup>	-
Oppvarmet luftvolum ( $V$ ) [m <sup>3</sup> ]	298 m <sup>3</sup>	-
U-verdi for bygningsdeler [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	Yttervegger	0,21 W/(m <sup>2</sup> ·K) lambda=0,038
	Tak	0,08 W/(m <sup>2</sup> ·K) lambda=0,034
	Gulv	0,09 W/(m <sup>2</sup> ·K) lambda=0,034
	Vinduer, dører, og glassfelt	0,9 W/(m <sup>2</sup> ·K) Gjennomsnittlig u-verdi vindu/dør
Arealandel for vinduer, dører og glassfelt, som % av BRA ( $\gamma_{\text{sol}}$ )	38 %	-
Normalisert kuldebroverdi ( $\psi'$ ) [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	0,03	-
Normalisert varmekapasitet ( $C'$ ) [Wh/(m <sup>2</sup> ·K)]	32	-
Lekkasjetall ( $n_{50}$ ) [/h]	1	-
Temperaturvirkningsgrad ( $\eta_T$ ) for varmeveklser	80,0 %	-
Årsmiddel temperaturvirkningsgrad for varmegjenvinner pga. frostsikring (men ikke tillufttemperatur-styring)	79,9 %	Avkast>-10°C, Tilluft=18°C.
Spesifikk vifteeffekt (SFP) relatert til luftmengder, i driftstiden [kW/(m <sup>3</sup> /s)]	1,5	Mek. balansert ventilasjon
Spesifikk vifteeffekt (SFP) relatert til luftmengder, utenom driftstiden [kW/(m <sup>3</sup> /s)]	-	-
Gjennomsnittlig spesifikk mekanisk ventilasjonsluftmengde i driftstiden ( $V_{\text{ov}}/A_{\text{O}}$ ) [(m <sup>3</sup> /h)/m <sup>2</sup> ]	1,2	Luftlekkasjer (dvs. infiltrasjon) utgjør ca. 0,16 (m <sup>3</sup> /h)/m <sup>2</sup> i tillegg
Gjennomsnittlig spesifikk mekanisk ventilasjonsluftmengde utenom driftstiden ( $V_{\text{ov}}/A_{\text{O}}$ ) [(m <sup>3</sup> /h)/m <sup>2</sup> ]	-	-
Årsgjennomsnittlig systemvirkningsgrad for oppvarmingsystemet	74 %	-
Installert effekt for romoppvarming og ventilasjonsvarme (varmebatteri) [W/m <sup>2</sup> ]	43,7	med nattsenkning
Settpunkt-temperaturer for romoppvarming [°C]	21 (19 om natten)	Ventilasjonsluft settpunkt: 18/18°C sommer/vinter
Årsgjennomsnittlig effektfaktor for kjølesystemet	-	-
Installert effekt for romkjøling og ventilasjonskjøling [W/m <sup>2</sup> ]	-	-
Settpunkt-temperaturer for kjøling [°C]	-	-
Spesifikk pumpeeffekt (SPP) [kW/(t/s)]	-	ingen pumper
Driftstid for oppvarming, kjøling, lys, utstyr, varmtvann / ventilasjon / personer	16 / 24 / 24 timer/døgn	Hhv. 7 døgn/uke og 52 uker/år, jf. NS 3031
Spesifikk effektbehov for belysning i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	1,95	J.fr. NS 3031 Tillegg A
Spesifikk varmetilskudd fra belysning i driftstiden ( $q''_{\text{lys}}$ ) [W/m <sup>2</sup> ]	1,95	J.fr. NS 3031 Tillegg A
Spesifikk effektbehov for utstyr i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	3,00	J.fr. NS 3031 Tillegg A
Spesifikk varmetilskudd fra utstyr i driftstiden ( $q''_{\text{uts}}$ ) [W/m <sup>2</sup> ]	1,80	J.fr. NS 3031 Tillegg A
Spesifikk effektbehov for varmtvann i driftstiden ( $q''_{\text{w}}$ ) [W/m <sup>2</sup> ]	5,10	J.fr. NS 3031 Tillegg A
Spesifikk varmetilskudd fra varmtvann i driftstiden [W/m <sup>2</sup> ]	0,00	J.fr. NS 3031 Tillegg A
Spesifikk varmetilskudd fra personer i driftstiden ( $q''_{\text{pers}}$ ) [W/m <sup>2</sup> ]	1,50	J.fr. NS 3031 Tillegg A
Total solfaktor ( $g_T$ ) for vindu og solavskjerming (N/Ø/S/V/Tak)	0,41	Alle solbelastede fasader like. Fast (inne) solskjerming.
Gjennomsnittlig karmfaktor ( $F_F$ )	0,20	-
Solskjermingsfaktor pga. horisont, nære bygninger, vegetasjon, og eventuelle bygningsutspring	0,75	-

### KONKLUSJON FRA KONTROLLBEREGNINGEN:

► Boligen oppfyller kriteriene i TEK17 §14 fullstendig kontroll (alle bygg).

onsdag 19. mai 2021

dato

underskrift

## VEDLEGG: D-7: Prisberegning av ytterveggløsningene

### Gjennomgående ytterveggløsning med påforing

<i>Oppbygging</i>	<i>Pris per m2</i>	<i>Kilde</i>
80mm massivtre inklusive montering	713,92	Ove Skår AS
Bindingsverk i yttervegger 200mm, cc600	451,48	02.3.2.1.0110 (Norsk Prisbok)
Isolasjon i klimavegg, mialull, t=200mm	238,23	02.3.2.1.0550 (Norsk Prisbok)
Vindsperre, trefiberplate, t=12mm	141,5	02.3.2.1.1210 (Norsk Prisbok)
Krysslågt utleking for vertikal trekledning, 23x48+36x48	194,21	02.3.5.4.0130 (Norsk Prisbok)
Trekledning tømmermannspanel	441,17	02.3.5.4.0200 (Norsk Prisbok)
<b>Sum eksklusive m.v.a</b>	<b>2180,51</b>	

### Gjennomgående ytterveggløsning med påforing (blåseisolasjon)

<i>Oppbygging</i>	<i>Pris per m2</i>	<i>Kilde</i>
80mm massivtre inklusive montering	713,92	Ove Skår AS
Bindingsverk i yttervegger 200mm, cc600	451,48	02.3.2.1.0110 (Norsk Prisbok)
Isolasjon i klimavegg, blåseisolasjon	222,93	Midt-Norge Blåseisolering
Vindsperre, trefiberplate, t=12mm	141,5	02.3.2.1.1210 (Norsk Prisbok)
Krysslågt utleking for vertikal trekledning, 23x48+36x48	194,21	02.3.5.4.0130 (Norsk Prisbok)
Trekledning tømmermannspanel	441,17	02.3.5.4.0200 (Norsk Prisbok)
<b>Sum eksklusive m.v.a</b>	<b>2165,21</b>	

### Gjennomgående ytterveggløsning med speialskruer/REDAir

<i>Oppbygging</i>	<i>Pris per m2</i>	<i>Kilde</i>
80mm massivtre inklusive montering	713,92	Ove Skår AS
REDAir FELX materialpris	311,75	AS Rockwool
REDAir FELX monteringskostand	153	02.3.2.1.0100+02.3.2.1.0530 (Norsk Prisbok)
Krysslågt utlekning for vertikal trekledning, 23x48+36x48	194,21	02.3.5.4.0130 (Norsk Prisbok)
Trekledning, liggende panel med enkel fals	451,51	02.3.5.4.0230 (Norsk Prisbok)
<b>Sum eksklusive m.v.a</b>	<b>1824,39</b>	

### TEWO-Element/Hulromselement

<i>Oppbygging</i>	<i>Pris per m2</i>	<i>Kilde</i>
TEWO-element 230x200x2380	1131,45	Norgeshus
Vindsperre, trefiberplate, t=12mm	141,5	02.3.2.1.1210 (Norsk Prisbok)
Utlekting 23x48mm, stående kledning	80,22	02.3.2.1.0800 (Norsk Prisbok)
Trekledning tømmermannspanel	441,17	02.3.5.4.0200 (Norsk Prisbok)
<b>Sum eksklusive m.v.a</b>	<b>1794,34</b>	

### Todelt ytterveggløsning

<i>Oppbygging</i>	<i>Pris per m2</i>	<i>Kilde</i>
80mm massivtre inklusive montering	713,92	Ove Skår AS
Isolasjon i klimavegg, mineralull, t=50mm	92,66	02.3.2.1.0500 (Norsk Prisbok)
Isolasjon i klimavegg, mineralull, t=100mm	136,28	02.3.2.1.0520 (Norsk Prisbok)
Bindingsverk av tre, justert, 48mmx98mm, c/c600	122,13	02.4.2.1.0260 (Norsk Prisbok)
Vindsperre, trefiberplate, t=12mm	141,5	02.3.2.1.1210 (Norsk Prisbok)
Krysslågt utlekning for vertikal trekledning, 23x48+36x48	194,21	02.3.5.4.0130 (Norsk Prisbok)
Trekledning tømmermannspanel	441,17	02.3.5.4.0200 (Norsk Prisbok)
<b>Sum eksklusive m.v.a</b>	<b>1841,87</b>	

### Todelt ytterveggløsning (blåseisolasjon)

<i>Oppbygging</i>	<i>Pris per m2</i>	<i>Kilde</i>
80mm massivtre inklusive montering	713,92	Ove Skår AS
Isolasjon i klimavegg, mineralull, t=150mm blåseisolasjon	172,93	Midt-Norge Blåseisolering
Bindingsverk av tre, justert, 48mmx98mm, c/c600	122,13	02.4.2.1.0260 (Norsk Prisbok)
Vindsperre, trefiberplate, t=12mm	141,5	02.3.2.1.1210 (Norsk Prisbok)
Krysslågt utleking for vertikal trekledning, 23x48+36x48	194,21	02.3.5.4.0130 (Norsk Prisbok)
Trekledning tømmermannspanel	441,17	02.3.5.4.0200 (Norsk Prisbok)
<b>Sum eksklusive m.v.a</b>	<b>1785,86</b>	

### Gjennomgående ytterveggløsning eksisterende, bindingsverk

<i>Oppbygging</i>	<i>Pris per m2</i>	<i>Kilde</i>
Gipsplate 12mm	187,87	02.3.6.3.0100 (Norsk Prisbok)
Utforing for ca. 50mm, 48x48mm	136,18	02.3.2.1.0890 (Norsk Prisbok)
Isolasjon i påforingsvegg, mineralull, t=50mm	92,66	02.3.2.1.0620 (Norsk Prisbok)
Damsperre , t=0,20 mm plastfolie	81,14	02.3.2.1.1100 (Norsk Prisbok)
Bindigsverk i yttervegger, 150mm, c/c 600mm	381,68	02.3.2.1.0100 (Norsk Prisbok)
Isolasjon i klimavegg, mineralull, t=150mm	190,46	02.3.2.1.0530 (Norsk Prisbok)
Vindsperre, trefiberplate, t=12mm	141,5	02.3.2.1.1210 (Norsk Prisbok)
Krysslågt utleking for vertikal trekledning, 23x48+36x48	194,21	02.3.5.4.0130 (Norsk Prisbok)
Trekledning , stående panel med enkel fals	451,51	02.3.5.4.0220 (Norsk Prisbok)
<b>Sum eksklusive m.v.a</b>	<b>1857,21</b>	

# **Vedlegg E: Intervju og målinger**

- E-1: Intervju av Inger Johanne Fagerli
- E-2: Målinger av relativ fuktighet i luft og fuktmåling i trevirke

## Vedlegg E-1

### Intervju av Inger Johanne Fagerli

Inger Johanne Fagerli er utdannet arkitekt og er ansatt hos Norgeshus. Hun har prosjektert og bygget sin egen eneboligbolig i massivtre. I forbindelse med dette ønsket bachelorgruppen å intervju henne angående hennes erfaringer. Møtet ble gjennomført 15. mars 2021, og tok sted over teams.

Eneboligen er lokalisert i Trøndelag, ved Orkanger. I 2018 var eneboligen ferdig, og småbarnsfamilien på fem kunne flytte inn. Den har et areal på litt over 200 m<sup>2</sup>, som går over to plan og en hems som dekker deler av andre etasje.

#### **Hvorfor valgte du å bygge i massivtre?**

Fagerli svarer at hun er svært fascinert av massivtrekonseptet, og at hun hadde lyst å prøve å bygge en bolig uten plast. Hun hadde et ønske om å få det så naturlig som mulig. Hun nevner også at hun hadde lest at mange opplevde bedre inneklima ved bruk av massivtre. Byggetiden appellerte også til henne. Hun så på det litt som modulbygging, og at man kunne få et ferdig skall på bare to dager.

#### **Har du opplevd noen forskjeller på det å bo i massivtre kontra bindingsverk?**

Fagerli sier hun føler det er mye bedre å bo i massivtre. De har en CO<sub>2</sub>-måler som viser et lavere CO<sub>2</sub> nivå i massivtrehuset, kontra i det gamle huset deres. Selv med mye besøk føler hun ikke en trang til å åpne vinduer for å lufte. Hun nevner at de har fått et noe større hus nå enn de hadde tidligere, samt et nyere ventilasjonsanlegg, noe som selvsagt kan ha en innvirkning. En av de mer synlige forskjellene hun har merket seg er på plantene. I det gamle huset klarte hun aldri å holde spesielt godt liv i plantene. Etter de flyttet inn i massivtrehuset opplever hun at det er blitt mye lettere å holde liv i plantene.



På sommerstid opplever hun stor forskjell i bokvalitet i massivtrehuset. Hun sier med fornøyelse at «Det blir aldri klamt og varmt, men heller tørt og varmt». Mange av Fagerli sine naboer har nyere boliger, men ingen i massivtre. Når hun har snakket med de på varme sommerdager opplever hun at de opplever sin inneluft som varm og klam. Selv har Fagerli utvendig solavskjerming på tre vinduer, og har aldri følt behovet for å kjøre kjøling på varmepumpen. I kjelleretasjen har hun heller aldri opplevd et problem med varme. «Treet tar opp litt fukt, og den biten syns vi fungerer veldig bra».

### **Har du gjort deg noen erfaringer i forbindelse med lyd/akustikk?**

Fagerli svarer at hun opplever noe flanketransmisjon, da det er en kompakt konstruksjon. Hun sier at man kan gjøre tiltak for å bryte opp konstruksjonen, slik at lyden ikke sprer seg like godt. I denne forbindelse nevner hun TEWO, som hun mener har gode løsninger i forbindelse med lyd/akustikk. Selv plages hun ikke med støy, men dette vil være individuelt.

### **Har du noen andre tanker knyttet til det å bo i massivtre?**

Fagerli sier hun syns det er bra med mer miljøfokusert bygging. Når et massivtrehus skal rives, er det gode muligheter for resirkulering. Man kan plukke hvert lag av konstruksjonen fra hverandre igjen, og gjenbruke de ulike komponentene. Med mer sammensatte konstruksjoner får man ikke den samme muligheten. Hun påpeker at det vil gi en større gevinst i andre enden.

En annen ting Fagerli syns er deilig med å bo i en bolig av massivtre er at hun kan sette en spiker der hun måtte ønske, uten å ta hensyn til hvor det er stendere eller spikerslag.

### **Vil du anbefale andre å velge massivtre?**

Fagerli svarer at hun kan anbefale det på det varmeste!

### **Hvordan var tidsbruken for byggeprosjektet?**

Fagerli svarer at de brukte lenger tid på prosjekteringen enn vanlig. Hun påpeker at for de var det første gang de hadde et slikt prosjekt, og at neste gang hadde det gjerne gått mye fortere. Det som skilte seg ut i denne fasen av prosjektet fra mer tradisjonelle bolighus, var at alt måtte være klart før de startet byggingen. Belysningsplan, ventilasjonsplaner og lignende måtte være klart, slik at det kunne freses ut i massivtreet. Selv mener hun at prosjekteringsfasen vil ta like lang tid for en bolig i massivtre som bindingsverk, når prosjekterende har litt mer erfaring med massivtre.

For byggetiden sier hun at de også her brukte litt lengre tid enn vanlig. I deres tilfelle hadde ingen av de involverte noen tidligere erfaring med massivtreprosjekter. Hun mener selv at massivtreprosjekter har muligheten til å være mer effektivt dersom de involverte har litt erfaring fra før.

De startet gravingen i august, og alle vinduer vart satt inn i november. De hadde mye regn i starten av byggeperioden, men Fagerli sier at de hadde tørt bygg i slutten av november.

### **Har du opplevd problemer i forbindelse med svinn og svell?**

Fagerli svarer at det var veldig vått under byggefasen, men har ikke fått noe mer sprekker enn det som var forventet. Hun sier det sprekker litt hele tiden, og smeller når det er kaldt. Siden de har valgt en listefri løsning, vises sprekkenes spesielt i overgangene mellom massivtre og andre elementer. Hun påpeker at de hadde forventet at det kom til å sprekke opp, og akseptert det. Hun syns selv at det var litt av sjarmen med treverket. "Litt sprekkdannelse må man tåle" sier hun med et smil.

### **Hvordan har du løst det med tekniske installasjoner?**

I første etasje er mye av ventilasjonen ført i kasser i taket. De har et vaskerom i denne etasjen hvor sentralen ligger. Her er det lektet ned, slik at man får skjult det litt mer. I andre etasje er det lektet ned for ventilasjon over kjøkkenet.

Alle utenom to av innerveggene i boligen er utført i bindingsverk. Dette ble valgt for å skape fleksibilitet, samt at det ble lettere med skjulte tekniske føringer.

### **Er det noe du ville gjort annerledes dersom du skulle gjøre det igjen?**

Fagerli svarer at det å benytte blåseisolasjon er noe hun hadde vurdert. Innkjøp av isolasjonen blir gjerne dyrere, men det er gjort på et par dager og at det dermed går opp i opp. En annen fordel med blåseisolasjon er at man får fylt alle hulrom, og vil da fort isolere bedre. Hun nevner et prosjekt som benyttet dette på Byåsen, og at de var svært fornøyde med det.

Hun sier også at hun gjerne hadde lagt litt mer fokus på lydisolering. Selv om hun ikke er spesielt plaget med støy som det er, hadde det ikke gjort noe å redusere flaketransmisjonen litt.

### **Er det noe annet du ønsker å nevne i forbindelse med bygging i massivtre?**

Fagerli svarer at hun generelt hører bra ting om å bygge i massivtre, og at hun ser at flere velger å gjøre det. Noe hun påpeker et problemområde knyttet til festing av trykkfast isolasjon med spesialskruer. Hun sier at en slik ytterveggsløsning muligens er billigere på papiret, men at selve isolasjonen er vanskelig å få jevn. Dette medfører at man bruker lenger tid på isolering en først tiltenkt, og man øker dermed byggetiden. Selv har hun ikke denne løsningen, så dette er noe hun har hørt av andre.

En annen ting som ble en liten overraskelse for Fagerli, var hvor mye lyd selve bevegelsene i treet lagde. Hun nevner at for personer som ikke har noe spesielt med forkunnskaper innen byggfaget, kan de større smellene virke skremmende. For henne var det mer fasinende.

Vedlegg: E-2

# Målinger av relativ fuktighet i luft og fuktmåling i trevirke

Bacheloroppgave 2021: Omprosjektering av en moderne enebolig  
prosjektert i bindingsverk til massivtre

# Innholdsfortegnelse

1	Bakgrunn.....	2
2	Instrumenter.....	3
2.1	Vaisala HUMICAP Indicator HMP41/45 .....	3
2.2	Protimeter MMS.....	3
3	Gjennomføring.....	4
3.1	Relativ fuktighet i luft .....	4
3.2	Fuktmåling i trevirke .....	4
4	Resultat.....	5
4.1	Relativ fuktighet i luft .....	5
4.2	Fuktmålinger i trevikre .....	6
5	Analyse .....	9
6	Konklusjon.....	10
7	Referanseliste.....	11

# **1 Bakgrunn**

I forbindelse med bacheloroppgaven «Omprosjektering av en moderne enebolig prosjektert i bindingsverk til massivtre» er det gjennomført målinger på relativ fuktighet i luft, samt brukt en fuktindikator til å søke områder med forhøyet fuktnivå. Målingene ble utført både i en enebolig i massivtre, og en enebolig i tradisjonelt bindingsverk. De to boligene er bygd i henholdsvis 2018 og 2003.

Hensikten med disse målingene er å se om de to byggeskikkene gir ulike resultat i luftfuktighet, og om det eventuelt vil være store variasjoner i fuktighet i trevirke.

Utstyr benyttet til disse målingen er protimeter MMS og Vaisala HUMICAP Indicator HMP41/45.

## 2 Instrumenter

### 2.1 Vaisala HUMICAP Indicator HMP41/45

Dette er et måleinstrument som angir RF, temperatur og duggpunkt i rommet. Instrumentet fungerer ved at man trykker på ON/OFF-knappen. Deretter lar man instrumentet stå eller ligge i ro slik at det får hentet inn data. Deretter kan man lese av relativ fuktighet og temperatur i rommet. Instrumentet har en viss usikkerhet, og dette må hensyntas i resultatavlesning. (1)

### 2.2 Protimeter MMS

Protimeter MMS benyttes til fuktmålinger i trevirke. Dette instrumentet er gunstig å benytte hvor det ikke er ønskelig å skade, eller sette merker, i trevirke. Det benytter radiobølger, og er ment som et indikasjonsinstrument. Man får et innsyn i hvor jevnt fuktinnholdet i trevirke er, da instrumentet vil detektere områder med forhøyet fuktnivå. Det reagerer på alt som forhøyer den elektriske ledningsevnen i sitt nedslagsfelt. Man skal derfor være oppmerksom på kabler, og andre metaller, som ligger nær overflaten. Instrumentet har og en måledybde på 15mm, altså vil det ikke detektere fukt som sitter dypere enn dette.

## 3 Gjennomføring

### 3.1 Relativ fuktighet i luft

For målinger på relativ fuktighet i luft ble instrumentet Vaisala HUMICAP Indicator HMP41/45 benyttet. Ved gjennomføring av målinger ble instrumentet plassert på et gunstig sted i rommet målingene skulle gjennomføres. RF for Stue, kjøkken, bad og soverom i begge bolighus ble målt. Instrumentet fikk ligge urørt til det hadde fått stabilisert seg, og resultatet ble notert i tabell.

### 3.2 Fuktmåling i trevirke

For fuktmålinger i trevirke ble instrumentet protimeter MMS benyttet. Under gjennomføring ble det gjort stikkmålinger med fokus på innvendig overflate på yttervegger. Spesielt rundt vindu og ved gjennomføringer ble det tatt målinger. Så langt det lot seg gjøre ble det gjennomført målinger i tilsvarende rom for de to bolighusene. Stue, kjøkken, bad, soverom og loftsrom ble undersøkt.

Det var samme person som gjennomførte alle stikkprøvene. Dette er en kontrollert variabel, og må holdes konstant for at det skal være best mulig sammenheng mellom uavhengige og avhengige variabler. For hver måling ble det kontrollert at instrumentet ble holdt i samme vinkel, samt at det hadde fått stabilisert seg. Tallverdiene ble lest høyt, og resultatene ble notert i en tabell. Målingene blir oppgitt som en verdi mellom 0-1000 REL. Det er også en indikasjonsbar hvor det kommer opp om materiale er tørt, i risikosone, eller vått.

Merk at på tidspunktet målingene tok sted fulgte undertegnede en oversatt brukermanual som var vedlagt instrumentet. I etterkant er det avdekket at denne bruksanvisningen inneholdt noen feil og mangler. Den originale brukermanualen for instrumentet ble hentet fra produsenten sine nettsider(2). I den versjonen av brukermanualen var det ikke gitt instruksjoner på hvordan kalibrere instrumentet før bruk. Dette påvirker de tallverdiene som er innhentet. Ettersom bachelorgruppen har lagt fokuset på forskjellene for målingene utført i de to boligtypene, og ikke selve tallverdiene, vil ikke dette påvirke resultatet.



## 4 Resultat

### 4.1 Relativ fuktighet i luft

Tabell 01: *Målinger på relativ fuktighet i luft for en enebolig utført i bindingsverk*

Enebolig av bindingsverk		
Rom	Temperatur [°C]	Relativ luftfuktighet [%]
Stue	22,3	32,1
Soverom	20,8	37,3
Bad 2.etg	22,5	41,5
Kjøkken	22,3	33,6

Tabell 02: *Målinger på relativ fuktighet i luft for en enebolig utført i massivtre*

Enebolig av massivtre		
Rom	Temperatur [°C]	Relativ luftfuktighet [%]
Stue	22,3	32,8
Soverom	22,8	31,5
Bad i 2.etg	23,3	34,8
Kjøkken	22,4	33,5
Stue med lavere takhøyde	22,5	33,4
Hems	23,2	33,6
Bad i 1.etg	23,2	31,5
Barnerom/soverom	23,1	30,0

## 4.2 Fuktmålinger i trevirke

Tabell 03: *Fuktmåling i trevirke for en enebolig utført i bindingsverk*

Enebolig av bindingsverk	
Rom	Fuktighet i trevirke [REL]
Stue	30
	26
	55
	38
Kjøkken	40
	35
	50
Gang	15
	28
	30
	25
	40
	30
	60
	50
	40
	25
	15
Bad	35
	30
	20
Soverom	42
	35
	30

	15
Loft	50
	49
	70
Ute	65
	60
	68
	63
	68
	75
	78

Tabell 04: *Fuktmåling i trevirke for en enebolig utført i massivtre*

Enebolig av massivtre	
Rom	Fuktighet i trevirke [REL]
Stue	50
	35
	50
	68
	55
	57
	44
	50
	50
	40
	53
Kjøkken	53
	53

	53
	50
Bad	53
	61
Soverom	42
	45
	50
	60
Loft/hems	53
	58
	63
Tørkerom	25
	35
	50
Ute	73
	96
	87
	77
	83
	90

## 5 Analyse

### 5.1 Relativ fuktighet i luft

Den optimale er når luftfuktigheten ligger mellom 40–60 % (3). Målingene viser at begge boligene ligger under anbefalt verdi. Siden målingene ble utført tidlig på våren er dette å forvente. Merk at eneboligen i massivtre hadde fyrt i peisen. Dette vil medføre en naturlig lavere luftfuktighet.

Boligen utført i bindingsverk hadde en gjennomsnittlig luftfuktighet på om lag 36 %. Boligen utført i massivtre hadde en gjennomsnittsverdi på om lag 33 %. Om man bare ser på gjennomsnitt er det ikke store forskjeller på de to eneboligene. Dersom man ser på differansen på høyeste og laveste målte verdi har eneboligen i bindingsverk en forskjell på 9,4 %, mens eneboligen i massivtre bare 4,8 %. Det viser at eneboligen i massivtre har en jevnere relativ fuktighet i luften fra rom til rom, enn det eneboligen i bindingsverk har.

### 5.2 Fuktmålinger i trevirke

Målingene gjort for fuktighet i trevirke viser et jevnere fuktinnhold for eneboligen utført i massivtre. Dette er tilfelle både innad i enkeltrom, og fra rom til rom. Høyeste differansen for målinger innad i et rom for eneboligen i tradisjonelt bindingsverk var 45, og for eneboligen i massivtre var det 33.

## **6 Konklusjon**

Det er ingen evident forskjell i forbindelse med gjennomførte målinger på de to byggeskikkene.

## 7 Referanseliste

1. Oyj V. Users guide Vaisala HUMICAP Indicator HMP41/45 Vaisala.com2006 [cited 2021 22.03]. Available from: [https://www.vaisala.com/sites/default/files/documents/HMI41\\_and\\_HMP41\\_45\\_46\\_User\\_Guide\\_in\\_English.pdf](https://www.vaisala.com/sites/default/files/documents/HMI41_and_HMP41_45_46_User_Guide_in_English.pdf).
2. Sensing G. Moisture Measurement System [Bukermanual]: GE Sensing; 2005 [cited 2021 10.05]. Available from: [http://www.damp-meter-direct.co.uk/PDF/manual/Protimeter\\_MMS\\_Manual.pdf](http://www.damp-meter-direct.co.uk/PDF/manual/Protimeter_MMS_Manual.pdf).
3. Levy F. Luftfuktere og inneklime naaf.no2016 [cited 2021 25.03]. Available from: [https://www.naaf.no/globalassets/x-gamle-bilder/documents/1.-allergi-i-praksis/2-2016/aip\\_2\\_2016\\_levy\\_luftfuktere\\_og\\_inneklime.pdf](https://www.naaf.no/globalassets/x-gamle-bilder/documents/1.-allergi-i-praksis/2-2016/aip_2_2016_levy_luftfuktere_og_inneklime.pdf).

## **Vedlegg F: Dokumentasjon**

- F-1: Bakgrunn for å benytte 150 mm isolasjon ved REDAir FLEX
- F-2: Grunnlaget som ble sendt over til Rockwool AS for å få pris på REDAir Flex systemet
- F-3: Spennvidde og tykkelse på massivtre takelement
- F- : Låseisolering, produktsertifikat fra SINTEF



## Vedlegg F-1

Dokumentasjon på at det kun er behov for 150 mm isolasjon når det benyttes Rockwool REDAir FLEX.

Konstruksjonskategori:

☒ Veggkonstruksjon  
☐ Takkonstruksjon  
☐ Gulvkonstruksjon

Konstruksjonstype:

Yttervegg med REDAir

Konstruksjonsdata:

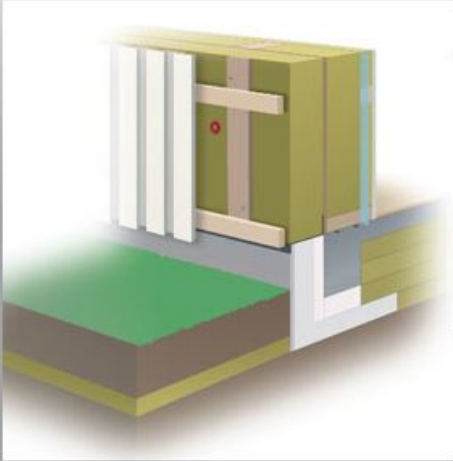
GenereltKlimaskjermREDAirBæringInnv. Ekstra

Isolasjon:  
150 mm Rockwool REDAir


☐ Egendefinert isolasjon  
Tykkelse [mm]: 150  
Varmeledning [W/mK]: 0.033

Festepunkter

Antall festepunkter per m<sup>2</sup>: 5  
Diameter festeskruer [mm]: 5.85  
Varmeledning festeskruer [W/mK]: 50



Resultater

Beregnet U-verdi:	0.20 W/m²K	
Krav forskrift:	0.18 W/m²K	
Minstekrav forskrift:	0.22 W/m²K	
Tykkelse konstruksjon:	296 mm	

F-2: Grunnlaget som ble sendt over til Rockwool AS for å få pris på REDAir Flex systemet

**Prosjekt**

Prosjektnavn Dråpen Moderne

Prosjektbeskrivelse Enebolig i massivtre

Kundenavn

Adresse

Fylke

By

SAP no.	Stk.	Beskrivelse
89993 NOBB: 45294533	10	(paller) REDAir Plate 150/600/1000 (19,2 m <sup>2</sup> / pall) Mengden beregnet: 183 m <sup>2</sup> Mengden levert: 192 m <sup>2</sup>
99293 NOBB: 46372385	21	(esker) REDAir skruer W150 (25 stk. / eske) Mengden beregnet: 525 stk. Mengden levert: 525 stk.
119921 NOBB: 46372355	21	(bunter) REDAir FLEX LVL-lekt (15 lm / bunt) Mengden beregnet: 305 m Mengden levert: 315 m
121612 NOBB: 46372461	1	(eske) REDAir FLEX STARTKIT (1 / eske) Mengden beregnet: 1 Mengden levert: 1
260460 NOBB: 46372457	20	(esker) REDAir FLEX FP (16 stk. / eske) Mengden beregnet: 305 stk. Mengden levert: 320 stk.

**Installasjons instruksjoner**

Enhet	Navn	Verdi
Avstand mellom lekter	mm	600
Skrue avstand	mm	750
Kompresjonsdybde	mm	8

I tabellen over finner du de nødvendige parameterne som trengs for å kunne installere systemet riktig. Tabellen definerer den maksimale avstanden mellom REDAir skruene, minimum innsenkning av lekten inn i isolasjonsplaten og for REDAir MULTI, den maksimale avstanden mellom REDAir SB og FB braketter. Ytterligere informasjon og detaljer finner du i monteringsanvisningen for REDAir

Husk å bestille REDAir bor og ekstra REDAir Disc`r, hvis det er behov for det, før installasjonen starter.

**Belastningsberegninger**

Calculated on: 26.3.2021 kl 09.36

Sida: 1 of 3

Enhet	Navn	Verdi
Fasadens totale egenvekt	(kg/m <sup>2</sup> )	32,0
Maksimal vindlast i uttrekksskruen	(kN)	0,69
Maksimal forspenningsverdi i uttrekksskruen	(kN)	1,29
Totallast i uttrekksskruen	(kN)	1,98
Uttreksstyrke	(kN)	2,04
Nødvendig forspenningsverdi	(kg/m)	22,1
Min. forspenningsverdi pr. lm REDAir profil	(kg/m)	28,0
Maksimalt vindstyrke trykk	(kN/m <sup>2</sup> )	0,59

### Design sjekk

Enhet	Navn	Nåværende	Garantert	Utnyttelse
Uttrekkskraft	(kN)	1,98	2,04	0,97
Nødvendig forspennings kraft	(kg/m)	22,1	28,0	0,79

### Basert på:

REDAir System		FLEX
Fasadekledningens vekt (kg/m <sup>2</sup> )	(kg/m <sup>2</sup> )	17
Bakvegg		Tre, t ≥ 32mm
Bakveggens overflatekvalitet	(-)	Tre, jevn overflate
Terrengkategori		III
Bygningshøyde (m)	(m)	6
Grunnleggende vindhastighet for det valgte området (m/s)	(m/s)	26
Isolasjonstykkelse (mm)	(mm)	150
Areal (m <sup>2</sup> )	(m <sup>2</sup> )	183
Lengden av vertikale hjørner (m)	(m)	0
Lengden av de loddrette sidene av vinduer og dører (m)	(m)	0
Konsekvensklasse		CC2 - Normal
Avstand mellom lekter (mm)	(mm)	Alle

Beregningsprogrammet er kun veiledende og er basert på de dataene du har tastet inn. ROCKWOOL garanterer ikke at den veiledende beregningen er dekkende i alle prosjekter eller i forhold til ditt spesifikke prosjekt. Beregningsprogrammet kan ikke erstatte profesjonell rådgivning fra et konsulentfirma. ROCKWOOL er ikke ansvarlig for krav som direkte eller indirekte kan oppstå som følge av din bruk av beregningsprogrammet.

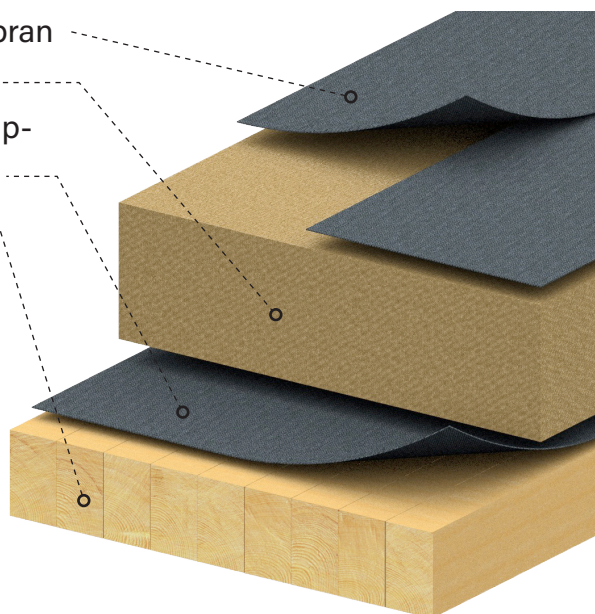
F-3: Spennvidde og tykkelse på massivtre  
takelement

# Takelement; **Kompakttak**

Et kompakttak med massivtredekke er en løsning som gir lav byggehøyde. Kompakttaket bygges opp av et selv bærende dekkeelement i massivtre, dampsperre, isolasjon og takmembran. Løsningen monteres effektivt på byggeplass. Massivtreet kan benyttes som synlig himling på konstruksjonens varme side.

Dekkelementene fås i ulike tykkelser og kan benyttes i spenn opp til 7,2 meter. Dekkeelement fra Norsk Massivtre AS består av kanstilte trelameller.

- Tekkes med PVC takmembran
- Kompakt isolasjon
- Byggetidstekkes med dampsperre i PVC takmembran
- Massivtre fra 95-220 mm



*Lav byggehøyde  
Rask montering  
Ferdig himling*

Maks. spenn*	Sum byggehøyde inkl. folie 5mm	Massivtre	Isolasjon
4,3 m	355 mm	95 mm	250 mm
5,25 m	360 mm	120 mm	230 mm
5,9 m	375 mm	145 mm	220 mm
6,6 m	400 mm	170 mm	220 mm
7,2 m	415 mm	195 mm	210 mm

Samlet U-verdi = 0,13

\* Snølast 4,5 kN/m<sup>2</sup>



## Norsk Massivtre AS

Bærum  
Gamle Ringeriksvei 58  
1357 Bekkestua

Sør-Aurdal  
Buvassvegen 18  
2937 Begna

Tlf: +47933310  
E-post: [info@norskmassivtre.no](mailto:info@norskmassivtre.no)

F-4: Blåseisolasjon, produktsertifikat fra SINTEF





# Produktsertifikat

## Nr. 3397

SINTEF Byggforsk bekrefter at

## Hunton Nativo trefiberiolasjon

er i samsvar med kravene i EN 15101-1

Deklarert varmekonduktivitet, densitet 27 – 40 kg/m<sup>3</sup>:  $\lambda_D = 0,038$  W/mK  
Setningsegenskaper ved varierende klima, densitet 30 kg/m<sup>3</sup> (utblåst): **Klasse SH 20**  
Setningsegenskaper ved vibrasjoner, densitet 40 kg/m<sup>3</sup> (innblåst): **Klasse SC 0**

Egenskap ved brannpåvirkning i henhold til EN 13501-1, densitet 23 – 55 kg/m<sup>3</sup>  
og minst 40 mm tykkelse: **Brannteknisk klasse E**

Innehaver av sertifikatet:

**Hunton Fiber AS**

Niels Ødegaards gate 8  
2810 Gjøvik

Produsent:

Hunton Isolasjon AS  
Brennbakkvegen 15  
2822 Bybrua

Utstedt 07.11.2018

Revidert 16.05.2019

Gyldig frem til 01.12.2023 forutsatt at sertifikatet er listet på  
[www.sintefcertification.no](http://www.sintefcertification.no)

Produktet er underlagt overvåking i samsvar med kravene i NS-EN ISO/IEC 17065



.....  
Monica Strøm Nodland  
Sertifiseringsleder