

Premissnotat byggningsfysikk

Undersbo gravplass – Eksisterende driftsbygg



Dokumentinformasjon

Oppdragsgiver: Larvik Kirkelige Fellesråd

Tittel på rapport: Premissnotat bygningsfysikk

Oppdragsnavn: Prosjektering Undersbo gravplass

Oppdragsnummer: 637747-01

Utarbeidet av: Anne Solbraa

Oppdragsleder: Hamid Rad

Tilgjengelighet: Åpen

02	20.feb 2023	Endring ringmur til plate på mark	ASO	
01	16. feb. 2023	Nytt dokument	ASO	GRK
Ver	Dato	Beskrivelse	Utarb. av	KS

Innholdsfortegnelse

1. Innledning	3
1.1. Om prosjektet	3
1.2. Grensesnitt mot andre prosjekterende	4
1.3. Lokalklima	4
1.4. Forutsetninger for simuleringer	5
1.5. Innvendige klimasoner	5
1.6. Myndighetskrav	5
2. Generelle krav	6
2.1. Radon	6
2.2. Fuktsikring	7
2.3. Byggfukt	9
2.4. Lufttetthet	10
2.5. Kuldebroer	11
3. Driftsbygg (kontor, verksted, garasje) - Oppbygning av bygningsdeler	12
3.1. Gulv på grunn	14
3.2. Yttervegger	15
3.3. Yttertak	16
3.4. Vinduer og dører	18
3.5. Våtrom	20
4. Energieffektivitet	22
4.1. Netto energibehov TEK 17	22

1. Innledning

1.1. Om prosjektet

Undersbo gravplass er lokalisert i Larvik, på adressen Skiringsalsgata 27. Bygningsmassen består av tre frittstående bygninger, et seremonibygget/kapell, et eldre kapell, og et driftsbygg.

Tegningene fra planleggingen av det nyeste seremonibygget er fra 1952-54, og bygget ble oppført i 1956.

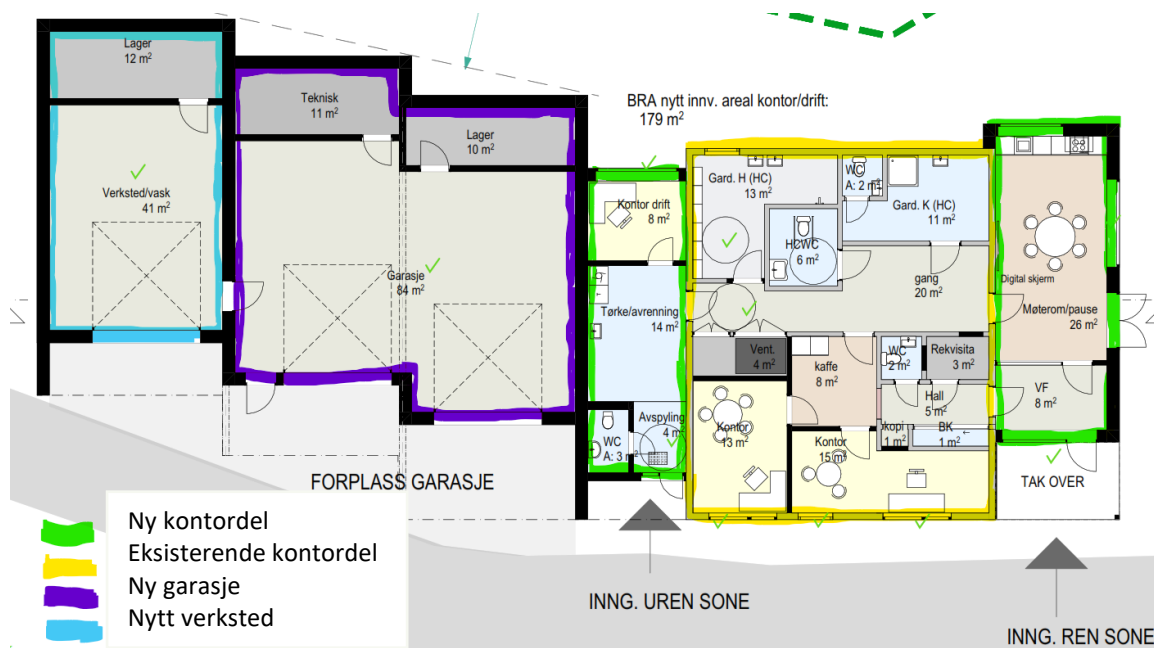
Det er oppført et nytt personalbygg/driftsbygg på området i 2017.

Bakgrunnen for rapporten er at det skal gjennomføres en rehabilitering av seremonibygget og utvidelse/ombygging av eksisterende driftsbygg.

Dette premissnotatet gjelder kun ombygging av eksisterende driftsbygg med tilbygg for kontor og garasje/verksted. Seremonibygget vil behandles i eget notat.

Rehabiliteringsarbeidet omfatter utvendige fasader og innvendige ombygginger.

Premissnotatet baserer seg på informasjon gitt i FDV-dokumentasjon for «Personalbygg Undersbo», fra Allum bygg datert 14.08.17.



Figur 1: Oversikt over ulike deler av driftsbygg med nye tilbygg.

1.2. Grensesnitt mot andre prosjekterende

- ARK: Detaljering av klimaskall over terreng. Dagslyskrav. Solskjerming av glassfasade og vinduer. Detaljering av løsninger for våtrom.
- RIB: Detaljering av løsninger vedr. klimaskjermen under terreng, inkl. drenering og evt. dimensjonering av frost- og telesikring.
- RIVA: Detaljere og dimensjonere utvendige sluk, nedløp etc.
- RIV: Inneklima. Luftbehandlingsanlegg. Detaljere og dimensjonere innvendige sluk, rør etc. Termisk komfort (sommer/vinter). Behov for solskjerming.
- LARK: Fallforhold på utendørsflater.

1.3. Lokalklima

Klimadata for nærmeste værstasjoner til Larvik, se nedenfor, er hentet fra Byggdetaljer 451.031 *Klimadata for dimensjonering mot regnpåkjønning* (SINTEF Community, 2013) og 451.021 *Klimadata for termisk dimensjonering og frostsikring* (SINTEF Community, 2018).

- Middelterperatur = 7 °C
- Dimensjonerende temperatur 3 døgn = -18 °C
- Frostmengde F50 = 14 000 h°C
- Frostdybde H0 = 1,3 m
- Slagregnmengde = 252 mm/år (Torp) 488 mm/år (Færder fyr)
- Hovedretning slagregn = 190° (Torp/Færder)

Klimaet i Larvik kan regnes som mildt og lite værhardt, og bygningene på Undersbo gravplass vurderes som lite til middels værutsatte. Det er imidlertid tydelig på seremonibygget at sørfasaden er den mest værutsatte.

Det må forventes klimaendringer i løpet av byggets levetid. Dette må det tas hensyn til ved utførelse og valg av materialer for bygningens klimaskjerm. Mer nedbør og høyere temperatur øker faren for biologisk vekst og råte på og i bygningskonstruksjoner. Endret klima medfører økt behov for god utforming av spesielt tak og fasade. To-trinns tetting og nøye detaljerte overganger, er essensielt for å skape robuste løsninger som tåler den økte belastningen.

1.4. Forutsetninger for simuleringer

For eventuelle kondenssimuleringer skal laveste tredøgns middeltemperatur (-18 °C) benyttes. For rom med normal fuktbelastning og balansert ventilasjon skal det forutsettes en innvendig RF på 40 %. Med en innetemperatur på 20 °C vil 80 % luftfuktighet (RF) opptre ved en overflatetemperatur på 9,5 °C og kondens skilles ut ved 6 °C.

1.5. Innvendige klimasoner

Kontordelen av driftsbygget skal holde vanlig innetemperatur på 20 °C. Verkstedet skal også holde innetemperatur på 20 °C, mens garasjen skal kun holdes frostfri.

1.6. Myndighetskrav

Nye tilbygg skal tilfredsstille krav i TEK 17.

Krav til energieffektivitet i TEK 17 gjelder for bygningen oppvarmede bruksareal. Kontordelen består av en eksisterende del og to tilbygg på hver side, se figur 1. Energiberegning mot TEK 17 er gjort for disse delene samlet. Ved energiberegning av kun tilbygg blir kravene til bygningsdelenes isolasjonsmengde uhensiktsmessig strenge på grunn av lite areal BRA i forhold til overflate klimaskall.

Garasjedelen skal kun holdes frostfritt, og omfattes derfor ikke av de ordinære energikravene.

Verkstedsdelen skal oppvarmes til normal innetemperatur, men er under 70 m², henger ikke sammen med kontordelen som er oppvarmet, og vurderes da for å gå under unntak iht. § 14-5 (1), der kun minstekrav gjelder. Vi anbefaler likevel at denne delen isoleres tilsvarende de andre tilbyggene av hensyn til energibruk i drift.

2. Generelle krav

2.1. Radon

Iht. TEK17 § 13-5 skal bygninger prosjekteres og utføres med radonforebyggende tiltak slik at innstrømming av radon fra grunn begrenses og radonkonsentrasjonen i inneluft ikke overstiger 200 Bq/m^3 (1. ledd).

TEK17 angir følgende minstekrav for alle nye bygninger (2. ledd):

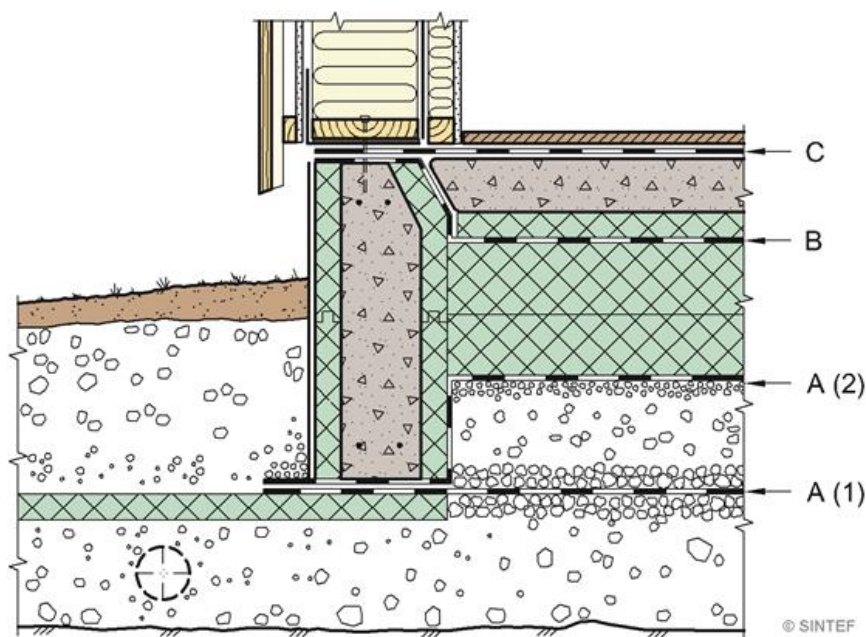
- a) Bygning beregnet for varig opphold skal ha radonsperre mot grunnen. Bygning beregnet for varig opphold skal ha radonsperre mot grunnen.
- b) Bygning beregnet for varig opphold skal tilrettelegges for egnet tiltak i byggegrunn som kan aktiveres når radonkonsentrasjon i inneluft overstiger 100 Bq/m^3 .

Annet ledd gjelder ikke dersom det kan dokumenteres at dette er unødvendig for å tilfredsstille kravet i første ledd. For eksisterende kontorbygg er det gjort langtids-radonmålinger vinteren 2022. Resultatene viser nivåer under 100 Bq/m^3 , og det er derfor ikke påkrevet med tiltak i eksisterende del.

For nye arealer for kontor og driftsbygg vil 2. ledd kun gjelde for rom for varig opphold, det vil si kontordel og verksted. Dette innebærer krav til radonsperre i gulv på grunn og tilrettelegging for trykkreduserende tiltak i grunnen (radonbrønn). Om det er mer praktisk utførelsesmessig å legge radonsperre også i arealene mellom kontordel og verksted (dvs. garasje), så kan dette gjøres.

Anbefalinger i veileder til TEK17: Tettesjikt bør føres utenfor vegglivet med lufttett avslutning til vegg/fundament. Det finnes i prinsippet tre ulike plasseringer for radonsperren, se figur 2. Radonmembraner i bruksklasse B og C kan erstatte fuktsperren i gulvet. Ved plassering B er anbefalingen av membranen ligger rett under påstøp. Alle gjennomføringer må utføres med mansjetter og tettemidler som er tilpasset valgt membranprodukt. Eventuell tilkjørt masse som skal benyttes under eller rundt konstruksjonen, bør ha dokumentert lav radonavgivelse.

For nytt driftsbygg anbefales det enten plassering B hvor radonsperren klebes og klemmes mot ringmur med klemlist av plast eller korrosjonsbestandig metall, eller plassering A med duken trukket ut under bunnsvill.



Figur 1: Prinsippkisse av plassering radonmembran i bruksgruppe A, B og C.

Radonkonsentrasjoner i inneluften skal dokumenteres når bygget er ferdigstilt og tatt i bruk. Årsmiddelverdien skal av den grunn dokumenteres med sporfilmmålinger, eller kalibrert elektrisk måling, utført over min. 2 måneder i perioden midten av oktober til midten av april.

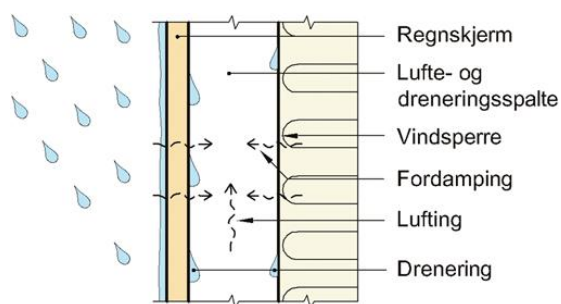
2.2. Fuktsikring

2.2.1. To-trinns tetting - regnskjerm og vindsperre

Vegger i klimaskall skal sikres mot inntrenging av nedbør etter prinsipp om to-trinns tetting. Prinsippet innebærer å ha et sjikt som tar regnpåkjeningen, og et som fungerer som vindsperre. Mellom tettesjiktene må det etableres en lufte- og dreneringsspalte. Denne spalten har en rekke funksjoner, blant annet skal den drenere vekk snø og vann som trenger inn gjennom regnskjermen, og lufte ut fuktighet fra ytterveggen. Se figur 3.

For at konstruksjonen skal fungere, må luftespalten utformes med kontinuerlige åpninger i bunn og topp. Vann som trenger inn, må ledes ut og over tilstøtende elementer som vinduer og dører med beslagsløsninger.

Vindspærren skal være diffusjonsåpen slik at den tillater effektiv uttørking av innebygget fukt og fukt fra eventuelle lekkasjer. Vindspærren bør ha lavest mulig s_d -verdi, og ikke overstige 0,5 m.



Figur 3: To-trinns tetting – Prinsippskisse: Byggetal 542.003

Områder som normalt skal beskyttes med beslag eller annen type regnskjerm er:

- Overgang mellom kledningsmaterialer
- Fuger
- Membran
- Vannbrett over og under vindu
- Parapet

2.2.2. Innvendig fuktsikring - dampspærre

Fuktighet fra inneluft kan trenge inn i klimaskillet ved både luftlekkasjer og diffusjon, og føre til store fuktskader. Slike skader kan være vanskelige å oppdage, og blir ofte først synlige når skaden er omfattende. For å unngå at varm og fuktig luft trenger inn i ytterveggen, må det etableres en dampspærre på varm side. Dampspærren kan trekkes noe inn i veggen, men det er avgjørende at ikke mer enn ca. 25 % av den totale isolasjonstykkelsen plasseres på innsiden av sperresjiktet. Dampspærresjiktet må ha s_d -verdi på minimum 10 m, og kan utføres med for eksempel 0,2 mm plastfolie.

Alle overganger og gjennomføringer må vies spesiell oppmerksomhet både i detaljerings- og utførelsesfasen. Overganger som krever spesielt fokus mht. tetthet, er:

- Overganger mellom vegg og tak
- Hjørner

- Dør- og vindusinnsetting
- Tekniske gjennomføringer
- Tetting mot betongdekke

2.2.3. Overflatevann på terreng

Terreng rundt bygget skal utformes med fall bort fra bygget på minimum 1:50 over 3 m, for å hindre at vann blir stående mot bygget og over tid trenger inn i konstruksjonene. Alle utstikkende konstruksjoner skal utformes slik at vann renner bort fra bygget eller mot egnede sluk og avløp.

2.3. Byggfukt

Byggfukt er den fuktmengden som må tørkes ut for at de ulike materialene skal komme i likevekt med normal bruk av bygningen. Når isolasjonen monteres skal fuktinnholdet være så lavt som mulig, grenseverdien avhenger av uttørkingsmuligheten videre. For grenseverdier, se Byggdetaljer 474.533 *Uttørking og forebygging av byggfukt* (SINTEF Community, 2021). For tre generelt skal fuktinnholdet være lavere enn 20 vektprosent, og lavere enn 15 vektprosent for konstruksjoner som tørker svært langsomt, for eksempel bunnsvill. For yttervegger av bindingsverk skal dampspærren monteres kort tid etter isolasjonen, og før bygningen oppvarmes. Mellom treverk og betong skal det alltid monteres et kapillærbrytende sjikt.

Materialer som skal lagres på byggeplass skal lagres tørt og beskyttes mot oppfukting og sterk uttørking. Det anbefales at alle innvendige arbeider følger tiltakene beskrevet i Byggdetaljer 501.107 *Ren, tørr og ryddig byggeprosess* (SINTEF Community, 2007) og 501.108 *Renhold i byggeperioden* (SINTEF Community, 2007), for å sikre en ren og tørr byggeprosess.

Fuktinnhold i de ulike materialene skal måles før de bygges inn, for å dokumentere at innholdet er under kritisk verdi. Fuktmålinger skal gjøres iht. NS 3512:2014 *Måling av fukt i trekonstruksjoner*. Se for øvrig Byggdetaljer 474.531 *Fuktmålinger i bygninger. Instrumenter og metoder* (SINTEF Community, 2021).

2.4. Lufttetthet

Minimering av luftlekkasjer er et svært effektivt tiltak for å redusere bygningens varmetap. Det er også et viktig grep for å unngå at fuktig luft, både fra innsiden og utsiden, transporteres inn i konstruksjonen, og således et viktig grep for bedret fuktsikkerhet.

Ny vindusinnsetting, og etablering av ny vindsperre gir mulighet for å forbedre lekkasjetallet for eksisterende kontordel.

I energiberegningene for kontordel er det forutsatt et lekkasjetall på 1,0 luftvekslinger per time ved 50 Pa trykkforskjell etter rehabilitering. Dette lekkasjetallet gjelder eksisterende og ny kontordel samlet. Det må tilstrebes gode tettelsøsninger ved tilslutninger mellom ulike bygningsdeler, eksisterende og nye konstruksjoner og ved vindusinnsetting for å oppnå dette kravet.

Lekkasjetallet skal dokumenteres ved hjelp av trykktesting når bygget er ferdig bygget. Tetthetsmålinger skal utføres etter NS-EN ISO 9972:2015.

Det er fordelaktig å utføre to trykktester av bygget. Det bør trykktestes når vindsperre er etablert og vinduer, dører og tekniske installasjoner er satt inn/gjennomført, men uten at vegger er isolert og kledd. Dette gjør at lekkasjepunkter kan utbedres på en enkel og kostnadseffektiv måte.

Samtidig som det trykktestes, bør det utføres termografering for å oppdage eventuelle lekkasjer, feil og unøyaktigheter i utførelsen. Termografering utføres etter NS-EN 13187:1998. Eventuelle feil skal utbedres og det skal inspiseres på nytt for å bekrefte ytelsen.

For at det skal være mulig å etablere god tetting, må detaljer utarbeides med tanke på enkel utførelse med god tilgjengelighet for utførende. Ved overganger mellom dekke og bindingsverk, bør det alltid benyttes svillemembran som tar opp ujevnheter og sikrer en lufttett overgang.

Ved gjennomføringer i klimaskjermen bør det benyttes mansjetter.

Tetningsprodukter må være testet for bruk i et norsk klima, ha dokumentert heft til aktuelle materialer og ha en teknisk godkjenning fra SINTEF Certification.

2.5. Kuldebroer

Kuldebroer kan forårsake kalde og kondensskapende overflater og bidra til et økt energiforbruk. For å hindre at det oppstår grobunn for organismer, som f.eks. sverte- og muggsopp, må det hindres at luftfuktighet ved overflatene kommer over 80 %.

Lineære kuldebroer vil ha størst bidrag til energiforbruk, slik som vindu og dører, sokkel og overgang til tak. Punktkuldebroer, som for eksempel gjennomtrengende søyler og bjelker, har lite bidrag til energiforbruk, men er gjerne mer kritiske med tanke på lave overflatetemperaturer og tilhørende fuktproblemer.

Det bør etterstrebes å ha min. 100 mm kuldebrobryter om det eventuelt skal være stål eller betong i klimaskallet. Ved trekonstruksjoner er det ikke nødvendig å ha kuldebrobryter for å hindre gjennomgående tre.

3. Driftsbygg (kontor, verksted, garasje) - Oppbygning av bygningsdeler

I dette kapittelet presenteres løsninger og anbefalinger for isolering og oppbygning av de aktuelle bygningskomponentene i driftsbygget.

En oppsummering av U-verdier for oppvarmede arealer (kontor og verksteddel) er presentert i tabellene under. Tabell 1 er for eksisterende del og tabell 2 er for nye tilbygg.

Tabell 1: Oppvarmede arealer eksisterende del - Bygningskomponentenes egenskaper og minstekrav fra TEK17.

Beskrivelse	Minstekrav (TEK17)	Eksisterende arealer kontorbygg anbefaling W/m ² K	Anbefalt oppbygning Eksisterende arealer	Kilde
U-verdi gulv på grunn [W/m ² K]	≤ 0,18	0,23 uten bidrag fra grunn 0,16 med bidrag fra grunn	Antatt 150 mm EPS.	Tabell 52 i Byggedetaljer 471.013
U-verdi yttervegger [W/m ² K]	≤ 0,22	0,15	(Eksisterende vegg 200 mm isolering i 48 mm bindingsverk.) - Utvendig tilleggisolering 100 mm med gjennomgående påføring, isolasjonsklasse 0,035, eller 70 mm med kontinuerlig isolasjon.	Tabell 42 i Byggedetaljer 471.401 og tabell 52 Byggedetaljer 471.411.
U-verdi tak [W/m ² K]	≤ 0,18	0,13	Eksisterende Lett-taks element: 21/11+48x121 + 50.	tabell 56 i Byggedetaljer 471.013. lett-tak.no
U-verdi glass/vinduer/dører [W/m ² K]	≤ 1,2	1,2 (Nye: 0,8)	Eksisterende vinduer er to-lags med energibelegg.	
Normalisert kuldebroverdi [W/m ² K]	-			
Lekkasjetall [luftvekslinger per t.]	≤ 1,5	Ukjent (Nytt lekkasjetall 1,0 er forutsatt)	Det må tilstrebes gode tetteløsninger ved tilslutninger mellom bygningsdeler, eksisterende og nye	

		for hele kontordelen.)	konstruksjoner og vindusinnsetting for å oppnå kravet til lekkasjetall.	
--	--	---------------------------	--	--

Tabell 2: Oppvarmede arealer nye tilbygg- Bygningskomponentenes egenskaper og minstekrav fra TEK17.

Beskrivelse	Minstekrav (TEK17)	Nye arealer kontor og verksted anbefaling W/m ² K	Anbefalt oppbygning Nye arealer Kontor og verksted	Kilde
U-verdi gulv på grunn [W/m ² K]	≤ 0,18	0,10 uten bidrag fra grunn 0,09 med bidrag fra grunn	Isolering 350 mm, isolasjonsklasse 0,034.	Tabell 52 i Byggedetaljer 471.013
U-verdi yttervegger [W/m ² K]	≤ 0,22	0,14	Isolasjon 300 mm i 36 mm stender, isolasjonsklasse 0,035. Eventuelt med 48x198 mm gjennomgående stender + 48 mm kontinuerlig isolasjon.	Tabell 42 i Byggedetaljer 471.401 og tabell 52 Byggedetaljer 471.411.
U-verdi tak [W/m ² K]	≤ 0,18	0,10	Isolasjon 400 mm mellom I-profiler. isolasjonsklasse 0,035, eventuelt takelement med dokumentert U- verdi.	tabell 33 i Byggedetaljer 471.013. lett-tak.no
U-verdi glass/vinduer/døre r [W/m ² K]	≤ 1,2	0,8	Vinduer: 3-lags, gassfylt, energibelegg. Gjennomsnittlig U-verdi som skal inkludere karm+ramme, må dokumenteres av leverandør.	
Normalisert kuldebroverdi [W/m ² K]	-		Min. 100 mm kuldebrobryter ved evt. betong eller stål.	
Lekkasjetall [luftvekslinger per t.]	≤ 1,5	1,0	Det må tilstrebes gode tetteløsninger ved tilslutninger mellom bygningsdeler, eksisterende og nye konstruksjoner og vindusinnsetting for å oppnå kravet til lekkasjetall.	

For uoppvarmede arealer (garasje) er en oppsummering av anbefalt oppbygning presentert i tabellen under.

Tabell 3: Uoppvarmede arealer (garasje) - Bygningskomponentenes egenskaper.

Bygningsdel	Anbefalt oppbygning garasje
Gulv på grunn	Isolering 150 mm, isolasjonsklasse 0,034.
Yttervegger	Isolasjon 100 mm, isolasjonsklasse 0,035.
Tak	Isolasjon 150 mm, isolasjonsklasse 0,035, eventuelt takelement med tilsvarende U-verdi.
Porter [W/m ² K]	≤ 2,0.
Kuldebroer	Min. 100 mm kuldebrobryter ved evt. betong eller stål.
Lufttetthet	Det bør tilstrebes gode tetteløsninger ved tilslutninger mellom bygningsdeler, eksisterende og nye konstruksjoner.

3.1. Gulv på grunn

Eksisterende gulv på grunn og ringmur er i FDV-dokumentasjon ikke beskrevet nærmere enn at det er støpt etter preakseptert løsning. Det er ingen informasjon om hvor mye isolasjon det er i gulv eller rundt ringmur.

Basert på byggeår og at det er beskrevet som preakseptert løsning, antas det at U-verdi er ≤ 0,18 W/m²K som er minimumskrav for gulv på grunn for alle bygningstyper i både TEK 10 og TEK 17. I energiberegningen er det benyttet U-verdi tilsvarende 150 mm isolasjon, som gir en ekvivalent U-verdi på 0,16 W/m²K, inkludert bidrag fra grunn. Det vurderes som ikke hensiktsmessig i et kost/nytte-perspektiv å gjøre noen tiltak for etterisolering av eksisterende gulv på grunn.

Gulv på grunn i tilbygg til kontordel og i driftsdel anbefales av RIB å bygges opp som plate på mark. For å sikre fri gjennomstrømning av sigevann bør man ha et minst 200 mm tykt drenerende lag av veldefinerte materialer som pukk, finpukk eller tilsvarende under golvkonstruksjonen.

Fugen mellom bunnsvill og mur må være tett for å hindre lekkasje av kald uteluft, og for å hindre oppfukning av bunnsvill fra betongen.

Kravet til U-verdi for gulv på grunn for ny kontordel er 0,10 W/m²K uten bidrag fra grunn. Dette kan oppnås med 350 mm isolasjon i isolasjonsklasse 34.

Verksted som skal oppvarmes bør også isoleres tilsvarende ny kontordel.

Garasjegulv bør isoleres med min 150 mm isolasjon.

Plate på mark bør isoleres på utsiden med minst 50 mm for hindre frostnedtrenging og redusere kuldebrotap.

Av hensyn til telefare og varmetap anbefales det å alltid bruke markisolasjon. Basert på frostmengde i Larvik: $F50 = 14\,000\text{ h}^\circ\text{C}$, bør dette være 50 mm i en bredde på minst 300 mm ved vegg og 600 mm ved hjørner (Kilde: Byggdetaljer 521.112 *Gulv på grunnen med ringmur. Telesikring og varmeisolering av oppvarmede bygninger*).

Til markisolasjon anbefales det å bruke ekstrudert polystyren (XPS), som har tilstrekkelig trykkfasthet og beholder varmeledningsevnen ved aktuelle fuktbelastninger.

3.2. Yttervegger

Eksisterende vegger er ifølge FDV-dokumentasjon bygget opp på følgende måte innenfra og ut:

- MDF-plater 11 mm
- Dampsperre 0,2 mm plast
- 48x198 mm bindingsverk isolert med 200 mm Rockwool
- GU-plate
- Sløyfe for lufting
- Liggende kledning, impregnert furu, 19 mm

Denne oppbygningen gir ifølge tabell 42 i Byggdetaljer 471.401 *Vegger over terreng med bindingsverk av tre med gjennomgående stendere* (SINTEF Community, 2012). en U-verdi på $0,22\text{ W/m}^2\text{K}$.

Krav til U-verdi for yttervegg i eksisterende kontordel er $0,15\text{ W/m}^2\text{K}$. Dette kan oppnåes med utvendig tilleggisolering 100 mm med gjennomgående påforing, isolasjonsklasse 0,035, eller 70 mm med kontinuerlig isolasjon.

For yttervegger i ny kontordel er krav til U-verdi $0,14\text{ W/m}^2\text{K}$. Dette kan oppnåes med 300 mm isolasjon i bindingsverk med 36 mm stender, isolasjonsklasse 0,035. Eventuelt med 48mm x 198 mm gjennomgående stender + 48 mm kontinuerlig isolasjon utenpå dette.

Yttervegger i oppvarmet verksted bør isoleres tilsvarende ny kontordel.

Yttervegger i garasje, som skal holdes frostfritt bør isoleres med minimum 100 mm.

Generelt for yttervegger skal det legges dampsperre av 0,2 mm polyuretan, gjerne mellom bindingsverk og en indre påføring til installasjonssjikt, og skjøter tapes med godkjent tape. Vindsperre kan utføres med enten platemateriale eller duk, og skjøter tapes med godkjent tape.

Avstanden fra underkanten av utvendig kledning ned til terrenget bør generelt være minst 300 mm. Avstanden kan reduseres til 100 mm på steder med liten slagregnspåkjenning dersom det er takrenner på huset og godt takutstikk, og hvis terrengoverflaten består av relativt grove masser slik at det ikke spruter fra jord eller vanddammer.

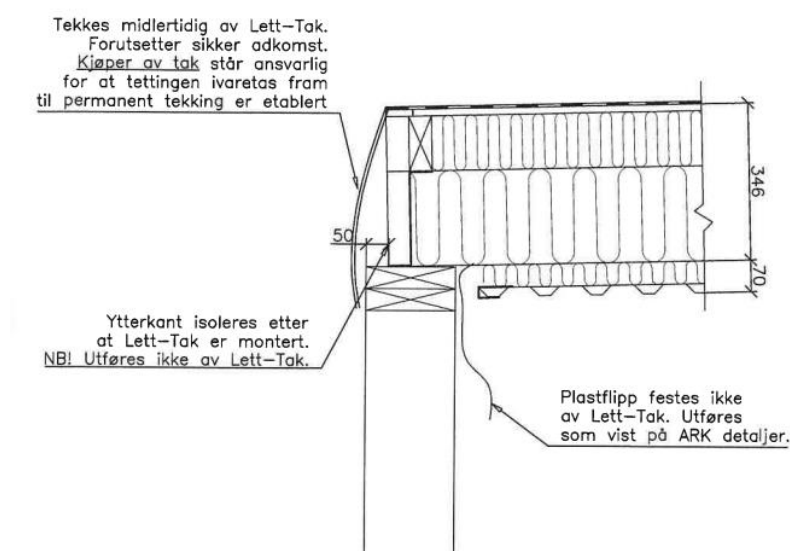
3.3. Yttertak

Yttertak på eksisterende kontordel er, ifølge FDV-dokumentasjonen, elementer fra Lett-Tak utført som kompakttak med takrenner og utvendig nedløp.

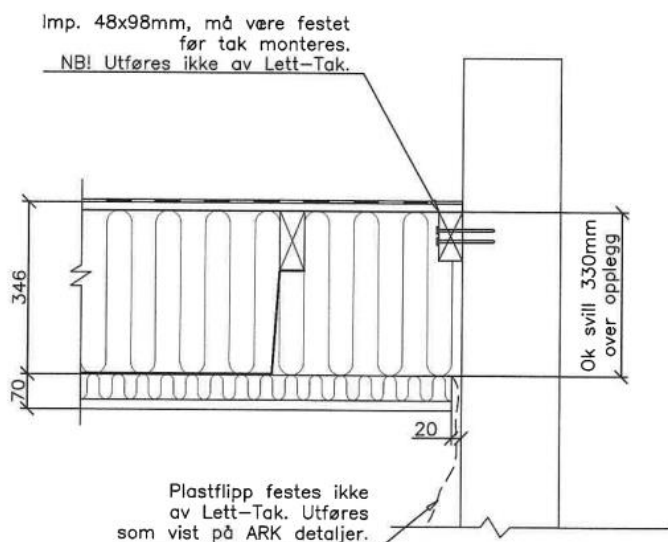
Elementene som er benyttet er ifølge Takplan fra Lett-Tak type 21 med 48x121 rekker og 50 mm isolasjon i himling. Disse har en U-verdi ifølge Lett-Taks nettsider 0,13 W/m²K. Elementene er tekket med PVC-takbelegg type Protan SE 1,6.

Taket har en bredde på 10 m og en lengde i fallretningen på 12 m (ensidig fall). Takvinkel er ikke funnet spesifisert på tegninger eller annet underlag i FDV.

Lett-Tak har spesifisert på sin takplan «Tegningsgrunnlag viser ingen sluk. Merk at Lett-Tak ikke anbefaler utvendig nedløp. Se Lett-tak sin tekniske godkjenning nr. 2215».



Figur 4: Detalj nr. 1 fra Lett-Tak, prinsipp for kortsider



Figur 5: Detalj nr. 3 fra Lett-tak, prinsipp for gavlvegg.

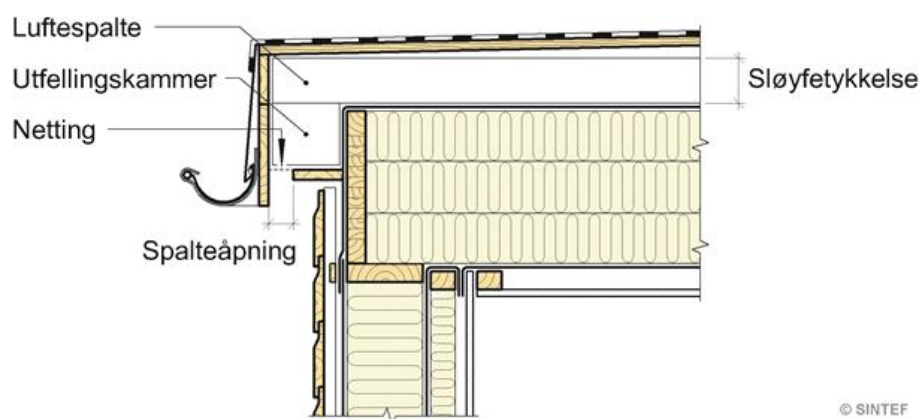
Det er på grunn av store problemer med barnåler som tetter sluk på seremonibygget, et ønske fra byggherre om å unngå innvendig sluk for nye driftsbygg og beholde takrenner og utvendig nedløp på eksisterende kontorbygg.

I utgangspunktet skal kompakte tak i prinsipp ha innvendig nedløp for å unngå problemer med ising i overgang fra varmt tak til kaldt nedløp. I dette tilfellet gjør forhold som risiko for tetting av innvendige nedløp, klimaforholdene i Larvik (relativt milde vintre og lite snø), og at det ikke er rapportert om problemer med ising på eksisterende bygg som har utvendig nedløp, at det, ut fra en helhetsvurdering, vil være mest hensiktsmessig med utvendige nedløp her.

For å minske faren for ising kan nye tak bygges som luftet tak. Luftede tak bør i utgangspunktet være skrå for å få god lufting i spalten, men ved små bygninger og godt prosjektert lufting kan det også fungere med flatere tak.

Taket kan bygges opp som isolert bjelkelag med dampsperre i himling og dampåpent undertak mot luftespalte, opplektet luftespalte og taktro med taktekning.

Luftespalten på dette taket bør være min. 48 mm, og det bør ved raft bygges et utfellingskammer for å hindre at nedbør og snø blåses inn i luftespalten, se figur under.



Figur 6: Prinsipp for luftet flatt tak med rafteløsning med utfellingskammer. Spalteåpningen er innsnevret til halve spalte-/sløyfetykkelsen og den er dekket med netting.

Eventuelt kan taket bygges opp av ferdige takelementer med tillegg av samme luftteprinsipp som over.

3.3.1. Isolasjon

Krav til U-verdi for yttertak i ny kontordel er $0,10 \text{ W/m}^2\text{K}$. Dette kan oppnås med 400 mm isolering mellom I-profiler, isolasjonsklasse 0,035.

Yttertak i oppvarmet verksted bør isoleres tilsvarende ny kontordel.

Yttertak i garasje, som skal holdes frostfritt, bør isoleres med minimum 150 mm i tak.

3.3.2. Fall/avrenning

Taket skal utformes med tilstrekkelig fall til nedløp. Generelt takfall bør være min 1:20.

3.3.3. Damptetting

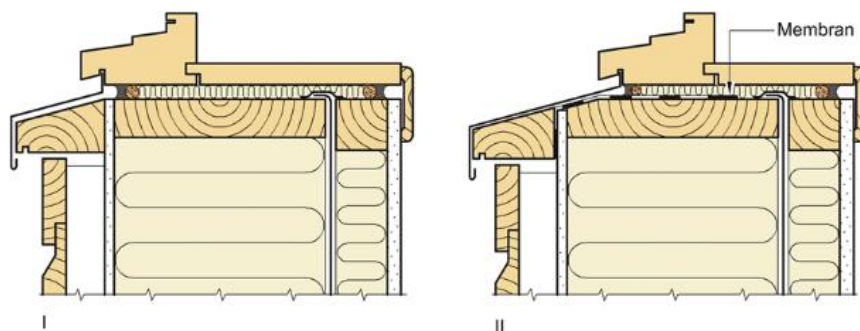
For å redusere fukttransport ved diffusjon og luftlekkasjer fra innvendig side, må det legges dampsperre på varm side av isolasjon, gjerne innenfor en påforing som installasjonssjikt. Dampsperrer bør ha en ekvivalent luftlagstykkelse, s_d -verdi, på minst 10 m. Som dampsperre kan det benyttes 0,20 mm tykk polyetylenfolie (PE-folie). Tette skjøter i dampsperra, samt tette avslutninger rundt gjennomføringer og mot andre konstruksjonsdeler, er avgjørende for god damp- og lufttetting.

3.4. Vinduer og dører

Eksisterende vinduer er, ifølge FDV-dokumentasjonen, med to-lags energiglass og har en U-verdi på $1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Eksisterende dører er ifølge FDV fra Tundøren, med U-verdi $1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ (dør med glass).

U-verdi for nye vinduer og dører må være $\leq 0,80 \text{ W/m}^2\text{K}$, som en gjennomsnittlig verdi for alle vinduer og dører. U-verdi må dokumenteres av leverandør og inkludere karm og ramme.



Figur 7: Alternativer for vindusplassering. Kilde: Byggdetaljer 523.701.

Figur 7 viser to hovedalternativer for vindusplassering. Løsning I, der sporet i bunnkarmen er i plan med vindsperra gir enklere regn- og lufttetting, best opptørking av vinduet etter slagregn, og noe mer dagslys og solvarme gjennom vinduet.

Løsning II, hvor vinduet er trukket noe inn fra vindsperra gir en lavere kuldebroverdi, redusert kondensering på utvendig flate, redusert soloppvarming og bedre skjerming av selve vinduet. Løsningen krever imidlertid at det monteres en membran under vinduet for å hindre at regn trenger inn i veggens hulrom. Membran helklebes på skråskåret losholt og trekkes/klebes minimum 50 mm opp på sidene av smyget.

Mest gunstig plassering av vindu med tanke på kuldebro, er 40-60 mm fra utside isolasjonssjikt og inn til ytre kant av karm.

For å følge prinsipp om to-trinns tetting anbefales det at fuging rundt vindu og membran dekkes med beslag.

Se for øvrig Byggdetaljer 523.701 *Innsetting av vindu i vegger av bindingsverk* (SINTEF Community, 2018).

Det må vurderes behov for solavskjerming på solutsatte fasader for å unngå overoppheting. Behov og valg av solskjerming vurderes av RIV.

Det må monteres en membran i døråpningen under terskel, for at fuktighet må ikke kunne trekke inn under terskelen. Membranen må være tilpasset terskelen og ha oppbrett mot stenderne på hver side av døråpningen. Membranen bør ha en oppkant under terskel på

150 mm. Dette kan løses med grube med rist foran dør. Oppkanten kan reduseres til 50 mm for dører med overbygg/takutstikk på minst 1 meter.

3.5. Våtrom

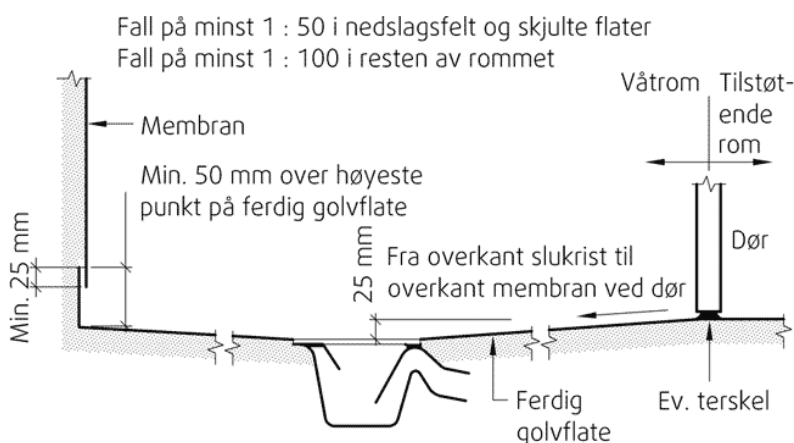
Våtrom skal prosjekteres og utføres slik at det ikke oppstår skade på konstruksjoner og produkter på grunn av bruksvann, vannsøl, lekkasjevann og kondens (TEK 17 § 13-15). Dette ivaretas ved å følge Byggebransjens våtromsnorm (BVN).

Viktige virkemidler er bl.a. kontinuerlige vanntette sjikt, omhyggelig tetting rundt gjennomføringer, inspiserbare og reparerbare vannførende installasjoner, sluk i gulv og fall til sluk, samt tilstrekkelig ventilasjon.

For dusjoner må minst én av følgende tre preaksepterte ytelser være oppfylt:

- Fall på minimum 1:50 til sluk i et område på minst 0,8 meter ut fra sluket dersom dusjen er rett over sluket.
- Fall på minimum 1:100 til sluk i dusjens nedslagsfelt der nedslagsfeltet er nedsenket i gulvet med minimum 10 mm.
- Fall til sluk på minimum 1:100 på hele gulvet, det vil si også utenfor selve dusjonen.

I tillegg må våtrommets vanntette sjikt minimum dekke hele våtsonen, og må i alle ytterkanter nå minimum 25 mm høyere enn overkant slukrist. Gulvet og overgangen til vegg må være vanntett.



Figur 8: Høydeforskjellen mellom toppen av slukrista og overkanten av membranen på gulv ved dør må være minst 25 mm. Golvmembranens sokkel føres minimum 50 mm over ferdig golv. Byggedetaljer 541.805.

Ved gjennomføring av rør i tettesjiktet, skal det benyttes mansjetter tilpasset gjennomføringen og typen tettesjikt. For tilslutning mellom membran og sluk, skal det benyttes produkter som dokumentert passer sammen. Alle produkter relatert til badets membransjikt skal ha en teknisk godkjenning fra SINTEF.

Materialer velges slik at faren for mugg- og soppdannelse er minimal. Gulv og eventuelle vegger må ha fuktbestandige materialer. Oppbygning av vegger rundt våtrom og andre rom med høy fuktbelastning skal godkjennes av bygningsfysiker.

Det er viktig å påse at det ikke bygges inn trevirke eller annet organisk materiale mellom to tette sjikt.

Dersom yttervegg eller deler av denne, eller vegger mot ikke-oppvarmede rom er våtsoner, bør hele vegg utføres som våtsone med membran som dampsperre. Dampsperre i yttervegg bør fuges/klemmes ved overgang til våtromsmembran.

Vegger med innebygde sisterner eller lignende skal sikres mot fuktinntrenging fra lekkasjer fra installasjonen. Eventuelle lekkasjer skal synliggjøres, og i andre rom enn våtrom skal lekkasje føre til automatisk avstengning av vannet.

I rom som ikke har sluk og vanntett gulv, skal vanninstallasjoner ha overløp eller tilsvarende sikring mot fuktskader, og skal utformes slik at eventuelle lekkasjer synliggjøres.

Det bør som for andre kritiske deler av bygget også for våtrom produseres et sett med detaljtegninger. Som et minimum bør det lages fallplan og snitt gjennom sluk og terskel.

4. Energieffektivitet

4.1. Netto energibehov TEK 17

I TEK17 stilles det tre krav til bygningers energibruk:

1. Energiramme som definerer maksimalt netto energibehov for ulike bygningskategorier (§14-2)
2. Minstekrav til bygningsdeler (§14-3)
3. Fossilt brensel skal ikke benyttes i oppvarmingsanlegget (§14-4)

Krav til energieffektivitet i TEK 17 gjelder for bygningen oppvarmede bruksareal. Kontordelen består av en eksisterende del og to tilbygg på hver side, se figur 1 i starten av dokumentet. Energiberegning mot TEK 17 er gjort for disse delene samlet. Ved energiberegning av kun tilbygg blir kravene til bygningsdelenes isolasjonsmengde uhensiktsmessig strenge på grunn av lite areal BRA i forhold til overflate klimaskall.

Garasjedelen skal kun holdes frostfritt, og omfattes derfor ikke av de ordinære energikravene. For garasjen gjelder § 14-1, 4. ledd: For bygning eller del av en bygning som skal holde lav innetemperatur, gjelder ikke energikravene dersom energibehovet holdes på et forsvarlig nivå.

Verkstedsdelen skal oppvarmes til normal innetemperatur, men er under 70 m², henger ikke sammen med kontordelen som er oppvarmet, og vurderes da for å gå under unntak iht. § 14-5 (1), der kun § 14-1, § 14-3 og § 14-4 første ledd gjelder.

Beregnet i Simien v. 6.017 iht. NS3031 får vi følgende resultat for kontordelen:

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

Energiramme (§14-2 (1), samlet netto energibehov)	
Beskrivelse	Verdi
1a Beregnet energibehov romoppvarming	28,9 kWh/m ²
1b Beregnet energibehov ventilasjonsvarme (varmebatterier)	12,2 kWh/m ²
2 Beregnet energibehov varmtvann (tappevann)	5,0 kWh/m ²
3a Beregnet energibehov vifter	12,8 kWh/m ²
3b Beregnet energibehov pumper	0,6 kWh/m ²
4 Beregnet energibehov belysning	20,0 kWh/m ²
5 Beregnet energibehov teknisk utstyr	34,5 kWh/m ²
6a Beregnet energibehov romkjøling	0,0 kWh/m ²
6b Beregnet energibehov ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	0,0 kWh/m ²
Totalt beregnet energibehov	114,1 kWh/m ²
Forskriftskrav netto energibehov	115,0 kWh/m ²

Minstekrav (§14-3)		
Beskrivelse	Verdi	Krav
U-verdi yttervegger [W/m ² K]	0,14	0,22
U-verdi tak [W/m ² K]	0,12	0,18
U-verdi gulv mot grunn og mot det fri [W/m ² K]	0,13	0,18
U-verdi glass/vinduer/dører [W/m ² K]	0,8	1,2
Lekkasjetall (lufttetthet ved 50 Pa trykkforskjell) [luftvekslinger pr time]	1,0	1,5

Totalt netto energibehov for kontordel er beregnet til 114,1 kWh/m²år (mot rammekrav på 115 kWh/m²år for kontorbygg). Kontordelen tilfredsstiller dermed energikrav i TEK 17 med forutsetninger i dette notatet.

Vedlegg 1 – Inndata energiberegning:

Dokumentasjon av sentrale inndata (1)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Areal yttervegger [m ²]:	117	
Areal tak [m ²]:	175	
Areal gulv [m ²]:	175	
Areal vinduer og ytterdører [m ²]:	33	
Oppvarmet bruksareal (BRA) [m ²]:	175	
Oppvarmet luftvolum [m ³]:	515	
U-verdi yttervegger [W/m ² K]	0,14	
U-verdi tak [W/m ² K]	0,12	
U-verdi gulv [W/m ² K]	0,13	
U-verdi vinduer og ytterdører [W/m ² K]	0,81	
Areal vinduer og dører delt på bruksareal [%]	18,7	
Normalisert kuldebroverdi [W/m ² K]:	0,05	
Normalisert varmekapasitet [Wh/m ² K]	79	
Lekkasjetall (n50) [1/h]:	1,00	
Temperaturvirkningsgr. varmegjenvinner [%]:	83	

Dokumentasjon av sentrale inndata (2)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Estimert virkningsgrad gjenvinner justert for frostsikring [%]:	83,0	
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m ³ /s]:	1,40	
Luftmengde i driftstiden [m ³ /hm ²]	9,00	
Luftmengde utenfor driftstiden [m ³ /hm ²]	2,00	
Systemvirkningsgrad oppvarmingsanlegg:	0,85	
Installert effekt romoppv. og varmebatt. [W/m ²]:	80	
Settpunkttemperatur for romoppvarming [°C]	20,0	
Systemeffektfaktor kjøling:	2,50	
Settpunkttemperatur for romkjøling [°C]	22,0	
Installert effekt romkjøling og kjølebatt. [W/m ²]:	0	
Spesifikk pumpeeffekt romoppvarming [kW/(l/s)]:	0,50	
Spesifikk pumpeeffekt romkjøling [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt varmebatteri [kW/(l/s)]:	0,50	
Spesifikk pumpeeffekt kjølebatteri [kW/(l/s)]:	0,00	
Driftstid oppvarming (timer)	12,0	

Dokumentasjon av sentrale inndata (3)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Driftstid kjøling (timer)	24,0	
Driftstid ventilasjon (timer)	12,0	
Driftstid belysning (timer)	12,0	
Driftstid utstyr (timer)	12,0	
Oppholdstid personer (timer)	12,0	
Effektbehov belysning i driftstiden [W/m ²]	6,40	
Varmetilskudd belysning i driftstiden [W/m ²]	6,40	
Effektbehov utstyr i driftstiden [W/m ²]	11,00	
Varmetilskudd utstyr i driftstiden [W/m ²]	11,00	
Effektbehov varmtvann på driftsdager [W/m ²]	0,80	
Varmetilskudd varmtvann i driftstiden [W/m ²]	0,00	
Varmetilskudd personer i oppholdstiden [W/m ²]	4,00	
Total solfaktor for vindu og solskjerming:	0,36	
Gjennomsnittlig karmfaktor vinduer:	0,20	
Solskjermingsfaktor horisont/utspring (N/Ø/S/V):	0,74/0,92/0,75/1,00	

