

TILTAKSVURDERING (ENERGI) LEKSVIK HELSETUN

ADRESSE COWI AS
Otto Nielsens veg 12
Postboks 2564 Sentrum
7414 Trondheim
Norway
TLF +47 02694
WWW cowi.com

INNHOLD

1	Innledning	2
2	Myndighetskrav	2
2.1	Relevante krav TEK17	2
3	Analyse eksisterende klimaskjerm	3
3.1	Eksisterende yttervegger	3
3.2	Kuldebroer	4
3.3	Eksisterende vinduer	4
4	Tiltak klimaskjerm	5
4.1	Yttervegg	5
4.2	Etasjeskiller mot kjeller	10
4.3	Vinduer	10
5	Anbefalte tiltak og fravik fra TEK17	10

OPPDRAGSNR.

A206759

DOKUMENTNR.

NOT-RIBFY-001

VERSJON

01

UTGIVELSESDATO

Sept. 2020

BESKRIVELSE

Tiltaksvurdering (energi)

UTARBEIDET

LAFS

KONTROLLERT

LISG

GODKJENT

LISG

1 Innledning

Sokkeletasjen til Leksvik Helsetun skal ombygges. Helsetunet består i dag av et legesenter og en helsestasjon og går over to til tre etasjer pluss kjeller. Bygget ble oppført i 1977. Etter ombygging blir det diverse kontorer, legekontorer, garderober, våtrom, undersøkelsesrom, et møterom, venteareal, ekspedisjon og lab i sokkeletasjen. Ombyggingen omfatter innvendige arbeider, etterisolering og utskifting av vinduer. Dette notatet omfatter bygningsfysiske anbefalinger for oppgraderingstiltak i klimaskjerm som tilbudsunderlag for totalentreprise.

2 Myndighetskrav

Kapittel 14 av byggteknisk forskrift (TEK17) omhandler krav til energieffektivitet. Bygninger skal prosjekteres og utføres slit at det tilrettelegges for forsvarlig energibruk (§14-1). For tiltak i eksisterende bygninger gjelder i utgangspunkt de relevante energikravene i kapittel 14 som også gjelder nybygg (plan- og bygningsloven §31-2). Relevante krav vil si at kravene kan begrenses til å omfatte de delen av byggverket som tiltaket gjelder. Det kan søkes om unntak fra de tekniske kravene ved nødvendig ombygging og rehabilitering dersom å oppfylle dagens tekniske krav fører til uforholdsmessige kostnader. Dette for eksempel når kravene er urimelige i forhold til forventet energibesparelse, eller dersom ombyggingen er forsvarlig og nødvendig for å sikre hensiktsmessig bruk (plan- og bygningsloven §31-2 fjerde ledd). I så fall må tiltakshaver fremlegge tilstrekkelig dokumentasjon som viser at vilkårene for unntak er oppfylt.

Dette prosjektet vurderes ikke som hovedombygging siden tiltakene omfatter kun en etasje av bygningen. Med hovedombygging menes byggetiltak som etter kommunens skjønn er så omfattende at hele byggverket i det vesentlige blir fornyet. Kravene i TEK17 kan derfor begrenses til de kravene i §14-3 for de tiltakene som blir vurdert, nemlig etterisolering av ytterveggene og utskifting av vinduer.

2.1 Relevante krav TEK17

Siden prosjektet ikke vurdert som hovedombygging, gjelder ikke kravet til det totale netto energibehovet for bygningen (§14-2 krav til energieffektivitet). De relevante minimumskravene (§14-3) er gitt i Tabell 1.

Tabell 1: Relevante minimumskrav til energieffektivitet (TEK17 §14-3)

	Krav
U-verdi yttervegg	$\leq 0,22 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
U-verdi vindu og dør inkludert karm/ramme	$\leq 1,2 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

3 Analyse eksisterende klimaskjerm

Denne analysen er basert på korrespondanse med arkitekt og tilbudsleder, bilder, gamle plantegninger og nye tegninger utarbeidet av arkitekten. Det er ikke gjennomført en tilstandsanalyse av eksisterende klimaskjerm og derfor er det gjort noen antagelser som må verifiseres av entreprenør i neste fase av prosjektet.

3.1 Eksisterende yttervegger

I delen av sokkeletasjen som skal ombygges er det tre typer yttervegger. Disse er markert i Figur 1. Vestfløyen ('64-bygget') har yttervegger av betong. Betongveggene har en betongoverflate på innsiden og puss på utsiden, men det er ukjent hvordan de er bygd opp og om de er isolerte. Betongveggene er markert i blått. Det er også betongvegger rundt inngangen mot øst og rundt trappeoppgang. Ut ifra de gamle tegningene virker det som at disse er isolert innvendig med 5 cm (se Figur 3).

Østfløyen ('77-bygget') har yttervegger av 10 cm bindingsverk med utvendig brystning i LECA og platekledning. Disse veggene er markert i grønt. Brystningen er plassert over og under vinduene i en høyde på 1,4 m fra gulvet og 0,6 m fra toppen av vinduskarm til oversida golv i 1. etasje (se også Figur 2). LECA-brystningen har en tykkelse på 15 cm. Platekledningen er plassert på 1,4-2,3 m fra gulvet. Det er uklart om det er et luftet sjikt mellom LECA og bindingsverk, og det er videre antatt at det er luftet. Det er noen yttervegger som er utført i 10 cm bindingsverk med kun platekledning uten LECA brystning. Disse er markert i rosa.



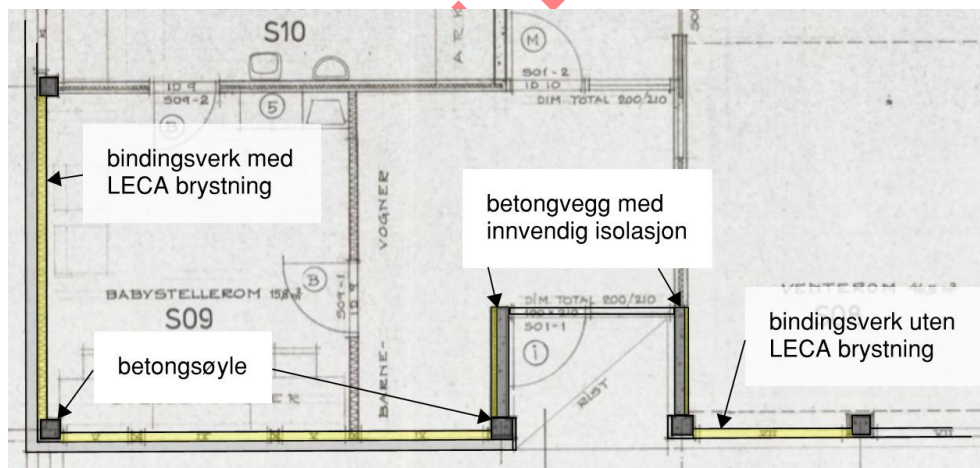
Figur 1: Analyse av eksisterende yttervegger i sokkeletasjen (tegning fra 11.09.2020).



Figur 2: Utseende av de forskjellige ytterveggene. Til høyre fasade mot sør-vest, til venstre mot nord-øst.

3.2 Kuldebroer

Østfløyen (yttervegg i bindingsverk) har en bærekonstruksjon av betongdekker med betongsøyler. Disse er plassert i vegg, ut mot kledningen, se Figur 3. Det er uklart om det er rom mellom søylene og kledningen, og det er videre antatt at søylene er plassert direkte ut mot kledningen uten kuldebrobryter. Søylene former store lineare kuldebroer. Det er antatt at etasjeskillere (plasstøpt betong), båret av søylene, også går helt ut til kledningen. Her oppstår en stor linear kuldebro. Dette må tas hensyn til ved etterisolering pga. lave innvendige overflatetemperaturer og kondensfare.



Figur 3: Markering av forskjellige typer yttervegg i gammel plantegning samt plassering av betongsøylene i forhold til ytterveggen.

Pga. begrenset informasjon ang. konstruksjon og isolasjon i vestfløyen (betongyttervegger), er det ikke mulig å vurdere kritiske kuldebroer i den delen av bygget.

3.3 Eksisterende vinduer

De eksisterende vinduene er fra byggeår og skal skiftes ut.

4 Tiltak klimaskjerm

I dette prosjektet er det i utgangspunktet etterspurt innvendig isolering av byggherre. I etasje over sokkeletasjen er det allerede skiftet ut vinduer og etterisolert innvendig med 50 mm. Eksisterende utvendig kledning har kort forventet levetid igjen og bør skiftes ut innen 0-10 år. Ved skiftning av utvendig kledning bør utvendig etterisolering vurderes, og det er derfor tatt med vurderinger for dette videre i notatet.

4.1 Yttervegg

Yttervegger kan isoleres fra utvendig side, innvendig side eller fra begge sider. Tabell 2 viser en oversikt om fordeler og utfordringer ved utvendig og innvendig etterisolering. Ved etterisolering øker risikoen for fuktskader hvis det eksisterende tettesjikt har dårlig vanndampmotstand og lufttetthet. Fuktforhold i eksisterende vegg må sjekkes og beregnes for valgte tiltak i neste fase av prosjektet.

Tabell 2: Fordeler og utfordringer med utvendig og innvendig etterisolering.

	Utvendig isolasjon	Innvendig isolasjon
Fordeler	> Varmetapet gjennom kuldebroer reduseres. > Får en utvendig luftet kledning som tilfredsstiller dagens krav til fuktsikring. > Ingen reduksjon av bruksarealet.	> Endrer ikke byggets utseende. > Bra alternativ når utvendig kledning er i god stand. > Kan bygge opp veggen med inntrukket dampsperre for å unngå punktering.
Utfordringer	> Forandring av utseende. > Vinduene kan få dype smyg dersom de blir ikke flyttet lenger ut i ny vegg. > Fuktp problemer og luftlekkasjer kan oppstå hvis det er ingen eller punktert dampsperre.	> Elektriske ledninger i veggene må legges om. > Innvendig bruksareal reduseres. > Ingen forbedring av eksisterende kuldebroer. > Fuktteknisk risiko må vurderes for vegger uten luftet kledning og for massive vegger.

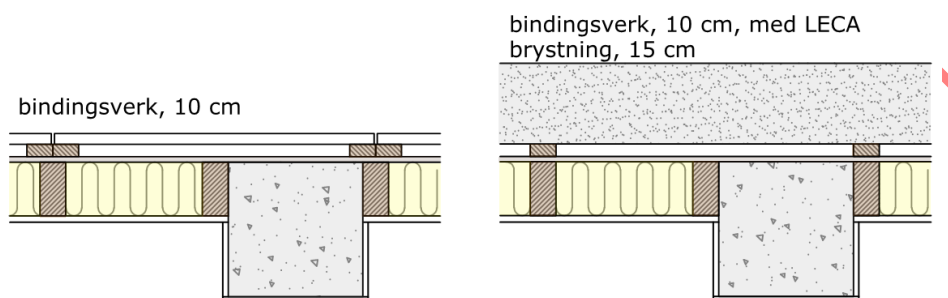
4.1.1 Yttervegg i betong

På betongkonstruksjoner anbefales generelt utvendig etterisolering for å redusere varmetapet gjennom kuldebroene. Innvendig isolering bør helst unngås, fordi eksisterende kuldebroer reduseres ikke og risikoen for fuktproblemer økes. Hvis det er ønskelig å beholde opprinnelig utseende, kan det brukes en løsning med pussystem. Systemet må tåle den lokale slagregnsbelastningen.

Eksisterende puss bør utbedres noen plasser pga. skader. Det anbefales å kombinere utbedring av utvendig overflate/kledning med utvendig etterisolering. Det er avklart at dette blir gjort på et senere tidspunkt. Det anbefales ikke å etterisolere innvendig.

4.1.2 Yttervegg i bindingsverk

Figur 4 viser antatt oppbygging av eksisterende bindingsverkvegger. Det er to typer luftet utvendig kledning: plater og LECA. Det er antatt en GU-plate bak kledningen som vindsperre og innvendig kledning av gips. Det er beregnet en U-verdi på 0,44 W/(m²K).



Figur 4: Skissert antatt oppbygging av eksisterende bindingsverkvegger med platekledning og LECA brystning.

Det er vurdert forskjellige etterisoleringstiltak i forhold til praktisk utførelse, U-verdi og minstekrav, energibesparelse og kondensfare og kuldebroer:

- 0 Eksisterende bindingsverkvegg
- 1 5 cm innvendig etterisolering
- 2 5 cm innvendig etterisolering med innkledd søyle
- 3 10 cm innvendig etterisolering
- 4 5 cm utvendig etterisolering
- 5 5 cm utvendig etterisolering + 5 cm innvendig etterisolering
- 6 10 cm utvendig etterisolering
- 7 10 cm utvendig etterisolering + 5 cm innvendig etterisolering
- 8 Nå: 5 cm innvendig etterisolering med innkledd søyle, og
Om 5-10 år: 10 cm utvendig etterisolering

Praktisk utførelse

Bindingsverkvegger kan etterisoleres både fra innvendig og utvendig side (se Tabell 2 for fordeler og ulemper). Før tiltakene blir gjennomført, bør tilstand av eksisterende yttervegg (inkl. dampsperre, vindsperre og isolasjon) vurderes. Anbefalte tiltak må evt. tilpasses resultater fra tilstandsanalysen. Hvis opprinnelig dampsperre og vindsperre er intakt, kan disse beholdes. Hvis opprinnelig isolasjon i eksisterende vegg er i god stand og uten luftrom, kan den beholdes.

Etterisolering kan føre til fuktskader hvis fuktsikring ikke ivaretas. Ved etterisolering på utvendig side blir ytre del av veggens kaldere enn før uten at det kan legges inn en ny dampsperre. Ved innvendig etterisolering blir den opprinnelige veggens kaldere og uttørkingsevne reduseres. I begge tilfeller vil veggens bli fuktigere.

Det er viktig at veggens har utvendig luftet kledning som tilfredsstiller dagens krav til fuktsikring og at det velges en vindsperre som har lav dampmotstand,

slik at veggen kan tørkes ut. I tillegg er det svært viktig at veggen har lufttette overganger mot andre bygningsdeler, f.eks. mot betongsøyler, rundt vinduer og overgang platekledning til LECA brystning. Hvis eksisterende dampsperre ikke skal skiftes ut, bør overganger sjekkes og evt. tettes.

Det anbefales generelt at ca. 75% av isolasjon ligger på kald side av dampsperre for å hindre kondens på dampsperra. Hvis det legges ny dampsperre, kan det etableres inntrukket dampsperre ved å legge dampsperra mellom eksisterende vegg og ny påføring. Dette bør særlig vurderes hvis det skal etableres mange gjennomføringer i veggene. Hvis betongsøylene blir innkledde, må dampsperre legges på varm siden av isolasjonen foran søylene.

U-verdi

Det er beregnet U-verdi for de forskjellige tiltakene, se Tabell 3. Det er antatt at kledningen er luftet. Derfor er U-verdien for bindingsverkvegg med platekledning og LECA brystning likt. Det er antatt en varmekonduktivitet av eksisterende mineralull på 0,040 W/mK og en varmekonduktivitet på 0,035 W/mK for ny mineralull. Dersom den etterisolerte veggen oppfyller minstekrav i TEK17 (0,22 W/(m²K)), er resultatet markert med grønt. Dersom minstekrav i TEK17 ikke oppfylles, er resultatet markert med rødt. Hvis det blir valgt et tiltak som ikke oppfyller minstekrav i TEK17, må det søkes om fravik (se §2.1).

Med tanke på U-verdi og minstekrav, anbefales det etterisolering slik at veggen vil oppfylle minstekrav i TEK17. Ytterveggen må i så fall etterisoleres med minst 15 cm (tiltak 7 og 8). Ved etterisolering med 5 cm eller 10 cm er minstekrav i TEK17 ikke oppfylt, men U-verdi forbedres særlig.

Tabell 3: Beregnet U-verdi for etterisoleringstiltak sammenlignet med minstekrav i TEK17, der oppfylte krav er markert med grønt og ikke oppfylte krav med rødt.

Tiltak	Etterisolering	U-verdi etter tiltak
0	Eksisterende vegg med luftet kledning	0,44 W/(m ² K)
1	5 cm innvendig etterisolering	0,31 W/(m ² K)
2	5 cm innvendig etterisolering med innkledd søyle	0,31 W/(m ² K)
3	10 cm innvendig etterisolering	0,23 W/(m ² K)
4	5 cm utvendig etterisolering	0,31 W/(m ² K)
5	5 cm utvendig etterisolering + 5 cm innvendig etterisolering	0,23 W/(m ² K)
6	10 cm utvendig etterisolering	0,23 W/(m ² K)
7	10 cm utvendig etterisolering + 5 cm innvendig etterisolering	0,19 W/(m ² K)
8	<u>Nå</u> : 5 cm innvendig etterisolering med innkledd søyle, og <u>Om 5-10 år</u> : 10 cm utvendig etterisolering	0,19 W/(m ² K)

Estimert energibesparelse

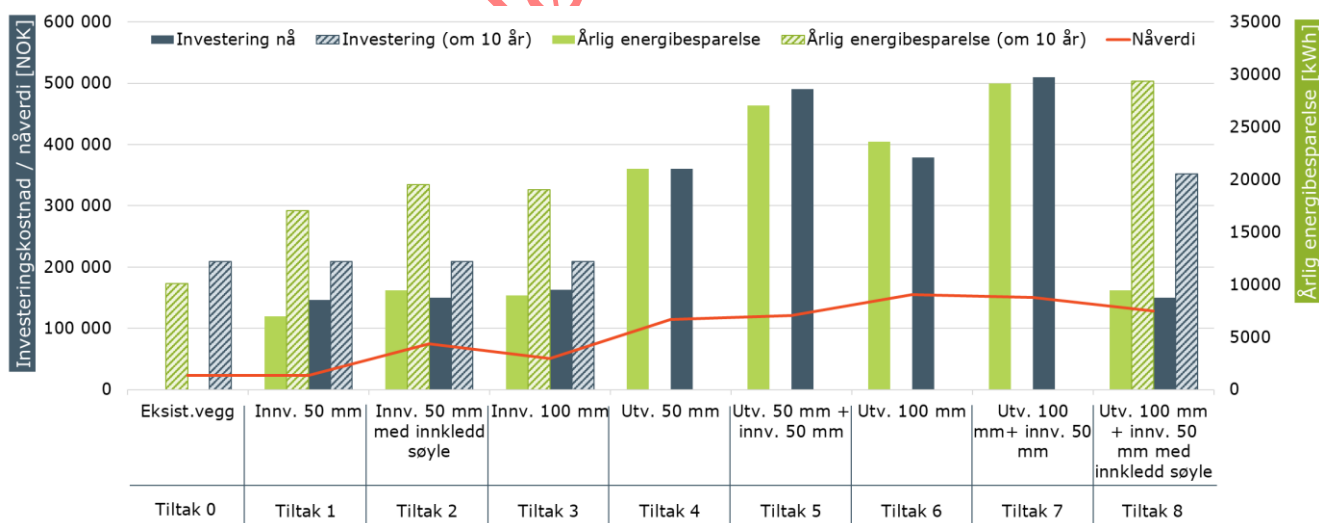
Energibesparelsen er estimert ut ifra forbedret U-verdi, forbedret lekkasjetall og forbedret kuldebroverdi. Antall graddager i Indre Fosen er 4615 [ENOVA].

Nåverdi for ekstra investering for hvert tiltak er beregnet etter BKS 624.010 og NS 3454. Dette er en forenklet måte å beregne lønnsomhet av tiltak ved å sammenligne investeringskostnader med forventet årlig energibesparelse. Den er beregnet over en periode av 60 år med en kalkulasjonsrente på 4%. Nåverdien må være større enn 0 for å være lønnsom.

Kostnadsberegningen er forenklet. Det er beregnet forskjell i nåverdi sammenlignet med eksisterende situasjon, dvs. at kostnader som uansett gjøres ikke er tatt med. Dette omfatter utskifting av vinduer, rivning av innvendig kledning og nytt gulvbelegg. Ved innvendig etterisolering er det tatt med ny dampsperre, gipsplate og innvendig påføring med isolasjon. Det er tatt med utskifting av utvendig kledning etter 10 år. Ved utvendig etterisolering er det tatt med fjerning av LECA og plater, utvendig påføring med isolasjon, ny vindsperre og ny luftet kledning. Ny dampsperre er også tatt med, siden innvendig kledning skal rives. Utskifting av gammel isolasjon i eksisterende yttervegg er ikke tatt med. Dette må kun gjøres dersom gammel isolasjon har sunket ned og/eller er i dårlig stand.

Det antas at eksisterende kledning må skiftes ut om 10 år pga. alder. Tiltak 1-7 tar utgangspunkt i at det arbeidet gjøres nå. Tiltak 8 tar utgangspunkt i at det etterisoleres innvendig nå og at det etterisoleres utvendig når eksisterende kledning skal skiftes ut (om 10 år). Kostnadsberegningen tar hensyn til dette.

Figur 5 viser nåverdi (rød linje), investeringskostnader nå og om 10 år (i blått), årlige energibesparelser nå og om 10 år (i grønt). Med tanke på lønnsomhet, anbefales det tiltaket med høyeste nåverdi. Etterisoleringstiltakene med høyest nåverdi er 10 cm utvendig etterisolering, evt. i kombinasjon med innvendig etterisolering.



Figur 5: Kostnadsanalyse inkl. nåverdi for de forskjellige etterisoleringstiltakene.

Kondensfare og kuldebroer

Ved etterisolering, særlig innvendig, må fuktteknisk risiko vurderes. Bindingsverkveggen med luftet kledning og betongsøyle er modellert i Flixo. Det er modellert med en utetemperatur på $-19,5^{\circ}\text{C}$, som er laveste gjennomsnittlige uteluftstemperatur i en tredøgnsperiode for Indre Fosen [BKS 451.021]. Innetemperaturen var satt til 20°C . Det er antatt at betongsøylen står plassert ut mot kledningen ('worst case').

Det er beregnet relativ fuktighet (RF) i rom der det oppstår kondens på kuldebro-overflate (dvs. på betongsøylen), minimum overflatetemperatur på søylen og kuldebroverdi. Resultatene er samlet i Tabell 4. Innvendige temperaturer ved tilslutning av betongsøyle og betongdekke vil være lavere enn angitt i disse beregningene.

Med tanke på fukt, anbefales det etterisolering slik at det ikke oppstår fare for kondens. Det er ingen kondensfare ved de foreslåtte tiltak ved rom-RF lavere enn 55% (82% ved utvendig etterisolering). Det forventes ingen utfordringer for å kunne holde rom-RF under 55%.

Det vises at kuldebroverdi økes ved innvendig etterisolering (tiltak 1 og 3). Dette kan unngås ved å kle inn betongsøylen med påføring (tiltak 2). Ved utvendig etterisolering blir kuldebroverdi redusert kraftig. Verdien reduseres mest ved 10 cm utvendig etterisolering (tiltak 6) uten innkledde søyler. Dersom det er ønskelig å etterisolere stegvis, dvs. først innvendig etterisolering og etter noen år utvendig etterisolering, bør betongsøylene kles inn samtidig som det etterisoleres innvendig. Dersom det etterisoleres utvendig og innvendig samtidig, er innkledning av søylene ikke nødvendig.

Ved innvendig etterisolering kan det forventes kalde overflater på betongsøyer med en temperatur på ca. $10-11^{\circ}\text{C}$. Når det etterisoleres utvendig, øker overflatetemperaturen til $16-18^{\circ}\text{C}$ og eksisterende kuldebro minskes.

Med tanke på kondens og kuldebroer, anbefales det utvendig etterisolering evt. kombinert med innvendig etterisolering (tiltak 4-8) slik at varmetapet gjennom kuldebroene blir minsket.

Hvis det velges kun innvendig etterisolering, bør det begrenses til 5 cm med innkledde søyler (tiltak 2). Der det er luftet kledning kan man vurdere å etterisolere med 10 cm mellom søylene (tiltak 3).

Tabell 4: Relevante resultater fra kondensberegning for betongsøyler plassert i bindingsverkveggen.

Tiltak	Etterisolering	Rom-RF der kondens oppstår	Minimum overflate-temperatur	Kuldebro-verdi
0	Eksisterende vegg med luftet kledning	55%	10,7°C	0,596 W/(mK)
1	5 cm innvendig etterisolering	56%	10,9°C	0,612 W/(mK)
2	5 cm innvendig etterisolering med innkledd søyle	66%	13,6°C	0,215 W/(mK)
3	10 cm innvendig etterisolering	55%	10,8°C	0,582 W/(mK)
4	5 cm utvendig etterisolering	83%	17,0°C	0,072 W/(mK)
5	5 cm utvendig etterisolering + 5 cm innvendig etterisolering	82%	16,8°C	0,130 W/(mK)
6	10 cm utvendig etterisolering	89%	18,1°C	0,013 W/(mK)
7	10 cm utvendig etterisolering + 5 cm innvendig etterisolering	88%	17,9°C	0,057 W/(mK)
8	<u>Nå</u> : 5 cm innvendig etterisolering med innkledd søyle, og <u>Om 5-10 år</u> : 10 cm utvendig etterisolering	86%	17,6°C	0,024 W/(mK)

4.2 Etasjeskiller mot kjeller

Det er ikke bestemt om etasjeskiller mellom sokkeletasjen og kjeller skal etterisoleres. Det bør i så fall gjøres fra undersida pga. begrenset romhøyde og slik at eksisterende gulvbelegg trenges ikke å skiftes.

4.3 Vinduer

Det er bestemt at eksisterende vinduer skal skiftes og at nye vinduer med en U-verdi (inkl. karm) på 0,8 W/(m²K) og samme modulmål skal installeres. I utgangspunktet skal de nye vinduene være av samme dimensjoner som de eksisterende vinduene. Det er gjennomført dagslysberegninger for å sjekke dagslysforholdene i rommene (se NOT-RIBFY-002 Dagslys Leksvik Helsetun). Dagslysforholdene i de fleste rom var oppfylt iht. TEK17. Dagslysberegningen forutsetter innvendig etterisolering av 5 cm og at det skal brukes energiglass med en U-verdi (inkl. karm) av 0,8 W/(m²K).

5 Anbefalte tiltak og fravik fra TEK17

Det bør gjøres en tilstandsanalyse av eksisterende klimaskjerm for å verifisere at det er som antatt. Eventuell må beregninger og anbefalte tiltak tilpasses.

5.1 Yttervegg i betong

For betongveggen anbefales det utvendig etterisolering når utvendig kledning/puss utbedres. Det er avklart at dette blir gjort på et senere tidspunkt.

5.2 Yttervegg i bindingsverk

Med tanke på fukt, energi og lønnsomhet anbefales det utvendig etterisolering med 10 cm på bindingsverkveggene med 5 cm innvendig påføring (tiltak 7 eller 8). Beregningene viser at disse tiltakene har lavest U-verdi, lavest kuldebroverdi, ingen kondensfare og er mest lønnsomme. Dersom det er ønskelig å etterisolere stegvis, dvs. først innvendig etterisolering (5 cm) og etter noen år utvendig etterisolering (10 cm), bør betongsøylene kles inn samtidig som det etterisoleres innvendig (5 cm). Dersom det etterisoleres utvendig (10 cm) og innvendig samtidig (5 cm), er innkledning av søylene ikke nødvendig. Eksisterende dampspærre bør kontrolleres og evt. skiftes ut med ny dampspærre for å sikre god tetting. I dette tilfellet er minstekrav i TEK17 oppfylt.

I dette prosjektet er utvendige tiltak mer komplisert og fordyrende enn vanlig pga. LECA brystning. Derfor kan det aksepteres innvendige tiltak der veggene blir etterisolert med minst 5 cm og betongsøylene blir innkledd med 5 cm isolasjon (tiltak 2). Der det er luftet kledning kan man vurdere å etterisolere med 10 cm mellom søylene (tiltak 3 kombinert med tiltak 2). Eksisterende dampspærre bør kontrolleres og evt. skiftes ut med ny dampspærre for å sikre god tetting. Dette tiltaket kan kompletteres etter noen år med utvendig etterisolering når utvendig kledning skiftes ut. Ved kun innvendig etterisolering blir minstekrav i TEK17 ikke oppfylt og må det søkes om fravik (se §2.1).

5.3 Vinduer

Eksisterende vinduer skal skiftes og nye vinduer med samme modulmål og en U-verdi (inkl. karm) på 0,8 W/(m²K) skal installeres.