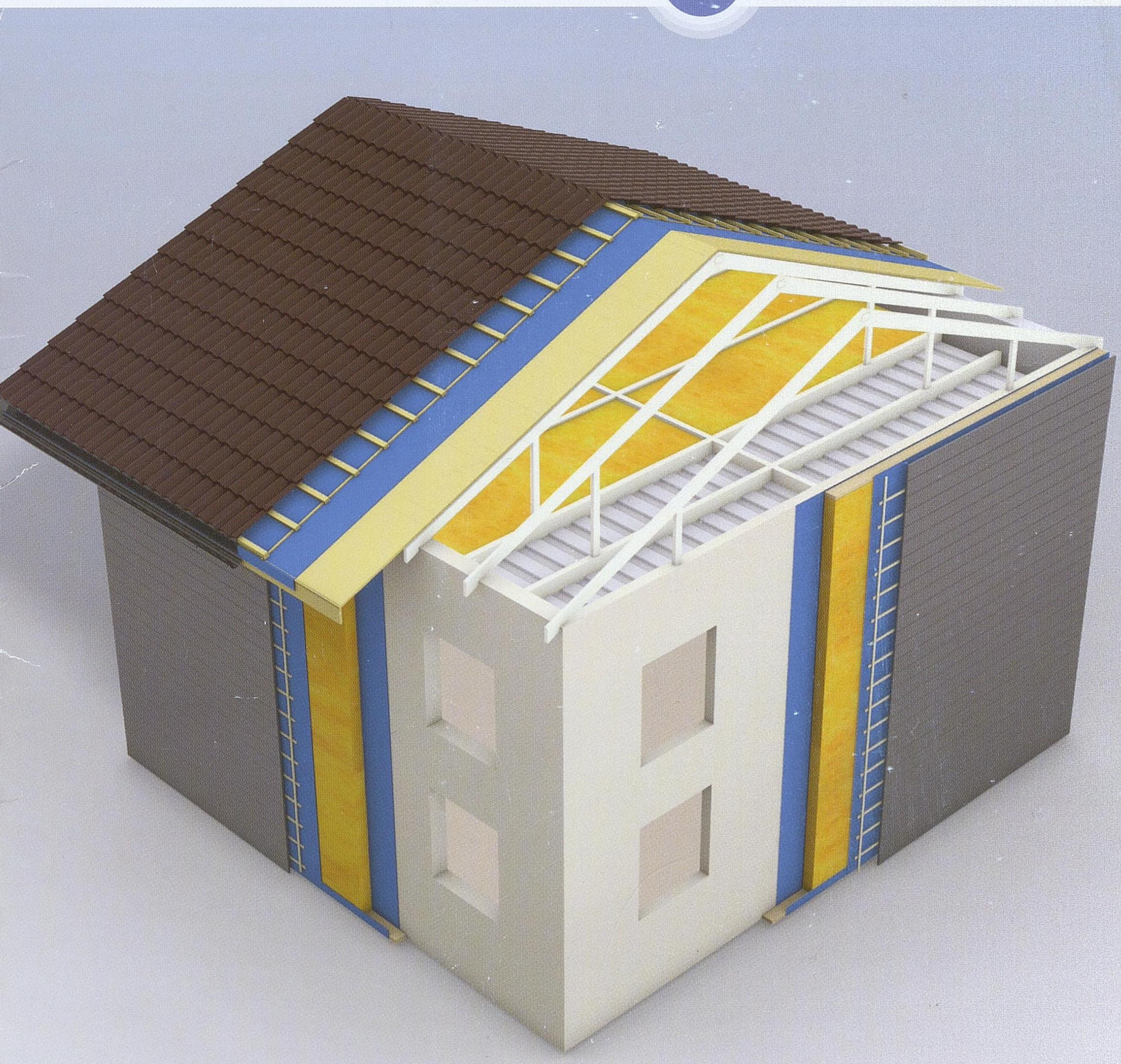
ETTERISOLERING AV SMÅHUS

FAKTASERIEN 6 SINTEF BYGGFORSK



Etterisolering av småhus

SINTEF Byggforsk, 2017

Innhold

1 Innledning 5
1.1 Bedre inneklima og lavere energibruk 5
1.2 Når er det aktuelt å etterisolere? 5
1.3 Søknads- og meldeplikt 7
1.4 Krav til løsninger og kompetanse 7
1.5 Valg av isoleringsnivå 7
1.6 Brannsikkerhet 8
1.7 Tetthet og ventilasjon 8
1.8 Risiko for fuktskader 9
1.9 Lyd 9
1.10 Andre energisparende tiltak 9
1.11 Beregning av varmetap – U-verdier 9
1.12 Eksempel på sparepotensial i en bolig 10

2 Skrå tretak 13
2.1 Innledning 13
2.2 Sperretak med skrå himling – konstruksjon 14
2.3 Sperretak fra 1980-tallet 14
2.4 Sperretak fra 1960- og 1970-tallet 21
2.5 Sperretak fra før ca. 1960 26
2.6 Åstak 30
2.7 Tak over loftsrom med knevegg (boliger fra 1960-tallet–1980-tallet) 36
2.8 Tak over loftsrom med knevegg (boliger fra før 1960-tallet) 43

3 Trebjelkelag mot kaldt loft 49
3.1 Innledning 49
3.2 Trebjelkelag mot kaldt loft i boliger fra 1960-, 1970- og 1980-tallet 50
3.3 Trebjelkelag mot kaldt loft i hus fra før 1960-tallet 53

4 Yttervegger 57
4.1 Innledning 57
4.2 Ulike etterisoleringsmetoder 57
4.3 Bindingsverksvegger fra 1980-tallet 60
4.4 Bindingsverksvegger fra 1960- og 1970-tallet 63
4.5 Bindingsverksvegger fra før 1960-tallet 67
4.6 Murvegger av blokker fra 1960-tallet 70
4.7 Reisverksvegger 74
4.8 Laftede tømmervegger 77

5 Vinduer 81
5.1 Innledning 81
5.2 Vindusdetaljer ved utvendig etterisolering av trevegger 81
5.3 Vindusdetaljer ved innvendig etterisolering av trevegger 85
5.4 Vindusdetaljer ved utvendig etterisolering av mur- og betongvegger 86

6 Golvbjelkelag mot uoppvarmede kjellere og kryperom 91
6.1 Innledning 91
6.2 Golvbjelkelag mot uoppvarmede kjellere og kryperom fra 1970- og 1980-tallet 92
6.3 Golvbjelkelag mot kalde kjellere og kryperom fra 1960-tallet 94
6.4 Golvbjelkelag mot kalde kjellere og kryperom fra før 1960-tallet 96
6.5 Tetting mot sokkel/grunnmur 98
6.6 Utskifting av golvbjelkelag mot kryperom 100

Ordliste 103

1 Innledning

1.1 Bedre inneklima og lavere energibruk

Varmeisolasjonen er som oftest dårlig i boliger bygd før ca. 1990. Også nyere hus kan ha betydelig dårligere isolasjonsstandard enn ønskelig. Har huset ditt stort varmetap, vil etterisolering forbedre inneklimaet og senke energibehovet.

Denne boka gir råd om hvilke etterisoleringsmetoder som egner seg for ulike typer konstruksjoner, og viser hvordan du skal gå fram når du etterisolerer.

Boka beskriver tiltak for å unngå fuktskader, og valg av materialer og løsninger. Dessuten inneholder den varmegjennomgangstall (U-verdier) for ulike konstruksjoner før og etter etterisolering.

I tillegg til etterisolering presenteres andre tiltak som kan redusere energibruken i huset ditt, som utskifting av vinduer.

Løsningene i boka er hentet fra Byggforskserien. Det innebærer at alle løsningene som presenteres er velutprøvde, anerkjente og i tråd med lovverket.

1.2 Når er det aktuelt å etterisolere?

Etterisolering kan være aktuelt hvis det er:

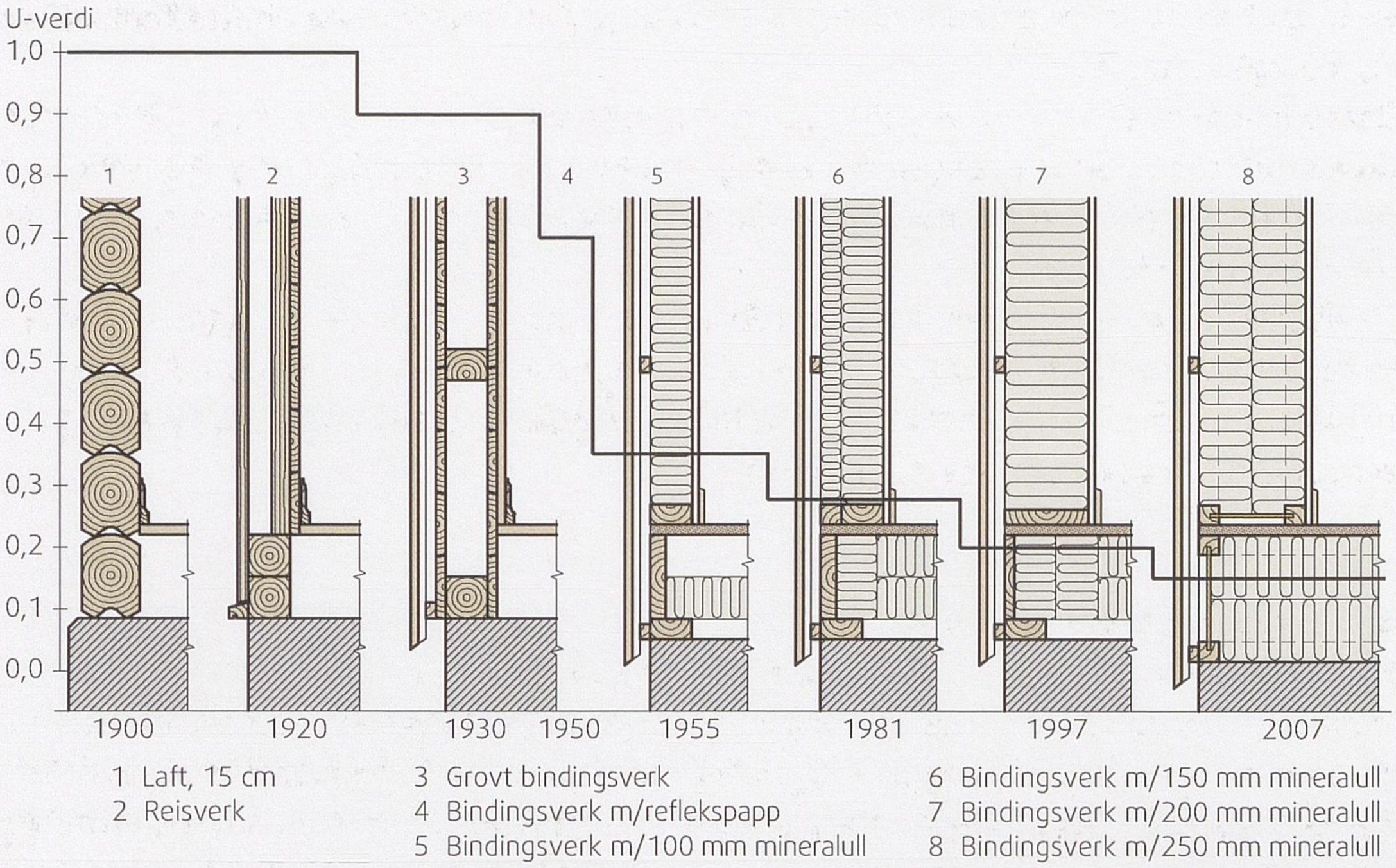
- høye fyringskostnader
- golvkaldt
- generelt kaldt eller følelse av kald trekk når det blåser
- kondens på vinduene
- kondens på kalde flater
- kald trekk fra vinduene
- mye snøsmelting på taket og isdannelser på takutstikk og i renner/nedløp

Lønnsomhet

Ofte er etterisoleringstiltak alene ikke økonomisk lønnsomt på kort sikt. Men etterisolering kan forbedre komforten såpass mye at man likevel velger å redusere varmetapet og forbedre tettheten.

Hvis man skal skifte ut vinduer, veggkledning eller gjøre andre tiltak med fasaden eller taket, vil det imidlertid oftest lønne seg å benytte anledningen til å etterisolere samtidig. Etterisolering vil gi bedre komfort, energiøkonomi, samt heve den miljø- og energistandarden flere hakk. Fra 2010 ble det innført obligatorisk energimerkeordning ved kjøp og salg av boliger og yrkesbygg i Norge. Gjennomførte etterisoleringstiltak vil derved påvirke bygningen i positiv retning. Dagens krav til nybygde boliger omfatter blant annet 25 cm

isolasjon i yttervegger og 30–35 cm i tak. Hus som er bygd fram til ca. 1980, kan ha så lite som 10 cm veggisolasjon. Slike hus har et stort energisparingspotensial, og det kan være fornuftig med etterisoleringstiltak. Eldre hus er som regel dårligere isolert. I hus bygd før ca. 1950 er det ikke brukt moderne isolasjonsmaterialer og tettheten er oftest dårlig. Varmetapet gjennom ytterkonstruksjonene er derfor mange ganger høyere enn i nyere boliger. Slike hus bør absolutt etterisoleres hvis det ikke allerede er gjort.



Figur 1.2
Utvikling av varmeisolasjonsevnen i yttervegger

1.3 Søknads- og meldeplikt

I utgangspunktet skal man søke kommunen om tillatelse til alle byggetiltak, også endringer av eksisterende bygninger. Etterisoleringstiltak er vanligvis unntatt fra søknadsplikten dersom det ikke fører til:

- at bygningens eksteriørkarakter blir endret
- endringer i bærekonstruksjonen
- endringer i brannforholdene

I forbindelse med etterisolering kan det ofte være aktuelt å innrede et boligrom i et tidligere lagringsrom, for eksempel kjellerstue eller soverom på loftet. Slik bruksendring er søknadspliktig.

Alle arbeider på fredede bygninger skal i tillegg godkjennes av kulturminnemyndighetene. For bygninger i områder regulert til «spesialområde bevaring» skal fylkeskommunen uttale seg før eventuell etterisolering tillates.

Huseieren kan selv forhøre seg med byggesaksavdelingen i kommunen om hva slags saksbehandling som er nødvendig. Dersom kommunen krever søknad, må ofte profesjonelle foretak med ansvarsrett utarbeide søknaden og prosjektere, utføre og kontrollere arbeidene. I søknadspliktige saker uten krav om ansvarsrett og saker unntatt søke- og meldeplikt er det huseieren alene som står ansvarlig for at alle offentlige krav er ivaretatt.

1.4 Krav til løsninger og kompetanse

Ytterkonstruksjonene til en bygning skal oppfylle mange ulike krav samtidig. Å redusere varmetapet er ett av disse, men egenskaper som gjelder fuktsikkerhet, lufttetthet, brann osv., må også ivaretas.

Dersom endringene av bygningen er så omfattende at kommunen anser det for mer enn vedlikehold, skal man i utgangspunktet oppfylle krav som ved nybygging. Kommunene kan imidlertidig gi fritak fra noen krav. Dette gjelder uavhengig av om byggesaken er søknadspliktig eller ikke.

Etterisoleringsarbeider bør derfor vurderes og helst også utføres av fagfolk med relevante kunnskaper. Valg av metode og løsninger bør være i tråd med de hovedprinsipper og isolasjonsmengder som anbefales av SINTEF Byggforsk og ENOVA. Et utvalg av slike metoder og løsninger er vist i denne boka.

1.5 Valg av isoleringsnivå

Ved etterisolering bør man tilstrebe en standard som er på linje med eller er bedre enn dagens forskriftsnivå. For å oppnå dette er det som regel nødvendig med flere tiltak, som etterisolering av yttervegger, tak, bjelkelag mot kaldt loft, bjelkelag mot kald kjeller eller kryperom, utskifting av vinduer og montering av balansert ventilasjonsanlegg med varmegjenvinner. Hvis det bare er aktuelt med ett eller noen få av disse tiltakene, bør valg av metode og løsning ses i sammenheng med om man skal gjennomføre andre tiltak på et senere tidspunkt.

Husets utseende

Utformingen av bygningen og omgivelsene er med på å legge premissene for hvilken metode man velger for etterisoleringen. Man bør velge en metode som gir et utseende mest mulig likt det opprinnelige. For å unngå uheldige endringer må man ta hensyn til takutstikk, nivåforskjell mellom husvegg og grunnmur og plassering av vindu i forhold til veggliv. I plan- og bygningsloven står det at «kommunen skal se til at historisk, arkitektonisk eller annen kulturell verdi som knytter seg til et byggverks ytre, så vidt mulig blir bevart.»

1.6 Brannsikkerhet

Dersom det er mindre enn 8,0 m til en annen bygning, skal fasader og tak ha brannbeskyttende egenskaper. Disse brannegenskapene må ivaretas hvis man gjør tiltak for å forbedre isolasjonsevnen, tettheten og fuktsikkerheten. Bestemmelsene i brannlovgivningen kan kreve brannteknisk oppgradering av disse bygningsdelene, selv om bygningslovgivningen ikke gjør det.

Plastisolasjon kan være aktuelt for utvendig isolering av mur- og betongvegger eller innvendig isolering av kjellervegger eller ved oppretting av baderomsvegger. Plastisolasjon er brennbar og avgir giftige gasser hvis den brenner. Hvis man bruker slik isolasjon, må den beskyttes mot brann i henhold til veiledningen til teknisk forskrift til plan- og bygningsloven (TEK). Den mest aktuelle løsningen er å sørge for sammenhengende innmuring, innpussing eller tildekking med andre ubrennbare materialer.

1.7 Tetthet og ventilasjon

Utettheter fører til luftlekkasjer som igjen gir kald trekk og varmetap. Varmetapet oppstår både fordi varm og kald luft lekker ukontrollert inn i og ut av bygningen, og fordi kald luft får anledning til å blåse inn i isolasjonsmaterialene og redusere isolasjonsevnen. Derfor er det viktig både for innemiljøet og for energiregnskapet å ha bygninger som er så tette som mulig. Man må ha tette hus for å kunne kontrollere utskiftingen av innelufta (ventilasjon) slik at man får frisk (og ren) luft å puste i.

Mange hus har bare *avtrekksventilasjon*, det vil si ventiler for avtrekk fra kjøkken og bad, med eller uten vifter. Tillufta må da komme via veggventiler. Dette er en lite tilfredsstillende måte å ventilere på. Ventilasjonen (og trekken og varmetapet) blir størst når det blåser og er kaldt ute, men kan mangle helt når det er vindstille og varmt.

Ved etterisolering og montering av dampsperre eller ny vindsperre og nye vinduer, bør man samtidig tilstrebe å gjøre huset tettest mulig. Et tettere hus medfører behov for økt ventilasjon. Man bør installere *balansert ventilasjon*, hvor man har kontroll både på tillufta og avtrekket. Balansert ventilasjon gir ikke bare riktige luftmengder uavhengig av uteforholdene, men man kan også gjenvinne varmen i avtrekkslufta, noe som sparer energi og reduserer kald trekk. Balansert ventilasjon gir også bedre kontroll med fukt i innelufta. Ettermontering av veggventiler (naturlig avtrekksventilasjon) for å få tilstrekkelig ventilering kan være billigere på kort sikt, men er en lite energivennlig løsning.

1.8 Risiko for fuktskader

Ved etterisolering reduseres varmetapet ut av bygningen. Dette fører til endringer av temperaturforholdene i den opprinnelige delen av konstruksjonen. Ved innvendig etterisolering av yttervegger vil temperaturen i den ytre delen av veggen bli lavere, slik at muligheten for uttørking av uønsket fuktighet reduseres. Dette må også ses i sammenheng med det lokale klimaet. Ved innvendig etterisolering i slagregnsutsatte strøk av landet bør derfor veggene som hovedregel ha utlektet, luftet og drenert kledning. Hvis ikke, vil risikoen for fuktskader øke. Ved isolering av bjelkelag mot kalde loft eller kryperom, vil også temperatur- og uttørkingsforholdene endre seg. I begge tilfeller er det viktig å hindre lekkasjer av varm og fuktig inneluft til loft og kjellerrom/kryperom slik at det ikke blir risiko for kondens om vinteren. Ved etterisolerings- og tettetiltak vil bygningen bli tettere enn før. Behovet for kontrollert ventilasjon øker. Dersom ventilasjonen ikke forbedres, kan et bedre isolert og tettere hus gi dårlig inneklima og fuktig inneluft, og føre til risiko for kondens mot kalde flater om vinteren.

1.9 Lyd

Tetting av luftlekkasjer, platelag og hulrom – for eksempel bak ytterkledningen – bedrer isolasjonen mot utendørs støy i vegger og tak. Men ofte er det vinduene som er det svakeste punktet, og nye, lydisolerende vinduer som blir satt riktig inn i veggen, er det viktigste tiltaket dersom lydnivået ute er sjenerende høyt. Selve isolasjonsmaterialene har liten lydisolerende effekt.

1.10 Andre energisparende tiltak

Når du etterisolerer, bør du i tillegg:

- tette eventuelle luftlekkasjer, for eksempel rundt vinduer, langs overgangen mellom vegg og golv-/loftsbjelkelag, utettheter i golv- og loftsbjelkelaget, utette luker/dører til kalde loft og i hjørnene i laftehus. Lekkasjer rundt vinduer og andre steder bør alltid være utbedret før etterisoleringen tar til, spesielt på hus som har stor slagregnspåkjenning.
- vurdere om det er behov for å utbedre eller skifte ut dårlige vinduer. Utskifting til vinduer med U-verdi lavere enn 1,0 W/(m^{2}K) kan være aktuelt.
- tilpasse varme- og ventilasjonsanlegg etter at isolerings- og tettetiltak er gjennomført
- montere balansert ventilasjonsanlegg med varmegjenvinner

1.11 Beregning av varmetap – U-verdier

En bygningsdels U-verdi (varmegjennomgangskoeffisient) er et standardisert mål på hvor lett bygningsdelen slipper gjennom varme. U-verdien angir hvor mye varme per tidsenhet, målt i watt (W), som kan strømme gjennom et areal på 1 m^2 ved en konstant temperaturforskjell på 1 K (1 Kelvin = 1 grad Celsius) mellom omgivelsene på varm og

kald side av konstruksjonen. En godt isolert bygningsdel har derfor lav U-verdi.

U-verdiene som angis i eksemplene i denne boka, forutsetter at man bruker isolasjon med normal isolasjonskvalitet, det vil si $\lambda = 0{,}037$ W/m·K.

1.12 Eksempel på sparepotensial i en bolig

For å illustrere hvilke besparelser du kan oppnå med ulike etterisoleringstiltak har vi tatt utgangspunkt i en typisk husbankbolig fra 1960-tallet og 1970-tallet. Huset er i én etasje og måler åtte ganger tolv meter. Det har kaldt loft.

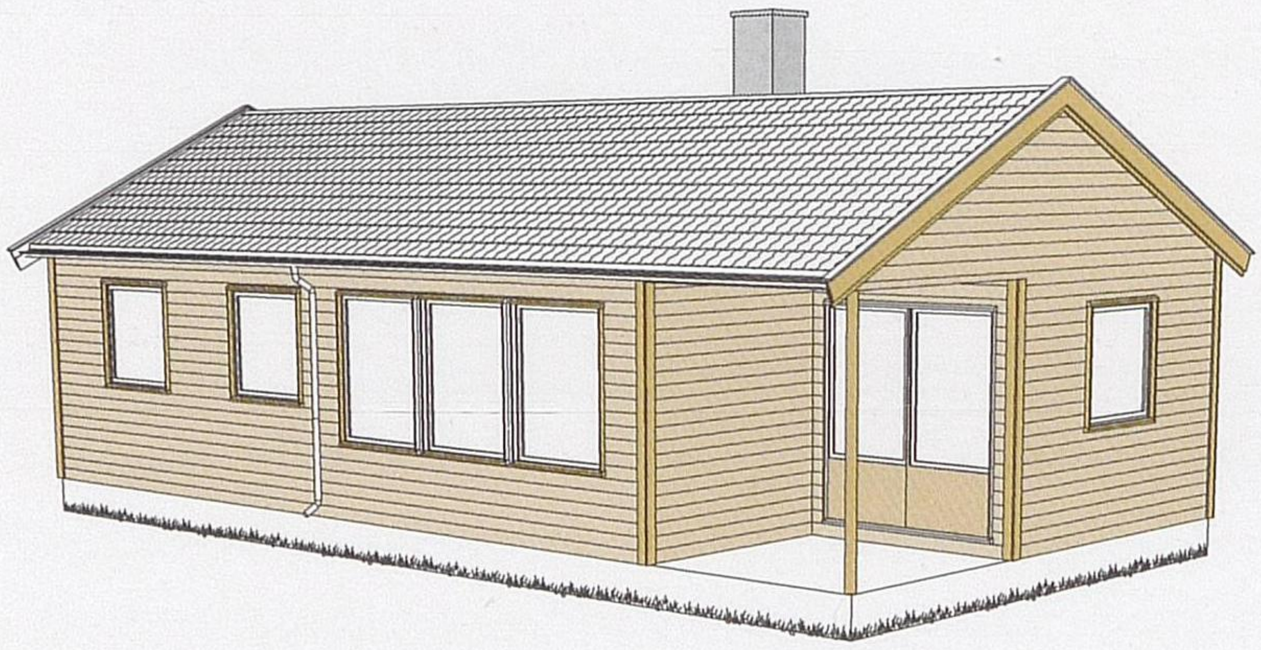
Så utbedrer vi én og én bygningsdel til dagens standard ved nybygging, se tabellen på neste side. Siden huset bare har naturlig avtrekksventilasjon, regner vi med at ventilasjonsgraden (inkludert lekkasjetallet) kun er halvparten av forskriftens minstekrav, men med nytt ventilasjonsaggregat oppfyller vi kravet til luftmengder, og det uten sjenerende trekk. Søylediagrammet viser hvor store besparelsene blir.

Vi ser av søylediagrammet at vinduene står for det største varmetapet. Etter utbedring har fortsatt vinduene det største varmetapet, men vi ser også at det enkelttiltaket som monner mest, er å skifte ut vinduene.

Man må selvsagt vurdere kostnadene også. Hvis man ser nytteeffekten opp mot kostnadene, kan det være at det gunstigste enkelttiltaket er å etterisolere bjelkelag mot kaldt loft.

Videre må man se på effekten av å kombinere tiltak. Hvis man etterisolerer ytterveggene, kan man samtidig forbedre tettheten, og til sammen reduseres varmetapet med 45 W/K, 50 % mer enn ved bare å bytte vinduer. Med utvendig etterisolering er det ofte naturlig også å bytte vinduer, og da er vi oppe i en besparelse på hele 75 W/K!

Tallene for din bolig vil helt sikkert avvike noe fra vårt eksempel, men diagrammet gir en god indikasjon på hvor det monner mest å iverksette tiltak.

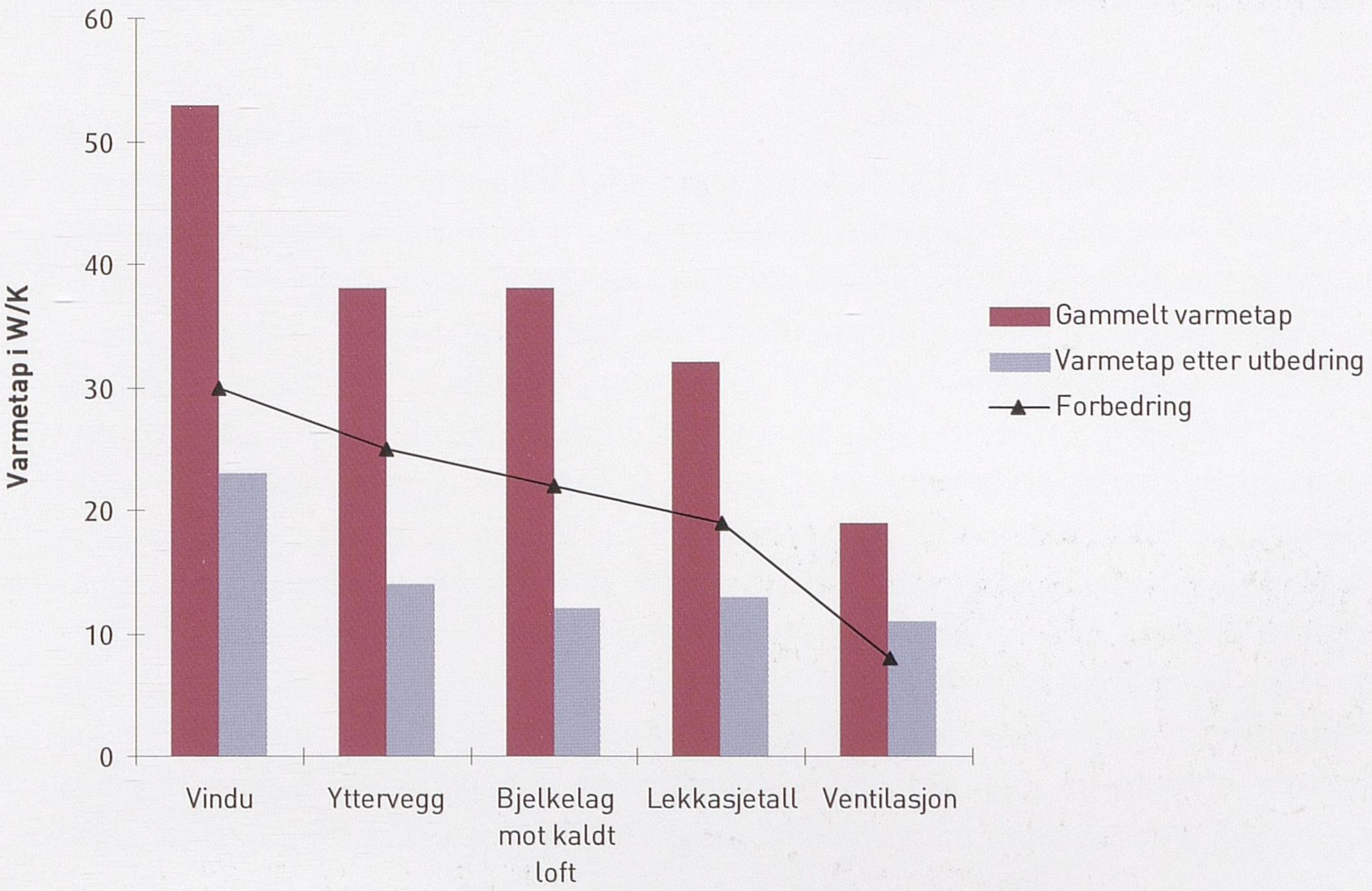


Typisk hus fra 1960- og 1970-tallet

	Utgangspunkt	Endret til	Spart i kWh/år	Spart i prosent
Vinduer	Tolags ruter U-verdi: 2,8 W/(m²K)	Trelags ruter med belegg U-verdi: 1,2 W/(m²K) U = 0,8	3 550	14,5
Yttervegger	10 cm isolasjon U-verdi: 0,4 W/(m²K)	25 cm isolasjon U-verdi: 0,18 W/(m²K)	2 020	8,2
Trebjelkelag mot kaldt loft	10 cm isolasjon U-verdi: 0,4 W/(m²K)	30 cm isolasjon U-verdi: 0,13 W/(m²K)	3 070	12,5
Lekkasjetall	6,0 per time	2,5 per time	2 210	9,0
Ventilasjon	Naturlig avtrekk	Balansert ventilasjon med 70 % varmegjenvinning	660	2,7

Sparepotensial ved noen energisparende tiltak

Varmetap i ulike bygningsdeler



LES MER

Trehus, Håndbok 5, SINTEF Byggforsk
Innføring i byggereglene, Håndbok 1, SINTEF Byggforsk
I Byggforskserien:

Byggebestemmelser 1924–1996. Krav til utførelse	Byggforvaltning 614.016
Energisparende tiltak i boliger	Byggforvaltning 701.266
Varmekonduktivitet og varmemotstand for bygningsmaterialer	Byggdetaljer 471.010

2 Skrå tretak

2.1 Innledning

Skrå tretak kan deles i to hovedgrupper: tak med isolasjon plassert mellom taksperrene eller -åsene i skråtaket, hvor taket ligger over et oppvarmet loftsrom, og tak uten isolasjon over et ventilert, uoppvarmet, uisolert loftsrom.

Det er de isolerte, skrå tretakene som omtales i dette kapitlet. Disse fins i ulike varianter hvor isolasjonen enten er plassert mellom sperrene i bare deler av taket (typisk for 1½-etasjes boliger med loftromstakstoler fra forskjellige tidsperioder) eller hvor hele skråtaket er isolert fra møne til raft og hvor underliggende varme rom har skrå himling. Bygninger med isolasjon i skråtaket har etter hvert blitt vanlig, blant annet fordi denne byggemåten gir mulighet for for full romutnyttelse av den øverste etasjen. Fra ca. 1980 ble det mer og mer vanlig med sperretak med isolasjon i hele skråtaket, men 1½-etasjes boliger med loftsromstaksoler (A-takstoler) er også i utstrakt bruk.

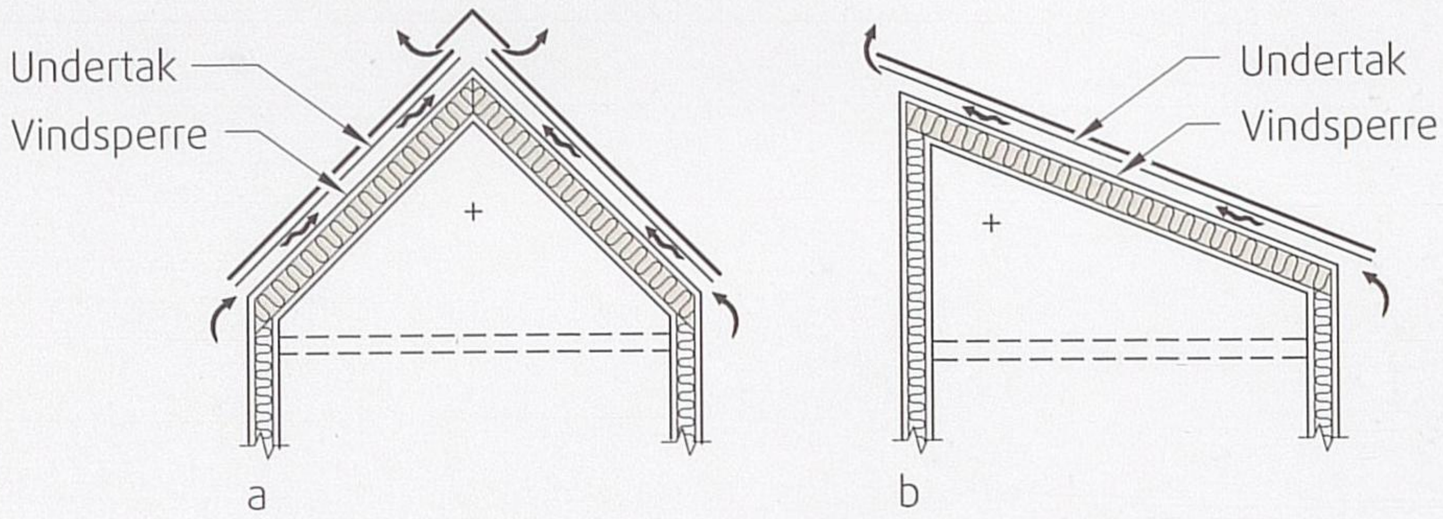
MERK

Etterisolering av tak bør vurderes samtidig med etterisolering av vegger.

Arbeid fra utsiden og innsiden

- Innvendig etterisolering uten å åpne taket fra utsiden er aktuelt dersom man ikke skal gjennomføre andre tiltak fra utvendig side, for eksempel når taktekningen og undertaket er i god stand. Et tett tak sikrer da mot fuktproblemer i byggeperioden.
- Er det behov for å tekke om taket, kan man samtidig skifte ut lekter, sløyfer og undertaksbelegg samt utbedre undertaket. Med difusjonsåpent underlagsbelegg kan man isolere fra innsiden ved å legge isolasjon i hele sperrehøyden, uten at huset blir høyere. Etterisoleringen skjer som regel etter at de utvendige arbeidene er ferdige, så man får et tett tak som beskytter mot fukt under isoleringsarbeidet.
- Hvis det er begrensninger for hvor mye man kan isolere fra innvendig side, er det mulig å etterisolere fra utsiden. Man fôrer da opp taket for å gi plass til et isolasjonslag utenpå den eksisterende takkonstruksjonen etter at taktekning, lekter og sløyfer er fjernet. Dette gir en tykkere takkonstruksjon som krever tilpasninger i overganger mot takets ytterkanter og mot gjennomføringer, og som gir et høyere bygg. Utvendig etterisolering gir den beste beskyttelsen mot fukt og luftlekkasjer.

2.2 Sperretak med skrå himling – konstruksjon



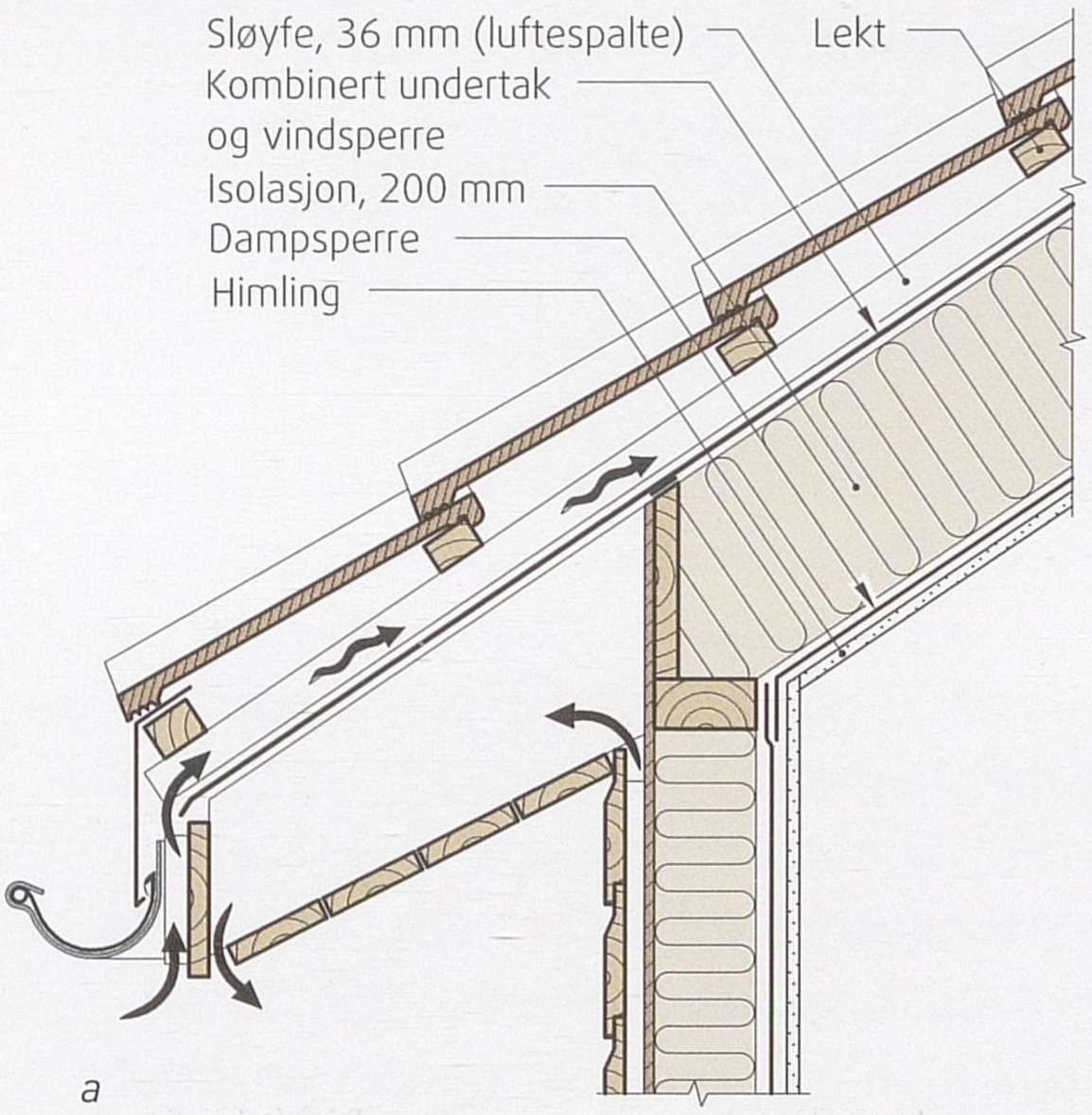
Figur 2.2
Sperretak
a. Saltak (med tosidig fall)
b. Pulttak (med ensidig fall)

- Sperretak er en skrå takkonstruksjon av tre med bærende takbjelker (sperrer). Sperrene danner takhelning og ligger på tvers av husets lengderetning. De spenner fra yttervegg til møne (saltak) eller fra yttervegg til yttervegg (pulttak).
- Undertak er montert på oversiden av sperrene.
- Taket har opplektet taktekning (takstein, plater eller skifer, på lekter og sløyfer). Alternativt kan taket være tekket med asfalttakbelegg, for eksempel takshingel, eller folie som er lagt på bærende undertak.
- All isolasjon, damp- og vindsperre og himling ligger i skråtaket og følger takhelningen.
- Takkonstruksjonen ble vanlig i bruk på 1980-tallet, men ble også tidvis brukt på bygninger fra før ca. 1960.

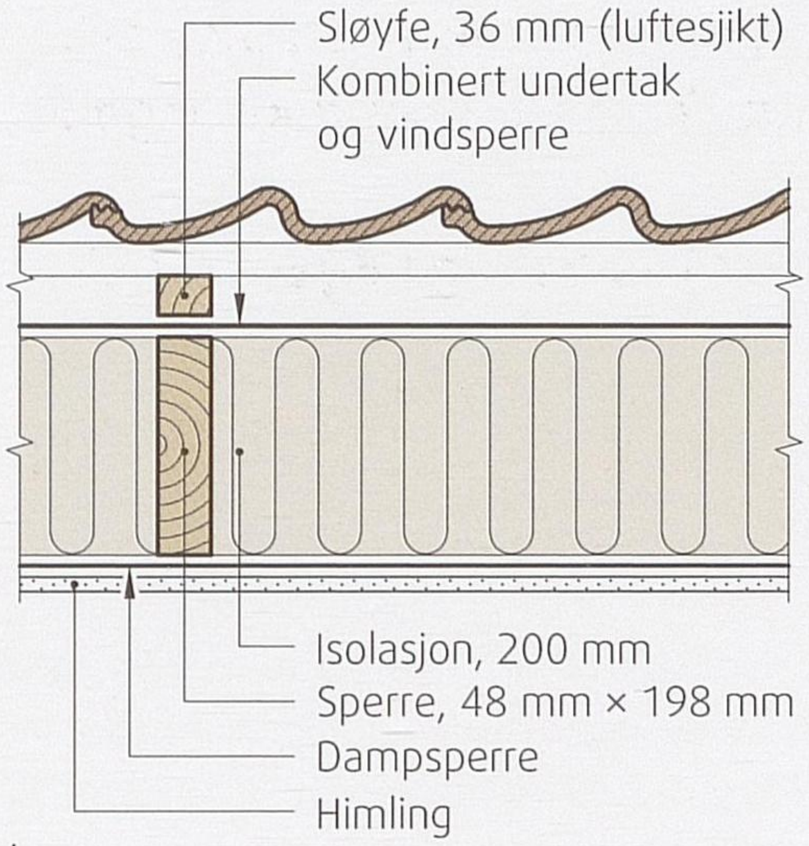
2.3 Sperretak fra 1980-tallet

2.3.1 Opprinnelig konstruksjon

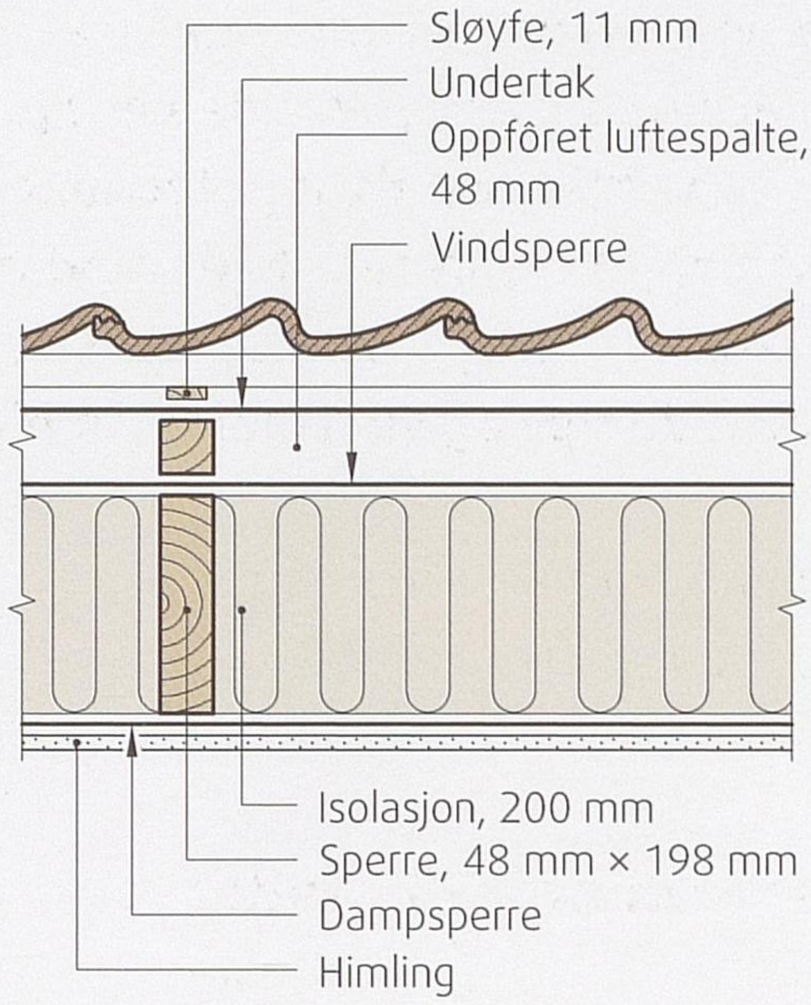
- Typisk sperredimensjon er 48 mm x 198 mm med senteravstand på 600 mm mellom sperrene. Sperrene spenner fra møne til yttervegg.
- Takene er isolert med 150–200 mm mineralull.
- Dampsperre og himling er montert på undersiden av sperrene.
- På 1980-tallet ble det etter hvert vanlig å bruke såkalt «kombinert undertak og vindsperre» over isolasjonslaget, med litt høyere sløyfer, samt lekter og taktekning på oversiden.



a



b



c

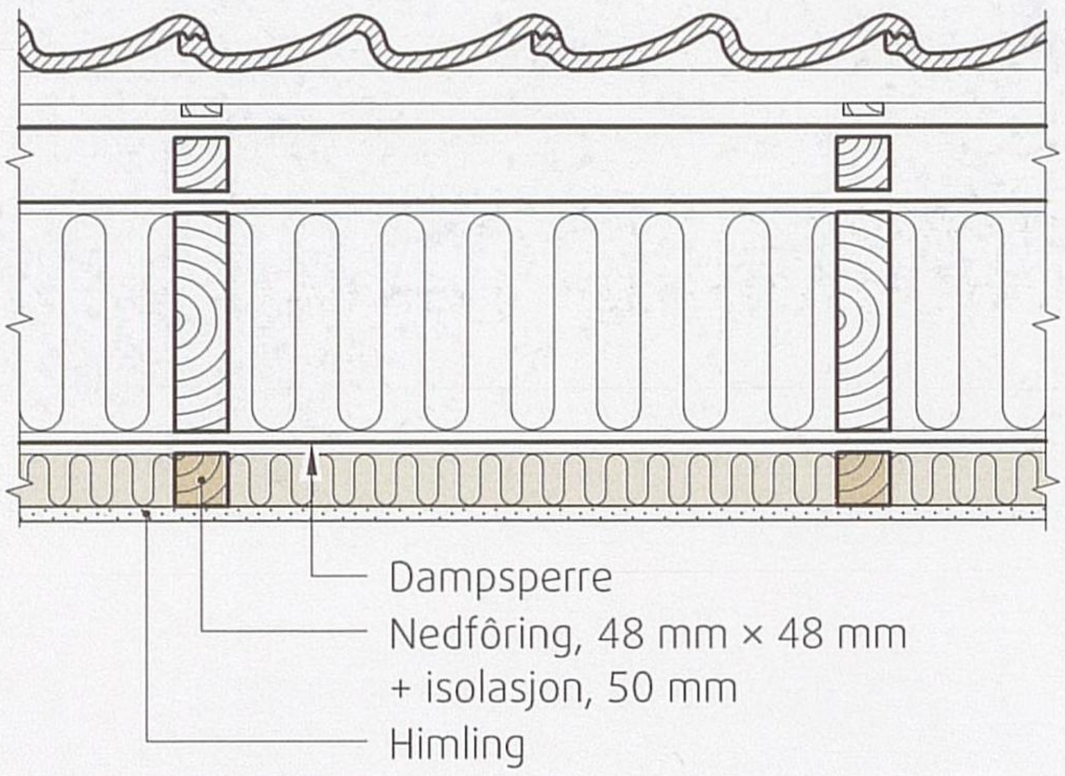
Figur 2.3.1 a –c
Sperretak fra 1980-tallet med 200 mm isolasjon
a. Med kombinert undertak og vindsperre. Avslutning ved raft
b. Med kombinert undertak og vindsperre. Tverrsnitt
c. Med eget luftesjikt mellom isolasjonen og undertaket. Tverrsnitt
U-verdi med 150 mm isolasjon: 0,28 W/(m²K)
U-verdi med 200 mm isolasjon: 0,22 W/(m²K)

2.3.2 Innvendig etterisolering med 50 mm isolasjon

Ved denne løsningen kan alt arbeidet gjøres fra innsiden.

Slik gjør du

- Fjern himling (panel eller plater).
- Fjern den eksisterende dampsperra. Dampsperra blir som regel skadet under demontering av himling. Hvis den opprinnelige himlingen er av panelbord, bør dampsperra alltid skiftes ut.
- Monter ny dampsperre av minst 0,15 mm plastfolie med klemte, tette skjøter.
- Monter 48 mm x 48 mm nedfôring og 50 mm isolasjon.
- Monter ny himling.
- Alternativt kan man beholde den eksisterende dampsperra, forutsatt at den er tett, og himling av plater, og man kan etterisolere med 50 mm på undersiden av den gamle himlingen. Dette går bra så lenge man har minst tre ganger så mye isolasjon (150 mm) på utsiden av dampsperra, ellers kan det oppstå kondens på innsiden av dampsperra.



Figur 2.3.2
Sperretak fra 1980-tallet, etterisolert innvendig med 50 mm isolasjon. Dampsperra og himlingen er byttet ut. U-verdi med 200 mm + 50 mm isolasjon: 0,18 W/(m²K)

MERK

- Vær nøye med å få tett tilslutning mellom ny dampsperre i taket og dampsperre i tilstøtende vegger, og mot tilstøtende mønebjelke (mønsås).
- Unngå utettheter som kan gi luftlekkasjer ut i taket fordi dette vil gi kondensfare. Tett godt rundt skorsteiner og kanalgjennomføringer i taket.
- Ikke bruk innfelte lys med kasser og ledninger som lager hull i dampsperresjiktet.
- Hvis dampsperra plasseres på innsiden av all isolasjon, må du alltid montere separate lekter hvis du planlegger skjult elektrisk anlegg i taket. Da kan trekkerør og ledninger legges i hulrommet mellom himling og dampsperre, forutsatt at det gjøres på en slik måte at det ikke blir hull i dampsperra.

2.3.3 Innvendig etterisolering med 100 mm isolasjon

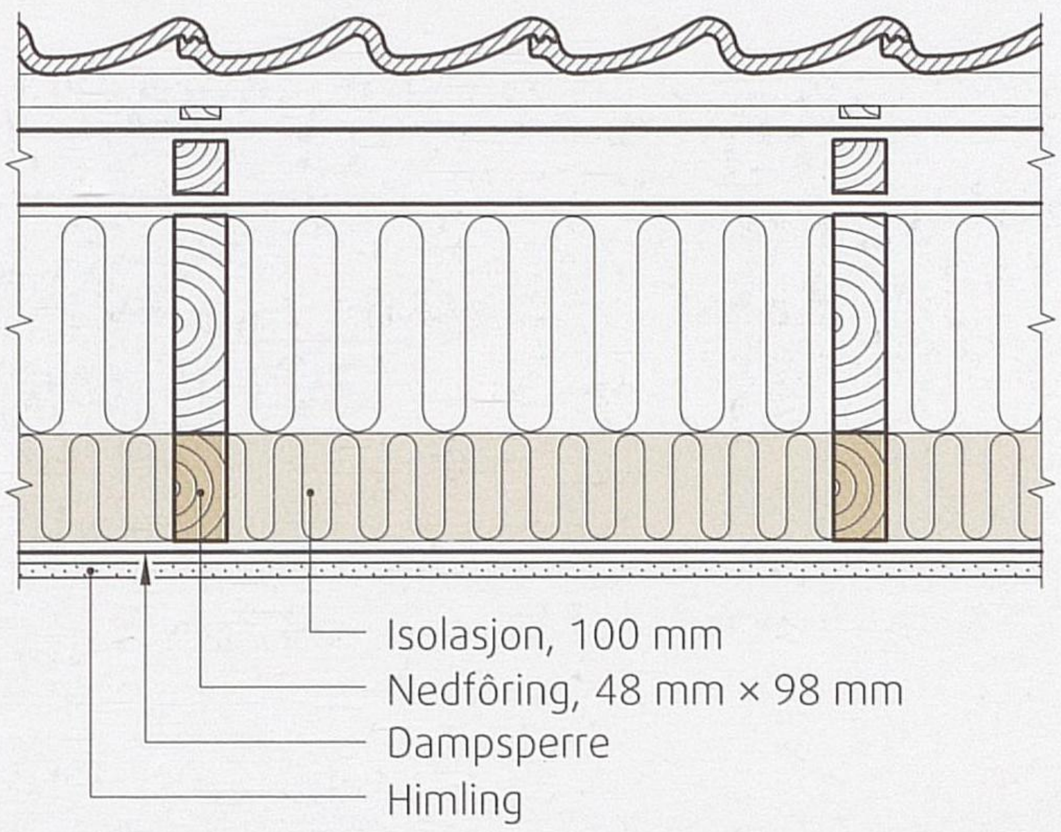
Løsningen er aktuell når man ikke skal gjennomføre etterisoleringstiltak fra utvendig side. Den forutsetter at det er takhøyde nok til å bygge himlingen ned minst 100 mm i eksisterende rom. Ved denne løsningen må dampsperra alltid byttes ut.

Slik gjør du

- Fjern himling (panel eller plater).
- Fjern den eksisterende dampsperra.
- Monter 48 mm x 98 mm nedfôring på undersiden av taksperrene.
- Monter 100 mm isolasjon i nedfôringen.
- Monter ny dampsperre av minst 0,15 mm plastfolie med klemte, tette skjøter.
- Monter eventuelt 23 mm separate klemlekter. Dette er nødvendig hvis det skal brukes panelbord i himling eller hvis det skal være skjult elektrisk anlegg i taket.
- Monter ny himling.

MERK

- Vær nøye med å få tett tilslutning mellom ny dampsperre i taket og dampsperre i tilstøtende vegger, og mot tilstøtende mønebjelke (mønsås).
- Unngå utettheter som kan gi luftlekkasjer ut i taket fordi dette vil gi kondensfare. Tett godt rundt skorsteiner og kanalgjennomføringer i taket.
- Ikke bruk innfelte lys (downligths) med kasser og ledninger som lager hull i dampsperresjiktet.
- Monter alltid separate lekter hvis du planlegger skjult elektrisk anlegg i taket.



Figur 2.3.3
Innvendig etterisolering med 100 mm isolasjon
Figuren viser samme etterisoleringsprinsipp som beskrevet i kapittel 2.3.2, men her må eksisterende dampsperre fjernes, og ny dampsperre monteres på undersiden av det nye isolasjonslaget. Løsningen er uten nedlekting, men med tette himlingsplater som gir god klemming av skjøtene i dampsperra. Hvis det skal monteres skjult elektrisk anlegg i taket, eller brukes panel i himlingen, må man montere egne lekter eller velge løsningen i kapittel 2.3.4.

U-verdi med 200 mm + 100 mm isolasjon: 0,15 W/(m²K)

2.3.4 Innvendig etterisolering med 50 mm + 50 mm isolasjon

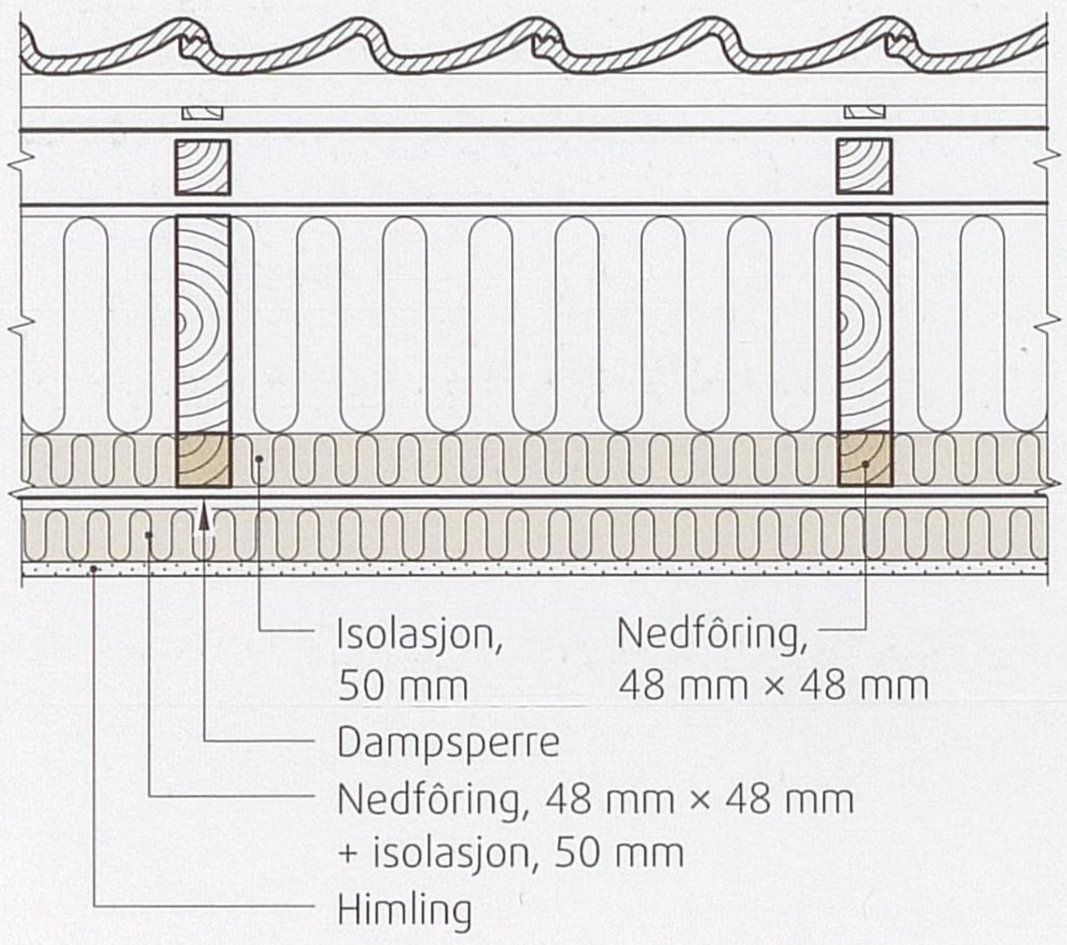
Løsningen er aktuell når du ønsker 100 mm etterisolering og skjult elektrisk anlegg i taket uten at dampsperresjiktet skades.

Slik gjør du

- Fjern himling (panel eller plater).
- Fjern den eksisterende dampsperra.
- Monter 48 mm x 48 mm nedfôring på undersiden av taksperrene.
- Monter 50 mm isolasjon i nedfôringen.
- Monter ny dampsperre av minst 0,15 mm plastfolie med klemte, tette skjøter.
- Monter ny 48 mm x 48 mm nedfôring. Nedfôringen monteres på langs eller tvers av takhelningen, avhengig av type himling (panel eller plater).
- Monter eventuelle trekkerør / elektriske kabler uten å lage hull i dampsperresjiktet.
- Monter 50 mm isolasjon i nedfôringen.
- Monter ny himling.

MERK

- Vær nøye med å få tett tilslutning mellom ny dampsperre i taket og dampsperre i tilstøtende vegger, og mot tilstøtende mønebjelke (mønsås).
- Unngå utettheter som kan gi luftlekkasjer ut i taket fordi dette vil gi kondensfare. Tett godt rundt piper og kanalgjennomføringer i taket.
- Ikke bruk innfelte lys med kasser og ledninger som lager hull i dampsperresjiktet.



Figur 2.3.4
Innvendig etterisolering med to lag 50 mm isolasjon og mellomliggende, ny dampsperre

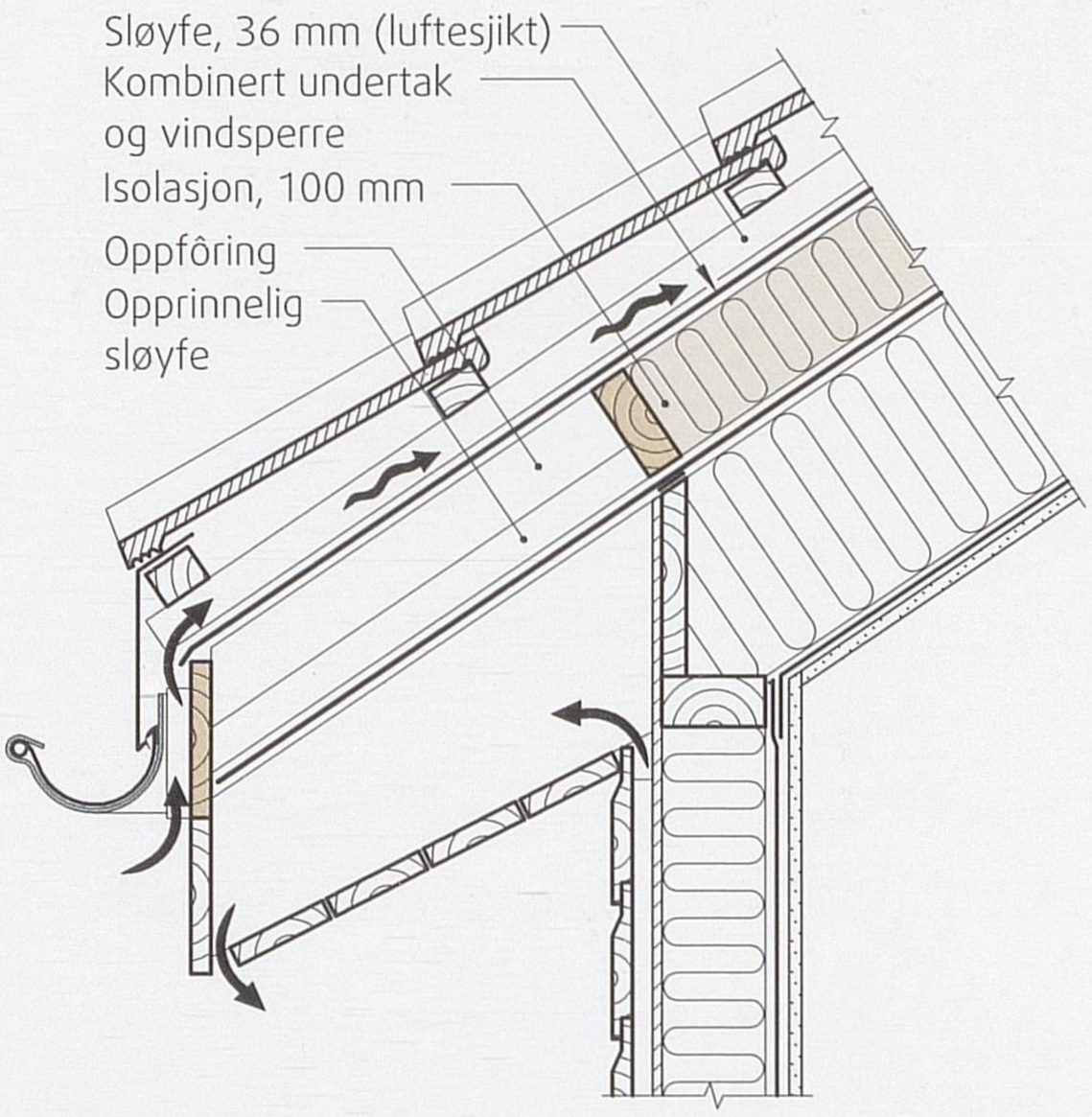
U-verdi med 200 mm + 50 mm + 50 mm: 0,15 W/(m²K)

2.3.5 Utvendig etterisolering med 100 mm isolasjon

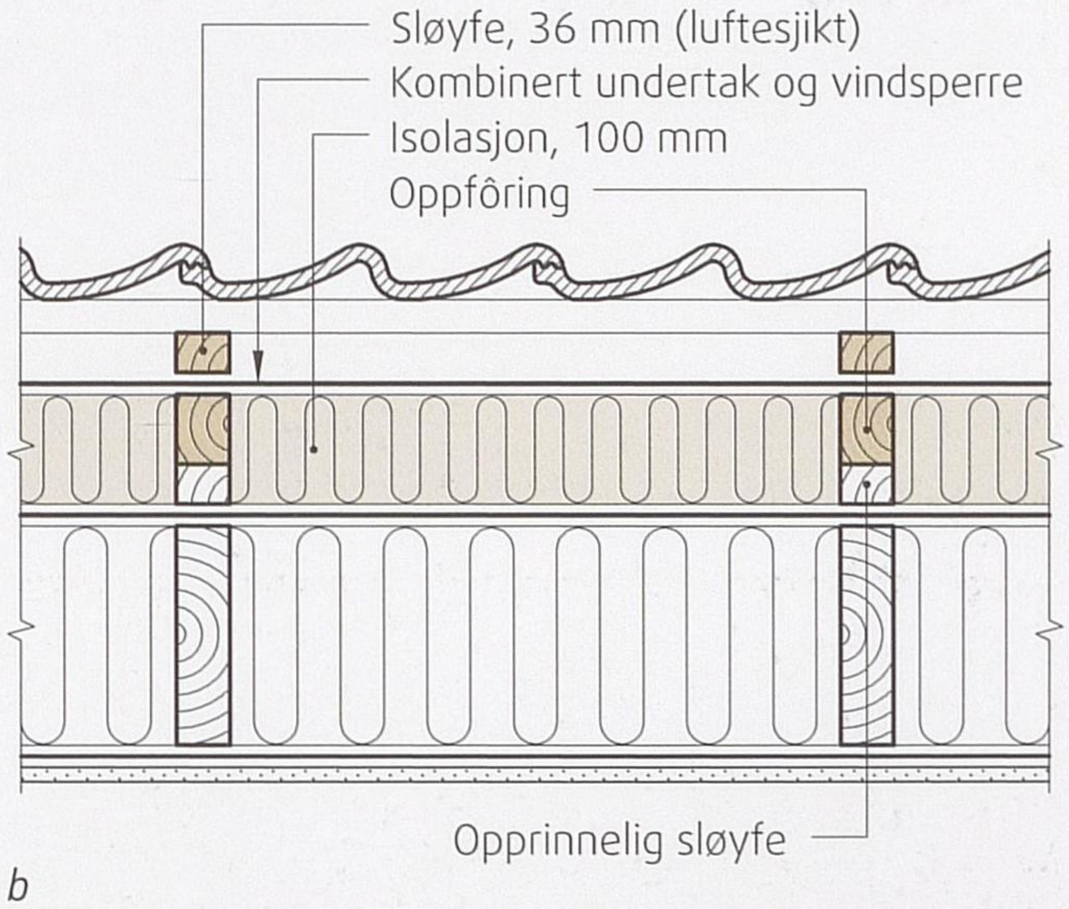
Løsningen er aktuell når yttertaket likevel må fornyes. Den stjeler ikke romplass, men kan være sårbar for fukt (nedbør) mens arbeidet pågår, spesielt hvis det gamle undertaket må fjernes. Vurder tildekking av taket. Utgangspunktet kan være et tak med kombinert undertak og vindsperre. Hvis det opprinnelige undertaket består av taktro med «papp» (asfaltundertaksbelegg) og med lufting på undersiden (diffusjonstett undertak), må man i stede følge prinsippene som er vist i kapittel 2.4.

Slik gjør du

- Ta av taktekningen. Den kan eventuelt brukes om igjen.
- Fjern lekter (disse må skiftes ut).
- Eksisterende sløyfer (vanligvis 36 mm høye) og kombinert undertak og vindsperre kan tas av eller beholdes (kan med fordel beholdes for å beskytte mot nedbør i byggeperioden).
- Monter 48 mm x 61 mm oppfôring på eksisterende 36 mm sløyfer slik at det blir plass til totalt 100 mm isolasjon.
- Monter 100 mm isolasjon i oppfôringen.
- Monter nytt kombinert undertak og vindsperre.
- Monter 36 mm sløyfer, lekter og taktekning.



a



b

Figur 2.3.5 a og b
Utvendig etterisolering med 100 mm isolasjon. Det opprinnelige undertakssjiktet (kombinert undertak og vindsperre) kan beholdes. Det samme gjelder opprinnelig 36 mm oppfôring.
a. Overgang mot takutstikk
b. Tverrsnitt
U-verdi med 200 mm + 100 mm isolasjon: 0,15 W/(m²K)

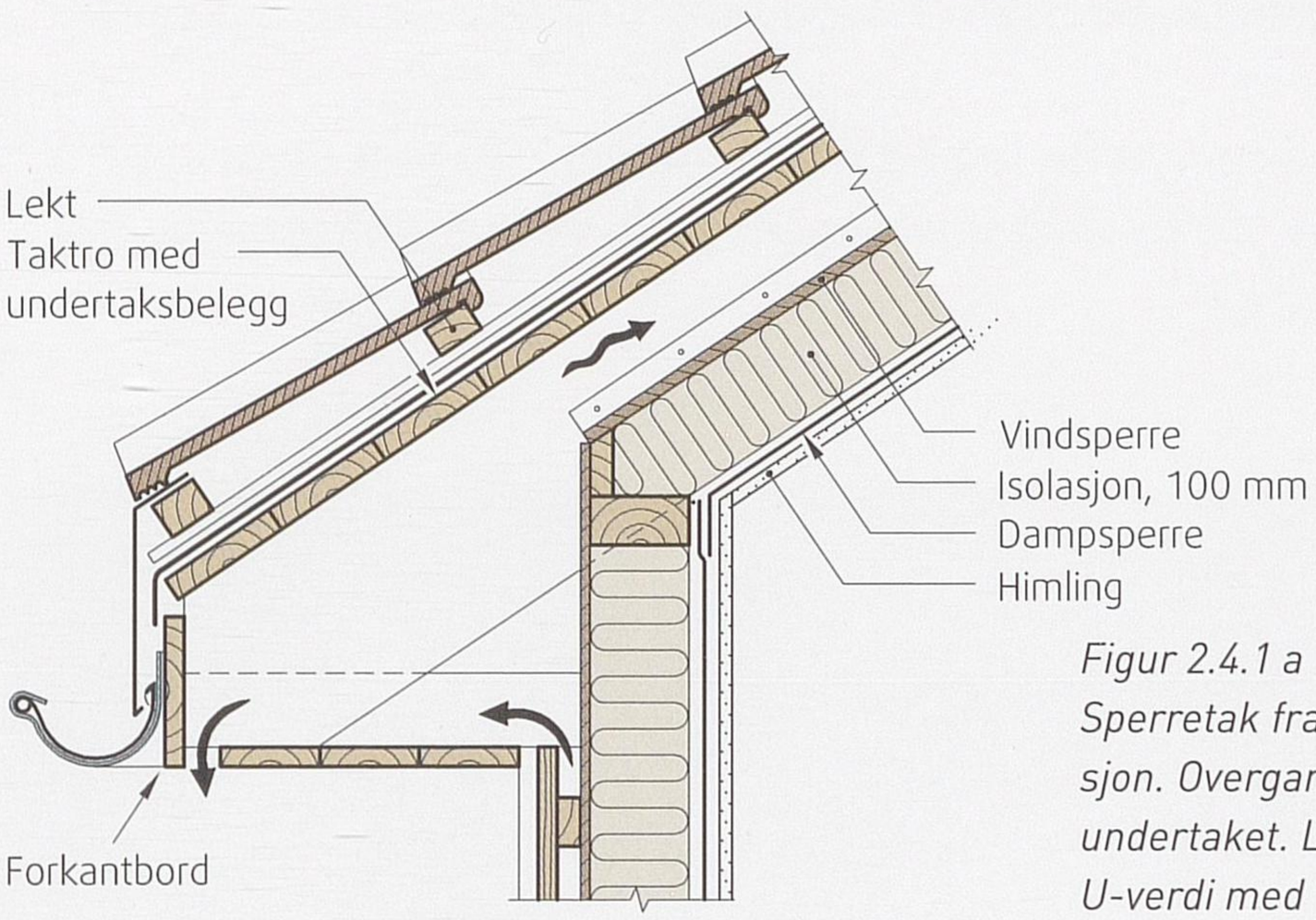
MERK

- Taket blir 100 mm høyere (tykkere). Det krever justering av løsninger ved avslutning mot raft og gavl (justering av vindskier/vannbord og takrenner), se figur 2.3.5 a.
- Unngå utettheter som kan gi luftlekkasjer ut i taket fordi dette vil gi kondensfare. Tett godt rundt piper og kanalgjennomføringer i taket.
- Husk at all lufting av taket skal skje mellom taktekningen og det nye undertaket. Luftinntaket ved takutstikk er plassert bak takrenna. Vær nøye med å hindre at kald luft kan blåse inn i isolasjonssjiktet.

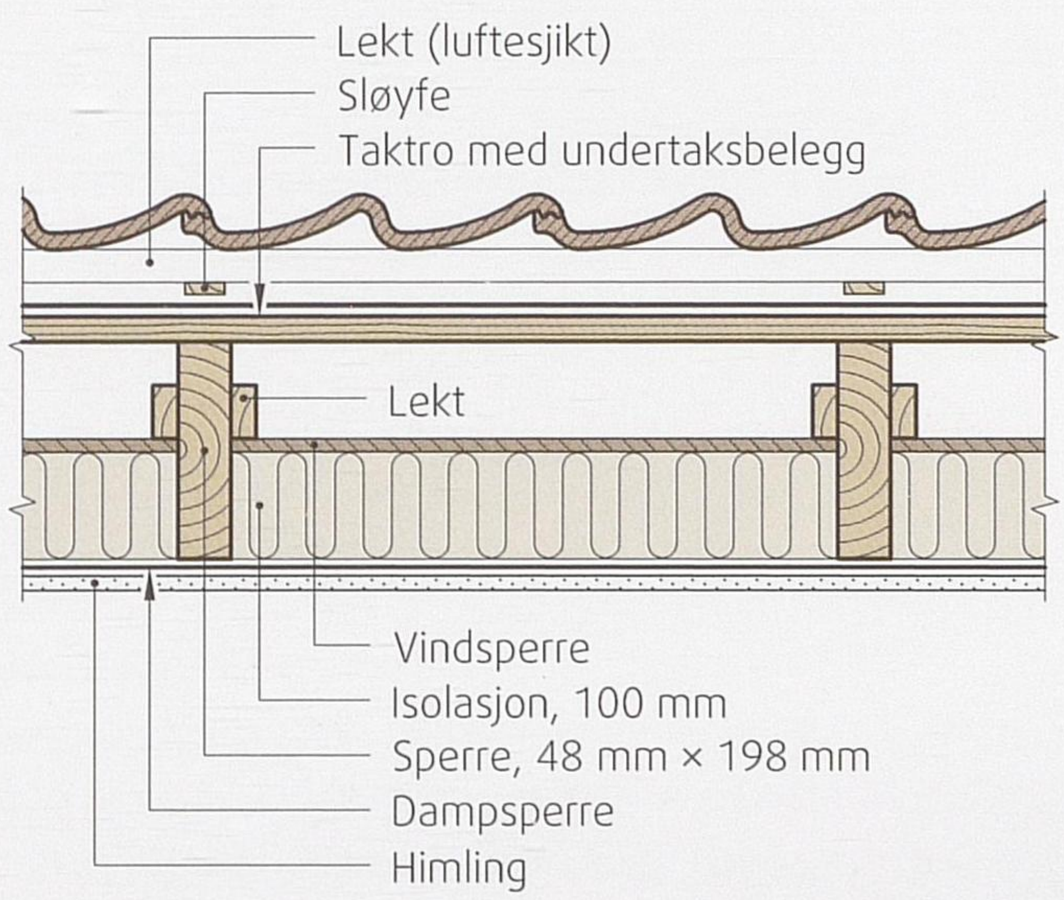
2.4 Sperretak fra 1960- og 1970-tallet

2.4.1 Opprinnelig konstruksjon

- Typisk sperredimensjon er 48 mm x 173 mm eller 48 mm x 198 mm med senteravstand på 600 mm. Sperrene spenner fra møne til yttervegg.
- Taket er isolert med 100–150 mm mineralull mellom sperrene.
- Dampsperre og himling er montert på undersiden av sperrene.
- På oversiden av isolasjonen er det vindsperre, minst 50 mm luftesjikt og undertak.



Figur 2.4.1 a
Sperretak fra 1960- og 1970-tallet med 100 mm isolasjon. Overgang mot raft. Taket luftes på undersiden av undertaket. Luftinntak via raftekasse.
U-verdi med 100 mm isolasjon: 0,31 W/(m²K)



Figur 2.4.1 b
Tverrsnitt av taket i figur 2.4.1 a. Rommet mellom sperrene er bare delvis fylt med isolasjon. Vindsperra er festet til sperresidene med lekter.

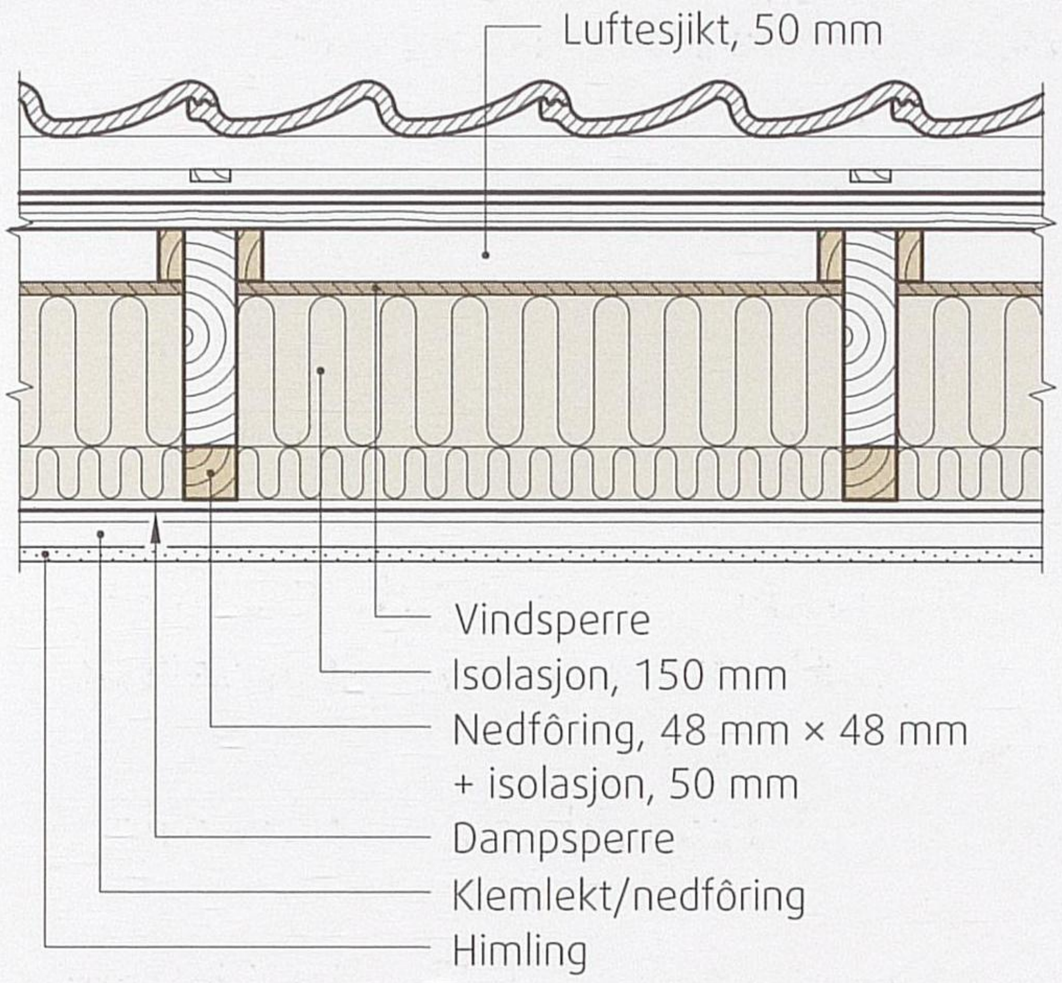
2.4.2 Innvendig etterisolering med 50 mm isolasjon mellom sperrene og 50–100 mm isolasjon på undersiden av sperrene

Slik gjør du

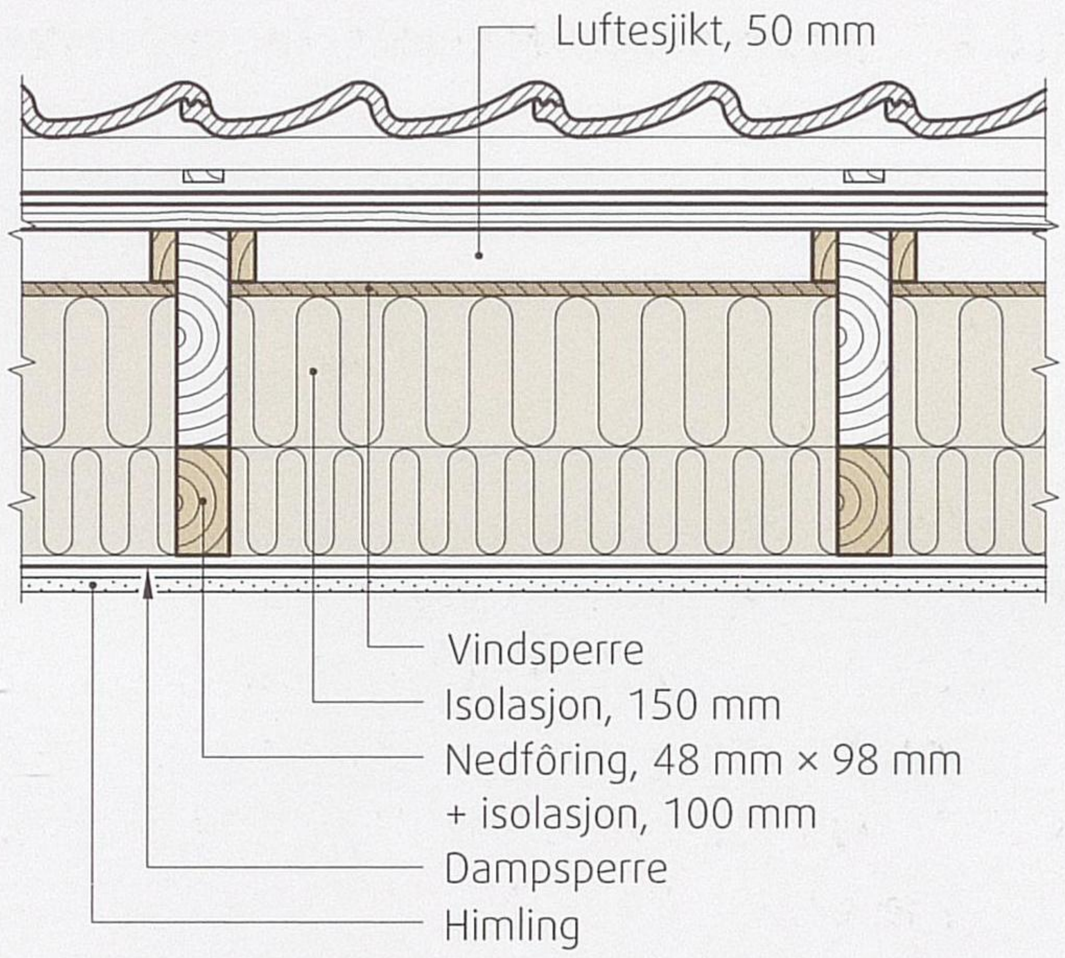
- Fjern himlingen og dampsperra.
- Ta ut eksisterende isolasjon mellom sperrene. Isolasjonen må fjernes for å kunne utnytte sperrehøyden til isolasjon.
- Ta ut det gamle vindsperresjiktet og flytt lektene på sperresidene helt ut mot undertaket, slik at man beholder 50 mm luftespalte mellom vindsperre og undertak.
- Monter vindsperresjikt mellom sperrene. Tilstreb tette skjøter.
- Fôr ned med 48 mm x 48 mm lekter eller 48 mm x 98 mm rekker under sperrene, se figur 2.4.2 a og b.
- Monter isolasjon mellom sperrene og nedfôringene, slik at det totalt blir 200–250 mm isolasjon.
- Monter dampsperresjikt med klemte, tette skjøter.
- Monter eventuelt klemlekter på 23 mm for å klemme skjøter i dampsperresjiktet, hvis himlingen er av panelbord. Da får man i tillegg rom for eventuelle trekkrør for elkabler.
- Alternativt kan man etterisolere med to lag 50 mm isolasjon. Da kan dampsperra med fordel monteres mellom de to isolasjonslagene, slik at den ligger beskyttet mot punktering, se figur 2.4.2 c.
- Monter himling.

MERK

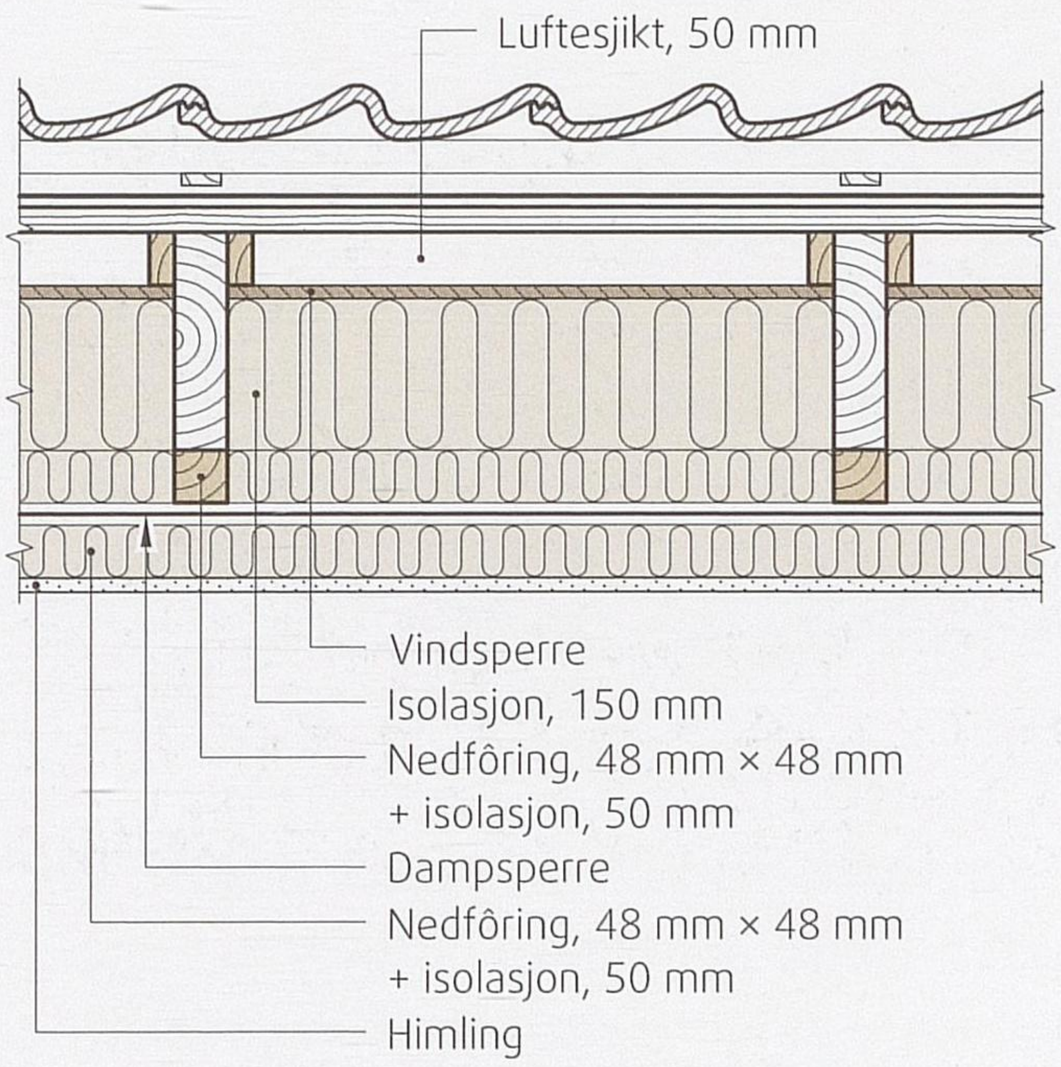
- Ikke bruk innfelte lys (downlight) med kasser og ledninger som lager hull i dampsperresjiktet.
- Dersom den gamle dampsperra er tett og det er himlingsplater (gips eller Tak-ess), kan både himling og dampsperre beholdes. Man kan da fôre ned 50 mm på undersiden av eksisterende himling, isolere i nedfôringen (50 mm) og montere ny himling. Den gamle dampsperra vil fortsatt fungere som dampsperre.



Figur 2.4.2 a
Isolasjonstykkelsen er økt til 150 mm mellom sperrene. I tillegg er det nedfôret 48 mm lekter med 50 mm isolasjon under sperrene.
U-verdi med 200 mm isolasjon: 0,22 W/(m²K)



Figur 2.4.2 b
Isolasjonstykkelsen er økt til 150 mm mellom sperrene. I tillegg er det nedfôret 98 mm rekker med 100 mm isolasjon under sperrene.
U-verdi med 250 mm isolasjon: 0,18 W/(m²K)



Figur 2.4.2 c
Isolasjonstykkelsen er økt til 150 mm mellom sperrene. Det er nedfôret 48 mm under sperrene slik at det kan monteres 200 mm isolasjon. Under dampsperra er det fôret ned ytterligere 48 mm og montert 50 mm isolasjon.
U-verdi med 250 mm isolasjon: 0,18 W/(m²K)

2.4.3 Innvendig etterisolering og utvendig utskifting av undertak og tekning

Løsningen er aktuell når det likevel er behov for å fornye taktekningen. I tilfelle må man også skifte lekter, sløyfer og eventuelt fornye undertaket samtidig. Da ligger det godt til rette for å etterisolere fra utvendig side. Hulrom mellom sperrene kan fylles med isolasjon ved innblåsing fra utsiden, eller ved å montere isolasjon mellom sperrene fra innvendig side (vist på figur 2.4.3). I så fall må den gamle undertakspappen erstattes med kombinert undertak og vindsperre, som legges på den gamle taktroa av rupanel. Tiltaket kan med fordel kombineres med innvendig etterisolering under sperrene, enten samtidig eller på et senere tidspunkt.

Slik gjør du

Fra utsiden

- Ta av taktekningen, den kan eventuelt brukes på nytt.
- Fjern lekter, sløyfer og undertakspapp fra undertaket.
- Monter kombinert undertak og vindsperre på eksisterende taktro av rupanel.
- Monter 36 mm sløyfer, nye lekter og taktekning.
- Monter nye takrenner med mulighet for luftinntak mellom renne og forkantbord.

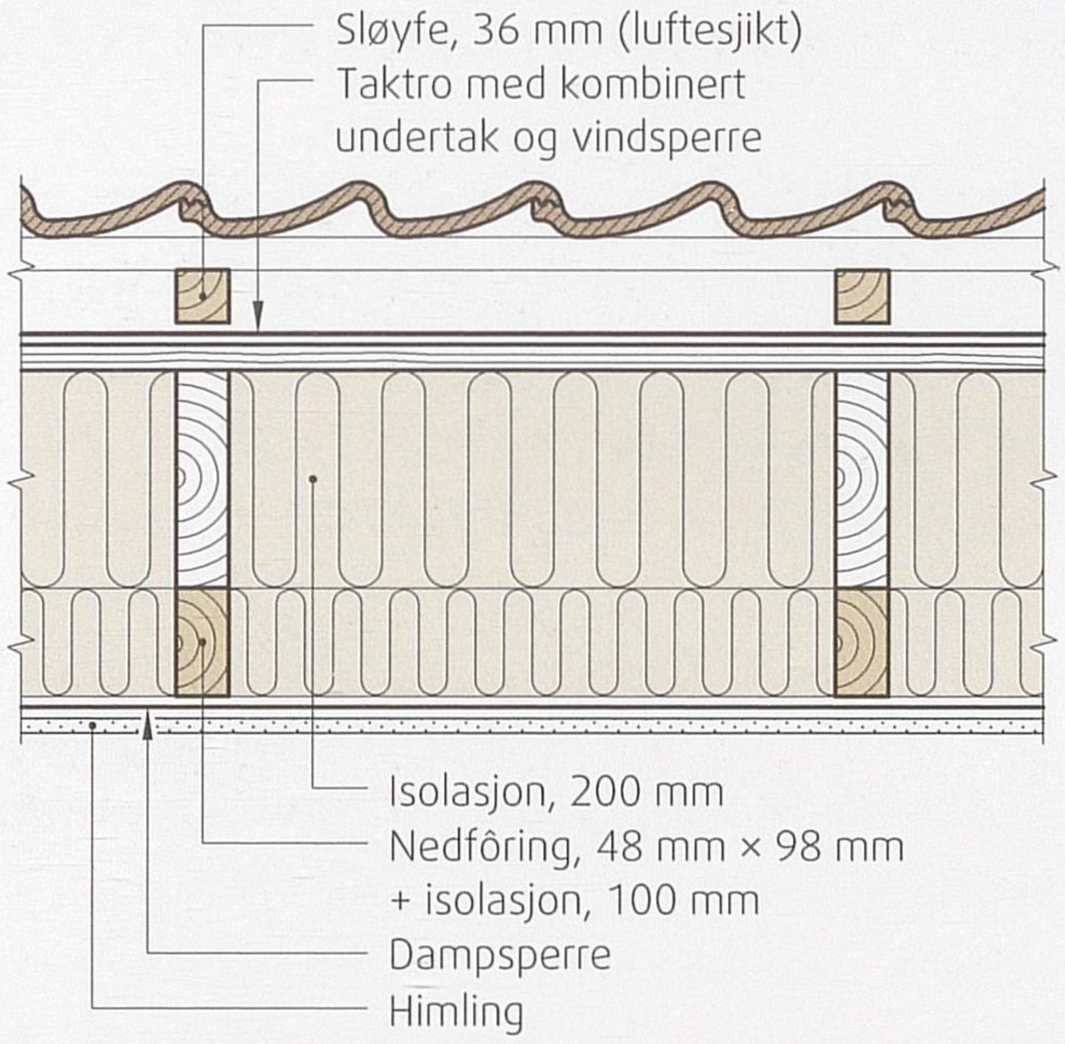
Se figur 2.5.3 a.

Fra innsiden

- Fjern himlingen og dampsperra.
- Ta ut isolasjonen mellom sperrene.
- Fjern eksisterende vindsperre og klemlekter mellom sperrene.
- Monter isolasjon i full høyde mellom sperrene, det vil si helt opp under undertaket (totalt 175 eller 200 mm).
- Monter ønsket nedfôring, for eksempel 48 mm x 48 mm lekter eller 48 mm x 98 mm rekker for etterisolering under sperrene.
- Monter isolasjon i nedfôringen.
- Monter dampsperresjikt av minst 0,15 mm plastfolie med klemte, tette skjøter.
- Monter eventuelt 23 mm separate klemlekter. Dette er nødvendig hvis det skal brukes panelbord i himling eller hvis det skal være skjult elektrisk anlegg i taket.
- Monter himling.

MERK

Sørg for tetting i raft slik at kald luft ikke blåser inn i isolasjonen i skråtaket. Se prinsippløsning i figur 2.5.3 a.



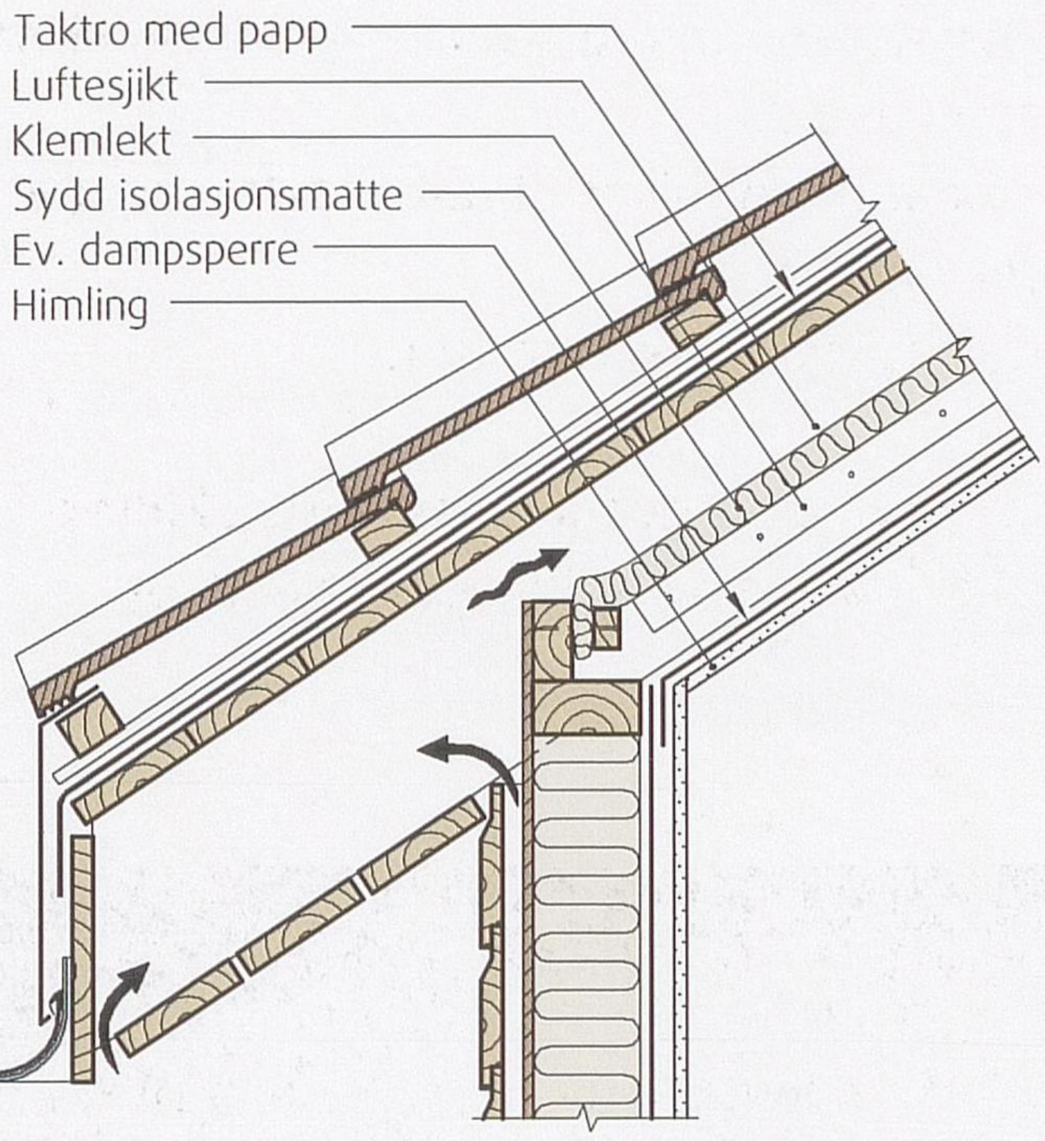
Figur 2.4.3
Innvendig etterisolering mellom sperrene og nedfôringene, og utvendig utskifting av undertaket til kombinert undertak og vindsperre på eksisterende taktro

U-verdi med 225 mm isolasjon: 0,19 W/(m²K)
U-verdi med 275 mm isolasjon: 0,16 W/(m²K)
U-verdi med 300 mm isolasjon: 0,15 W/(m²K)

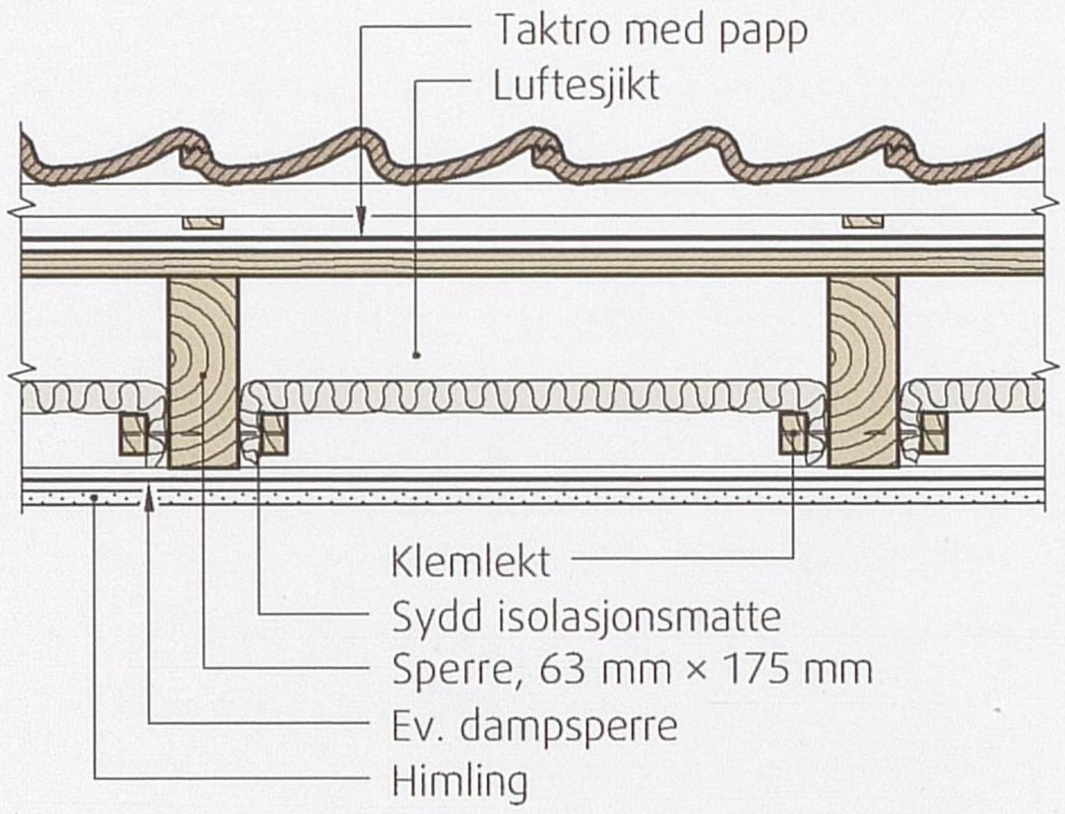
2.5 Sperretak fra før ca. 1960

2.5.1 Opprinnelig konstruksjon

Sperretak fra 1950-tallet og første del av 1960-tallet hadde varierende sperredimensjoner og isolasjonstykkelse. Avstanden mellom sperrene varierte avhengig av dimensjon og husbredde. Typisk for denne perioden er for eksempel sperrer på 63 mm x 175 mm med senteravstand på ca. 500 mm, husbredde på 8 m, og 50 mm sydde matter som isolasjon. Sperretak over kalde loftsrom hadde ingen isolasjon.



a



b

Figur 2.5.1 a og b
Sperretak fra 1950-tallet
a. Taket er isolert med 50 mm sydde matter. Himlingen kunne være panel og porøse trefiberplater, mens undertaket var rupanel (bord) og «papp» (asfaltundertaksbelegg) med opplektet taktekning.
b. Tverrsnitt av samme tak viser at de sydde mattene var festet med tynne klemlekter til hver sperreside.
U-verdi med 50 mm isolasjon: ca. 0,5 W/(m²K)

2.5.2 Innvendig etterisolering

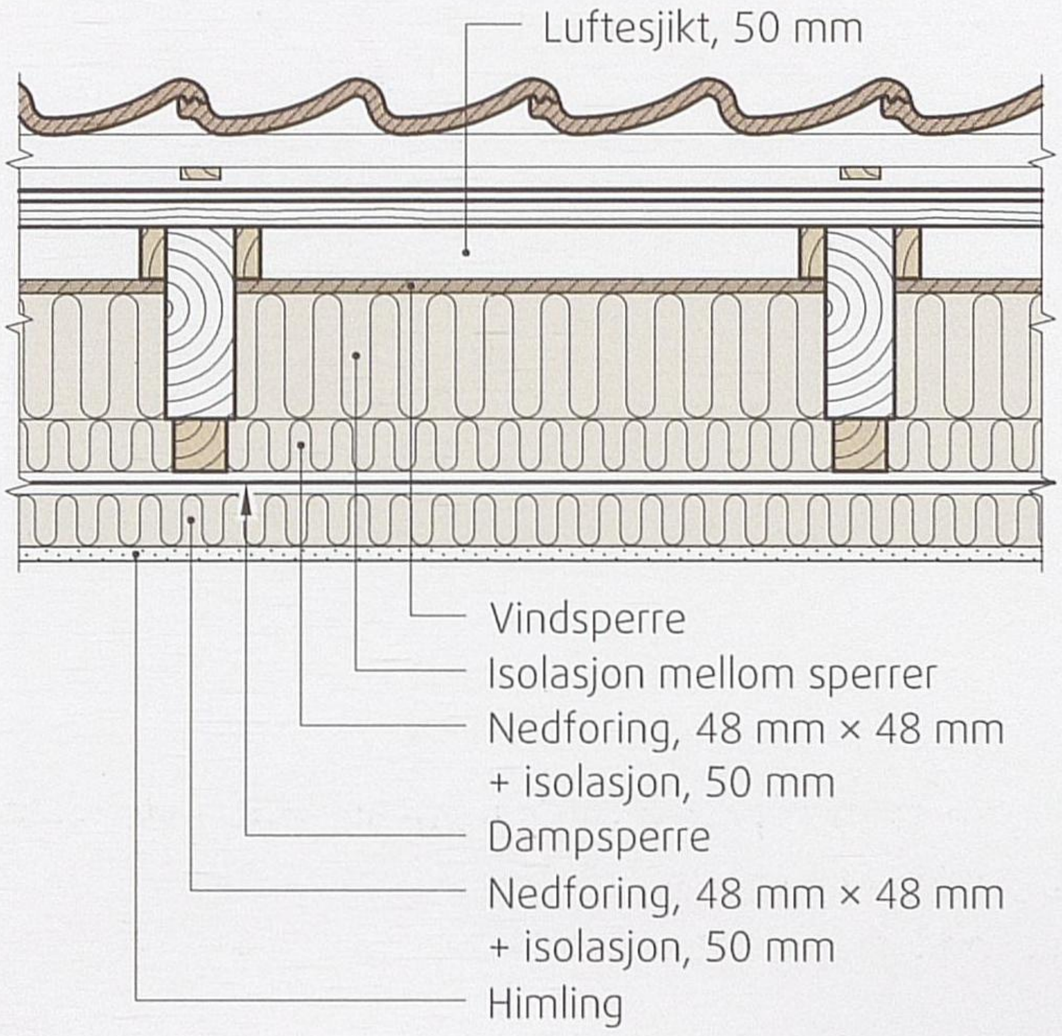
Innvendig etterisolering er aktuelt når det ikke skal utføres tiltak fra utvendig side. Den opprinnelige isolasjonen i skråtaket skiftes ut. Undertaket har vanligvis asfaltundertaksbelegg og er dermed diffusjonstett. Det må derfor uansett sikres lufting (50 mm luftespalte) mellom isolasjon og undertak, og det blir ikke plass til mer enn 100–125 mm isolasjon mellom sperrene, avhengig av sperrehøyden. Derfor vil det være nødvendig å supplere med isolasjon på undersiden av sperrene.

Slik gjør du

- Ta ned himlingen og fjern eksisterende isolasjon.
- Sørg for 50 mm luftespalte oppunder eksisterende taktro ved å montere 48 mm høye lekter som festes på hver side av sperrene.
- Monter vindsperresjikt mot lektene fra undersiden. Sikre at det er tette skjøter.
- Fôr ned med 48 mm x 48 mm lekter under sperrene.
- Monter ny isolasjon mellom sperrene opp mot vindsperresjiktet.
- Monter 50 mm isolasjon i nedfôringen.
- Monter ny dampsperre av minst 0,15 mm plastfolie med klemte, tette skjøter.
- Fôr ned ytterligere 50 mm. Dette gir rom for føring av trekkrør for elkabler.
- Monter 50 mm isolasjon i nedfôringen.
- Monter himling.

MERK

Stive vindpsperreplater (porøse trefiberplater) kan være lettere å montere enn tynn vindsperreduk.



Figur 2.5.2
Innvendig etterisolering av tak fra 1950-tallet
En god løsning er å montere inntrukket dampsperre. Da kan man legge skjult elektrisk anlegg i taket uten risiko for punktering av dampsperra.

U-verdi med 100 mm + 50 mm + 50 mm: 0,22 W/(m²K)
U-verdi med 125 mm + 50 mm + 50 mm: 0,19 W/(m²K)

2.5.3 Innvendig etterisolering og utvendig utbedring av undertak

Løsningen er aktuell når man likevel skal skifte ut taktekningen. Da får man muligheten til å fornye undertaksbelegg, sløyfer og lekter. I tillegg kan man med fordel legge et vanntett, diffusjonsåpent undertaksbelegg, slik at man kan fylle isolasjon helt oppunder undertaket. Takkonstruksjoner fra 1960-tallet eller tidligere har vanligvis undertak av bord, for eksempel rupanel, som er diffusjonsåpent. Hvis undertaket er av bygningsplater (spon eller kryssfiner), må man forutsette at det kan være for diffusjonstett. Da må man velge en løsning med lufting under undertaket, vist blant annet i figur 2.4.2.

Slik gjør du

Fra utsiden

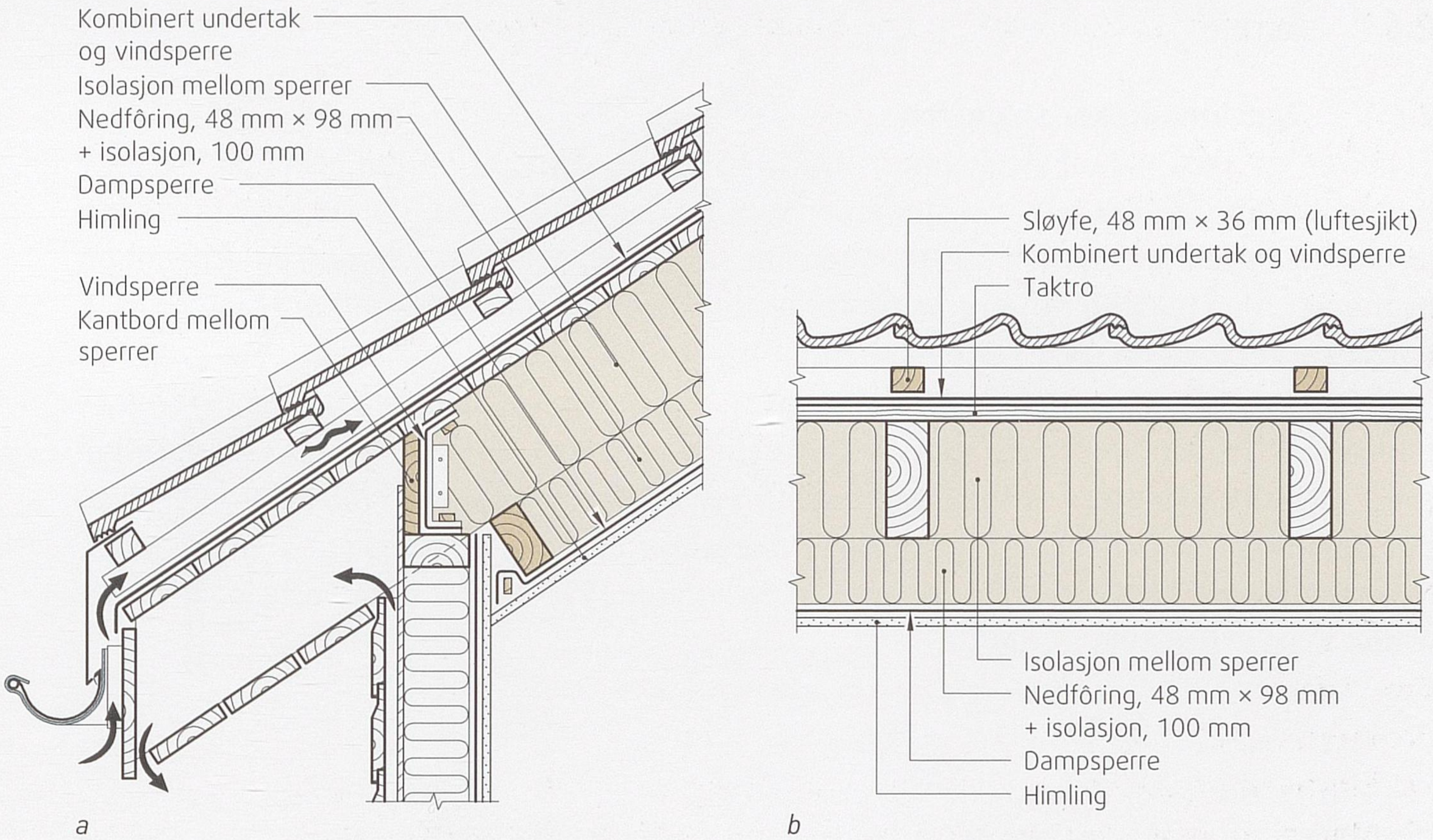
- Fjern taktekningen.
- Fjern lekter, sløyfer og undertakspapp fra undertaket.
- Monter kombinert undertak og vindsperre på eksisterende undertak.
- Monter sløyfer, lekter og taktekning.
- Monter nye takrenner med mulighet for luftinntak mellom renne og forkantbord.

Fra innsiden

- Fjern himlingen, dampsperre og den opprinnelige isolasjonen mellom sperrene.
- Monter vindsperre fra innsiden i overgangen mot takutstikk, se figur 2.5.3 a.
- Monter ny isolasjon i full sperrehøyde helt opp til undertaket.
- Monter 100 mm nedfôring under sperrene av 48 mm x 98 mm rekker på høykant, eller slik at du får plass til minst 250 mm isolasjon til sammen.
- Monter isolasjon i nedfôringen.
- Monter dampsperre av minst 0,15 mm plastfolie med klemte, tette skjøter, og husk: Ingen innfelte lys eller skjult elektrisk anlegg i himlingen.
- Monter klemlekter og himling.

MERK

- Hvis det opprinnelige taket er uisolert, kan innblåsing av løsisolasjon være en aktuell løsning. Undertaket må også da være diffusjonsåpent, slik at gammel undertakspapp må fjernes og erstattes med kombinert undertak og vindsperre etter samme prinsipp som vist i figur 2.5.3 a.
- Det er viktig å tette luftinntaket ved raft slik at det ikke blåser kald luft inn i det etterisolerte taket.



Figur 2.5.3 a og b
Innvendig etterisolering kombinert med tiltak fra utvendig side
a. Overgang mot raft. Luftinntak opp bak takrenne
b. Tverrsnitt

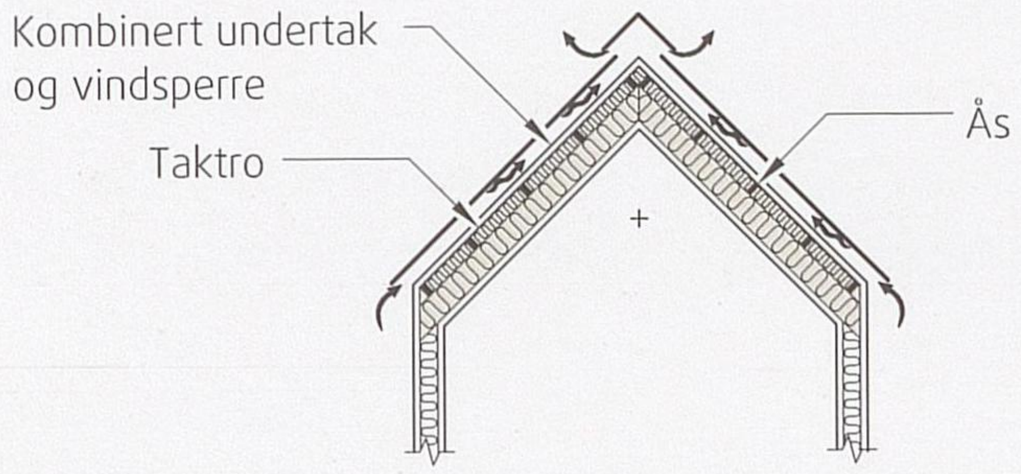
2.6 Åstak

2.6.1 Opprinnelig konstruksjon

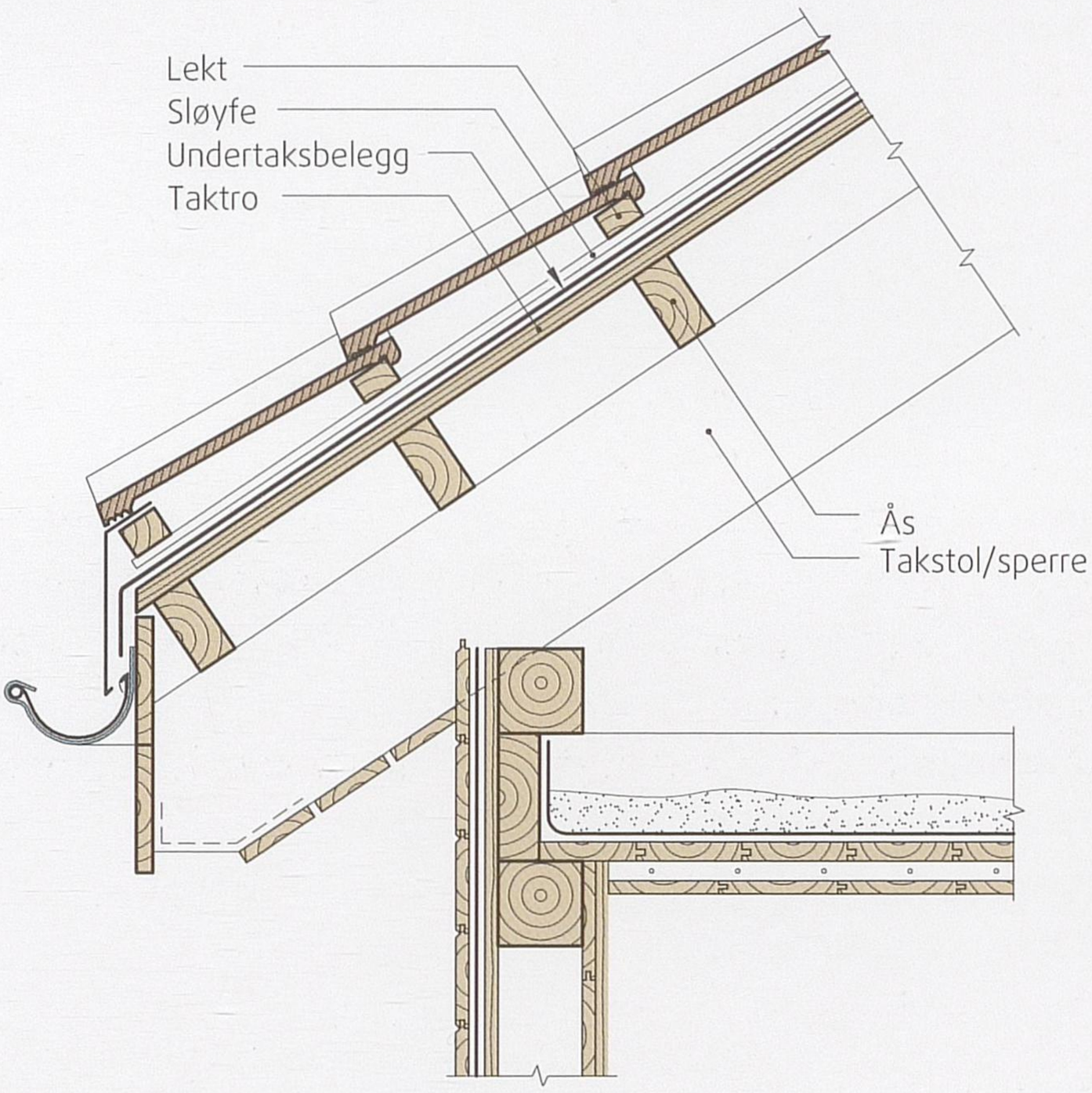
Åstak er en skrå takkonstruksjon av tre med bærekonstruksjon (takåser) på tvers av takets fallretning. Takkonstruksjonen er vanlig i gamle og nye laftehus hvor takåsene av tømmer spenner mellom bærevegger. Før ca. 1950 ble konstruksjonen også brukt på bygninger med takstoler med stor senteravstand hvor åser av rektangulære bjelker med typisk senteravstand på 0,7–1,0 m spenner mellom takstolene.

På tvers av takåsene, det vil si med takfallet, ligger det gjerne taktro (bærende undertak) av bord (rupanel) med asfaltundertaksbelegg og opplektet tekning på oversiden eller eventuelt torvtekning på laftede bygninger. På bygninger fra før ca. 1950 kan undertaket bestå av over- og underliggere direkte under lekter og taktekning.

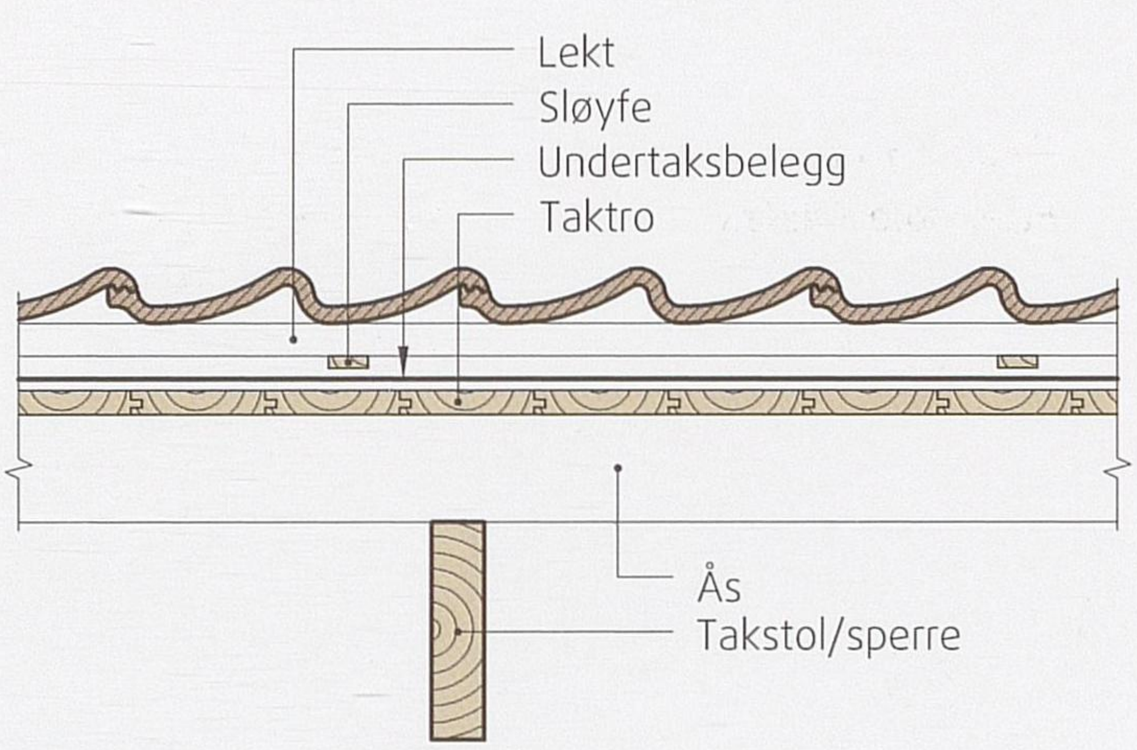
Åstakene kan være uisolerte tak over kalde loft (før 1950-tallet), eller være isolert med sydde matter (fra 1950-tallet).



Figur 2.6.1 a
Etterisolert åstak



b



c

Figur 2.6.1 b og c
Uisolert åstak fra 1950-tallet eller eldre. Taket kan være isolert med sagflis eller liknende i bjelkelaget. Taktro (bærende undertak) var av rupanel med asfaltundertaksbelegg og opplektet taktekning.
b. Overgang mot raft
c. Tverrsnitt av skråtaket

U-verdi ved uisolert tak, tettet mot raft, med himling: ca. 2,5 W/(m²K)

2.6.2 Etterisolering mellom sperrer og åser

All isolasjon bygges inn mellom åser og sperrer. Løsningen påvirker ikke byggets høyde, og stjeler heller ikke av takhøyden i underliggende rom. Den krever at eksisterende taktekning tas av slik at det kan etableres et vanntett, men diffusjonsåpent undertak. Deretter monteres isolasjon, dampsperre og himling fra innvendig side.

Slik gjør du

Fra utsiden

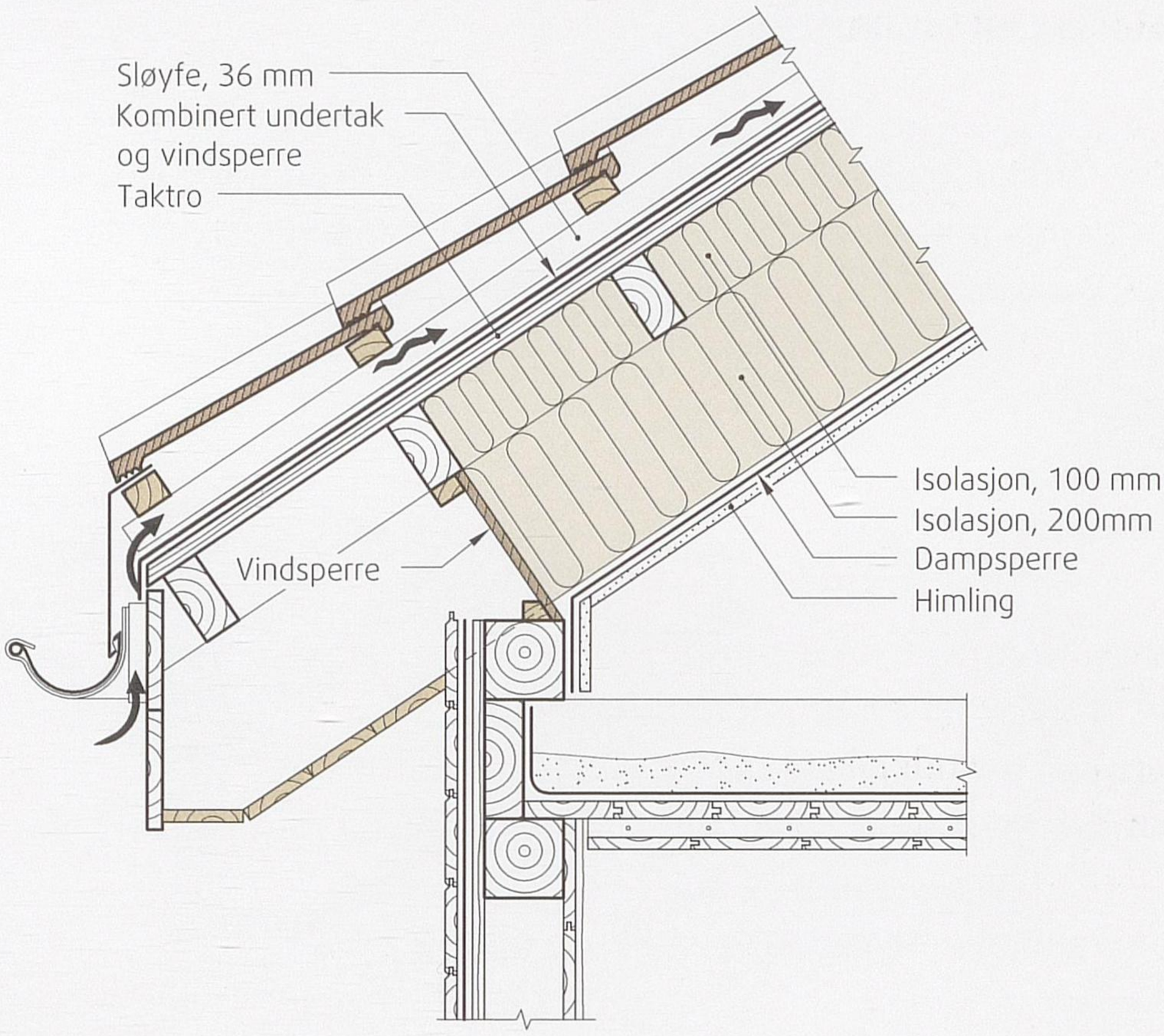
- Ta av taktekning og renner.
- Fjern lekter, sløyfer og undertakspapp.
- Monter kombinert undertak og vindsperre på eksisterende taktro.
- Monter minst 36 mm høye sløyfer, lekter og taktekning.
- Monter renner med luftinntak bak, se figur 2.6.2 a.

Fra innsiden

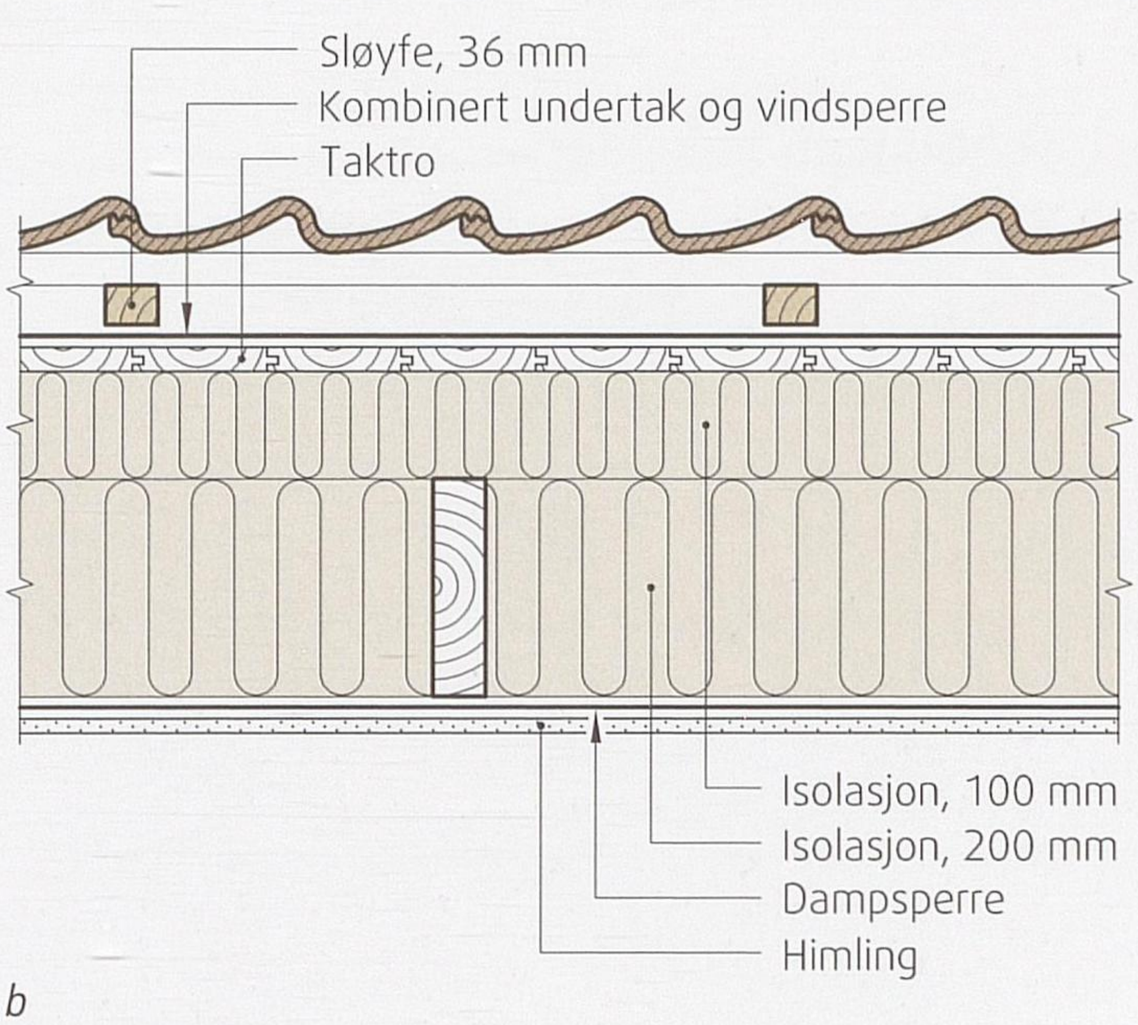
- Før man isolerer taket, må det etableres et vindsperresjikt mellom undertaket og ytterveggen nede ved takfoten, se figur 2.6.2 b.
- Monter isolasjon mellom åsene opp mot undertaket.
- Monter isolasjon mellom sperrene.
- Monter dampsperre av minst 0,15 mm plastfolie med klemte, tette skjøter.
- Monter himling.

MERK

- Hvis avstanden mellom sperrene er for stor, må det etableres separate spikerslag på tvers av sperrene for innfesting av himling.
- En kritisk detalj er å etablere tett overgang for dampsperra i overgang mot vegg/takfot.
- Ikke monter innfelte lys i skråtaket som punkterer dampsperra.
- Det er vanskelig å få til lufting av taket i sjiktet med åser, i og med at åsene ligger på tvers av takfallet. Derfor må det etableres luftesjikt over åsene, mellom undertaket og taktekningen. Det er viktig å tette mot lekkasjer av luft opp via raft og inn i det isolerte taket. Luftinntak ved raft tas inn bak takrenna.



a



b

Figur 2.6.2 a og b
Etterisolering mellom sperrer og åser
a. Overgang mot yttervegg/raft
b. Tverrsnitt av åstak etterisolert mellom sperrene og åsene
Taket kan fullisoleres helt opp mot undertaket når det legges diffusjonsåpent undertak (kombinert undertak og vindsperre) på den opprinnelige taktroa av trebord.

U-verdi med 250 mm isolasjon: 0,18 W/(m²K)
U-verdi med 300 mm isolasjon: 0,15 W/(m²K)
U-verdi med 350 mm isolasjon: 0,13 W/(m²K)

2.6.3 Utvendig etterisolering på åstaket

Løsningen gir en tykkere takkonstruksjon, og dermed en høyere bygning. Løsningen kan være aktuell hvis man ikke ønsker å arbeide fra innsiden eller endre den eksisterende himlingen. Opprinnelig himling (synlige åser/sperrer og undertak) beholdes. Dampsperresjiktet etableres på eksisterende undertak. Utvendig etterisolering kan kombineres med innvendig etterisolering (ikke vist i dette kapitlet).

Slik gjør du

Fra utsiden

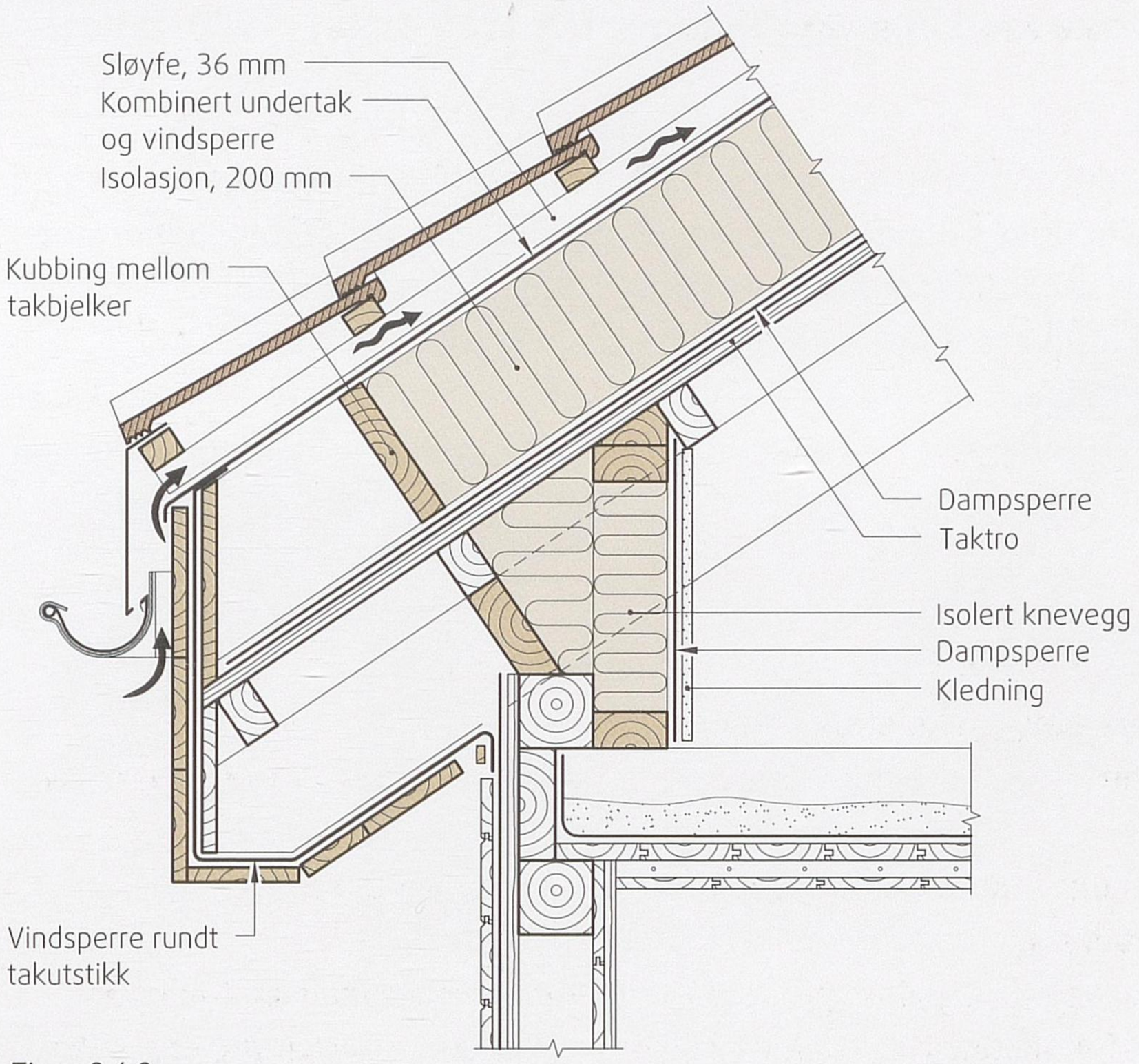
- Ta av taktekning, lekter, sløyfer og eventuell undertakspapp.
- Monter ny dampsperre oppå eksisterende taktro.
- Monter minst 198 mm høye takbjelker med senteravstand på 600 mm på tvers av åsene (med takfallet).
- Monter kubbing mellom takbjelkene ved takutstikk, se figur 2.6.3 a.
- Isoler mellom takbjelkene.
- Monter kombinert undertak og vindsperre på bjelkene, direkte over isolasjonen.
- Monter 36 mm sløyfer som klemmer skjøtene i kombinert undertak/vindsperresjikt.
- Monter lekter og tekning.
- Monter nye takrenner med mulighet for luftinntak på baksiden.
- Som et alternativ til kombinert undertak og vindsperre, kan man montere separat vindsperre og undertak med luftesjikt i mellom, se figur 2.6.3 c.

Fra innsiden

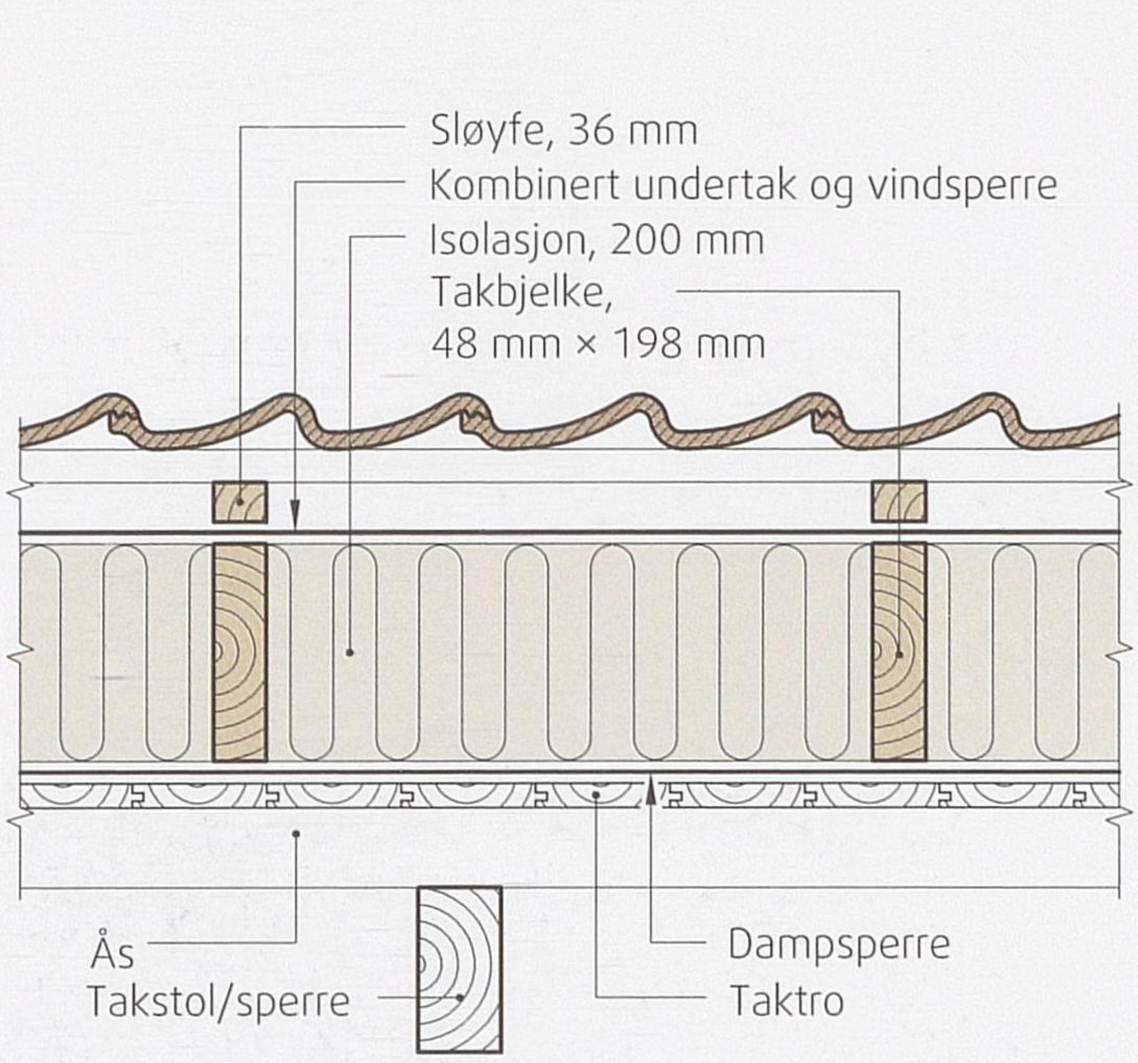
- Monter kubbing mellom sperrene ved takfoten.
- Monter en knevegg for å etablere underlag for dampsperre i overgangen mellom taket, veggen og golvet.
- Monter isolasjon ned mot takutstikk og i kneveggen.
- Monter dampsperre på kneveggen. Det må tettes godt mot undersiden av undertaket.
- Monter veggkledning på kneveggen.

MERK

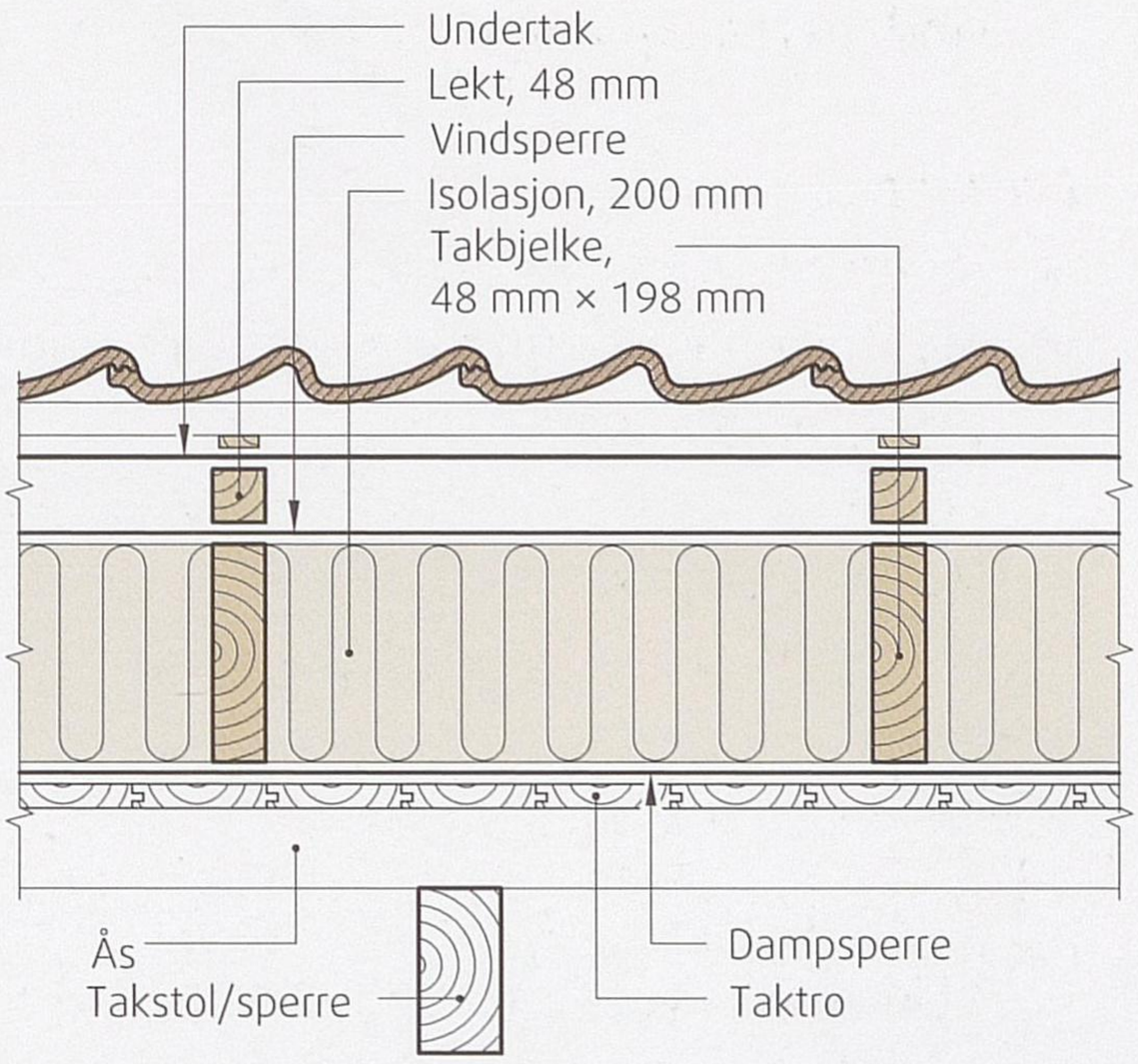
- Sørg for tett overgang for dampsperra mellom knevegg og skråtak.
- Hvis man ønsker taktekning av shingel, asfaltbelegg eller takfolie, må det monteres et separat, bærende undertak (taktro) med lufting på undersiden.
- Etterisoleringsløsning med all isolasjon på oversiden av eksisterende tretakkonstruksjoner av åser krever ekstra høyde og tilpasninger i takets ytterkanter (vindskier og takrenner). Det er også viktig å få til sammenhengende lufttetning og isolasjonssjikt i overgang mot yttervegger/takutstikk. Når all lufting av taket skjer mellom taktekning og undertak, må lufta tas inn bak takrenna.



Figur 2.6.3 a
Overgang mot takutstikk i åstak etterisolert utenpå eksisterende tretakkonstruksjon
Også bjelkelag og yttervegg bør isoleres (ikke vist på denne figuren).



Figur 2.6.3 b
Tverrsnitt av åstak etterisolert utenpå eksisterende tretakkonstruksjon. Løsningen har kombinert undertak og vindsperre.
U-verdi med 200 mm isolasjon: 0,22 W/(m²K)



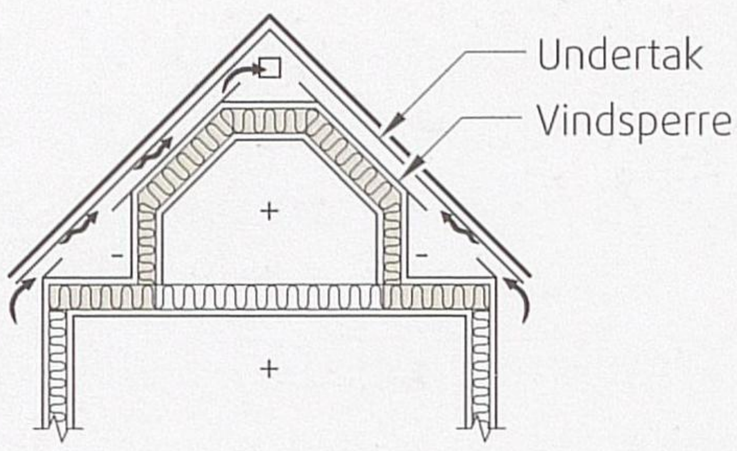
Figur 2.6.3 c
Et alternativ til kombinert undertak og vindsperre er å bygge det isolerte tretaket opp med både vindsperre, 50 mm luftesjikt og undertak med sløyfer, lekter og tekning. Da blir takkonstruksjonen enda tykkere (høyere) enn med løsningene i figur a og b.
U-verdi med 200 mm isolasjon: 0,22 W/(m²K)

2.7 Tak over loftsrom med knevegg (boliger fra 1960-tallet–1980-tallet)

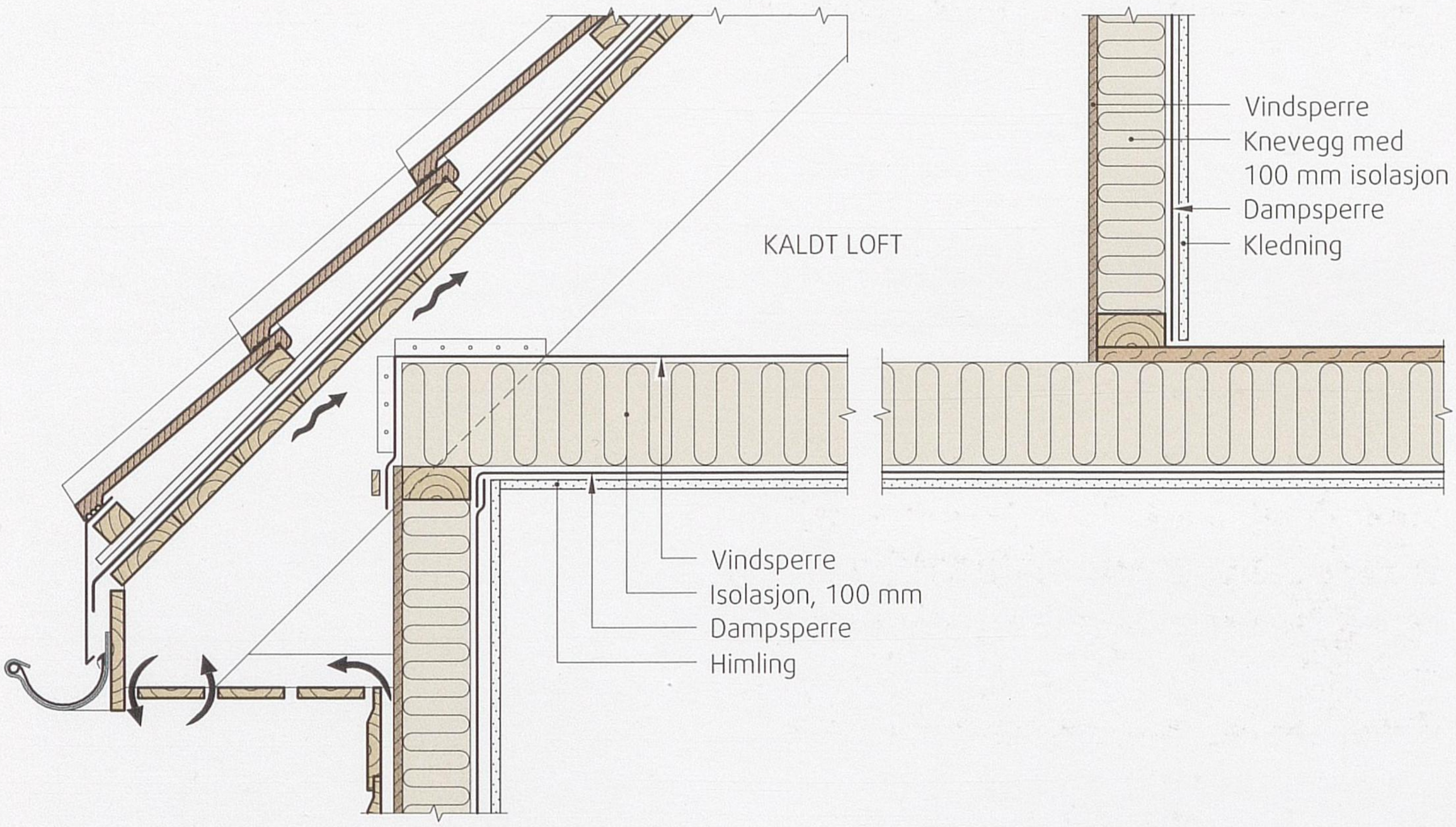
2.7.1 Konstruksjon

Gjennom 1980-tallet ble det oppført mange bygninger med «loftromstakstol» (A-takstol) eller 1½-etasjes bolig, hvor annen etasje var delvis innredet til oppvarmet rom. Isolasjonen var da plassert i en del av skråtaket, samt i knevegger og horisontal himling. Tilsvarende løsning ble også brukt i tidligere tider, se kapittel 2.8.

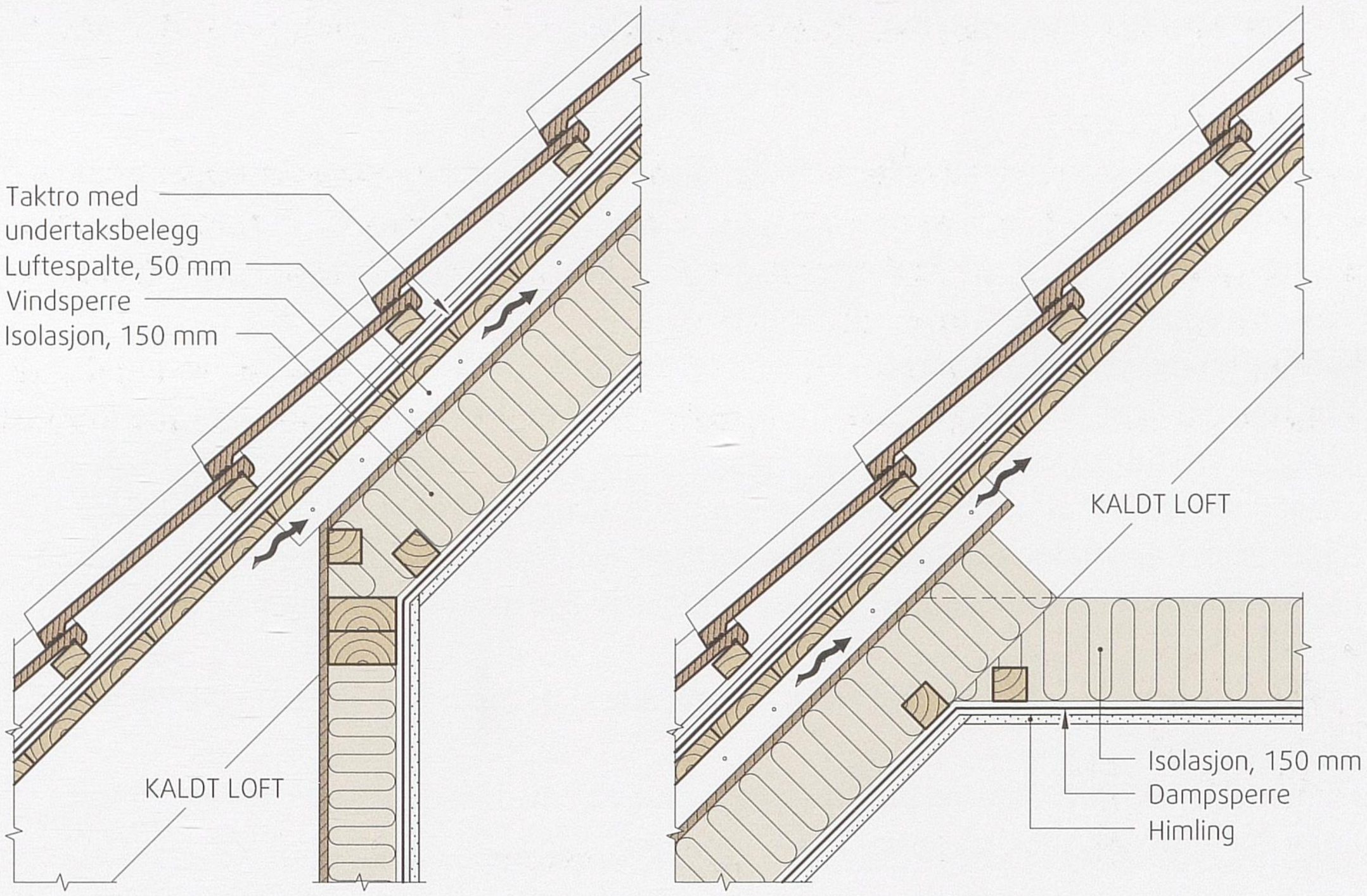
Himling kledd med panelbord er ofte utett i dampsperreskjøtene, fordi trepanel etter hvert har tørket ut og dermed mistet evnen til å klemme dampsperreskjøtene (ikke vist her).



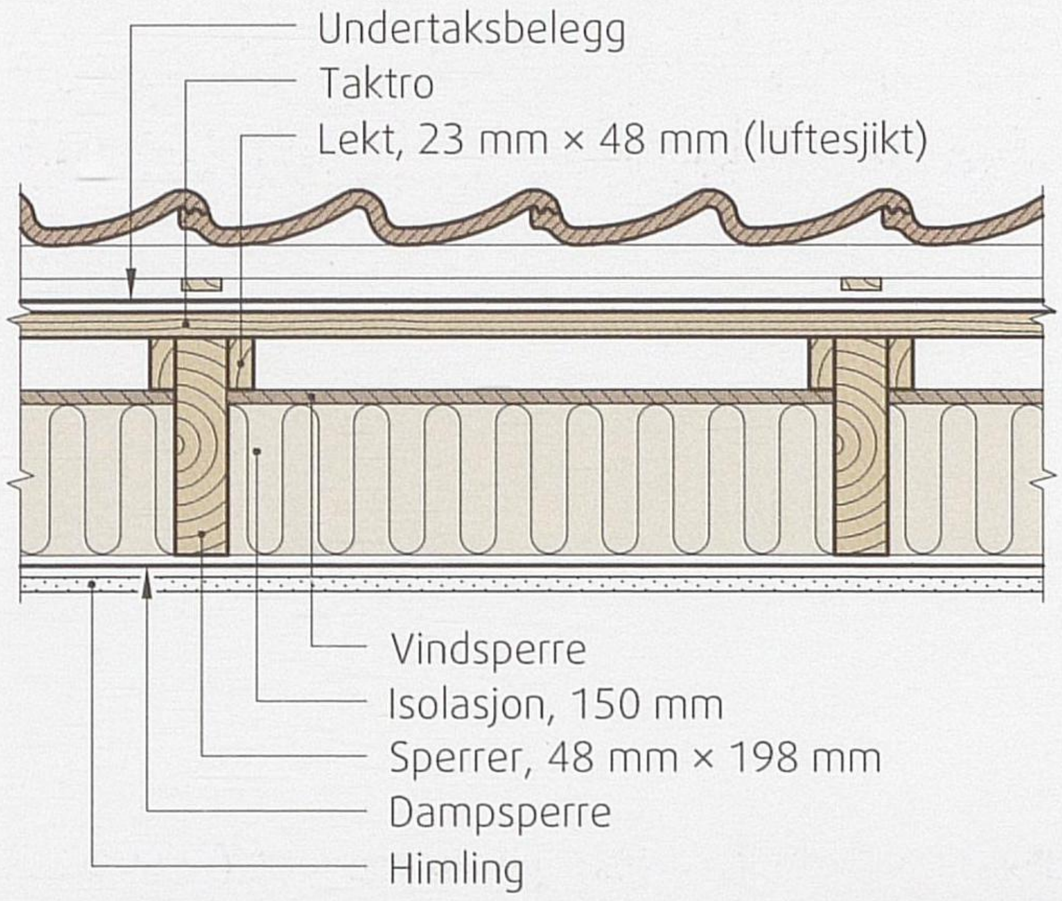
Figur 2.7.1 a
Typisk A-takstol fra 1980-tallet



Figur 2.7.1 b
A-takstoler i 1½-etasjes bolig fra 1980-tallet, isolert med 150 mm isolasjon i skråtak og himling, og 100 mm isolasjon i veggene. Nedre del av knevegg og overgang mot takutstikk
U-verdi for loftsbjelkelag med 150 mm isolasjon: 0,27 W/(m²K)
U-verdi for knevegg med 100 mm isolasjon: ca. 0,4 W/(m²K)



Figur 2.7.1 c
A-takstoler i 1½-etasjes bolig fra 1980-tallet, isolert med 150 mm isolasjon i skråtak og himling, og 100 mm isolasjon i veggene. Øvre del av knevegg, isolert skråtak og horisontal himling
U-verdi for skråtak med 150 mm isoalsjon: 0,28 W/(m²K)
U-verdi for loftstak med 150 mm isolasjon: 0,28 W/(m²K)



Figur 2.7.1 d
Tverrsnitt av skråtaket med 50 mm luftspalte mellom vindsperre og undertak

2.7.2 Innvendig etterisolering

Slik gjør du

- Innvendige overflater og eksisterende dampsperre kan beholdes dersom de er intakte og lufttette.

Loft bak kneveggen

- Forleng vindsperresjiktet fra takutstikket og oppover i skråtaket, slik at ny isolasjon ikke stenger for luftingen. Vindsperra bør avsluttes minst 200 mm over den nye isolasjonen. Alternativt kan det monteres vindsperresjikt langs hele skråtaket bak kneveggen, slik at all lufting skjer mellom undertak og vindsperre langs skråtaket.
- Sjekk at det er effektivt luftesjikt (50 mm) over isolasjonen i skråtaket. Hvis ikke, må dette utbedres ved for eksempel å tre inn lektebiter som presser isolasjon og vindsperre fra hverandre.
- Forleng vindsperresjiktet fra skråtaket og ned, slik at det dekker over tilleggsisolasjonen på kneveggen.
- Monter 200 mm stiv isolasjon på kneveggen. Fest den med lange plugger til veggen bak.
- Legg 200 mm isolasjon på golvet bak kneveggen.

Loft over horisontal himling

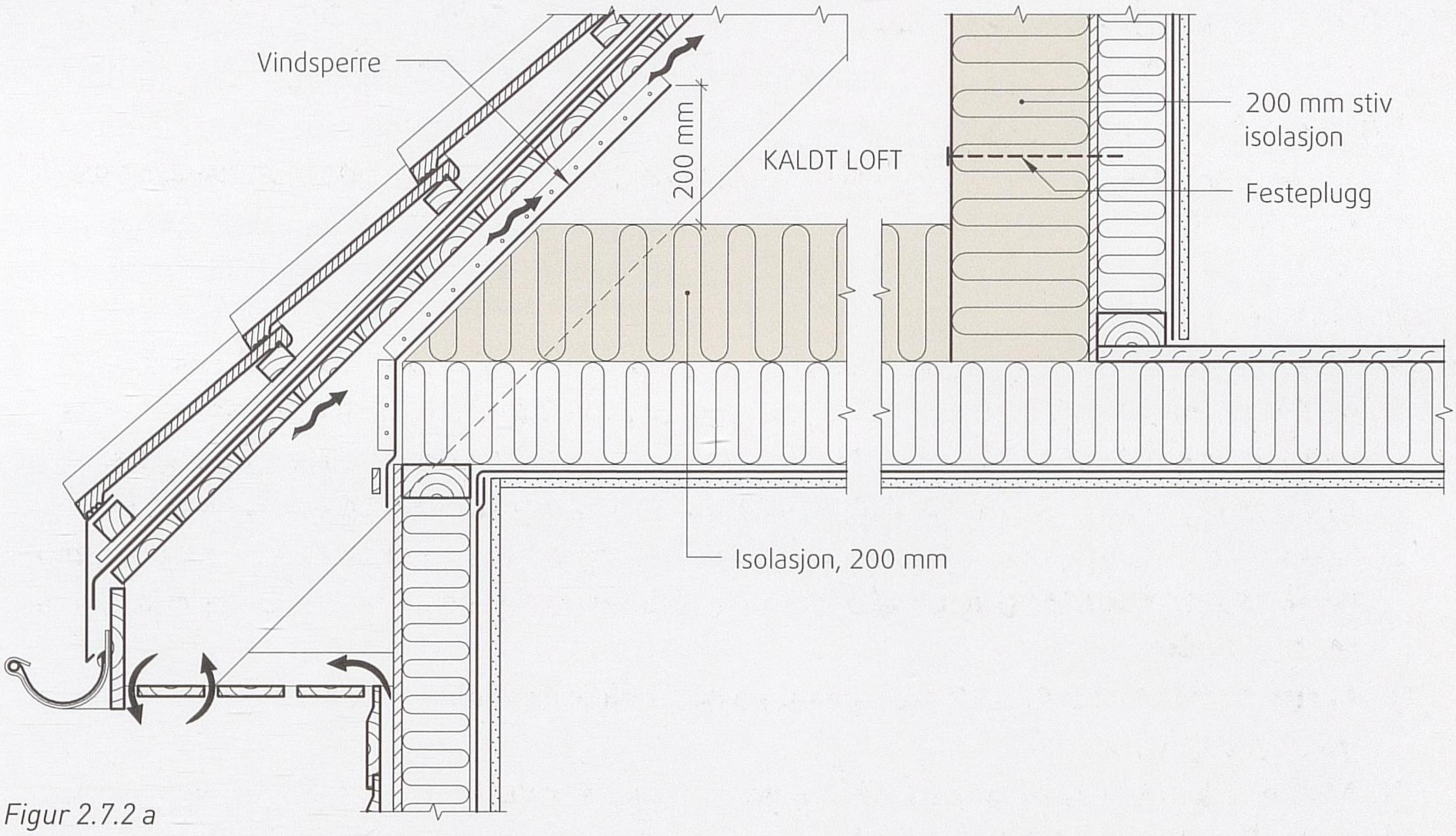
- Forleng vindsperresjiktet opp langs undertaket (på samme måte som fra skråtaket).
- Legg 300 mm isolasjon på hanebjelken (over horisontal himling).
- Pass på at loftet kan ventileres ut med ventil i hver gavl, eller eventuelt ut i møne.

På innsiden

- Hvis det er plass, monter 50 mm nedfôring i skråtaket, se figur 2.7.2 b og c.
- Monter 50 mm isolasjon.
- Monter himling.

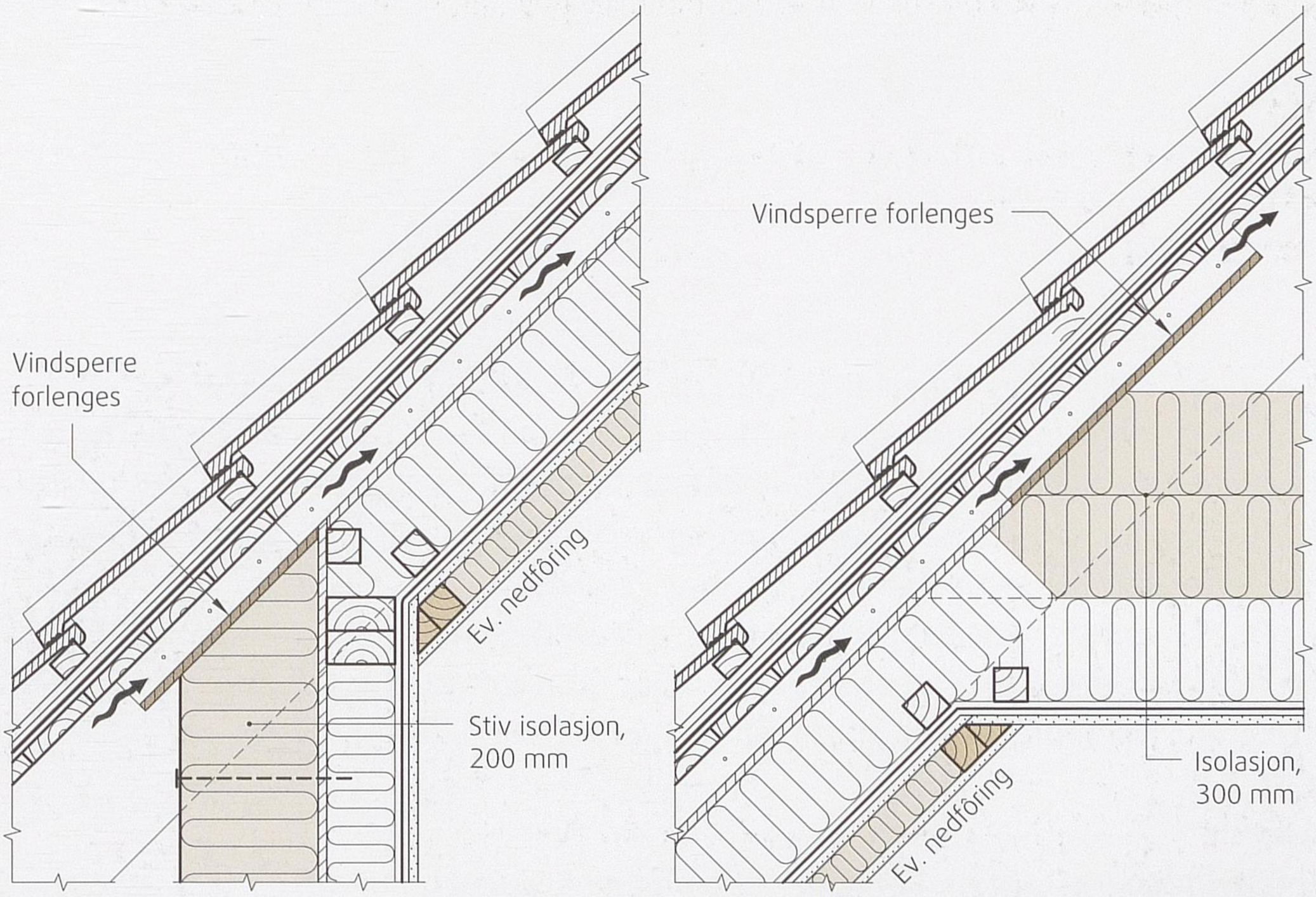
MERK

- Vær spesielt oppmerksom på eventuelle luftlekkasjer fra underliggende rom til de kalde loftene. Tett rundt alle gjennomføringer i taket som kanal- eller pipegjennomføringer.
- De stive isolasjonsplatene utenpå kneveggene er spesialprodukter beregnet for utvendig etterisolering uten bruk av vindsperre og utfôring. Hvis det brukes vanlig isolasjon, må det monteres utfôring på vanlig måte og isolasjon mellom utfôringene og vindsperre.
- Hvis det er plassert et ventilasjonsanlegg bak kneveggen, er loftet bak kneveggen lite egnet for etterisolering.
- Sjekk at det er tettelister mellom karm og dørblad i luka inn til loftene.
- Vær spesielt oppmerksom på innfelte lys. Her er det ofte ikke tett i dampsperresjiktet. Dette må utbedres.



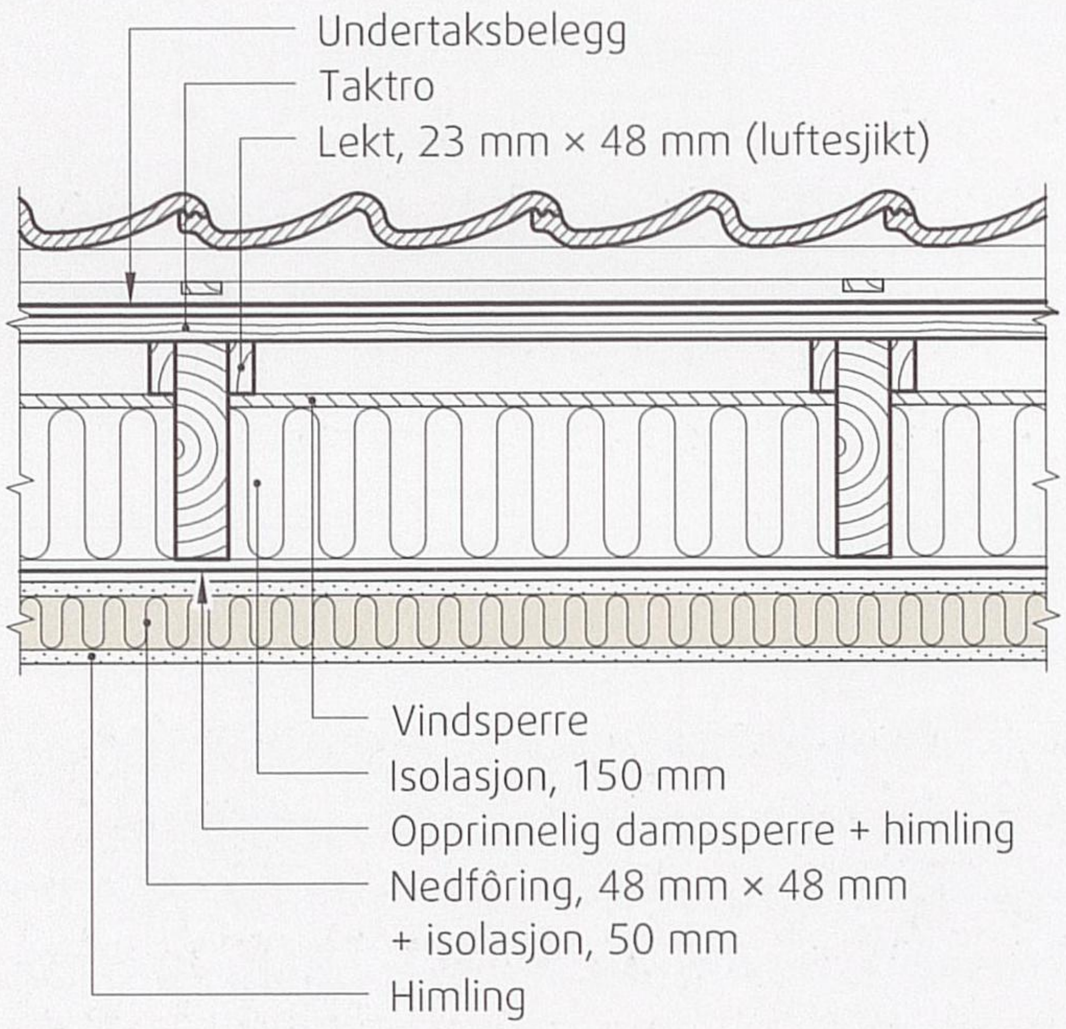
Figur 2.7.2 a

Innvendig etterisolering av tak over loftsrom med knevegg fra 1980-tallet. Nedre del av knevegg og overgang mot takutstikk. Her er kneveggen isolert med stive isolasjonsplater beregnet for utenpåliggende etterisolering, festet med skruer. Alternativet er å montere spikerslag med mellomliggende isolasjon tildekket med vindsperre.
U-verdi for loftsbjelkelag med 350 mm isolasjon: 0,12 W/(m²K)
U-verdi for knevegg med 300 mm isolasjon: 0,15 W/(m²K)



Figur 2.7.2 b

Innvendig etterisolering av tak over loftsrom med knevegg fra 1980-tallet. Øvre del av knevegg, isolert skråtak og horisontal himling
U-verdi for skråtak med 200 mm isolasjon: 0,22 W/(m²K)
U-verdi for loftstak med 450 mm isolasjon: 0,10 W/(m²K)



Figur 2.7.2 c
Tverrsnitt av skråtaket etterisolert på innsiden med 50 mm isolasjon
U-verdi: 0,22 W/(m²K)

Hvis det er plass, kan skråtaket med fordel etterisoleres på nedsiden av eksisterende overflate. Med 50 mm isolasjon kan dette kles inn med ny himling av plater. Den gamle dampsperra vil fortsatt fungere som dampsperre.

2.7.3 Utvendig og innvendig etterisolering – til kaldt, uluftet loft

Løsningen er aktuell når man ønsker å fylle hele hulrommet mellom sperrene med isolasjon, og samtidig likevel skal skifte taktekning. Da får man anledning til å bytte undertaksbelegget slik at det blir diffusjonsåpent. Dette forutsetter at det er taktro av bord. Undertak av bygningsplater (spon, kryssfiner) kan være for diffusjonstett. Dette innebærer at luftet romloft må bygges om til uluftet loft.

Slik gjør du

Fra utsiden

- Ta av eksisterende taktekning (takstein kan eventuelt brukes om igjen).
- Ta av lekter, sløyfer og undertakspapp.
- Monter kombinert undertak og vindsperre på eksisterende taktro av rupanel.
- Monter 36 mm sløyfer, lekter og taktekning.
- Sikre lufting av tak mellom taktekning og undertak i takutstikk (luftinntak opp i takutstikk eller opp bak takrenne), se figur 2.7.3 a.
- Tett det gamle luftinntaket ved takutstikk, slik at det ikke kan trekke kald luft inn på loft bak kneveggene. Tett også gavlventiler eller luftuttak ved møne.
- Takrennene må løftes ut slik at det gir rom for luftinntak for lufting av skråtaket.

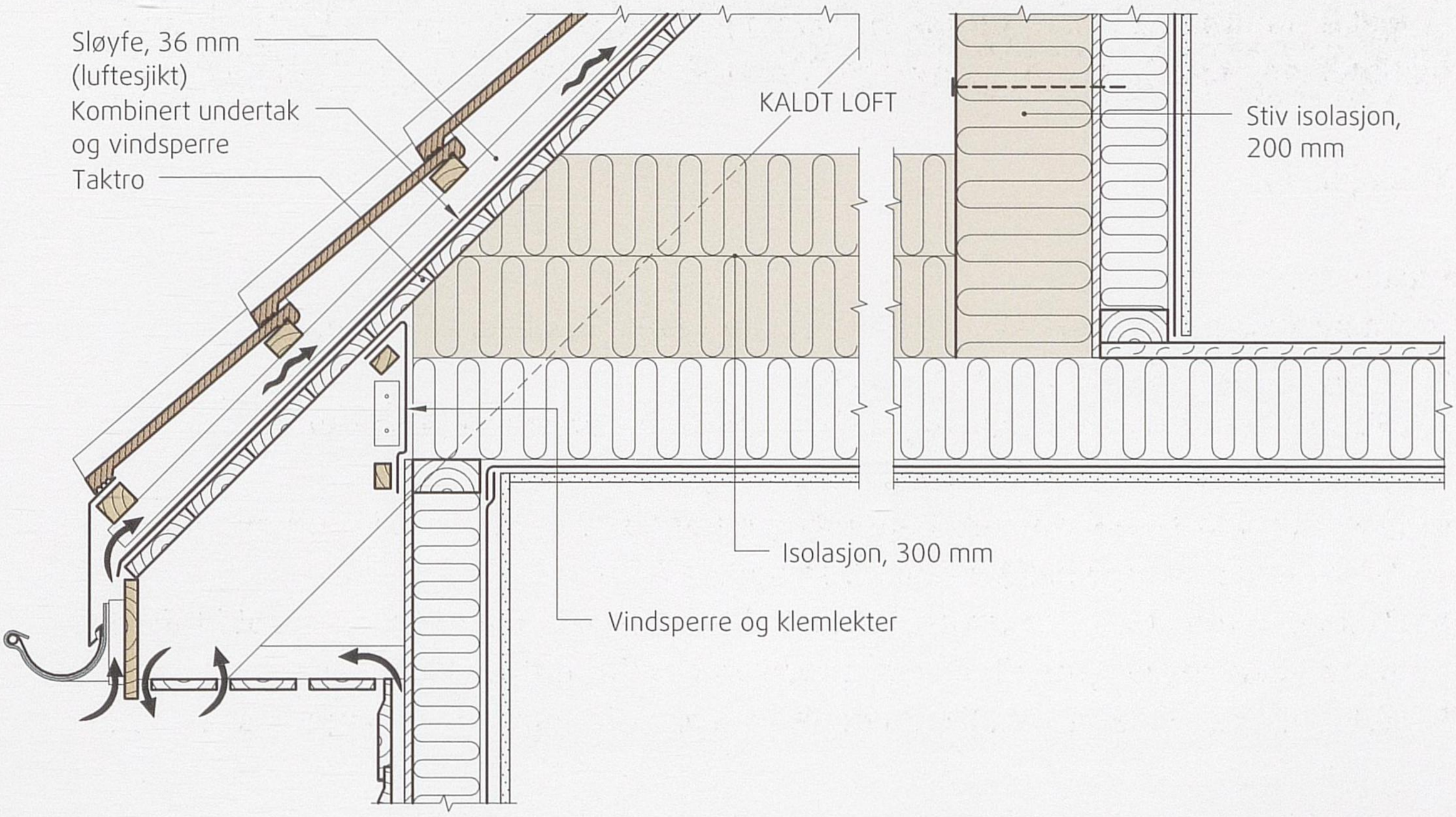
Fra innsiden

- Monter vindsperresjikt mellom alle takstolene nede ved takutstikk.
- Hvis luftespalten i skråtaket skal fylles med isolasjon, må den skrå himlingen åpnes, eksisterende isolasjon tas ut og vindsperresjiktet fjernes.
- Fyll isolasjon mellom takstolene, helt opp til undertaket.

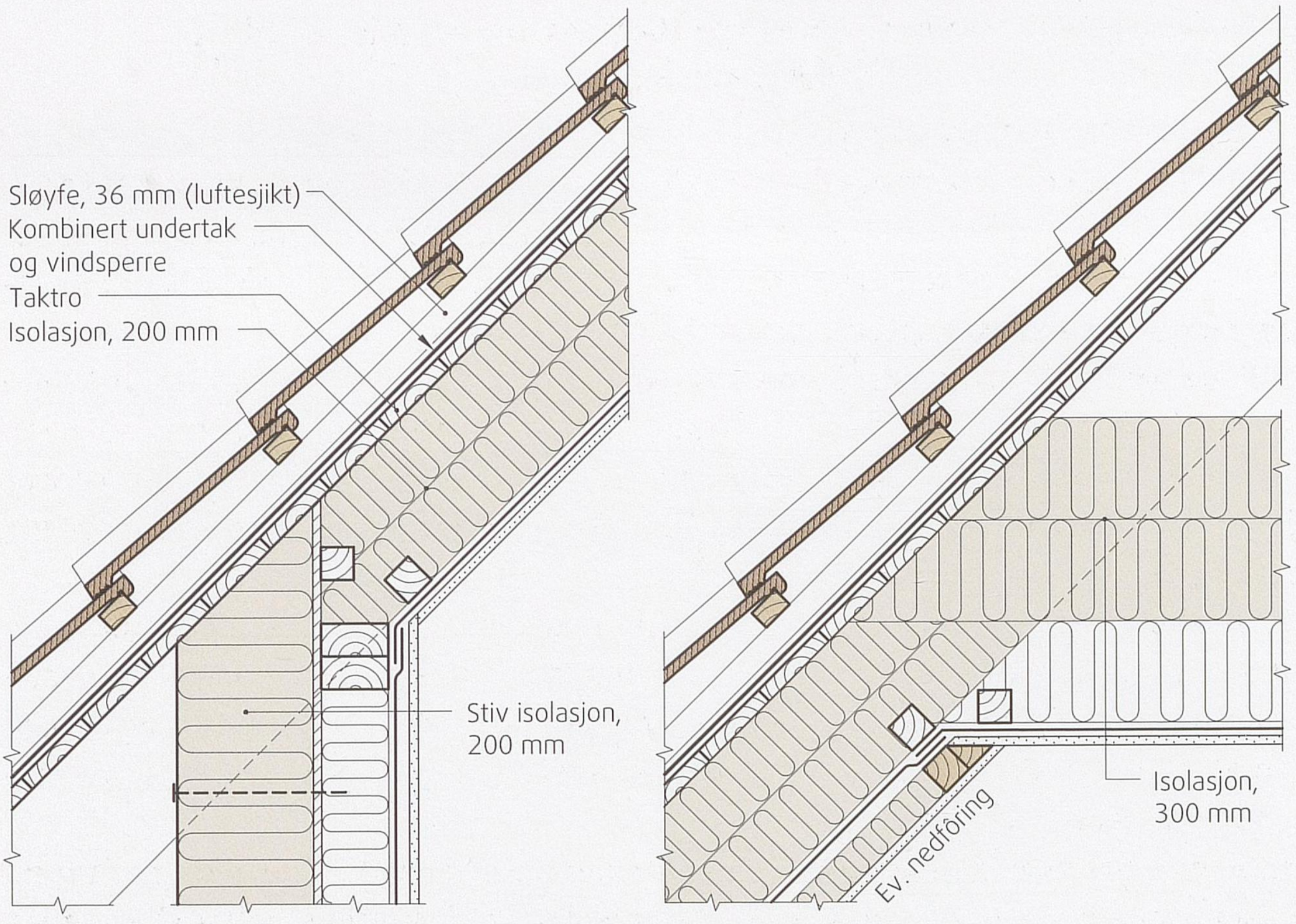
- Monter dampsperre i taket.
- Monter 200 mm isolasjon på kneveggene mot loftet.
- Legg 300 mm isolasjon på loftsgolvet. Isolasjonen kan legges helt ut til undertakets underside.
- Legg 300 mm isolasjon på hanebjelken (over horisontal himling).
- Hvis det er plass, monter 50 mm nedfôring i skråtaket, se figur 2.7.3 b og c.
- Monter 50 mm isolasjon.
- Monter himling.

MERK

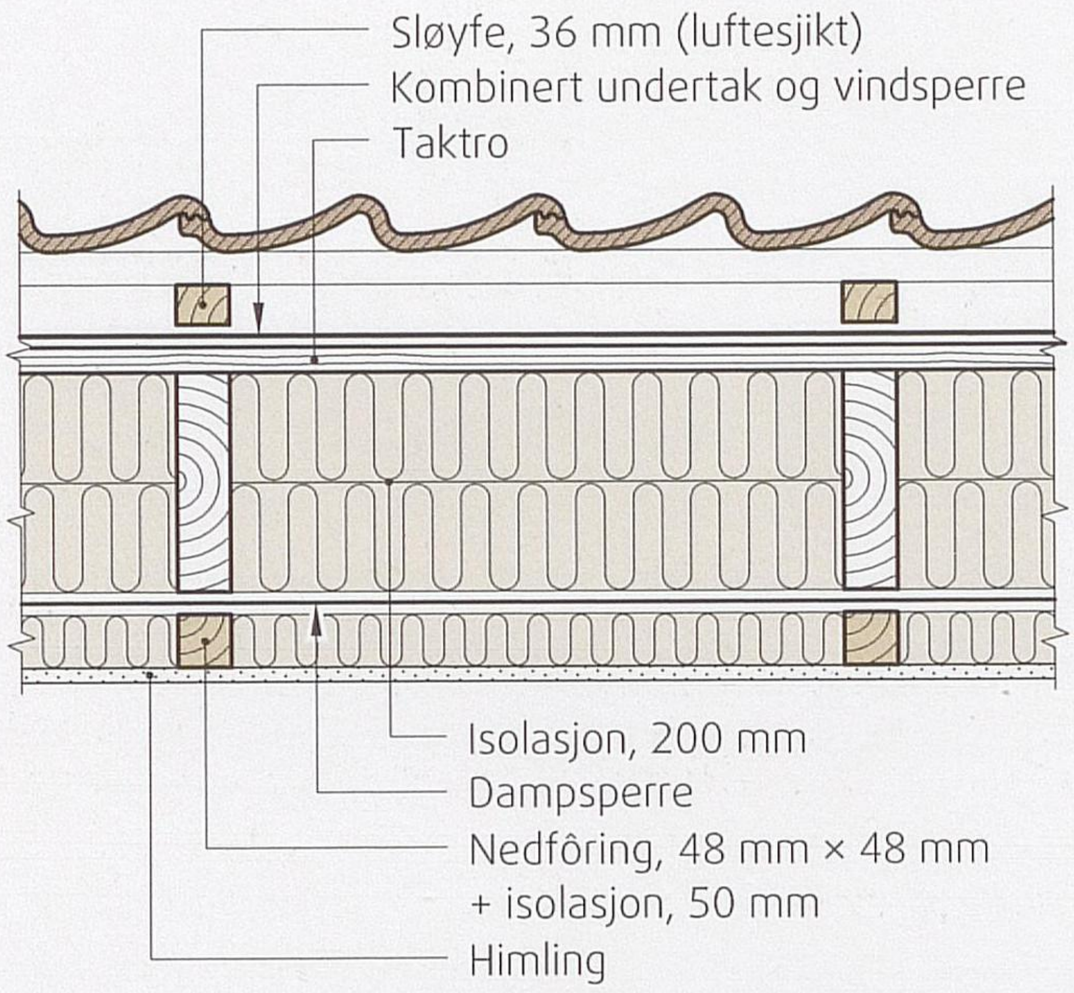
- Hvis ventilasjonsanlegg er plassert bak kneveggen, er loftet bak kneveggen lite egnet for etterisolering. Etterisolering på innvendig side av knevegg kan da være aktuelt.
- Vær spesielt oppmerksom på eventuelle luftlekkasjer fra underliggende rom til de kalde loftene. Dette er kritisk og må elimineres. Tett rundt alle gjennomføringer i taket som kanal- eller pipegjennomføringer.
- Vær spesielt oppmerksom på innfelte lys i himlingen. Her er det ofte ikke tett i dampsperresjiktet. Dette må utbedres.



Figur 2.7.3 a
Etterisoleringstiltak fra både utvendig og innvendig side med luftinntak for lufting av tak bak renne. Nedre del av knevegg og overgang mot raft
U-verdi for loftsbjelkelag med 450 mm isolasjon: 0,10 W/(m²K)
U-verdi for knevegg med 300 mm isolasjon: 0,15 W/(m²K)



Figur 2.7.3 b
Etterisoleringstiltak fra både utvendig og innvendig side. Øvre del av knevegg og isolert skråtak
U-verdi for skråtak med 200 mm isolasjon: 0,22 W/(m²K)
U-verdi for skråtak med 250 mm isolasjon: 0,18 W/(m²K)
U-verdi for loftstak med 450 mm isolasjon: 0,10 W/(m²K)



Figur 2.7.3 c
Tverrsnitt av skråtaket hvor den opprinnelige luftespalten er fylt med 50 mm isolasjon

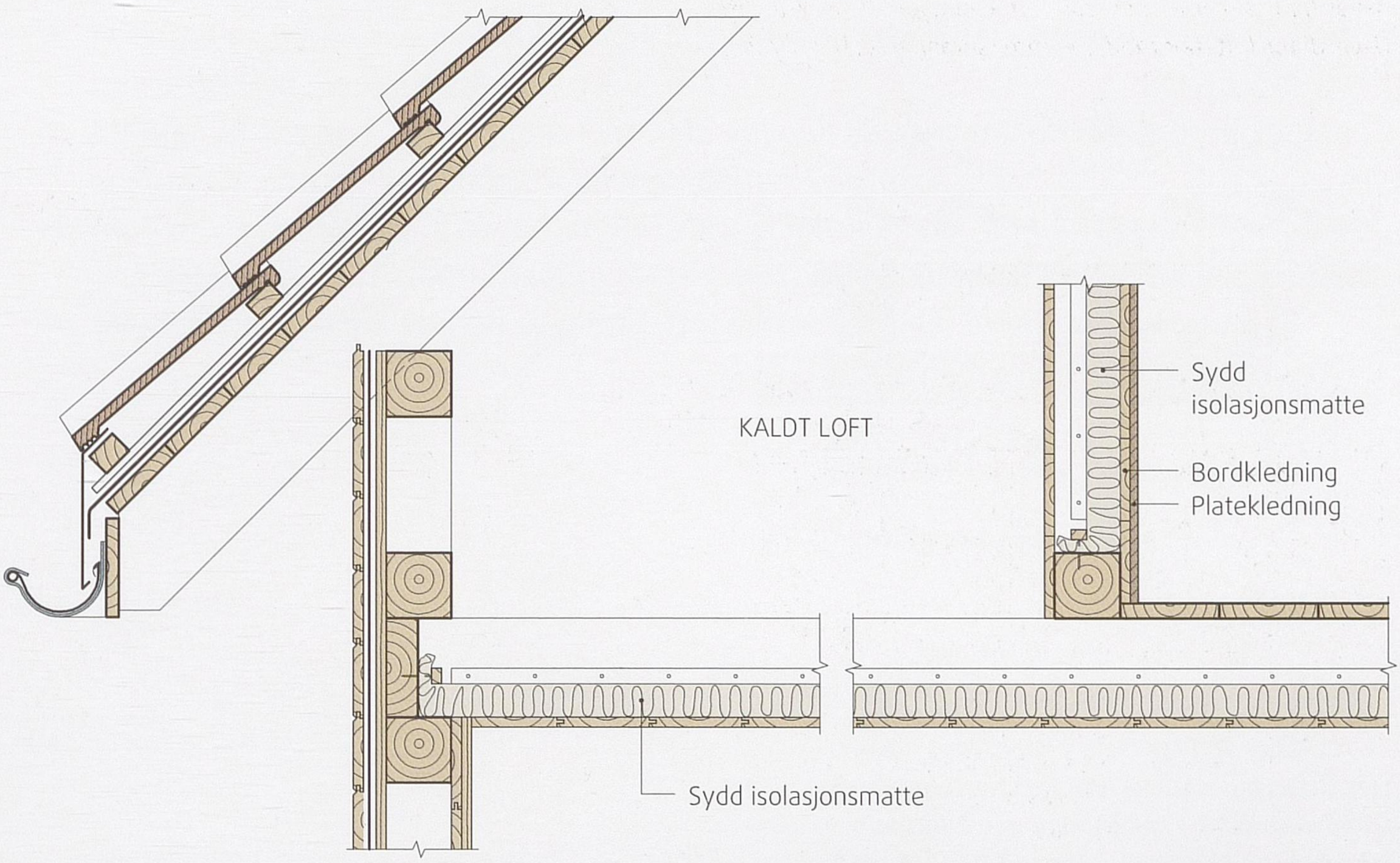
2.8 Tak over loftsrom med knevegg (boliger fra før 1960-tallet)

2.8.1 Opprinnelig konstruksjon

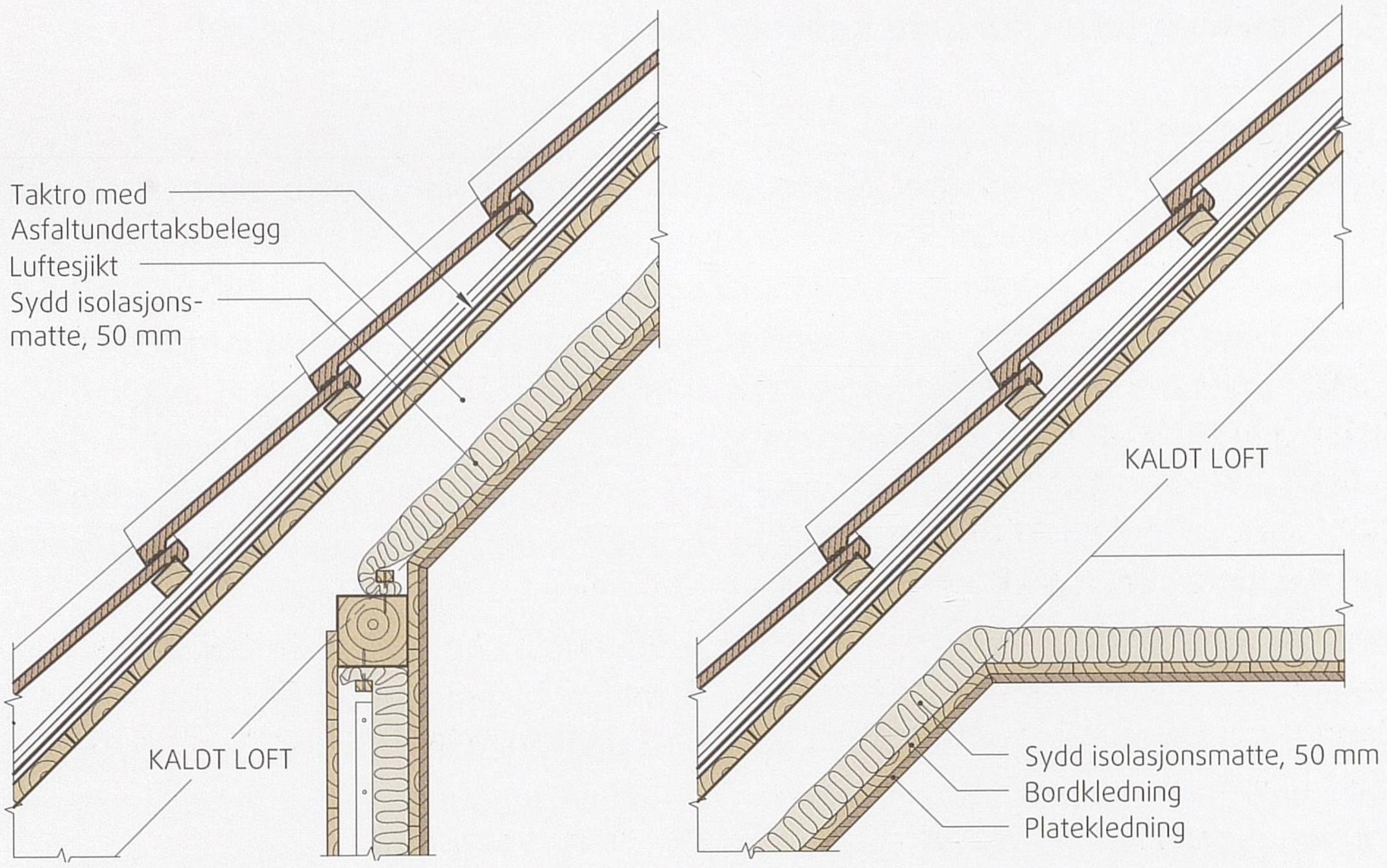
Tilsvarende løsning som i kapittel 2.7 med delvis innredet annen etasje i boliger ble også brukt i tidligere tider, for eksempel på eldre bindingsverkskonstruksjoner fra 1950-tallet og tidligere og på reisverkskonstruksjoner som ble mye brukt fra ca. 1900 til 1950-tallet. Disse bygningene hadde gjerne sperretak med hanebjelke, knevegger og taktro av rupanel. I mange av disse konstruksjonene som er isolert på loftet, er isolasjonen ofte montert i skråtaket uten tilstrekkelig mulighet for lufting mellom vindsperre/isolasjon og undertaket, med risiko for fuktskader i undertaket fordi undertakspappen hindrer uttørking. Slike tak bør derfor kontrolleres for fukt- eller råteskader før etterisolering gjennomføres.

På 1950-tallet begynte man å ta i bruk mineralullisolasjon, for eksempel steinull (ca. 50 mm) og det ble benyttet ca. 50 mm tykke sydde isolasjonsmatter (glassull innsydd i asfaltimpregnert papir), sagflis eller annet. På innsiden kledde man med panel og porøse trefiberplater. Undertaket besto av taktro av rupanel med asfaltpapp. Takene var ofte tekket med takstein på lekter og sløyfer.

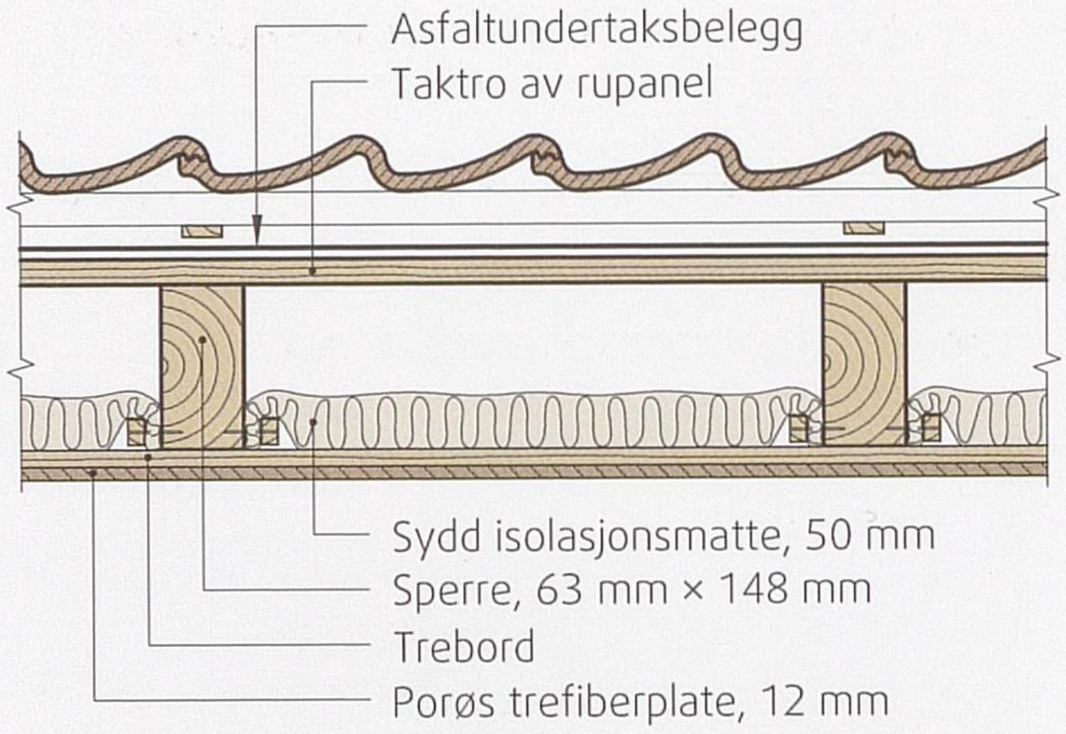
Mange av de eldre bygningene kunne også ha uisolerte tak mot delvis oppvarmede rom. «Varmeisolasjonen» besto kun av isoleringsevnen til lukkede hulrom mellom innvendig, tett himling og tett undertak.



Figur 2.8.1 a
Typisk takkonstruksjon over loftsrom fra 1950-tallet. Nedre del av knevegg og overgang mot takutstikk
U-verdi for loftsbjelkelag med 50 mm sydde matter: ca. 0,5 W/(m²K)
U-verdi for knevegg med 50 mm sydde matter: ca. 0,5 W/(m²K)



Figur 2.8.1 b
Typisk takkonstruksjon over loftsrom fra 1950-tallet. Øvre del av knevegg og isolert skråtak
U-verdi for skråtak med 50 mm sydde matter: ca. 0,5 W/(m²K)
U-verdi for loftstak med 50 mm sydde matter: ca. 0,5 W/(m²K)



Figur 2.8.1 c
Tverrsnitt av skråtak isolert med sydde matter
I skråtaket ble mattene festet på siden av sperrene med tynne klemlister. Figuren viser god luftespalte mellom isolasjon og undertak. I mange tilfeller var sperre-dimensjonene små, og hulrommet mellom kunne være mer eller mindre fylt med isolasjon slik at det ikke ble noen luftespalte. Da var risikoen stor for fuktskader i undertaket.

2.8.2 Innvendig etterisolering

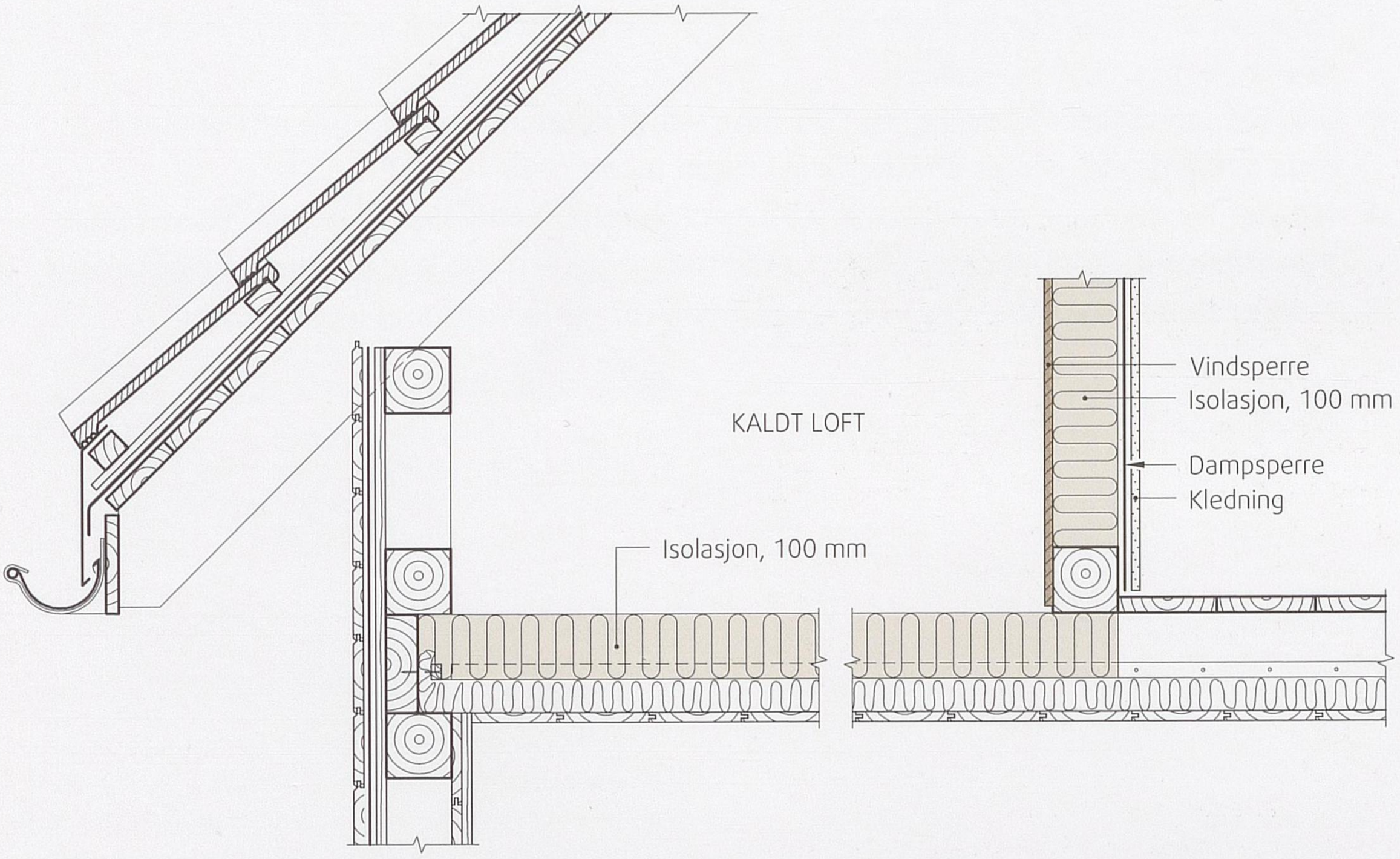
Løsningen er aktuell når det ikke skal utføres utvendige tiltak som omtekking. Alle tiltak gjøres fra innvendig side.

Slik gjør du

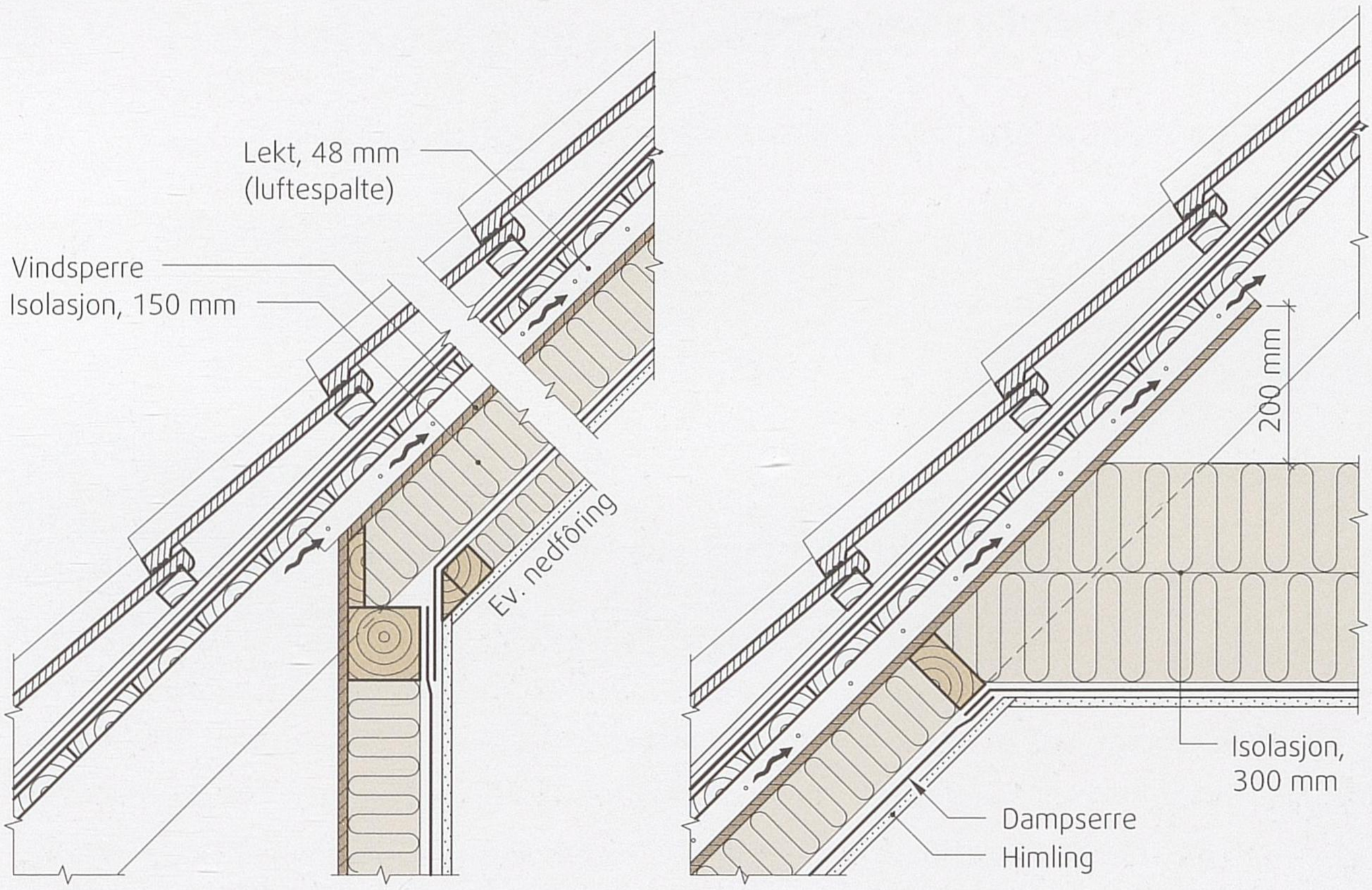
- Fjern himlingen i hele taket og kledningen på kneveggene.
- Fjern gammel isolasjon.
- Monter 48 mm høye lekter på hver side av sperrene ut mot undertaket (etabler luftespalte), se figur 2.8.2 b.
- Monter vindsperresjikt med tette skjøter i skråtaket slik figur 2.8.2 b viser. Det kan være enklere å få dette til ved å bruke stive vindsperreplater, for eksempel «asfalt vindtettplater» med tette skjøter, i stedet for et tynt rullprodukt.
- Avslutt vindsperresjiktet minst 200 mm over ferdig isolasjonsoverflate på loftet over horisontal himling.
- Monter vindsperre også i kneveggene hvis dette mangler.
- Legg godt med isolasjon, minst 300 mm, på den horisontale delen av taket. Pass på at det er luftemulighet opp på loftet og videre ut via åpning langs møne eller gjennom ventil i hver gavlvegg.
- Monter isolasjon i skråtaket. Fyll hele hulrommet med isolasjon mellom vindsperre og innvendig himling.
- Hvis det er plass, fôr ned slik at det blir plass til ytterligere isolasjon i skråtaket, minst 50 mm, se figur 2.8.2 c.
- Monter isolasjon i kneveggen. Fyll hele veggtykkelsen, minst 100 mm isolasjon. Hvis det er plass, isoler ekstra på innsiden av veggen.
- Monter ny dampsperre av minst 0,15 mm plastfolie i tak og på vegger. Pass på at alle skjøter er blitt klemt mellom faste materialer. Alle hull må tettes.
- Monter innvendig kledning av plater. Det sikrer god klemming av skjøtene.

MERK

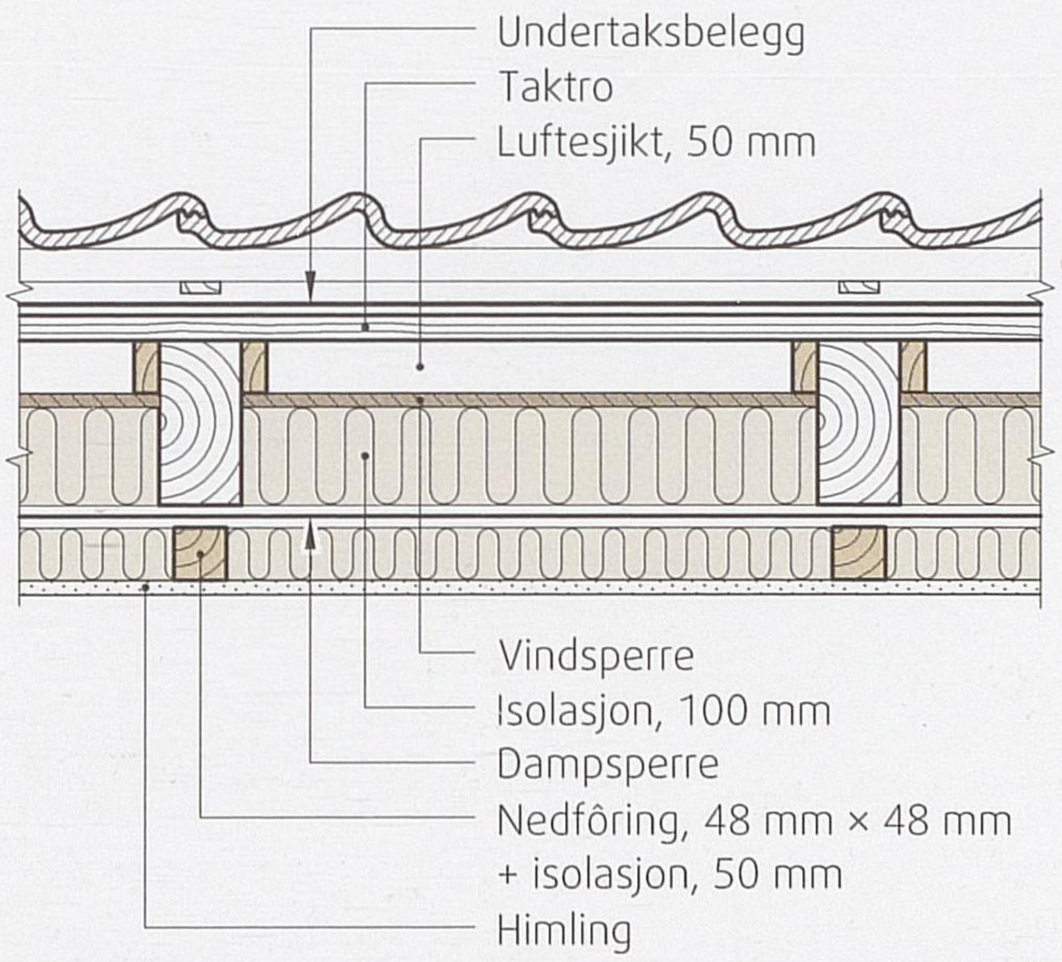
- Pass på at det ikke kan lekke luft gjennom bjelkelaget og opp til kneloftene.
- Hvis taktekningen er gammel, kan det være behov for omtekking (forventet levetid på taktekning er 30–60 år). Da kan løsning med tiltak fra både utvendig og innvendig side være aktuelt, se figur 2.7.3 a og b.
- Sjekk undertaket for eventuelle fuktskader fra utvendig side.
- Hvis det skal brukes innvendig trepanel i himlingen, må skjøtene i dampsperresjiktet først klemmes av egne klemlekter eller stive himlingsplater.
- Det er avgjørende at det ikke er hull/åpninger som gir luftlekkasjer ut gjennom det etterisolerte taket. Ikke bruk innfelte lys!
- Hvis det skal legges nytt skjult elektrisk anlegg i vegger og tak, bør dampsperresjiktet ligge 50 mm ut i isolasjonslaget (50 mm utforing med elektriske kabler og isolasjon, samt kledning/himling).
- For å få full effekt av etterisoleringen må også golvet på kneloftene etterisoleres. Eventuelt undergolv må tas av slik at bjelkelaget kan fylles opp med isolasjonsmateriale, se figur 2.8.2 a.



Figur 2.8.2 a
Innvendig etterisolering av takkonstruksjon over loft. Nedre del av knevegg og overgang mot raft
U-verdi for loftsbjelkelag med 150 mm isolasjon: 0,28 W/(m²K)
U-verdi for knevegg med 100 mm isolasjon: ca. 0,4 W/(m²K)



Figur 2.8.2 b
Innvendig etterisolering av takkonstruksjon over loft
U-verdi for skråtak med 150 mm isolasjon: 0,28 W/(m²K)
U-verdi for loftstak med 300 mm isolasjon: 0,13 W/(m²K)



Figur 2.8.2 c
Tverrsnitt av etterisolert skråtak
Hvis det er plass nok, anbefales det å føre ned på undersiden av skråtaket slik at man får pass til ytterligere isolasjon. Når den totale isolasjonstykkelsen ikke er over 150 mm, kan inntil 1/3 av isolasjonen være på innsiden av dampsperra.

2.8.3 Utvendig og innvendig etterisolering

Her kan man følge samme prinsipp som er beskrevet i kapittel 2.7.3.

MERK

- Løsningen gir anledning til å legge isolasjon helt opp mot eksisterende undertak.
- Den gamle undertakspappen må fjernes og erstattes av diffusjonsåpent kombinert undertak- og vindsperresjikt.
- All lufting skjer langs skråtaket mellom opplektet taktekning og kombinert undertak.
- Husk å tette luftinntaket til loft bak kneveggen.

LES MER

I Byggforskserien:

U-verdier. Tak	Byggdetaljer 471.013
Isolerte skrå tretak med lufting mellom vindsperre og undertak	Byggdetaljer 525.101
Isolerte skrå tretak med kombinert undertak og vindsperre	Byggdetaljer 525.102
Skrå tretak med kaldt loft	Byggdetaljer 525.106
Skrå tretak med oppholdsrom på deler av loftet	Byggdetaljer 525.107
Undertak	Byggdetaljer 525.866
Materialer til luft- og damptetting	Byggdetaljer 573.121
Bærekonstruksjoner av tre for tak i eldre boligbygninger	Byggforvaltning 725.012
Etterisolering av tretak	Byggforvaltning 725.403
Utbedring og omlegging av overlappstekning	Byggforvaltning 744.105

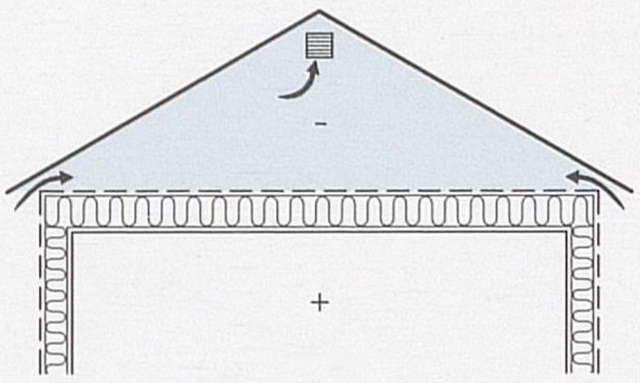
3 Trebjelkelag mot kaldt loft

3.1 Innledning

3.1.1 Konstruksjon

Mange av boligene i Norge er bygd med såkalte kalde loft – det vil si et ventilert, uoppvarmet loftsrom over underliggende, varme rom. Isolasjonen ligger i bjelkelaget mellom oppvarmet rom og kaldt loft (loftsbjelkelaget). De aller fleste bygningene fra ca. 1980 og tidligere har lite isolasjon i dette bjelkelaget, sammenliknet med dagens standard.

Etterisolering av slike bjelkelag får vanligvis små konsekvenser for de øvrige delene av bygget og installasjonene, og er derfor det enkleste etterisoleringstiltaket man som huseier kan gjøre selv. I tillegg er det det mest effektive isolasjonstiltaket i boliger, det er billig å gjennomføre og det er få begrensninger på hvor mye isolasjon man kan montere. Aktuelle isolasjonsmaterialer er mineralull i plater eller på rull, eller innblåst løsisolasjon.



Figur 3.1.1
Kaldt, luftet loft

3.1.2 Utvendige og innvendige tiltak

Etterisolering av loftsbjelkelag skjer nesten alltid fra innvendig side av huset, enten fra loftsrommet, eller fra underliggende rom når hele bjelkelaget åpnes opp. Fra utvendig side kan det være aktuelt med tiltak hvis taktekningen likevel skal skiftes ut.

På bygninger med opplektet taktekning (takstein eller liknende på lekter og sløyfer) kan all lufting skje i skråtaket mellom taktekning og undertak. Det forutsetter at undertaket er diffusjonsåpent, det vil si at det har evnen til å slippe ut fukt. Ved omtekking kan man skifte ut den gamle undertakspappen med diffusjonsåpent undertaksbelegg. Slik får man et kaldt, uventilert loft. Da må man tette loftet slik at det ikke kan blåse kald luft inn i isolasjonen eller inn på loftet.

MERK

Mange kalde loft er i utgangspunktet dårlig egnet som lagringsplass, og ved etterisolering bør de ikke benyttes til lagring. Isolasjonen presses sammen og ødelegges av lagrede ting. I kalde loft som skal brukes som lagringsplass, må det legges fast golv for ikke å skade isolasjonen. Det forutsetter oppfôring på det gamle golvet, tilstrekkelig takhøyde og at loftet fortsatt blir ventilert.

3.2 Trebjelkelag mot kaldt loft i boliger fra 1960-, 1970- og 1980-tallet

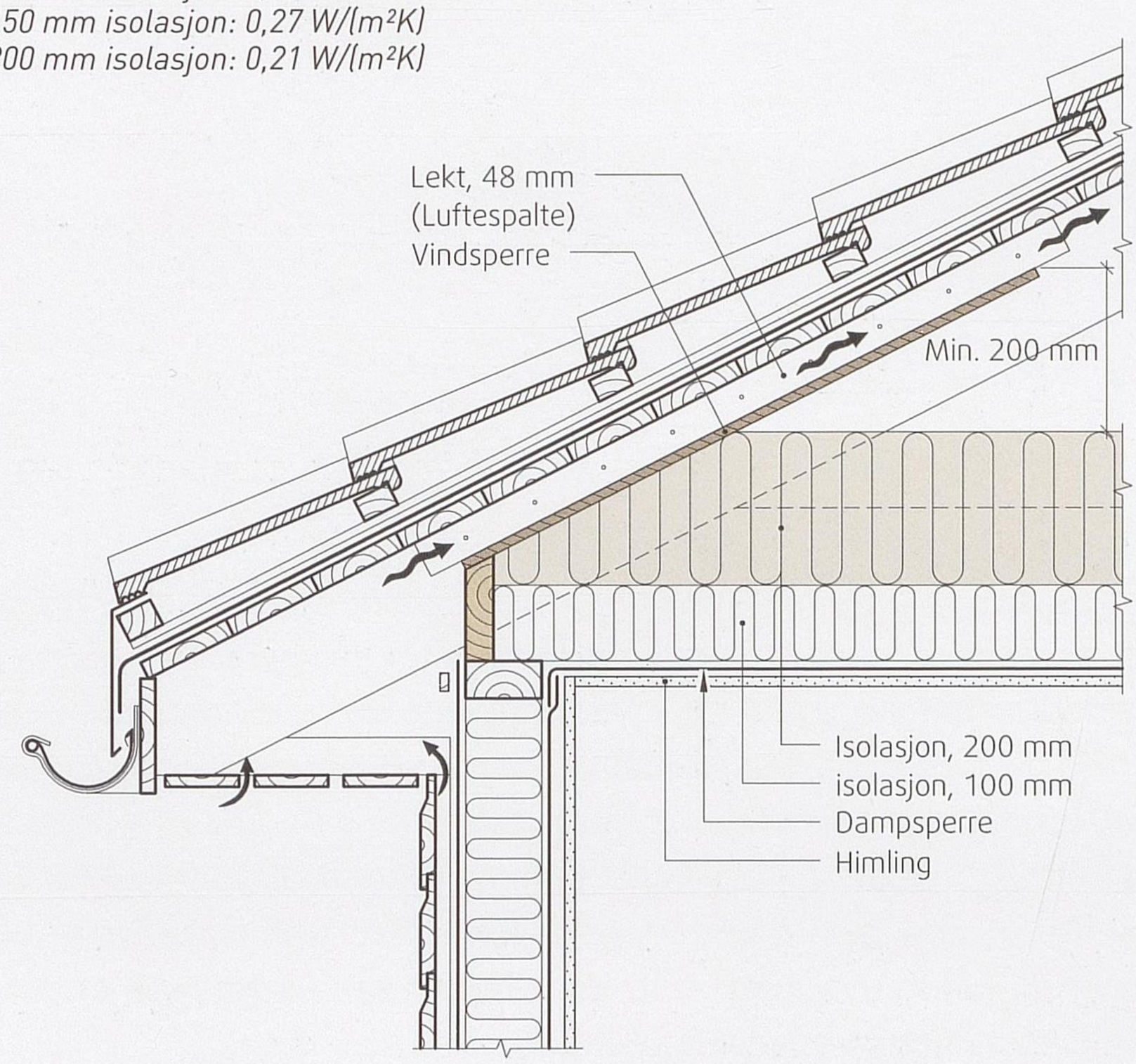
3.2.1 Konstruksjon

Gjennom hele 1960- og 1970-tallet tilfredsstilte man kravet i byggeforskriftene med 100 mm isolasjon i loftsbjelkelaget. På 1980-tallet økte isolasjonstykkelsen til 150–200 mm.

MERK

Ved etterisolering reduseres varmetapet opp til loftet. Loftet blir kaldere, og risikoen for kondensering øker hvis det lekker varm, fuktig luft opp på loftet.

Figur 3.2.1
Typisk trebjelkelag mot kaldt loft i hus fra 1960-, 1970- og 1980-tallet. Isolasjonstykkelsen varierte fra 100–200 mm. Figuren viser overgang mot yttervegg. Mellom undertak og vindsperre nede ved takutstikk skal det være ca. 50 mm luftespalte.
U-verdi for loftsbjelkelag med 100 mm isolasjon: 0,38 W/(m²K)
U-verdi for loftsbjelkelag med 150 mm isolasjon: 0,27 W/(m²K)
U-verdi for loftsbjelkelag med 200 mm isolasjon: 0,21 W/(m²K)

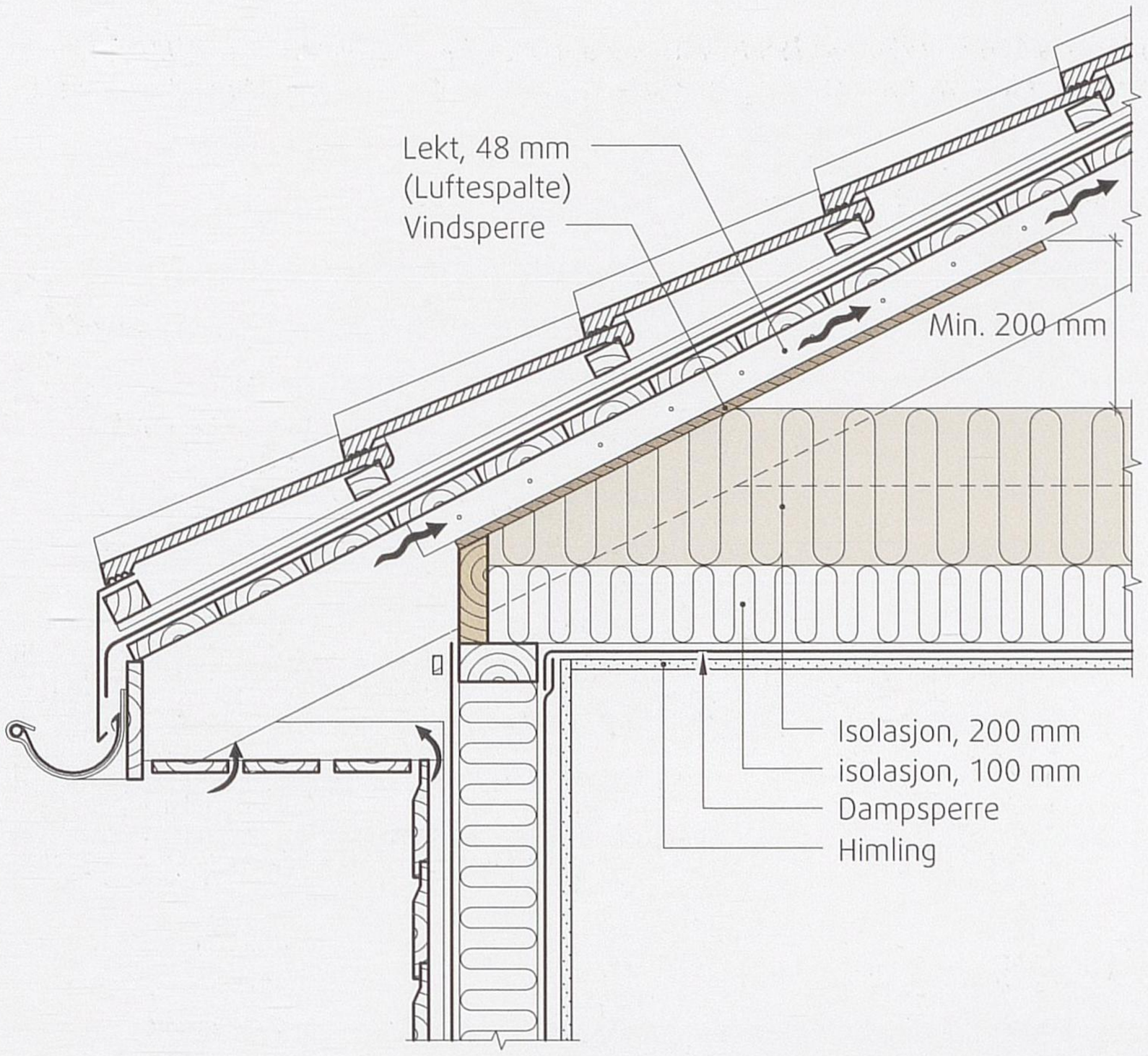


3.2.2 Trebjelkelag med kaldt, ventilert loft

Den vanligste løsningen er å beholde det ventilerte loftet. Alt arbeid skjer da fra loftssiden.

Slik gjør du

- Sjekk hvordan loftet er luftet. Pass på å beholde luftingen på loftet.
- Kontroller at himlingen er tett mot luftlekkasjer fra underliggende, oppvarmede rom, også mellom loftsluke og karm. Hvis himlingen er svært utett, må dampsperre og himling fornyes.
- Hvis det er innfelte taklys, og/eller mange gjennomføringer i himlingen, må det tettes omhyggelig rundt hver gjennomføring slik at man unngår lekkasjer av varm, fuktig luft opp til det kalde loftet.
- Monter 48 mm lekter på hver side av sperrene og vindsperre som festes til lektene slik at loftet er sikret tilluft. Vindsperra føres opp fra takutstikk og langs skråtaket slik at det blir minst 200 mm fra øvre kant på vindsperra og ned til ferdig isolasjonsflate, se figur 3.2.3.
- Monter kubbing eller vindsperreplate mellom sperrene for å sikre vindtetning i overgangen mot takutstikk.
- Monter isolasjon inne på loftet. Monter så mye isolasjon det er plass til, gjerne 200 mm lagt i to sjikt med forskjøvne skjøter. Isolasjonen må skråskjæres langs ytterkanten slik at den kan monteres helt ut mot vindsperresjiktet ved takutstikk.



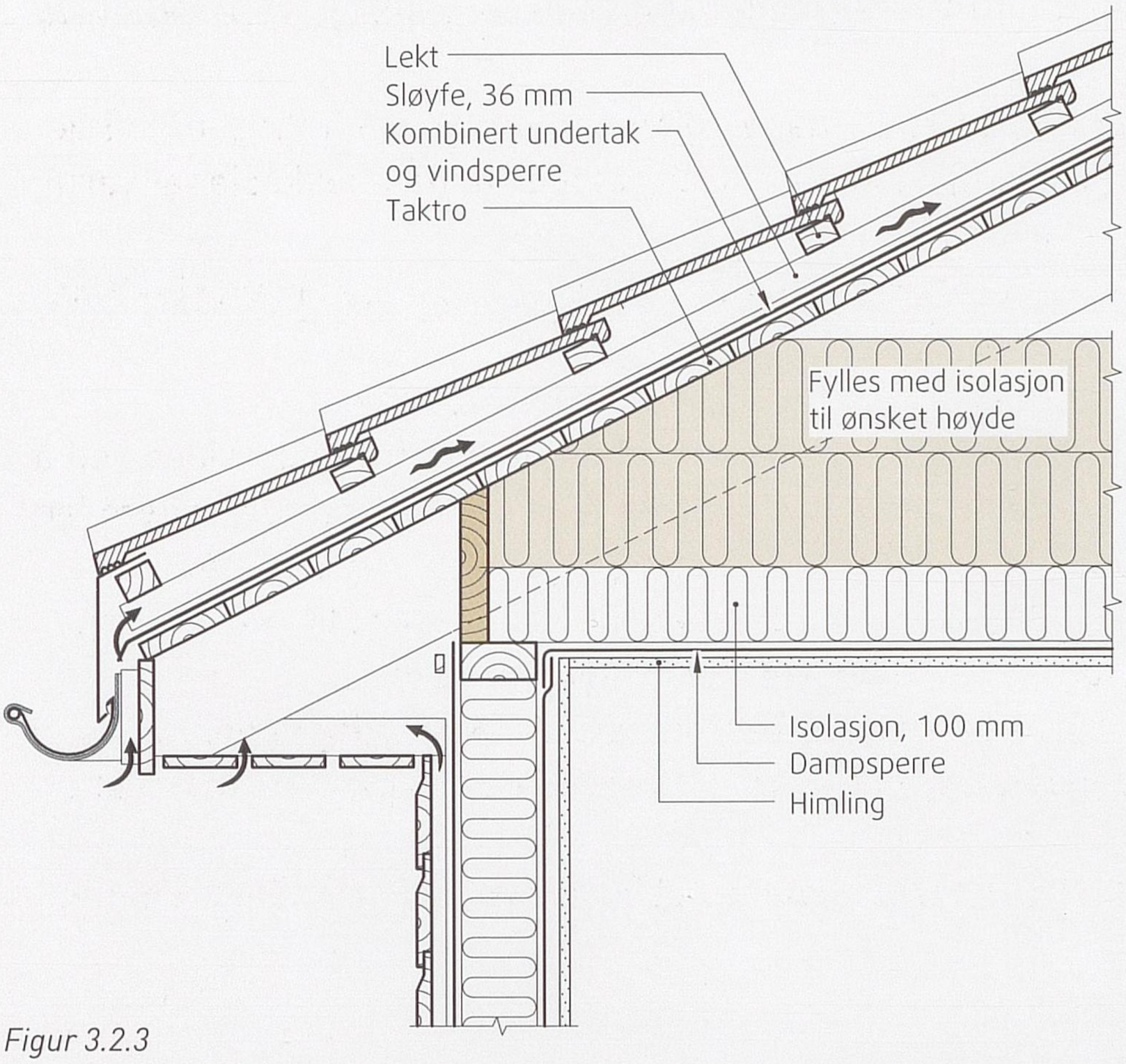
Figur 3.2.2
Etterisolert trebjelkelag mot kaldt loft
Luftingen av taket er opprettholdt ved å skråskjære enden av isolasjonslaget mot ny vindsperre.
U-verdi for loftsbjelkelag med 300 mm isolasjon: 0,13 W/(m²K)

3.2.3 Trebjelkelag med kaldt, uventilert loft

Hvis taktekningen likevel skal skiftes ut, og undertaket er taktro av bord, kan det være aktuelt å etablere et diffusjonsåpent undertak (undertak av sponplater eller kryssfiner kan være for diffusjonstette). Da kan man isolere helt opp til undertaket, og med større isolasjonstykkelser. Innblåsing av løsisolasjon er et godt alternativ.

Slik gjør du

- Ta av taktekning, lekter, sløyfer og takrenner.
- Fjern undertaksbelegget.
- Monter kombinert undertak og vindsperre på taktro av bord.
- Monter takrenner slik at alt luftinntak skjer bak takrenna.
- Monter 36 mm sløyfer, lekter og tekning.
- Åpne raftekassa og monter kubbing/vindtetning mellom hver takstol, slik at kald luft ikke kan blåse inn i isolasjonen.
- Kle igjen raftekassa, sørg for å ivareta lufting av kledningen på veggen.
- Kontroller at loftsbjelkelaget er tett.
- Når det er tett ut mot takutstikk, monter isolasjon, enten isolasjonsplater lagt lagvis med forskjøvne skjøter, eller innblåst løsisolasjon.
- Tett eventuelle ventiler i gavl og spalte i møne.



Figur 3.2.3
Utvendig tiltak: Utskifting av tekning, lekter og sløyfer. Fjern den gamle undertakspappen og erstatt den med diffusjonsåpent undertaksbelegg. Da kan loftet isoleres helt ut mot undertaket.
U-verdi for loftsbjelkelag med 400 mm isolasjon: 0,10 W/(m²K)
U-verdi for loftsbjelkelag med 500 mm isolasjon: 0,08 W/(m²K)
U-verdi ved innblåst isolasjon må beregnes spesielt, da løsisolasjon har noe dårligere isoleringsevne enn isolasjonsplater.

3.3 Trebjelkelag mot kaldt loft i hus fra før 1960-tallet

3.3.1 Opprinnelig konstruksjon

På 1950-tallet ble det vanlig å bruke mineralullisolasjon, i form av sydde matter eller plater. Før 1950-tallet kunne bjelkelag mot kalde loft være uten isolasjon, men med god tetning på hver side (panel, papp, stillestående luft i bjelkelaget), eller fylt med stub-beloftsleire, kutterflis eller annet.

Ofte var loftsrommene mer romslige slik at de var godt egnet som lagerrom eller tørkeloft. I mange av disse gamle bygningene var det store lekkasjer av varm luft opp til loftene, men på grunn av stort varmetap (dårlig isolasjon i loftsbjelkelaget) resulterte ikke dette i fuktproblemer på loftet. Hvis man bare etterisolerer slike loftsbjelkelag, uten samtidig å tette mot lekkasjer av varm, fuktig luft til loftet, vil man risikere fuktproblemer etter at man har etterisolert. Derfor er det viktig å ha fokus på lufttetting!

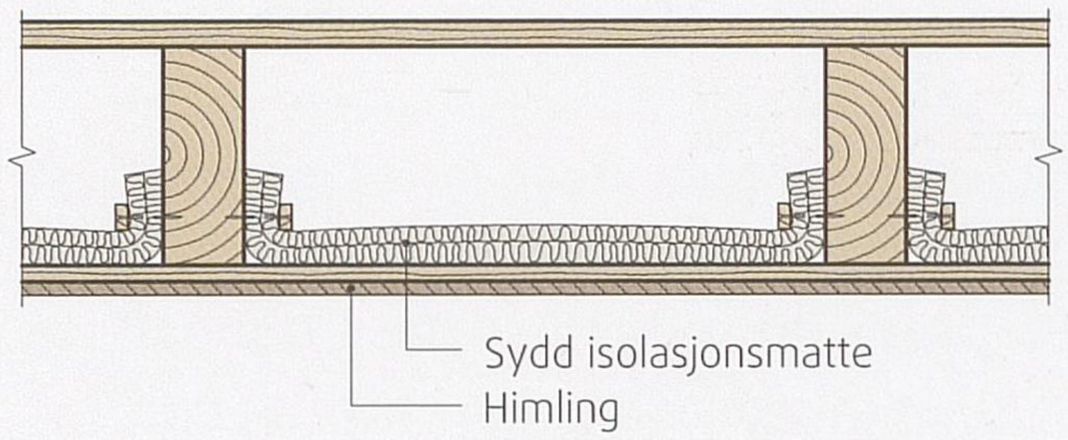
3.3.2 Trebjelkelag med sydde matter

Slik gjør du

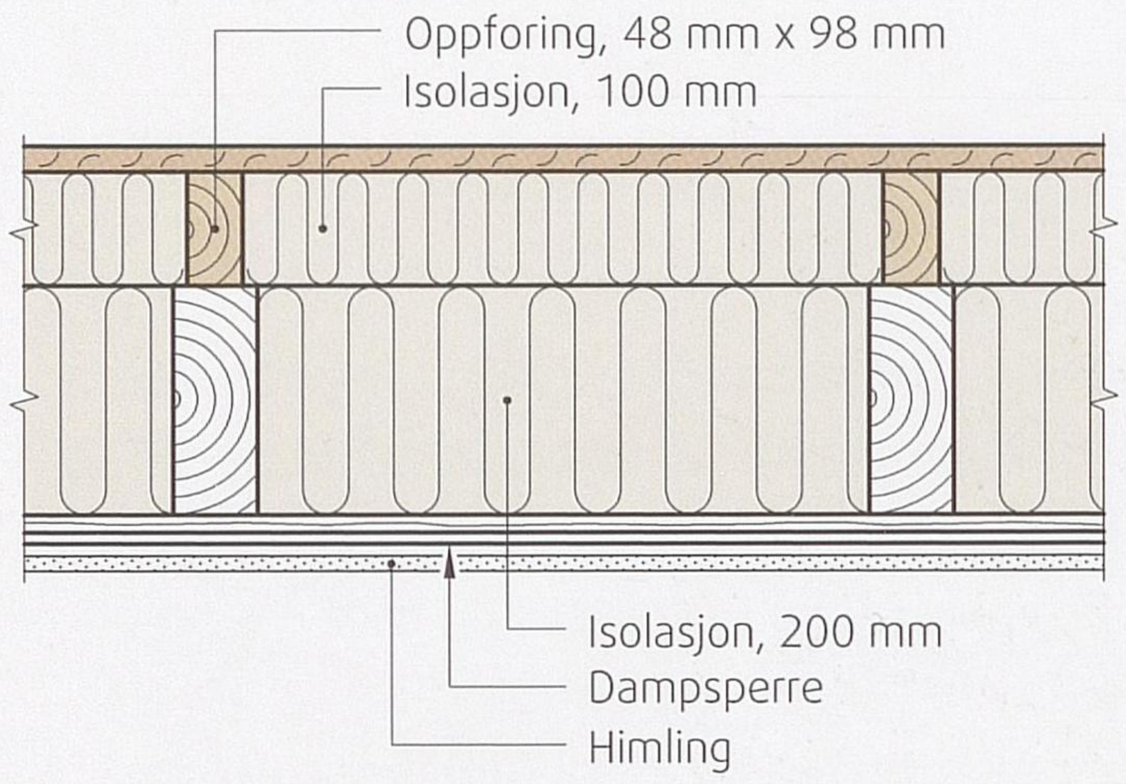
- Sjekk hvordan loftet er luftet. Pass på å beholde luftingen på loftet.
- Kontroller at himlingen er tett mot luftlekkasjer fra underliggende, oppvarmede rom, også mellom loftsluke og karm. Hvis himlingen er svært utett, må dampsperre og himling fornyes.
- Hvis det er innfelte taklys, og/eller mange gjennomføringer i himlingen, må det tettes omhyggelig rundt hver gjennomføring slik at man unngår lekkasjer av varm, fuktig luft opp til det kalde loftet.
- På grunn av brannfare må det ikke isoleres direkte på lyspunkter. Kontakt elektriker for å avklare nødvendige tiltak.
- Åpne loftsgolvet fra oversiden og fjern de gamle, sydde mattene.
- Sjekk om himlingen er lufttett. Hvis ikke, må den utbedres fra undersiden ved å montere ny dampsperre og himling. Hvis den gamle himlingen består av flere lag panel, plater og mellomliggende papp, er den sannsynligvis tilstrekkelig tett.
- Legg ut isolasjon mellom bjelkene. Det bør være plass til minst 200 mm isolasjon. Legg isolasjonen i to lag, da er det lettere å fylle hulrommet helt.
- Monter tilbake golvbordene hvis du fortsatt skal bruke loftet til lagringsrom.
- Hvis det er plass, kan du fôre opp golvet, for eksempel med 48 mm x 98 mm rekker, og legge isolasjon i oppfôringen.
- Alternativt kan man la sydde matter ligge og blåse løs isolasjon inn i hulrommet.

MERK

- Ved etterisolering reduseres varmetapet opp til loftet. Loftet blir kaldere, og risikoen for kondensering øker hvis det lekker varm, fuktig luft opp på loftet.
- Innblåst løsisolasjon har noe dårligere isoleringsevne enn isolasjonsplater. U-verdier må derfor beregnes spesielt.



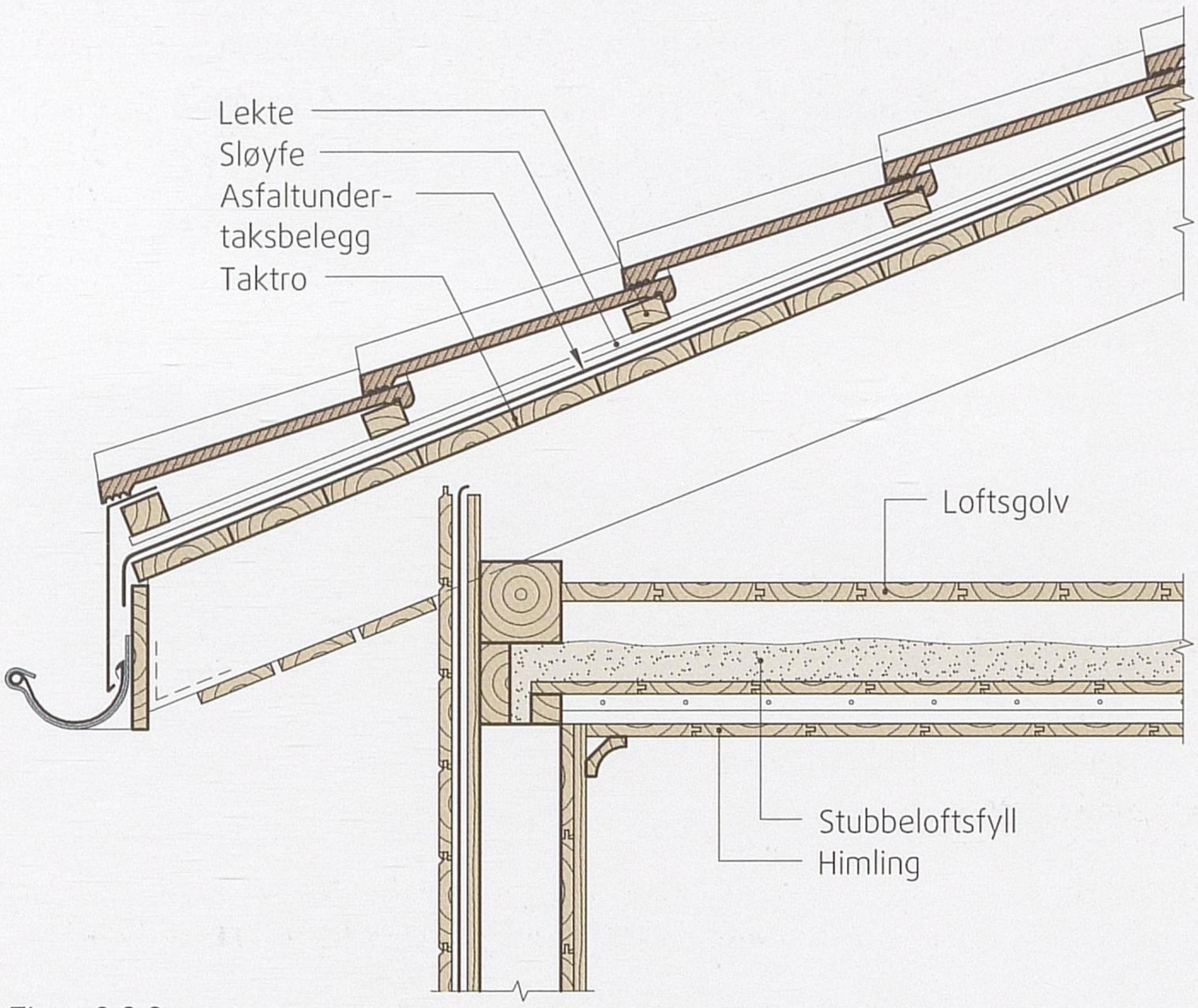
Figur 3.3.2 a
Trebjelkelag med sydde matter fra 1950-tallet
U-verdi med 50 mm sydde matter: ca. 0,6 W/(m²K)



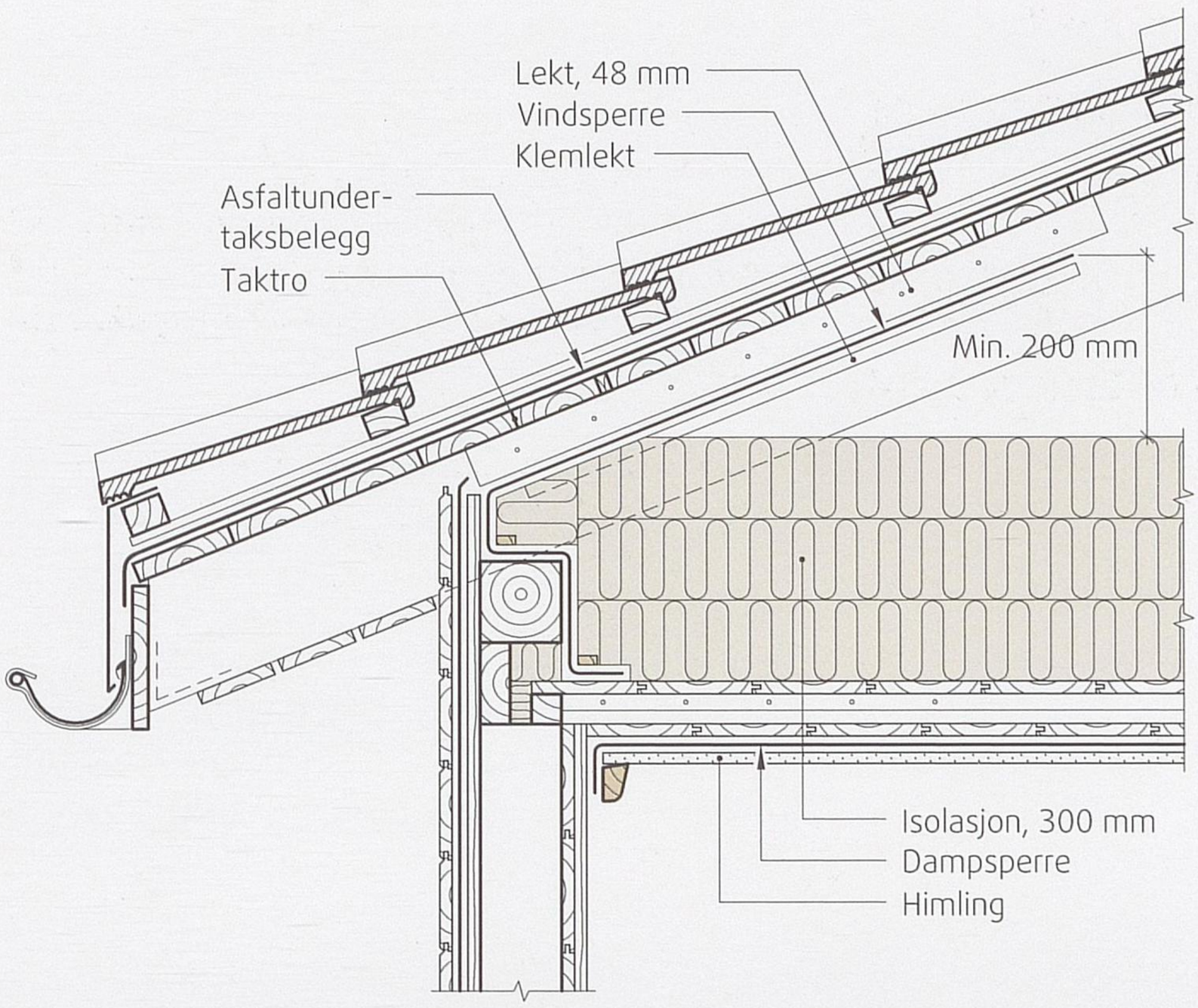
Figur 3.3.2 b
Etterisolert trebjelkelag fra 1950-tallet
De sydde mattene er tatt bort, og hele hulrommet er fylt med ny isolasjon. Hvis det er plass, kan det være lurt å fôre opp for å isolere ekstra på oversiden av bjelkelaget, slik det er vist her.

U-verdi med 300 mm isolasjon: 0,15 W/(m²K)
U-verdi med 200 mm isolasjon mellom bjelkene: 0.22 W/(m²K)

3.3.3 Trebjelkelag med stubbeloftsfyll



Figur 3.3.3 a
Trebjelkelag med stubbeloftsfyll mellom bjelkene
Denne løsningen finner vi i mange varianter (stubbeloftsfyll av kutterflis, leire, torv, eller annet).
U-verdi med 60 mm stubbeloftsfyll av kiselgur eller sagflis: ca. 0,6 W/(m²K)
U-verdi med 60 mm stubbeloftsfyll av leire eller slagg: ca. 0,8 W/(m²K)



Figur 3.3.3 b
Etterisolert trebjelkelag som opprinnelig var isolert med stubbeloftsfyll
U-verdi med 300 mm isolasjonsplater: ca. 0,12 W/(m²K)
U-verdi med 300 mm løsisolasjon: ca. 0,14 W/(m²K)

Slik gjør du

- Sjekk hvordan loftet er luftet. Pass på å beholde luftingen på loftet.
- Åpne loftsgolvet fra oversiden og fjern stubbeloftsfyllet. Dette er en ubehagelig jobb som avgir mye støv og skitt, så bruk av spesialverktøy til å støvsuge bort stubbeloftsfyllet er en stor fordel. Det fins spesialfirmaer som kan utføre dette.
- Monter vindsperresjikt ut mot takutstikk slik at kald luft ikke kan blåse inn i den nye isolasjonen.
- Monter 48 mm lekter på hver side av sperrene for å sikre lufting av taket. Vindsperra føres opp langs skråtaket og avsluttes minst 200 mm over den ferdige isolasjonsflaten.
- Sjekk om himlingen er lufttett. Hvis ikke, må den utbedres fra undersiden ved å montere ny dampsperre og himling.
- Legg ut isolasjon mellom bjelkene, fyll hele bjelkehøyden. Legg isolasjonen i to lag, da er det lettere å fylle hulrommet helt.
- Monter tilbake golvbordene hvis du fortsatt skal bruke loftet til lagringsrom.
- Hvis det er plass, kan du fôre opp golvet og legge isolasjon i oppfôringen.

Et alternativ er å blåse inn løs isolasjon i bjelkelaget etter at stubbeloftsfyllet er fjernet. Fjerning kan foretas ved å bore hull i golvet og suge ut stubbeloftsfyll med spesialstøvsuger.

Når du fjerner stubbeloftsfyllet på denne måten, slipper du å fjerne golvbordene. Også her må man først sikre mot innblåsing av kald luft i takutstikk.

Hvis det blåses inn løsisolasjon oppå eksisterende golv, må man være ekstra påpasselig med å sikre ventileringen av loftet. Ved innblåsing er det fort gjort å tette igjen luftespalten.

LES MER

I Byggforskserien:

U-verdier. Etasjeskillere	Byggdetaljer 471.011
U-verdier. Tak	Byggdetaljer 471.013
Trebjelkelag i eldre boligbygninger. Metoder og materialer	Byggforvaltning 722.310
Etterisolering av tretak	Byggforvaltning 725.403

4 Yttervegger

4.1 Innledning

Bindingsverk i tre er den mest brukte ytterveggskonstruksjonen i småhus i Norge, men andre veggtyper, som tømmervegger og murvegger, forekommer også.

I bygninger fra før ca. 1950 ble ytterveggene bygd med lite eller ingen isolasjonsmaterialer. Isolasjonen besto i beste fall av for eksempel sagflis eller kutterflis, eller rett og slett lukkede hulrom. Disse veggene har ofte gode lufttettesjikt på hver side, men de har stort behov for etterisolering.

Fra ca. 1950 og senere har det vært brukt varmeisolasjon i form av mineralull (steinull, glassull) i forskjellige varianter. Isolasjonstykkelsene i yttervegger har endret seg fra ca. 50 mm tykke, sydde isolasjonsmatter fra tidlig på 1950-tallet til 200–250 mm isolasjonstykkelser som har blitt en standard i dag, se figur 1.2. Grovt regnet kan man anta at de fleste småhus fra 1960 fram til ca. 1980 har yttervegger med en varmeisolasjonsevne som tilsvarer maks 100 mm vanlig isolasjonskvalitet. Det betyr at også disse bygningene har behov for etterisolering av ytterveggene.

Etterisolering og vinduer

Ved etterisolering av yttervegger bør man også vurdere å skifte ut vinduene. Hvis det er aktuelt, skiftes vinduene samtidig som man etterisolerer. Dersom vinduene allerede er skiftet ut, vil ny utskifting ikke være aktuelt (forventet levetid for vinduer er 20–60 år). Se kapittel 5 om vinduer. Når du etterisolerer, er det alltid viktig å planlegge detaljløsningene rundt vinduer og døråpninger, uansett om de skal skiftes ut eller ikke.

4.2 Ulike etterisoleringsmetoder

4.2.1 Hovedalternativer

Yttervegger kan etterisoleres fra utvendig eller innvendig side, eller fra begge sider. Etterisoleringsmetoden bør velges ut fra hvilke andre tiltak man vil utføre, for eksempel utskifting av utvendig eller innvendig kledning, utskifting av vinduer, reduksjon av kuldebroer eller fuktsikring.

4.2.2 Utvendig etterisolering

Fordelene med bare å isolere fra utsiden, er at man kan redusere varmetapet gjennom kuldebroene og få en utvendig luftet kledning som tilfredsstiller dagens krav til fuktsikring. Totrinnstetning mot regn og vind (utlektet kledning utenpå isolasjonen med vindsperre) er den sikreste løsningen, men andre alternativer, for eksempel puss på isolasjon, kan også være aktuelle der de lokale klimapåkjenningene tillater det. Slike ettrinnstetninger mot regn og vind er sårbare, og stiller strenge krav til utførelsen.

Ved utvendig etterisolering kan husets utseende forandres, blant annet vil vinduene få dype smyg dersom de blir sittende i sin opprinnelige posisjon.

En utvendig etterisolert vegg vil stikke en del utenfor opprinnelig sokkel/grunnmur. Hvis det er kjeller, kan kjellerveggen, i hvert fall den delen som er over terreng, med fordel isoleres på utvendig side. Etterisolering av kjellervegger er beskrevet i faktaboken *Lag rom i kjelleren*, fra SINTEF Byggforsk.

4.2.3 Puss-på-isolasjon

På pussede mur- eller betongvegger hvor man ønsker å beholde opprinnelig utseende, kan puss-på-isolasjon være et alternativ. I tillegg til at man kan beholde fasaden slik den er, eliminerer metoden de fleste kuldebroer. Løsningen er først og fremst egnet og beregnet for vegger av mur eller betong, og bør bare brukes i områder der det er små eller moderate slagregnspåkjenninger. Velger man en slik løsning, er det ekstra viktig at løsningen har dokumenterte egenskaper for egnethet i det aktuelle klima, for eksempel teknisk godkjenning fra SINTEF Byggforsk.

4.2.4 Innvendig etterisolering

> Innvendig etterisolering bør kun velges hvis veggens utvendige tilstand er god eller opprinnelig utseende og løsning/materialer må bevares, for eksempel på fredede bygninger. Ulempene ved innvendig etterisolering er at man ikke får anledning til å redusere kuldebroene og at isolasjonen tar noe av det innvendige bruksarealet. Rommene kan heller ikke brukes mens arbeidene pågår.

Ved innvendig etterisolering må man legge om de elektriske ledningene i veggene. Det er forbudt å bygge inn elektriske ledninger som er beregnet på å ligge utenpå veggen. Der de gamle ledningene, koblingsboksene og stikkontaktene fjernes og opprinnelig dampsperre beholdes, må man tette igjen hullene i dampsperresjiktet for å unngå luftlekkasjer utover.

En fordel kan være at man får anledning til å bygge opp veggen med inntrukket dampsperre og skjult elektrisk anlegg. Da unngår man punktering av dampsperra.

Ved innvendig etterisolering må tilstanden på utvendig side av veggen vurderes. Har veggen allerede en utlektet og drenert/ventilert kledning, kan man trygt etterisolere på innvendig side. Dersom veggen derimot har en utvendig kledning som ikke er ventilert/drenert (mangler utlekting) eller veggen er massiv (for eksempel murvegger), bør en byggteknisk rådgiver vurdere den fuktttekniske risikoen ved innvendig etterisolering. Inn-

vendig etterisolering gir mindre varmetap utover og dermed også dårligere muligheter for uttørking av fukt i veggen. Risikoen for fuktskader i kledningen/pusslaget kan altså øke.

4.2.5 Innblåst isolasjon

I uisolerte veggkonstruksjoner med hulrom kan det være aktuelt å fylle hulrommene med løsisolasjon som blåses inn. I uisolerte vegger med en utlektet, luftet og drenert kledning, kan veggens hulrom fylles med isolasjon, bare kledningen beholder lufte- og dreneringsspalten.

Spesielt hvis veggen ikke har utlektet kledning – for vegg hvor kledningen er montert direkte på bakenforliggende veggkonstruksjon, slik det er i de fleste gamle trebygninger – vil innblåsing av isolasjon føre til økt risiko for fuktskader i det ytre sjiktet (kledningen eller pusslaget). I slike vegger bør det ikke blåses inn isolasjon uten at det på forhånd gjennomføres en tilstandskontroll og byggeteknisk vurdering av en fagkyndig person.

> Innblåsing av isolasjon i hulrom i yttervegger bør ikke gjøres uten at det først er foretatt en byggeteknisk vurdering av veggens oppbygning og sikkerhet mot mulige fuktskader.

4.2.6 Materialer

Aktuelle isolasjonsmaterialer er plater av mineralull (steinull, glassull) som monteres inn i veggkonstruksjonenes hulrom. Det fins også isolasjonsplater i spesialkvalitet som er godkjent for bruk utenpå vegger under kledning uten vindsperre.

Til innblåsing i hulrom brukes løsisolasjon, for eksempel steinull, glassull og celluloseisolasjon.

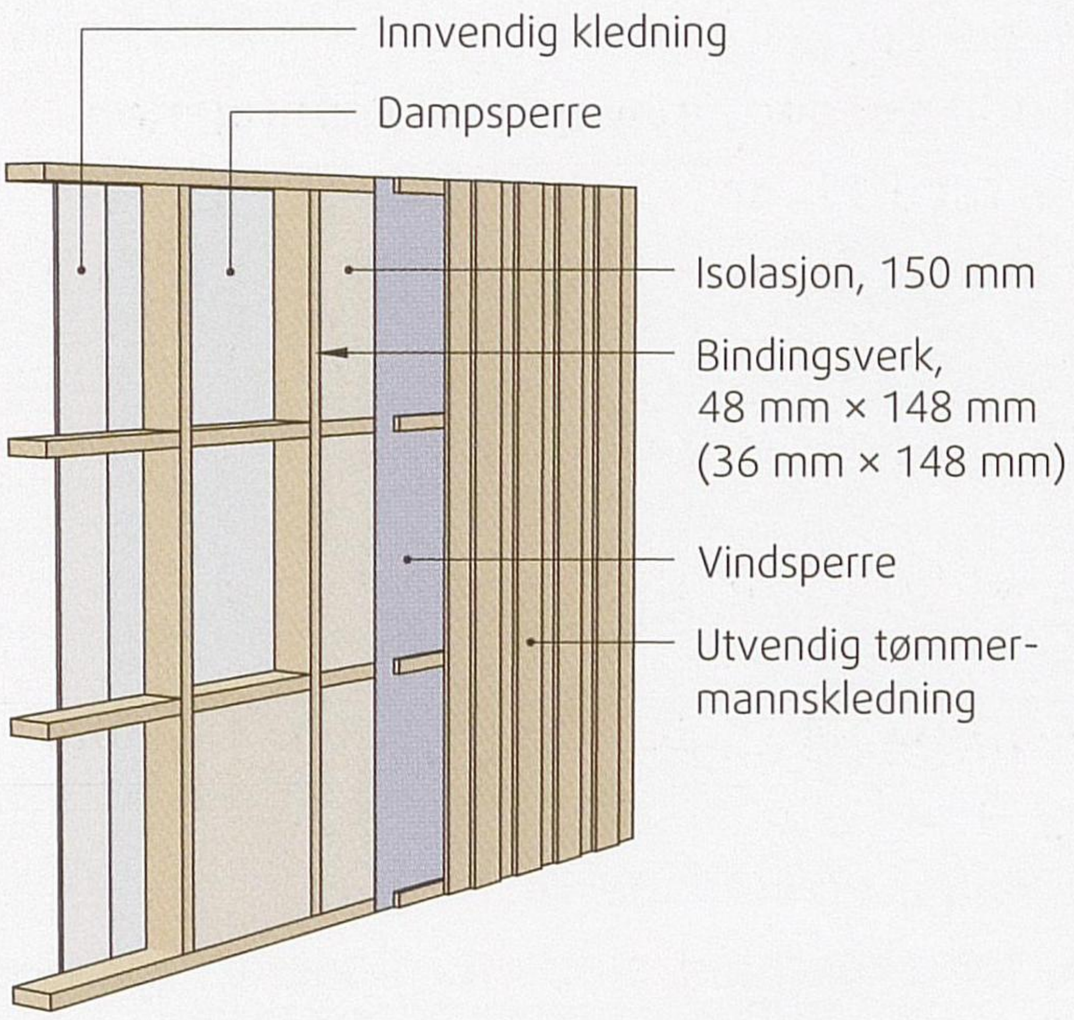
I godkjente puss-på-isolasjon-systemer inngår enten varmeisolasjonsmateriale av steinull eller ekspandert polystyren (plastisolasjon).

> Bruk kun materialer og løsninger med dokumenterte egenskaper for bruk i et norsk klima, for eksempel SINTEF Teknisk Godkjenning fra SINTEF Byggforsk.

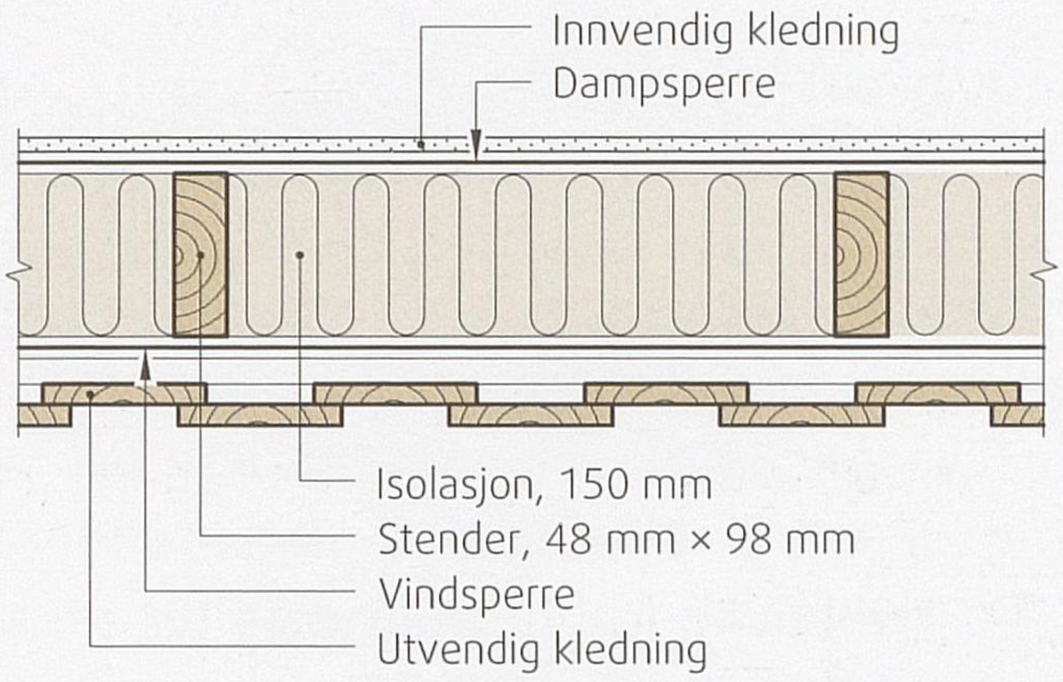
4.3 Bindingsverksvegger fra 1980-tallet

4.3.1 Opprinnelig konstruksjon

Gjennom det meste av 1980-tallet var det vanlig å isolere med 150 mm i ytterveggene, selv om det mot slutten av 1980-tallet kom nye krav som la opp til en isolasjonstykkelse på 200 mm (byggeforskrift 1987). 150 mm isolasjon er ikke dårlig isolering, men man bør likevel vurdere etterisolering med minst 50–100 mm isolasjon på slike vegger, spesielt hvis man skal gjennomføre annet vedlikehold eller utskiftinger.



a



b

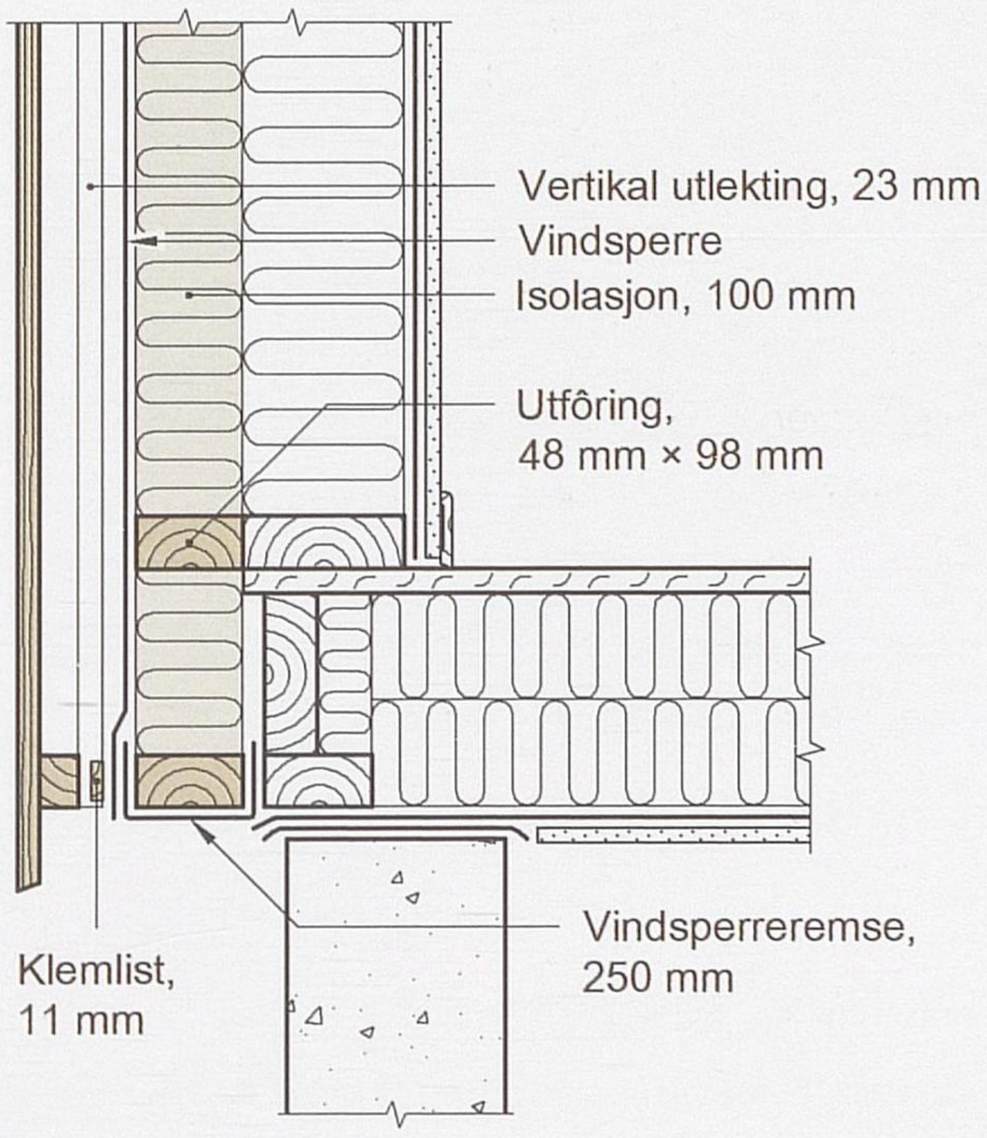
Figur 4.3.1 a og b
Typisk bindingsverksvegg fra 1980-tallet. Veggen består av utlektet stående tømmer-mannskledning, vindsperre og 48 mm x 148 mm eller 36 mm x 148 mm bindingsverk fylt med 150 mm mineralull, samt dampsperre og kledning på innside.
a. Perspektiv
b. Tverrsnitt

U-verdi med 150 mm isolasjon: 0,29 W/(m²K)

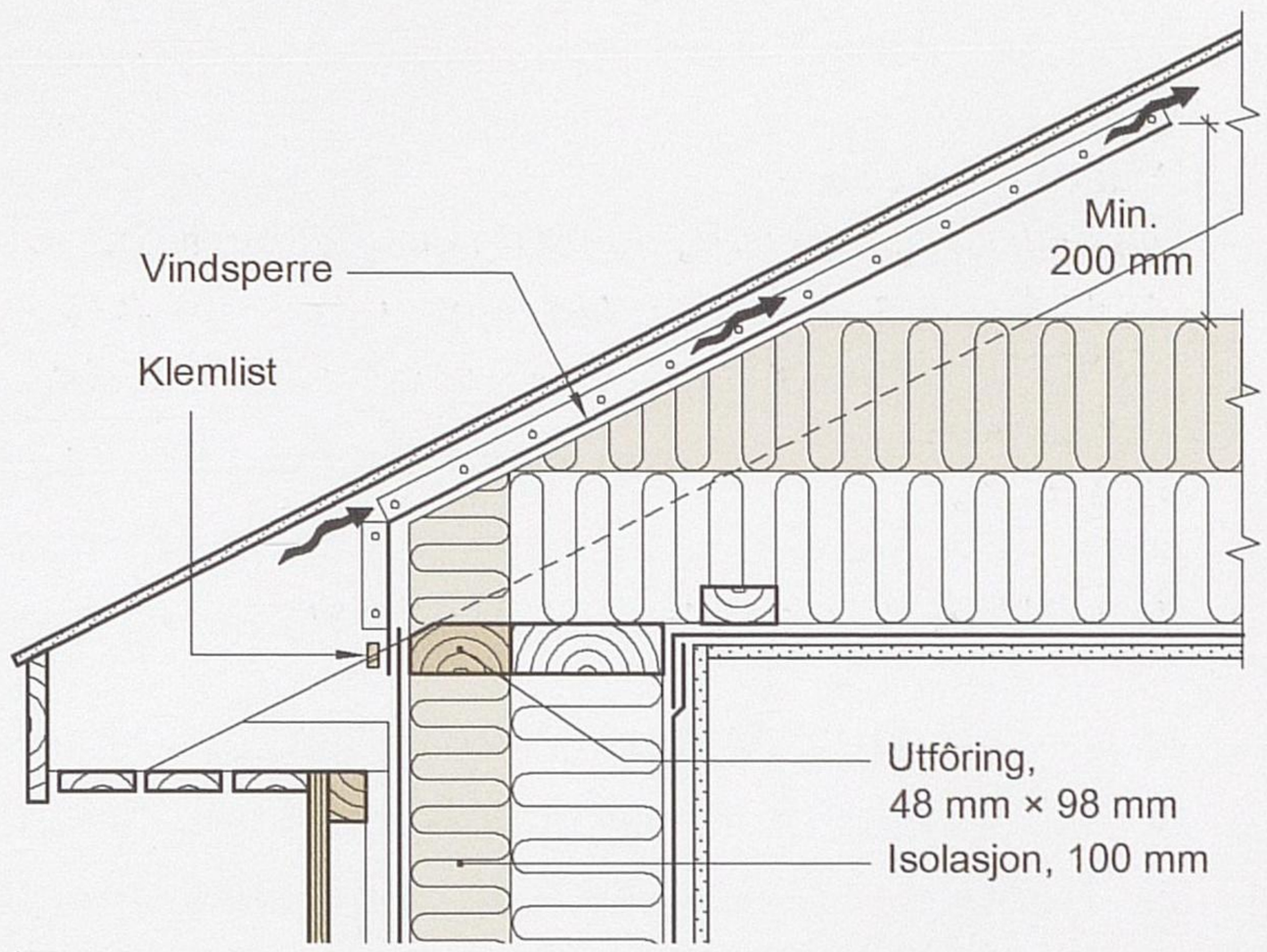
4.3.2 Utvendig etterisolering med 100 mm isolasjon

Slik gjør du

- Ta av eksisterende kledning, lekter og vindsperre.
- Sjekk om den opprinnelige isolasjonen er intakt. Hvis ikke, må den skiftes ut.
- Monter en 250 mm bred remse med vindsperre utenpå den opprinnelige bunnsvilla.
- Monter 48 mm x 98 mm utfôring (alternativt krysslagt 48 mm x 48 mm i to lag, se figur 4.3.2 c).
- Monter 100 mm isolasjon i utfôringen. Alternativt kan man legge to lag med 50 mm isolasjon.
- Monter vindsperre. Sørg først for at vindsperreremsen fra bunnsvilla avsluttes opp bak vindsperresjiktet på veggen, se figur 4.3.2 a og c.
- Monter 23 mm vertikal utlekting, klem skjøtene på vindsperra mot utfôringene.
- Klem vindsperreskjøten i bunnen av veggen med 11 mm klemlekt mellom de vertikale lektene. Klemlekten for vindsperra i bunnen av veggen må være tynnere enn de vertikale lektene for ikke å stenge for drenering og ventilering av kledningen.
- Vindsperra klemmes mot toppsvilla, og skjøtes sammen med vindsperra (raftepappen) mellom takstolene, se figur 4.3.2 b.
- Ved stående kledning, monter horisontale lekter (36 mm) for innfesting av kledningen.
- Ved liggende kledning, monter liggende kledning på de vertikale lektene. Pass på at det er drenering og lufting oppe og nede.

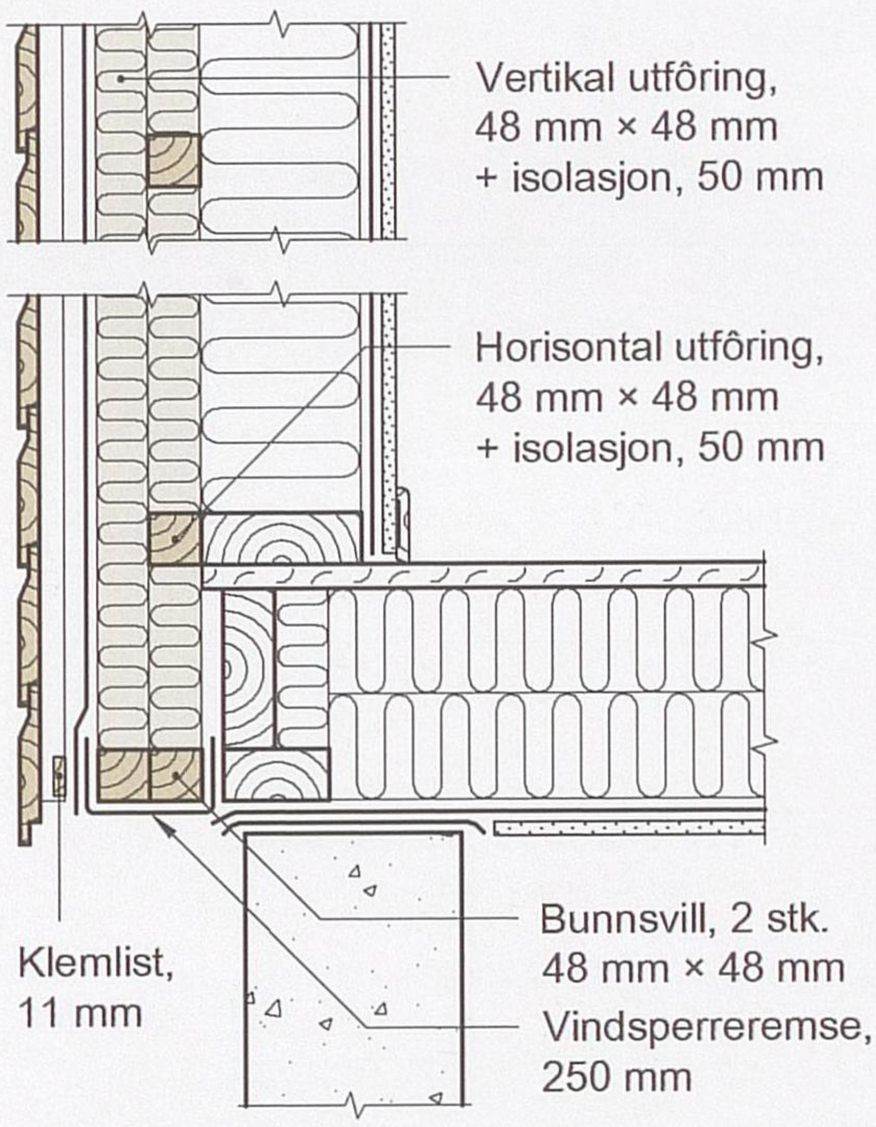


a



b

Figur 4.3.2 a og b
Utvendig etterisolering med 100 mm isolasjon på vegg som fra før er isolert med 150 mm
a. Overgang mot sokkel
b. Overgang mot tak
U-verdi, etterisolert med 50 mm isolasjon: 0,23 W/(m²K)
U-verdi, etterisolert med 100 mm isolasjon: 0,19 W/(m²K)



Figur 4.3.2 c
Overgang mot sokkel, vegg som i utgangspunktet er isolert med 150 mm isolasjon, utvendig etterisolert med to lag 50 mm isolasjon

U-verdi med 2 x 50 mm isolasjon, krysslagt: 0,18 W/(m²K)

MERK

- Hvis opprinnelig isolasjon og vindsperre er intakt, kan den gamle vindsperra beholdes. Den kan være nyttig som fuktbeskyttelse av den opprinnelige veggen mens arbeidet pågår.
- Ved avslutning opp mot takutstikk, pass på at luftingen av taket/loftet blir ivaretatt.
- Det er viktig å unngå at det blåser kald luft inn i isolasjonen. Vindsperresjiktet må derfor monteres nøyaktig og ha godt klemte skjøter, se figur 4.3.2 a og c.
- Som underlag for vindsperra bør det være vertikal stender/utfôring. Dette gir mulighet for å klemme vindsperra med de vertikale lektene.

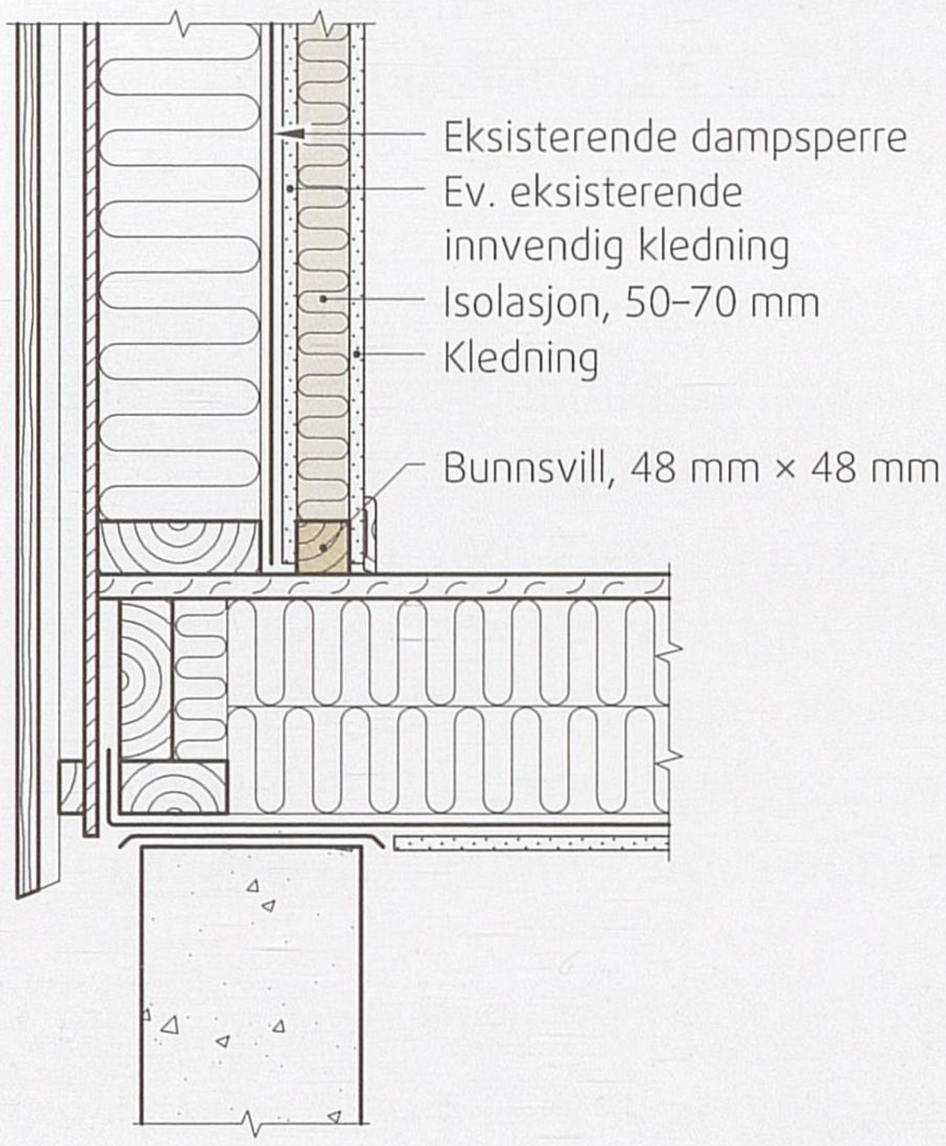
4.3.3 Innvendig etterisolering med 50–75 mm isolasjon

Slik gjør du

Hvis opprinnelig dampsperre og kledning beholdes

- Vi forutsetter at veggen har utlektet utvendig kledning, se figur 4.3.3.
- Demonter elektriske ledninger, stikkontakter osv. og tett hull i dampsperresjiktet.
- Demonter golv- og taklister, samt gerikter rundt vinduer og dører.
- Når den gamle veggen har minst 150 mm isolasjon fra før, og man etterisolerer med maks 50–75 mm isolasjon på innvendig side, kan den opprinnelige dampsperra (plastfolien) og eventuelt kledningen beholdes. Den opprinnelige dampsperra vil fortsatt fungere dersom den er intakt. Monter 48 mm eller 73 mm tykk utfôring direkte på eksisterende veggkledning.

- Monter eventuelt nytt, skjult elektrisk anlegg i utfôringsveggen.
- Monter 50 mm eller 75 mm isolasjon i utfôringen.
- Monter ny veggkledning.



Figur 4.3.3
Innvendig etterisolering, overgang mot golv
U-verdi, etterisolert med 50 mm isolasjon: 0,23 W/(m²K)
U-verdi, etterisolert med 100 mm isolasjon: 0,19 W/(m²K)

4.4 Bindingsverksvegger fra 1960- og 1970-tallet

4.4.1 Opprinnelig konstruksjon

Forskriftskravet som la opp til en isolasjonstykkelse på 100 mm i ytterveggene, kom først i 1969, men denne isolasjonstykkelsen var allerede vanlig å bruke fra tidlig på 1960-tallet og ble brukt inn på 1980-tallet i Norge. Varmetapet gjennom slike vegger er om lag det dobbelte av hva som er vanlig for yttervegger bygd etter 1997.

Bindingsverksveggene ble bygd etter samme prinsipp som vist i figur 4.3, men med 48 mm x 98 mm bindingsverk. U-verdi var 0,4 W/(m²K)

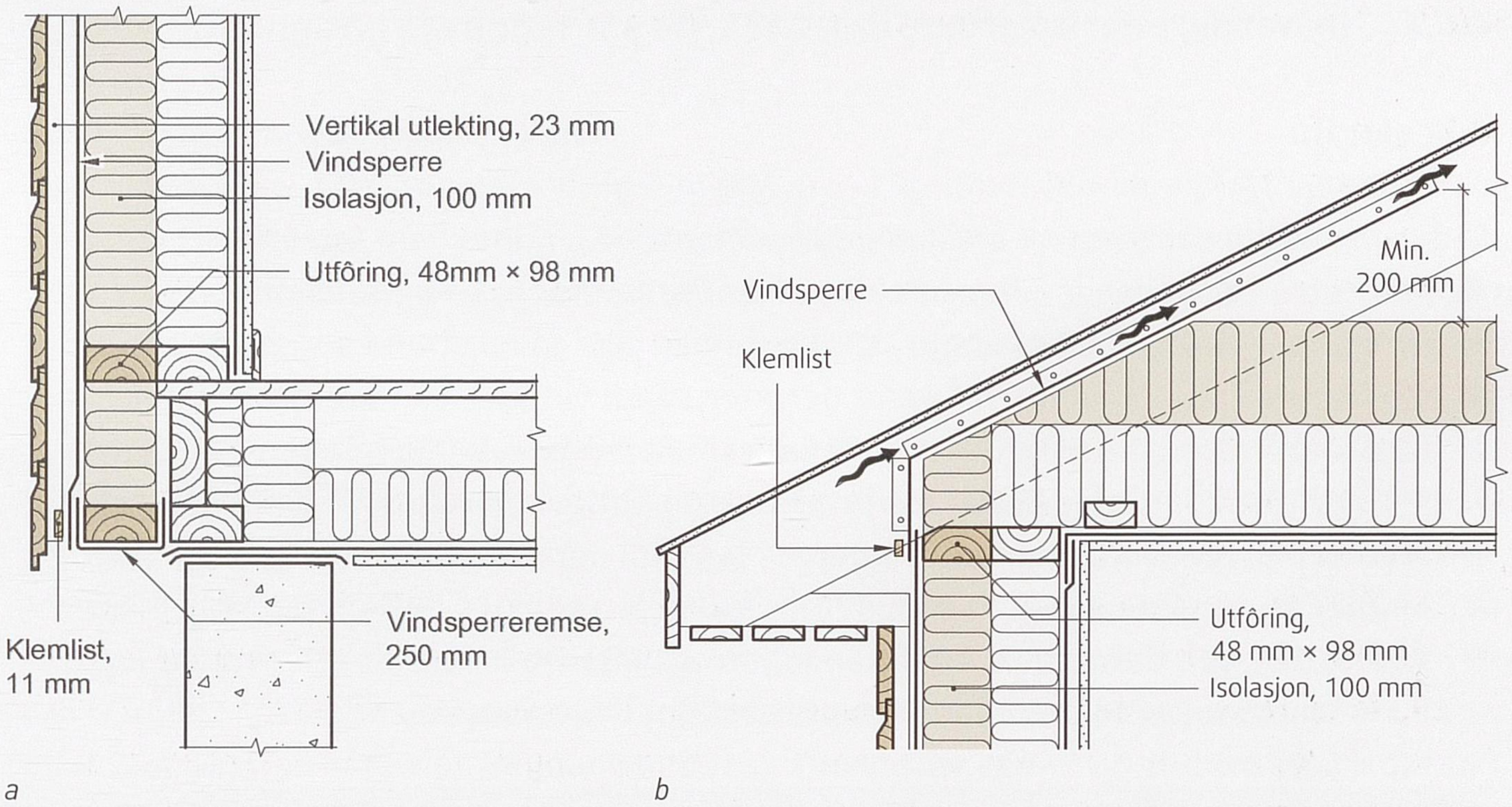
4.4.2 Utvendig etterisolering med 100 mm isolasjon

Slik gjør du

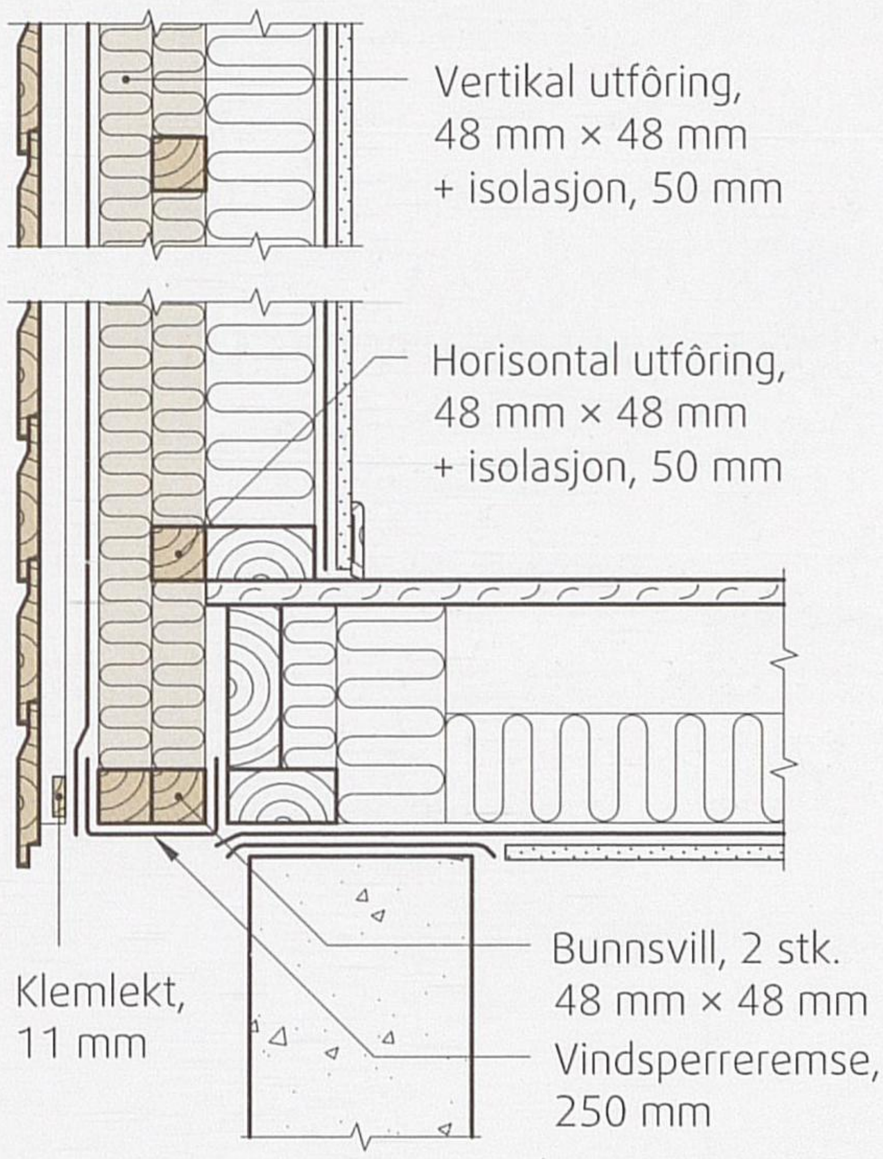
- Ta av eksisterende kledning, lekter og vindsperre.
- Sjekk om den opprinnelige isolasjonen er intakt. Hvis ikke, må den skiftes ut.
- Monter en 250 mm bred remse med vindsperre utenpå den opprinnelige bunnsvilla.
- Monter 48 mm x 98 mm utfôring (alternativt krysslagt 48 mm x 48 mm i to lag, se figur 4.4.2 c).
- Monter 100 mm isolasjon i utfôringen (alternativt 2 x 50 mm).
- Monter vindsperre. Sørg først for at vindsperreremsen fra bunnsvilla avsluttes opp bak vindsperresjiktet på veggen.
- Monter 23 mm vertikal utlekting. Klem skjøtene på vindsperra mot utfôringene.
- Klem vindsperreskjøten i bunnen av veggen med 11 mm klemlekt mellom de vertikale lektene. Klemlekten for vindsperra i bunnen av veggen må være tynnere enn de vertikale lektene for ikke å stenge for drenering og ventilering av kledningen.
- Vindsperra klemmes mot toppsvilla, og skjøtes sammen med vindsperra (raftepappen) mellom takstolene, se figur 4.4.2 b.
- Ved stående kledning: Monter horisontale lekter (36 mm) for innfesting av kledningen.
- Ved liggende kledning: Monter liggende kledning på de vertikale lektene. Pass på at det er drenering og lufting oppe og nede.

MERK

- Dersom opprinnelig isolasjon og vindsperre er intakt, kan den gamle vindsperra beholdes. Den kan være nyttig som fuktbeskyttelse av den opprinnelige veggen mens arbeidet pågår.
- Ved avslutning opp mot takutstikk, pass på at luftingen av taket/loftet blir ivaretatt.
- Det er viktig å unngå at det blåser kald luft inn i isolasjonen. Vindsperresjiktet må derfor monteres nøyaktig og ha godt klemte skjøter, se figur 4.4.2 a og c.
- Som underlag for vindsperra bør det monteres vertikale stendere / utfôring som vindsperra kan klemmes mot med vertikale lekter.



Figur 4.4.2 a og b
Utvendig etterisolering med 100 mm isolasjon på bindingsverksvegg med liggende kledning. Man dobler isolasjonstykkelsen og omtrent halverer varmetapet gjennom veggen.
a. Overgang mot sokkel
b. Overgang mot tak
U-verdi: 0,23 W/(m²K)



Figur 4.4.2 c
Etterisolering med 2 x 50 mm isolasjon, krysslagt i 48 mm x 48 mm utfôring. Denne veggen har liggende kledning.
U-verdi: 0,22 W/(m²K)

4.4.3 Innvendig etterisolering

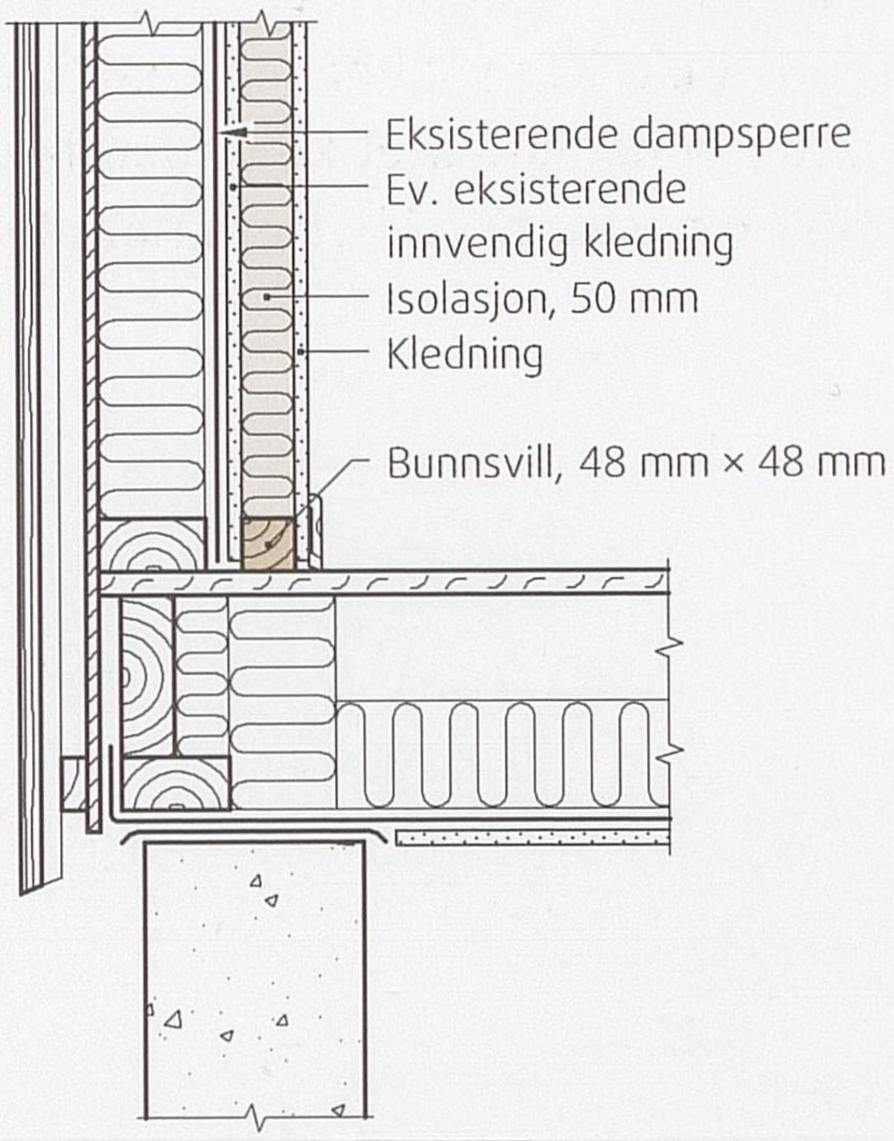
Slik gjør du

Hvis opprinnelig dampsperre og kledning beholdes

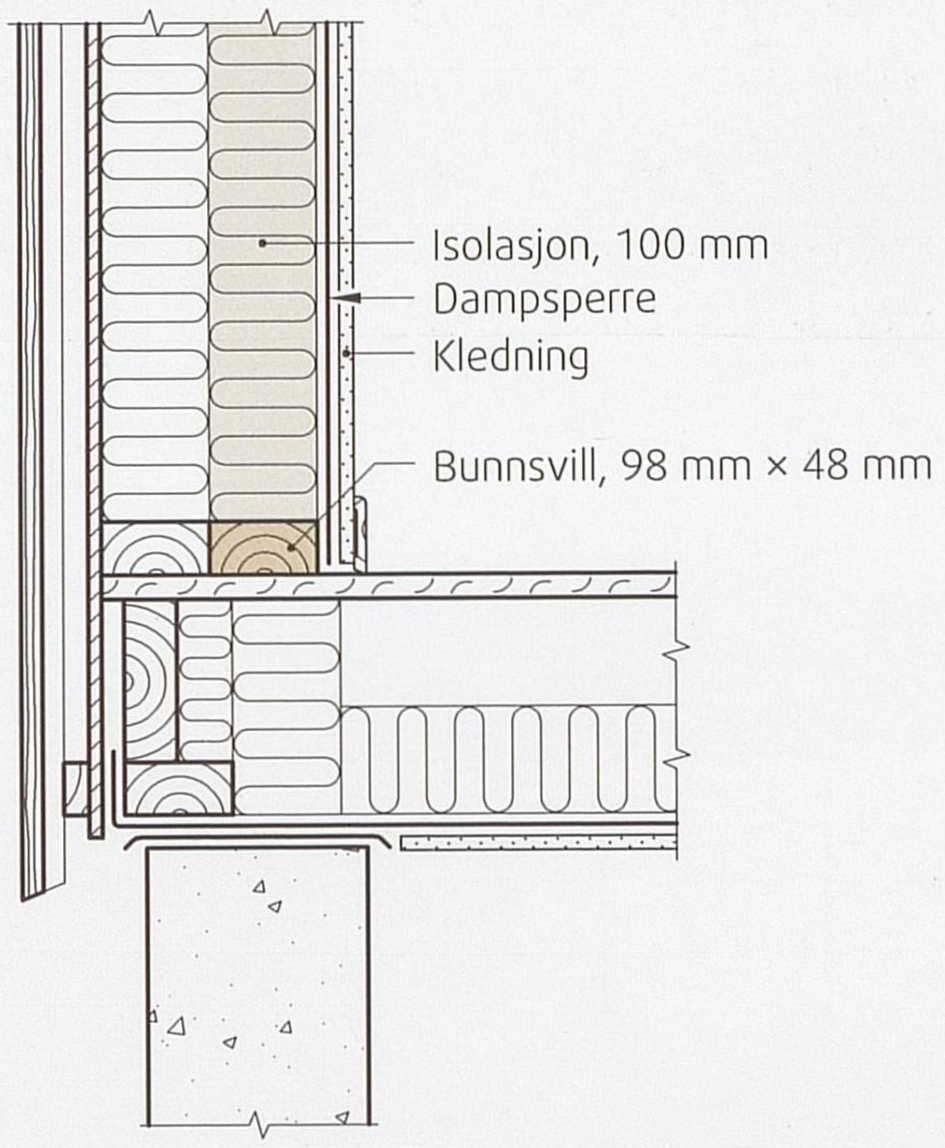
- Vi forutsetter at veggen har utlektet utvendig kledning, se figur 4.4.3 a.
- Demonter elektriske ledninger, stikkontakter osv. og tett hull i dampsperra.
- Demonter golv- og taklister, samt gerikter rundt vinduer og dører.
- Monter 48 mm tykk utfôring direkte på eksisterende veggkledning.
- Monter eventuelt nytt, skjult elektrisk anlegg i utfôringsveggen.
- Monter 50 mm isolasjon i utfôringen.
- Monter ny veggkledning.
- Alternativt kan det monteres to lag krysslagt 48 mm x 48 mm utfôring og legges 2 x 50 mm isolasjon med dampsperre mellom isolasjonslagene.

MERK

- Når den gamle veggen har bare 100 mm isolasjon fra før, og man etterisolerer med maks 50 mm isolasjon på innvendig side, kan den opprinnelige dampsperra (plastfolien) og eventuelt kledningen beholdes. Den opprinnelige dampsperra vil fortsatt fungere dersom den er intakt.
- Dersom det etterisoleres med mer enn 50 mm isolasjon på innsiden av en opprinnelig yttervegg med 100 mm isolasjon, må man fjerne den gamle dampsperra og montere ny på innvendig side, se figur 4.3.2 b.



Figur 4.4.3 a
Innvendig etterisolering med 50 mm isolasjon
U-verdi: 0,29 W/(m²K)



Figur 4.3.3 b
Innvendig etterisolering med 100 mm isolasjon. Gammel dampsperre og kledning er fjernet og ny dampsperre er montert på innvendig side. U-verdi: 0,23 W/(m²K)

4.5 Bindingsverksvegger fra før 1960-tallet

4.5.1 Opprinnelig konstruksjon

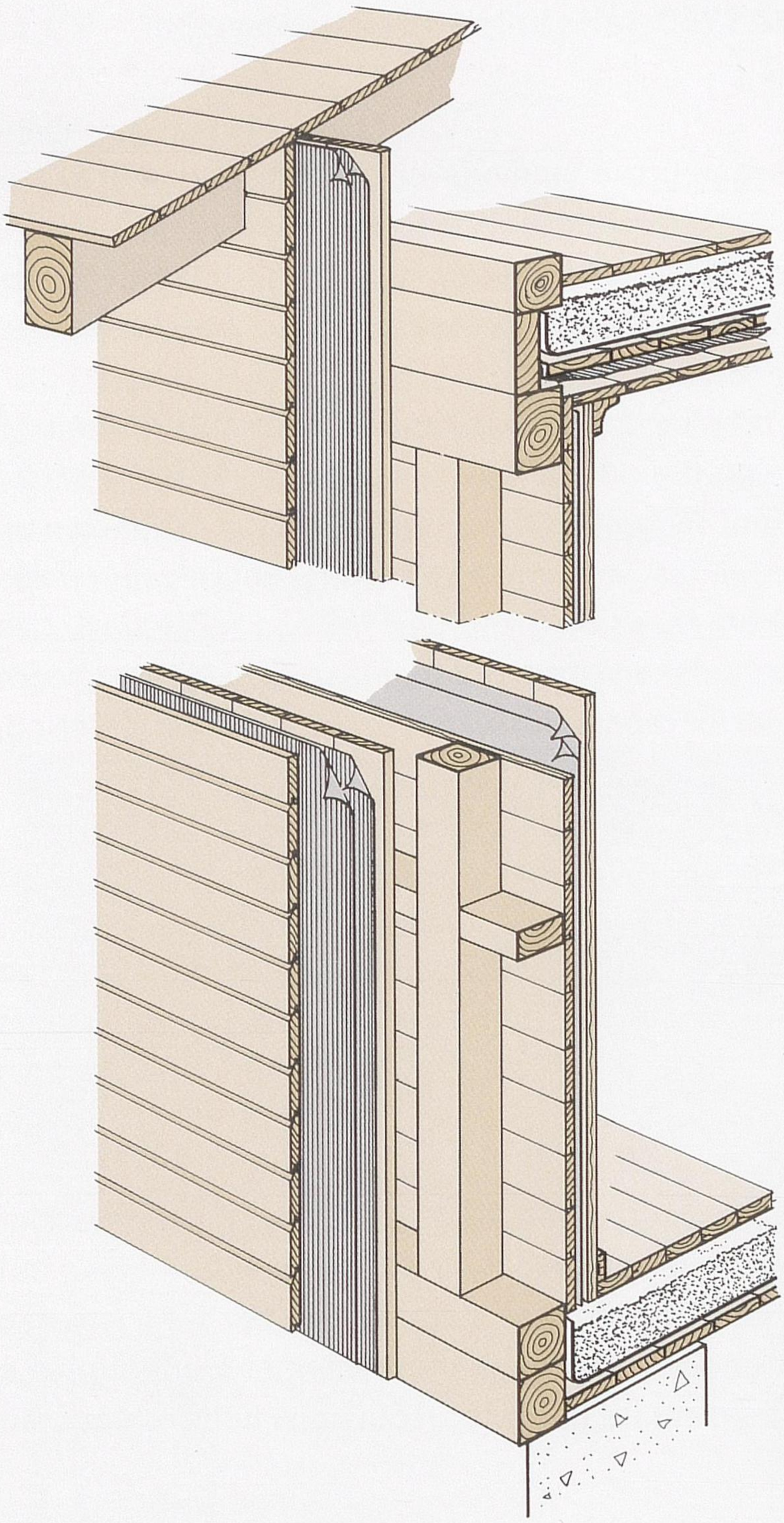
I perioden 1924–1955 var det vanlig å bygge grove bindingsverkskonstruksjoner av tre. I 1950-årene ble det mer vanlig å bygge lette bindingsverksvegger. Noen av veggene fra denne perioden hadde ikke noen annen isolasjon enn selve hulrommet inne i veggen, mens andre vegger kunne være helt eller delvis fylt med sagflis, kutterspon, bølgepapp eller andre materialer.

På hver side av veggen ble det brukt ett eller to lag asfaltimpregnert papp mellom to lag bordkledning. Det var også vanlig i en periode (1940-tallet til 1950-tallet) å bruke reflekspapp med den blanke siden inn mot veggen for å øke varmeisolasjonsevnen noe. Mange bygninger fra før 1960 har allerede fått veggene etterisolert, enten ved innblåsing av løs mineralull eller karbamidskum (spesielt brukt på 1950- og -60-tallet). I en del tilfeller, spesielt i vegger med karbamidskum, har den innblåste isolasjonen seget eller løst seg opp til pulver. Veggene er derfor modne for en ny runde med etterisolering.

4.5.2 Etterisoleringsprinsipper

Innblåsing av løsisolasjon i hulrom er fortsatt en god løsning, men veggene bør da ha utlektet kledning i utgangspunktet. Aktuelle isolasjonsmaterialer er mineralull og cellulosefiber. For å slippe å åpne veggen kan man beholde den gamle isolasjonen, men sagflis/kutterspon har mindre enn halvparten av den varmeisolerende evnen til dagens isolasjonsmaterialer. For å oppnå god effekt av etterisolering må man da montere mye isolasjon utenpå veggen. Dette gir stor veggtykkelse og kan få konsekvenser for vindusåpninger, overgang mot takutstikk osv.

Mange av de eldre, grove bindingsverksveggene har utvendig kledning direkte mot bindingsverket, uten noen utlekting. I slike vegger bør man ikke uten videre blåse inn isolasjon på grunn av fare for fuktskader i kledningen. Slike vegger bør etterisoleres etter de prinsippene som er beskrevet under. Hvis veggen har utlektet kledning (ikke uvanlig i strøk med mye slagregn), kan man enkelt blåse inn isolasjon i hulrommet uten å gjøre noe med kledningen.



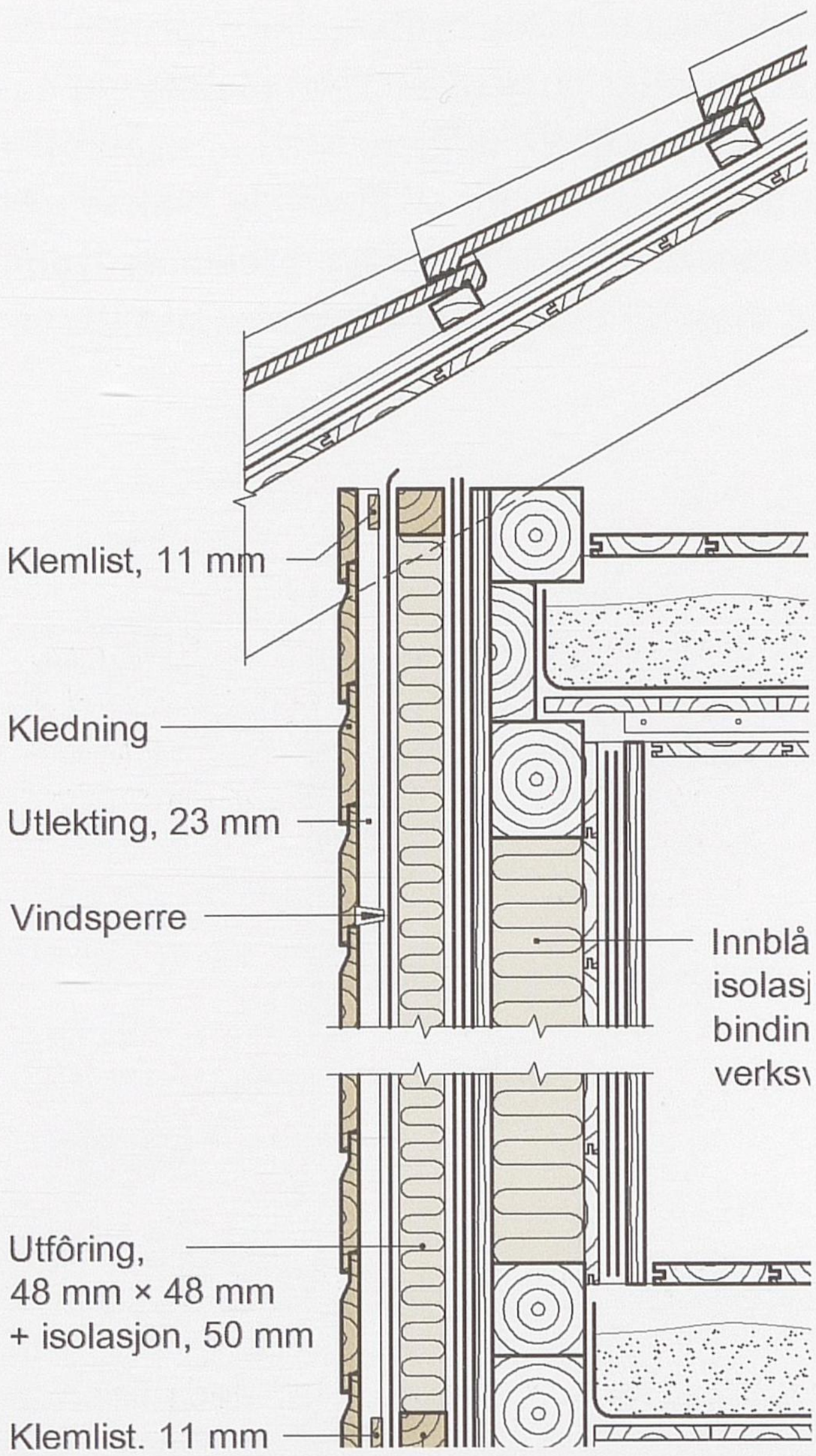
Figur 4.5.2
Grovt bindingsverk med papp og bordkledning på hver side, fra perioden 1910–1955. Den utvendige kledningen har ikke utlekting. Da vil innblåsing av isolasjon føre til økt risiko for fuktskader i kledningen.
U-verdi: ca. 0,96 W/(m²K)

4.5.3 Utvendig etterisolering og innblåsing i hulrom

Slik gjør du

- Ta av utvendig kledning. Papp og underste bordlag kan eventuelt beholdes.
- Blås inn isolasjon i veggens hulrom.
- Alternativt kan hele veggen åpnes fra utsiden slik at hulrommet isoleres med mineralullplater på vanlig måte.
- Sørg for at kald luft ikke kan blåse inn i isolasjonslaget ved sokkel/grunnmur.
- Monter minst 48 mm x 48 mm utfôring for å gi plass til ytterligere isolasjon, alternativt to lag krysslagt 48 mm x 48 mm utfôring med plass til 50 mm + 50 mm isolasjon.

- Monter 50 mm isolasjonsplater i utfôringen.
- Monter vindsperre, vær nøye med skjøtene slik at de plasseres der de kan klemmes mellom utfôring og utlekting.
- Monter 23 mm vertikal utlekting.
- Monter 11 mm horisontal klemlist i topp og bunn av veggen for å klemme vindsperresjiktet. Horisontale klemlister må være tynnere enn utlektingen, for ikke å stenge for drenering/ventilering av kledningen.
- Monter utvendig, liggende kledning. Pass på at kledningen avsluttes opp mot takutstikk på en slik måte at ventileringen av taket/kaldtloftet beholdes som før.
- Vurder etterisolering av bjelking og etasjeskillere.



Figur 4.5.3
Utvendig etterisolering og innblåsing i hulrom
U-verdi: 0,28 W/(m²K)

4.6 Murvegger av blokker fra 1960-tallet

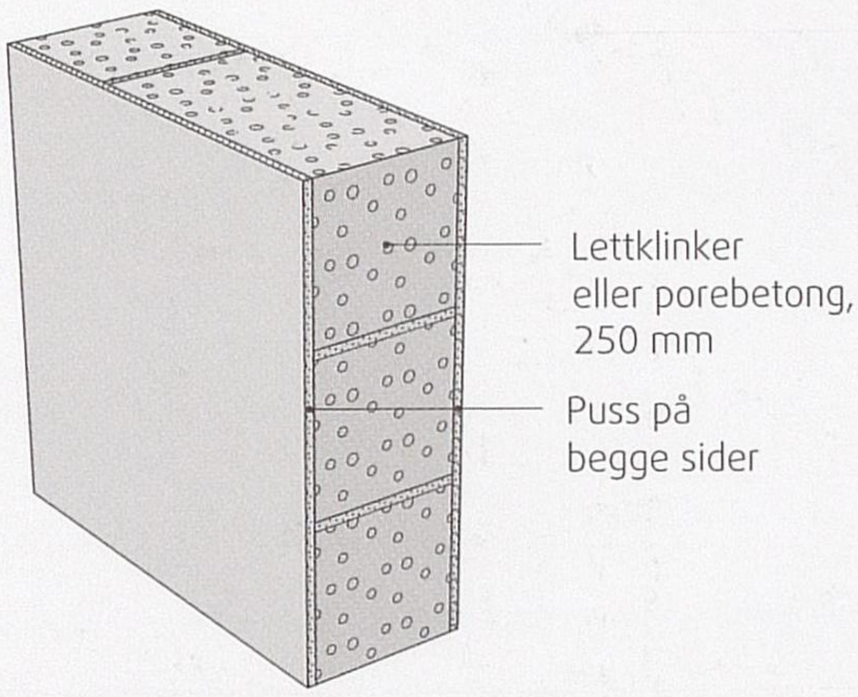
4.6.1 Opprinnelig konstruksjon

På slutten av 1950-tallet, gjennom hele 1960-tallet og inn på 1970-tallet ble det bygd mange småhusboliger i lettbetongblokker (lettklinker, «Leca» eller porebetong, «Siporex»). Veggene var pusset på hver side. Enkelte ganger ble veggene kledd utvendig med utlektet kledning i tillegg, på innsiden var det malte eller tapetserte overflater. Mange av disse bygningene har senere blitt modernisert og fått nye innvendige overflater. Med bare 250 mm lettbetongblokker er veggene dårlig isolert (isolasjonsevnen tilsvarer ca. 40 mm mineralullisolasjon), og har derfor et klart behov for og er, teknisk sett, velegnet for etterisolering. Etterisolering med 50 mm eller 100 mm isolasjon vil redusere varmetapet gjennom veggflatene til henholdsvis 50 og 30 prosent av hva det var før etterisolering.

4.6.2 Innvendig eller utvendig isolering?

På mur- og betongkonstruksjoner anbefales utvendig etterisolering for å redusere varmetapet gjennom kuldebroene. Dersom man ønsker å beholde bygningens opprinnelige utseende, fins det løsninger med puss på isolasjon, eller puss på utlektet platekledning.

Innvendig etterisolering av mur- og betongvegger er også mulig, men bør unngås. Med innvendig etterisolering reduseres ikke kuldebroene, som ofte er alvorlige svakheter i mur- og betongbygninger fra 1960-tallet. Dessuten øker risikoen for fuktproblemer i den utvendige overflaten (fuktskader, frostskader m.m.). I denne boka presenteres derfor kun utvendig etterisolering av slike vegger.



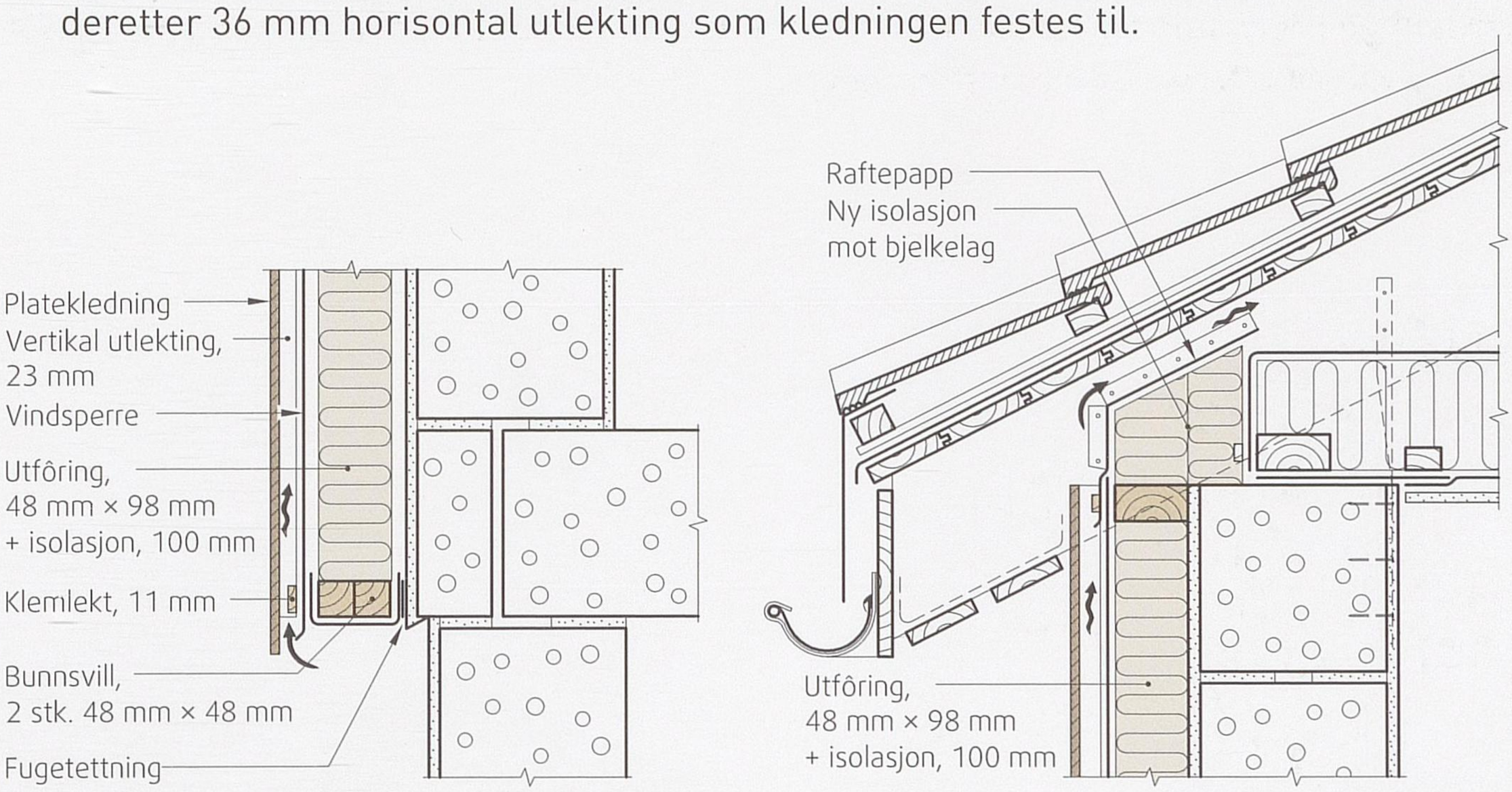
Figur 4.6.2
Typisk murvegg av 250 mm tykke lettbetongblokker. Veggen er pusset på begge sider. Isolasjonsevnen til veggen tilsvarer omtrent et 40 mm tykt lag med mineralullisolasjon.

U-verdi for 250 mm lettklinkerblokker: 0,99 W/(m²K)
U-verdi for 250 mm porebetongblokker: 0,88 W/(m²K)

4.6.3 Utvendig etterisolering med utlektet kledning

Slik gjør du

- Hvis det er mye skader i pusslaget, reparer dette først, eller fjern løs puss.
- Skjær av en 250 mm bred remse av vindsperremateriale (rullprodukt) og fest den med tettemasse nederst på veggen der bunnsvilla i utfôringen kommer.
- Monter 48 mm x 98 mm bunnsvill, slik at den klemmer vindsperreremsen og tettemassen mot nederste del av veggen. Alternativt kan du montere 2 x 48 mm x 48 mm lekter for å få god klemming.
- Monter 48 mm x 98 mm utfôring ellers på veggen.
- Monter 100 mm isolasjon i utfôringen, pass på å fylle isolasjon i overgangen mot bjelkelag.
- Sikre fortsatt lufting inn på kaldt loft / i skråtak. Se figur 4.6.3 b.
- Brett opp vindsperreremsen i bunnen av veggen og fest den på utsiden av utfôringen slik at den avsluttes oppunder vindsperra på veggen.
- Monter vindsperre, og klem alle skjøter mot underliggende utfôring ved hjelp av klemlekter/utlekting.
- Monter 23 mm vertikal utlekting.
- Monter kledning (platekledning eller liggende kledning).
- Hvis det skal være stående bordkledning, må det først monteres vertikal utlekting, deretter 36 mm horisontal utlekting som kledningen festes til.



a *b*

Figur 4.6.3 a og b
Utvendig etterisolering på 250 mm lettbetongvegg med 100 mm isolasjon i utvendig utfôring med vindsperre og utlektet kledning
a. Overgang mot sokkel
b. Overgang mot takutstikk
U-verdi for lettklinkervegg etterisolert med 100 mm isolasjon: 0,32 W/(m²K)
U-verdi for lettklinkervegg etterisolert med 50 mm isolasjon: 0,47 W/(m²K)
U-verdi for porebetongvegg etterisolert med 100 mm isolasjon: 0,29 W/(m²K)
U-verdi for porebetongvegg etterisolert med 50 mm isolasjon: 0,42 W/(m²K)

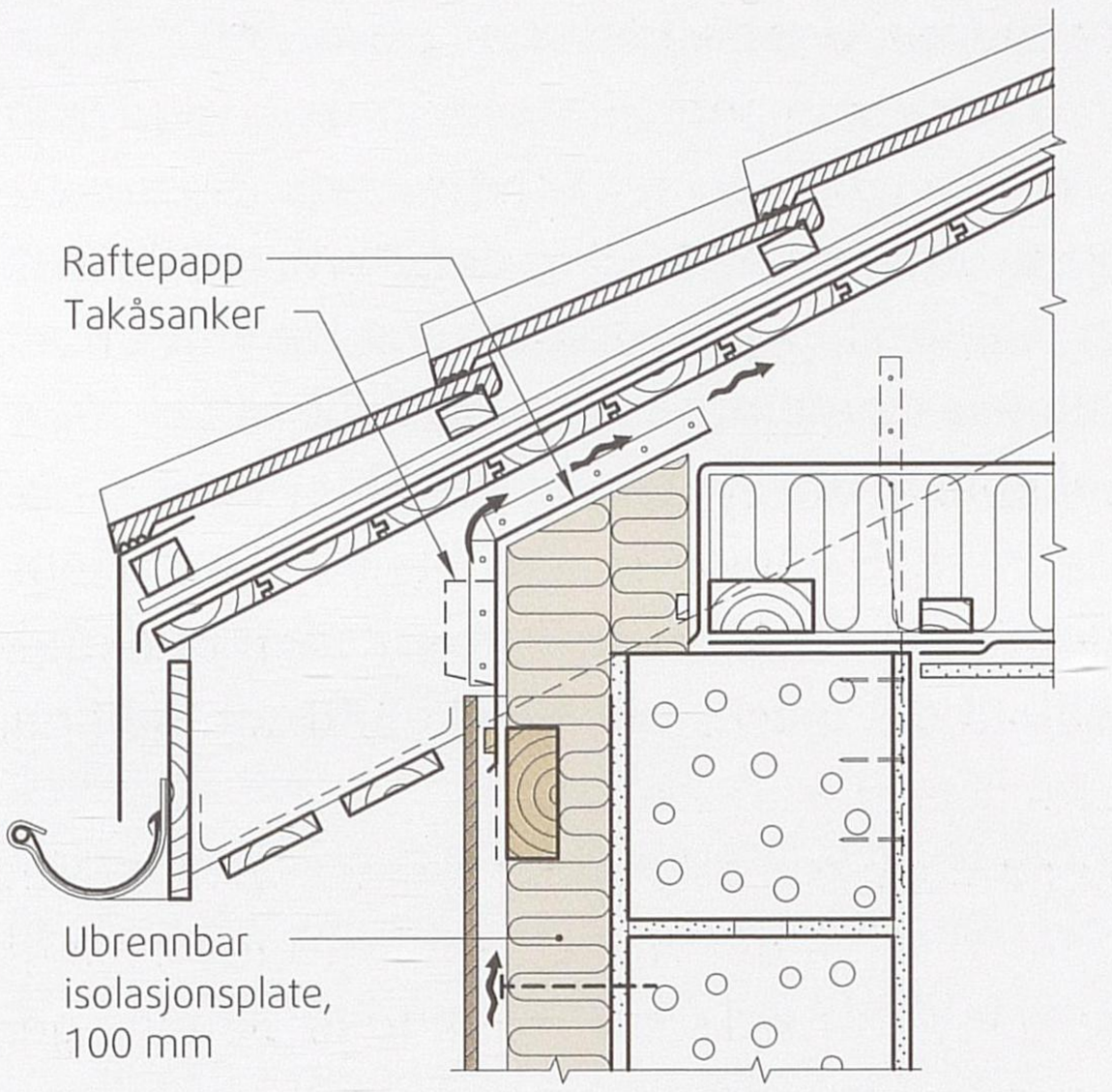
4.6.4 Etterisolering med sammenhengende isolasjonssjikt, uten utfôring

Utfôringene i et utenpåliggende isolert «bindingsverk» som vist i figur 4.6.3, vil utgjøre kuldebroer i veggen. Det fins nå løsninger hvor det er mulig å montere et sammenhengende isolasjonssjikt utenpå den gamle veggen, uten bruk av utfôring og hvor kuldebroene mer eller mindre blir eliminert. Slike løsninger er spesielt aktuelle hvis man ønsker å oppnå lavenergi- eller passivhusstandard.

En mulighet er å montere spesielle, ubrennbare isolasjonsplater (steinull) direkte på veggen uten bruk av utfôring og vindsperre, men med utlektet kledning utenpå. Isolasjonsplatene forankres til bakveggen, og vekten av både isolasjonen og den utlektede kledningen bæres av vertikale utlektingsbord som er forankret i takutstikket, se figur 4.6.4 a. Løsningen kan også brukes til etterisolering på trevegger.

En annen mulighet er å bruke løsning med puss på isolasjon, se figur 4.6.4 b. Med puss på isolasjon ligger all tetning mot vann og vind i det ytre sjiktet (ettrinnstetning). Løsningen er avhengig av nøyaktig utførelse, og er dermed sårbar for klimapåkjenninger. Den bør ikke brukes i strøk med store slagregnsmengder.

Begge etterisoleringsløsninger må utføres av spesialfirmaer. Bruk kun løsninger hvor produsent/leverandør kan framlegge dokumentasjon på at løsningen er egnet i ditt klima, for eksempel SINTEF Teknisk Godkjenning fra SINTEF Byggforsk.



Figur 4.6.4 a
Etterisolering av murvegg av blokker med ubrennbare isolasjonsplater uten bruk av utfôring, men med utlektet kledning
U-verdi for 250 mm lettklinkervegg etterisolert med 100 mm isolasjon: 0,24 W/(m²K)
U-verdi for 250 mm porebetongvegg etterisolert med 100 mm isolasjon: 0,22 W/(m²K)

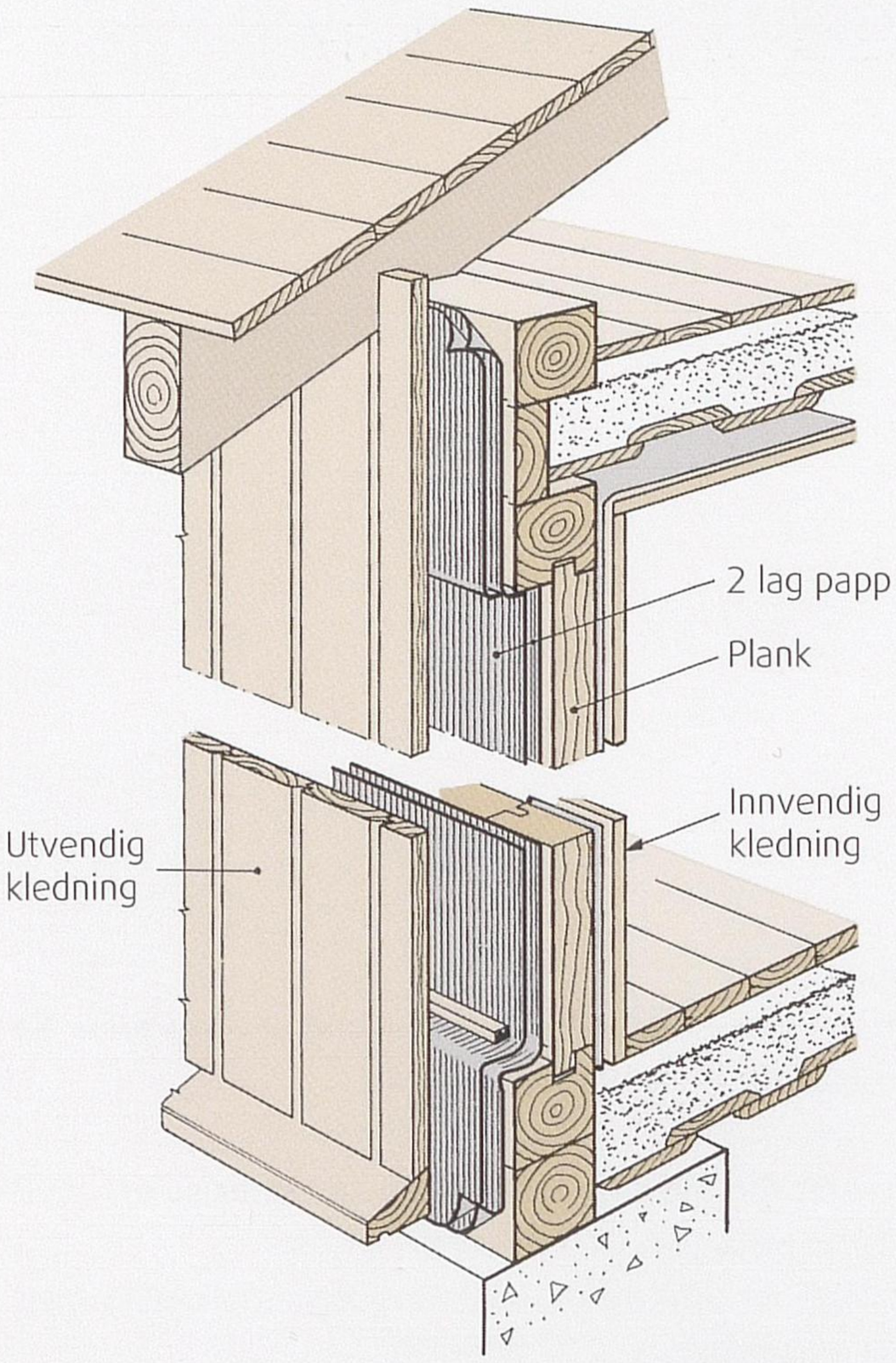
Figur 4.6.4 b
Etterisolering av murvegg av blokker med puss på isolasjon

U-verdi for 250 mm lettklinkervegg etterisolert med 50 mm isolasjon: 0,43 W/(m²K)
U-verdi for 250 mm lettklinkervegg etterisolert med 100 mm isolasjon: 0,27 W/(m²K)
U-verdi for 250 mm porebetongvegg etterisolert med 50 mm isolasjon: 0,40 W/(m²K)
U-verdi for 250 mm porebetongvegg etterisolert med 100 mm isolasjon: 0,26 W/(m²K)

4.7 Reisverksvegger

4.7.1 Konstruksjon

Reisverk består av en rammekonstruksjon av stolper og sviller der mellomrommet er utfylt med vertikale planker eller stolper. De første reisverksveggene fra slutten av 1700-tallet fram til siste halvdel av 1800-tallet var av tømmer. Fra ca. 1850 til ca. 1924 var det vanlig med reisverksvegger med planker som utfylling. Innvendig ble det satt opp ett eller to lag ull- eller cellulosepapp og kledning. På utvendig side ble det gjerne lagt to lag impregnert papp, omhyggelig bøyd rundt hjørner og sviller og forbi etasjeskillere. Det ble montert ett lag utvendig kledning slik at det gjerne ble 1½–2" luftrom mellom papp og kledning.



Figur 4.7.1
Vegg av plankereisverk med papp og kledning
U-verdi: ca. 0,82 W/(m²K)

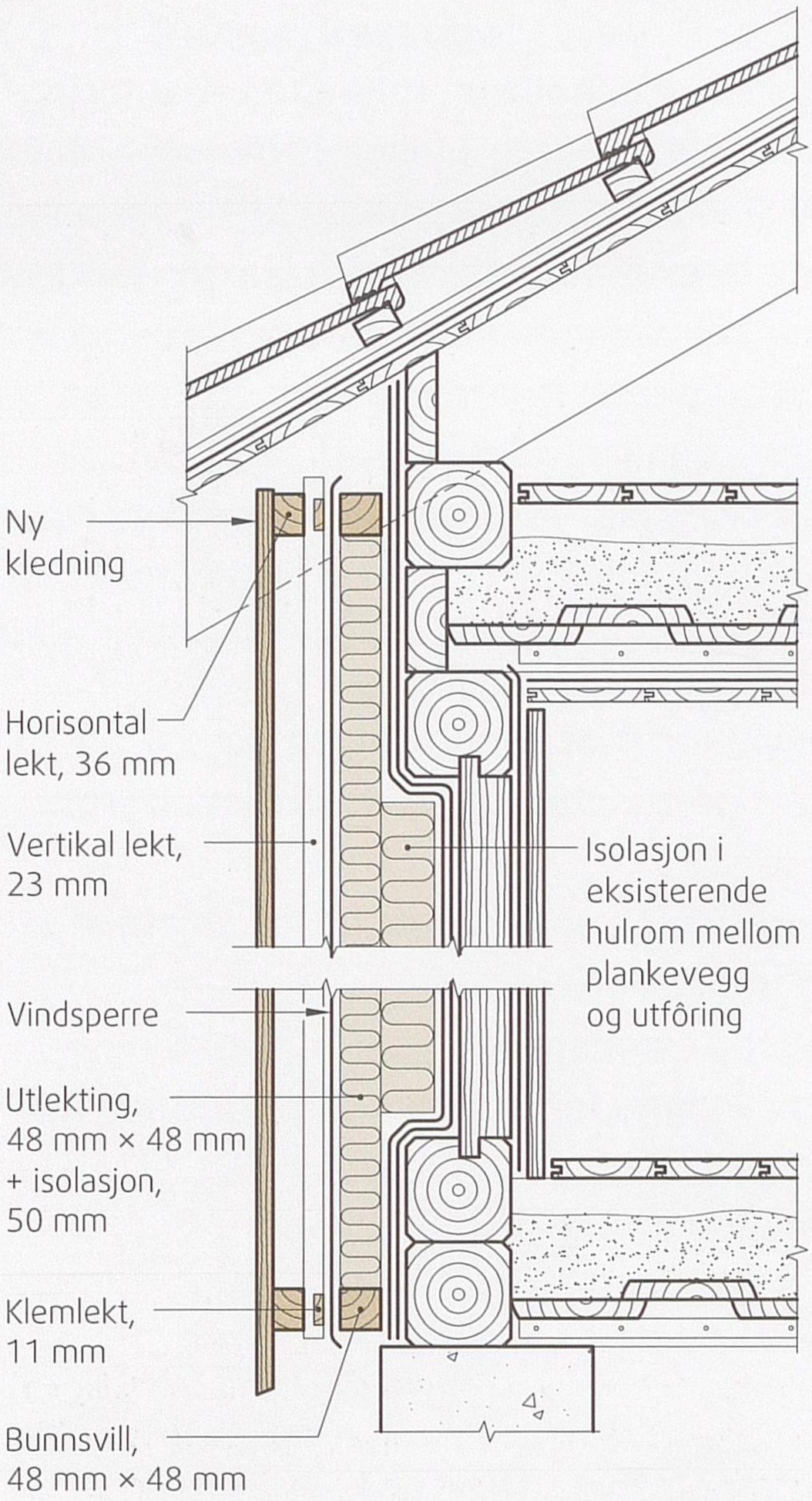
4.7.2 Utvendig isolering eller innblåsing?

Den opprinnelige kledningen er vanligvis montert mot et hulrom, men uten ventilering/drenering. Det er heller ikke vindsperre mellom kledning og hulrom. Hvis man bare fyller hulrommet med isolasjon, for eksempel ved innblåsing, kan kald luft trenge inn i isolasjonen og redusere isolasjonsevnen. Dessuten vil innblåsing av isolasjon direkte mot utvendig kledning gi økt risiko for fuktskader i kledningen (mindre varmetap utover, kaldere og fuktigere kledning). En slik løsning vil vi derfor fraråde.

4.7.3 Utvendig etterisolering

Slik gjør du

- Fjern eksisterende kledning, behold det eksisterende pappsjiktet.
- Fyll det opprinnelige hulrommet med isolasjon inn mot papplaget, se figur 4.7.3.
- Monter minst 48 mm vertikal utfôring for ytterligere isolasjon (helst 98 mm utfôring eller to lag krysslagt 48 mm x 48 mm).
- Legg ny vindsperre med tette skjøter utenpå isolasjonen. Sørg for at skjøtene i vindsperra kan klemmes mot fast underlag (mot utfôring).
- Monter 23 mm vertikal utlekting. Klem skjøtene i vindsperra godt med lektene.
- Monter horisontal klemlist i topp og bunn av veggen for å sikre tett avslutning av vindsperra mot topp- og bunnsvill.
- Monter 36 mm horisontal utlekting for innfesting av stående kledning.
- Monter kledningen.



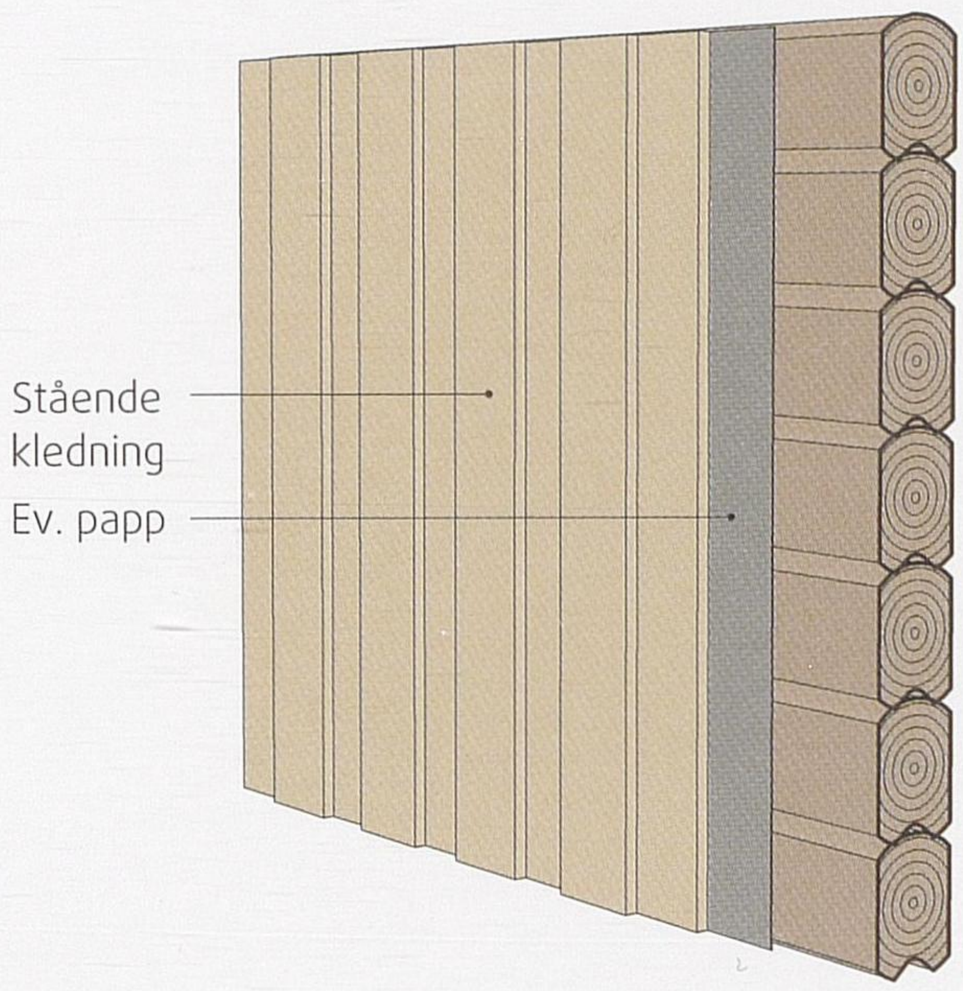
Figur 4.7.3
Utvendig etterisolering av reisverksvegger
Det er viktig å montere vindsperresjiktet nøyaktig slik at man unngår lekkasje av kald luft inn. Dette er helt avgjørende på steder med mye vind. Videre er det viktig at veggen får en utlektet, drenert og ventilert kledning.

U-verdi med 50 mm isolasjon i påfôringen: 0,32 W/(m²K)
U-verdi med 100 mm isolasjon ipåfôringen: 0,24 W/(m²K)

4.8 Laftede tømmervegger

4.8.1 Konstruksjon

Laftede tømmervegger har vært brukt gjennom flere hundre år i Norge, og en del gamle bygninger med tømmervegger er fortsatt i bruk som boliger. Mange er allerede kledd inn med en beskyttende kledning, og på innvendig side er veggene enten synlige tømmervegger eller dekket med veggkledning, eventuelt i kombinasjon med isolasjon. Mange har likevel behov for etterisolering. Rene tømmervegger, eventuelt med kledning, har uansett dårlig varmeisolerende evne: En 200 mm tykk laftevegg av tømmer med rektangulært eller ovalt tverrsnitt har samme isoleringsevne som ca. 50 mm mineralullisolasjon. I tillegg har laftede tømmervegger vanligvis store luftlekkasjer.



Figur 4.8.1
Laftevegg av tømmer med utvendig stående kledning og synlig laftevegg innvendig. I utgangspunktet kan slike vegger ha store ukontrollerte luftlekkasjer og dårlig isoleringsevne.
U-verdi: 0,75 W/(m²K)

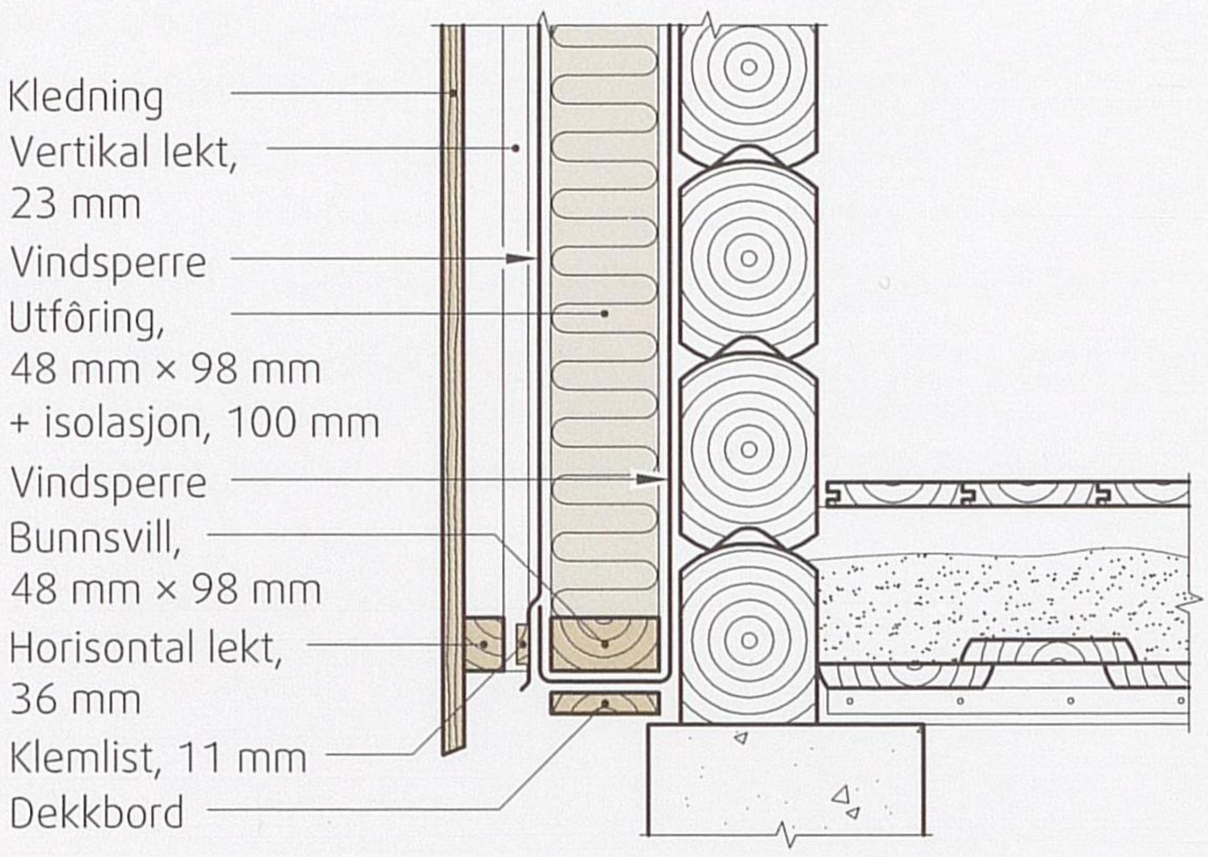
4.8.2 Utvendig eller innvendig isolering?

Ved innvendig etterisolering blir den opprinnelige veggen kaldere og mer fuktutsatt, og det må gjøres en fuktteknisk vurdering før man etterisolerer. I denne boka viser vi kun utvendig etterisolering av tømmervegger.

4.8.3 Utvendig etterisolering

Slik gjør du

- Eventuell gammel kledning fjernes for å hindre at kald luft trenger inn bak kledningen.
- Monter en vindsperre av rullprodukt med klemte skjøter. La vindsperra henge 250 mm ned under ny bunnsvill.
- Monter utfôring vertikalt (senteravstand 600 mm) eller horisontalt (senteravstand 600 mm eller 900 mm), avhengig av om det skal være liggende eller stående kledning utvendig.
- Tett godt mellom nederste og øverste horisontale utfôring og eksisterende vegg.
- Monter plater eller matter av mineralull i utfôringen.
- Brett den nedhengte vindsperra rundt «bunnsvilla» i utfôringen, slik at den avsluttes oppunder ytre vindsperresjikt.
- Monter vindsperre av rullprodukt med klemte skjøter eller vindtette plater utenpå isolasjonen.
- Monter utlekting og ny kledning.



Figur 4.8.3
Laftevegg av tømmer etterisolert utvendig med 100 mm isolasjon. Det er montert et lufttett sjikt (vindsperre) inn mot lafteveggen. Dette sjiktet fungerer også som dampsperre. Et typisk vanskelig punkt er tetting inn mot den gamle veggen.
U-verdi ved etterisolering med 50 mm isolasjon: 0,38 W/(m²K)
U-verdi ved etterisolering med 100 mm isolasjon: 0,27 W/(m²K)

LES MER

I Byggforskserien:

U-verdier. Vegger over terreng	Byggdetaljer 471.012
Materialer til luft- og damptetting	Byggdetaljer 573.121
Eldre laftede vegger. Metoder og materialer	Byggforvaltning 723.304
Eldre vegger av reisverk. Metoder og materialer	Byggforvaltning 723.305
Eldre vegger av bindingsverk. Metoder og materialer	Byggforvaltning 723.306
Eldre yttervegger av mur og betong. Metoder og materialer	Byggforvaltning 723.308
Etterisolering av betong- og murvegger	Byggforvaltning 723.312
Etterisolering av yttervegger av tre	Byggforvaltning 723.511

5 Vinduer

5.1 Innledning

Ved etterisolering av yttervegger vil det ofte være aktuelt å skifte ut vinduene samtidig. Nye, godt isolerte vinduer kan gi stor besparelse i fyringsutgiftene, samtidig som det gir bedre komfort inne. Nye vinduer kan også gi bedre tilgjengelighet for renhold og vedlikehold.

Når man etterisolerer og skifter vinduene samtidig, kan man plassere vinduene i den gunstigste posisjonen i veggen samtidig som det er lett å få til gode løsninger for vann- og lufttetning rundt vinduene.

Dersom vinduene allerede er byttet ut, er det som regel ikke aktuelt å skifte dem i forbindelse med etterisolering. Man kan eventuelt flytte vinduene lenger ut i veggen. Blir vinduene stående i sin opprinnelige posisjon, må man finne gode løsninger for tetting mellom vinduene og den nye veggen.

5.2 Vindusdetaljer ved utvendig etterisolering av trevegger

5.2.1 Utvendig etterisolering og nye vinduer

Prinsipper for utførelse

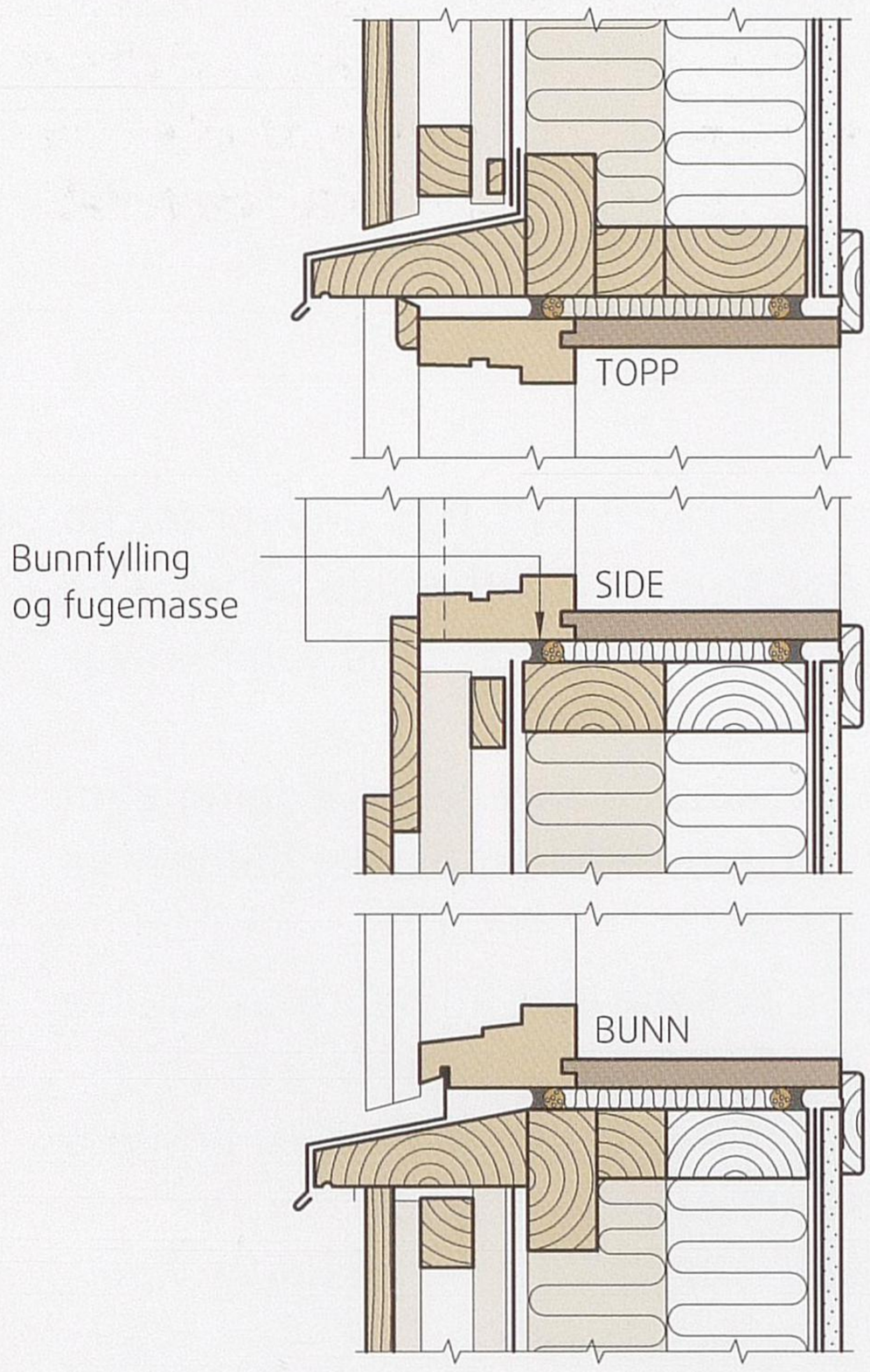
- Sørg for å ta nøyaktig mål av de gamle vinduene (ytre karmmål). Nye vinduer må ha dimensjoner som gir plass til en monterings-/tettefuge mellom vindu og vegg på alle sider av vinduet. En god monterings-/tettefuge mellom karm og vegg krever en fugebredde på 6–10 mm.
- Nye vinduer bør plasseres i veggen i samme avstand til utvendig kledning som tidligere, slik at vindusdetaljene og utseendet på fasaden kan opprettholdes, se figur 5.2.1 a.
- Når vinduene plasseres helt ut mot kledningen, oppstår det kuldebro og ekstra varmetap. For å redusere varmetapet er den gunstigste plasseringen 3–4 cm innenfor vindsperresjiktet, se figur 5.2.1 b. Denne plasseringen krever en bredere bunnfuge, noe som får konsekvenser for karmstørrelsen.
- Når vinduet plasseres et stykke inn i veggen, må det legges membran under vannbrettbeslaget slik at vann ikke kan trenge ned i veggen under.
- Det er viktig å sikre totrinnstetning av fugen mellom vinduet og veggen med atskilt regn- og lufttetning. På utvendig side kan man for eksempel bruke bunnfyllingslist og elastisk tettemasse (fugemasse). Fugetetningen mellom karm og vegg er

lufttetningen. På utsiden av lufttetningen må det være en regnskjerm. Til det kan man benytte dekklist i valgfritt materiale. Mellom regnskjermen og lufttetningen må det være et drenert hulrom. Hensikten med dette er å sikre at vann som trenger inn bak dekklisten, lett skal kunne renne ut igjen. Hulrommet må ha en dybde og bredde som sikrer at vanndråpene renner nedover. Derfor må dybden og bredden være minst 6 mm, helst opp mot 10 mm.

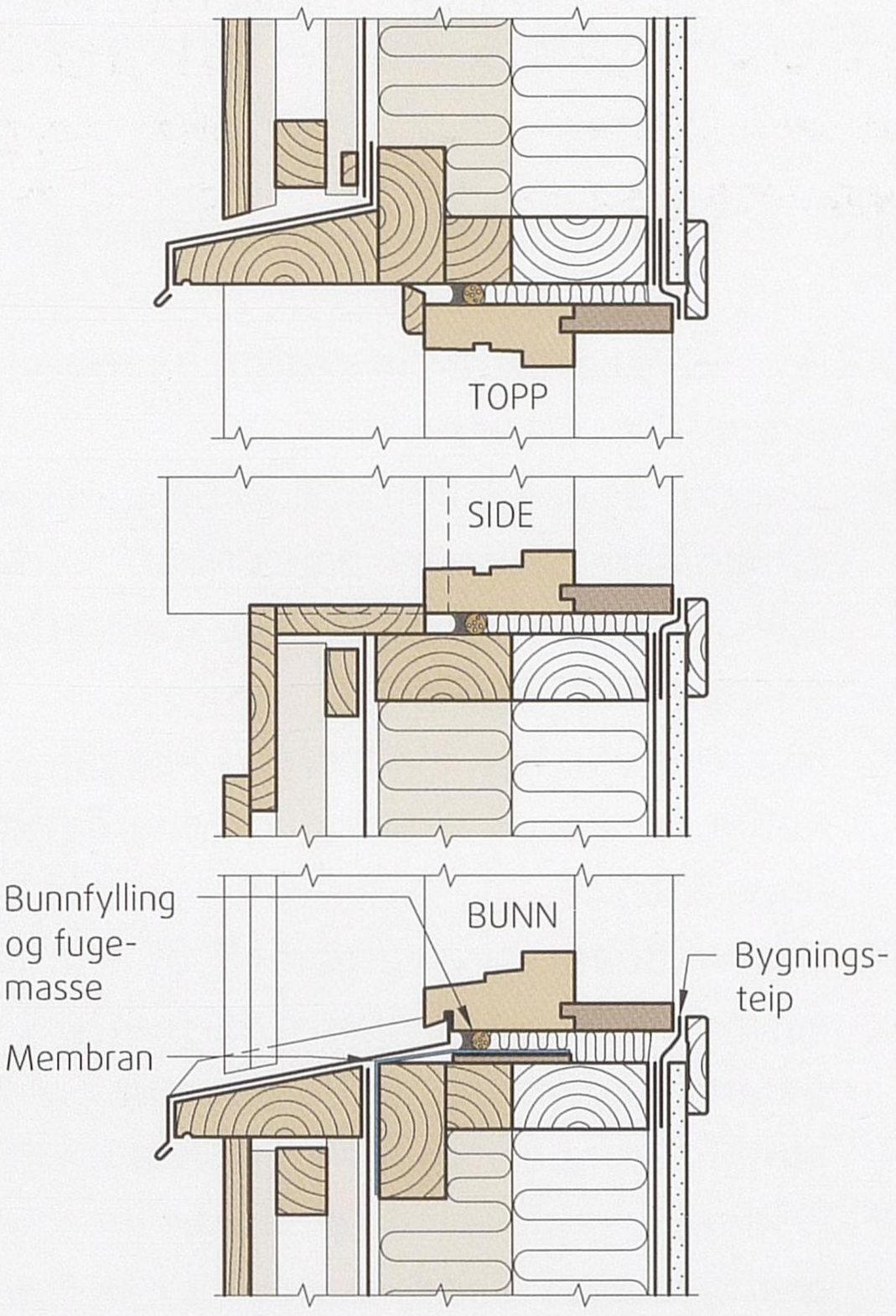
- Ved montering av nye vinduer må også innvendig side av fugene tettes. Bunnfyllingslist og elastisk fugemasse er en god løsning.

MERK

Prinsippet med totrinnstetning brukes til utvendig tetting av alle vindus- og dørfuger, uavhengig av om veggene etterisoleres.



Figur 5.2.1 a
Nytt vindu montert i vegg som er etterisolert på utvendig side. Vinduet er plassert i samme avstand til utvendig kledning som før etterisolering.



Figur 5.2.1 b
Nytt vindu plassert i den etterisolerte delen av veggen. En slik løsning gir mindre varmetap.

Slik gjør du

- Når du fôrer ut på veggen for ny isolasjon, lag også utfôring rundt vinduene.
- Ta ut eksisterende vindu etter at ny isolasjon og vindsperre på veggen er på plass.
- Monter vannbrett og vannbrettbeslag over vindu.
- Fest vindsperra på veggen, og klem den godt fast mot utfôringen rundt vindu.
- Monter vannbrett under vinduet.
- Monter nytt vindu i riktig posisjon i veggen og fest vinduet med skruer.
- Fyll monteringsfugen med isolasjon.
- Legg i bunnfyllingslist og tett med fugemasse.
- Monter vannbrettbeslag under vinduet.
- Monter utlekting og kledning på veggen.
- Monter eventuelt dekklistene rundt vinduet.

5.2.2 Utvendig etterisolering uten å bytte ut vinduene

Ofte er vinduene allerede skiftet ut, eller så ønsker man å beholde de gamle vinduene. Ved utvendig etterisolering blir da vindussmygene på utsiden dypere, og små vinduer kan se ut som «glugger» i veggen. Fasaden vil få et endret utseende, avhengig av hvor mye isolasjon man legger utenpå veggen.

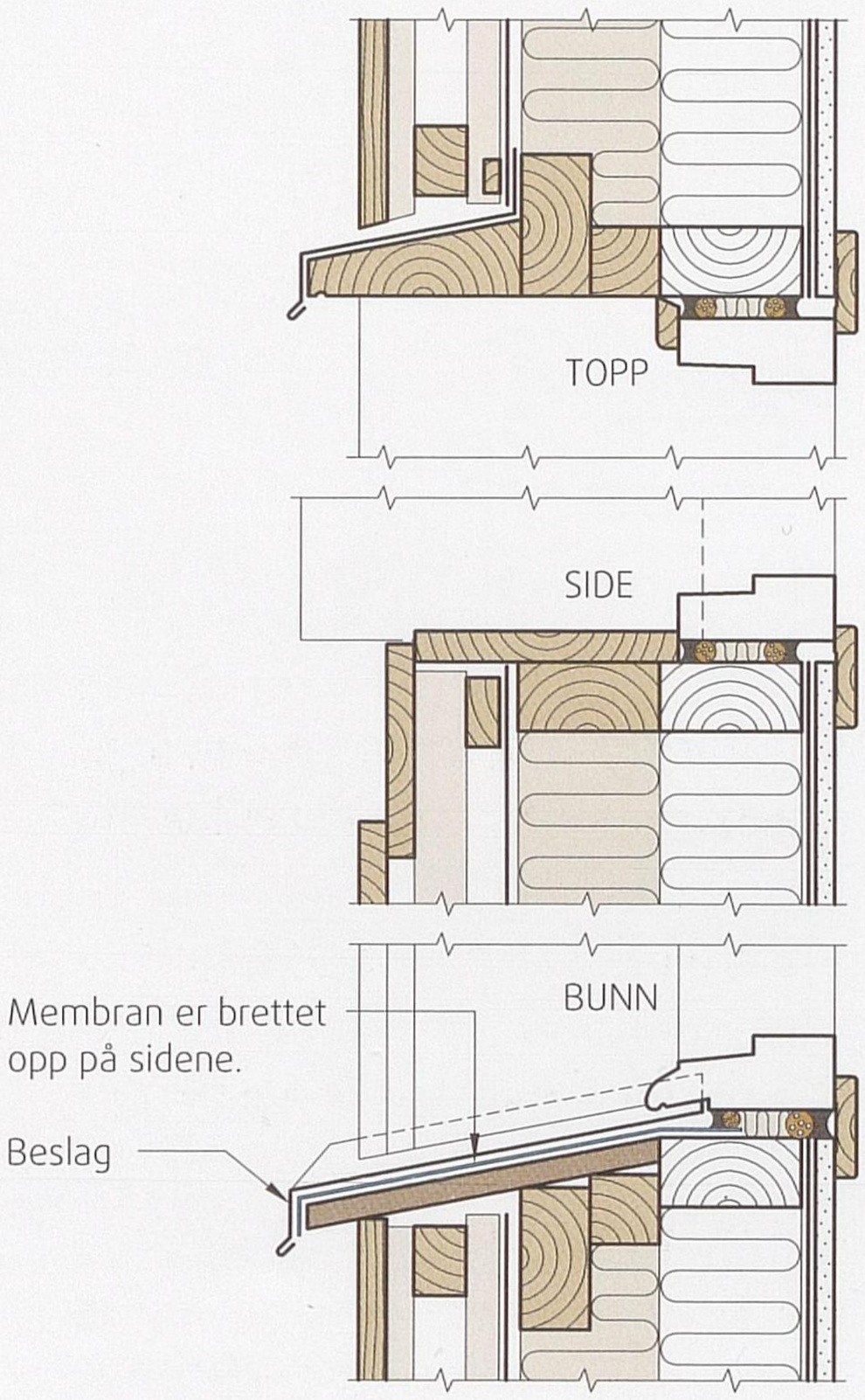
Med dype, utvendige vindussmyg, øker risikoen for vannlekkasjer og fuktproblemer. Eventuelle vannlekkasjer inn bak utfôring eller vannbrett rundt vinduene kan føre til at vann kan renne ned i den isolerte veggen under. I områder med middels eller store slagregnsmengder må det derfor brukes et vanntett sjikt (membran) under vannbrett.

Slik gjør du

- Når utvendig kledning er tatt av, reparer og skrap/grunn/mal vinduene hvis det er behov for det.
- Etabler ny fugetetning mellom vindu og eksisterende vegg.
- Monter utfôring for isolasjon rundt vinduene og på resten av veggen.
- Monter isolasjon og vindsperre. Klem vindsperra godt til utfôring rundt vindu.
- Monter vannbrett, membran og vannbrettbeslag over og under vinduet. Beslaget bør helst avsluttes i spor opp under eksisterende vindu. Hvis et slikt spor ikke fins, må annen spesialløsning vurderes.
- Monter utfôring i smyg over og rundt vindu.
- Avslutt kledning og utfôring i smyg 10 mm opp fra vannbrett.
- Monter eventuelt dekklistene rundt vinduet.

MERK

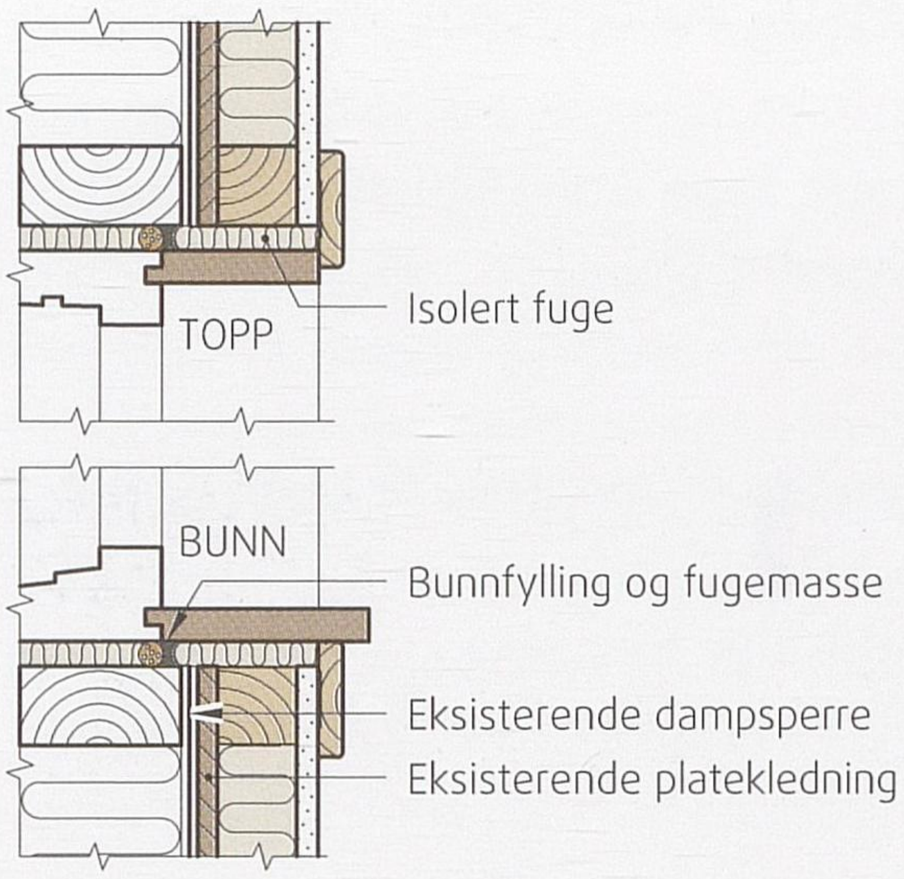
Ofte er innvendig tetning av vindusfugene mangelfullt utført. Derfor kan det være en fordel å sjekke dette før du etterisolerer veggen.



Figur 5.2.2
Prinsippløsning når vindu blir sittende i opprinnelig vegg ved utvendig etterisolering. Et vanntett sjikt (membran) under vannbrettbeslaget forebygger eventuelle lekkasjer og fuktskader.

5.3 Vindusdetaljer ved innvendig etterisolering av trevegger

Ved innvendig etterisolering må man passe på at dampsperra tetter godt rundt vinduene for å redusere faren for trekk. Det kan være problematisk å få montert dampsperra tett mot fôringene.



Figur 5.3
Vindusdetaljer ved innvendig etterisolering av trevegg
Fugetetning er etablert i samme plan som dampsperresjiktet, mellom vinduskarm og opprinnelig vegg. Her består fugetetningen av bunnfyllingslist og fugemasse.

Slik gjør du

- Løsningen forutsetter at det etterisoleres med 50 mm isolasjon på en bindingsverksvegg isolert med 100 mm. Opprinnelig dampsperre og platekledning er beholdt og fungerer som dampsperre.
- Før etterisoleringsarbeidet starter, ta av opprinnelige gerikter og eventuelle vindusfôringer rundt vinduene.
- Etabler fugetetning med for eksempel bunnfyllingslist og elastisk fugemasse mellom opprinnelig vegg og vinduskarm.
- Monter nye vindusfôringer etter at veggen har fått ny isolasjon og kledning.
- Isoler fugen mellom vindusfôringen og den etterisolerte veggdelen.
- Monter gerikter.

5.4 Vindusdetaljer ved utvendig etterisolering av mur- og betongvegger

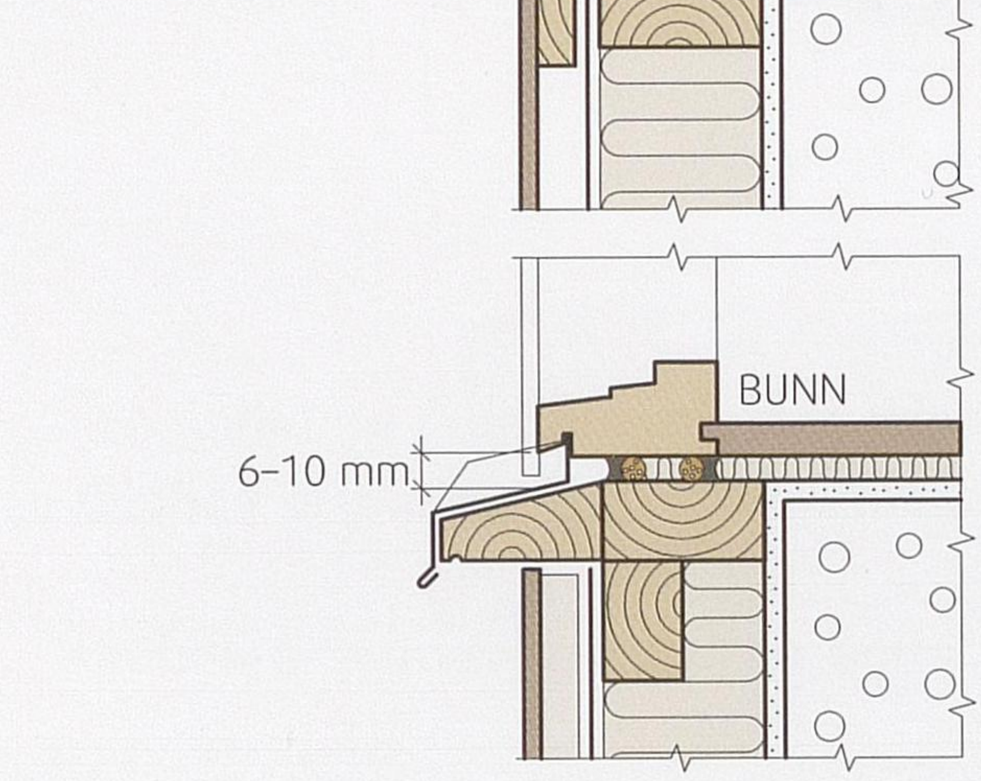
5.4.1 Innledning

Det er en fordel å bytte vinduer samtidig som man foretar utvendig etterisolering av mur- eller betongvegger. Betydningen av å bytte vinduer er større for mur- og betongvegger enn for trevegger, siden mur og betong isolerer betydelig dårligere enn trevirke. Hvis de eksisterende vinduene blir stående et stykke inn i den opprinnelige mur- eller betongveggen, er det vanskelig å redusere varmetapet fra kuldebroene via vindussmygene rundt vinduene.

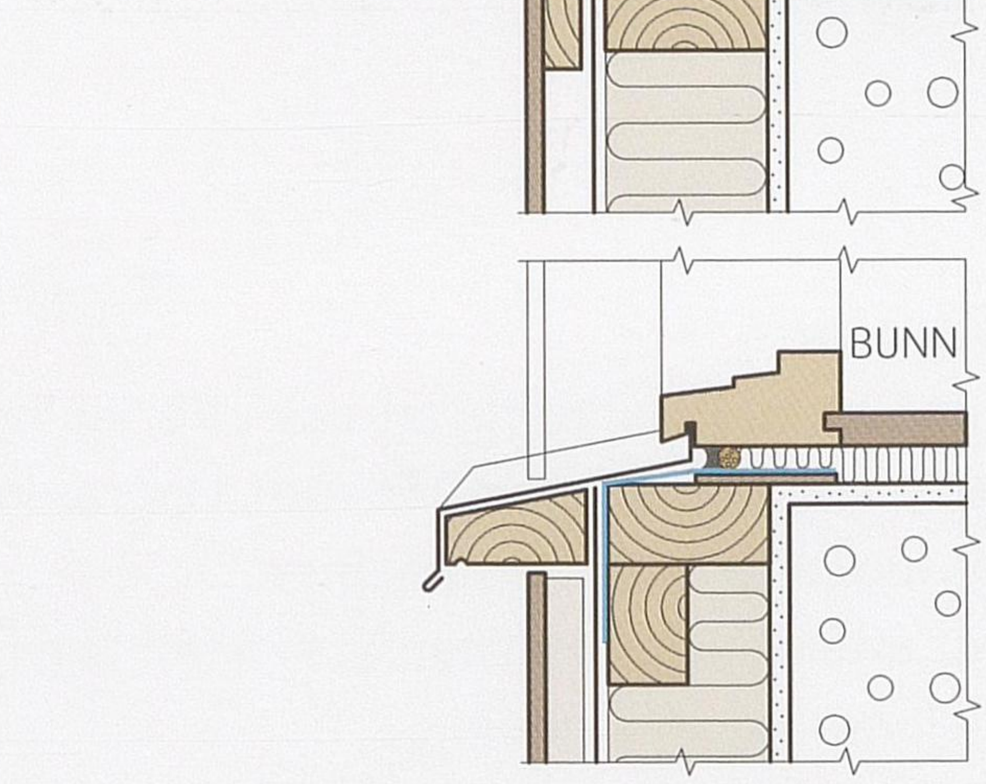
5.4.2 Utvendig etterisolering og nye vinduer

Slik gjør du

- Når utfôringene rundt vinduene og på resten av veggen er montert, ta ut de gamle vinduene.
- Monter nye vinduer, fest dem med skruer til ny utfôring.
- Etabler utvendig fugetetning mellom karm og utfôret vegg, se figur 5.4.2.



Figur 5.4.2 a
Tetting rundt nye vinduer i etterisolert mur- eller betongvegg.Utlektet kledning gir en totrinnstetning mot regn og vind. Denne løsningen anbefales i strøk med mye regn og vind.



Figur 5.4.2 b
Nytt vindu trukket 3–4 cm innenfor vindsperresjiktet gir mindre varmetap. Monter membran under sålbenkbeslaget.

- Monter vannbrett og vannbrettbeslag over vinduene.
- Monter vannbrett og vannbrettbeslag under vinduene.
- Monter vindsperresjiktet på veggen.
- Monter 23 mm utlekting.
- Monter platekledning (eventuelt platekledning med puss).
- Monter eventuelle dekklister rundt vinduene.

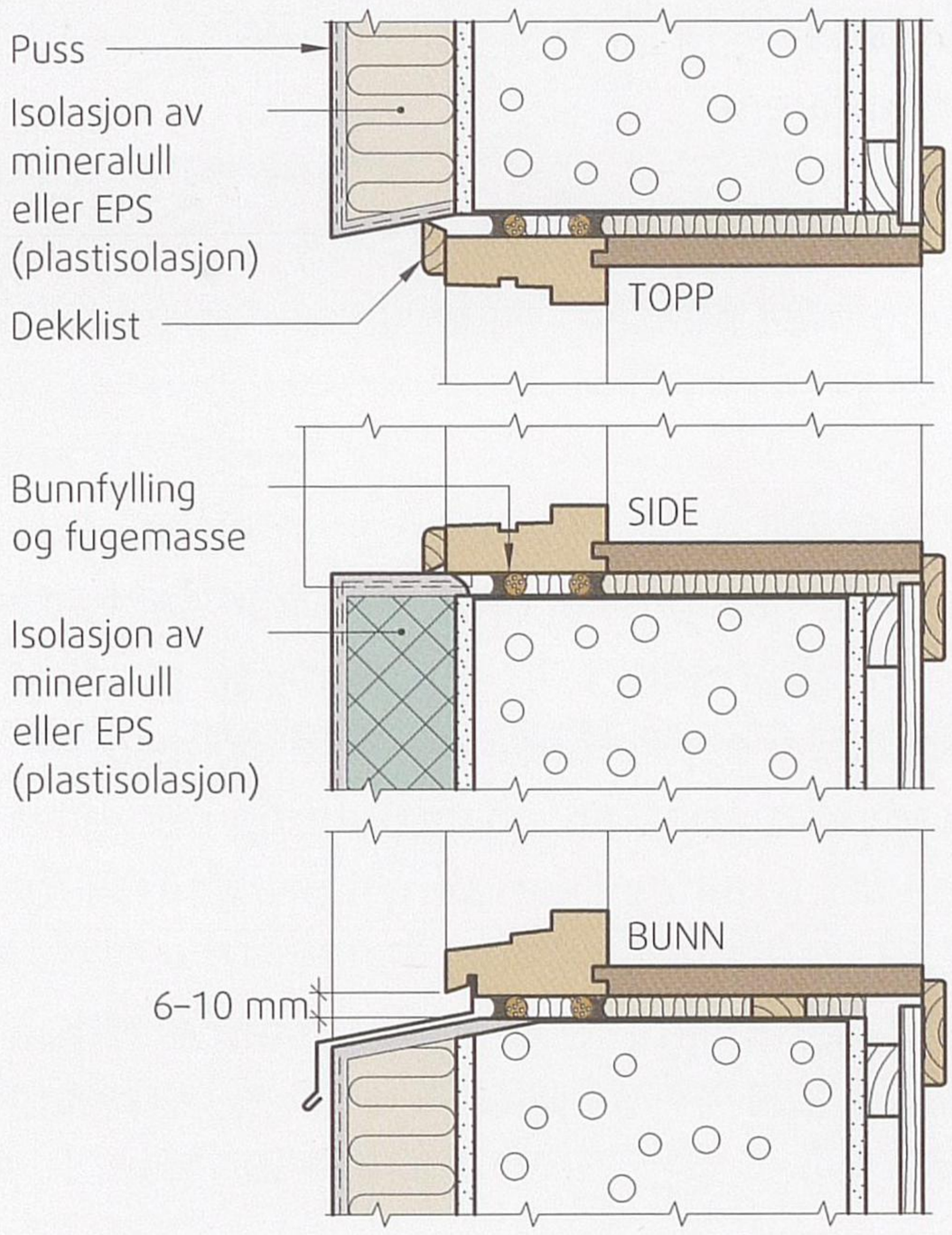
5.4.3 Puss-på-isolasjon og nye vinduer

Når de opprinnelige veggene av mur eller betong har hatt pusset overflate, kan det være ønskelig å beholde dette også etter at veggene er etterisolert. Et alternativ til utlektet platekledning med puss er å montere isolasjon og påføre et pusslag direkte på isolasjonen. Puss-på-isolasjon-systemer har vært på markedet i mange år, og er nettopp beregnet for etterisolering av mur- og betongkonstruksjoner. Løsningen kan benyttes i store deler av landet, også i strøk med mye regn og vind.

Man må følge anbefalinger og anvisninger fra leverandørene av slike systemer. Bruk kun systemer med SINTEF Teknisk Godkjenning fra SINTEF Byggforsk, eller tilsvarende dokumentasjon.

MERK

- Forsikre deg om at leverandørens løsning tåler de lokale klimapåkjenningene der du bor.
- Sørg for at alle detaljer er prosjektert (planlagt, vist på tegninger) på forhånd, og at disse følger anvisningene fra leverandøren.
- For å oppnå gode vindusdetaljer, må det være en definert fuge (spalte) mellom vinduskarm og vegg (smyg). Fugen sikrer at pusslaget i smyget kan avsluttes slik figur 5.4.3 viser.



Figur 5.4.3
Puss på isolasjon og nye vinduer
Den mest sårbare delen av puss-på-isolasjon-systemene er detaljløsningene rundt vinduer og andre veggåpninger. De grunnleggende prinsippene som vises i denne figuren, sikrer totrinnstetning mot inntrenging av vann og luft utenfra. Det må være et dreneringskammer mellom regnskjerm (dekklist) og innenforliggende fuge. Sålbenkbeslaget må avsluttes godt ut fra fasadelivet for å unngå skjemmende misfarging.

5.4.4 Utvendig etterisolering og eksisterende vinduer

Denne løsningen innebærer at eksisterende vinduer blir stående i den opprinnelige veggen. Vindussmygene vil være i kontakt med kald uteluft og gir derfor en kraftig kuldebroeffekt (ekstra varmetap, risiko for kalde overflater med mulighet for kondens). Løsningen frarådes hvis den opprinnelige veggen har dårlig varmeisolasjonsevne, for eksempel ren betongvegg.

I murvegger er ofte de opprinnelige vinduene «pusset inn», det vil si at pusslaget i smygene og på sålbenken er ført direkte inn på vinduskarmen. Det gir stor risiko for fuktskader på vinduet.

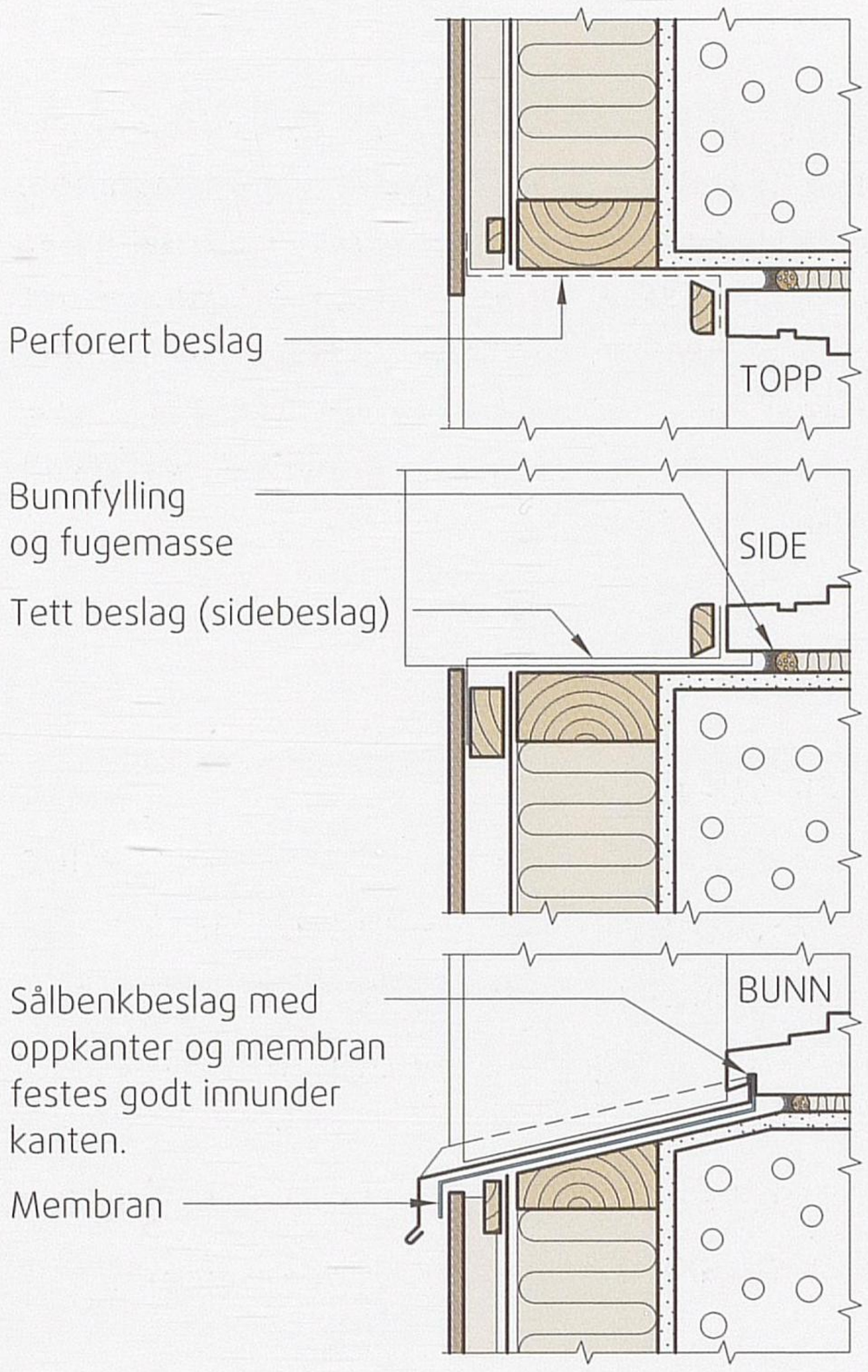
Løsningen gir dypere vindussmyg, og det får konsekvenser for utseendet på fasadene. Dersom det etterisoleres med mer enn 50 mm, kan små vinduer framtre som «glugger», og dermed gi fasaden et annet uttrykk.

Slik gjør du

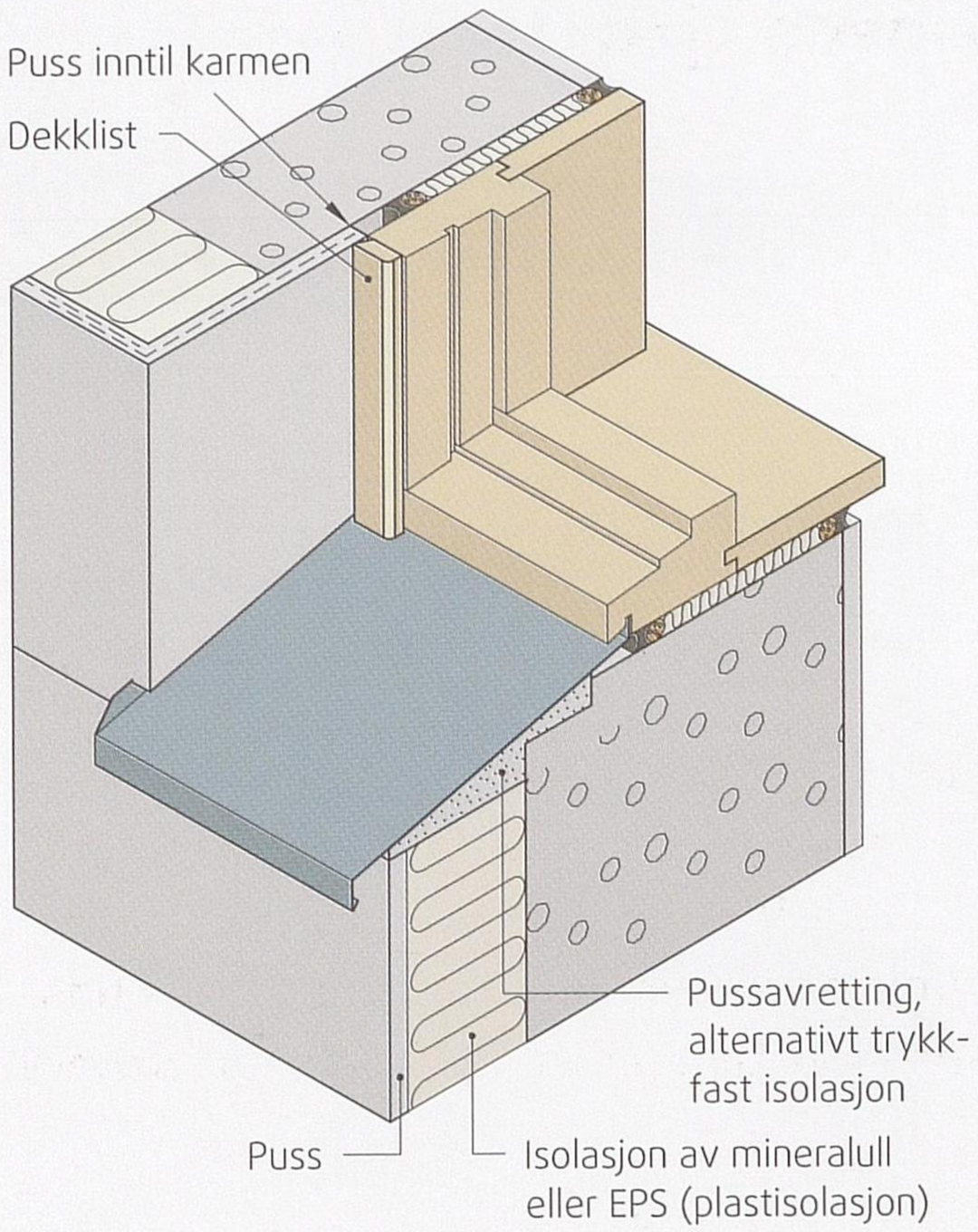
- Tett vindusfugene med bunnfyllingslist og fugemasse.
- Trekk fugetetning inn i monteringsfugen slik at det etableres et dreneringskammer mellom dekklist og fugemasse.
- Monter membran på sålbenk.
- Monter sålbenkbeslag med oppbrett i hver ende.
- Når isolasjon, vindsperre og utlekting for kledning er montert, kan beslag i vindussmyg monteres.
- Monter regnskjerm (dekklister) i overgangen mellom vinduskarm og smyg.
- Monter utvendig kledning på veggen.

Hvis man ønsker å beholde det opprinnelige utseendet (pusset fasade), kan man bruke utlektet platekledning som det kan pusses på.

Også med puss-på-isolasjon kan de opprinnelige vinduene beholdes. Figur 5.4.4 b viser viktige tettedetaljer mot eksisterende vinduer ved bruk av puss på isolasjon.



Figur 5.4.4 a
Vindusdetaljer ved utvendig etterisolering og hvor de eksisterende vinduene beholdes i den opprinnelige veggkonstruksjonen.
Husk totrinnstetning mot regn- og vindinntrenging i vindusfugene. Her må det monteres vanntett sjikt (membran) under sålbenkbeslaget fordi vinduene står så langt inn i veggen. Dette er kritisk i strøk med mye slagregn.



Figur 5.4.4 b
Tetning rundt vinduer med puss på isolasjon og eksisterende vinduer
Når vinduene ikke byttes ut samtidig som man etterisolerer, kan det bli vanskelig å få god tetning rundt vinduene. Her er pusslaget i vindussmyget ført inn til karmen. Deretter er det montert regnskjerm i form av dekklist.

LES MER

I Byggforskserien:

Fugetetting med elastisk fugemasse	Byggdetaljer 520.406
Beslag mot nedbør	Byggdetaljer 520.415
Innsetting av vindu i vegger av bindingsverk	Byggdetaljer 523.701
Innsetting av vindu i mur- og betongvegger	Byggdetaljer 523.702
Materialer til luft- og damptetting	Byggdetaljer 573.121
Utskifting av vinduer	Byggforvaltning 723.638
Utbedring av eldre trevinduer	Byggforvaltning 733.162
Vedlikehold av vinduer og ytterdører	Byggforvaltning 733.301

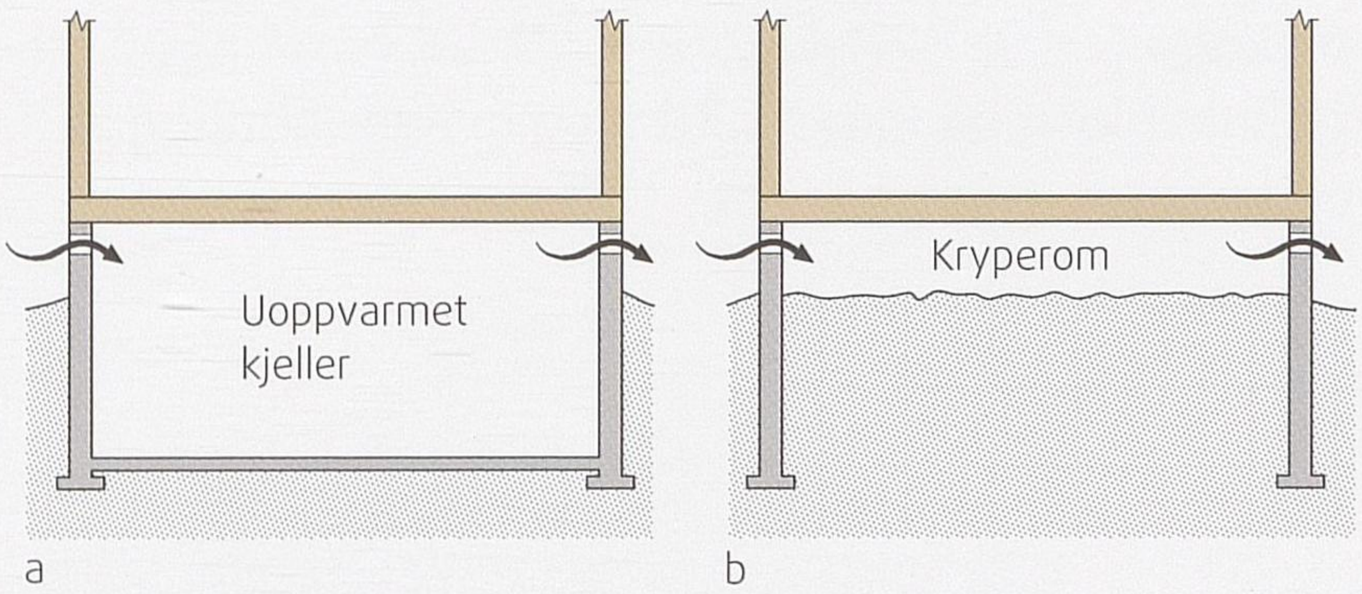
6 Golvbjelkelag mot uoppvarmede kjellere og kryperom

6.1 Innledning

6.1.1 Kryperom og kjeller, uoppvarmet kjeller

Et kryperom er et ventilert, 500–600 mm høyt luftrom mellom golvbjelkelag og terreng, og er vanlig i småhusboliger oppført i perioden 1950–1970-tallet.

Golvbjelkelag mot uoppvarmede kjellere har imidlertid vært vanlig gjennom flere tidsperioder, og fins først og fremst i boliger bygd før 1980. Boliger fra 1980-tallet og senere er som oftest bygd med oppvarmede kjellere.



Figur 6.1.1 a og b
Golvbjelkelag i eksisterende konstruksjon
a. Over uoppvarmet kjeller
b. Over kryperom

6.1.2 Kalde golv

I mange boliger i Norge er beboerne plaget av kalde golv. Det gjelder både gamle og nyere bygninger. Årsaken er enten for dårlig varmeisolering av golvbjelkelaget, eller at det blåser kald luft inn i utette golvbjelkelag. Temperaturen på golvoverflaten har stor betydning for opplevelsen av komfort, og dårlig temperaturkomfort kompenseres vanligvis med ekstra fyring. Derfor er etterisolering og eventuell tetting av golvkonstruksjon mot kjellere og ventilerte kryperom et høyst aktuelt energifremmende tiltak.

6.1.3 Etterisolering fra oversiden eller undersiden?

Dersom man ikke har behov for å åpne golvet fra oversiden eller bytte ut det gamle undergolvet, vil etterisolering utført fra undersiden være den mest aktuelle løsningen. Etterisolering fra undersiden gir mulighet for å etterisolere med ekstra isolasjon ut over det man får plass til i hulrommet mellom bjelkene. Derfor viser vi i denne boka kun løsninger hvor etterisoleringsarbeidet gjøres fra undersiden, og hvor man eventuelt har plass til å legge ekstra isolasjon på undersiden av det opprinnelige bjelkelaget. Etter-

isoleringen kan eventuelt gjøres fra oversiden, men da får man ikke muligheten til å fylle hele hulrommet mellom bjelkene med isolasjon, hvis golvet opprinnelig har stubbeloft. Å montere ekstra isolasjon oppå eksisterende golv vil få konsekvenser for takhøyde og dørterskler, og er derfor sjelden aktuelt.

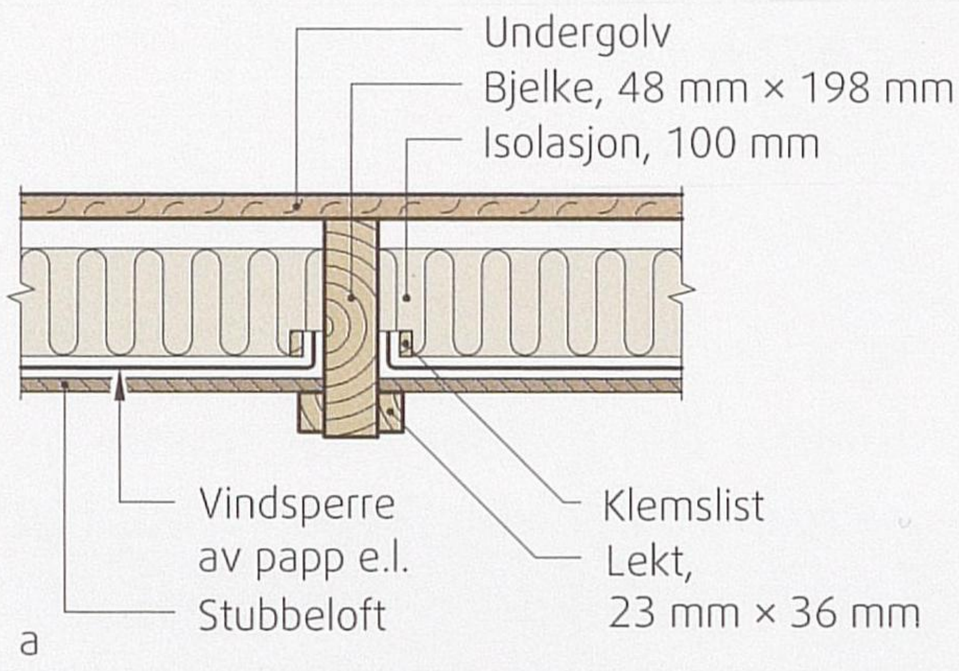
I bjelkelag hvor den eksisterende isolasjonen ikke fyller ut hulrommet mellom bjelkene, vil innblåsing av løs isolasjon være et alternativ. Metoden gir ikke mulighet for samtidig å kontrollere tilstanden på trebjelkelaget, med mindre man åpner bjelkelaget separat for å gjøre dette.

6.2 Golvbjelkelag mot uoppvarmede kjellere og kryperom fra 1970- og 1980-tallet

6.2.1 Konstruksjon

Golvbjelkelag over kalde kjellere og kryperom er stort sett bygd opp på samme måte og består som regel av:

- undergolv av sponplater
- 48 mm x 198 mm heltrebjelker med senteravstand på 600 mm mellom bjelkene
- 100–150 mm isolasjon mellom bjelkene
- vindsperre og stubbeloftsbord mellom bjelkene (figur 6.2.1 a og b) eller himling av for eksempel trefiberplater på undersiden (figur 6.2.1 c)

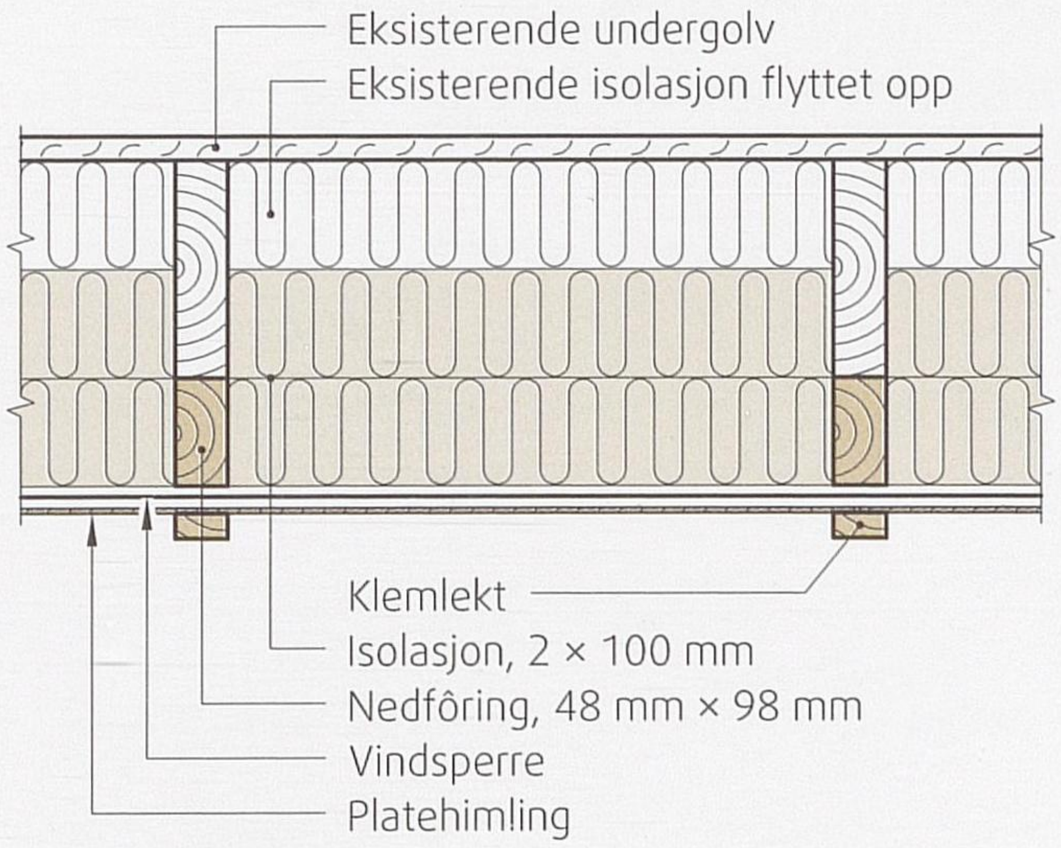


Figur 6.2.1 a–c
Golvbjelkelag mot kalde kjellere og kryperom fra 1970- og 1980-tallet, isolert med mineralull
a. Golvbjelkelag med stubbeloft. Stubbeloftet er trukket opp mellom bjelkene.
b. Golvbjelkelag med stubbeloft. Stubbeloftet er trukket ned til underkanten av bjelkene.
c. Golvbjelkelag med himling

U-verdi med 100 mm isolasjon: 0,33 W/(m²K)

Slik gjør du

- Åpne bjelkelaget fra undersiden, ta av lektene (hvis det er stubbeloft) eller bordet (hvis det er himling), se figur 6.2.1 b.
- Demonter stubbeloft og papp, eventuelt himling og papp.
- Ta ut eksisterende isolasjon eller press den opp under eksisterende undergolv.
- Undersøk bjelkeendene ut mot sokkel/grunnmur. Se etter eventuelle fuktskader som mugg og råte. Det er her bjelkene er mest utsatt. Sjekk også om det ligger kapillærbrytende sjikt (grunnmurspapp) mellom svill og sokkel. Dersom pappen mangler, og svilla er skadet eller oppfuktet, må det gjennomføres omfattende utbedringstiltak. Kontakt byggteknisk rådgiver.
- Fyll resten av hulrommet med isolasjon.
- Hvis det er plass, kan du fôre ned på bjelkene med 50 eller 100 mm for å få plass til ekstra isolasjon, se figur 6.2.1 d.
- Monter isolasjon i nedfôringen.
- Monter vindsperre av duk eller plater med tette skjøter. Eventuelt kan man montere både duk og plater.
- Fjern organiske materialer som bygningsavfall og annet avfall fra kryperommet.
- Legg plastfolie på bakken i kryperommet hvis det ikke er gjort fra før.
- Sikre riktig ventilering av både kryperom og kjeller.



Figur 6.2.1 d
Golvbjelkelag etterisolert fra undersiden, her vist med 100 mm nedfôring
Det er en fordel å etterisolere ekstra hvis det er plass til det. Etterisolering med bare 50 mm nedfôring er aktuelt der det er snaut med plass.

U-verdi med 200 mm isolasjon: 0,21 W/(m²K)
U-verdi med 200 mm + 50 mm isolasjon: 0,19 W/(m²K)
U-verdi med 200 mm + 100 mm isolasjon: 0,16 W/(m²K)

6.3 Golvbjelkelag mot kalde kjellere og kryperom fra 1960-tallet

6.3.1 Konstruksjon

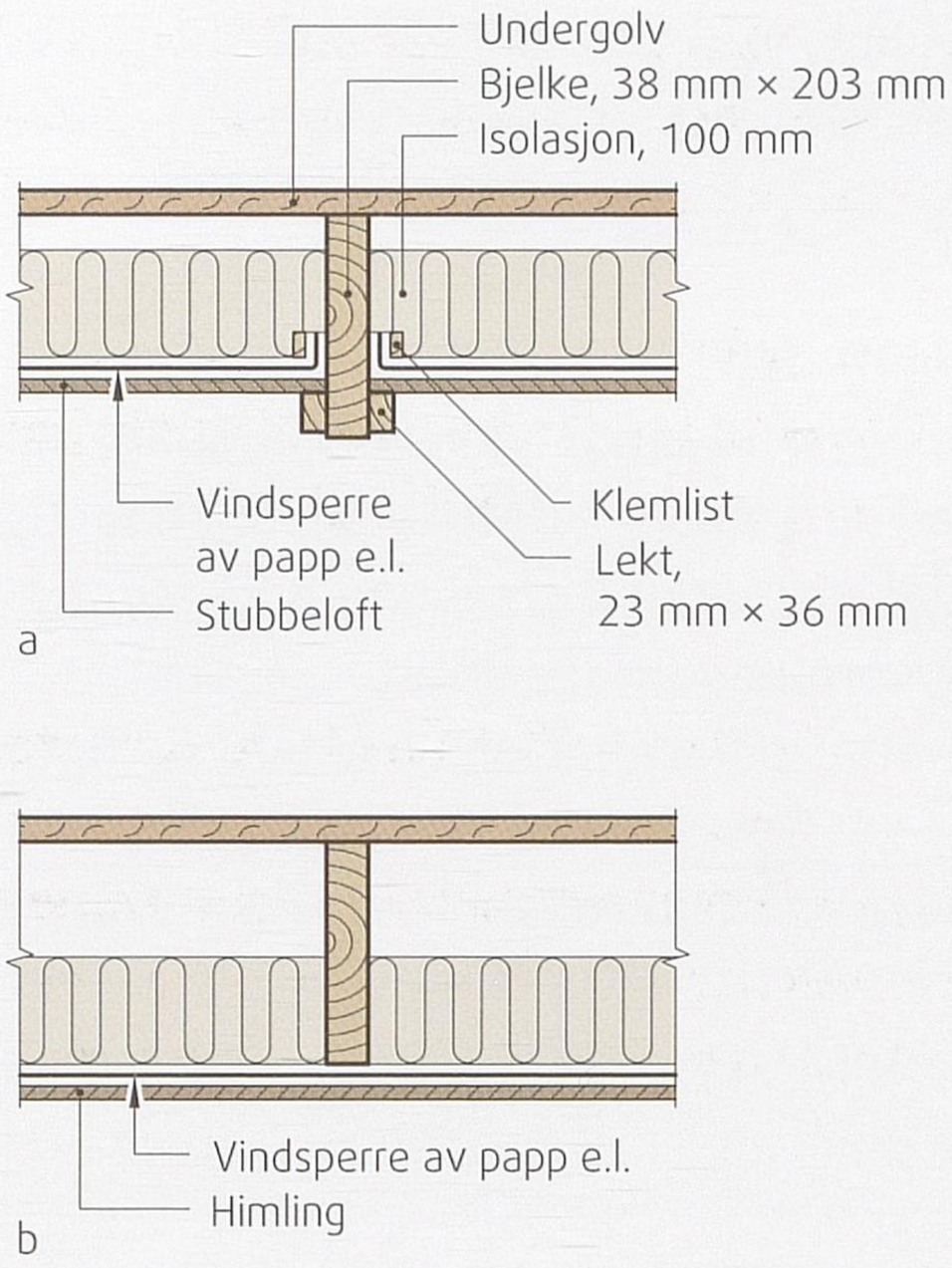
Oppbygningen av golvbjelkelag over kalde kjellere og kryperom fra 1960-tallet er stort sett den samme som på 1970- og 1980-tallet. Forskjellen er at man brukte noe mindre isolasjon og av og til brukte man andre senteravstander mellom bjelkene, for eksempel 450 mm i stedet for 600 mm som ble vanlig senere.

Gjennom 1960-tallet ble det isolert med alt fra 50 mm sydde matter til 50 mm, 100 mm eller 150 mm mineralullsplater mellom bjelkene. Undersiden av bjelkelaget var kledd med vindsperre og stubbeloftsbord eller himling av for eksempel trefiberplater.

Slik gjør du

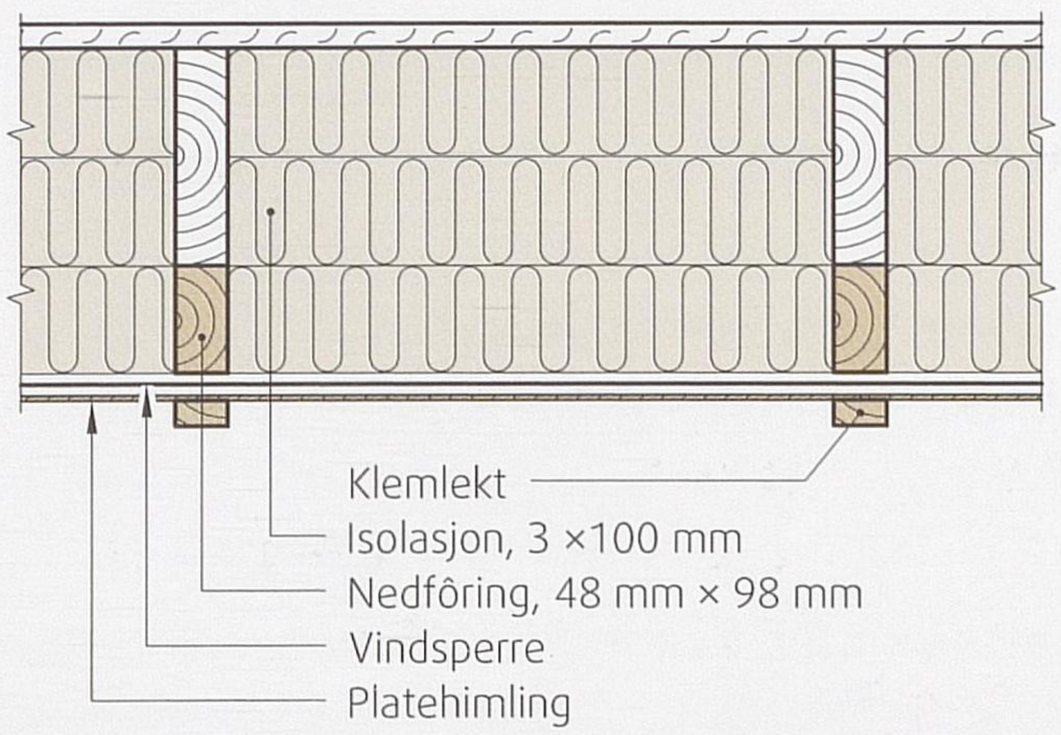
Framgangsmåten er den samme som for bjelkelag fra 1970- og 1980-tallet. Den eneste forskjellen er at senteravstanden mellom bjelkene kan være mindre og dermed ikke nødvendigvis tilpasset dimensjonene på de vanligst brukte byggematerialene som mineralull, vindsperreprodukter og plateprodukter. Disse materialene er som regel tilpasset modulbredde på 600 mm. Dette krever tilpasning/tilskjæring av materialene, og gir mer avfall i form av overskuddsmaterialer.

- Åpne bjelkelaget fra undersiden, ta av lektene (hvis det er stubbeloft) eller dekkbordet (hvis det er himling).
- Demonter stubbeloftsbord og papp, eventuelt himling og papp.
- Ta ut eksisterende isolasjon eller press den opp under eksisterende undergolv. Eksisterende isolasjonsplater kan beholdes hvis de er intakte. Dårlige (løse) plater skiftes ut. Hvis det er gamle sydde isolasjonsmatter, ta dem ut og erstatt med ny isolasjon.
- Undersøk bjelkeendene ut mot sokkel/grunnmur. Se etter eventuelle fuktskader som mugg og råte. Det er her bjelkene er mest utsatt. Sjekk også om det ligger kapillærbrytende sjikt (grunnmurspapp) mellom svill og sokkel. Dersom pappen mangler, og svilla er skadet eller oppfuktet, må det gjennomføres omfattende utbedringstiltak. Kontakt byggteknisk rådgiver.
- Fyll resten av hulrommet med ny isolasjon.
- Hvis det er plass, kan du fôre ned på bjelkene med 50 eller 100 mm for å få plass til ekstra isolasjon, se figur 6.3.1 c.
- Monter isolasjon i nedfôringen.
- Monter vindsperre av duk eller plater med tette skjøter. Eventuelt kan man montere både duk og plater. Bruk klemlekter for tetting av skjøtene.
- Fjern organiske materialer som bygningsavfall og annet avfall fra kryperommet.
- Legg plastfolie på bakken i kryperommet hvis det ikke er gjort fra før.
- Sikre riktig ventilering av både kryperom og kjeller.



Figur 6.3.1 a og b
Golvbjelkelag fra 1960-tallet
Senteravstanden mellom bjelkene kunne være 450 mm, og bjelkelaget er isolert med mineralull.
a. Golvbjelkelag med stubbeloft
b. Golvbjelkelag med himling

U-verdi med 100 mm isolasjon mellom bjelkene:
0,33 W/(m²K)
U-verdi med 50 mm isolasjon mellom bjelkene:
ca. 0,5 W/(m²K)



Figur 6.3.1 c
Golvbjelkelag etterisolert fra undersiden
All gammel isolasjon er fjernet og erstattet med ny, i tillegg er det fôret ned for å gi plass til ekstra isolasjon på undersiden.

U-verdi med 200 mm isolasjon: 0,21 W/(m²K)
U-verdi med 200 mm + 50 mm isolasjon: 0,19 W/(m²K)
U-verdi med 200 mm + 100 mm isolasjon: 0,16 W/(m²K)

6.4 Golvbjelkelag mot kalde kjellere og kryperom fra før 1960-tallet

6.4.1 Konstruksjon

Oppbygningen av eldre golvbjelkelag over kalde kjellere og kryperom var ofte slik det er vist på figur 6.4 a. Hulrommet mellom bjelkene var fylt med leire eller sagflis. Typiske bjelkeavstander var 800–900 mm.

6.4.2 Fjerne eller beholde eksisterende stubbeloftsfyll?

For å få god effekt av etterisoleringen uten å bygge om til et langt tykkere bjelkelag, bør eksisterende stubbeloftsfyll fjernes og erstattes med ny isolasjon. Dette er en ubehagelig jobb som avgir mye støv og skitt, så bruk av spesialverktøy til å støvsuge bort stubbeloftsfyllet er en stor fordel. Det fins spesialfirmaer som kan utføre dette.

Man kan eventuelt la stubbeloftsfyllet ligge og etterisolere på undersiden, se figur 6.4.3 c.

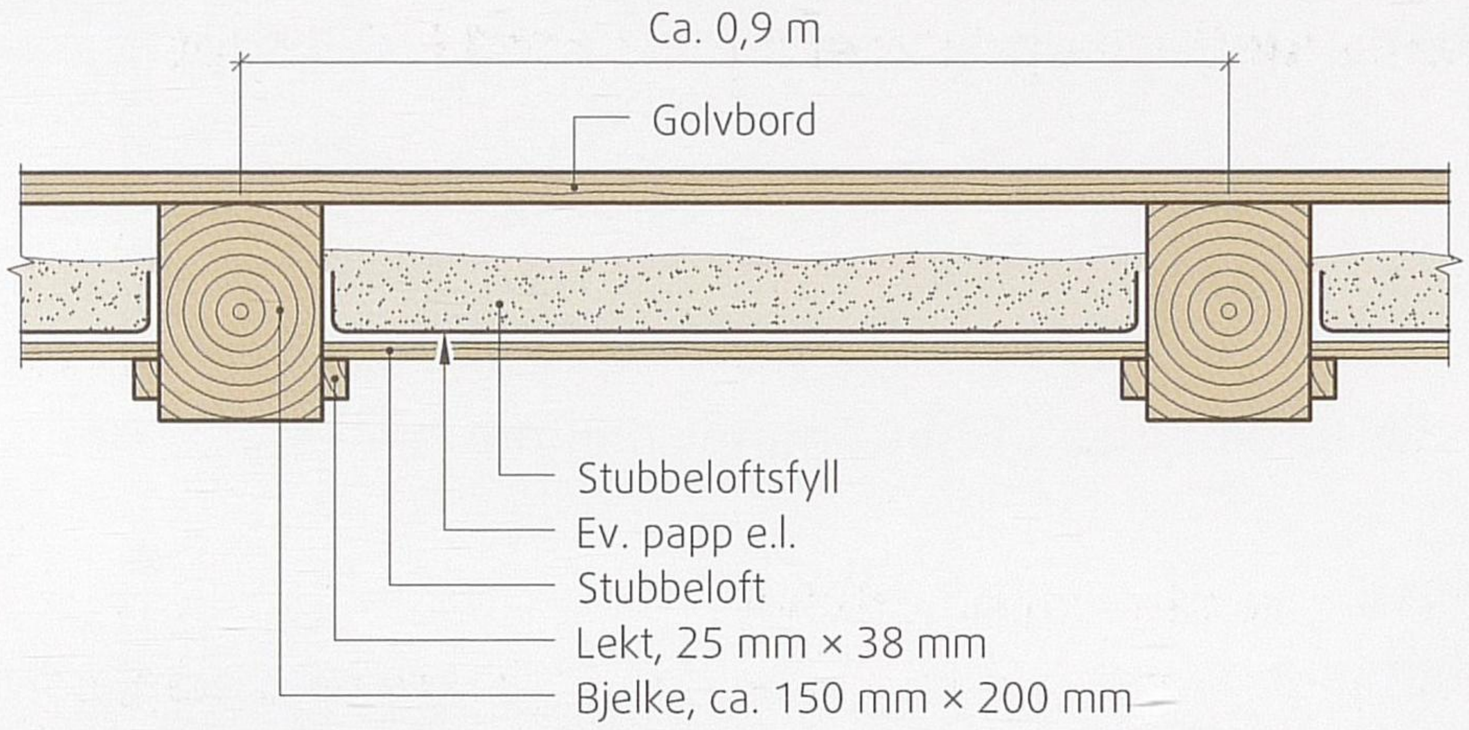
Alternativt kan man blåse inn løs isolasjon i gjenværende hulrom, eller åpne golvet og etterisolere fra oversiden.

Vi anbefaler i utgangspunktet å fjerne stubbeloftsfyll, fylle hele hulrommet opp til undergolvet med isolasjon, eventuelt å etterisolere ekstra på undersiden av bjelkene og montere tettesjikt.

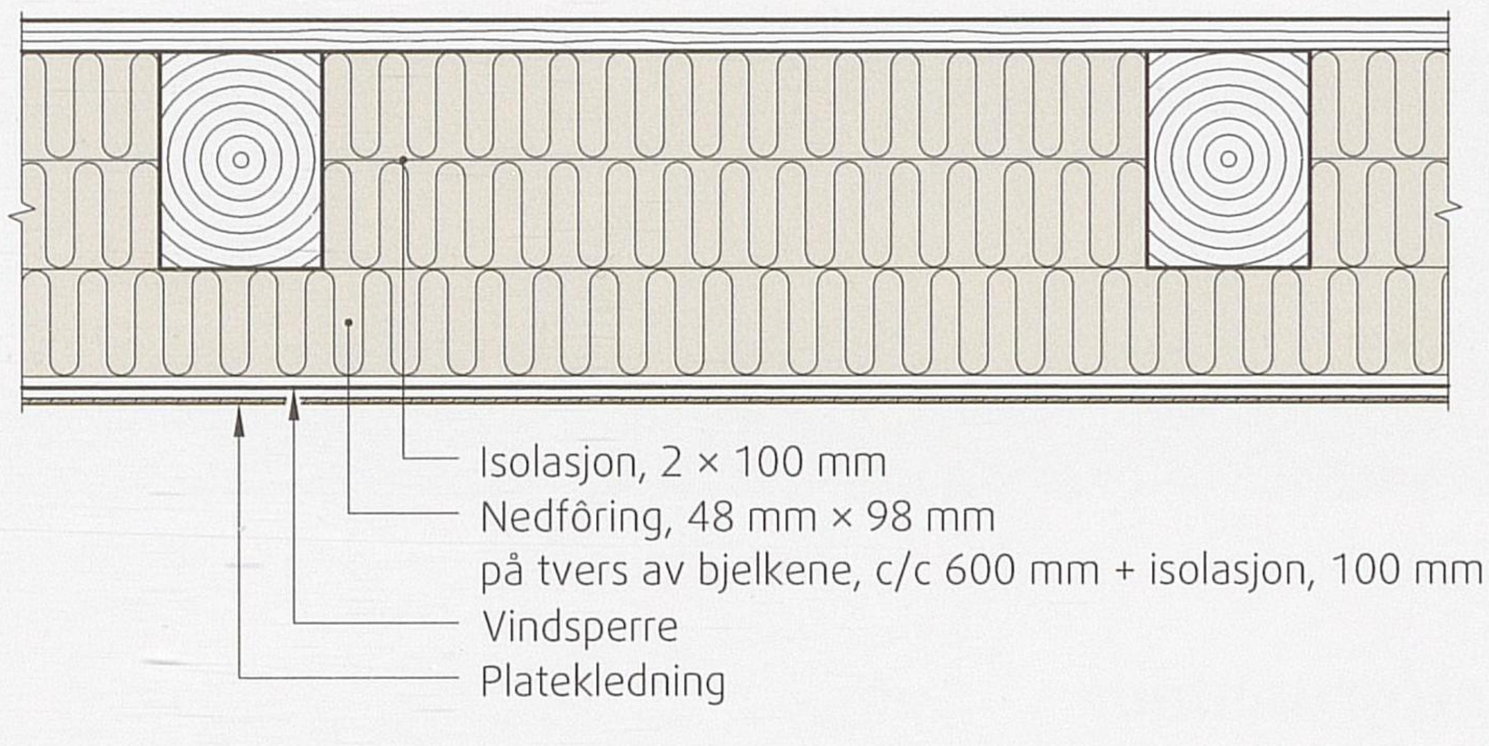
6.4.3 Fjerne stubbloftsfyllet

Slik gjør du

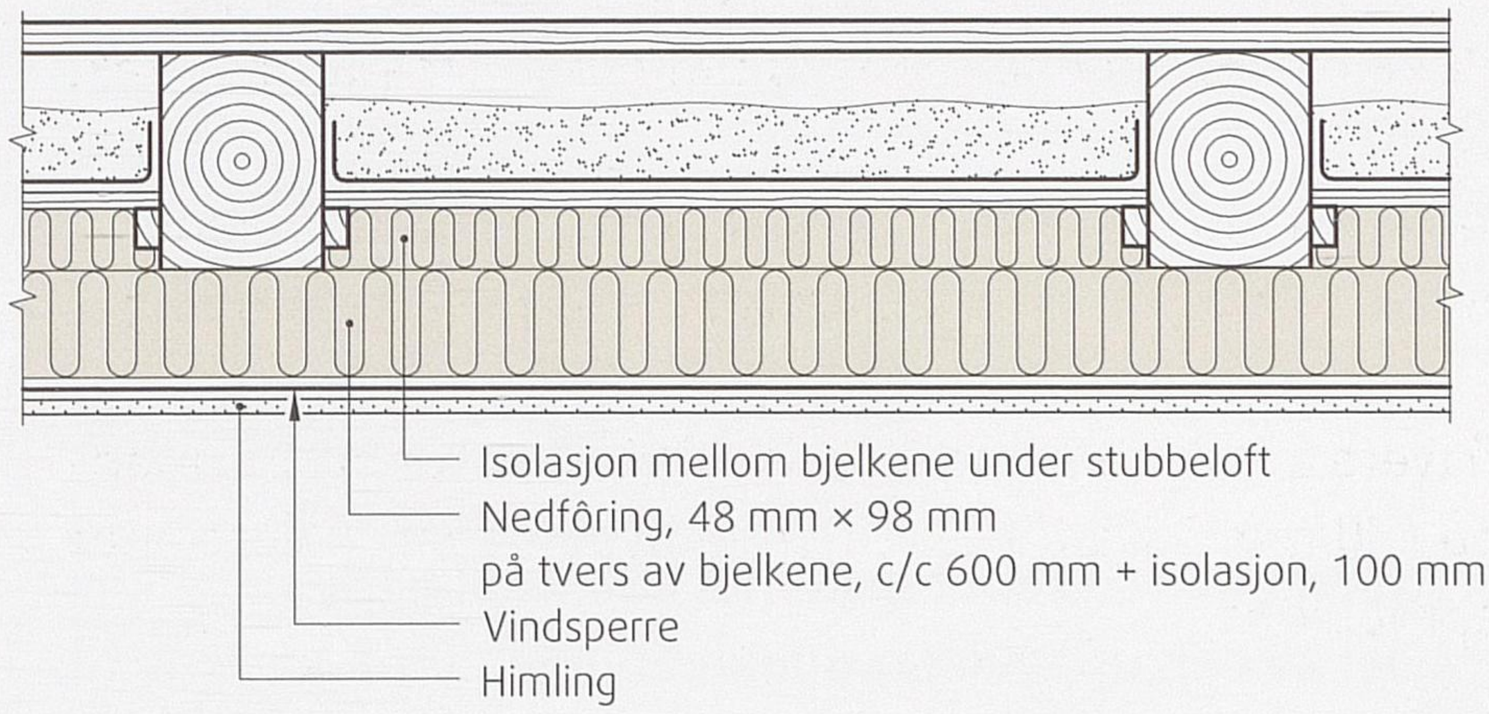
- Fjern først all løs stubbeloftsfyll (ovenfra eller fra undersiden, avhengig av metode).
- Åpne bjelkelaget fra undersiden. Ta av klemlektene, demonter stubbeloftsbord og eventuell papp.
- Undersøk bjelkeendene ut mot sokkel/grunnmur. Se etter eventuelle fuktskader (mugg, råte). Det er her bjelkene er mest utsatt. Sjekk også om det ligger kapillærbrytende sjikt (grunnmurspapp) mellom svill og sokkel. Dersom pappen mangler, og svilla er skadet eller oppfuktet, må det gjennomføres omfattende utbedringstiltak. Kontakt byggteknisk rådgiver.
- Fyll hulrommet mellom bjelkene med isolasjon. Husk at ukurant bjelkeavstand og ukurante bjelkedimensjoner krever tilpasning/tilskjæring av isolasjonen, se figur 6.4.3 b.
- Hvis det er plass, fôr ned på tvers av bjelkene med 50 eller 100 mm. Nedfôring monteres med senteravstand på 600 mm for å tilpasse denne til standarddimensjoner for isolasjon og vindsperreprodukter.
- Monter isolasjon i nedfôringen.
- Monter vindsperre av duk eller plater med tette skjøter. Eventuelt kan man montere både duk og plater.
- Fjern organiske materialer som bygningsavfall og annet avfall fra kryperommet.
- Legg plastfolie på bakken i kryperommet hvis det ikke er gjort fra før.
- Sikre riktig ventilering av både kryperom og kjeller.



Figur 6.4.3 a
Typisk stubbeloftsgolv som ble brukt fram til rundt 1955
U-verdi med stubbeloftsfyll: 0,96 W/(m²K)



Figur 6.4.3 b
Etterisolert golvbjelkelag fra før 1960-tallet
Stubbeloftsfyllet er fjernet før etterisolering.
U-verdi med 200 mm isolasjon mellom bjelkene: ca. 0,17 W/(m²K)
U-verdi med 200 mm isolasjon mellom bjelkene + 100 mm isolasjon i nedfôring: 0,14 W/(m²K)



Figur 6.4.3 c
Etterisolering fra undersiden
Her er stubbeloft med stubbeloftsfyll beholdt. Man kan i tillegg blåse inn løsisolasjon i hulrommet. Det vil gi ekstra isoleringseffekt.
U-verdi med stubbeloftsfyll og 150 mm isolasjon på undersiden: 0,19 W/(m²K)
U-verdi med stubbeloftsfyll og 100 mm isolasjon på undersiden: 0,24 W/(m²K)

6.4.4 Beholde stubbloftsfyllet

Slik gjør du

- Monter 100 mm nedfôring med senteravstand på 600 mm på tvers av eksisterende bjelker.
- Skjær til isolasjonsplater slik at de fyller ut hulrommet mellom bjelkene under stubbeloftet.
- Monter isolasjon i nedfôringen.
- Monter vindsperresjikt og himling.
- Fjern organiske materialer som bygningsavfall og annet avfall fra kryperommet.
- Legg plastfolie på bakken i kryperommet hvis det ikke er gjort fra før.
- Sikre riktig ventilering av både kryperom og kjeller.

MERK

Når du beholder stubbeloftsfyllet, får du ikke kontrollert tilstanden på trebjelkene på samme måte som når du åpner bjelkelaget. Vær da oppmerksom på symptomer på fuktskader (mugg, sopp og råte), spesielt i bjelkeendene ut mot sokkel.

6.5 Tetting mot sokkel/grunnmur

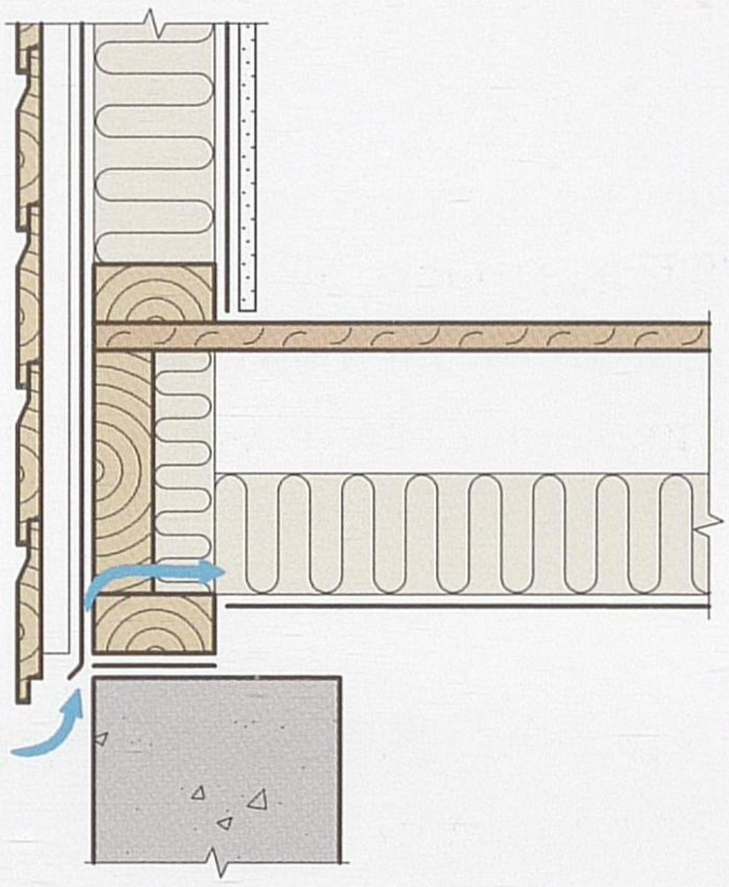
Ved etterisolering av golvbjelkelag mot kryperom eller kald kjeller er det viktig å passe på at det ikke oppstår ukontrollerte luftlekkasjer inn i bjelkelaget. Her er randsoner ut mot yttervegger de svakeste punktene, se figur 6.5 a.

Før man fyller igjen bjelkelaget med isolasjon og monterer vindsperre/platehimling, må man forsikre seg om at det er lufttett i randsonen mot yttervegg. En vanlig svakhet er luftlekkasjer opp bak vindsperra på ytterveggen. Luftlekkasjene har videre funnet veien inn i bjelkelaget og skapt kalde golv.

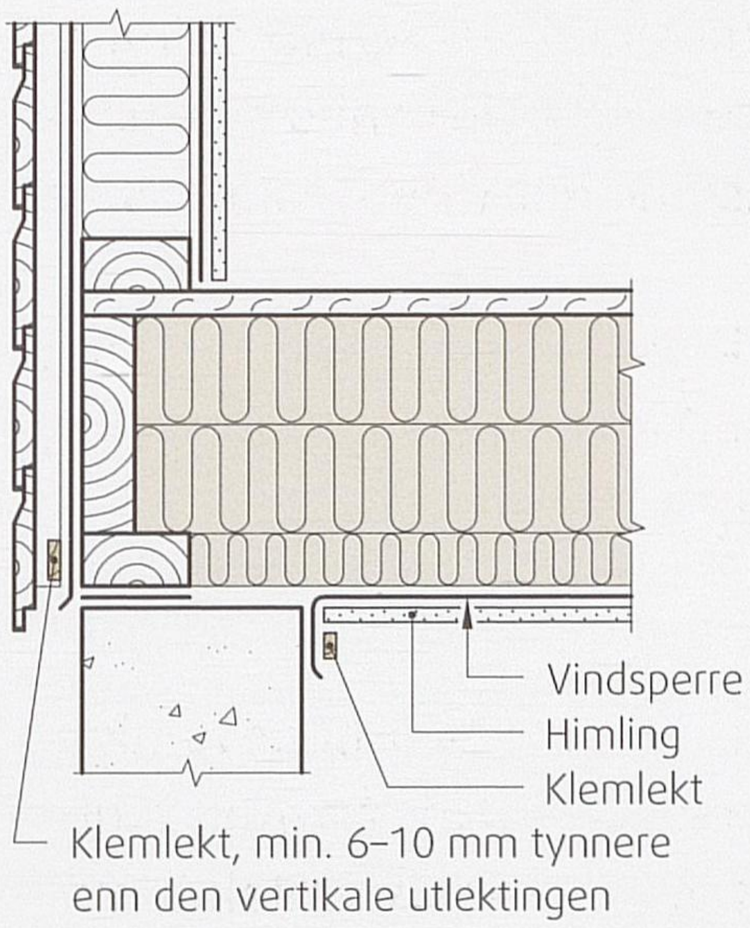
Videre er det viktig å sikre at kald luft fra kjelleren eller kryperommet ikke kan lekke opp i det isolerte golvet. Derfor må vindsperresjiktet på undersiden av bjelkelaget avsluttes så tett som mulig ut mot tilstøtende sokkel eller vegg.

Slik gjør du

- Kontroller at vindsperra på ytterveggen er klemt godt mot bunnsvilla. Det er vanligvis nødvendig å løsne nedre del av den utvendige veggkledningen for å komme til.
- Monter klemlekt for å få det tett mellom vindsperra og bunnsvilla. Klemlekta må ikke tette for lufting og drenering av veggkledningen. Ved liggende trekledning som vist på figur 6.5 b, må klemlekta være minst 6–10 mm tynnere enn den vertikale utlektingen.
- Sørg for at vindsperra er avsluttet tett mot sokkel/vegg i kryperommet/kjelleren.



Figur 6.5 a
Eksisterende golvbjelkelag
Figuren viser hvor utetthetene i randsonen mot ytter-vegg kan oppstå.



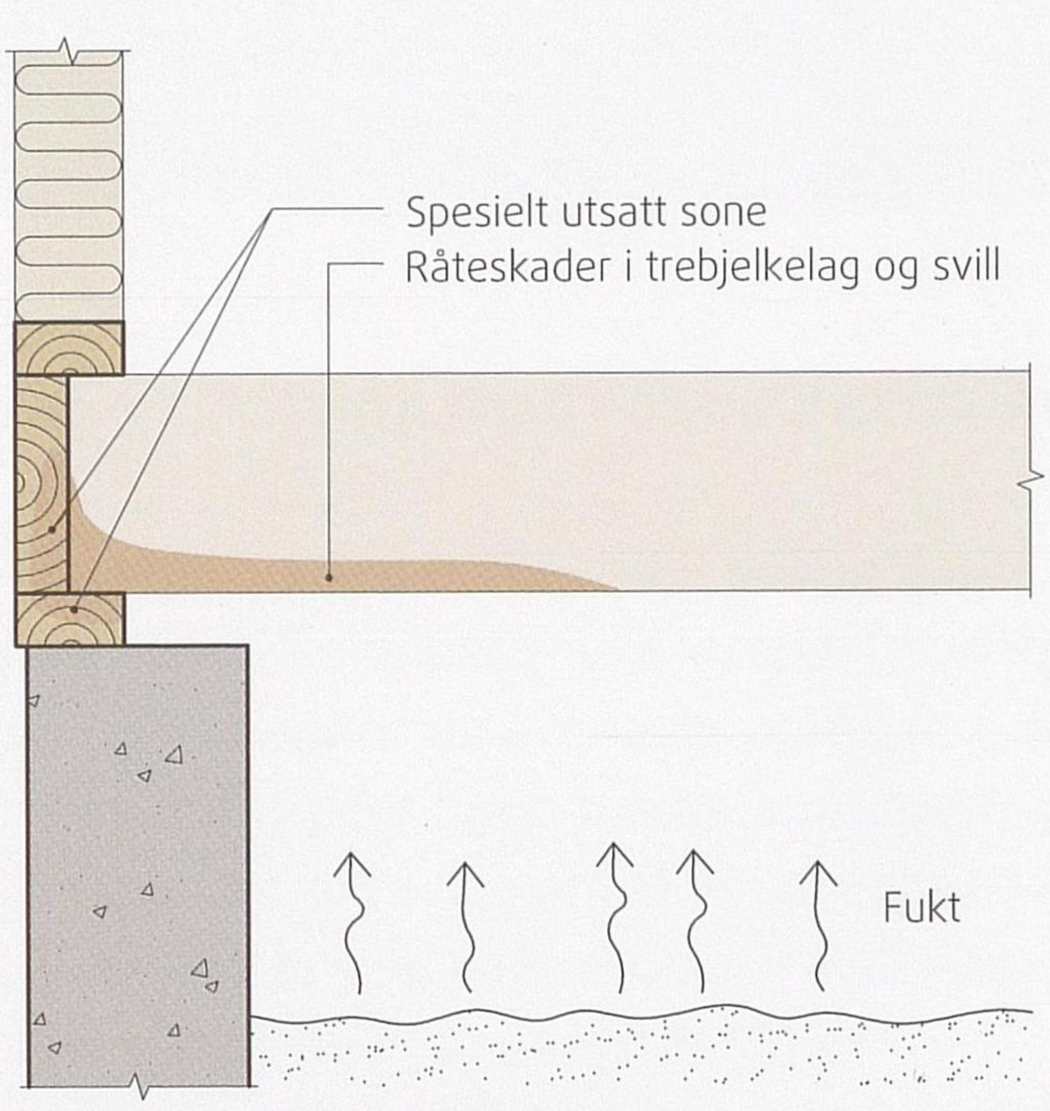
Figur 6.5 b
Tetning i randsonen mot yttervegg

6.6 Utskifting av golvbjelkelag mot kryperom

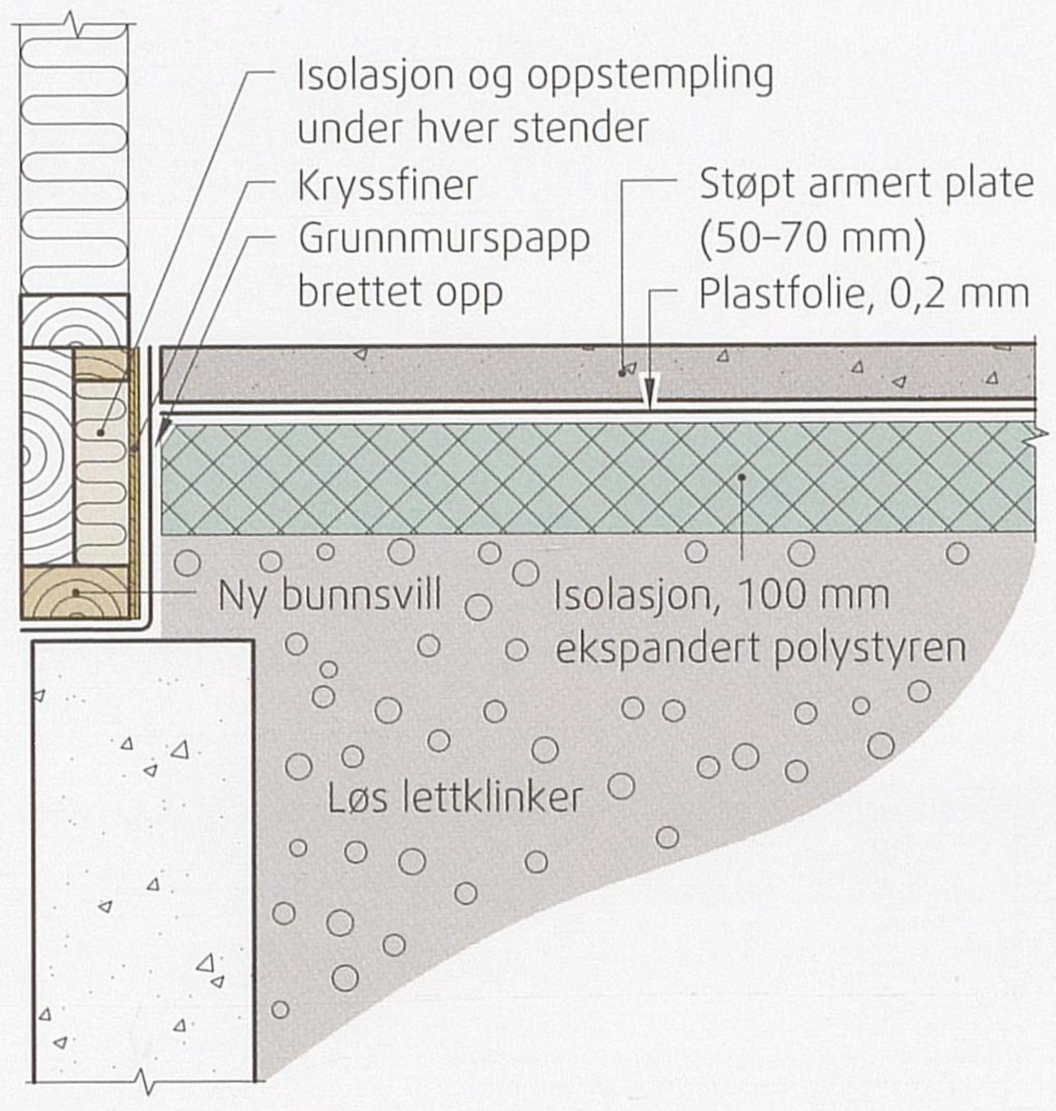
Ved alvorlige skader, for eksempel angrep av råtesopp i golvbjelkelaget, vil full utskifting av bjelkelaget være aktuelt. Et alternativ kan være å fuktsikre grunnen ved å legge damptett folie og eventuelt drenere. Videre kan man fylle hele kryperommet med løs lettklinker og støpe et nytt betonggolv eller legge flytende lettgolv. Løsningen eliminerer framtidige fuktproblemer knyttet til kryperommet, og sikrer samtidig god varmeisolering av golvet.

MERK

En slik løsning er omfattende og må forhåndsvurderes av en byggteknisk rådgiver.



Figur 6.6 a
Typiske skader i bjelkelag



Figur 6.6 b
Prinsipp for fuktsikker løsning

Hvis store deler av bjelkelaget må skiftes ut, kan det være et godt alternativ å fjerne bjelkelaget og fylle kryperommet med isolerende, løs lettklinker, som vist her. Man kan eventuelt supplere med trykkfast isolasjon på toppen, som underlag for betongpåstøp. Denne løsningen er mest aktuell når det må gjøres omfattende rehabiliteringsarbeider.

LES MER

I Byggforskserien:

U-verdier. Etasjeskillere	Byggdetaljer 471.011
Fundamentering med ringmur og ventilert kryperom	Byggdetaljer 521.203
Trebjelkelag i eldre boligbygninger. Metoder og materialer	Byggforvaltning 722.310
Etterisolering av etasjeskillere over kjeller og kryperom	Byggforvaltning 722.506
Fukt i kjellere. Årsaker og utbedring	Byggforvaltning 727.121

Ordliste

bindingsverksvegg	rammekonstruksjon i vegg, av horisontale sviller, vertikale stendere (stolper), kledd på begge sider, vanlig i trehus bygd etter 1900
bjelkelag	horisontal dekkekonstruksjon av bærende bjelker
bunnfyllinglist	rund list av skumplast e.l. som plasseres i en fuge for å gi mothold
bunnsvill	horisontal svill nederst i bindingsverksvegg
dampsperre	tettesjikt som skal hindre fuktdannelse i veggen. Plastfolie er nesten enerådende som dampsperre.
diffusjonsåpen	slipper igjennom vanndamp
diffusjonstett	hindrer vanndamptransport
gerikt	innvendig dekklist som dekker overgangen mellom vindus-/ dør-karm og vegg
grunnmurspapp	vanntett sjikt som hindrer fukttransport fra fundament til bunnsvill
himling	innvendig tak i et rom
kiselgur	porøs jordart som likner på leire. På grunn av sin porøsitet og letthet ble kiselgur brukt både som isolasjonsmateriale og fyllmateriale i bygningskonstruksjoner
kjeller	rom med alle vegger plassert helt eller delvis under terrengnivå
klemlekt	tynn lekt som benyttes til å klemme skjøter og kanter i for eksempel vindsperrer eller dampsperrer, slik at de blir tette
knevegg	lav vegg under skråtak
kryperom	lavt, ventilert rom under huset der huset er fundamentert på ringmur
kubbing	spikerslag mellom hoveddeler i en konstruksjon, brukes for å forsterke deler av konstruksjonen eller lage ekstra opplegg/ understøtting for andre materialer
kuldebro	del av ytterkonstruksjonen som slipper ut betydelig mer varme enn konstruksjonene for øvrig, fordi de er dårlig isolert, eksempler på kuldebroer er vegghjørner og overganger mellom vegg og vinduer, mellom vegg og tak eller mellom vegg og grunnmur

laft	veggkonstruksjon av tømmerstokker som legges horisontalt og stables oppå hverandre. Lafting var den dominerende måten å bygge trehus på i Norge fram til midten av 1800-tallet.
lekt	trelast i smale bredder og små tykkelser, vanligvis 23 mm, 30 mm eller 36 mm tykkelse og 48 mm bredde
lettklinker	lette, ekspanderte leirkorn, for eksempel «Leca», brukes som løsfyll eller i murblokker
luftespalte	en sammenhengende åpning bak veggkledning og under taktekning, skal sikre utlufting av fukt
membran	vanntett sjikt, for eksempel takfolie
mineralull	isolasjonsmateriale produsert av smeltet stein eller glass. Kan ikke brenne eller råtne, men kan holde på vann.
mønebjelke	bærende bjelke i møne
nedfôring	utvidelse av konstruksjonsdel på undersiden ved å legge på eller skjøte på av ekstra materiale
opplektet taktekning	tekning som ligger på sløyfer og lekter på undertak
plastfolie	folie av plast som brukes som dampsperre eller fuktsperre. Leveres vanligvis på rull, tykkelse 0,15 mm eller 0,20 mm.
polyetylen (PE)	den vanligste plasttypen brukt i plastfolie
raft	takutstikk
reflekspapp	papprodukt med varmereflekterende metallfolie på den ene siden
reisverk	veggkonstruksjon av tre som består av stående, tykke planker med not og fjær som er satt inntil hverandre, vanlig i hus bygd fram til 1920-årene
rekke	trelast med dimensjoner fra 36 mm x 48 mm til 73 mm x 73 mm
rupanel	trepanel av grovere slag, i hovedsak beregnet til undertak, undergolv eller til underpanel for platekledning på vegger
senteravstand	innbyrdes avstand, målt fra midte til midte, mellom for eksempel bjelker, sperrer og stendere i golv, tak og vegger (oppgis ofte som c/c)
sokkel	synlig, utvendig del av grunnmur eller ringmur på en bygning
sperre	sekundær, bærende bjelke i en takkonstruksjon, bjelkens lengderetning følger takfallet
sperretak	takkonstruksjon av sperrer/bjelker som spenner fra møne til yttervegg
stubbeloft	tynt bordlag mellom golvbjelker til å legge isolasjon på
stubbeloftsfyll	leire, kutterflis eller sagspon som ble benyttet som isolasjon i stubbeloft fram til slutten av 1940-årene

taktro	bærende underlag for taktekning
takutstikk	del av yttertaket som stikker utenfor bygningens veggliv
totrinnstetting	tettemetode for å verne mot slagregn, hvor utvendig kledning fungerer som regnskjerm, og hvor vindsperra utgjør luft-/vind-tettingen
undergolv	bærende golv av bord eller bygningsplater på bjelkelag
undertak	vanntett sjikt under en opplektet taktekning
utlekting	lekter festet på veggen for å sikre luftespalte mellom vindsperre og ytterkledning og feste for ytterkledningen
U-verdi	verdi for isolasjonsevnen (varmegjennomgangstall W/(m²K)) for et materiale eller en konstruksjonsdel. U-verdien bør være lavest mulig.
vannbrettbeslag	metallbeslag for å lede bort regnvann over og under vindu, langs ytterkanten av tak ved gavler, monteres på vannbrett
vindsperre	tettesjikt som hindrer utelufta i å blåse inn i varmeisolasjonen og redusere isoleringseffekten. Vindsperre blir også brukt til å tette bygningen mot luftlekkasjer. Vindsperre kan være rullprodukt eller plate (gipsplater, porøse trefiberplater eller kartongplater)
vindusfôring	innvendig kledning fra vinduskarm og inn til geriktene, vanligvis av bord eller plater
ås	en sekundær bærende bjelke i en takkonstruksjon, bjelken ligger horisontalt, på tvers av takfallet

ETTERISOLERING AV SMÅHUS

Forfatter: Trond Bøhlerengen
Fagredaktør: Hanna J. Larsen
Ombrekking: Sølvi Delbekk

ISSN 1505-9817
ISBN 978-82-536-1536-3
Prinsippskisse omslag: Laboremus Oslo AS
Prinsippskisse innmat: 07-gruppen AS
Revidert utgave 2017
1. opplag: 500
2. opplag: 500
Trykk: 07 MEDIA AS
Papir omslag: 300 g Galerie Image
Papir innmat: 170 g Artic Volume
Omslagsillustrasjon: SINTEF Byggforsk
Illustrasjoner: SINTEF Byggforsk

© SINTEF akademisk forlag 2017
Materialet i denne publikasjonen er omfattet av åndsverklovens bestemmelser. Uten særskilt avtale med SINTEF Byggforsk er enhver eksemplarfremstilling og tilgjengeliggjøring bare tillatt i den utstrekning det er hjemlet i lov eller tillatt gjennom avtale med Kopinor, interesseorgan for rettighetshavere og åndsverk. Utnyttelse i strid med lov eller avtale kan medføre erstatningsansvar og inndragning, og kan straffes med bøter eller fengsel.

SINTEF akademisk forlag
SINTEF Byggforsk
Postboks 124 Blindern – 0314 Oslo
www.sintefbok.no

Også i Faktaserien fra SINTEF Byggforsk:
Lag rom i kjelleren
Miljøvennlig oppussing
Lag hageanlegg
Lag rom på loftet
Bedre inneklima i boligen
Trygg bolig

Faktabøkene er en tilrettelegging av anvisninger fra SINTEF Byggforsk. Løsningene tilfredsstiller byggereglene og kan brukes som planleggingsverktøy, arbeidsbeskrivelse, avtalegrunnlag mellom huseier og håndverker eller som dokumentasjon i en byggesak. Mer utfyllende beskrivelser kan du finne i Byggforskserien på www.byggforsk.no.

ETTERISOLERING AV SMÅHUS

Har huset ditt stort varmetap, vil etterisolering bedre inneklimaet og senke energibehovet. Denne boka gir råd om hvilke etterisoleringsmetoder som egner seg for ulike hustyper, og viser hvordan du skal gå fram når du etterisolerer. Den viser også andre tiltak som kan senke energibehovet i boligen. Noen av tiltakene kan du gjennomføre selv, andre må utføres av fagfolk.