

Etterisolering av bygninger

Oppgradering til lavenergistanndard

Løsninger - Anbefalinger

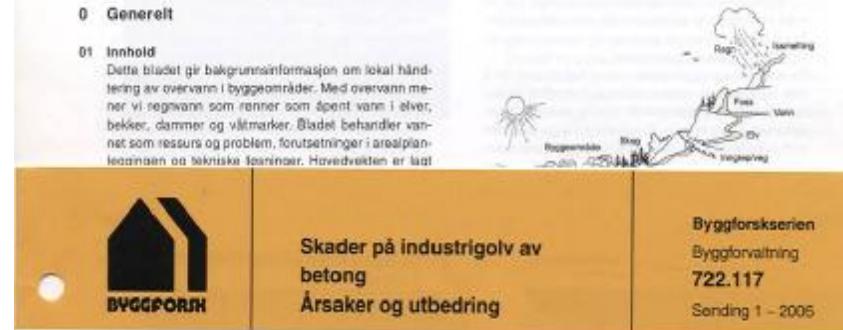
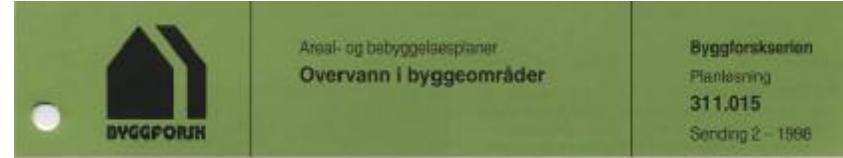


Trond Böhlerengen, SINTEF Byggforsk
Byggmakker fagdag januar – mars 2009

Byggforskserien

- Papir
- CD
- Internett

- "bare må ha det...."
- **Fortløpende revisjon av aktuelle blader etter nye krav**



[Byggforskserien ▶](#)

[Byggebransjens våtromsnorm ▶](#)

[Regelverk ▶](#)

Sortering på tema | Stikkordliste

Søk

Utvidet søk

Byggforsk kunnskapssystemer

Byggforsk kunnskapssystemer er et elektronisk oppslagsverk som inneholder Byggforskserien, Byggebransjens våtromsnorm og de offentlige byggereglene.

Byggforskserien

Byggforskserien gir anvisninger, løsninger og anbefalinger for prosjektering, bygging og forvaltning av bygninger.

Byggebransjens våtromsnorm

Byggebransjens våtromsnorm er et verktøy for å planlegge og utføre arbeid i våtrom.

Regelverk

Regelverket omfatter plan- og bygningsloven, forskriftene til plan- og bygningsloven og veileder til forskriftene.

SINTEF Byggforsk

HVORDAN BRUKE NETTSTEDET

SPØRSMÅL OG SVAR

Brukernavn:

tbo

Passord: glemt passord?

Logg inn

Hvordan abonnere?

Handlekurv

Byggforsk kunnskapssystemer

– en nasjonal kunnskapsbase for hele
byggenæringen



Siste oppdatering

Byggforskserien, oktober 2008

[Nye og reviserte anvisninger >](#)

Byggebransjens våtromsnorm, oktober 2008

[Nye og reviserte anvisninger >](#)

Kontakt Byggforsk på 22 96 55 55 dersom du har problemer med nettstedet.

Tegne abonnement

Fullt nytte av systemer får du
med et abonnement.

Abonnement kan tegnes for
hele eller deler av innholdet,
for en enkelt bruker eller for
firmaer med mange brukere.
[Les mer >](#)

Handle blader uten abonnement

Du kan også kjøpe enkeltblad
i Byggforskserien uten å
tegne abonnement. Betal
online og få bladet på e-post
som pdf eller tilsendt i posten.
[Les mer >](#)

Nyheter

[Beregningsmodul for
dokumentasjon av
energibruk](#)

[Byggforskserien på polsk
Byggforskserien \(Serie
budowlana\) po polsku](#)

[Byggforskserien på engelsk
Byggforskserien \(Building
Research Design Guides\) in
english](#)



BKS på nettet: Snart ny "lay out"

Logg ut

Søk

Min handlekurv
kr 0,00 (0)

SINTEF Byggforsk
Kunnskapssystemer

Trond Bøhlerengen
NBI

Mine snarveier
Rediger dine snarveier

Mitt abonnement
Informasjon og administrasjon

Byggforskserien Byggebransjens våtromsnorm Byggeregler Produktdokumentasjon

Et nasjonalt kunnskapsverktøy for byggenæringen

Byggforskserien
Løsninger og anbefalinger for planlegging, prosjektering, utførelse og forvaltning av det bygde miljø.
→ Gå til Byggforskserien
→ Les mer om Byggforskserien

Byggebransjens våtromsnorm (BVN)
Bransjenorm for planlegging og utførelse av vannskadesikre, funksjonelle våtrom med høy kvalitet og lang levetid.
→ Gå til BVN

Byggeregler
Byggereglene omfatter plan- og bygningsloven med forskrifter og veiledninger
→ Gå til byggereglene

Produktdokumentasjon
Godkjente og sertifiserte løsninger fra SINTEF Certification
→ Gå til produktdokumentasjon

Erfaring og forskning omsatt til praksis

SINTEF Byggforsk Kunnskapssystemer inneholder Byggforskserien, Byggebransjens våtromsnorm

AKTUELT

→ **Byggforskserien 50 år**
Byggforskserien fra SINTEF Byggforsk har gjennom 50 år utviklet seg til å bli en nasjonal kunnskapsbase for hele byggenæringen.

Wydawnictwa budowlane po polsku
Tutaj znajdziesz wybrane z serii budowlanej wydawnictwa po polsku

Håndbok fra Byggforsk

- Håndbok 50:
- "Fukt i bygninger"
 - Teori
 - Praktiske løsninger
 - Skadeerfaringer
 - Fukttekniske data



Ny publikasjonsserie fra Byggforsk



Ny publikasjonsserie fra Byggforsk



**n NYTT: Oversikt over
publikasjoner fra
SINTEF Byggforsk**



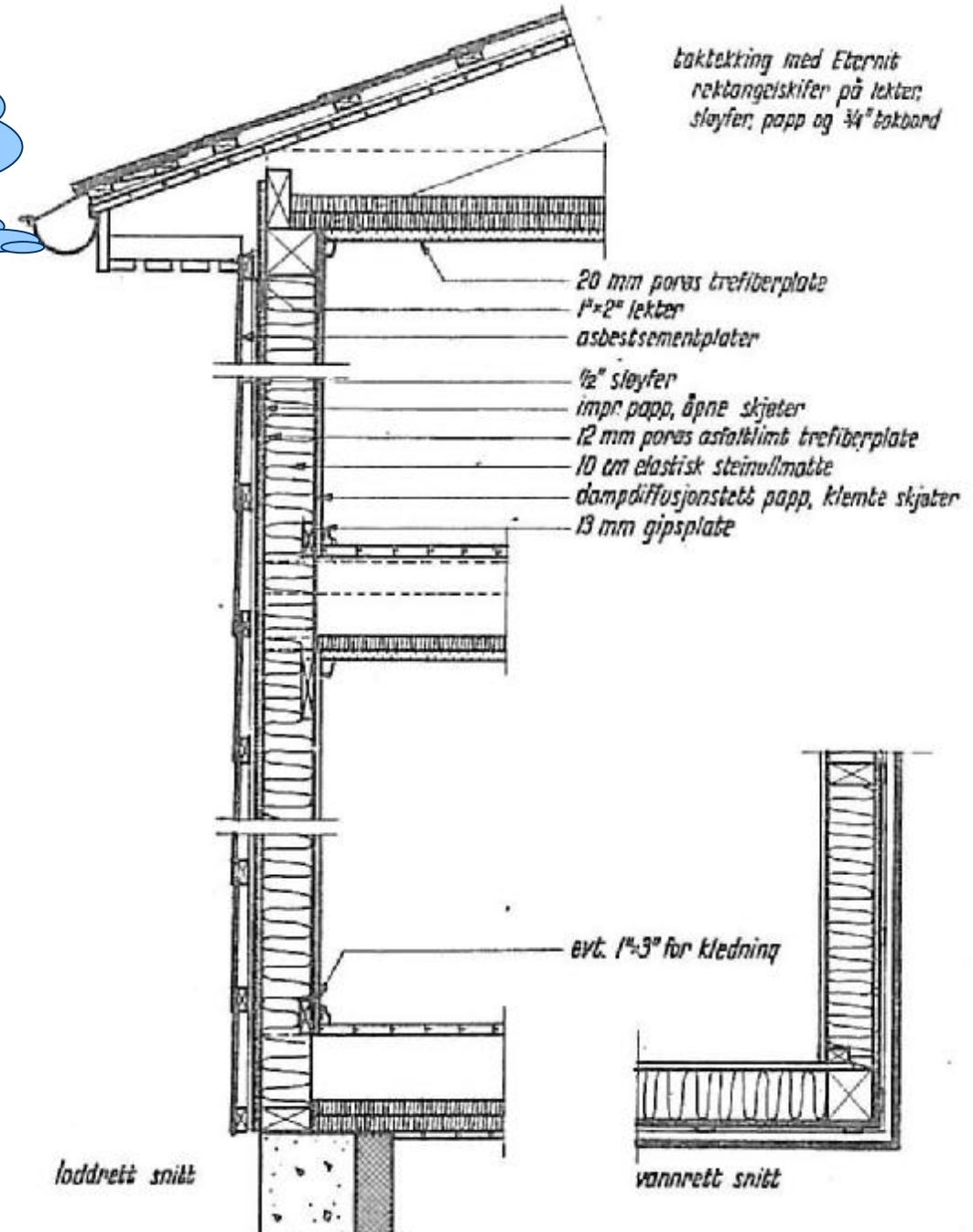
Trehus 1952

Anbefaling fra NBI:

- n 100 mm i yttervegg
- n 100 mm i tak
- n 100 mm i golv mot kjeller

Fokus på:

- n Isolasjon
- n Tetthet
- n Nøyaktig utførelse



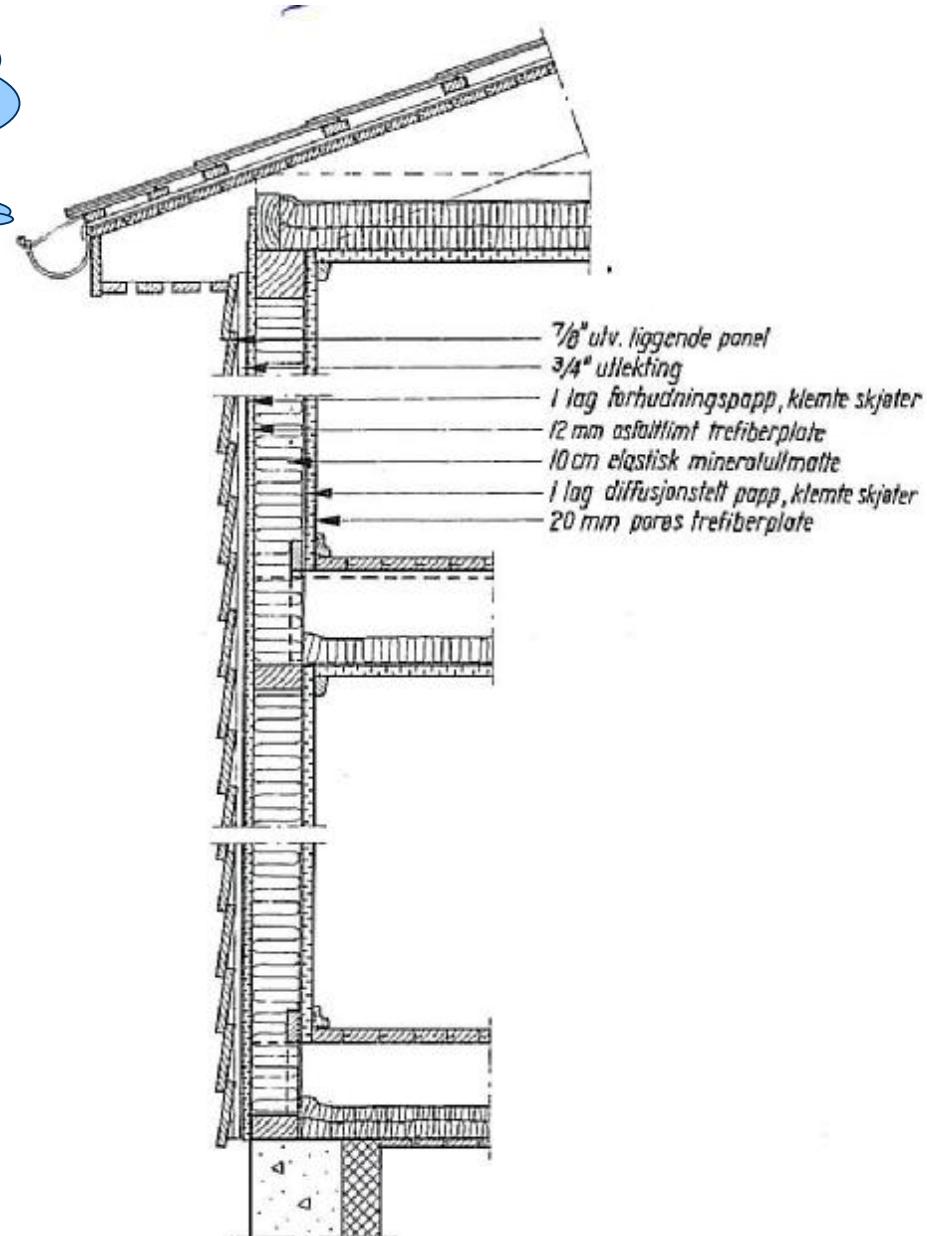
Trehus 1958

Anbefaling fra NBI:

- 100 mm i yttervegg
- 100 mm i tak
- 100 mm i golv mot kjeller

Fokus på:

- Isolasjon
- Tetthet
- Nøyaktig utførelse



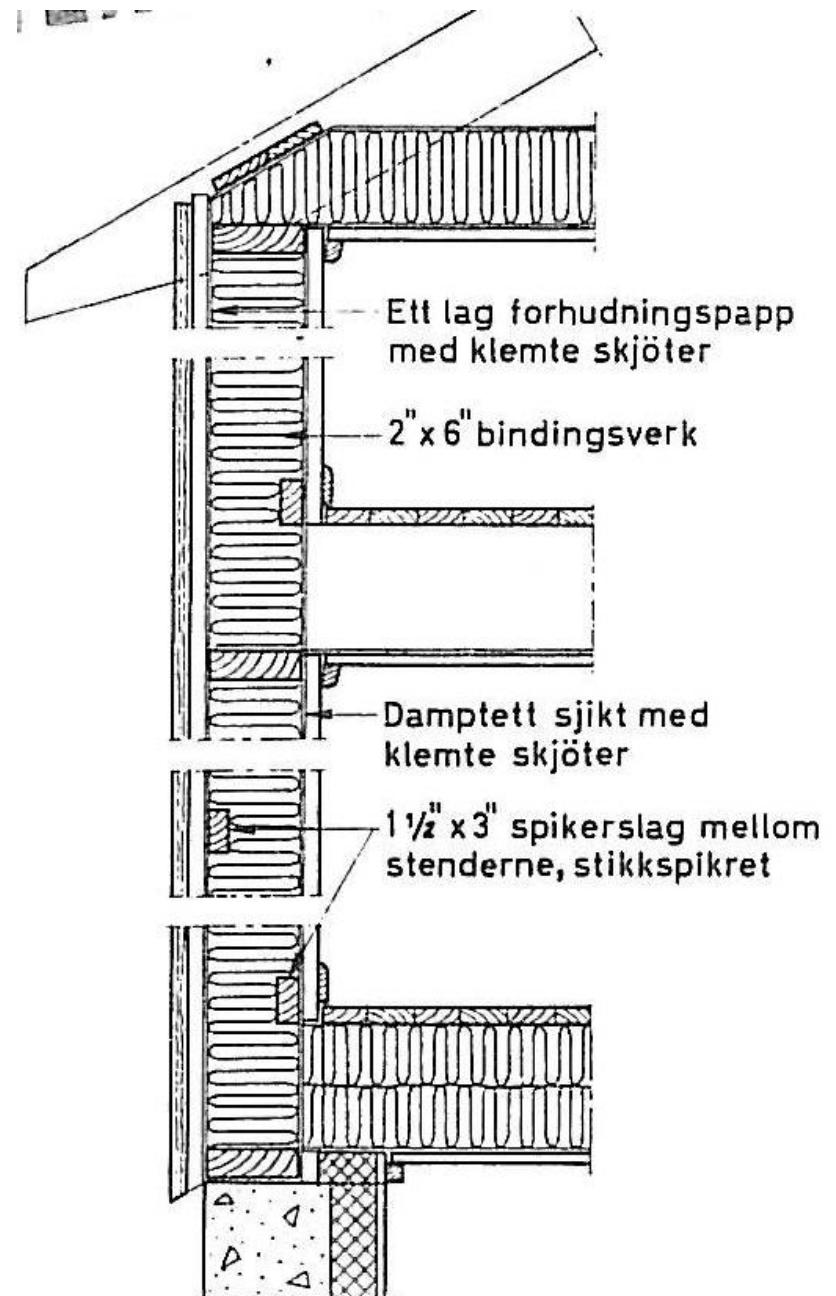
Trehus 1960

Anbefaling fra NBI:

- 150 mm i yttervegg
- 150 mm i tak
- 200 mm i golv mot kjeller

Fokus på:

- Isolasjon
- Tetthet
- Nøyaktig utførelse



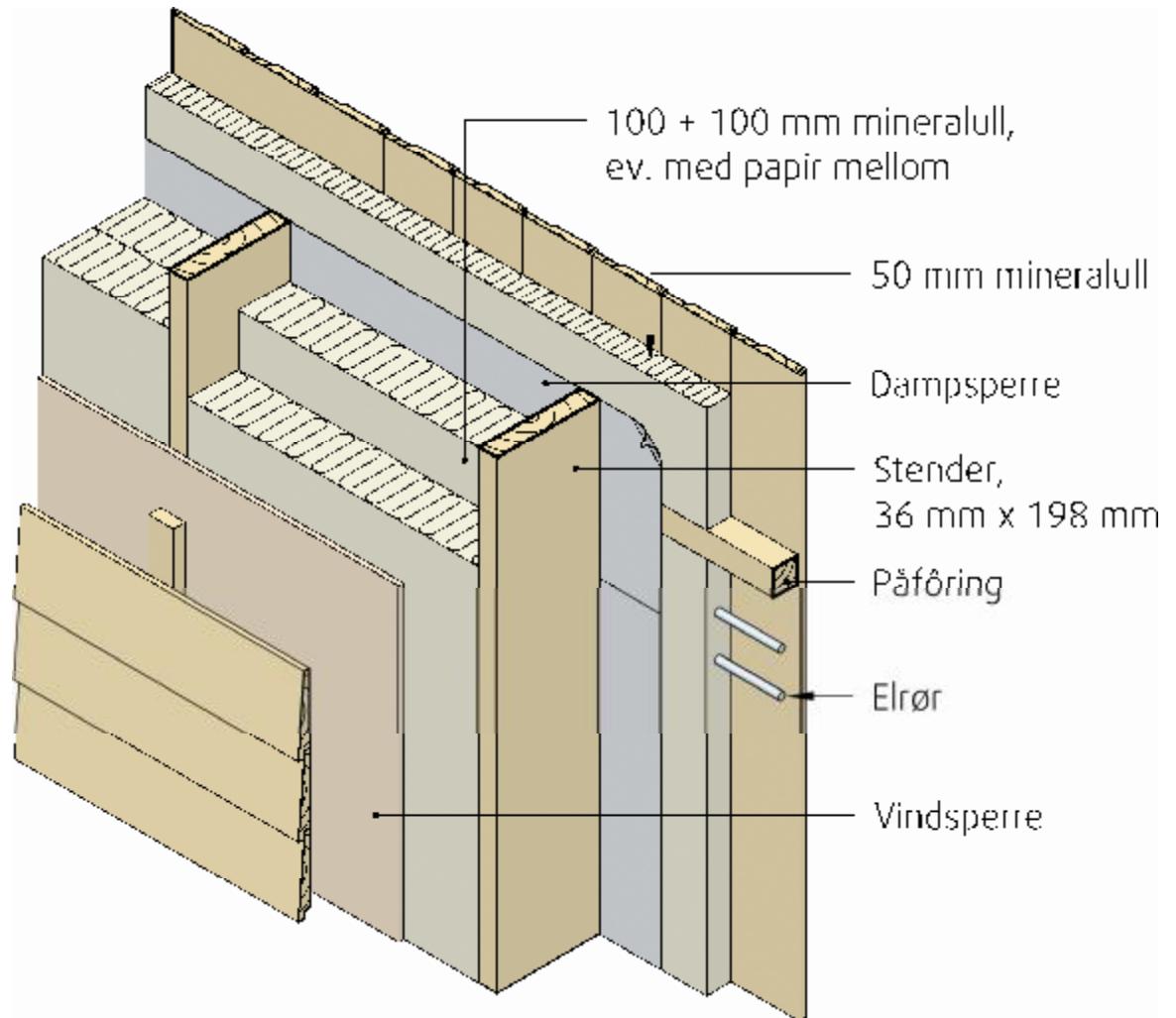
SINTEF Byggforsk 2008

Anbefalinger:

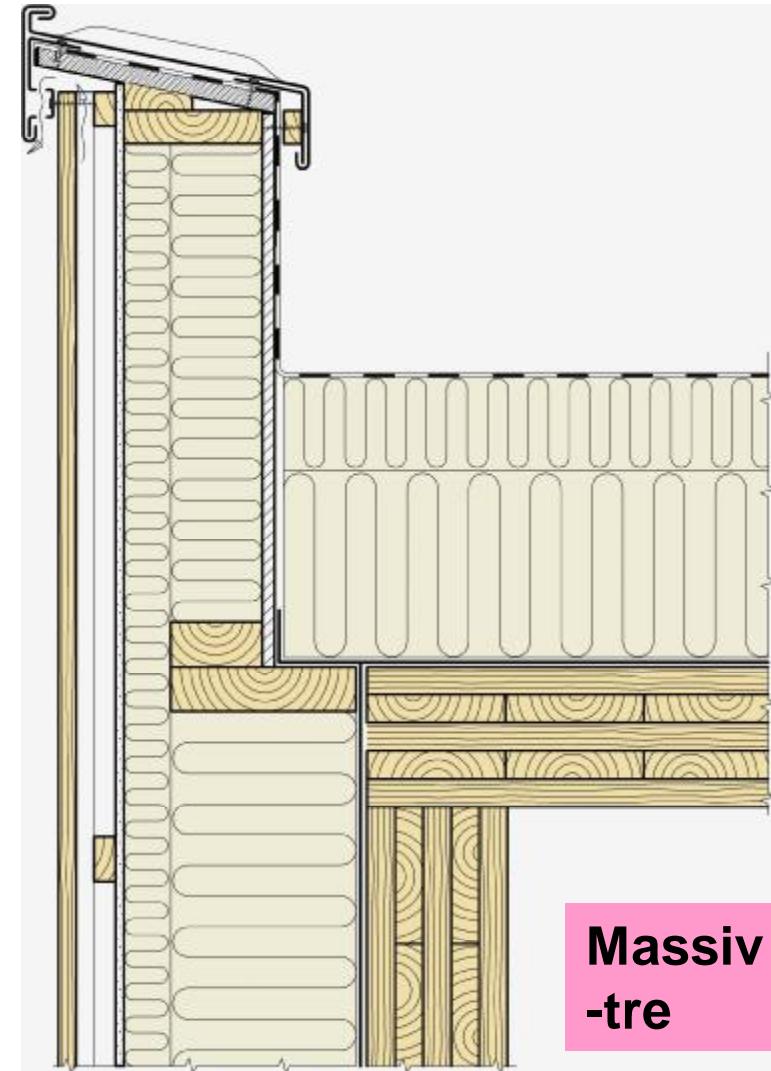
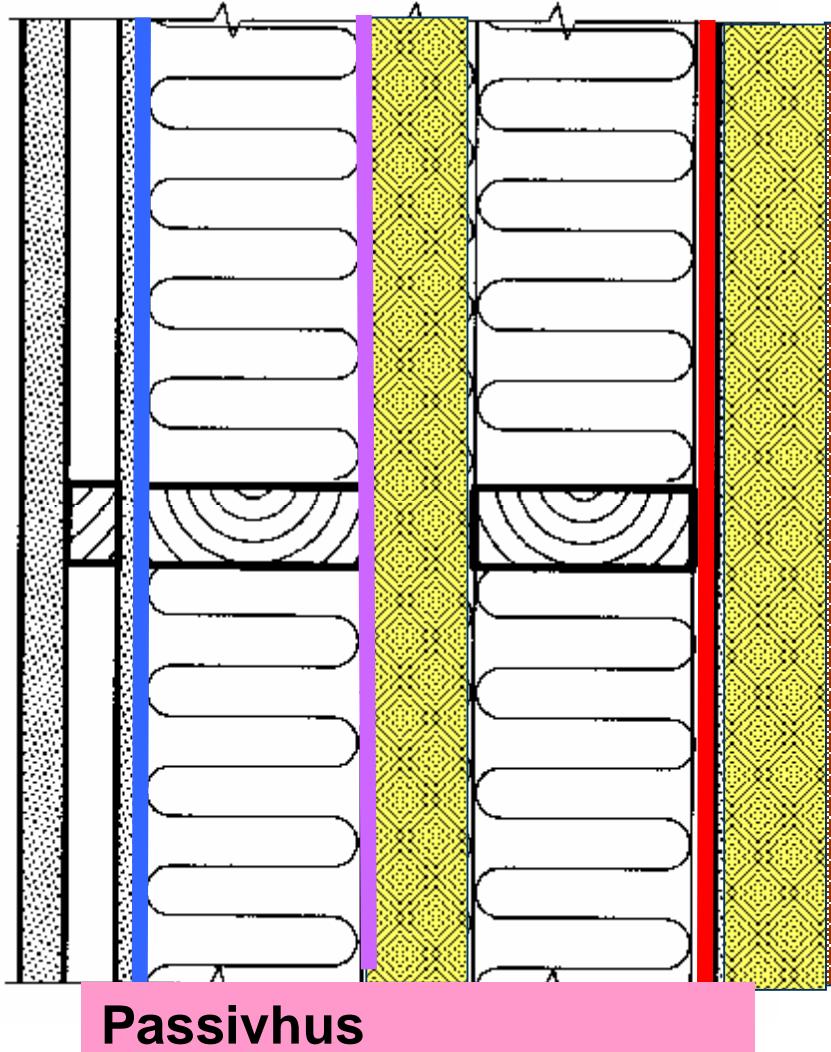
- n 250 mm i yttervegg
- n 300-350 mm i tak

Fokus på:

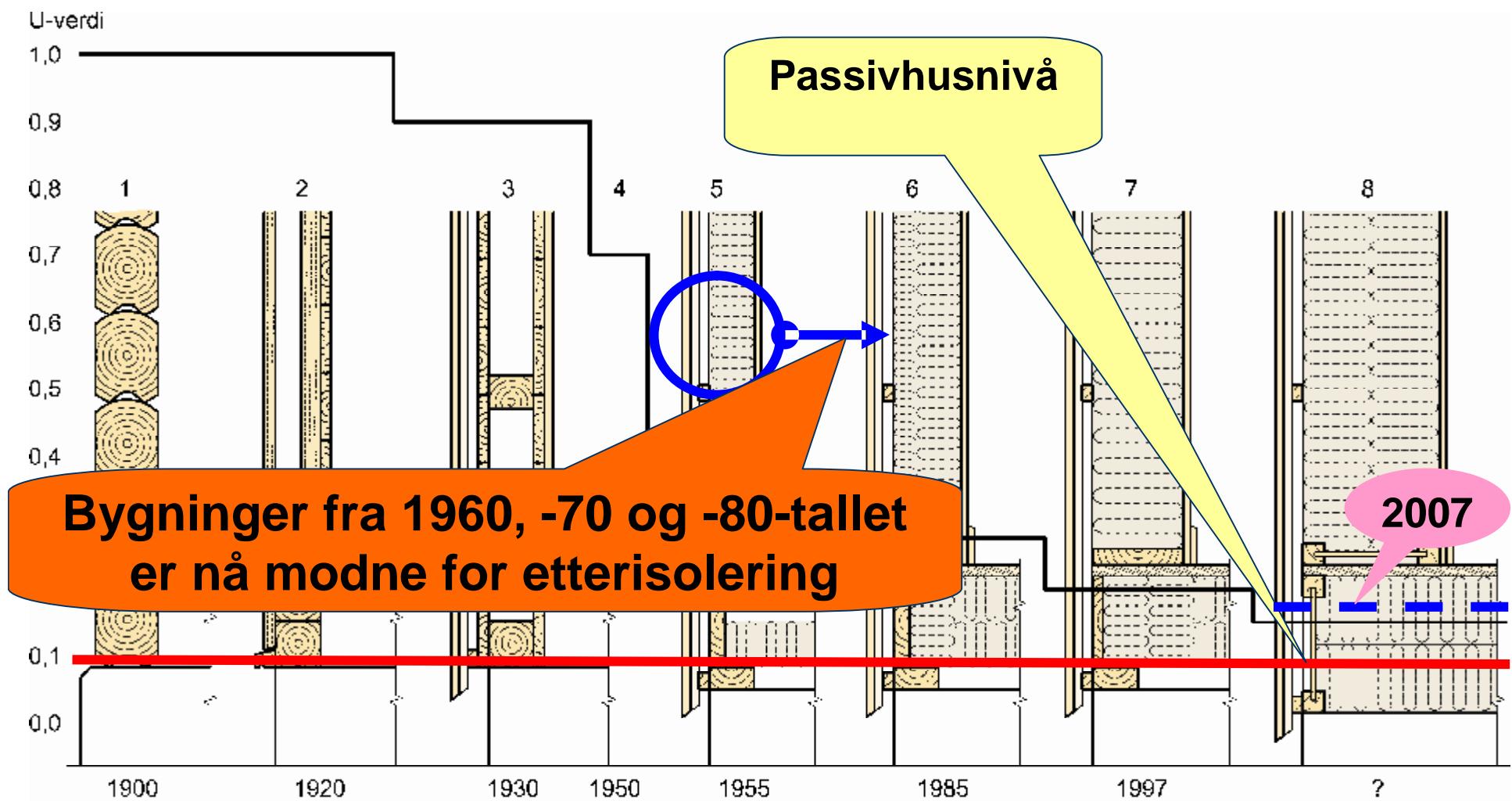
- n Isolasjon
- n Tetthet
- n Kuldebroer
- n Nøyaktig utførelse



Nye løsninger vil komme.....

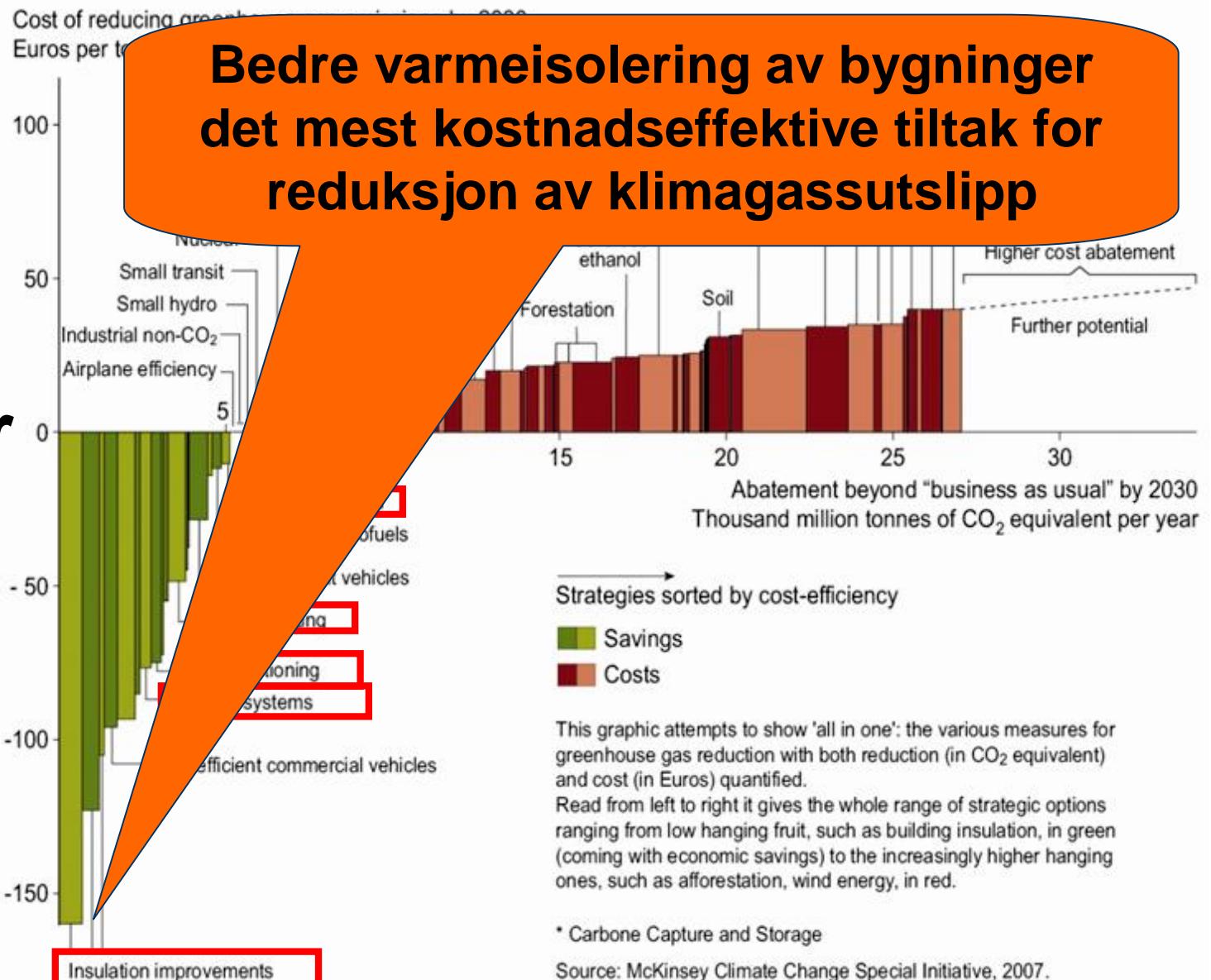


Varmetap gjennom yttervegger



Strategic options for climate change mitigation Global cost curve for greenhouse gas abatement measures

Tiltak og kostnader



Behov for energieffektivisering....



**Etterisolering
Tetting
Vinduer
Klimaanlegg**



**Egnede produkter og løsninger
finnes på markedet**





Klimadata for termisk dimensjoner og frostsikring

Byggforskserien
Byggdatajer
451.021 Del I
Sendning 1 – 2006



Meteorologisk
Institutt
met.no

Utgitt i samarbeid med Meteorologisk Institutt, Pb. 43 Blindern, 0313 Oslo, tlf. 22 98 30 00, www.met.no

0 Generelt

01 Innhold

Dette bladet inneholder tabeller og kart med klimadata for landets kommuner for normal-perioden 1981–1990. Klimadataene gir grunnlag for termisk dimensjonering og frostsikring av konstruksjoner mot grunnen, som fundament for oppvarmede og uoppvarmede bygninger, ledninger og vater. Klimadataene omfatter også degn midlertidetemperaturer for beregning av dimensjonende effektsbehov til romoppvarming. I tillegg er de viktigste dataene vist grafisk på kart over Norge.

02 Henvisninger

Plan- og bygningsloven (pbl)

Teknisk forskrift til pbl (TEK) med veiledering

Standarder:

NS-EN ISO 13870 Bygningers termiske egenskaper – Varmesoverføring via grunnen – Beregningsmetode

NS-EN ISO 13790 Bygningers termiske egenskaper – Beregning av bygningers energibehov til romoppvarming

NS-EN ISO 13793 Bygningers termiske egenskaper – Termisk dimensjonering av fundamenter for å unngå telehk

NS-EN ISO 15927-1 Bygningers hydrotermiske egenska-





Klimadata for termisk dimensjoner og frostsikring

Byggforskserien
Byggdetaljer
451.021 Del I
Sending 1 – 2006

	Frostmengde [h°C]	Årsmiddeltemp [°C]
Kirkenes	58.000	- 1,3
Tromsø	24.000	+ 1,6
Harstad	17.000	+ 2,9
Bodø	21.000	+ 2,9
Oslo	28.000	+ 4,3



Klimadata for termisk dimensjoner og frostsikring

Byggforskserien
Byggdetaljer
451.021 Del I
Sending 1 – 2006

	Frostmengde [h°C]	Årsmiddeltemp [°C]
Kirkenes	58.000	- 1,3
Tromsø	24.000	+ 1,6
Drammen	30.000	+ 4,7
Hamar	50.000	+ 1,5
Oslo	28.000	+ 4,3



Klimadata for termisk dimensjoner og frostsikring

Byggforskserien
Byggdetaljer
451.021 Del I
Sending 1 – 2006

	Frostmengde [h°C]	Årsmiddeltemp [°C]
Kirkenes	58.000	- 1,3
Mo i Rana	35.000	+ 1,1
Trondheim	21.000	+ 4,5
Steinkjer	31.000	+ 3,2
Oslo	28.000	+ 4,3



Klimadata for termisk dimensjoner og frostsikring

Byggforskserien
Byggdetaljer
451.021 Del I
Sending 1 – 2006

	Frostmengde [h°C]	Årsmiddeltemp [°C]
Kirkenes	58.000	- 1,3
Sarpsborg	24.000	+ 5,8
Sandefjord	19.000	+ 6,3
Skien	30.000	+ 4,7
Oslo	28.000	+ 4,3



Klimadata for termisk dimensjoner og frostsikring

Byggforskserien
Byggdetaljer
451.021 Del I
Sending 1 – 2006

	Frostmengde [h°C]	Årsmiddeltemp [°C]
Kirkenes	58.000	- 1,3
Ålesund	3.000	+ 5,6
Bergen	7.000	+ 6,0
Stavanger	3.000	+ 7,5
Kristiansand	13.000	+ 6,5

Et eksempel på etterisoleringsoobjekt



Eksempel - Etterisoleringsstiltak

- n Enebolig fra 1966, Asker i Akershus, ca. 115 m² gr.flate**
- n To etasjer og kaldt, luftet loft**
- n 1. etasje og underetasje, hver på ca. 115 m²**
- n Trekonstruksjon, kjellervegger av 230 mm betong, delvis innvendig isolert**
- n Golv på grunnen, noe isolert**



Opprinnelige konstruksjoner

n Tak mot kaldt loft

- n 100 – 120 mm glassull –

U-verdi = 0,35 W/m°K

n Yttervegg

- n 100 mm isolert bindingsverk
- n Vinduer, 2-lags isolerruter

U-verdi = 0,43 W/m°K

U-verdi = 2,8 W/m°K

n Kjellervegg

- n 230 mm betong, dels m/100 mm Isol

U-verdi = 0,35 W/m°K

U-verdi = 2,7 W/m°K

n Golv på grunnen

- n 50 mm isolasjon i oppvarmet rom
- n Drensmasser av løs lettklinger

U-verdi = 0,35 W/m°K

U-verdi = 0,7 W/m°K

Beregnet el.forbruk før tiltak

n Romoppvarming	19.145 kWh
n Varmebatterier	0 "
n Vannoppvarming	5.253 "
n Vifter og pumper	0 "
n Belysning	3.416 "
n Teknisk utstyr	4.380 "
n Total energibehov	32.199 kWh

Dvs. ca. 139 kWh/m²år

Aktuelle tiltak

- n Etterisolering av yttervegger**
- n Bytte vinduer**
- n Etterisolering av tak mot kaldt loft**
- n Bedret lufttetthet**
- n Kjellervegger**
- n Golv på grunnen**
- n Balansert ventilasjon m/gj.vinner**



Yttervegger

- Utvendig isolering?
- Innvendig isolering?
- Snaue takutstikk
- Vinduer ?
- Bedre tetthet ??



Overgang mot kaldt loft



Etterisolering mot kaldt luftet loft ?



Etterisolering av kjellervegger og -golv ?



Tiltak 1: Etterisolering av tak mot loft

- Opprinnelig 100 - 120 mm glassull U-verdi = 0,35 W/m²K
- Etterisolert med 300 mm, totalt ca. 400 mm U-verdi = 0,10 W/m²K



Tiltak 2: Etterisolering av yttervegger

- Opprinnelig 100 mm $U\text{-verdi} = 0,43 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Etterisolert med 100 mm, totalt 200 mm $U\text{-verdi} = 0,23 \text{ W/m}^2\text{K}$



- Ikke inntrukket dampsperre
- Tetting rundt el.bokser etc.
- Krever nøyaktighet
- Klemming av alle skjøter



Tiltak 3: Bytte vinduer

- Opprinnelig isolerruter
- Superisolerte vinduer

U-verdi = 2,8 W/m²K

U-verdi = 0,8 W/m²K

- Ønske om vindusbrett
- Nye vinduer i opprinnelig posisjon (nesten)



Vindusdetaljer.....Tetting ?



- Noe endret posisjon for nye vinduer
- Ny tetteløsning utvendig
- Hvordan tette ?



Effekt av etterisoleringstiltak



Beregnet el.forbruk før og etter tiltak

n Romoppvarming	19.145 kWh	n 7.948
n Varmebatterier	0 "	n 0 "
n Vannoppvarming	5.253 "	n 5.253 "
n Vifter og pumper	0 "	n 0 "
n Belysning	3.416 "	n 3.416 "
n Teknisk utstyr	4.380 "	n 4.380 "
n Total energibehov	32.199 kWh	n 21.001 kWh



Hvor mye betyr hvert tiltak alene ??

- Isolering av tak ca. 23 %
- Yttervegger o/terreng: ca. 12 %
- vinduer: ca. 39 %
- tetthet (n50 fra 4,3 til 2,0 oms/h): ca. 25 %

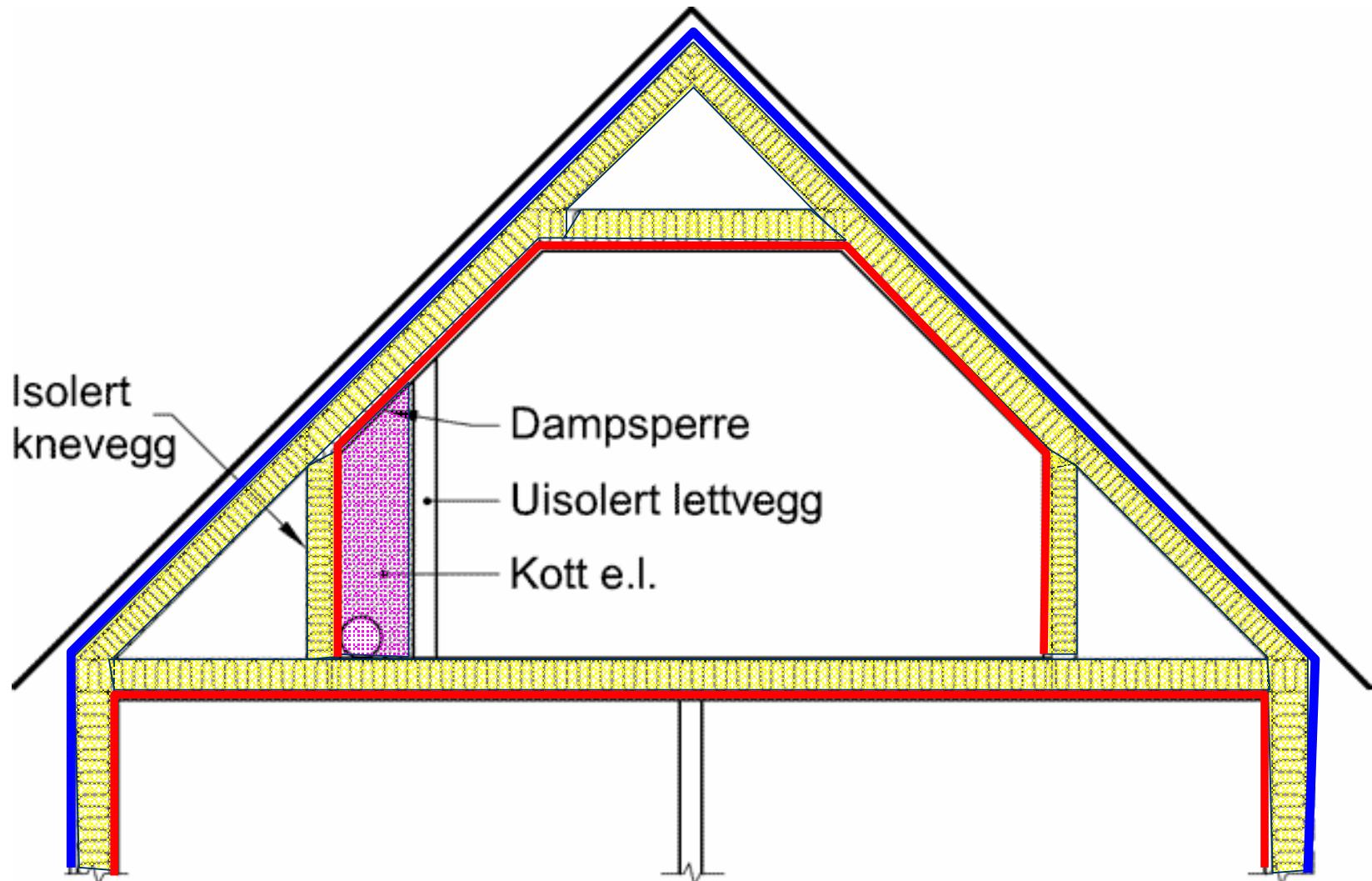
Effekt av bedret lekkasjetall (anslag) for dette huset

- Beregnet ved forbedring av n_{50} fra 4,0 til 2,5 oms/h:
 - Balansert ventilasjon 2500 kWh/år
 - Naturlig ventilasjon 2300 kWh/år "
 - Mekanisk avtrekk 1000 kWh/år

Transmisjonsvarmetap (anslag)

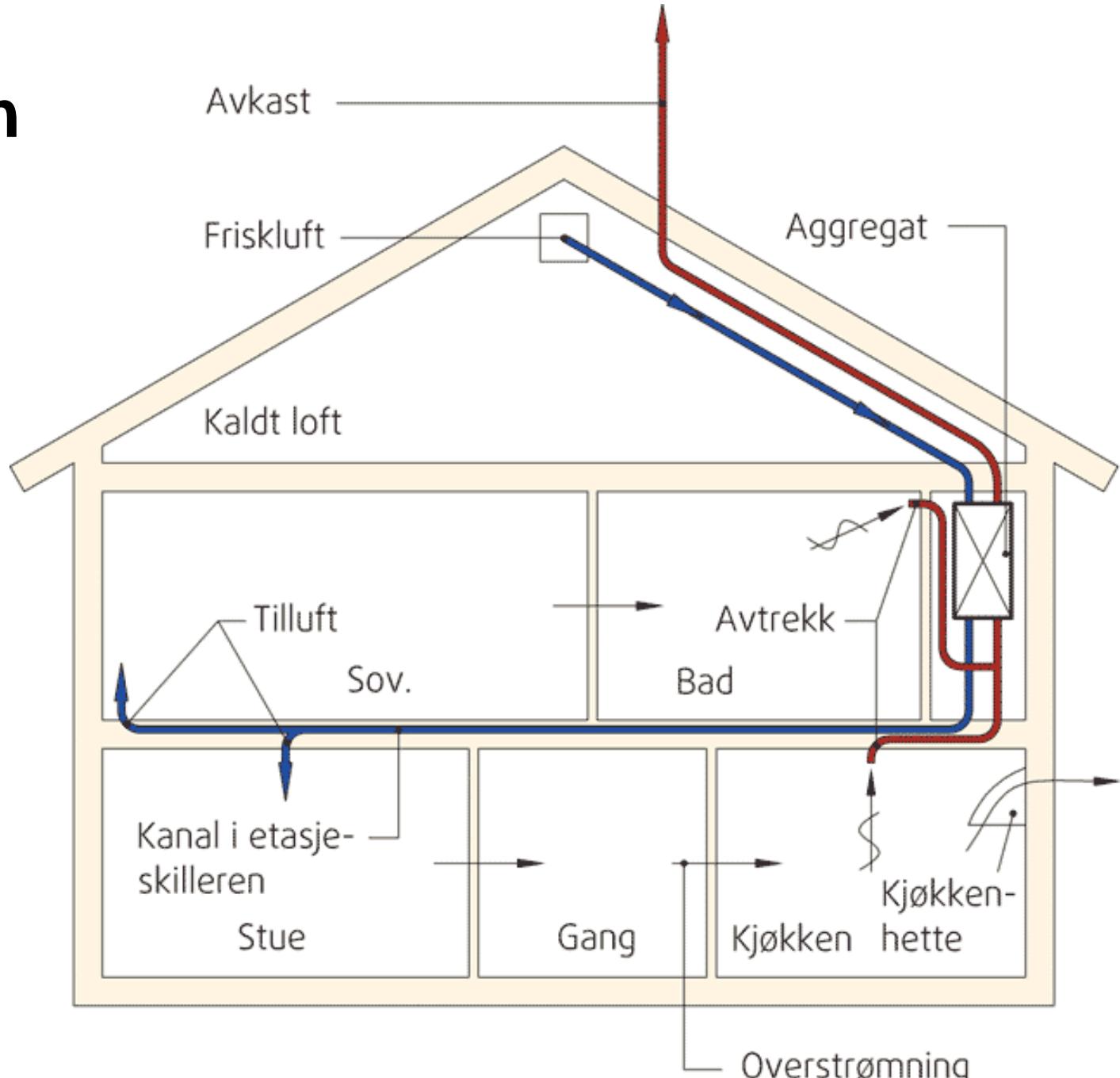
- Tak: ca. 14 %
- Yttervegger: ca. 30 %
- Kjellergolv: ca. 22 %
- vinduer/dører: ca. 34 %

Plassering av ventilasjonsanlegg



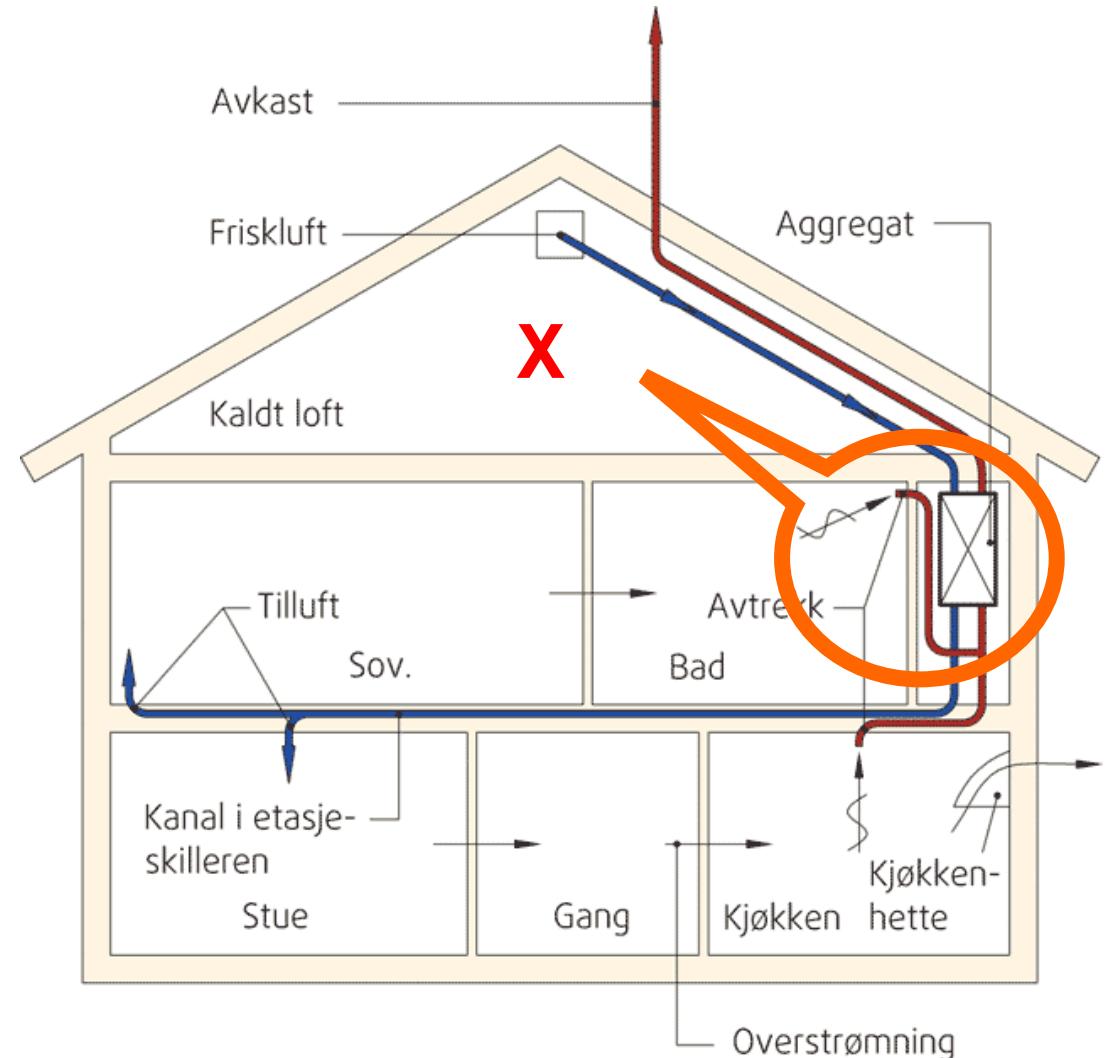
Ventilasjon

- Aggregat i varmt rom
- Lett tilgang
- Kanaler i himling og bjelkelag
- Kanaldim. i småhus:
100 – 160 mm



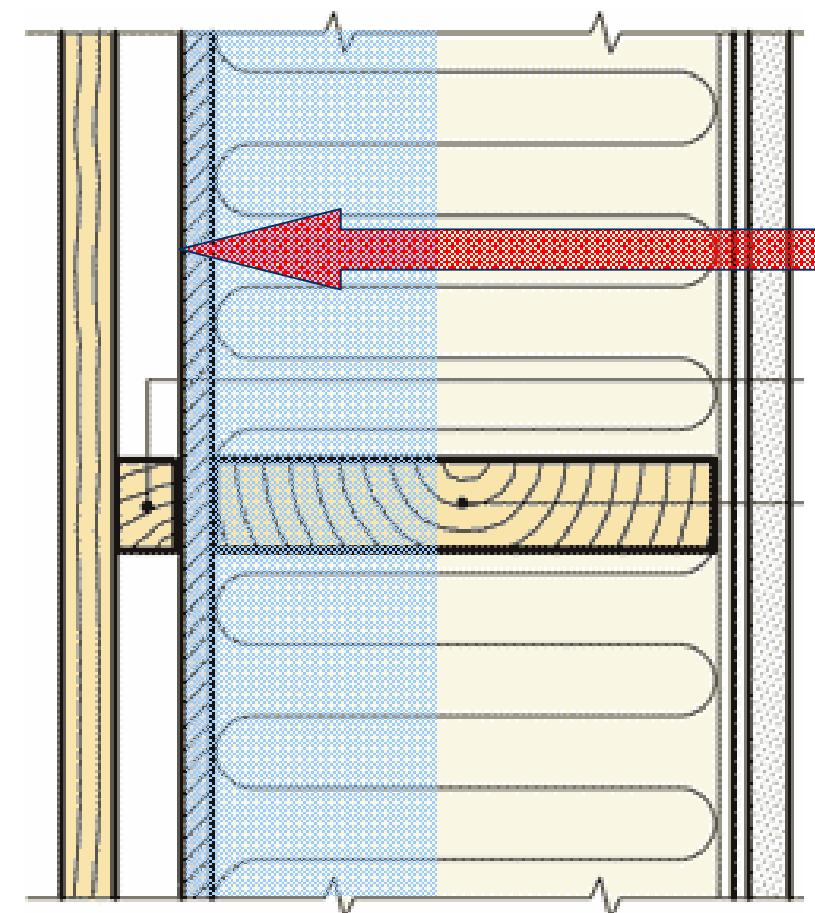
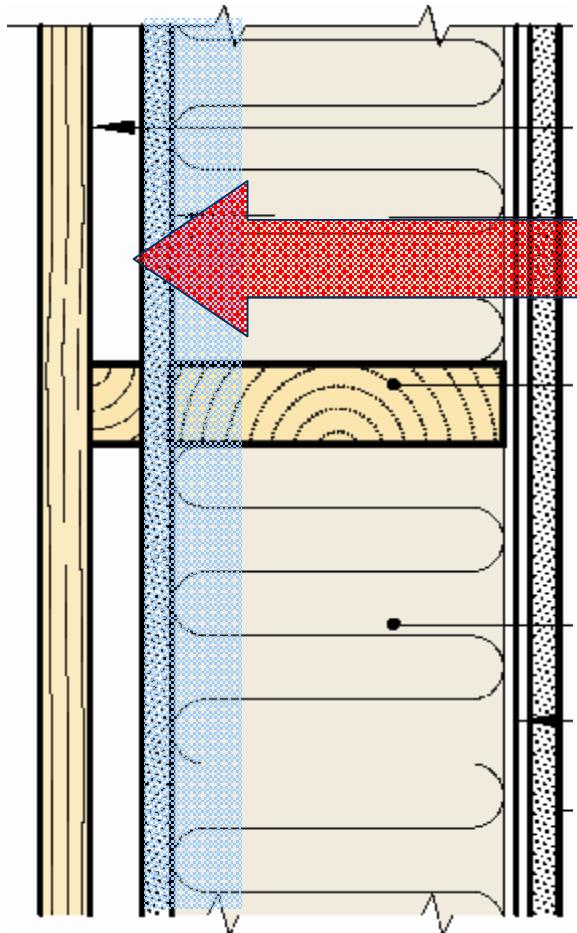
Ventilasjon i eksisterende bygninger

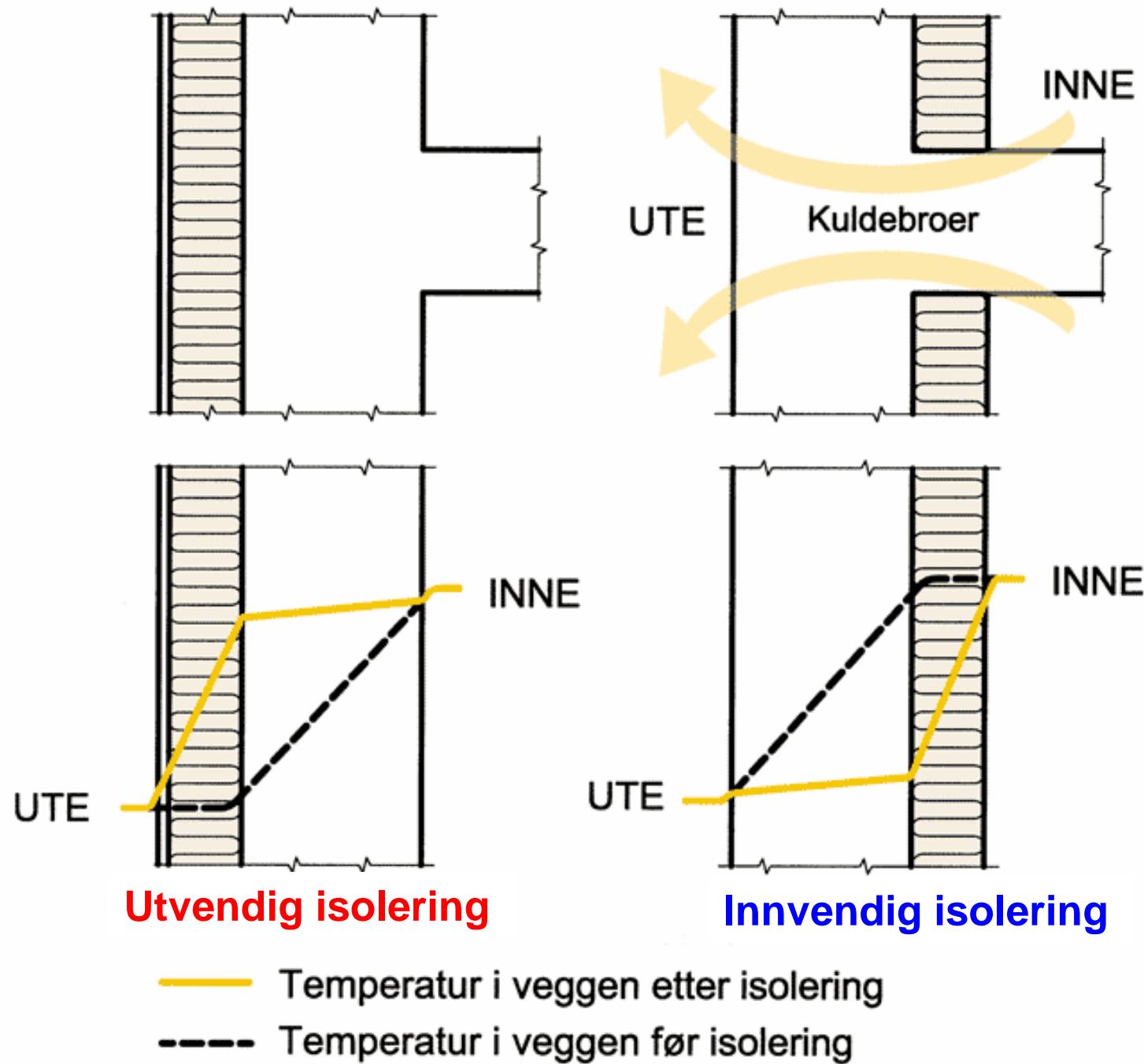
- Plassert på kaldt loft
 - Akseptabelt
- Rot. varmegj.vinner
 - Ikke kondensvann
- Kanaler
 - Isoleres



Mer isolasjon – Mindre varmetap

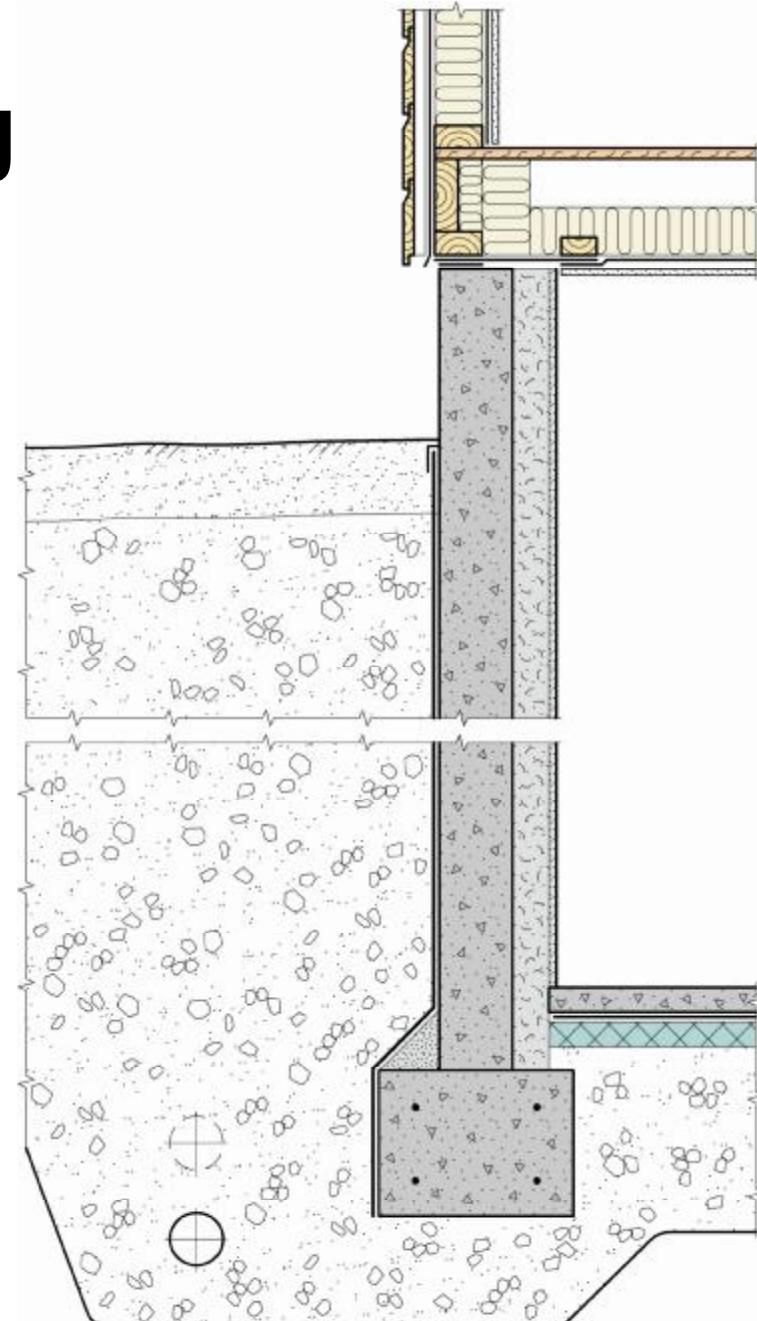
Konsekvenser for fuktsikkerhet ??





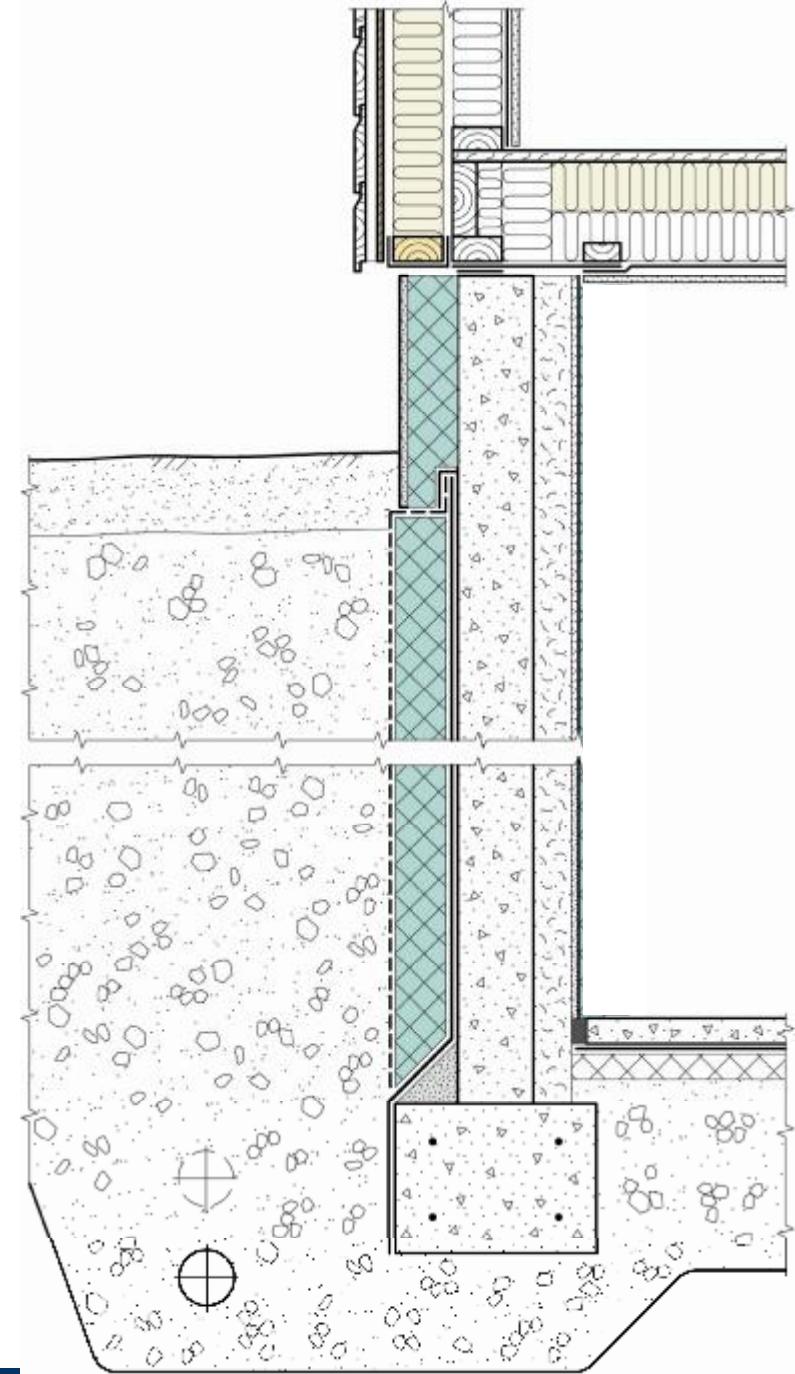
Kjellervegg av betong

- 1960 – 70-tallet
- Uisolert eller med treullselementplate el.
tilsvarende innv.
 - $U = \text{ca. } 2,7 \text{ W/m}^2\text{K}$ (u.isol)
 - $U = \text{ca. } 0,8 - 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Isolert eller uisolert golv
- Alder: 30-40 år
- Redrenering kan være nødvendig !!



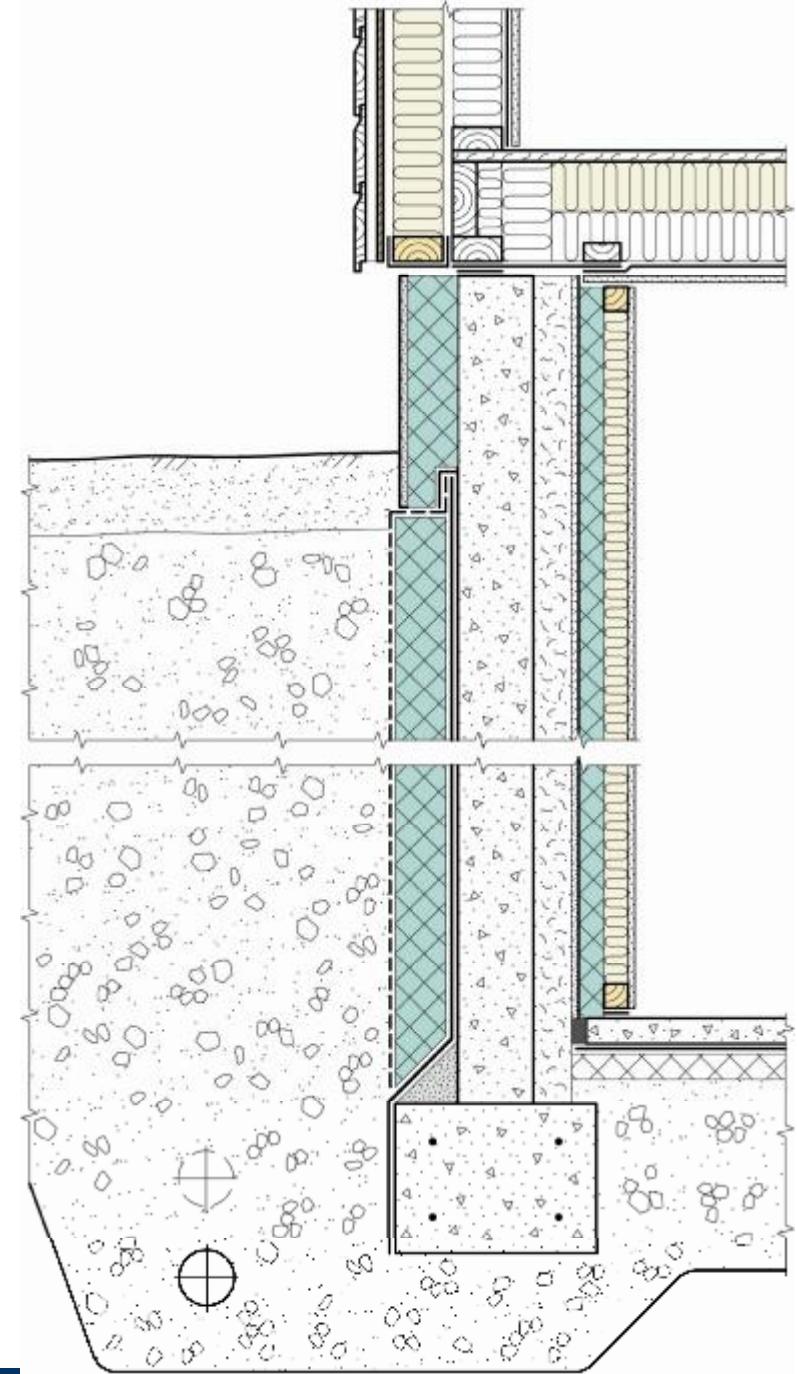
Utvendig tiltak

- Oppgraving, 2 m oppfylling
- Ny grunnmursplate (ev.)
- Etterisolering 50 – 100 mm
- **Opprinnelig uten innv. isolasjon:**
 - $U = 0,45 - 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$
- **Opprinnelig med innv. isol.:**
 - $U = 0,35 - 0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Isolasjon m/plate over terreng
- Innvendig flate beholdes ?
- God fuktsikring
- God etterisoleringseffekt



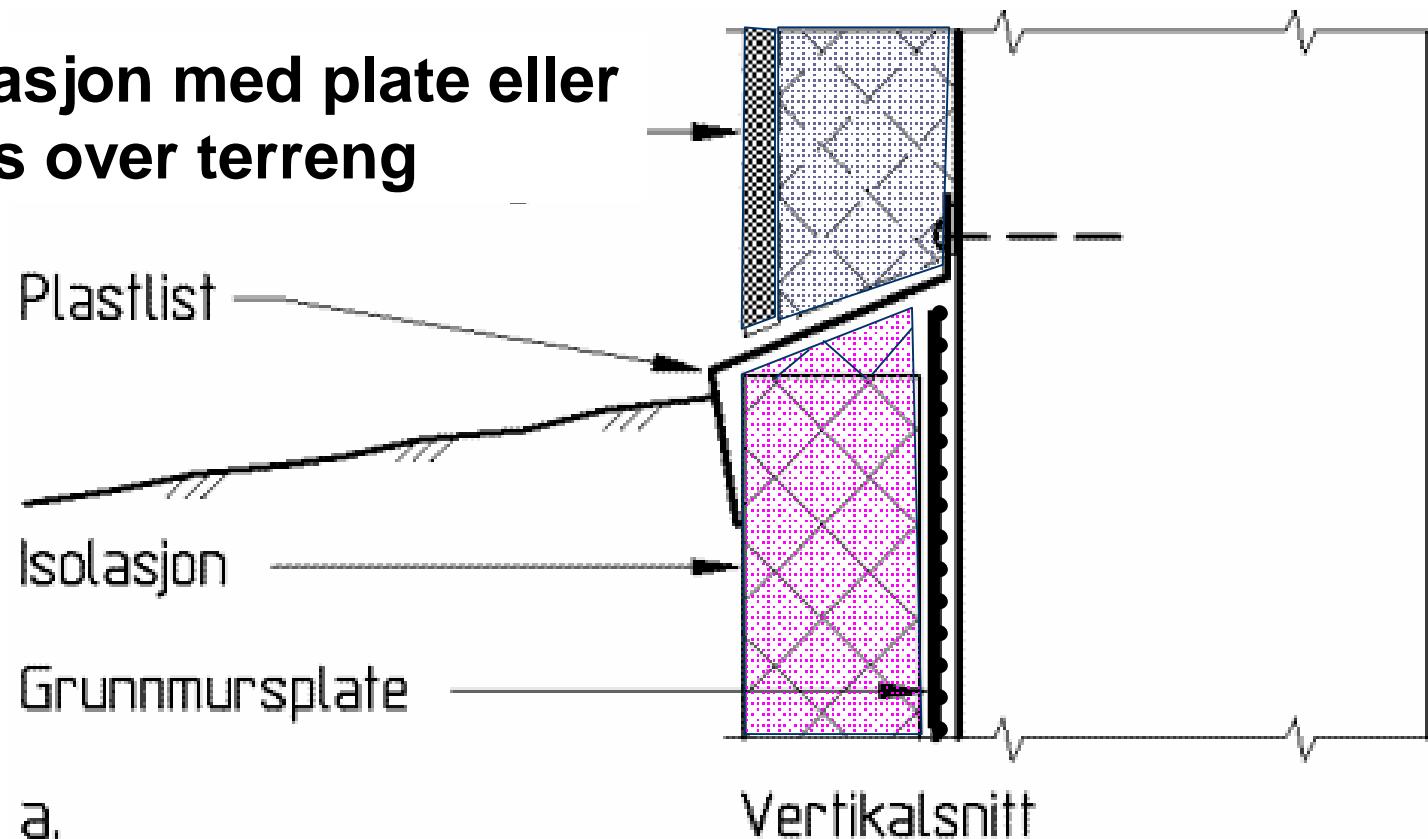
Utvendig og innvendig etterisolering

- 2 m oppfyllingshøyde
- Med innv. etterisolasjon:
- 50 + 50 mm
 - $U = 0,15 - 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Ikke dampsperre !!

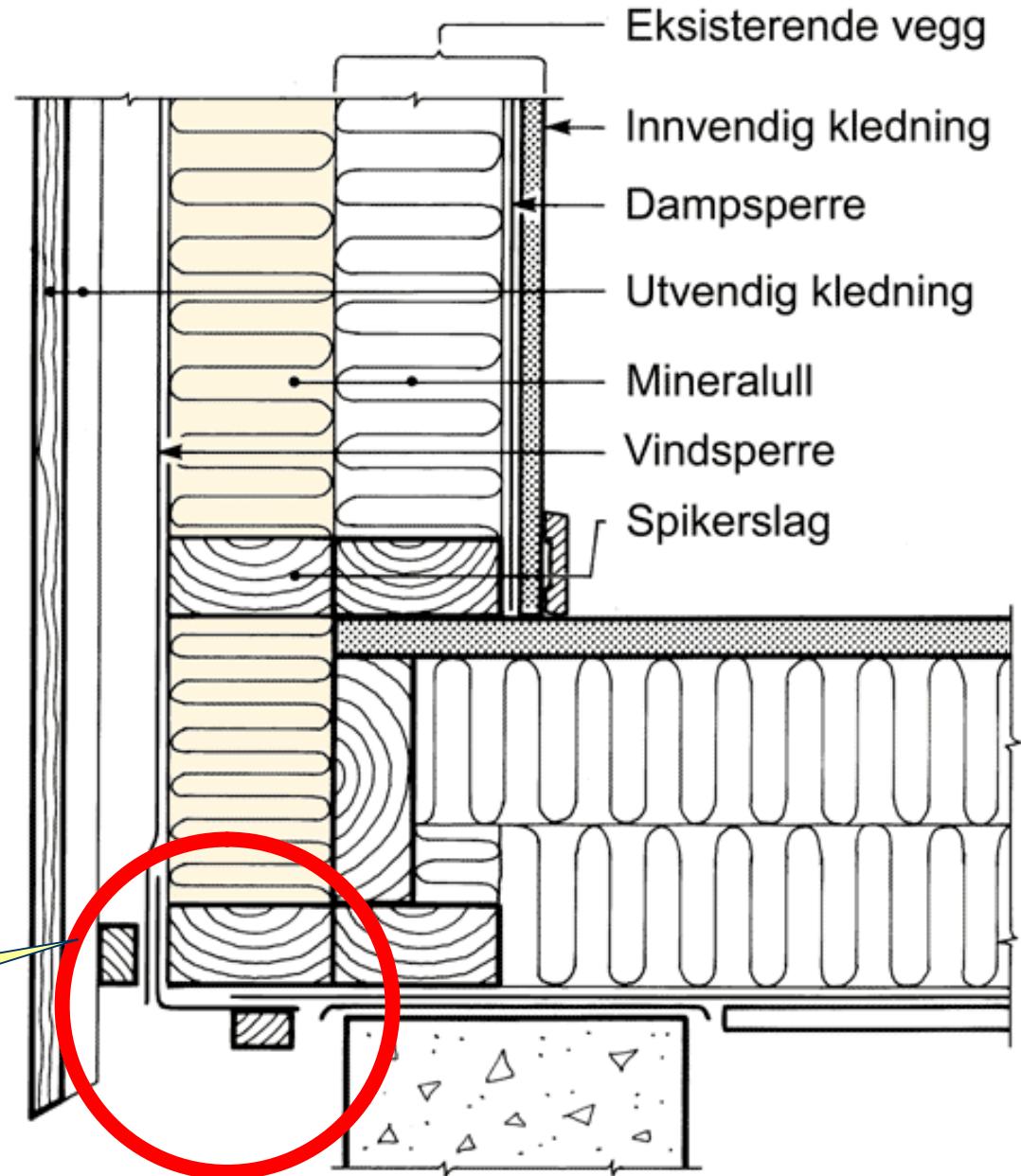


Sokkeldetalj - prinsippløsning

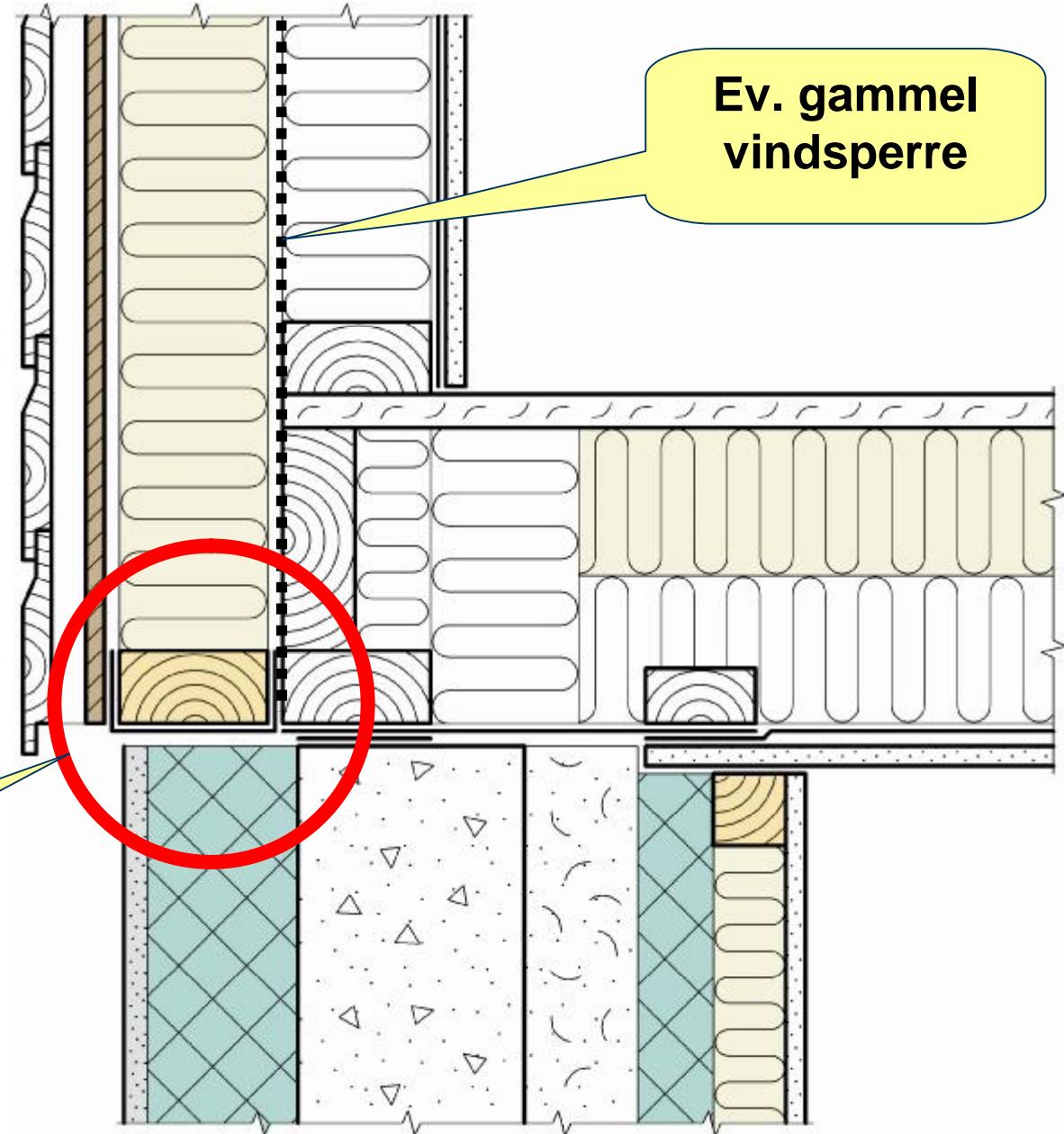
Isolasjon med plate eller
puss over terreng



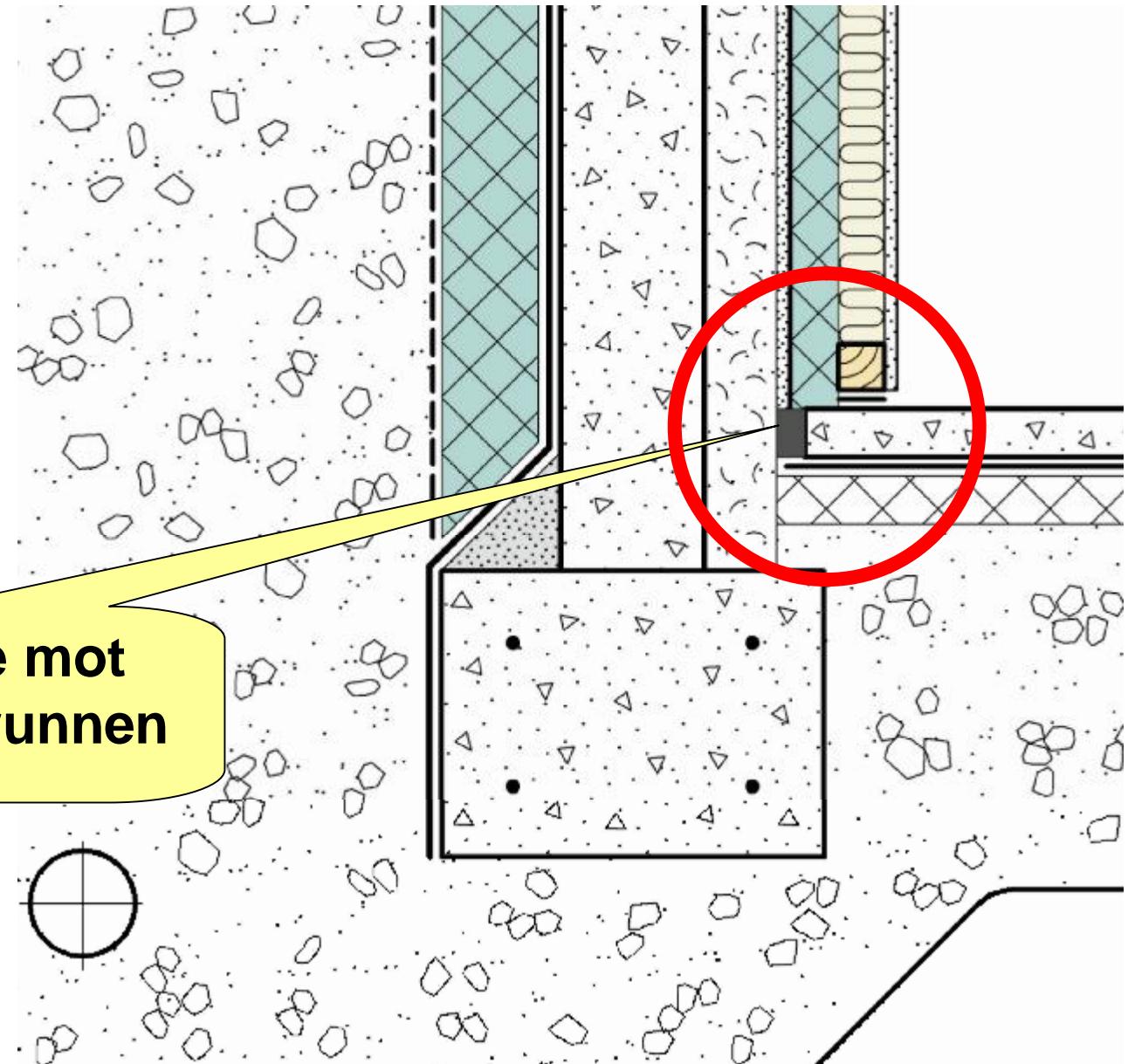
n Tilleggsisolering



n Overgang mot bjelkelag/vegg

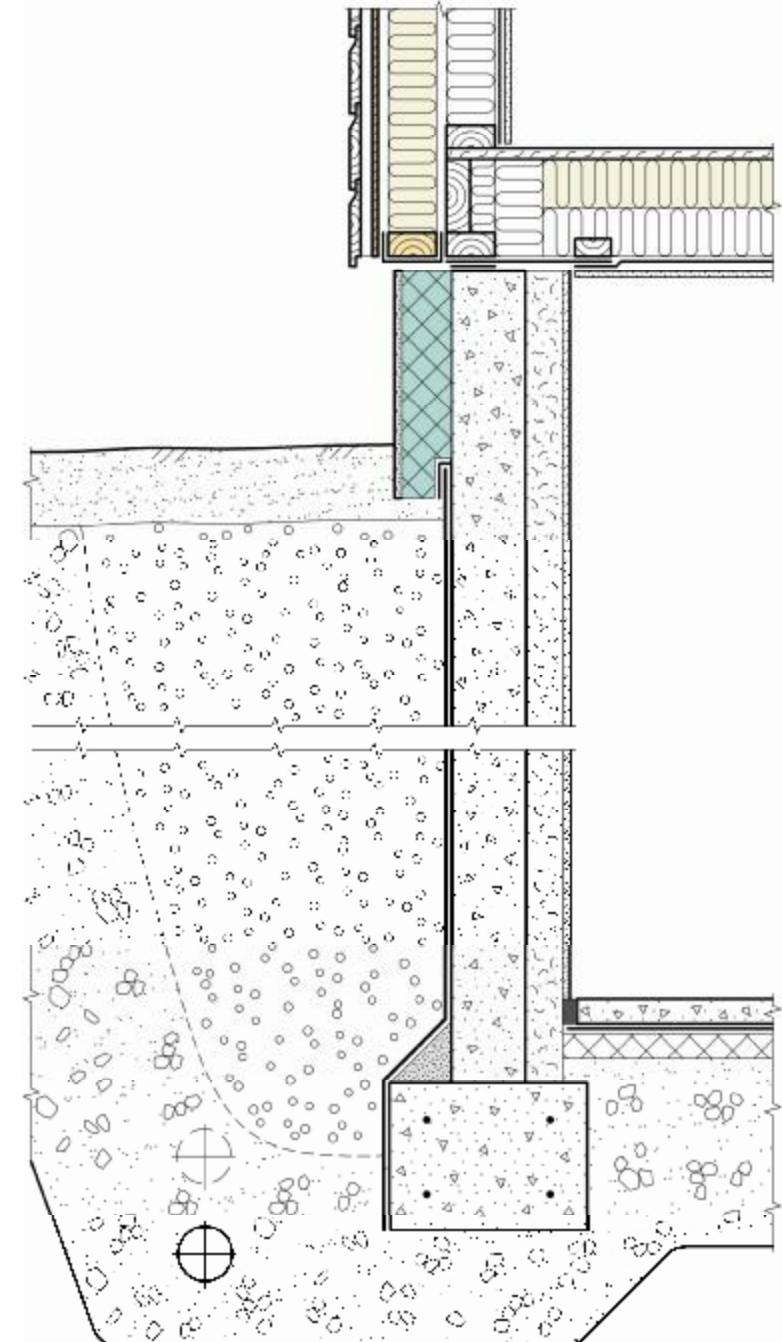


n Overgang mot golv

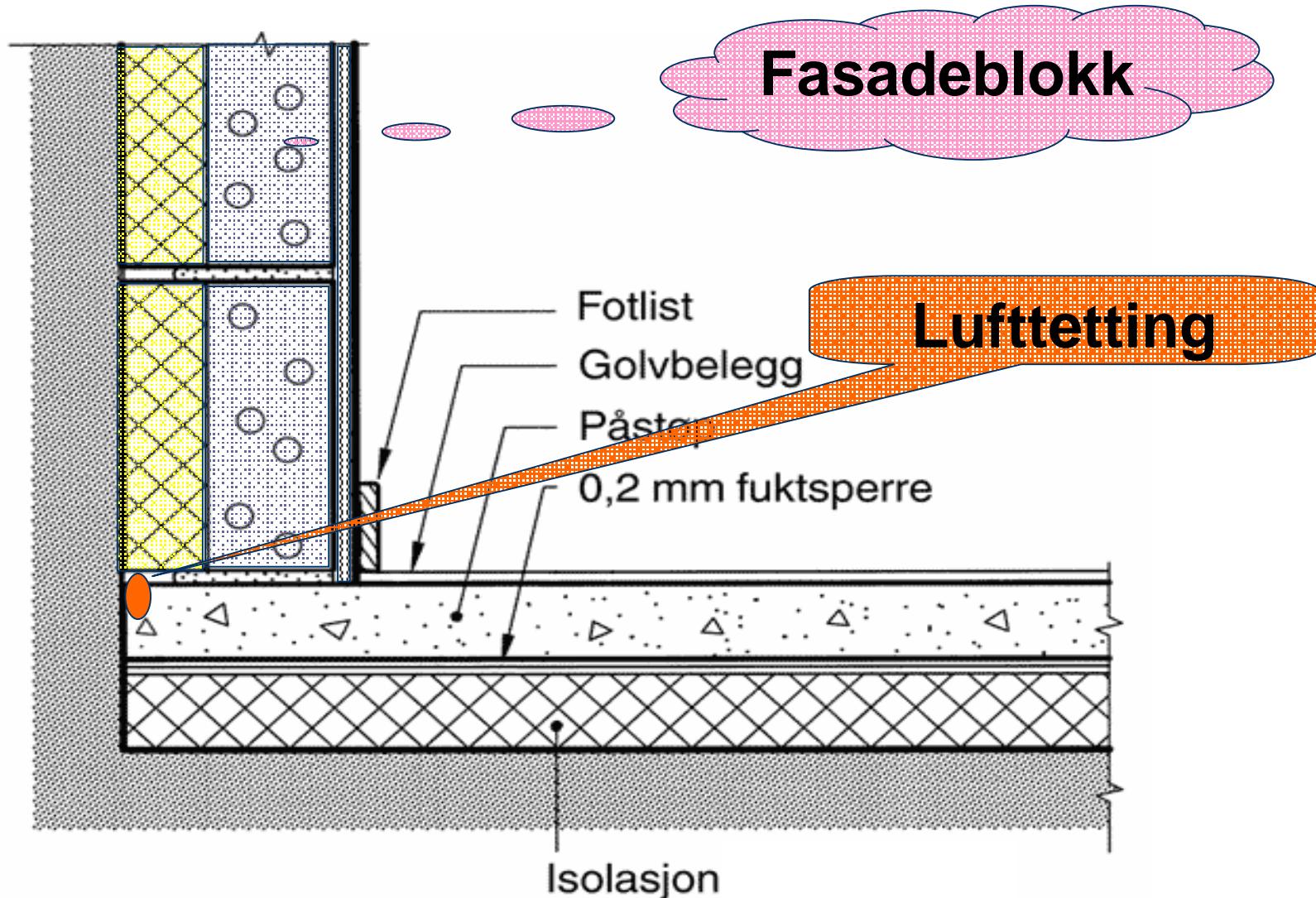


Kjellervegg

- Utvendig ettrisolering
- Over terreng:
 - Isolasjon og plate
- Under terreng:
 - Løs lettklinker



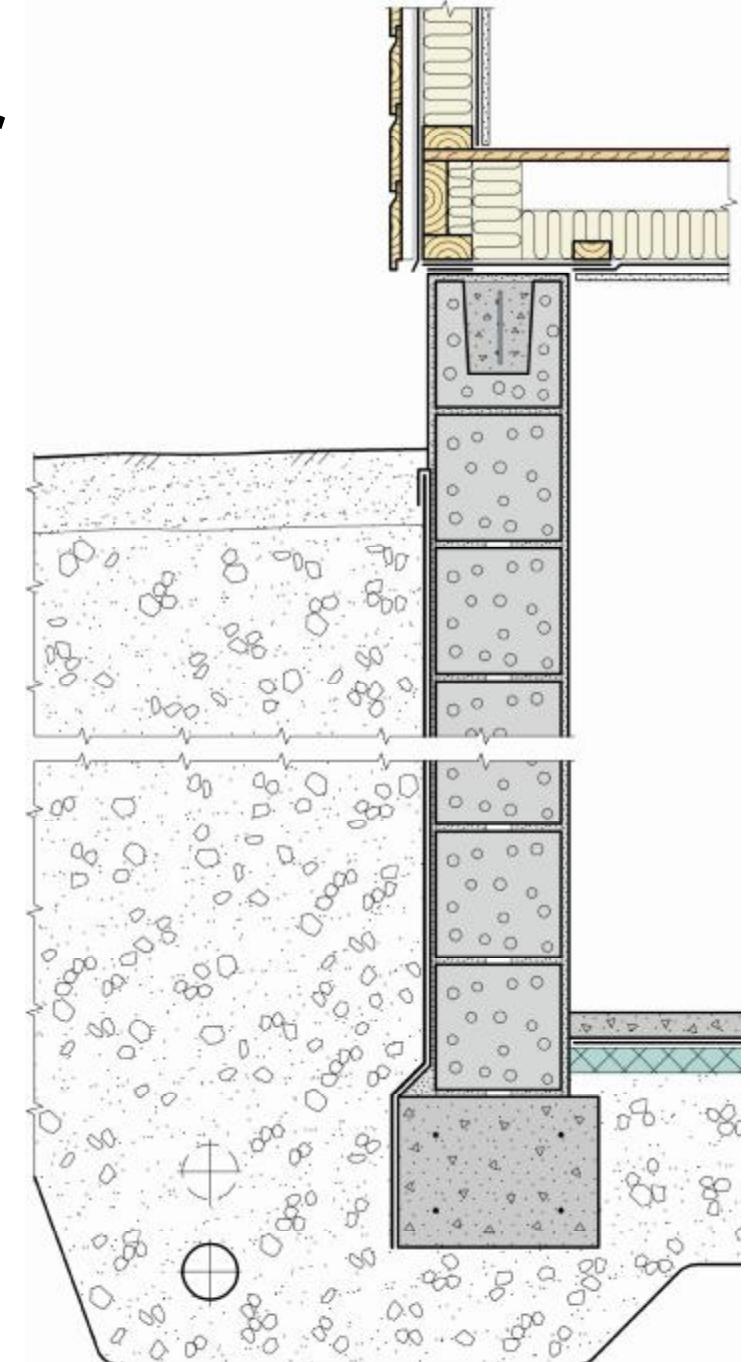
Innvendig isolasjon av kjellervegg



Kjellervegg av lettklinker

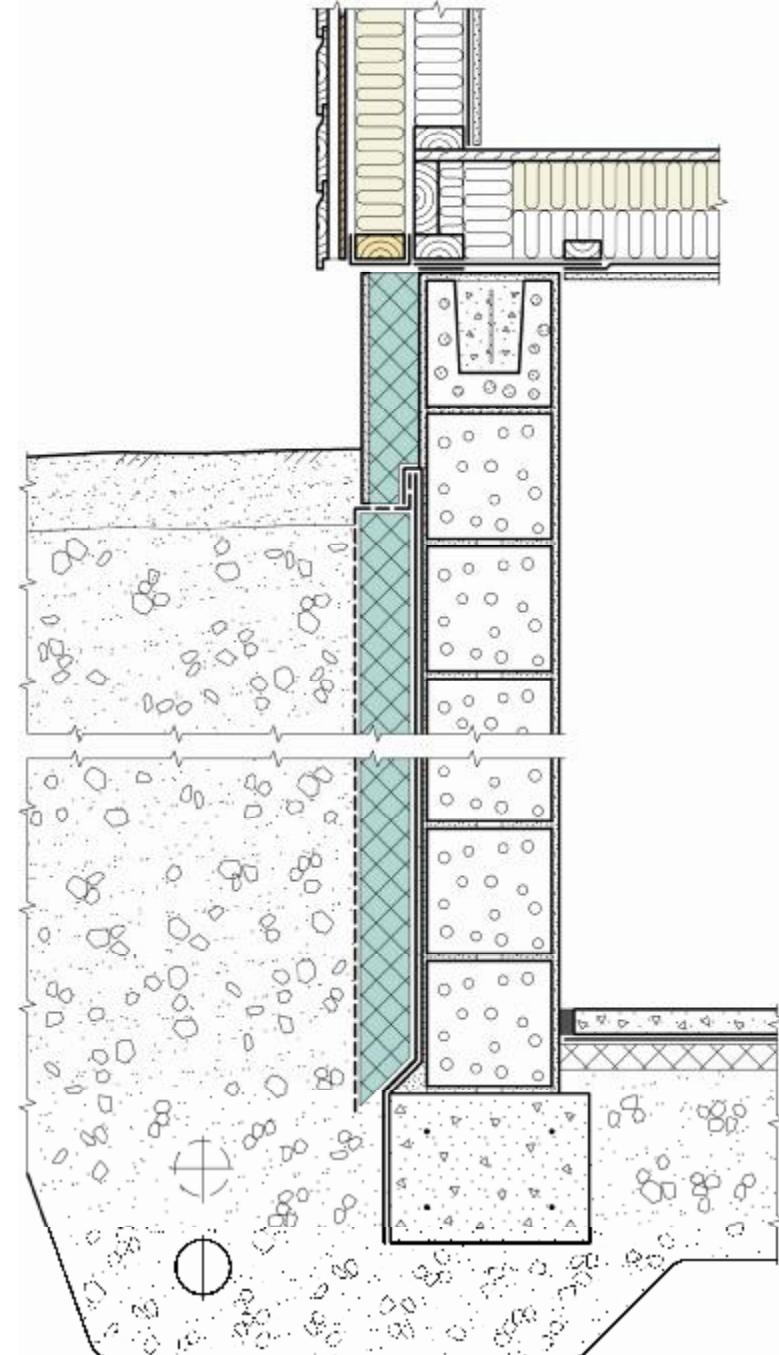
n Opprinnelig løsning:

- n 250 mm lettklinker
- n Pusset på hver side
- n Grunnmursplate
- n Drenerende masser
- n $U = \text{ca. } 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$
- n Isolert eller uisolert golv
- n Alder: 30-40 år
- n Redrenering kan være nødvendig !!

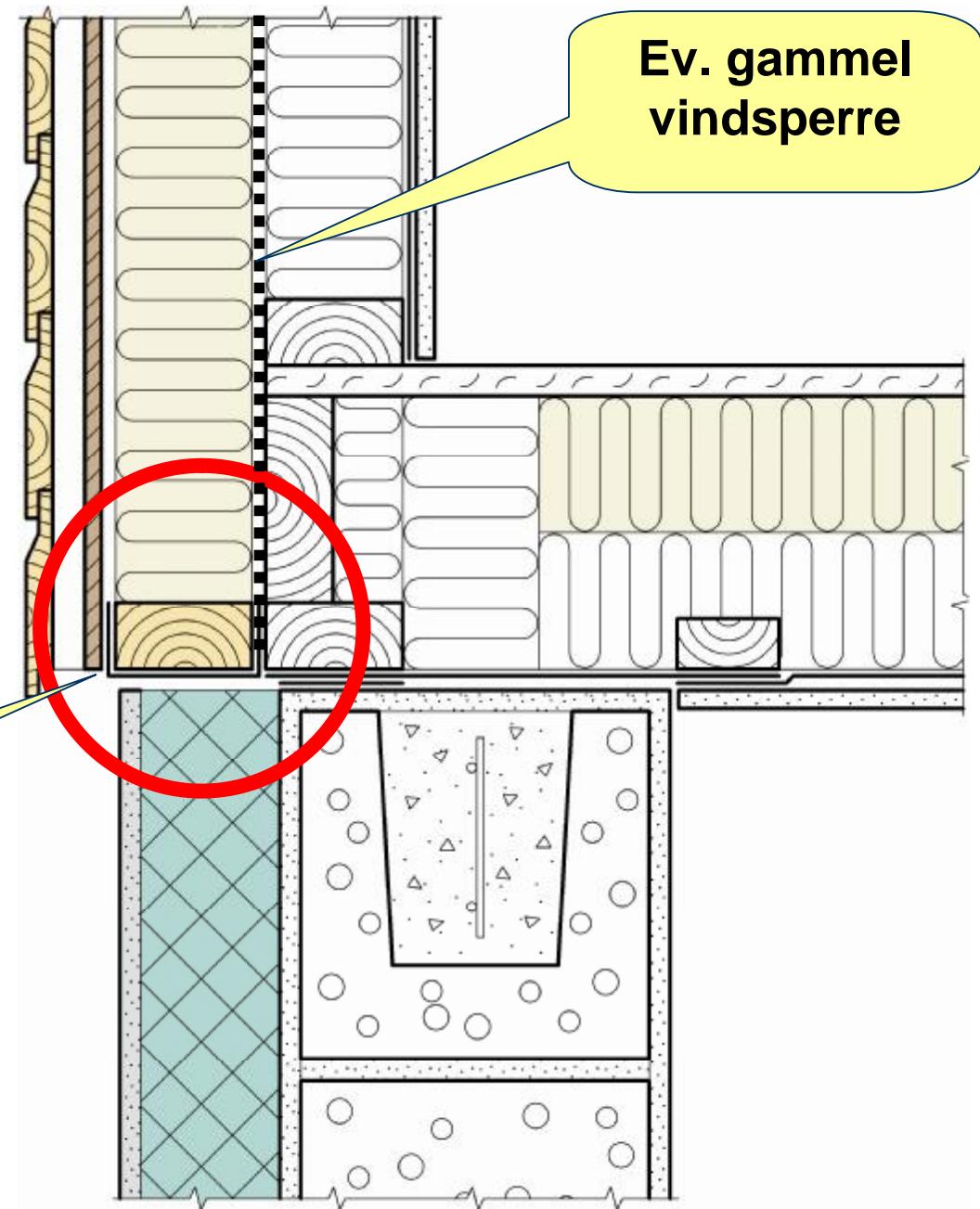


Utvendig tiltak

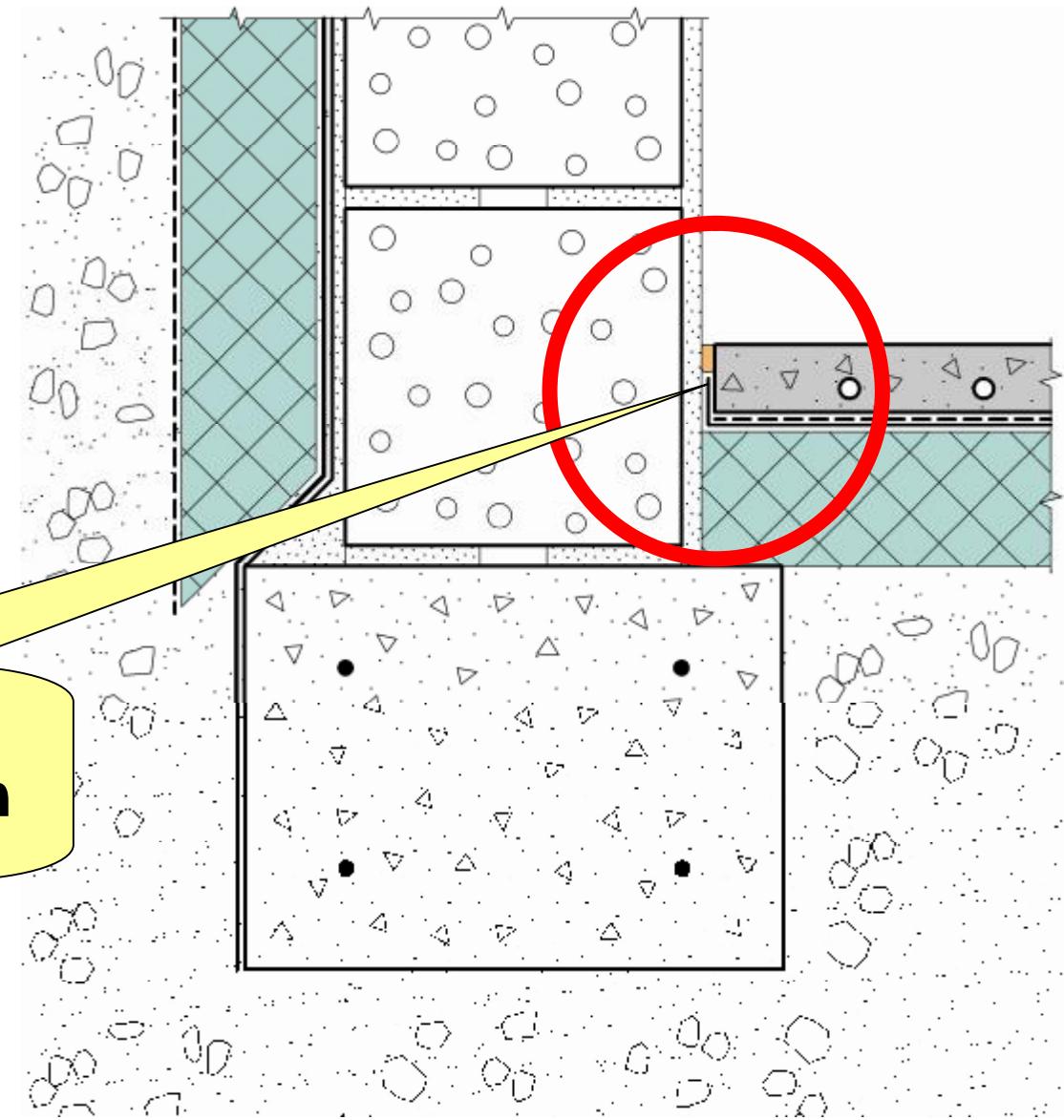
- Oppgraving, 2 m oppfylling
- Ny grunnmursplate (ev.)
- **50 mm etterisolering**
- **$U = 0,32 - 0,45 \text{ W/m}^2\text{K}$**
- **100 mm etterisolering**
- **$U = 0,23 - 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$**
- Isolasjon m/plate over terreng
- Innvendig flate beholdes ?
- God fuktsikring
- God etterisoleringseffekt



n Overgang mot bjelkelag/vegg

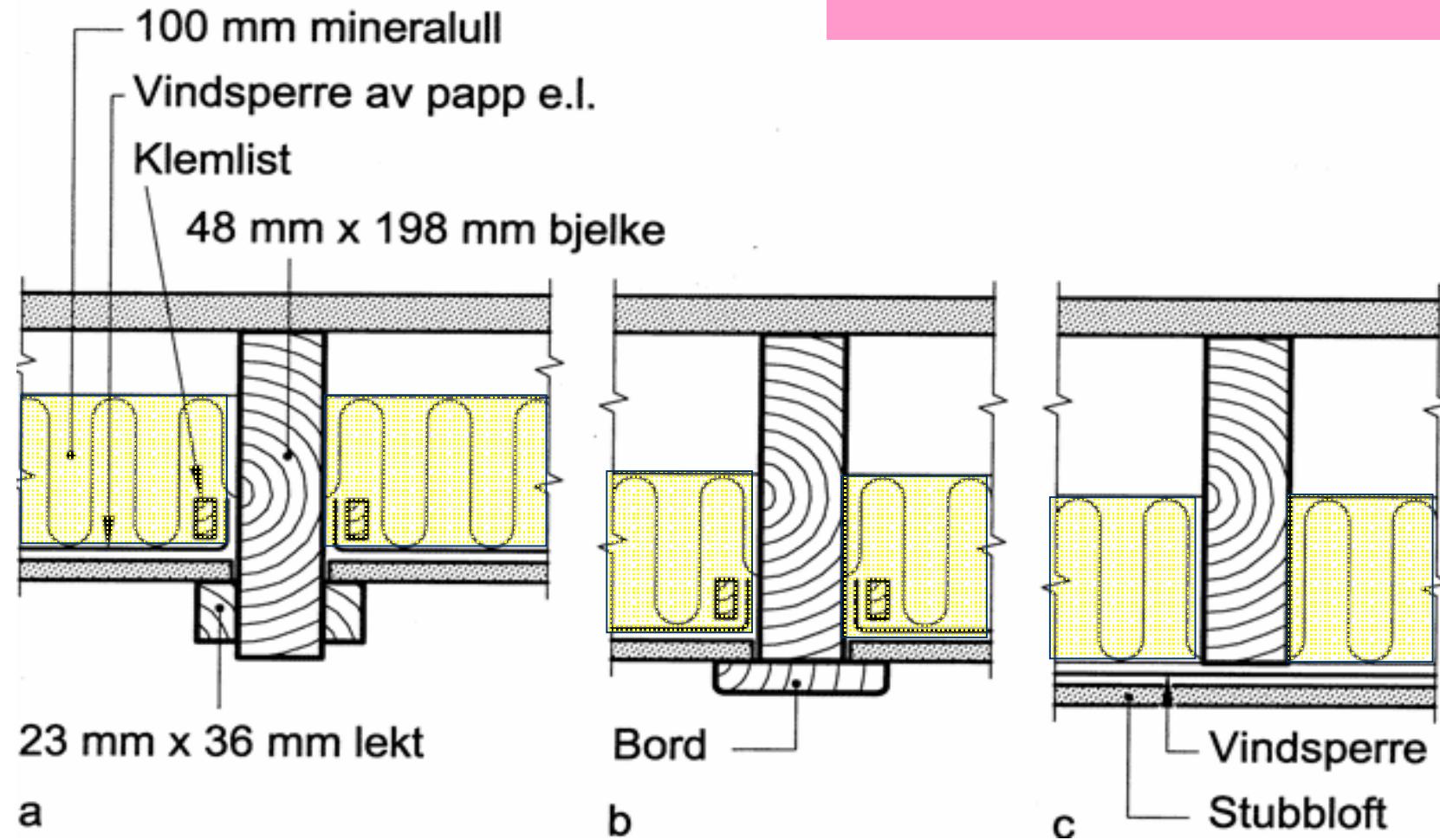


n Overgang mot golv

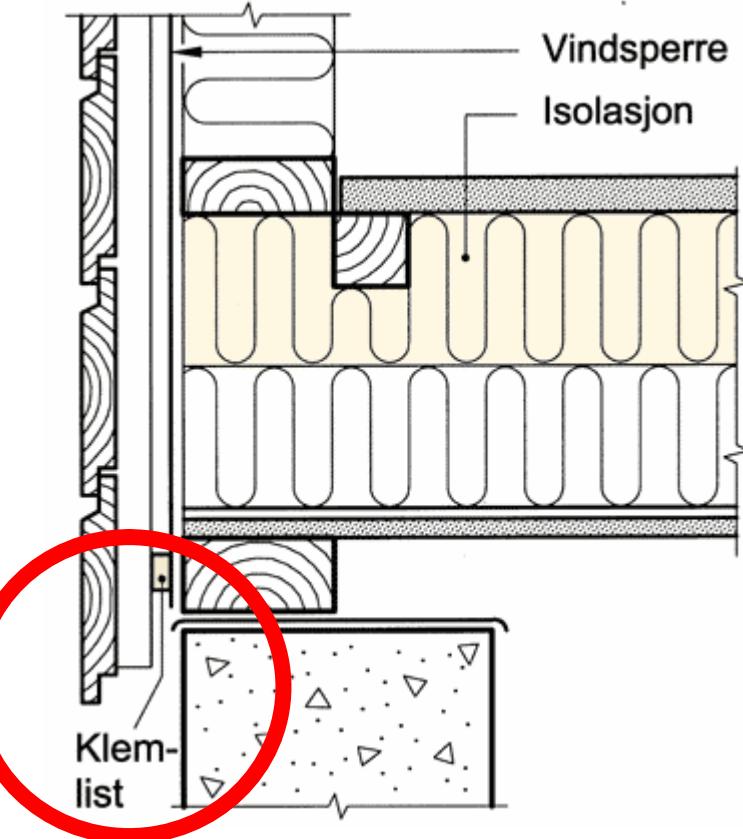
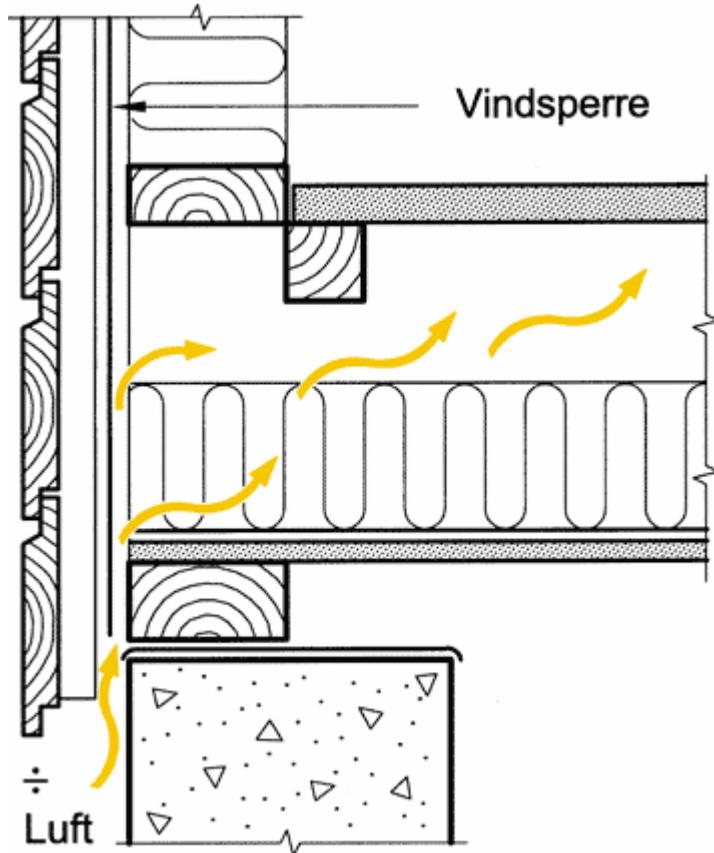


Dårlig isolerte golv mot kryperom

■ $U\text{-verdi} \approx 0,33 \text{ W/m}^2\text{K}$

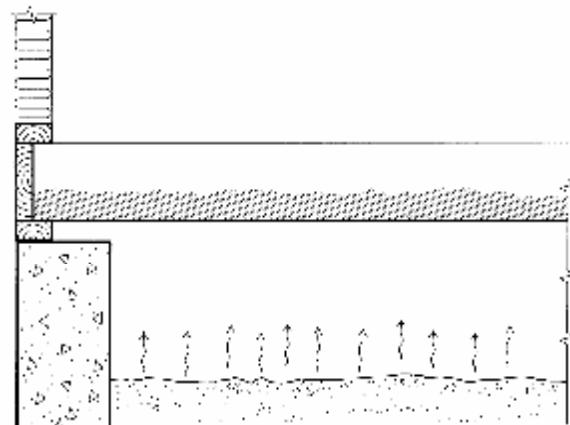


Sårbare for luftlekkasjer

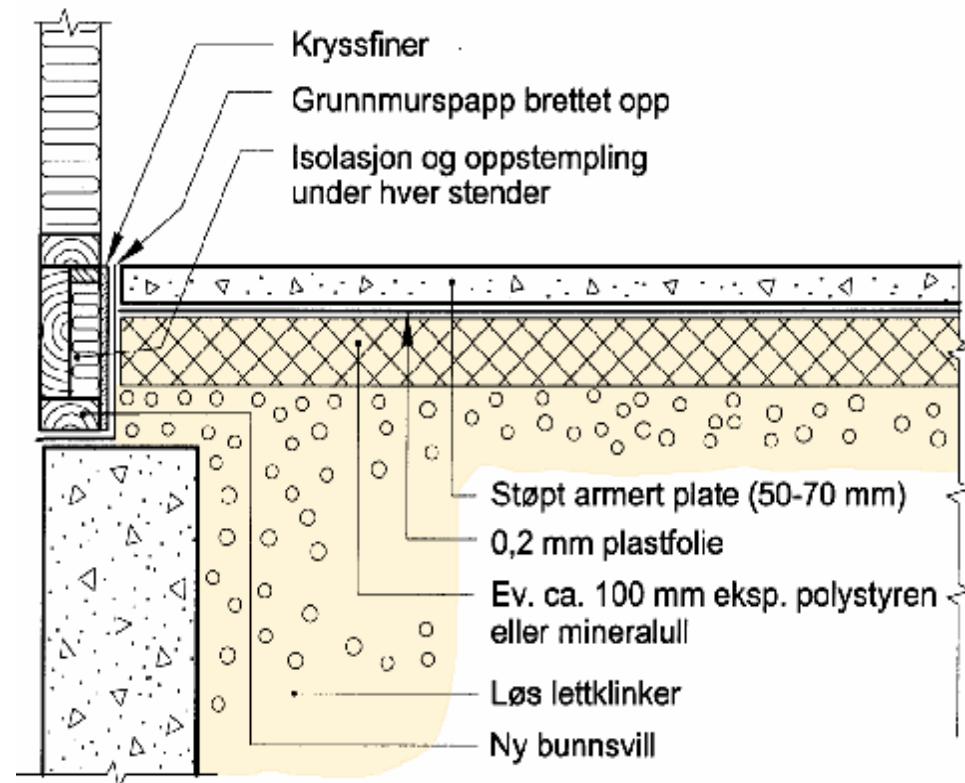


- 100 + 100 mm isolasjon gir
- U-verdi $\approx 0,2 \text{ W/m}^2\text{K}$

Fylle kryperom med løs lettklinker



FØR Råteskader i trebjelkelag
og bunnsvill

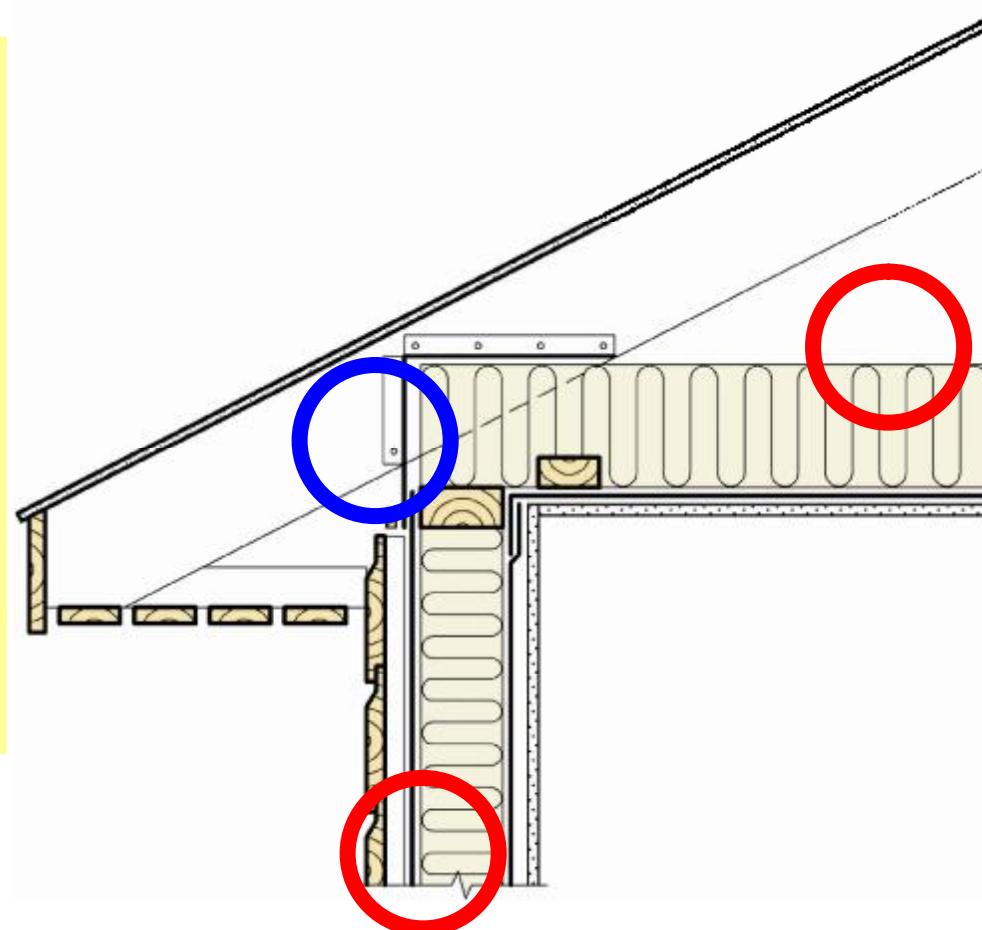


ETTER Bjelkelaget fjernet
Råteskadet bunnsvill skiftet ut
Montert grunnmurspapp

b

Yttervegg og loftsbjelkelag

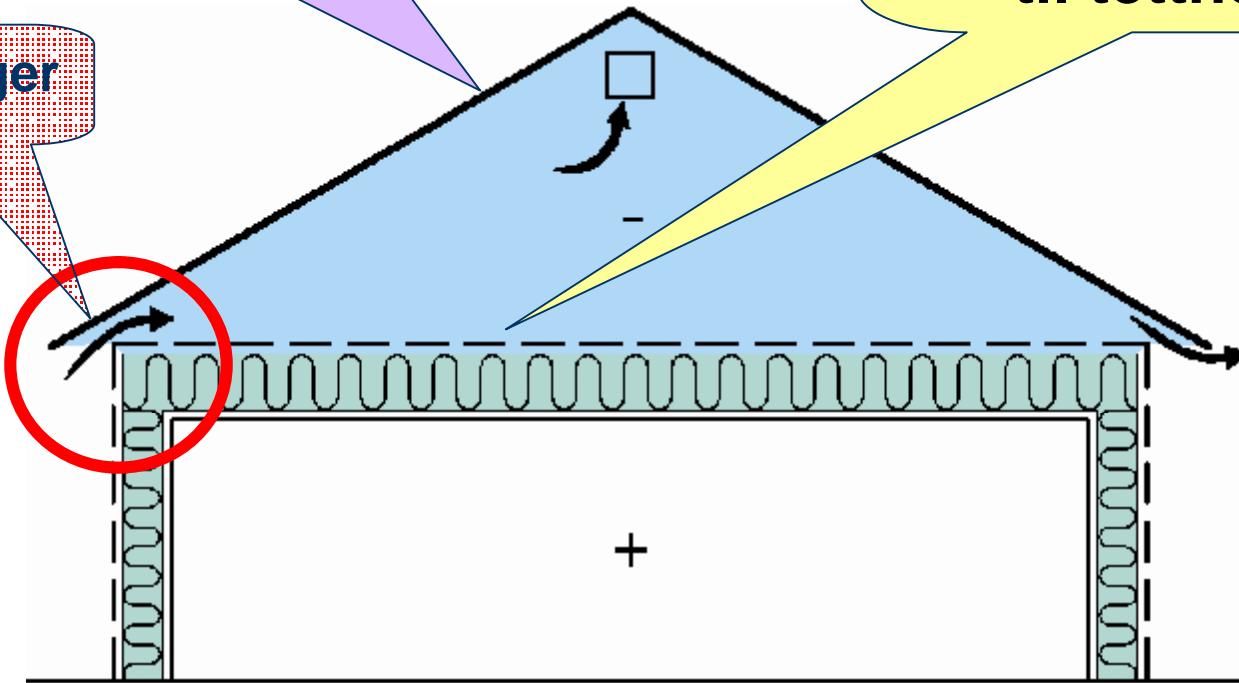
- Utvendig tilleggsisolering av vegg
- Etterisolering mot kaldt loft
- Ett eller begge tiltak
- **Tetthet ved raft**



Fukt fra uteluft gir
kondensrisiko

Ingen hjelp av
vindsperre på loft
til tettheten

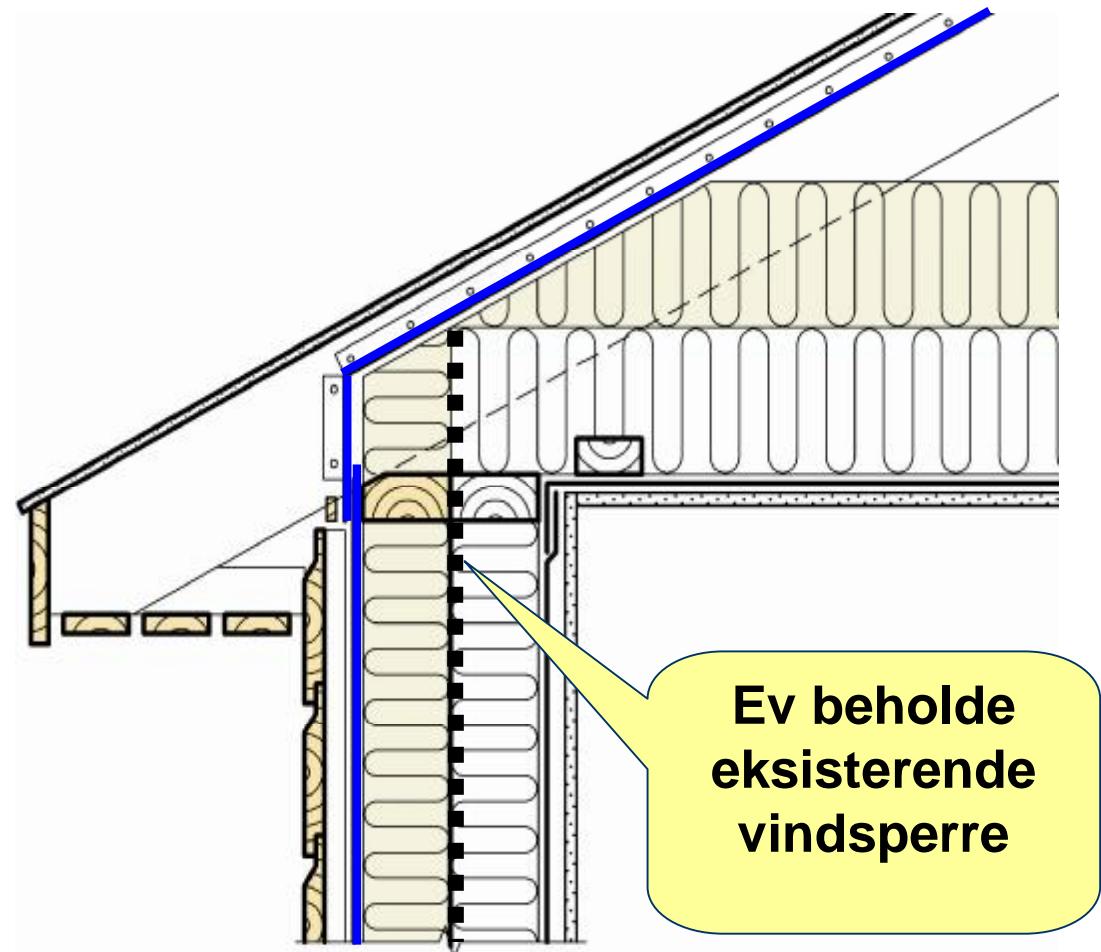
Uf ordninger



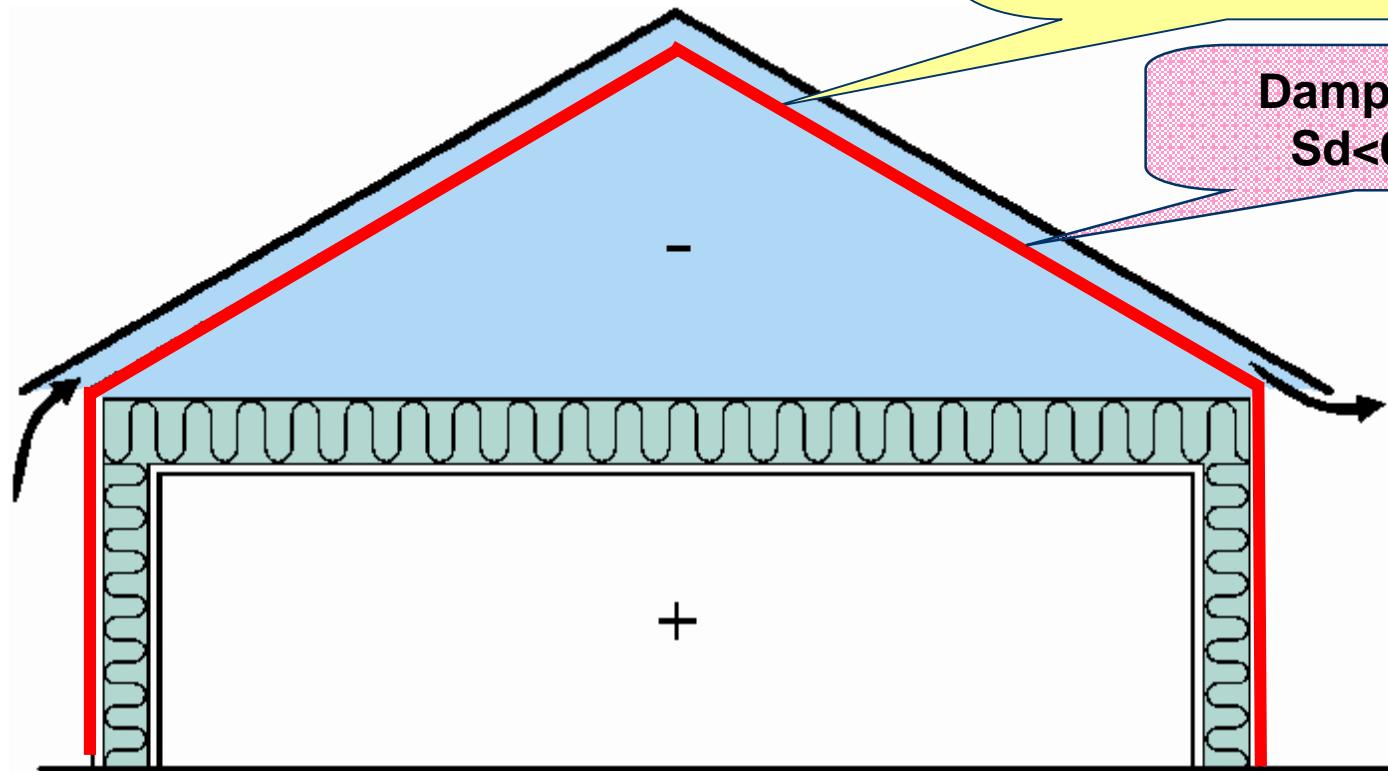
Kaldt, luftet loftsrom

Etterisolering av vegg og mot loft

- Begge tiltak aktuelle
- Isolering mot loft gir størst effekt
- Fortsatt luftet kaldt loft
- Kontroll med tett himling!
- Kan gi økt risiko for kondens på loft
- Avh av teknning (opplektet eller ikke, samt type undertak)



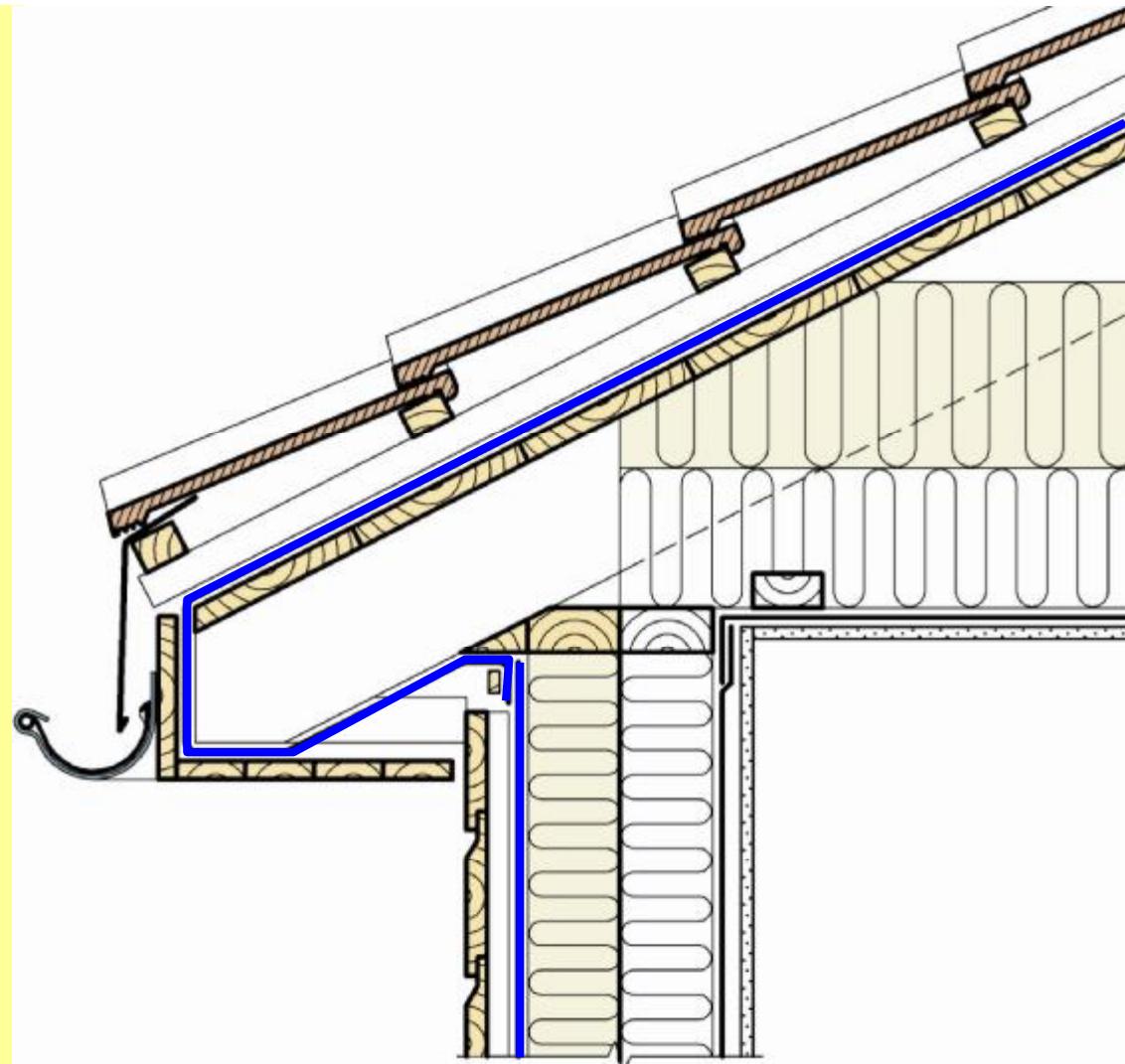
Kaldt uluftet loft



Kaldt, ikke luftet loftsrom

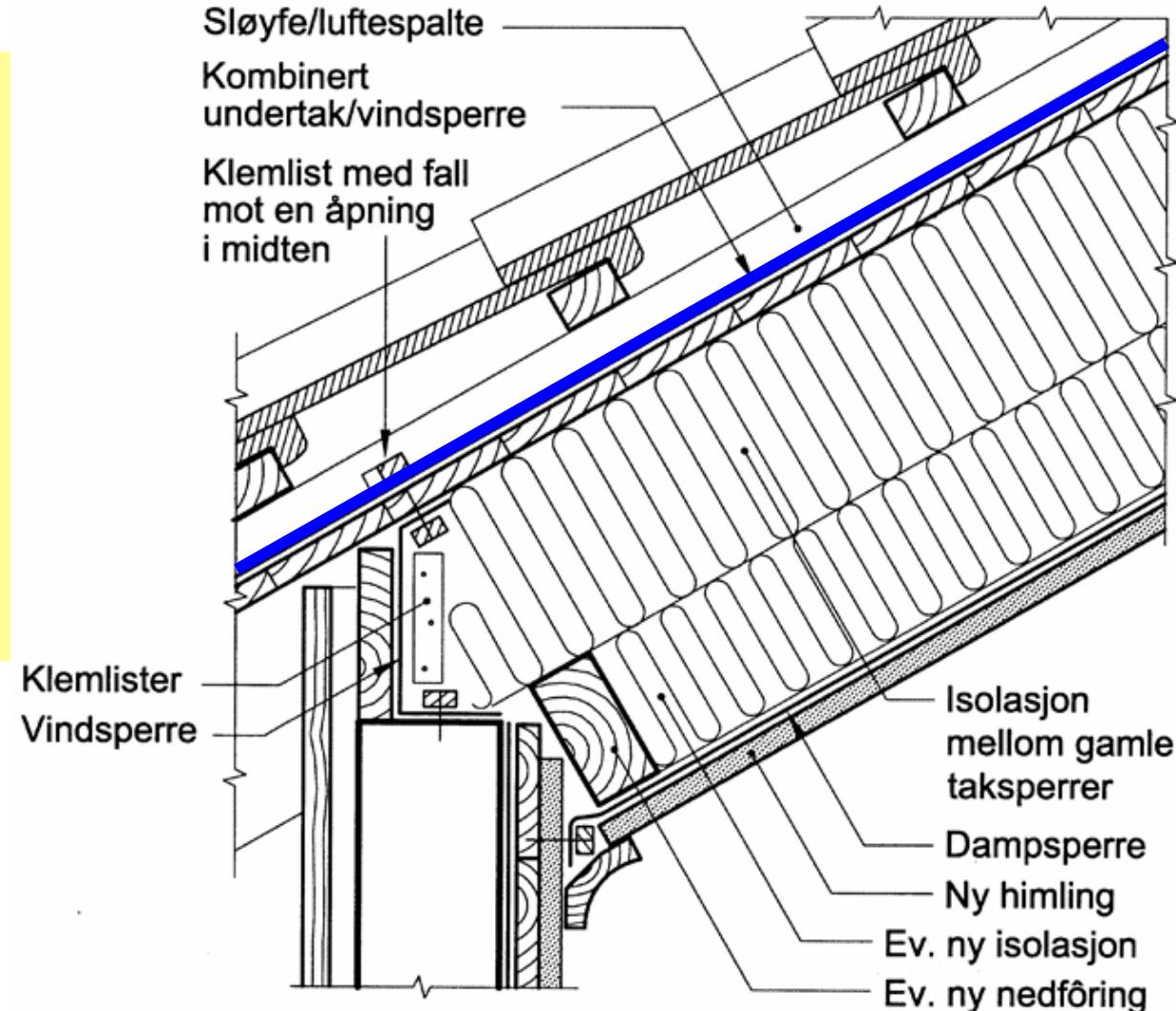
Lage kaldt uluftet loft

- Fjerne eksisterende teknинг og undertaksbelegg
- Isolere veggens
- Montere ny kombinert undertak/vindsperre på gammel taktro
- Diffusjonsåpent
- Kontinuerlig vindsperresjikt
- God total lufttetthet
- Tett himling !!!



Isolasjon i skråtaket

- n Isolasjon mellom sperrene
- n Nedforing
- n Isolasjon
- n Dampsperre
- n Dampåpent undertak



Innvendig etterisolering av tak

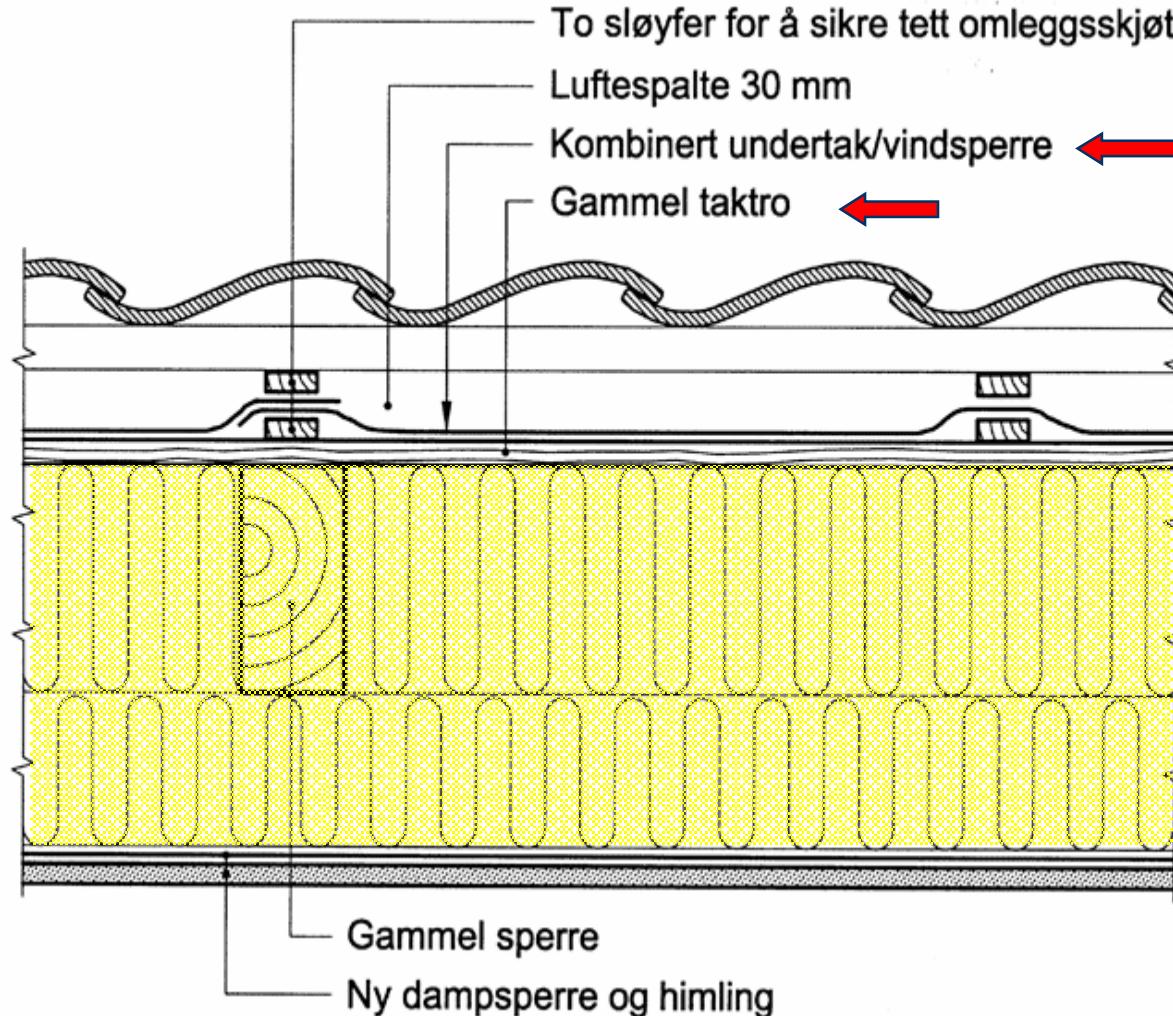


Etterisolering

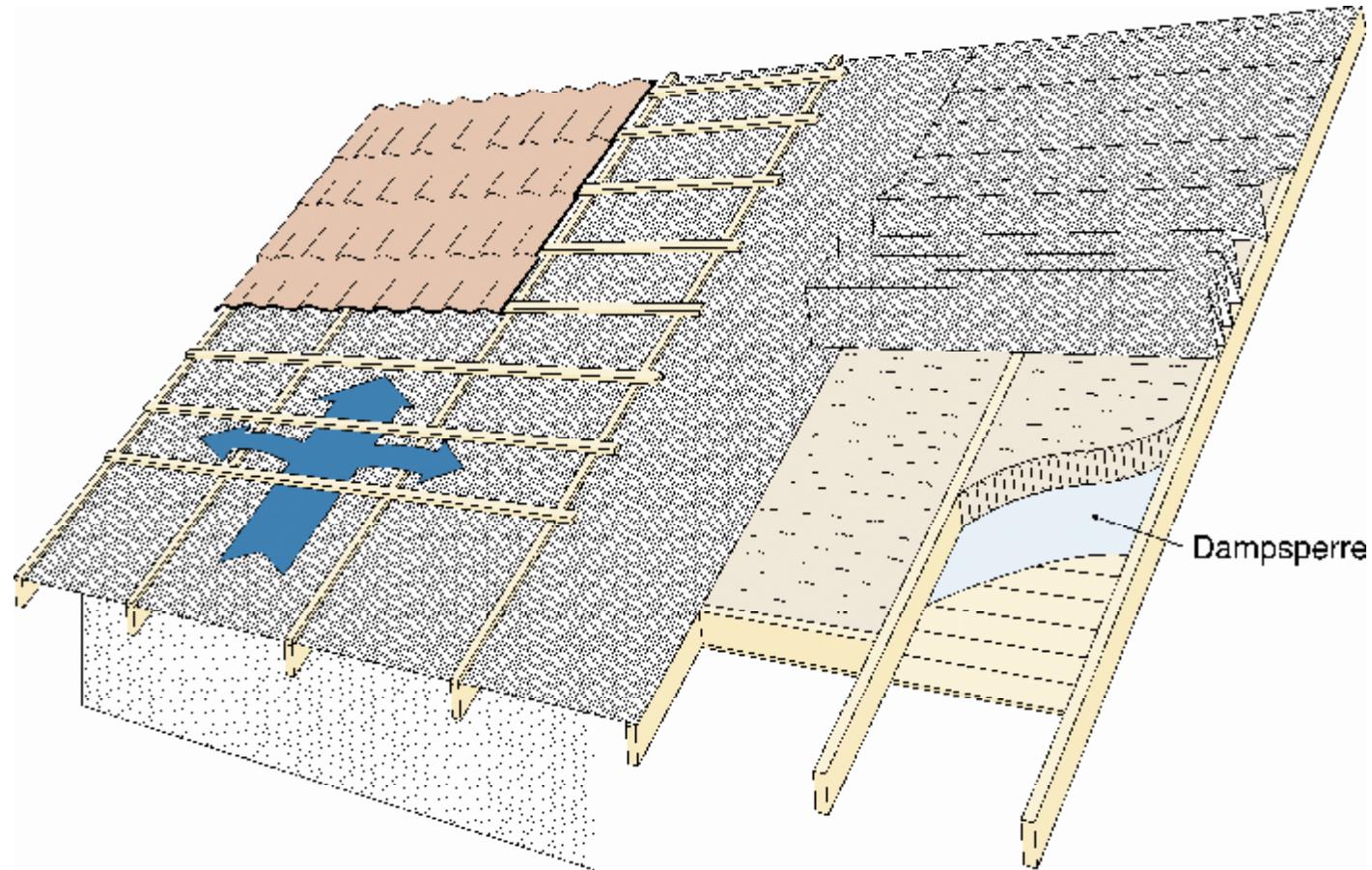
n Vanskelige detaljer?



Dampåpent undertak på taktro

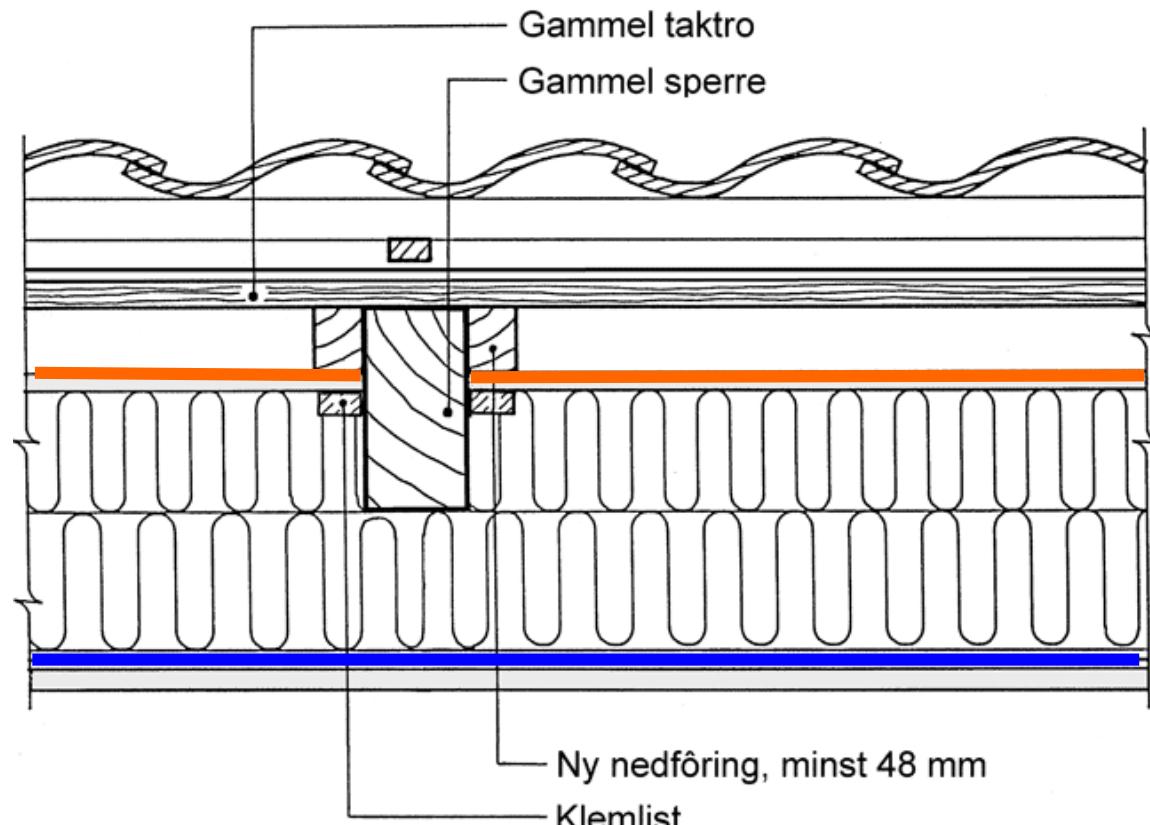


All lufting mellom takstein og undertak

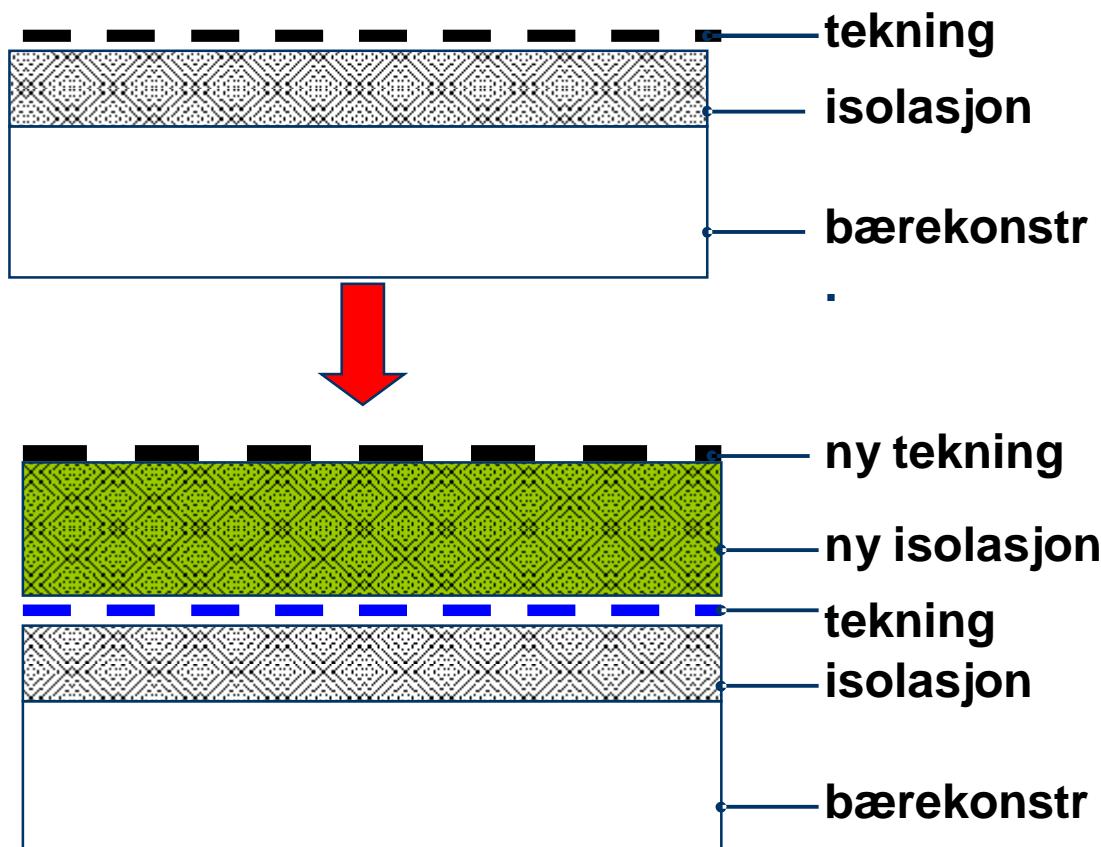


Etterisolering bare fra innvendig side

- Beholder gammel teknning og undertak
- Fore ned for lufting
- Vindsperre
- Isolasjon
- Ev. nedforing
- Dampsperre
- Himling



Etterisolering av kompakte tak



■ Tørt

■ Eks. tekning ?

■ Avrenning

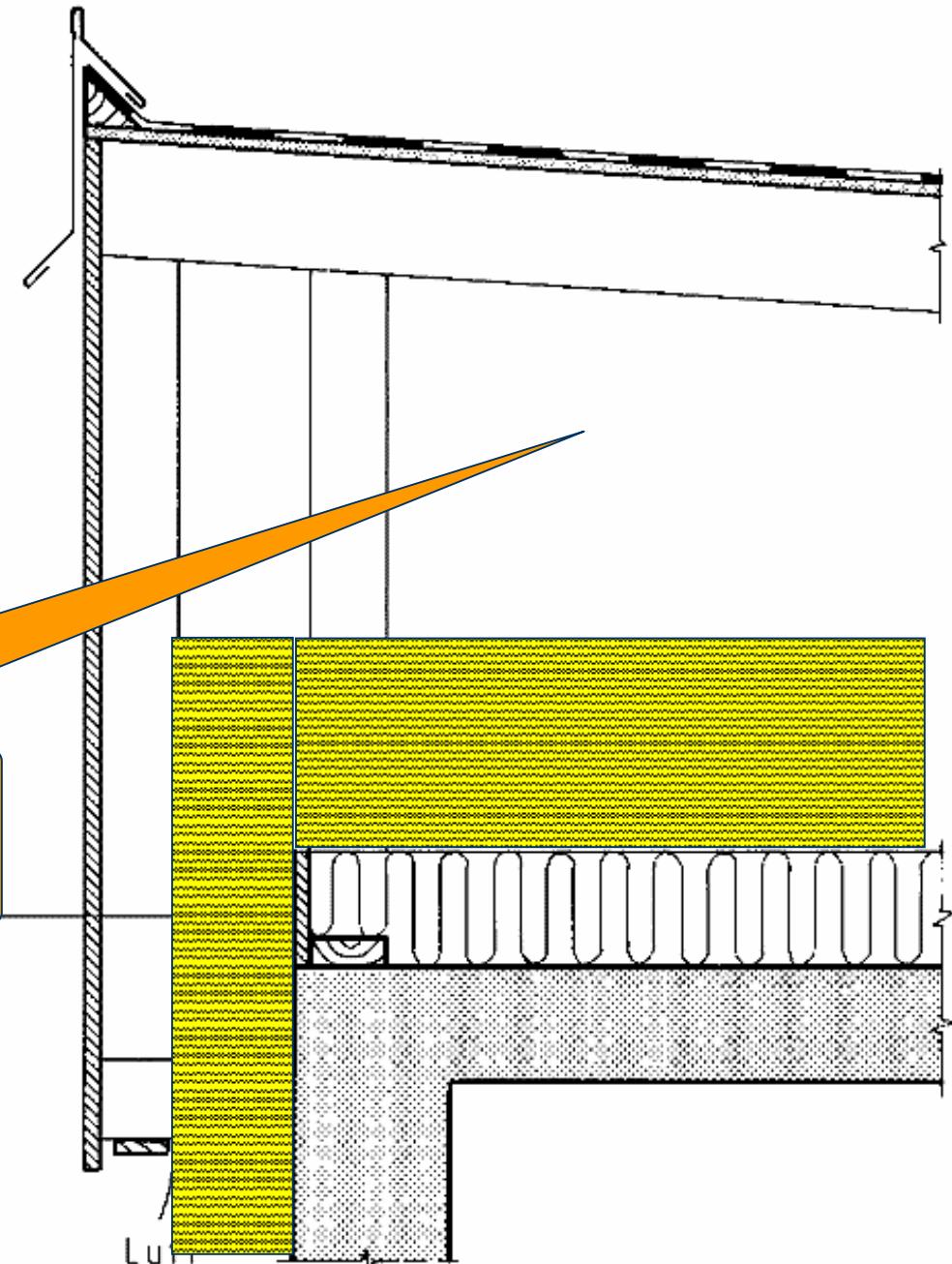
■ Nytt sluk??

■ Nok isolasjon

Oppfôret tretak

**n Hvordan
etterisolere?**

**Ivareta ventileringen !!
Kontroll med lufttetthet!**



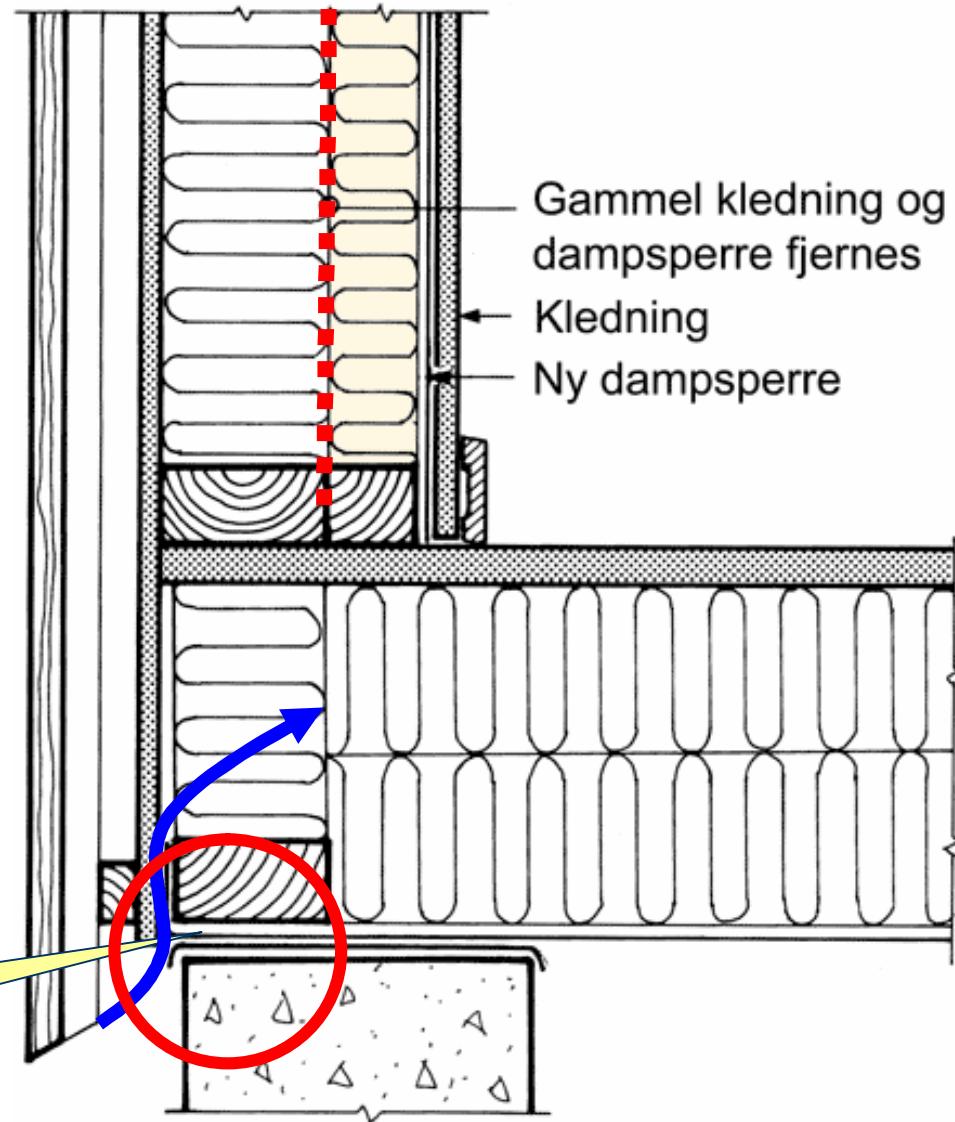
Innv. isolering

- Dampsperre
- Vindusdetaljer

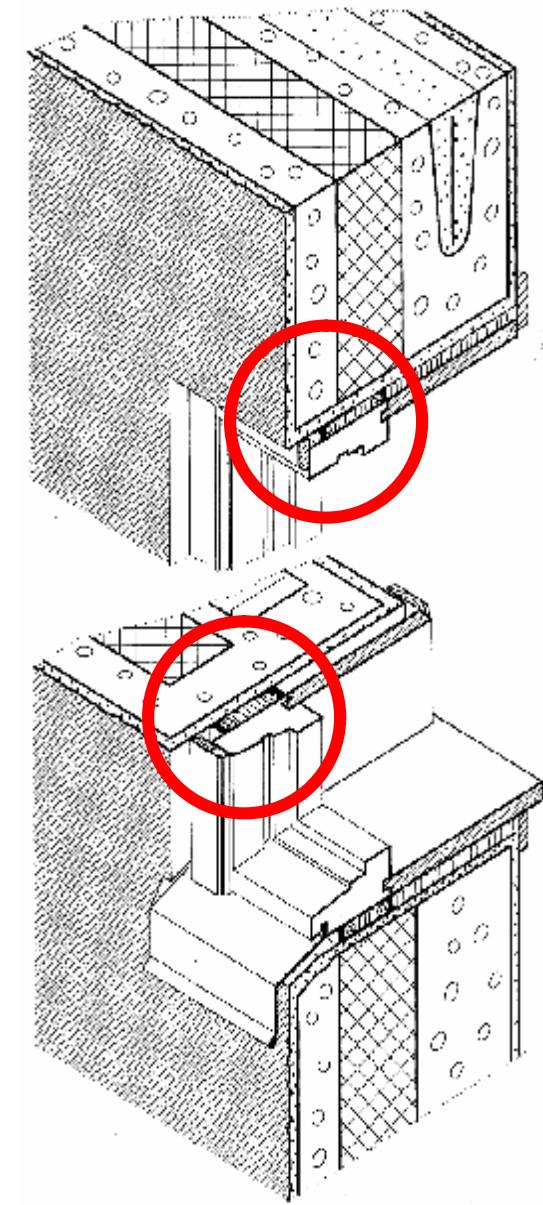
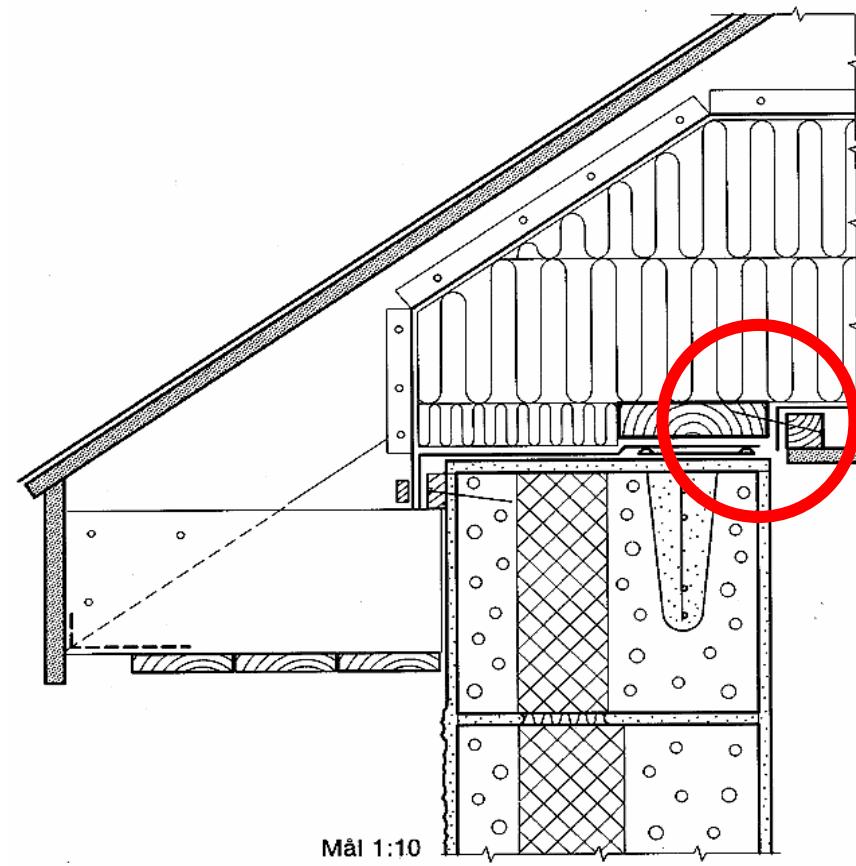


Innvendig etterisolering

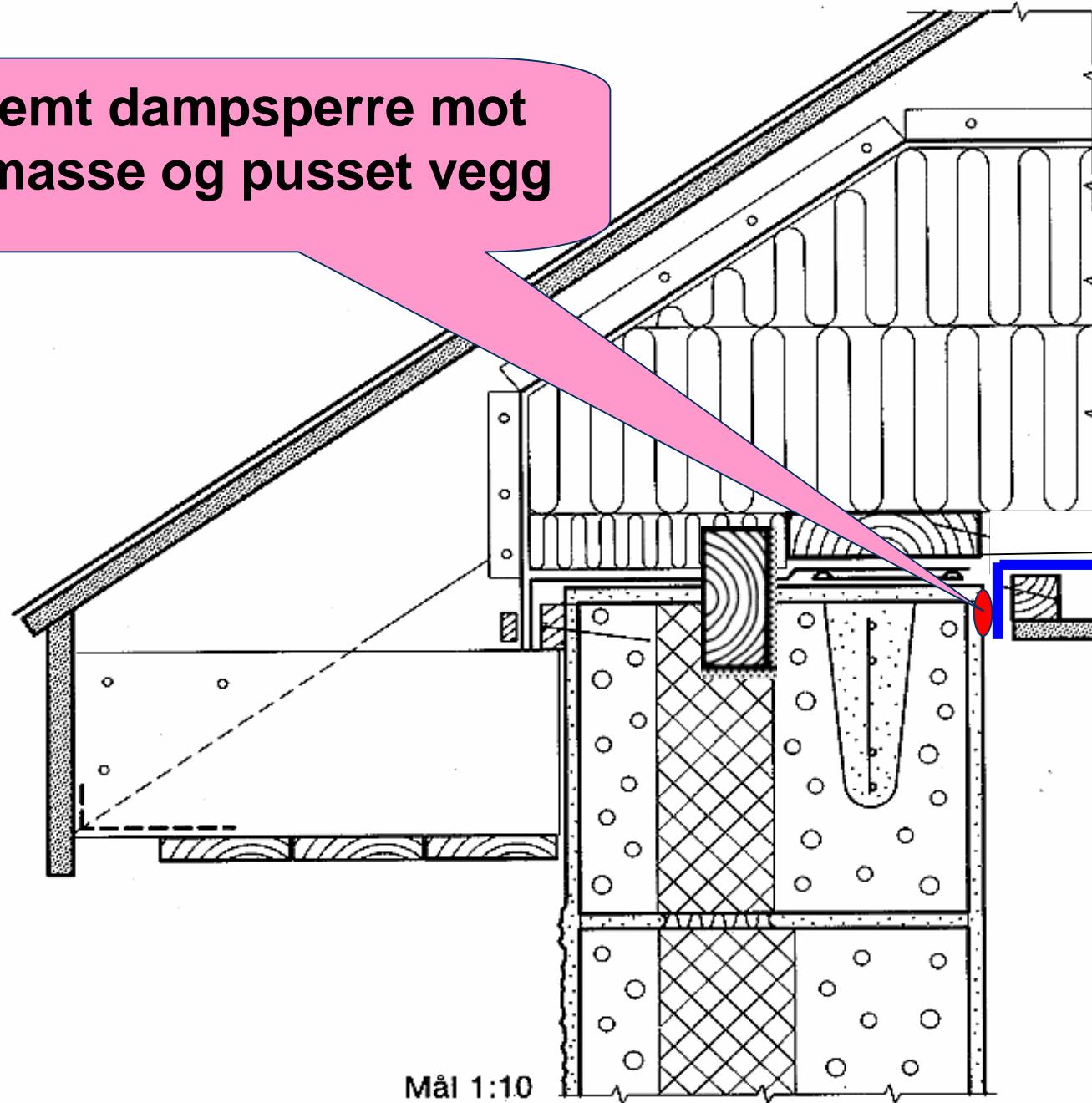
- Ev. fjerne gammel kledning og damp sperre!??
- Husk 1:3



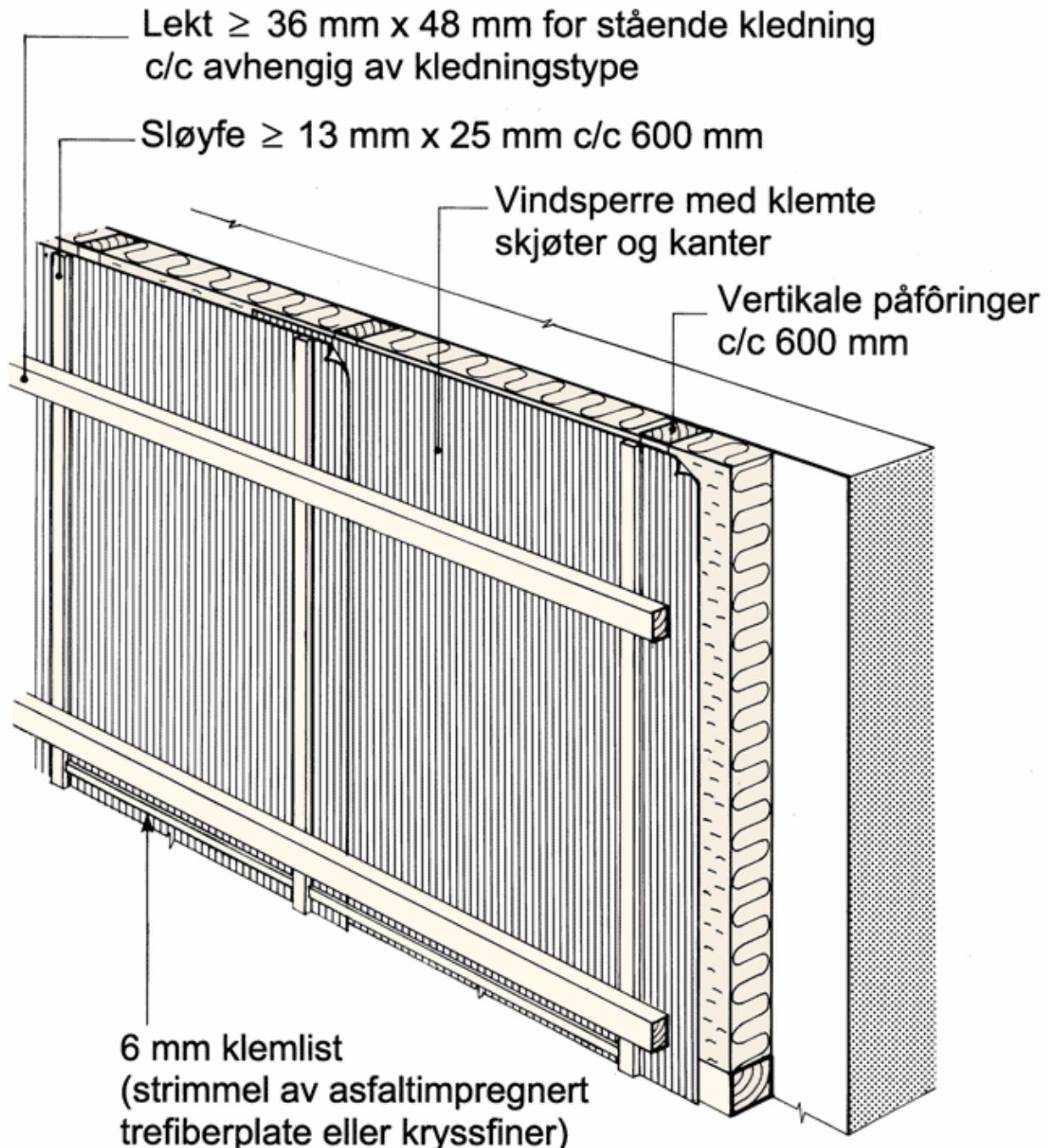
Murte vegger av lettklinker -tettedetaljer



**Klemt dampsporre mot
el.masse og pusset vegg**

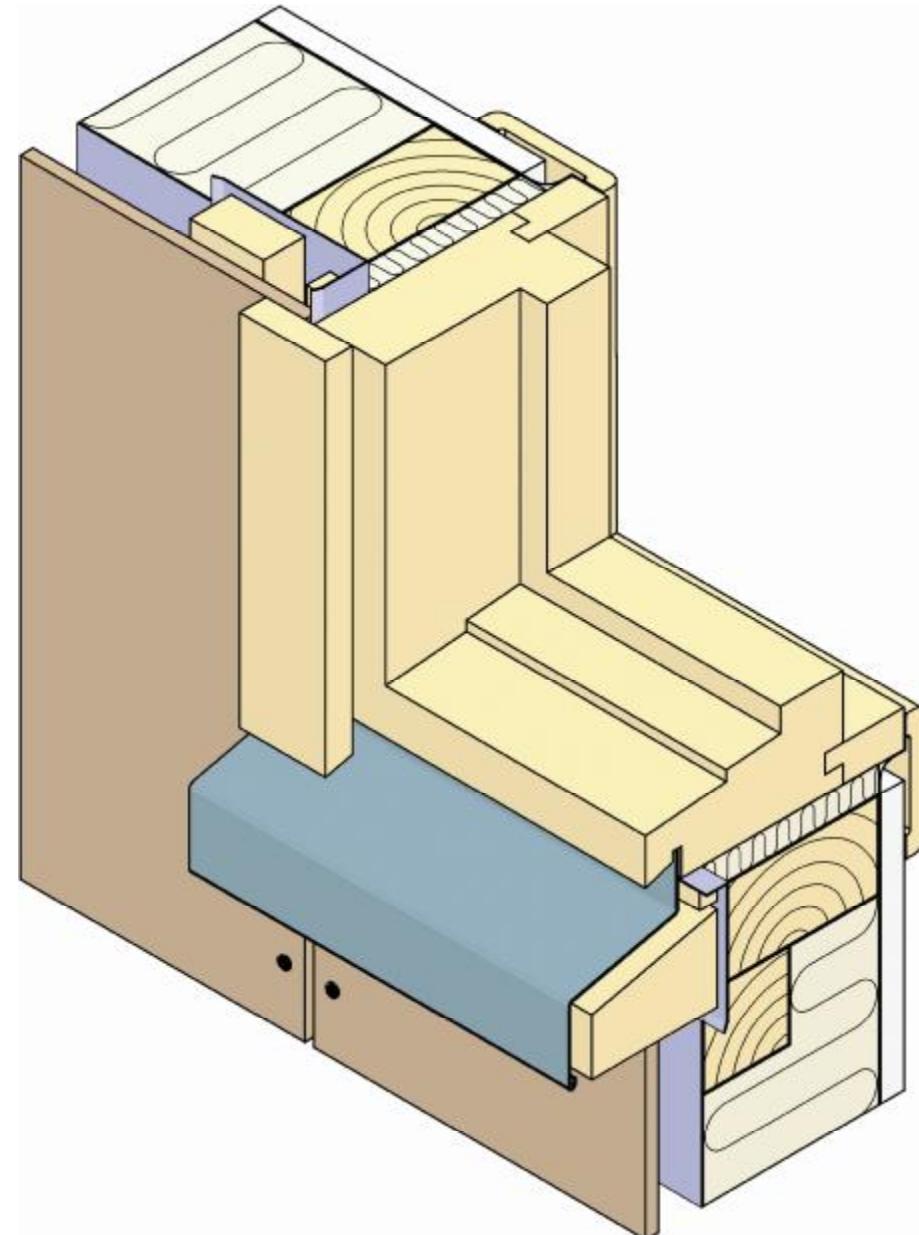


n Utvendig etter-isolering av mur- og betongvegger



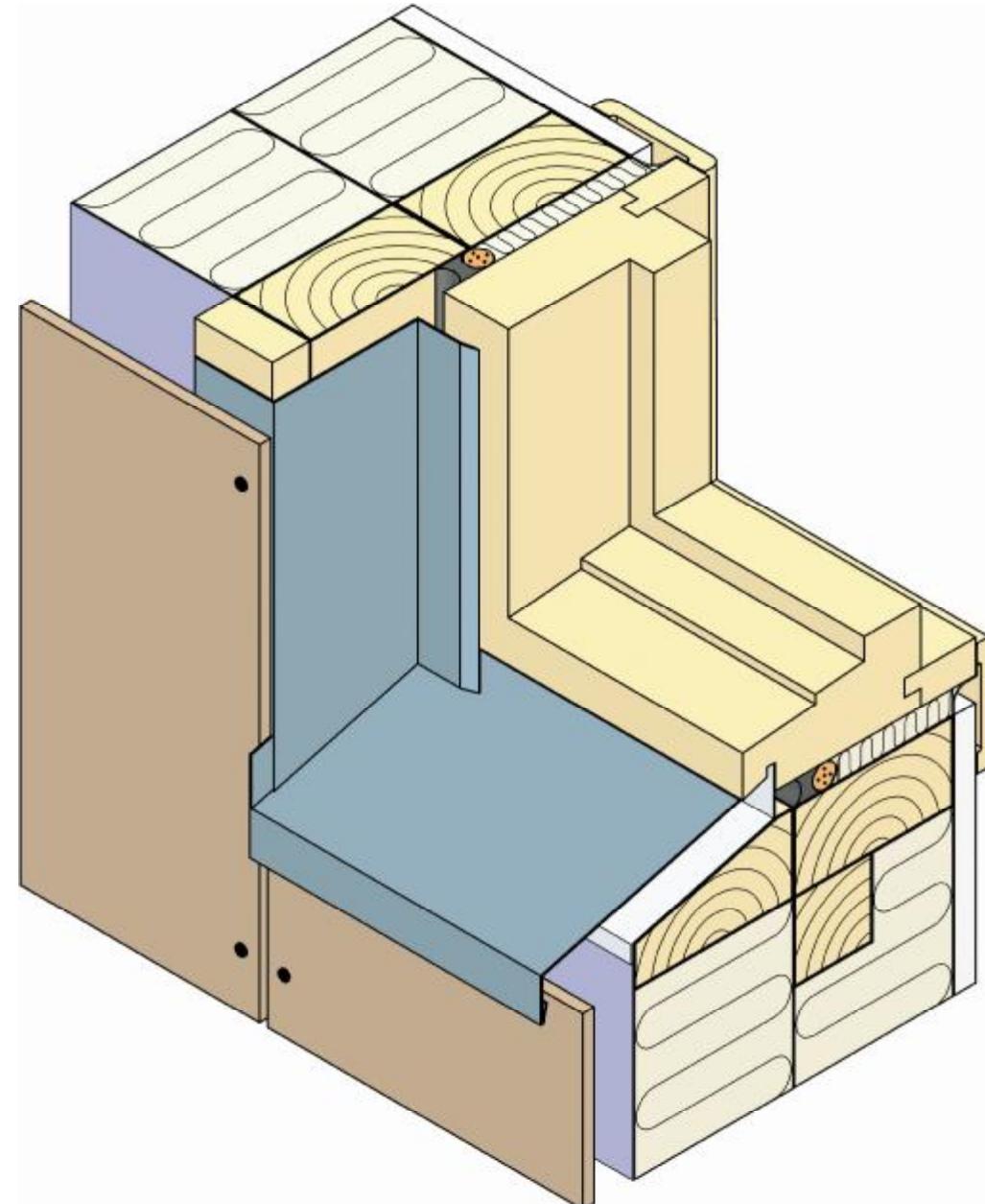
Vindusdetalj

n Før etterisolering



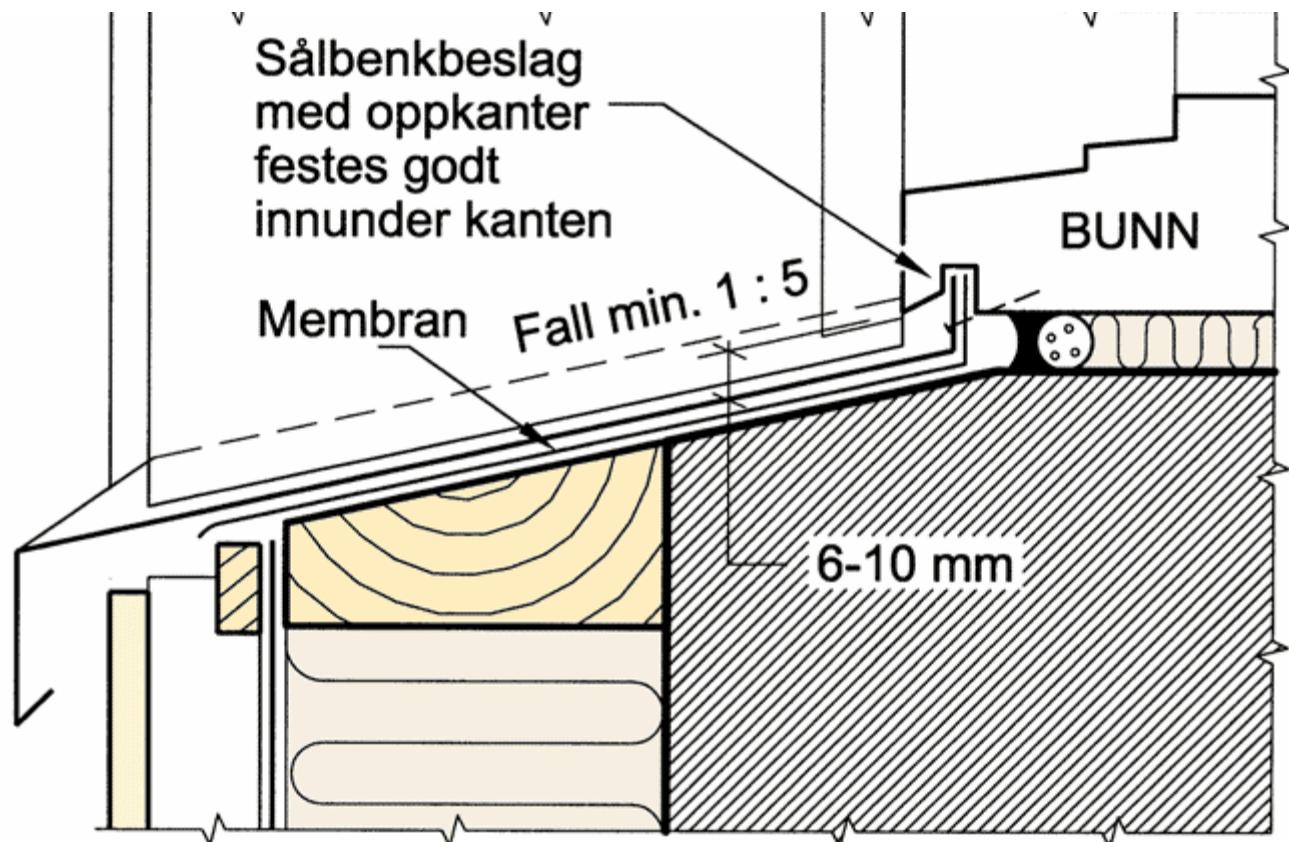
Vindu

- Utvendig isolering
- Opprinnelig vindu



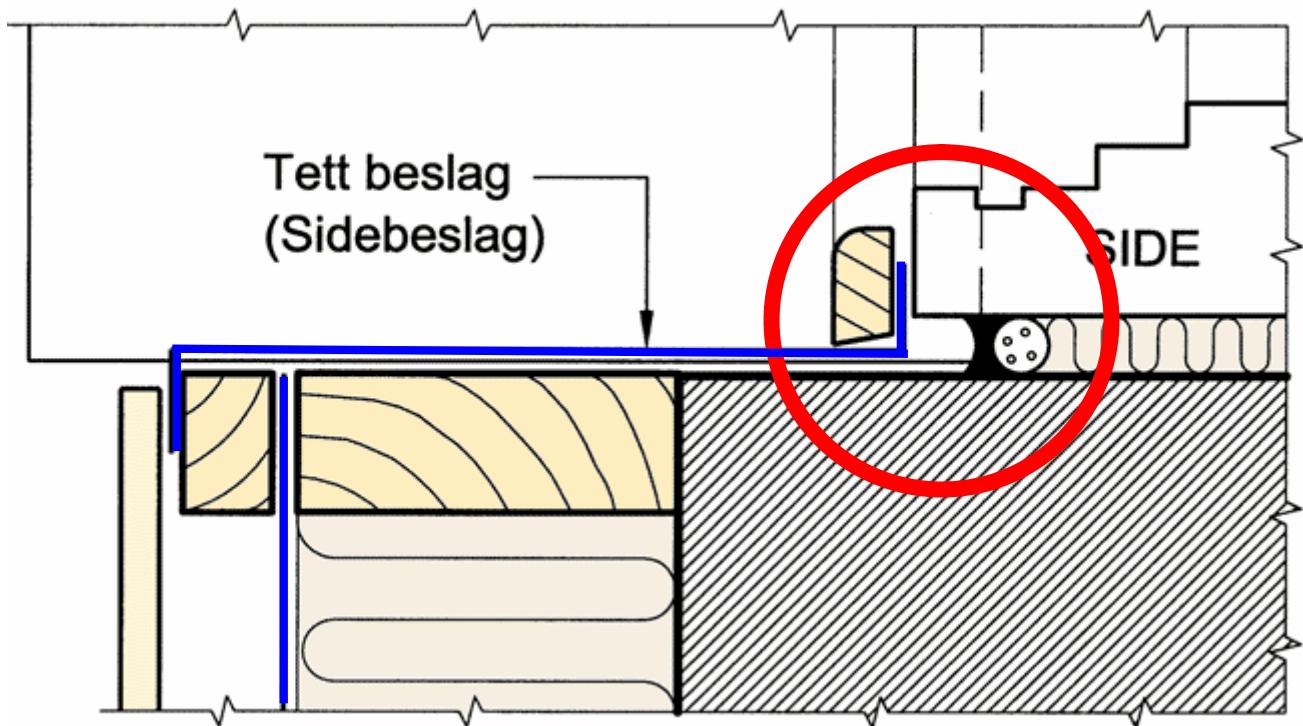
Beholde eksisterende vinduer

- Sårbart mhp
lekkasjer
- Membran
under beslag



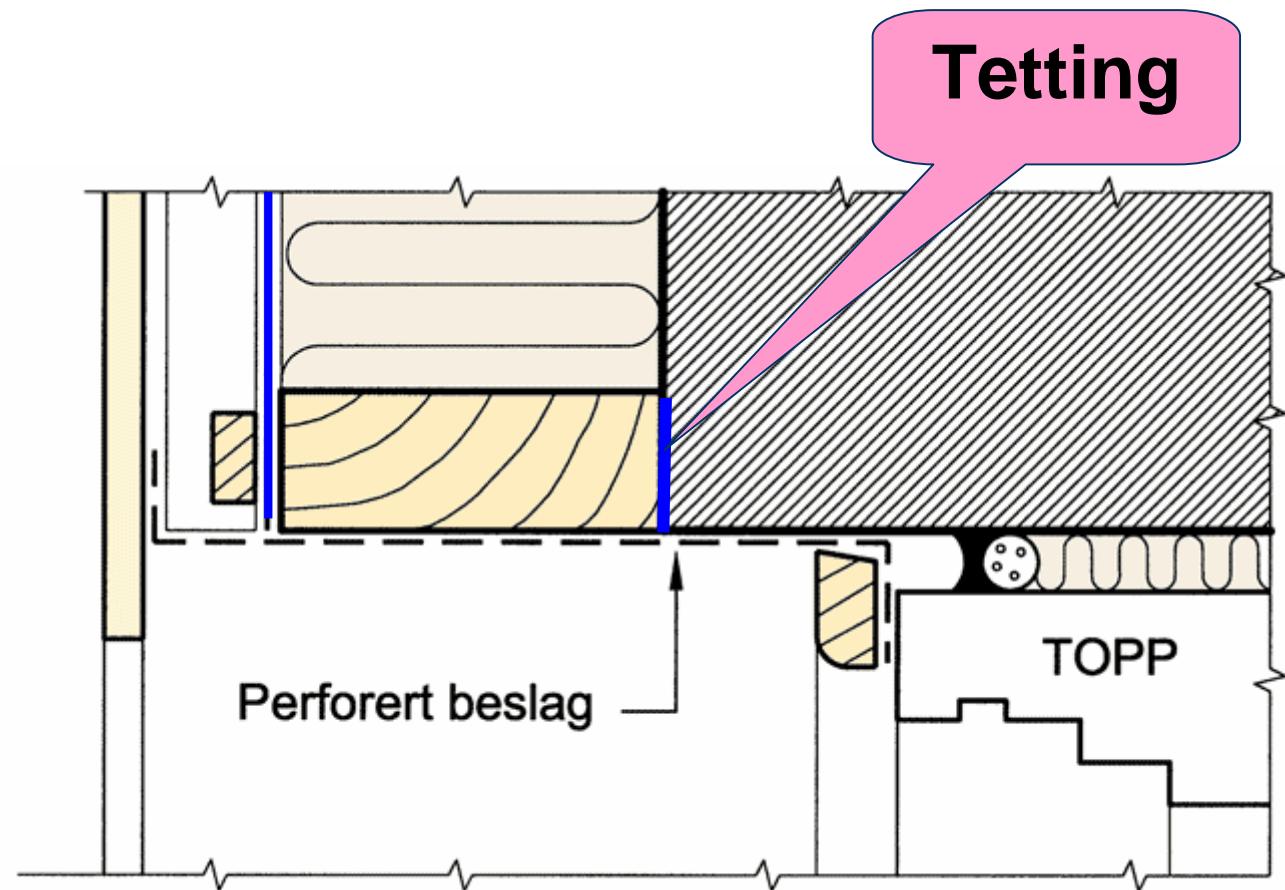
Beholde eksisterende vinduer

- Tetting av fuger
- Windsperre



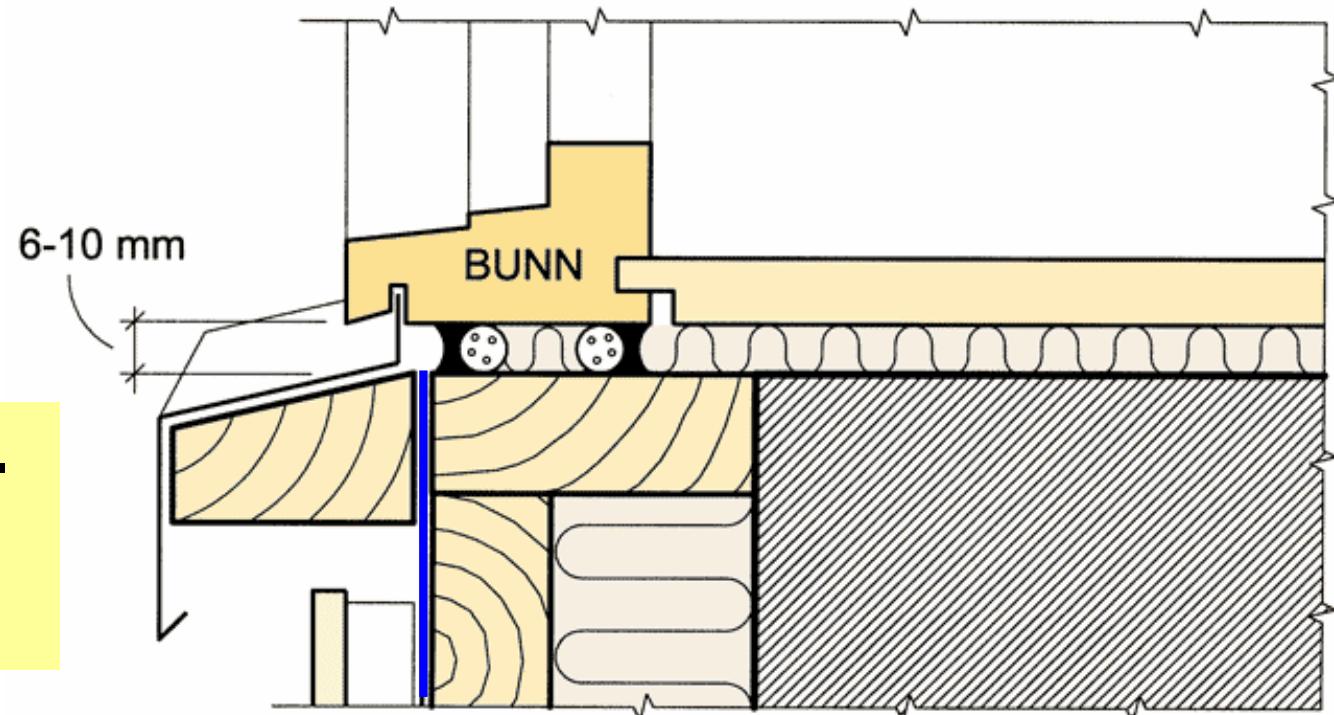
Beholde eksisterende vinduer

- Over vindu
- Tetting
- Drenering ev.
kledning



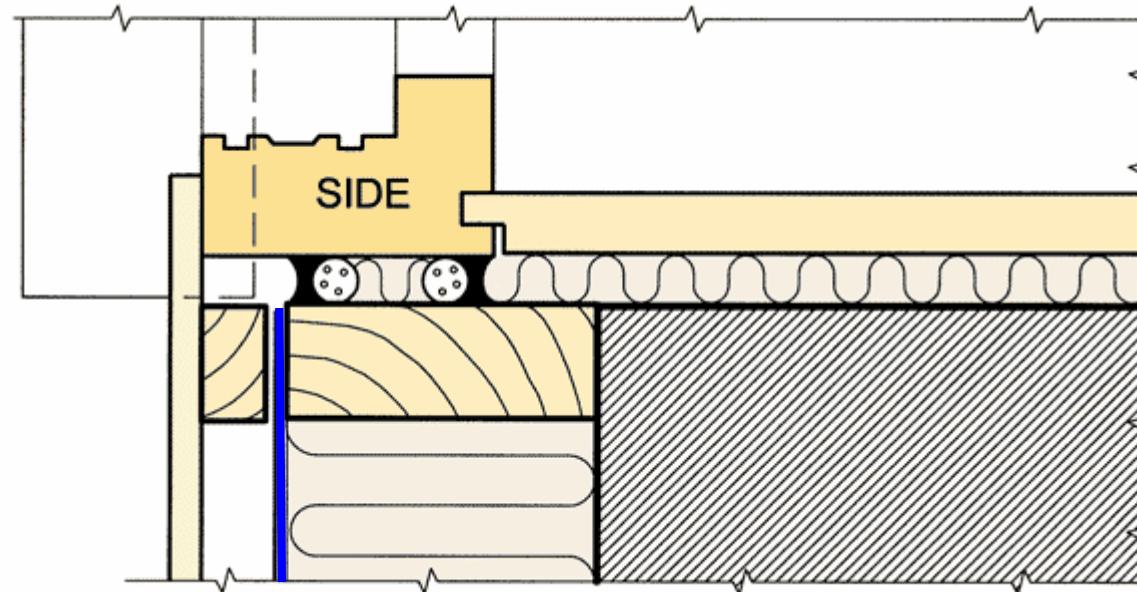
Nye vinduer

 **Gunstig mhp.
vanntetthet**



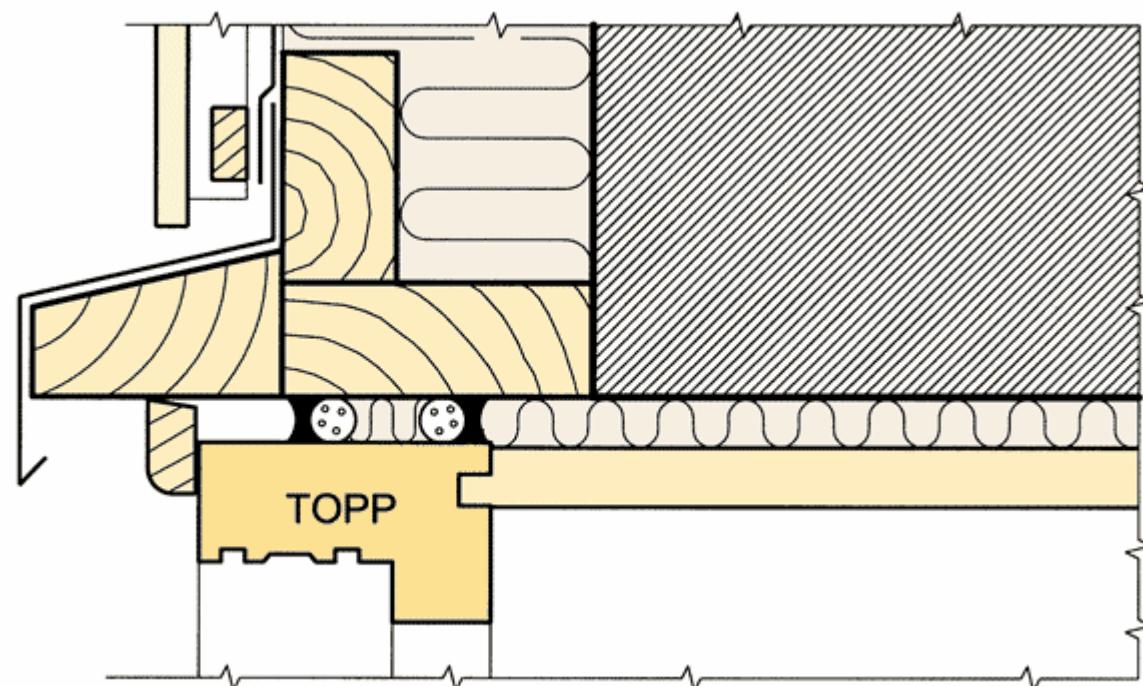
Nye vinduer – Tetting i siden

 To-trinns
tetning mot
luft og vann



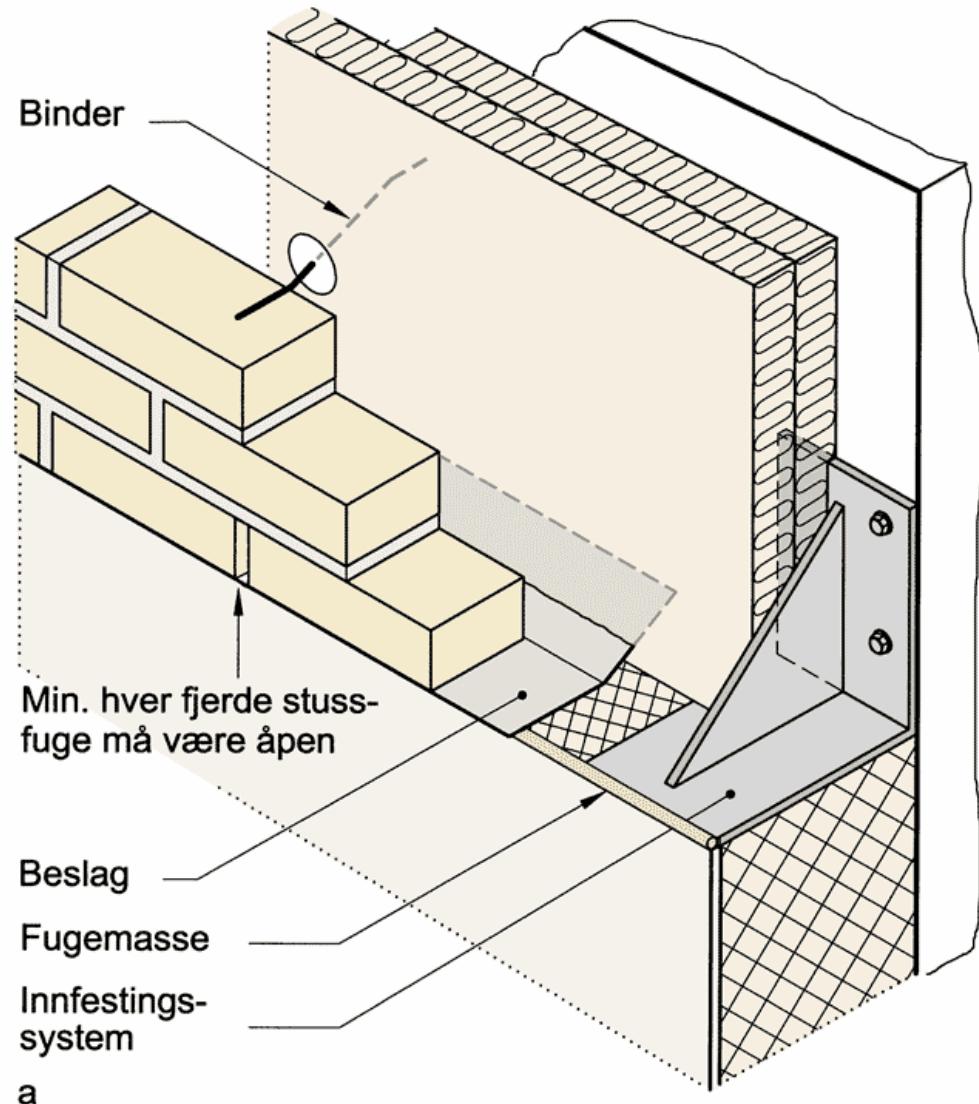
Nye vinduer – Tettedetaljer over vindu

- Vannbord og beslag
- Windsperre
- Drenering av kledning
- Tetting av fuge



Teglforblending

- Etterisolering av mur- eller betongvegger
- Murplate
- Forblending
- Drenering
- Ventilering??
- Isolasjon av kjellervegg



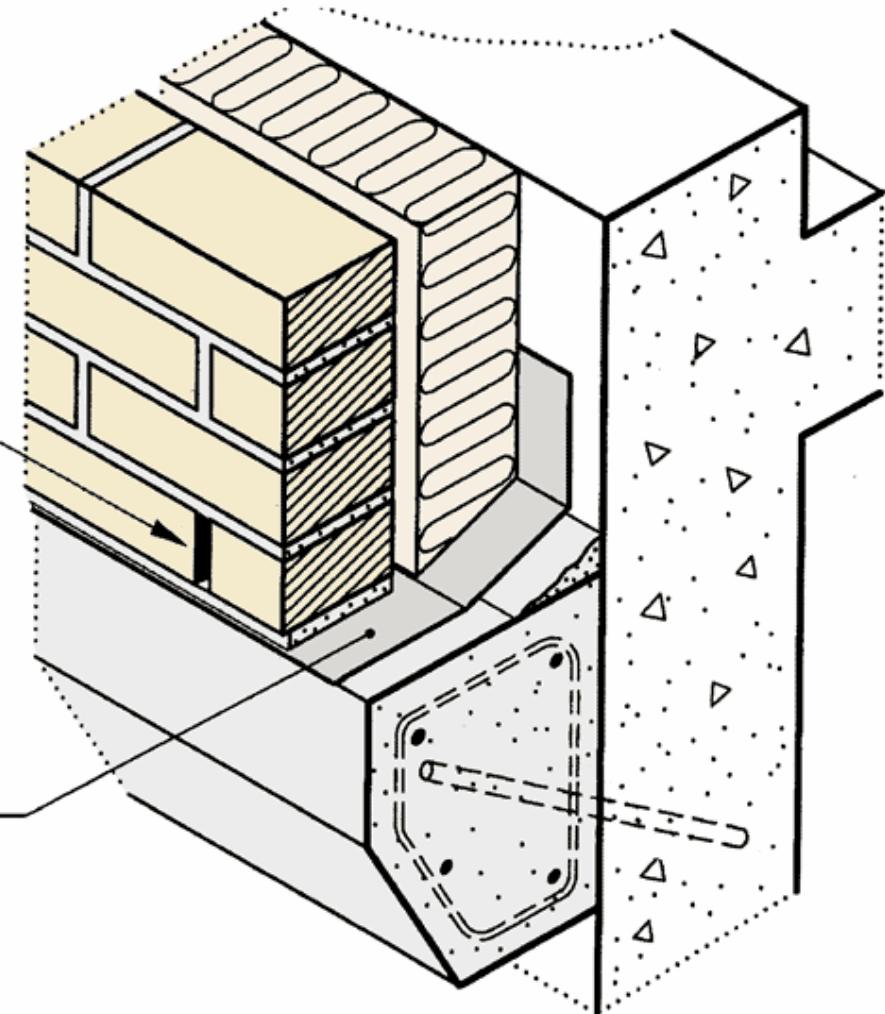
Alternativ sokkeldetalj

- Etterisolering av betongvegg
- Murplate
- Drenering
- Forblending
- Ventilering??

Min. hver
fjerde
stussfuge må
være åpen

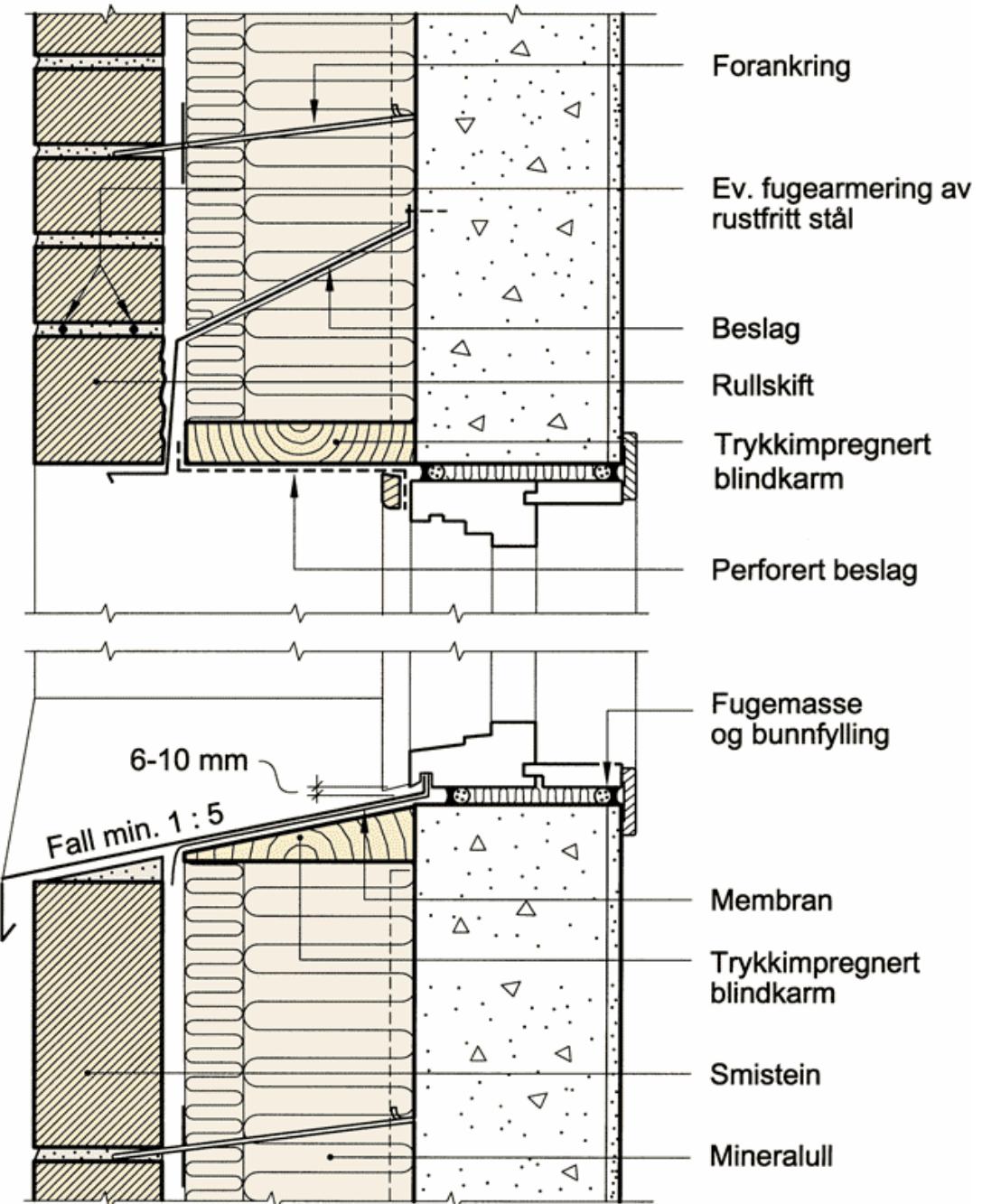
Beslag

b



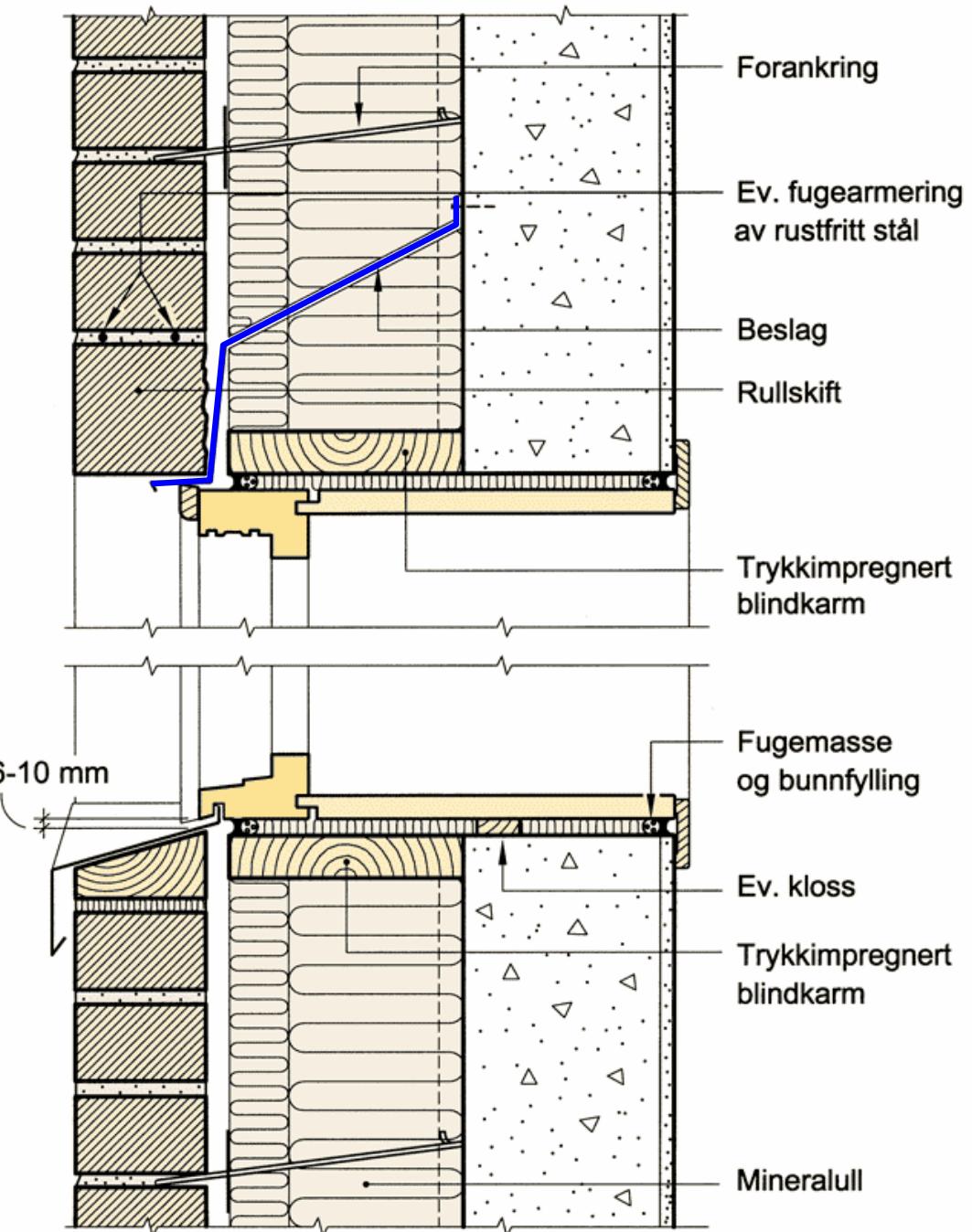
Vindu

- Vindu i eksisterende vegg
- Utsatt mhp regnlekkasjer
- Ikke egnert i slagregn-utsatte strøk



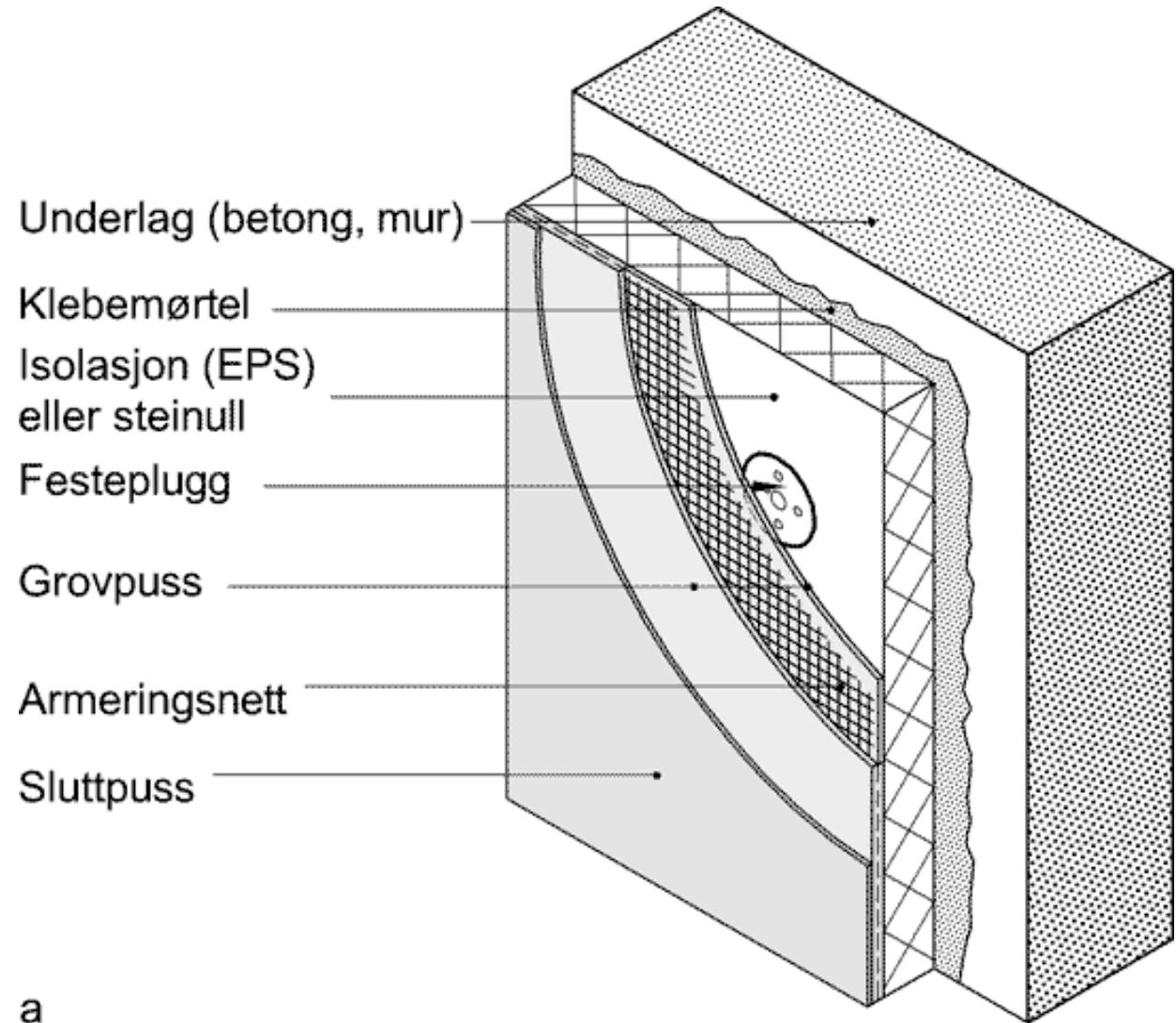
Vindu

- Nye vinduer
- Trukket ut i vegg
- Enklere å løse mhp regntetting
- Fortsatt beskytte karm mot vann ovenfra



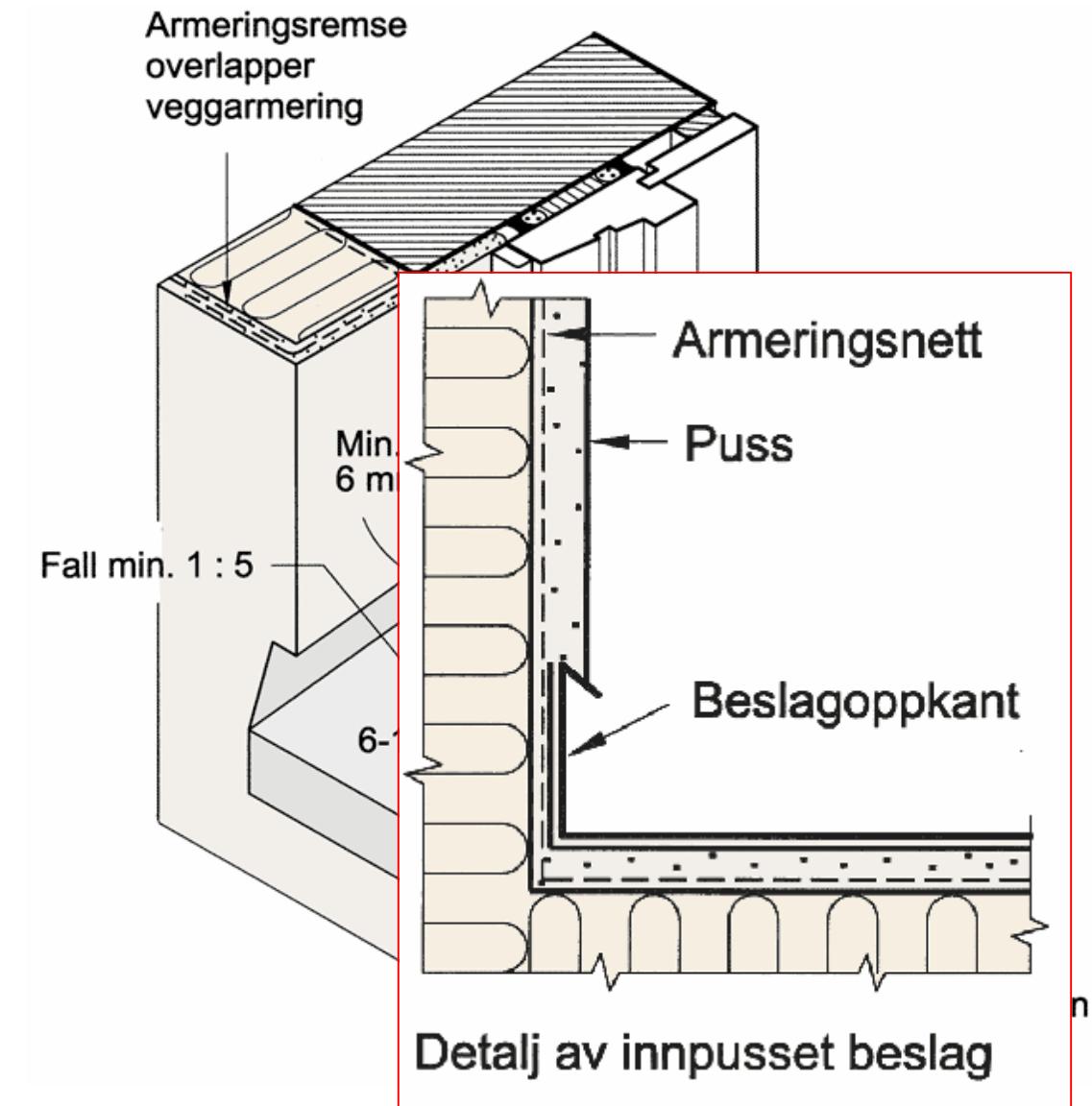
Puss på isolasjon

- Godt egnet mot betong og mur
- Detaljer viktig
- Nøyaktig utførelse
- Sårbar i værutsatte strøk

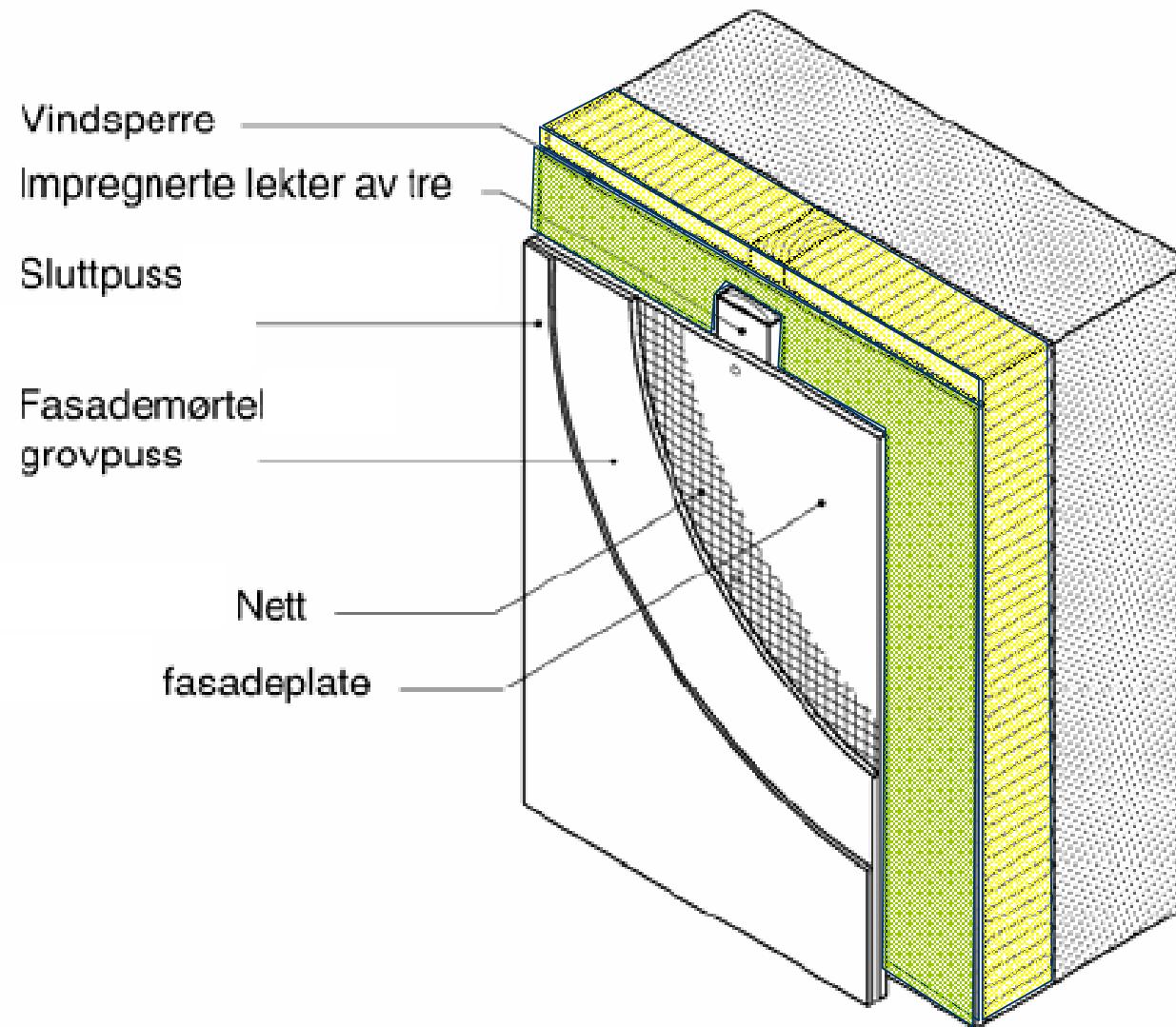


Vindusdetaljer

- Fuger i alle overganger
- To-trinns tetning
- Innpusset sålbenk
- Drenering i bunn ?

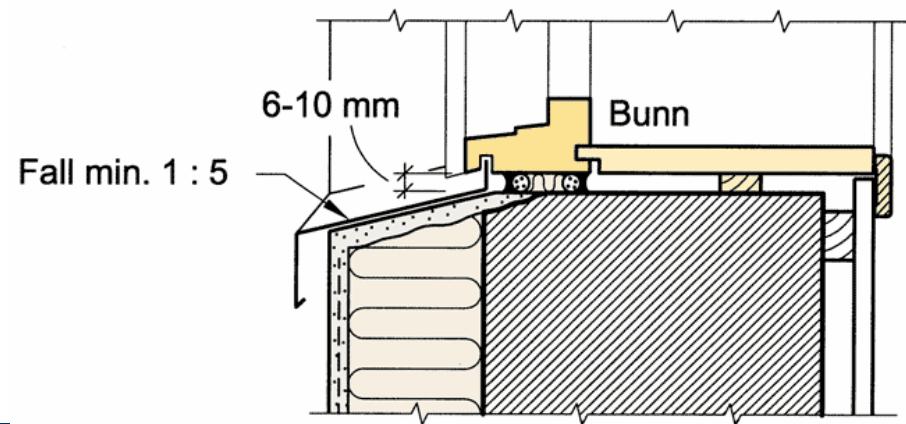
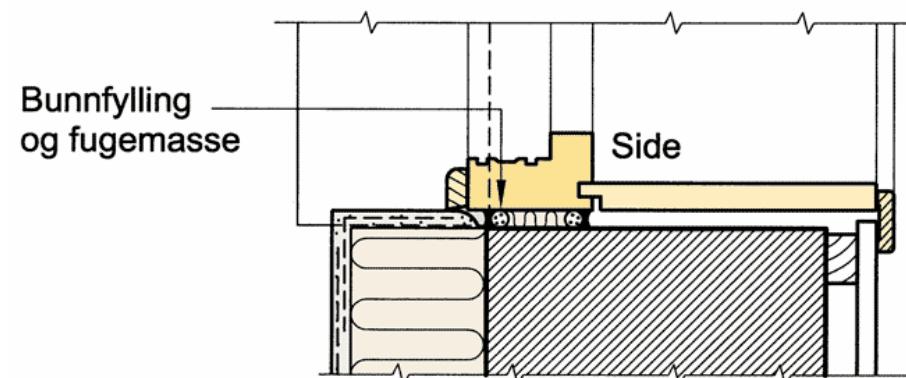
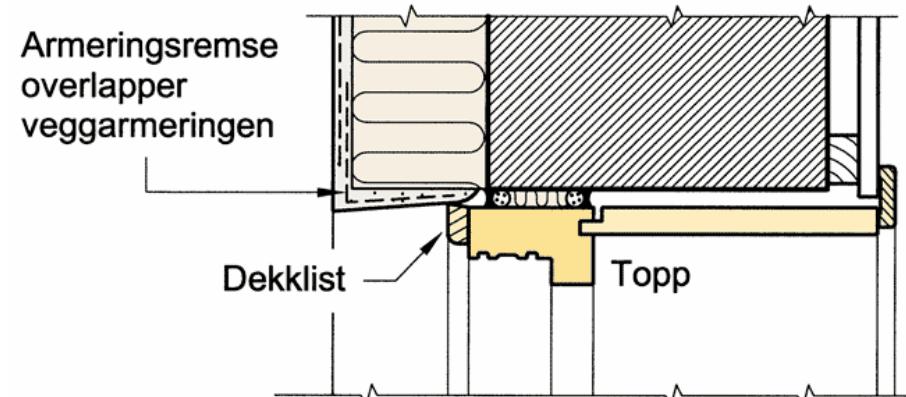


Puss på utlektet kledning – Bedre !!



Vindusdetaljer

- **Topp:**
 - Dryppkant
 - To-trinns tetning
- **Side:**
 - To-trinns tetning
- **Bunn:**
 - Jevn skrått underlag
 - To-trinns tetning
 - Sålbenkbeslag



Hva må til for å oppnå LAVENERGISTANDARD ??

- n Lufttetthet; $n_{50} \leq 2,0$ oms./h
- n vinduer $U\text{-verdi} \leq 1,0$ W/m²K
- n God varmeisolasjon
- n Ev. balansert ventilasjon m/varmegjenvinner

- n Lønnsomhet for hvem? - (for alle)
- n Hva er drivkraften for etterisolering?
- n Komfortkrav fra brukere
- n Miljøhensyn; energibruk, innemiljø

Referanser fra Byggforskserien

- Gruppe 471.011 – 016 U-verdier for bygningsdeler
- 723.312 Etterisolering av mur- og betongvegger
- 723.511 Etterisolering av yttervegger av tre
- 723.638 Utskifting av vinduer
- 725.403 Etterisolering av tretak

Takk for oppmerksomheten !!