

Norske Takstolprodusenters Forening og Norges Byggscole:

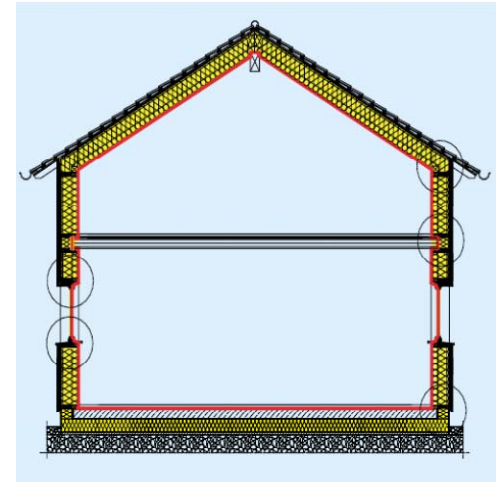
# **”Trekonstruksjoner – Dimensjonering og detaljering”**

**”Viktige momenter ved utforming av  
lavenergi- og passivhus ”**

**Siv.ing. Trond Bøhlerengen, SINTEF/Byggforsk  
Colorline – Oslo/Kiel/Oslo 7. og 8. februar 2012**

# Fremtidens bygninger: Passivhus - Hva må til??

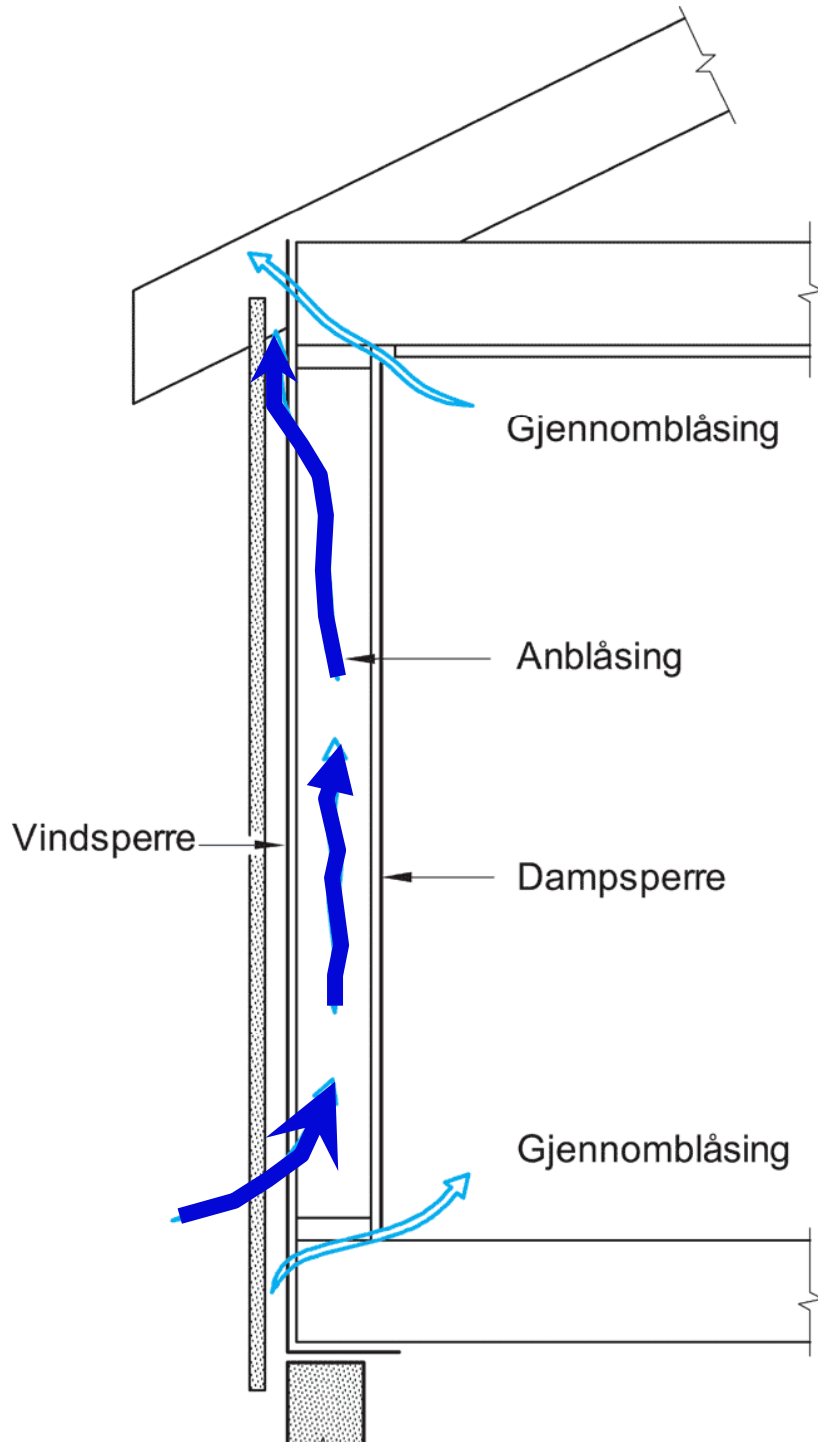
- **Kompakte bygg**
- **Kuldebroer** må unngås
- Lave **U-verdier**:
- **Lufttette** bygg
- **Kontinuerlige** sperresjikt
- **Tekniske anlegg** på "varm" side
- **God fuktkontroll**
  
- **Lavt varmebehov**



# Passivhus, TEK10 og Lavenergihus

Bygningsdel/egenskap	Passivhus	TEK10	Lavenergi
U-verdi yttervegg	$\leq 0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$	0,18	0,18
U-verdi tak	$\leq 0,13 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$	0,13	0,13
U-verdi golv	$\leq 0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$	0,15	0,15
U-verdi vindu	$\leq 0,80 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$	1,2	1,2
U-verdi dør	$\leq 0,80 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$	1,2	1,2
Normalisert kuldebroverdi, $\psi$	$\leq 0,03 \text{ W}/(\text{mK})$	0,03 og 0,06	0,04
Lekkasjetall ved 50 Pa, $n_{50}$	$\leq 0,6 \text{ h}^{-1}$	1,5 og 2,5	1,0

# Hvorfor så mye fokus på lufttetthet??

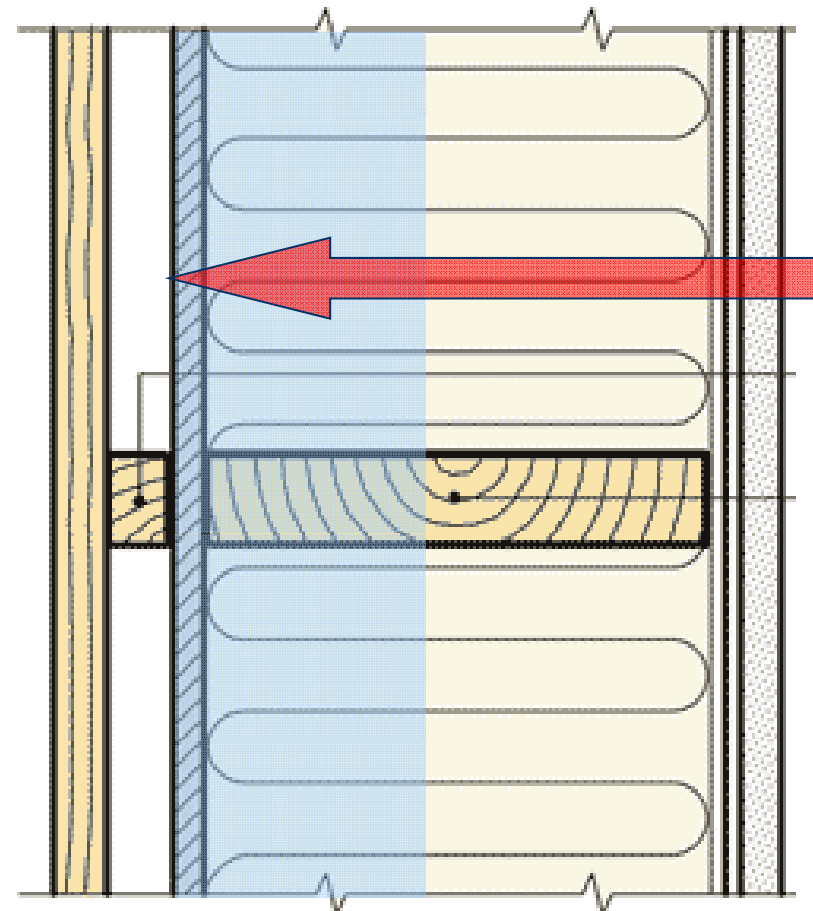
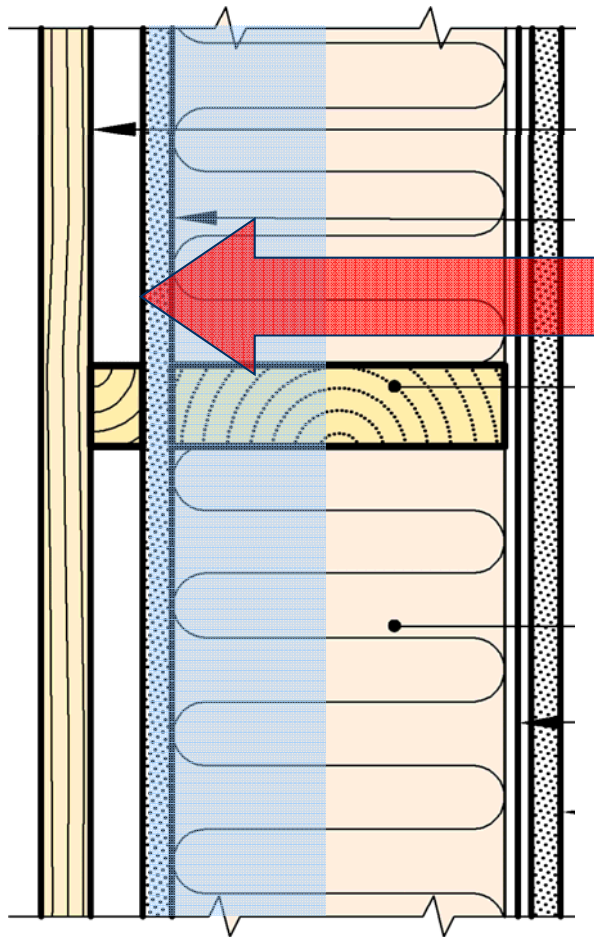


## ■ Anblåsing:

- Utett vindsperre
- Kald luft i isolasjonslaget
- Gir økt varmetap
- Kan ev. bidra til uttørking

# Mer isolasjon – Mindre varmetap

## Konsekvenser for fuktsikkerhet ??



# Prosjektrapper

## ■ Gratis på nettet!!

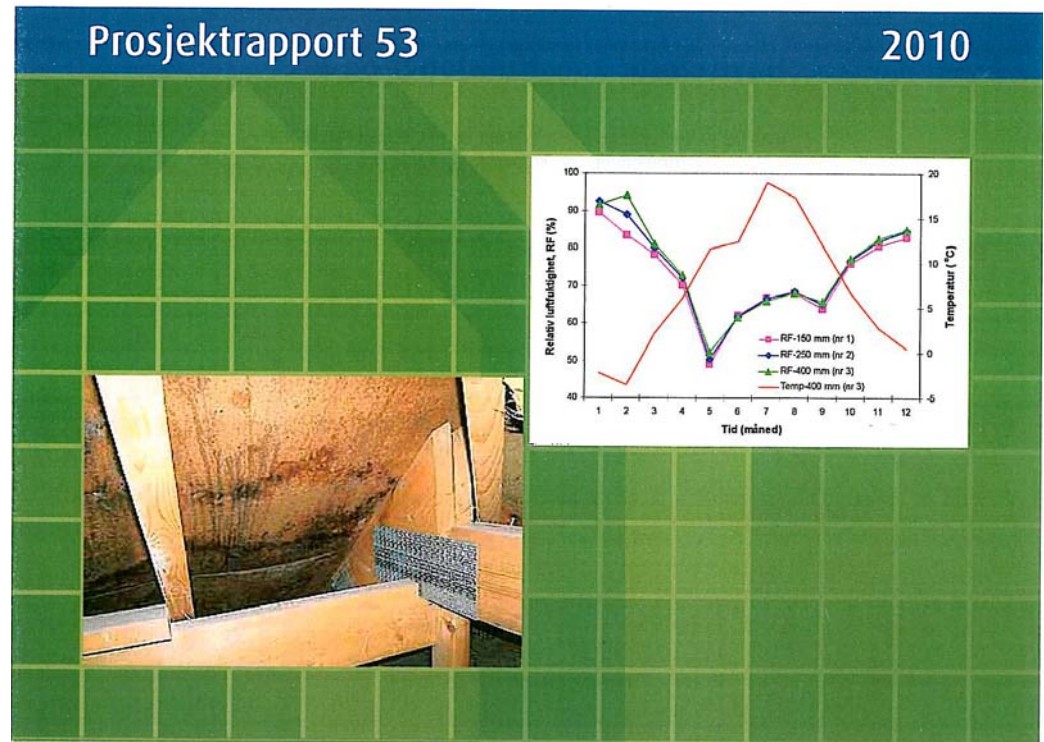
■ [www.sintef.no/byggforsk](http://www.sintef.no/byggforsk)

- kunnskapsformidling
- publikasjoner

STIG GEVING OG JONAS HOLME

## Høyisolerte konstruksjoner og fukt

Analyse av fukttekniske konsekvenser av økt isolasjonstykkelse i yttervegger, tak, kryperom og kalde loft



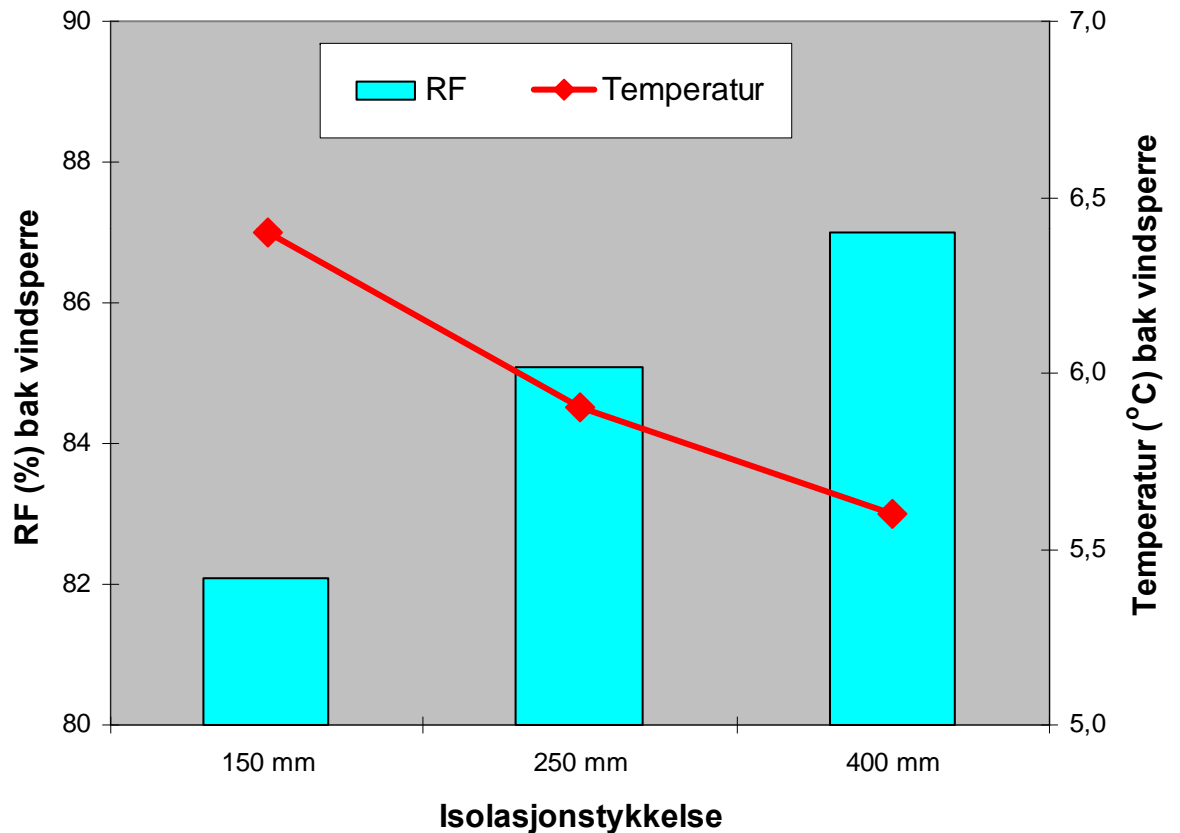
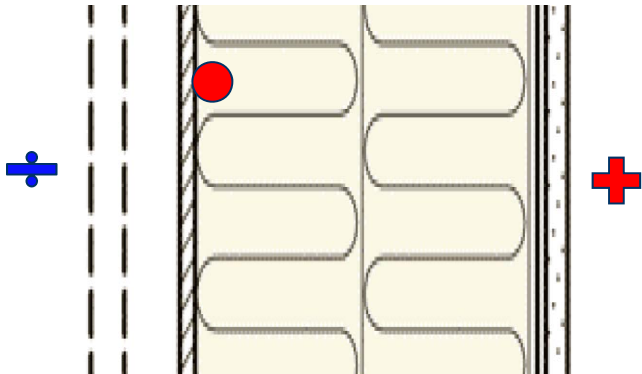
# Effekt av mer isolasjon i klimaskall

## Eksempel :

### ■ Klimaforhold:

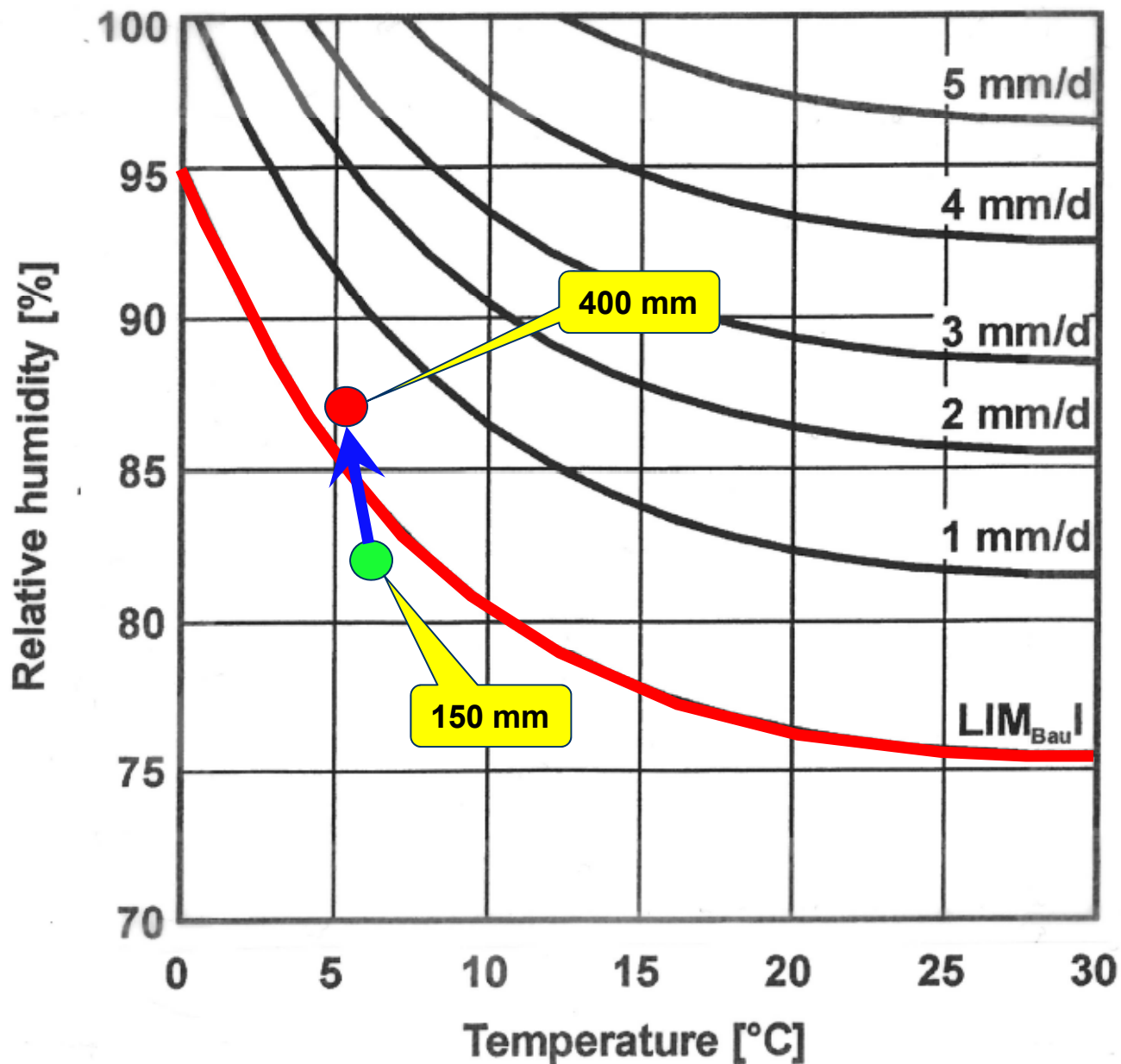
■ Ute: 5 °C, 90% RF

■ Inne: 23 °C, 40% RF



## Eksempel forts:

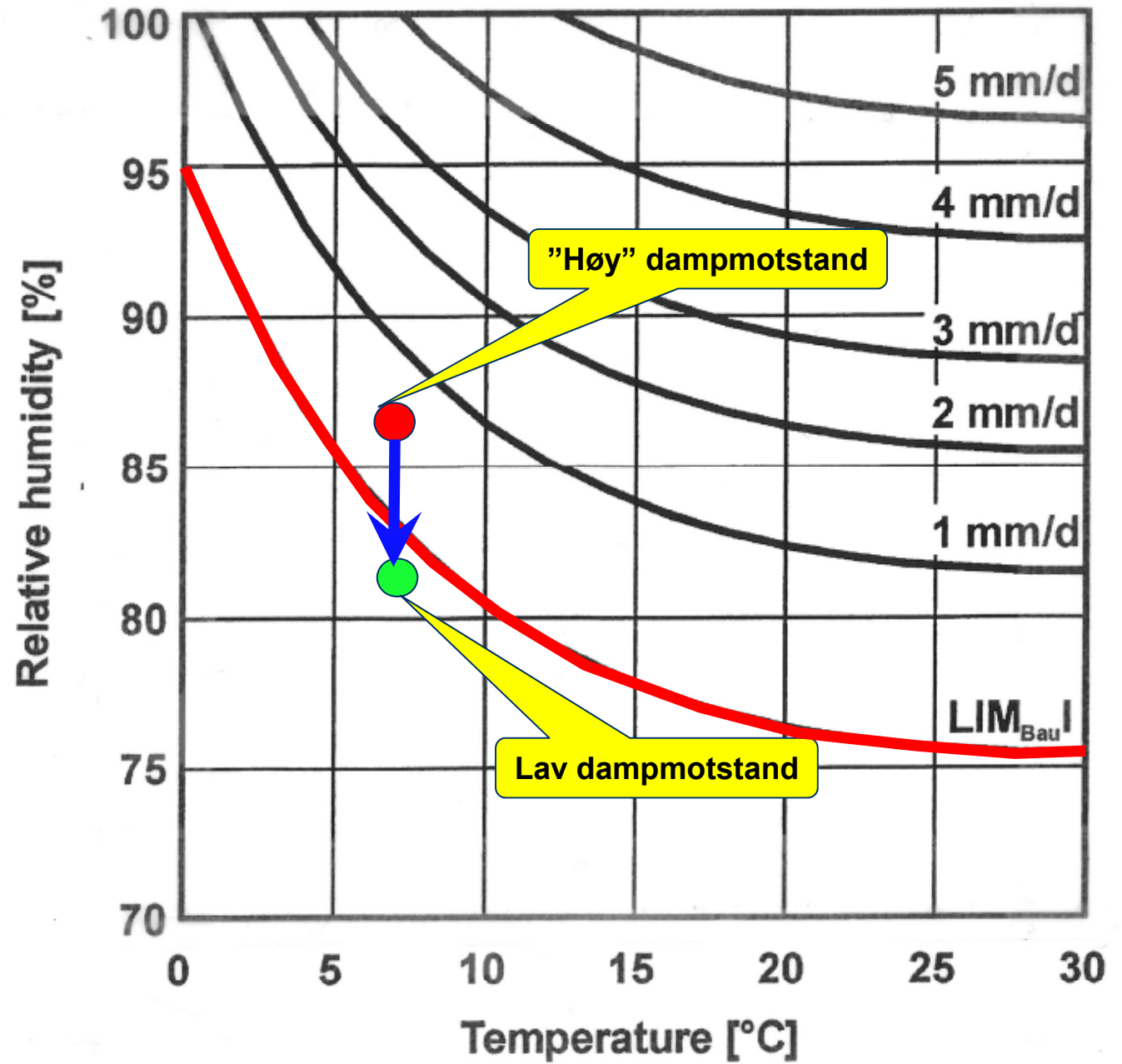
- Hvor mye øker risikoen for muggvekst?





## Eksempel forts:

- Hva betyr denne risikøkningen sammenlignet med andre faktorer?
- Eks: dampmotstanden til vindsperra økes (innenfor ordinære nivåer)



# Ved innbygging av nye materialer: Hvordan beholde fuktsikkerheten?

- **Bedre uttørkingsforholdene:**
  - Bruke så diffusjonsåpen vindsperre som mulig
  - Begrense innebygget overskuddsfukt
- **Redusere kondensproblem:**
  - Vindsperre med noe isolasjonsevne
  - Vindsperre med evne til noe kondensopptak?

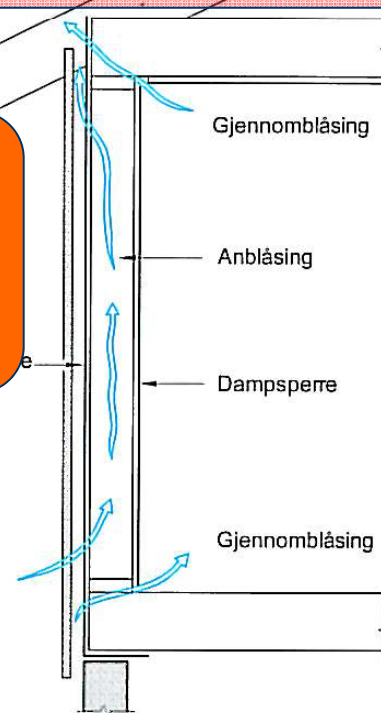


**Krav til  
vanndampmotstand**

**Vindsperre:  $S_d \leq 0,5$  m  
Dampsperrer:  $S_d \geq 10$  m**

**Vindsperrer  
Dampsperrer**

**Eksempler på  
materialer**



... som sperresjikt  
vindsperrer blir  
sjikt, som membra-  
ner, fuktsperrer med flere  
sjon, krav, materialty  
dier for de viktigste m  
typer er også oppgi

02 Henvisninger

Plan- og bygningslo  
Teknisk forskrift til p  
Byggdetaljer:

522.355

523.255

525.101

525.102

525.866

527.101

527.102 Fryserom

# Hva menes med ”så dampåpen vindspærre som mulig” ?

**Krav til vindspærre:  $S_d \leq 0,5 \text{ m}$**

**Gunstig med vindspærre med:  $S_d < 0,2 \text{ m}$**

**Flere godkjente vindspærreprodukter har lav vanndampmotstand**

# Materialer til luft- og damptetting

ekv. luftlagtykkelse,  $S_D$ , [ m ]

## ■ Vindsperrer:

### ■ Krav

$S_D$

**< 0,5**

■ Asfaltimp. cellulosepapp

1,0

■ 2 mm kartongplater

0,3

■ 12 mm asf.imp.porøs trefiberplate

0,17



■ 9,5 mm GU

0,06



■ 9,5 mm GU-X

0,071



■ Plastduk polyetylen

0,025



■ Plastduk polypropylen

0,030



## ■ Dampsperre:

### ■ Krav:

**$\geq 10$  m**

■ 0,15 mm PE-folie

70 m

Kilde: Byggdetaljer 573.430 og Tekniske Godkjenninger

# Forskrift om tekniske krav til byggverk (byggteknisk forskrift)

12.110

2-2010

av 26. mars 2010 nr. 489. Ajourført med endringer, senest ved forskrift 5. mai 2010 nr. 683, i kraft 1. juli 2010.



**Veiledningen ligger på "nettet"**  
**Se [www.dibk.no](http://www.dibk.no)**

TEK10

# Kap 13 Miljø og helse

## ■ §13-19 Byggfukt

- Materialer og konstruksjoner skal være så tørre ved innbygging/forsegling at det ikke oppstår problemer med tilvekst av mikroorganismer, nedbrytning av organiske materialer eller økt avgassing.

# Kap 13 Miljø og helse

- I veiledningen til §13-19 Byggfukt nevnes:
  - Tørke materialer til under kritisk verdi
  - Trevirke må inneholde mindre enn 20 vekt-% fukt
  - Dokumentere fuktinnhold med måling
  - I konstruksjoner med redusert uttørkingsevne (for eksempel høyisolerte konstruksjoner eller konstruksjoner mot terreng) må fuktinnholdet i trevirket være lavere enn 20 vektprosent fukt før innbygging



# Anvisning om uttørking av byggfukt



Byggfukt  
Uttørking og forebyggende tiltak

Byggforskserien  
Byggdetaljer  
474.533  
Sending 1 – 2006

Gir eksempler på veiledende nivåer for kritisk fukttilstand for noen materialer

Beskriver aktive tenkemøter for bygninger og viser hvordan man kan beregne nødvendig uttørkingstid.

## 02 Henvisninger

Teknisk forskrift til plan- og bygningsloven (TEK) med veiledning

Standarder:

NS 3420-T Beskrivelsestekster for bygg, anlegg og installasjoner – Del T: Belegg og overflate

Byggdetaljer:

421.132 Fukt i bygninger. Teorigrunnlag

474.531 Måling av fukt i bygninger

501.107

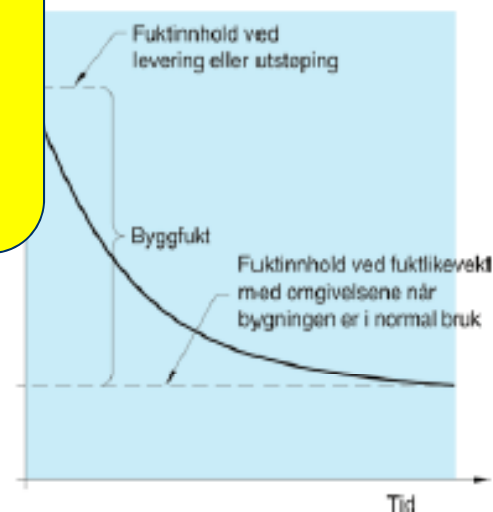


Fig. 11  
Byggfukt illustrert ved hjelp av en typisk uttørkingskurve

# Trevirke

Materiale/ konstruksjon	Beskrivelse	Grenseverdi (vektprosent)
Konstruksjonsvirke (trelast av bartre for konstruktive formål, for eksempel sviller, stedere, bjelker og losholter)	Konstruksjoner som tørker raskt etter lukkingen, for eksempel vegger over terrengnivå og luftede tretak	20
	Konstruksjoner som tørker svært langsomt etter lukkingen, for eksempel vegger under terrengnivå, kompakte tretak eller tilfarergolv med tett belegg (ikke anbefalte løsninger)	15
	Underlag for parkett (undergolv, golvbjelker, tilfarer osv.)	12
Plategolv ved legging av tett belegg uten golvvarme	Sponplater	12
	Fuktbestandige sponplater	11
	Trefiberplater	9
	Kryssfiner	15

# Hva betyr dette....?

- ***”Veiledende nivåer for kritisk fuktinnhold i trevirke ved montering / innbygging”***
- **Hva er **montering**?**
  - Greit å montere bærekonstruksjon med fuktnivå  $\leq 20$  vekt-%
  - Kontrollnivå ved mottak på byggeplass
- **Hva er **innbygging**?**
  - Her må vi ta hensyn til uttørkingshastighet!
  - Innebygget i store isolasjonstykkelser gir langsom uttørking
- ***”Konstruksjoner som tørker svært langsomt etter lukking...”***
  - **Da må grenseverdien for tre være ned mot 15 vekt-%**
  - **Dette må gjelde isolerte trekonstruksjoner etter TEK10-krav**



# Fukt i bygninger

## Vurdering av fuktsikkerhet

### Kontrollpunkter

Byggforskserien

Byggdetaljer

474.511

Sending 2 – 1998

## 0 Generelt

### 01 Innhold

Dette bladet inneholder kontrollpunkter med spesiell fokus på fuktsikring i prosjektering og utførelse av bygninger. Kontrollpunktene kan være bilag til kontrollplan, eller tjene som sjekklister i byggesaken, se pkt. 2. Målgruppe er prosjekterende (arkitekter og byggetekniske rådgivere), utførende og ansvarlig kontrollerende. Hensikten er å skjerpe bevisstheten om at fuktproblematikk er en av de viktigste utfordringene i byggebransjen, og at det lønner seg økonomisk å ta fukt på alvor.

### 02 Henvisninger

Byggdetaljer:

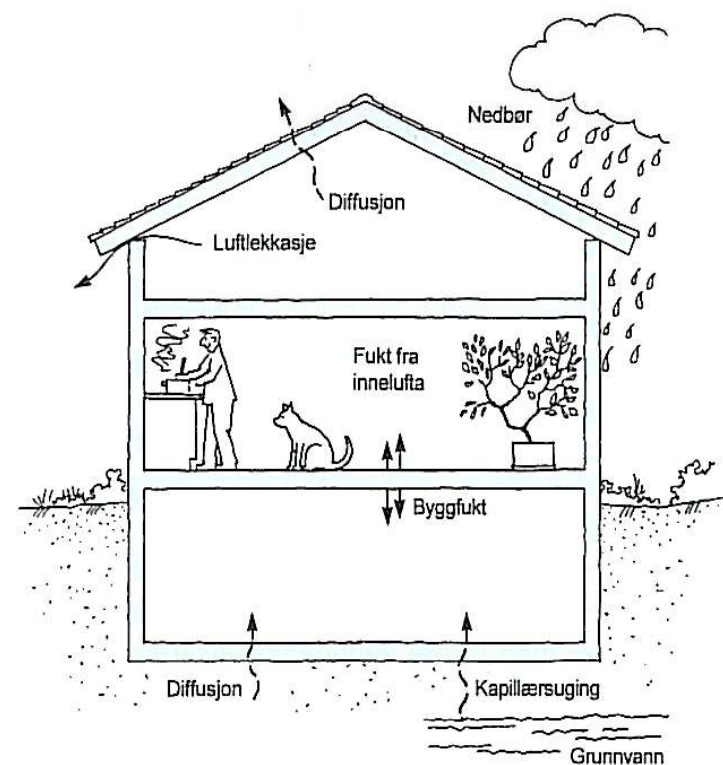
421.132 Fuktmekanikk

474.531 Måling av fukt i materialer

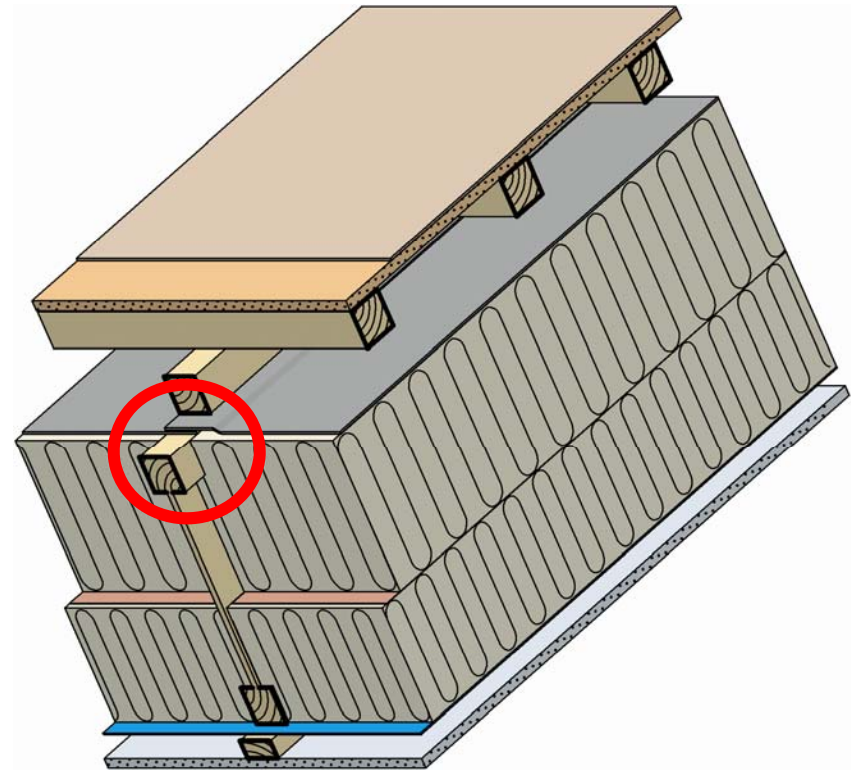
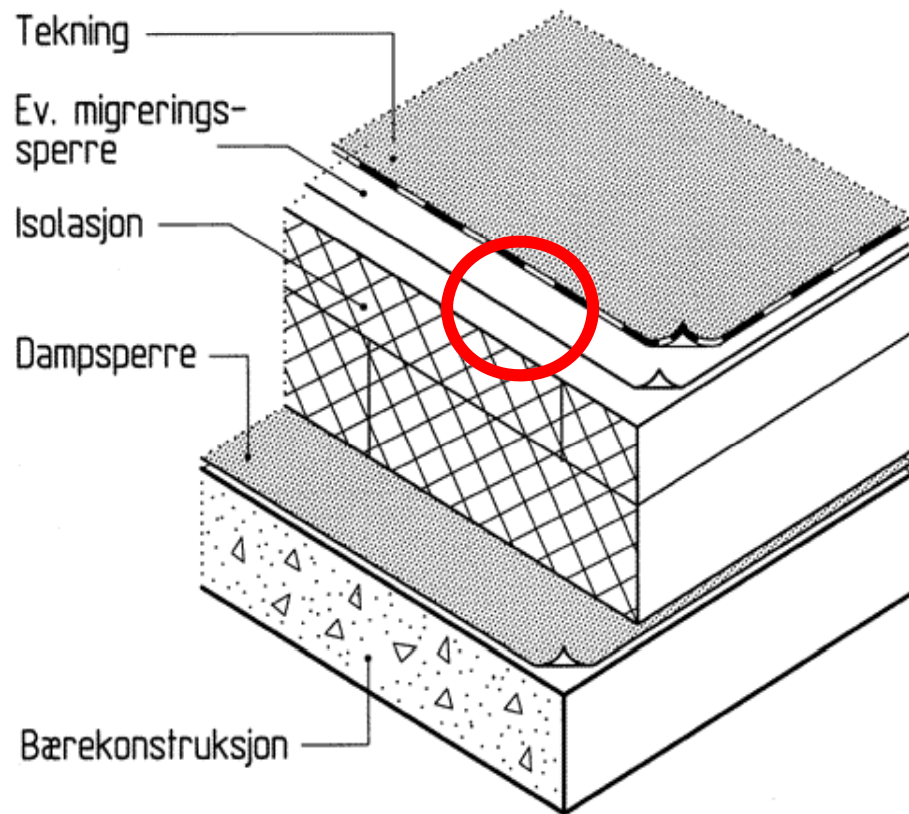
474.533 Uttørring og kontrollmåling av byggfukt

527.245 Rom med høy fuktbelastning

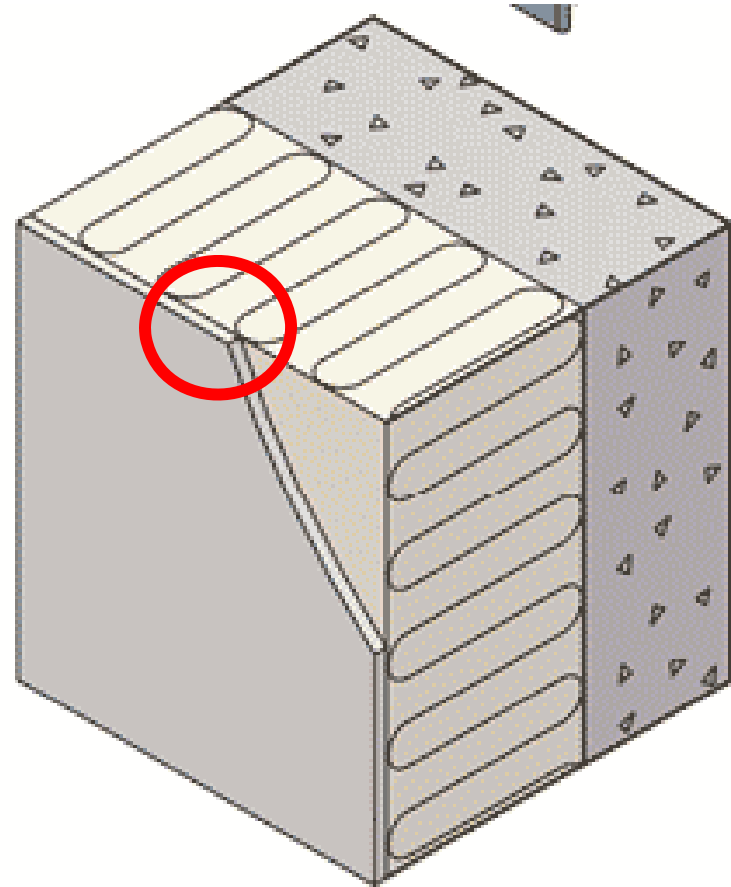
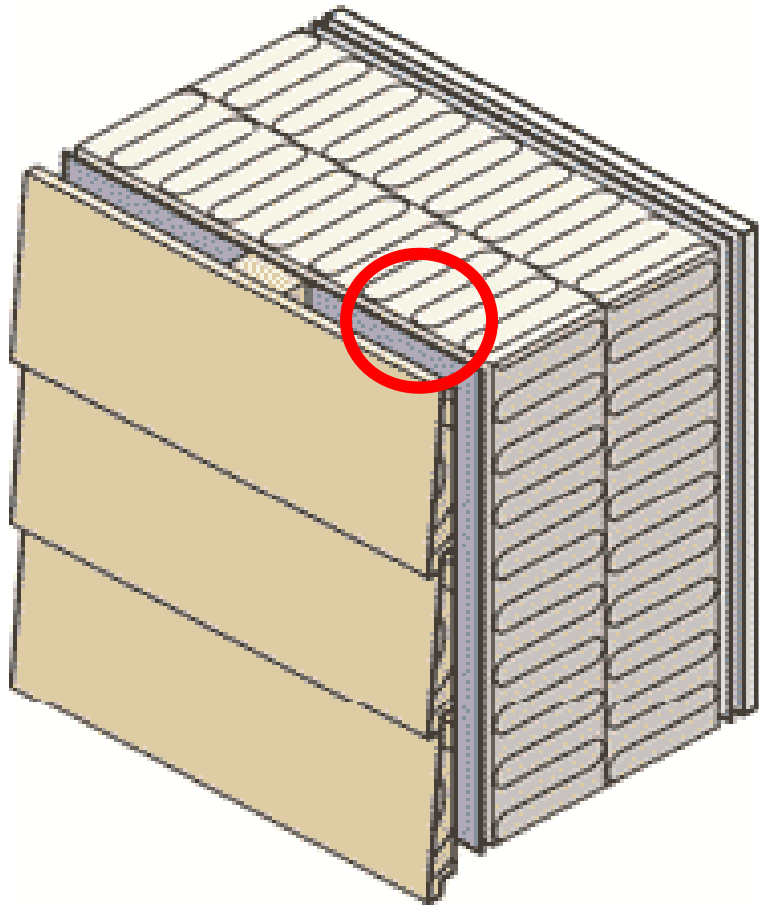
573.430 Materialdata for vanndamptransport



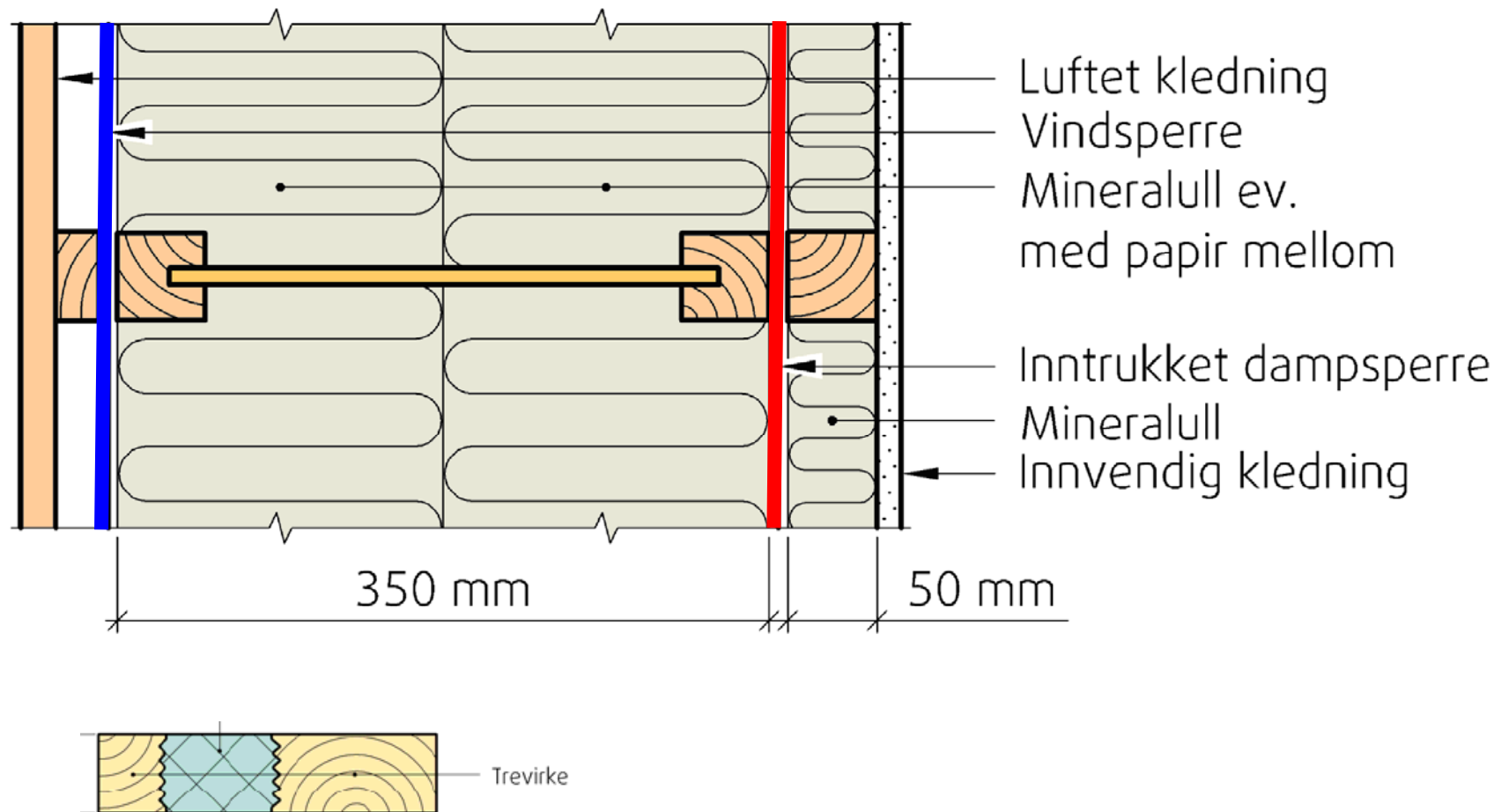
# Bedre isolerte konstruksjoner



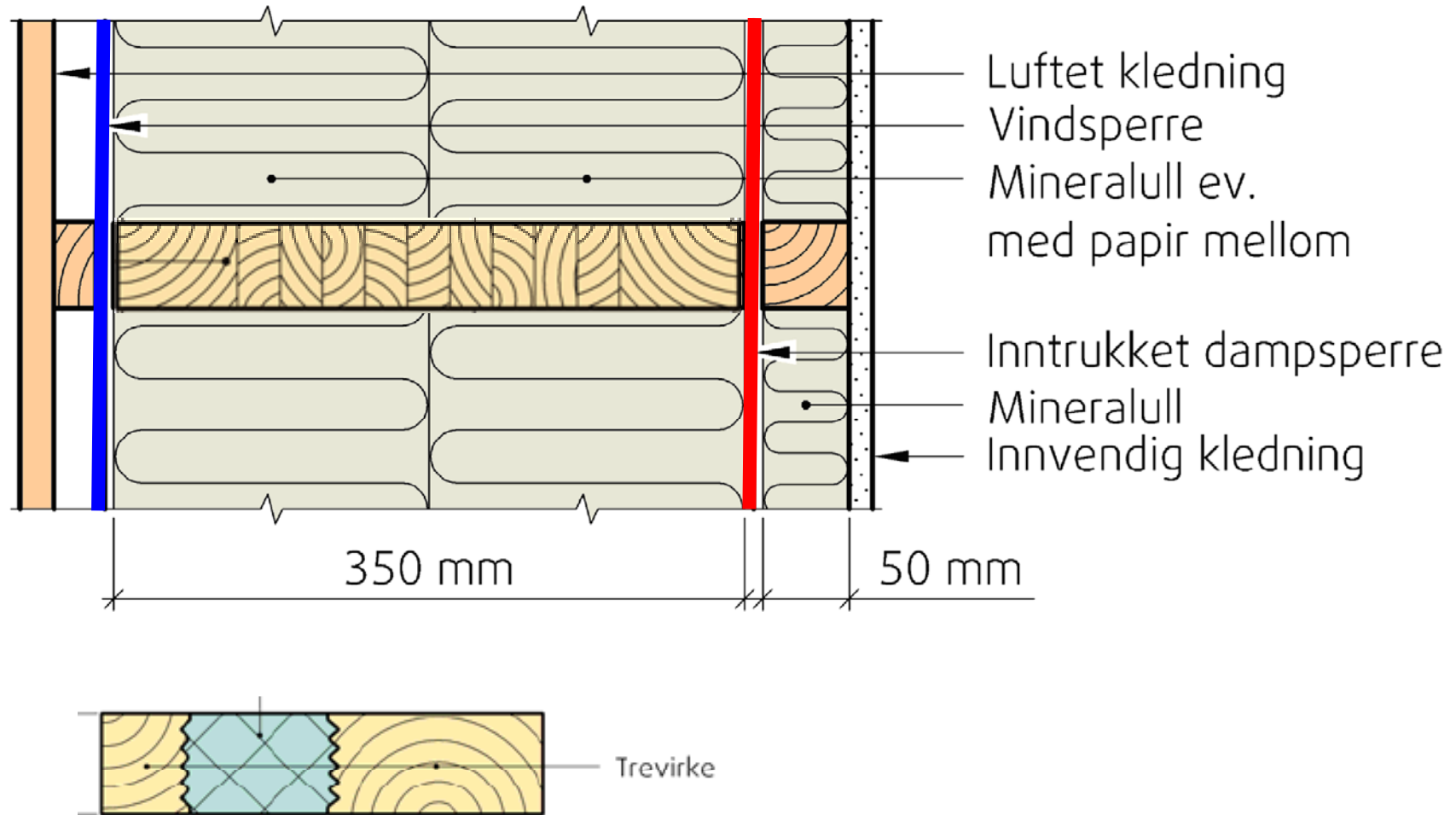
# Bedre isolerte konstruksjoner



# Passivhus – Tykkere vegger

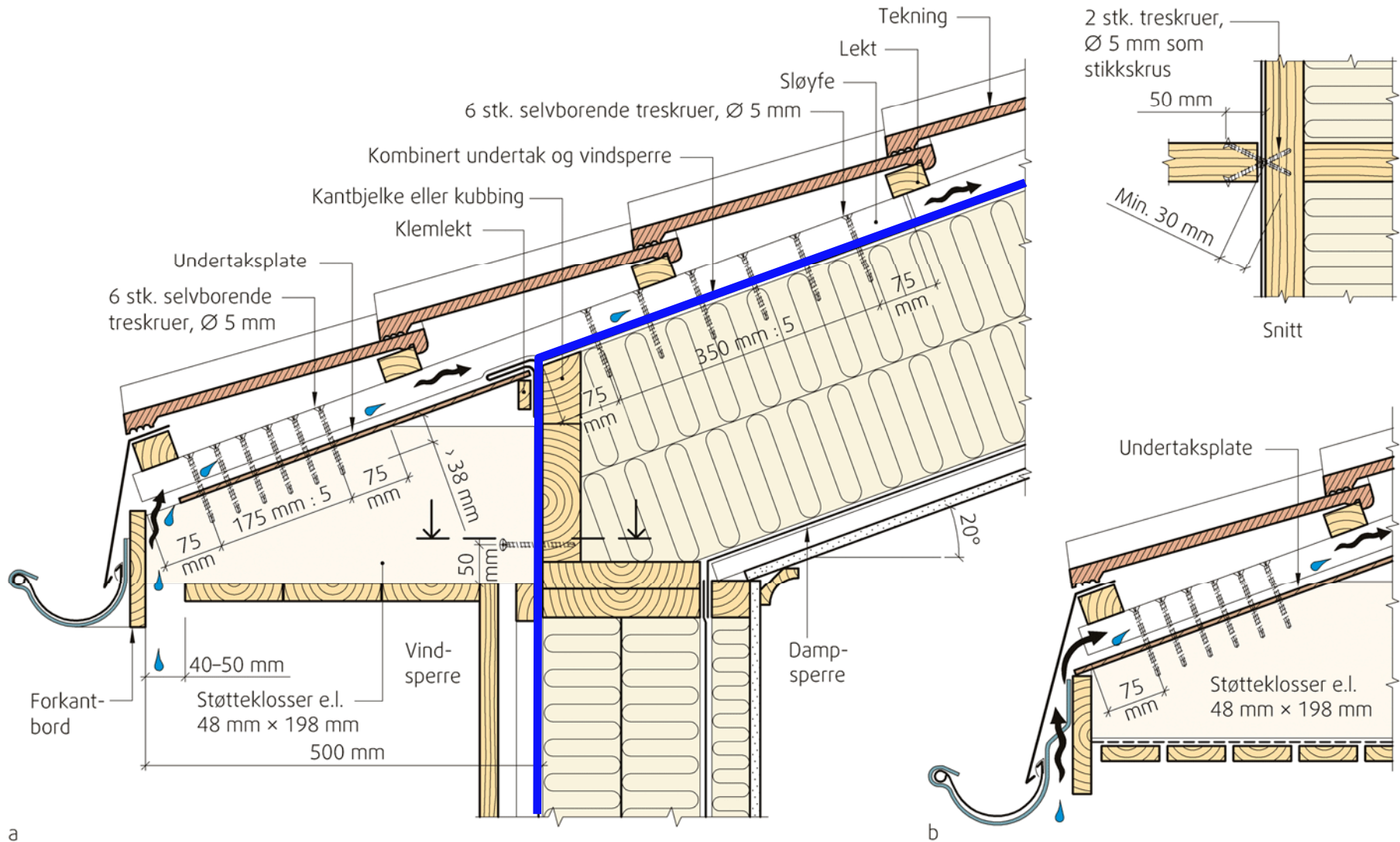


# Passivhus – Tykkere vegger

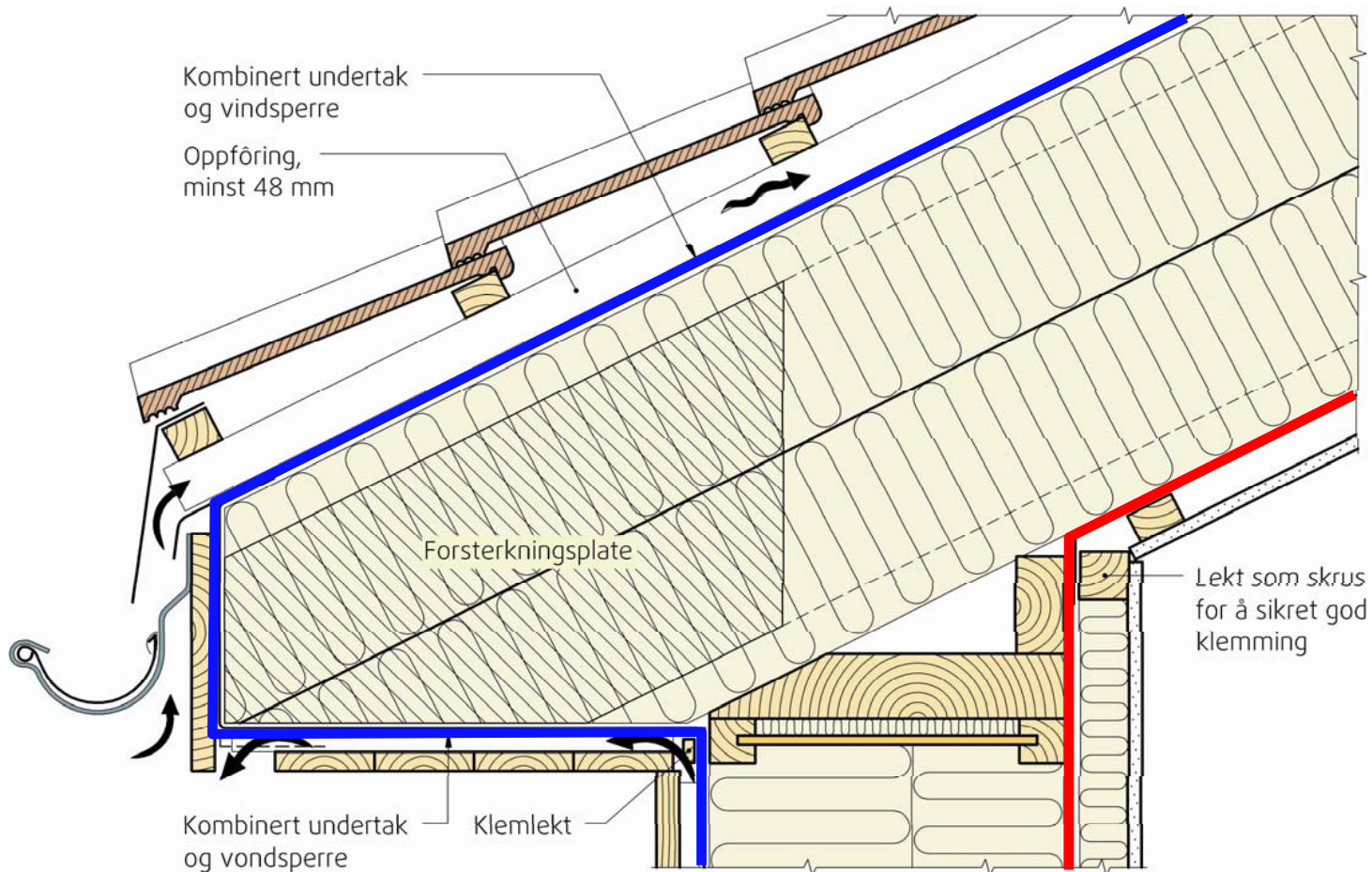




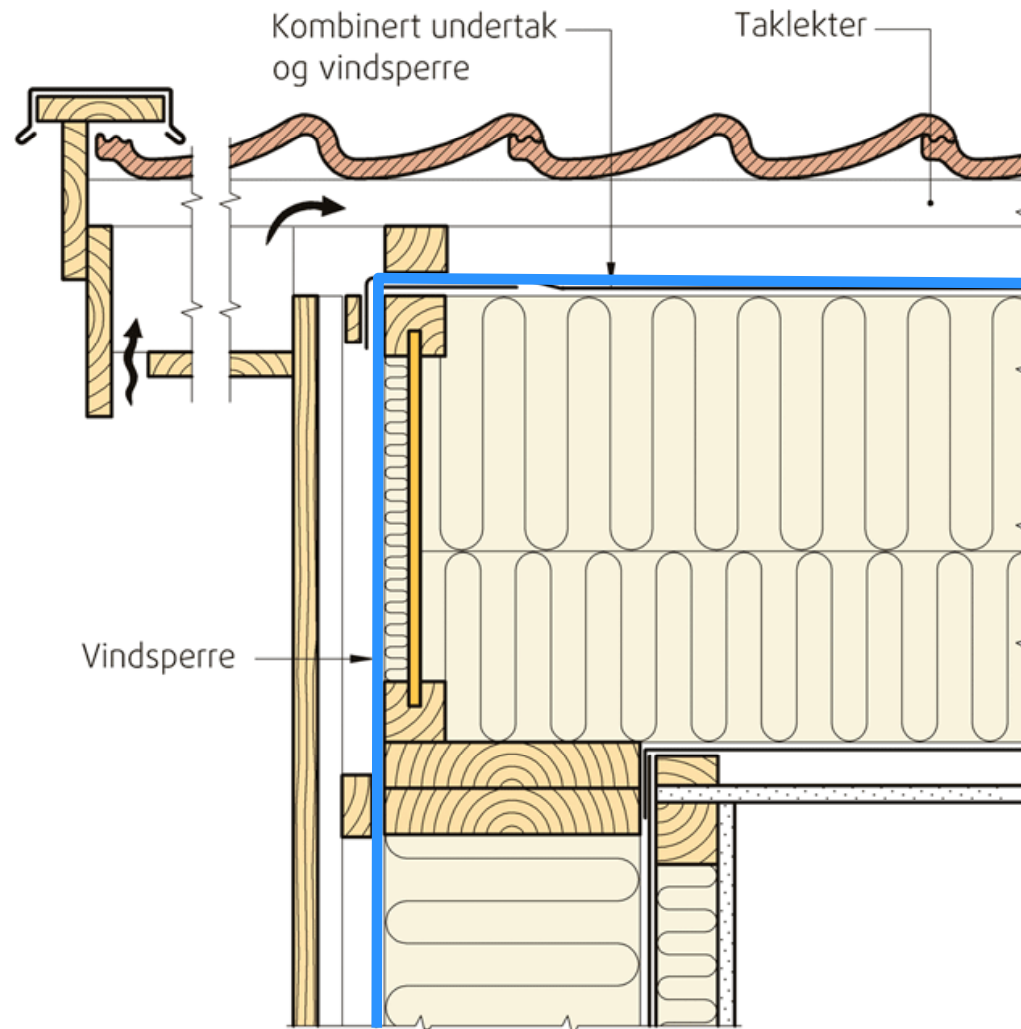
# Løse takutstikk – uaktuelt ??



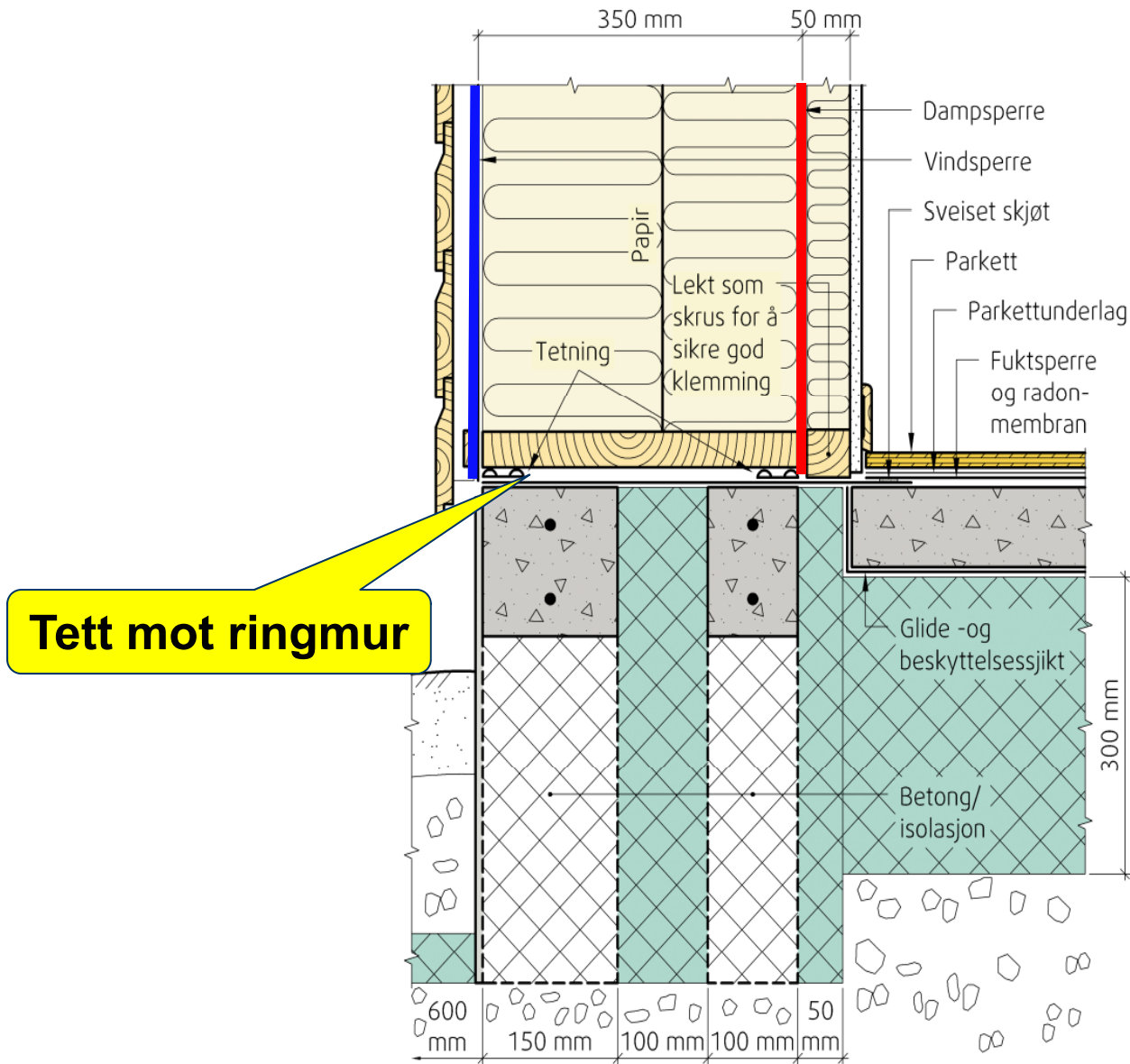
# Raft og lufttetting



# Mot gavl -lufttetthet

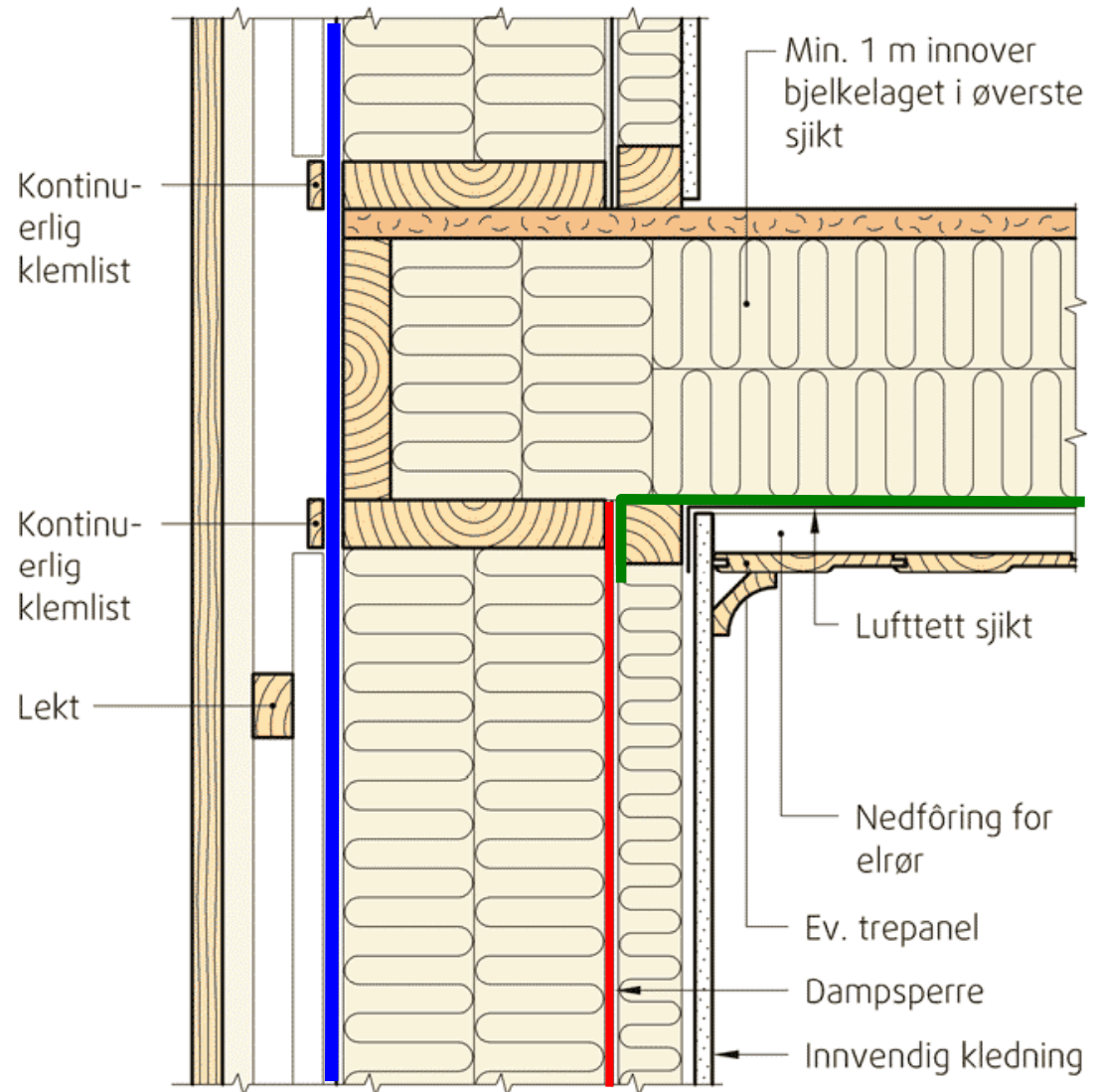


# Mot sokkel

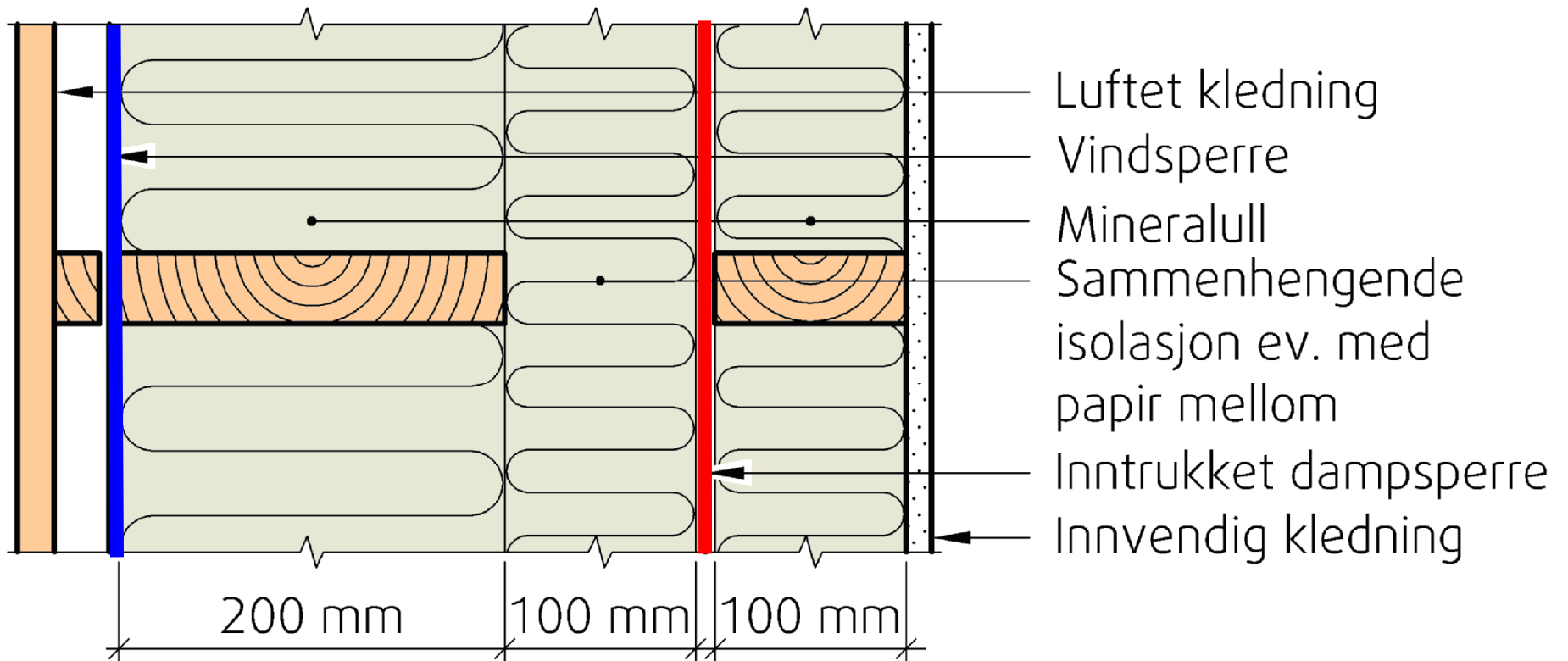


# Etasjeskiller mellom varme rom

- Hindre luftlekkasjer ut i vegg
- Sperresjikt gjennom bjelkelag vanskelig å få til
- Ikke innfelt taklys!



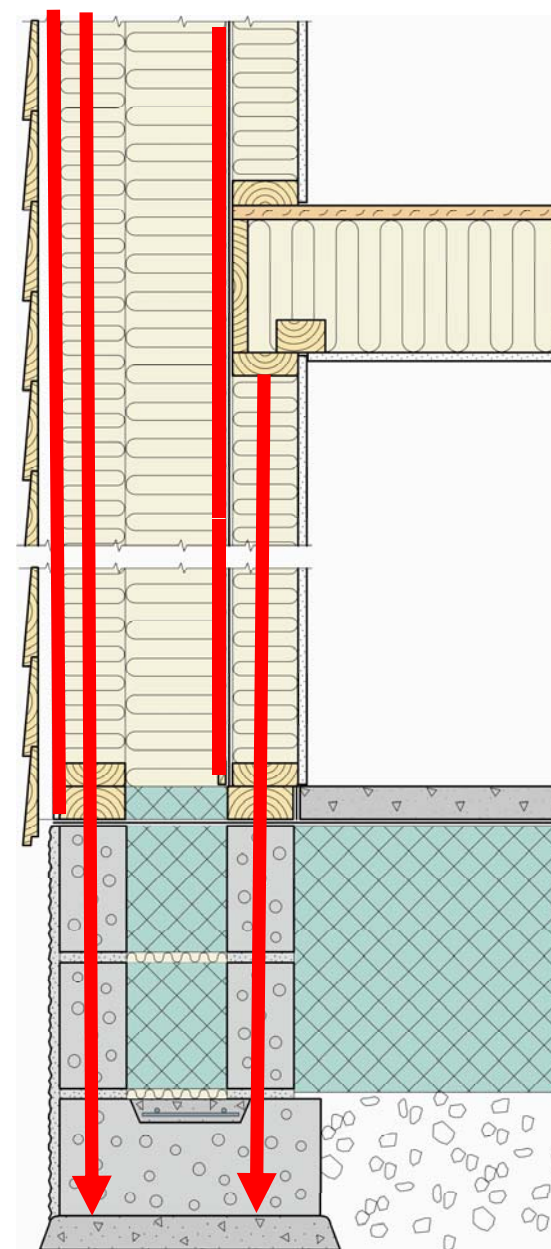
# Passivhus – Tykkere vegger



# Utv. og innv. bæring

## Etasjeskiller og sokkel

- **Noen momenter:**
- Eks.: "Dobbeltvegg"
- **Metode:** Innenfra og ut
  
- Etasjeskiller bæres av innervange
- Tak bæres av yttervange
- Kontinuerlige sperresjikt i vegg



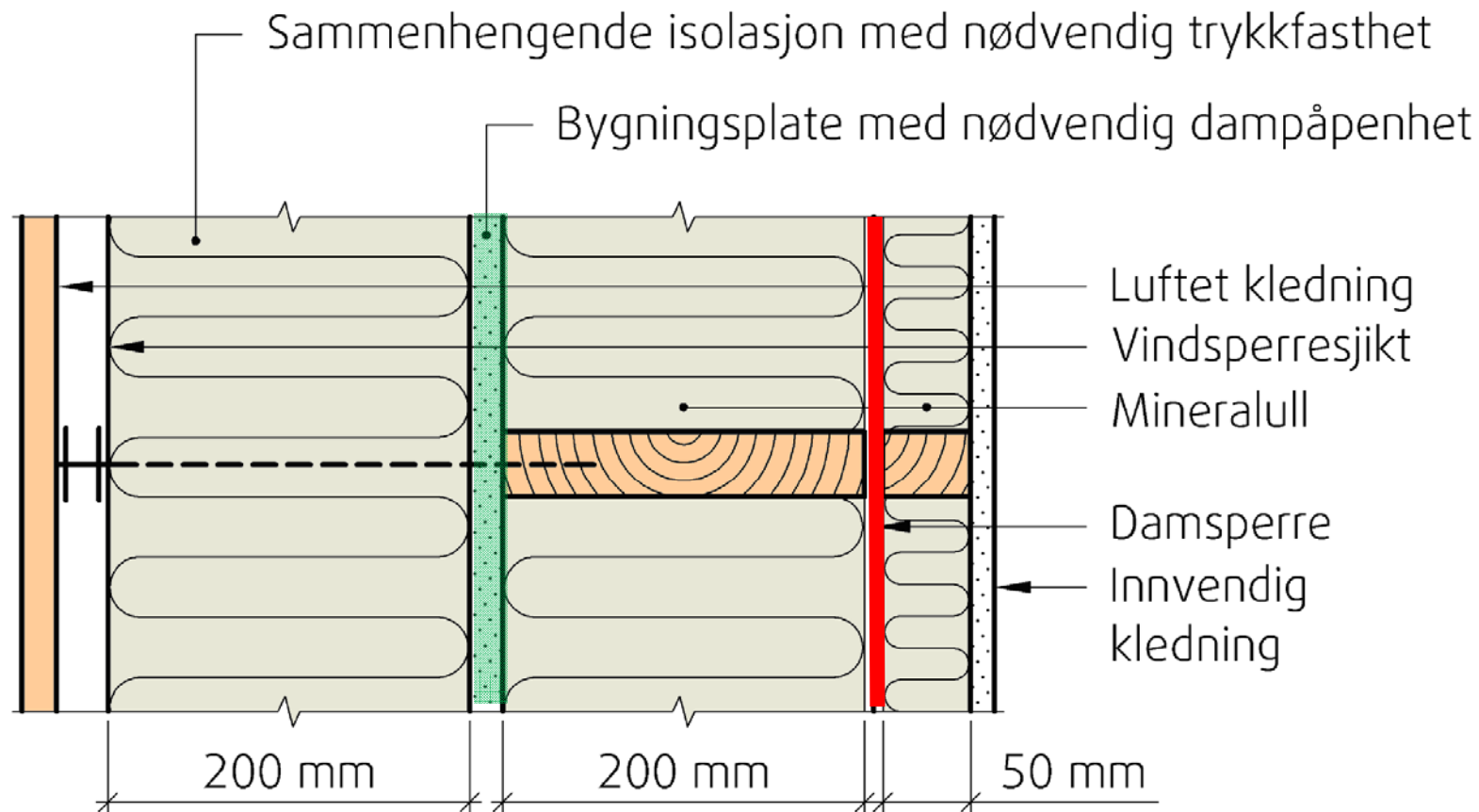
# Fuktsikring i byggeperioden

## ■ Bygge under "tak"





# Alternativ-Utenpåliggende isolasjon



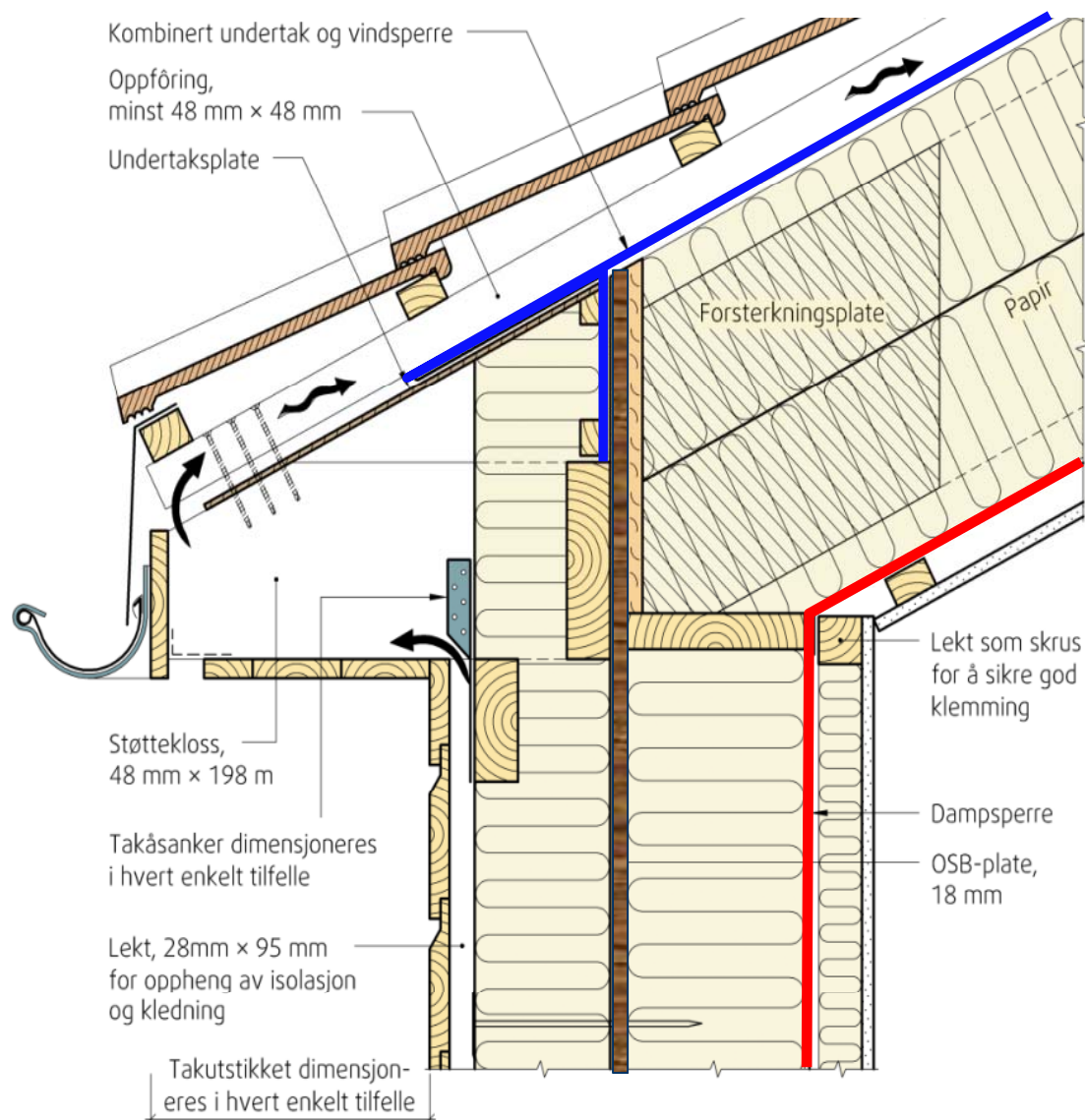
# Andre platematerialer

ekv. luftlagtykkelse,  $S_D$ , [ m ]

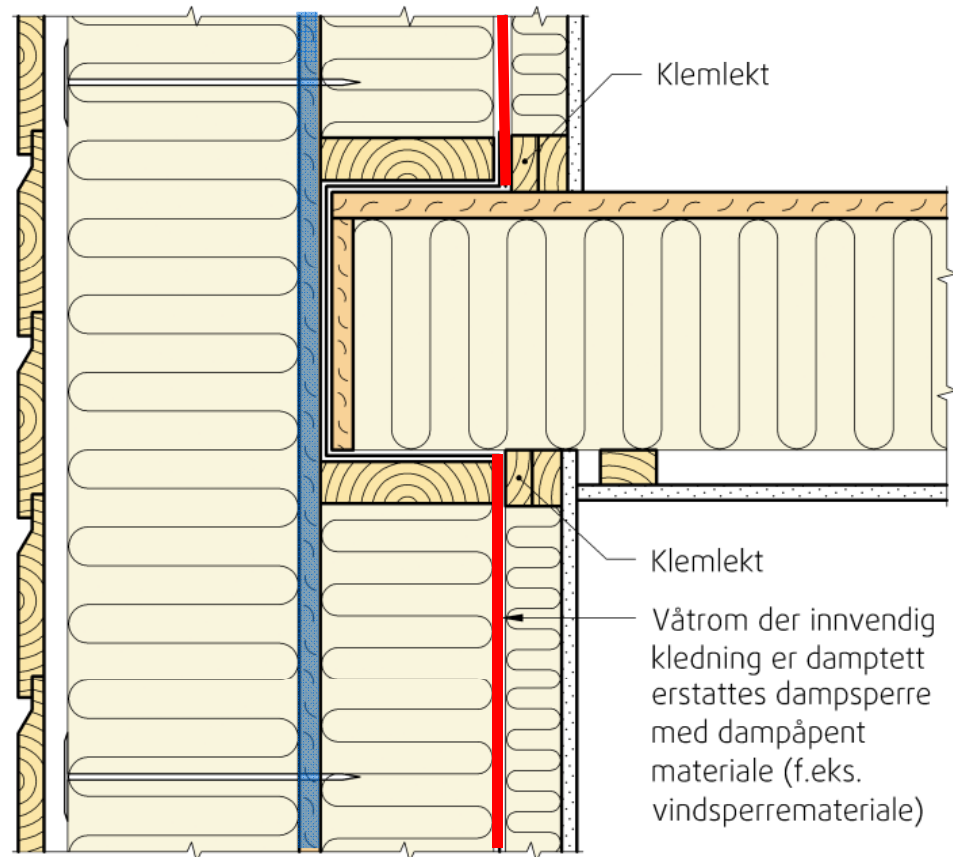
■ Materiale	$S_D$ [ m ]
■ Dampsperre krav	$\geq 10$
■ Vindsperre krav	$< 0,5$
■ 15 mm OSB	0,36 (fuktig) og 0,6 (tørr)
■ 12 mm X-finér	0,8 (fuktig) og 2,4 (tørr)
■ 22 mm spon	1,1

Kilde: Teknisk Godkjenning; se [www.sintef.no/byggforsk](http://www.sintef.no/byggforsk)

# Utenpåliggende isolasjon mot raft



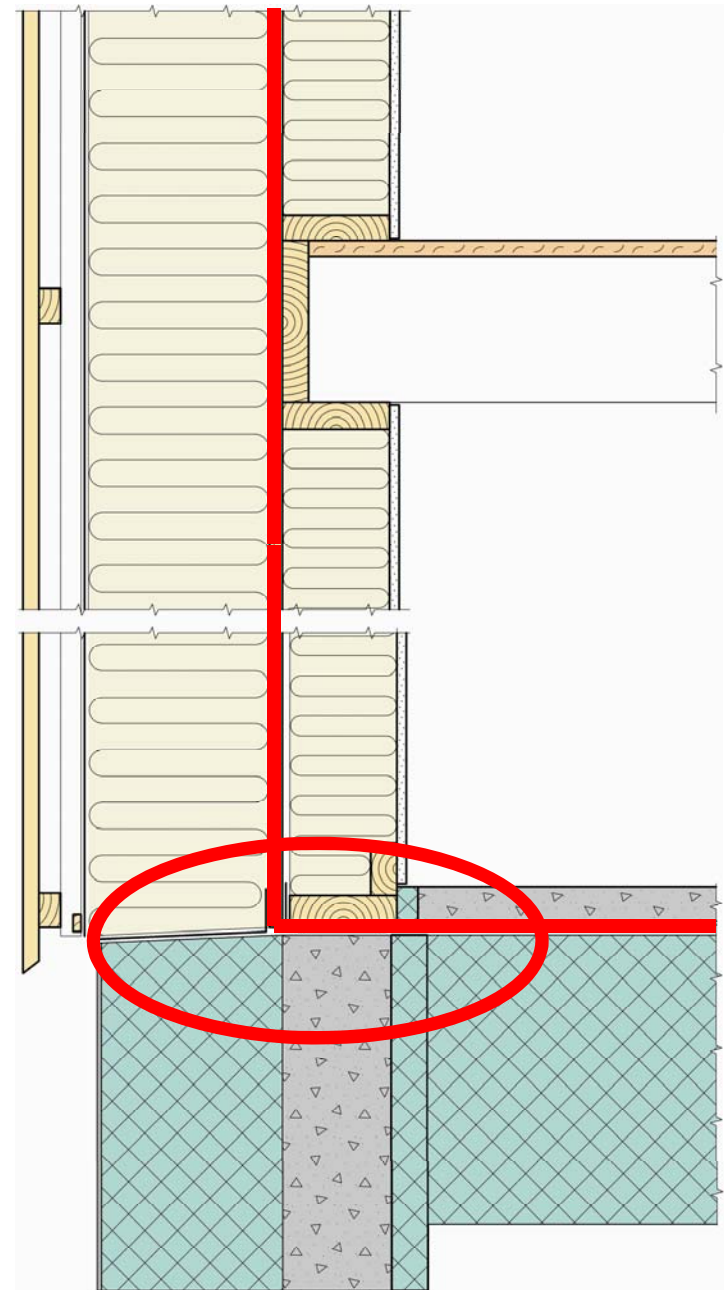
# Etasjeskiller



# Innvendig bærevegg

## Vegg / Sokkel

- Noen momenter:
- Eks.: "Bindingsverksvegg"
- "Påhengt isolasjon"
- **Metode:** Innenfra og ut
  
- Vegg: Plate som sperresjikt?
  - Kontinuerlig forbi et.skille
- Sperresjikt mot grunnen
- Kuldebrobryter vegg/sokkel



# Vindusdetaljer

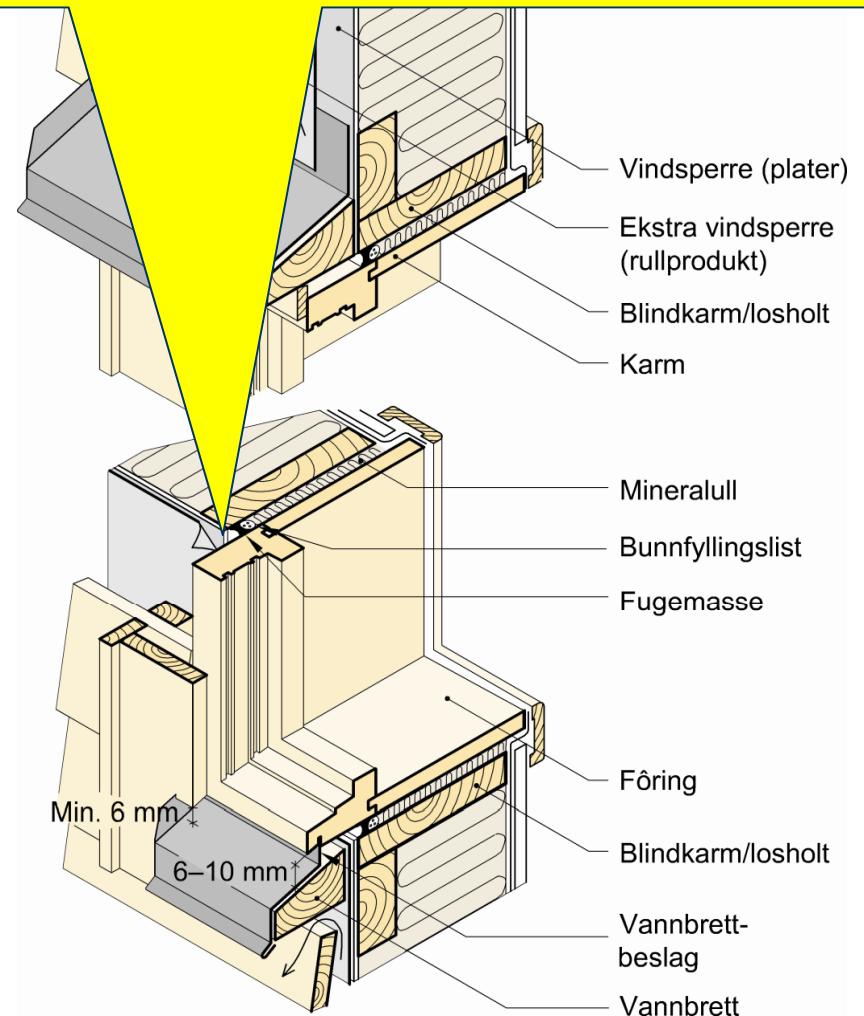
## ■ Fuktsikring

- Drenering av kledning
- Vannbord
- Sålbenk
- Beslag
- Kuldebro?

## ■ Lufttetting

- Vindsperre
- Dampsperre
- Fugetetting

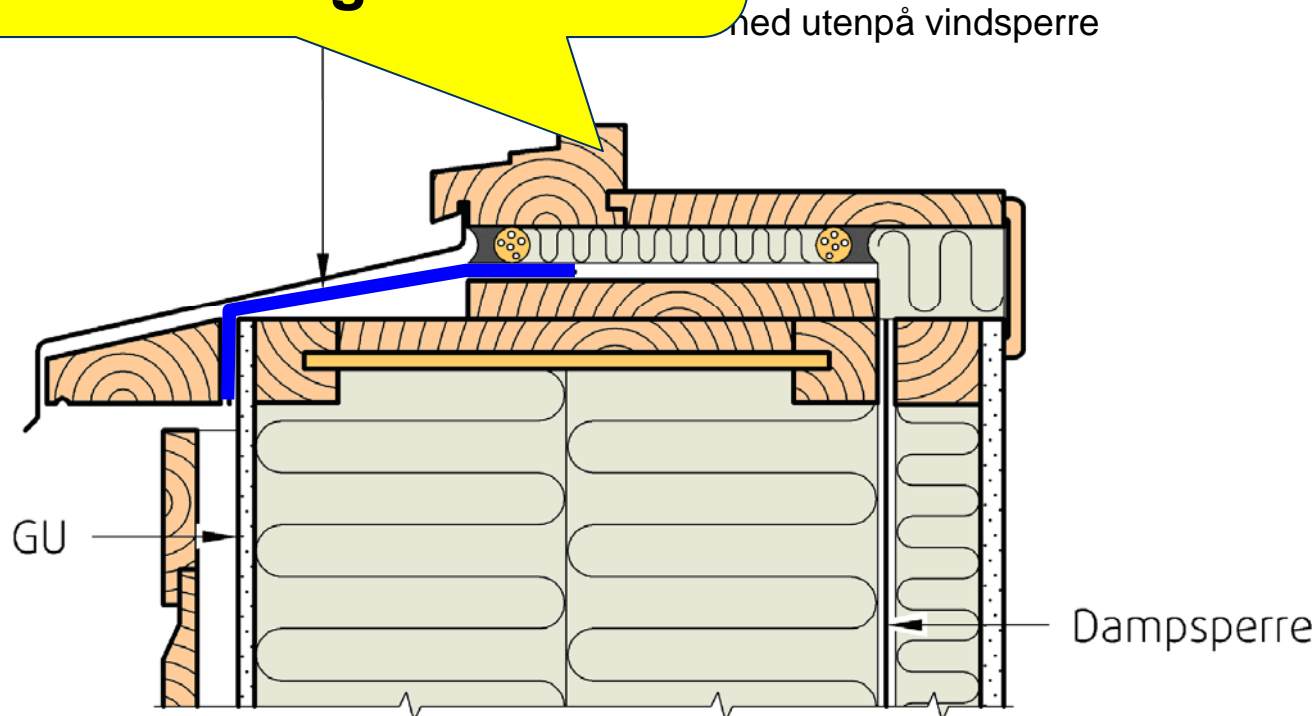
Plassering av vindu så langt ut er lite aktuelt i passivhus.



# Vindusplassering i vegg

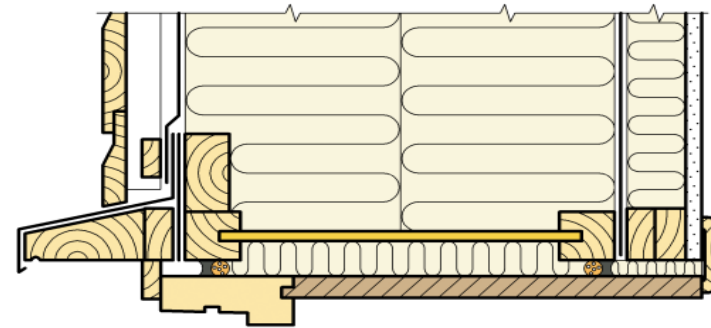
## Kuldebro og fuktsikring

**Plassering av vindu så langt inn  
Øker sårbarhet for vannlekkasjer.  
Mindre robust løsning.**

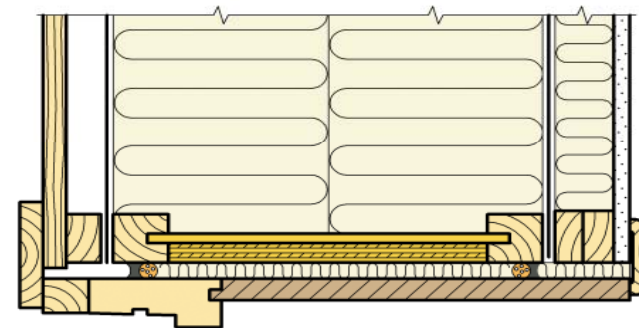


# Vinduer

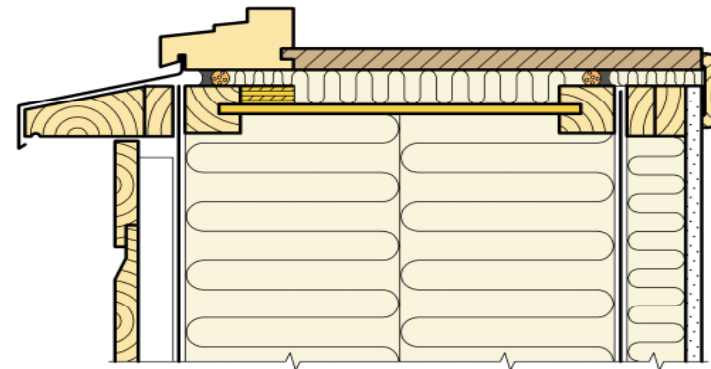
- Tetthet
- Plassering
- Robusthet mot klima
  - Langt ut i veggen



Topp



Side

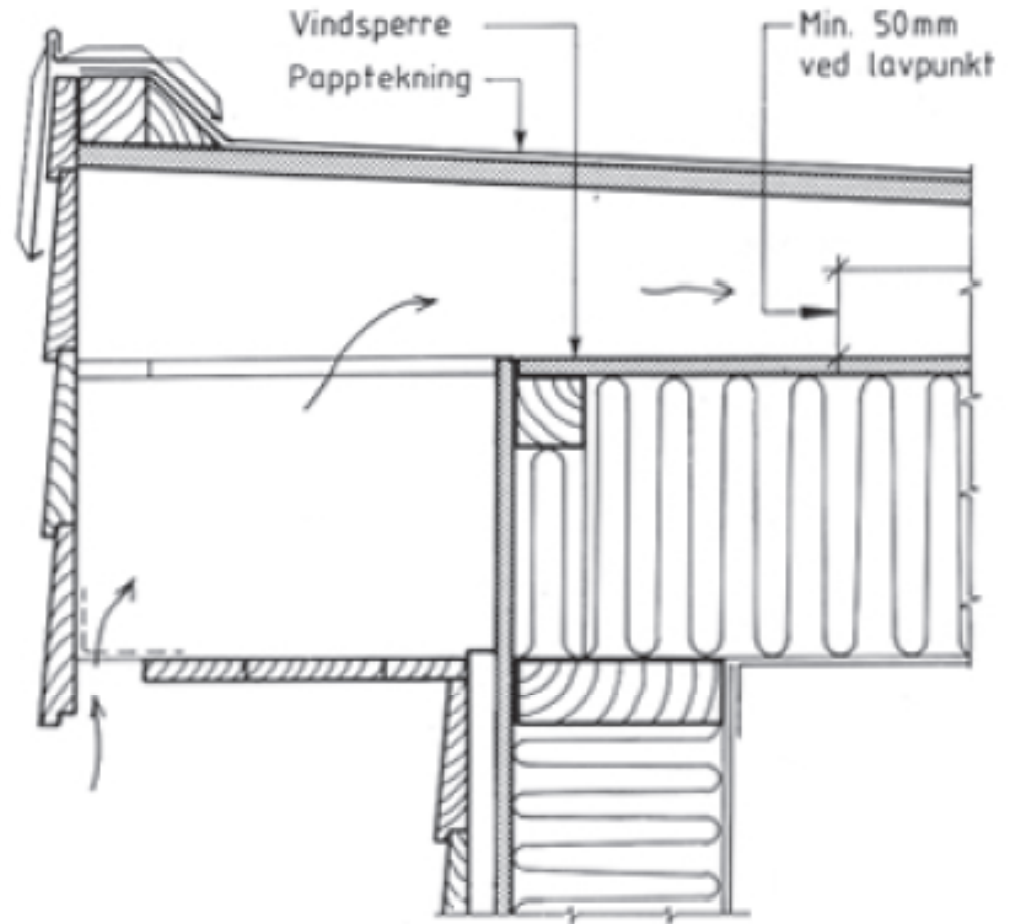


Bunn



# Flatt luftet tretak

- Tatt bort i 1997....
- Beskrevet som "Uheldig løsning"
- Men, er en mulig løsning



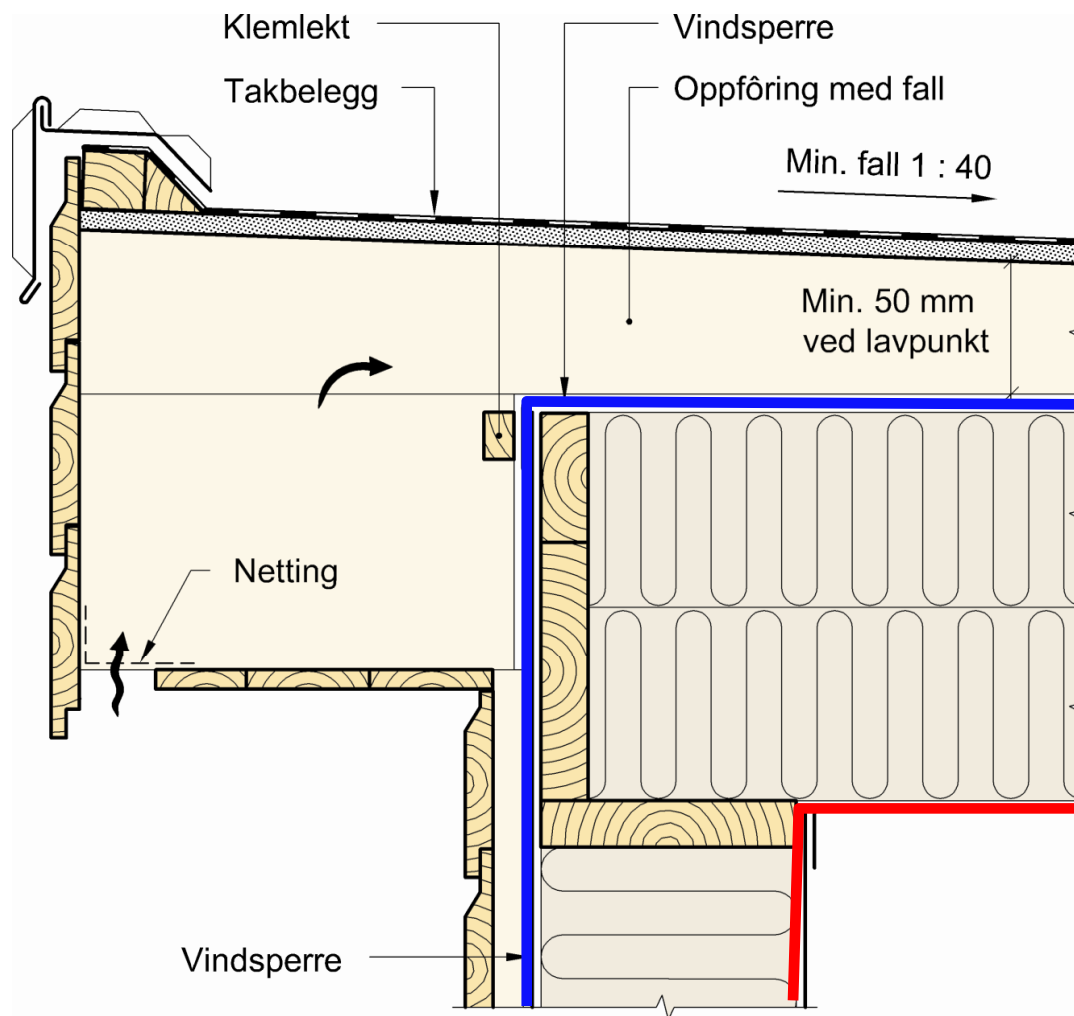
# Flate tretak

- **Lufting**

- **Innvendige nedløp**

- **Tetthet:**

- Dampsperre **kritisk**
- Vindsperre



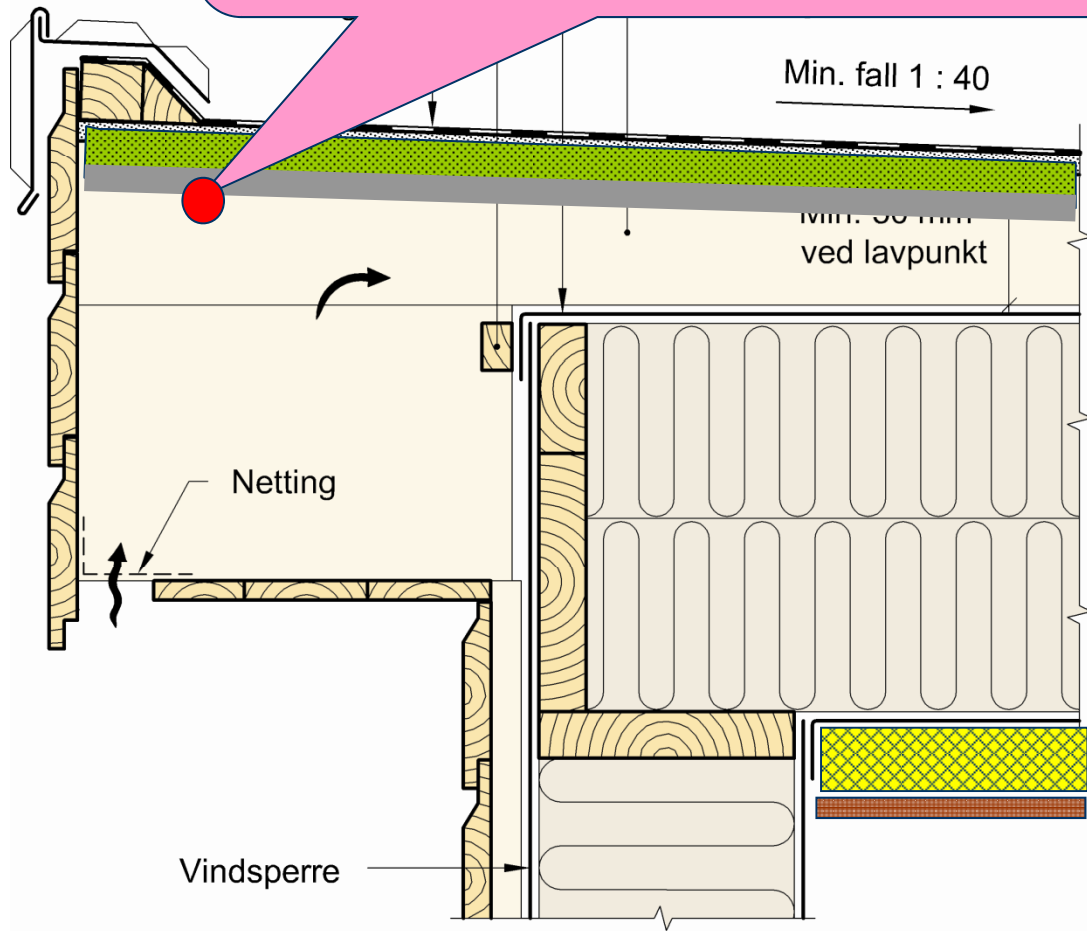




# Flate tretak

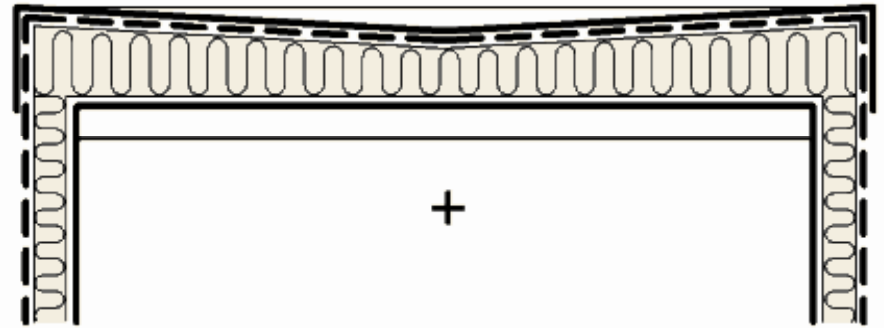
- **Lufting**
- **Innvendige nedløp**
- **Tetthet:**
  - Dampsperre (inntrukket)
  - Vindsperre
- **OBS: Risiko for mugg på undersiden av undertaket..??**

For å øke temp. på undertaket – redusere risiko for kondens, fukt, mugg



# Flatt kompakt tretak – Beste løsning

- Dampsperre og isolasjon over bæresystemet
- Varmt tak – Innvendig nedløp
- Synlige bjelker
- Kanaler og skjult el. anlegg mellom bjelkene
- Gitterbjelker en fordel



# Takk for oppmerksomheten !

