

Norske Takstolprodusenters Forening og Treteknisk Institutt:

# ”Trekonstruksjoner”

”Viktige momenter ved utforming av lavenergi- og passivhus ”

Siv.ing. Trond Bøhlerengen, SINTEF/Byggforsk  
Quality Airport Hotel Gardermoen 3. februar 2015

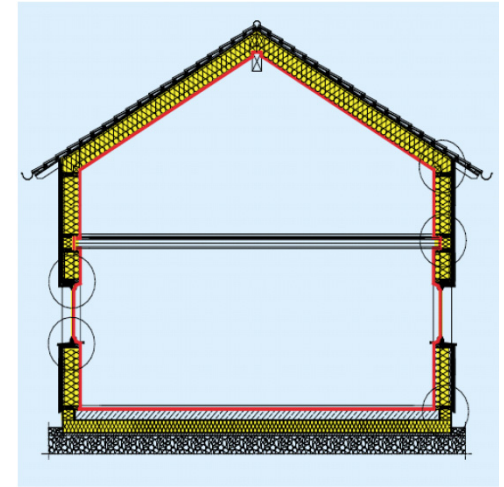


# Passivhus, TEK10 og Lavenergihus

Bygningsdel/egenskap	Passivhus (NS 3700)	TEK10	Lavenergi (NS 3700)
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, $\psi''$	$\leq 0,03 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$	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

# 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**





## Generelt om passivhus Valg og konsekvenser

### Byggforskserien

Byggdetaljer – desember 2013

# 473.010

## 0 Generelt

### 01 Innhold

Denne anvisningen gjør rede for faktorer som har betydning for å oppnå passivhusstandard for bygninger ved norske forhold, se fig 01. Anvisningen omtaler valg og konsekvenser på et overordnet nivå. Den tar også for seg roller og oppgaver for den enkelte aktør og hensyn ved prosjektering av nybygg og løsninger. Konkrete og detaljerte beskrivelser og løsninger fins i Byggforskserien for øvrig. Dokumentasjon av passivhus er beskrevet i Byggdetaljer 473.015 *Dokumentasjon av passivhus og lavenergibygninger i henhold til NS 3700 og 3701*.

Anvisningen har hovedfokus på større bygninger, men prinsippene gjelder også for småhus. Se også [951].

## 1 Bakgrunn

### 11 Passivhus i Norge

Passivhus er kjent som bygninger med veldig lavt energibehov og godt inn klima. I Norge er kriteriene for passivhus for henholdsvis boligbygninger og yrkesbvaninaer aitt i NS 3700 og NS 3701. Konseptet

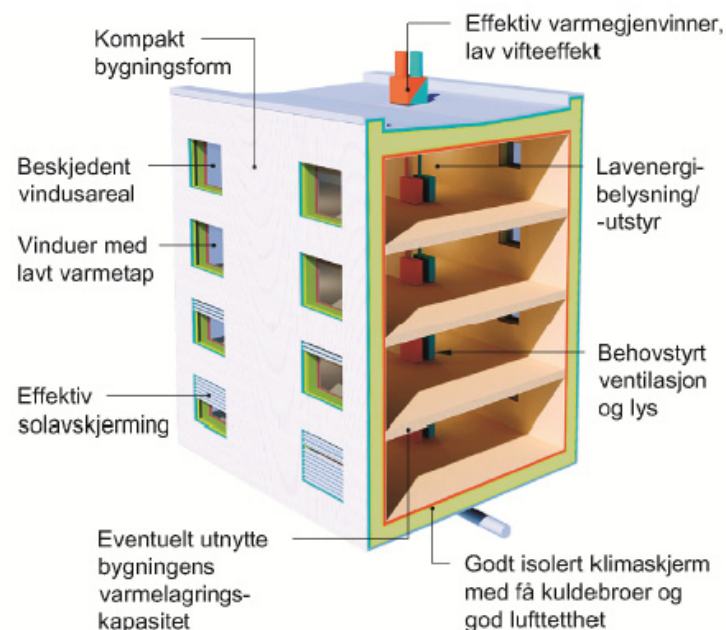
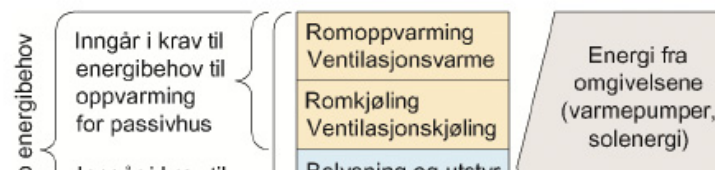


Fig. 01

De viktigste prinsippene som utgangspunkt for å oppnå passivhusstandard





## Dokumentasjon av passivhus og lavenergibygninger i henhold til NS 3700 og NS 3701

Byggforskserien

Byggdetaljer – desember 2013

# 473.015



Utgitt i samarbeid med Enova. Tlf. 800 49 003, [www.enova.no](http://www.enova.no)

### 0 Generelt

#### 01 Innhold

Denne anvisningen gjør rede for kravene som stilles til passivhus og lavenergibygninger i standardene NS 3700 for boliger og NS 3701 for yrkesbygninger. Den gir forklaring på hvordan man skal dokumentere at de enkelte kravene er oppfylt.

Overordnede prinsipper, framgangsmåte ved bygging av passivhus, valg og konsekvenser er behandlet i Byggdetaljer 473.010 *Generelt om passivhus. Valg og konsekvenser*.

### 1 Krav i NS 3700 og NS 3701

#### 11 Generelt

NS 3700 angir krav til passivhusstandard og lavenergi-standard for boligbygninger, og NS 3701 angir tilsvarende krav for yrkesbygninger. Begge standardene stiller overordnede kriterier, se tabell 11, og minstekrav, se tabell 17. Alle passivhusbygninger skal tilpasse seg



Eksempel på passivhus. Kontorbygning for Norsk institutt for naturforskning (NINA) i Trondheim. Pir II arkitektkontor. Foto: SINTEF Byggforsk

# Aktuelt Byggdetaljblad



Passivhus i tre  
Eksempler på detaljer for  
varmeisolering og tetting

Byggforskserien

Byggdetaljer – mai 2012

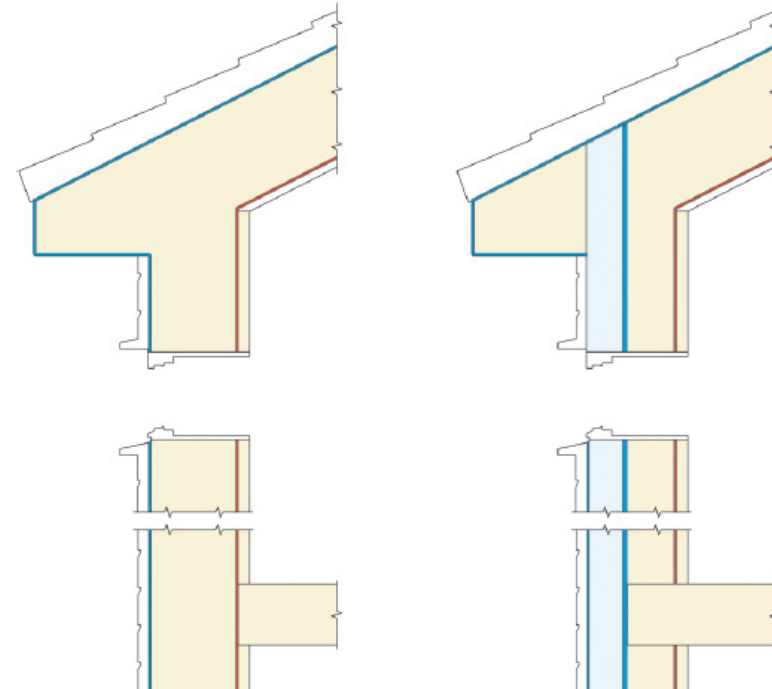
472.435

## 0 Generelt

### 01 Innhold

Denne anvisningen viser eksempler på utforming av klimaskjerm for småhus i tre som tilfredsstillter kriteriene for passivhus i NS 3700 *Kriterier for passivhus og lavenergihus – Boligbygninger* og i Byggteknisk forskrift (TEK10). Anvisningen viser løsninger og detaljer, med hovedvekt på isolering og tetting for to prinsipper, se fig. 01 a og b:

- bindingsverk av gjennomgående stendere i hele veggverrsnittet (sammensatte tverrsnitt i form av splittet limtre, I-profiler, parallellfiner) med isolasjon montert fra innsiden
- bindingsverk med utenpåliggende kontinuerlig isolasjon, der byggeprosessen må værbeskyttes



# "Kuldebroatlas"



## Kuldebroverdier Bindingsverk av tre og trebjelkelag

Byggforskserien

Byggdetaljer – mars 2013

472.301

 enova Utgitt i samarbeid med Enova. Tlf. 800 49 003, [www.enova.no](http://www.enova.no)

## 0 Generelt

### 01 Innhold

Denne anvisningen inneholder kuldebroverdier,  $\psi$  (W/(mK)), for tilslutning mellom vegger med isolert bindingsverk av tre med gjennomgående stendere, og trebjelkelag, se fig. 01 a og b.

Bruk av kuldebroverdier, forutsetninger for beregningene og materialegenskaper er beskrevet i Byggdetaljer 472.051 *Kuldebroverdier for tilslutninger mellom bygningsdeler. Grunnlag for beregninger*. Eventuelle spesielle betingelser er oppgitt i pkt. 1 og 3.

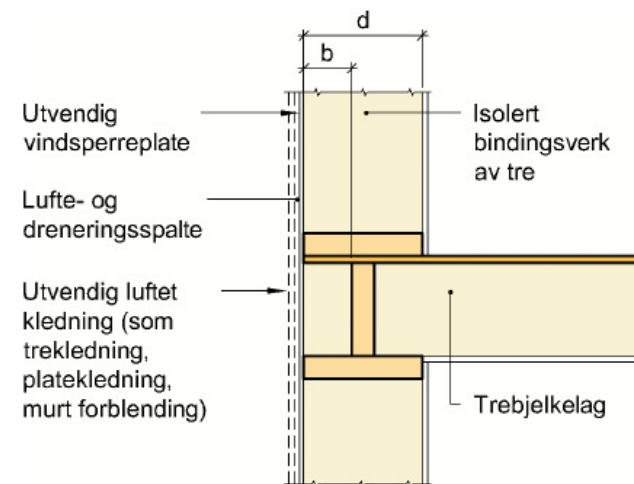
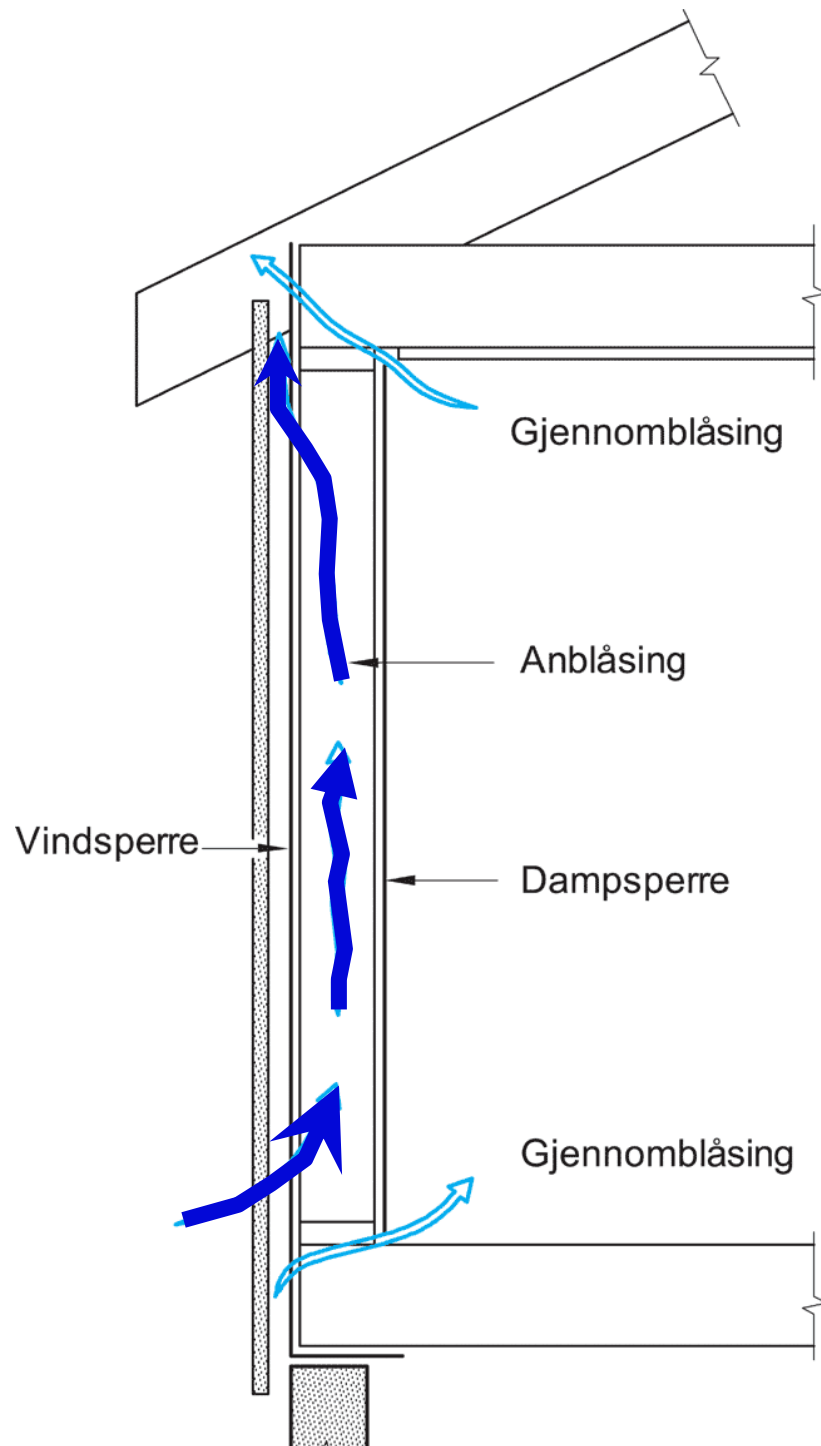


Fig. 01 a  
Prinsipiell oppbygning av tilslutning mellom vegger med isolert bindingsverk av tre med gjennomgående stendere, og trebjelkelag

# Hvorfor så mye fokus på lufttetthet??

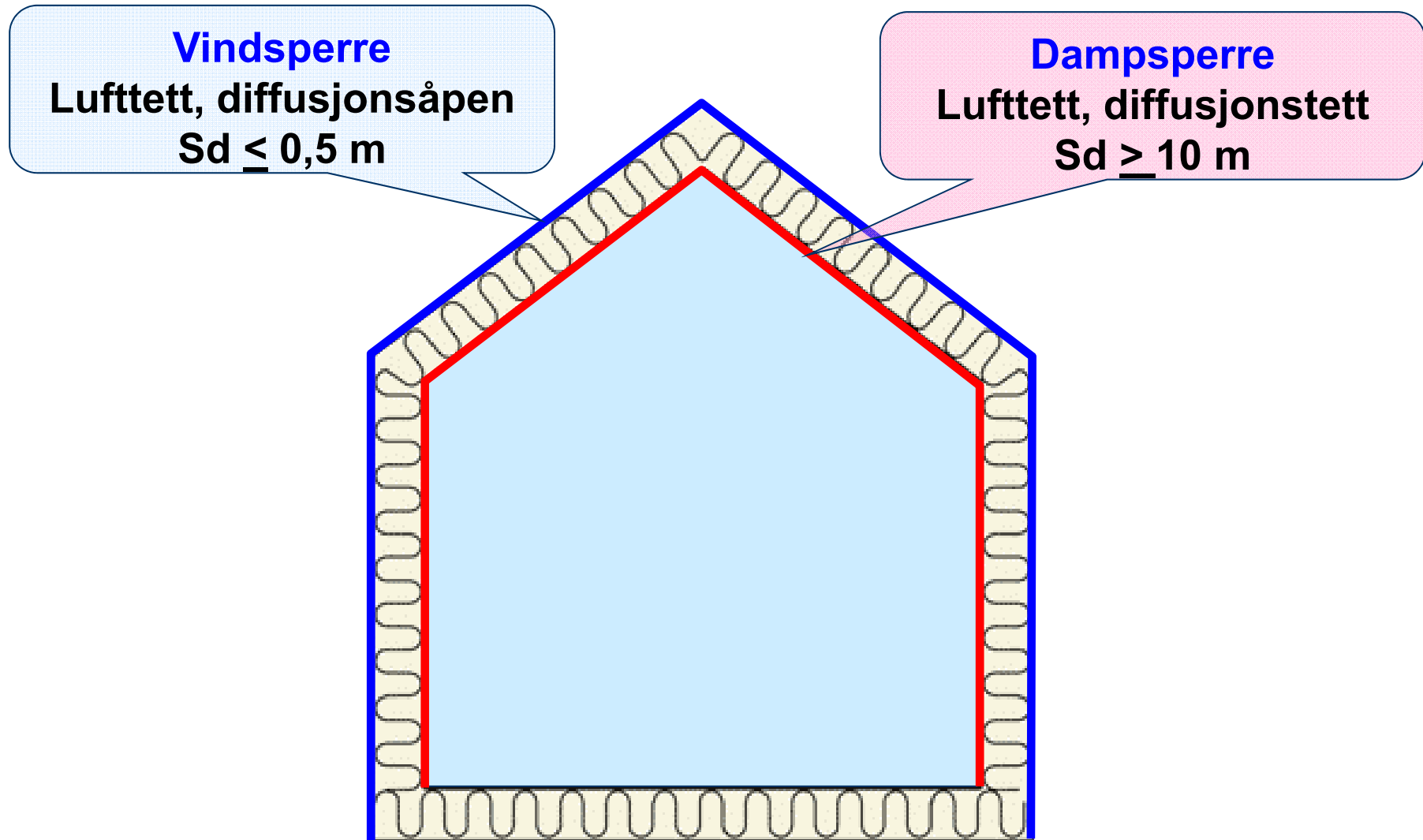


## ■ Anblåsing:

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



# Sperresjikt - Tetthet



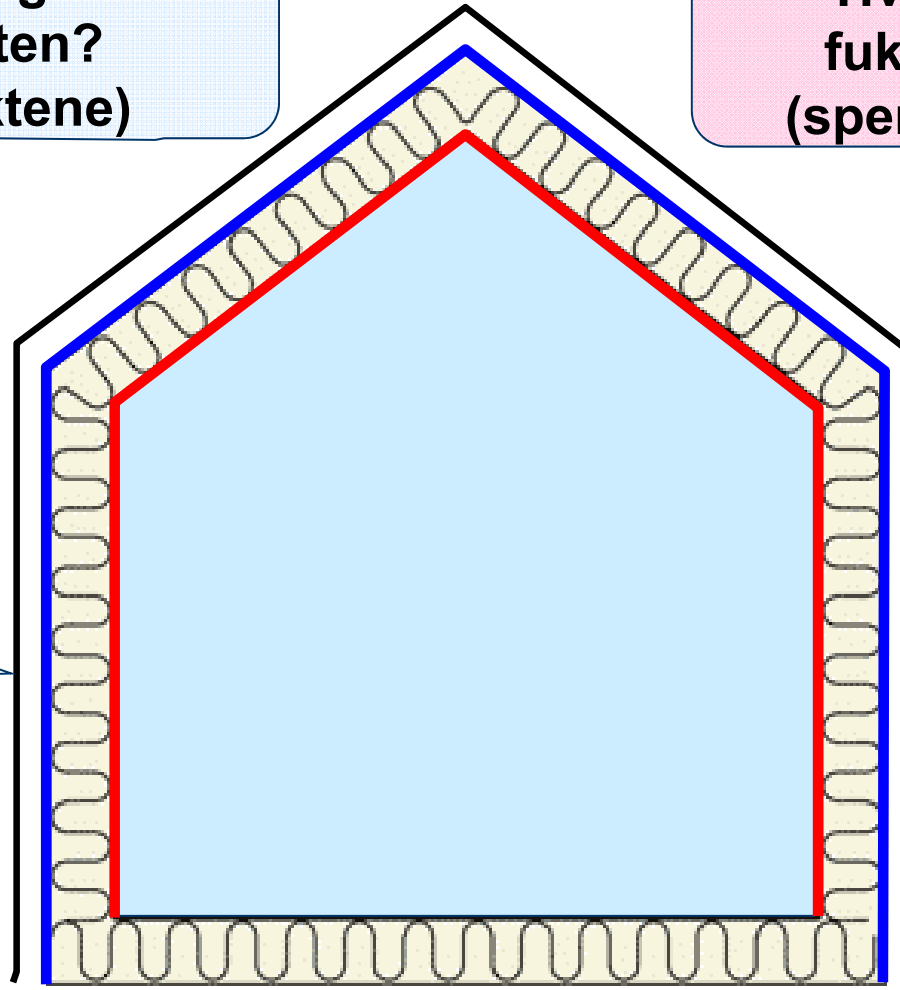
Dokumentasjon - Teknisk Godkjenning – Se [www.sintef.no/byggforsk](http://www.sintef.no/byggforsk)

# Sperresjikt - Lufttetthet

Hva er viktig for  
lufttettheten?  
(sperresjiktene)

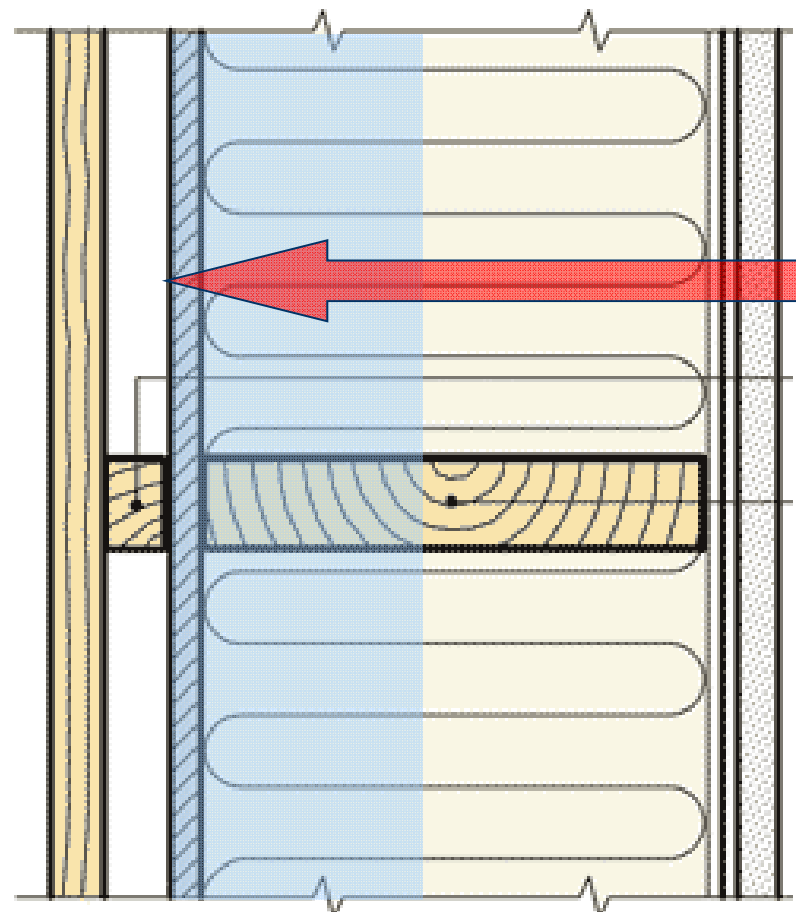
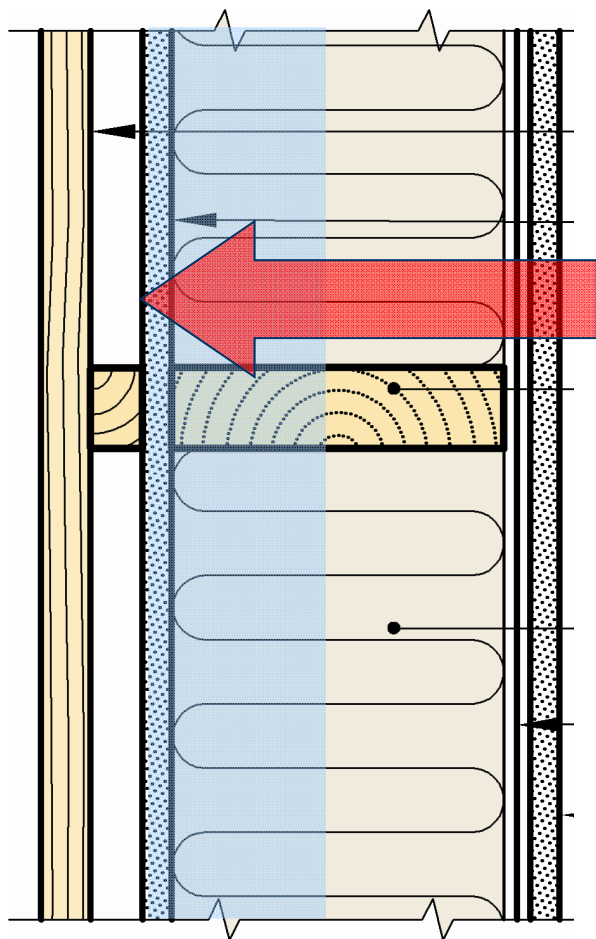
Hva er viktig for  
fuktsikkerheten?  
(sperresjiktene +++)

Regnskjerm



# Mer isolasjon – Mindre varmetap

## Konsekvenser for fuktsikkerhet ??



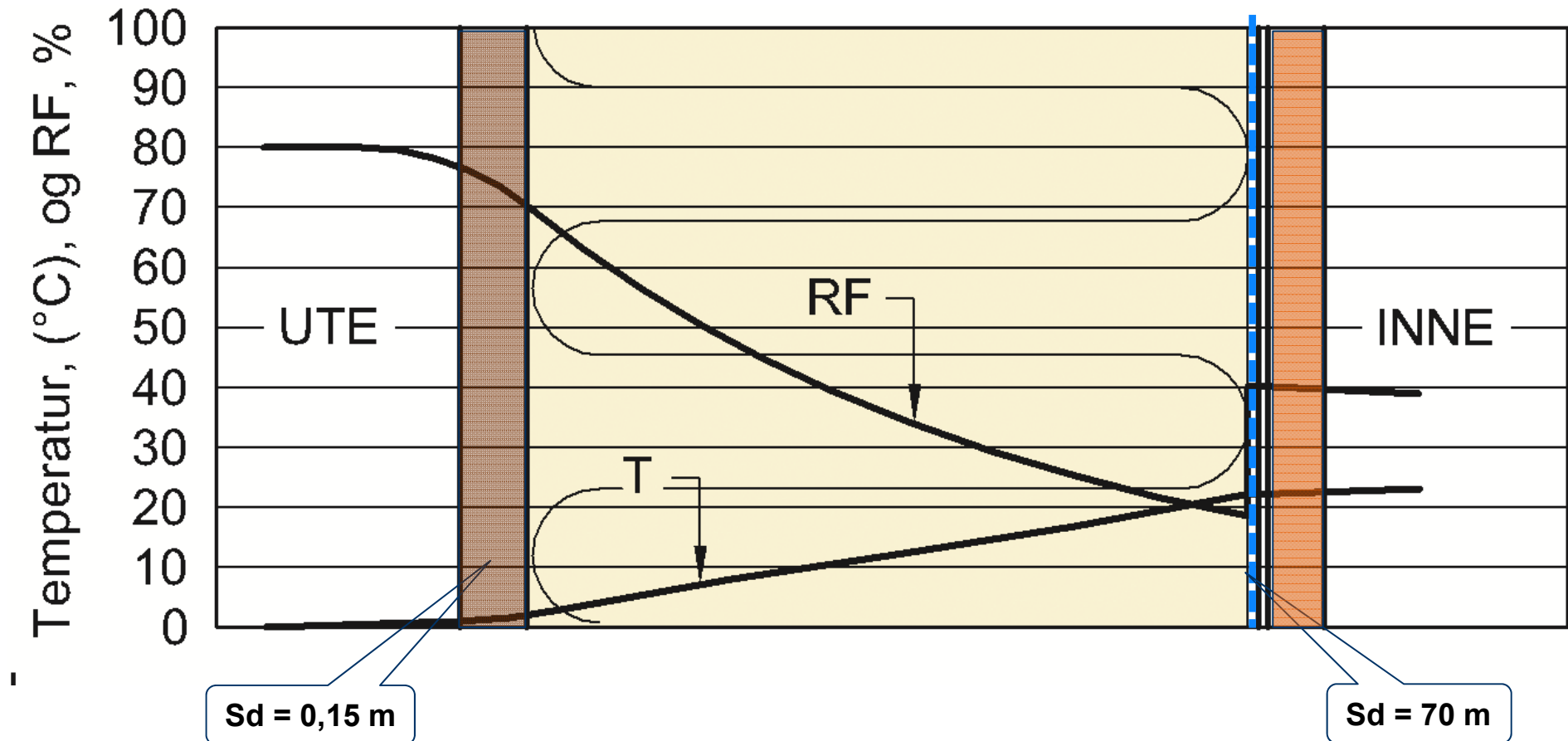
# Temp.- og RF-fordeling i klimaskall

## Ute:

$t = 0^\circ\text{C}$ , RF = 80%

## Inne:

$t = 23^\circ\text{C}$ , RF = 40%



# Prosjektrappporter

## ■ Gratis på nettet!!

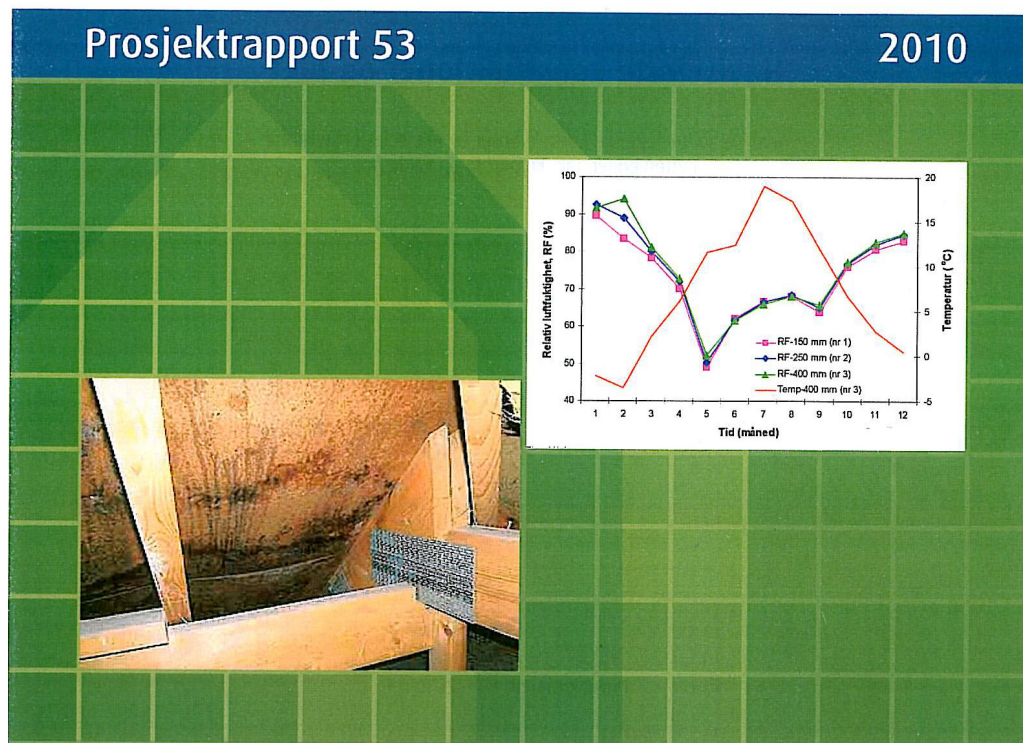
■ [www.sintef.no/byggforsk](http://www.sintef.no/byggforsk)

- 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



# 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

... som sperresjikt  
vindsperre blir  
sjikt, som membra-  
ner, fuktsperrer med flere, er omtalt. Bladet behandler funksjon, krav, materialtyper og bruksområder. Omtrentlige verdier for de viktigste materialeegenskapene til en del produkttyper er også oppgitt.

### 02 Henvisninger

Plan- og bygningsloven (pbl)  
Teknisk forskrift til pbl (TEK) med veiledning  
Byggdetaljer:  
522.355

523.255

525.101

525.102

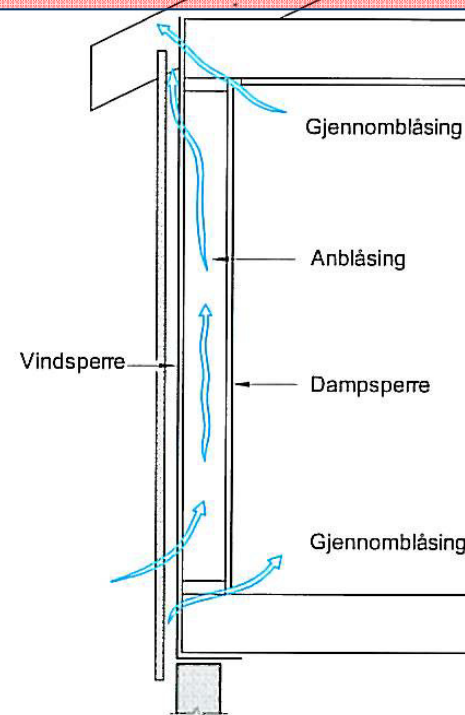
525.866

527.101

527.102 Fryserom

## Eksempler på materialer

Vindsperre:  $S_d \leq 0,5 \text{ m}$   
Dampsperrer:  $S_d \geq 10 \text{ m}$



# 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 utvendig gis

0,07



■ 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

	<b>Byggfukt</b> 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

551.137 ...

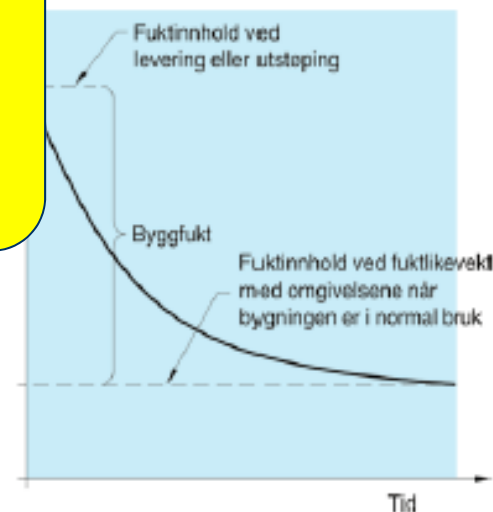


Fig. 11  
Byggfukt illustrert ved hjelp av en typisk uttørkingskurve

Materiale/ konstruksjon	Beskrivelse	Grenseverdi (vektprosent)
<b>Trevirke</b>		
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 bør grenseverdien for trevirke 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

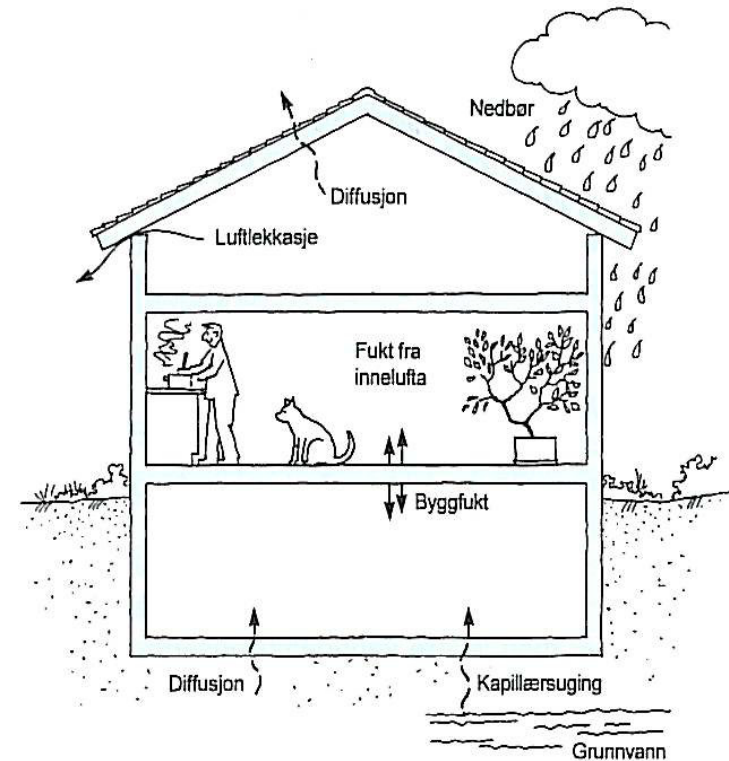
#### 01 Innhold

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

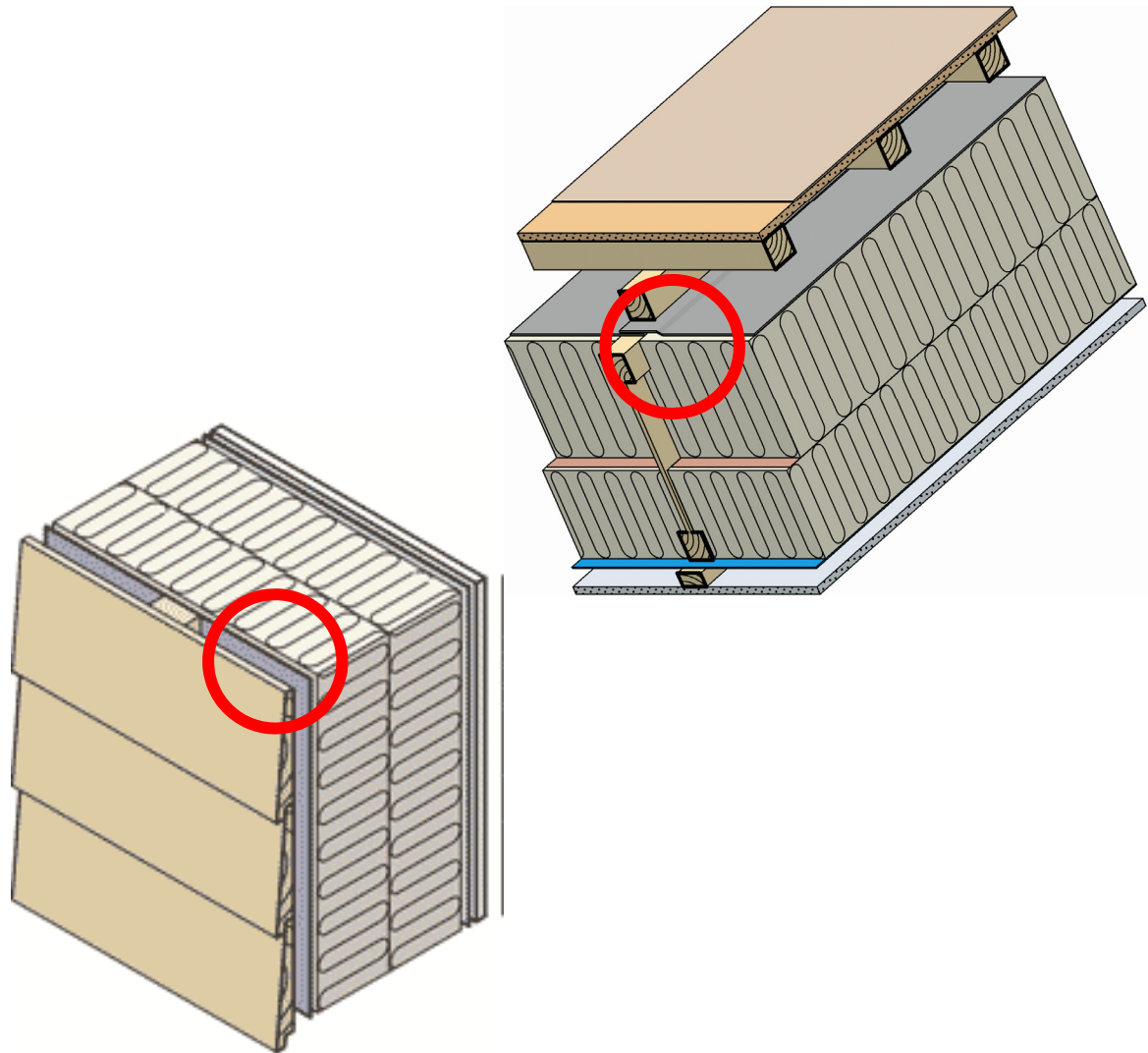
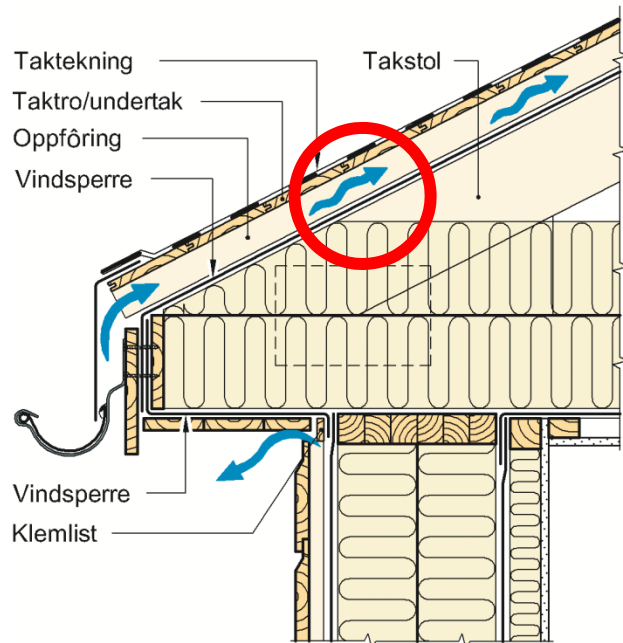
Byggdetaljer:

- 421.132 Fuktmekanikk
- 474.531 Måling av fukt i materialer
- 474.533 Uttørking og kontrollmåling av byggfukt
- 527.245 Rom med høy fuktbelastning
- 573.130 Materialdata for vanddamtransport

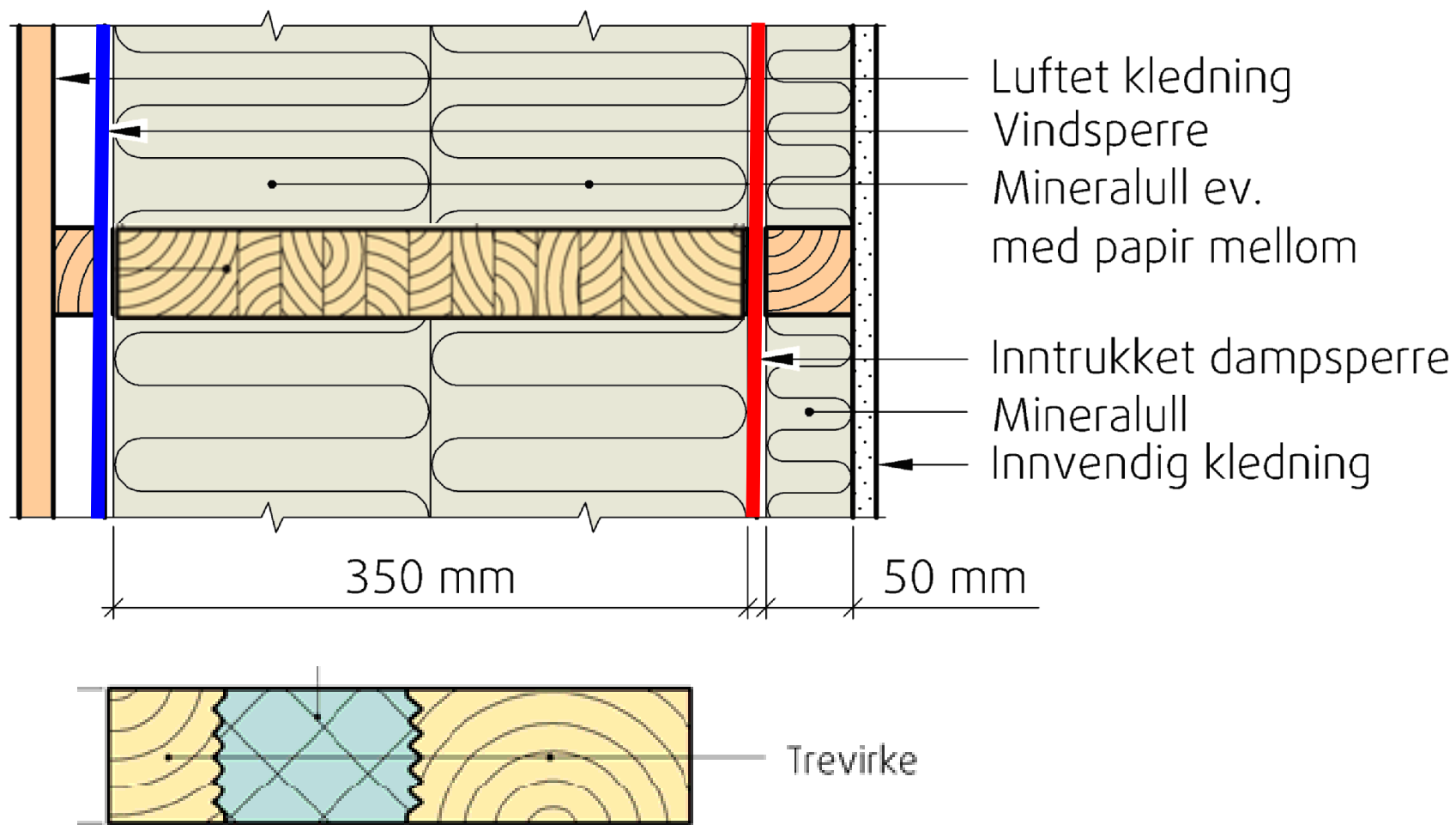




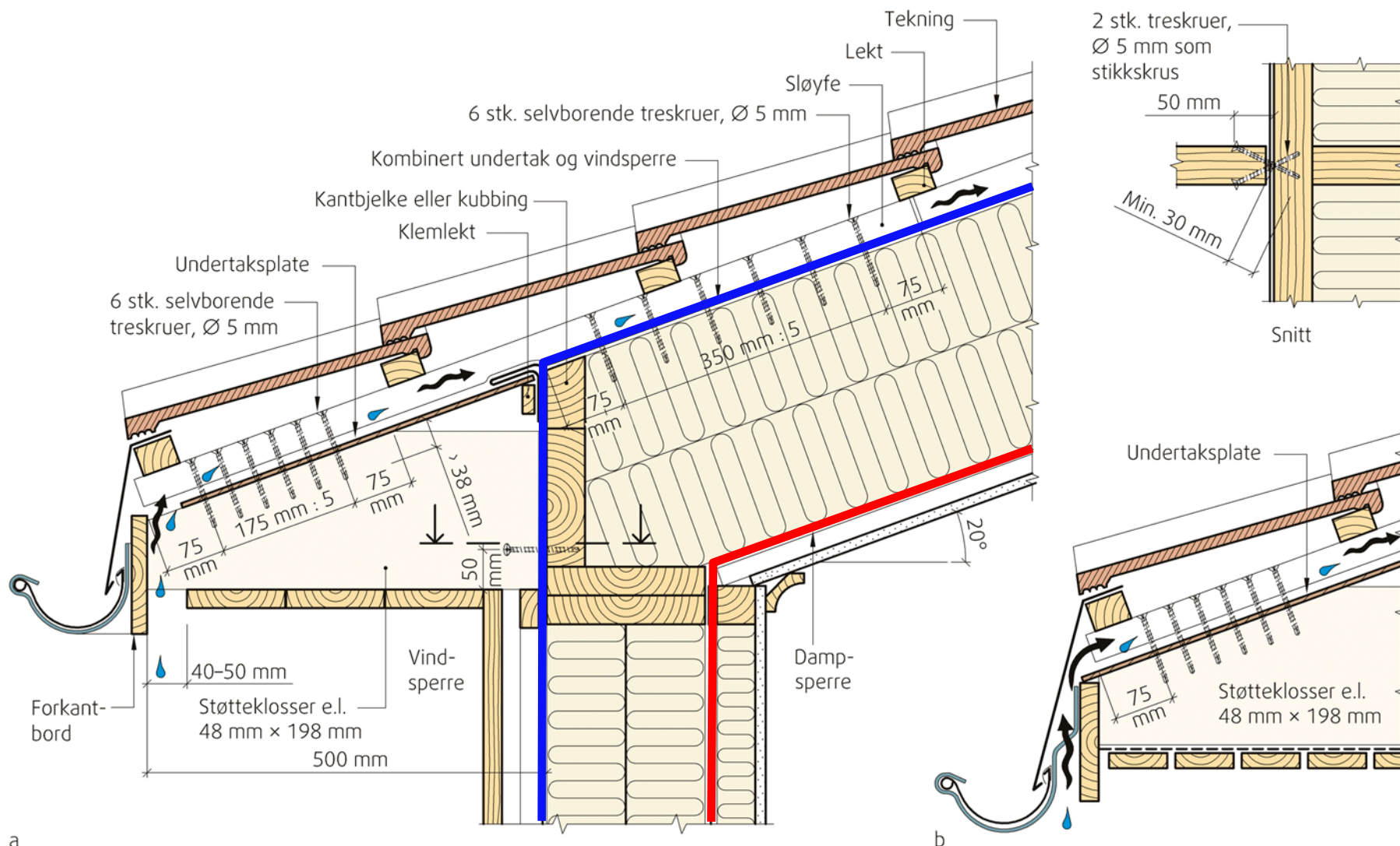
# Bedre isolerte konstruksjoner



# Passivhus – Tykkere vegger



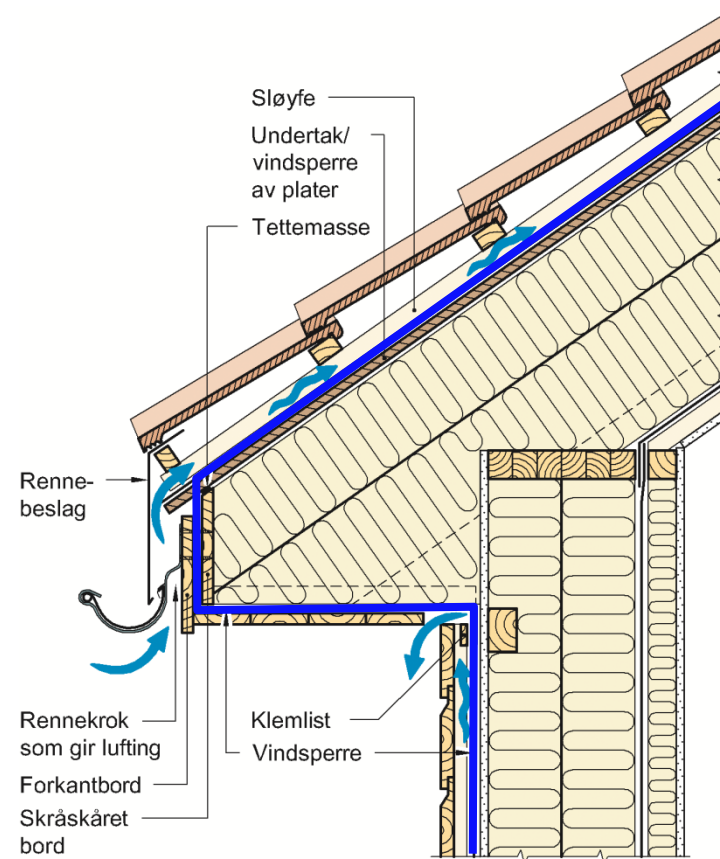
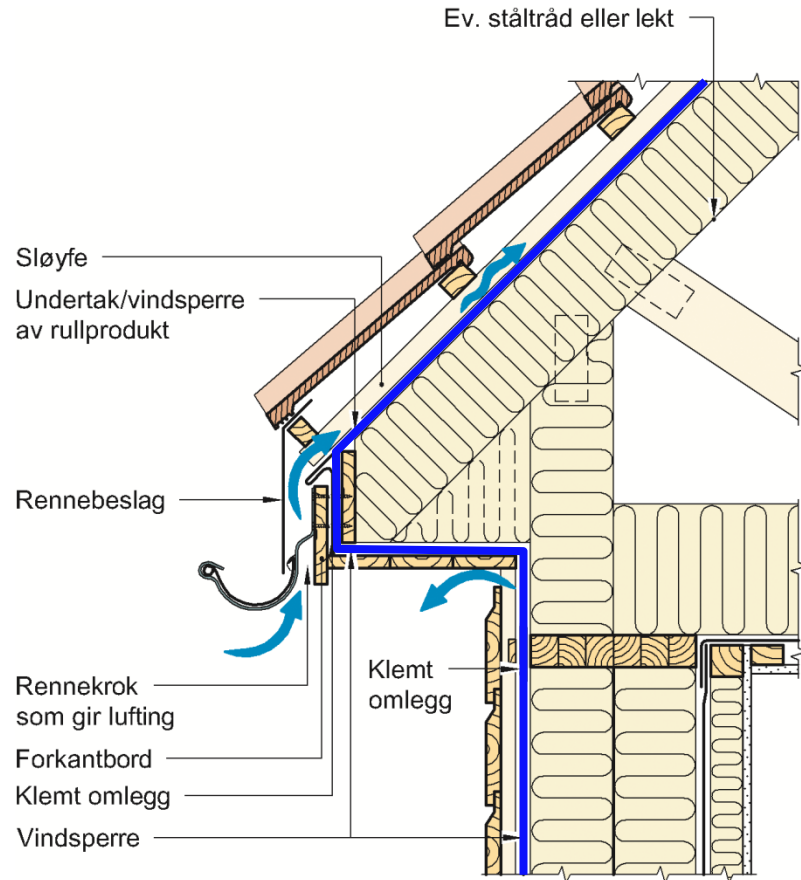
# Løse takutstikk – uaktuelt ??



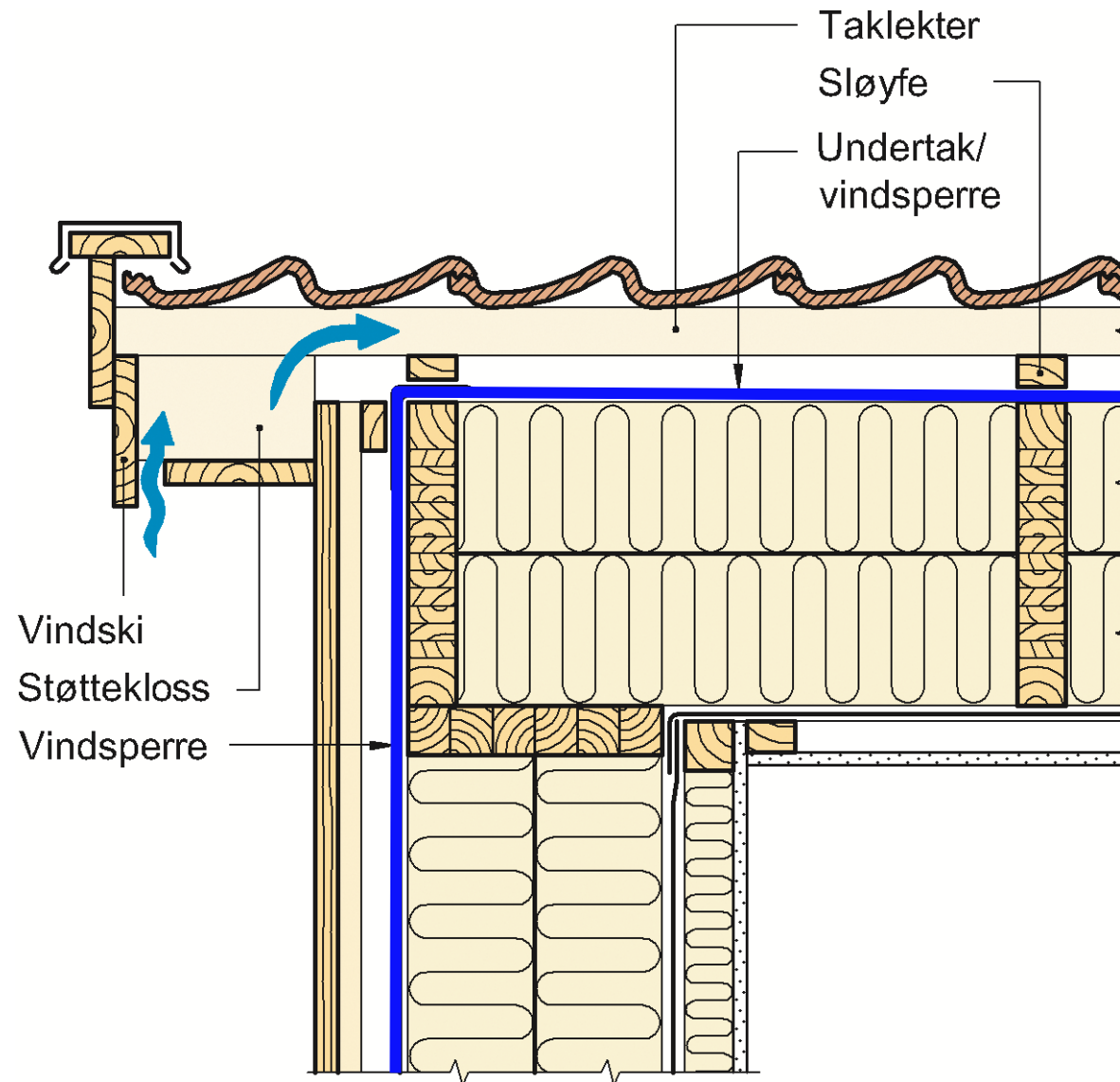
a

b

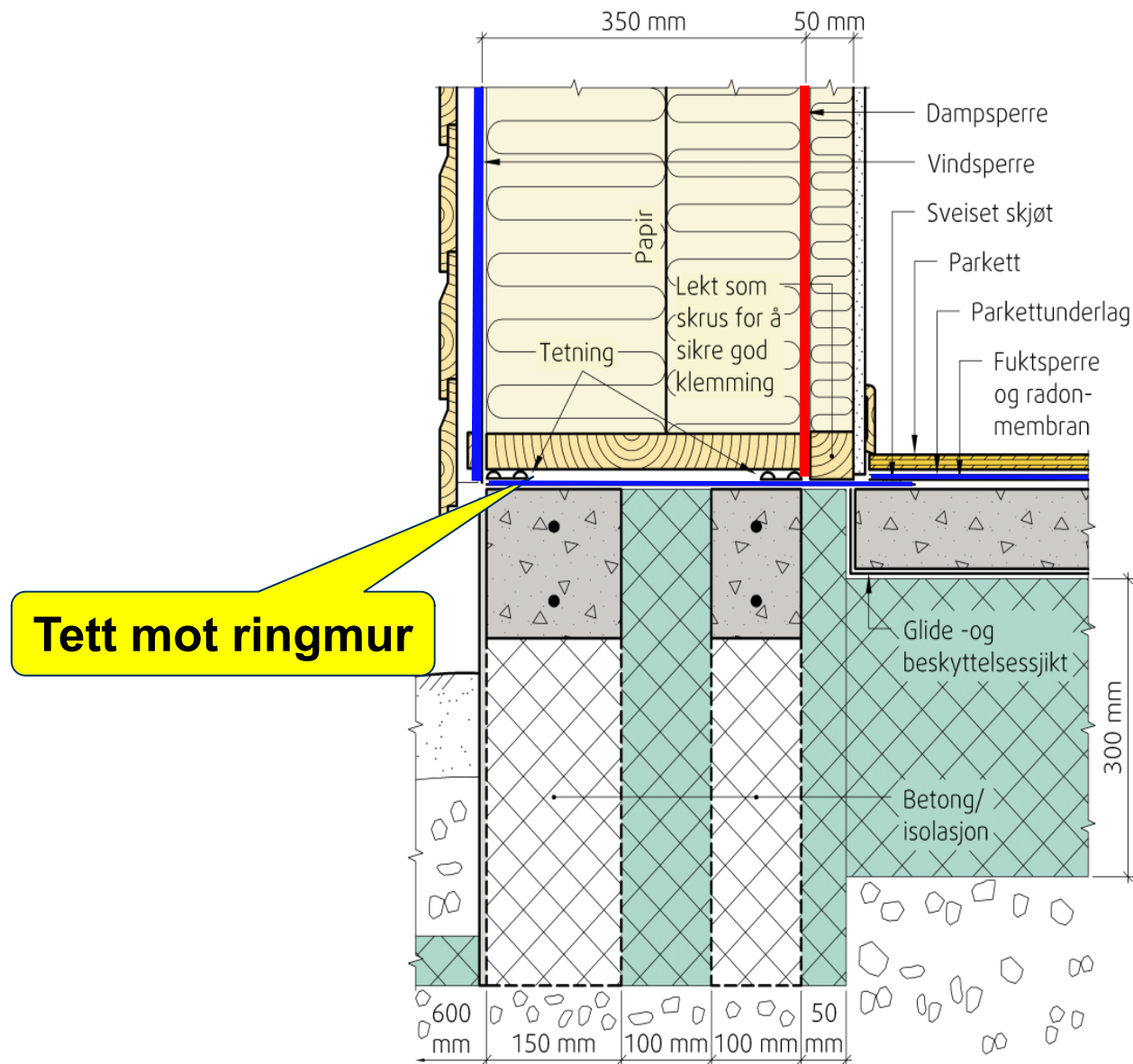
# Raft og lufttetting



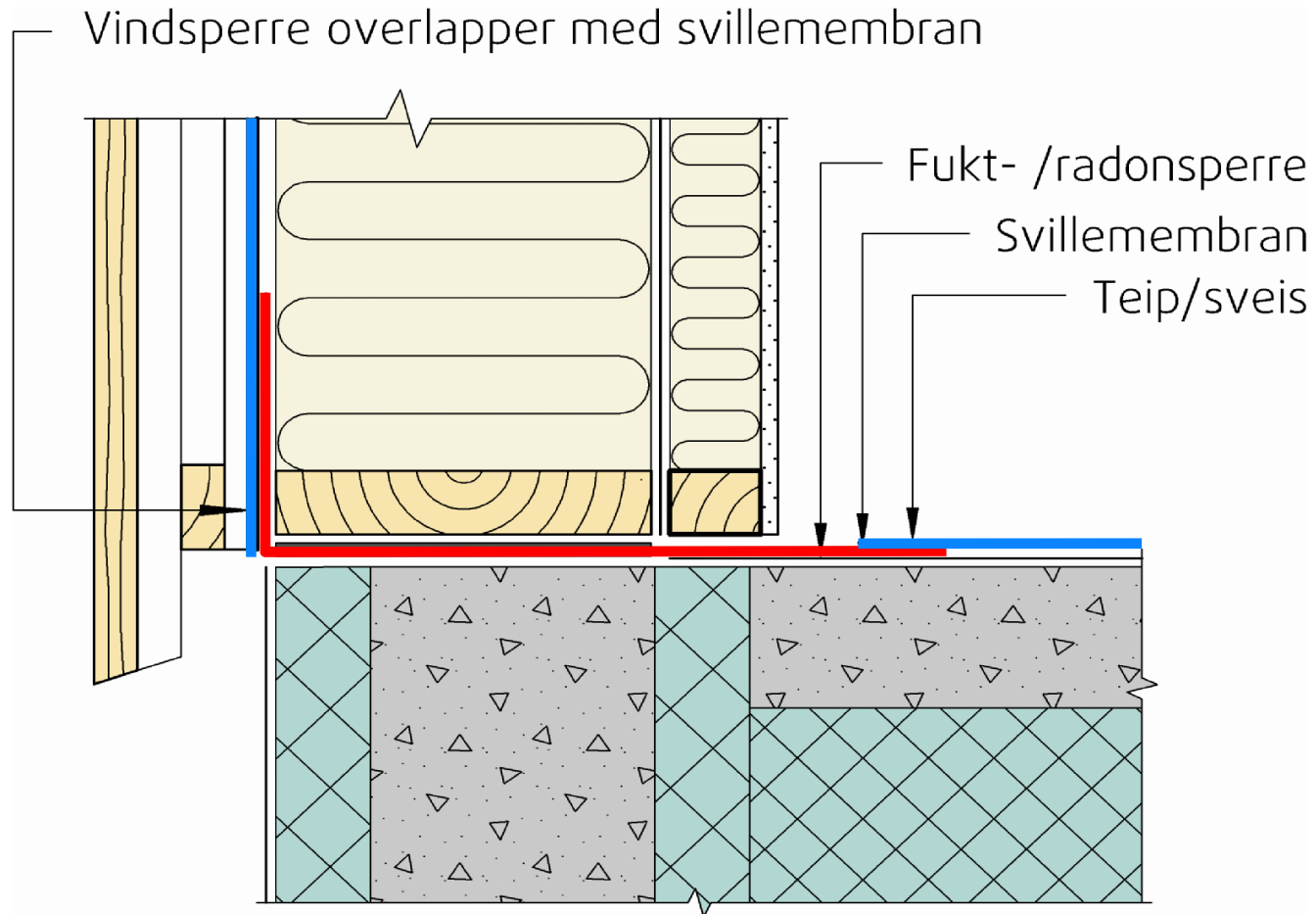
# Mot gavl -lufttetthet



# Mot sokkel

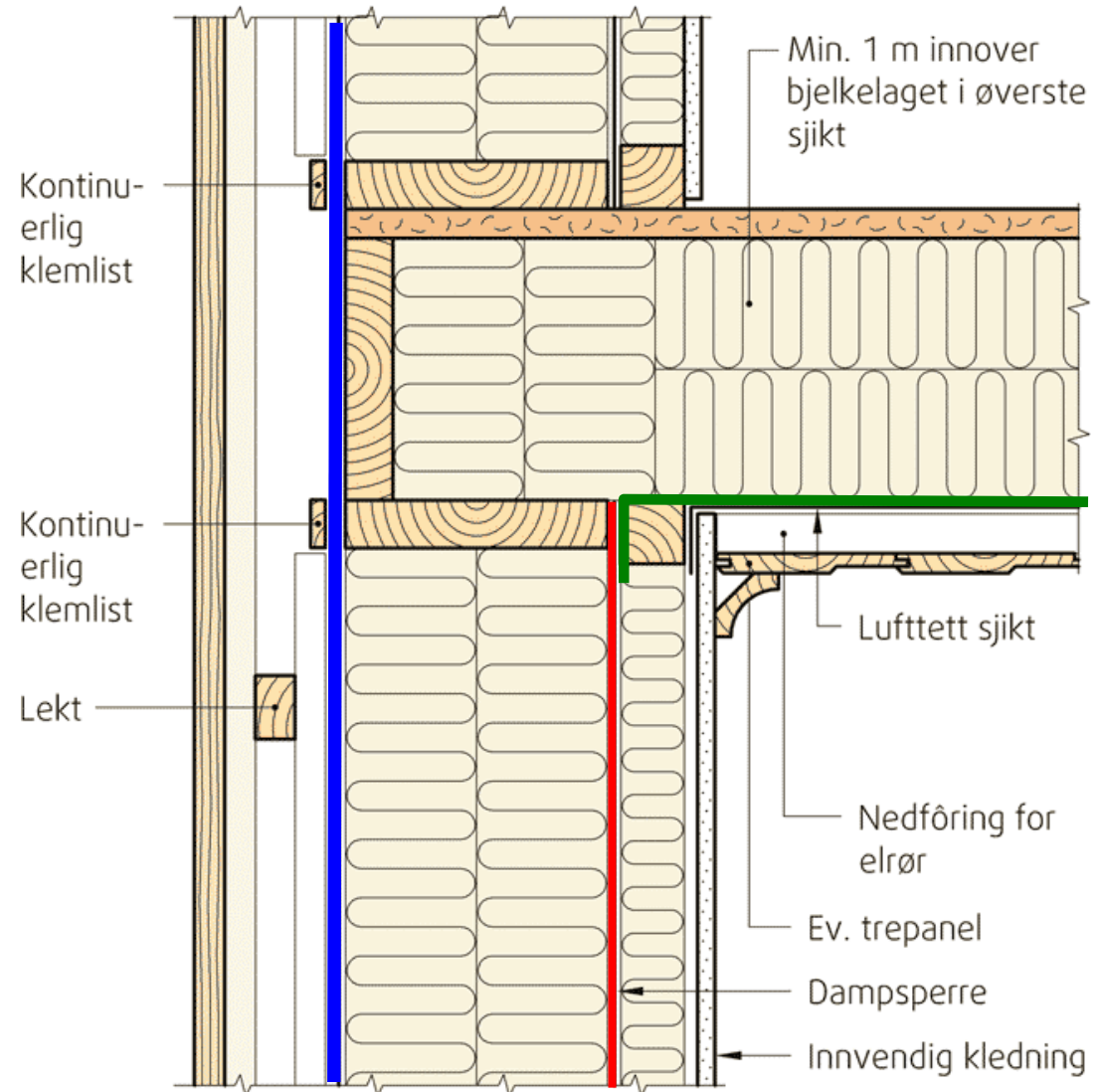


# Vindsperre / svillemembran / radonsperre



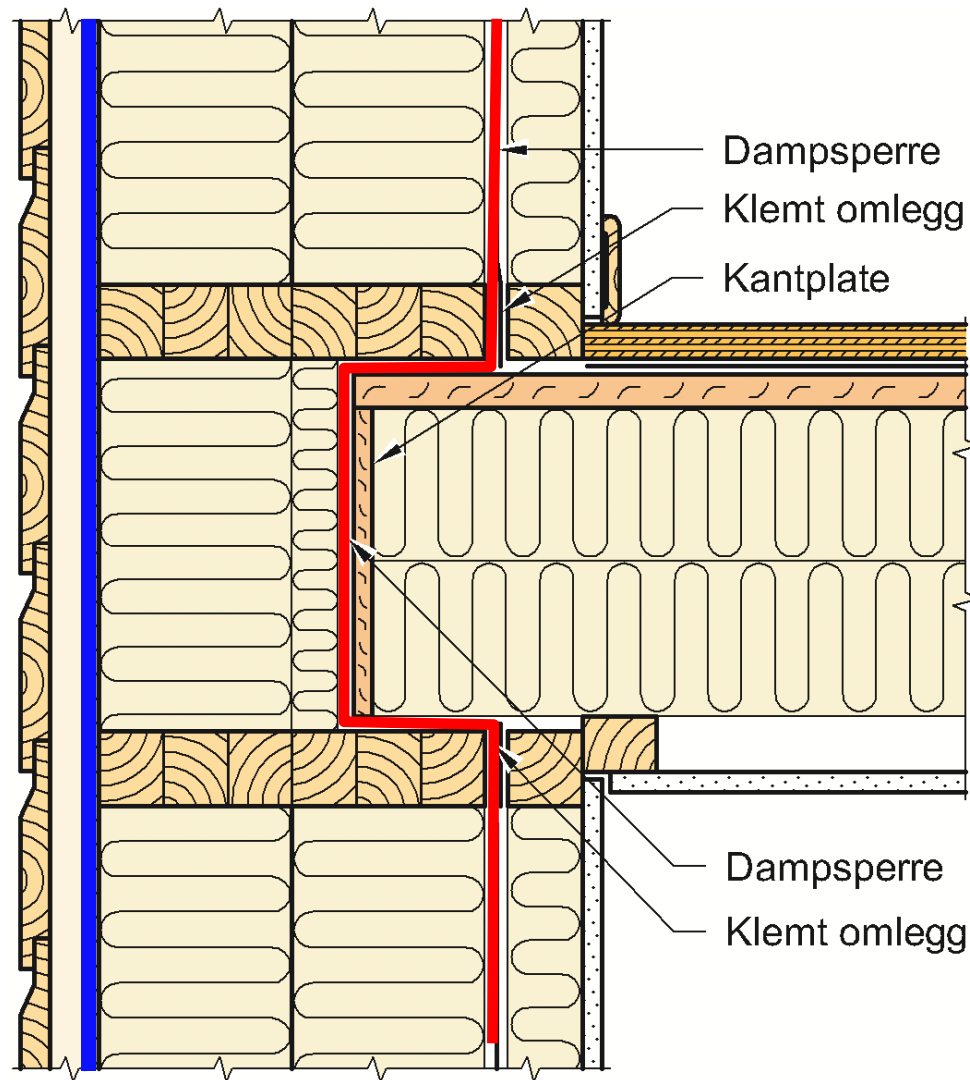
# Etasjeskiller mellom varme rom

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

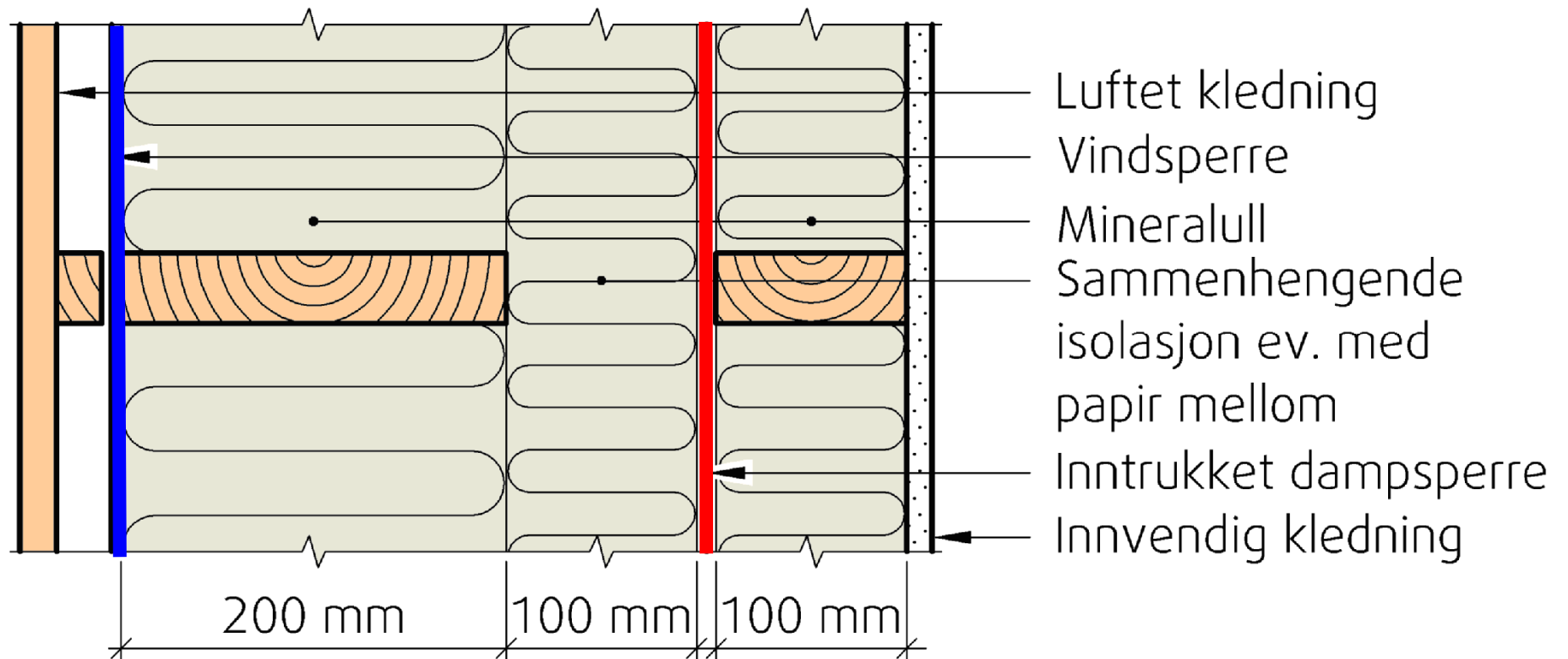




# Etasjeskiller mellom varme rom



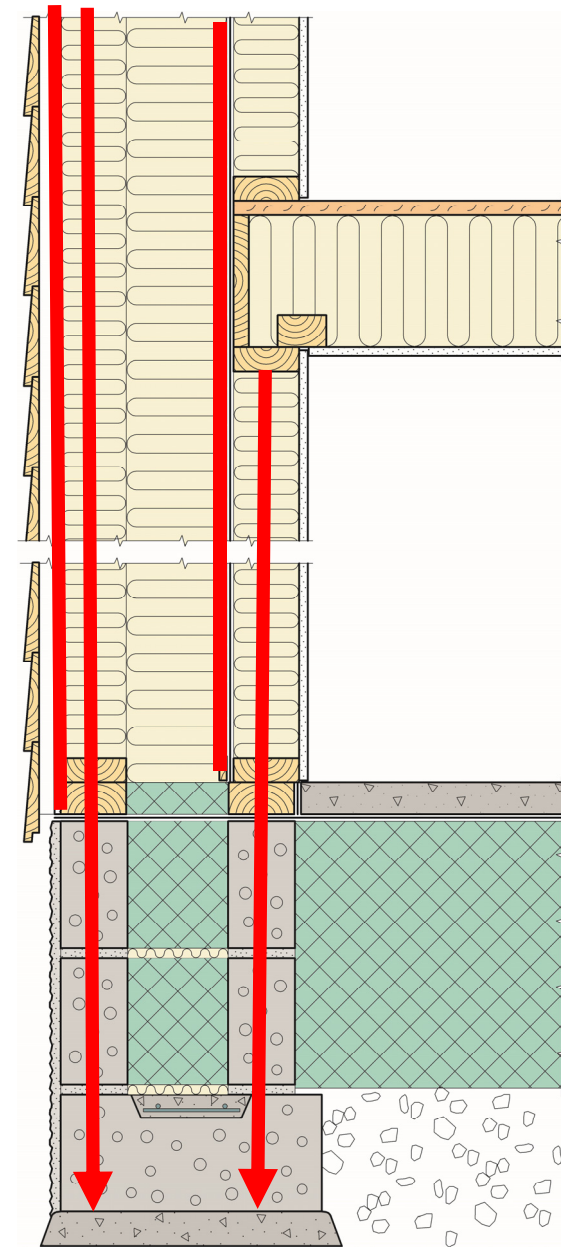
# Passivhus – Tykkere vegger



# 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

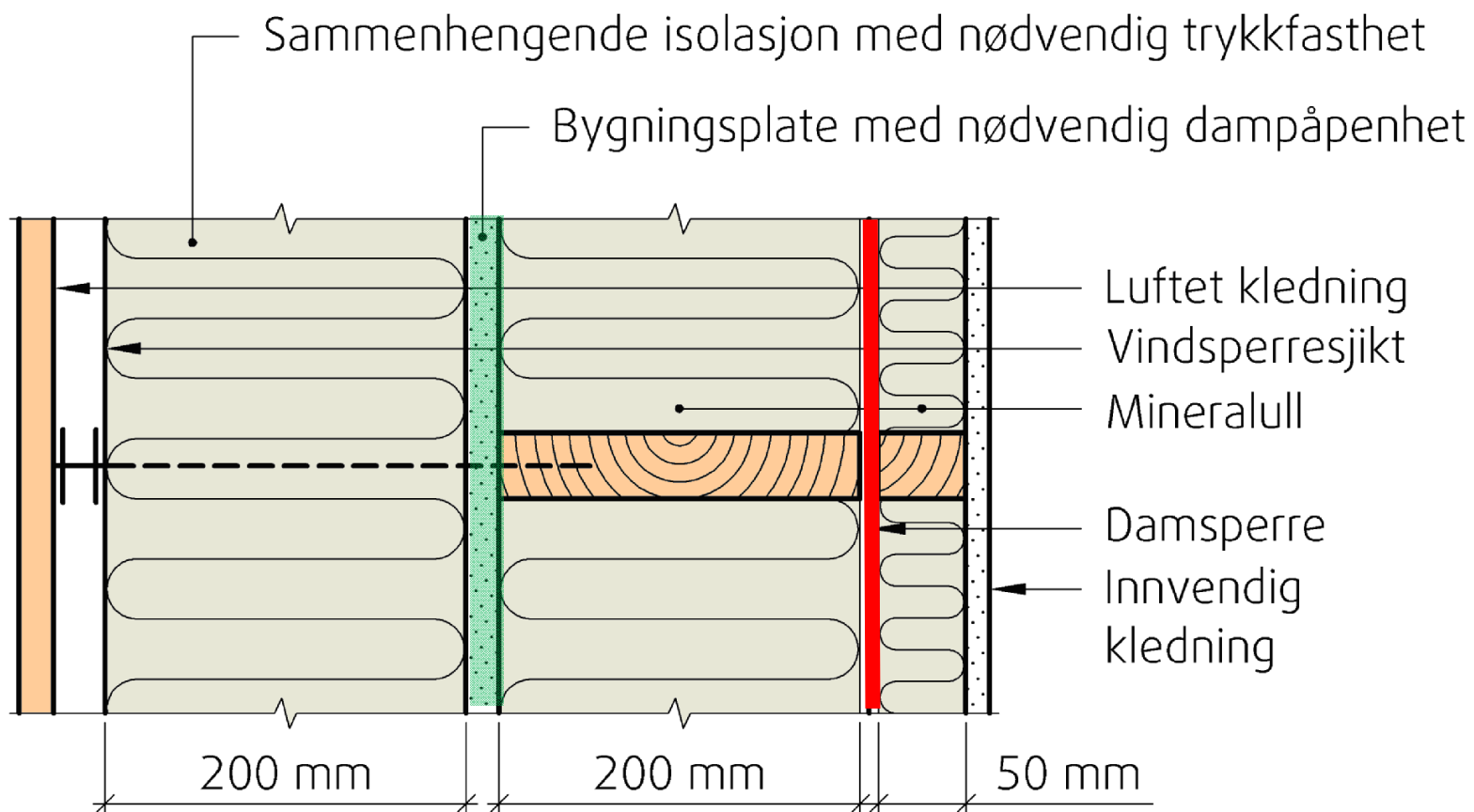


# Fuktsikring i byggeperioden

## ■ Bygge under "tak"



# Alternativ-Utenpåliggende isolasjon



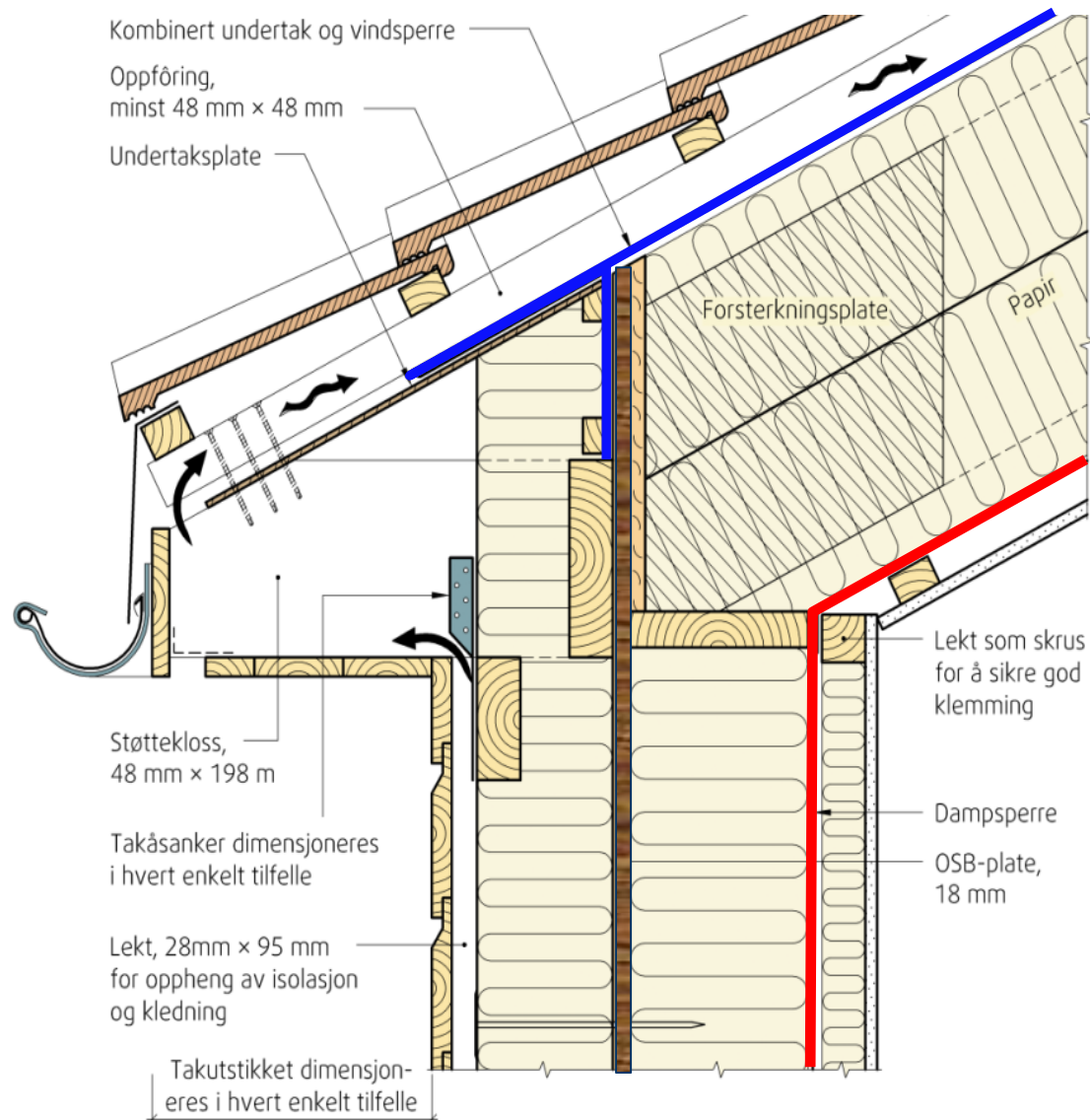
# Andre platematerialer

ekv. luftlagtykkelse,  $S_D$ , [ m ]

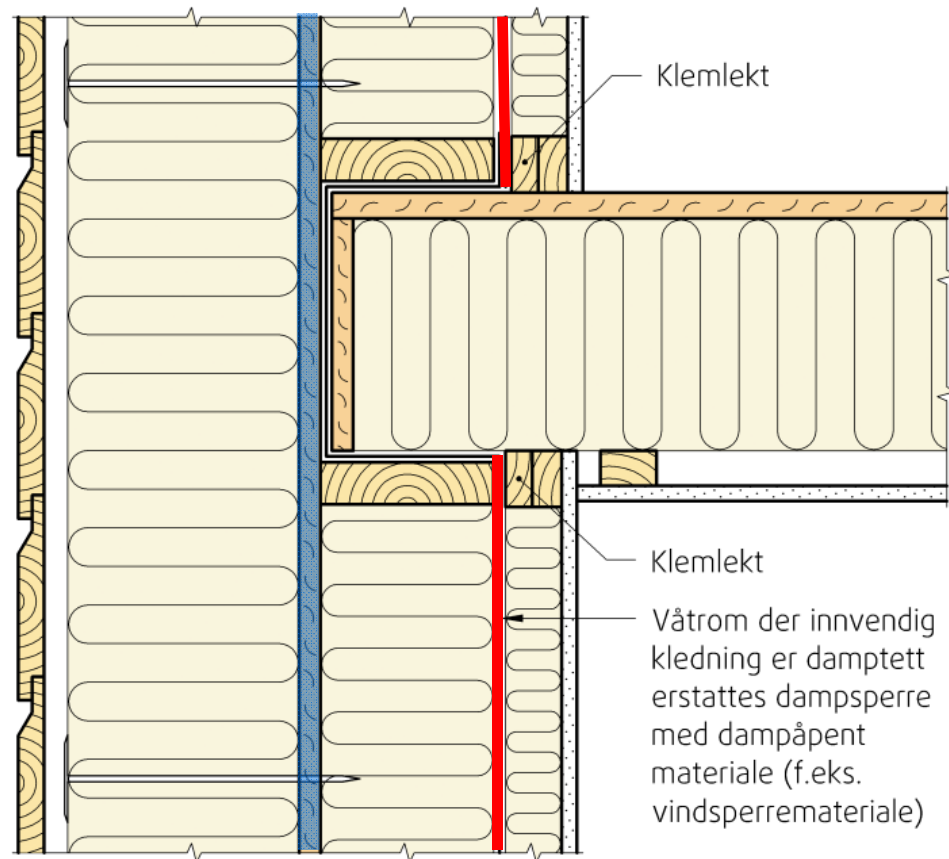
■ Materiale	$S_D$ [ m ]
■ Dampsperre krav	$\geq 10$
■ Vindsperre krav	$< 0,5$
■ 12 mm OSB	1 - 7 m
■ 12 mm X-finér	0,3 – 1,3 m
■ 12 mm gips	0,07 m
■ 22 mm spon	1,1

Kilde: Teknisk Godkjenning; se [www.sintef.no/byggforsk](http://www.sintef.no/byggforsk), TREHUS (2014)

# Utenpåliggende isolasjon mot raft



# Etasjeskiller

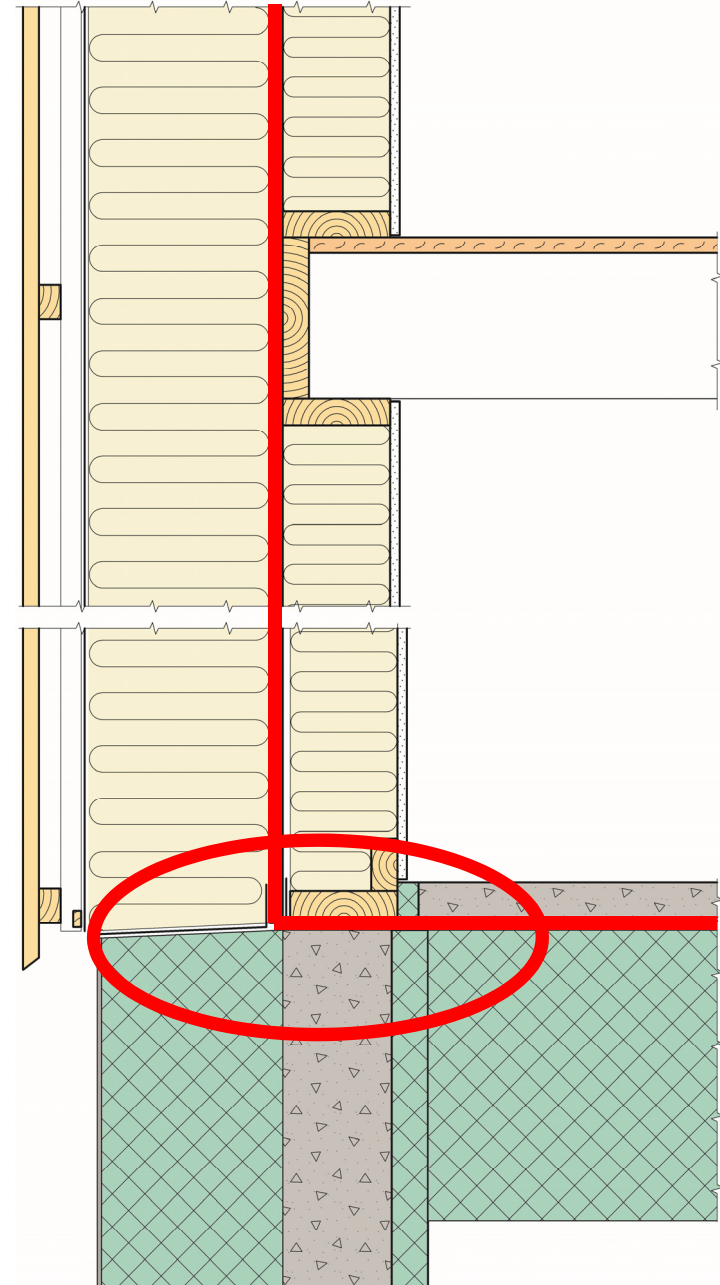




# Innvendig bærevegg

## 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



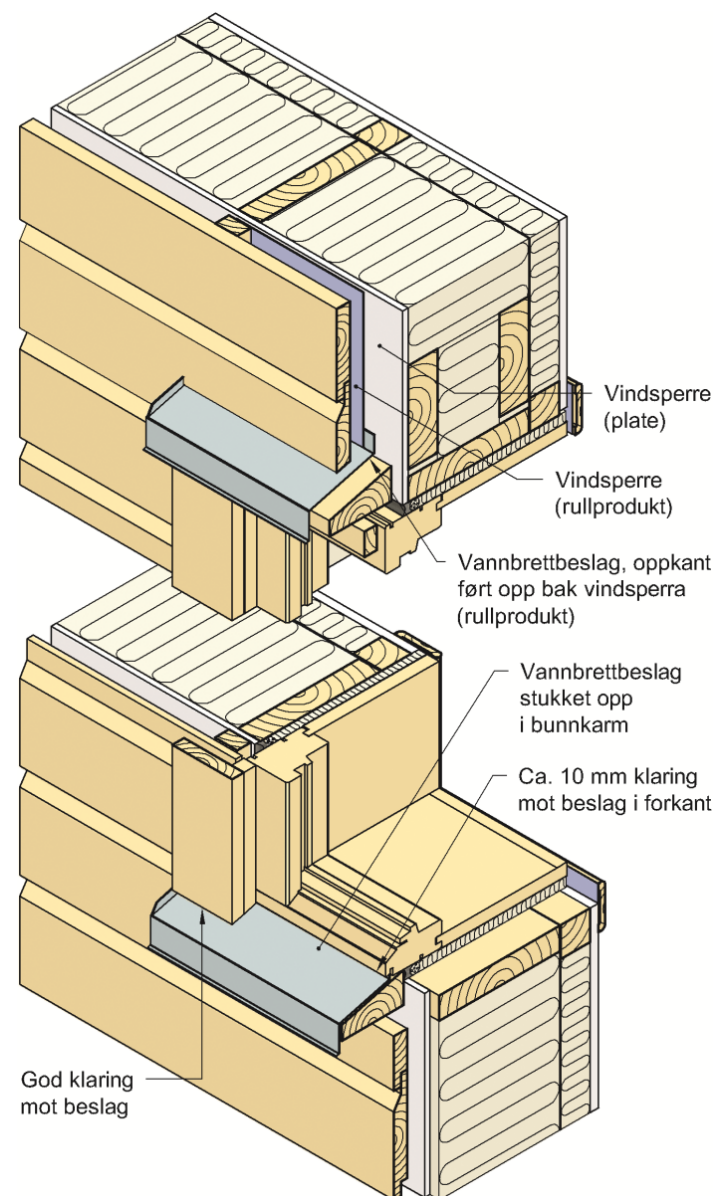
# Vindusdetaljer

## ■ Fuktsikring

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

## ■ Lufttetting

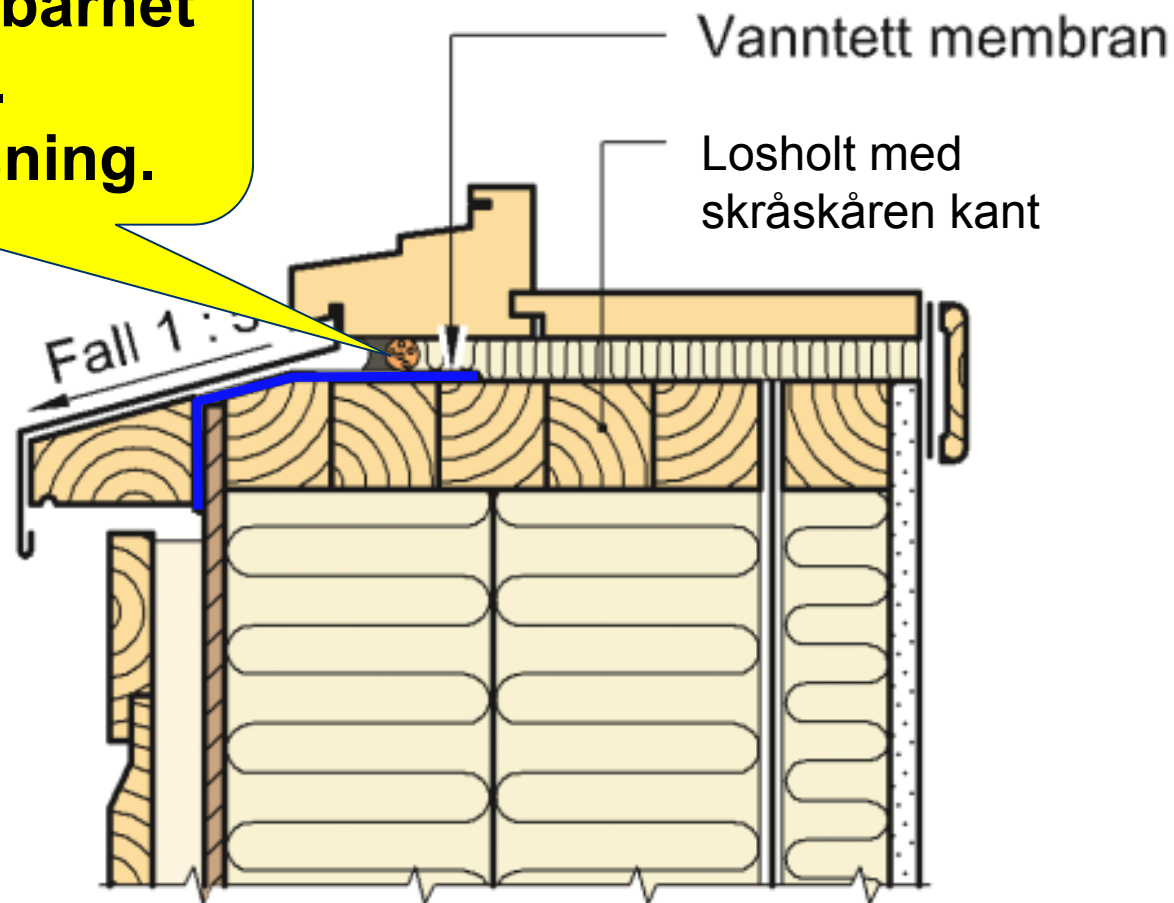
- Vindsperre
- Dampsperre
- Fugetetting



# Vindusplassering i vegg

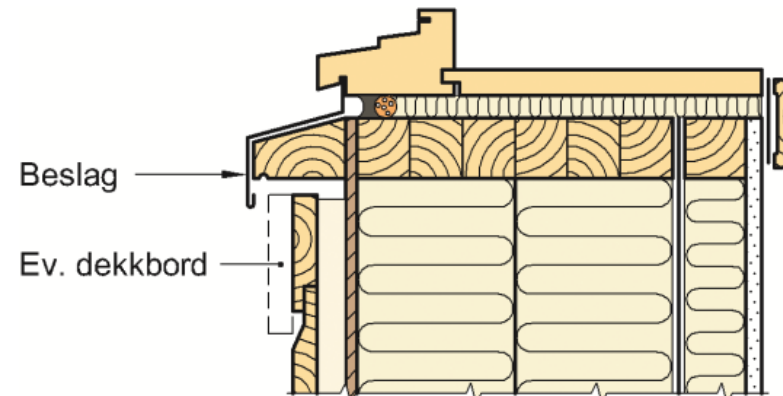
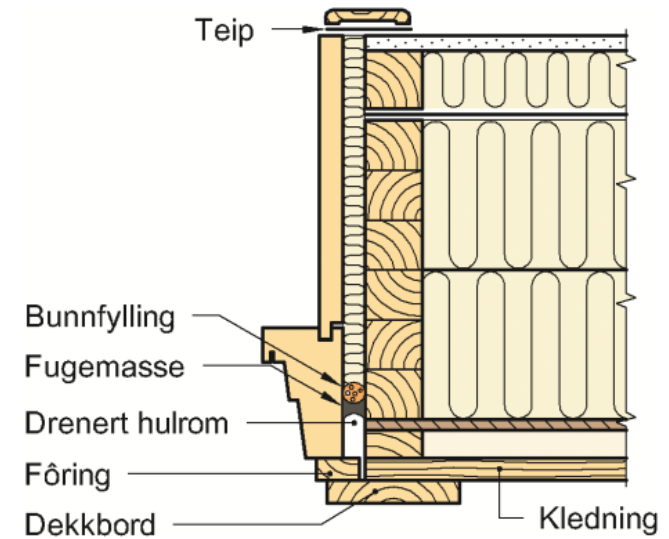
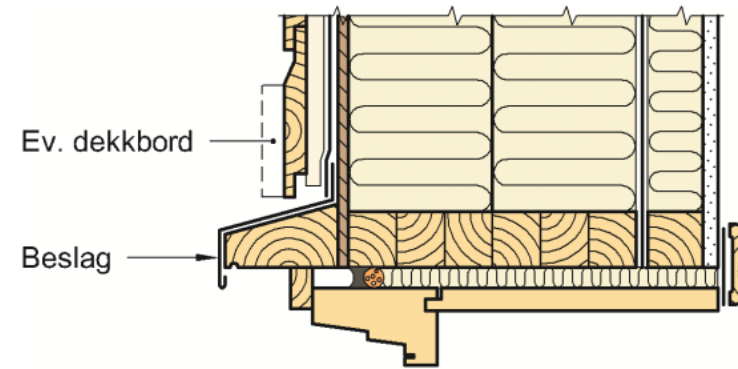
## Kuldebro og fuktsikring

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



# Vinduer

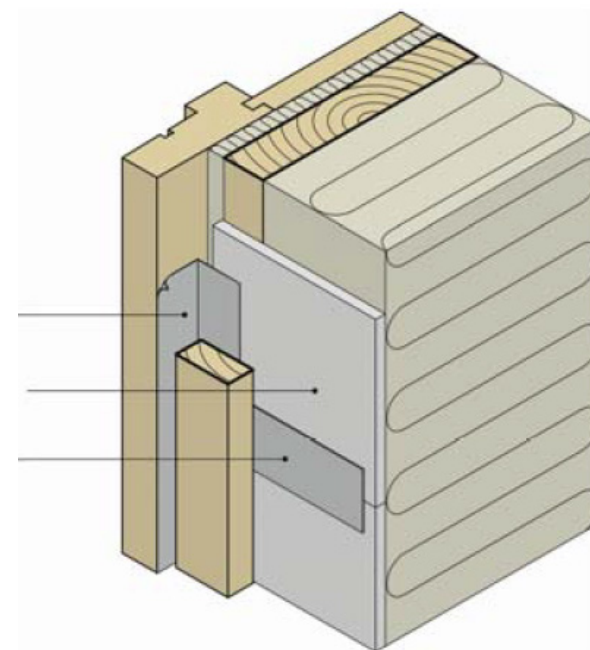
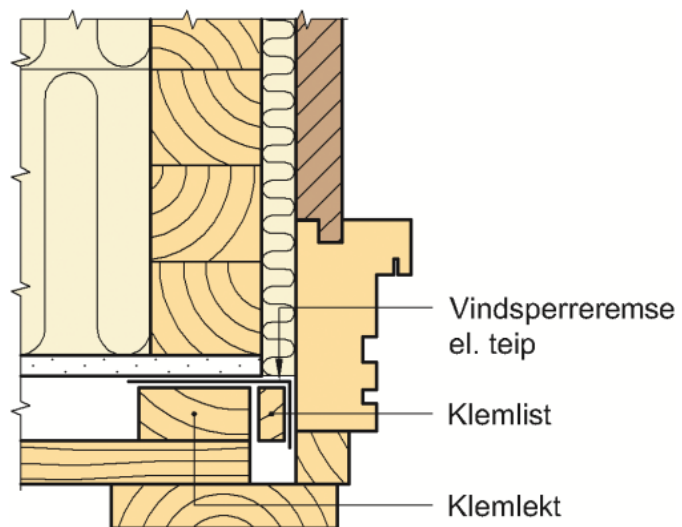
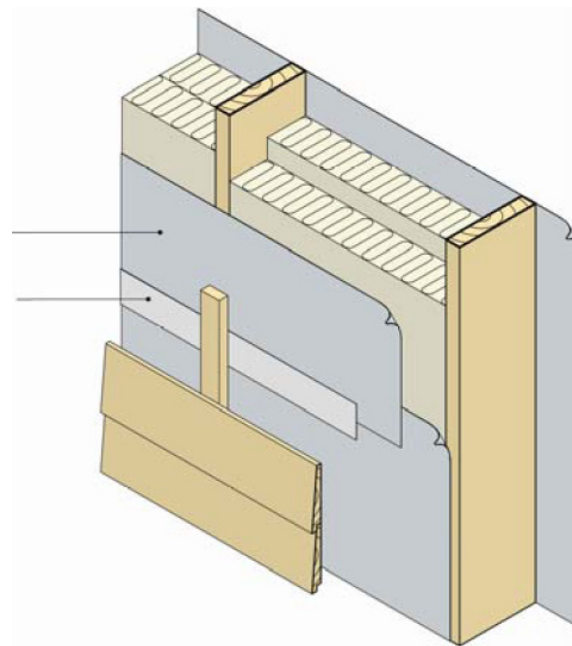
- Tetthet
- Plassering
- Robusthet mot klima
  - Langt ut i veggen



# Tettedetaljer

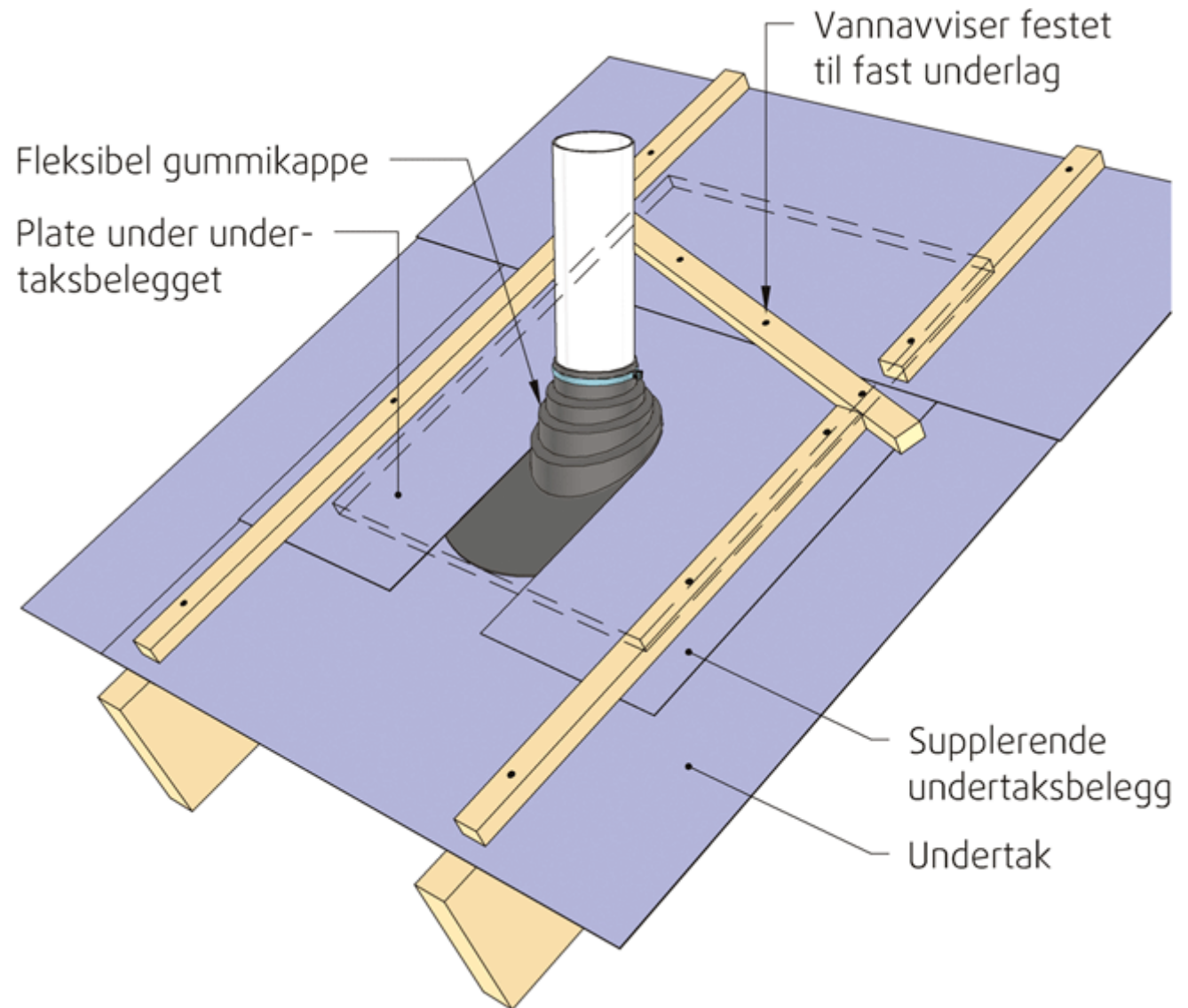
## ■ Tetting med teip:

- Vindsperrer
- Dampsperrer
- Vindusdetaljer
- **HUSK:** Dokumentasjon



# Gjennomføringer i taket

## ■ Mansjetter



# Takk for oppmerksomheten !