

Norske Takstolprodusenters Forening og Norges Byggscole:

”Trekonstruksjoner – Dimensjonering og detaljering”

**”Bygningsfysiske detaljer og fallgruver ved
bruk av takstoler og gitterbjelker”**

- byggdetaljer**
- byggeteknikk**
- bygningsfysikk**

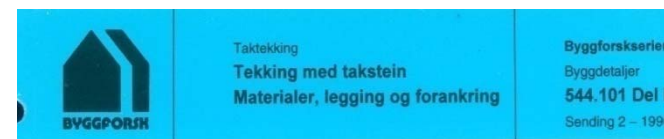
**Siv.ing. Trond Bøhlerengen, SINTEF/Byggforsk
Colorline – Oslo/Kiel/Oslo 7. og 8. februar 2012**



Tekniske løsninger for konstruksjoner

Kildemateriale

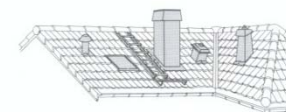
- Byggforskserien
- Håndbok 50 "Fukt i bygninger"
- TG –
 - Tekniske Godkjenninger



0 Generelt

01 Innhold

Dette bladet handler om taktekking med betong- og teglaktstein. Bladet viser hvordan man legger sløyfer, lekter og stein, og hvordan man oppnår tilstrekkelig forankring. Undertak, snefangere, takstiger og beslag er omtalt i andre blad, se pkt. 05.



02 Takhelning

Laveste akseptable takhelningene på stedet og i området er. Moderne takteknikker er lettere enn gammel takteknikk med god taksteinetekning med god takhelning. Det bør gå ned til 15° på ikke vakkert oppmerksom på at prøver ikke gir garanti dersom stemt takvinkel.

03 Omtøkking fra lett til tung

Et tak som er tekket med andre lette teknikker, 0,5 kN/m² takflate når lekter og takstein. Man konstruksjonene er dimensjonert for last, se Byggforvaltning.

Byggedetaljer:
471.011 - Snø- og vindlast på tak



Forskrift

■ TEK10

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.



**Veledninger ligger på "nettet"
Se www.dibk.no**

TEK10



TEK 10 – Kap 13 og 14

■ Kap 13 Miljø og helse

- Luftkvalitet
- Termisk inneklima
- Strålingsmiljø
- Lyd og vibrasjoner
- Lys og utsyn
- **Fukt, våtrom og rom med vanninstallasjoner**

Krav til fuktsikring

■ Kap. 14 Energi

- **Energieffektivitet**
- Energiforsyning

Krav til lufttetthet



TEK 10 - Kap 13 Miljø og helse

■ §13-17 Nedbør

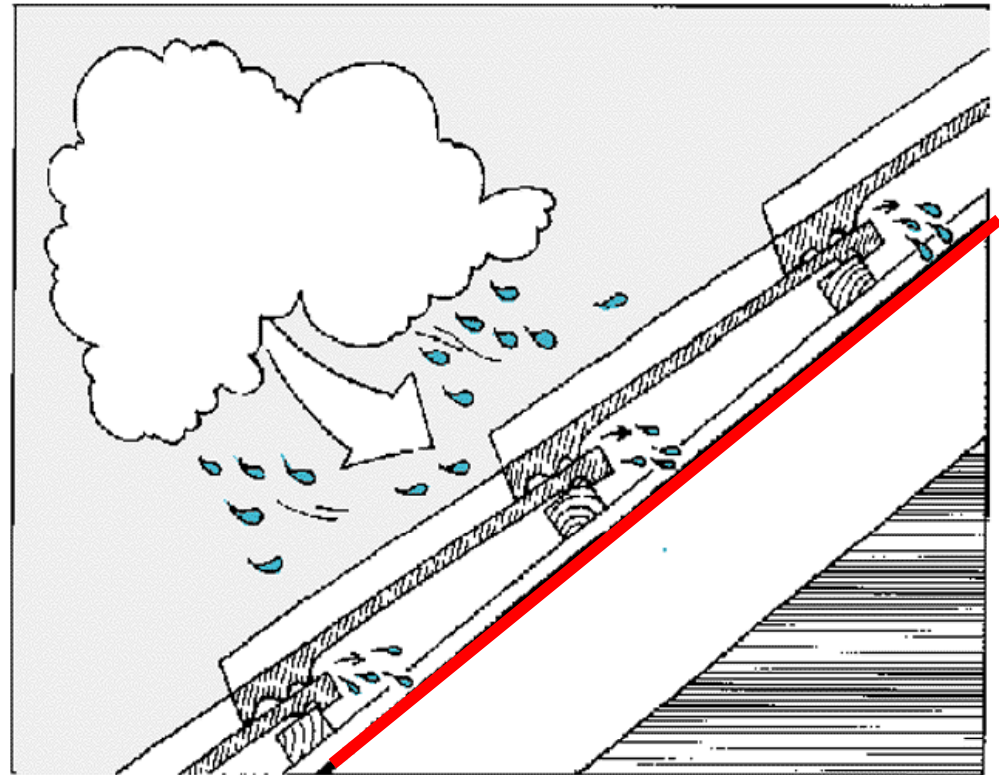
- (3) I **luftede takkonstruksjoner** hvor kondens kan oppstå på undersiden av taktekning eller taktekning ikke er tilstrekkelig tett til å forhindre inntrengning av vann, skal underliggende konstruksjon beskyttes av et vanntett underak.

■ I veiledningen nevnes:

- Velge undertak egnet for aktuell takkonstruksjon
- Hensyn til type tekning, takfall og klima

Undertak

- Mekanisk styrke
- Vanntett
- Lede bort vann
 - Lekkasje
 - Kondens
- Vanndampmotstand?
- **Vannabsorpsjon?**



Litt om undertak

- ”Tradisjonelt”, robust undertak er bærende taktro med undertaksbelegg.
- ”Alle” andre typer undertak er ”forenklede undertak”
- Slike undertak må ha produktdokumentasjon
 - For eks. Teknisk Godkjenning (17 godkjente pr. 7. feb. 2012)
- Diffusjonstette undertak skal alltid ha lufting på undersiden!

Aktuelle Byggdetaljer



Undertak

Byggforskserien

Byggdetaljer – januar 2009

525.866

0 Generelt

01 Innhold

Denne anvisningen beskriver undertak for skrå tretak. Anvisningen gjennomgår materialer og egenskaper for damptette og dampåpne undertak. I tillegg omtaler anvisningen bruksområder og montering av en rekke undertaksprodukter.

Anvisningen gjelder ved nybygging, rehabilitering og utbedring av eldre takkonstruksjoner.

Konstruksjonsdetaljer vises i Byggdetaljer 525.101, 525.102, 525.106 og 525.107.

02 Forutsetninger

Det forutsettes at man har valgt taktype og konstruksjonsløsning. Se Byggdetaljer 525.002. Videre bør



Aktuelle Byggdetaljer



Taktro av tre

Byggforskserien

Byggdetaljer

525.861

Sending 1 – 2002

0 Generelt

01 Innhold

Dette bladet inneholder anvisninger for dimensjonering og utførelse av taktro av bord eller trebaserte platematerialer, beregnet som bærende underlag for f.eks. takbelegg, takshingel, båndtekning og torv, se fig. 01. Hvilken taktro som er best egnet ved ulike taktekninger, er behandlet i bladene for den enkelte tekningstype, se Byggdetaljer gruppe 544. Taktro av tre kan også brukes som undertak for opplettede taktekninger, se Byggdetaljer 525.866 Undertak.

02 Henvisninger

Plan- og bygningsloven (pbl)

Teknisk forskrift til pbl (TEK) med veiledning

Standarder:

NS 3185 Høvellast. Underpanel

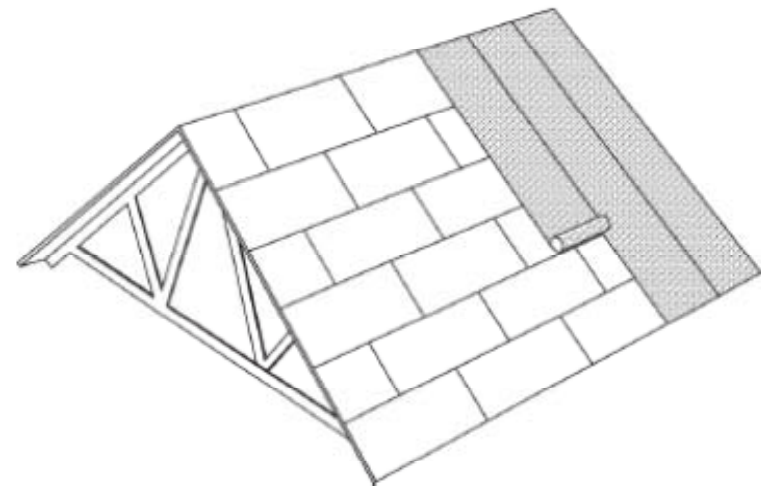
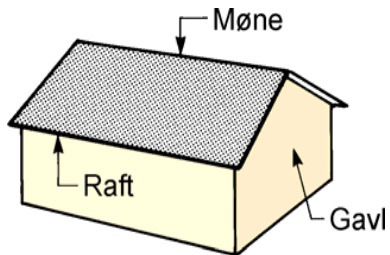


Fig. 01

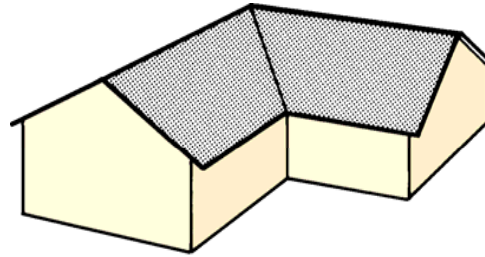
Taktro som underlag for tekning med takbelegg, asfalt takshingel, båndtekning etc.



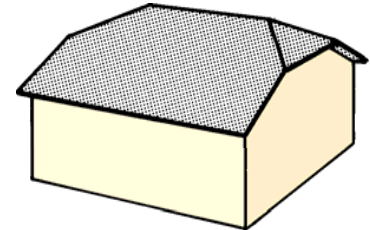
Takform



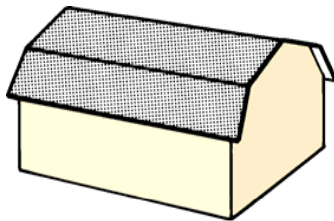
SALTAK



VINKELTAK

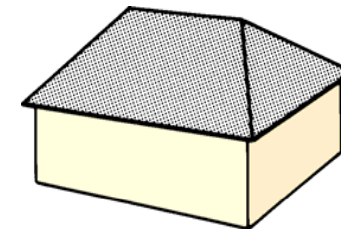


HALVVALM

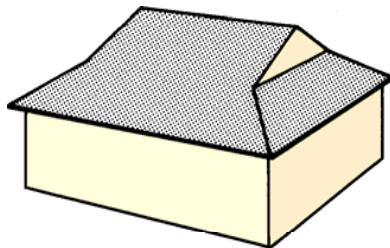


MANSARDTAK

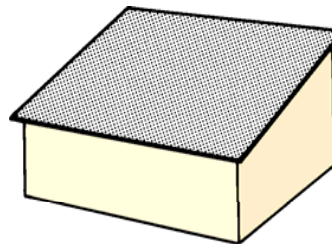
- konstruksjon
- oppbygging
- tekning
- drenering



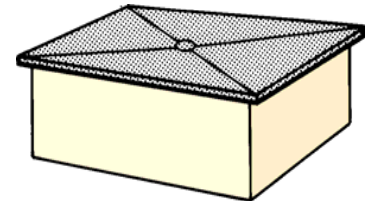
VALMTAK



NEDSENKET VALM



PULTTAK



FLATT TAK

Sammenbygde takflater



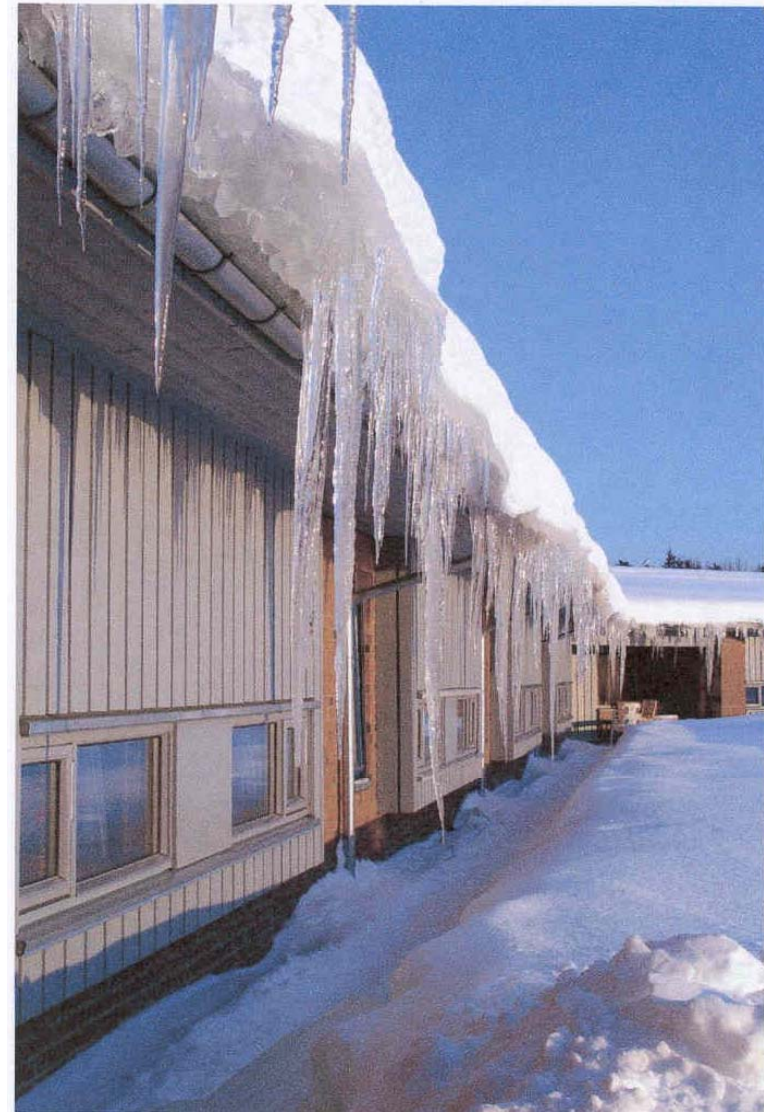
Lufting og vinkelrenner



Kompakte tak og drenering



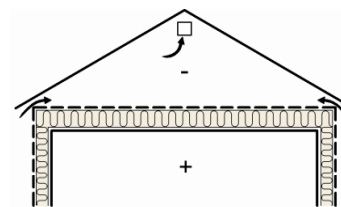
- Varme tak og kalde nedløp?



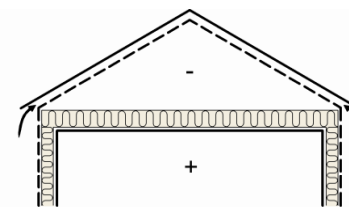
Luftede tak

- Kalde loft
- Sperretak
- A-takstoler
- Flate tretak ?

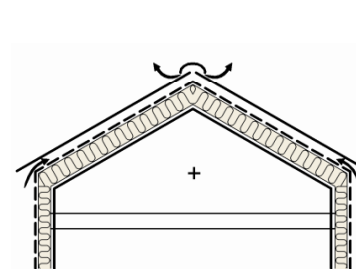
- Kritiske detaljer:
 - Undertak
 - Vindsperre
 - Dampsperre
 - Gjennomføringer
 - Ventilering



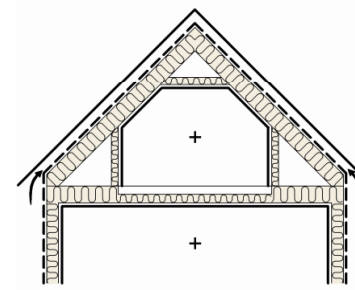
a Åpent, luftet kaldt loft



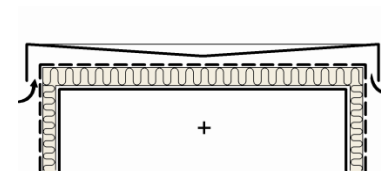
b Lukket, uluftet kaldt loft



e Fullt isolert takplan



d Loft med loftsromstakstoler og lukkede, uluftede loftsrom



g Luftet flatt tak

Tak over kalde loft



Skrå tretak med kaldt loft

Byggforskserien

Byggdetaljer

525.106

Sending 2 – 2005

0 Generelt

01 Innhold

Dette bladet beskriver konstruksjonsoppbygging og detaljer for to alternative løsninger for skrå tretak med kaldt loft. Kaldt loft kan enten bygges som kaldt, ikke luftet loftsrom med all lufting mellom undertak og tekning, se fig. 01 a, eller det kan bygges på tradisjonelt vis som kaldt, luftet loftsrom med luftgjennomstrømning gjennom selve loftet, se fig. 01 b. Løsningen med kaldt, ikke luftet loftsrom er en forholdsvis ny løsning, men erfaringene så langt er gode. Bladet behandler innvendig luft- og dampetting, varmeisolering, lufting og utvendig tetting mot vind, regn og snø. Bladet viser også konstruktive tiltak som forsinker brannspredning til kaldt loft.

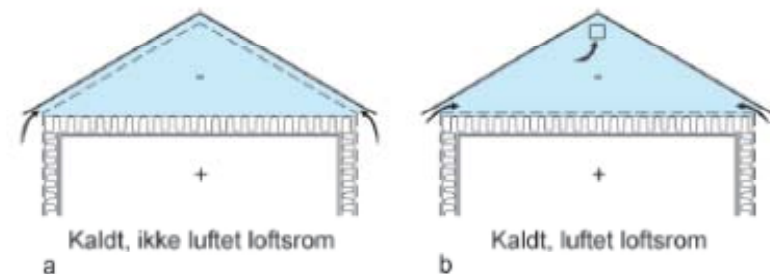
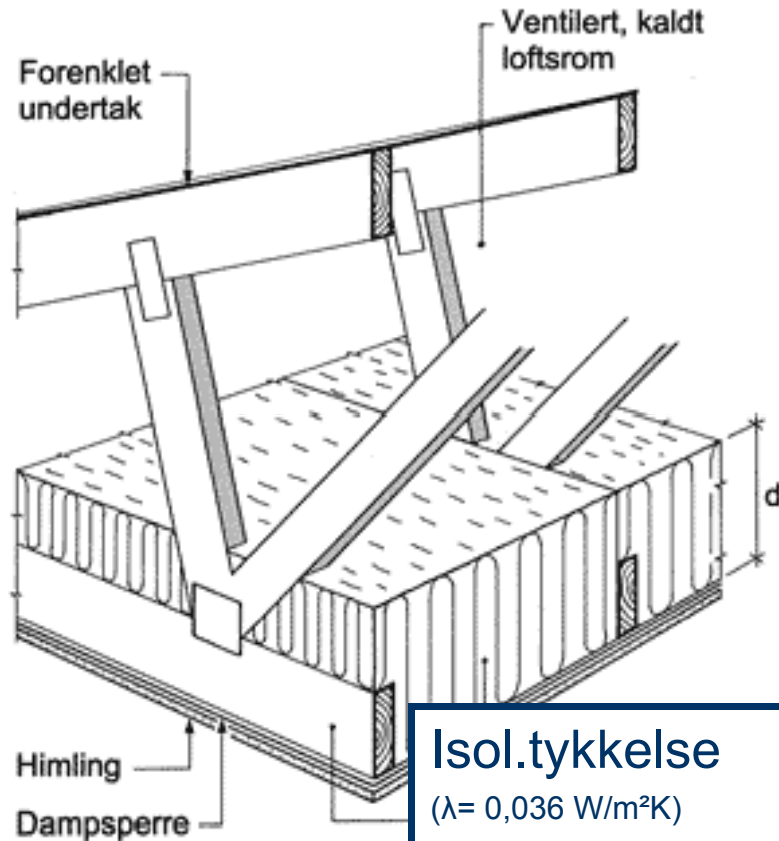


Fig. 01 a og b

Tak med kaldt loft

- a. Kaldt, ikke luftet loftsrom med all lufting mellom undertak og tekning
- b. Kaldt, luftet loftsrom med luftgjennomstrømning gjennom selve loftet

Kaldt loft og isolasjon



Isol.tykkelse ($\lambda = 0,036 \text{ W/m}^2\text{K}$)	Undergurt/Bjelke	U-verdi ($\text{W/m}^2\text{K}$)
250 mm	48 x 98 mm	0,15
	48 x 148 mm	0,16
300 mm	48 x 98 mm	0,13
	48 x 148 mm	0,13

Byggdetaljer 471.013

Kaldt luftet loft

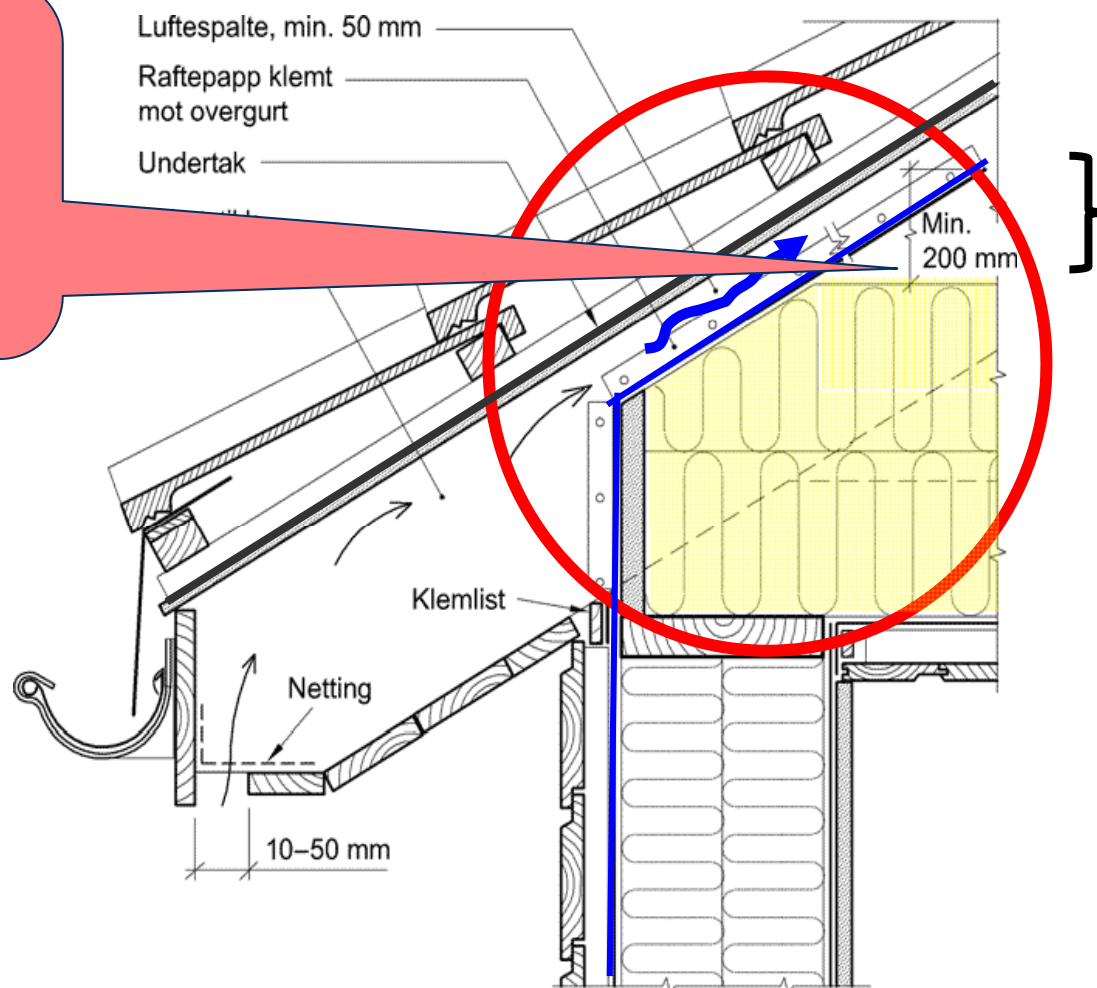


- Men – fukt kan også komme UTENFRA !!
- Undertak med kondensopptaksevne ingen ulempe...

Kaldt loft med lufting - Raft

**OBS: For å unngå kaldt luft inn i isolasjonen – minst 200 mm ned til isolasjon.
Vindsperre på loftet??**

- Vanskelig å få tett i raft
- Må sikre min. isol.tykkelse
- Hindre inndrev



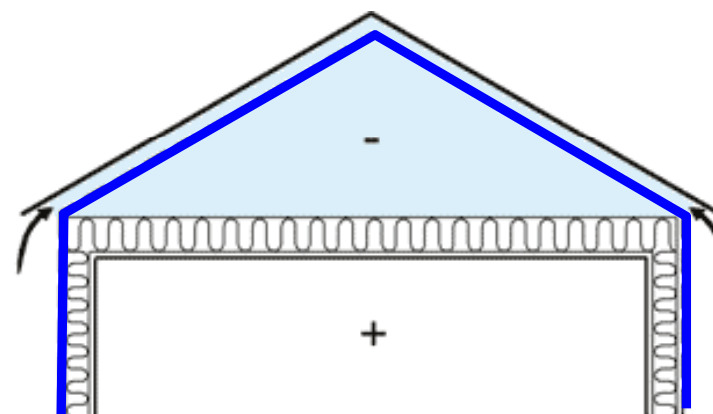
Kalde loft uten lufting

■ Hvorfor?

- Sammenhengende og tett vindsperre i taket
- Brann??

■ Krever:

- Lufting mellom tekning og undertak
- Dampåpent undertak
- Kontroll med lufttetthet

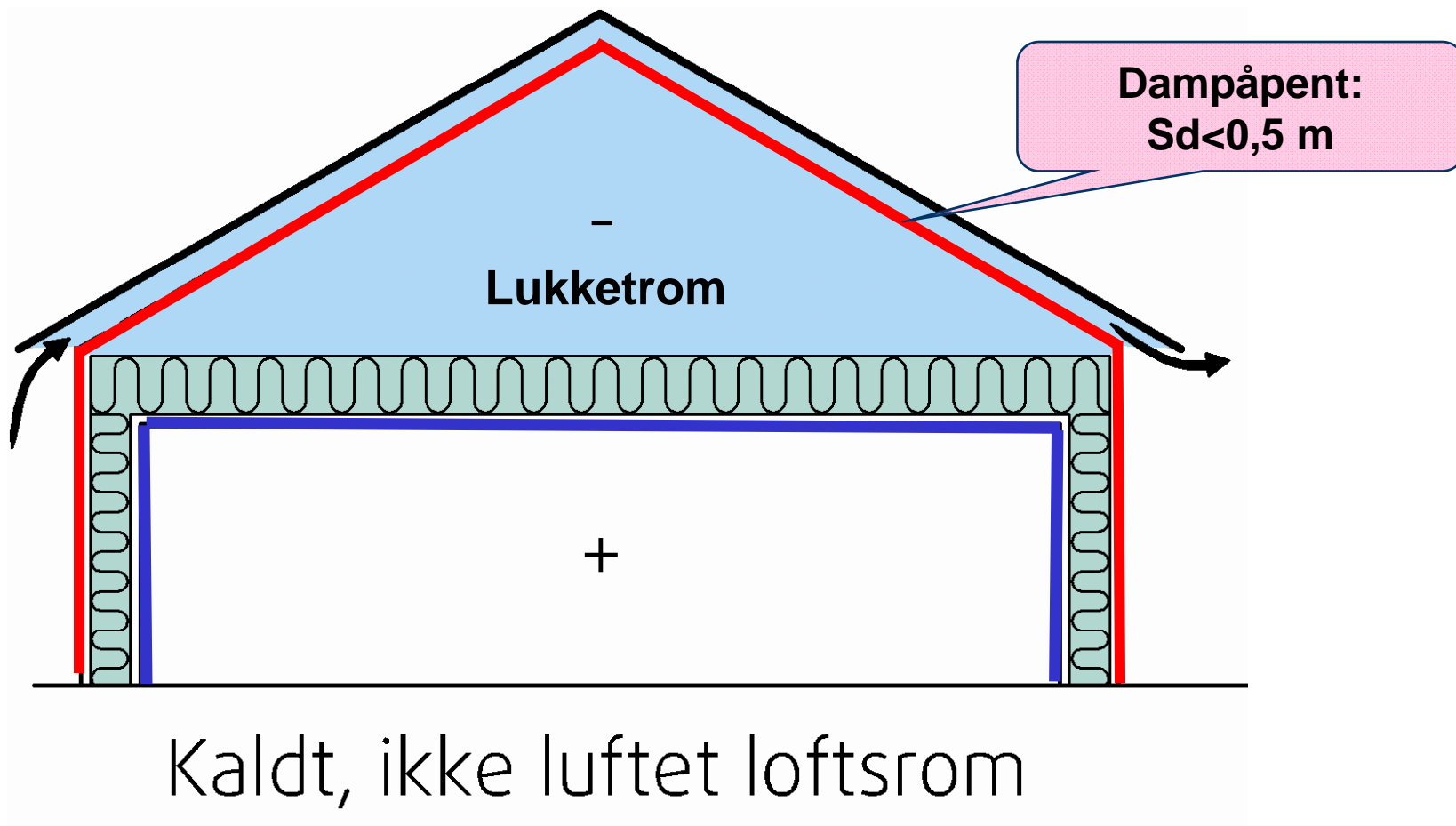


Kaldt, ikke luftet loftsrom

a

Byggedetaljer 525.106

Kaldt uluftet loft



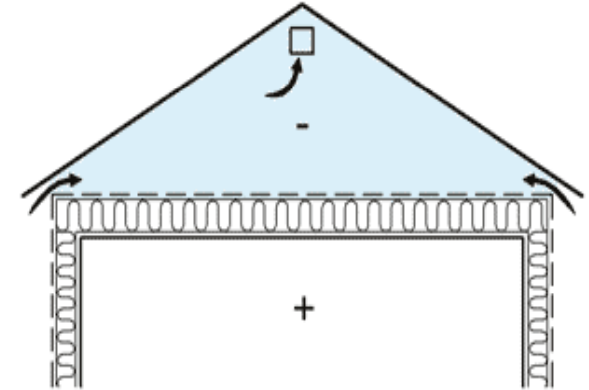
Kalde loftsrom

- **Kondens under undertak**
- **Fuktkilde ??**

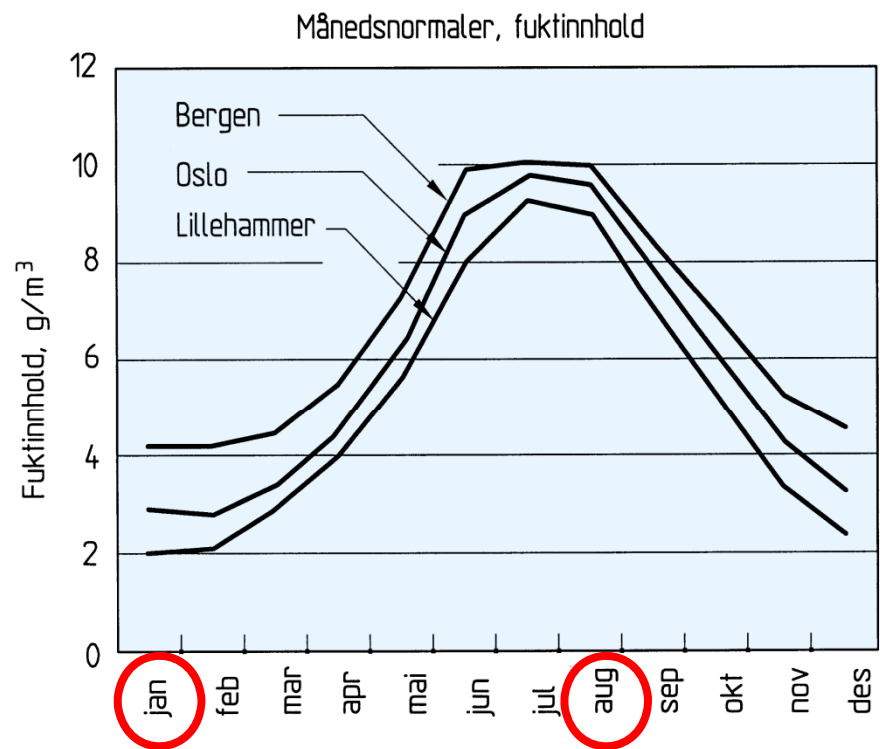
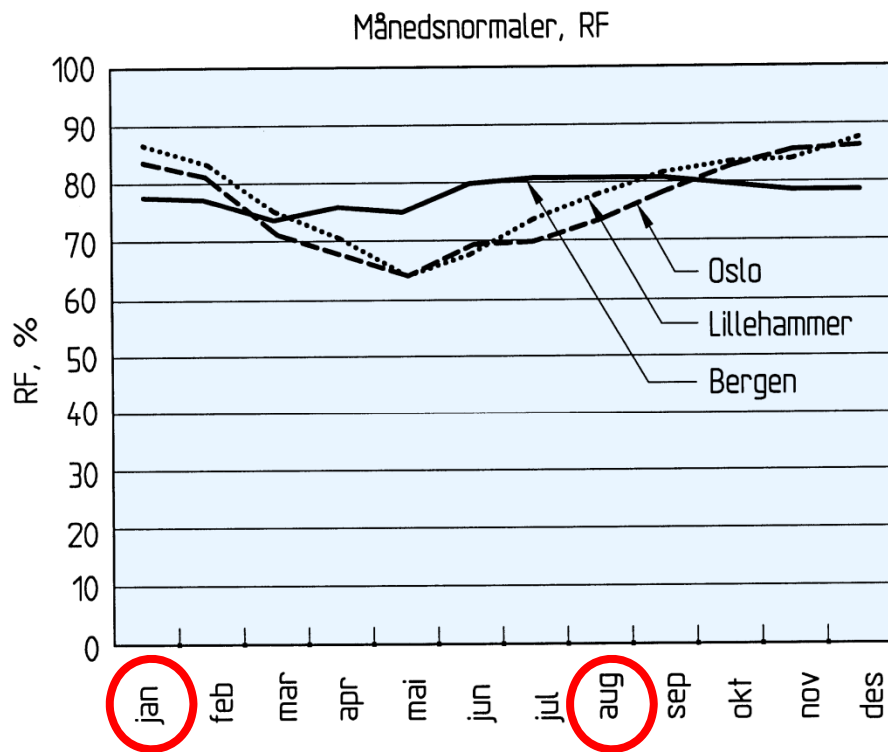


Undertak og kondensopptaksevne

- 23 mm rupanel
 - Antatt 1000 – 1500 g/m²
- 2 mm kartongplater
 - 400 – 600 g/m²
- 3,2 mm halvharde trefiberplater
 - 80 – 180 g/m²
- 18 mm asf.imp. porøs plate
 - 1300 g/m²
- Folieprodukter
 - 400 – 700 g/m² (m/filt på baksiden)
 - Flere har ikke oppgitt dette i TG



Fukt i uteluft



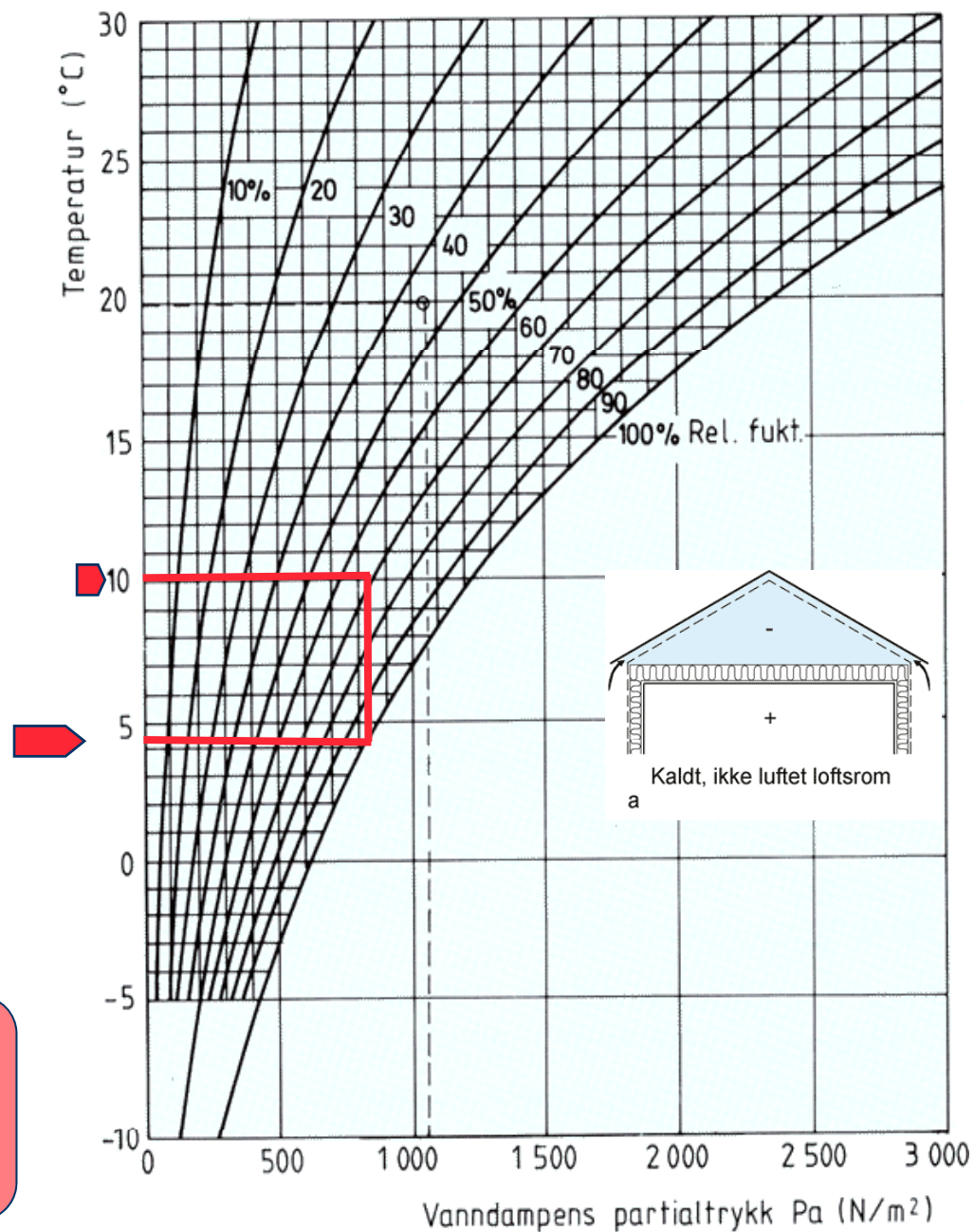
Fukt i luft

Mollier-diagram:

- RF
- Vanndamptrykk, (Pa)
- vanninnhold (g/m^3)
- Duggpunkt = 100 % RF

- Kan "normalt tørr" luft på kaldt loft kondensere?

I kuldeperioder vil det "alltid" avsettes kondens/rim mot kalde overflater!!



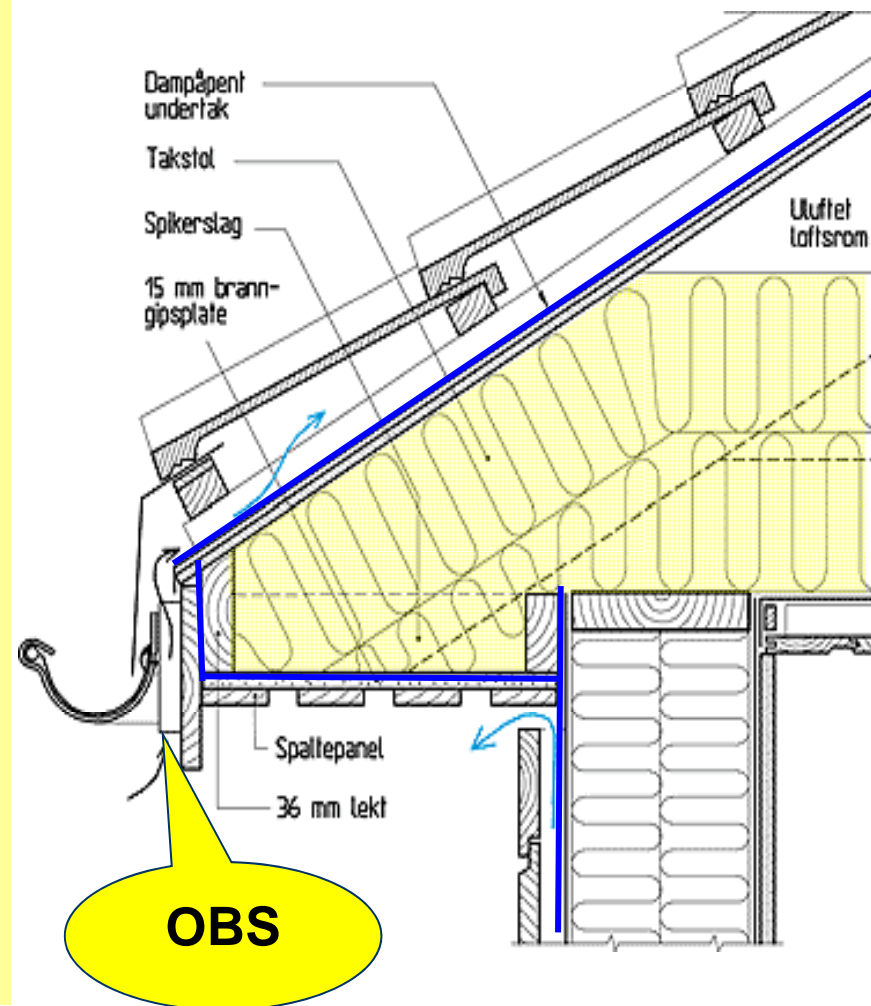
Kaldt loft uten lufting - RAFT

■ Fordeler:

- Sikrere mot brannspredning
- Ikke inndrev på loftet
- Ikke tilført fuktig uteluft til loftet
- Isolasjonen bedre beskyttet mot gjennomblåsing
- Enkelt å føre kombinert undertak/vindsperre rundt takutstikk - God tetting

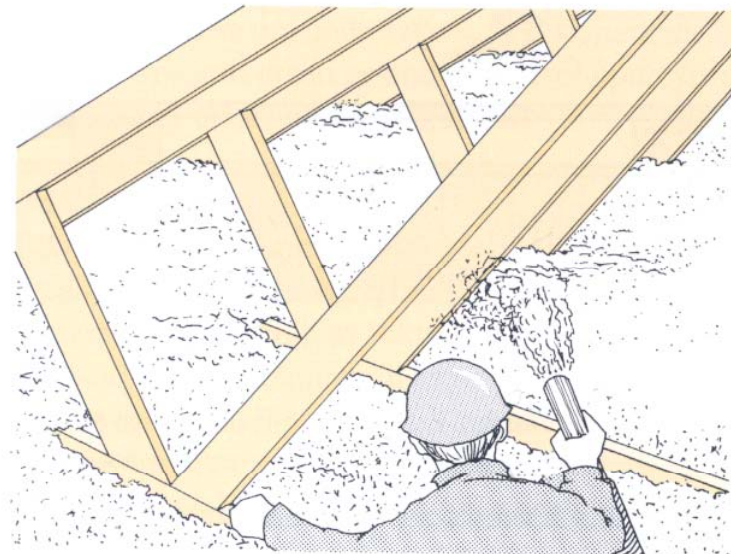
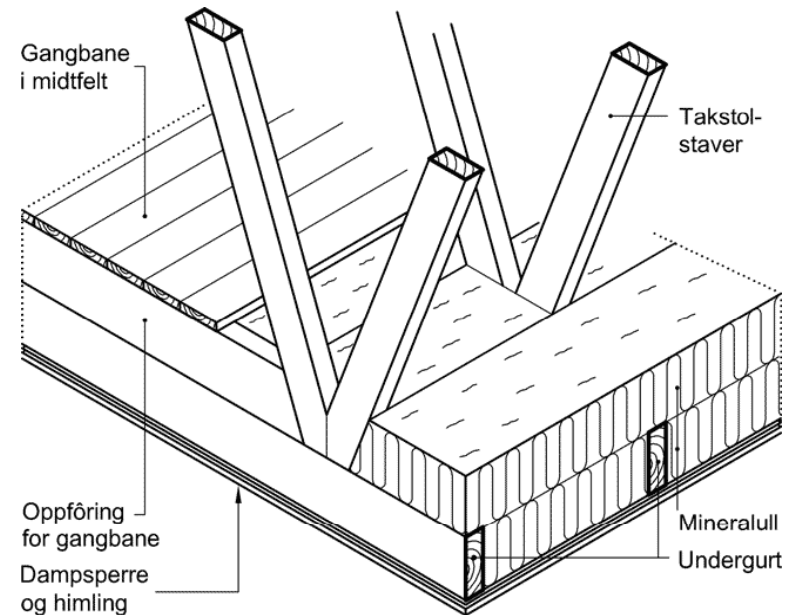
■ Ulemper:

- Kan ha noe dårligere uttørkingsevne



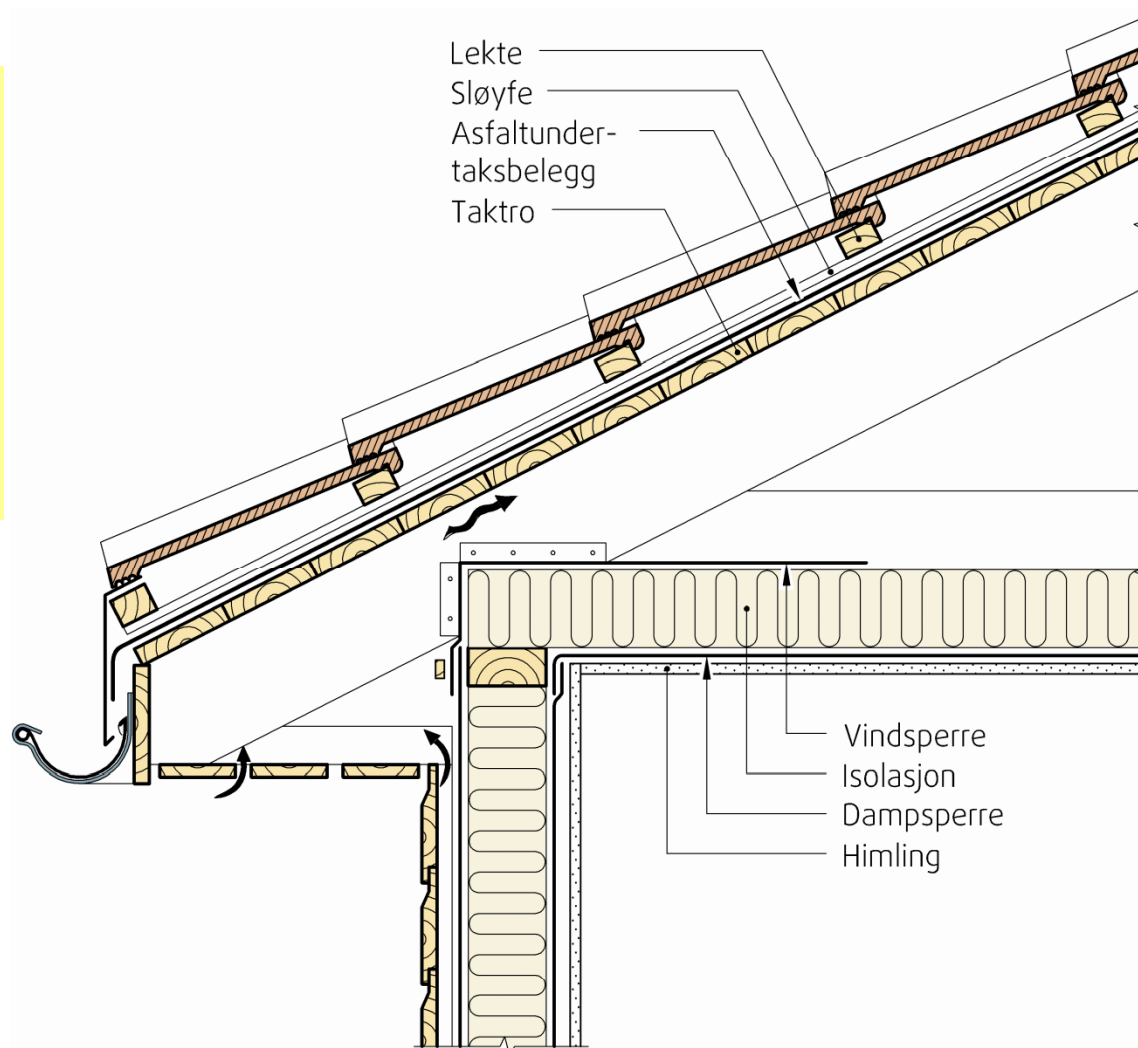
På et kaldt uluftet loft er det plass til mye isolasjon

- Mineralull med papir på oversiden for vil **begrense naturlig konveksjon**
- Det må isoleres over undergurtene
- **Løsfyllisolasjon er godt egnet**
- Celluloseisolasjon er mindre utsatt for naturlig konveksjon enn opprevet mineralull



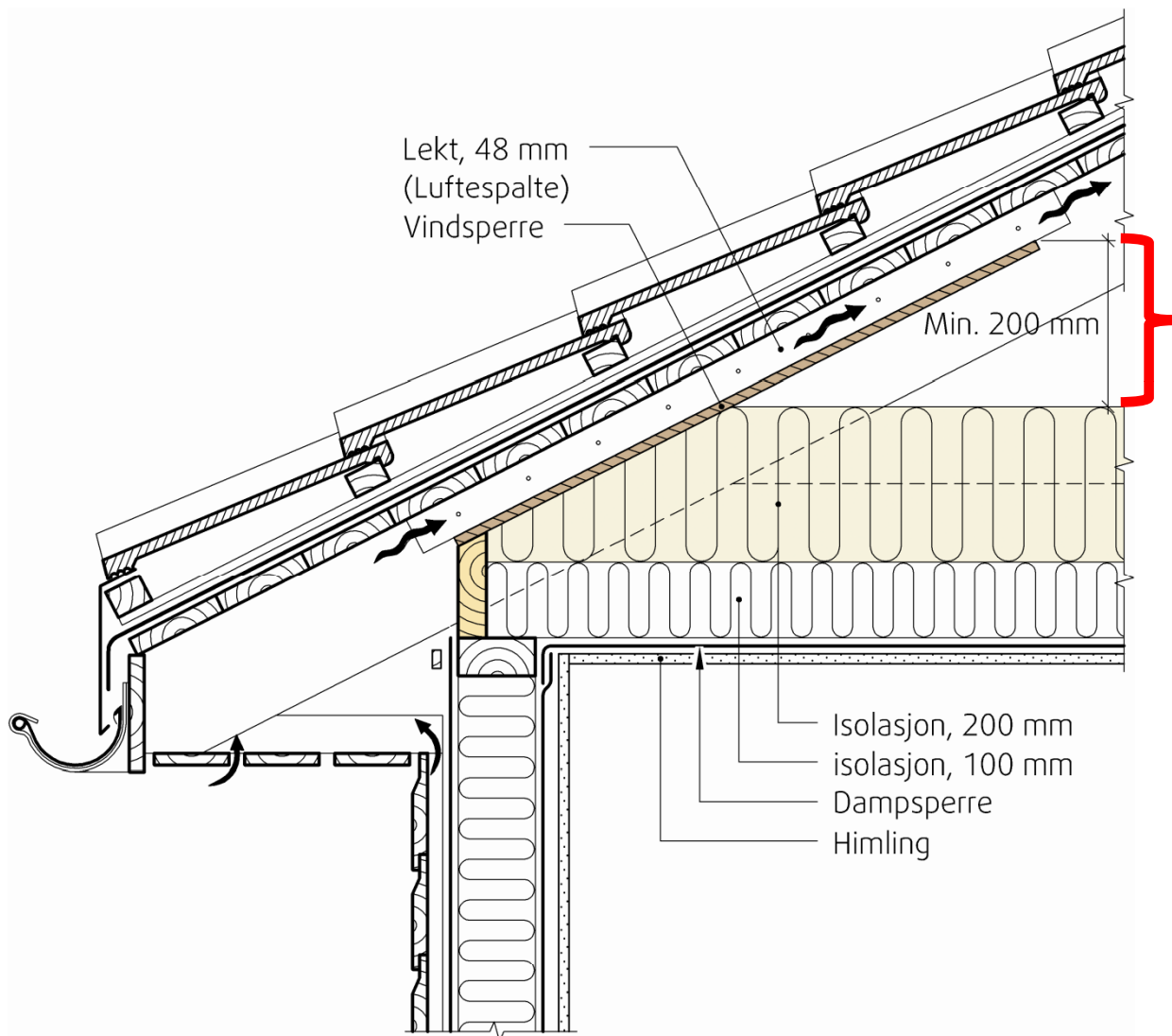
Etterisolering av loftsbjelkelag

- Hus fra 1960 – 1980-tallet
- Enkelt og effektivt å etterisolere loft



Etterisolering av loftsbjelkelag

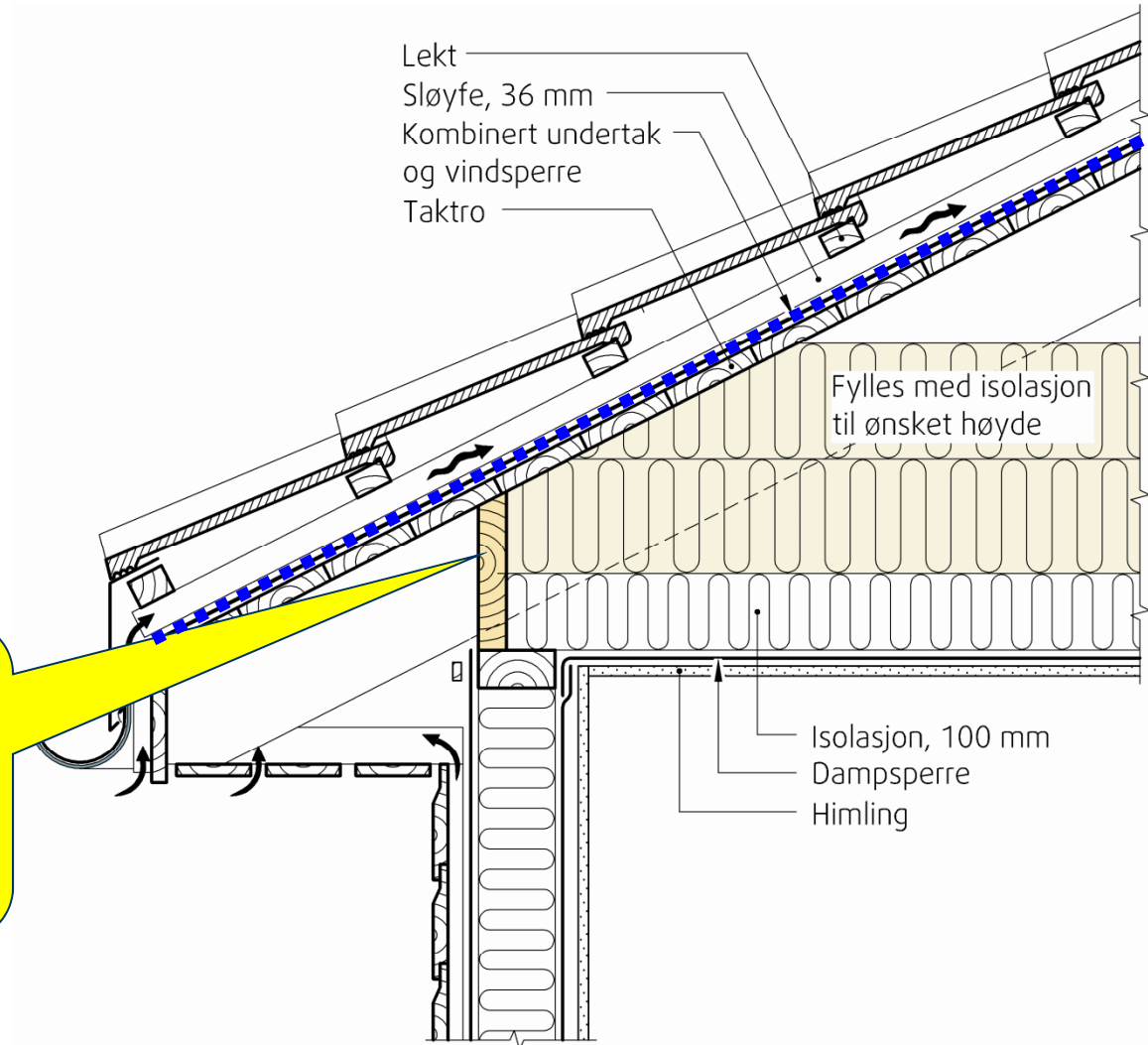
■ Sikre luftinntak



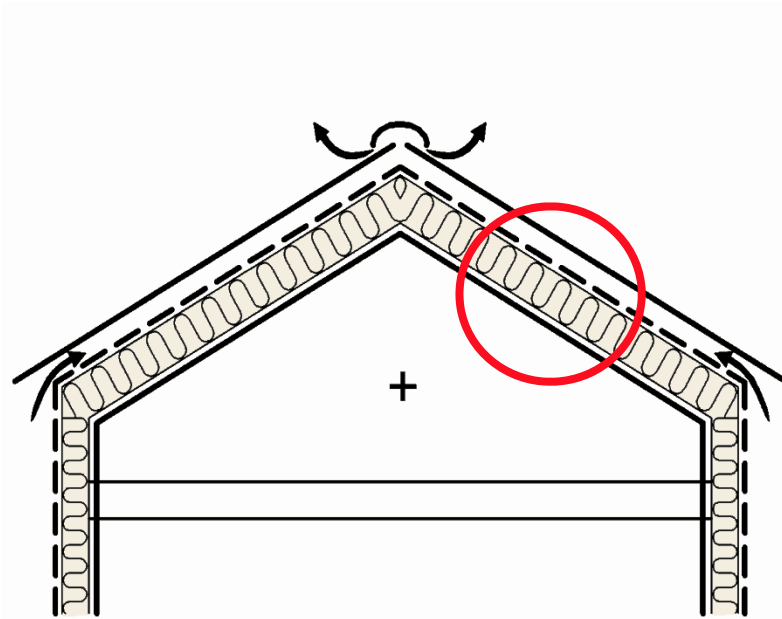
Etterisolering av loftsbjelkelag – opp mot undertaket og tett i raft

- Omtekking
- Kombinert undertak og vindsperre på taktro

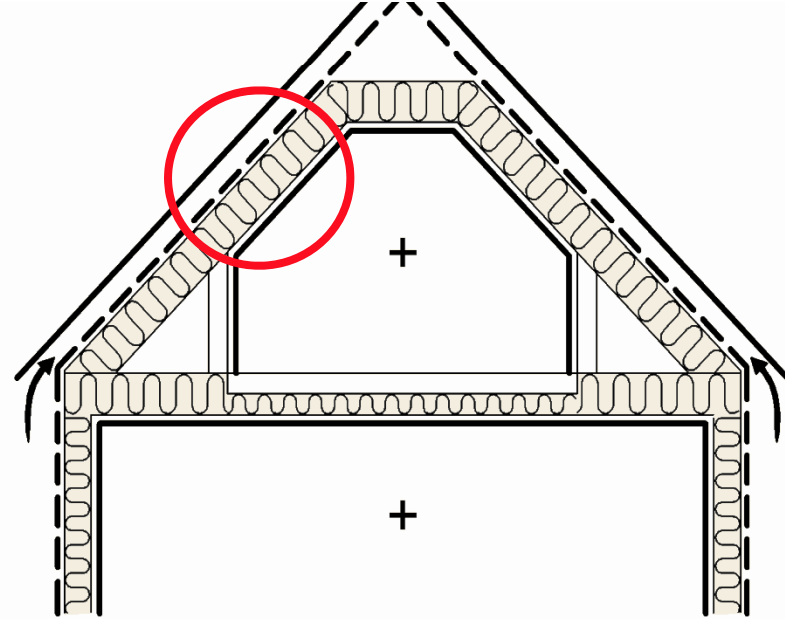
Tette her eller føre kombinert undertak og vindsperre rundt takutstikk



Oppbygging av skrå isolerte tretak



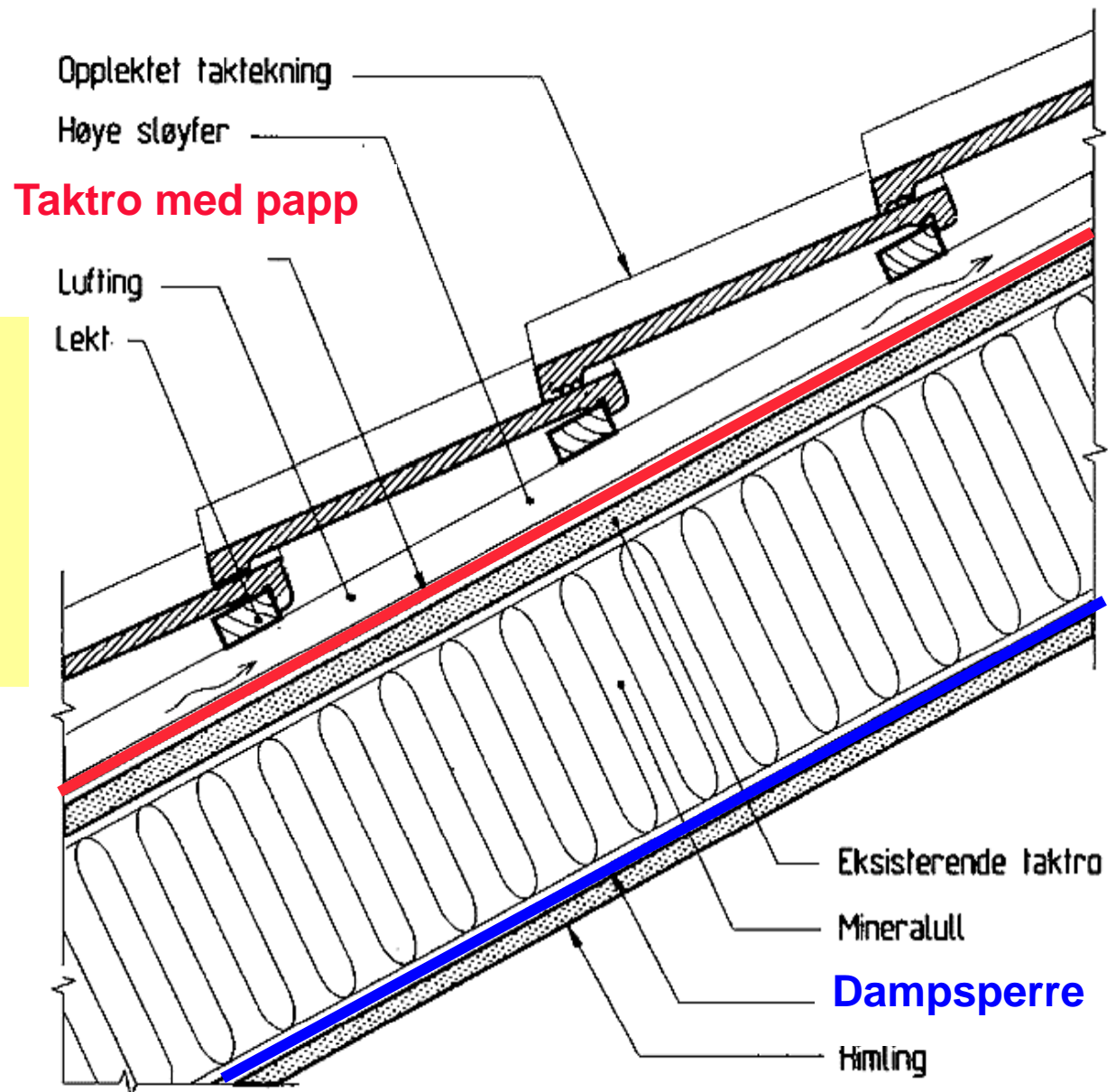
Sperretak



A-takstoler

■ Hva er feil her??

■ "Kompakt"
tretak





**Råte i "kompakt"
tretak**

Aktuelle Byggdetaljer




Isolerte skrå tretak med lufting mellom vindsperre og undertak

Byggforskserien

Byggdetaljer 2 - 2007

525.101

 Utgitt i samarbeid med Statens bygningstekniske etat (BE)

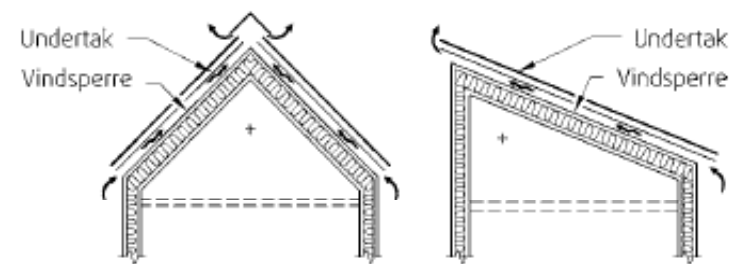
0 Generelt

01 Innhold

Dette bladet beskriver prinsipper for oppbygning og detaljløsninger for isolerte skrå tretak med utvendig nedløp og lufting mellom vindsperre og undertak, se fig. 1 a og b. Bladet tar utgangspunkt i sperretak, men prinsippene kan også brukes for åstak. I bladet er luft- og dampetting, varmeisolering og lufting behandlet.

Takkonstruksjoner med opplettet taktekning, men med kombinert undertak og vindsperre, er beskrevet i Byggdetaljer 525.102.

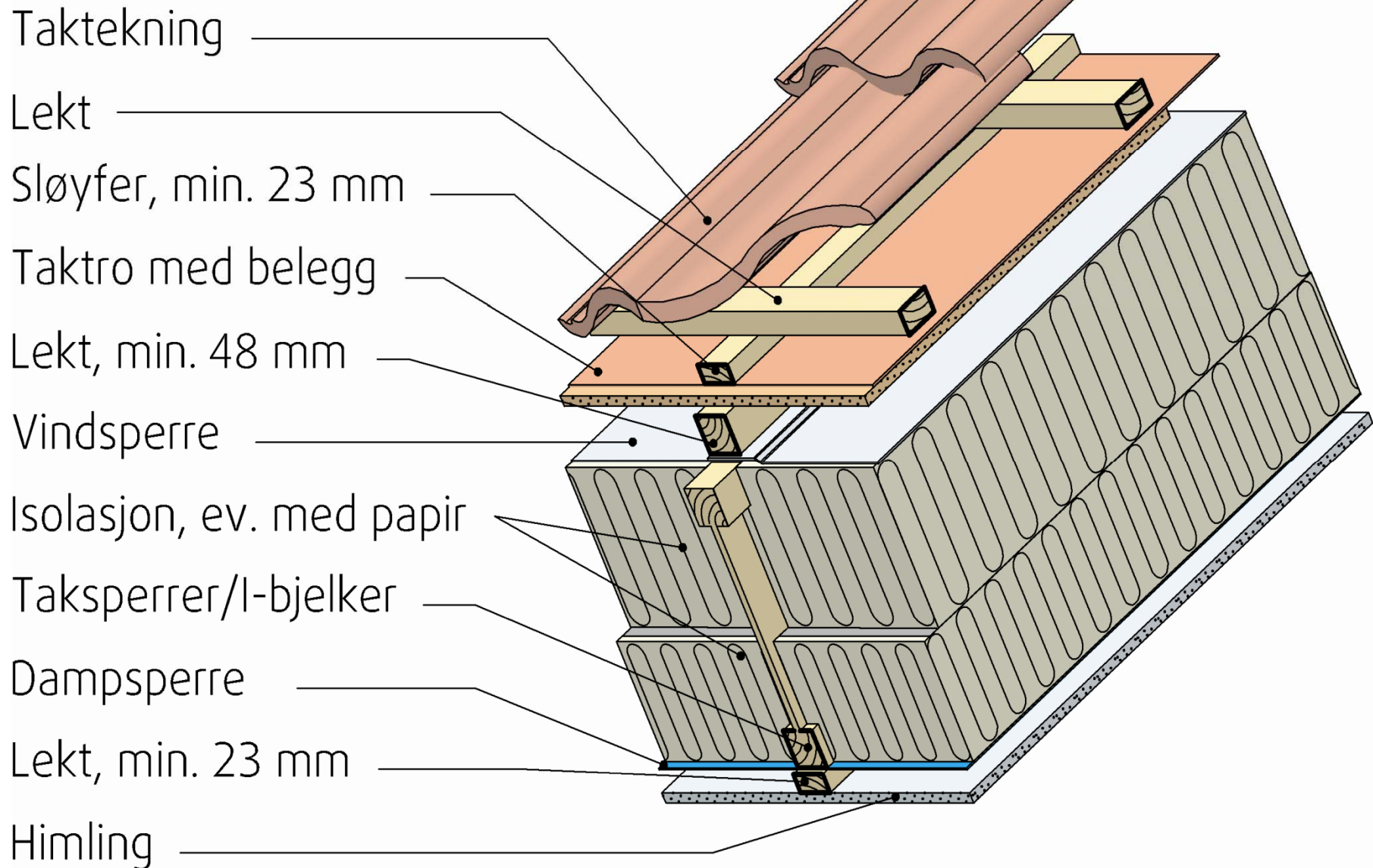
Detaljer for tretak som bare er isolert i deler av takflatene og som delvis har kalde loftsrom, er vist i andre blader i Byggdetaljer gruppe 525. Bærekonstruksjon,



Isolerte skrå tretak med lufting mellom vindsperre og undertak



OBS: Revidert 525.101



Kombinert undertak og vindsperre



Isolerte skrå tretak med kombinert undertak og vindsperre

Byggforskserien

Byggedetaljer – august 2009

525.102

0 Generelt

01 Innhold

Denne anvisningen omhandler oppbygging av isolerte skrå tretak med utvendig nedløp, opplettet taktekning og kombinert undertak og vindsperre. Anvisningen beskriver konstruksjonsdetaljer knyttet til varmeisolering, tettesjikt og fuktsikring.

Andre taktyper er beskrevet i Byggedetaljer 525.002 *Takkonstruksjoner. Valg av taktype og konstruksjonsprinsipper.*

02 Henvisninger

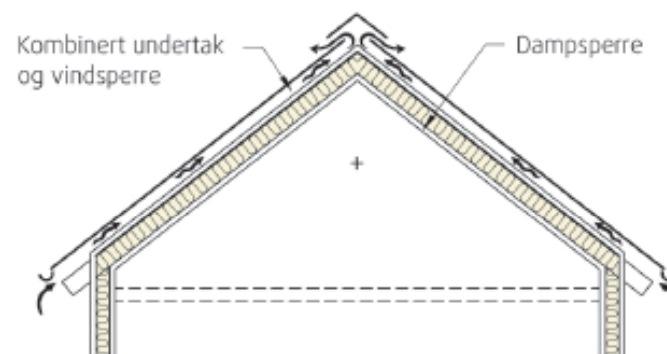
Plan og bygningsloven (pbl)

Teknisk forskrift til pbl (TEK) med veiledning

Standarder:

NS 3490 Prosjektering av konstruksjoner – Krav til pålitelighet

NS 3491 Prosjektering av konstruksjoner – Dimensjonerende laster – Del 1: Egenlast og nyttelas-

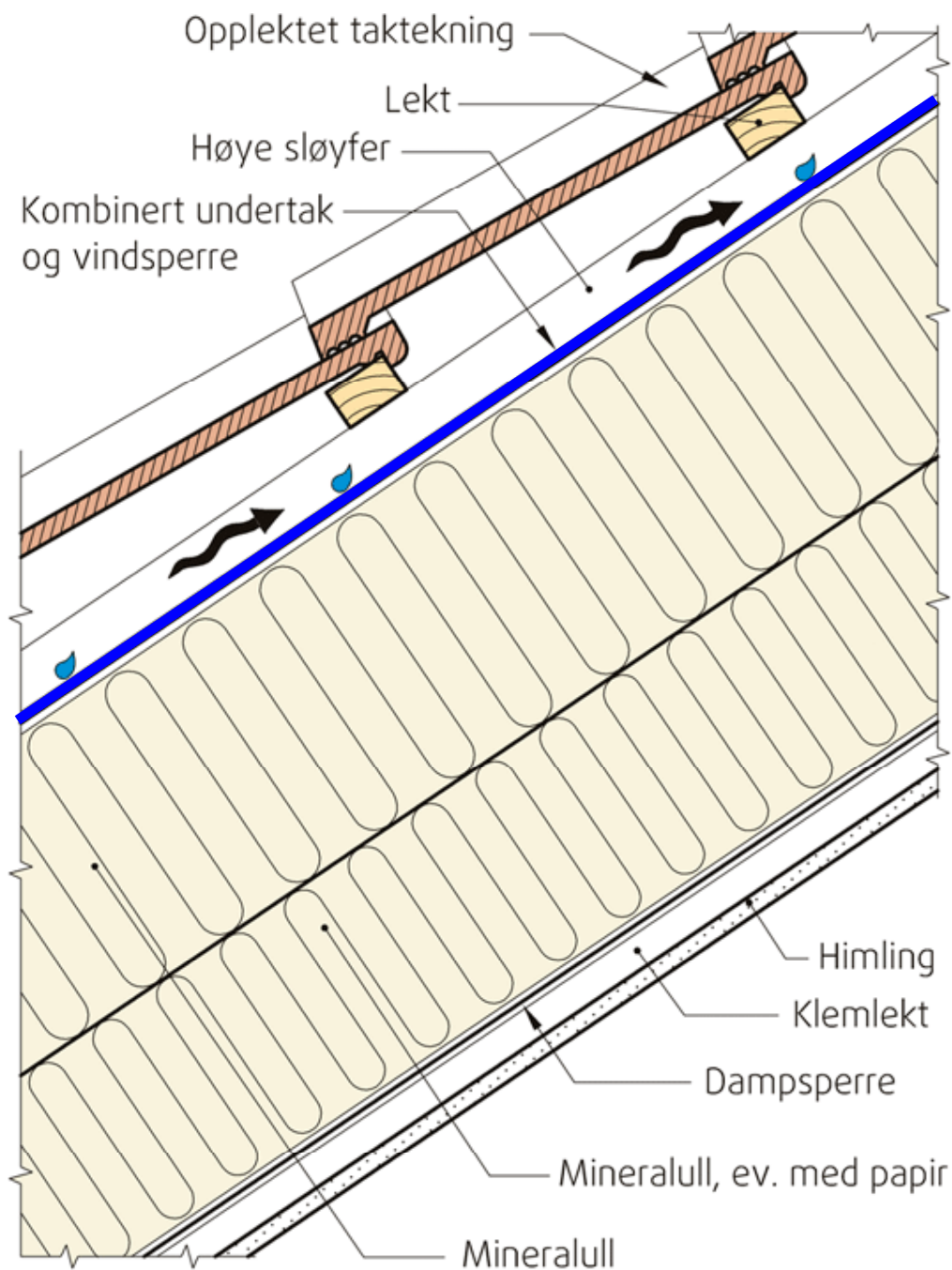


Isolert skrått tretak med lufting direkte under opplettet tekning

13 Varmeisolering og lufttetthet

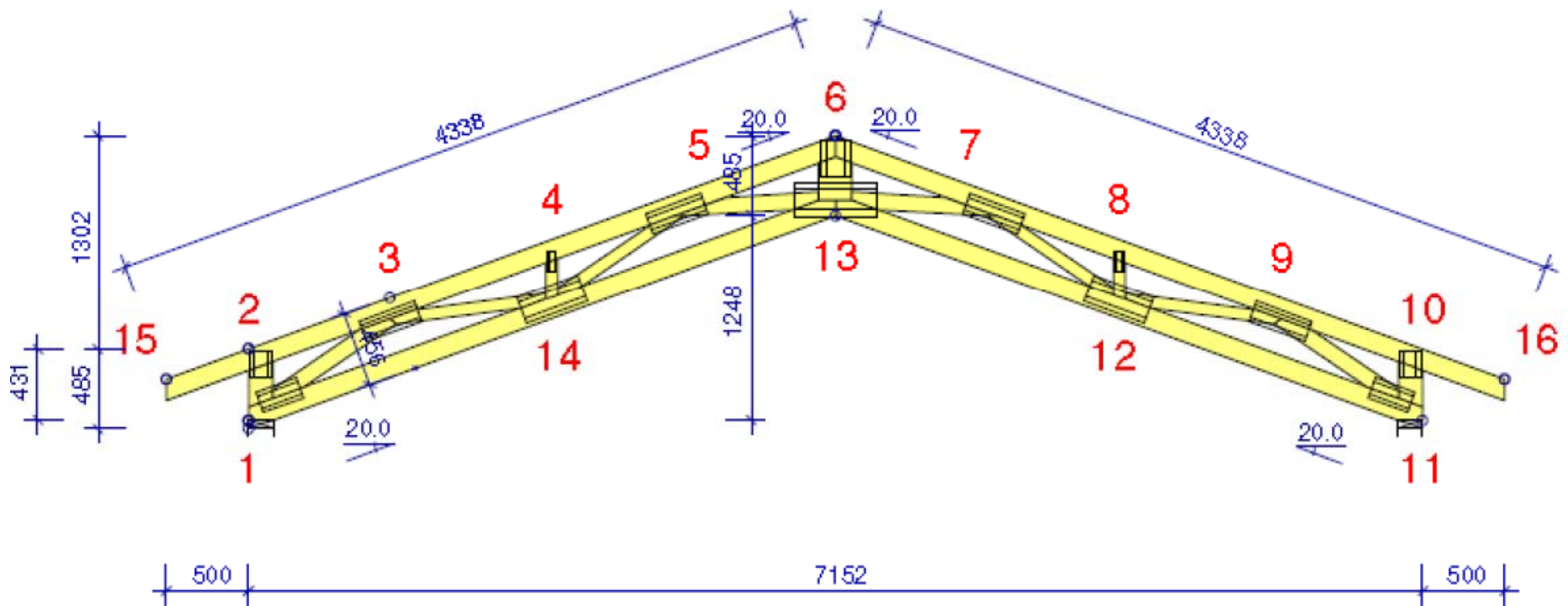
U-verdikrav for tak ved dokumentasjon av energitiltak er $0,13 \text{ W}/(\text{m}^2\text{k})$ i oppvarmede bygninger og $0,18 \text{ W}/(\text{m}^2\text{k})$ for fritidsboliger. For å oppfylle disse kravene må sperretak i utgangspunktet ha isolasjon på henholdsvis ca.

- **Spesialprodukt:**
 - **Kombinert undertak og vindsperre**
- **All lufting mellom taktekning og undertak**



Takstol av gitterbjelker ?

Kan disse leveres med ferdig isolasjon mellom stavnene??



Loftrumstakstoler



Skrå tretak med oppholdsrom på deler av loftet

Byggforskserien

Byggdetaljer

525.107

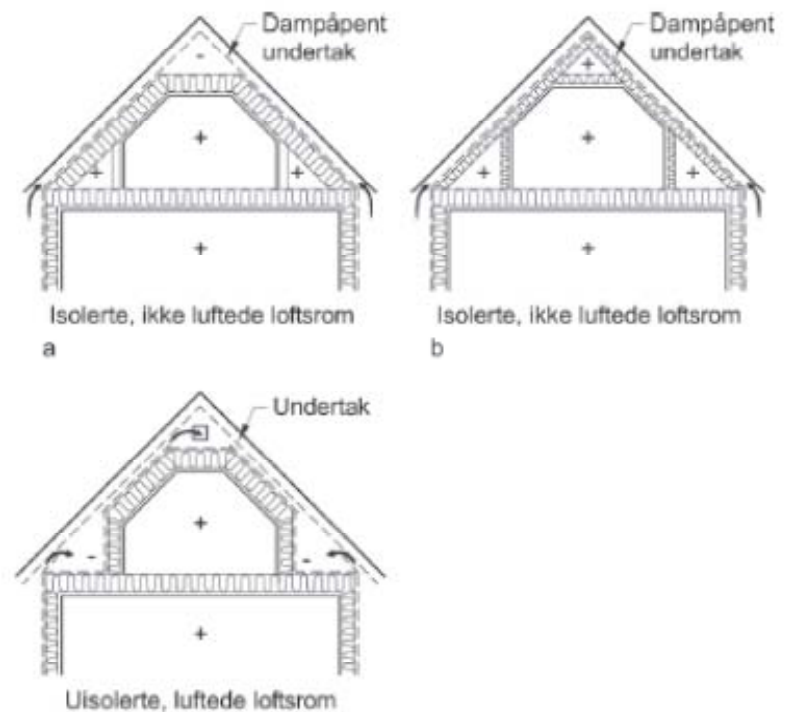
Sending 2 – 2005

0 Generelt

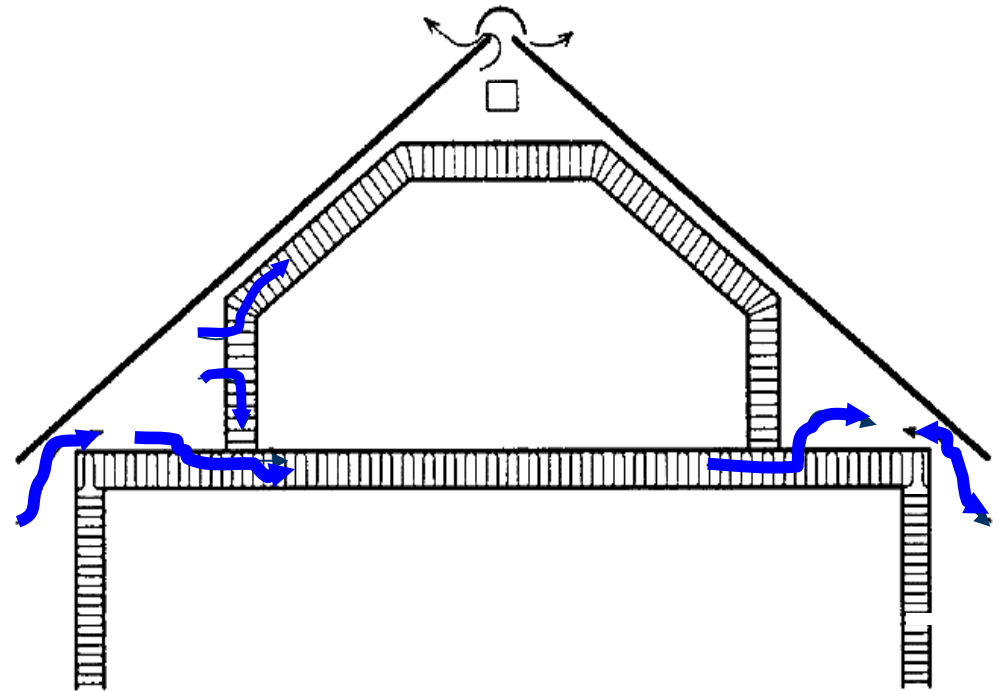
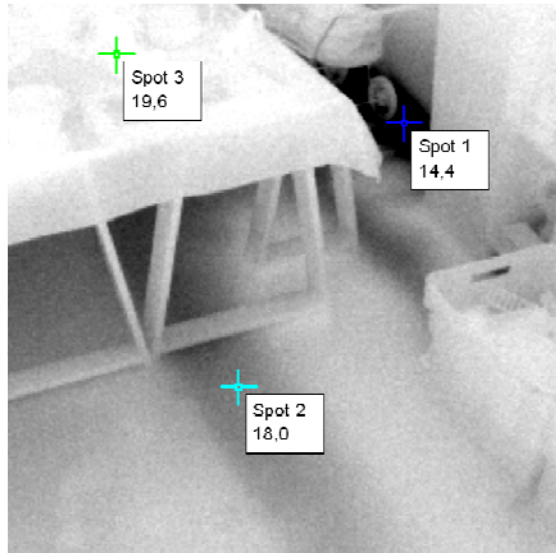
01 Innhold

Dette bladet beskriver konstruksjonsoppbygging og detaljer for skrå tretak med oppholdsrom i deler av loftet. Bladet viser to alternative løsninger for kne loft. Den ene løsningen omfatter isolerte, ikke luftede loftsrom med all lufting gjennom en luftespalte mellom taktekningen og undertaket, se fig. 01 a og b. Den andre løsningen er tradisjonelt uisolerte, luftede loftsrom med luftstrømning gjennom selve kne loftet, se fig. 01 c.

Løsningene gjelder spesielt for tak med bærekonstruksjon av prefabrikkerte loftrumstakstoler, det vil si A-takstoler, men også sperretak med ikke-bærende knevegger er omtalt. Bladet behandler luft- og dampetting, varmeisolering, vindetting, undertak og lufting. Bærekonstruksjon og tekning er omtalt i egne blad i Byggdetaljer gruppe 525 og 544.

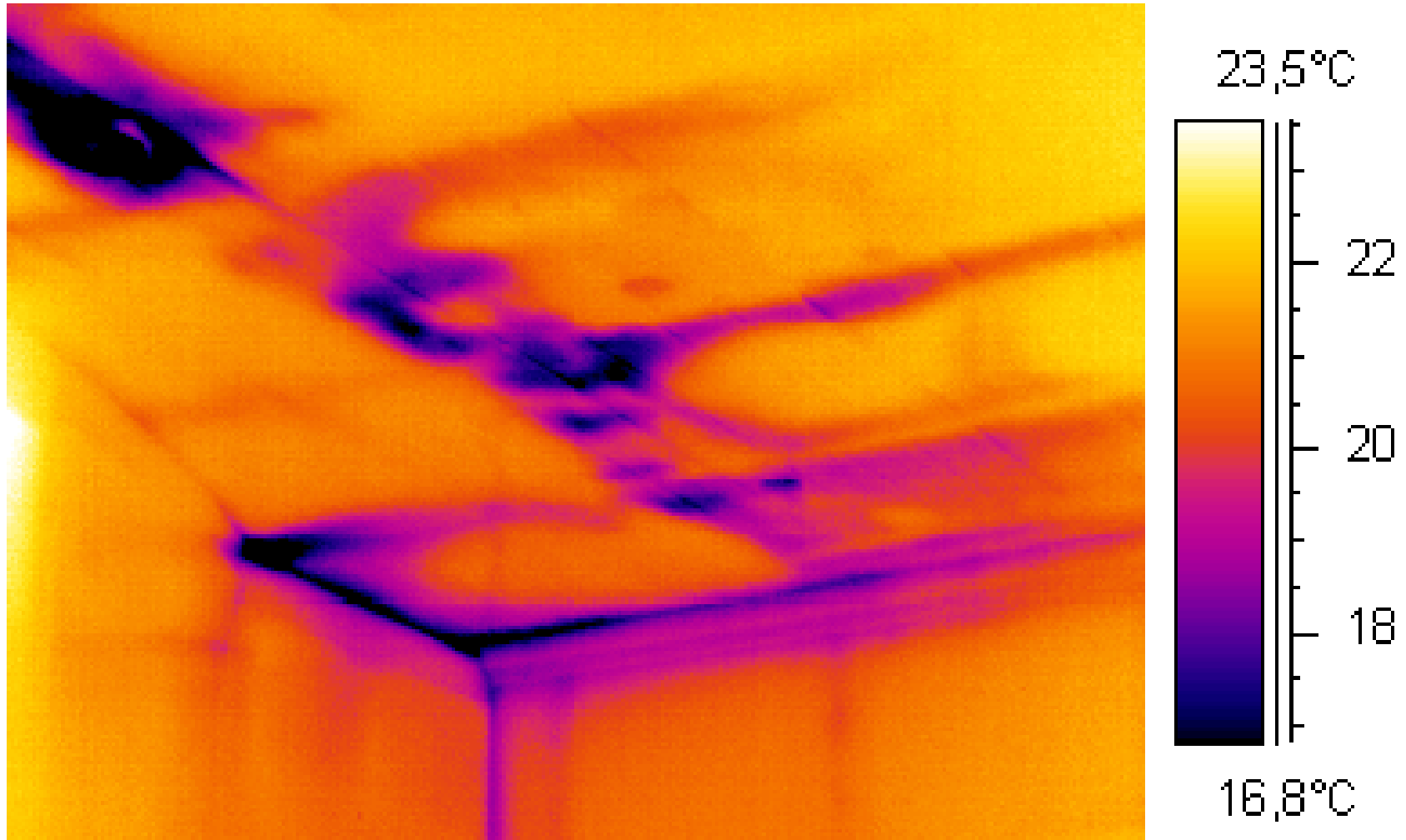


Nedkjølt mellombjelkelag fordi uteluft blåser gjennom isolasjonssjiktet fra lo- til le kneloft

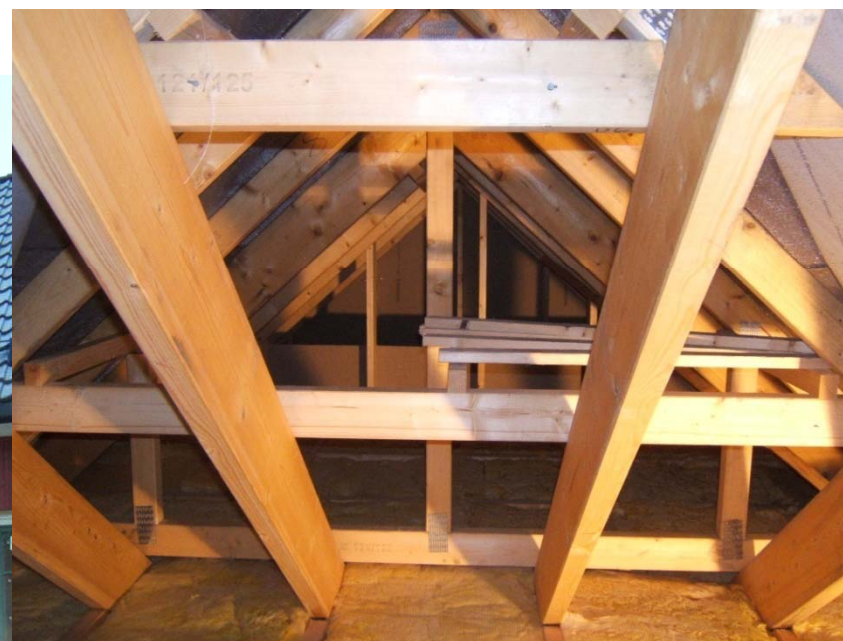


Himling under

kne-loft



Kalde loft og fukt

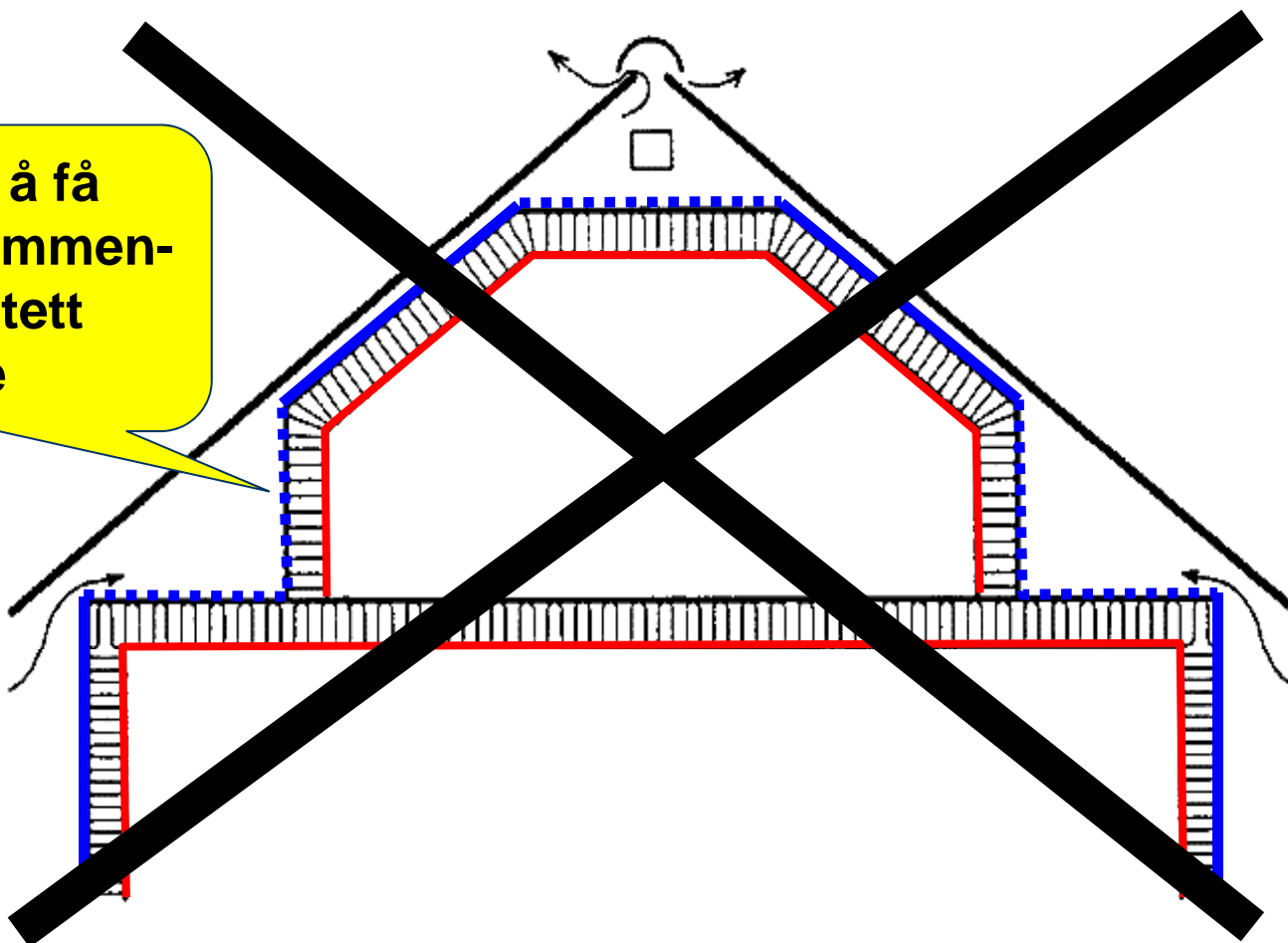


Kalde loft

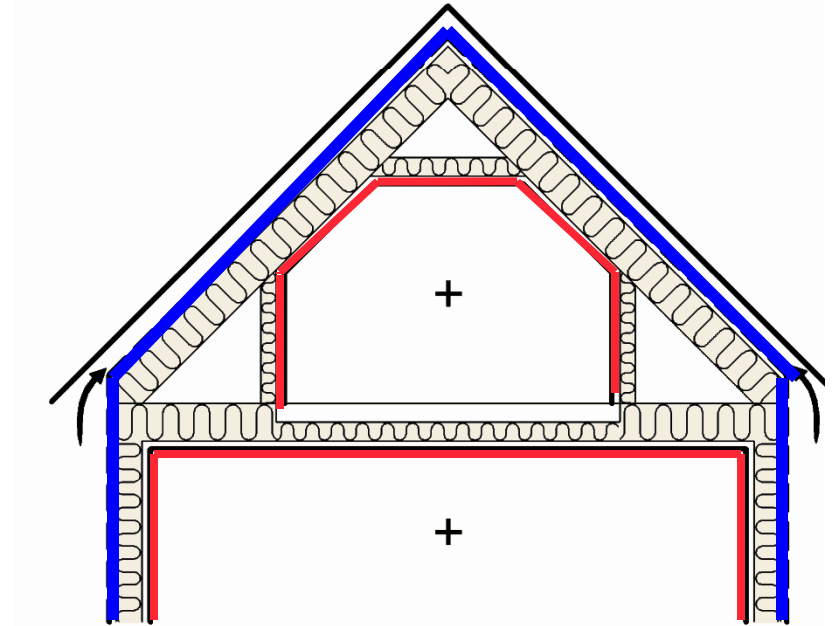
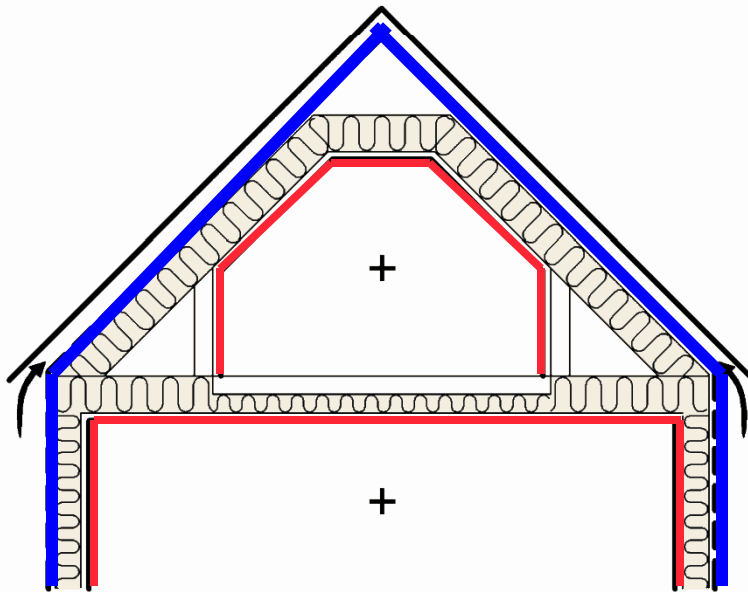


Loftrumstakstoler med luftede kalde loftsrom er "UT"

Ikke mulig å få
etablert sammen-
hengende tett
vindsperre



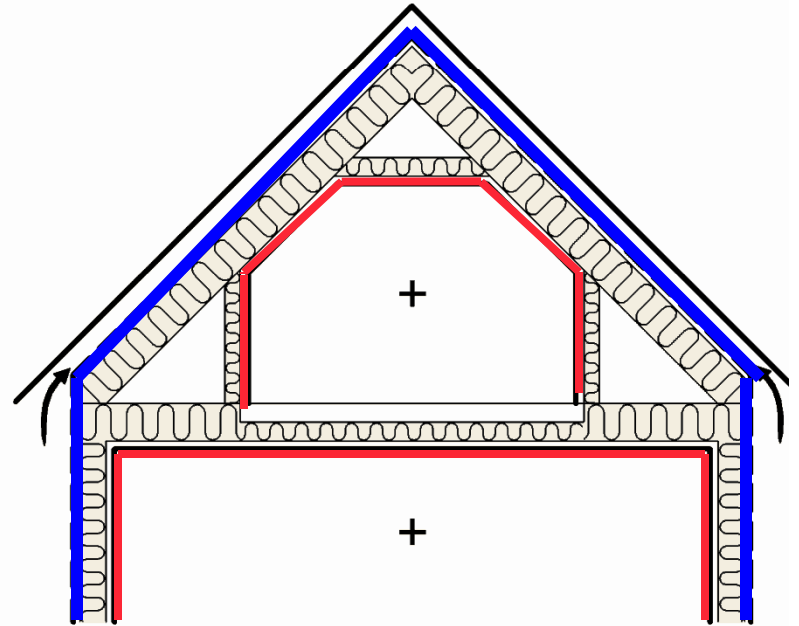
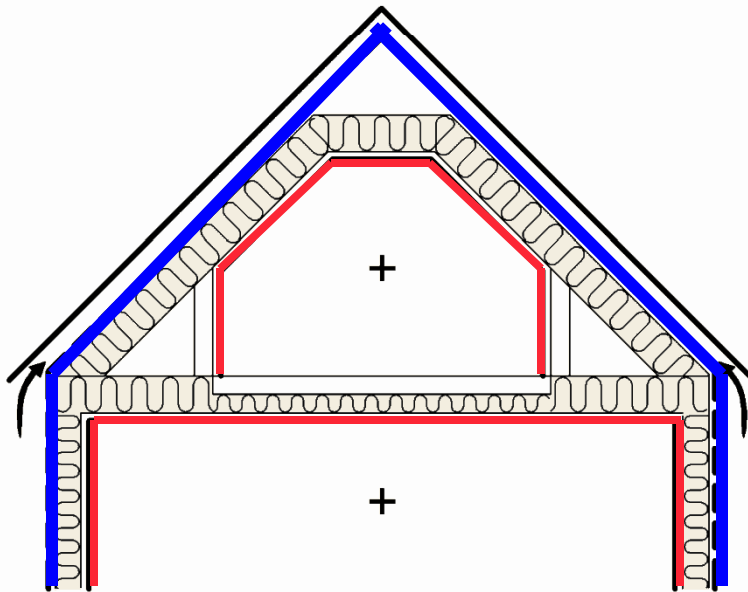
A-takstoler, sperresjikt og lufting





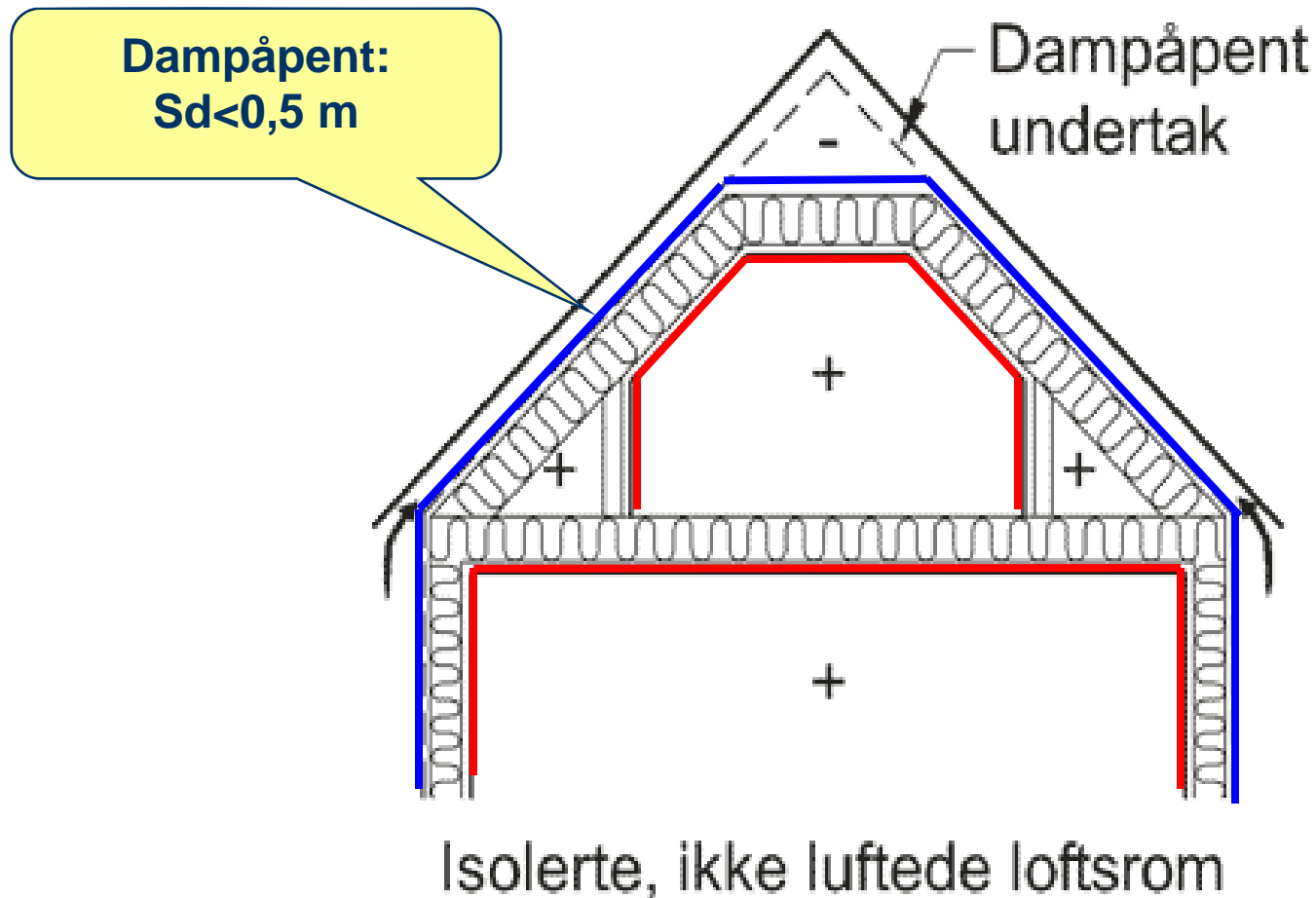


A-takstoler, sperresjikt og lufting



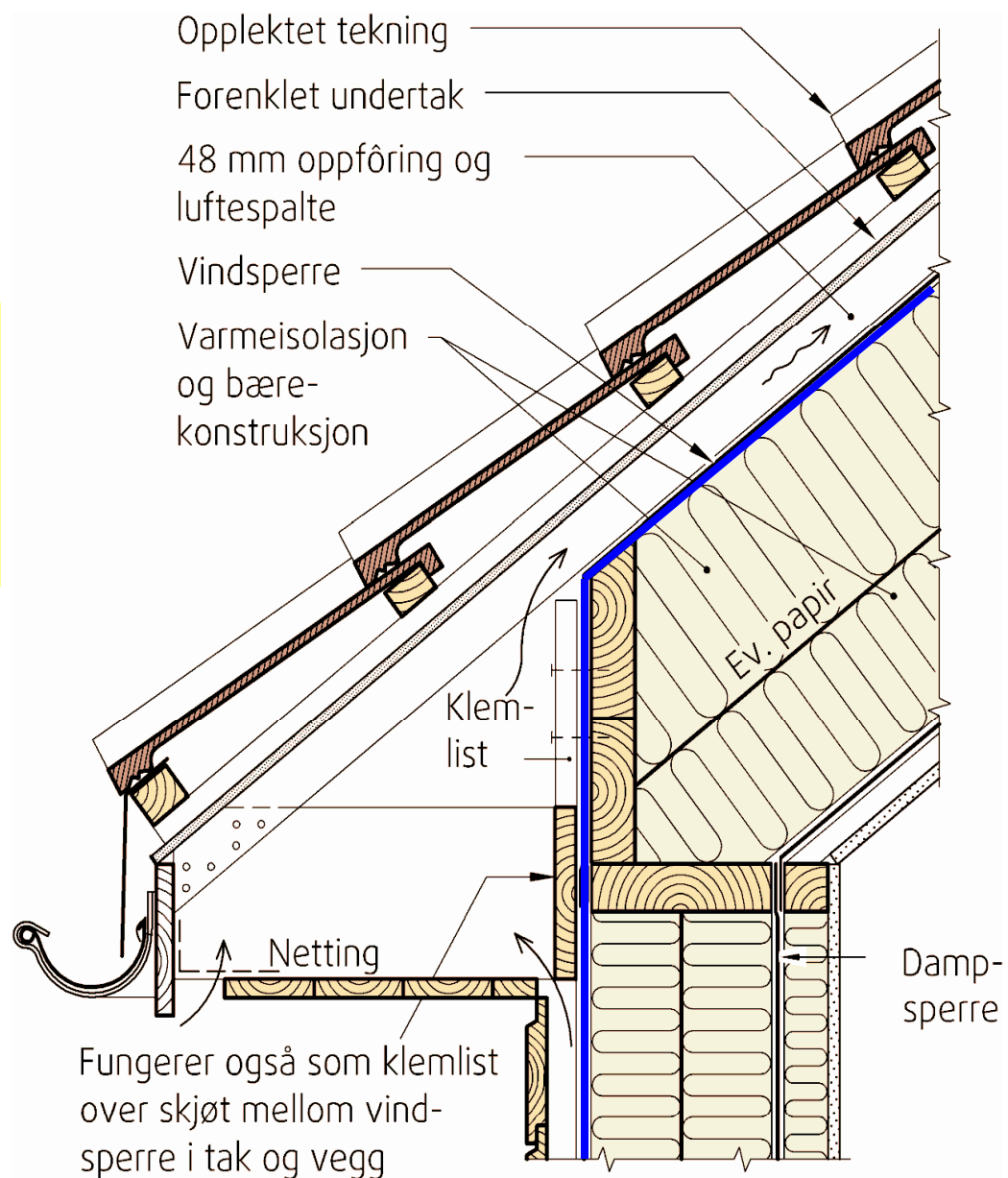
Kan være lurt å ventilere kalde loft den første vinteren.....

Lufting av "loft" via gavlventil??



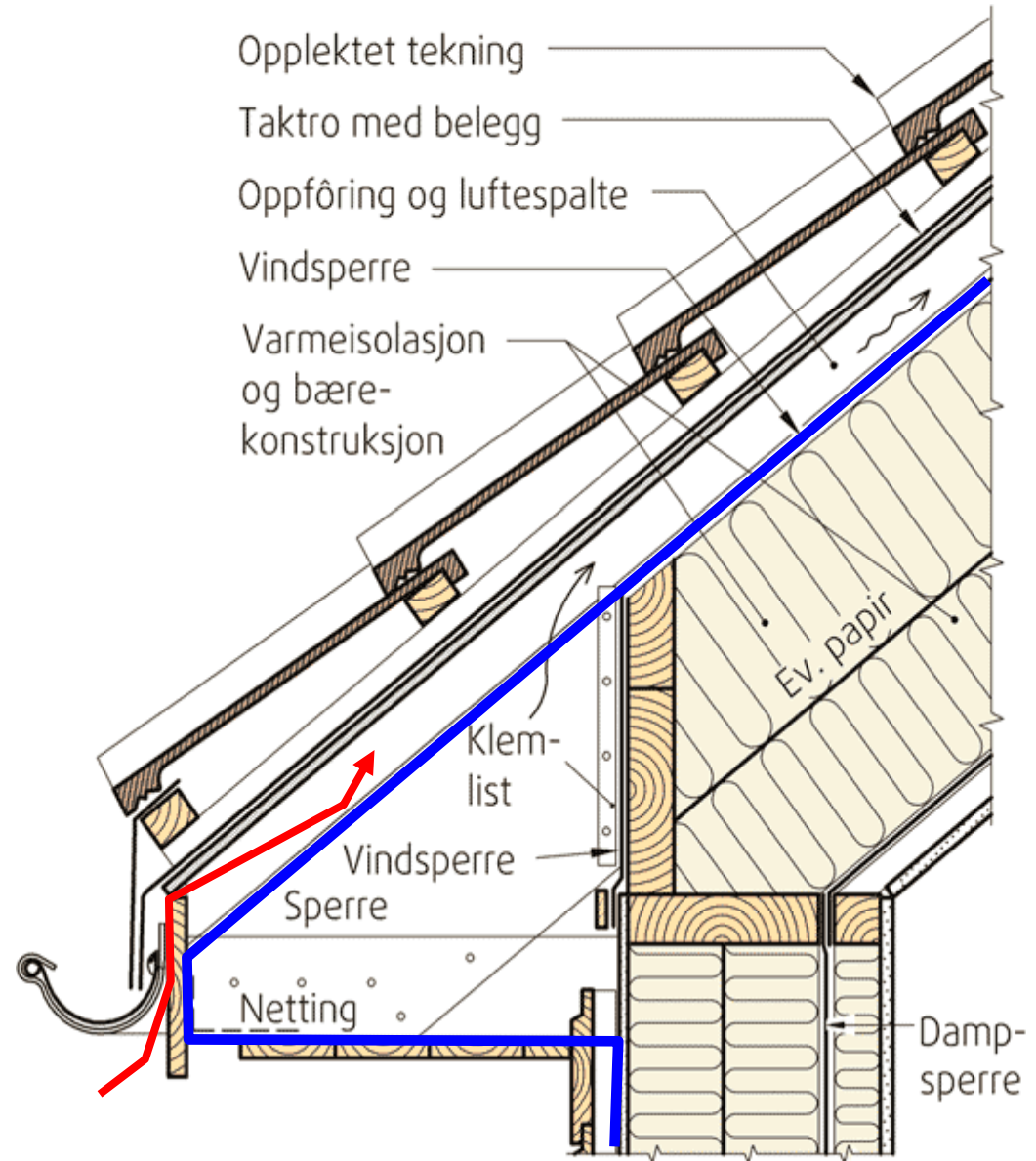
Raft

- **Sammenhengende vindsperre**
- **Løst takutstikk?**



Raft

- **Utstikkende sperrer**
- **Luftinntak bak renne**



Luftinntak ved raft

