

# TEF og TPF Fagdag

## Bjørvika torsdag 4. mars 2010

- Robuste kompakte tak med forbedret selvuttørkingsevne

Knut Noreng  
Sekretær for TPF  
Hjemmeside: [www.tpf-info.org](http://www.tpf-info.org)

# Robuste kompakte tak med forbedret selvuttørkingsevne

Fra feltundersøkelsen "Fukt i kompakte tak" og prosjektet "Selvuttørkingsmekanismer i kompakte tak" husker vi at det er to dominerende uttørkingsmekanismer:

## Diffusjon:

Transport av vanndamp gjennom materialer på grunn av en damptrykkforskjell

## Luftstrømmer:

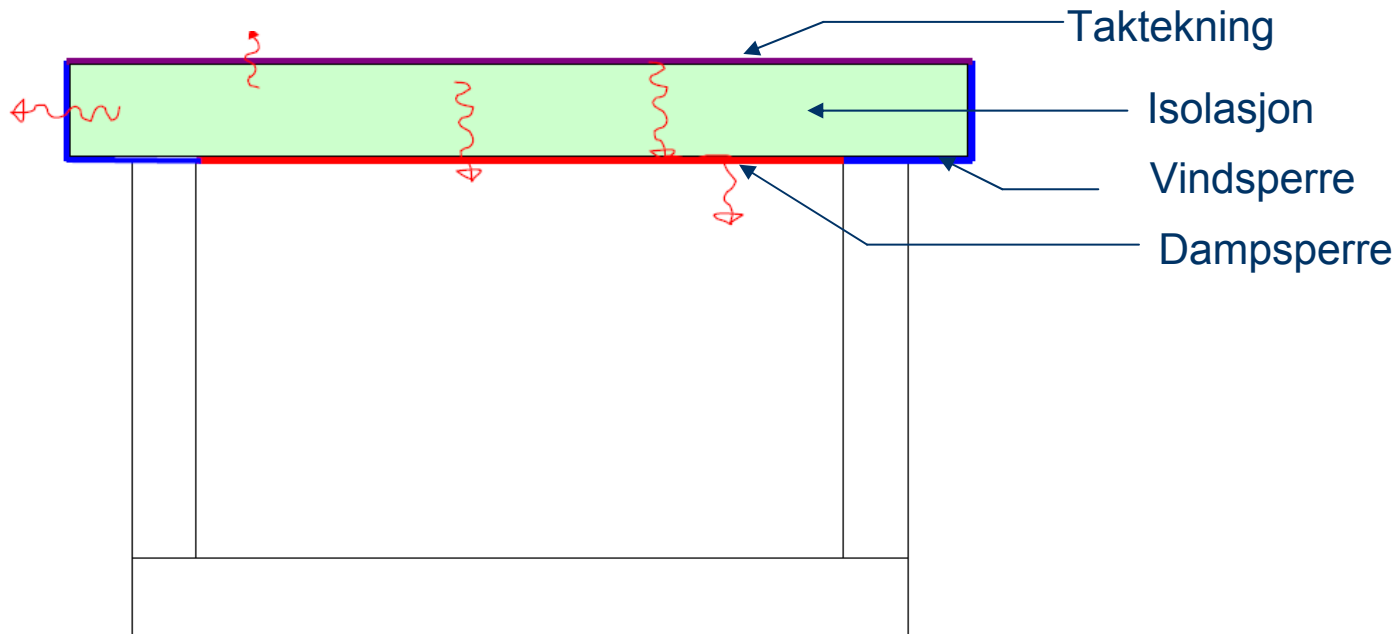
Gjennom taket pga utettheter og lufttrykkforskjell.  
Inne i taket pga temperaturforskjeller

# Diffusjon

Fukttransport av  
vanndamp  
gjennom  
materialer pga  
damptrykkforskjell

Uttørkingspotensialet ved diffusjon er lite:

Utover: Folie: ca 0,2-0,3 l/m<sup>2</sup> år  
Asfalt: ca 0,02-0,03 l/m<sup>2</sup> år  
Innover: PE-folie: ca 0,01-0,04 l/m<sup>2</sup> år  
Mot parapet: Vindsperre: ca 0,05 l/m<sup>2</sup> år

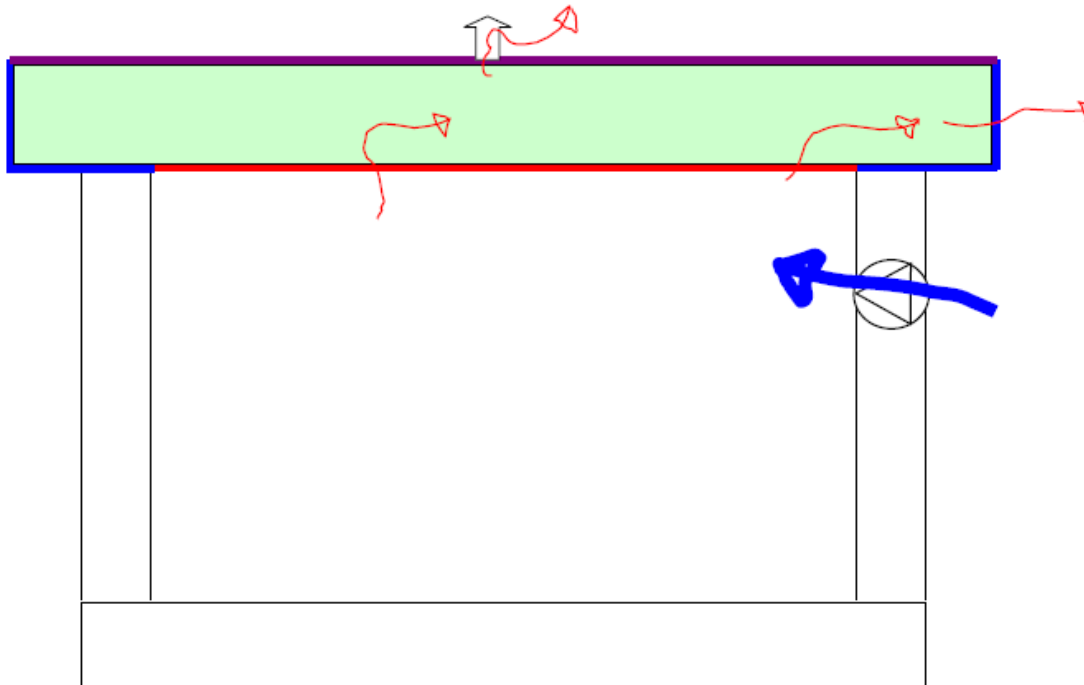


# Konveksjon - Gjennomstrømning, inne - ute

Risiko for oppfukning i vinterhalvåret og ved fukttilskudd større enn 1 g/m<sup>3</sup>

Fukttilskudd 1 g/m<sup>3</sup>: uttørking ca 0,7 l/m<sup>2</sup> år

Fukttilskudd 2 g/m<sup>3</sup>: oppfukning ca 0,5 l/m<sup>2</sup> år



Overtrykk inne under taket eller sug fra vind utvendig, samt utettheter gir luftstrømmer ut gjennom taket. Slike luftstrømmer gir normalt oppfukning av taket, men kan noen ganger bidra til uttørking.

# Gjennomstrømning, ute - ute

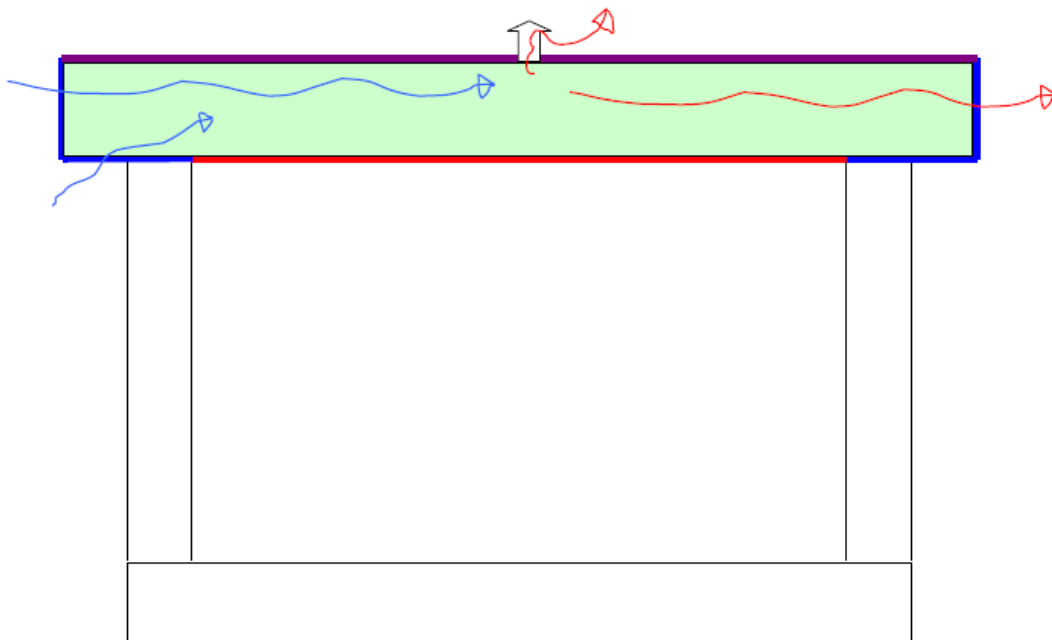
Uttøringspotensialet ved luftgjennomstrømning ute til ute er stort:

Med luftekanaler: ca 2-20 l/m<sup>2</sup> år

Uten luftekanaler: ca 0,1 l/m<sup>2</sup> år

Sol og varmt – god uttørking

Klar, kald natt – kondens og oppfukning

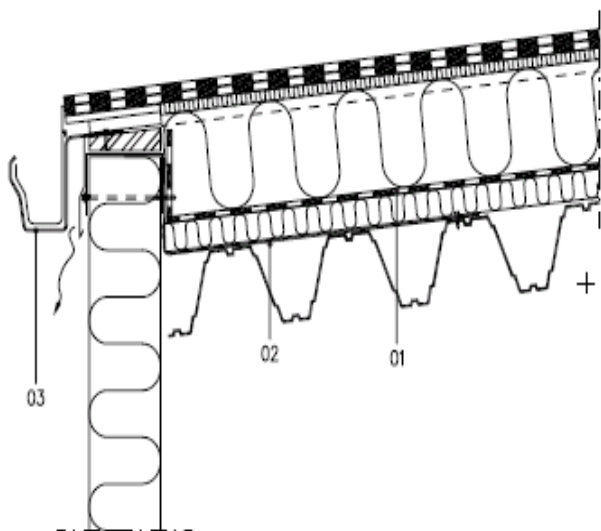


Med en helt tett dampsperre og så vidt litt luftåpne materialer eller naturlige utettheter på parapetene, kan en begrenset luftstrøm gjennom taket bidra effektivt til uttørking.

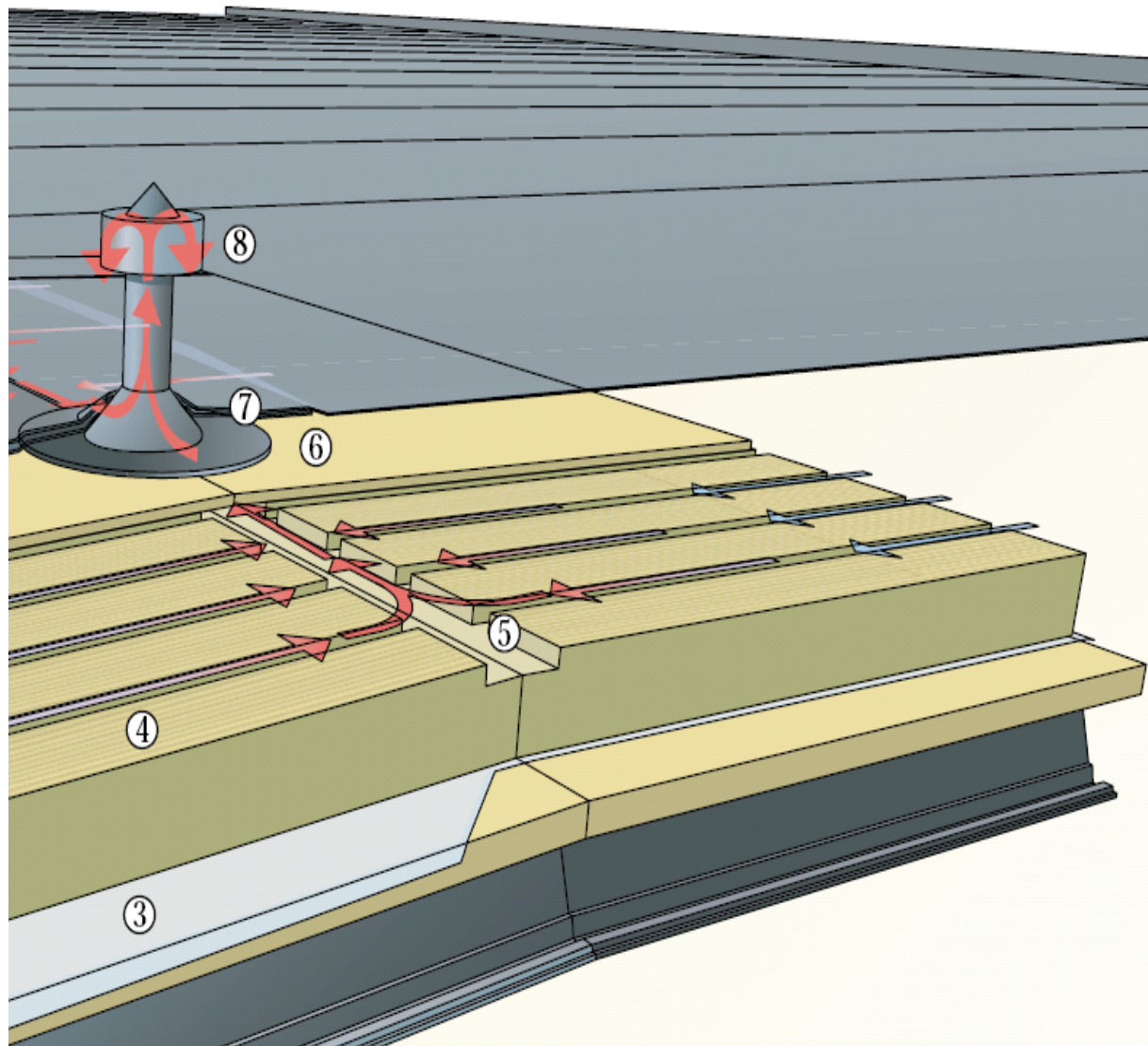
# Fukt i kompakte tak – mekanismer for sjøluttørking

## GJENNOMSTRØMNING AV UTELUFT

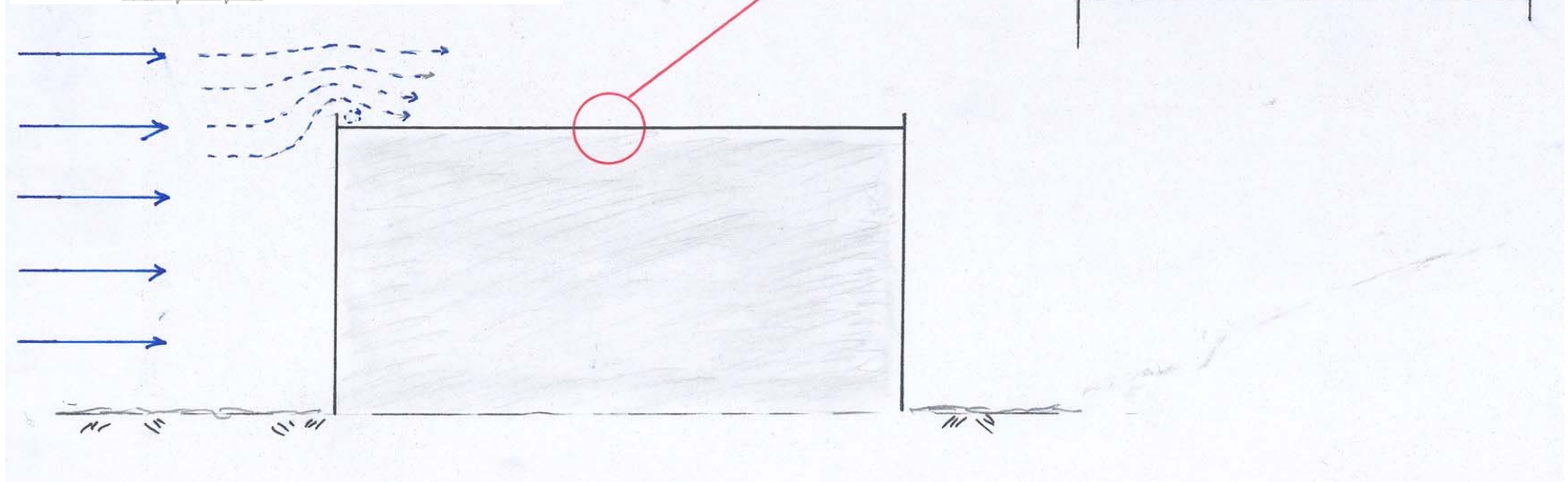
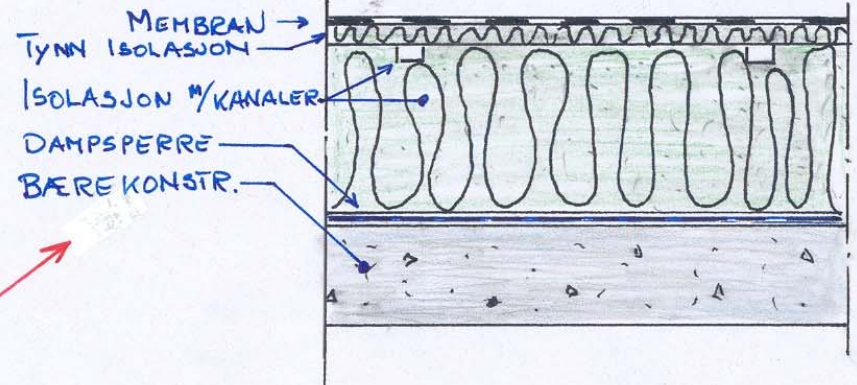
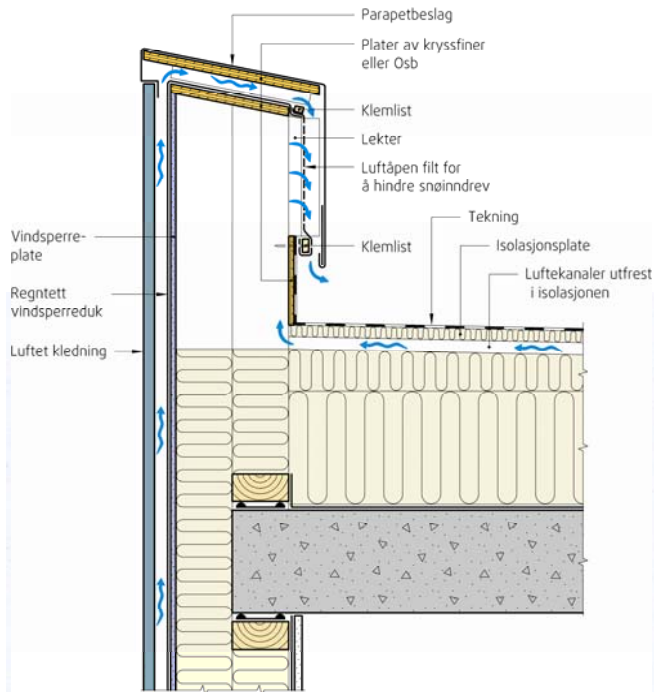
Løsning fra Paroc har vært benyttet i Finland en tid.



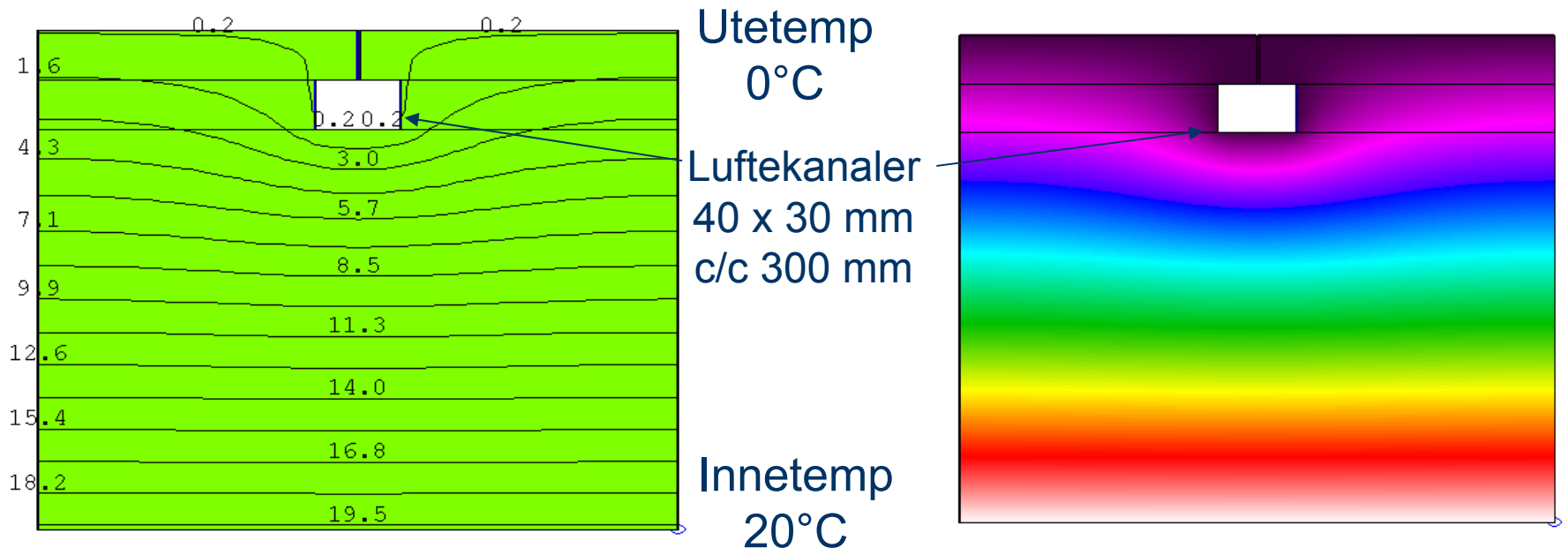
I Norge anbefales ikke utvendig nedløp. Vi bygger med parapet og fall mot innvendig nedløp.



# Robuste kompakte tak



# Beregnet temperaturfordeling i 300mm takisolering med luftkanaler

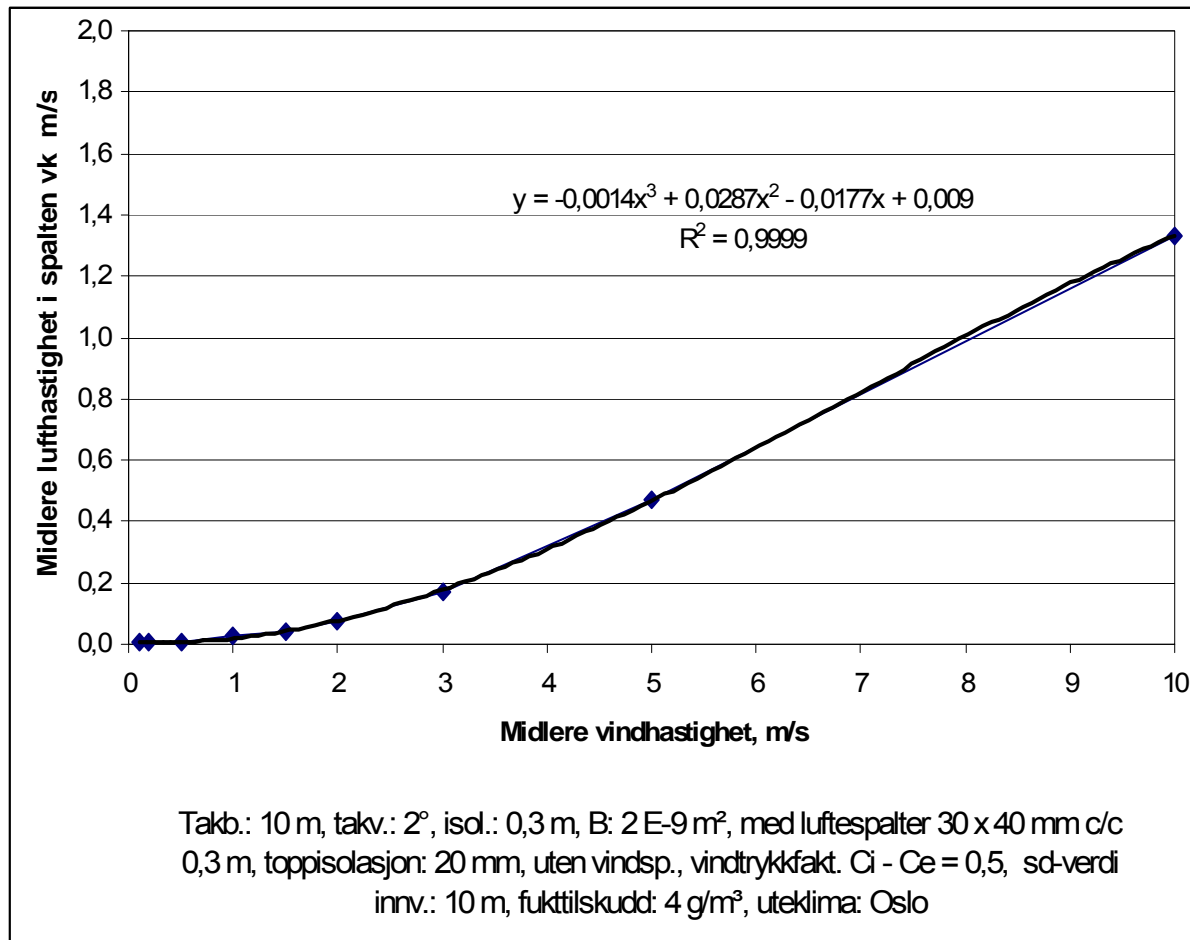


- A)** Isotermene viser temperaturfordeling i 300 mm takisolasjon med luftkanaler. Isotermene er linjer hvor temperaturen er den samme, og viser noe nedsatt temperatur nær kanalen. Tilfellet er et "worst case" hvor det er forutsatt utetemperatur, 0 °C, i kanalen, noe som bare kan skje ved svært store vindhastigheter. I praksis vil middeltemperaturen i kanalen være høyere. Beregnet absolutt øvre grense for ekstra varmetap er i dette tilfellet ca 10 % sammenlignet med et tak uten kanaler.
- B)** Samme tilfellet som over, men i stedet for isotermer vises temperaturfordelingen her med farger.

# Midlere vindhastigheter noen steder i Norge

Sted	Gjennomsnitt over året	Gjennomsnitt i fyringssesongen
Karasjokk	0,5 m/s	0,5 m/s
Tromsø	2,9 m/s	2,8 m/s
Trondheim	2,5 m/s	2,6 m/s
Røros	1,7 m/s	1,9 m/s
Kristiansund	5,1 m/s	4,9 m/s
Bergen	3,2 m/s	3,2 m/s
Lillehammer	1,6 m/s	1,7 m/s
Oslo	2,0 m/s	2,2 m/s
Kristiansand	3,9 m/s	4,0 m/s

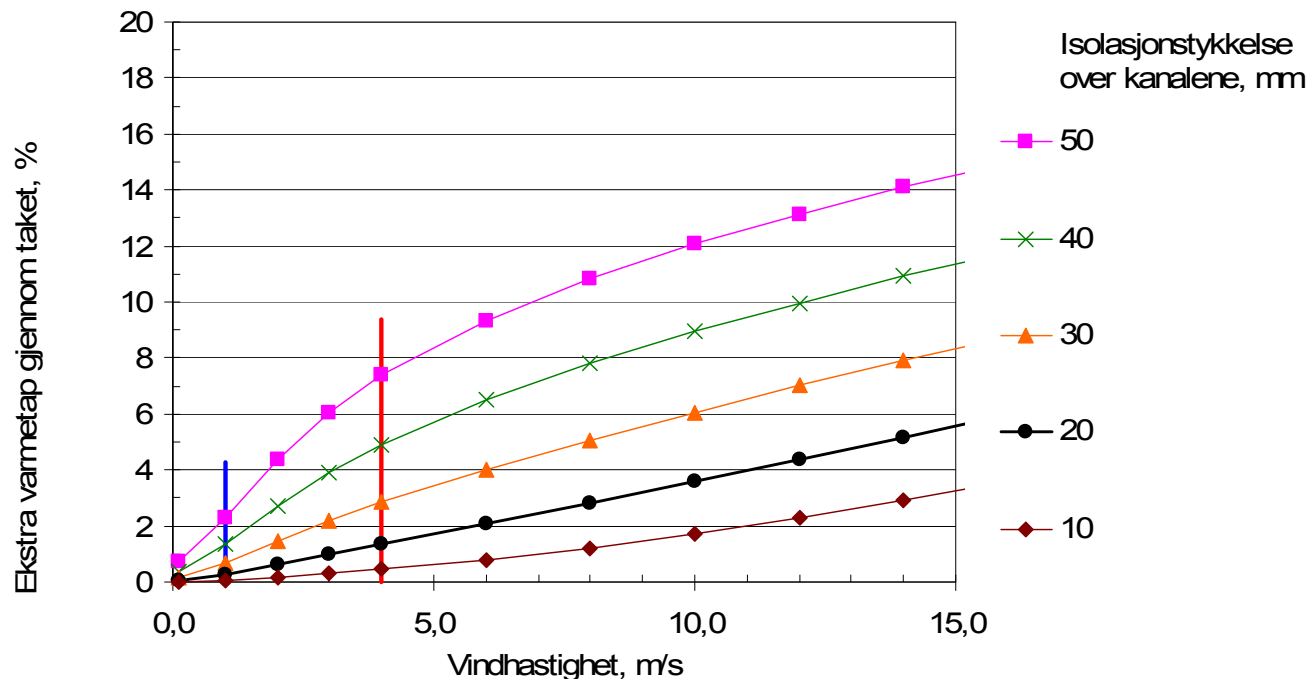
# Sammenheng mellom vindhastighet og strømningshastighet i luftekanalene



Beauforts skala:

- Stille til svak vind 0 - 3 m/s
- Bris 3 - 11 m/s
- Kuling 11 - 21 m/s
- Storm 21 - 32 m/s
- Orkan 32 m/s →

# Forventet varmetap pga gjennomstrømningen i kanalene

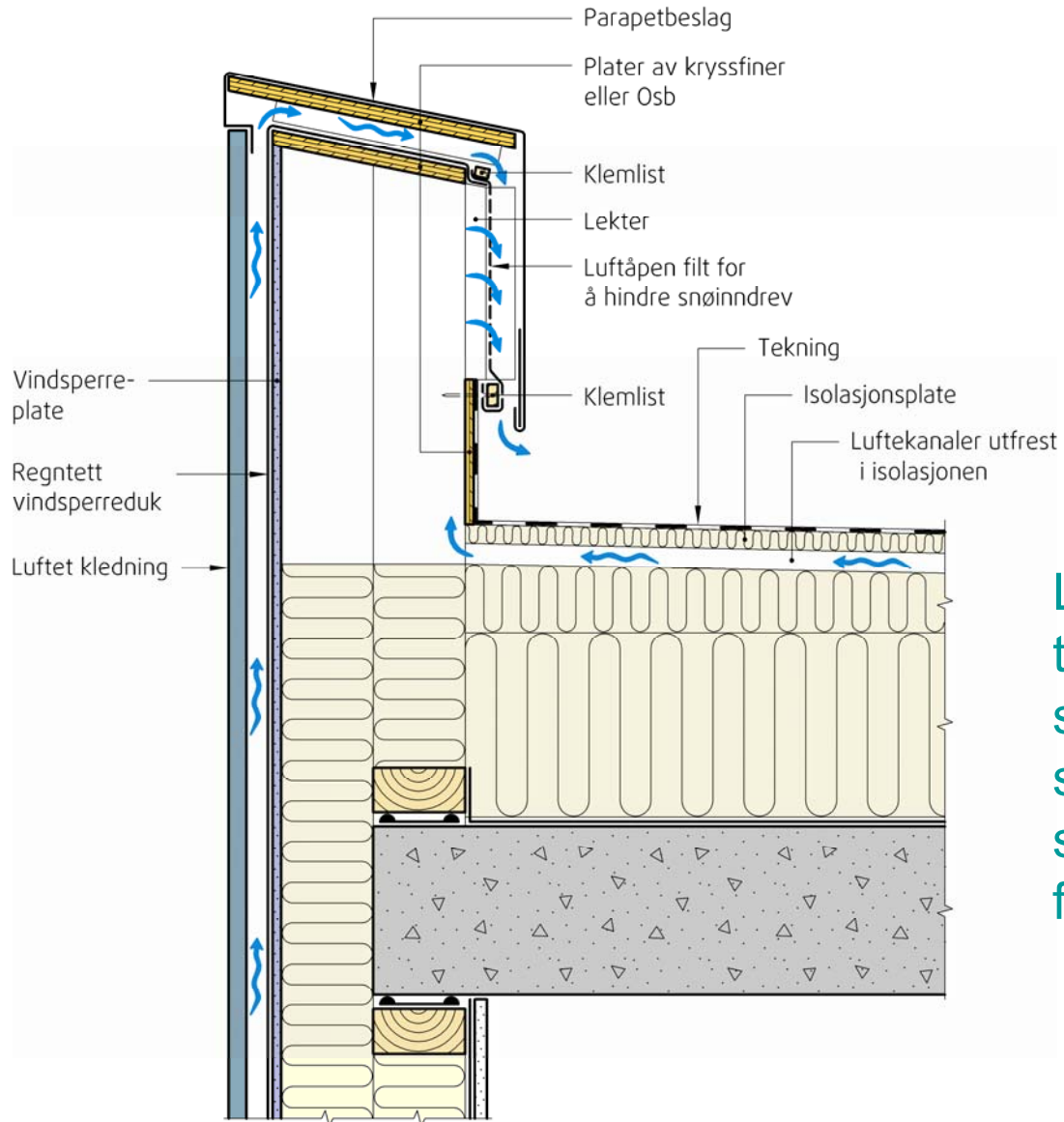


Takbredde: 10 m, takv.: 2°, isol.: 0,3 m, med luftkanaler 30 x 40 mm c/c 0,3 m, toppisolasjon: variert, vindtrykkfakt.:  $C_i - C_e = 0,5$ , utetemperatur: -4 °C

- De fleste steder i Norge er midlere vindhastighet mellom 1 og 4 m/s i fyringssesongen.
- I diagrammet er dette området markert med en vertikal blå strek, (1 m/s) og en vertikal rød strek (4 m/s). I følge diagrammet er beregnet ekstra varmetap gjennom taket som følge av luftkanalene mindre enn 3 % de fleste steder når isolasjonssjiktet over kanalene er 30 mm eller lavere.

# God selvuttørrking vs lavt varmetap

- Jo større luftekanalene er og jo mindre avstanden mellom dem er, jo større blir selvuttørrkingen, - men det blir også varmetapet
- Byggforsk sin anbefaling er:
  - Kanaldybde: 20 – 30 mm
  - Kanalbredde: 30 – 50 mm
  - Senteravstand: 300 – 500 mm
- Med den geometri som er valgt i beregningseksemplene, dybde x bredde = 30 x 40 mm, og senteravstand 300mm, er selvuttørrkingen ca 50% av det man får i et luftet isolert skråtak (gitt dampåpent undertak med  $S_d = 0,5m$ )



## Anbefalt løsning med LUFTEÅPNINGER I SUGSONEN PÅ PARAPETENE

Lufting via siden mot takflaten på parapeten – sugstiden – og med god skjerming mot regn- og snøinndrev, bla ved bruk av filt i luftåpningen.

# Branntekniske forhold

TEK sier i § 7-24 pkt 1 og 2:

- Byggverk skal bygges og utstyres slik at sannsynligheten for at brann skal oppstå reduseres til et akseptabelt nivå, og slik at faren for spredning av brann og røyk kan reduseres tilsvarende. ...
- Det skal velges materialer og overflater som ikke gir uakseptable bidrag til brannutviklingen. Det legges vekt på tid til overtenning, varmeavgivelse, røyk og giftige gasser.

## Vurdering

- Ved at luftekanaler og luftgjennomstrømning introduseres er det en reell mulighet for at oksygentilførselen er stor nok til at faren for spredning av brann og røyk ikke er redusert til et akseptabelt nivå, og dermed at bygningsdelen ikke oppfyller den forutsatte branntekniske funksjon.
- Brennbar isolasjon anbefales derfor ikke brukt i slike tak