Fuktrobuste tretak

Norsk bygningsfysikkdag 2016

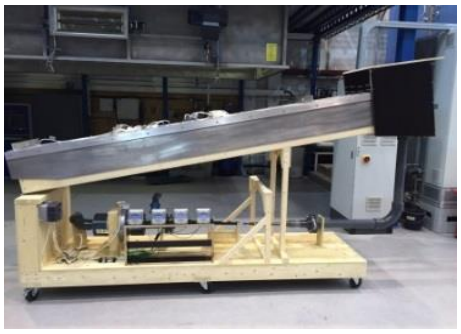
Espen Hansen
Sivilingeniør
Avdeling for Bygningsfysikk
Norconsult AS

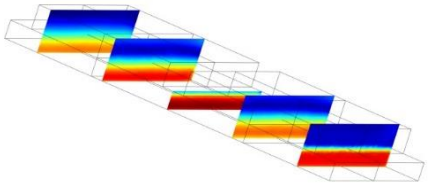
Norconsult

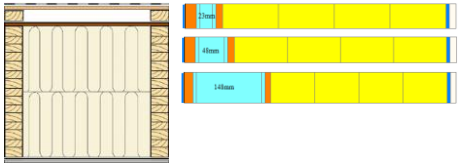
Bakgrunn

- Prosjekt- og masteroppgave ved NTNU 2015/2016
- Klima 2050, del 1.4

- Måling av luftstrømning i luftespalter på en testmodell
- Numeriske beregninger i COMSOL
- Feltmålinger fra taket i ZEB Test Cell Laboratory
- Parameterstudier i WUFI







Norconsult

Luftespalter i tretak - funksjon

- Ventilere bort eventuell fukt fra takkonstruksjonen og dermed hindre uheldig fuktforhold i luftespalten og takkonstruksjonen
- Ventilere bort varmetilskudd under perioder med sol, og ventilere bort varmetilskudd gitt av takets varmetap, med hensikt å forebygge snøsmelting og uheldig isdannelse ved takfoten

- *Bidra til å forebygge en reduksjon i bygningsintegrerte solcellers virkningsgrad i størst mulig grad*

Norconsult

Utforming av luftespalter

Faktorer av betydning for fukt- og temperaturforhold i en luftespalte:

- Isolasjonstykkelse
- Lufthastighet
- Luftespaltens høyde
- Trykktap over enkeltelementer i spalten
- Takhelning
- Taktekking
- Takets lengde
- Uteklima (RF, temperatur og vind)

Norconsult

Lufthastighet i luftespalten

- WUFI muliggjør både transient og stasjonær betraktning av lufthastighet i en luftespalte
- I studiene er lufthastigheten lagt inn konstant, ment å representere årsgjennomsnittlig lufthastighet i luftespalten
- Relevant spørsmål: *fører økt luftskifte i luftespalten til bedre fuktforhold? er det alltid fordelaktig med stor spalte/spalteåpning?*

Årsgjennomsnittlig fordeling mellom varme- og fukttransport i en luftespalte, gitt som tilskudd og ventilert mengde ved økt lufthastighet/luftskifte

Luftskifte (h^{-1})	Fukttransport		Varmetransport	
	Ventilert (g/m^2h)	Tilskudd (g/m^2h)	Ventilert (W/m^2h)	Tilskudd (W/m^2h)
n = 25	-1,03	0,69	-0,73	0,34
n = 50	-1,64	1,16	-1,41	0,65
n = 100	-2,41	1,79	-2,61	1,20
n = 200	-3,20	2,45	-4,59	2,08

http://www.wufi.no/workshop-08/SourcesAndSinks.pdf

https://www.wufi-forum.com/viewtopic.php?t=25

Trykktap over en luftespalte i et skrått tretak

- Drivkraft for luftstrømning i luftespalter er trykkforskjell mellom raft og møne

Trykktap over en luftespalte i et tretak kan beskrives slik:

$$\Delta P_{driv} > \Delta P_{tap}$$

$$\Delta P_{tap} = \Delta P_{friksjon} + \sum \Delta P_{enkeltmotstand}$$

$$\Delta P_{tap} = \Delta P_{friksjon} + \sum \Delta P_{lekter} + \Delta P_{møne} + \Delta P_{raft}$$

$$\Delta P_{lekt} = \xi \cdot \frac{\rho \cdot u_m^2}{2}$$

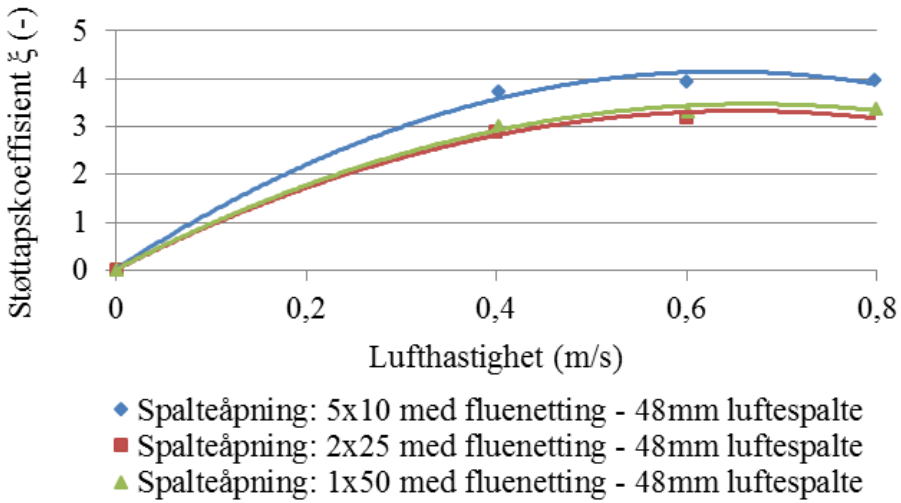
Støttapskoeffisient [-]

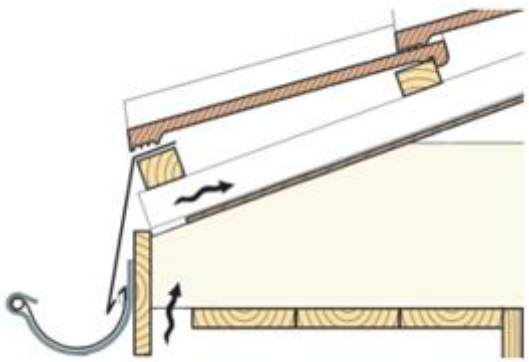
Norconsult

Hovedfunn relatert til trykktap over luftespalten

- Bruk av justerte steinlekter medfører i snitt en reduksjon på 35 %.
- Valget om å øke spaltehøyden fremfor steinlektenes høyde er gunstig med tanke på støttapskoeffisientens størrelsesorden.
- Tradisjonell raftekasse med spalteåpninger i underkant av raftet medfører et betydelig mindre trykktap over raft, sammenlignet med et raft med lufting bak takrenna.

Støttapskoeffisient for en raftekasse med spalteåpninger i underkant av raftet

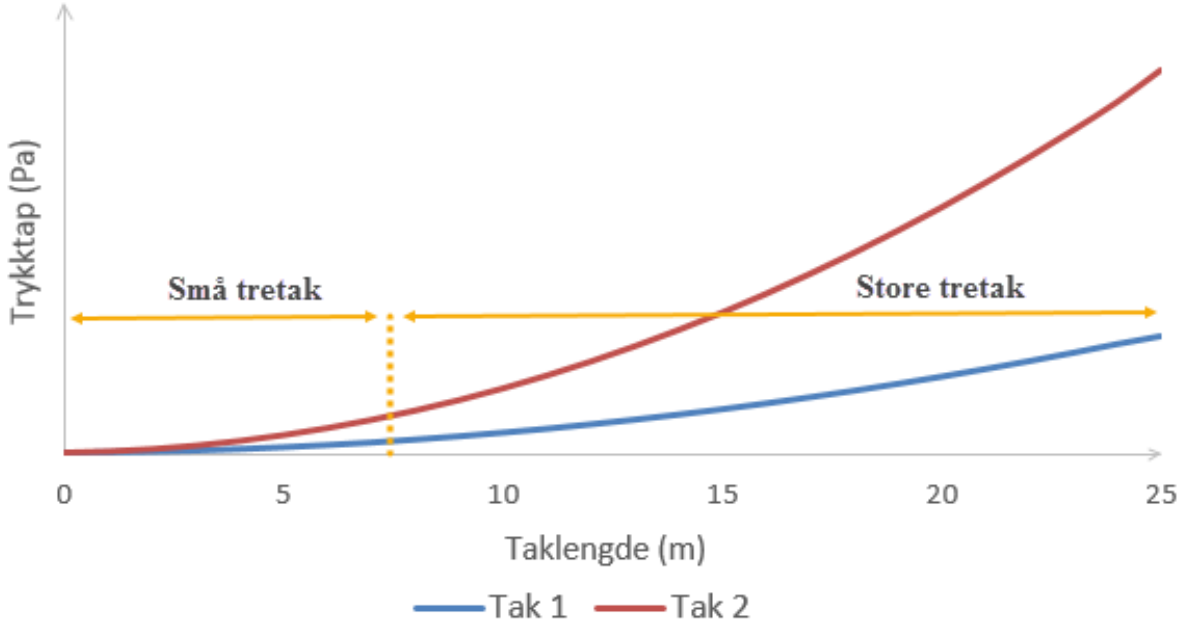




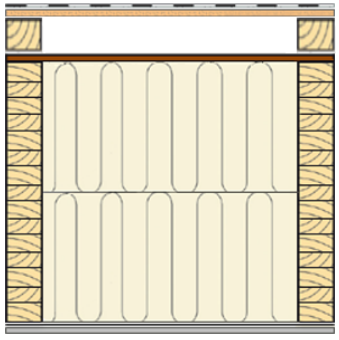
Norconsult

Taklengdens innvirkning

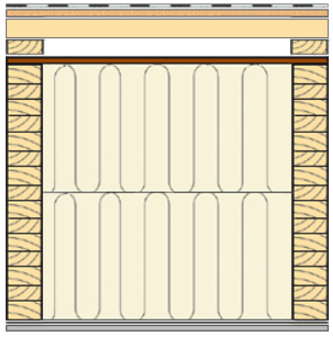
Eksempel – trykktap som funksjon av taklengde for ett skrått tretak med og uten krysslufting



Tak 1



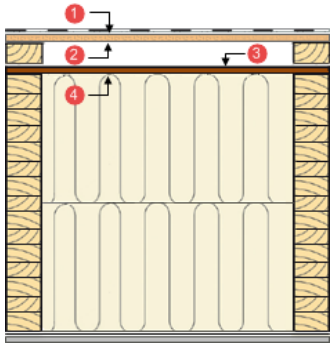
Tak 2



Norconsult

Resultater - WUFI

- Parametere som er studert:
  - Isolasjonstykkelse
  - Spaltehøyde
  - Lufthastighet
  - Takhelning



- Resultatene viser at:
  - Underkjølingen reduseres ved økt lufthastighet i luftespalten, samt ved økt spaltehøyde
  - Temperaturamplituden for taktroas underside reduseres ved økt lufthastighet og spaltehøyde
  - Økt lufthastighet i luftespalten medfører en økning i årsgjennomsnittlig RF i spalten
  - Økt takhelning medfører en reduksjon i underkjølingens størrelse
  - Økt isolasjonstykkelse medfører en økning i årsgjennomsnittlig RF i spalten

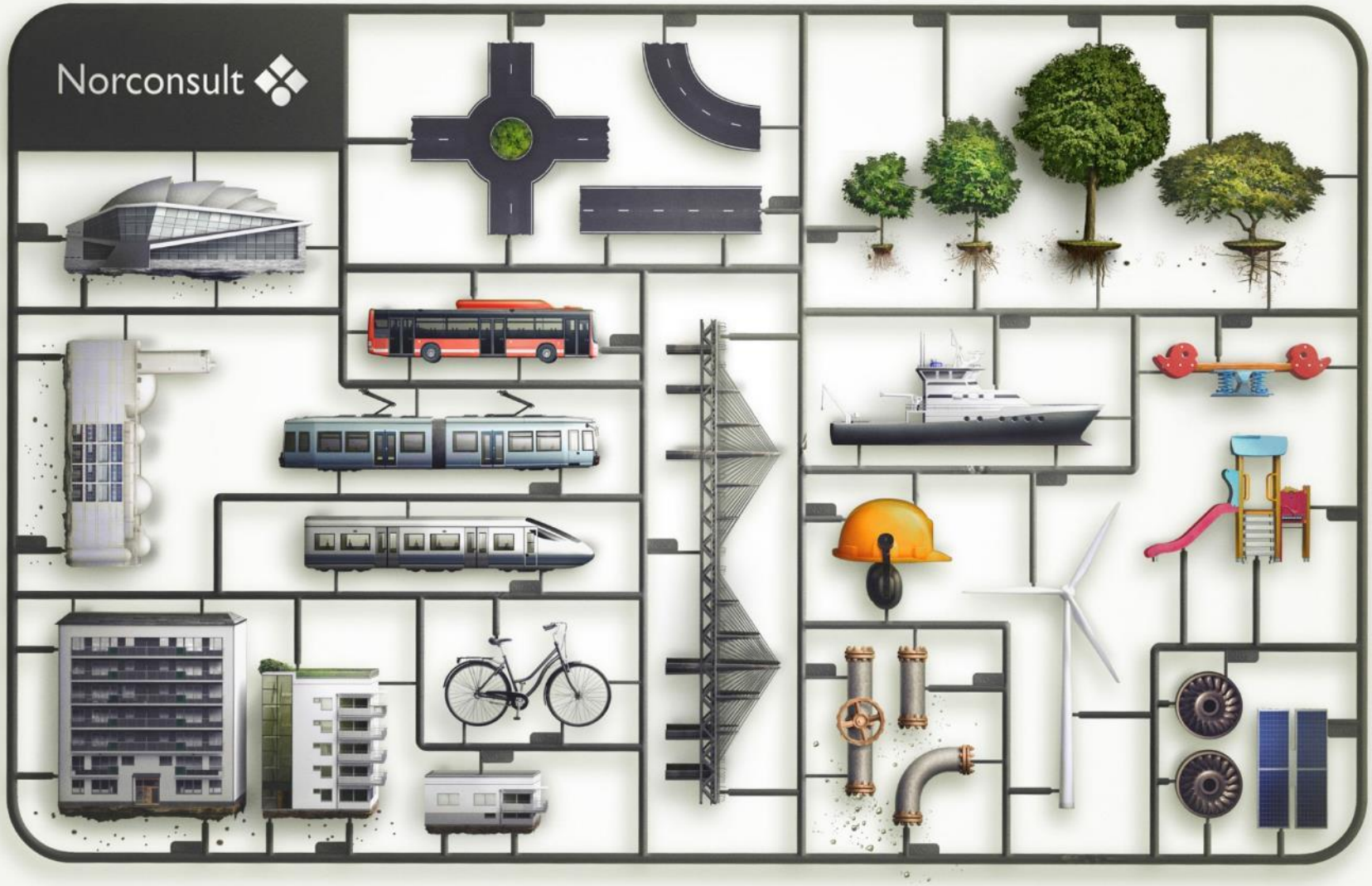
Norconsult

Oppsummering

- Utfordrende å konkretisere og nyansere retningslinjene i alt for stor grad utover dagens generelle anbefalinger, uten videre forskning.
- Behovet for høyden på luftspalten vil variere ut fra utformingen av taket (valg av raft, møne og steinlekter), plassering av bygget.
- Stor spaltehøyde medfører økt fuktbelastning for materialene i luftespalta.

Dersom vi forutsetter Oslo klima, lik midlere lufthastighet i luftespalten og generell lik oppbygning, ser den årsgjennomsnittlige situasjonen slik ut:

Spaltehøyde	T (℃)	RF (%)	Ventilasjonsevne Varme (W/m²h)	Ventilasjonsevne Fukt (g/m²h)	Underkjøling (℃)	RF ≥ 80 % når T ≥ 0˚ (timer)
23 mm	12,5	66,3	-0,6	-1,6	-1,8	1523
48mm	12,3	67,6	-1,1	-2,4	-1,7	+ 24%
75 mm	12,1	68,4	-1,7	-3,0	-1,6	+ 36 %
98 mm	12,0	68,8	-2,0	-3,2	-1,5	+ 40 %
148 mm	11,7	69,5	-2,5	-3,7	-1,4	+ 50 %



Takk for oppmerksomheten