

## Õhu- ja tuuletihe ning energiasäästlik ehitamine 2017

Teooria. Probleemid. Lahendused.

Teiprol OÜ  
tehniline konsultant  
Margus Laats  
GSM 50 11 324 | m.laats@teiprol.ee

## Katuse aluskatted ... 1 (14)

- Hingavad ja mittehingavad aluskatted
- Aluskatete funktsioonid

## Katuse aluskatted ... 2 (14)

- Millest on tehtud diffuussed aluskatted?
- Kuidas diffuussed aluskatted toimivad?

## Katuse aluskatted ... 3 (14)

### Difuussed membraanid – millest nad koosnevad?

Difuusete membraanide valmistamiseks on neli erinevat tehnoloogiat.

Kõige suurema osa difuusete ehituskilede turust moodustavad nn mikropoorsed membraanid, mis on valmistatud kolme erineva tehnoloogiaga.

Need on 2-4 kihilised tooted, millest kõige levinumad variandid on 3 kihilised.



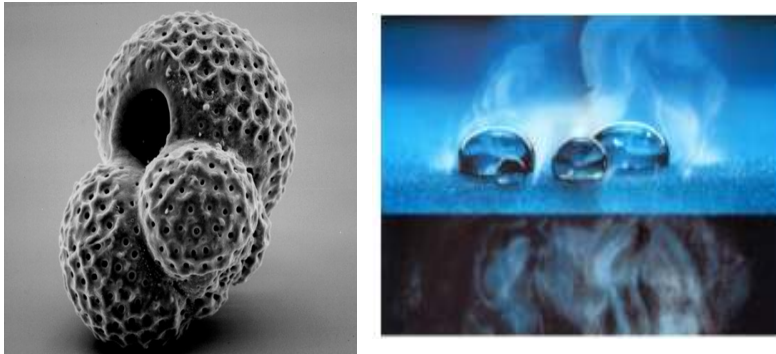
UV stabilized (2%) protective top layer

Microporous film of 30% polypropylene and 70% gypsum powder

Protective bottom layer

## Katuse aluskatted ... 4 (14)

Diffuused membraanid – kuidas nad toimivad?



## Katuse aluskatted ... 5 (14)

- Millised aluskatte tooted on saadaval Eestis?
- Mille järgi ja kuidas valida aluskatte toodet?

## Katuse aluskatted ... 6 (14)

### Tehnilised kriteeriumid:

1. sd / DVA
2. Veekindlus
3. Temperatuuritaluvus
4. UV kindlus
5. Venivustugevus
6. Rebenemistugevus
7. Tootjagarantii

### Erinõuded ehk riskitegurid (ZVDH):

1. Harilikust väiksem katuse kaldenurk
2. Konstruktsiooni eripärad sh palju liigendusi, eriline kuju, väga pikad sarikad, jne
3. Kui katusealune korrus on eluruumiks
4. Kliimaatilised tingimused (ekstreemsed asukohad, rohke lumega piirkonnad, suure tuulega

## Diffuused membraanid. Mis juhtub, kui nad ei tööta!?



**Diffuused membraanid.**  
**Mis juhtub, kui nad ei**  
**tööta!?**



**Diffuused membraanid.**  
**Mis juhtub, kui nad ei**  
**tööta!?**



**Diffuused membraanid.**  
**Mis juhtub, kui nad ei**  
**tööta!?**



## **Katuse aluskatted ... 7** **(14)**

### **Aluskatete paigaldus ja tihendamine – vee- ja tuuletihedus 1 (2)**

1. Tervena katusele, ilma rebendaukudeta
2. Ülekate tihendamine
3. Ülekate pikkus sõltub katuse kaldest vaid mittediffuusetel katuse aluskatetel - suurema kaldega katusel võib olla väiksem ülekate
4. Naelutuskohtade tihendamine
5. Läbiviikude tihendamine

## Katuse aluskatted ... 8 (14)

Ülekatte  
tihendamine



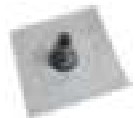
## Katuse aluskatted ... 9 (14)

Naelutusaukude  
tihendamine



## Katuse aluskatted ... 10 (14)

Läbiviikude  
tihendamine



## Katuse aluskatted ... 11 (14)

**Aluskatete paigaldus ja tihendamine – katuse  
tuulutus – 2 (2)**

5. Õige suurusega tuulutusava (mis tekib distantsliistu kõrgusest, tuulutusava kõrgus on seotud katuse kaldega, harja pikkusega, sarika pikkusega, jne)
6. Katuse harjatuulutuse avade pindala versus ventilatsioonitava pindala -
  - et kaitsta soojustusmaterjali ülekuumenemise eest
  - et eemaldada niiskus harjatuulutuse kaudu
  - ... et lasta välja voolata katuse kattmaterjali läbinud veel/lumel (tilgakujulisel niiskusel)
  - ... et tagada katusematerjali pikaajaline kestvus (hästi ventileeritud katusekonstruktsiooni temperatuuri amplituud on väiksem)
  - ... et tagada aluskatte materjali pikaajaline kestvus (hästi ventileeritud katusekonstruktsiooni temperatuuri amplituud on väiksem)

## Katuse aluskatted ... 12 (14)

### Tootesoovitus 1 (3)

... kui klient soovib parimat või kui tingimused nõuavad parimat

### Isocell Omega Monotop

1. Monoliitne funktsionaalne membraan
2. Kõrgdiffuusne sh aktiivdiffuusne
3. Parim veepidavus
4. Suur temperatuuritaluvuse
5. Pikaajaline UV kindlus
6. Väga tugev



## Katuse aluskatted ... 13 (14)

### Tootesoovitus 2 (3)

... kui klient väga head aga hinnaoptimaalset lahendust

### Isocell Omega Light

1. Kõrgdiffuusne
2. Väga hea veepidavus
3. Suur temperatuuritaluvuse
4. Pikaajaline UV kindluse
5. Tugev



## Katuse aluskatted ... 14 (14)

### Tootesoovitus 3 (3)

... kui klient soovib head aga soodsa hinnaga lahendust

### Isocell Omega 120

1. Kõrgdiffuusne
2. Väga hea veepidavus
3. Suur temperatuuritaluvus
4. Hea UV kindlusega
5. Tugev



## Tuuletõkked ... 1 (8)

### Erinevat tüüpi fassaadilahendused

- Tuulduvad fassaadid
- Fassaadilahenduste liitsüsteemid - SILS

## Tuuletõkked ... 2 (8)

### Tuulduvad fassaadid

## Tuuletõkked ... 3 (8)

### Tuuletõkke materjalide funktsioonid

Ehituslike tuuletõkke materjalide põhifunktsiooniks on kaitsta konstruktsiooni (ennekõike aga õhulisi ja hõredaid soojustusmaterjale) tuule, sademete ja muude ilmastikunähtuste eest. Tuuletõkkematerjalid kaitsevad konstruktsiooni/soojustust välismõjude eest.

Tuuletõkke materjalil võib olla ka teisi rolle.

Tuuletõkke (plaat) materjal võib täita ka soojustusmaterjali rolli. Soojustusfunktsiooniga tuuletõkke materjalideks on näiteks mõningad puitkiud- või villapõhised tuuletõkkematerjalid.

Tuuletõkke (plaat) materjal võib täita ka konstruktsiooni (staatilise) tugevdamise rolli.

Tugevustfunktsiooniga tuuletõkke materjalideks on näiteks mõningad puitkiud tuuletõkke plaadid.

## Tuuletõkked ... 4 (8)

### Tuuletõkke materjalide liigitus

1. Tuuletõkke membraanid / kangad
2. Tuuletõkke plaadid sh
  - 2.1. puitkiudplaadid
  - 2.2. villaplaadid
  - 2.3. tsementkiudplaadid
  - 2.4. kipsplaadid

## Tuuletõkked ... 5 (8)

### Tuuletõkke materjalide valimine 1 (3)

Valides tuuletõkke materjale, tuleks:

- esmalt analüüsida funktsionaalseid aspekte (eelmine slaid)
- seejärel tuleks analüüsida tuuletõkke paigaldamise ja tihendamise seotud asjaolusid
- seejärel analüüsida hinna ja funktsionaalsuse ning paigalduseks kuluva tööjõukulu suhet

**Ehitusfüüsiliselt töötavad tuuletõkke lahendused, peavad olema töötavad paigaldatuna kasutuskohta (mitte vaid laboritingimustes)!**

Valdava enamuse (soodsama hinnaga) tuuletõkke plaatmaterjalide horisontaal ja vertikaalvuugid ei ole praktilise kasutamise käigus (eriti hästi) tihendatavad. Kui

## Tuuletõkked ... 6 (8)

### Tuuletõkke materjalide valimine 2 (3)

**Tihendamiseks kasutatavate materjalide kestvus ajas.**

Tuuletõkkematerjalile mõjuvad arvestatavalt tugevad välismõjud.

1. Eesti oludes võib välistemperatuur olla ca 70 kraadise erinevusega (nt päikeseliste ilmadega tumedatel fassaadipindadel pluss 40 kraadi ja külmemate ilmadega kuni -30 kraadi). Erineva temperatuuri juures on materjalide soojuspaisumine erinev ja võib tekitada probleeme tuuletõkke materjali kinnitamiseks ja tihendamiseks kasutatavate materjalide kestvusega
2. Õhuniiskuse muutustega kaasnevad materjalide mahu- ja omaduste muutused, mis võivad kaasa tuua probleemseid kohti juba paigaldatud materjalide eesmärgipärasele toimimisele.
3. UV kiirgusel on materjale lagundav mõju.

## Tuuletõkked ... 7 (8)

### Tuuletõkke materjalide hind 3 (3)

... kui kasutada soojustusmaterjali soojustamiseks ja tuuletõket vaid tuule/sademete tõkkeks (mitte muude funktsioonide täitmiseks), siis on soodsaima hinnaga lahendus tuuletõkke membraan/kangas, mis on lihtsalt paigaldatav, lihtsalt ja kauakestvalt tihendatav/teibitav.

Nt. Isover RKL-31 Facade 30mm (membraaniga kaetud seega teibitav tuuletõkke villaplaat) hind on ca 8,03 eur/m<sup>2</sup>, siis Isocell Omega 120 (tuuletõkkemembraan/tuuletõkke kangas) hind on 1,44 eur/m<sup>2</sup>.

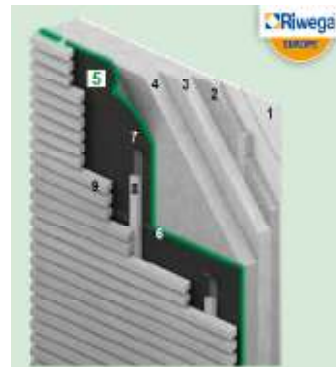
Seega hinnaerinevus on 5,5 korda ehk üks toode on teisest 82% kallim

## Tuuletõkked ... 8 (8)

### Erilised tuuletõkked

UV kindlad tuuletõkked (musta värvi)

UV kindlad tuuletõkked (RAL värvilised)



## Aurutõkked ... 1 (10)

### Aurutõkke mõisted

- Aurutõke
- Õhutõke
- Vapour Barrier
- Vapour Control Layers
- Vapour Retarders

## Aurutõkked ... 2 (10)

### Aurutõkke funktsioonid

1. takistada veeauru sattumist konstruktsiooni sisse
2. takistada konvektiivse õhuvoolu pääsu konstruktsiooni sisse

## Ehitusfüüsika ... 1(3)

### 1. veega seotud probleemid

- ✓ niiskuse ja vee "halvad sõbrad" sh rooste, hallitus, mädanik, vetikad, bakterid, seened, soolad, jne ... (Erki Soekov)
- ✓ niiskuskahjustused sh bioloogiline lagunemine, külmakahjustused, soolakahjustused, keemiline lagunemine, füüsiline lagunemine, määrdumine, suurenev energiakulu, tervisekahjustused

## Ehitusfüüsika ... 2(3)

### 2. vee olekud

A) traditsiooniline tavakäsitlus: vedel, tahke, gaasiline

B) arukale projekteerijale vajalik käsitlusviis:

- survevaba langusvesi/veekile materjalide pindadel ja pinnases
- survevesi (sh surveiline veekile) pindadel, pinnases, materjalides
- kapillaarvesi, kapillaartõusuvesi
- pritsmevesi, paiskvesi
- veeaur ja -udu õhus
- difusiooniniiskus
- sorptsiooniniiskus
- kondeneeruv niiskus, kondenseerunud niiskus – pindadel ja materjalides
- jää erinevad liigid sh lebav massjää, hõre jää, jäätunud kondensniiskus, kukkuv ja rippuv jää, jne
- lume erinevad liigid sh värskel kuiv lumi, värskel märg lumi, tuhklumi, tuisklumi, märg seisev lumi, jäätunud lumi, jne

RIL 107-2012 / Ehitise vee- ja niiskuskaitse juhend (toimetanud Erki Soekov)

## Ehitusfüüsika ... 3(3)

### 3. suhteline niiskus (RH - %) ja absoluutne niiskus ( $w - g/m^3$ )

- 1 m<sup>3</sup> õhku temperatuuril +25 C mahutab maksimaalselt ca 23 gr vett (auru kujul)
- 1 m<sup>3</sup> õhku temperatuuril -25 C mahutab maksimaalselt ca 0,5 gr vett (auru kujul)
- st erinevus on 46 kordne ehk -25 C õhus on 98% vähem veeauru kui +25 C juures

### 4. Veeauru osarõhk

### 5. Õhurõhk

### 6. Difusioon

### 7. Konvektsioon

### 8. Kapillaarniiskus, kapillaartõus

### 9. Õhu läbilaskvus

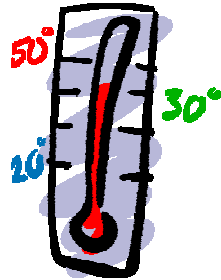
Hingav ... sein, materjal, konstruktsioon



## Temperature / Water Vapour

Temperature

+ 30 °C  
+ 20 °C  
+ 10 °C  
  
0 °C  
- 10 °C  
- 20 °C



Water Vapour

max. 30,40 g/m<sup>3</sup>  
max. 17,31 g/m<sup>3</sup>  
max. 9,41 g/m<sup>3</sup>  
  
max. 4,85 g/m<sup>3</sup>  
max. 2,14 g/m<sup>3</sup>  
max. 0,88 g/m<sup>3</sup>

33

## Dew point diagram

Air temp. θ	Dew point temperature θ <sup>1</sup> ) in °C at relative humidity of:													
°C	30%	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%
30	10,5	12,9	14,9	16,8	18,4	20,0	21,4	22,7	23,9	25,1	26,2	27,2	28,2	29,1
29	9,7	12,0	14,0	15,9	17,5	19,0	20,4	21,7	23,0	24,1	25,2	26,2	27,2	28,1
28	8,8	11,1	13,1	15,0	16,6	18,1	19,5	20,8	22,0	23,2	24,2	25,2	26,2	27,1
27	8,0	10,2	12,2	14,1	15,7	17,2	18,6	19,9	21,1	22,2	23,3	24,3	25,2	26,1
26	7,1	9,4	11,4	13,2	14,8	16,3	17,6	18,9	20,1	21,2	22,3	23,3	24,2	25,1
25	6,2	8,5	10,5	12,2	13,9	15,3	16,7	18,0	19,1	20,3	21,3	22,3	23,2	24,1
24	5,4	7,5	9,6	11,3	12,9	14,4	15,8	17,0	18,2	19,3	20,3	21,3	22,3	23,1
23	4,5	6,7	8,7	10,4	12,0	13,5	14,8	16,1	17,2	18,3	19,4	20,3	21,3	22,2
22	3,6	5,9	7,8	9,5	11,1	12,5	13,9	15,1	16,3	17,4	18,4	19,4	20,3	21,2
21	2,8	5,0	6,9	8,6	10,2	11,6	12,9	14,2	15,3	16,4	17,4	18,4	19,3	20,2
20	1,9	4,1	6,0	7,7	9,3	10,7	12,0	13,2	14,4	15,4	16,4	17,4	18,3	19,2

34

## Aurutõkked ... 3 (10)

### Aurutõkke materjalide liigid 1 (2)

A. Liigitamine koostismaterjalide alusel:

- paberid ja papid
- PE kiled
- membraanid

B. Liigitamine tugevuse alusel:

- tugevdatud tooted
- tavatooted (tugevdamata)

## Aurutõkked ... 4 (10)

### Aurutõkke materjalide liigid 2 (2)

C. Liigitamine veeaurutakistuse alusel:

1. Aurutõkked ehk vapour barriers:

1.1. nende materjalide sd väärtus algab 100 m

2. Aurutõkked ehk vapour control layers:

2.1. vapour control layers with low diffusivity sd 40-100 m

2.2. vapour control layers with medium diffusivity sd 20-40 m

2.3. vapour control layers 2-20 m

## Vapour diffusion resistance

Air	$\mu =$	1
ISOCELL cellulose	$\mu =$	1,5
Gypsum plaster board	$\mu =$	8
Wood	$\mu =$	50
OSB Sperrholzplatte	$\mu =$	300
ÖKO-NATUR Vapour Barrier	$\mu =$	26.878
PE-foil	$\mu =$	100.000

37

## Water vapour diffusion equivalent air layer thickness

**SD-Value** = so thick (in meters) has a air layer to be to reach the same vapour diffusion resistance

$$\text{SD-Value[m]} = \mu\text{-Value[]} \times \text{thickness of material [m]}$$

Rule of the thumb:

**Sd-Value Inside  $\geq$  6x so high as Sd-Value Outside\***

(ég vapour barrier)

(eg roof underlay)

(\* counts only if the part is diffusion open on the outside)

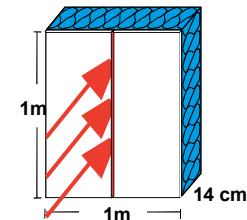
38

## Aurutõkked ... 5 (10)

### Aurutõkke materjalide valimine

1. Lähtuda tuleb konstruktsiooni ja hoone niiskus- ja soojustehnilistest parameetritest
2. Mida suurem on soojustuskihki paksus seda suurema tähtsusega on õige materjali valik
3. Suure niiskuskoormusega ruumides (märjad ja niisked ruumid sh vannitoad, saunad) tuleb kasutada suurema niiskustakistusega auru/õhutõkke tooteid.
4. Valitavast auru/õhutõkke materjalist on aga veelgi tähtsam paigaldustööde kvaliteet – saatanast on rebendaugud, tihendamata ülekatted, tihendamata läbiviigud, jne – kõik augud, praod ja vuugid peavad saama tihendatud ajas **kestvalt!**

## konvektsioon



### Konstruktsioon

Sisemine aurutõke  
 $s_d$ -väärtus = 30 m  
vuuk aurutõkkes  
(õhupidavus)

Tingimused:  
sisetemperatuur +20° C  
välistemperatuur -10° C

Vuugita: **0,5 g vett/m<sup>2</sup> x 24h**  
(difusioon)

1 mm vuugiga: **800 g vett/m<sup>2</sup> x 24h**  
(konvektsioon)

niiskuskoormuse kasv **1600**

Autoriviide: Peeter Lossmann / Tervemaja OÜ / pro clima - Moll  
bauökologische Produkte GmbH

## Aurutõkked ... 6 (10)

Erinevate aurutõkke lahenduste eelised ja puudused

1. Membraantooted
2. PE kiletooted
3. Pabertooted

## Aurutõkked ... 7 (10)

Aurutõkke materjalide paigaldus ja tihendamine 1 (3)

- Klambrid
- Kahepoolne teip
- Ülekatte teip
- Läbiviiguteip
- Krunt / Praimer
- Läbiviigutihendid
- Paigaldustööriistad

## Aurutõkked ... 8 (10)

Aurutõkke materjalide paigaldus ja tihendamine 2 (3)



## Aurutõkked ... 9 (10)

Aurutõkke materjalide paigaldus ja tihendamine 3 (3)

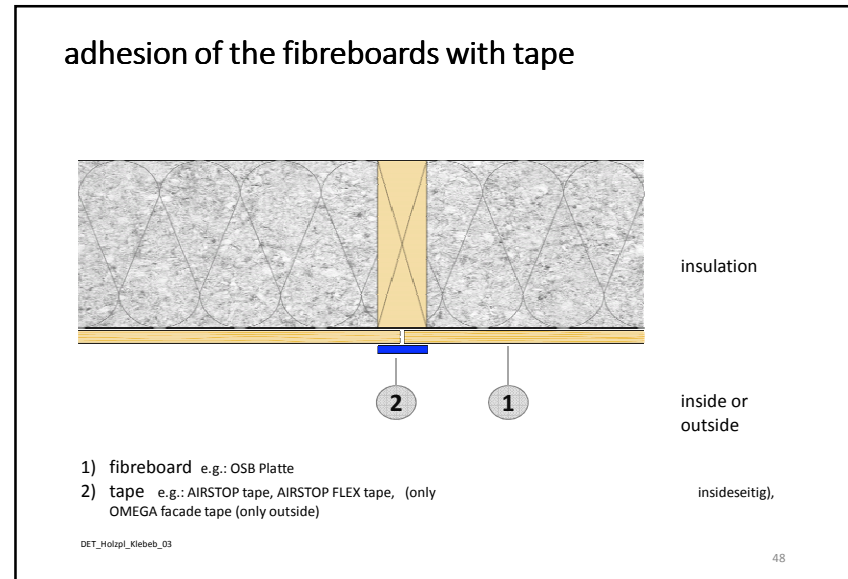
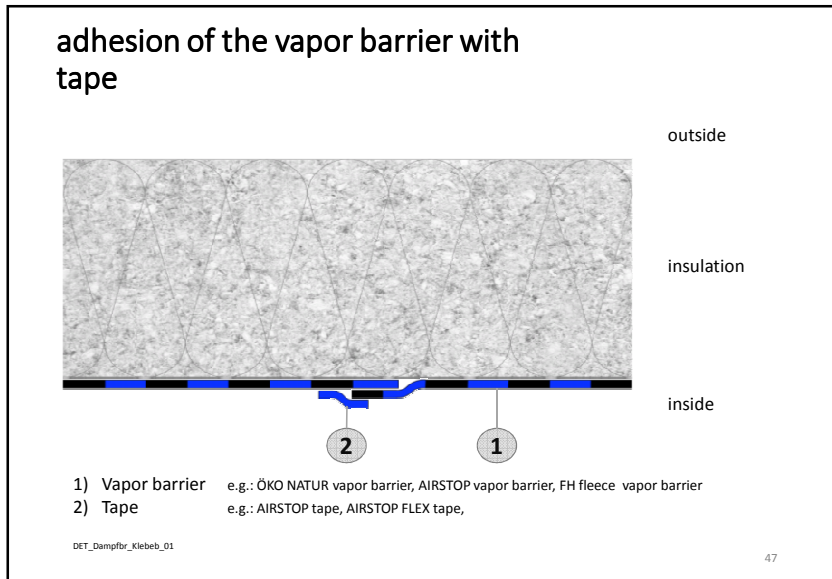




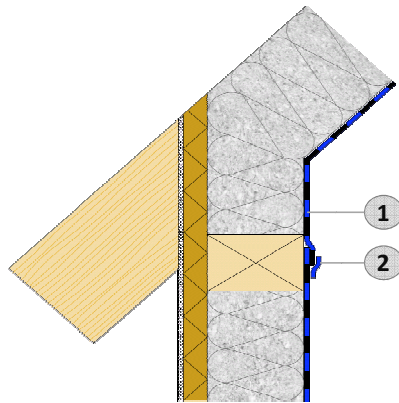
# Aurutõkked ... 10 (10)

## Aurutõkke lahenduste pikaajalise kestvuse tagamine

1. Valige õige aurutõkke/õhutõkke toode
2. Valige õige tihendustoode
3. Paigaldage õigesti ja ülihoolekalt
4. Teostage paigaldusel järelevalvet
5. Kontrollige õhutihendust nt alarõhutestiga



### adhesion of the wall on the roof

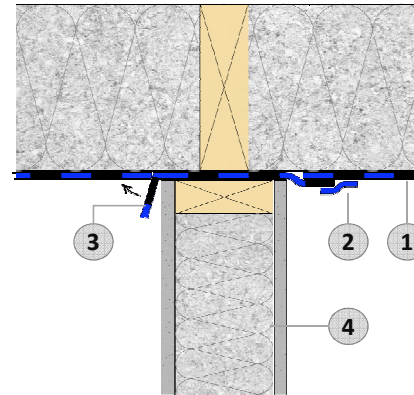


- 1) vapor barrier  
e.g.: ÖKO NATUR vapor barrier,  
AIRSTOP vapor barrier,  
FH fleece vapor barrier
- 2) tape  
e.g.: AIRSTOP tape,  
AIRSTOP FLEX tape,

DET\_Dampfbr\_Klebeb\_wall Zurroof\_07

49

### air tight adhesion inside wall on roof

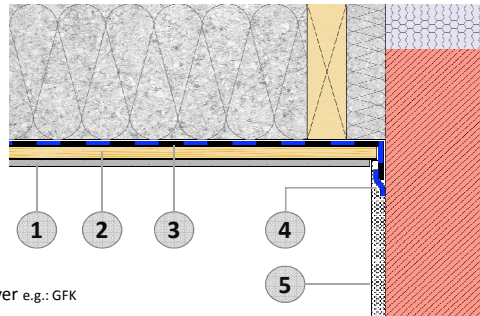


- 1) vapor barrier  
e.g.: ÖKO NATUR vapor barrier,  
AIRSTOP vapor barrier,  
FH fleece vapor barrier
- 2) tape  
e.g.: AIRSTOP tape,  
AIRSTOP FLEX tape,
- 3) Prepared strip vapor barrier (on both  
sides with tape adhesion e.g.: ÖKO  
NATUR vapor barrier, AIRSTOP vapor barrier,  
FH fleece vapor barrier
- 4) inside wall

DET\_Dampfbr\_Ueberinside wall\_08

50

### air tight adhesion of the vapor barrier with brickwall

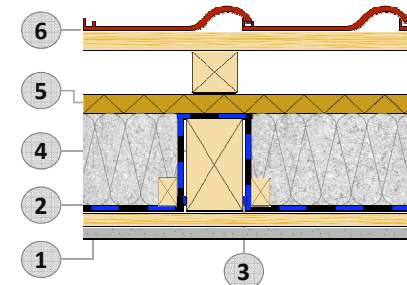


- 1) Inside layer e.g.: GFK
- 2) battens
- 3) vapor barrier e.g.: ÖKO NATUR vapor barrier, AIRSTOP vapor barrier,  
FH fleece vapor barrier
- 4) tape e.g.: AIRSTOP FLEX tape, AIRSTOP Plastobond
- 5) plaster

DET\_Dampfbr\_onMauer\_09

51

### Vapor barrier on roof-rafter from outside (renovation)

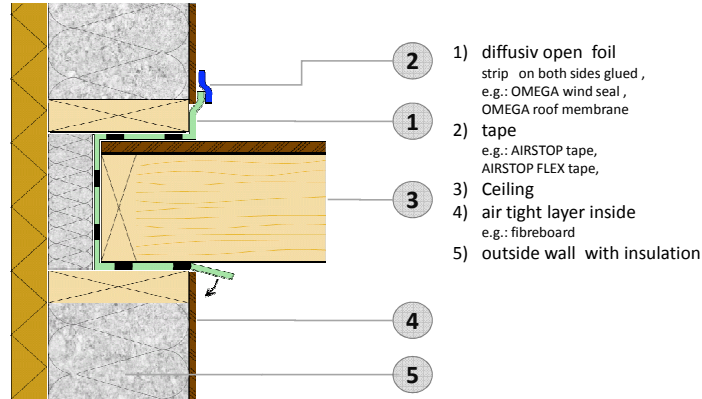


- 1) battens with inside layer e.g.: GFK  
Platte
- 2) vapor barrier  
e.g.: FH fleece vapor barrier
- 3) sealant  
e.g.: AIRSTOP sealant SPRINT
- 4) rafter
- 5) fibreboard
- 6) roof covering on battens

DET\_Dampfbr\_on rafterSon\_10

52

### putting the vapor barrier around the ceiling

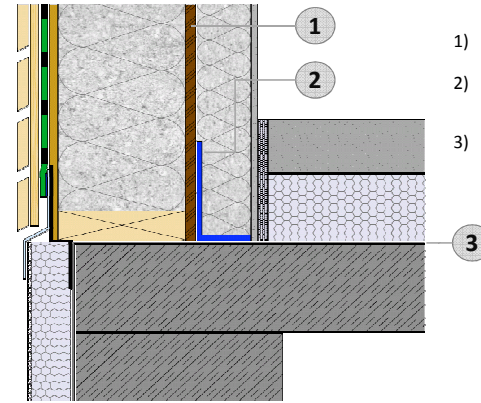


- 2) 1) diffusiv open foil strip on both sides glued, e.g.: OMEGA wind seal, OMEGA roof membrane
- 1) 2) tape e.g.: AIRSTOP tape, AIRSTOP FLEX tape,
- 3) 3) Ceiling
- 4) 4) air tight layer inside e.g.: fibreboard
- 5) 5) outside wall with insulation

DET\_Dampfbr\_umZwischendecke\_12

53

### air tight connection of a wood-frame wall on the ceiling

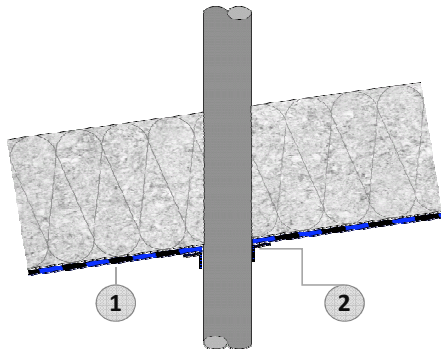


- 1) 1) air tight layer outside wall e.g.: fibreboard
- 2) 2) tape e.g.: AIRSTOP Bitumenkautschukbond, OMEGA Dichtbond
- 3) 3) sealant e.g.: Bitumen membrane

DET\_Dampfbr\_Holz wall onMassDecke\_14.2

54

### air tight connection of a penetration

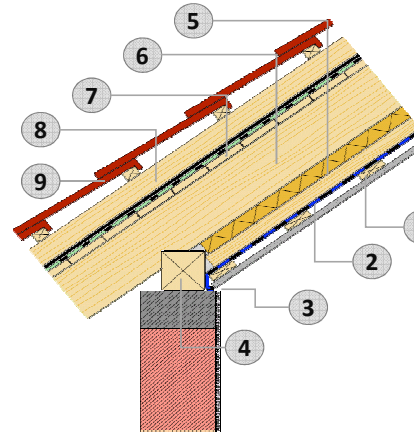


- 1) 1) vapor barrier e.g.: ÖKO NATUR vapor barrier, AIRSTOP vapor barrier, FH fleece vapor barrier
- 2) 2) Dehnbares tape e.g.: BUTYL Dehnflex oof the glued e AIRSTOP Rohrcollar

DET\_Dampfbr\_penetration\_15

55

### Roof connection to air tight layer on wall



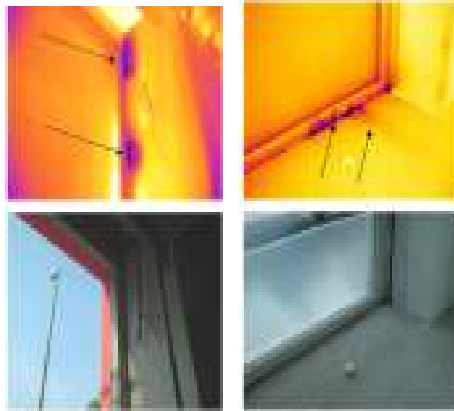
- 1) 1) battens with inside layer e.g.: plasterboard
- 2) 2) vapor barrier e.g.: ÖKO NATUR vapor barrier, AIRSTOP vapor barrier, FH fleece vapor barrier
- 3) 3) Sealant adhesion of the vapor barrier with wall e.g.: AIRSTOP sealant Sprint
- 4) 4) roof beam
- 5) 5) fibreboard und battens
- 6) 6) rafter with insulation e.g.: Isocell cellulose
- 7) 7) battens with roof membrane above e.g.: OMEGA roof membrane en
- 8) 8) counter battens with nail-seal tape beneath e.g.: OMEGA nail-seal tape, OMEGA nail-seal tapeDSK
- 9) 9) roof brick on battens

DET\_roofon\_b\_ZwSparDaemUeberHolzverkl\_c2

56

## Akende tihendamine ... 1 ( )

1. Miks on vaja akende paigaldusvuuke tihendada?



## Akende tihendamine ... 1 ( )

1. Kas tihendada seest või väljast või mõlemalt poolt?



## Akende tihendamine ... 1 ( )



## Akende tihendamine ... 1 ( )



### 3. sõnumit

- Standard line
  - Expert line
  - Professional line
1. Meie teemaks on õhu- ja tuuletihedus
  2. Meie tootevalikus on 3 hinna/kvaliteedi gruppi
  3. Meie nõuanded on tasuta

## Rõõm oli kohtuda!

Margus Laats  
m.laats@teiprol.ee  
GSM 50 11 324

[www.teiprol.ee](http://www.teiprol.ee)