

Niiskus mängib ehituses väga suurt rolli. Sellega puutume kokku nii ehituskahjustuste kõrvaldamisel, kus niiskus on reeglina olnud suurim fassaadi lõhkuja, kui ka hoonete soojuskadude vähendamise abinõude projekteerimisel. Ehitisosad võivad temasse imanud niiskuse tõttu kaotada suure osa oma soojapidavusest. Sellel põhjusel tuleb soojuskadude vähendamisel arvesse võtta ka seinamaterjalide veeimavust. Seina veeimavus on kompleksne mõiste, mis hõlmab peale tuntud kapillaarse veeimavuse ja kondensatsiooni ka vähem tuntud mõisteid nagu kapillaarkondensatsioon, hügroskoopsus ja osmoos.

### **Kapillaarne veeimavus**

Väga hästi tuntud veeimavuse mehhanism on kapillaarne veeimavus. See toimub ehitusaine imavuse tõttu. Kapillaarne veeimavuskõrgus on sõltuvuses kapillaari raadiusest. Kuna fassaadide juures on raske mõõta kapillaarse veeimavuse kõrgust, siis praktikas seda ei kasutata.

Enamasti kirjeldatakse ehitusaine veeimavust veeimavuskoeffitsendi kaudu.

Veeimavuskoeffitsent  $w$  kirjeldab teatud ajaühikus ehitusainesse imendunud veehulka pinnahüki kohta ning selle leidmise meetodika on toodud normis DIN 52617. Väiksema  $w$ -väärtusega kattematerjalid on eelistatumad, kuna nad imavad vähem vett endasse ja sellega on ka fassaadikahjustuste tekkimise oht väiksem.

Veeimavuskoeffitsent mängib fassaadikaitstesüsteemide (värvkatted, impregneerid, krohvisüsteemid, soojustussüsteemid) juures väga tähtsat rolli.

Mõningate mineraalsete ehitusainete veeimavuskoeffitsentide näited:

<b>Ehitusmaterjal</b>	<b>Veeimavuskoeffitsent <math>w</math> [kg/m<sup>2</sup> x h<sup>0,5</sup>]</b>
Betoon	1.8
Tsementkrohv	2.0
Lubitsementkrohv	3.0
Silikaatkivi	5.5
Gaasbetoon	6.5
Lubikrohv	7.0
Kips	40.0

Nagu näha on kipsplaadid väga imavad. Materjalid, mille koostises on tsementi, on väiksema veeimavusega. Kattekihid, millel  $w < 2,0$  [kg/m<sup>2</sup> x h<sup>0,5</sup>], nimetatakse vett-tõkestavateks kihtideks. Sellisteks materjalideks on betoon ja tsementkrohv.

Kattekihid, millel  $w < 0,5$  (kg/m<sup>2</sup> x h<sup>0,5</sup>) nimetatakse vett-hülgavateks kihtideks. Sellisteks kihtideks on polümeersed viimistluskrohvid, fassaadvärvid jm

### **Kondensatsioon**

Veeauru kondensatsiooni all mõistetakse veeauru veeldumist ehk üleminekut gaasilisest olekust vedelasse. Kondenseerumine tekib juhul, kui õhk jahtub allapoole kastepunkti. Õhul on võime teatud temperatuuril siduda ainult teatud maksimaalne kogus niiskust. Niiskuse sisaldust õhus kirjeldatakse relatiivse niiskuse abil, mis kujutab endast tegeliku ja maksimaalse veeaurusisaldavuse suhet. Mida kõrgem on õhutemperatuur, seda väiksem on õhu relatiivne niiskus sama koguse veeauru juures.

Selleks, et hinnata, kas seinas tekib kondensvett või mitte peame hindama mitmeid täiendavaid andmeid. Kõigepealt ruumi temperatuuri ning selle relatiivset niiskust. Teiseks temperatuuri jaotust seinas, mis sõltub sein konstruktsioonist. Ruumis võib olla relatiivne niiskus kõigest 50%, aga sellegipoolest võib seinas teatud tingimustel tekkida kondensvesi.

### **Veeauru difusioon**

Veeauru difusiooni all mõeldakse veeauru liikumist läbi tahke ehitusaine. Sein projekterimisel peab jälgima ka erinevate kihtide veeauru difusioonitakistusi. Ennekõike külmal aastaajal tulevad esile vead, kui on sein valesti projekteeritud. Sellel aastaajal on siseruumi temperatuur oluliselt kõrgem välisõhust, seetõttu sisaldab siseruumi õhk rohkem veeauru kui välisõhk.

Näiteks:

Sees 20°C, relatiivne niiskusesisaldus 50%, s.t. et õhus on vett 8,65 g/m<sup>3</sup>

Väljas -10°C, relatiivne niiskusesisaldus 80%, s.t. et õhus on vett 1,71 g/m<sup>3</sup>

Need kontsentratsioonierinevused tahavad tasakaalustuda ja veeaur difundeerub soojemast keskkonnast külmemasse. Kui välis- või vahekihi difusioonitakistus ületab lubatud väärtust, ehk kiht on aurutihe, võib veeaur muutuda veeks. Veeauru difusiooni määratakse normiga DIN 52615. Selle järgi on defineeritud mõiste difusioonitakistuskonstant ehk  $\mu$ -väärtus. See materialikonstant näitab, mitu korda on antud materjali difusioonitakistus suurem kui sama paksusel seisval õhukihi.

Näitena mõnede materjalide  $\mu$ -väärtused:

Ehitusmaterjal	$\mu$
Õhk	1
Savitellis	6 - 12
Gaasbetoon	6 - 12
Lubikrohv	11
Tsementkrohv	19
Polümeerne krohv	140
Polüstürool	15 - 40
Kloor kautõukvärv	24 000 - 77 000
Õlivärv	20 000 - 27 000
Dispersioonvärv	70 - 5 000

Mida suurem on difusioonitakistuskonstant, seda tugevama aurutõkkega on antud materjal. Difusioonitakistuskonstandiga ei saa hinnata läbi kihi difundeeruva veeauru hulka. Näiteks: Kuigi polümeerse krohvi difusioonitakistuskonstant on 7 korda halvem, "hingab" 2 mm polümeerne krohvi kiht rohkem veeauru kui 2 cm tsementkrohvi kiht. Läbi seina difundeeruva veeauru hulga leidmiseks tuleb sisse tuua ka kihi või seina paksus, mis korrutatuna materjali  $\mu$ -väärtusega annab reaalse ülevaate aurutakistusest. Difusiooni ekvivalentne õhukihi paksus  $S_d$  on ehitusaine kihi paksuse  $S$  ja tema difusioonitakistuskonstandi (ehk  $\mu$ -väärtuse) korrutisega:

$$S_d = \mu \times S \text{ [m]}$$

$S_d$  kirjeldab rahuliku seisva õhukihi paksust meetrites, millel on samasugune difusioon kui antud paksusega ehitusmaterjalil.

Näide:

Värvkatte  $\mu$ -väärtus veeauru suhtes = 1000

Kahekordse kihi värvkatte paksus on 100  $\mu\text{m}$  (= 100 x 10<sup>-6</sup>m)

$$S_d = 1000 \times 100 \times 10^{-6} \text{ m} = 0,1 \text{ m}$$

Värvkattekihil on samasugune veeauru difusioonitakistus kui 10 cm seisval rahulikul õhukihil.

Seina difusioonitakistuse arvutus

Seina difusioonitakistuse moodustub üksikute seinakihtide difusioonitakistuste summast:

$$S_d = S_{d1} + S_{d2} + S_{d3} + \dots + S_{dn}$$

Seina kihtide projekteerimisel tuleb arvesse võtta ka üksikute kihtide paiknemise järjekorda lähtuvalt nende difusioonitakistustest. Kehtib reegel, et väljaspool asuva kihi difusioonitakistus peab olema väiksem kui seesmisel (on lubatud teatud erandeid):

$$S_{d1} > S_{d2} > S_{d3} > \dots > S_{dn}$$

See on vajalik selleks, et vähendada veeauru kondenseerumisohtu auru tõkestavatel kihtidel. Eelkõige külmal aastaajal toimub veeauru difusioon seest välja.

Näide 1:

Tellissein 36 cm,  $\mu = 10$ ,  $S_d = 10 \times 0,36 = 3,6 \text{ m}$

Lubitsementkrohvi kiht 2 cm,  $\mu = 15$ ,  $S_d = 15 \times 0,02 = 0,3 \text{ m}$

Dispersioonvärvkatte 0,2 mm,  $\mu = 1000$ ,  $S_d = 1000 \times 0,2 \times 10^{-6} = 0,2 \text{ m}$

Nõue on täidetud.

Näide 2: Tellissein 36 cm,  $\mu = 10$ ,  $S_d = 10 \times 0,36 = 3,6 \text{ m}$

Lubisementkrohvikiht 2 cm,  $\mu = 15$ ,  $S_d = 15 \times 0,02 = 0,3$  m  
 Õlivärvkate 0,2 mm,  $\mu = 25000$ ,  $S_d = 25000 \times 200 \times 10^{-6} = 5$  m  
 Nõue ei ole täidetud ning värvkate alla tekib kondensaad, mis lõhub värvkate.

### Künzeli fassaadikatte teooria

Künzeli fassaadikatte teooria järgi on fassaadikatte ainult siis õigesti valitud, kui on kinni peetud järgmisest kolmest piiravast tingimusest:

$$S_d \times w < 0,1 \text{ (kg/m}^2 \times \text{h}^{0,5}\text{)}$$

$$w < 0,5 \text{ (kg/m}^2 \times \text{h}^{0,5}\text{)}$$

$$S_d < 2 \text{ m}$$

Sellistele tingimustele vastav fassaadikatte on piisava veemavuse ja difusiooni suhtega.

Künzeli fassaaditeooria tingimused on graafiliselt kujutatud joonisel.

Viirutatud osal asuvad värvkatted sobivad fassaadikatteks. Viirutatud osast väljaspool asuvad katted selleks ei sobi. Lubivärvid ja õlivärvid ei sobi ehitusfüüsikalisele fassaadikatteks (aga võivad sobida näiteks arhitektuurilisest, ajaloolisest vm. aspektist). Joonisele on märgitud mõnede konkreetsete värvkatete asukohad.

1. Silikoon-armeerimisvärv
2. Silikoonvärv
3. Akrüüllateks fassaadvärv
4. Orgaaniliste lisanditega akrüüllateksvärv
6. Dispersioonsilikaatvärv

