

PROJEKTEERIJA KÄSIRAAMAT

3. PEATÜKK: kondensaadivastane isolatsioon



SISUKORD

Miks on auru ja niiskuse vastane kaitse nii oluline?	3
Auru kondenseerumine – protsess lahti seletatuna	4–5
Kõige olulisemad füüsikalised väärtused	6
Isolatsiooni mõõtmine	7
Soovituslikud tooted ja lahendused	8



MIKS ON AURU JA NIISKUSE VASTANE KAITSE NII OLULINE?

Küttesüsteemides on oluline kasutada sobivat isolatsiooni, et hoida vahendajas õiget temperatuuri kuni vesi jõuab oma sihtkohta. Kui temperatuur langeb, tekib oht, et kuum vesi kannab süsteemis laiali inimestele ohtlikke baktereid (nt legionella), mis levivad temperatuuridel vahemikus 25–45°.

Ventilatsioonikanalite välimistele või sisemistele pindadele kogunev kondensatsioon võib aja jooksul tekitada palju probleeme. Kui see juhtub ja kondenseerunud vesi hakkab tilkuma, on tulemuseks kahjustused, nagu värvikaotus laes ja põrandatel, isolatsiooninäitajate kahanemine, bakterite kasv ja hallitus kõrvalolevates

struktuurielementides. **Halvimal juhul võib tekkida roostetuskese, mis pikema aja jooksul kahjustab kanaleid.**

Et kondensaadivastase ja soojusisolatsiooniga kanalite toimimisperioodi märkimisväärselt pikendada, tasub kasutada sobiva paksusega isolatsiooni, millel on väline kaitsekiht. Õige lahenduse valimine sõltub mitmetest faktoritest, muuhulgas isolatsiooni mõõtmetest, kanali materjalist ning õhu temperatuurist ja niiskusest.

ÕIGE LAHENDUSE VALIMINE SÕLTUB MITMETEST FAKTORITEST, MUUHULGAS MÕÖTMETEST, KANALI MATERJALIST NING ÕHU TEMPERAATUURIST JA NIISKUSEST.

TABEL 1: KUS KASUTADA KONDENSAADIVASTAST ISOLATSIOONI?

KANALI TÜÜP	ÕHK KANALIS	KANALI ASUKOHT	MIKS ISOLEERIDA?	MILLINE ISOLEERIMISLAHENDUS?
Välimine õhukanal, õhukonditsioneer jne.	Külm	Kõetud soojas kohas (kõrgem temperatuur kui kanali sees)	Kondensatsioon välimisel pinnal	Soojusisolatsioon + aurutõke, teip
Kõetud õhu sissepääsuava, õhu sissepääsuava jne	Kuum	Kütmata külmas kohas	Kondensatsioon sisemisel pinnal	Soojusisolatsioon
		Kütmata soojas kohas	Soojusisolatsioon, et vähendada energiakadu	Soojusisolatsioon

AURU KONDENSEERUMINE – PROTSSESS LAHTI SELETATUNA

Õhk on gaaside segu, mis koosneb lämmastikust (78,1%), hapnikust (20,9%), argoonist (0,9%), süsinikdioksiidist (0,03%) ja mõnede teiste gaaside jälgedest: neoon, heelium, metaan, krüptoon, vesinik, ksenoon. Peale ülalmainitud keemiliste elementide ja ühendite koosneb atmosfääriline õhk alati kahest ainest, millel on erinevad füüsiikalised omadused. Nendeks aineteks on kuiv õhk ja aur.

Loomulikes tingimustes hõivab iga nimetatud gaas, mis sisaldub õhus, kõige suurema võimaliku ala, mis ei ole teiste gaasidega hõivatud. Seeläbi tekitab gaas liikudes omaenda osarõhku. Gaaside segu kogurõhk on summa individuaalsetest osarõhkudest.

Seda suhet saab kasutada kuiva õhu ja auru jaoks:

$$P = P_L + P_D$$

Kus:

- P – õhurõhk (paskalites)
- P_L – kuiva õhu osarõhk
- P_D – auru osarõhk

Ehitusfüüsika uurimiseks on oluline vaid auru osarõhk, mis on sõltuv kindlast temperatuurist ja suhtelisest niiskusest. Sõltuvalt temperatuurist võib õhk sisaldada teatud koguse auru, mis tõlgendub otse selle osarõhku.

Selle maksimaalset väärtust nimetatakse küllastunud auru rõhuks, mis määrab ära temperatuuri, kus gaas säilib tasakaalus vedelikuga. Selles seisundis on aurustumine ja kondenseerumine omavahel veel tasakaalus.

Kui mõlemal pool konstruktsiooni, tõket või struktuuri on erinevad niiskus- ja temperatuuritingimused, kasvab auru osarõhkude erinevuste tõttu küllastunud auru rõhu amplituud. Et saavutada rõhu tasakaal mõlemal pool, läbivad auru osakesed süsteemis olevad tõkked ja isolatsiooni. Kui selle tagajärjel hakkab aur kastepunktis kondenseeruma, koguneb isolatsioonimaterjali sisse niiskus.

TABEL 2: NÄIDISARVUTUSED AURU OSARÕHUST

TEMPERatuur (°C)	6	22
SUHTELINE NIISKUS (%)	100	85
KÜLLASTUNUD AURU RÕHK (hPa)	9,35	26,47



Madalatemperatuurilises keskkonnas olevate paigaldiste puhul on suurem risk, et niiskus jõuab isolatsioonimaterjali sisse. Seega peaks projekteeri hoolitsema mitte ainult kondenseerumisevastase kaitse eest isolatsioonimaterjali välispinnal, vaid tagama ka selle, et niiskus ei läbiks materjali alumisi kihte. Vastasel juhul kondenseerub aur sisalduv vesi isolatsiooni sees ja madalate temperatuuride juures muutub see jääks.

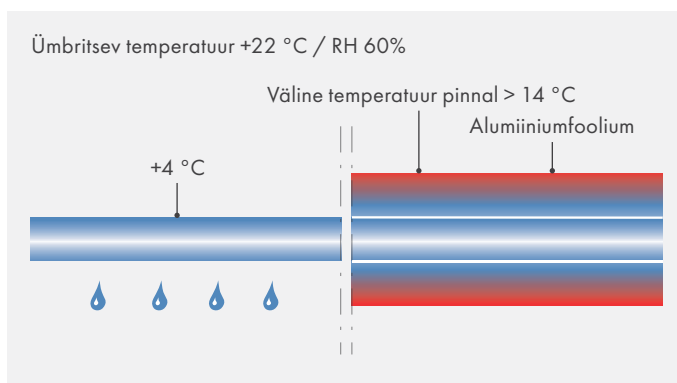
3 PÕHJUST, MIKS EI TOHIKS LUBADA AURU KONDENSEERUMIST ISOLATSIOONI SEES:

1. Vesi ja jää vähendavad isolatsioonimaterjali soojusjuhtivuse koefitsienti oluliselt. Vesi juhib soojust peaaegu 25 korda tõhusamalt kui õhk ($\lambda_{\text{vesi}} \approx 0,6 \text{ W/mK}$, $\lambda_{\text{õhk}} \approx 0,025 \text{ W/mK}$). Sõltuvalt temperatuurist juhib jää soojust isegi sada korda tõhusamalt ($\lambda_{\text{õhk}} \approx 2,22\text{--}3,48 \text{ W/mK}$.) See viib mitte ainult energiakaotuseni, vaid ka olukorrani, kus kuivade tingimuste jaoks projekteeritud isolatsiooni paksus ei ole enam piisav. Tagajärjeks on auru kondenseerumine isolatsioonimaterjali pinnal.
2. Vesi põhjustab raudelementide roostetamist, mis võib lõpuks viia seadmete väljavahetamise vajaduseni ja tekitada pikki kulukaid tööseisakuksid.
3. Vee ja jää teke isolatsiooni sees suurendab kogu struktuuri massi, mis viib võimaliku ülekoormuseni ja selle tulemusel lõdvendab isolatsioonimaterjali kaitstud kanalis.



NÄIDE

Kui välistemperatuur ületab $+22^{\circ}\text{C}$ ja temperatuur toru sees ulatub $+4^{\circ}\text{C}$ -ni, on risk auru kondenseerumiseks. Alumiiniumkattega isolatsioon väldib auru tungimist isolatsiooni sisse ja vähendab seega kondenseerumise tõenäosust.



KÕIGE OLULISEMAD FÜSIKALISED VÄÄRTUSED

Otsides kanalite jaoks kondensaadivastast isolatsiooni, on oluline valida sobilik kattematerjal. Sellisel juhul on võtmenäitajad järgnevad:

VEEAURU DIFUSIOONI KOEFIITSIENT (δ)	SUHTELINE GAASI DIFUSIOONITAKISTUSE KOEFIITSIENT (μ)	DIFUSIOONI TASAKAALU KOEFIITSIENT (S_d)
--	--	---

VEEAURU DIFUSIOONIKOEFIITSIENT (δ) –

Määrab auru massi (kg), mis difusiooni ja osarõhkude erinevuste tõttu läbib ühe tunni jooksul 1m paksuse 1 m² materjali, arvestades rõhu erinevust 1 hPa mõlemal pool materjali.

SUHTELINE GAASI DIFUSIOONITAKISTUSE KOEFIITSIENT (μ) –

Määrab ära ehitusmaterjali vastupidavuse (tiheduse) aurule ideaalse "ehitusõhu" korral, mille väärtus on $m=1$. Kõigil ehitusmaterjalidel on $m>1$. See väärtus kujutab suhet veeauru difusioonikoeffitsiendi (δ) ja kindla antud konstruktsioonimaterjali koeffitsiendi vahel.

NÄIDE

Kui materjali jaoks $m=100$, tähendab see, et materjal on sada korda vähem auru läbilaskev kui sama tihedusega kiht õhku samal temperatuuril.

Mida väiksem on suhteline veeauru difusioonitakistuse koeffitsient (μ), seda tõhusamalt materjal "hingab". Väärtus on materjali kui sellise kohta ja ei sõltu antud elemendi või valmis struktuuri tihedusest.

$$S_d = \mu \cdot s \text{ (m)}$$

TASAKAALU DIFUSIOONIKOEFIITSIENT (S_d) –

Kombineerib suhtelist veeauru difusioonitakistuse koeffitsienti (μ) ja materjali tihedust (d):

Seda väärtust tõlgendame kui seisva õhukihi tihedust, mis annab sama takistuse difusioonile kui uuritava kihi (s) tihedus koos veeauru difusioonitakistuse koeffitsiendiga (μ).

See koeffitsient on liitev, mis tähendab, et mida rohkem on kihte antud materjali või katet, seda kõrgem on vastupidavus levimisele kogu isolatsioonis. Mida parem on kinnitamiskanalite isolatsiooni parameeter $S_{d,i}$, seda paremini kaitseb see auru penetratsiooni eest.

ET TAGADA AURUKINDLUS, ERITI KÜLMA ISOLATSIOONI PUHUL, KASUTATAKSE AURU LEVIMIST PEATAVAID MATERJALE NAGU METALLE, FOOLIUMIGA KAETUD METALLE VÕI FOOLIUMIT. MATERJALID PEAKSID OLEMA VASTUPIDAVAD VEEAURU DIFUSIOONILE, VASTATES (DIFUSIOONI MÕISTES) ÕHUKIHILE, MIS ON VÕRDNE TIHEDUSEGA >1500 M.

Isolatsioonimaterjalide katetest on kõige kindlam veeauru difusiooni vastu alumiinium – isegi miinimumtiheduse juures pakub see vastupidavust, mis on võrdne 1500m õhukihiga. Nagu näha allolevas tabelis, omab tugevdatud alumiiniumfooliumist kattega kivivillamatt **PAROC Hvac Lamella MatAluCoat** veeauru levimisele vastupidavust koeffitsiendiga (μ) = 200 (EN 14303:2009 andmetel MV2), tänu millele vastab see torustiku kondensaadivastase isolatsiooni nõuetele.

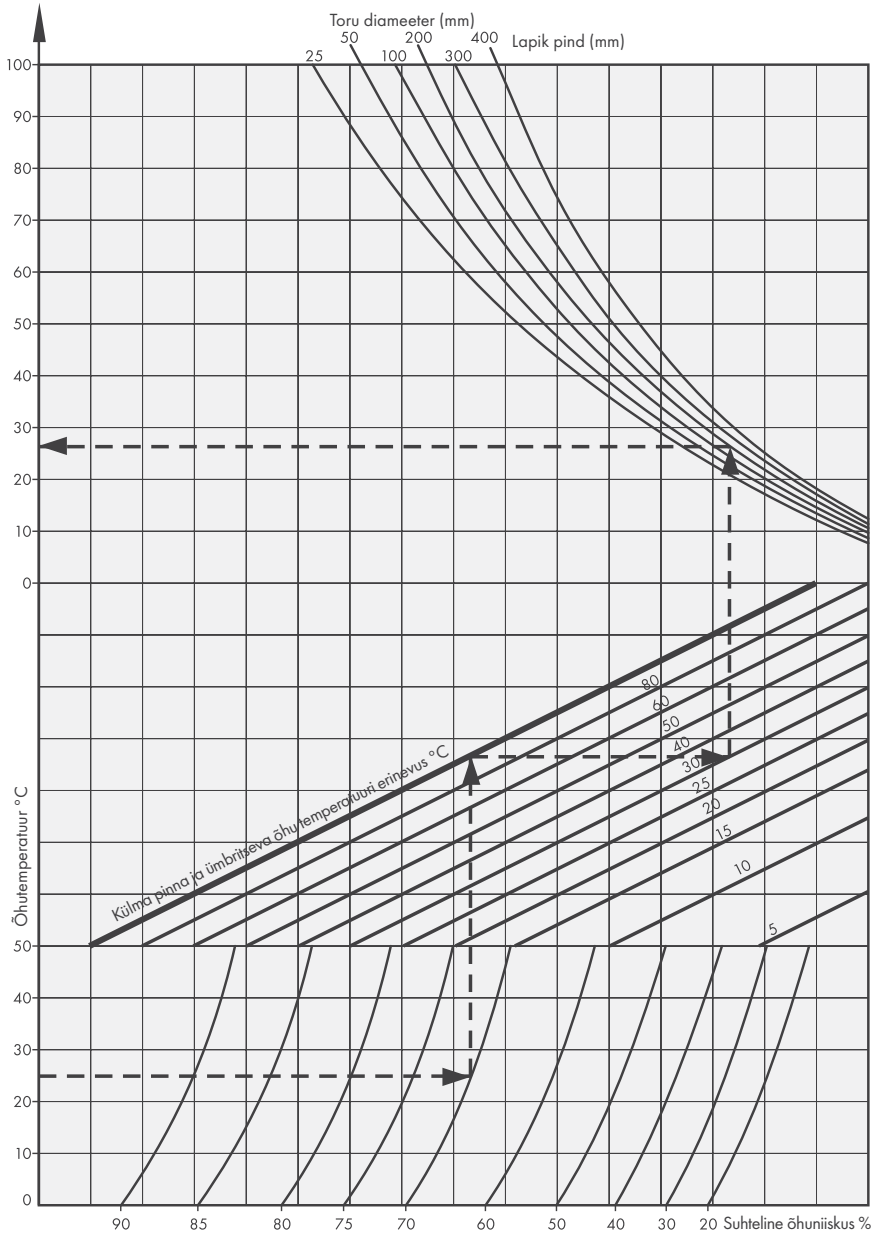
Oma maksimaalse tiheduse juures (100 mm) on toode difusioonile sama vastupidav kui 20 m kiht tuulevaikset õhku. Vastupidavust veeauru difusioonile testitakse vastavalt standardile EN 12086 lamedate toodete puhul ja standardile EN 13469 sirge torustikuga isolatsiooni sektsioonides.

TABEL 3: NÄIDIS VEEAURU TASAKAALU DIFUSIOONIKOEFIITSIENTIDEST (S_d) INDIVIDUAALSETE ISOLATSIOONIMATERJALIDE KORRAL

EHITUSMATERJAL – TASAKAALU HAJUMISE KOEFIITSIENTID (S_d)	TASAKAALU HAJUMISE KOEFIITSIENT (S_d)
"PALJAS" MINERAALVATT $\mu = 3; s = 100 \text{ mm}$	$S_d = 0,3 \text{ m}$
POLÜURETAANVAHT $\mu = 100; s = 100 \text{ mm}$	$S_d = 10 \text{ m}$
PAROC HVAC LAMELLA MAT ALUCOAT (KOOS TUGEVDATUD ALUMIINIUMFOOLIUMI KATTEGA) $\mu = 200; s = 100 \text{ mm}$	$S_d = 20 \text{ m}$

ISOLATSIOONI MÕÕTMINE

NOMOGRAMM ISOLATSIOONI TIHEDUSE ARVUTAMISEKS VEE KONDENSATSIOONI PUHUL.



Vee kondenseerumine paigalduselemendi peal tekib siis, kui selle pinna temperatuur on madalam kui ümbritseva õhu kastepunkt. Kui valida seadmele isolatsiooni ja selle paksust, saab vee kondenseerumist vältida, kasutades nomogrammi väljundandmeid.

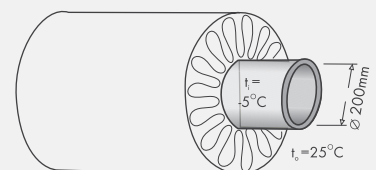
NÄIDE

ÜLESANNE:

Isoleerida vee kondenseerumise vastu 200 mm välise diameetriga toru, mille keskmine temperatuur on -5°C , kui ümbritseva õhu temperatuur on 25°C ja suhteline õhuniiskus on 70%.

LAHENDUS:

Järgides lähteandmeid, võime lahenduse leidmiseks kasutada nomogrammi. Nõutud isolatsiooni paksus on umbes 30 mm.



VENTILATSIOONI JA ÕHUKONDISIONEERI KANALITE ISOLEERIMINE – SOOVITUSLIKUD TOOTED JA LAHENDUSED

Paigalduskanalite kaitsmiseks vee kondenseerumise eest nende pinnal on eriti tõhusad kivivillast tooted.

Tänu vett puhastava kloori ja fluoriidi ühendite vähesele sisaldusele (vähem kui 10ppm), kaitseb Paroci vill isoleeritud ehitisi söövitavate keskkondade eest.

Kõrge veeauru levimisele vastupidavuse koefitsiendiga (EN 14303:2009 andmetel $\mu = 200$, MV2), Paroc kivivill kombineerituna alumiiniumfooliumist kattega väldib tõhusalt veeauru kondenseerumist isolatsioonikihi all, mis muidu võiks viia metallelementide roostetuse ja kahjustusteni.

Paneelid, mis on kaetud alumiiniumfooliumiga koos hoolikalt liimitud ühenduskohtadega ja Paroc lamellmatid.

Alumiiniumfooliumiga kaetud lamellmatte ja traadiga matte saab kasutada ümmarguste kanalite soojusisolatsiooniks.



Tõestatud Paroc tooted kondensaadivastaseks isolatsiooniks ventilatsiooni ja õhukonditsioneerikanalites on teiste seas **PAROC Hvac Lamella Mat AluCoat**, **PAROC Hvac Lamella Mat AluCoat Fix**, **PAROC Hvac Lamella Mat GreyCoat** ja **PAROC Hvac Mat AluCoat** matid, ühtlasi ka kivivillast matid, mis on ääristatud metallist tsingitud traadiga ja mille ühel poolel on alumiiniumfoolium – **PAROC Pro Wired Mat AluCoat**.





JÄRGMISES PEATÜKIS: AKUSTILINE ISOLATSIOON

- Akustilise isolatsiooni tähtsus ja peamised parameetrid.
- Akustilise isolatsiooni praktilised näited
- Isolatsiooni pinnakatete mõju
- Soovitatavad tooted ja lahendused
- Ventilatsioonitorustike mürasummutid

Paroc on Euroopa juhtivaid energiatõhusate ja tulekindlate soojustuslahenduste pakkujaid. Ligi 80-aastase ajaloo jooksul oleme saavutanud koduehitajate, arhitektide, töövõtjate, edasimüüjate ja tööstushoonete ehitajate seas hea maine, sest meie tooted on kõrgekvaliteedilised, meie tehnilised teadmised on suured ning me tegutseme jätkusuutlikult.

Meie tegevuse nurgakivideks on orienteeritus klientidele ja personalile, pidev innovatsioon, kasumlikkuse kasv ning jätkusuutlik areng. Paroci toodete hulka kuuluvad ehituslikud soojustusmaterjalid, tehnilised isolatsioonimaterjalid, laevade isolatsioonitooted ning akustikatooted. Tooted valmivad Soomes, Rootsis, Leedus, Poolas ning Venemaal. Parocil on esindused ja müügikontorid neljateistkümnes Euroopa riigis.



Ehituslik soojustus pakub laialdaselt tooteid ja lahendusi kõigi traditsiooniliste ehitiste soojustamiseks. Ehitussoojustust kasutatakse peamiselt hoone välisseinade, katuse, põranda, vundamendi, vahelagede ning vaheseinte sooja-, tule- ja helikindlaks muutmiseks.



Paroc pakub ka helisummutavaid lae- ja seinapaneele hoonesiseseks heliisolatsiooniks ning tooteid tööstuslikuks helisummutamiseks.



Tehnilisi Isolatsiooni tooteid kasutatakse hoonete soojus-, tule- ja heliisolatsiooni lahendustes, tööstuses ja torutöödel, tööstusseadmete ja laevade konstruktsioonides.

Käesolevas brošüüris esitatud teave toodete omaduste ja tehniliste andmete kohta on kehtiv selle brošüüri avaldamise hetkel ning kuni uue trükitud või digitaalkujul väljaande ilmumiseni. Meie teabematerjalis esitatud kasutusvõimalused on kooskõlas meie toodete omaduste ja tehniliste andmetega. Kuid me ei anna sellega toodetele kaubanduslikku garantiid, kuna meil puudub täielik kontroll nende toodete tarvitamisel ja paigaldamisel kasutatavate muude tootjate komponentide üle.

Me ei saa tagada oma toodete sobivust kasutusladel, mida ei ole meie teabematerjalis nimetatud.

Meie toodete pideva edasiarendamise tõttu jätame endale õiguse oma teabematerjalis muudatusi teha.

PAROC on Paroc Grupi poolt registreeritud kaubamärk.

© Paroc Group 2017

September, 2017

© Paroc Group 2017

1011TIES0917



AS PAROC

Tehniline isolatsioon

Pärnu mnt 158

11317 Tallinn

Tel. 6518 100

Faks 6518 111

www.paroc.ee

A MEMBER OF PAROC GROUP