

DRĖGMĖS VALDYMO VADOVAS

PAROC AKMENS VATA



PAROC[®]

TURINYS:

1. Drėgmė ir jos judėjimas	
1.1. Drėgmės judėjimo mechanizmas	3
1.1.1. Bendroji drėgmė ir statybinė	3
1.1.2. Konvekcija	3
1.1.3. Difuzija	6
1.1.4. Kapiliariškumas	6
2. Drėgmė ir pastato atitvarų projektavimas	
2.1 Pamatai	7
2.2 Įšalas ir grindų izoliacija	9
2.3 Išorinės sienos	11
2.4 Stogai	14
2.5 Karnyzai ir stogo vandens nuvedimo sistema	15
2.6 Projektinės detalės (sandūros, hidroizoliacija ir kiti sujungimai)	15
2.7 Vėdinimas ir santechnika	16
3. Drėgmės pavojai	
3.1 Korozija	17
3.2 Pelėsiai	17
3.3 Eksploatacinių savybių praradimas	18
4. Dažniausiai naudojamų konstrukcijų pelėsio augimo prognozavimas	19
5. PAROC akmens vatos drėgminės savybės	
5.1 Drėgminės savybės	23
5.2 Oro ir drėgmės kontrolė	25
6. Sausos grandinės svarba statybos procese	26

1. DRĖGMĖ IR JOS JUDĖJIMAS

Mus supa vanduo. Jis padengia 71 % Žemės paviršiaus ir yra gyvybiškai svarbus visų žinomų formų gyvybei. Vanduo gali būti kietos, skystos arba dujinės formos.

Saulės šiluma sukelia mūsų planetos vandens garavimą į atmosferą iš vandenynų, ežerų, dirvos, žmonių ir augalų. Terminas „drėgmė“ apibūdina vandens garų kiekį atmosferoje. Drėgmė dažniausiai naudojama žmogaus savijautai nusakyti, dažnai ir sąryšyje su šiluma. Jeigu karšta ir drėgna, toks oras laikomas nekomfortišku.

Terminas „drėgmė“ naudojamas visoms vandens formoms. Drėgmė yra išmatuojamas vandens kiekis ore arba kitoje medžiagoje.

drėgmės šaltinių – tai įstrižas lietus. Įstrižu vadinamas lietus, kuriam vėjas suteikia ir tam tiko greičio horizontalų judesį.

Statybinė drėgmė yra perteklinė drėgmė, patekusi į statybinę medžiagą jos gamybos, sandėliavimo ar montavimo metu. Ji turėtų išgaruoti arba išdžiūti statybos metu arba pradedant naudoti pastatą. Statybinė drėgmė – tai vandens kiekis, kuris pašalinama iš konstrukcijos, kol pasiekiamas konstrukcijos ir jos aplinkos drėgminis balansas. Drėgmės kiekis statybinėse medžiagose gali būti nuo 0 iki 320 kg/m³.

(Šaltinis: Terveet tilat 2028 -ohjelma Ympäristöministeriö, Rakennusfysiikka rakennusinsinöörille, Kosteus)

1.1. DRĖGMĖS JUDĖJIMO MECHANIZMAS

Statybos mokslas analizuoja keturis skirtingus drėgmės judėjimo mechanizmus ir jų poveikį pastatams: bendrosios drėgmės (vandens) judėjimas, garų pernešimas vykstant oro konvekcijai, vandens garų difuzija ir drėgmės judėjimas kapiliarais. Tai reiškia, kad į pastatą patenka ne tik vandens ar sniego pavidalo drėgmė. Drėgmės judėjimas gali būti ir nematomas, todėl sunkiau kontroliuojamas.

1.1.1 Bendroji drėgmė ir statybinė drėgmė

„Matoma“ bendroji drėgmė yra dažniausia ir plačiausiai pasitaikanti pastatų drėgmės problemų priežastis. Bendrosios drėgmės pirminis šaltinis yra pastato išorėje ir susijęs su klimatu (pvz., lietumi) ir žeme (pvz., gruntiniu vandeniu). Vidiniai šaltiniai, tokie kaip nesandari santechnika ar drėgno valymo procesai, taip pat laikomi bendrosios drėgmės šaltiniais.

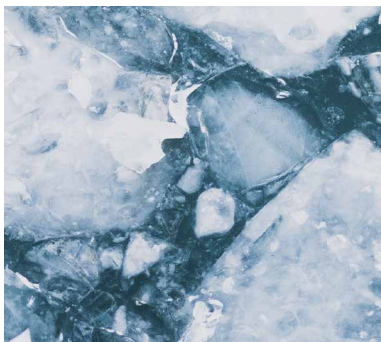
Vanduo gali patekti į pastatą netikėtais būdais. Vienas svarbiausių pastatų fasadus veikiančios

1.1.2. Konvekcija

„Nematoma“ drėgmę sunkiau suprasti ir jos išvengti. Vykstant konvekcijai, drėgmė juda kartu su šilto oro srautu. Šis srautas gali būti priverstinis (vėdinimo sistemos) arba natūralus. Didžiausias galimas vandens kiekis ore priklauso nuo oro temperatūros. Vandens kiekis ore nusakomas dviem būdais: vandens garų daliniu slėgiu (p_v , [Pa]) arba garų tankiu (v , [g/m³]).

Soties tankis (v_s) arba soties slėgis (p_s) parodo didžiausią garų kiekį ore esant tam tikrai temperatūrai (išreiškiamas tankiu g/m³ arba slėgiu Pa). Kai garų slėgis tampa didesnis už soties slėgį, vandens garai pradeda kondensuotis į vandenį ant kondensacijai tinkamų paviršių. Tai turi būti kieti paviršiai.

Paprastai vandens garų ore yra mažiau, negu reikia prisotinti orui. Santykinis drėgnis yra soties drėgno procentinė išraiška, apskaičiuojama kaip santykis su prisotintų garų tankiu.



$$\text{Santykinis drėgnis} = \frac{\text{Esamas garų tankis/slėgis}}{\text{Garų soties tankis/slėgis}} \times 100\%$$

$$\varphi = RH = \frac{p}{p_k} \times 100 = \frac{v}{v_k} \times 100$$

Dažniausiai naudojamas vandens garų slėgio (v) vienetas yra g/m^3 .

Santykinis drėgnis yra drėgmės matas tik tuo atveju, kai susietas su temperatūra. Pavyzdžiui, jeigu esamas garų tankis yra $10 g/m^3$, kai temperatūra $20\text{ }^\circ\text{C}$, ir garų soties tankis $17,3 g/m^3$, kai temperatūra $20\text{ }^\circ\text{C}$, santykinis drėgnis yra $57,8\%$. Komfortiškas vidaus oro RH (santykinis drėgnis) yra $40\text{--}60\%$.

$$\text{Santykinis drėgnis} = \frac{10 g/m^3}{17,3 g/m^3} \times 100\% = 57,8\%$$

Terminą „absolūtus drėgnis“ drėgnis suprasti lengviau, kadangi jis parodo, kiek vandens yra oro tūryje (g/m^3). Pavyzdžiui, jeigu inde turime $1 m^3$ $-10\text{ }^\circ\text{C}$ temperatūros sauso oro ir į indą įpilsime $5 g$ vandens, kas atsitiks? Pagal žemiau pateiktą lentelę galime pamatyti, kad vandens kiekis $-10\text{ }^\circ\text{C}$ temperatūros orui prisotinti yra $2,2 g$ – ši dalis ($2,2 g$) vandens išgaruos, o likusi dalis ($2,8 g$) prišals prie indo dugno. Absolūtaus drėgnio vertė kinta didėjant arba mažėjant oro tūriui.

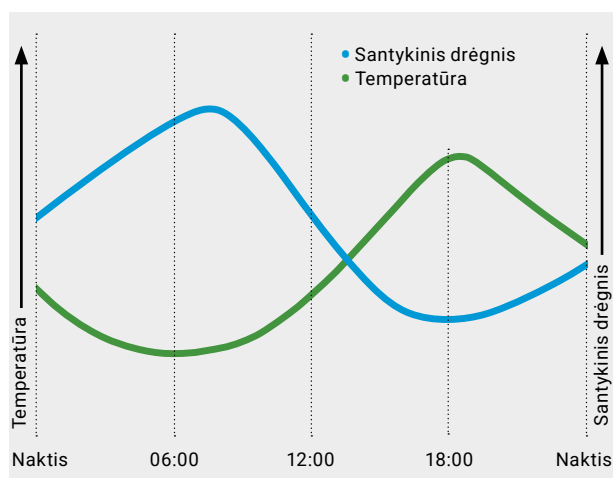
Vandens garų balansas pastate priklauso nuo difuzijos – vandens garų judėjimo dėl jų slėgių skirtumo, drėgno oro infiltracijos iš išorės, drėgmės patekimo į patalpas su vėdinimui skirtu oro srautu, žmonių išskiriamos drėgmės, garavimo iš drėgnų

paviršių ir procesų, drėgmės išskyrimo degimo metu. Sumažintas pastato vidaus vėdinimas padidina santykinį drėgnį. Esant tinkamam vėdinimui, garų kiekis išlieka tinkamose ribose.

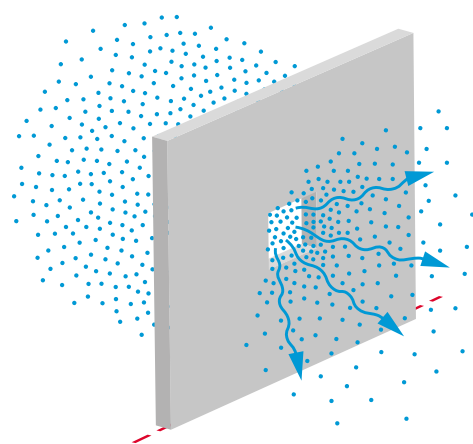
Vandens garus perneša šiltas oras. Kuo šiltesnis oras, tuo didesnis drėgmės kiekis su juo gali judėti. Kai oras suranda skylę arba plyšį atitvaroje, vidinis šiltas oras skverbiasi į išorę dėl vidaus ir išorės oro temperatūrų skirtumo. Šie maži atitvaros defektai gali sukelti dideles problemas, kadangi pro vieną $10 mm$ skylę atitvaroje, esant $2 Pa$ oro slėgių abiejose atitvaros pusėse skirtumui, per mėnesį gali būti perneštas $1 litras$ vandens. Tačiau gera žinia ta, kad šiam drėgmės pernešimui reikia skylės ar plyšio, kertančio visą atitvaros konstrukciją. Maža skylė šalia nepažeistos gipso plokštės esančioje garų užtvaroje nesukels jokių pažeidimų.

Kai drėgnas oras juda pro pastato atitvarą, jos viduje drėgmė kondensuojasi ant sandarių paviršių, kurių temperatūra žemesnė už rasos taško temperatūrą, t.y., kai pasiekiamas sočiųjų garų slėgis.

Rasos taško temperatūra yra temperatūra, kuriai esant vandens garai virsta vandeniu. Tai yra oro temperatūros ir vandens garų kiekio ore priklausomybė. Vandens garai gali kondensuotis tik ant tokio paviršiaus, kurio temperatūra yra žemesnė



Oro santykinis drėgnis kinta pagal oro temperatūros pokyčius paros metu



Konvekcija

Lentelė. Sočiųjų garų tankis v_k ir sočiųjų garų slėgis p_k .

(Šaltinis: Terveet tilat 2028 -ohjelma Ympäristöministeriö, Rakennusfysiikka rakennusinsinööriille, Kosteus)

t °C	V_k g/m ³	P_k Pa	t °C	V_k g/m ³	P_k Pa	t °C	V_k g/m ³	P_k Pa
-20	0,87	102	-3	3,89	485	14	12,10	1602
-19	0,95	111	-2	4,19	524	15	12,86	1708
-18	1,04	122	-1	4,51	566	16	13,65	1820
-17	1,14	135	0	4,85	611	17	14,49	1939
-16	1,25	149	1	5,21	658	18	15,37	2064
-15	1,38	164	2	5,58	708	19	16,30	2197
-14	1,52	181	3	5,98	762	20	17,28	2337
-13	1,67	200	4	6,40	818	21	18,31	2484
-12	1,83	221	5	6,84	878	22	19,40	2640
-11	2,01	242	6	7,31	941	23	20,54	2805
-10	2,20	266	7	7,80	1008	24	21,74	2979
-9	2,40	292	8	8,32	1079	25	23,00	3162
-8	2,61	319	9	8,87	1154	26	24,32	3355
-7	2,84	348	10	9,45	1234	27	25,71	3559
-6	3,08	379	11	10,06	1318	28	27,17	3773
-5	3,33	412	12	10,71	1408	29	28,70	3999
-4	3,60	447	13	11,38	1502	30	30,31	4237

Pavyzdžiui, lentelėje nesunku pastebėti, kiek turi nukristi +22 °C temperatūros ir 50 % santykinio drėgnio patalpos lango vidinio paviršiaus temperatūra, kad prasidėtų kondensacija. Garų slėgis, kai RH 50 %, yra $v_k = 0,5 \times 19,4 = 9,7 \text{ g/m}^3$. Žiūrime į sočiųjų garų slėgį $9,7 \text{ g/m}^3$ lygyje ir matome, kad soties temperatūra yra 10–11 °C. Tai reiškia, kad kondensacijos galima išvengti palaikant paviršiaus temperatūrą virš 11 °C.

už rasos taško temperatūrą arba vandens garų pusiausvyra ore viršyta. Rasos taško temperatūra apskaičiuojama pagal formulę:

$$T_d = T - \frac{(100 - RH)}{5}$$

Rasos taško temperatūros (T_r) apskaičiavimas pagal temperatūrą (T) ir santykinį drėgnį (RH).

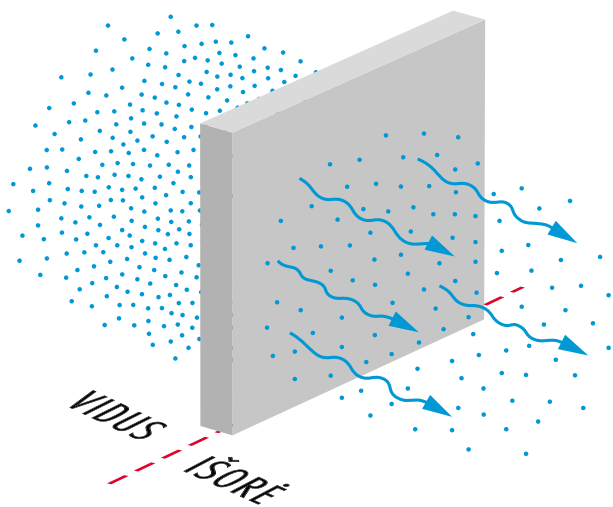
Pavyzdžiui, jeigu rasos taško temperatūra yra 10 °C, ant bet kurio patalpos paviršiaus, kurio temperatūra žemesnė kaip 10 °C, kondensuos drėgmė ir jis bus padengtas vandeniu. Siekiant to išvengti, turime padidinti paviršiaus temperatūrą arba sumažinti santykinį drėgnį.

Lengviausias būdas susitvarkyti su vandens garų ir drėgmės sukeliama pažeidimais yra sumažinti išskiriamos drėgmės kiekį.

1.1.3. Difuzija

Difuzija vyksta dėl skirtingo erdvių garų tankio/ dalinio garų slėgio. Šildymo sezono metu daugiau drėgmės turi vidaus patalpų oras. Dėl tankio/ slėgio skirtumo vidaus oro drėgmė siekia balanso su išorės oro drėgme, sukeldama garų judėjimą iš vidaus į išorę pro pastato atitvarą. Jeigu nėra garams nelaidžios užtvaros, garų tankis/dalinis vandens garų slėgis siekia išsilyginti vykstant difuzijai. Tačiau jeigu difuzijos būdu per konstrukciją praeinantys vandens garai sutinka šaltą paviršių, jie kondensuojasi. Difuzija vyksta be oro judėjimo. Vandens garų užtvaros naudojamos vidinėje šiltojoje atitvaros pusėje siekiant sustabdyti drėgmės patekimą į konstrukciją.

Visoms medžiagoms būdingas tam tikro lygio garų pralaidumas. Kondensacija paprastai nevyksta tada, kai ne mažiau kaip du trečdaliai šiluminės izoliacijos vertės yra garų užtvaros išorėje.



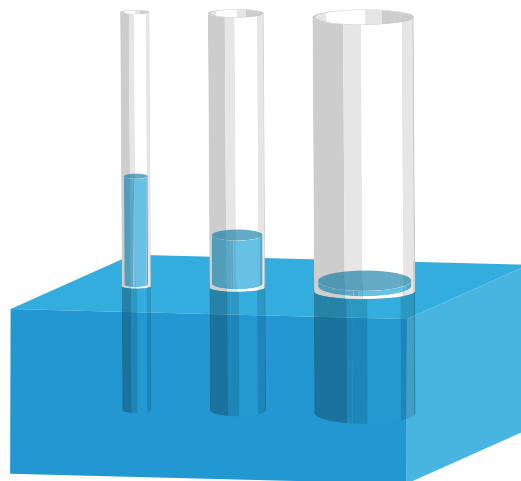
Difuzija

1.1.4. Kapiliariškumas

Kapiliariškumas yra galimybė skysčiui judėti siaurose erdvėse be išorinių jėgų, tarp jų ir sunkio, pagalbos, netgi priešinga kryptimi. Šis reiškinys vyksta, pavyzdžiui, grunte.

Kaip vamzdeliais vanduo juda aukštyn priešinga sunkio jėgai kryptimi, taip ir grunto poromis arba ertmėmis tarp grunto dalelių juda aukštyn. Vandens pakilimo aukštis priklauso nuo porų dydžio.

Vietos, kuriose vyksta kapiliarinis drėkimas, yra pamato pagrindas ir vandenį sugerianti išorės apdaila. Kapiliariškumas valdomas užsandarinant poras arba naudojant didelių porų medžiagas.



Kapiliariškumas

2. DRĖGMĖ IR PASTATO ATITVARŲ PROJEKTAVIMAS

Drėgmės sukeltos sveikatos problemos ir pastato pažeidimai gali brangiai kainuoti. Vandenį paprastai nesunku aptikti, tačiau daugelis su vandeniu susijusių problemų yra mažiau akivaizdžios ir sunkiau nustatomos arba pamatomos.

Drėgmės kontrolė yra esminė tinkamo pastato funkcionavimo sąlyga. Tinkamai suprojektuotos pastato atitvaros apsaugo pastato naudotojus nuo sveikatai žalingų poveikių, o pastatą – nuo fizinių ir cheminių pažeidimų. Gerai drėgmės kontrolei nebūtina, kad visos pastato medžiagos būtų absoliučiai sausos, tačiau dėgmei jautrios medžiagos turi išlikti pakankamai sausos kad išvengtų problemų.

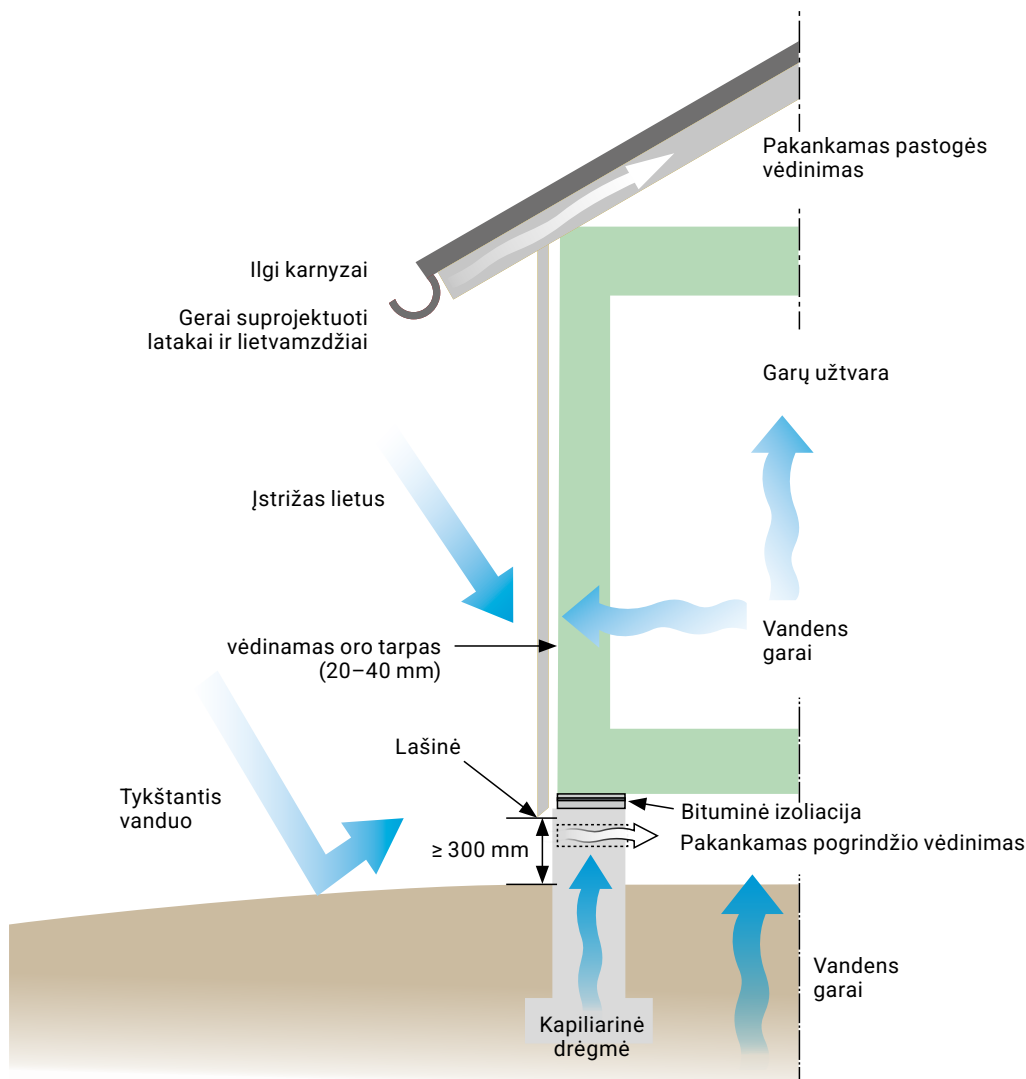
Daugelio pastato konstrukcijų drėgminių problemų priežastis yra gruntinė drėgmė, lietus

arba pastato viduje naudojamas vanduo. Drėgmės kontrolė yra esminė pastato projekto dalis, laimei, projektavimo taisyklės gana paprastos:

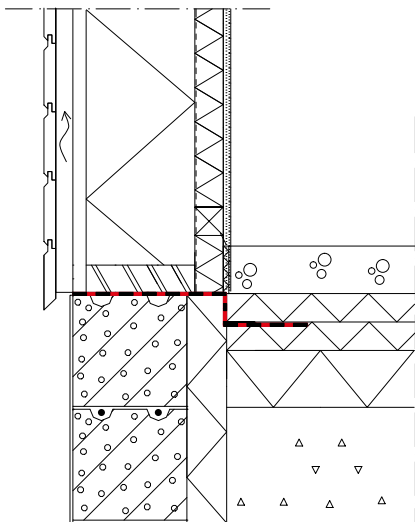
- **Užtikrinti, kad drėgmė nepatektų į konstrukcijų vidų**
- **Parinkti medžiagas taip, kad konstrukcijose esanti drėgmė galėtų džiūti.**

2.1 PAMATAI

Drėgmės judėjimo kapiliarais kontrolė yra viena svarbiausių apsaugų nuo gruntinės drėgmės. Gerą žvyro pagrindą turinčioje statybvietėje lengviau tvarkytis su gruntine drėgme. Deja, ne visada galime pasirinkti statybos vietą su tokiu gruntu. Jeigu gruntas netinkamas – jį reikia pakeisti.



Daugelio pastato konstrukcijų drėgminių problemų priežastis yra gruntinė drėgmė, lietus arba pastato viduje naudojamas vanduo.



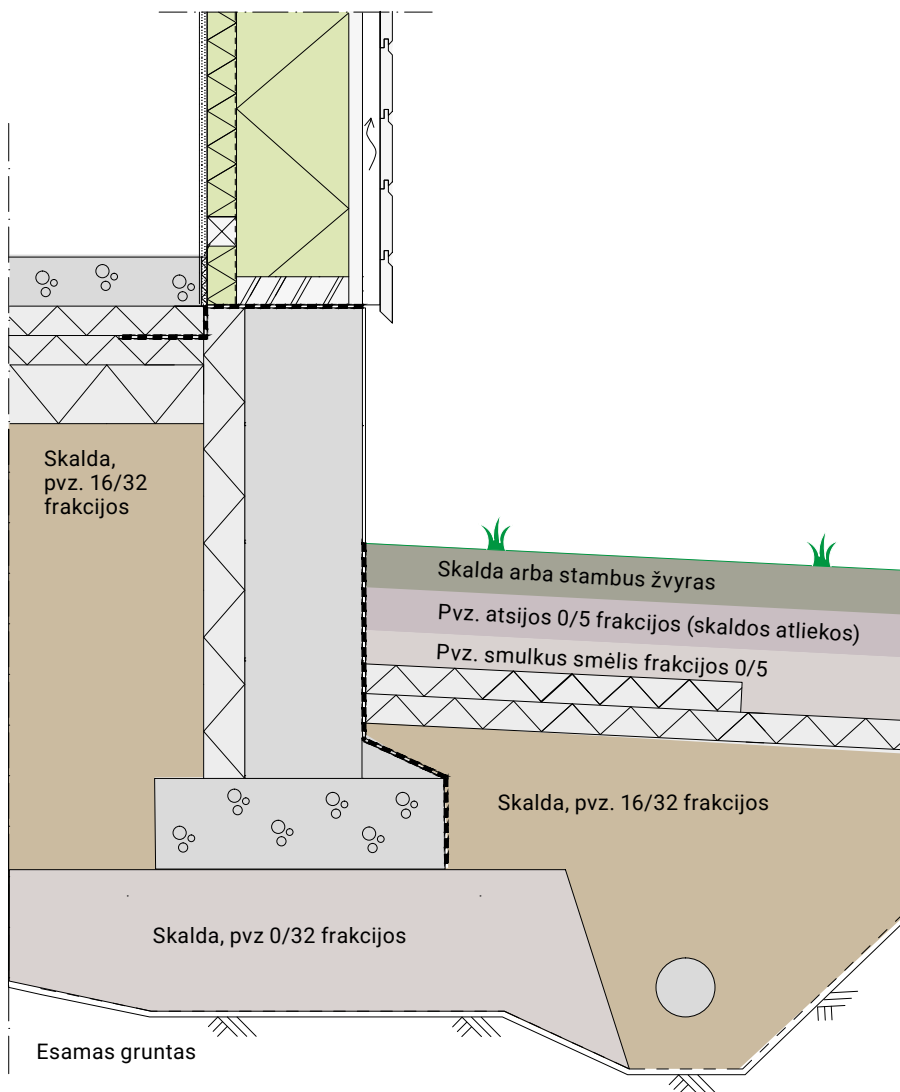
Kapiliarinės drėgmės izoliacija

Nutraukti kapiliarinį drėgmės judėjimą galima po pamato plokšte ir šalia pamato įrengiant smėlio, žvyro ar skaldos sluoksnį. Toliau esančiame paveiksle pateiktas žvyro, smėlio ir skaldos naudojimas pamatuose.

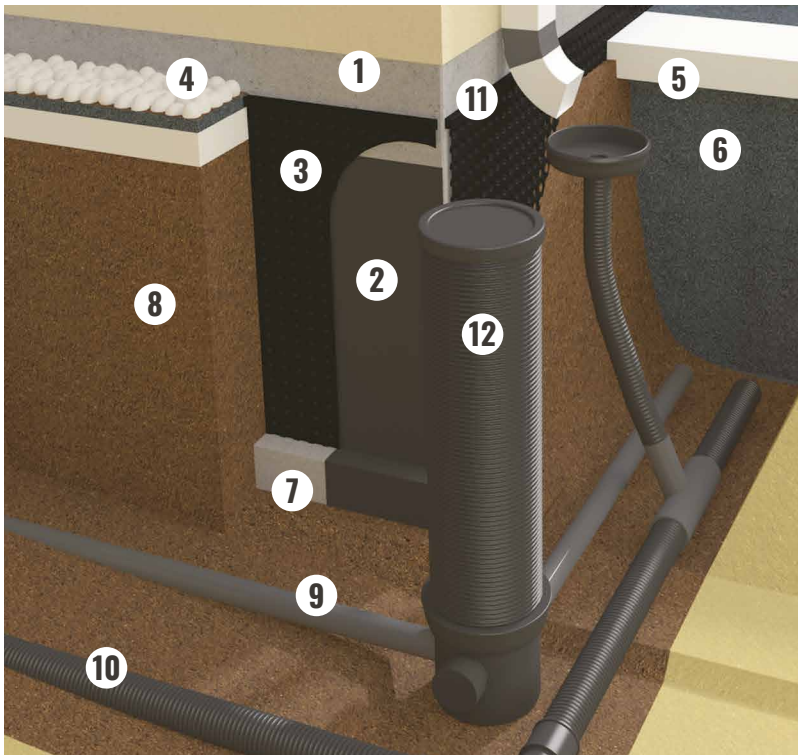
Pastato perimetru pamato ar pagrindo plokštės išorėje įrengiamas drenažas surinkti ir nuvesti paviršinį vandenį toliau nuo pastato.

Pateiktame paveiksle parodytas drenažo sistemos, skirtos surinkti gruntinei drėgmei, pavyzdys.

Įrengus pamatą, svarbu įrengti kapiliarinės drėgmės izoliaciją tarp betoninio pamato ir sienos. Ši izoliacija gali būti bituminė (prilydyta arba priklijuota). Kapiliarinės drėgmės izoliacija turi būti gerai pritvirtinta ir 150 mm užleista po grindų termoizoliaciniu sluoksniu. Bituminė izoliacija užsandarina grindų ir pamato jungtį, užkirsdama kelią radonui ir kitiems teršalams iš grunto patekti į pastatą.



Žvyro, smėlio ir skaldos naudojimas pamatų apsaugai nuo kapiliarinės drėgmės



1	Pamatas
2	Bituminė izoliacija
3	Pamatų hidroizoliaciniai lakštai
4	Grunto paviršius
5	Apsauga nuo peršalimo
6	Žvyro užpilas
7	Geotekstilė
8	Smėlis/žvyras
9	Perimetro drenažas
10	Lietaus vandens surinkimo sistema
11	Plastikinis tvirtinimas
12	Drenažo tikrinimo šulinys

Drenažas ir lietaus vandens nuvedimo sistema

2.2 ĮŠALAS IR GRINDŲ IZOLIACIJA

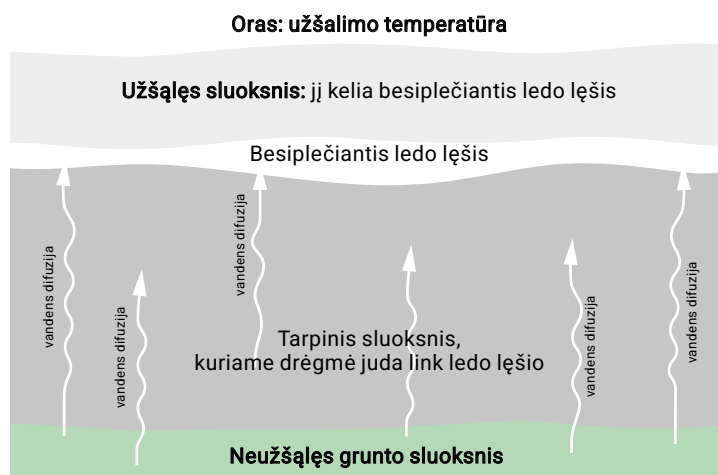
Įšalo pakilimas yra grunto kilimas į viršų šalčių metu. Drėgname grunte esantis vanduo prie neigiamų temperatūrų užšąla, susidaro ledo lęšiai, kurie besiplėsdami kelia gruntą. Neįvertinus galimo šalčio poveikio, gali būti pažeisti pastatai arba kiti statiniai šalto klimato zonoje.

Grunto kapiliarų pertraukimas žvyru arba įrengta drenažo sistema padeda sulaukyti vandenį toliau nuo pamato, bet jie nesustabdo vandens garų kilimo į viršų difuzijos būdu. Todėl reikia apsaugoti gruntą nuo šalčio, įrengiant termoizoliacinį sluoksnį aplink pamatą. Reikiamos termoizoliacijos kiekis priklauso nuo pastato vietovės, klimato ir statybvietsės.

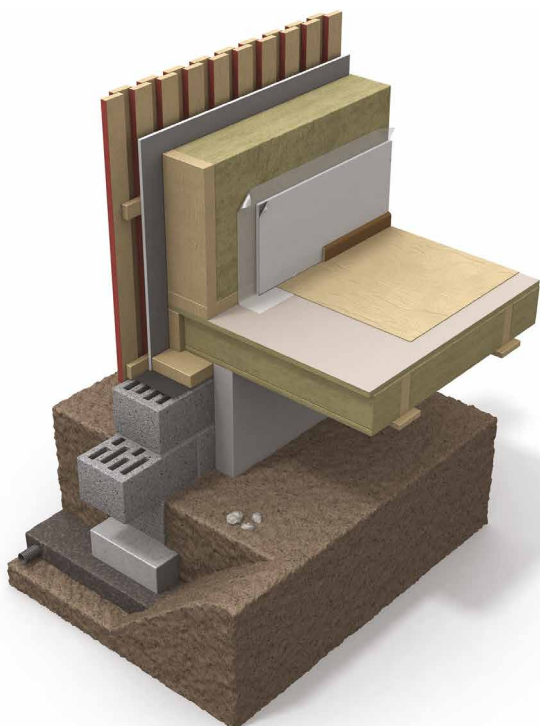
Grunto užšalimo gylis gali būti nuo paviršinio iki 3 m gylio šiaurinėse teritorijose. Kuo šaltesnė aplinka, tuo daugiau termoizoliacijos reikia. Termoizoliacija įrengiama pamato išorėje pagal pamato projektuotojo nurodymus. Pastato kampai turi būti izoliuoti 40 % geriau nei likusi perimetro dalis.

Pastato rūsysis taip pat turi būti izoliuotas. Izoliacija įrengiama išorėje, viduje arba rūšio sienos konstrukcijos viduje.

Grindys gali būti vėdinamos arba grindų plokštė išlieta ant grunto izoliacijos sluoksnio paviršiaus.



Įšalo pakilimas

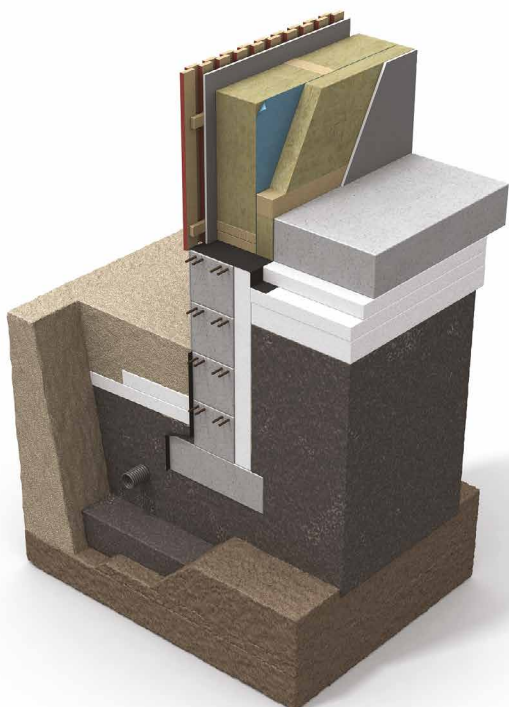


Vėdinamos grindys

Vėdinamos grindys

Kai įrengiamos vėdinamos grindys, svarbu užtikrinti, kad lietaus vanduo nepatektų po pastatu ir kad pastato pogrindžio natūralus vėdinimas būtų pakankamas. Pogrindyje neturi būti jokių organinių medžiagų, sudarančių sąlygas augti pelėsiui esant labai dideliam drėgmeniui (grunto drėgmė yra 100%).

Vėdinamos grindys įrengiamos tokiu pat principu kaip ir išorinės sienos. Po grindimis esant aukštam drėgmės lygiui, vėjo izoliacinės plokštės turi būti gerai pritvirtintos ir atsparios drėgmei.



Grindys ant grunto

Grindys ant grunto

Grindys ant grunto paprastai įrengiamos ant piltinio grunto. Grindų paviršius turi būti ne mažiau kaip 30 cm aukščiau grindų pagrindo.

Grindyse ant grunto drėgmė juda viena arba dviem kryptimis, difuzijos arba kapiliariškumo būdu.

Įrengus išlyginamąjį sluoksnį iš betono, drėgmė iš konstrukcijos turi būti pašalinta arba į apačią, kai konstrukcijoje nėra vandens garų užtvaros, arba į viršų, kai grindys nepadengiamos drėgmei nelaidžia danga kol išdžius betonas.

Statybos metu grunto temperatūra po grindimis ant grunto paprastai būna nuo +6 °C iki -16 °C. Šiame etape konstrukcija džiūsta lėtai išorės kryptimi, jeigu po grindų betono sluoksniu esanti termoizoliacija leidžia vykti difuzijai.

Projektuojant grindis ant grunto svarbu užtikrinti, kad vandens garų difuzijos kryptis būtų iš vidaus į išorę. Po betonu esantis termoizoliacijos sluoksnis turi būti pakankamo storio, kad užtikrintų mažiausiai 2–3 °C vidinio ir išorinio termoizoliacijos paviršių temperatūrų skirtumą. Viduje turi būti palaikoma norminė temperatūra ir patalpų drėgmė bet kuriuo metų laiku neviršytų kritinio lygio.

Po betono sluoksniu įrengiamai termoizoliacijai keliami ir mechaniniai reikalavimai, todėl termoizoliacija pasirenkama ne vien tik pagal drėgmės savybes.

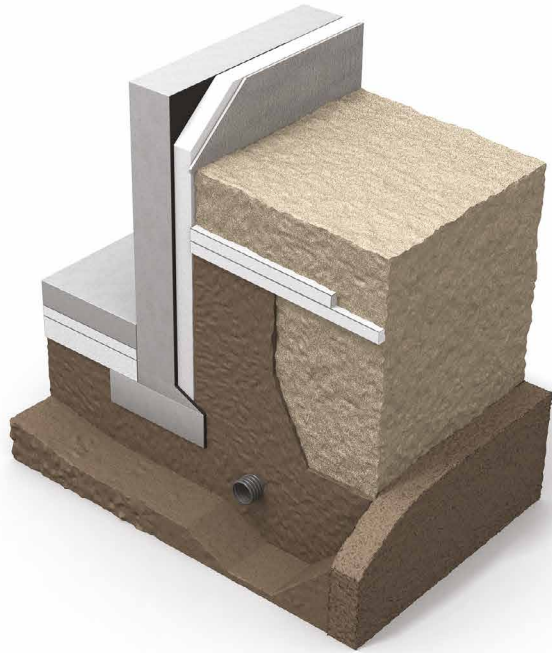
Rūsio sienos

Saugiausia izoliuoti rūšio sienas yra iš išorės. Sienos konstrukcija (betonas, blokai, kita) iš išorės turi būti apsaugoti nuo drėgmės vandeniui nelaidžiu bituminės medžiagos sluoksniu arba taikant panašų sprendinį. Jeigu rūšio siena yra sumontuota iš blokų, prieš vandeniui nelaidžios membranos montavimą jos paviršius turi būti išlygintas nutinkuojant.

Šilumos izoliacija įrengiama vandeniui nelaidaus sluoksnio išorėje.

Rūsio sienos vidinis paviršius turi būti laidus garams, kad leistų konstrukcijos drėgmei džiūti į vidų.

Būtina užtikrinti, kad drėgmė nepatektų už vandeniui nelaidaus sluoksnio, tai yra į sienos konstrukciją.



Rūsio sienos

2.3 IŠORINĖS SIENOS

Išorinė danga turi sulaikyti vėjo nešamą lietu ar sniegą, kurie įvairiomis kryptimis gali įnešti į konstrukciją drėgmę. Todėl labai svarbu, kad medžiagos (visos detalės ir jungtys) būtų tinkamai suprojektuotos ir sumontuotos.

Vėdinami fasadai

Išorinėse vėdinamose sienose prieš fasado apdailą įrengiamas oro tarpas. Šio tarpo paskirtis yra pašalinti drėgmę, patenkančią difuzijos būdu iš sienos konstrukcijos arba pro fasado apdailą.

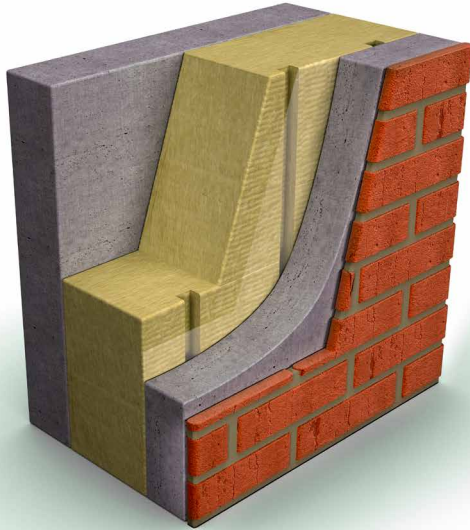
Tarpe cirkuliuojantis oras perneša drėgmę į išorę per apdailos viršutinėje dalyje esančias angas.

Kadangi fasado apdaila nėra visiškai sandari, o akmenų vatos termoizoliacija yra porėta, reikalinga apsauga nuo vėjo. Vėjo izoliacijos sluoksnis turi būti nelaidus orui, tačiau laidus vandens garams, kad praleistų iš vidaus judančią drėgmę. Bendra taisyklė: vėjo izoliacinio sluoksnio garų pralaidumas turi būti ne mažiau nei penkis kartus didesnis už iki vėjo užtvaros esančių vidinių konstrukcijos sluoksnių.

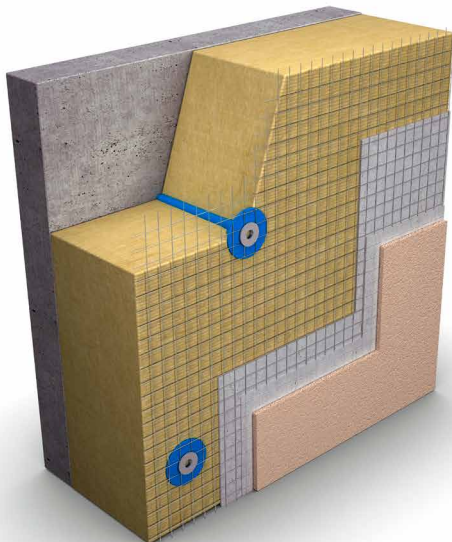
Kad konstrukcija džiūtų, išorinės sienos konstrukcijos sluoksnis turi būti suprojektuotas taip, kad kiekvienas sekantis sluoksnis būtų laidesnis garams, pradedant vidiniu ir baigiant išoriniu sienos sluoksniu.



Vėdinami fasadai



Trisluoksniai betoniniai elementai



Tinkuojamieji fasadai

Vėdinamame sluoksnyje įrengtos ugnies užtvaros neturi stabdyti vėdinimo ir kaupti drėgmės.

Vidinė konstrukcijos pusė turi būti nelaidi orui ir garams, kad drėgnas vidaus oras difuzijos būdu nepatektų į konstrukciją ir jos nesudrėkintų. Garų užtvara sustabdo difuziją ir apsaugo nuo nematomos drėgmės patekimo į konstrukciją. Taip suformuojamas sandarus vidinis sluoksnis visose pastato atitvarose. Būtina atkreipti dėmesį į siūles ir pastato jungtis.

Masyvioms konstrukcijoms nereikia ištisinės garų užtvaros. Masyviose konstrukcijose daugiausiai dėmesio reikalaujančios vietos yra sandūros, kurias reikia gerai užsandarinti.

Trisluoksniai betoniniai elementai

Šviežiam betone (100 % RH) yra apie 150 kg/m³ drėgmės. Betoninės konstrukcijos paviršų padengti apdaila galima tik tada, kai konstrukcijos drėgnis pakankamai mažas, įprastai esant 80–85 % RH – apie 85–93 kg/m³. Per anksti įrengti garams nelaidūs (apdailos ar kiti) sluoksniai, gali sukelti didelės drėgmės sukeltus pažeidimus, lakiųjų organinių medžiagų emisija gali neigiamai paveikti vidaus oro kokybę.

Termoizoliacija įtakoja betono vidinių sluoksnių džiūvimo laiką. Vandens garms laidu termoizoliacija leidžia džiūti tiek į vidų tiek ir į išorę.

Jeigu sluoksniuotos betoninės plokštės išorinis paviršius yra nelaidus garams, rekomenduojama naudoti akmens vatos izoliaciją su grioveliais, taip užtikrinant greitą konstrukcijos džiūvimą.

Tinkuojamieji fasadai

Tinkuojamų fasadų drėgminės būklės esmė – tinko sluoksnio atsparumas vandeniui ir garų pralaidumas. Kai tinkas ir sandūros įrengtos teisingai, konstrukcija yra gera.

Tinkuotų izoliuotų sienų džiūvimo mechanizmai tokie pat kaip ir sluoksniuotų betono elementų. Vidinis betono sluoksnis džiūsta daug greičiau, kai naudojama akmens vata, lyginant su mažiau garui laidžiomis izoliacijomis.

PAROC akmens vatos naudojimas išorinėse sienose

Akmens vata yra ideali izoliacinė medžiaga naudoti įvairiose sienų konstrukcijose. Lengva įrengti geros kokybės akmens vatos izoliaciją be plyšių ir tarpų. Akmens vatos izoliacija ilgai išlieka stabili: jos matmenys nekinta įvairiose klimato sąlygose ir

temperatūrose. Akmens vatos drėgminės savybės nekinta visą pastato tarnavimo laiką.

Atvira akmenų vatos izoliacijos struktūra sudaro sąlygas žymiai greičiau išdžiūti vidiniam betono sluoksniui nei kitos mažiau orui ir garams laidžios termoizoliacinės medžiagos. VTT atlikto modeliavimo rezultatai parodė, kad akmenų vata apšiltintų sienų vidinis betono sluoksnis pasiekė 85 % RH atitinkantį drėgnį maždaug per 140 dienų, o apšiltintų medžiagomis, kurių garų laidumas mažesnis (EPS, PIR) – per 460–470 dienų.

sandūras (pvz., aplink langus). Akmenų vata neuždarys drėgmės konstrukcijoje, priešingai jei tam būtų naudojamos garams nelaidžios izoliacinės medžiagos.

Drėgmė negali kondensuotis atviros pluoštinės struktūros akmenų vatos izoliacinio sluoksnio viduje. Taip yra todėl, kad, kai drėgnas oras patenka į izoliacinį sluoksnį per garų užtvaros įtrūkimus ir skylės, kondensacija vyks ant pirmo orui nelaidaus sluoksnio sienos konstrukcijos išorinėje pusėje, kai jos temperatūra bus žemesnė už rasos taško temperatūrą.

Termoizoliacija	Siena	Džiūvimo laikas, 85% RH, dienomis	Vidinio paviršiaus džiūvimo laikas, mėnesiais **	Džiūvimo laikas, 80% RH, dienomis
PAROC akmenų vata, 220 mm	Trisluoksniai betoniniai elementai Tinkuojama sistema	135	~4,8	342
		125		184
EPS, 220 mm	Trisluoksniai betoniniai elementai Tinkuojama sistema	474	~16	756
		457		707
PIR, 170 mm	Trisluoksniai betoniniai elementai Tinkuojama sistema	458	~15,4	621
		440		701
PIR (aliuminiu dengtas paviršius), 170 mm	Trisluoksniai betoniniai elementai Tinkuojama sistema	716	~23,8	913
Fenolio putas, 130 mm	Trisluoksniai betoniniai elementai Tinkuojama sistema	402	~13,7	493
		392		486

Pastato sienos iš 120 mm storio betono, apšiltinto įvairiomis medžiagomis, džiūvimo laikas.

**** Paviršius tinkamas apdailos įrengimui**

Naudojant PIR su aliuminio danga, pasiekti 85 % RH atitinkantį drėgnį prireiks 715 dienų*. Dideli džiūvimo laiko skirtumai natūraliai reiškia didelius projekto įgyvendinimo laiko ir kaštų sutaupymus.

Gali būti, kad siena izoliacijos įrengimo metu sulyja. Pagal VTT atliktų tyrimų ir modeliavimo rezultatus*, neapsaugotos akmenų vatos izoliacijos išorinio paviršiaus sudrėkimas dėl įstrižo lietaus poveikio nesudaro sąlygų drėgmės kaupimuisi konstrukcijoje, netgi kai neapsaugoma 4 mėnesius. Nustojus lyti, izoliacija labai greitai išdžiūsta.

Porėta ir atvira difuzijai akmenų vatos izoliacija leidžia drėgnoms konstrukcijoms efektyviai džiūti. Tai suteikia tam tikrą saugą, taip pat ir įstrižo lietaus atveju, kai vanduo gali patekti į konstrukciją per nesandarias

Naudojant akmenų vatą, greičiau aptinkami bet kokios konstrukcijos ar vandentiekio vamzdžio nesandarumai arba pažeidimai, kadangi ji nesugeria drėgmės, bet leidžia vandeniui tekėti pro izoliacinį sluoksnį į vietas, kuriose jį galima aptikti. Kai pažeidimą galima aptikti iš karto, jį galima greitai pataisyti. Greiti veiksmai apsaugo nuo didelių konstrukcijos pažeidimų ir nuo pelėsių.

Akmenų vata yra higroskopinė medžiaga, t.y., atstumia skysčio pavidalo drėgmę. Taip pat neįgeria drėgmės iš aplinkos oro netgi ypatingai aukštos drėgmės sąlygose (RH 98 %). Tik sausa medžiaga izoliuoja taip, kaip buvo suprojektuota.

(* Šaltinis VTT-R-04783-17 ir VTT-R-05677-17 tyrimų ataskaitos)

2.4 STOGAI

Stogo danga apsaugo nuo lietaus patekimo į konstrukcijas. Gero nuolydžio stogai su ilgais karnyzais įprastai gerai apsaugo nuo lietaus. Dažniausiai pasitaikančios stogo nesandarios vietos yra stogą kertantys santechninio vėdinimo įtaisai arba švieslangiai. Hidroizoliacija ir sandarikliai aplink šiuos įrenginius gali prarasti sandarumą ir praleisti vandenį.

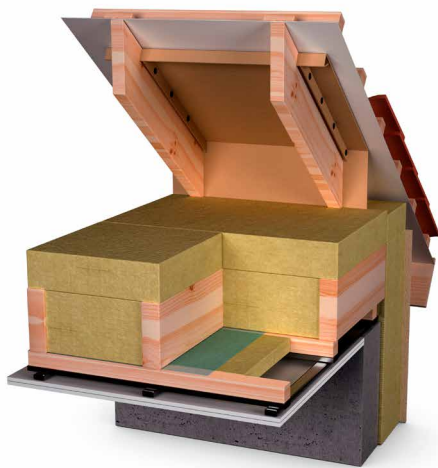
Drėgmė patenka į stogo sistemą ir sukelia problemas trimis skirtingais keliais:

1. Montavimo metu: lietus ir drėgnos medžiagos.
2. Dėl oro pralaidumo: vidaus ore esanti drėgmė migruoja iš pastato vidaus į stogo konstrukciją per pakloto konstrukcijos ar garų užtvaros plyšius.
3. Dėl stogo dangos pažeidimų: dangos medžiagos įtrūkia leidžia vandeniui patekti į stogo konstrukciją iš išorės.

Šlaitiniai stogai su palėpe

Kad būtų užtikrintas tinkamas drėgmės pašalinimas iš pastogės, vėdinama erdvė virš izoliacijos sluoksnio turi būti pakankamai aukšta, mažiausiai 200 mm, kai stogo nuolydis yra <math><1:20</math>, ir mažiausiai 100 mm, kai stogo nuolydis didesnis.

Oro ištraukimo ventiliatoriai turi būti kiek galima aukščiau, o oro tiekimo ventiliatoriai turi būti žemai. Natūralus oro judėjimas dėl aukščių skirtumo ir šilto oro kilimo į viršų vėdinamame tarpe/erdvėje išdžiovina konstrukciją. Vėdinimas per karnyzus užtikrinamas naudojant vėjo kreipiamąsias, vėdinamo tarpo aukštis virš vėjo kreipiamųjų turi būti ne mažesnis kaip 50 mm.



Šlaitinis stogas su palėpe

Kai stogo danga nevientisa, iš atskirų elementų (pvz., stogo čerpių), turi būti įrengtas pasluoksnis, apsaugantis konstrukciją nuo drėgmės patekimo per stogo dangą. Stogo konstrukciją kertančių įrenginių praėjimo pro pasluoksnį vietas turi būti užsandarintos.

Kai vidaus oras yra šiltas ir drėgnas, o apšiltintos konstrukcijos išorėje yra šaltesnis ir sausesnis oras, susidaro vandens garų slėgių skirtumas vidinėje ir išorinėje konstrukcijos pusėje. Slėgių skirtumo veikiami garai bandys difuzijos būdu skverbtis pro konstrukcijos medžiagų sluoksnius iš vidaus į išorę.

Sienos ir stogo sandūros garų užtvaros vientisumas ir nelaidumas orui yra esminė sąlyga tinkamai konstrukcijos drėgminei būklei. Kad būtų išvengta drėgmės sukeliamų pažeidimų, reikia užsandarinti visas sandūras, pravedimus ir prijungimus.

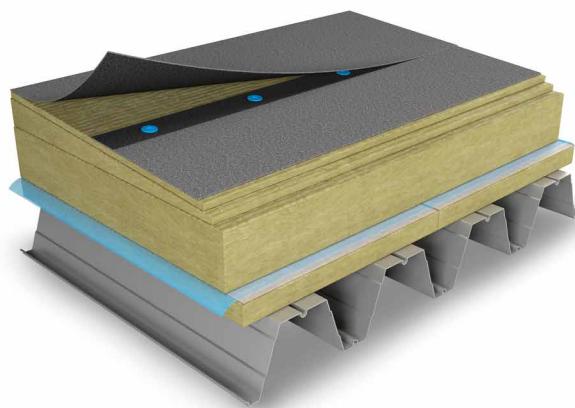
Plokštieji stogai

Plokščiojo stogo konstrukcija yra kompleksinė sistema. Ją įprastai sudaro paklota, vandens garų užtvara, termoizoliacija, hidroizoliacinė danga ir kai kuriais atvejais efektyvus vėdinimas.

Paklota dažniausiai yra dvigubos T formos plokštės, trapeciniai plieniniai lakštai, armuotos betoninės pilnavidurės arba tuštymėtos plokštės.

Efektyvią stogo termoizoliaciją sudaro 3 arba 4 izoliacijos sluoksniai. Termoizoliacinis sluoksnis suformuoja pagrindą garų užtvarai. Garų užtvara neleidžia drėgnam orui skverbtis į viršutinius termoizoliacinius sluoksnius. Ant vientiso akmens vatos pagrindo paklota garų užtvara išlieka nepažeista netgi esant nedideliam konstrukcijos judėjimui.

Visi praėjimai pro stogą turi būti užsandarinti prie garų užtvaros ir prie hidroizoliacinės dangos.



Plokščiasis stogas

PAROC akmens vatos naudojimas stoguose

Dėl darbų grafiko ir biudžeto apribojimų būna nedaug galimybių statybos procesus vykdyti tik šviečiant saulei ir esant sausam orui. Gali lyti ir snigti, todėl gali padidėti drėgmės kiekis neuždengtose konstrukcijose. Todėl labai svarbu vienu metu montuoti tik vieną plotą, apsaugoti jį nuo liūčių ir užtikrinti, kad bet kokia drėgmė galėtų laisvai džiūti.

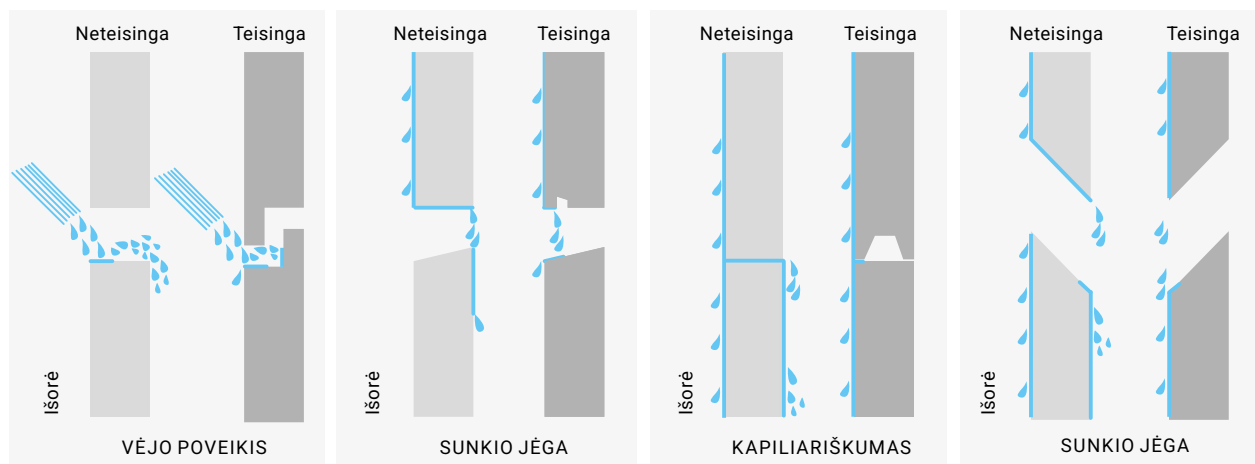
Kai naudojama vėdinama sistema „PAROC Air“, drėgmė stogo konstrukcijoje išdžiūsta labai greitai per termoizoliaciniame sluoksnyje esančius griovelius. Grioveliuose esančio oro temperatūra dažniausiai yra 5 °C aukštesnė už išorės oro temperatūrą, todėl jis gali išnešti drėgmę iš stogo konstrukcijos per vėdinimo kaminėlius į išorę.

Reikia pažymėti, kad vėdinami sprendiniai tinkami tik šildomiems pastatams. Nešildomiems sandėliams ir šaldytuvams rekomenduojama naudoti nėvėdinamus sprendinius.

Akmens vatos vandens garų varžos faktorius (μ) yra 1. Tai reiškia, kad vandens garai juda per akmenų vatos sluoksnį taip pat kaip ir per švaraus oro sluoksnį. Efektyvus natūralus vėdinimas pašalins išgaravusią drėgmę iš konstrukcijos per vėdinimo angas ar vėdinimo griovelius. Todėl porėta izoliacija nesudaro barjero džiūvimui netgi iš gilesnių konstrukcijos sluoksnių.

2.5 KARNYZAI IR STOGO VANDENS NUVEDIMO SISTEMA

Stogo nuolydis ir karnyzų užleidimas parodo, kaip efektyviai lietus nukreipiamas nuo atitvaros. Gera apsauga nuo lietaus gali būti pasiekama esant ilgiems karnyzams ir pakankamam stogo nuolydžiui.



Projektinės detalės

Visas ant stogo patenkantis vanduo turi būti nuvestas nuo stogo, turinčio pakankamą nuolydį. Vandens srautas turi būti valdomas visą kelią nuo stogo per vandens nuvedimo sistemą į lietaus kanalizaciją, siekiant išvengti fasado taškymo. Teisingas lietaus nuvedimo sistemos pasirinkimas priklauso nuo stogo rūšies, stogo nuolydžio, vidutinio lietaus kiekio, drenažo lygio ir kita.

2.6 PROJEKTINĖS DETALĖS (SANDŪROS, HIDROIZOLIACIJA IR KITI SUJUNGIMAI)

Sienos su mūro apdaila siūlės tarp plytų turi apsaugotos nuo lietaus vandens. Paprastai siūlės yra rievėjamos. Kai sienų apdailai naudojamos lakštinės medžiagos, sandūros būna atviros. Todėl labai svarbu išanalizuoti įvairius galimus drėgmės prasiskverbimo mechanizmus ir suprojektuoti dangos estetinį stilių atitinkančias reikiamų savybių sandūras.

Sandarūs sujungimai reikalingi išlaikyti vandenį ant paviršių. Daugumoje pastatų yra perėjimai tarp medžiagų, jų rinkinių ir komponentų, kurie pertraukia vientisumą ir/arba pakeičia hidroizoliacinės dangos ir lietaus nuvedimo sistemos geometrinę formą.

2.7 VĒDINIMAS IR SANTECHNIKA

Vėdinimas

Vėdinamas reikalingas pastatuose palaikyti oro kokybę ir pašalinti drėgmę.

Vandens garai, į vidaus orą išsiskiriantys prausiantis ar gaminant maistą, gali būti pašalinti naudojant drėgmės surinktuvus arba efektyvų vėdinimą. Pavyzdžiui, dušo patalpa turi būti išdžiovinama iškart po naudojimo. Jeigu ne, vėdinimo sistema nepakankamai efektyvi ir pelėsių augimo rizika padidėja.

Žiemą, kai vėdinimo sistema tiekia į pastatą šviežią orą, (-10 °C/RH95 %), pirmiausiai oras sušildomas iki + 20 °C, tai reiškia, kad santykinis drėgnis sumažėja nuo 95 % iki 12 %. Per žemas vidaus oro santykinis drėgnis sukelia tokius pat sveikatos sutrikimus kaip ir pelėsių: akių dirginimas, sausa oda, nosies užgulimas, gerklės dirginimas ir kita. Labai mažas santykinis drėgnis nenaudingas ir konstrukcijoms: sausas vidaus oras ištraukia drėgmę iš medinių apdailos medžiagų, sukeldamas paviršiaus traukimąsi ir trūkinėjimą.

Vėdinimas taip pat reikšmingai įtakoja vidaus ir išorės oro slėgių skirtumą. Esant aukštam vidaus oro slėgiui (viršslėgiui), karštas ir drėgnas vidaus oras stumiamas į sienos ir stogo konstrukcijas. Esant žemam vidaus oro slėgiui, išorės oras traukiamas pro pastato atitvarų porėtas statybines medžiagas, įtrūkius ir plyšius. Šis prasiskverbiantis oras – nešvarus.

Natūrali ventilacija efektyviai veikia tik šalto klimato sąlygose, nes jos veikimas priklauso nuo temperatūrų pastato viduje ir išorėje skirtumo ir vėjo. Mechaninė vėdinimo sistema suprojektuota palaikyti vidaus oro sąlygas geriausiame įmanomame lygyje. Reikiamas oro slėgis ir vidaus oro sąlygos pasiekiamos tik esant sandarioms pastato atitvaroms.

Mechaninė vėdinimo sistema nuolat naudoja energiją. Deja, efektyvaus energijos naudojimo ir išlaidų mažinimo tikslai gali paskatinti pastato savininką išjungti vėdinimą ir šildymą laikotarpiui, kai pastatas nenaudojamas (pvz., savaitgalį ar per atostogas). Tai sukelia su drėgme susijusias problemas, kadangi vidaus oro temperatūra nukrinta ir ore esanti drėgmė pradeda kondensuotis ant paviršių. Netgi gali prasidėti vandens garų difuzija iš grunto.

Vandentiekis

Vanduo į patalpas tiekiamas vandentiekio vamzdžiais. Vandentiekio nesandarumai yra dažniausia vandens sukeliama pažeidimų priežastis, dažniausiai nematomų, sukeliama pastatų konstrukcijų viduje, ypač kai vamzdžiai paslėpti konstrukcijose.

Vamzdyno nesandarumas visada pavojingas, tačiau tai galima įvertinti projektuojant pastatą, išdėstant vamzdyną ir jo komponentus taip, kad juos būtų nesunku patikrinti ir pataisyti. Daugelį nesandarumų sukelia šaltis: svarbu užtikrinti, kad vamzdynas būtų gerai izoliuotas. Izoliacija taip pat būtina apsaugoti šaltų vandentiekio vamzdžių paviršių nuo drėgmės kondensacijos..

PAROC akmens vatos naudojimas ŠVOK sistemose

Šalto vandentiekio vamzdžiai ir ortakiai be izoliacijos gali "prakaituoti". Tai reiškia, kad drėgmė šilto oro kondensuojasi ant šalto vamzdžio ar ortakio paviršiaus, kurio temperatūra žemesnė už rasos taško temperatūrą. Drėgmės kondensatas gali sukelti ŠVOK sistemos pažeidimus (koroziją) arba lašėti ant pastato konstrukcijų, sukeldamas antrines drėgmės problemas.

Antrinį kondensacijos poveikį galima sumažinti naudojant tinkamą izoliaciją. Šilumos izoliacija su oru nelaidžia danga apsaugo nuo antrinės drėgmės problemų, nes sudaro izoliacijos išorėje užtvarką, kurios temperatūra aukštesnė už rasos taško temperatūrą. Visos sandūros turi būti užsandarintos taip, kad drėgmė negalėtų prasiskverbti pro izoliacinį sluoksnį.



ŠVOK sistemos, izoliuotos PAROC akmens vatos gaminiais

3. DRĖGMĖS PAVOJAI

3.1 KOROZIJA

Bet kuri termoizoliacinė medžiaga, turinti kontaktą su metalu, gali būti aktyvi arba pasyvi korozijai, jeigu šalia yra vanduo arba drėgmė.

Termoizoliacinė medžiaga gali aktyviai prisidėti prie korozijos proceso, padidindama vandens elektrolitinę talpą išleisdama vandenyje tirpius jonus arba reikšmingai pakeisdama jo rūgštingumą (pH). Vandenyje tirpių jonų kiekis „Paroc“ akmens vatoje labai mažas, ir cheminė pusiausvyrą nesukelia korozijos.

Kai kurių rūšių termoizoliacinėse medžiagose gali būti medžiagų, kurios tiesiogiai prisideda prie korozijos proceso, tokių kaip degumą mažinančios druskos. „Paroc“ akmens vata yra nelegi ir tokių medžiagų joje nėra.

Termoizoliacinė medžiaga gali pasyviai prisidėti prie korozijos, jeigu ji sulaiko vandenį prie metalo paviršiaus.

3.2 PELĖSIAI

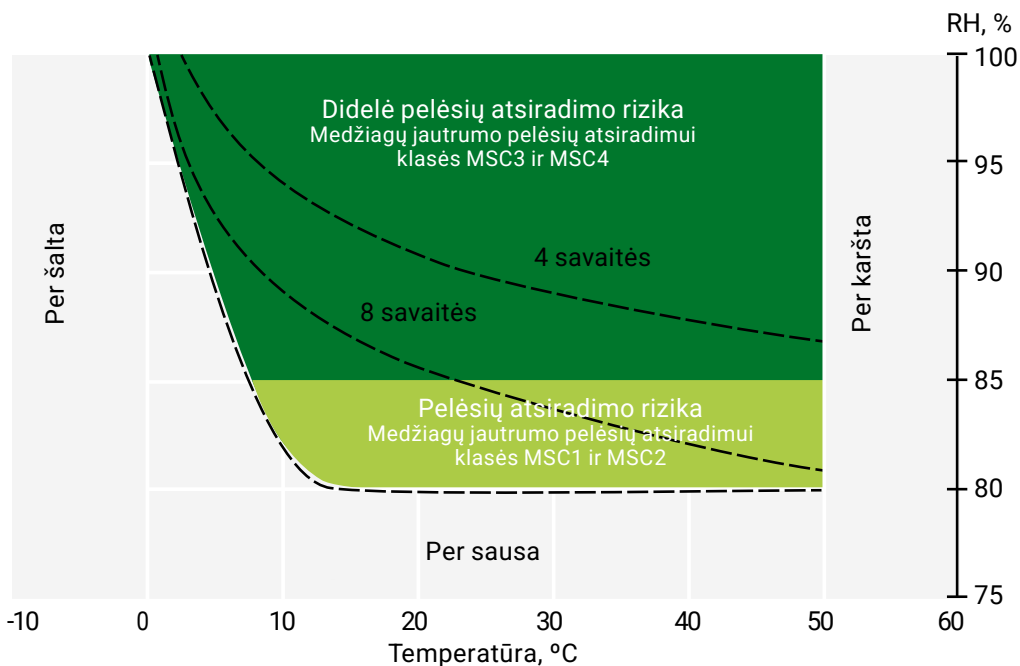
Pelėsių yra visur – ore ir ant daugelio gamtoje esančių paviršių. Pelėsių ir grybai žemėje yra jau šimtus milijonų metų ir yra kritinė globalios ekosistemos dalis. Nepaisant su žmogumi bendro egzistavimo ir bendros evoliucijos, biologinė augmenija pastatuose sveikatos problemų gali sukelti netgi modernioje visuomenėje. Kadangi

pelėsių sporos yra mažos ir lengvos, jos gali patekti į namus įvairiais keliais: pro atvertas duris, langus, vėdinimo, šildymo ir oro kondicionavimo sistemas. Tačiau problemos kyla tada, kai pelėsių augimas patalpose yra ypatingai intensyvus ir kai konstrukcijose augančių pelėsių rūšis sukelia pastate būnančių žmonių ligų simptomus.

Pelėsiams augti reikia šilumos, maisto ir drėgmės. Pelėsių pradeda augti, kai santykinis oro drėgnis aukštas (RH ≥80 – 85 %), temperatūra aukštesnė kaip 10 °C ir yra pakankamai organinių medžiagų jiems maitintis. Pelėsiams užaugti taip pat reikia laiko. Trumpalaikė drėgmė nepavojinga.

Pastatuose tinkamiausios sąlygos pelėsiams augti yra ant popieriaus arba medienos gaminių, tačiau pelėsių gali augti ant dulkių, dažų, tapetų, izoliacijos, gipso kartono, kilimų, audinių ir apmušalų. Geriausias būdas išvengti pelėsių augimo yra išlaikyti konstrukcijas sausas, jų paviršius švarius ir pakankamai žemą vidaus oro drėgnį.

Toliau pateiktas vienas geriausiai žinomų modelių (H. Viitanen/VTT) nustatyti pelėsių augimo tikimybę. Jis parodo, po kiek laiko pradės augti pelėsių ant medienos įvairios temperatūros ir santykinio drėgnio sąlygose. Tas pats modelis gali būti naudojamas kitoms medžiagoms, keičiant formulėse koeficientus. Įvairios konstrukcinės medžiagos suskirstytos į klases pagal jų tinkamumą pelėsiams augti, kaip nurodyta toliau pateiktoje lentelėje.



Suomiškas pelėsių atsiradimo rizikos modelis (VTT)

Šaltinis: TTY/VTT (Viitanen 2001)

Jautrumo klasė	MSC	Aprašas
Labai jautri	1	Neapdorota mediena, turinti aukštą lygį maisto medžiagų
Jautri	2	Obliuota mediena, medžiagos ir plėvelės su popieriaus danga, medienos plokštės
Vidutiniškai atspari	3	Cementas ir plastikinės medžiagos, mineralinė vata
Atspari	4	Stiklas ir metalas, gaminiai su nuo pelėsio apsaugančiais priedais

Lentelė: Santykinės drėgmės ir temperatūros sąlygos, palankios pelėsių augimui ant įvairių jautrumo klasių paviršių

Buvimas drėgnoje, pelėsių priaugusioje aplinkoje gali sukelti įvairius sveikatos sutrikimus, tačiau ne visada. Jautriems žmonėms pelėsiai gali sukelti nosies kimšimąsi, gerklės dirginimą, kosulį ir švokštimą, akių ir, kai kada, odos dirginimą. Alergiškiems žmonėms šie simptomai gali būti intensyvesni.

Akmens vata yra neorganinė medžiaga. 96–98 % jos masės sudaro vulkaninė uoliena. Likusius 2–4 % sudaro organinis rišiklis. „Paroc“ akmens vatos gaminiai buvo išbandyti išorinėje laboratorijoje* ir pripažinti atsparūs pelėsių augimui. Bandymai atlikti 95–100 % santykinio drėgnumo ir 22 °C temperatūros aplinkoje, 28 paras naudojant dažniausiai pastatuose sutinkamų veislių pelėsius.

*SP centras Švedijoje, bandymo ataskaita ETI PXX07404 / 17.2.2011.

3.3 EKSPLOATACINIŲ SAVYBIŲ PRARADIMAS

Matmenų pastovumas

Matmenų pastovumas yra termoizoliacinių medžiagų savybė, užtikrinanti jų tinkamą funkcionavimą tarnavimo laikotarpiu. Reikalavimai matmenų pastovumui nustatyti arba esant pastoviai temperatūrai, arba po temperatūros ir drėgmės kaitos ciklų. Jei šilumos izoliacija susitraukia arba išsiplečia dėl aplinkos sąlygų poveikio, konstrukcijose susiformuoja šiluminiai tilteliai ir

įtempiai, kurie gali įtakoti konstrukcijos drėgminei elgsenai.

Medžiagos matmenų pokyčiai priklauso nuo jų šiluminio plėtimosi koeficientų. Tai yra santykis, kuriuo medžiaga traukiasi ar plečiasi, kai šaldoma ar šildoma. Praktiškai visos medžiagos turi savo plėtimosi koeficientus, kurie priklauso nuo medžiagos cheminės sudėties. Matmenų pokyčius taip pat gali sukelti termoizoliacines medžiagas įdėtų putinimo medžiagų ir kitų dujų šiluminis plėtimasis, arba drėgmės apykaita (brinkimas).

Akmens vata yra neorganinė medžiaga ir išlaiko savo formą bei matmenis visose sąlygose.

Mechaninis pastovumas

Kai termoizoliacija naudojama kaip konstrukcinis elementas plokščiuosiuose stoguose arba trisluoksniuose plokštėse, turi būti deklaruota daugiau jos savybių, t.y., gniuždymo, tempimo ir šlyties stipris. Gaminiai su daugeliu deklaruotų savybių gali būti jautresni aplinkos poveikiams, pvz., UV spinduliuotei, cheminiam poveikiui ir drėgmei.

Natūraliai stabili uolienos medžiaga užtikrina labai gerą akmens vatos gaminių savybių ilgalaikiškumą drėgnoje aplinkoje. Kadangi joje mažai organinių medžiagų, galimi tik nežymūs pokyčiai, kai gaminiai apkraunami transportuojant, sandėliuojant ar montuojant.

Tik ką pagaminta akmens vata praktiškai yra visiškai sausa. Normaliose sąlygose (santykinis oro drėgnis nuo 30 % iki 80 %) drėgmės kiekis akmens vatoje yra apie 0,3 kg/m³. Konstrukcinės vatos vandens sugėrimo charakteristikos yra puikios ir gali būti lengvai patvirtintos, užpylus nedidelį kiekį vandens ant vatos. Jeigu ant vatos paviršiaus esantis lašas yra sferos formos, vandens atstūmimas yra garantuotas.

Nepriklausomai nuo termoizoliacinės medžiagos, jos visos turi būti apsaugotos statybos vietoje. Akmens vatai bet koks vandens poveikis, taip pat ir lietaus, įprastai juntamas tik ploname vatos sluoksnyje (1–6 mm). Šis sluoksnis gali būti visiškai drėgnas, tačiau tai nepakeis visos konstrukcijos stipruminių savybių.

Mūsų rekomendacijos:

1. Patikrinti, kad akmens vata yra sausa ir vandens sugerties savybės atitinkamos.
2. Apsaugoti akmens vatą nuo intensyvaus lietaus ir vandens sandėliavimo ir montavimo metu.
3. Jeigu vatos paviršius yra visiškai drėgnas (1–6 mm), gaminiui turi būti leista išdžiūti arba jį reikia pakeisti prieš uždariant konstrukciją.

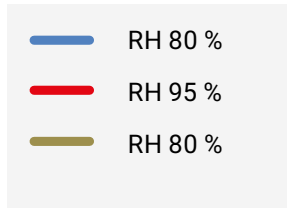
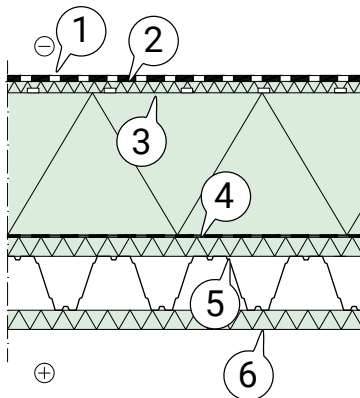
4. DAŽNIAUSIAI NAUDOJAMŲ KONSTRUKCIJŲ PELĖSIO AUGIMO PROGNOZAVIMAS

Termoizoliacinės medžiagos drėgminės savybės geriausiai atsiskleidžia, kai ji yra konstrukcijos dalis. Todėl labai svarbu įvertinti termoizoliacinius gaminius jų naudojimo sąlygose ir patvirtinti, kad visos konstrukcijos statybinė fizika funkcionuoja kaip suplanuota.

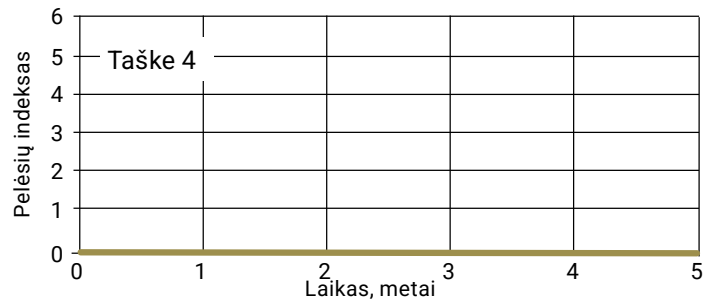
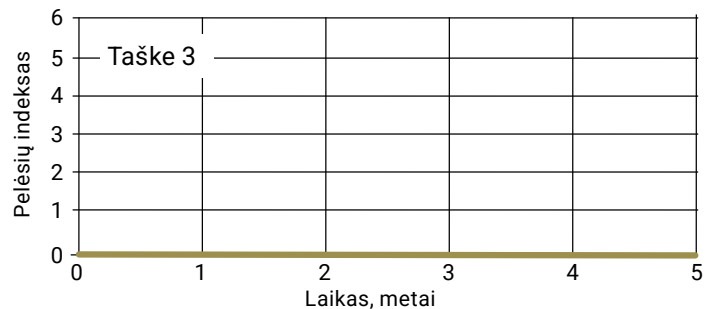
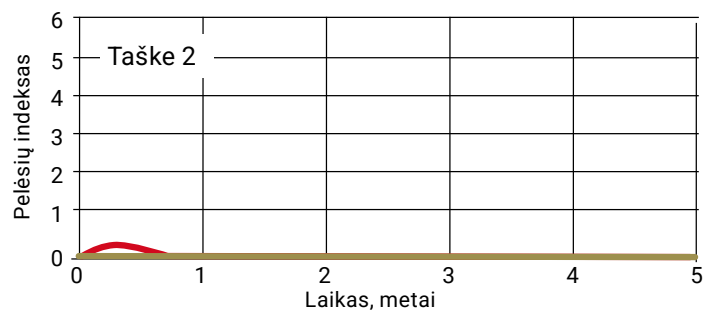
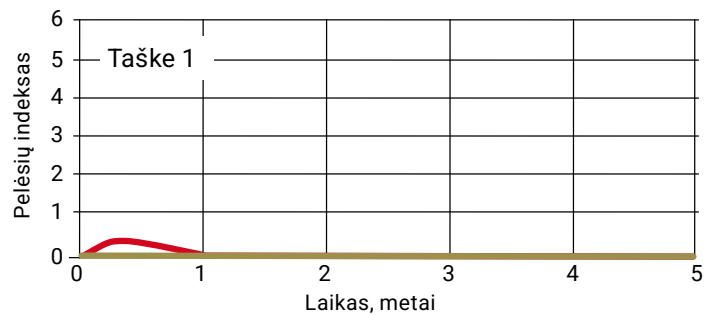
Remiantis išoriniais tyrimais, skaičiavimais ir modeliavimu, atliktais 13 įvairių gerai izoliuotų konstrukcijų, jokiose jų dalyse drėgmės ar pelėsių augimo rizika nenustatyta. PAROC akmens vata

izoliuotos konstrukcijos ištirtos sąlyginėse 2030 metų klimato sąlygose. Santykinis drėgnis RH 80 % ir RH 95 %, naudojant pelėsių indekso modelį, sukurtą VTT (Viitanen 2001).

Pavyzdys

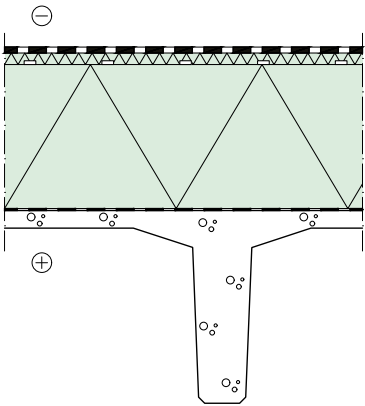
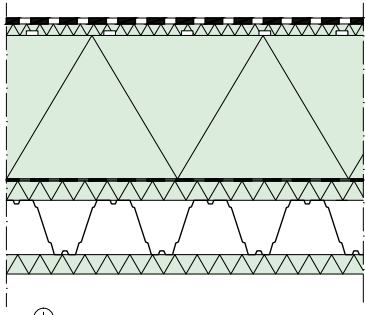
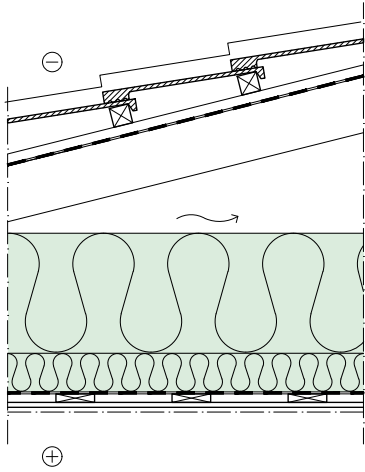


*Sweco RA08 61351 / 16.12.2015



Pavyzdžiai iš nagrinėtų konstrukcinių sprendimų

STOGAI:

	<ol style="list-style-type: none"> 1. Stogo danga 2. PAROC ROB 100grl 30 mm 3. PAROC ROL 30 370 mm 4. Garų užtvara, bituminė 5. laikančioji konstrukcija 	<p>Stogo konstrukcijos su PAROC akmens vatos termoizoliacija drėgminė būseną gera.</p> <p>Pelėsių rizika nenustatyta.</p> <p><i>Šios konstrukcijos drėgmės suvaldymas statybos eigoje svarbus visiems plokščiųjų stogų sprendiniams, nepriklausomai nuo naudojamos termoizoliacinės medžiagos.</i></p>
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Hidroizoliacinė danga 2. PAROC ROB 100grl 30 mm 3. PAROC ROL 30 370 mm 4. Vandens garų užtvara, bituminė 5. PAROC ROS 50 6. Laikančioji konstrukcija, trapeciniai plieno lakštai 7. PAROC Figra 170 priešgaisrinei apsaugai, jei reikia 	<p>Stogo konstrukcijos su PAROC akmens vatos termoizoliacija drėgminė būseną gera.</p> <p>Metalo lakšto garų laidumas skaičiavimuose nevertinamas ir priimama, kad vidaus oras gali laisvai patekti į konstrukciją pro sandūras. Todėl šis skaičiavimas tinkamas ir naudojant perforuotus metalo lakštus.</p> <p>Pelėsių rizika nenustatyta.</p>
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Stogo danga 2. Stogo pasluoksnis 3. Medinės stogo santvaros/gegnės 4. Vėdinama pastogė 5. PAROC BLT 6 310 mm 6. PAROC Ultra 100 mm 7. Medinis santvaros rėmas/sija 8. Garų užtvara 9. Mediniai tašeliai 10. Gipso plokštė 11. Paviršius 	<p>Stogo konstrukcijos su PAROC akmens vatos termoizoliacija drėgminė būseną gera.</p> <p>Turi būti pakankamas pastogės vėdinimas</p> <p>Pelėsių rizika nenustatyta.</p>

IŠORINĖS SIENOS:

	<ol style="list-style-type: none"> 1. Plonas tinkas 2. PAROC Linio 80 220 mm 3. Betonas 150 mm 4. Paviršius 	<p>ITTS (Išorinės tinkuojamos termoizoliacinės sistemos) plačiai naudojami išorės sienų konstrukcijoms. Šios konstrukcijos drėgminė būseną pagrįsta tinkamai parinktu plono tinko sluoksniu vandens nepralaidumo ir vandens garų laidumo deriniu.</p> <p>Kai paviršiaus sluoksnis nepažeistas, konstrukcijos drėgminė būseną gera.</p> <p>Pelėsių rizika nenumatyta.</p> <p><i>Šios konstrukcijos išsamus projektas ir jo įgyvendinimas svarbus visiems tinkuojamų fasadų sprendiniams, nepriklausomai nuo naudojamų termoizoliacinių medžiagų.</i></p>
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Paviršius 2. Betonas 3. PAROC COS 5ggf 210 mm 4. Betonas 5. Paviršius 	<p>Išorinės sienos konstrukcijos su PAROC akmens vatos su grioveliais termoizoliacija drėgminė būseną gera.</p> <p>Pelėsių rizika nenumatyta.</p>
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Paviršius 2. Fasadas – plytų mūras 130 mm 3. Vėdinamas oro tarpas 40 mm 4. PAROC Cortex pro 50 mm 5. PAROC eXtra 150 mm 6. Betonas 150 mm 7. Paviršius 	<p>Išorinės sienos konstrukcija su PAROC akmens vatos termoizoliacija drėgminė būseną gera.</p> <p>Pelėsių rizika nenumatyta.</p>
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fasado apdaila 2. Vėdinamas oro tarpas 22 mm 3. Apsauga nuo vėjo – gipso plokštė 9 mm 4. PAROC eXtra 175 mm / mediniai taškai 50×175 mm kas 600 mm 5. Garų užtvara 6. PAROC eXtra 50 mm 7. Gipso plokštė 13 mm 8. Paviršius 	<p>Išorinės sienos konstrukcijos su PAROC akmens vatos termoizoliacija drėgminė būseną gera.</p> <p>Pelėsių rizika nenumatyta.</p>

Šiame tyrime panaudotas suomiškas pelėsių augimo modelis parengtas pagal originalų pelėsių augimo ant medienos modelį. Modelis gali būti naudojamas pelėsių ant įvairių medžiagų paviršių arba konstrukcijų viduje augimo rizikai įvertinti, keičiant temperatūros ir santykinio drėgno sąlygas. Pelėsių augimo rizika įvertinama pelėsio indeksu M, kuris apskaičiuojamas naudojant valandines

temperatūros ir santykinio drėgno vertes. Pelėsio indeksas gali būti nuo 0 iki 6.

Turi būti įvertintas statybinių medžiagų jautrumas pelėsiams augti. Kiekviena jautrumo pelėsių augimui klasė ir netinkamumo pelėsiams klasė turi savus koeficientus pelėsių indeksui skaičiuoti.

Pelėsio indeksas M	Pelėsio augimas	Pastabos
1	Neauga	Švarus paviršius
2	Augimas pastebimas žiūrint pro mikroskopą	Pradedą augti keliose vietose
3	Aiškų augimas pastebimas žiūrint pro mikroskopą	Pelėsis padengia 10 % mikroskopu stebimo paviršiaus. Auga įvairiose paviršiaus vietose
4	Aiškų augimas pastebimas akimis Gausus augimas pastebimas žiūrint pro mikroskopą	Pelėsis padengia daugiau kaip 10 % paviršiaus stebint akimis. Pelėsis padengia daugiau kaip 50 % mikroskopu stebimo paviršiaus.
5	Gausus augimas pastebimas akimis	Pelėsis padengia daugiau kaip 50 % paviršiaus stebint akimis
6	Labai gausus augimas	Pelėsis padengia 100 % paviršiaus. Auga tankus pelėsis

Lentelė: Suomiškas pelėsio indekso modelis (VTT/TTY). Pelėsio indeksas M parodo pelėsių augimo ant medžiagos paviršiaus greitį.

5. PAROC AKMENS VATOS DRĖGMINĖS SAVYBĖS

5.1 DRĖGMINĖS SAVYBĖS

PAROC akmens vatos termoizoliacija yra viena geriausių izoliacinių medžiagų, vertinant bendrai drėgmines savybes. Jos patikimumas ir tinkamumas pagrįstas ilgalaikėmis patirtimis vykdomais plačios apimties įvairių statybinių medžiagų eksperimentiniais tyrimais ir modeliavimą išorinėse nepriklausomose laboratorijose.

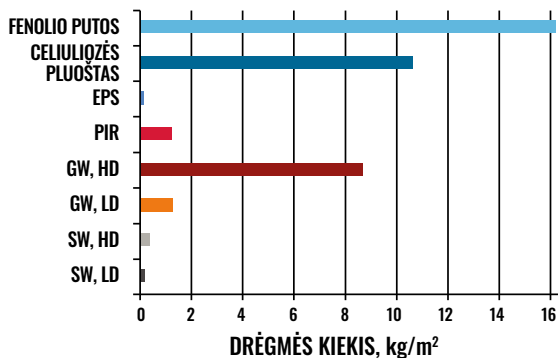
Toliau pateiktoje palyginamojoje studijoje* pristatyti akmenų ir stiklo vatos, EPS, PIR, fenolio putų ir celiuliozės pluošto izoliacinių medžiagų

higroskopinių savybių, vandens įgerties dalinai pamerkus, vandens sugerties difuzijos būdu, kapiliarinės vandens įgerties ir termoizoliacijos šiluminės talpos savybių matavimo rezultatai. Taip pat drėgnų bandinių džiūvimo eiga. Laboratorinėse sąlygose atlikti matavimai atitinka medžiagų įdrėkimą ir džiūvimą praktinėse situacijose.

Toliau pateiktose diagramose matyti išskirtinės PAROC akmenų vatos savybės drėgnoje aplinkoje. Buvo išbandyti mažo ir didelio tankio gaminiai (žymėjimas SW, LD – akmenų vatos mažo tankio gaminiai; SW, HD – didelio tankio akmenų vatos gaminiai.).

* VTT-S-05337-17 Moisture in Building insulations. Determination of effect of moisture to the technical properties of building insulations / 2.10.2017

Nuostovasis medžiagų drėgnis (EN ISO 12571)

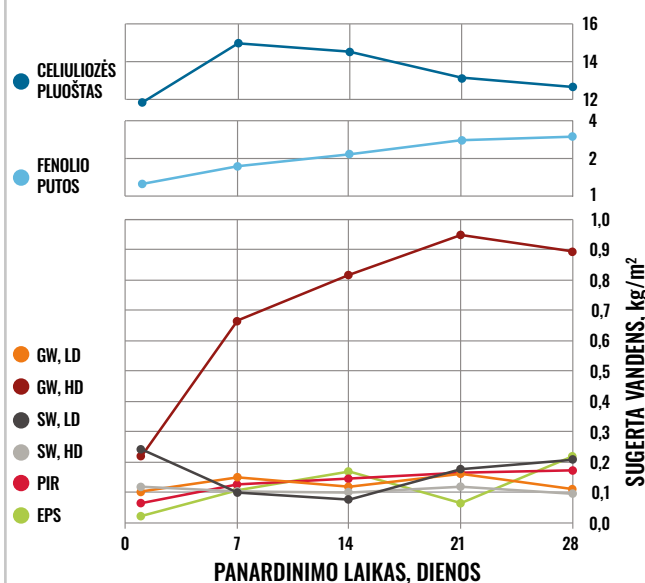


Šioje diagramoje pateiktas įvairių izoliacinių medžiagų nuostovasis drėgnis esant 98 % aplinkos oro drėgmeniui ir 23 °C temperatūrai. Matavimo rezultatai atitinka sąlygas, kai izoliacinės medžiagos yra didelio drėgno aplinkoje, tačiau neturi kontakto su vandeniu.

Šią ypatybę svarbu žinoti, nes tai parodo vandens garų kiekį, kuris gali išsilaikyti medžiagoje.

Išvada:
PAROC akmenų vata nesugeria drėgmės iš aplinkos oro. Ji išlieka sausa net drėgnose sąlygose.

Vandens įgėris dalinai panardinus (EN 12087)



Termoizoliacijos vandens įgėris ją dalinai panardinus atitinka tokias sąlygas, kai izoliacijos pakuotę arba ant plokščio stogo sumontuotą izoliaciją sulyja.

Išvada:
Kai PAROC akmenų vata dalinai panardinama į vandenį, į atvirą pluoštinę struktūrą patenka tik tiek vandens, kiek jo įstumia akmenų vatos plokštei skęsti neleidžianti jėga. Vanduo įsigeria tik į tą izoliacijos dalį, kuri yra žemiau vandens paviršiaus.

Kai izoliacija iškeliamą iš vandens, vanduo išteka iš atviros pluoštinės struktūros.

Nepriklausomai nuo mirkymo laiko, ar tai būtų viena diena ar viena savaitė, akmenų vata vandens neįgeria. PAROC akmenų vatos vandens įgėrimo lygis labai panašus į plastiko termoizoliacinių medžiagų (neišskiriant fenolio putų).

Izoliacijos džiovimo laikas po dalinio mirkymo

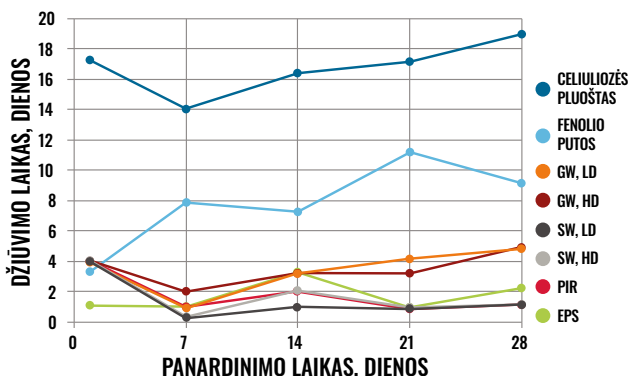
Atlikus keturių savaitių trukmės mirkymo bandymus, PAROC akmens vatos gaminiai buvo išdžiovinti per 1–2 dienas. Buvo džiovinama +23 °C temperatūros ir 50 % santykinio drėgumo patalpoje.

Akmens vatos šiluminis laidumas buvo išmatuotas prieš ir po dalinio mirkymo bandymo. Izoliacinės savybės nepakito.

Akmens vatos matmenų stabilumas buvo nustatytas išmatavus ir išreiškus procentais bandinių ilgio, pločio ir storio pokyčius po 28 parų mirkymo.

Išvada:

PAROC akmens vata greitai išdžiūsta normalios temperatūros kambaryje. Po drėgmės poveikio ji išlaiko stabilias šilumines savybes ir matmenis.

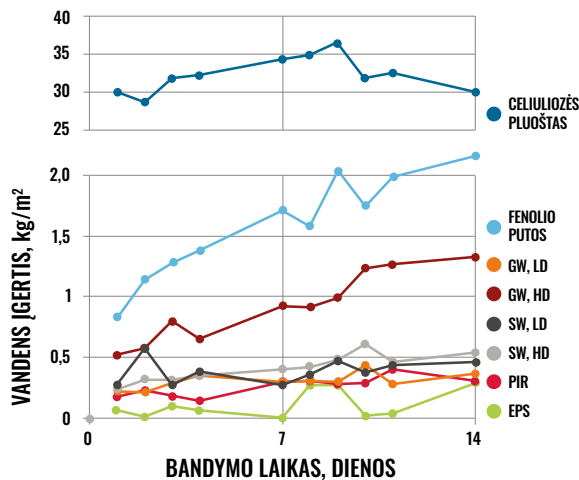


Kapiliarinė vandens įgertis (EN 480–5)

Izoliacinių medžiagų kapiliariškumas išbandytas taikant matavimo metodą, sukurtą specialiai matuoti kapiliariniam vandens įgėriui, nors ankstesnėje dalyje nurodytas dalinio mirkymo metodas dalinai parodo atitinkamas savybes.

Išvada:

Pagal rezultatus, akmens vata yra viena geriausių izoliacinių medžiagų naudoti sąlygose, kuriose gali vykti vandens kapiliarinė absorbcija.

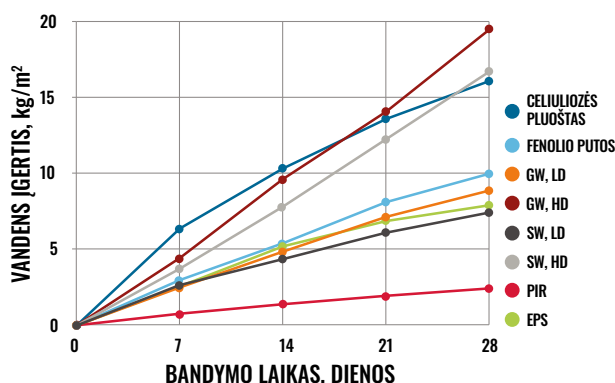


Vandens įgertis difuzijos būdu (EN 12088)

Pagal EN 12088 atliekamas bandymas imituoja vandens garų pernašą į izoliacinę medžiagą dėl garų dalinių slėgių skirtumo, naudojant šildomą indą su vandeniu ir palaikant 50 °C bandinio paviršių temperatūros skirtumą. Bandiniai apverčiami kas septynios dienos.

Išvada:

PAROC akmens vata yra porėta difuzijai atvira medžiaga, todėl vandens garai gali laisvai pro ją judėti. Kuo lengvesnė medžiaga, tuo greitesnė vandens garų pernaša.



Tyrimai parodė, kad įvairių statybinių medžiagų drėgmės įgerties ir džiovimo galimybės – skirtingos. Nei viena iš tirtų medžiagų negali būti naudojama be tinkamos apsaugos nuo klimato poveikių.

PAROC akmens vatos izoliacijos privalumai – tai greitesnis drėgmės pašalinimas iš konstrukcijos statybos laikotarpiu, pastato sauga ir trumpėjantis statybos laikas. Atsiradus pažeidimams, drėgnas konstrukcijas reikia daug taisyti, kad būtų apsaugotos nuo ilgalaikių pokyčių nepriklausomai nuo naudotų izoliacinių medžiagų.

5.2 ORO IR DRĖGMĖS KONTROLĖ

Šiuolaikinės pastatų atitvaros yra daugiasluoksnės. Todėl sandarumą ir izoliacinio sluoksnio vientisumą reikia numatyti iš anksto, dar projekto stadijoje. Sandarumo matavimai kartu su termovizija dar statybos metu parodys, ar konstrukcijų sandarumas yra pakankamas.

1. Supaprastinti kiek įmanoma pastato schemą.
2. Sumažinti sandūrų ir jungčių skaičių.
3. Sustabdyti drėgmės prasiskverbimą į konstrukciją garų užtvara. Nustatyti vandens garų užtvaros nepertraukiamą liniją kiek galima anksčiau. Išsaugoti garų užtvarą statybos metu. Nuspręsti ir apibrėžti, kokios medžiagos bus panaudotos garų užtvarai. Garų užtvaros siūles įrengti perdengiant 100–200 mm pločio medžiagos kraštus ir suklijuojant.
4. Kad būtų pasiektas geras viso pastato oro ir drėgmės sandarumas, užsandarinti ir apsaugoti visas jungtis, kampus, sienų sandūras su stogu ir pamatu, oro užtvaras prie langų ir durų palangių, vamzdžių, elektros instaliacijos, ortakių ir kaminų pravedimo pro konstrukcijos vietas.
5. Apsaugoti nuo priverstinės konvekcijos ir įstrižo lietaus, naudojant vėjo izoliaciją šiluminės izoliacijos išorinėje pusėje.



Paveikslas: Sandarumo matavimas parodo nesandarias pastato vietas netgi prieš konstrukcijų sandarinimą.

6. SAUSOS GRANDINĖS SVARBA STATYBOS PROCESĖ

Sausa grandinė yra drėgmės valdymo statybos procese požiūris, kuris sumažina drėgmės pažeidimų riziką viso pastato gyvavimo ciklo metu. Veiklos modelis apima rizikų sąrašą ir kontrolinį sąrašą nurodant dešimt esminių drėgmės sukeliamų rizikų. Šių drėgmės rizikų suvaldymas apie 80 % sumažina drėgmės pažeidimų padaromus nuostolius.

RIZIKOS PAGAL KUIVAKETJU10

1. Iš išorės patenkanti drėgmė gali pažeisti pamatų ir grindų konstrukcijas.
2. Lietaus vanduo gali patekti į išorinių sienų konstrukcijos vidų.
3. Lietaus vanduo prasiskverbia pro stogo dangą ir jos pasluoksnį ir patenka į stogo konstrukciją.
4. Drėgmė juda nuo oro užtvaros nesandarių vietų į išorinės sienos ar stogo konstrukciją, kurioje kondensuojasi į vandenį.
5. Neteisingai parinktas ir įrengtas vėdinimas nepašalina perteklinės drėgmės, tačiau įstumia ją į konstrukciją.
6. Vandentiekio vamzdžių trūkiai yra didelių vandens pažeidimų pastatuose priežastis.
7. Drėgmė gali pažeisti blogai įrengtas drėgnas patalpas ribojančias konstrukcijas.
8. Uždengus drėgnas betono konstrukcijas, drėgmė pažeidžia dangos medžiagas.
9. Medžiagų ir konstrukcijų drėkimas pažeidžia pastatą.
10. Esant blogai priežiūrai, pastatas iris lėtai, bet užtikrintai.

Šis vadovas padės atsakyti į daugelį sąrašo rizikų termoizoliacinių medžiagų atžvilgiu. Nei vienas statybos procesas atskirai negali išvengti drėgmės sukeltos rizikos. Drėgmės valdymas statybos procese yra komandinis darbas, užtikrinantis drėgmės saugos grandinės skirtingose veiklose nepertraukiamumą.

Šios grandinės pradinis taškas yra pastato savininko nustatyti projektavimo ir įgyvendinimo tikslai ir reikalavimai. Projektuotojas atsakingas už tikslų įvykdymą gerai suprojektuojant su drėgme susijusias inžinerines sistemas ir pateikia rangovui įvairių statybos darbų instrukcijas. Rangovas planuoja statybos proceso eiliškumą ir instruktuoja subrangovus, kaip dirbti taikant sausos grandinės principus. Pagrindinis rangovas sutartimis organizuoja, kad įvairios statybinės medžiagos į statybvietę būtų pateiktos sutartu laiku ir būdu.

SAVININKAS

Nustato atsparaus drėgmės poveikiui pastato tikslus, reikalavimus ir projektavimo nurodymus.

Užtikrina kokybės kontrolę.

PROJEKTUOTOJAS

Projektuoja atsparias drėgmės poveikiui konstrukcijas.

Parenka tinkamas medžiagas pagal jų drėgminę elgseną konstrukcijose.

Užsakant ir tiekiant konstrukcines medžiagas, yra gerai laikytis „tik laiku“ principo, siekiant išvengti sandėliavimo išorėje. Statybinių medžiagų pakuotės dažniausiai netinkamos sandėliuoti statybos aikštelės sąlygomis, kur įvairūs vandens ir mechaniniai poveikiai gali pažeisti pakuotę. Todėl labai svarbu, kad statybinės medžiagos būtų pakeltos virš grunto ir apsaugotos nuo lietaus ir sniego papildoma apsauga.

Kai kurios statybinės medžiagos, tokios kaip mediena, visada turi natūralios drėgmės, kuri džiūsta pakankamai greitai. Kai kurios statybinės medžiagos sudrėksta statybos fazėje, jos iškart būna drėgnos (šviežias betonas) arba šlapios įrengiamos (šlapiai purškama celiuliozės pluošto

medžiaga). Daugeliu atvejų šis trumpalaikis drėgmės poveikis statybos eigoje nebus problema, kadangi suprojektuotas konstrukcijos džiūvimas į išorę. Tačiau jei siena ar visas pastatas iš abiejų pusių padengtas garams nelaidžia medžiaga, kai drėgmė išlieka konstrukcijoje ilgai, gali kilti problemų.

MEDŽIAGŲ GAMINTOJAS

Pateikia teisingą informaciją apie medžiagas, jų drėgmines savybes ir sandėliavimą.

RANGOVAS

Planuoja ir vykdo drėgminių procesų valdymą statybos metu.

Suteikia pakankamai laiko išdžiūti įvairioms medžiagoms.

Medžiagas sandėliuoja pagal jų gamintojų instrukcijas.

Teikia nurodymus naudotojui.

NAUDOTOJAS

Išmoksta teisingai naudoti pastatą.

Nuolat stebi vandenį naudojančią įrangą ir prietaisus.

Rūpinasi pastato priežiūra.

PAROC® – tai energiška efektyvūs ir ugniai atsparūs akmens vatos gaminiai ir sprendimai, skirti naujiems ir renovuojamiems pastatams, ŠVOK ir pramonei. Už jų slypi beveik 90 metų akmens vatos gamybos patirtis, techninės žinios ir naujovės.

PAROC gaminiai atpažįstamos raudonai - baltomis juostomis pažymėtose pakuotėse skirti pastatų išorinių sienų, stogų, tarpaukštinių grindų ir pertvarų, ŠVOK sistemų, pramonės procesų ir OEM šilumos, priešgaisrinei ir garso izoliacijai.

Daugiau informacijos rasite mūsų svetainėje www.paroc.lt

Garantijos netekimas

Čia išdėstyta techninė informacija pateikiama neprisiimant atsakomybės ar įsipareigojimų, o gavėjas ją priima ir naudojami vien savo rizika. Kadangi naudojimo sąlygos nuo mūsų nepriklauso ir gali skirtis, „Paroc“ negarantuoja ir neprisiima atsakomybės ar įsipareigojimų dėl duomenų, susijusių su bet kokių čia aprašytų gaminių konkrečiu naudojimu, tikslumo ir patikimumo. „Paroc“ pasilieka teisę keisti šį dokumentą be išankstinio įspėjimo. PAROC yra kompanijos Paroc Group Oy registruotas prekės ženklas.

2026, balandis
2168 BIL10526
© Paroc 2026

