



# Ar ant jūsus stogo galima montuoti saulės modulių?

Saulės elektrinės moduliai ant plokščiųjų stogų su nedegiomis ROCKWOOL apšiltinimo medžiagomis



# Įvadas

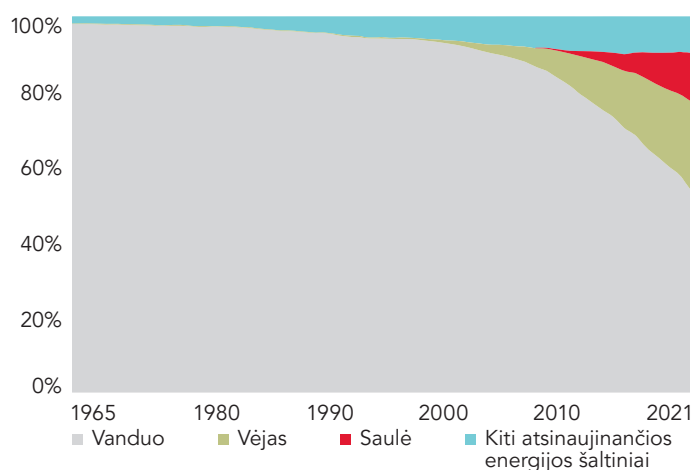
Pasaulis aplink mus keičiasi kaip niekad greitai. Žmonės darosi sąmoningesni, suvokia, kad būtina mažinti energijos suvartojimą ir, kaip tik įmanoma plačiau, naudoti atsinaujinančios energijos išteklius.

Vienas iš patikimų būdų sumažinti energijos suvartojimą – pastatų apšiltinimas. Taip sukuriamos komfortiškos gyvenimo bei darbo sąlygos patalpose, ir ROCKWOOL šioje srityje turi daug patirties.

Kitas būdas – pasistengti, kad ta energijos dalis, kurią vis dėlto suvartojame, būtų pagaminta iš atsinaujinančių šaltinių: saulės, vėjo ir vandens, o ne iš iškastinio kuro. Kai kurie iš šių energijos gavybos būdų, pavyzdžiui, iš saulės, gali turėti tiesioginės įtakos pastato projektiniams sprendimams, statybai ir medžiagų pasirinkimui. Šiuo atveju ROCKWOOL šiltinimo medžiagos gali turėti didelę įtaką. Kadangi šios šiltinimo medžiagos nedegios ir atsparios aukštų temperatūrų poveikiui. Jos padeda apsaugoti žmones ir turtą.

Prieš daugelį dešimtmečių atsinaujinančios energijos era pradėta naudojant hidroenerziją. Šiandien ši sritis jau pasiekusi tokį lygį, kad liko mažai augimo galimybių. Pastaruosius 20 metų vis plačiau plėtojama ir naudojama vėjo ir saulės energija. Panašu, kad artimiausiu metu šios sritys turėtų dar labiau suklestėti.

Kalbant apie jau pastatytus pastatus, saulės energija yra bene dažniausiai naudojamas atsinaujinantis energijos šaltinis. Tai puikus būdas gauti „švarios“ energijos kaip tik ten, kur jos reikia.



Šaltinis: „BP“ statistinė pasaulinės energijos apžvalga. [OurWorldInData.org/renewable-energy](https://www.ourworldindata.org/renewable-energy)

Pastaba: „Kiti atsinaujinančios energijos šaltiniai“ reiškia tokius atsinaujinančios energijos šaltinius kaip geoterminę, biomasės, atliekų, bangų ir potvynių energiją. Tradicinė biomasė neįtraukta.

# Teisiniai reikalavimai ir datos

Pasauliniu mastu atsinaujinančių energijos išteklių poreikis nuolat auga – ypač Europoje, kurioje intensyviai kuriama teisinė aplinka, siekiant užtikrinti jų naudojimą. Daugelis nacionalinio lygmens iniciatyvų skatina atsinaujinančių išteklių naudojimą. Kai kurios iš jų atsiranda dėl teisės aktų nuostatų, kitos yra privačios, vienos trumpalaikės kitos trunka kiek ilgiau. Žinoma, iniciatyvos yra labai geras reiškinys, tačiau pavieniai veiksmai gali sukelti ir tam tikrų problemų, ypač kai valstybėse narėse pradeda skirtis reikalavimai ir įgyvendinimo terminai.

Siekiant sukurti vienodas sąlygas išleistos rekomendacijos (gairės), vadovaujantis iniciatyva „REPowerEU“ ir parengta Europos Sąjungos (ES) saulės energijos strategija. Vienas jų tikslų – siekti, kad statytojai būtų teisiškai įpareigoti pastatuose įrengti įrenginius gaminančius energiją iš saulės.

Reikalavimas įrengti saulės modulius yra tik dalis minėtos strategijos. Strategijoje numatytos ir tokios priemonės kaip išmetamo anglies dioksido mažinimas pramonės srityje, dujų tiekimo diversifikavimas ir keitimas, vandenilio energijos naudojimo plėtra.

Į ES pasiūlymą įtrauktas saulės modulių, dar vadinamų fotovoltinėmis plokštėmis, įrengimas ant pastatų stogų:

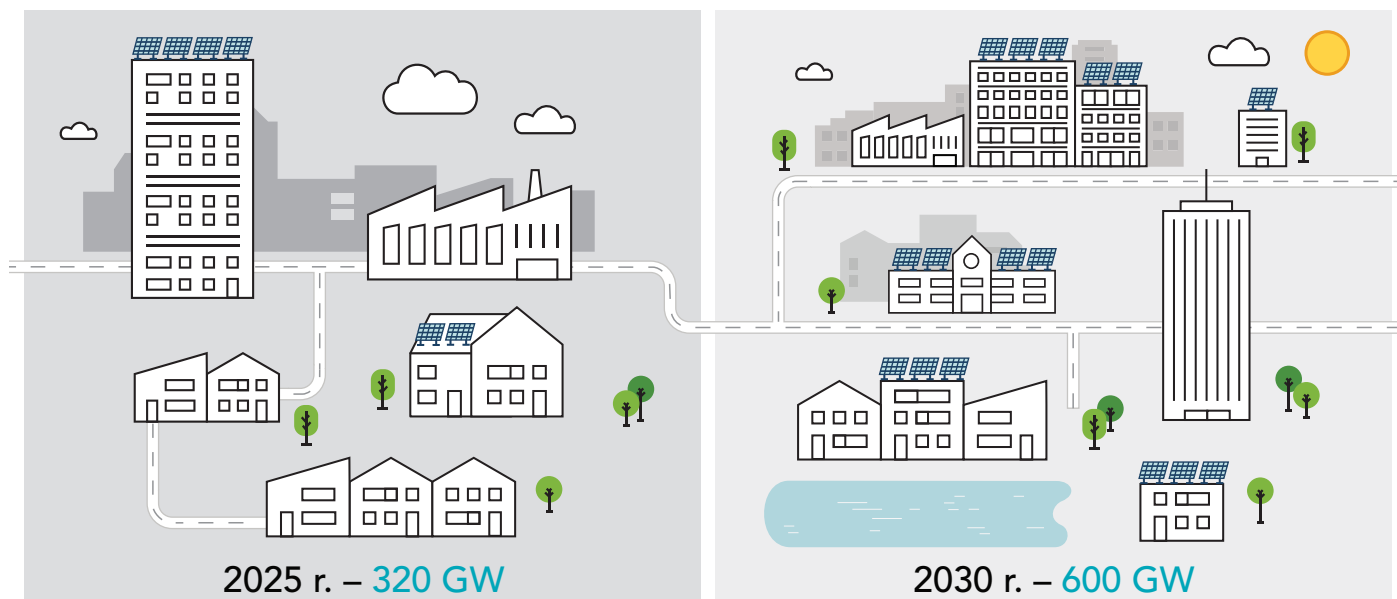
- visų naujų visuomeninės ir komercinės paskirties statinių, kurių stogo plotas viršija 250 m<sup>2</sup> – nuo 2027 m.;
- visų esamų visuomeninės paskirties statinių, kurių stogo plotas viršija 2000 m<sup>2</sup> bei renovuojamų esamų negyvenamųjų pastatų, kurių stogo plotas viršija 500 m<sup>2</sup> – nuo 2028 m.;
- visų esamų visuomeninės paskirties statinių, kurių stogo plotas viršija 750 m<sup>2</sup> – nuo 2029 m.;
- visų naujų gyvenamosios paskirties statinių bei priblokuotų stoginių – nuo 2030 m.;
- visų esamų visuomeninės paskirties statinių, kurių stogo plotas viršija 250 m<sup>2</sup> – nuo 2031 m.

# Saulės energijos rinkos tendencijos

Vėjo ir saulės energija sudaro apie 40 procentų atsinaujinančiosios energijos rinkos. Saulės energijos rinkos dalis auga sparčiausiai.

2020 m. pabaigoje sumontuotų saulės jėgainių galia pasauliniu mastu siekė maždaug 800 GW. Šis pajėgumas auga maždaug po 140 GW per metus. Europoje sumontuotų saulės jėgainių galia 2020 m. pabaigoje buvo apie 136 GW.

Nauja iniciatyva siekiama gerokai padidinti per metus sumontuojamų jėgainių galią: iki 320 GW-2025 m., ir iki 600 GW – 2030 m. Tam, kad būtų lengviau suvokti saulės energijos rinkos mastą, verta prisiminti, jog vienas šiuolaikinės atominės elektrinės branduolinis reaktorius kasmet pagamina apie 1,5 GW.



# Rizika, susijusi su saulės modulių montavimu ant plokščiųjų stogų

## Gaisro pavojus

Vienas didžiausių pavojų, susijusių su saulės modulių įrengimu – ypač ant plokščiųjų stogų, – yra priešgaisrinė sauga. Viename nesename Edinburgo universiteto mokslininkų atliktame tyrime išskiriamos kelios galimos rizikos sritys:

### ■ Saulės moduliai ant plokščiųjų stogų gali sukelti gaisrą

Uždegimo šaltiniai gali būti izoliatoriai, inverteriai, jungiamosios dėžės, saugikliai ar jungtys. Nelaimė gali įvykti dėl prastai atliktų darbų ar nepakankamos priežiūros ir nepalankių oro sąlygų (UV spinduliuotės, vėjo, lietaus).

### ■ Saulės moduliai gali atspindėti šilumą į stogo konstrukciją

Kilus gaisrui po sumontuotais saulės moduliais šiluma būtų sulaikoma ir spinduliuojama atgal į stogo konstrukciją, o tai tik dar labiau prisidėtų prie gaisro, paspartintų liepsnos plitimą ir padidintų gaisro intensyvumą.

### ■ Saulės modulių gaisrus ant plokščiųjų stogų sunku užgesinti

Ugniagesiams gali kilti problemų pasiekti patį gaisro šaltinį, nes jį iš dalies dengia plokštės. Pavojus gresia ir ugniagesių saugumui, nes stogas gali įgriūti. O jei saulės modulių generuojamos elektros energijos neįmanoma išjungti, padidėja elektros šoko rizika.

Kadangi daugelyje šalių saulės moduliai nėra laikomi pastato konstrukcijos dalimi, jiems netaikomi jokie gaisrinės saugos reglamentai. Todėl su šiais elementais neatliekami standartizuoti priešgaisriniai bandymai.

## Mechaninės apkrovos pavojus

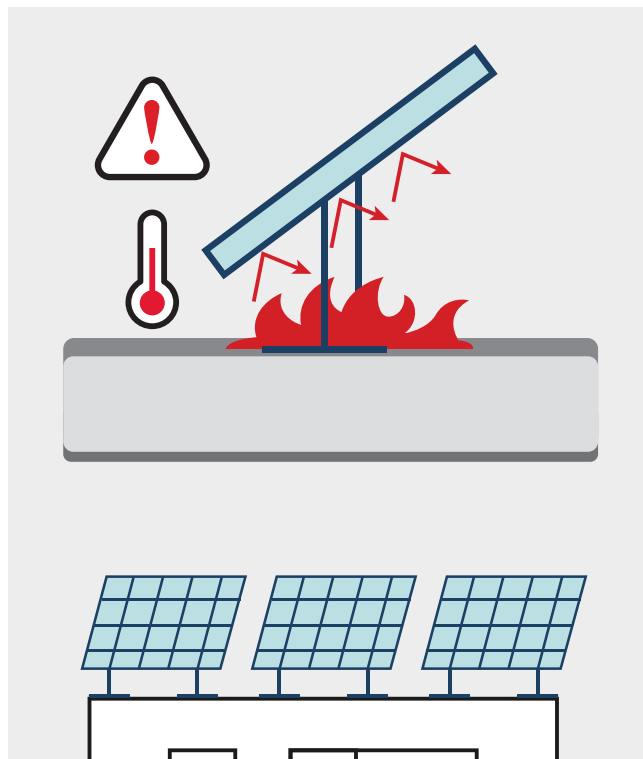
Saulės modulių montavimas ant plokščiųjų stogų taip pat gali padidinti riziką, susijusią su mechaninėmis (nuosavojo svorio) apkrovomis, tenkančiomis laikančiąjai pastato ar jo stogo konstrukcijai.

### ■ Galimi stogo hidroizoliacinės dangos pažeidimai

Saulės moduliai montuojami ant konstrukcijos, kuri sudaro taškinę, linijinę arba išskirstytąją apkrovą ir gali net pažeisti stogo hidroizoliacinę dangą arba deformuoti termoizoliacinį sluoksnį.

### ■ Vėjo poveikis

Vietovėse netoli jūros, taip pat ant aukštų pastatų įrengtiems saulės modulių laikančiosioms

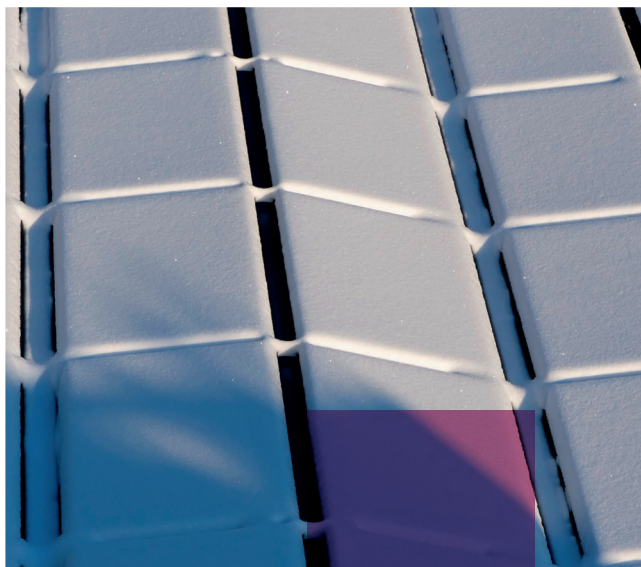


konstrukcijoms dėl stiprių vėjų gali reikėti papildomų tvirtinimo elementų ar balasto. Todėl padidėja bendras sistemos svoris arba dinaminė stogo apkrova. Šiuos aspektus reikia įvertinti projektuojant pastatą.

#### ■ **Sniego sankaupos**

Iškritus sniegui, saulės modulių laikančioji konstrukcija patiria papildomas apkrovas. Jei sniegas nuo modulių nuslysta ir ima kauptis tarp saulės modulių, tai gali paveikti ir stogo konstrukciją.

Projektuojant naują stogą arba renovuojant esamą, reikia atidžiai apgalvoti, kokių gali būti mechaninių apkrovų, turinčių įtakos stogo konstrukcijos patvarumui.



## **Pavojai montavimo metu**

Montuojant būtina imtis atsargumo priemonių, kad nebūtų pažeistas stogas.

#### ■ **Medžiagų sandėliavimas**

Jei saulės moduliai ir medžiagos prieš montavimą ilgai laikomi ant stogo, tai gali būti pažeista stogo danga. Galimas rezultatas – ilgalaikis visos konstrukcijos pažeidimas.

#### ■ **Montavimo darbai**

Saulės modulių montavimas ant jau užbaigto stogo reiškia papildomus darbus, apkrovas ir vaikščiojimą. Bet kokie darbai kelia tiesioginį pavojų stogo dangai ir kartu – visam pastatui.



# ROCKWOOL sprendimai plokšties stogams ir jų privalumai

Saulės energija naudojama vis plačiau, šios fotovoltinės plokštės įrengiamos ant vis didesnio skaičiaus stogų. Vietinės statomų namų savininkų iniciatyvos prisideda prie rinkos plėtros, o ES valstybėms narėms atnaujinant esamus arba ruošiant naujus teisės aktus ši rinka ir toliau augs. Didelį vaidmenį vaidins ir Europos siekis saulės energiją integruoti į daugelį pastatų ir plokščiųjų stogų.

## Priešgaisrinė sauga

Pastaraisiais metais kilusių didelių ir plačiai nuskambėjusių gaisrų padidėjo pastatų priešgaisrinės saugos kontrolė ir daugelis šalių sugriežtino gaisrinės saugos reikalavimus statybos srityje. Darnaus ant plokščiųjų stogų montuojamų saulės modulių gaisrinės saugos bandymų ir reguliavimo trūkumas kelia daug klausimų ir netikrumą pastatų savininkams, architektams ir draudimo bendrovėms. Pagal reikalavimus stogo konstrukcijos turi būti atsparios ugniai ir jomis negali išplisti ugnis, o papildomų modulių įrengimas ant stogo gali sukelti gaisro kilimo riziką.

ROCKWOOL akmens vata yra nedegi, taigi atspari ugniai. Ji atlaiko aukštesnę nei 1000 °C temperatūrą, sustabdo ugnį ir neleidžia jai plisti.

Įrengiant saulės modulius daugelis draudimo kompanijų rekomenduoja plokšties stogams naudoti nedegias šiltinimo medžiagas, o kai kurios didelės įmonės ir pastatų savininkai netgi reikalauja, kad tokiais atvejais būtų naudojamos būtent ROCKWOOL stogo plokštės.

## Mechaninės savybės

Saulės modulių ir susikaupusio sniego apkrova per atraminius elementus perduodama stogo konstrukcijai. Dažniausiai naudojami rėmai, apkrovą išskirstantys per specialius profilius – tai vadinama „linijine“ apkrova. Taip pat rėmai gali būti pastatyti ant atramų ar plytelių, kad apkrova būtų išskirstyta didesniame plote, tokiu atveju susidaro „taškinė“ apkrova.

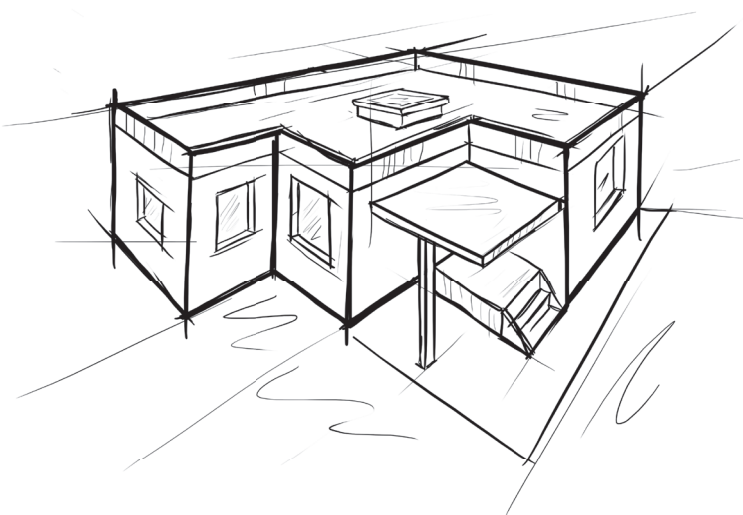
ROCKWOOL yra parengę plokščiųjų stogų su ant jų montuojamais fotovoltiniais moduliais sprendimus ir rekomendacijas, su informacija apie leistiną eksploatacinę apkrovą, naudojant įvairius atramų metodus, todėl projektuotojams būtų paprasčiau parinkti tinkamus gaminius.

Priklausomai nuo vietovės, pastato dydžio ir aukščio, vėjas gali kelti problemų įrengiant saulės modulius. Ypač sudėtinga juos montuoti aukštų pastatų stogo pakraščiuose arba ant statinių netoli jūros – čia paprastai pučia stipresnis vėjas, todėl gali būti pažeista po įrangą esanti stogo konstrukcija. Todėl būtina įvertinti vėjo apkrovas ir parinkti tinkamą tvirtinimo būdą.

Nedegios ROCKWOOL stogų izoliacinės plokštės yra tinkamos įvairiems tvirtinimo būdams.

Norint užtikrinti optimalų saulės elektrinių funkcionalumą, periodiškai reikia atlikti saulės modulių priežiūros darbus. Taip pat gali tekti pakeisti jų išdėstymo vietą, jei ant stogo montuojami kiti įrenginiai, pavyzdžiui, sumontuojama vėdinimo ar vėsinimo įranga ar papildomi stoglangiai.

ROCKWOOL stogo plokštės pasižymi reikiamomis stipruminėmis savybėmis, atitinkančiomis saulės elektrinių sistemos priežiūros poreikius. Taipogi jei prireikia kažką keisti – tai apšiltinimo medžiagas lengva pašalinti, pakeisti ar nupjauti iki reikiamo dydžio.



## Montavimo sauga

Saulės moduliai ant plokščiųjų stogų montuojami jau nebe pirmus metus, todėl daugelis ROCKWOOL gaminių plokščiųjų stogų šiltinimui yra pritaikytos atsižvelgiant į specifinių tokių sistemų poreikius. Tačiau nepamiršti atkreipti dėmesį į stogų eksploatacinių savybių užtikrinimą bei saugą – tiek montuojant saulės modulius, tiek ir juos aptarnaujant per visą pastato eksploataavimo laiką.

Įrenginėjant saulės modulius ant stogo būtina pasirūpinti papildomomis apsauginėmis medžiagomis ir atliekant darbus stengtis nepažeisti esančios konstrukcijos. Nors montuotojai įgyja vis daugiau patirties, reikia išlikti itin atidiems ir imtis atsargumo priemonių, kad būtų apsaugotos stogo hidro ir termoizoliacinės medžiagos.

Tam, kad stogo danga nebūtų pažeista dėl sandėliuojamų medžiagų ar jų padėklų, rekomenduojama ant stogo pakloti guminius kilimėlius ar medinius paklotus. Taip išvengiama mechaninių deformacijų ar pažeidimų bei ilgalaikės žalos dėl vandens prasiskverbimo į stogo konstrukciją ar net į patalpų vidų.

Montavimo metu darbo vietoje reikia palaikyti švarą ir tvarką, pavyzdžiui, nepalikti aštrių daiktų ar smulkių metalo gabalėlių, siekiant apsaugoti stogo danga ir visą konstrukciją nuo galimų mechaninių pažeidimų ar pradūrimų.

# Galimos saulės modulių apkrovos ant plokščio stogo apšiltinto ROCKWOOL akmens vatos plokštėmis

Remiantis atliktais mechaniniais bandymais bei skaičiavimais ROCKWOOL parengęs plokščiųjų stogų su ant jų montuojamais saulės moduliais sprendimus ir rekomendacijas, su informacija apie ilgalaikės lestinąsias eksploatacines apkrovas, naudojant įvairius atramų tipus bei tinkamas ROCKWOOL akmens vatos plokštes plokščiųjų stogų šiltinimo sluoksniams.

|                                    | Tolygiai paskirstyta apkrova              |   | Mažo ploto arba linijinė apkrova |                | Taškinė apkrova                           |            |
|------------------------------------|---|---|----------------------------------|----------------|---|------------|
|                                    | kN/m <sup>2</sup><br>[kg/m <sup>2</sup> ] | kN/m <sup>2</sup><br>[kg/m <sup>2</sup> ] | kN<br>[kg]                       | kN/m<br>[kg/m] | kN/m <sup>2</sup><br>[kg/m <sup>2</sup> ] | kN<br>[kg] |
| ▲ viršutinis izoliacijos sluoksnis |   |   |                                  |                |   |            |
| ▼ apatinis izoliacijos sluoksnis   |   |   |                                  |                |   |            |
| ▲ HARDROCK MAX                     | 11 [1100]                                 | 20 [2000]                                 | 3,2 [320]                        | 2 [200]        | 40 [4000]                                 | 0,7 [70]   |
| ▼ HARDROCK MAX                     |   |   |                                  |                |   |            |
| ▲ HARDROCK MAX                     | 5,3 [530]                                 | 10,5 [1050]                               | 1,7 [170]                        | 1,05 [105]     | 21 [2100]                                 | 0,37 [37]  |
| ▼ MONROCK MAX E                    |   |   |                                  |                |   |            |
| ▲ HARDROCK MAX                     | 5,3 [530]                                 | 10 [1000]                                 | 1,6 [160]                        | 1 [100]        | 20 [2000]                                 | 0,35 [35]  |
| ▼ ROOFROCK 40                      |   |   |                                  |                |   |            |
| ▲ DUROCK                           | 7 [700]                                   | 15 [1500]                                 | 2,4 [240]                        | 1,5 [150]      | 30 [3000]                                 | 0,53 [53]  |
| ▼ ROOFROCK 60                      |   |   |                                  |                |   |            |
| ▲ MONROCK MAX E                    | 5,3 [530]                                 | 8,5 [850]                                 | 1,4 [140]                        | 0,85 [85]      | 17 [1700]                                 | 0,3 [30]   |
| ▼ MONROCK MAX E                    |   |   |                                  |                |   |            |
| ▲ HARDROCK MF PLUS                 | 5,3 [530]                                 | 8,5 [850]                                 | 1,4 [140]                        | 0,85 [85]      | 17 [1700]                                 | 0,3 [30]   |
| ▼ HARDROCK MF PLUS                 |   |   |                                  |                |   |            |
| ▲ HARDROCK MF PLUS                 | 5,3 [530]                                 | 8,5 [850]                                 | 1,4 [140]                        | 0,85 [85]      | 17 [1700]                                 | 0,3 [30]   |
| ▼ MONROCK MAX E                    |   |   |                                  |                |   |            |
| ▲ MONROCK MAX E                    | 5,3 [530]                                 | 8 [800]                                   | 1,3 [130]                        | 0,8 [80]       | 16 [1600]                                 | 0,28 [28]  |
| ▼ ROOFROCK 40                      |   |   |                                  |                |   |            |
| ▲ HARDROCK MAX                     | 2,2 [220]                                 | 7 [700]                                   | 1,2 [120]                        | 0,7 [70]       | -   | -          |
| ▼ ROOFROCK 30 E                    |   |   |                                  |                |   |            |
| ▲ MONROCK MAX E                    | 2,2 [220]                                 | 5,5 [550]                                 | 0,9 [90]                         | 0,55 [55]      | -   | -          |
| ▼ ROOFROCK 30 E                    |   |   |                                  |                |   |            |

### Papildoma informacija:

- apkrovų vertės pateiktos esant 3 mm deformacijai;
- skaičiavimai taikomi esant bendram 120-300 mm storio šiltinimo sluoksniui;
- mažiausias viršutinio izoliacijos sluoksnio storis - 50 mm;
- termoizoliacijos sluoksniai gali būti montuojami ant gelžbetoninių denginių arba trapecinių profiliuotos skardos paklotų;
- šiltinimui naudojant nuolydį formuojančias plokštes ROCKFALL, jos klojamos:
  - ant ištisinių (gelžbetoninių) pagrindų kaip apatinis izoliacijos sluoksnis;
  - ant trapecinės profiliuotos skardos pakloto kaip vidurinis izoliacijos sluoksnis (dedant ant ištisinio sluoksnio iš suklotų akmens vatos plokščių).

# Saulės modulių įrengimo pavyzdys ant plokščio stogo apšiltinto ROCKWOOL akmens vatos plokštėmis



Ypatingai kietos dvitankės akmens vatos plokštės stogams **HARDROCK MAX** itin tinka šilumos izoliacijos sluoksniui įrengti plokščiųjų (sutapdintų) stogų konstrukcijose, kurias veikia padidintos mechaninės apkrovos (pvz.: montuojant saulės modulius, įrengiant eksploatuojamą stogą, terasą ar apželdintą stogą).

## Techniniai duomenys

|  |  |
|--|--|
| Deklaruojamas šilumos laidumas:  | $\lambda_D = 0,040 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ |
| Trumpalaikis vandens įmirkis:  | $\leq 1,0 \text{ kg/m}^2$                    |
| Ilgalaikis vandens įmirkis:  | $\leq 3,0 \text{ kg/m}^2$                    |
| Gaminio degumo klasifikacija:  | A1   |
| Laidumas vandens garams:   | $\mu = 1$                                    |
| Stipris tempiant (statmenai paviršiui):                                      | $\geq 10 \text{ kPa}$                        |
| Gniuždymo įtempis (esant 10% deformacijai):                                  |  |
| • viršutinio sluoksnio:  | $\geq 90 \text{ kPa}$                        |
| • viso gaminio:  | $\geq 70 \text{ kPa}$                        |
| Sutelktoji apkrova (esant 5 mm deformacijai):                                | $\geq 800 \text{ N}$                         |
| Matmenų stabilumas (po išlaikymo 70°C temperatūros ir 90% drėgmės sąlygose): | $\leq 1,0 \%$                                |

## Išskirtines patingai kietu dvitankiu akmens vatos plokščių stogams **HARDROCK MAX** savybes

### ■ Tvirtumas

Dvitankės akmens vatos plokštės **HARDROCK MAX** rekomenduojamos kuomet plokščius (sutapdintus) stogus veikia didelės eksploatacinės apkrovos. Plokštės pasižymi pačiomis geriausiomis savybėmis, kalbant apie atsparumą mechaninėms apkrovoms - viršutinio sluoksnio gniuždymo įtempis (esant 10% deformacijai) yra ne mažesnis kaip 90 kPa, o sutelktoji apkrova siekia net 800 N (esant 5 mm deformacijai).

### ■ Nedegumas

ROCKWOOL akmens vata yra nedegi, taigi atspari ugniai. Ji atlaiko aukštesnę nei 1000 °C temperatūrą, sustabdo ugnį ir neleidžia jai plisti. **HARDROCK MAX** plokštės priskirtos A1 degumo klasei, t.y. saugiausiai gaisro požūriui. Taigi šiltinimui naudojant šias akmens vatos plokštes galima pasiekti stogo atsparumo ugniai klasę nuo REI15 iki REI60 minučių (be papildomų ar specialių perimetro sandarinimo medžiagų).

### ■ Garso izoliacija

Plokštės pasižymi geromis garso izoliacijos savybėmis, o akustiniai stogo matavimai laboratorinėmis sąlygomis rodo net 49-50 dB garso izoliavimo gebą.

### ■ Ilgaamžiškumas

**HARDROCK MAX** plokštės yra labai tvirtos, nesukrenta, nesideformuoja ir išlaiko stabilius matmenys. Jos yra ypač atsparios besikeičiančio oro sąlygoms net ir tada, kai temperatūra pakyla iki +70 °C, o santykinis oro drėgnumas siekia 90 %.

### ■ Universalumas

Naudojant ypatingai kietas dvitankes akmens vatos plokštes stogams **HARDROCK MAX**, šiltinimo sluoksnis gali būti įrengiamas šias plokštes klojant vienu ar keliais sluoksniais. Be to, plokštės gali būti naudojamos ir kaip viršutinis daugiasluoksnės izoliacijos sluoksnis. Galimi tvirtinimo prie pagrindo būdai - mechaninis tvirtinimas smeigėmis, klijavimas arba abu minėti.

### ■ Matmenys

Akmens vatos plokščių matmenys:

- ilgis 2020 mm,
- plotis 1220 mm,
- storis: 50, 80, 100, 120, 130, 150 mm.

Esant tokiam storio pasirinkimui galima sukomplektuoti praktiškai bet kokio storio plokščio (sutapdinto) stogo šiltinimo sluoksnį.