

Saulius Vytautas Skrodenis

ATSINAUJINANČIŲ
ENERGIJOS IŠTEKLIŲ PANAUDOJIMO
ATNAUJINAMUOSE / ATNAUJINTUOSE
DAUGIABUČIUOSE NAMUOSE
PRIEMONIŲ IR TECHNINIŲ SPRENDINIŲ

KATALOGAS



Leidiny yra parengtas įgyvendinant projektą „Daugiabučių namų ir savivaldybių viešųjų pastatų modernizavimo skatinimas, II etapas“, finansuojamą iš Europos regioninės plėtros fondo lėšų.

Saulius Vytautas Skrodenis

Dizainerė Laima Muraškienė

Techninių brėžinių autorė Laura Jakutienė

Redaktorė Zita Markūnaitė

Recenzentas doc. dr. Juozas Bielskus



© Lietuvos Respublikos aplinkos ministerijos Aplinkos projektų valdymo agentūra

Bibliografinė informacija pateikiama Lietuvos integralios bibliotekų informacinės sistemos (LIBIS) portale ibiblioteka.lt.

ISBN 978-609-417-252-6

TURINYS

ĮVADAS	7
1. ŠILUMOS IR KARŠTO VANDENS PARUOŠIMAS SAULĖS KOLEKTORIAIS	17
1.1. Saulės kolektorių panaudojimas ir efektyvumo rodikliai.....	17
1.2. Plokštieji saulės kolektoriai	18
1.3. Vakuuminiai saulės kolektoriai	19
1.4. Karšto vandens ruošimo sistema.....	20
1.5. Akumuliacinės talpos	21
1.6. Kolektorių palyginimas.....	21
2. ŠILUMOS IR KARŠTO VANDENS PARUOŠIMAS ŠILUMOS SIURBLIAIS	22
2.1. Šilumos siurblys – vienas iš šilumos gamybos būdų	22
2.2 Šilumos siurblių tipa	23
2.3. Šilumos siurblių naudingumo koeficientai	23
2.4. Šilumos siurblių oras–oras	24
2.5. Šilumos siurblių oras–vanduo.....	24
2.6. Šilumos siurblių gruntas–vanduo	25
2.6.1. Horizontalus lauko kontūras	26
2.6.2. Vertikalus lauko kontūras – geoterminis gręžinys	26
2.6.3. Spindulinis gręžinys	27
2.6.4. Vanduo–vanduo geoterminė sistema	28
2.6.5. Reikalavimai gręžiniams ir gruntinių zondų produktyvumas	28
2.6.6. Gruntas–vanduo šilumos siurblių integravimas į esamus pastatus ..	29
2.6.7. Kompleksiniai sprendiniai su šilumos siurbliais gruntas–vanduo	30
2.6.8. Šilumos siurblių gruntas–vanduo montavimo pavyzdinė techninė specifikacija	30
2.7. Brėžiniai.....	32
• ŠS 01 – Šilumos siurblio klasikinė prijungimo schema	32
• ŠS 02 – Šilumos siurblio kaskadinio valdymo instaliacijos principinė schema	33
• ŠS 03 – Šilumos siurblio su pasyviu vėsinimu prijungimo schema	34
• ŠS 04 – Šildymo sistema su talpa	35
• ŠS 05 – Šildymo sistema su pasyviu vėsinimu ir talpa	36
• ŠS 06 – Šildymo ir vėsinimo sistema	37

3. PRIVERSTINIO VĒDINIMO SISTEMOS SU ŠILUMOGRAŽOS ĮRENGINIAIS		6. NUTOLUSIOS SAULĖS ELEKTRINĖS	74
IR SIURBLIAIS	38	6.1. Gaminantys vartotojai	74
3.1. Poreikis pastatų vėdinimui ir sandarumo reikalavimai	38	6.2. Saulės elektrinių įsirengimo procesas	75
3.2. Priverstinio vėdinimo sistemos su šilumogražos įrenginiais.....	41	6.3. Nutolusios saulės elektrinės, saulės parkai	76
3.3. Šilumogražos įrenginių tipai	41	6.4. Nutolusios saulės elektrinės parko projekto eiga	78
3.4. Centralizuota mechaninė vėdinimo sistema su šilumograža	44	7. VĒJO JĖGAINĖS	79
3.5. Decentralizuota mechaninė vėdinimo sistema su šilumograža	45	7.1. Vėjo energija – vienas iš perspektyviausių atsinaujinančios energijos	
3.6. Centralizuota mechaninė oro ištraukimo sistema su įrengtu šilumos		ištekliais	79
siurbliu oras–vanduo	47	7.2. Vėjo jėginių tipai	80
3.7. Priverstinio vėdinimo sistemos su šilumograža techninės specifikacijos		7.3. Kada verta įsirengti mažos galios vėjo jėgainę	81
pavyzdys	48	7.4. Vėjo jėgainės principinė schema	82
3.8. Brėžiniai	50	7.5. Vėjo energijos naudojimo būdai	83
• ŠR 01 – Kaminėlio, skirto orui pašalinti / paimti per šlaitinį stogą,		7.6. Pavienio naudojimo sistemos	83
montavimas	50	7.7. Mišriosios sistemos	83
• ŠR 02 – Oro pašalinimo / paėmimo angos po šlaitinio stogo danga		7.8. Su tinklu suderinta sistema, turinti bateriją	84
montavimas	51	7.9. Su tinklu suderinta sistema, neturinti baterijos	85
• ŠR 03 – Oro pašalinimo / paėmimo angos per išorinę sieną		7.10. Tiesioginio jungimo sistema.....	86
montavimas	52	7.11. Vėjo jėginių trūkumai	86
• ŠR 04 – Oro pašalinimo / paėmimo angos per vėdinamą fasado		8. ATSINAUJINANČIŲ IŠTEKLIŲ ENERGIJOS (AIE) BENDRIJOS	87
šiltinimo sistemą montavimas	53	8.1. AIE bendrija – naujos galimybės gyventojams	87
• ŠR 05 – Oro pašalinimo / paėmimo angos po vėdinamo fasado		8.2. AIE bendrijos steigimas, jos teisės	87
šiltinimo istemos apdailos elementu montavimas	54	LITERATŪROS SĄRAŠAS	89
4. ŠILUMOS ATGAVIMAS IŠ BUITINIŲ NUOTEKŲ	55	SUMMARY	92
4.1. Nuotekos – puikus energijos šaltinis šilumos siurbliams eksploatuoti	55		
4.2. Nuotekų šilumokaičio sistemos veikimo principas	56		
4.3. Nuotekų šilumokaičio naudojimo privalumai	56		
5. ELEKTROS GAMYBA FOTOVOLTINIAIS MODULIAIS	57		
5.1. Elektros energija iš saulės	57		
5.2. Saulės modulių gamybos procesas	58		
5.3. Saulės moduliai	59		
5.4. Saulės modulių efektyvumas	60		
5.5. Saulės modulių tipai	61		
5.6. Saulės modulio garantija	62		
5.7. Įtampos keitikliai	63		
5.8. Galios optimizatoriai	64		
5.9. Saulės jėgainės veikimo principas	65		
5.10. Saulės elektrinės ant žemės ir ant plokščio stogo	66		
5.11. Techninė priežiūra ir valymas	66		
5.12. Rekomendacijos fotovoltinių modulių montavimui ir įrengimui	67		
5.13. Fotovoltinių elektrinių įrengimo techninė specifikacijos pavyzdys	68		
5.14. Brėžiniai	69		
• FM 01 – Fasado apšiltinimo vėdinama sistema su FV moduliais.			
Vertikalus pjūvis	69		
• FM 02 – Fasado apšiltinimo vėdinama sistema su FV moduliais.			
Horizontalus pjūvis	70		
• FM 03 – Balkono aptvaro įrengimas iš FV modulių	71		
• FM 04 – FV modulių montavimas ant sutapdinto stogo dangos	72		
• FM 05 – FV modulių įžeminimas	73		

ĮVADAS

ANGLIES DVIDEGINIO IŠMETIMAS Į ATMOSFERĄ – EGZISTENCINIS PAVOJUS CIVILIZACIJAI

Žmonija, išgyvenusi jau keturias pramonines revoliucijas ir be atvangos išnaudodama Žemės gelmių dovanas, – naftą, anglį, gamtines dujas, – paspartino šiltnamio efektą sukeliančių dujų išsiskyrimą į atmosferą. Dėl sparčiai didėjančios CO₂ koncentracijos vis didesnę Saulės spindulių energijos dalį absorbuoja Žemės atmosfera, dėl to kyla vidutinė Žemės paviršiaus temperatūra. Mokslininkai pateikia naujausius duomenis, pagrindžiančius pasaulio klimato beprecedenčius pokyčius. Tarpvyriausybinių klimato kaitos komisija (IPCC) yra paskelbusi ataskaitą, kurioje pateikiami duomenys apie globalinį klimato atšilimą visuose pasaulio regionuose – kai kuriais atvejais negrįžtamai pakito kritulių pobūdis, vandenynai, vėjai. Jei vidutinė Žemės paviršiaus temperatūra pakiltų 2 °C, tai padarytų itin didelį poveikį tiek gamtai, tiek žmonėms. Globalinio klimato atšilimo pasekmės kelia egzistencinį pavojų civilizacijai. Vis dėlto, mokslininkų nuomone, žmogus dar gali pakeisti įvykių eigą. Mokslininkai teigia, kad jei nedelsiant dideliu mastu sumažintume išmetamų šiltnamio efektą sukeliančių dujų kiekį ir užtikrintume nulinį CO₂ grynąjį išmetimo kiekį, būtų galima sumažinti jų poveikį gamtai ir stabilizuoti klimato kaitą [1]. Todėl dauguma pasaulio valstybių stengiasi susitarti dėl anglies dvideginio išmetimų į atmosferą ribojimo.

2015 metais Paryžiuje įvyko Jungtinių Tautų bendrosios klimato kaitos konvencijos 21-oji konferencija. Joje buvo priimta teisiškai privaloma tarptautinė sutartis dėl klimato kaitos, kurioje išdėstyti išmetamų šiltnamio efektą sukeliančių dujų kiekio mažinimo, prisitaikymo prie klimato kaitos priemonių įgyvendinimo įsipareigojimai ekonomiškai stiprioms ir ekonomiškai silpnoms šalims. Šiame susitarime patvirtintas globalių veiksmų planas. Juo siekiama išvengti pavojingų klimato kaitos padarinių, ribojant globalios oro temperatūros didėjimą [2]. Norima siekti, kad vidutinės globalios oro temperatūros kilimas būtų gerokai mažesnis nei 2 °C, palyginti su ikipramoninio laikotarpio temperatūra, ir turi būti stengiamasi, kad vidutinė temperatūra nepadidėtų daugiau kaip 1,5 °C. Norint šį tikslą pasiekti, reikia kasmet sumažinti išmetamų šiltnamio efektą sukeliančių dujų kiekį 5–7 proc. [2].

Paryžiaus susitarimą pasirašė ir ratifikavo ES ir visos jos valstybės narės, tvirtai įsipareigojusios jį įgyvendinti. ES šalys yra susitarusios padaryti taip, kad iki 2050 metų ES taptų pirmąja neutralaus poveikio klimatui ekonomika ir visuomene [3]. Nulinis grynojo išmetamųjų teršalų kiekio balansas bus naudingas žmonėms ir aplinkai, taip pat taip bus stabilizuota klimato kaita [3]. Kaip reikalaujama pagal susitarimą, ES iki 2020 m. pabaigos pateikė ilgalaikę išmetamųjų teršalų kiekio mažinimo strategiją ir atnaujintus klimato srities veiksmų planus, įsipareigodama iki 2030 m. ES išmetamųjų teršalų kiekį sumažinti bent 55 proc., palyginti su 1990 m. lygiais [3]. Šis tikslas yra teisiškai privalomas ir jam pasiekti ES parengė strategiją – Europos žaliąjį kursą, kurio galutinis tikslas – iki 2050 m. užtikrinti poveikio klimatui neutralumą. Jame pabrėžiama, kad reikia laikytis holistinio ir tarpsektorinio požiūrio, pagal kurį visų atitinkamų sričių politika padėtų siekti galutinio su klimatu susijusio tikslo [3]. Rinkinyje apima visas glaudžiai tarpusavyje susijusias iniciatyvas klimato, aplinkos, energetikos, transporto, pramonės, žemės ūkio ir tvaraus finansavimo srityse.

Labai svarbu imtis veiksmų, siekiant stabilizuoti klimato kaitą. Šiuose tiksluose netiesiogiai numatyta būtinybė pereiti prie mažai anglies dioksido į aplinką išskiriančio energetikos sektoriaus, kuriam tenka du trečdaliai pasaulio išmetamųjų teršalų. Atsinaujinanti energija kartu su energijos vartojimo efektyvumo didinimu gali užtikrinti 90 proc. iki 2050 m. reikalingo išmetamo CO₂ kiekio sumažinimo. Todėl atsinaujinanti energija yra pagrindinė nacionaliniu lygmeniu nustatytų įnašų (angl. *Nationally Determined*



Contributions, NDC) – pagrindinės Paryžiaus susitarimo įgyvendinimo priemonės šalims – sudedamoji dalis. Šiuo metu įvairiose šalyse pateikiami skirtingo išsamumo NDC duomenys, o išsamios analizės ir kiekybinės informacijos apie atsinaujinančios energijos vaidmenį, siekiant šiltnamio efektą sukeliančių dujų (ŠESD) išmetimo mažinimo tikslų, yra nedaug.

Energetikos perėjimas – tai būdas iki antrosios šio amžiaus pusės pertvarkyti pasaulinį energetikos sektorių nuo iškastinio kuro iki nulinio anglies dioksido kiekio. Jo esmė – poreikis mažinti su energetika susijusį išmetamo CO₂ kiekį, kad būtų apribota klimato kaita. Energetikos sektoriaus dekarbonizacijai reikia skubių veiksmų pasauliniu mastu, ir nors pasaulinis energetikos perėjimas jau vyksta, reikia imtis tolesnių veiksmų, kad būtų sumažintas išmetamo anglies dioksido kiekis ir sušvelnintas klimato kaitos poveikis. Atsinaujinančios energijos ir energijos vartojimo efektyvumo priemonėmis galima pasiekti 90 proc. reikiamo anglies dioksido kiekio sumažinimo.

Šildymas ir vėsinimas apima daug įvairių galutinio naudojimo būdų ir technologijų. Pastatų sektoriuje jis apima maisto ruošimą, vandens šildymą, aplinkos šildymą, aplinkos vėsinimą ir šaldymą. Pramonėje, be aplinkos šildymo ir vėsinimo, į šią sritį taip pat įeina procesinis šildymas – nuo žemos temperatūros (pvz., maisto pramonėje) iki aukštos temperatūros (pvz., cemento, geležies ir plieno pramonėje). Šildymas ir vėsinimas gyvenamosioms, komercinėms ir pramoninėms reikmėms sudaro didelę dalį viso galutinio energijos poreikio. Pavyzdžiui, Europos Komisijos duomenimis, „pastatuose suvartojama 40 proc. visos suvartojamos energijos ir išmetama 36 proc. su energija susijusio tiesiogiai ir netiesiogiai išmetamų šiltnamio efektą sukeliančių dujų kiekio. Europos Sąjungoje šildymui, vėsinimui ir buitiniam karštam vandeniui ruošti sunaudojama 80 proc. namų ūkiuose suvartojamos energijos“ [4].

Šiuo metu mūsų platumose šildymo poreikis pastatuose ir pramonėje viršija vėsinimo poreikį. Tačiau vėsinimo poreikis sparčiai vežasi šildymo poreikį, ypač dėl didėjančios oro kondicionavimo ar maisto ir medicinos prekių šaldymo paklausos. Pavyzdžiui, ES duomenimis, iki 2030 m. visoje Europoje pastatams vėsinti sunaudojamos energijos kiekis gali padidėti 72 proc., o pastatams šildyti sunaudojamos energijos kiekis sumažės 30 proc. Prognozuojama, kad visame pasaulyje energijos poreikis šildymui didės iki 2030 m., o vėliau stabilizuosis. Apskaičiuota, kad maždaug iki 2060 m. pasaulyje vėsinimui sunaudojamos energijos kiekis aplenks šildymui sunaudojamos energijos kiekį.

Be didesnio atsinaujinančių energijos išteklių naudojimo, prie tvaresnio energijos vartojimo gali prisidėti ir energijos vartojimo efektyvumo priemonės, mažinančios šildymo ir vėsinimo poreikį. Pastatuose efektyvumo priemonės apima pažangius statybos ir projektavimo būdus, geresnę izoliaciją ir geresnę informavimą bei energijos naudojimo kontrolę, naudojant pažangias temperatūros valdymo priemones. Pramonėje energiją šildymui ir vėsinimui galima sumažinti naudojant energiją taupančias technologijas, pavyzdžiui, kogeneracinius įrenginius ir energijos valdymo sprendimus bei technologijas. Sektorių susiejimas gali leisti perteklinę elektros energiją naudoti pastatams ir pramonei šildyti ar vėsinti.

Pagrindinis šios problemos sprendimas – perėjimas prie atsinaujinančios, arba neišskiriančios anglies dvideginio, energijos, t. y. tokios, kuri nedidina CO₂ kiekio atmosferoje. Kuriamos technologijos anglies dvideginiui dūmuose sugaudyti ir „palaidoti“ žemės gelmėse. Kol kas tokios sistemos labai brangios, todėl dirbama visomis kryptimis, ieškant problemos sprendimo.

ATSINAUJINANČIŲ ENERGIJOS IŠTEKLIŲ NAUDOS TYRIMAI IR ANALIZĖ

Seniai žinoma, kad naudojant atsinaujinančios energijos išteklius (AEI) mažėja aplinkos tarša, anglies dioksido kiekiai yra gerokai mažesni, palyginti su tradicinio iškastinio kuro deginimu. Šalia šių AEI privalumų pastaraisiais dešimtmečiais išryškėjo ir socialiniai bei ekonominiai privalumai.

Atsinaujinanti energija kasmet sukuria daug darbo vietų visame pasaulyje. 2022 m. atsinaujinančių išteklių energetikos sektoriuje dėl didėjančių investicijų visame pasaulyje dirbo net 12,7 mln. žmonių. Tai lėmė sparčiai mažėjančios sąnaudos, technologiniai patobulinimai ir vyriausybės politika, kuria remiama atsinaujinanti energija [5].

Vėjo, saulės ir hidroenergija mažai teršia aplinką arba jos visai neteršia. Kitos atsinaujinančios energijos technologijos, pavyzdžiui, biomasė ir geoterminė energija, išskiria oro teršalus, tačiau daug mažiau nei

dauguma įprastinio kuro rūšių. Aplinkos tarša tapo itin svarbia problema daugelyje besivystančių šalių, kuriose iki 2,9 mlrd. žmonių vis dar yra priklausomi nuo malkų, anglių ir medžio anglies, kad galėtų gaminti maistą ir šildyti namus. Šiuo atžvilgiu svarbų vaidmenį gali atlikti švaresnės galimybės, įskaitant biomasės ir saulės technologijas.

Daugiau nei milijardas žmonių neturi galimybės naudotis elektros energija, o dar milijardui ji teikiama nepatikimai. Dėl didesnio patikimumo, sparčiai mažėjančių technologijų sąnaudų ir palankios politikos 80 proc. prie elektros energijos prieigos neturinčių žmonių kaimo vietovėse ar mažose besivystančiose salų valstybėse gali naudotis autonominiiais ir minitinklais tiekiama elektros energija iš atsinaujinančių šaltinių [6]. Vienas iš labiausiai įtikinamų argumentų už autonominius tinklus yra tai, kad jie yra decentralizuoti, o kadangi projektų rengimo veikla vykdoma vietoje, darbo vietos taip pat kuriamos vietoje.

AEI – GALIMYBĖ SUMAŽINTI ŠILTNAMIO EFEKTĄ IR ATSIRIBOTI NUO IŠKASTINIO KURO

Atsinaujinančių energijos išteklių atsiradimą lemia gamtos procesai. Tai vėjo, saulės energija, aplinkos energija, geoterminiai, hidroterminiai ištekliai ir vandenynų energija, hidroenergija, biomasė, biodujos, įskaitant sąvartynų ir nuotekų perdirbimo įrenginių dujas, taip pat kitų atsinaujinančių neišskastinių išteklių, kurių panaudojimas technologiškai yra galimas dabar arba bus galimas ateityje, energija [7].

Pagrindinės AEI rūšys yra:

- vėjo energija – tam tikra saulės energijos išvestinė forma, kinetinė oro masių judėjimo energija vėjo jėgainėse konvertuojama į elektros energiją;
- hidroenergija – tekančio vandens (upių) panaudojimas hidroelektrinių turbinoms sukurti;
- saulės energija – Saulės šviesos panaudojimas elektrai gaminti ir vandeniui kaitinti;
- biokuras – augalų biomasės panaudojimas gaminant šilumos ir elektros energiją;
- biodegalai – iš biomasės išgaunamas etanolis, dyzelinas arba metanas;
- geoterminė energija – Žemės gelmėse esančios šilumos panaudojimas.

AEI dažniausiai naudojami trijose srityse: elektros, biodegalų ir šilumos gamyboje. Šiluma išgaunama šildant vandenį saulės energija ar siurbliais, deginant biokurą.

Pagal pateikiamus duomenis, 2016 m. pasauliniu mastu AEI sudarė 18,2 proc. visos sunaudojamos energijos kiekio. Nors didžioji dalis yra kaip kuras panaudojama biomasė, tačiau ypač sparčiai didėja saulės, vėjo ir bangų energijos panaudojimas.

2019 m. pabaigoje pasaulinėje elektros gamyboje AEI sudarė 26,3 proc., tarp kurių 15,8 proc. išgaunama iš hidroelektrinių, 5,3 proc. – iš vėjo jėgainių, 2,7 proc. – iš saulės jėgainių, 2,5 proc. – kitų šaltinių [8].

2021 m., palyginanti su 2020 m., saulės energijos gamyba išaugo 23 proc., o vėjo energijos gamyba – 14 proc. [9].

AEI naudojimas ypač sparčiai auga Šiaurės ir Pietų Amerikoje, Europoje, Azijoje. Greitai plečiasi vėjo ir saulės energijos sektoriai. Kinija, JAV, Vokietija yra didžiausi atsinaujinančios energetikos naudotojai pagal instaliuotą galią. Pietų Korėjoje, Australijoje, Prancūzijoje taip pat vyksta spartus augimas.

Lietuvoje pagrindinis Nacionalinės energetinės nepriklausomybės strategijos tikslas atsinaujinančių energijos išteklių srityje – toliau didinti atsinaujinančių energijos išteklių dalį Lietuvos vidaus energijos gamyboje ir galutiniame energijos suvartojimo balanse, taip mažinant priklausomybę nuo iškastinio kuro importo ir didinant vietinės elektros energijos gamybos pajėgumus [10].

Nors atsinaujinančių energijos išteklių technologijos nuolat tobulėja, o įrangos kaina mažėja, iš atsinaujinančių energijos išteklių pagaminta energija, gaminama naujai įrengtuose įrenginiuose, šiuo metu dar negali konkuruoti rinkoje, todėl energijos iš atsinaujinančių energijos išteklių gamyba yra skatinama ir tai bus tęsiama tol, kol šaliai ekonomiškai ir techniškai bus priimtinos atsinaujinančių energijos išteklių plėtros ribos, orientuojantis į aktyvų energijos iš atsinaujinančių energijos išteklių gamintojų dalyvavimą rinkos sąlygomis, arba kol energijos iš atsinaujinančių energijos išteklių gamyba pasieks rinkos kainą [10].

LIETUVOS RESPUBLIKOS ATSINAUJINANČIŲ IŠTEKLIŲ ENERGETIKOS ĮSTATYMAS

Pagrindinis šio įstatymo uždavinys – siekti, kad 2030 metais energijos gamybos iš atsinaujinančių išteklių energijos dalis, palyginti su šalies bendruoju galutiniu energijos suvartojimu, sudarytų ne mažiau kaip 50 proc. ir kad ši dalis toliau būtų didinama, tam panaudojant naujausias ir veiksmingiausias atsinaujinančių energijos išteklių naudojimo technologijas ir skatinant energijos vartojimo efektyvumą [11].

Šio įstatymo uždaviniai atskiruose energetikos sektoriuose:

1) 2030 metais atsinaujinančių išteklių energijos dalį, palyginti su transporto sektoriaus galutiniu energijos suvartojimu, visų rūšių transporte padidinti ne mažiau kaip iki 15 proc.;

2) 2030 metais elektros energijos, pagamintos iš AEI, dalį siekti padidinti ne mažiau kaip iki 70 proc. ir siekti, kad 2045 metais ši dalis sudarytų 100 proc. [11];

3) 2030 metais centralizuotai tiekiamos šilumos energijos, pagamintos iš atsinaujinančių energijos išteklių, dalį šilumos energijos balanse padidinti ne mažiau kaip iki 90 proc., o namų ūkiuose atsinaujinančių energijos išteklių dalį šildymui sunaudojamų energijos išteklių balanse padidinti ne mažiau kaip iki 80 proc.

Viena iš pagrindinių strateginio atsinaujinančių energijos išteklių srities tikslo pasiekimo kryptų yra maksimaliai didinti atsinaujinančių energijos išteklių dalį centralizuotai gaminamos šilumos vartotojams, individualiai šildomiems namų ūkiams ir individualiai šildomiems nebuitiniams vartotojams. Bus organizuojami neutralūs skatinimo kvotų paskirstymo aukcionai ir plačiai diegiami privatiems energijos vartotojams ir bendruomenėms priklausantys mažos galios atsinaujinančios energijos įrenginiai [12]. Planuojama investuoti į pažangiąsias energijos sistemas, t. y. plėtojamos perdavimo, skirstymo ir kaupimo infrastruktūros. Bus didinami reikiami balansavimo pajėgumai. Taip bus sėkmingai integruotas didelis elektrą gaminančių vartotojų skaičius bei didesnis atsinaujinančios energijos kiekis.

Lietuva yra nustačiusi ilgalaikius tikslus energetikos srityje ir AEI plėtrą vykdo remdamasi Nacionaline energetinės nepriklausomybės strategija ir Nacionaliniu planu. Yra nustatyti siektini AEI dalies bendrame galutiniame energijos suvartojimo balanse, šilumos ir vėsumos, transporto ir elektros energijos sektoriuose tikslai iki 2050 m. Laikydamosi Energetikos sąjungos ir klimato politikos veiksmų valdymo reglamente nurodytų reikalavimų, Lietuva yra parengusi Nacionalinį energetikos ir klimato srities veiksmų planą 2021–2030 metams [13]. Viešoji įstaiga Lietuvos energetikos agentūra (LEA) prisideda prie Nacionalinio plano įgyvendinimo, skelbdama aktualią statistiką, susijusią su atsinaujinančiais energijos išteklių [13].

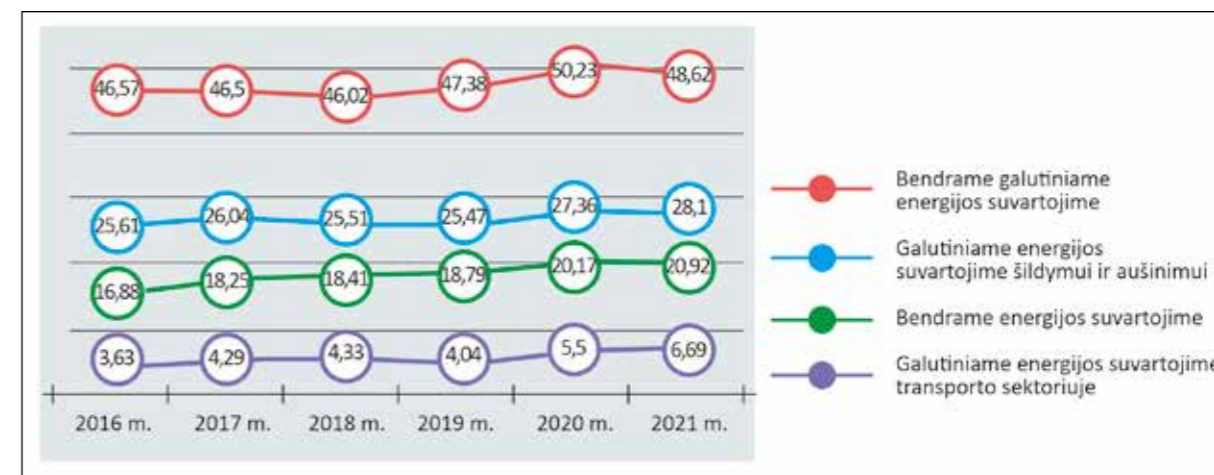
ATSINAUJINANČIŲ ENERGIJOS IŠTEKLIŲ DALIS SUVARTOJIMO BALANSE

Daugiabučiai gyvenamieji pastatai Lietuvoje, kurie sudaro 60 proc. visų Lietuvos pastatų fondo pagal plotą, sunaudoja daugiausia, t. y. 54 proc., galutinės suvartojamos šilumos energijos. Būtent šioje srityje yra didžiausias šilumos energijos kiekio taupymo potencialas. Apie 38 proc. visos galutinės energijos suvartojama transporto sektoriuje, todėl ir šiame sektoriuje būtina didinti energijos suvartojimo efektyvumą ir diegti energijos efektyvumą didinančias priemones [14]. Lietuva 2020 m. viršijo savo tikslą, pasiekusi 27,36 proc. Vis dėlto atsinaujinančių energijos išteklių (AEI) dalis transporto sektoriuje tebėra maža. 2021 m. ji sudarė 6,69 proc., o tai gerokai mažiau nei 2020 m. keltas tikslas – 10 procentų. Alternatyviuosius degalus naudojančios lengvieji automobiliai vis dar nesudaro reikšmingos dalies tarp visų automobilių, nors vis plačiau plėtojamas elektromobilių įkrovimo punktų tinklas, naudojami biodegalai.

2021 m. AEI dalis bendrame galutiniame energijos suvartojimo balanse sudarė 28,10 proc. Šiuos rezultatus daugiausia lėmė AEI dalis šilumos sektoriuje, kuri sudarė 48,62 proc., AEI dalis elektros gamyboje sudarė 20,92 proc., o transporto sektoriuje – 6,69 proc.

1 lentelė. Atsinaujinančių energijos išteklių dalis suvartojimo balanse, proc. [15]

	AEI dalis bendrame galutiniame energijos suvartojimo balanse, proc.	AEI dalis galutiniame energijos, reikalingos šildyti ir aušinti, suvartojimo balanse, proc.	AEI dalis bendrame elektros energijos suvartojimo balanse, proc.	AEI dalis bendrame elektros energijos suvartojimo balanse, proc.
2021 m.	28,10	48,62	20,92	6,69
2020 m.	27,36	50,23	20,17	5,50
2019 m.	25,47	47,38	18,79	4,04
2018 m.	25,51	46,02	18,41	4,33
2017 m.	26,04	46,50	18,25	4,29
2016 m.	25,61	46,57	16,88	3,63



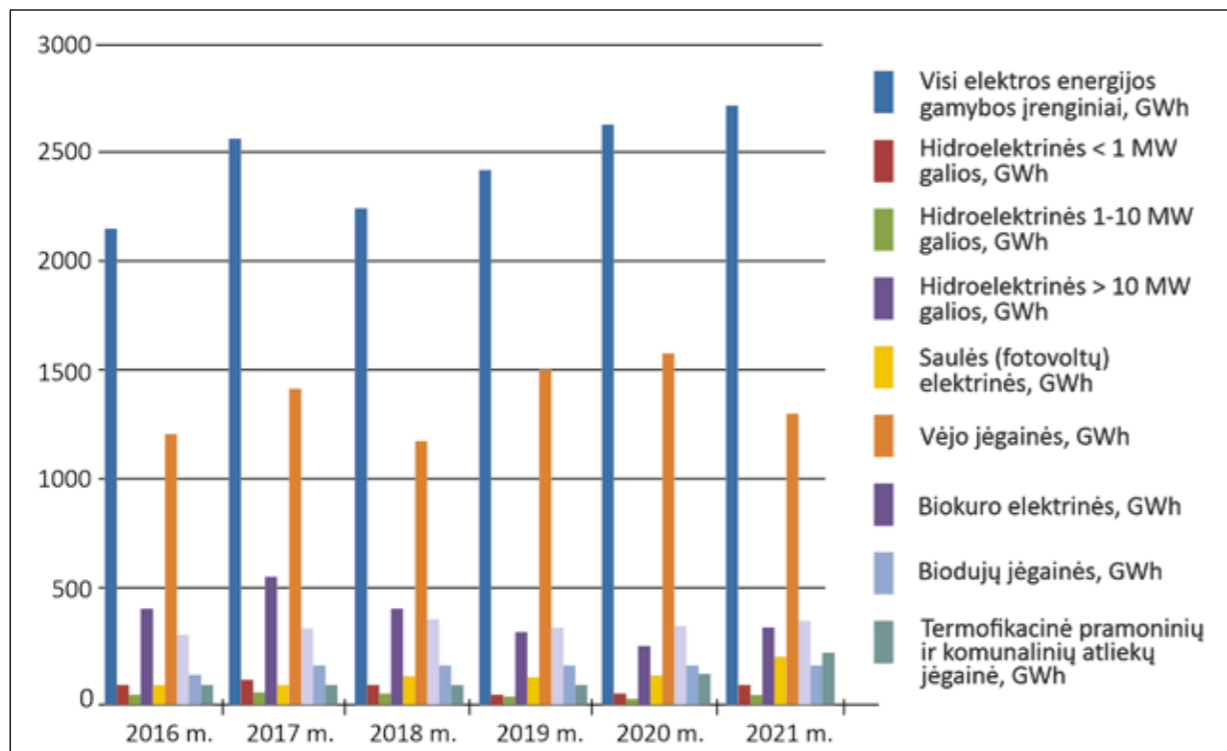
1 pav. AEI dalis pagal suvartojimą sektoriuose, proc. [15]

ELEKTROS ENERGIJOS BENDROJI GAMYBA IŠ ATSINAUJINANČIŲ ENERGIJOS IŠTEKLIŲ

Pažymėtina, kad per pastaruosius penkerius metus elektros energijos bendroji gamyba iš atsinaujinančių energijos išteklių padidėjo 25 proc. (nuo 2 095,6 iki 2 621,7 GWh). Daugiausia tai lėmė vėjo jėgainių (225,8 GWh), termofikacinių pramoninių ir komunalinių atliekų jėgainių (151,9 GWh) ir saulės (fotovolta) elektrinių (124,3 GWh) plėtra. Didžiausią instaliuoto galingumo prieaugį sudaro vėjo jėgainės – 225,8 GWh. Intensyviausiai, beveik tris kartus – nuo 66,5 iki 190,8 GWh, išsiplėtė saulės (fotovolta) elektrinių parkas. Tuo tarpu visų rūšių hidroelektrinių indėlis į energijos bendrąją gamybą iš atsinaujinančių energijos išteklių vidutiniškai 16 proc. sumažėjo.

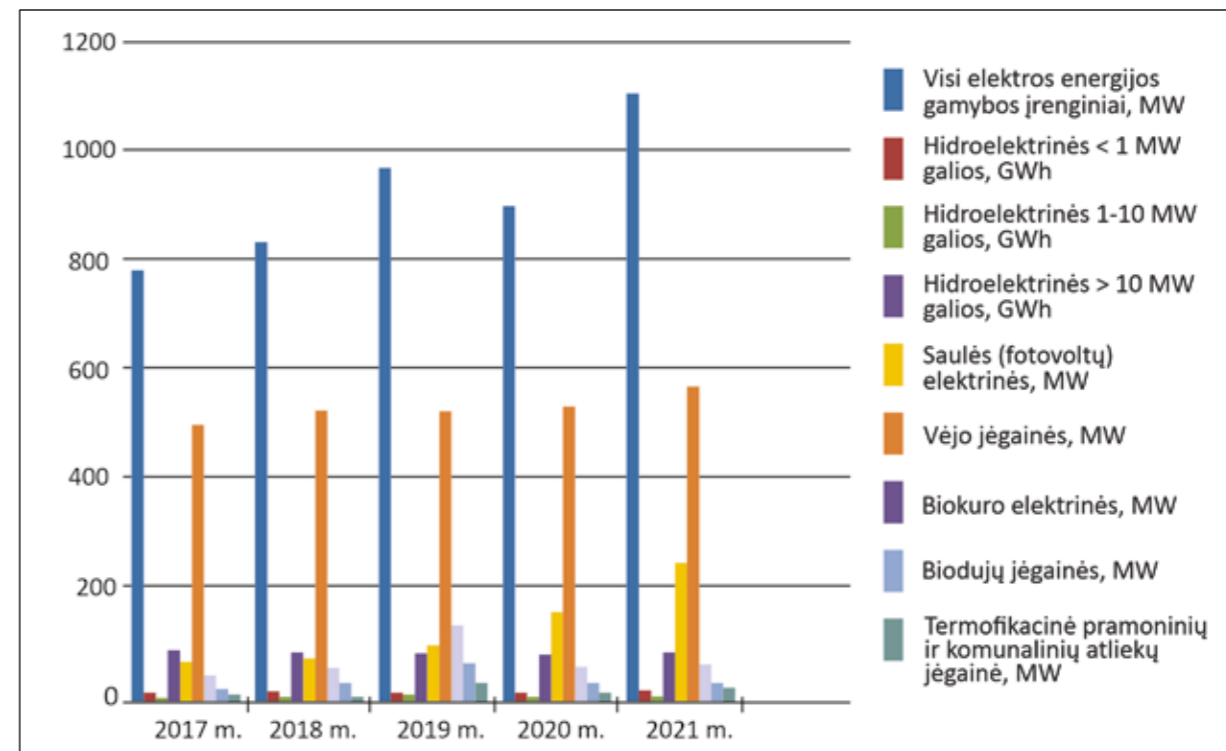
2 lentelė. Elektros energijos bendroji gamyba iš atsinaujinančių energijos išteklių [15]

Metai	Visi elektros energijos gamybos įrenginiai, GWh	Hidroelektrinės <1 MW galios, GWh	Hidroelektrinės 1–10 MW galios, GWh	Hidroelektrinės >10 MW galios, GWh	Saulės (fotovolta) elektrinės, GWh	Vėjo jėgainės, GWh	Biokuro elektrinės, GWh	Biodujų jėgainės, GWh	Termofikacinė pramoninių ir komunalinių atliekų jėgainė, GWh
2021	2 621,7	52,10	20,60	311,00	190,80	1 361,7	322,50	156,70	206,30
2020	2 575,1	42,10	16,90	241,50	128,80	1 551,7	316,90	149,40	127,80
2019	2 469,1	44,20	18,10	283,10	91,10	1 499,4	295,50	154,40	83,30
2018	2 204,6	49,00	18,30	363,70	86,60	1 144,0	322,40	139,90	80,70
2017	2 537,8	73,90	33,30	495,20	68,00	1 363,8	292,30	127,20	84,10
2016	2 095,6	60,40	25,30	368,20	66,50	1 135,9	262,20	122,70	54,40



2 pav. Elektros energijos bendroji gamyba iš atsinaujinančios energijos išteklių [15]

Iš Oficialiosios statistikos portale pateiktos informacijos galima matyti, kad saulės (fotovoltaų) elektrinėse instaliuota elektros galia sudarė 52 proc., o vėjo jėgainėse – 47,42 proc. visos 2021 metais vykdytos elektros gamybos iš atsinaujinančių energijos išteklių elektros energijos jėgainėse plėtros.



3 pav. Elektros energijos gamybos įrenginiuose instaliuota elektros galia, MW [15]

3 lentelė. Elektros energijos gamybos įrenginiuose instaliuota elektros galia, MW [15]

Metai	Visi elektros energijos gamybos įrenginiai, GWh	Hidro-el-ektrinės <1 MW galios, GWh	Hidro-el-ektrinės 1–10 MW galios, GWh	Hidro-el-ektrinės >10 MW galios, GWh	Saulės (fotovoltaų) elektrinės, GWh	Vėjo jėgainės, GWh	Biokuro elektrinės, GWh	Biodujų jėgainės, GWh	Termofikacinė pramoninių ir komunalinių atliekų jėgainė, GWh
2021	2 621,7	52,10	20,60	311,00	190,80	1 361,7	322,50	156,70	206,30
2020	2 575,1	42,10	16,90	241,50	128,80	1 551,7	316,90	149,40	127,80
2019	2 469,1	44,20	18,10	283,10	91,10	1 499,4	295,50	154,40	83,30
2018	2 204,6	49,00	18,30	363,70	86,60	1 144,0	322,40	139,90	80,70
2017	2 537,8	73,90	33,30	495,20	68,00	1 363,8	292,30	127,20	84,10
2016	2 095,6	60,40	25,30	368,20	66,50	1 135,9	262,20	122,70	54,40

AEI – NE TIK ATSIPERKANTI INVESTICIJA

Pastaraisiais metais sparčiai kylant energijos ir jos išteklių kainoms, gyventojai ypač susidomėjo atsinaujinančių išteklių energetika, energiją ir aplinką tausojančiomis technologijomis. Išaugo žaliąjo būsto, būsto energinį efektyvumą didinančių technologijų, elektromobilių paklausa.

Žmonės, turintys santaupų, atranda vieną iš šiuo metu naudingiausių investicijų priemonių. Įvairūs skaičiavimai rodo, kad diegiant aplinkai nekenksmingas technologijas gaunama ekonominė nauda. Pavyzdžiui, esant dabartinėms elektros kainoms, investicija į saulės elektrinę gyventojams gali atsipirkti greičiau negu per dešimtmetį, nes taip elektros energijos metų išlaidas galima sumažinti iki 70 proc. [16]. Tuo pačiu sumažinama individualių namų ūkių ir visos ekonomikos priklausomybė nuo energijos, gaminamos deginant iškastinį kurą.

Sutaupyti energijos išteklių galima ne tik įsigyjant naujus energiška efektyvius namus, bet ir investuojant į esamų kokybę. Paskutinį 2022 m. ketvirtį 15 proc. banko suteiktų vartojimo paskolų buvo skirtos būsto energiniam efektyvumui didinti. Didžiausios vartojimo paskolos (vidutiniškai 8,5 tūkst. eurų) pernai buvo teikiamos būsto energiniam naudingumui gerinti – saulės elektrinei ar nutolusiai saulės elektrinės daliai, šilumos siurbliui, geoterminio šildymo sistemai įsigyti [16]. Dažniausiai tokį apsisprendimą lemia ne tik ekonominiai veiksniai, bet turi svarbą ir tai, kad būti nepriklausomiems ir vartoti žaliąją energiją taip pat yra prasminga. Tuo labiau kad elektros energijos ilgainiui reikės vis daugiau. Prognozuojama, kad per artimiausią dešimtmetį elektros poreikis Lietuvoje išaugs perpus. Ir nors elektros energijos ir energetikos išteklių kainas lemia daugybė veiksnių, vien dėl toliau didėjančios paklausos neverta tikėtis, kad energija ateityje reikšmingai pils. Taip pat reikia nepamiršti ir Lietuvos tikslo didinti energetinę nepriklausomybę bei siekių kartu su kitomis Europos Sąjungos šalimis didinti energijos vartojimo efektyvumą, atsinaujinančių energijos išteklių dalį visoje energetikoje ir tapti klimatui neutralia ekonomika. Šie tikslai taip pat nesudaro paskatos lūkuriuoti ir atidėti investicijų į tvarius, aplinką tausoti padedančius sprendimus.

PAGRINDINĖS SĄVOKOS IR TRUMPINIAI

- **Absoliutus oro drėgnumas** – vandens garų kiekis ore (vandens gramų oro kilograme).
- **Atsinaujinantys energijos ištekliai (šaltiniai)** – atsinaujinantys, neišsenkantys energijos ištekliai gamtoje, kurių atsiradimą ir atsinaujinimą nulemia gamtos vyksmai, tokie kaip saulė, vėjas, vanduo, biomasė ir kt.
 - **Atsinaujančių išteklių energijos bendrija** – įstatyme nustatytus kriterijus atitinkantis pelno nesiekiantis juridinis asmuo, kuris nuosavybės teise valdo ir plėtoja energijos iš atsinaujančių išteklių gamybos įrenginius ir turi teisę juose gaminti energiją, ją vartoti, kaupti energijos kaupimo įrenginiuose ir (ar) parduoti ir kuriam įstatymo nustatyta tvarka suteikiamas atsinaujančių išteklių energijos bendrijos statusas.
 - **Atsinaujančių išteklių energija** – energija iš atsinaujančių neišskastinių išteklių: vėjo, saulės energija, aplinkos energija, geoterminiai, hidroterminiai ištekliai ir vandenynų energija, hidroenergija, biomasė, biodujos, įskaitant sąvartynų ir nuotekų perdirbimo įrenginių dujas, taip pat kitų atsinaujančių neišskastinių išteklių, kurių panaudojimas technologiškai yra galimas dabar arba bus galimas ateityje, energija.
 - **Elektrinės įrengtoji galia** yra šią elektrinę sudarančių elektros energijos gamybos įrenginių (generatorių, generuojančių šaltinių) aktyviųjų vardinųjų galių suma.
 - **Elektros energiją iš atsinaujančių išteklių gaminantis vartotojas (gaminantis vartotojas)** – elektros energijos vartotojas, gaminantis elektros energiją iš atsinaujančių išteklių elektros energijos gamybos įrenginiuose, valdomuose nuosavybės teise ar kitais teisėtais pagrindais, savo reikmėms ir ūkio poreikiams tenkinti ir turintis teisę pagamintą, bet savo reikmėms ir ūkio poreikiams nesuvargotą elektros energiją patiekti į elektros tinklus Lietuvos Respublikos atsinaujančių išteklių energetikos įstatymo nustatyta tvarka.
 - **Elektros energijos apskaitos prietaisas** – matavimo priemonė suvargotam iš elektros tinklų ir (ar) patiektam į elektros tinklus elektros energijos kiekiui matuoti.
 - **Elektros energijos gamintojas** – asmuo, gaminantis elektros energiją ir turintis leidimą arba teisę vykdyti šią veiklą be leidimo.
 - **Elektros energijos gamybos įrenginys** – įrenginys ar įrenginių visuma elektros energijai gaminti ir jai patiekti į elektros tinklus.
 - **Elektros energijos vartotojas** – asmuo, kuris elektros energiją įsigyja ir vartoja savo tiesioginiam elektros energijos poreikiui patenkinti ar tai planuoja siekdamas prisijungti prie elektros tinklų.
 - **Elektros tinklai** – visuma tarpusavyje suderintu režimu veikiančių elektros įrenginių, skirtų elektros energijai perduoti ir (ar) skirstyti.
 - **Energijos iš atsinaujančių išteklių gamybos įrenginys** – iš atsinaujančių energijos išteklių elektros ir (ar) šilumos energiją, ir (ar) vėsumos energiją gaminantis įrenginys.
 - **Energijos kaupimo įrenginys** – elektros energetikos sistemos įrenginys, kuriame kaupiama energija (įskaitant elektros akumuliatorius, hidroakumuliacines elektrines, kondensatorius, suspausto oro ar vandenilio saugyklas).
 - **Energijos sąnaudos** – išmatuotas panaudotos energijos kiekis.
 - **Geoterminė energija** – atsinaujinanti šiluminė energija, akumuluota žemės gelmėse, šiluminė gilesniųjų žemės sluoksnių (įskaitant karštus požeminio vandens telkinius) energija.
 - **Geoterminis gręžinys** – išgręžta gręžskylė ir joje sumontuotas gręžskylės užpildu apipiltas šilumokaitis.
 - **Geoterminis šildymas** – pastatų šildymo sistema, naudojanti žemės gelmių šilumą.
 - **Įrengtoji galia** – elektros energijos gamybos įrenginio (generatoriaus, generuojančio šaltinio) ar energijos kaupimo įrenginio aktyvioji vardinė galia (iki keitiklio, kai jis yra įrengtas).

- **Jaučiamoji oro kokybė** – subjektyvus oro kokybės pojūtis, vertinamas pagal tai, kiek nuošimčių žmonių gali būti nepatenkintų patalpos oro kokybe.
- **Jaučiamoji temperatūra** – tokia tolygios temperatūrinės aplinkos temperatūra, kai žmogaus šilumos mainai spinduliavimu ir konvekcija yra tokie patys, kaip realioje nevienodos temperatūros aplinkoje.
 - **Kolektorius** – vienodo skerspjuvio ortakio ar vamzdžio dalis, prie kurios jungiamos atšakos.
 - **Mechaninis vėdinimas** – vėdinimas, naudojant ventiliatorius.
 - **Natūralus vėdinimas** – vėdinimas, sukeltas vėjo ir gravitacinių jėgų.
 - **Normalios eksploatacijos sąlygos** – sąlygos, atitinkančios technologinių procesų ir pastatų eksploataavimo taisykles.
 - **Nutolusiu gaminančiu vartotoju** vadinamas fizinis arba juridinis asmuo, per atstumą vartojantis saulės jėgainėje pagamintą elektros energiją.
 - **Oras:**
 - ištraukiamas – oras, paliekantis patalpą;
 - lauko – į sistemą arba tiesiogiai į patalpą įtekantis neapdorotas pastato aplinkos oras;
 - recirkuliuojantis – į oro apdorojimo įrangą grąžintas ištrauktas oras;
 - patalpos – oras patalpoje arba jos veiklos zonoje;
 - šalinamas – į atmosferą išmetamas oras;
 - švarus – oras, kuris užterštas mažiau nei leidžiama pagal visuomenės sveikatos priežiūros dokumentų reikalavimus;
 - tiekiamas – kokiu nors būdu apdorotas į patalpą ar sistemą įtekantis oras.
 - **Oro kondicionavimas** – oro paruošimo procesas, kai patalpoje automatiškai palaikomi iš anksto numatyti mikroklimato parametrai (oro temperatūra, santykinė drėgmė, judrumas ir kt.).
 - **Perteklinė elektros energija** – elektros energijos vartotojų elektros tinkle įrengtose elektrinėse, kuriose elektros energijai gaminti naudojami atsinaujinantys energijos ištekliai, pagaminta ir į elektros tinklus patiekta elektros energija, likusi nuo savo reikmėms ir ūkio poreikiams suvargotos elektros energijos.
 - **Santykinis oro drėgnis, proc.**, – tam tikros temperatūros ore esančio vandens garų kiekio santykis su šios temperatūros ore maksimaliai įmanomu sukaupti vandens garų kiekiu.
 - **Saulės elektrinė** – energetikos objektas, skirtas elektros energijai gaminti naudojant saulės spinduliavimo energiją.
 - **Saulės kolektorius** – įrenginys, kuris krintančią saulės spinduliuotę ant jo paviršiaus transformuoja į šilumos energiją.
 - **Saulės modulis** – į vieną sistemą sujungtos ir įrengtos saulės baterijos, generuojančios elektros energiją, naudojant saulės šviesą.
 - **Saulės šviesos energija** – iš regimosios saulės šviesos spektro tiesiogiai gaunama elektros energija.
 - **Sezoninis energijos vartojimo efektyvumo koeficientas (SEER)** – bendras įrenginio energijos vartojimo efektyvumo koeficientas per visą vėsavimo sezoną, apskaičiuojamas norminį metinį vėsavimo poreikį dalijant iš metinių elektros energijos sąnaudų vėsinimui.
 - **Sezoninis veiksmingumo koeficientas (SCOP)** – bendras įrenginio veiksmingumo koeficientas, atitinkantis visą nustatytą šildymo sezoną ir apskaičiuojamas norminį metinį šildymo poreikį dalijant iš metinių elektros energijos sąnaudų šildymui.
 - **Šildymas** – teigiamos, aukštesnės už lauko vidaus temperatūros palaikymas patalpose arba jų atskirose dalyse.
 - **Šiltnamio dujos** – gamtinės ir antropogeninės kilmės dujiniai atmosferos komponentai, dėl kurių poveikio susidaro šiltnamio efektas. Pagrindinės dujos, dalyvaujančios susidarant šiltnamio efektui, yra vandens garai (H₂O), anglies dioksidas (CO₂), metanas (CH₄), ozonas (O₃), azoto suboksidas (N₂O), sieros heksafluoridas (SF₆), hidrofluorangliavandeniliai, perfluorangliavandeniliai, chlorfluorangliavandeniliai.
 - **Šiltnamio efektas** – žemutinių troposferos sluoksnių temperatūros padidėjimas dėl šiltnamio dujų kaupimosi. Didėjant šiltnamio dujų koncentracijai, šiltnamio efektas stiprėja, kyla žemutinių troposferos sluoksnių temperatūra.
 - **Šilumos siurblys** – įrenginys, paverčiantis aplinkos ar geoterminę energiją aukštesnės temperatūros šiluma, naudojama pastatams šildyti ir (ar) karštam vandeniui ruošti.
 - **Šilumos šaltinis** – įrenginys arba įrenginių kompleksas, kuriame, nepriklausomai nuo energijos rūšies, ji transformuojama į šiluminę energiją.

- **Temperatūrinio efektyvumo koeficientas** – tiekiamo oro temperatūros pokyčio šilumogražos įrenginyje santykis su šalinamo ir lauko oro temperatūros skirtumu.
- **Vėdinimas** – patalpų oro kokybės gerinimas ir jos palaikymas keičiant patalpų orą.
- **Vėjaratis** – vėjo įsukamas ratas.
- **Vėjo energija** – oro judėjimo energija, naudojama energijai gaminti.
- **Žalioji energija (angl. Green energy)** – tai iš atsinaujinančių ir ekologiškų energijos išteklių gaminama energija.

- AC** – kintamoji srovė (angl. *Alternating Current*).
- AEI** – atsinaujinančios energijos ištekliai.
- AIEB** – atsinaujinančių išteklių energijos bendrija.
- DC** – nuolatinė srovė (angl. *Direct Current*).
- EVA** – etilenvinilacetatas.
- IP** – daikto atsparumo aplinkos poveikiui reitingas (angl. *International Protection marking*). Pirmasis skaitmuo nurodo produkto atsparumą dulkei ir kitiems kietiesiems objektams, antrasis – drėgmei.
- IPCC** – Tarpvyriausybė klimato kaitos komisija (angl. *Intergovernmental Panel on Climate Change*).
- LEA** – Lietuvos energetikos agentūra.
- MPPT** – didžiausios galios taško stebėjimas (angl. *Maximum Power Point Tracking*).
- NDC** – nacionaliniu lygmeniu nustatyti įnašai (angl. *Nationally Determined Contributions*).
- n 50.N** – sandarumas pagal LST EN ISO 9972:2015 sandarumo bandymo sąlygų reikalavimus, esant 50 Pa slėgių skirtumui tarp pastato vidaus ir išorės.
- PERC** – pasyvisis emiteris ir galinis elementas (angl. *Passivated Emitter and Rear Cell*).
- SE** – saulės elementas.
- ŠESD** – šiltnamio efektą sukeliančios dujos.
- UPS** – nepertraukiamo maitinimo šaltinis (angl. *Uninterruptible Power Supply*).

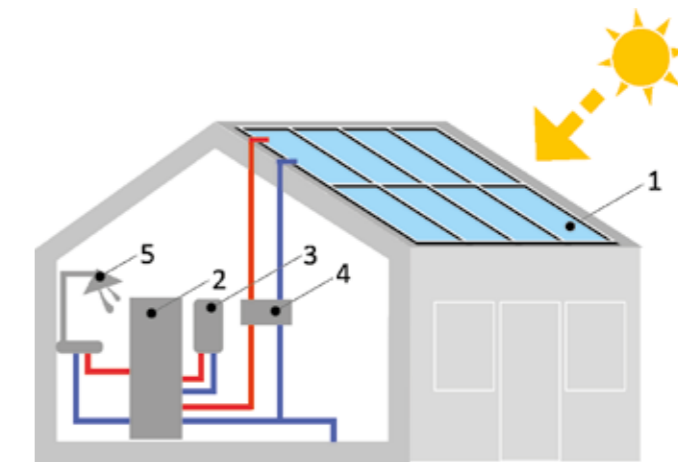
Kataloge aptariami žaliosios energijos šaltiniai:

-  SAULĖ
-  ORAS
-  VĖJAS
-  VANDUO
-  GRUNTAS
-  NUOTEKOS

1. ŠILUMOS IR KARŠTO VANDENS PARUOŠIMAS SAULĖS KOLEKTORIAIS

1.1.

Lietuvoje jau gana gerai žinomas būdas karštą vandenį ruošti naudojant saulės energiją. Įrengti saulės vandens šildytuvai (saulės kolektoriai) ne tik padeda mažinti sąskaitas už karštą vandenį ir šildymą, nes tenka pirkti gerokai mažiau elektros energijos iš tiekėjų, bet tai ir būdas gyventi ekologiškiau.



1.1 pav. Karšto vandens ruošimo sistemos principinė schema:
1 – saulės kolektorius, 2 – akumuliacinė talpa, 3 – papildomas šildytuvas, 4 – siurblys, 5 – vandens maišytuvas

Saulės kolektoriai yra skirti karštam vandeniui ruošti, kuris gali būti naudojamas butyje ar pastato šildymo sistemoje. Vandeniui šildyti naudojama saulės energija – atsinaujinantis energijos šaltinis, kuris tausuoja aplinką ir padeda sumažinti karšto vandens paruošimo ar šildymo sąnaudas. Vasarą saulėtomis dienomis šiuose įrenginiuose vanduo gali įšilti net iki virimo temperatūros.

Saulės kolektorių sukaupta šiluma gali būti panaudota tik vandeniui, tik patalpoms šildyti arba abiem atvejais. Praktinė patirtis Lietuvoje ir kitose Europos šalyse parodė, kad naudojant saulės kolektorius galima patenkinti apie 50–70 proc. karšto vandens poreikio per metus. Apskaičiuota, kad 3–4 asmenų šeima gali patenkinti 70 proc. savo karšto vandens poreikio, įsirengusi 4–6 m² ploto saulės kolektorių sistemą. Žiemą paruošti 100 proc. karšto vandens iš saulės energijos mūsų platumose nėra galimybės. Jei saulei šviečiant nuo kolektorių bus nuvalomas sniegas, tai kolektoriai bus naudingi ir žiemą. Jei tuo nebus pasirūpinta, kolektoriams nieko neatsitiks, tačiau šiluma tuo metu nebus generuojama.

Šiluma kolektoriuose išgaunama transformuojant saulės spindulių energiją. Šilumos nešėjas – oras, vanduo ar kitas skystis – šilumą perneša į šildymo sistemą. Tos sistemos, kurios insoliacijai sugerti ir vartoti nenaudoja priverstinio pumpavimo ar oro pūtimo, vadinamos pasyviomis. Jei šilumos nešėjas cirkuliaciniu siurbliu ar ventiliatoriumi šilumos energiją perduoda į akumuliacinę talpą, tai tokios sistemos vadinamos aktyviomis. Šilumos nešėjas gali būti papildomai pašildomas.

Tinkamai parinkus sistemos dalis, vasarą galima patenkinti didžiąją dalį karšto vandens poreikio. Norint saulės kolektorius panaudoti ne tik karštam vandeniui ruošti, bet ir patalpoms šildyti, reikalingas didesnis kolektorių plotas. Tokiu atveju karšto vandens perteklius vasarą gali būti panaudojamas šildyti baseinų vandeniui arba tiekiamas kaimynams. Šildymo palaikymas su saulės kolektoriais tiks tik

pereinamuoju laikotarpiu. Kai saulės labiausiai reikia, jos nebūna, tad efektyvumas būtų tik apie 15–20 proc. Taigi galima apibendrinti, kad saulės kolektoriai bent jau šiuo metu Lietuvoje efektyviai gali būti naudojami tik kaip papildomas šilumos šaltinis.

Saulės kolektorius – tai įrenginys, absorbuojantis saulės spindulius. Absorberis (šilumą sugerianti plokštė arba tūrinis šilumos kaupiklis) yra pagrindinis saulės kolektoriaus elementas.

Didžiausią įtaką saulės sistemos efektyvumui sudaro saulės spinduliuotės intensyvumas. Kitas svarbus faktorius, lemiantis efektyvumą, yra temperatūra, kuri palaikoma saulės kolektoriuje cirkuliuojančiame šilumnešyje. Kuo ši temperatūra aukštesnė, tuo sistemos efektyvumas mažėja. Lauko temperatūra taip pat veikia efektyvumą. Sistemos efektyvumas mažėja esant didesniam temperatūrų skirtumui tarp kolektoriuje cirkuliuojančio šilumnešio ir lauko oro.

Yra saulės kolektorių be stiklų, jie pagaminti iš juodų polimerinių vamzdžių. Tokie kolektoriai yra palyginti pigūs, tačiau gali būti naudojami tik vasarą. Jais dažniausiai šildomas baseinų vanduo.

Kolektoriai gali būti ir fokusuojantys. Visą dieną saulės kolektorių kaitinantys tiesioginiai kaitrios saulės spinduliai gali jį įkaitinti daugiau kaip iki 200 °C temperatūros. Tada jo šilumos nešiklis teka į šilumos kaupiklį – energijos akumuliatorių, kuriame šiluma perduodama geriamajam vandeniui ar šildymo kontūro skysčiui. Tokią sistemą galima susieti su esama centralizuoto karšto vandens ruošimo sistema. Saulės kolektoriai gali būti tvirtinami ant stogo, statomi ant žemės, kabinami ant sienos.

Pagal konstrukciją išskiriamos dvi saulės kolektorių rūšys – plokštieji (skysčiu perduodama energija) ir vakuuminiai. Jų efektyvumas priklauso nuo klimato juostų. Tuose kraštuose, kur saulė šviečia beveik visus metus, labiau paplitę plokštieji, nes jie pigesni ir beveik nereikalaujantys priežiūros. Europos Sąjungoje dažniausiai – apie 80 proc. visų įdiegtų saulės kolektorių – įrengiami plokštieji kolektoriai. Likusioji dalis – 20 proc. – vakuuminiai kolektoriai. Mūsų regione plokštieji kolektoriai efektyviau išnaudoja saulės energiją balandžio–rugsėjo mėnesiais nei kitu metų laiku. Norint surinkti didesnę saulės energijos kiekį, tinkamesni vakuuminiai kolektoriai, nes jie būna efektyvūs ir esant debesuotumui bei mažam saulės intensyvumui.

1.2. PLOKŠTIEJI SAULĖS KOLEKTORIAI

Plokščiojo saulės kolektoriaus (žr. 1.2 pav.) veikimo principas panašus kaip paprasto radiatoriaus.

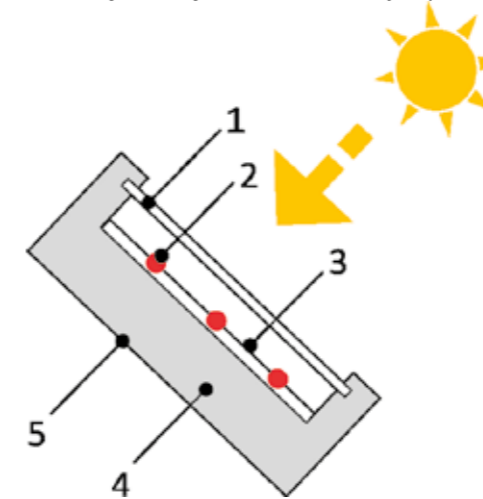


1.2 pav. Plokščiasis saulės kolektorius

Saulė šildo jo paviršių, dalis energijos perduodama skysčiui, kuris teka vamzdeliais, kita dalis tampa nuostoliu.

Principinė plokščiojo kolektoriaus schema pateikiama 1.3 paveiksle. Toks kolektorius yra sudarytas iš absorberio, šiluminės izoliacijos ir vamzdelio, kuriuo teka šilumnešis. Saulės energiją sugeriantys absorberiai gaminami iš vario arba aliuminio. Kadangi tarp absorberio ir išorinio karkaso nėra vakuumo, tai patiriami nemaži šiluminiai nuostoliai į aplinką. Jiems sumažinti įrengiama šiluminė izoliacija, kuri užtikrina didesnę kolektoriaus naudingumo koeficientą.

Plokščiajame kolektoriuje absorberis įtaisytas į apšiltintą dėžę skaidriu paviršiumi (dažniausiai stikliniu), pro jį patenka saulės spinduliai. Skystis vamzdynu cirkuliuoja tarp absorberio ir šilumą akumuliuojančios talpos. Dažnai naudojamas vandens ir aplinkai nepavojingo neužšąlančio skysčio ir vandens mišinys. Įprastai saulės kolektoriuose yra įmontuojamas temperatūros matuoklis. Kai skysčio temperatūra kolektoriuje viršija jo temperatūrą akumuliacinėje talpoje, reguliatorius įjungia cirkuliacinį siurbį ir šilumos nešėjas pradeda cirkuliuoti sistemoje.



1.3 pav. Plokščiojo kolektoriaus principinė schema:
1 – stiklas, 2 – vamzdis, 3 – šilumą sugerianti plokštė – absorberis, 4 – rėmas, 5 – šilumos izoliacija

Norint pasiekti didesnę įrenginio našumą, galima tobulinti kiekvieną plokščiojo kolektoriaus elementą. Absorbicijos, stiklo visuminės saulės energijos praleisties, vamzdžių šilumos laidumo koeficientai ir kiti veiksniai turi didelę įtaką kolektorių naudingumui. Norint pagerinti stiklo visuminės saulės energijos praleisties efektyvumą, naudojamas mažai geležies turintis stiklas.

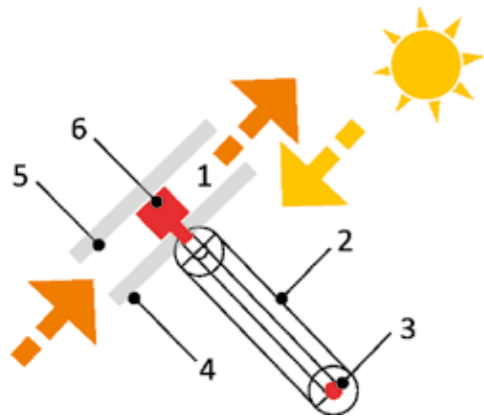
1.3. VAKUUMINIAI SAULĖS KOLEKTORIAI

Konvekcija kolektoriaus viduje didina šilumos nuostolius. Jos įtakai sumažinti buvo sukurti vakuuminiai kolektoriai.



1.4 pav. Vakuuminis saulės kolektorius

Vakuuminiam kolektoriuje (žr. 1.5 pav.) absorberis yra įdėtas į atmosferos slėgiui atsparų stiklinį vamzdį, iš kurio išsiurbtas oras. Tokiu būdu yra sumažinami šilumos nuostoliai. Tai yra į termosą panaši vakuumo kolba (vamzdis), kuri saulės spindulius absorbuoja savo paviršiumi [17]. Kol išorinis tokio vamzdelio selektyvinis boro silikato stiklas neįkaista, praleidžia visą saulės šviesos spektrą, o įkaitęs stiklas atspindi ilgąsias bangas. Tuo tarpu vidinis paviršius, padengtas specialiomis absorbuojančiomis dangomis, sugeria šį saulės šviesos spektrą ir paverčia jį šiluma.



1.5 pav. Vakuuminio saulės kolektoriaus principinė schema:
1 – šilumos nešėjas, 2 – vamzdis ir absorberis,
3 – lengvai garuojantis skystis vidiniame vamzdelyje,
4 – šilumos izoliacija, 5 – apšiltintas šilumą surenkantis
vamzdis, 6 – šilumokaitis

Vakuuminio kolektoriaus vidiniame vamzdyje yra specialus žemoje temperatūroje lengvai garuojantis skystis. Pašvietus saulei ir didėjant temperatūrai, garai kyla į šilumokaitį, o šis atiduoda šilumą šilumos nešėjui ir atvėsta. Tada garai kondensuojasi ir suteka į vamzdžio apačią. Šiuose kolektoriuose pasiekama didesnė temperatūra nei plokščiuosiuose, jie yra veiksmingesni, bet brangesni. Kai kurie vakuuminiai kolektoriai veiksmingai veikia ir ūkanotomis dienomis, juos galima naudoti ir patalpų šildymo sistemose [18]. Kai kurių vakuuminių kolektorių vamzdžių kiekį galima lengvai padidinti jau pradėjus eksploatuoti sistemą, nes kiekvienas vamzdis veikia atskirai. Tad jei vienas taptų nesandarus ar sudužtų, kiti toliau rinktų saulės energiją.

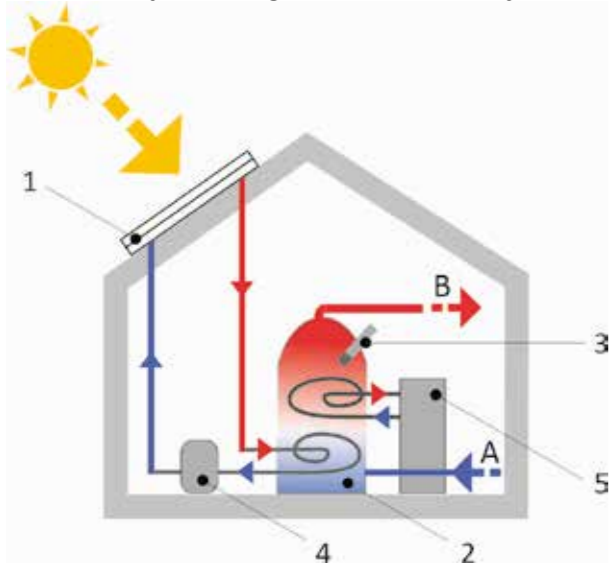
Vamzdžiai tarpusavyje sujungiami viršutine dalimi. Vakuuminiai saulės kolektoriai būna kelių rūšių, atsižvelgiant į tai, kokiū būdu saulės energija perduodama šilumos nešėjui. Labiausiai skiriasi šių modifikacijų montavimo ir vamzdžių sujungimo ypatybės.

Regionuose, kuriuose šaltuoju metų laiku yra didelis insoliacijos lygis, plačiai naudojami termosifoniniai „atviro“ tipo vakuuminiai saulės kolektoriai. Prie šio tipo saulės kolektorių vamzdžių jungiama išorinė akumuliacinė talpa. Visa ši sistema sudaro vieną tūrį, kuris užpildomas vandeniu. Kolbose pašilęs vanduo dėl gravitacijos pakyla į rezervuarą, o ten atvėsus – nusileidžia. Tokios sistemos eksploatuojamos sezoniškai – pavasarį, vasarą, rudenį.

1.4. KARŠTO VANDENS RUOŠIMO SISTEMA

Karšto vandens ruošimo sistema (žr. 1.6 pav.), atsižvelgiant į poreikį ir paskirtį, gali būti komplektuojama iš šių elementų: saulės kolektoriaus, akumuliacinės talpos, vamzdynų, siurblių, reguliatorių, daviklių, papildomų šildymo įrenginių ir kt.

Geras saulės kolektorius dar nereiškia gero visos sistemos darbo. Norint, kad karšto vandens ruošimo sistema būtų veiksminga, svarbu tinkamai įvertinti karšto vandens poreikį. Pagal normatyvus skaičiuojama, kad vienas žmogus sunaudoja apie 50 l karšto vandens per dieną, kuriam paruošti reikia 0,27 W šiluminės energijos. Atsižvelgus į kolektoriaus sumontavimo vietą, jo orientaciją, konstrukciją ir naudingumo koeficientą, vienam žmogui reikia apie 1,2–1,5 m² saulės kolektorių.



1.6 pav. Vandens šildymo su saulės kolektoriais schema: A – šalto vandens įvadas, B – karšto vandens išvadas, 1 – saulės kolektorius, 2 – akumuliacinė talpa, 3 – papildomo šildymo įrenginys (kaitinimo elementas), 4 – siurblys, 5 – papildomas šildymo įrenginys (katilas)

Šilumos gamybai nebūtina nuolatinė saulės apšvieta. Net ir debesuotą dieną, nors jų našumas mažesnis, kolektoriai vis tiek generuoja šilumą. Vis dėlto efektyviausiai kolektoriai veikia, kai saulė į juos šviečia tiesiogiai. Efektyviausia saulės kolektorius montuoti taip, kad saulė į juos kristų statmenai, tokiu atveju jų pasvirimo kampas, priklausomai nuo sezono, galėtų kisti nuo 300 iki 600. Rekomenduojama kolektorius įrengti ant šlaitinio arba plokščio namo stogo. Esant plokščiam stogui, reikia įrengti konstrukcinį rėmą ar naudoti specialius padėklus, ant kurių kolektoriai bus pakreipti reikiamu kampu. Juos galima montuoti ir ant žemės, o tam tikro tipo – net ir ant sienų ar balkonų atitvarų.

1.5. AKUMULIACINĖS TALPOS

Energijos akumuliacija reikalinga, nes karšto vandens didžiausias poreikis būna ryte ir vakare, o saulės intensyvumas didžiausias dieną. Akumuliacinės talpos paskirtis – sukaupti šilumą, kad karšto vandens užtektų kelioms dienoms (vasarą), todėl jos tūris turi būti 1,5–2 kartus didesnis nei vienos dienos poreikis (75–100 litrų vienam žmogui) [19]. Svarbu įsigyti talpą, tinkamą naudoti saulės kolektorių sistemoje. Dauge lyje buitinių tūrinių vandens šildytuvų yra įmontuota emaliuota spiralė su storu vamzdžiu, turinti tik kelias vijas, tad tokio tipo šilumokaičiai skirti prijungti katilus, bet ne saulės kolektorius. Vandens šildytuvuose naudingiausia turėti kelias spirales (šilumokaičius), kad būtų galima prijungti ir biomasės, ir kitokį katilą ar elektrą.

Efektiviai sistemos veiklai įtaką daro ir vandens kokybė. Esant kietam vandeniui, susidaro daug nuosėdų, kurios apsunkina šilumos mainus, todėl rekomenduojama naudoti vandens filtrus arba šildytuvą, kurį galima išvalyti.

1.6. KOLEKTORIŲ Palyginimas

Vakuuminių kolektorių didesnę efektyvumą lemia keli veiksniai. Be to, kad juose tarp absorberio ir išorinio karkaso yra vakuumas, absorberiai pasižymi šilumos sulaikymo savybe. Vakuuminių kolektorių konstrukcija ir gamybos technologija yra gerokai sudėtingesnė, nes reikia sumontuoti vamzdelius su šilumą pernešančiu skysčiu ir absorberiu į stiklinius vamzdelius, iš kurių yra ištraukiamas oras, tad kokybiški vakuuminiai kolektoriai yra brangesni už plokščiuosius saulės kolektorius.

Lyginant plokščiuosius ir vakuuminius kolektorius pagal patikimumą ir ilgaamžiškumą, nė vienas kolektorių tipas neturi ryškaus pranašumo. Tiek plokštieji, tiek vakuuminiai kolektoriai tinkamai juos prižiūrint yra ilgaamžiai. Tereikia bent kartą per metus patikrinti hidraulinę sistemą, ar neužsiteršę valymo filtrai, laiku keisti vandenį. Jei sistemoje šilumnešis užvirs, išsiskirs nuosėdos, kurios gali užkimšti sistemą. Dėl to ir reikia valyti filtrus, kad sistema veiktų nepriekaištingai.

Parinkus kokybiškas sistemos sudedamąsias dalis ir tinkamai prižiūrint, sistema gali veikti net iki 30 metų ir į ją nereikės investuoti papildomų lėšų. Įrangos eksploatavimo ilgaamžiškumas be papildomų investicijų ar didelių išlaidų remontui užtikrina greitą atsipirkimo laiką.

Renkantis saulės kolektorių tipą, reikėtų atsižvelgti į tai, kad:

- aukščiausią energijos generaciją plokštieji kolektoriai pasiekia balandžio–rugsėjo mėnesiais, 77 proc. saulės spinduliavimo tenka šiltuoju laikotarpiu. Šaltuoju metų laiku geresnių rezultatų pasiekia vakuuminiai kolektoriai;
- geros kokybės vakuuminiai kolektoriai yra brangesni už plokščiuosius kolektorius, bet surenka daugiau saulės energijos. Plokštieji saulės kolektoriai patiria didesnių šilumos nuostolių;
- įsirengus plokščiuosius kolektorius, yra galimybė aušinti karšto vandens akumuliacinę talpą. Tuo metu, kai nesunaudojamas visas karštas vanduo, siekiant apsaugoti sistemą nuo perkaitinimo, galima grąžinti sukauptos energijos perteklių į aplinką. Perteklinė šiluma grąžinama į aplinką naktį. Vakuuminiai kolektoriai tokios galimybės neturi.

2. ŠILUMOS IR KARŠTO VANDENS PARUOŠIMAS ŠILUMOS SIURBLIAIS

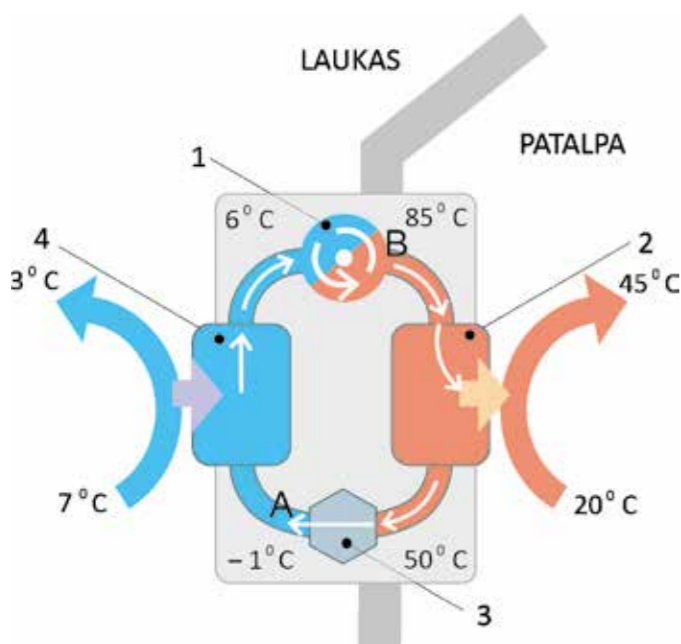
2.1. ŠILUMOS SIURBLYS – VIENAS IŠ ŠILUMOS GAMYBOS BŪDŲ

Tradicinėje šildymo sistemoje šilumą perneša tekantis vanduo, kuris, pakaitintas katile, cirkuliaciniu siurbliu tiekiamas į radiatorius. Gali būti naudojama ir gravitacinė jėga, kai šiltas vanduo kyla, o šaltas leidžiasi, keliauja link radiatorių ir ten atvėsta, atiduodamas šilumą patalpų orui.

Panašiai, bet daug efektyviau šiluma pernešama garuose ir atiduodama kondensuojantis skysčiui. Kadangi vandenį arba kitą skystį paversti garais reikia gerokai daugiau energijos, tad ir perduoti jos galima gerokai daugiau. Skystis, galiniame taške virsdamas garu, aplinkai atiduoda sukauptą energiją.

Norint normaliomis sąlygomis vandenį paversti garais, jo temperatūrą reikia pakelti iki 100 °C. Kadangi šilumos siurblių šilumos šaltinis yra lauke, vandenyje ar grunte, tai to pasiekti neįmanoma. Sumažinus aplinkos slėgį, kuris normaliomis sąlygomis yra 1 atmosfera arba apytiksliai 1 baras, 40 kartų iki 0,023 baro, vanduo užvirs esant kambario temperatūrai. Kad garavimas vyktų žemesnėje temperatūroje, reikia pakeisti naudojamą skystį, o tam geriausiai tinka freonas. Dėl kompresoriaus ir išsiplėtimo vožtuvo šaltnešis įgauna arba dujinę būseną garintuve, arba kondensuojasi į skystį kondensatoriuje.

Šilumos siurblys – įrenginys, kuris naudojamas mažesnį elektros energijos kiekį sugeba pagaminti didesnį kiekį šilumos ar šalčio energijos. Šilumos siurbliuose naudojamas šaltnešis, dažniausiai tai būna freonas, kuris skysto būvio, t. y. esant žemam slėgiui sistemoje, verda esant žemai ar net neigiamai temperatūrai. Šias freono dujas suslegia kompresorius, tam panaudodamas didžiąją elektros energijos dalį. Šilumos siurbliai ne tik šildo patalpų orą šaltuoju metų laiku, tačiau gali būti naudojami ir patalpoms vėsinti vasarą (tuomet jie veikia atvirkštiniu principu – šiltą vidaus orą perduoda į lauką). Taip pagal poreikį generuojama šiluma arba vėsa.



2.1. pav. Šilumos siurblio veikimo principas:
1 – kompresorius, 2 – kondensatorius,
3 – išsiplėtimo vožtuvas, 4 – garintuvas

Kai oras ar vanduo patenka į šilumos siurblio garintuvą, jame esantis šaltnešis virsta garais. Suspaudus šiuos garus su kompresoriumi, temperatūra padidėja tiek, kad kondensatoriuje galima šilumą atiduoti namo šildymo sistemai. Kadangi garas vis dar yra aukšto slėgio, jis pirmiausia turi praeiti išsiplėtimo vožtuvą, kuriame atkuriamas jo pradinė būsena. Atvėsus ir susikondensavę šaltnešio garai virsta skysčiu ir vėl gali paimti šilumą. Pasibaigus šiam ciklui, procesas pradedamas iš naujo.

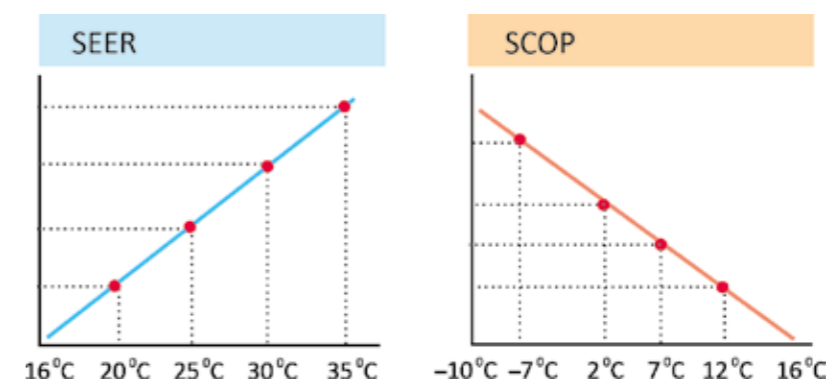
Pagrindinė kompresoriaus paskirtis yra pakeisti šaldymo agento parametrus. Šiam procesui sunaudojant tik 1 kW elektros energijos kompresoriaus darbui, esant specifinėms aplinkos ir ruošiamo šilumnešio temperatūros sąlygoms, galima išgauti iki 6,5 kW šiluminės energijos. Tas pats šilumos siurblys vasaros metu veikdamas reversiniu būdu gali veikti kaip vėsintuvas.

2.2. ŠILUMOS SIURBLIŲ TIPAI

Šilumos siurbliai skirstomi pagal tai, iš kokios terpės garintuvas paima šilumą (pvz., iš oro, iš vandens ir t. t.) ir kokiai terpei kondensatorius atiduoda šilumą (pvz., vandeniui, orui). Dažniausiai sutinkami šio tipo įrenginiai: oras–oras, oras–vanduo, gruntas–vanduo. Kai vietoj grunto kaip šilumos šaltinį panaudojame vandenį iš pratekančio upelio arba iš ežero, tai dar vienas siurblio principas: vanduo–vanduo. Bet tokius siurblius dažnu atveju vis tiek priskiriame šilumos siurblių grupei gruntas–vanduo.

2.3. ŠILUMOS SIURBLIŲ NAUDINGUMO KOEFICIENTAI

Tradiciskai energijos vartojimo efektyvumui įvertinti naudojami koeficientai EER (vėsinimo) ir COP (šildymo), kurie parodo, kiek pagamintos vėsos ar šilumos (kW) tenka 1 kW sunaudotos elektros energijos. Pagrindinis šių rodiklių trūkumas yra tai, kad jie visų gamintojų standartiškai yra matuojami esant vienai lauko oro temperatūrai – EER matuojamas, kai lauko oro temperatūra yra +35 °C, COP – +7 °C. Nuo 2014 m. (2013 m. yra pereinamieji metai) įvedami nauji sezoniniai įrenginių energijos vartojimo efektyvumo koeficientai SEER (vėsinimui) ir SCOP (šildymui), kurie tiksliau atspindi įrenginių efektyvumą, kadangi tai vidutiniai dydžiai ir skaičiuojami keturiuose temperatūrinuose taškuose.



2.2 pav. SEER ir SCOP temperatūrų matavimo struktūrizuotos schemas

Sezoninis energijos vartojimo efektyvumo koeficientas (SEER) – bendras įrenginio energijos vartojimo efektyvumo koeficientas per visą vėsinimo sezoną, apskaičiuojamas norminį metinį vėsinimo poreikį padalijant iš metinių elektros energijos sąnaudų vėsinimui [20].

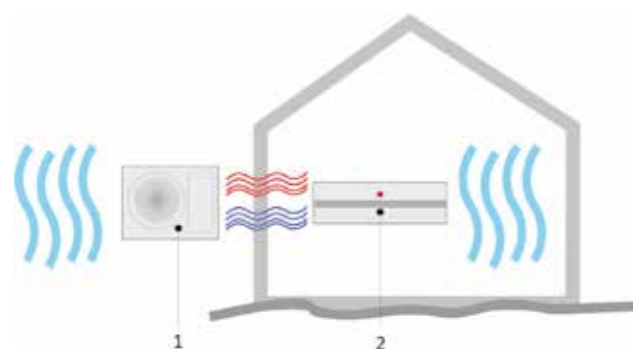
Sezoninis veiksmingumo koeficientas (SCOP) – bendras įrenginio veiksmingumo koeficientas, atitinkantis visą nustatytą šildymo sezoną ir apskaičiuojamas norminį metinį šildymo poreikį padalijant iš metinių elektros energijos sąnaudų šildymui [20].

2.4. ŠILUMOS SIURBLIAI ORAS–ORAS

Šilumos siurblio oras–oras veikimo principas remiasi tuo, kad, veikdamas šildymo režimu, į išorinį bloką iš aplinkos paima šiluminę energiją, kuri freonu pernešama į vidinį šilumos siurblio bloką, o jame surinkta šiluma perduodama patalpoms šildyti ar karštam vandeniui paruošti į vieną arba daugiau vidinių dalių. Jose veikiantys ventiliatoriai skleidžia tą šilumą į patalpas. Veikdami vėsinimo režimu, šilumos siurbliai oras–oras surenka patalpose esančią šiluminę energiją ir freonu bei įranga ją perduoda į lauką, o į patalpas atiduodamas vėsus oras. Šiuo atveju garintuvas yra patalpos viduje, o kondensatorius ir kompresorius – viduje.

Turint tokio tipo siurblią, neįmanoma įrengti radiatorių. Taip pat siurblio efektyvumas mažėja esant žemesnei lauko temperatūrai. Šio tipo šilumos siurblius rekomenduotina derinti su kitomis šildymo sistemomis, pavyzdžiui, tiesioginio veikimo elektrinio šildymo, židinių, krosnelių, dujinių katilų. Siekiant kuo daugiau sutaupyti, svarbu, kad jau esama namo šildymo sistema būtų kokybiškai ir teisingai įrengta, o termostatiniai davikliai veiktų tinkamai. Sutaupymams turi įtakos ir vieta, kurioje bus įrengtas šilumos siurblys, ir patalpų planas, kad šiluma visose patalpose būtų paskirstoma tolygiai, vienodai efektyviai. Vasaros sezonu, kai yra poreikis patalpas vėsinti, šie oro siurbliai puikiai naudojami orui kondicionuoti ir drėgmei sumažinti. Pagal įrengimo sąnaudas šie siurbliai yra pigiausia investicija. Be to, oras–oras siurbliai dar ir valo patalpų orą. Jų montavimas nesudėtingas, nereikalauja specialių mechanizmų.

Įvardijant jų trūkumus, galima pažymėti, kad dėl oro srautų padidėja dulketumas kambariuose, kiekvienam kambariui reikia atskiro konvektoriaus ir ventiliatoriaus, jie kelia papildomą triukšmą ir juntamą oro judėjimą.



2.3 pav. Siurblio oras–oras įrengimo principinė schema:
1 – oro kondicionieriaus lauko įrenginys, 2 – oro kondicionieriaus vidaus įrenginys

2.5. ŠILUMOS SIURBLIAI ORAS–VANDUO

Oras–vanduo siurblys – tai sudėtingesnis įrenginys. Konstrukciniu atžvilgiu yra dviejų blokų sistema (split sistema), susidedanti iš išorinio ir vidinio blokų, arba šilumos siurblio elementai gali būti montuojami viename įrenginyje. Tai padidina lauke esančio bloko gabaritus. Su šiais siurbliais šilumą galima perduoti ne tik konvekcijos, bet ir spinduliavimo būdu, todėl galima įrengti radiatorinę ar grindinę šildymo sistemą, kuriose šilumą perneša vanduo.

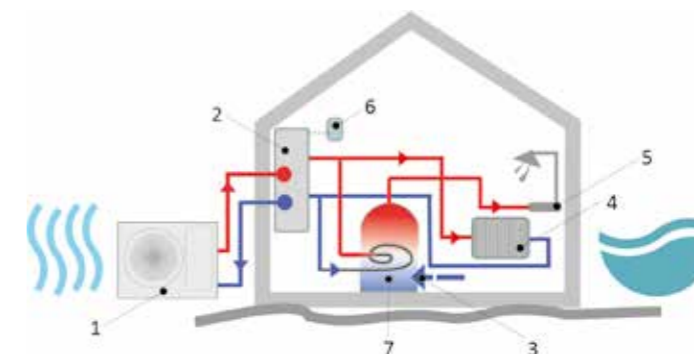
Išorinis įrenginys ima šilumą iš lauko panašiu principu kaip ir oras–oras siurbliai. Bet šiuo atveju vidiniame įrenginyje jie šildo ne orą, o vandenį. Pašildytas vanduo, skirtas buitiniams poreikiams, kaupiamas talpoje, esančioje pastato viduje. Šildymui paruoštam vandeniui tokios talpos ne visada reikia, tai priklauso nuo gamintojo rekomendacijų. Tinkamai įrengta sistema su oras–vanduo šilumos siurbliu gali stipriai sumažinti namui šildyti ir karštam vandeniui ruošti reikalingos šilumos kiekį. Šie siurbliai pakankamai efektyvūs ir esant žemesnei lauko temperatūrai. Oras–vanduo šilumos siurblio įrengimo darbai yra gerokai paprastesni nei geotermio siurblio sistemos, nes nereikia gręžti ar kasti grunto, ieškant šilumos šaltinio, tad ir investicijos yra gerokai mažesnės.

Oras–vanduo šildymo sistemų privalumai:

- galima šildyti tinkamai parinktais radiatoriais, grindinio šildymo sistema;
- galima ruošti karštą buitinį vandenį;
- nesudėtingas montavimas;
- galima naudoti esant ribotai teritorijai.

Oras–vanduo šildymo sistemų trūkumai:

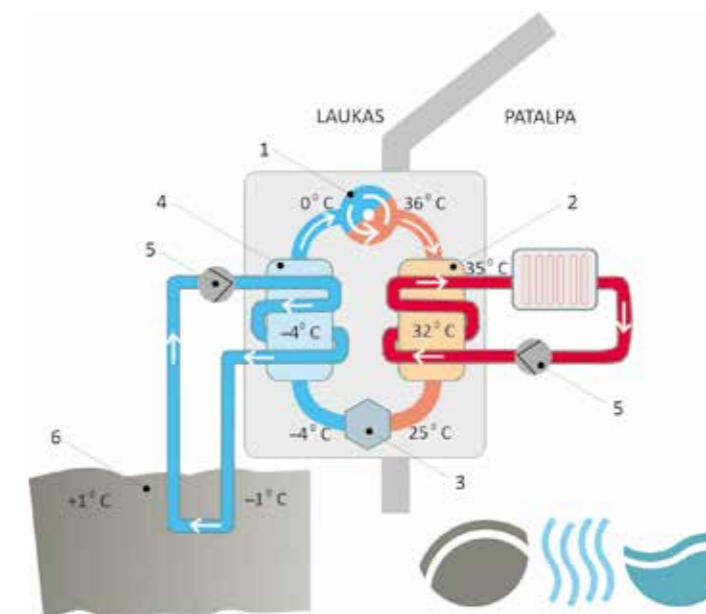
- pastato išorėje montuojamas blokas skleidžia triukšmą ir vibracijas;
- apšalus išoriniam blokui, sumažėja efektyvumas ir galia.



2.4 pav. Siurblio oras–vanduo įrengimo principinė schema:
1 – siurblio lauko įrenginys, 2 – siurblio vidinis įrenginys, 3 – šalto vandens įvadas, 4 – patalpų šildymo prietaisai, 5 – maišytuvas, 6 – valdiklis, 7 – tūrinė vandens talpa

2.6. ŠILUMOS SIURBLIAI GRUNTAS–VANDUO

Siurbliu gruntas–vanduo šiluma išgaunama iš grunto arba vandens. Prie šilumos siurblio įrengiama grunto sistemos dalis.



2.5 pav. Šildymo sistemos su šilumos siurbliu veikimo schema:
1 – kompresorius, 2 – kondensatorius, 3 – išsiplėtimo vožtuvas, 4 – garintuvas, 5 – cirkuliaciniai siurbliai, 6 – grunto sistemos dalis

Šilumos energijai iš grunto paimti gali būti naudojami keli technologiniai būdai: horizontalus lauko kontūras, vertikalus lauko kontūras (geotermio gręžinys), spindulinis gręžinys ar vanduo–vanduo geotermio sistema.

Šių šildymo sistemų privalumai:

- didelis efektyvumas – tai ypač aktualu esant žemai lauko temperatūrai, kai poreikiams patenkinti reikia didesnio šilumos kiekio;
- tyli sistema – geoterminiai šilumos siurbliai neturi išorinio bloko, kuris skleistų triukšmą lauke;
- nemokama vėsa šiltuoju sezonu – naudojant pasyvų vėsinimą, t. y. be kompresoriaus darbo, tiesiog cirkuliaciniu siurbliu paimama vėsa (~10 °C) iš gręžinio.

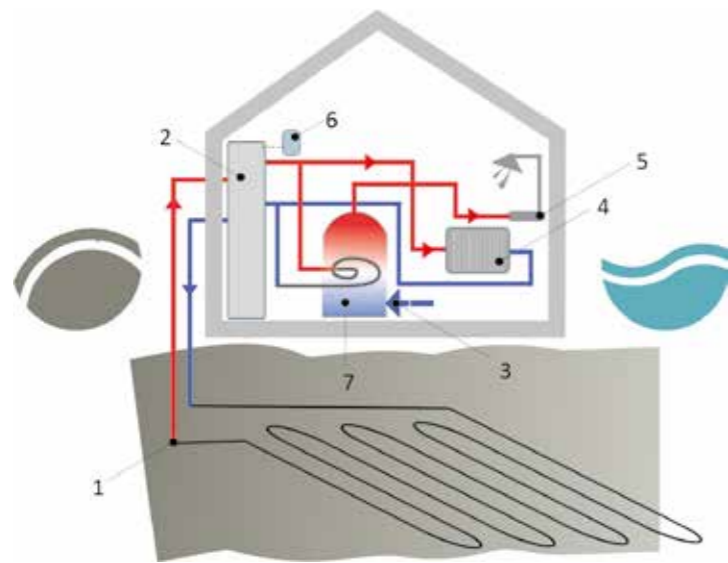
Šių šildymo sistemų trūkumai:

- sudėtingesnis montavimas, nes reikia įrengti lauko kontūrą;
- didesnės pradinės investicijos.

2.6.1. Horizontalus lauko kontūras

Horizontalūs lauko kontūro vamzdžiai yra klojami žemės paviršiuje 1,5–2 metrų gylyje, priklausomai nuo įšalo ribos. Šiuo vamzdžiu tekėdamas neužšalantis skystis – vandens ir etilenglikolio (propilenglikolio) mišinys – absorbuoja šilumą, sukauptą grunto viršutiniame sluoksnyje. Atstumas tarp vamzdžių – 0,5–0,8 m (D32) ir 0,8–1 m (D40), o atstumas nuo pamatų – 1 m. Dėl hidraulinių nuostolių žiedų ilgis – ≤100 m (D32) arba ≤200–250 m (D40).

Įrengiant horizontalų lauko kontūrą, į iškastas tranšėjas klojami polietileniniai vamzdžiai. Tai gerokai supaprastina darbų technologiją, tuo pačiu ir atpigina visos sistemos įrengimo sąnaudas, palyginti su vertikalių kolektorių įrengimu. Tačiau tokiai sistemai reikia didesnio sklypo, nes vidutiniam namui reikia pakloti apie 400–600 m ilgio vamzdžių. Taip pat ne visi grunto tipai yra pakankamai tinkami, svarbus yra grunto tankis ir drėgnumas. Molingas gruntas tinka, jei zondas jame pakankamai apsaugotas nuo įšalo. Žvyringame ar smėlingame grunte gruntinio zondo produktyvumas labai priklauso nuo gruntinio vandens lygio. Esant aukštam jo lygiui, galima tikėtis tinkamo efektyvumo, esant žemam gruntinio vandens lygiui, tikėtina, kad zondo produktyvumas nebus pakankamas.

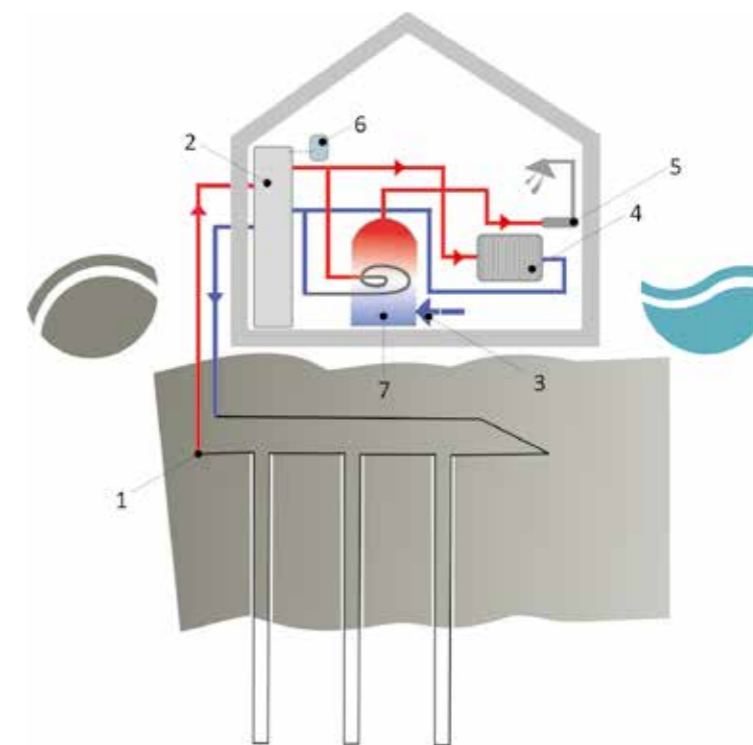


2.6 pav. Siurblio gruntas–vanduo su horizontaliu lauko kontūru įrengimo principinė schema:
1 – horizontalus lauko kontūras, 2 – siurblys, 3 – šalto vandens įvadas, 4 – patalpų šildymo prietaisas,
5 – maišytuvas, 6 – valdiklis, 7 – tūrinė vandens talpa

2.6.2. Vertikalus lauko kontūras – geoterminis gręžinys

Vertikalus lauko kontūras yra dažniausiai naudojamas ir pats efektyviausias. Į gręžinį įleidžiamas dvigubas vamzdis, kuriuo tekėdamas pro viso gylio grunto sluoksnius specialus neužšalantis skystis – vandens ir etilenglikolio (propilenglikolio) mišinys, suteikiantis gerą šilumos atidavimą, – absorbuoja šilumą. Dažniausiai tam naudojamas glikolis. Vamzdžiai yra klojami į 70–130 m gylio gręžinius. Atstumas tarp gręžinių – 5 m arba ne mažiau kaip 6 proc. geoterminio gręžinio gylio. Tokiai sistemai įrengti nereikalingas didelis žemės plotas, jo efektyvumas nepriklauso nuo metų laikų ar išorinės lauko temperatūros,

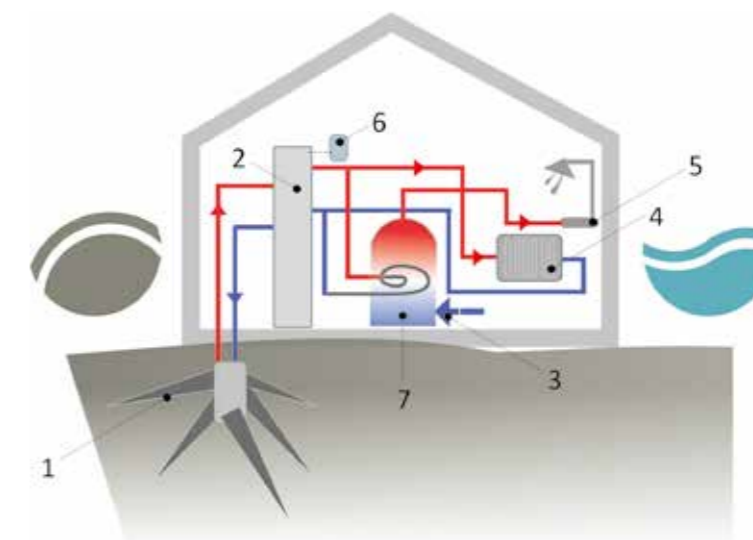
naudojant pasyvųjį vėsinimą, t. y. tik su cirkuliaciniais siurbliais, neįjungus reversinių siurblių, išgaunama pastovesnė temperatūra. Tačiau dėl sudėtingesnės gręžinio technologijos vertikalaus lauko kontūro įrengimo sąnaudos yra gerokai didesnės, palyginti su horizontaliu lauko kontūru.



2.7 pav. Siurblio gruntas–vanduo su vertikaliu lauko kontūru įrengimo principinė schema:
1 – vertikalus lauko kontūras, 2 – siurblys, 3 – šalto vandens įvadas, 4 – patalpų šildymo prietaisas,
5 – maišytuvas, 6 – valdiklis, 7 – tūrinė vandens talpa

2.6.3. Spindulinis gręžinys

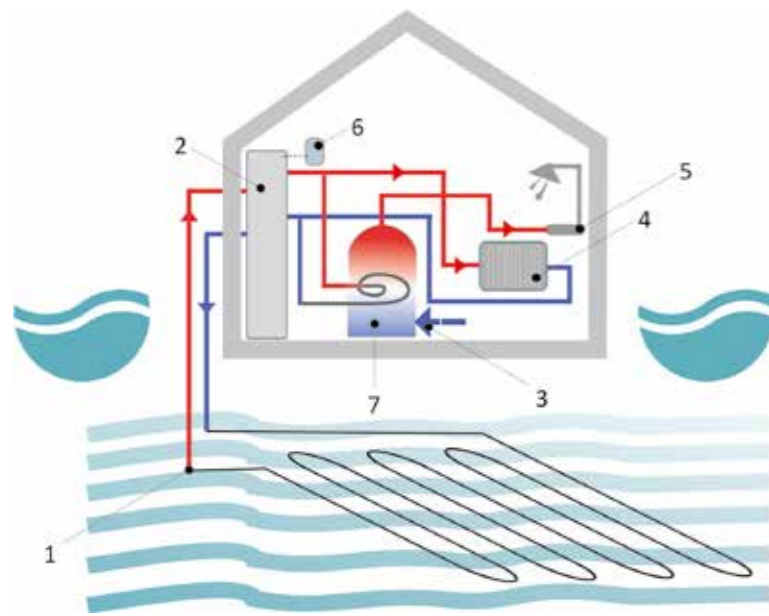
Tais atvejais, kai nėra laisvos žemės ar šildymo sistemos atnaujinimo metu namo aplinka jau sutvarkyta, gali būti įrengiamas spindulinis (radialinis) gręžinys. Tokį gręžinį galima įrengti patalpų viduje, jam pakanka ir 1 m² žemės ar grindų ploto. Iš vieno taško galima išgręžti iki 10–ies 120 m gylio gręžinių. Tokie gręžiniai dažniausiai įrengiami dideliuose komerciniuose projektuose. Jų įrengimo kaina, palyginti su horizontaliu, vertikaliu ar kontūru vandens telkinyje, yra didelė.



2.8 pav. Siurblio gruntas–vanduo su spinduliniu gręžiniu įrengimo principinė schema:
1 – spindulinio gręžinio kontūras, 2 – siurblys, 3 – šalto vandens įvadas, 4 – patalpų šildymo prietaisas,
5 – maišytuvas, 6 – valdiklis, 7 – tūrinė vandens talpa

2.6.4. Vanduo–vanduo geoterminė sistema

Kaip pastovios temperatūros šaltinį galima panaudoti upių, ežerų ir kitų vandens telkinių vandenį. Tokios geoterminės sistemos įrengimas nereikalauja didelių investicijų, nereikia atlikti brangių žemės kasimo ar gręžimo darbų. Vamzdis, įleistas į vandens telkinį (ritė arba persiklojusios vijos), ima iš jo šilumą. Dėl per žemos vandens temperatūros tokia sistema Lietuvoje retai naudojama, o gruntinių vandenų naudojimas gali būti ribojamas dėl aplinkosauginių motyvų.



2.9 pav. Siurblio gruntas–vanduo su vanduo–vanduo geoterminė sistema įrengimo principinė schema:
1 – lauko kontūras vandens telkinyje, 2 – siurblys, 3 – šalto vandens įvadas, 4 – patalpų šildymo prietaisai,
5 – maišytuvas, 6 – valdiklis, 7 – tūrinė vandens talpa

2.6.5. Reikalavimai gręžiniams ir gruntinių zondų produktyvumas

Lietuvoje taikomi Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2021 m. liepos 7 d. įsakyme Nr. 407 „Dėl Požeminio vandens gręžinių projektavimo, įrengimo, konservavimo ir likvidavimo tvarkos aprašo patvirtinimo“ [21] numatyti reikalavimai. Pagal reglamentą (EB) Nr. 1272/2008, geoterminio gręžinio šilumnešis turi būti neklasifikuojamas kaip pavojingas vandens aplinkai ir žmonių sveikatai.

Projektuojant ir įrengiant vertikalius lauko kontūrus–geoterminius gręžinius, turi būti išlaikomi šie minimalūs atstumai:

- žiotys ir kirtavietė nuo gretimo žemės sklypo ar valstybinės žemės, kurioje nesuformuoti žemės sklypai, ribos – 3 m;
- žiotys nuo esamo ar projektuojamo pastato pamato – 1,5 m;
- žiotys ir kirtavietė nuo požeminio vandens gręžinio – 5 m;
- tarp geoterminių gręžinių žiočių ir kirtaviečių:
 - 6 m, jei geoterminio gręžinio gylis – iki 100 m;
 - kai atskirų geoterminių gręžinių gylis 100 m ir daugiau, minimalus atstumas tarp gręžinių turi būti ne mažesnis, kaip 6 proc. geoterminio gręžinio gylio.

Projektuojant geoterminę sistemą pastatų viduje, turi būti numatyta galimybė atlikti jos remonto, konservavimo ir likvidavimo darbus [22].

Gręžinių gylis priklauso nuo vietovės. Iš pradžių daromas preliminarus projektas. Jeigu reikalinga >50 kW galia, daromi bandomieji gręžiniai. Gavus bandomųjų gręžinių matavimo rezultatus, projektas patikslinamas ir pradedami statybos darbai.

Projektuojant vertikalaus lauko kontūro gruntinių zondus, jų produktyvumas vertinamas:

- iš 1 m gręžinio šildymui vidurkis – 50 W/1 m;
- iš 1 m gręžinio šaldymui vidurkis – 30 W/1 m, pasyviai vėsinimui.

Horizontalių lauko kontūrų gruntinių zondų produktyvumas pateikiamas 2.1 lentelėje.

2.1 lentelė. Horizontalių lauko kontūrų gruntinių zondų produktyvumas [23]

Tipas	Šilumos atidavimas
Pagrindinės reikšmės	
Blogas gruntas (priesmėlio mišiniai)	20 W/m
Normalus gruntas (prisotintas gruntiniais vandenimis, uolienos)	50 W/m
Tankios uolienos su aukštu šilumos atidavimu	70 W/m
Atskiri uolienu tipai	
Žvyras, smėlis, sausas	<20 W/m
Žvyras, smėlis, drėgnas	55-65 W/m
Priemolis, molis, drėgnas	30-40 W/m
Klintis	45-60 W/m
Smiltainis	55-65 W/m
Rūgštiniai migmatiniai (pavyzdžiui granitas)	55-70 W/m
Pagrindiniai migmatiniai (pavyzdžiui bazaltas)	35-55 W/m

Gręžinių gręžimas jau užstatytose miestų teritorijose kelia tam tikrų iššūkių, nes daugiabučiams šildyti reikalingos šilumos galios poreikiui patenkinti reikės santykinai didelio ilgio gręžinių, taip pat ir didelio žemės sklypo.

Skaičiuojant vidutines grunto savybes (šilumos atidavimas 25 W/m), 100 kW galios gruntas–vanduo šildymo sistemai reikės:

- apie 4 000 metrų horizontalaus kontūro arba neužstatyto laisvo žemės sklypo, kurio plotas būtų apie 72 arai (įrengiant 1,5–2 metrų gylyje ir paliekant 1 m atstumą tarpą);
- apie 2 000 metrų vertikalaus kontūro arba neužstatyto laisvo žemės sklypo, kurio plotas būtų apie 13,5 arų (įrengiant 50 metrų gręžinius ir taikant 5 metrų atstumą tarp gręžinių), arba 7,5 arų sklypo (įrengiant 100 metrų gręžinius ir taikant 6 metrų atstumą tarp gręžinių).

Pažymėtina, kad gręžinių įrengimas turi būti atliekamas daugiabučiui priklausančioje žemėje, jeigu sklypas nepakankamas – galima kreiptis į Nacionalinę žemės tarnybą dėl valstybinės žemės panaudojimo tuo tikslu (jeigu šalia yra toks neužstatytas sklypas). Vokietijoje, kur yra vienos griežčiausios gręžinių įrengimo ir šilumos panaudojimo taisyklės, jau dabar žiūrima, kad įrengiant šilumos šaltinius nebūtų nuskriausti kaimyninių sklypų savininkai. Lietuvoje galioja teisinis reikalavimas, kad norint įrengti didesnės kaip 50 kW galios šilumos gręžinius, tiesioginiais žemės gelmių geologiniais tyrimais turi būti nustatytas uolienu šiluminis laidumas.

Taip pat reikia įsivertinti sklypo užstatymo intensyvumą, ar sklypo teritorijoje jau įrengtos požeminės komunikacijos ir infrastruktūra.

2.6.6. Gruntas–vanduo šilumos siurblių integravimas į esamus pastatus

Norint įrengti gruntas–vanduo šilumos siurblių sistemą, turi būti parinkta pakankamo dydžio techninė patalpa. Patalpoje turi užtekti vietos šilumos siurbliams (apie 1,5 m² vienam siurbliui), akumuliacinei talpai (apie 1,5 m² vienai talpai) ir papildomai įrangai.

Skirtingos temperatūros kontūrai daugiabutyje. Tais atvejais, kai daugiabučio šilumos tiekimo sistema reikalauja 70–90 °C, būtina įsivertinti, ar planuojami įrengti šilumos siurbliai galės užtikrinti tokius reikalavimus, nes dažniausiai šilumos siurbliai tiekia 55–60 °C, atskirais atvejais pasiekia 70 °C. Jeigu tokiuose daugiabučiuose nėra galimybės pakeisti šildymo paskirstymo sistemos – gruntas–vanduo šilumos siurblių įrengti nebus galima.

Išskirtinai dideli šilumos energijos vartojimo pikai (istoriniuose ar nerenovuotose pastatuose) labai apsunkina šilumos siurblių įrengimo tinkamumą, kadangi reikalingos didelės investicijos. Toks šilumos energijos pikų valdymas galimas įrengiant didesnės talpos akumuliacines talpas, atsarginius elektrinius šildymo katilus arba paliekant centralizuoto šilumos tiekimo galimybę.

Reikiamos papildomos elektros galios užtikrinimas. Įrengiant 100 kW ir daugiau galios gruntas–vanduo šilumos siurblius, reikia numatyti, kad išaugs ir bendras elektros suvartojimas daugiabutyje. Tuo tikslu reikia pasitikrinti ir, esant poreikiui, pasididinti bendros elektros įvadą daugiabutyje.

Galimo triukšmo lygio įvertinimas (daugiau oras–vanduo siurblių sistemoms), atsižvelgiant į įrenginių įrengimo vietą ir atstumą nuo gyvenamųjų patalpų bei taikomų normų.

Teisiniai gruntas–vanduo šilumos siurblių sistemos įrengimo aspektai. Pavyzdžiui, nusprendus visiškai atsijungti nuo centralizuoto šilumos tiekimo sistemos, būtina laikytis galiojančių teisės aktų nuostatų. Tais atvejais, kai nėra atsijungiama nuo sistemos, būtina įsivertinti finansinius aspektus, nes net ir nesinaudojant centralizuotai tiekiamą šilumos sistema gali būti taikomi galios ir panašūs mokesčiai.

Ekonominio pagrįstumo vertinimas yra svarbiausias kriterijus, renkantis gruntas–vanduo šilumos siurblių sistemą.

2.6.7. Kompleksiniai sprendiniai su šilumos siurbliais gruntas-vanduo

Technologinė pažanga leidžia saugiai ir efektyviai naudoti šilumos siurblių sistemas ištissus metus. Šilumos siurblių panaudojimas, kur reikalaujama paruošti žemos darbinės temperatūros vandenį – vidutiniškai 18–23 °C vasarą ir 35–30 °C žiemą – puikiai patenkina karšto vandens poreikius ir gerokai sumažina šildymo sąnaudas. Ruošiant tokių parametrų vandenį, šilumos siurbliai užtikrina aukštą efektyvumą ir sumažina energijos vartojimą.

Jei reikalinga aukštesnė vandens temperatūra, ypač kai reikia didesnių kiekių, rekomenduojama naudoti kelis energijos šaltinius. Pradinei temperatūrai pakelti siūloma naudoti gruntas–vanduo šildymą, o vėliau šildyti reikėtų naudoti alternatyvius šilumos šalininius: centrinio šildymo sistemą arba elektros tinklus.

Puikus sprendimas šilumos siurblius derinti su fotovoltine saulės elektrine, Lietuvos geografinė padėtis tam tinkama.

2.6.8. Šilumos siurblių gruntas–vanduo montavimo pavyzdinė techninė specifikacija

Pastatymo vietos parinkimas

- Renkant šilumos siurblio pastatymo vietą, būtina atkreipti dėmesį į tai, kad šilumos siurblys kelia tam tikro lygio triukšmą.
- Įrenginys privalo būti sumontuotas ant lygaus ir nejudančio paviršiaus. Nedidelius paviršiaus nelygumus galima kompensuoti reguliuojant įrenginio kojeles.
- Patalpos, kurioje montuojamas įrenginys, temperatūra turi būti nuo 10 iki 35 °C ir santykinė oro drėgmė neturi būti didesnė nei 80 proc.
- Aplinkoje neturi būti agresyvių cheminių medžiagų.
- Šilumos siurblys neturėtų būti montuojamas arti sienų, o įrenginio priekinė dalis visuomet turi būti prieinama.
- Patalpoje, kurioje montuojamas įrenginys, turi būti įrengtas trapas.

Išankstinis vamzdinių paruošimas

- Iki numatytos šilumos siurblio pastatymo vietos turi būti nutiesti jungiamieji vamzdžiai lauko kontūrai, šildymo kontūrai ir, jei numatyta, karšto vandens kontūrai.
- Prijungiant šilumos siurblių su vamzdynu, kurio šiluminė galia siekia 70 kW ir daugiau, yra būtina flanšinė vibraciją mažinanti jungtis arba lanksti žarna.
- Lauko kontūrai reikalinga jungtis, kuri yra atspari korozijai.
- Vidaus kontūrai taip pat rekomenduojama rinktis korozijai atsparią jungtį.
- Lauko, šildymo kontūrai ir vandens šildytuvui reikia sumontuoti išsiplėtimo indą, apsauginius vožtuvus, grubaus valymo filtrus ir manometrus.
- Turi būti numatyta užpildymo vieta kontūrams.

Lauko kontūro montavimas ir pripildymas

- Lauko kontūras gali būti vertikalus (geoterminis gręžinys) arba horizontalus.
- Horizontalus kontūras įrengiamas žemiau įšalo zonos, priklausomai nuo vietovės grunto.
- Lauko kontūrą reikia užpildyti iki –15 °C temperatūros neužšalanciu skysčiu. Tirpalą druskos pagrindu naudoti draudžiama. Lauko kontūrai yra patvirtinti šie skysčiai: monoetilenglikolis, propilenglikolis. Rekomenduojama naudoti vandens ir monoetilenglikolio koncentrato 1 su 3 mišinį.
- Montuojant ir užpildant lauko kontūrą, privaloma laikytis galiojančių taisyklių ir teisės aktų. Prieš užpildant sistemą, reikia įsitikinti, kad sistema sandari.
- Grunte, kuriame įrengiamas lauko kontūras, negali būti jokių akmenų ar aštrių daiktų, kurie galėtų pažeisti vamzdžius. Montuojant lauko kontūrą, būtina saugoti vamzdžius, kad į juos nepatektų nešvarumų ar žvyro. Esant nešvarumams sistemoje, šilumos siurblys gali užsikimšti ir atskiri įrenginio komponentai gali būti pažeisti ar sugadinti.
- Tam, kad nukritus sistemos slėgiui būtų galima papildyti kontūrą ir atlikti nuorinimo ir glikolio

išmaišymo procedūrą, lauko sistemos papildymo įrenginys turi būti sumontuotas šalia kontūro įvado.

- Siekiant užtikrinti, kad lauko kontūro sistemoje nesudarytų oro kamščių, būtina lauko kontūre aukščiausiuose taškuose sumontuoti automatinis nuorinimo vožtuvus.

Lauko kontūro siurblys

- Lauko kontūrai siurblys parenkamas pagal techninius reikalavimus.
- Cirkuliacinis siurblys turi būti valdomas centrinio procesoriaus palaikant srautą.
- Valdymo sistema turi kontroliuoti cirkuliacinių siurblių darbą ir, esant nukrypimams, perspėti.

Vidaus kontūras

- Siekiant išvengti dujų susidarymo, sistemose rekomenduojama nenaudoti cinkuotų vamzdžių.

Šildymo sistemos papildymas

• Rekomenduotina šildymo kontūro papildymą įrengti stacionarų, iš anksto sujungtą su vandens įvadu, tokiu atveju papildymas vyksta individualiai pagal sistemą.

- Jeigu šildymo kontūro užpildas yra ne vanduo, tokiu atveju sistema pildoma atitinkamu skysčiu. Kaip papildoma apsauga nuo užšalimo kai kuriais atvejais šildymo sistemos vanduo gali būti sumaišomas su glikoliu, tačiau tokia koncentracija neturėtų viršyti 15 proc. Tokiu atveju šilumos siurblio efektyvumas sumažėja.

Srautas per šildymo sistemą

- Kontūre su pamašymu reikalinga apylanka, jeigu naudojamas reguliuojamas cirkuliacinis siurblys, kuris yra valdomas pagal diferencinį slėgį.
- Jei lygiagrečiai šildymo sistemai yra instaliuota talpa, tuomet apylanka nereikalinga.

Šildymo sistemos filtras ir vožtuvai

- Filtras ir apsauginis vožtuvas privalo būti sumontuoti ant iš anksto paruoštos šildymo sistemos grįžtamosios linijos.
- Apsauginis vožtuvas montuojamas vertikaloje padėtyje.

Vidaus kontūro cirkuliacinis siurblys

- Vidaus kontūrai siurblys parenkamas pagal techninius reikalavimus.
- Cirkuliacinis siurblys valdomas centrinio procesoriaus palaikant srautą. Valdymo sistema kontroliuoja cirkuliacinių siurblių darbą ir, esant nukrypimams, gaunamas įspėjimas.

Šildymo sistemos skalavimas ir užpildymas

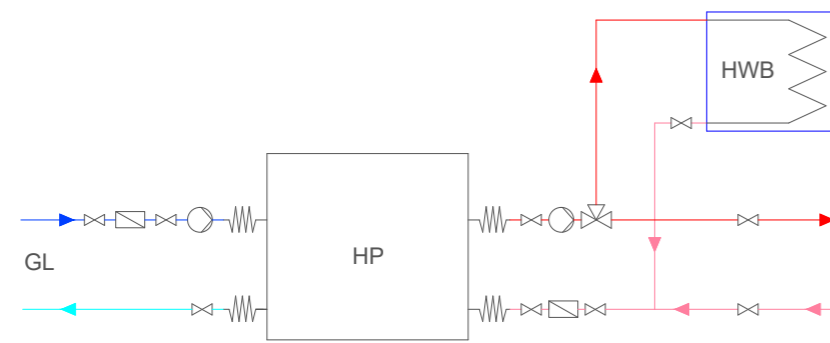
- Šilumos siurblio trikdys dažniausiai kyla dėl blogos vandens kokybės šildymo sistemoje arba dėl sistemoje esančio oro. Dėl sistemoje esančio oro susidaro korozijos produktai, pavyzdžiui, magnetitas ar nuosėdos. Magnetitas turi šlifuojamąjį poveikį, kuris ypač sustiprėja siurbliuose, vožtuvuose ar komponentuose, kuriems būdingas sūkurinis srautas, pavyzdžiui, kondensatoriuje.
- Prieš montuojant šilumos siurblių šildymo sistemoje, kurią reikia užpildyti arba kurioje esantis vanduo nėra grynas, reikia imtis pagalbinių priemonių, tokių kaip filtrai ir automatiniai nuorinimo vožtuvai.
- Užpildžius sistemą nevalytu geriamuoju vandeniu, ant šilumos perdavimo paviršių neišvengiamai susidarys kalkių nuosėdų. Dėl to gali sumažėti įrenginio efektyvumas ir padidėti elektros energijos sąnaudos (1 milimetras kalkių nuosėdų sukelia 10 proc. energijos praradimą). Kraštutiniais atvejais tai netgi gali pakenkti šilumokaičiui.
- Šilumos sistemoje negalima naudoti priedų, skirtų vandeniui apdoroti. Prieš, skirtus vandens pH vertei reguliuoti, naudoti galima. Rekomenduojama vandens pH vertė yra 7,5–9. Saugiausias ir efektyviausias sistemos veikimas yra pasiekiamas naudojant mažai druskingą vandenį.
- Kombinuojant šilumos siurblių su šildymo katilu ir siekiant apsaugoti katilą nuo korozijos, sistemą galima užpildyti vandeniu, iš kurio pašalintos druskos. Tokiu būdu sumažėja elektrinis laidumas ir sumažinama korozijos rizika.

Šilumos izoliacija

- Visas šilumai ir šalčiui laidžias vamzdinių dalis pagal galiojančius standartus reikia izoliuoti specialiomis šilumos izoliavimo priemonėmis.
- Pagrindinis norminis dokumentas, kuriame apibrėžti reikalavimai šilumos izoliacijai, yra Lietuvos Respublikos energetikos ministro 2017 m. rugsėjo 18 d. įsakymas Nr. 1-245 „Dėl įrenginių ir šilumos perdavimo tinklų šilumos izoliacijos įrengimo taisyklių patvirtinimo“ [25].

2.7. BRĖŽINIAI

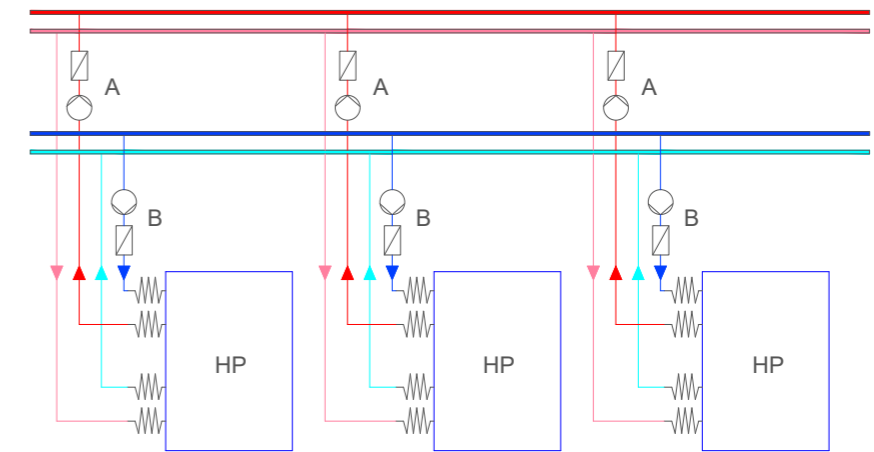
• ŠS 01 – Šilumos siurblio klasikinė prijungimo schema



- paduodamas termofikatas
- grįžtantis termofikatas
- įeinantis glikolis
- išeinantis glikolis
- GL lauko kontūras
- HP šilumos siurblys
- HWB karšto vandens šildytuvas
- HL šildymo kontūras
- cirkuliacinis siurblys
- sklendė

Populiariausia šildymo sistemos jungimo schema, kuri yra pati ekonomiškiausia sąnaudų ir instaliacijos atžvilgiu. Kuomet karštas vanduo yra pašildomas iki nustatytos temperatūros, trieigis vožtuvas persijungia į namų šildymą, kur šiluma atiduodama žematemperatūrinėje terpėje į namus. Šiam jungimo būdui rekomenduojama naudoti grindinį šildymą.

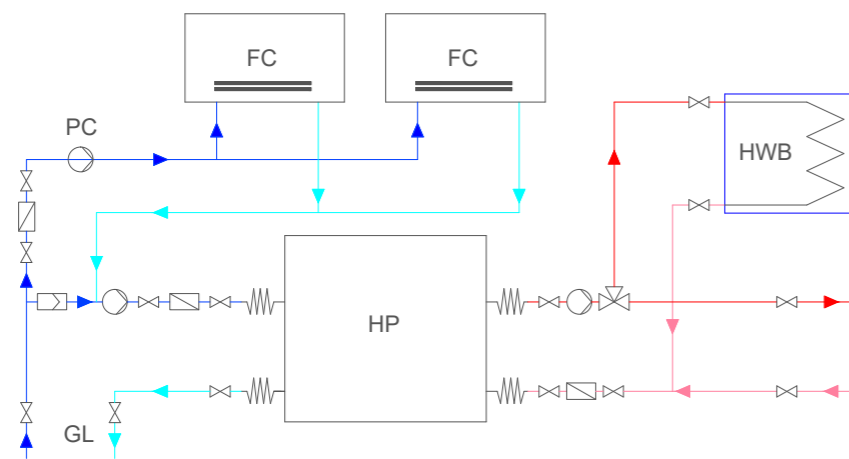
• ŠS 02 – Šilumos siurblio kaskadinio valdymo instaliacijos principinė schema



- paduodamas termofikatas
- grįžtantis termofikatas
- įeinantis glikolis
- išeinantis glikolis
- HP šilumos siurblys
- A vidaus kontūro cirkuliacinis siurblys
- B lauko kontūro cirkuliacinis siurblys
- cirkuliacinis siurblys
- sklendė

Vienoje sistemoje gali būti apjungta keletas šilumos siurblių. Jei sistemoje naudojamas ne vienas šilumos siurblys tuomet jų apjungimui ir kaskadiniam šilumos siurblių valdymui reikalingas kaskadinio valdymo skydas. Kaskadinio valdymo skydas pagal poreikį valdo ir kontroliuoja visų šilumos siurblių bei pagalbinių sklendžių būsenas.

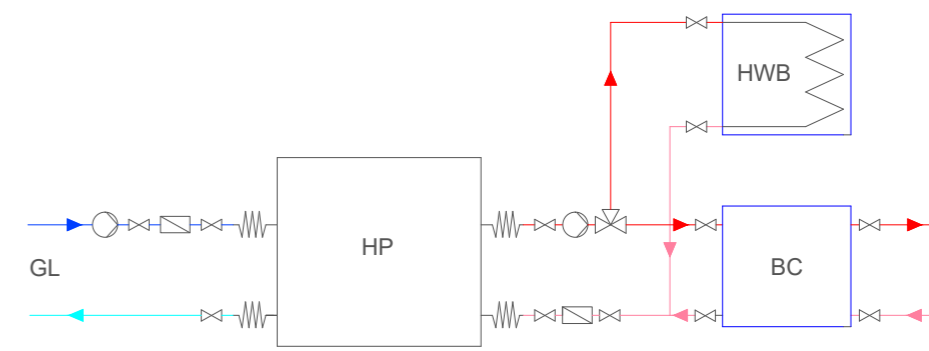
• ŠS 03 – Šilumos siurblio su pasyviu vėsinimu prijungimo schema



- paduodamas termofikatas
- grįžtantis termofikatas
- įeinantis glikolis
- išeinantis glikolis
- GL lauko kontūras
- PC pasyvus vėsinimas
- FC ventiliatoriniai radiatoriai
- HWB karšto vandens šildytuvas
- HL šildymo kontūras
- HP šilumos siurblys
- cirkuliacinis siurblys
- sklendė

Šioje schemoje pateikta šildymo sistemos hidraulinė shema, kuomet naudojamas pasyvus vėsinimas. Toks jungimo būdas užtikrina komfortą ištisus metus. Šildymo sistema panaši į klasikinę, tačiau šiuo atveju reikalinga nutiesti vamzdžius iki ventiliatorinių radiatorių (fankoilų). Papildomai ant lauko kontūro sumontuojamas pasyvaus vėsinimo cirkuliacinis siurblys. Lauko kontūras negali būti naudojamas vienu metu vėsinimui ir šildymui.

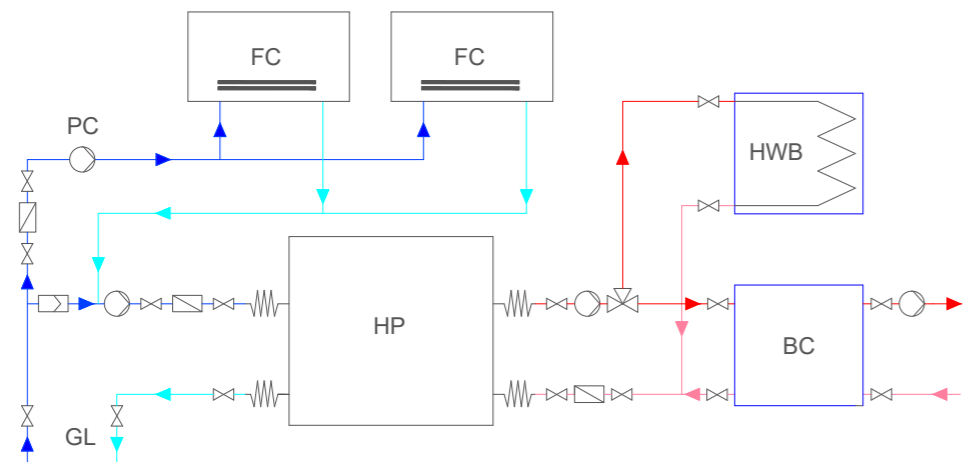
• ŠS 04 – Šildymo sistema su talpa



- paduodamas termofikatas
- grįžtantis termofikatas
- įeinantis glikolis
- išeinantis glikolis
- GL lauko kontūras
- HP šilumos siurblys
- HWB karšto vandens šildytuvas
- BC buferinė talpa
- HL šildymo kontūras
- HP šilumos siurblys
- cirkuliacinis siurblys
- sklendė

Šioje schemoje pateikiama šildymo sistemos hidraulinė schema, kuomet objekte numatomas atskirų patalpų kontūrų temperatūros reguliavimas pavaromis. Rekomenduojama instaliuoti buferinę talpą pastovios galios šilumos siurbliams, kuomet planuojama reguliuoti temperatūrą atskiroms patalpoms. Priešingu atveju, neinstaliuojant buferinės talpos, vienu metu gali būti uždaryta iki 30% šildymo kontūro. Kintamos galios šilumos siurbliams buferinė talpa nereikalinga.

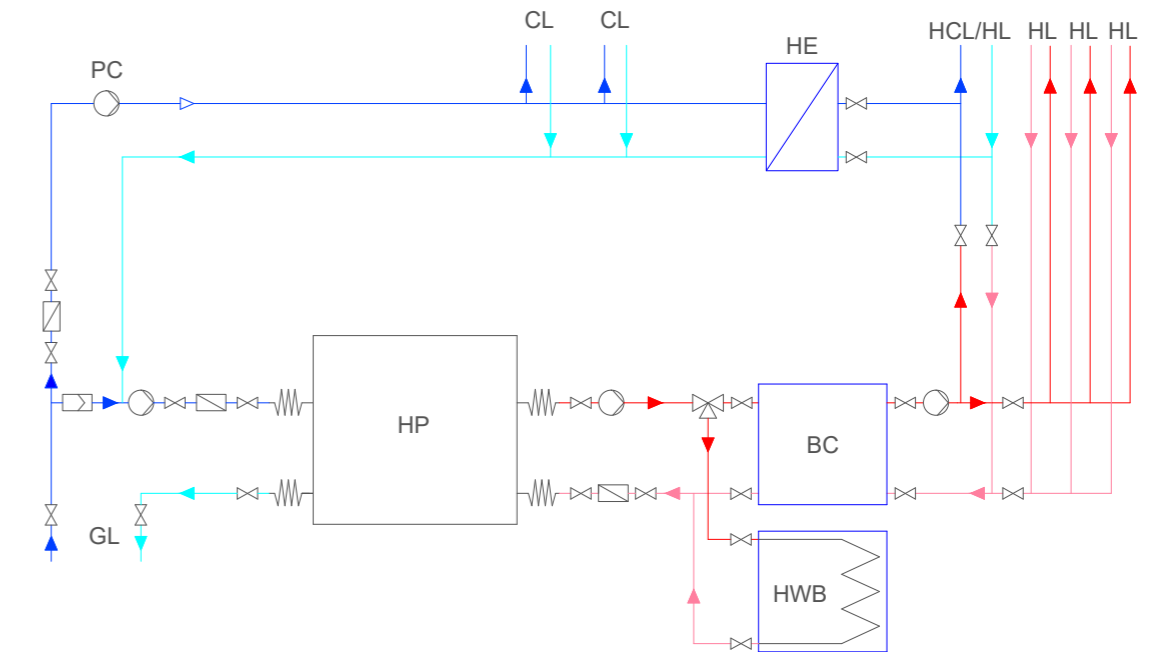
• ŠS 05 – Šildymo sistema su pasyviu vėsinimu ir talpa



- paduodamas termofikatas
- grįžtantis termofikatas
- įeinantis glikolis
- išeinantis glikolis
- GL lauko kontūras
- PC pasyvus vėsinimas
- FC ventiliatoriniai radiatoriai
- HWB karšto vandens šildytuvas
- BC buferinė talpa
- HL šildymo kontūras
- HP šilumos siurblys
- cirkuliacinis siurblys
- sklendė

Šis jungimo būdas suteikia galimybę pilnai išnaudoti šildymo sistemos ir vėsinimo funkcijas. Schemoje pateikiama šildymo sistemos hidraulinė schema, kuomet objekte numatomas atskirų patalpų kontūrų temperatūros reguliavimas pavaromis ir vėsinimo funkcija naudojant ventiliatorinius radiatorius. Rekomenduojama instaliuoti buferinę talpą pastovios galios šilumos siurbliams, kuomet planuojama reguliuoti temperatūrą atskiroms patalpoms. Priešingu atveju, neinstaliuojant buferinės talpos, vienu metu gali būti uždaryta iki 30% šildymo kontūro. Kintamos galios šilumos siurbliams buferinė talpa nereikalinga. Ventiliatoriniams radiatoriams turi būti nutiesti papildomi vamzdžiai nuo lauko kontūro, su kuriuo jie jungsis. Lauko kontūras negali būti naudojamas vienu metu vėsinimui ir šildymui.

• ŠS 06 – Šildymo ir vėsinimo sistema



- paduodamas termofikatas
- grįžtantis termofikatas
- įeinantis glikolis
- išeinantis glikolis
- GL lauko kontūras
- PC pasyvus vėsinimas
- HP šilumos siurblys
- CL pasyvus vėsinimo kontūras
- HE šilumokaitis
- BC buferinė talpa
- HWB karšto vandens šildytuvas
- HL šildymo kontūras
- HP šilumos siurblys
- cirkuliacinis siurblys
- sklendė

Šis jungimo būdas suteikia galimybę pilnai išnaudoti sistemos šildymo ir vėsinimo funkcijas. Schemoje pateikiama šildymo sistemos hidraulinė schema, kuomet objekte numatomas atskirų patalpų kontūrų temperatūros reguliavimas pavaromis ir vėsinimo funkcija naudojant ventiliatorinius radiatorius. Rekomenduojama instaliuoti buferinę talpą pastovios galios šilumos siurbliams, kuomet planuojama reguliuoti temperatūrą atskiroms patalpoms. Priešingu atveju, neinstaliuojant buferinės talpos, vienu metu gali būti uždaryta iki 30% šildymo kontūro. Kintamos galios šilumos siurbliams buferinė talpa nereikalinga. Ventiliatoriniams radiatoriams (ar kitai vėsinimo sistemai) turi būti nutiesti papildomi vamzdžiai nuo lauko kontūro, su kuriuo jie jungsis. Lauko kontūras gali būti naudojamas ir vėsinimui ir šildymui vienu metu.

3. PRIVERSTINIO VĒDINIMO SISTEMOS SU ŠILUMOGRAŽOS ĮRENGINIAIS IR SIURBLIAIS

3.1. POREIKIS PASTATŲ VĒDINIMUI IR SANDARUMO REIKALAVIMAI

Senos statybos daugiabučiams, kurie buvo pastatyti pagal statybos leidimus, išduotus iki 1993 m., sandarumo reikalavimai nebuvo keliami. Buvo projektuojamos ir įrengiamos natūraliosios vėdinimo sistemos. Natūralusis vėdinimas – tai toks patalpų vėdinimo būdas, kai oras į patalpas patenka ir iš jų išteka veikiamas tik gravitacinių jėgų, t. y. nenaudojant papildomų mechaninių priemonių. Gravitacinės jėgos, atsiradusios dėl skirtingos temperatūros oro tankių skirtumo, verčia šiltesnį orą kilti aukštyn, o vėsesnį leisti žemyn. Šviežias oras į patalpas patekdavo per sandarumu nepasižymintčius medinius langus ar šalia esančias orlaides, pro įvairius langų ir durų plyšius. Šalinamas oras per specialiai tam įrengtas vėdinimo šachtas, kurios dažniausiai įrengtos virtuvėse ir sanitariniuose mazguose.

Tobulėjant statybų technologijoms, vis plačiau naudojant įvairias sandarinimo medžiagas – mastikas, lipnias juostas, plėveles, keičiant senus medinius langus naujais moderniais langais, pavyksta pasiekti normines oro apykaitos $n_{50,N}$ vertes, nurodytas Statybos techninio reglamento STR 2.01.02:2016 10 lentelėje [24]. Siekiant vis aukštesnių pastatų energinio naudingumo klasių, statant ar atnaujinant pastatus, jie tampa vis sandaresni. Sandarūs langai, durys ir sienos su kelių sluoksnių šilumos izoliacija beveik nepraleidžia oro, todėl per juos į patalpas patenkantis šviežio oro kiekis itin sumažėja, o šaltuoju metų laiku vėdinti patalpas per atidarytas orlaides ar langus yra energiškai neefektyvu, nes vėdinant prarandama šiluma. Tokiu būdu vėdinant patalpas galima prarasti iki 50 proc. šiluminės energijos, palyginti su mechanine vėdinimo sistema. Tai padidina išlaidas už šildymą. Esant galimybei patalpas vėdinti tik per atvirus langus, daugiabučių gyventojai dažnai užmiršta juos atidaryti ir reguliariai vėdinti patalpas, tad daugiabučiai gyvenamieji pastatai tampa beveik nevėdinami arba vėdinami nepakankamai. Tokiuose pastatuose oro tarša gali būti kelis ar net keliasdešimt kartų didesnė nei reikalaujama pagal higienos normas. Patalpų ore didėja įvairių teršalų, alergenų ir CO₂ koncentracijos kiekiai, taip pat dėl perteklinės drėgmės padidėja pelėsių atsiradimo tikimybė. Dėl to gali kilti įvairių negalavimų: galvos skausmas, alerginiai susirgimai, nemiga, kiti ūminiai ar lėtiniai sveikatos sutrikimai, kurie gali pasireikšti net ir po kurio laiko, praėjus keleriems metams.

Natūralusis vėdinimas naudojamas tais atvejais, kai tiekiamo ar šalinamo oro nereikia valyti, o naudotojas, nekenkdamas kitiems, gali užtikrinti norminį mikroklimatą ir oro švarumą reguliuodamas tiesiai į patalpą patenkančio oro kiekį, kai įrengti dujiniai katilai arba kai į patalpą infiltruojasi pakankamai lauko oro. Mechaninis vėdinimas naudojamas tais atvejais, kai nėra natūraliojo vėdinimo arba juo neįmanoma patalpoje išlaikyti norminių oro parametrų [26]. Mechaninis ir natūralusis vėdinimas gali veikti kartu.

Pakankama oro temperatūra, santykinė drėgmė ir judrumas gyvenamosiose ir viešosios paskirties patalpose yra pateikiama Statybos techninio reglamento STR 2.09.02:2005 3 priede [26].

3.1 lentelė. Pakankama oro temperatūra, santykinė drėgmė ir judrumas gyvenamosiose ir viešosios paskirties patalpose [26]

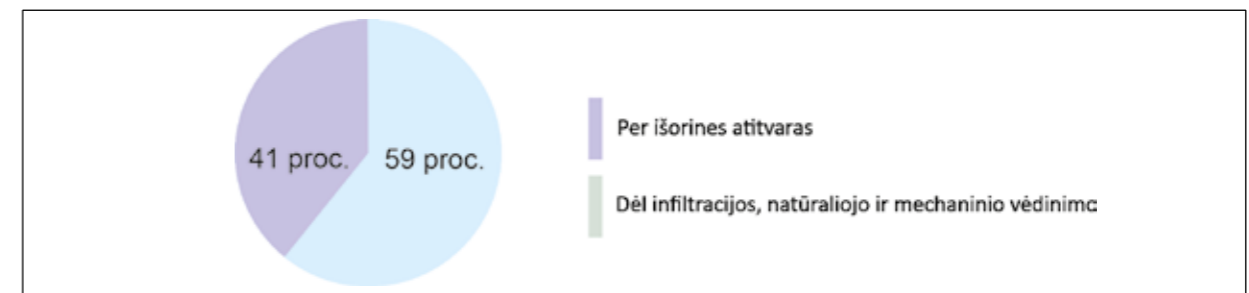
Metų periodas	Temperatūra, °C	Santykinė drėgmė, %	Oro greitis, m/s
Šiltasis	Iki 28*	30–75	0,15–0,5
Šaltasis	18**–26	30–75	0,05–0,2

*Norma taikoma, kai žmonės patalpoje būna be pertraukos ilgiau kaip 2 valandas [26].

**Kai žmonės patalpose nenusivelka viršutinių drabužių, patalpos oro temperatūra priimama nuo 8 iki 14 °C.

Analizuojant daugiabučių namų atnaujinimo (modernizavimo) darbų šilumos sutaupymo rezultatus, išryškėjo, kad daug šiluminės energijos prarandama ne tik per išorines atitvaras, bet ir per nepakankamai sandarias jungtis tarp pastato atskirų konstrukcijos elementų: sienų sandūros su pamatais, stogu, perdangos plokštėmis, langais ir pan.

Vykdamas pastatų renovaciją, taupant šilumą, buvo atkreiptas dėmesys į pastato sandarumo savybes. Atliktų atskirų ekspertizių rezultatų ataskaitoje (studijoje) nurodoma, kad šilumos nuostoliai dėl pastato vėdinimo (dėl infiltracijos, natūraliojo ir mechaninio vėdinimo), palyginti su viso pastato šilumos nuostoliais, sudarė vidutiniškai 41 proc. visų šilumos nuostolių (žr. 3.1 pav.). Neatnaujintuose (nemodernizuotuose) namuose vėdinimo nuostoliai dažniausiai sudaro 15–25 proc. visų pastato šilumos nuostolių, tačiau atnaujinus (modernizavus) pastatą, šilumos nuostoliai atitvaruose sumažėja, tokiu būdu procentine išraiška (santykinė dalis) vėdinimo nuostoliai padidėja, todėl rekomenduotina įsirengti mechaninio vėdinimo įrenginius su šilumogrąža [27].



3.1 pav. Vėdinimo nuostolių (įskaitant infiltraciją ir natūraliąją ventilaciją) palyginimas su viso pastato atitvarų šilumos nuostoliais

Atsižvelgiant į vėdinimo svarbą, dar nuo 2015 metų Daugiabučių namų atnaujinimo (modernizavimo) programoje yra įtvirtinta nuostata – jeigu numatoma šiltinti išorines sienas, keisti langus, projekte turi būti numatyta, kaip derinti pastato šildymo sistemą pagal pakitusį šilumos poreikį ir sutvarkyti patalpų vėdinimą [28].

Statybos techninio reglamento STR 2.01.02:2016 [24] 38 punkte yra pateikiami pastatų sandarumo reikalavimai.

Gyvenamosios, administracinės, mokslo ir gydymo paskirties pastatai (jų dalys) turi būti suprojektuoti taip, kad jų sandarumas pagal LST EN ISO 9972:2015 standarte pateiktus sandarumo bandymo sąlygų reikalavimus, esant 50 Pa slėgių skirtumui tarp pastato vidaus ir išorės, t. y. norminės oro apykaitos $n_{50,N}$ vertės neviršytų:

- C energinio naudingumo klasės – 2,00 (1/h);
- B energinio naudingumo klasės – 1,50 (1/h);
- A energinio naudingumo klasės – 1,00 (1/h);
- A+ ir A++ energinio naudingumo klasės – 0,60 (1/h).

Sandarumas turi būti matuojamas baigtame statyti pastate prieš atliekant pastato energinio naudingumo sertifikavimą. Pastato sandarumo matavimo metu pastate turi būti baigti visi statybos darbai, kurie gali pabloginti pastato sandarumo rodiklius [24].

Šio matavimo rezultatais, rengiant energinio naudingumo sertifikatą, galima remtis ne ilgiau kaip vienus metus. Pastato sandarumas turi būti išmatuotas šiais atvejais:

- C ir B klasės pastatams, kurių projektavimas ir (ar) statyba finansuojama Lietuvos Respublikos ir (ar) Europos Sąjungos biudžeto lėšomis;
- visų paskirčių A, A+ ir A++ energinio naudingumo klasių pastatams.

Siekiant aukštesnės pastatų energinio naudingumo klasės, dažniausiai natūraliosios vėdinimo sistemos nebeužtikrina patalpų higieninių normų, todėl rekuperatoriams keliami atitinkami reikalavimai (šie reikalavimai netaikomi sandėliavimo, garažų, gamybos ir pramonės paskirties pastatams) [24]:

- A energinio naudingumo klasės pastatams (jų dalims) – jei pastate (jo dalyje) įrengta mechaninio vėdinimo su rekuperacija sistema, rekuperatoriaus naudingumo koeficientas turi būti ne mažesnis už 0,65, o rekuperatoriaus ventiliatorių naudojamas elektros energijos kiekis neturi viršyti $0,75 \text{ Wh/m}^3$;
- A+ energinio naudingumo klasės pastatams (jų dalims) – jei pastate (jo dalyje) įrengta mechaninio vėdinimo su rekuperacija sistema, rekuperatoriaus naudingumo koeficientas turi būti ne mažesnis už 0,75 (išskyrus atskirų srautų rekuperatorius, jų naudingumo koeficientas turi būti ne mažesnis kaip 0,68)*, o rekuperatoriaus ventiliatorių naudojamas elektros energijos kiekis neturi viršyti $0,55 \text{ Wh/m}^3$;
- energijos beveik nevartojantiems pastatams (jų dalims), t. y. A++ klasės pastatams (jų dalims) – jei pastate (jo dalyje) įrengta mechaninio vėdinimo su rekuperacija sistema, rekuperatoriaus naudingumo koeficientas turi būti ne mažesnis už 0,80 (išskyrus atskirų srautų rekuperatorius, jų naudingumo koeficientas turi būti ne mažesnis kaip 0,68)*, o rekuperatoriaus ventiliatorių naudojamas elektros energijos kiekis neturi viršyti $0,45 \text{ Wh/m}^3$.

Būtina projektuoti ir įrengti kokybiškas priverstinio vėdinimo su rekuperacija sistemas, kurios užtikrina nuolatinę oro kaitą. Besikeičiantis oras užtikrina, kad namuose nesusidarys pelėsių, bus užtikrinta komfortiška aplinka. Viena iš pagrindinių pelėsių atsiradimo priežasčių – neužtikrinta oro apykaita.

Mechaninė vėdinimo sistema su šilumogrąža užtikrins, kad patalpos bus vėdinamos, patiriant minimalių šilumos nuostolių.

Patalpose svarbiausia palaikyti tinkamą santykinį oro drėgnumą, t. y. tam tikros temperatūros ore esančio vandens garų kiekio santykį su šios temperatūros ore maksimaliai įmanomu sukaupti vandens garų kiekiu, o ne absoliutų oro drėgnumą, t. y. vandens garų kiekį ore (vandens gramus oro kilograme). Kuo aukštesnė oro temperatūra, tuo daugiau drėgmės šis oras gali sukaupti. Statybos techninio reglamento STR 2.09.02:2005 3 priede [26] nurodoma, kad santykinė drėgmė galima iki 75 proc., tačiau, siekiant apsaugoti pastato konstrukcijas ir žmogaus sveikatą, pakanka išlaikyti 30–55 proc. patalpų santykinį oro drėgnumą.

Mechaninė vėdinimo sistema patalpose palaiko tinkamą oro mikroklimatą ir neleidžia perteklinei drėgmei kondensuotis ant sienų ir langų. Apšiltinant pastatų išorines atitvaras, labai svarbu parinkti tinkamus šiltinimo sprendimus ir juos teisingai įgyvendinti, nes esant per dideliame santykiniam drėgnumui, drėgmė iš oro pirmiausia kondensuojasi patalpos kampuose, stiklo paketo apačioje arba kitose šilumos tiltelių zonose, ten, kur paviršių temperatūra žemiausia. Palikus ilginčius ar taškinčius šiluminius tiltelius, o patalpos temperatūrai pakilus, tuo pačiu ir santykiniam oro drėgnumui galimai padidėjus, o paviršiaus temperatūrai likus tokiai pačiai, sąlygos pelėsiui atsirasti tik pagerėja.

Svarbu palaikyti reikalingą oro apykaitą. Kai oro apykaita yra 0,5 h (0,5 karto per valandą, t. y. visas patalpos oro tūris pakeičiamas per 2 valandas), užtikrinamas pakankamas šviežio oro kiekio tiekimas, tinkamos CO₂ koncentracijos patalpoje palaikymas ir perteklinės drėgmės iš patalpų pašalinimas.

Mechaninė vėdinimo sistema reikalauja nemažų pradinių investicijų ir eksploatacinių sąnaudų. Pradinės investicijos susijusios su vėdinimo įrenginių ir kitų sistemų sudarančių elementų įsigijimu, montavimo darbais ir kt. Eksploatacinės sąnaudos – sistemos suvartojama elektros energija, oro filtrų keitimas, remontas ir valymas. Kadangi senos statybos, o dažnai ir naujuose daugiabučiuose pastatuose nebuvo numatytos angos ortakiams išvedžioti ar vieta vėdinimo įrenginiui pastatyti, o butų patalpų aukštis ir gyvenamieji plotai paprastai nėra dideli, susiduriama su įrenginių ir ortakijų įrengimo sunkumais.

* Pastate (jo dalyje), kurio mikroklimatui ir oro kokybei keliami specialūs higienos reikalavimai, galima įrengti atskirų srautų rekuperatorių [24].

3.2. PRIVERSTINIO VĖDINIMO SISTEMOS SU ŠILUMOGRAŽOS ĮRENGINIAIS

Priverstinis vėdinimas su šilumogrąžos įrenginiais, kurie dažniausiai butyje vadinami rekuperatoriais, yra toks patalpų vėdinimo būdas, kai oras į patalpas tiekiamas ir iš jų ištraukiamas mechaniniais ventiliatoriais, o tiekiamas į patalpas šviežias lauko oras šildomas iš ištraukiamo patalpos oro srauto atgauta šiluma.

Pagrindinis mechaninės vėdinimo sistemos įrenginys yra šilumogrąžis. Jo konstrukcija suprojektuota taip, kad taupyty šiluminę ir elektros energiją ir taip būtų sumažinamos pastato eksploatacijos išlaidos. Patalpos vėdinamos per įrengtą ortakijų vamzdyną.

Vėdinimo įrenginio viduje yra specialus šilumokaitis, kuriame vyksta šilumos mainai tarp į lauką pašalinamo šilto patalpos oro ir tiekiamo lauko oro, kuris sušildytas nukreipiamas į patalpas. Toks oro tiekimas į patalpas užtikrina vėdinimą su šilumos atgavimu. Atsižvelgiant į skirtingus vėdinimo įrenginių modelius ir tipus, jų efektyvumas gali svyruoti nuo 50 iki 92 proc. Aktualu pasirinkti kiek galima didesnio efektyvumo įrenginį. Didesnio efektyvumo rekuperatorius sutaupo daugiau šiluminės energijos. Vėdinimo įrenginyje esantys specialūs filtrai orą apsaugo nuo dulkių ir nešvarumų, galinčių patekti iš lauko.



3.2 pav. Šilumogrąžos įrenginys daugiabučio namo techniniame aukšte

Vartotojas, šilumogrąžos įrenginiuose naudodamas integruotas išmaniąsias vėdinimo sistemų valdymo technologijas, turi galimybę pasirinkti vėdinimo intensyvumą, nustatyti vėdinimo dažnumo ir intensyvumo dienos ar savaitės grafikus. Pasitelkus papildomus oro kokybės daviklius – CO₂ ar drėgmės jutiklius, galima dar labiau optimizuoti vėdinimo sistemos darbą. Tokiu būdu vėdinimo sistema taps visiškai automatizuota. Išanalizavusi gautus oro temperatūros, drėgmės ar CO₂ duomenis, sistema automatiškai pakoreguos vėdinimo intensyvumą, tuo pačiu palaikydama komfortišką ir ekonomišką vėdinimo lygį.

Rekomenduojama buitinio vėdinimo įrenginio valdymo sistema, turinti bent šias minimalias funkcijas:

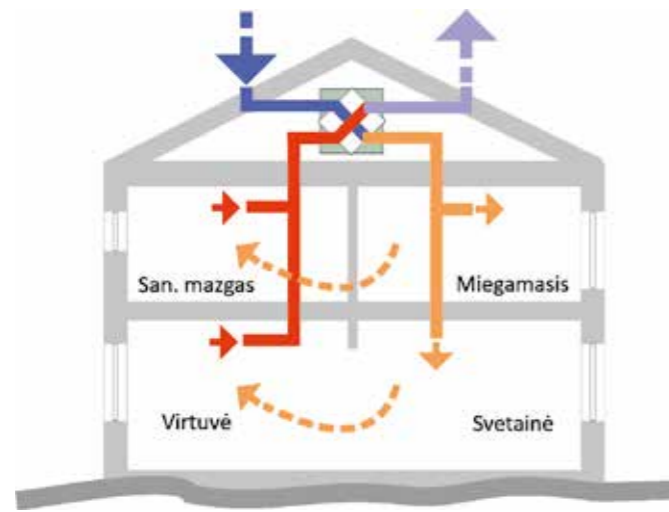
- tiekiamo į patalpas oro temperatūros reguliavimas;
- tiekiamo ir šalinamo oro ventiliatorių greičių reguliavimas;
- dienos, paros ir savaitės veikimo programavimas.

Šiuolaikiniai šilumogrąžos įrenginiai gaminami taip, kad išlaidos juos eksploatuojant būtų kiek įmanoma mažesnės, tad svarbu žinoti, kokios bus išlaidos ir eksploatacijos sąnaudos. Vėdinimas reikalingas ne tik žmogui, bet ir pačiam pastatui, todėl išvykstant ilgesniam laikui, rekuperatoriaus rekomenduojama neišjungti, užtektų tik sumažinti tuo laikotarpiu šalinamo ir tiekiamo oro kiekius. Taip bus sumažintos elektros sąnaudos, tačiau patalpose bus užtikrinta minimali oro kaita.

Šilumogrąžinė vėdinimo sistema dažniausiai susideda iš tokių įrenginių:

- ortakijų, pro kuriuos ventiliatoriais ištraukiamas patalpos ir įtraukiamas lauko oras;
- ortakijų tinklo, kuris skirsto lauko orą visame name ir grąžina patalpos orą į šilumogrąžos įrenginį;
- ventiliatorių, kurie paskirsto orą patalpose ir ištraukia į lauką;

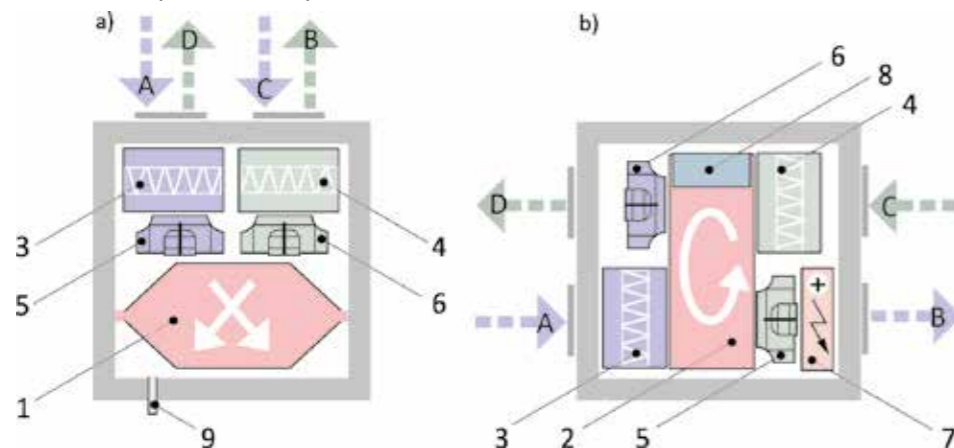
- šilumokaičio, kuriame šiluma perduodama iš vienos oro srovės į kitą;
- filtrų, kurie sulaiko įvairius teršalus ir ore esančias kietąsias daleles;
- šildymo įrenginio (ne visi šilumogrąžos įrenginiai turi šildytuvą), kuris neleidžia užšalti šilumokaičiui, kai lauko oras yra labai šaltas;
- kondensato nuvedimo vamzdyno (ne visi šilumogrąžos įrenginiai turi drenažą);
- valdymo automatikos.



3.3 pav. Mechaninės vėdinimo sistemos su šilumos atgavimu [29]

3.3. ŠILUMOGRAŽOS ĮRENGINIŲ TIPAI

Svarbiausias vėdinimo įrenginio elementas yra šilumokaitis, kuris atlieka šilumogrąžos funkciją. Vėdinimo įrenginiai su šilumogrąža paprastai komplektuojami su dviejų tipų šilumokaičiais: rotaciniais ir plokšteliniais, pastarieji pagal oro srautų judėjimą dar skirstomi į viengubus, dvigubus ir kryžminių srautų plokštelinius šilumokaičius. Buitinius vėdinimo įrenginius su šilumos atgavimu sudarantys elementai pateikti 3.4 paveiksle.



3.4 pav. Buitinius vėdinimo įrenginius sudarantys elementai [30]:

a) buitinis vėdinimo įrenginys su kryžminių srautų plokšteliniu šilumokaičiu; b) buitinis vėdinimo įrenginys su rotaciniu šilumokaičiu. A – iš lauko imamas oras; B – į patalpas tiekiamas oras; C – iš patalpų ištraukimas oras; D – į lauką šalinamas oras.

1 – kryžminių srautų plokštelinis šilumokaitis; 2 – rotacinis šilumokaitis; 3 – lauko oro valymo filtrai; 4 – ištraukiamo iš patalpos oro valymo filtrai; 5 – oro tiekimo ventiliatoriai; 6 – oro ištraukimo ventiliatoriai; 7 – elektriniai lauko oro šildytuvai; 8 – valdymo automatikos blokai; 9 – vamzdelis kondensatui nuvesti

Rekomenduojama, kad vėdinimo įrenginiai atitiktų „Eurovent“ sertifikavimo standartus ir turėtų tai patvirtinantį sertifikatą, kuris užtikrina, kad vėdinimo įrenginių gamintojų deklaruojami duomenys realūs ir neiškraipyti. Taip pat gyvenamųjų patalpų rekuperatoriai privalo atitikti visoms Europos Sąjungos šalims taikomos energinių produktų direktyvos [31] ekologinio projektavimo keliamus reikalavimus ir turėti CE atitikties ženklą.

Lyginant rotacinius ir plokštelinius šilumokaičius, kiekvienas šių tipų turi savų trūkumų ir privalumų. Pagrindiniai rotacinių šilumokaičių privalumai, palyginti su skirtingų tipų plokšteliniais šilumokaičiais:

- lauko orui pašildyti suvartoja santykinai mažai elektros energijos;
- aukštas sezoninis temperatūrinio naudingumo koeficientas;
- šiltuoju metų laiku yra galimybė naudoti patalpoms vėsinti (sustabdyti rotacinį šilumokaitį);
- regeneruoja drėgmę, nereikalingas kondensato nuvedimas.

Tinkamai eksploatuojant, rotacinis šilumokaitis neužšąla ir papildomas lauko oro pašildymas nereikalingas net ir lauko oro temperatūrai nukritus žemiau $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Plokštelinis šilumokaitis paprastai ima šalti lauko oro temperatūrai pasiekus $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$, todėl šilumogrąžos įrenginiams su plokšteliniais šilumokaičiais būtina numatyti papildomą apsaugą nuo užšalimo – pirminį elektrinį oro pašildymą arba oro apylankos sklendę.

Rotaciniuose šilumokaičiuose, eksploatuojant juos normaliomis namų sąlygomis, kondensatas nesudaro, kadangi perteklinė drėgmė su oro srautu pašalinama į lauką, o dalis drėgmės grąžinama į patalpas. Oras patalpose mažiau išdžiovinamas, todėl išlaikomas patalpų santykinės oro drėgmės balansas. Plokšteliniame šilumokaityje perteklinė drėgmė dėl temperatūrų skirtumo kondensuojasi ant plokštelinio šilumokaičio sienelių. Ji turi būti nudrenuota.

Rekuperatorius su rotaciniu šilumokaičiu dėl savo konstrukcijos ypatumų būna mažesnių gabaritų nei tų pačių techninių parametrų vėdinimo įrenginys su plokšteliniu šilumokaičiu.

Pagrindiniai plokštelinių šilumokaičių privalumai, palyginti su rotaciniais:

- tiekiamo lauko ir šalinamo patalpos oro srautai atskirti vienas nuo kito;
- įrenginiai su plokšteliniais šilumokaičiais maždaug 10–20 proc. pigesni.

Per plokštelinius šilumokaičius pratekantis tiekiamo lauko ir ištraukiamo patalpos oro srautai atskirti vienas nuo kito ir nesimaišo (daugumos plokštelinių šilumokaičių sandarumas siekia 99,9 proc.), todėl juose šiluma iš patalpų, kuriose vyrauja aštresni kvapai, gali būti atgaunama nesibaiminant, kad tie kvapai pateks į tiekiamo oro srautą.

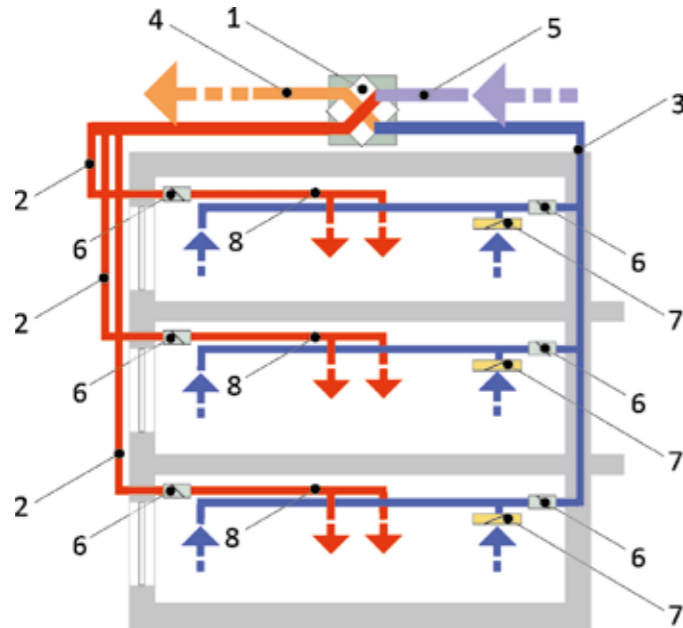
Diegiant mechaninę vėdinimo sistemą su šilumos atgavimu, itin svarbu, kad tiek pati sistema, tiek gyvenamosios patalpos būtų pakankamai sandarios. Dėl šios priežasties rekomenduojama visus ortakių ir jų konstrukcinių dalių sujungimus papildomai užsandarinti lipnia audinio juosta. Taip pat būtina užaklinti esamas natūralaus vėdinimo šachtas ir kitus nesandarumus bei plyšius, per kuriuos gali skverbti lauko oras. Priešingu atveju mechaninė vėdinimo sistema su šilumos atgavimu gali prarasti savo pagrindinę paskirtį – palaikyti patalpose pakankamai švarų patalpų orą, neįkvėjant ir neprarandant didelio energijos kiekio.

Diegiant bet kokią vėdinimo sistemą, kurioje bus panaudojamos esamos natūralaus vėdinimo šachtos, jas būtina mechaniškai išvalyti, užsandarinti ir apdoroti biocheminiais preparatais, kitaip sistemos efektyvumas bus gerokai mažesnis.

Norint daugiabučiame name įsirengti mechaninę vėdinimo sistemą, galimi keli variantai. Galima rinktis centralizuotą arba decentralizuotą mechaninę vėdinimo sistemą. Centralizuotas priverstinio vėdinimo sistemos galima derinti su šilumos siurbliais oras–vanduo. Tokiu atveju iš ištraukiamo patalpų oro atgauta šiluma panaudojama kitose šių pastatų inžinerinėse sistemose, dažniausiai karštam vandeniui paruošti arba rankšluosčiams džiovinti sanitarinėse patalpose.

3.4. CENTRALIZUOTA MECHANINĖ VĒDINIMO SISTEMA SU ŠILUMOGRAŽA

Diegiant centralizuotą mechaninę vėdinimo sistemą su šilumograža, įrenginys montuojamas ne kiekviename daugiabučio pastato bute atskirai, o įrengiamas vienas bendras įrenginys visam pastatui ar atskirai jo daliai. Šie įrenginiai dažniausiai montuojami ant daugiabučių pastatų stogų arba rūsiuose. Principinė tokios centralizuotos vėdinimo sistemos su šilumos rekuperacija veikimo schema pastato pjūvyje pateikta 3.5 paveiksle.



3.5 pav. Centralizuotos mechaninės vėdinimo sistemos su šilumos rekuperacija veikimo principas daugiabučio pastato pjūvyje:

1 – daugiabučio pastato butų vėdinimo įrenginys su šilumos rekuperacija; 2 – daugiabučio pastato fasado konstrukcijoje kombinuojami oro tiekimo ortakiai; 3 – natūralaus vėdinimo šachta, naudojama užterštam orui iš patalpų ištraukti; 4 – šalinamo oro srautas; 5 – lauko oro paėmimo ortakis; 6 – kanalinių oro srautų reguliavimo sklendės; 7 – oro ištraukimo grotelės; 8 – skirstomieji ortakiai oro tiekimui ir ištraukimui iš atskirų gyvenamųjų patalpų

Dėl iš skirtingų daugiabučio pastato butų ištraukiamo patalpų oro centralizuotoje mechaninio vėdinimo sistemoje su šilumograža rekomenduojama naudoti vėdinimo įrenginius su plokšteliniais šilumokaičiais.

Oro ištraukimui naudojamos jau esamos natūralaus vėdinimo šachtos, esančios virtuvėse ar sanitarinių mazgų patalpose. Jos turi būti periodiškai valomos ir tinkamai subalansuotos reikiamiems projekte numatytiems oro kiekiais pašalinti. Gali būti ir naujai įrengiami ortakiai, tačiau dėl nepakankamo patalpų aukščio dažnu atveju tai sukelia papildomų techninių problemų.

Tiekiamą orą paskirstyti gyvenamosiose patalpose galima keliais būdais:

- kiekvienoje patalpoje kirtus pastato išorinę atitvarą, naudojant sienines oro tiekimo grotelės, išorėje ant fasado įrengiami magistraliniai ortakiai;
- butuose virš pakabinamų lubų įrengus oro tiekimo ortakius, kurie jungia magistralinius oro tiekimo ortakius (kirtusius pastatų išorines sienas) ir atskiras butų gyvenamąsias patalpas.

Pirmuoju būdu oras tiekiamas tik į tas daugiabučio pastato patalpas, kuriose magistraliniai ortakiai kerta išorines sienas. Antruoju būdu tiekiamas oras pagal projekte numatytą poreikį gali būti paskirstomas į visas patalpas, esančias pastato butuose.

Centralizuotos mechaninės vėdinimo sistemos į patalpas tiekiamo ir iš jų ištraukiamo oro srautams balansuoti naudojamos sieninės grotelės su reguliavimo sklendėmis arba atskiros kanalinių oro srautų reguliavimo sklendės.

Diegiant daugiabučiame pastate centralizuotą mechaninę vėdinimo sistemą, reikia gauti visų namo gyventojų sutikimą, nes elektros įrenginiai naudos bendrai apskaitomą elektros energiją, kurią išskirti

atskiram butui būtų problemiška. Skaičiuojant reikalingas investicijas, būtina aiškiai argumentuoti tokios sistemos privalumus, palyginti su esama vėdinimo sistema.

Pašildytam lauko orui iš rekuperatoriaus į gyvenamąsias patalpas tiekti, jei tuo pačiu etapu šiltinamas ir fasadas, dažniausiai naudojami išorinio daugiabučio pastato fasado šiltinimo konstrukcijoje komponuojami oro tiekimo cinkuotos skardos ortakiai.



3.6 pav. Daugiabučio pastato fasado šiltinimo konstrukcijoje komponuojami oro tiekimo ortakiai

Tokiu atveju pati fasado termoizoliacinė medžiaga papildomai izoluoja ortakius, kad į patalpas tiekiamas pašildytas oras kuo mažiau atvėstų.

Pagrindiniai centralizuotos mechaninės vėdinimo sistemos su šilumos rekuperacija privalumai:

- sumažinamas šiluminės energijos poreikis tiekiamam lauko orui šildyti;
- užtikrinami norminiai [26] į patalpas tiekiamo lauko ir iš jų šalinamo patalpų oro kiekiai;
- tiekiamas lauko oras valomas nuo dulkių, žiedadulkių ir kitų kietųjų dalelių.

Pagrindiniai centralizuotos mechaninės vėdinimo sistemos su šilumos rekuperacija trūkumai:

- didesnio aukštingumo pastatuose dideli šilumos nuostoliai magistraliniuose tiekimo vamzdynuose;
- reikalingos didelės pradinės investicijos;
- atsiranda papildomų eksploatacijos ir elektros energijos sąnaudų;
- ne visose patalpose yra techninė galimybė įrengti oro tiekimo ar šalinimo vamzdynus;
- sudėtinga subalansuoti į skirtingus butus tiekiamo oro srautus;
- įrengimo darbai turi būti atliekami visuose butuose, reikalingas visų gyventojų sutikimas.

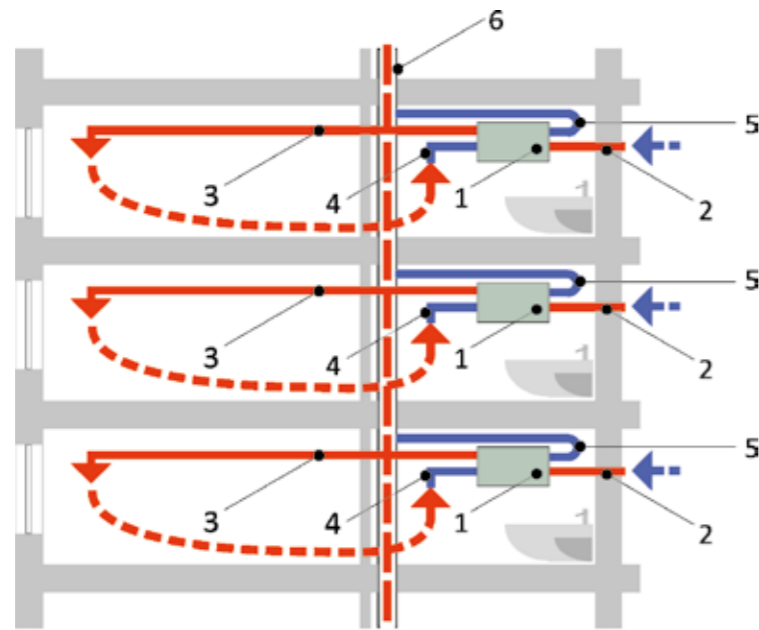
3.5. DECENTRALIZUOTA MECHANINĖ VĒDINIMO SISTEMA SU ŠILUMOGRAŽA

Diegiant decentralizuotą mechaninę vėdinimo sistemą su šilumograža, įrenginys montuojamas kiekviename daugiabučio pastato bute individualiai, t. y. vienam butui statomas vienas visas buto patalpas vėdinantis įrenginys su šilumos rekuperacija.

Decentralizuotoje mechaninėje vėdinimo sistemoje lauko oras tiekiamas per išorinėje pastato sienoje įrengtas oro paėmimo grotelės ir pašildomas vėdinimo įrenginio šilumokaityje iš ištraukiamo

patalpos oro srauto atgauta šiluma. Šis pašildytas šviežias oras, jei reikia, papildomai pašildomas įrenginyje esančio šildytuvo (jei papildomas šildytuvas įmontuotas rekuperatoriuje) ir ortakiais tiekiamas į patalpas. Ištraukiamas patalpų šiltas oras, pratekėjęs šilumokaitį ir atidavęs savo šilumą tiekiamam orui, šalinamas į bendrą daugiabučio pastato natūralaus vėdinimo ar papildomai įrengtą vėdinimo šachtą arba tiesiai per išorinę pastato sieną.

Principinis decentralizuotos mechaninės vėdinimo sistemos su šilumos atgavimu veikimo principas daugiabučio pastato pjūvyje pateiktas 3.7 paveiksle.



3.7 pav. Decentralizuotos mechaninės vėdinimo sistemos su šilumos atgavimu veikimo principas daugiabučio pastato pjūvyje: 1 – vėdinimo įrenginiai su šilumos atgavimu; 2 – lauko oro paėmimo ortakiai; 3 – į patalpas tiekiamo oro ortakiai; 4 – iš patalpų ištraukiamo oro ortakiai; 5 – oro šalinimo į natūralaus vėdinimo šachtą ortakiai; 6 – natūralaus vėdinimo šachta užterštam patalpų orui šalinti

Projektuojant šią sistemą, svarbu rasti tinkamą vietą pačiam rekuperatoriui ir optimaliai išvedžioti ortakius butuose. Taip pat atliekant vidaus apdailos darbus būtina nepamiršti palikti angų, reikalingų įrangą prižiūrėti, t. y. laisvą prieigą prie vėdinimo įrenginio, kad prireikus būtų galima jį remontuoti, keisti filtrus arba kitas dalis.

Priklausomai nuo buto plano ir patalpų aukščio, vieta vėdinimo įrenginiui kiekviename bute parenkama individualiai. Rekomenduojama juos montuoti pagalbinėse patalpose – sandėliukuose, sanitarinių mazgų patalpose ar koridoriuose virš pakabinamų lubų. Dėl galimo pašalinio triukšmo, kurį sukelia veikiantys įrenginiai, nepatartina jų montuoti poilsio ar kitose gyvenamosiose patalpose.

Pagrindiniai decentralizuotos mechaninės vėdinimo sistemos su šilumos rekuperacija privalumai:

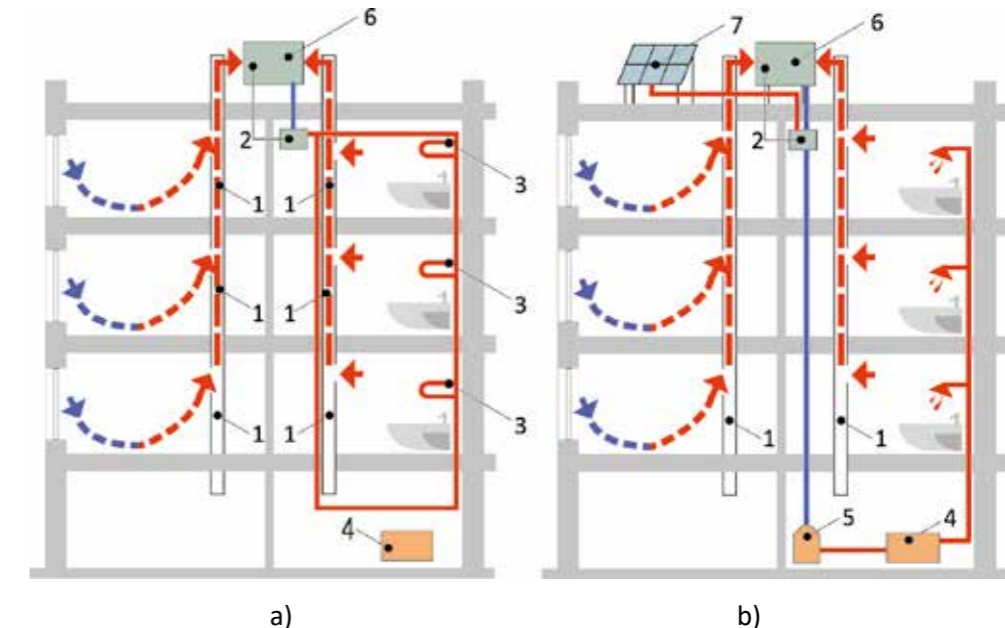
- sumažinamas šiluminės energijos poreikis tiekiamam lauko orui šildyti;
- užtikrinami norminiai [26] į patalpas tiekiamo lauko ir iš jų šalinamo patalpų oro kiekiai;
- tiekiamas lauko oras valomas nuo dulkių, žiedadulkių ir kitų kietųjų dalelių;
- įrengiama individualiai, nepriklausomai nuo kitų gyventojų sprendimų;
- galimas individualus sistemos valdymas, reguliavimas;
- nepriklausomai nuo pastato aukštumo, nėra šiluminių nuostolių vamzdynuose.

Pagrindiniai decentralizuotos mechaninės vėdinimo sistemos su šilumos rekuperacija trūkumai:

- reikalingos didelės pradinės investicijos;
- atsiranda papildomų eksploatacijos ir elektros energijos sąnaudų;
- ne visose patalpose yra techninė galimybė įrengti rekuperatorių, oro tiekimo ar šalinimo vamzdynus.

3.6. CENTRALIZUOTA MECHANINĖ ORO IŠTRAUKIMO SISTEMA SU ŠILUMOS SIURBLIU ORAS–VANDUO

Centralizuotoje mechaninėje oro ištraukimo sistemoje su įrengtu šilumos siurbliu oras–vanduo oras iš daugiabučių pastatų patalpų mechaniškai ištraukiamas per esančias natūralaus vėdinimo šachtas. Šilumą, gautą iš ištraukiamo patalpų oro, šilumos siurblys perduoda į integruotą karšto vandens ruošimo ar šildymo sistemą, taip pat ši šiluma gali būti naudojama sanitariniuose mazguose esantiems rankšluosčių džiovintuvams šildyti. Tokio tipo vėdinimo sistemų principinės veikimo schemas pateiktos 3.8 paveiksle.



3.8 pav. Centralizuotos mechaninės oro ištraukimo sistemos su įrengtu šilumos siurbliu oras–vanduo veikimo principas daugiabučio pastato pjūvyje:

a) centralizuota mechaninė oro ištraukimo sistema su įrengtu šilumos siurbliu oras–vanduo, skirta sanitariniuose mazguose esantiems gyvatukams šildyti; b) centralizuota mechaninė oro ištraukimo sistema su įrengtu šilumos siurbliu oras–vanduo, skirta pirminiam karšto geriamojo vandens pašildymui.

1 – natūralaus vėdinimo šachtos; 2 – šilumos siurblys oras–vanduo; 3 – vandeniniai rankšluosčių džiovintuvai; 4 – šilumos punktas; 5 – akumuliacinė talpa karštam vandeniui;

6 – karšto geriamojo vandens vandentiekio vamzdynas; 7 – saulės kolektorius

Tinkamai suprojektavus ir įrengus centralizuotą mechaninę oro ištraukimo sistemą su įrengtu šilumos siurbliu oras–vanduo, lauko oras į patalpas tiekiamas per išorinėse pastato sienose ar languose įrengtas orlaides. Ištraukiamo patalpų oro srautai balansuojami per natūralaus vėdinimo šachtas. Tam naudojamos sieninės grotelės su reguliavimo sklendėmis. Svarbu tinkamai subalansuoti šiuos srautus, kad visose patalpose būtų užtikrinta norminė [26] oro apykaita.

Pagrindinis tokios centralizuotos vėdinimo sistemos elementas yra šilumos siurblys oras–vanduo. Projektuojant šias vėdinimo sistemas ir renkantis tokio tipo šilumos siurblius, reikia atkreipti dėmesį į jų naudingumo koeficientus, esant šildymo režimui (COP). Šis naudingumo koeficientas parodo, kiek šilumos (kW), veikiant šilumos siurbliui, pagaminama suvartojus 1 kW elektros energijos. Pastatų modernizavimui skirtų tipinių detalių, priemonių ir techninių sprendinių kataloge [30] nurodoma, kad reikia rinktis tokius šilumos siurblius, kurių šildymo naudingumo koeficientas būtų kuo didesnis, bet ne mažesnis nei 3,6. Jei centralizuota mechaninė oro ištraukimo sistema su įrengtu šilumos siurbliu oras–vanduo naudojama pirminiam karšto geriamojo vandens pašildymui, reikia įrengti akumuliacines talpas, skirtas šilumai, pagamintai šilumos siurbliu, kaupti.

Tokios sistemos efektyvesnės didesnio aukštumo pastatuose, kuriuose prie tų pačių natūralaus vėdinimo šachtų prijungiama kuo daugiau patalpų, t. y. galima naudingiau išnaudoti oras–vanduo siurblio galimybes, reikia mažiau įrenginių surinkti šiluminei energijai iš šalinamo patalpų oro.

Daugiabučio pastato pastogėje šalia natūralaus vėdinimo šachtos sumontuotas šilumos siurblys oras–vanduo pateiktas 3.9 paveiksle.



3.9 pav. Daugiabučio pastato pastogėje šalia natūralaus vėdinimo šachtos sumontuotas šilumos siurblys oras–vanduo [30]

Pagrindiniai centralizuotos mechaninės oro ištraukimo sistemos su šilumos siurbliu oras–vanduo privalumai:

- mažesnės bendros namo išlaidos už šildymą ir karšto vandens ruošimą;
- norint efektyviau paruošti karštą vandenį, sistemą galima derinti su saulės kolektoriais;
- užtikrinami norminiai [26] į patalpas tiekiamo lauko ir iš jų šalinamo patalpų oro kiekiai;
- nesudėtingas montavimas, kadangi butuose atliekami minimalūs įrengimo darbai.

Pagrindiniai centralizuotos mechaninės oro ištraukimo sistemos su šilumos siurbliu oras–vanduo trūkumai:

- reikalingos didelės pradinės investicijos;
- atsiranda papildomų eksploatacijos ir elektros energijos sąnaudų;
- mažos oro srautų kontroliavimo ir reguliavimo galimybės;
- reikalingas daugumos daugiabučio namo gyventojų sutikimas.

3.7. PRIVERSTINIO VĒDINIMO SISTEMOS SU ŠILUMOGRAŽOS ĮRENGINIŲ TECHNINĖS SPECIFIKACIJOS PAVYZDYS

1. Oro tiekimo ir šalinimo agregatas su šilumograža – tai įrenginys, užtikrinantis priverstinę oro cirkuliaciją ir kaitą patalpose. Agregatas susideda iš atskirų izoliuotų sekcijų, sumontuotų bendrame korpuse. Sudėtinės dalys (sekcijos):

- tiekiamo ir šalinamo oro ventiliatoriai. Šie ventiliatoriai yra vienpusio siurbimo išcentriniai. Ventiliatorių sekcijų korpusas atidaromas, kad būtų galima periodiškai išvalyti. Maksimali transportuojamo oro temperatūra – +40 °C. Variklis turi turėti terminę apsaugą. Saugos klasė – IP55. Ventiliatorius turi dažnio keitiklį. SFP – ne daugiau 0,75 Wh/m³;

- tiekiamo ir šalinamo oro filtrai. Filtrai pagaminti iš sintetinio pluošto. Filtrų kišenės turi būti sandarios, tvirtos, tarpusavyje sujungtos, kad, veikiant slėgiui, neišsiplėstų ir neužspaustų viena kitos. Tarpas tarp filtro rėmelio ir tvirtinimo plokštumos turi būti užsandarintas gumine tarpine. Filtrai turi signalizaciją, kuri suveikia pasiekus ribinį užterštumą. Maksimali filtrų darbinė temperatūra – +80 °C, santykinė oro drėgmė – iki 100 proc.;

- šilumokaitis skirtas panaudoti iš patalpų šalinamo oro sukauptą šilumą ir ją grąžinti į patalpas. Šilumokaitis atgauna šilumą šildymo sezono metu. Rekuperatoriaus apsauga nuo užšalimo valdoma sklendėmis automatiškai. Visi šie įrenginiai montuojami izoliuotame korpuse, tarpai tarp įrenginių turi būti užsandarinti guminėmis tarpinėmis. Specialieji reikalavimai agregatui: korpusas nedegus, atsparus korozijai. Sujungimai, skirti ventiliatorių arba oro tiekimo įrengimų lanksčiam sujungimui su ortakiais, turi būti pagaminti iš elastingos, orui nepralaidžios medžiagos. Montuojant vėdinimo įrenginį, būtina atkreipti dėmesį, kad lanksti jungtis nebūtų suspausta arba įtempta. Montuoti ant vibraciją slopinančių atramų;

- elektrinis kaloriferis;
- vėdinimo kamerų sienelių atsparumas ugniai – EI45.

2. Triukšmo slopintuvai gaminami iš cinkuoto plieno skardos. Slopintuvuose montuojamos garsą slopinančios sekcijos. Sekcijų šoniniai paviršiai perforuoti. Sekcijos pripildytos ortakio triukšmą slopinančios medžiagos – purios mineralinės akmens arba stiklo pluošto vatos. Vatos paviršius užklojamas plonu polipropileno pluošto sluoksniu. Oro tarpų plotis ir izoliuojančios medžiagos plotis nurodytas medžiagų žiniaraščiuose.

3. Iš cinkuoto plieno pagamintos išorinės (lauko) grotelės, skirtos orui tiekti į patalpas, montuojamos ant išorinės sienos. Papildomai jose numatytas apsauginis cinkuoto metalo tinklelis, kuris apsaugo nuo įvairių vabzdžių ir kitų nešvarumų. Grotelių mentelės išdėstytos taip, kad pro jas nepatektų lietaus vanduo. Efektyvus grotelių plotas – 70 proc. Oro greitis per grotelės neviršija 2,7 m/s. Standartinės išorės lauko grotelės turi būti tiekiamos tokių dydžių, kaip nurodyta brėžiniuose.

4. Stačiakampės vidaus grotelės, kuriomis gali būti reguliuojama oro kryptis, pagamintos iš plastiko su oro srauto reguliavimo sklęščiu ir oro kiekio reguliavimo sklęščiu.

5. Oro srauto reguliavimo sklendė, skirta oro srautui uždaryti, reguliuoti. Lengvai montuojama į apvalių ortakio sistemą, tvirtinama prie ortakio kniedėmis ar savisriegiais. Jungimo žiedai turi gumines tarpines. Gali būti montuojama bet kokioje padėtyje. Korpusas pagamintas iš cinkuotos skardos. Reguliavimo sklendė su oro srauto nustatymo skale.

6. Ortakiai gaminami iš cinkuotos skardos. Gaminami ir jungiami tarpusavyje pagal „A“ klasės reikalavimus. Ortakiai ir jų detalės turi būti gaminami atskirais segmentais su movomis ir guminėmis tarpinėmis. Tiesių tarpų ilgis turi būti ne didesnis kaip 2 m. Ortakių tarpusavio sujungimo vietose movos ir tarpinės turi užtikrinti sandarumą. Tarpinės turi būti pagamintos iš nedegių medžiagų. Pagaminti ortakiai ir jų detalės prieš vežant į statybos vietą turi būti sukomplektuoti su sujungimo detalėmis, supakuoti pagal ruošinius, apsaugoti nuo atmosferinių kritulių.

7. Priešgaisrinė izoliacija. Techninė izoliacija turi atitikti A1 degumo klasę. Medžiagos storis parenkamas priklausomai nuo ortakio matmenų, formos ir apsaugos nuo ugnies laiko. Akmens vatos dembliai armuoti metaliniu galvanizuotu tinklu, nominalus tankis – $\geq 80 \text{ kg/m}^3$, svorio netekimas – ne daugiau 1,5 proc. arba akmens vatos plokštės nominalus tankis – $\geq 80 \text{ kg/m}^3$, svorio netekimas – ne daugiau 3 proc. Kai izoliacijos storis yra daugiau kaip 100 mm, privaloma naudoti du izoliacinės medžiagos sluoksnius, perdengiant siūles. Izoliacijos laikikliai turi būti tokio paties atsparumo ugniai, kaip ir priešgaisrinė izoliacija.

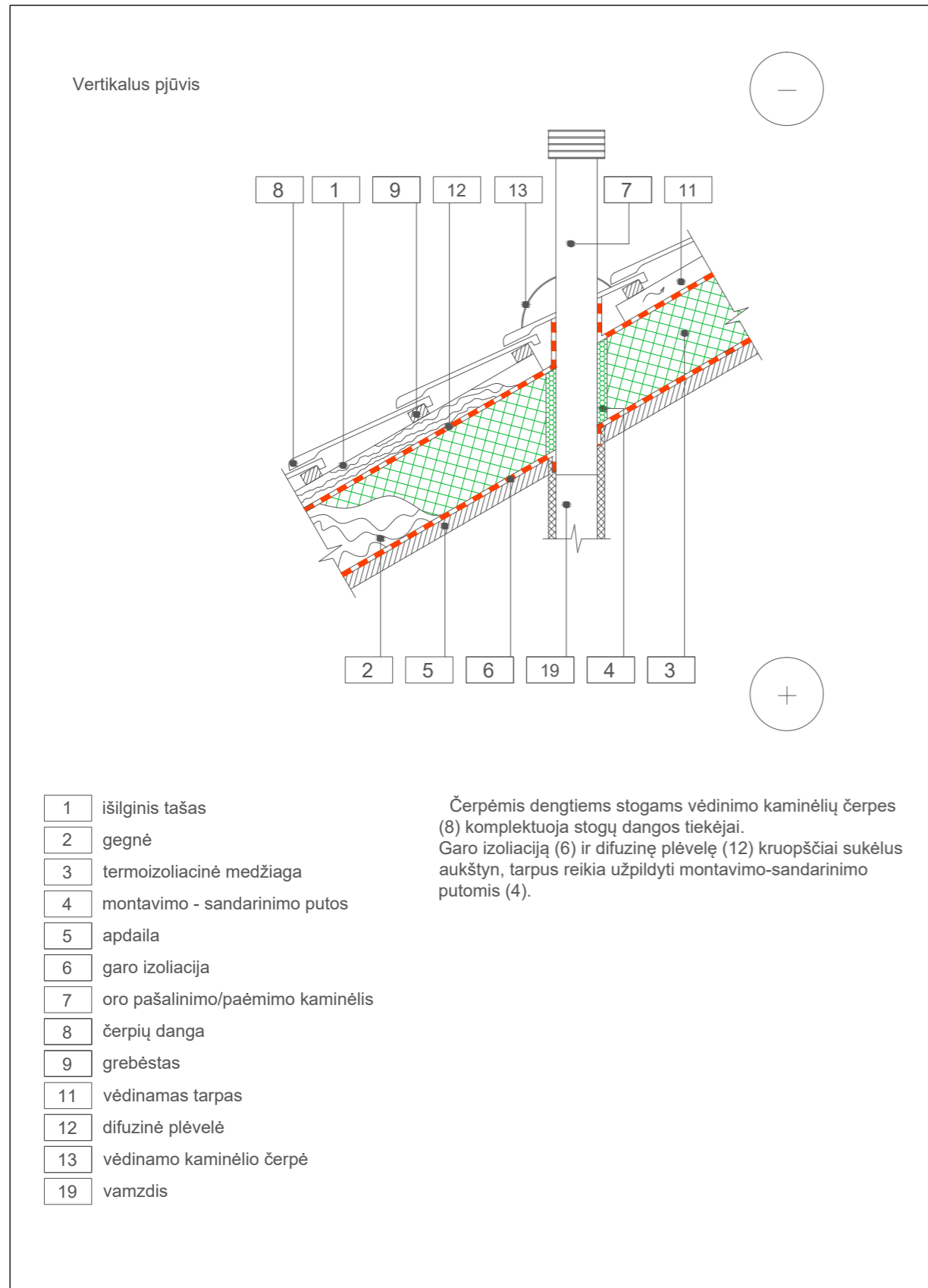
8. Stogelis, skirtas apsaugoti oro išmetimo šachtą nuo atmosferinių kritulių. Gaminamas iš cinkuotos skardos $\delta = 1,0 \text{ mm}$, tvirtinamas ant stogo praėjimo mazgo. Atstumas tarp stogelio krašto ir ortakio galo turi būti toks, kad nebūtų susiaurintas angos plotas orui išeiti, palyginti su ortakio plotu.

9. Tinklelis iš cinkuotos skardos, skirtas apsaugoti angą nuo nešvarumų. Akučių dydis – $20 \times 20 \text{ mm}$.

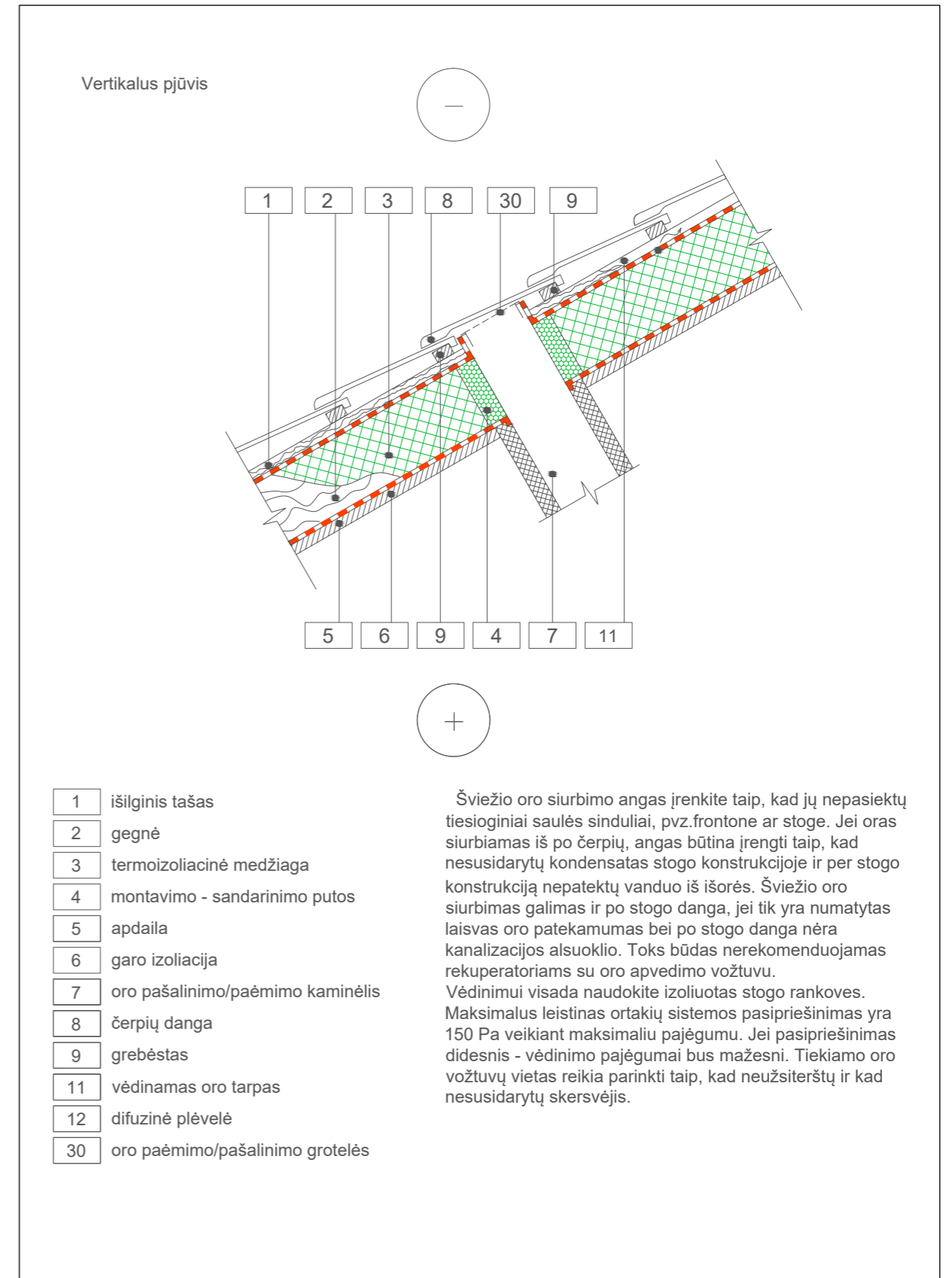
10. Atbulinės traukos sklendė gali būti montuojama bet kokioje padėtyje. Oro pratekėjimas vyksta viena kryptimi, tekėdamas oras suspaudžia judamus sparnelius. Oro srautui nustojus tekėti, sparneliai nusileidžia ir uždaro ortakio oro pratekėjimo skerspūvį. Su ortakiais jungiamas movomis.

3.8. BRĖŽINIAI

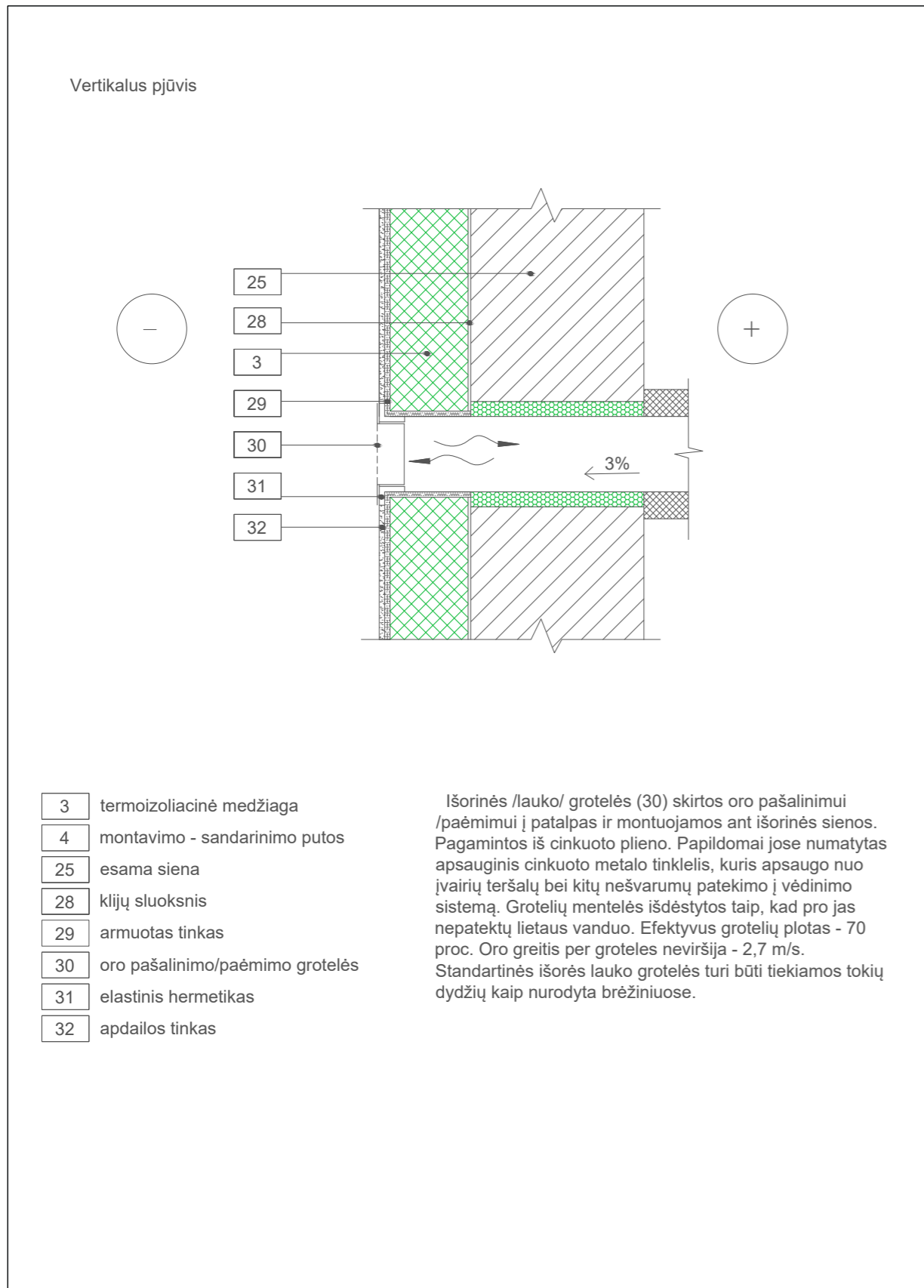
• ŠR 01 – Kaminėlio, skirto orui pašalinti / paimti per šlaitinį stogą, montavimas



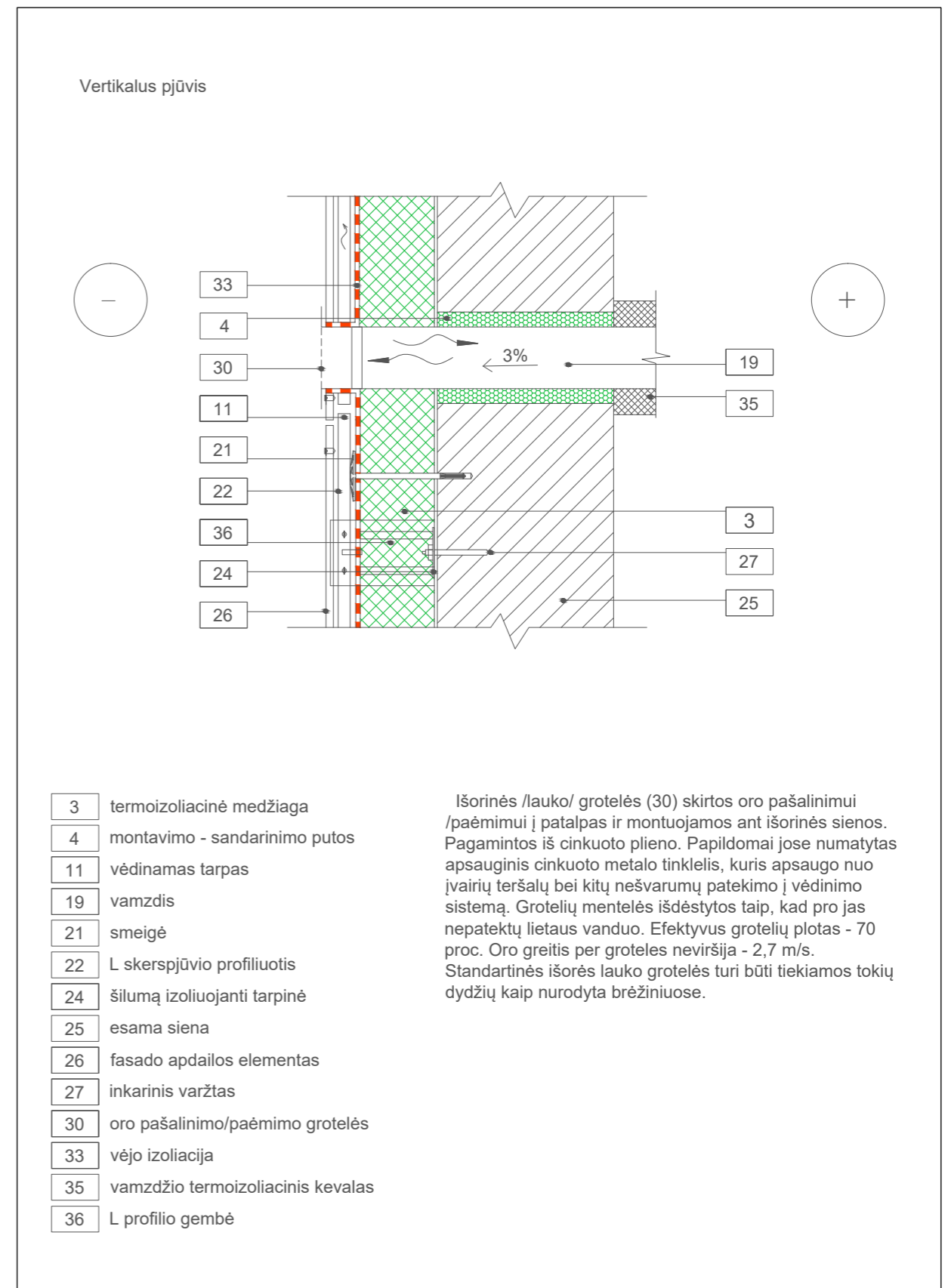
• ŠR 02 – Oro pašalinimo / paėmimo angos po šlaitinio stogo danga montavimas



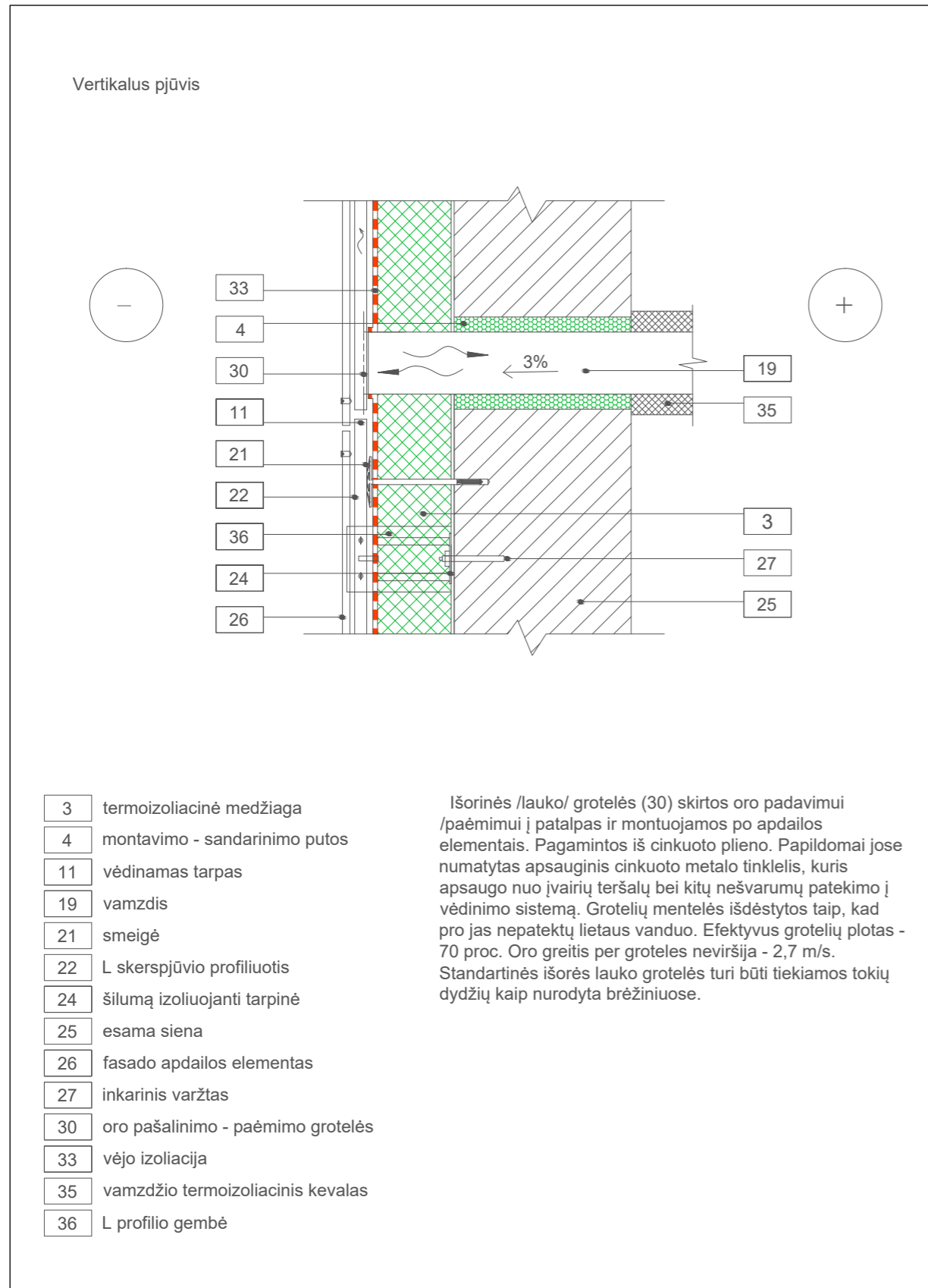
• ŠR 03 – Oro pašalinimo / paėmimo angos per išorinę sieną montavimas



• ŠR 04 – Oro pašalinimo / paėmimo angos per vėdinamą fasado šiltinimo sistemą montavimas



- ŠR 05 – Oro pašalinimo / paėmimo angos po vėdinamo fasado šiltinimo sistemos apdailos elementu montavimas



4. ŠILUMOS ATGAVIMAS IŠ BUITINIŲ NUOTEKŲ

4.1. NUOTEKOS – PUKUS ENERGIJOS ŠALTINIS ŠILUMOS SIURBLIAMS EKSPLOATUOTI

Šilumos siurbliai naudoja aplinkos energijos šaltinius, paprastai požeminį vandenį arba orą. Tačiau abu šie elementai turi trūkumą – žiemą jų energijos lygis sumažėja, o vasarą oro ir gruntinio vandens temperatūra pakyla. Dėl to kyla tam tikrų sezoninių netolygumų juos naudojant kaip energijos šaltinį arba absorbtentą pastatų klimato kaitai užtikrinti, o nuotekos turi didžiulį šilumos potencialą net ir šaltaisiais mėnesiais. Dušo ir skalbimo vandens nuotekų temperatūra retai nukrenta žemiau 12 °C. Vasarą dirvožemis nuotekas izoliuoja nuo kaitrios saulės ir užtikrina, kad maksimali temperatūra neviršytų maždaug 20 °C. Dėl tokio siauro minimalių ir maksimalių verčių intervalo komunalinės nuotekos yra ideali terpė šilumos siurbliams eksploatuoti.

Nuotekose esančios šilumos panaudojimas pastatams šildyti yra naujoviška, mažinanti CO₂ išmetamus kiekius ir ekonomiškai alternatyva įprastiniams šildymo būdams. Nors nuotekų šiluma daugelyje šalių vis dar yra palyginti nežinoma ir retai naudojama energijos šaltinis, vis dėlto Šveicarijoje, Vokietijoje, JAV jau yra sėkmingai įgyvendintas ne vienas toks projektas.

Diegiant inovatyvias technologijas, vis dar labai svarbus ekonominis aspektas. Nuotekų šilumos panaudojimas yra ekonomiškai efektyvus, nes šilumos siurblio šildymo kontūre naudojama žema temperatūra. Šilumos siurblio iš nuotekų efektyvumo koeficientas COP yra apie 3,5. Tai reiškia, kad maždaug 75 proc. šilumos energijos atgaunama iš užteršto kanalizacijos nuotekų vandens.

Dauguma įmonių ir įstaigų šiandien veikia vadovaudamasi verslo tvarumo koncepcija. Tai yra holistinis verslo valdymo būdas, apimantis aplinkosauginę, socialinę ir finansinę atsakomybę. Norėdamos atitikti šį trigubą principą, įmonės turi rasti būdų, kaip būti ekonomiškai efektyviomis, socialiai atsakingomis ir kartu kuo mažiau kenkti aplinkai.

Patalpoms šildyti ir vėsinti sunaudojama daug energijos ir tai sudaro didelę gyventojų pajamų dalį ar įmonės veiklos sąnaudų. Naudodami naujas technologijas, įmonės ar gyventojai gali sumažinti priklausomybę nuo iškastinio kuro ir kartu sutaupyti pinigų.

Šildant ir vėsinant didelius pastatus ir įrenginius, vis labiau siekiama ir tvarumo, ir išlaidų taupymo. Nuotekos susidaro beveik visuose eksploatuojamuose pastatuose. Dėl didžiulių vandens kiekių yra didelis šilumos potencialas. Tai puiki galimybė šildyti ir vėsinti daugiabučius namus, mokyklas, viešbučius, sporto sales, ligonines ar pramonės objektus.

Požeminiai kanalizacijos tinklai yra paslėptas energijos šaltinis. Buitinės nuotekos net žiemą išlaiko 10–20 °C temperatūrą. Dėl tokio stabilios temperatūros diapazono nuotekos yra puikus energijos šaltinis šilumos siurbliams eksploatuoti. Dėl žemos temperatūros vasarą nuotekos taip pat yra šilumos sugėriklis ir gali būti naudojamos pastatams vėsinti. Nuotekų vėsinimas neturi neigiamo poveikio vandeniui.

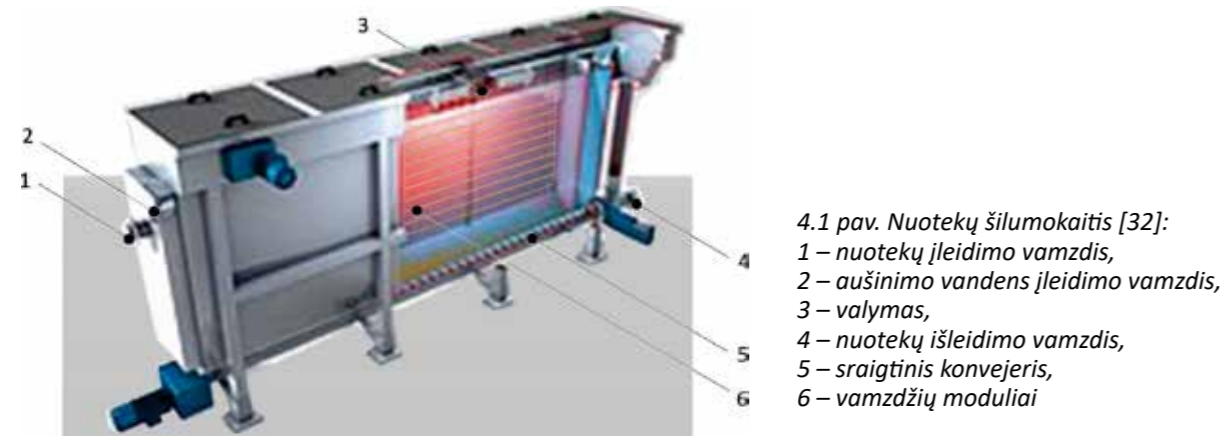
Nuotekų tiekimas neribojamas, jos nemokamos, tad galima teigti, kad tai yra vietinis ir decentralizuotas šilumos šaltinis. Norint nepažeidžiant sklandaus nuotekų sistemos eksploatavimo prijungti šilumokaitį prie esamų nuotekų vamzdžio, užtenka minimalių statybos darbų.

Dėl daugelio aptartų privalumų nuotekų, kaip šildymo ir vėsinimo šaltinio, naudojimas vis labiau populiarėja.

4.2. NUOTEKŲ ŠILUMOKAIČIO NAUDOJIMO SISTEMOS VEIKIMO PRINCIPAS

Įsiurbimo sistemos konstrukcija prijungiama prie kanalizacijos magistralės ir dalis srauto perpumpuojama į antžeminį šilumokaitį. Šilumokaitis iš nuotekų išgauna šilumos energiją. Šilumokaityje šilumos energija perduodama vandeniui arba kitai švariai terpei. Nešančioji terpė perduoda energiją šilumos siurbliui, kuris naudojamas tinkamai temperatūrai pastate palaikyti. Atvėsintos nuotekos grįžta į kanalizaciją.

Nuotekų šilumokaitį sudaro suvirinta nerūdijančiojo plieno konstrukcija – rezervuaras, kuriame lygia-grečiai įrengti horizontalių vamzdžių moduliai. Kad būtų pasiektas maksimalus šilumos laidumas, vamzdžių moduliai pagaminti iš nerūdijančiojo plieno. Dėl modulinės konstrukcijos tokį šilumokaitį galima pritaikyti pagal konkrečios vietos reikalavimus, tokie šilumokaičiai ypač naudingi pramonės įmonėse. Moduliai gali būti montuojami ne tik į rezervuarą, bet ir tiesiai į kanalą.



Prieš pumpuojant nuotekas į šilumokaitį, jos iš anksto išvalomos. Toliau jos teka šilumokaičio vamzdžiais ir atiduoda savo šiluminę energiją aušinimo vandeniui. Šildymo siurblys perima energiją per pašildytą aušinimo terpę po tam tikro laiko. Kadangi dėl specifinių cheminių ir biologinių nuotekų savybių ant šilumos perdavimo paviršių susidaro biologinė plėvelė, kuri labai trukdo šilumos perdavimui, periodiškai atliekamas prevencinis šilumos perdavimo paviršių valymas. Sraigtinis konvejeris pašalina ant talpos dugno nusėdusias nuosėdas ir kietąsias daleles. Jos yra grąžinamos į kanalizacijos vamzdį kartu su ataušintomis nuotekomis.

Tokia šilumokaičio konstrukcija užtikrina tinkamą savaiminį nuotekų išsivalymą, nepraleidžia kvapų, mažai reikia priežiūros.

Aušinimo vanduo nesusisiekia su neapdorotomis nuotekomis. Efektyviam šilumos atgavimui užtikrinti svarbu tiekti kuo didesnę nepertraukiamą nuotekų srautą. Taip pat tam turi įtakos ir nuotekų temperatūra bei atstumas nuo nuotekų sistemos iki šilumos punkto ir pastato.

4.3. NUOTEKŲ ŠILUMOKAIČIO NAUDOJIMO PRIVALUMAI

Nuotekų šilumos energijos perdirbimas suteikia galimybę sumažinti sąnaudas šildymui ir vėsinimui.

Nuotekų šilumokaičiai pagerina tvarumą ir yra ekologiški. Naudojant nuotekų šilumokaitį, sumažėja iškastinio kuro naudojimas. Tai gerina aplinkos būklę, nes mažėja išmetamų teršalų kiekis ir mažėja pastato anglies dvideginio pėdsakas. Šios sistemos taip pat taupo vandenį, kuris kitu atveju išgaruotų aušinimo sistemose, o aušinimo sistemų valymo cheminės medžiagos neteršia aplinkos.

Kanalizacijos šilumokaičiai neužima daug vietos, todėl užsakovai ar projektuotojai gali laisviau projektuoti pastatus. Įrengimas yra greitas ir paprastas.

5. ELEKTROS GAMYBA FOTOVOLTINIAIS MODULIAIS

5.1. ELEKTROS ENERGIJA IŠ SAULĖS

Augant elektros energijos vartojimui ir senkant žaliavų, kurias naudojant gaunama elektra, atsargoms, vis labiau plėtojami tyrimai, siekiant rasti naujų ir pigesnių būdų elektros energijai generuoti. Energijos poreikis nuolat didėja, nes gyventojų skaičius auga, vyksta ekonominė plėtra ir vystosi technologijos, tačiau didėja ir aplinkos tarša. Todėl itin svarbu kreipti dėmesį į būdus, kuriais būtų galima generuoti energiją, mažinant poveikį aplinkai. Vienas tokių būdų – didinti saulės energijos panaudojimą. Saulė yra neišsenkantis energijos šaltinis ir ši energija gali būti panaudota elektros energijai generuoti. Iš saulės energiją galima gauti net debesuotą dieną. Pastaruoju metu saulės energija tampa vis populiarenesnė elektros energijai gaminti arba vandeniui šildyti ir gėlinti.

Šviesos elektros gamyba – procesas, kurio metu iš puslaidininkinių medžiagų pagaminti saulės elementai, absorbuodami elektromagnetinę spinduliuotę, ypač šviesą, gamina elektrą (toliau ŠE) (angl. *photovoltaic*, PV).

Fotovoltinė technologija yra terminas, apimantis prietaisų, skirtų saulės šviesai versti į elektros energiją, gamybos technologijas, jėgainių konstravimą ir gamybą. Fotoelektriniai keitikliai, dar vadinami saulės elementais (SE), dažniausiai yra gaminami iš įvairių puslaidininkinių medžiagų. Puslaidininkio plokštelėje sudaromos dvi skirtingo laidumo p ir n sritys, suglaustos tarpusavyje. Toks darinys vadinamas pn sandūra. Sandūroje esantis vidinis elektrinis laukas atskiria krūvininkus, krintančius šviesos išlaisvintoje medžiagoje. Dėl šio atskyrimo puslaidininkio paviršiuje suformuotuose kontaktuose atsiranda elektros krūviai. Prijungus išorinę grandinę, pradeda tekėti nuolatine elektros srove.

Šiuolaikinį saulės elementą atpažįsta dauguma žmonių – jie yra ant namų ir skaičiuotuose įrengtuose skydeliuose. Šviesos elektros (ŠE) reiškinį dar 1839 m. atrado A. H. Becquerelis, tačiau jį, kaip energijos šaltinį, naudojant puslaidininkį silicij, išplėtojo 1954 m. „Bell Telephone Laboratories“ laboratorija Jungtinėse Amerikos Valstijose. Šiandien fotovoltinė energija yra viena sparčiausiai populiarėjančių atsinaujinančiosios energijos technologijų, kuri yra pasirengusi ateityje vaidinti svarbų vaidmenį pasaulinėje elektros energijos gamyboje. Fotovoltinių elementų veikimas pagrįstas fotovoltiniu efektu – įtampos, arba srovės, atsiradimu medžiagą paveikus šviesa. Tokiu būdu saulės energija surenkama ir paverčiama į elektros energiją. Tarpusavyje jungiant fotovoltinius elementus į grupes, gaunami tokie prietaisai, kaip fotovoltiniai moduliai arba valdymo skydai. Įrenginio, generuojančio energiją, efektyvumas yra viena iš svarbiausių jį apibūdinančių charakteristikų.

Saulės energetikos reikšmė dažnai nuvertinama dėl neva nepakankamo saulės spinduliavimo Lietuvos klimatinėmis sąlygomis. Vis tik statistika rodo, kad panašioje klimatinėje zonoje esančioje Vokietijoje saulės energetika jau užima reikšmingą dalį.

Lietuvos geografinė platumą nėra tokia palanki saulės energijai panaudoti kaip šalyse, esančiose arčiau pusiaujo. Saulės energija, patenkanti į Žemės paviršių Lietuvos teritorijoje, krisdama mažesniu kampu pasiskleidžia į gerokai didesnę paviršiaus plotą. Jei Saulė vidurdienį pasiekia zenitą, tai toje geografinėje platumoje jos energija bus efektyviausia. Saulės spinduliai atmosferoje nueina ilgą kelią, todėl patiria absorbcijos ir difuzijos nuostolių. Šiuo aspektu Lietuva patenka į labai palankią saulės spinduliuojamos energijos anomalijos zoną [33]. Tam ypač palanki visa šiaurinė ir didžioji

dalį vakarinės šalies pusės. Čia metinė Saulės spinduliavimo energija siekia 1 300 kWh/m². Tačiau tiek metų, tiek ir paros saulės energijos intensyvumo netolygus pasiskirstymas apsunkina saulės energijos efektyvų panaudojimą. Didžiausias intensyvumas – gegužės, birželio, liepos mėnesiais, o mažiausias – gruodžio, lapkričio, sausio mėnesiais. Klimatinės sąlygos taip pat turi didelę įtaką saulės energijos intensyvumui. Ilgamečiai meteorologiniai stebėjimai rodo, kad saulėtų dienų skaičius Lietuvoje pasiskirstęs nevienodai.

Per 2022 m. Lietuvoje saulės elektrinių galia pasiekė 545,5 MW, o 2021 m. tebuvo 262,9 MW. Didžiausią indėlį lėmė gaminantys vartotojai, kurie energiją pasigamina ir suvartoja patys.

Lietuvoje yra skatinamos ir finansiškai remiamos daugiabučių atnaujinimo (modernizavimo) projektuose numatytos fotovoltinių elektrinių įrengimo priemonės. Daugiabučių namų atnaujinimo (modernizavimo) programos 3.5 punkte numatoma, kad „kai atnaujinamo (modernizuojamo) daugiabučio namo plotas daugiau kaip 1 500 m², projekte turi būti numatyta įrengti saulės šviesos energijos elektrinę bendrosioms pastato reikmėms, išskyrus tuos atvejus, kai elektrinei įrengti nėra techninių galimybių“ [34].

Prognozuojama, kad 2040 m. pasaulinė elektros energijos gamyba bus 39 000 TWh. Numatoma, kad iš atsinaujinančių energijos išteklių tuomet bus pagaminama apie 14 000 TWh, arba 35 proc., visos pasaulio elektros energijos.

Saulės fotovoltiniai įrenginiai gali būti sujungti ir tiekti elektros energiją komerciniu mastu arba išdėstyti mažesnėmis konfigūracijomis mažiems tinklams ar asmeniniam naudojimui. Saulės fotovoltinių įrenginių naudojimas mažiems elektros tinklams maitinti yra puikus būdas suteikti prieigą prie elektros energijos žmonėms, kurie gyvena toliau nuo elektros perdavimo linijų, ypač besivystančiose šalyse, turinčiose puikių saulės energijos išteklių. Esant nestabilioms energijos kainoms, tai puiki alternatyva apsirūpinti patiems elektros energija su palankiu atsipirkimo laikotarpiu.

Svarbiausia saulės elemento dalis yra puslaidininkiniai sluoksniai, kuriuose sukuriama elektronų srovė. Tam naudojamos įvairios medžiagos, jos turi įvairių privalumų ir trūkumų. Pagrindiniai saulės elementų tipai yra šie:

- silicio (monokristaliniai, polikristaliniai, amorfinio silicio);
- kadmio, telūrido;
- vario, indžio, galio, selenido;
- vario, indžio, diselenido.

Kristaliniai silicio moduliai užima apie 80 proc. pasaulio rinkos, visų pirma dėl to, kad kiti puslaidininkiniai yra kur kas brangesni.

Šiuo metu rinkoje dominuoja vienos *pn* sandūros monokristaliniai, polikristaliniai ir plonasluoksniai silicio fotovoltiniai elementai. Monokristaliniai ir polikristaliniai elementai pasižymi aukštu efektyvumu, ilgaamžiškumu. Per 25 metus galia sumažėja tik 20 proc., tačiau jiems pagaminti sueikvojama daug silicio, todėl jų kaina yra didelė. Gaminant plonasluoksnius elementus, silicio sunaudojama mažiau, jį galima pakeisti kitomis medžiagomis. Nors šio tipo elementai pigesni, bet ir jų efektyvumas mažesnis. Mažos galios reikalaujančiuose įtaisuose naudojami organiniai fotovoltiniai elementai. Jie pasižymi žema kaina, lanksčiais ir net permatomais moduliais. Pagrindinis jų trūkumas yra žemas efektyvumas, mechaninis neatsparumas, temperatūrinis nestabilumas. Šiuo metu patys efektyviausi fotovoltiniai elementai yra sudaryti iš kelių *pn* sandūrų, tačiau jų kaina yra didžiausia iš visų aptartų elementų, todėl šio tipo elementai dar nėra plačiai naudojami masinėje rinkoje. Tikimasi, kad greitai fotovoltinių elementų gamybos procese įsitvirtins nanoelektronikos naujovės: nanokristalaitai (kvantiniai taškai), nanovamzdeliai.

5.2. SAULĖS MODULIŲ GAMYBOS PROCESAS

Monokristalinių ir polikristalinių saulės modulių gamyboje yra naudojamas silicis. Kristalinių silicio modulių gamyba prasideda nuo kvarco kasybos ir apdorojimo, kvarcas valomas iki 99 proc. silicio grynumo. Gautas didelio grynumo silicis lydomas ir formuojamas į polikristalinio silicio luitus. Vėliau silicis yra lydomas specialiose krosnyse. Išlydžius, prasideda technologiniai skirtumai. Auginant silicio plokštelę aplink vieną bazinį kristalą, išgaunamas idealiai orientuotas kristalinis tinklelis. Taip sukuriamas monokristalinis silicio modulis. Norint pagaminti polikristalinį saulės modulį – silicio plokštelė formuojama iškart aplink kelis bazinius kristalus, t. y. polikristalas yra daugybė vienas kito atžvilgiu laisvai orientuotų monokristalų. Dėl savo harmoningos struktūros monokristalinis silicis turi šiek tiek didesnį naudingumo koeficientą. Todėl jei palygintume vienodos galios monokristalinį ir polikristalinį saulės modulius, polikristalinio modulio plotas bus keliais procentais didesnis.

Monokristalinių saulės modulių gamybos procesas technologiškai sudėtingesnis ir brangesnis, tad natūralu, kad iki 2019 m. pabaigos daugiausia buvo įrengiami polikristaliniai saulės moduliai. Norint, kad monokristalinis silicis taptų fotoelektriniu moduliu, reikia jam suteikti taisyklingą formą ir tik po to supjaustyti į plonas plokšteles. Tuo tarpu polikristalinio silicio technologija paprastesnė, pigesnė ir tobulesnė. Bazinį polikristalą, palyginti su monokristalu, pavyksta išgauti didesnio ploto ir iš karto taisyklingos stačiakampės formos. Naudojant tokią technologiją, išvengiama polikristalo formavimo procedūros. Tai spartina gamybą ir mažina savikainą.

Polikristalinio modulio atveju silicio luitai pagal formą pjaustomi į 10 x 10, 12,5 x 12,5 ar 15,6 x 15,6 cm dydžio plokšteles, kurių storis svyruoja tarp 150 ir 250 μm. Tuomet ant plokštelių formuojamas N tipo emiterio sluoksnis, dažniausiai jis kuriamas fosforo atomų difuzijos būdu 850–900 °C temperatūroje. Ant galinės dalies dedamas iš aliuminio ir sidabro sukurtas sluoksnis. Plokšteles padengus kontaktais ir antirefleksine danga, gaunami saulės elementai (SE). Šie saulės elementai testuojami – atliekamas gaminio (pvz., struktūros ir elektrinės charakteristikos testas) ir patikimumo bandymas (pvz., terminis ciklas, šiluminis, mechaninis ir statinės apkrovos, tvirtumo testai). Jei atitinka reikalavimus, SE jungiami tarpusavyje į pageidaujamo dydžio modulius. Paskutinis žingsnis yra modulio įterpimas į etilenvinilacetato (EVA) polimero ar kitokio tipo foliją. Laminavimas vyksta 120–150 °C temperatūroje, o modulio kraštai užsandarinami polisulfido elastomeru, tada moduliai plaunami ir džiovinami. Galiausiai pritvirtinama jungimo dėžutė ir modulis įreminamas aliuminio rėmu.

Saulės moduliai sparčiai populiarėja ne tik dėl ekonominių, bet ir dėl aplinkosauginių priežasčių. Manoma, kad artimiausiu metu šie įrenginiai tik dar populiarės, ypač besivystančiose šalyse, kuriose saulės intensyvumas aukštas, o energijos poreikiai kyla. Siekiant dar labiau mažinti įtaką aplinkai, reikia atkreipti dėmesį į sprendimus, kuriais siekiama tobulinti šių įrenginių gamybą. Be silicio fotovoltinių modulių, gamyboje naudojamos ir kitos žaliavos, iš kurių dalis yra vadinamosios kritinės ir pavojingos žaliavos. Jas pakeitus mažiau taršiomis ar perdirbus ir panaudojus pakartotinai, galima reikšmingai prisidėti prie neigiamo poveikio aplinkai mažinimo. Įvertinus numatomas fotovoltinių elementų rinkos augimo tendencijas, taip pat bendrą elektros įrenginių gamybos didėjimą, galima matyti, kad silicio poreikis ateityje augs. Silicis yra viena iš vadinamųjų kritinių žaliavų tiek dėl intensyvaus naudojimo atsinaujinančioje energetikoje, tiek ir dėl išteklių mažėjimo bei rizikos pristigti jos gamybos sektoriuje. Saulės elementus gaminančios įmonės, vertindamos silicio kritiškumą, kaip reikšmingą ekonominį ir aplinkosauginį iššūkį, siekia diegti inovacijas, kurios leistų valdyti šią riziką.

Vystant technologijas, saulės modulių gamybos sąnaudos labai sumažėjo, todėl jie tapo viena pigiausių elektros energijos rūšių. Saulės modulių veikimo laikas yra maždaug 30 metų.

5.3. SAULĖS MODULIAI

Saulės modulis – į vieną sistemą sujungtos ir įrėmintos saulės baterijos, saulės šviesą paverčiančios elektros energija. Vieno modulio galia paprastai svyruoja nuo keliasdešimties iki kelių šimtų vatų. Moduliai gali būti naudojami tiek pavieniai, tiek ir jungiami su kitais į galingesnę fotovoltinę sistemą, įrengiamą ant namų stogų, žemės arba kitų paviršių [35].



5.1 pav. Saulės modulis

Saulės modulis – svarbiausias saulės elektrinės elementas, kuris sudarytas iš celių. Saulės spinduliams pradėjus šviesti į saulės modulio celes, elektronai, išjudinti šiuose spinduliuose esančių fotonų, atsilaisvina nuo silikono celėje esančių atomų. Kadangi laidininkai yra pritvirtinti prie teigiamų ir neigiamų ląstelės pusių, tai elektronai, tekėdami tokia grandine, gamina elektrą. Saulės modulį dažniausiai sudaro 60 arba 72 celės, kurias sujungus kartu ir gaunamas saulės modulis. Kuo daugiau saulės modulių bus sumontuota į vieną saulės elektrinę, tuo daugiau energijos ji sugeneruos.

5.4. SAULĖS MODULIŲ EFEKTYVUMAS

Saulės modulių efektyvumas – tai modulio gebėjimas konvertuoti saulės šviesą į elektros energiją. Jei vienodo dydžio, bet skirtingo efektyvumo saulės moduliai gaus tokį patį kiekį saulės šviesos, efektyvesnis modulis sugeneruos daugiau elektros energijos. Modulių efektyvumo procentas nurodo, kiek 1 m² ploto modulis gali surinkti saulės šviesos, iš kurios bus generuojama saulės energija. Šiuo metu rinkoje esančių modulių vidutinis efektyvumas yra apie 15–20 proc., tačiau kai kuriais atvejais šis skaičius gali siekti net 22,8 proc.

Monokristaliniai saulės moduliai yra šiek efektyvesni karštomis dienomis, o polikristaliniai geriau veikia, kai dangus apsiniaukęs ir vėsiojo vidutinio klimato zonoje, pavyzdžiui, Lietuvoje. Dėl aukštesnio naudingumo koeficiento montuojant monokristalinius saulės modulius ant stogo galima panaudoti kiek mažesnę plotą. Pvz., 1 640 × 994 mm matmenų polikristalinio saulės modulio galia bus 270 W, o tokio paties dydžio monokristalinis modulis turės 300 W galią.

Turint pakankamą stogo plotą, kokybės ir efektyvumo prasme galutiniam vartotojui nėra didelio skirtumo, kurią technologiją rinktis.

Saulės moduliai veikia iki kelių dešimčių metų, tačiau laikui bėgant jų galia mažėja.

Efektyvesnius modulius turinti saulės elektrinė pagamins tiek pat elektros, kaip ir tokios pačios instaliuotos galios žemesnio efektyvumo modulius turinti saulės elektrinė. Trumpai tariant, 10 kW instaliuotos galios saulės elektrinė, kurios modulių efektyvumas yra 16 proc., pagamins iš esmės tokį patį elektros kiekį, kaip ir 10 kW galios saulės elektrinė, turinti 18 proc. modulių efektyvumą. Žemesnio efektyvumo moduliai generuos panašų elektros kiekį, tik tokių modulių reikės daugiau. Skirsis šios elektrinės tik modulių skaičiumi ir užimamu stogo ar sklypo plotu. Turint ribotą plotą ir siekiant išgauti kuo didesnę kiekį energijos, aktualūs aukščiausių efektyvumą turintys moduliai. Kai kaina yra svarbiausias prioritetas ir nėra jokių kitų apribojimų, galima rinktis žemesnio efektyvumo ir pigesnius saulės modulius.

5.5. SAULĖS MODULIŲ TIPAI



Monokristaliniai moduliai yra aukštesnio efektyvumo. Jie pasižymi tamsia išvaizda. Šių modulių kaina šiek tiek aukštesnė, tačiau siekiantiems iš savo riboto sklypo ar stogo ploto generuoti kuo didesnę elektros kiekį, monokristaliniai moduliai bus geriausias pasirinkimas.

Pažymėtina, kad vystantis technologijoms kurių dėka mažėja kainų skirtumas iki šiol pasaulyje buvusi itin paplitusi polikristalinio silicio technologija kasmet vis didesnę rinkos dalį užleidžia monokristalinio silicio technologijai. Todėl vis dažniau Europoje ir JAV yra renkami monokristaliniai moduliai.

5.2 pav. Monokristalinis saulės modulis



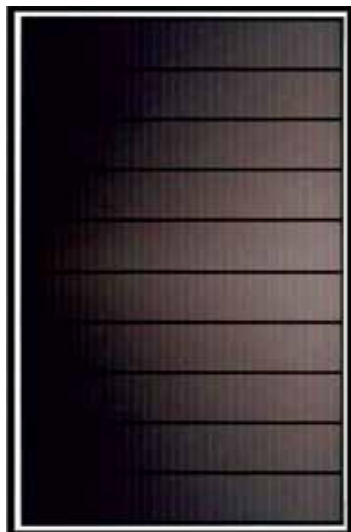
Polikristaliniai saulės moduliai yra šviesesnės mėlynos spalvos. Jų efektyvumas, palyginti su to paties dydžio monokristaliniais moduliais, yra mažesnis, bet kaina už instaliuotą galią taip pat mažesnė. Vertinant ekonominį aspektą, šie moduliai daugiausia naudojami saulės elektrinių parkuose ant žemės arba didesniuose komerciniuose projektuose. Neturint pakankamo dydžio sklypo ar vietos ant stogo ir jei nesvarbi saulės elektrinės išvaizda, o kaina sudaro esminį pasirinkimo kriterijų, polikristaliniai moduliai gali būti tinkamas pasirinkimas.

5.3 pav. Polikristalinis saulės modulis



Pusiau perpjauti (angl. Half-cut) saulės moduliai. Tokiuose moduluose esantys saulės elementai padalijami per pusę. Tokia technologija leidžia sumažinti elementų dydį ir taip padidinti atsparumą mechaniniam poveikiui, pavyzdžiui, skilimams ar lūžiams. Suskaidžius modulį į kelias sekcijas, padaugėja ir jungčių, dėl kurių saulės moduliai išlieka efektyvūs net esant šešėliui.

5.4 pav. Pusiau perpjautas (angl. Half-cut) saulės modulis

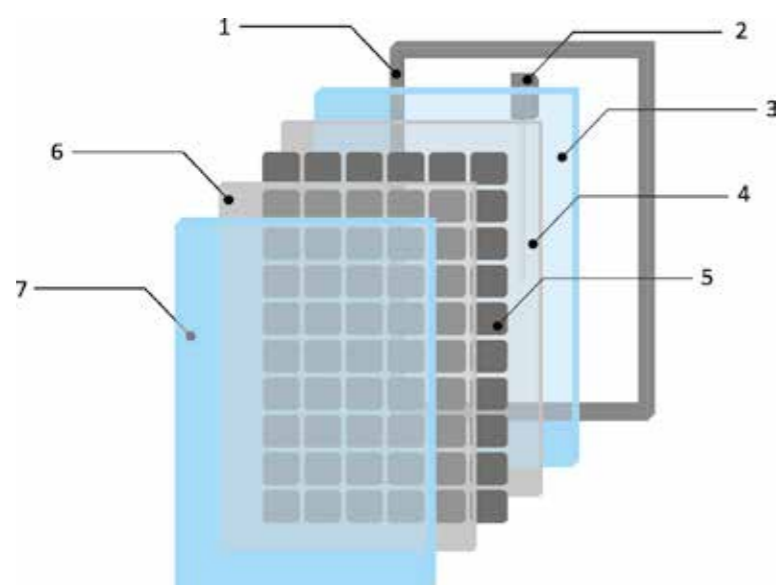


PERC Shingled saulės moduliai. Tai viena naujausių modulių gamyboje naudojamų technologijų. Saulės elementas šiame modulyje padalijamas ne į dvi, o į 5 ar 6 dalis, tuomet šie elementai jungiami užleidžiant vieną ant kito, panašiai kaip stogo čerpės.

Elementų sujungimo vietose įrengiamos elektros jungtys ir taip sutaupomas efektyvusis modulio plotas. Ši technologija leidžia iš mažiausio ploto išgauti didžiausią elektros generaciją. Tuo tarpu standartiniuose moduluose kontaktai montuojami ant priekinės modulio dalies, o tai mažina saulės modulių atsparumą tiek mechaniniam, tiek aplinkos poveikiui. Kadangi šiuose moduluose yra dar daugiau sekcijų nei standartiniuose ar pusiau perpjautuose, šie moduliai turi dar geresnį naudingumo koeficientą, esant šešėliui.

5.5 pav. PERC Shingled saulės moduliai

Dvigubo stiklo saulės moduliai. Standartiniai moduliai gaminami naudojant stiklą, plastiką arba specialią foliją. Dvigubo stiklo saulės moduliai yra iš abiejų pusių apsaugoti grūdintu stiklu. Tokie moduliai pradėti gaminti į pastatus integruotoms saulės elektrinių sistemoms, atsižvelgiant į tai, kad modulis turėtų būti ne tik energijos generacijos šaltinis, bet ir fasado elementas su atitinkamomis atsparumo charakteristikomis. Vis dėlto pastaruoju metu šie moduliai išpopuliarėjo montuojant ne tik integruotas, bet ir ant stogo saulės elektrines dėl siūlomų ilgesnių garantijų. Papildomas stiklas efektyviau apsaugo modulį nuo aplinkos cheminio, t. y. nuo amoniako ir druskos rūko, poveikio. Taip pat dvigubas grūdintas stiklas leidžia atlaikyti didesnes statines (sniego) apkrovas. Visa tai prailgina saulės modulio eksploataavimo laiką.



5.6 pav. Dvigubo stiklo saulės moduliai: 1 – aliuminio rėmas, 2 – paskirstymo dėžutė, 3 – galinis stiklas, 4 – apsauginis sluoksnis, 5 – fotoelektrinės celės, 6 – apsauginis sluoksnis, 7 – antirefleksinis stiklas

5.6. SAULĖS MODULIO GARANTIJA

Produkto garantija (angl. *product warranty*) yra taikoma modulio surinkimo metu naudojamoms medžiagoms ir darbui. Sutrikus modulio veikimui dėl gamybos metu naudojamų medžiagų ar darbo, modulio gamintojas įsipareigoja pašalinti defektą savo lėšomis arba pakeisti modulį.

Daugiau kaip 70 proc. didžiausių pasaulio fotovoltinių modulių gamintojų taiko 10–12 metų garantiją. Tačiau yra gamintojų, kurie suteikia 20, 25, o kartais net 30 metų garantiją. Garantijos terminas nurodo, kuriam laikotarpiui modulio gamintojas papildomai apdraudžia modulį dėl veikimo sutrikimų. Tai nereiškia, kad trumpesnę garantiją turintis modulis veiks trumpiau. Tiesa, toks draudimas dažnai daro įtaką ir galutinei modulio kainai.

Efektyvumo garantija (angl. *performance warranty*) reiškia gamintojo įsipareigojimą dėl saulės modulio efektyvumo mažėjimo, t. y. koku efektyvumu modulis veiks po tam tikro laiko tarpo. Dažniausiai gamintojai deklaruoja, kad po 20–25 metų moduliai veiks bent 80 proc. pirminio savo pajėgumo. Pavyzdžiui 310 W modulis po 25 metų išlaikys bent 248 W galingumą.

5.7. ĮTAMPOS KEITIKLIAI

Įtampos keitiklis (angl. *power inverter*) iš saulės modulių gaunamą nuolatinę elektros energiją transformuoja į kintamąją elektros energiją. Tai tarsi saulės elektrinės smegenys, kurios keičia srovę iš nuolatinės į kintamąją ir turi sistemos apsaugos funkcijų. Dėl keitiklio galime stebėti saulės elektrinės darbą tiek realiuoju laiku, tiek analizuoti gamybos istoriją per pasirinktus ankstesnius laikotarpius.



5.7 pav. Įtampos keitiklis

Įtampos keitikliai elektros įtampą pakelia iki vartotojui reikalingos (230 V). Yra keli pagrindiniai įtampos keitiklių tipai: jungiami į tinklą (angl. *on-grid*), autonominiai (angl. *off-grid*) ir hibridiniai (angl. *hibrid*).

Į tinklą jungiami įtampos keitikliai priklauso nuo tinklo įrangos. Tai yra paprasčiausi ir dažniausiai naudojami keitikliai. Saulės elektrinė generuoja elektrą, o keitiklis tiekia srovę į namus arba į elektros tinklus, kur elektra bus pasaugota, kol jos prireiks (naktį, žiemą, esant didesniai elektros suvartojimui). Tinkluose dingus elektrai, toks įtampos keitiklis dėl saugumo išsijungia, nes saulės elektrinės generuojama ir į tinklą tiekiamą 230 V elektra galėtų sužaloti darbininkus, remontuojančius tinklo įrangą.

Autonominiai įtampos keitikliai (angl. *off-grid*) veikia be elektros tinklo. Vietoje tinklo šie keitikliai jungiasi prie akumuliatorių ir veikia kartu su įkrovimo valdikliais. Įkrovimo valdiklis perduoda saulės modulių energiją į baterijas, o keitiklis iš baterijų energiją tiekia į namų tinklą. Šio tipo įtampos keitikliai naudojami, kai nėra elektros įvado iš skirstomųjų tinklų. Tokiu atveju, turint keitiklį, saulės modulis ir baterijas, galima turėti vadinamąją autonominę sistemą, kuri leis naudotis elektra atokiose vietovėse, kur nėra galimybės prisijungti prie elektros tinklų.

Hibridiniai įtampos keitikliai (angl. *hibrid*) yra universalūs. Juos galima jungti į sistemas, veikiančias tiek su tinklu, tiek ir be tinklo. Pavyzdžiui, kol baterijos ne iki galo įkrautos, energija nukreipiama joms krauti, o kai baterijos visiškai įkrautos, tada toks keitiklis perteklinę elektros energiją tiekia į tinklą, dingus elektrai tinkluose, užtikrina namų aprūpinimą elektra iš baterijų.

Yra daug skirtingų įtampos keitiklių. Jie skiriasi savo funkciniais ir techniniais parametrais, garantija, kaina. Keitiklio pasirinkimas priklauso nuo kelių faktorių, tačiau itin svarbu pasirinkti įtampos keitiklį, turintį tinkamus techninius parametrus, kurie atitiktų įsirengtos saulės elektrinės specifiką ir pasirinktus saulės modulis, nes tai lems optimalų elektrinės veikimą, patikimumą ir didžiausią efektyvumą.

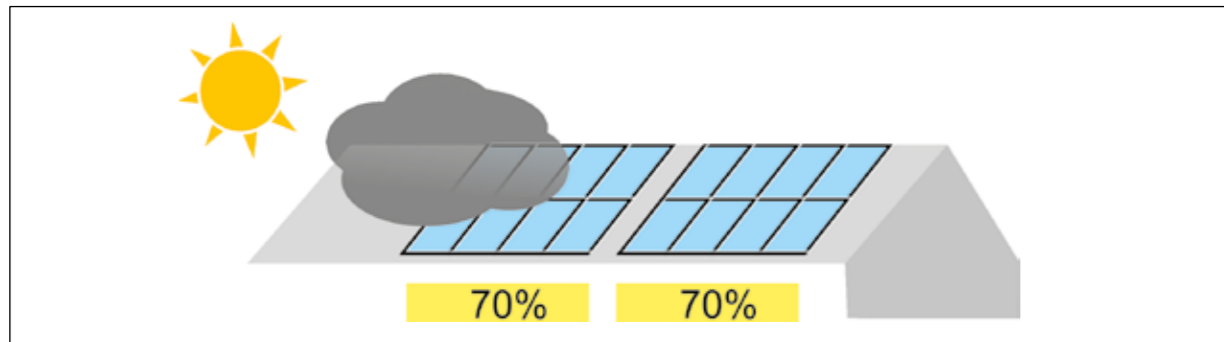
Rekomendacijos įrengiant įtampos keitiklį:

- įtampos keitiklio vietą parinkti kuo arčiau pagrindinio paskirstymo skydo, į kurį yra atvestas įvadinis kabelis iš KAS (komercinės apskaitos spintos) skydinės;
- parenkant įtampos keitiklio išėjimo kabelį, reikia įvertinti, kad įtampos kritimas negali viršyti 1 proc.;
- esant per didelei kompleksinei grandinės varžai, reikia atlikti matavimus kitame taške, arčiau elektros imtuvų. Jeigu matavimai bus geri, tai trūkumų yra elektros instaliacijoje tarp įtampos keitiklio ir matuojamo taško;
- jei prijungus įtampos keitiklį arti pagrindinio paskirstymo skydo kompleksinės varžos matavimai ir maksimalios saulės jėgainės galios skaičiavimai yra nepalankūs saulės jėginei įrengti, tai labai didelė tikimybė, kad problema yra energijos skirstymo operatoriaus pusėje;
- dažniausiai problemos vartotojo pusėje pasitaiko rangovui parinkus netinkamo skerspjūvio kabelį arba įtampos keitiklis prijungiamas šalia tarpinių paskirstymo skydų, pvz., garaže ar ūkiniame pastate, o ne prie pagrindinio paskirstymo skydo.

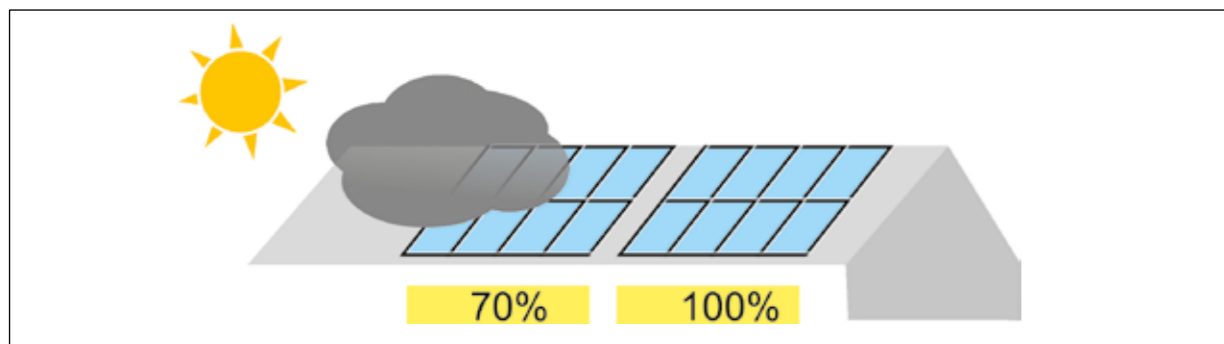
5.8. GALIOS OPTIMIZATORIAI

Jei saulės elektrinė įrengiama šešėliuotoje teritorijoje ar ant kelių stogo plokštumų, tai norint efektyvesnio jos veikimo reikia naudoti optimizatorius. Optimizatorius leidžia kiekvienam saulės moduliui elektrinėje veikti atskirai, t. y. jeigu vieno modulio gamyba dėl kažkokių priežasčių – šešėliavimo, sniego dangos ar pan. – yra sumažėjusi, tai nedaro įtakos kitų modulių energijos gamybai. Optimizatoriai prijungiami prie kiekvieno saulės modulio ar jų grupės, veikiančios vienodomis sąlygomis, individualiai.

Neoptimizuotoje elektrinėje moduliai yra jungiami į nuoseklią grandinę ir joje teka vienoda srovė. Jei grandinėje krenta srovė, tai sumažėja ir įtampa bei galia. Todėl tokioje grandinėje ant vieno modulio patekus šešėliui visa sistema generuos elektros energiją tokiu pajėgumu, kokį generuoja modulis šešėlyje – vartotojas praras dalį elektros energijos.



5.8 pav. Neoptimizuota saulės elektrinė



5.9 pav. Optimizuota saulės elektrinė

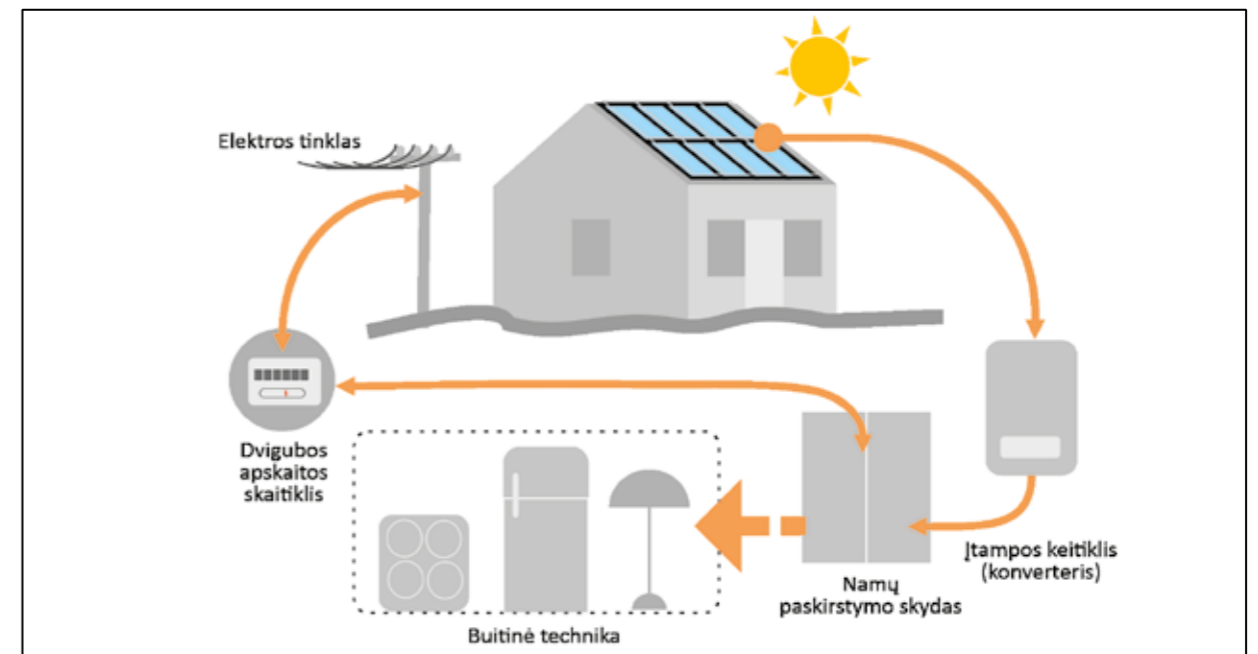
Optimizatoriai užtikrina kiekvieno modulio veikimą atskirai, jie padeda užkirsti kelią gamybos nuostoliams. Naudojant optimizatorius, prasčiausiai veikiantis modulis, ant kurio yra atsiradęs šešėlis, pažeistas jo paviršius, atsiradęs dulkių sluoksnis ar dėl kitų priežasčių sumažėjus jo gamybai, neturės įtakos visos saulės elektrinės efektyvumui.

Sistemoje, kurioje prijungti optimizatoriai, galima stebėti kiekvieno modulio veikimą atskirai, tad lengviau nustatyti galimus gedimus modulių grandinėje.

Kaip ir kiekvienas papildomas įrenginys elektros grandinėje, optimizatoriai sukuria papildomų nuostolių, todėl, nesant būtinybei, geriau jų nenaudoti.

5.9. SAULĖS JĖGAINĖS VEIKIMO PRINCIPAS

Tarpusavyje elektros jungtimis sujungti saulės moduliai, pritvirtinti specialiais laikikliais prie stogo arba ant specialus rėmo ant žemės, gamina nuolatinę elektros srovę, kurią prijungtas įtampos keitiklis keičia į kintamąją ir perduoda ją į vartotojo arba į energijos skirstymo operatoriaus tinklą. Įrengtas dvipusis skaitiklis registruoja elektros srovės kryptį – naudojama savo elektra ir perteklius perduodamas tinklams ar imama elektros energija iš energijos skirstymo operatoriaus tinklo. Pirmiausia elektra iš saulės elektrinės patenka į vartotojo tinklą ir patenkina jo prietaisų elektros poreikį. Esant nepakankamai elektros gamybai, jos trūkumas paimamas iš tinklo automatiškai.



5.10 pav. Saulės jėgainės veikimo principinė schema

Jeigu saulės elektrinė gamina daugiau negu tuo metu vartotojas panaudoja, į energijos skirstymo operatoriaus tinklą atiduodamas elektros perteklius, kurį galima susigrąžinti tamsiuoju paros metu ar šaltuoju metų laiku, atsiskaitant su elektros tiekėju pagal pasirinktą planą.

Lietuvoje įteisinta dvipusė apskaita leidžia elektrą pasaugoti tinkle. Įsirengus saulės elektrinę, tampa ne tik elektros vartotoju, bet ir gamintoju, kitaip – gaminančiu vartotoju.

Kadangi didžiąją dalį elektros saulės elektrinė pagamina pavasarį ir vasarą, visa nesuvartojama elektra keliauja į tinklą, kur yra apskaitoma dvipusės apskaitos skaitiklio. Pagamintas ir nesuvartotas elektros perteklius yra kaupiamas. Už sukauptą energijos perteklių galima gauti kompensacijas. Kompensacijos mokamos kas dvejus metus lyginiais metais, t. y. 2024 m., 2026 m. ir t. t.

Artimiausio kaupimo apskaitos laikotarpio pabaiga – 2024 m. kovo 31 d.

5.10. SAULĖS ELEKTRINĖS ANT ŽEMĖS IR ANT PLOKŠČIO STOGO

Saulės elektrinės ant žemės yra mažai priežiūros reikalaujantis objektas, taip pat ir 15–20 proc. investicijų grąžą galintis generuoti elektros įtaisas. Efektyviausiai veikia į pietus orientuota elektrinė. Turint galimybę plyname lauke laisvai įrengti elektrinę, modulius reikėtų nukreipti į pietus 35° kampu. Siekiant dar didesnio efektyvumo, saulės elektrinės montuojamos ant vienašės saulės sekimo sistemos. Saulės elektrinė, turinti dvipusius saulės modulius ir specialų paklotą šviesai atspindėti, gali generuoti 35 proc. daugiau elektros energijos už įprastą saulės elektrinę ant stogo.



5.11 pav. Saulės elektrinė ant stogo

Ant plokščių stogų įrengiant saulės modulius, dažniausiai jie statomi 18° kampu vien dėl to, kad nepūstų vėjas. Dažnu atveju ant plokščių stogų saulės moduliai statomi rytų arba vakarų kryptimi, nes tokia elektrinė sudaro galimybę daugiau sunaudoti elektros tiesiogiai – ji daugiau gamins elektrą jos suvartojimo metu.

Nors pietų kryptimi pastatyta saulės elektrinė per metus sugeneruos daugiau elektros energijos, bet užims daugiau vietos, nes dėl šešėliavimo reikės palikti apie 1,6 m tarpus tarp eilių. Įrengiant saulės elektrinę rytų ar vakarų kryptimi, tokių didelių tarpų tarp eilių nereikia. Tad, jeigu didžiausias elektros poreikis yra ryte arba vakare, o stogas nėra didelis, rekomenduotina rinktis rytų ar vakarų kryptimi pastatytą saulės elektrinę.

Jeigu stogas padengtas balta danga (skalda ar pan.), rekomenduojami dvipusiai saulės moduliai. Jie gali generuoti elektrą iš abiejų pusių. Toks modulis pagamina 5–10 proc. daugiau elektros energijos negu vienus.

5.11. TECHNINĖ PRIEŽIŪRA IR VALYMAS

Jei užtikrinamas tinkamas posvyrio kampas ($\geq 15^\circ$), modulių valyti nereikia, nes juos nuplauna lietus. Jei moduliai smarkiai užteršti, rekomenduojama juos plauti vandeniu be ploviklio, naudojant paviršių tausojančią priemonę, minkštą kempinę be šveistuko. Vengiant subraižyti paviršių, negalima naudoti kietų, šiurkščių valymo priemonių, nevalyti sausu būdu.

Rekomenduojama reguliariai atlikti apžiūrą ir patikrinti modulius:

- reikia reguliariai tikrinti, ar modulis nepažeistas ir nesudužęs stiklas;
- patikrinti, ar visos elektros jungtys gerai pritvirtintos ir nesurūdijusios;
- patikrinti, ar nepažeisti kabeliai;
- patikrinti, ar montavimo sistema patikimai pritvirtinta.

Dažniausios mažo energinio našumo priežastys yra:

- netinkamas arba neteisingas kabelių prijungimas;
- perdegę saugikliai arba suveikę galios jungikliai;
- modulius uždengiantys, pvz., medžių, elektros stulpų arba pastatų, šešėliai;
- kintamosios srovės keitiklio gedimas;
- netinkama techninė priežiūra ir valymas;
- purvas ant modulių;
- netinkamas modulių posvyrio kampas arba įrengimo kryptis.

5.12. REKOMENDACIJOS FOTOVOLTINIŲ MODULIŲ MONTAVIMUI IR ĮRENGIMUI

- Užtikrinant saugumą ir produkto naudojimo ilgaamžiškumą, projektuojant fotovoltinių modulių sistemą, būtina įvertinti vietos aplinkos sąlygas, vėjo ir sniego apkrovas, temperatūrą.
- Negalima nuosekliai jungti skirtingai orientuotų fotovoltinių modulių į vieną elektrinę grandinę. Reikalavimas negalioja naudojant optimizatorius.
- Jei sistemą sudaro skirtingų fotovoltinių modulių kiekius turinčios elektrinės grandinės, negalima jų jungti į skirtingus vieno MPPT (didžiausios galios taško stebėjimas, angl. *Maximum Power Point Tracking*) įėjimus. Reikalavimas negalioja naudojant optimizatorius.
- Nuosekliai jungti galima tik vienodus elektrinius parametrus turinčius fotovoltinius modulius. Reikalavimas negalioja naudojant optimizatorius.
- Inverteris privalo turėti nuolatinės srovės kirtiklį, jei ne – rekomenduojama kirtiklį įsirengti papildomai.
- Negalima leisti skirtingiems metalams liestis vienas su kitu. Galvaninei korozijai pašalinti reikia naudoti bimetalinį arba plastikinį separatorių.
- Būtina įrengti viršįtampių ribotuvus ir nuolatinės, ir kintamosios srovės dalyse.
- Būtina įžeminti fotovoltinius modulius.
- Būtina įrengti žaibosaugos sistemą saulės elektrinėje.
- Siekiant generacijos efektyvumo, reikia užtikrinti gerą modulių vėdinimą, optimizuoti jungiamųjų kabelių ilgį, įvertinti šešėliavimo įtaką.

5.13. FOTOVOLTINIŲ ELEKTRINIŲ ĮRENGIMO TECHNINĖS SPECIFIKACIJOS PAVYZDYS

Reikalavimai fotovoltiniams (FV) moduliams

Kiekvienas FV modulis turi būti 250 Wp (STC) ar didesnės nominalios galios, polikristalinio ar monokristalinio silicio.

Perduodant pirkėjui modulius, turi būti pateikta kiekvieno modulio saulės imitavimo testo ataskaita (su išmatuotais kiekvieno modulio elektriniais parametrais) ir elektroliuminescencinė nuotrauka, kur:

- išmatuoti elektriniai modulio parametrai neturi būti daugiau nei 3 proc. mažesni, nei modulio parametruose nurodyta nominali modulio galia;
- išmatuotas užpildo faktorius ne mažiau kaip 0,75;
- modulių efektyvumas ne mažiau kaip 15,6 proc. (rekomenduojama pasirinkti savarankiškai);
- saulės kolektorių modulių darbinė temperatūra ne mažiau kaip nuo -40°C iki $+85^\circ\text{C}$.

Visi moduliai turi būti vienodi (vienodų elektrinių parametrų, vienodo tipo celių medžiagos).

Kiekvienas PV modulis turi turėti diodus, kurie leidžia sumažinti galios kritimą dėl krentančio ant modulio šešėlio.

PV moduliai privalo turėti pakankamą apsaugą nuo aplinkos poveikio (bent IP65), užtikrintą visai modulio gyvavimo trukmei. PV modulių atsparumas apkrovoms ne mažesnis nei apskaičiuotas pagal STR 2.05.04:2003 „Poveikiai ir apkrovos“.

Kiekvienas modulis turi turėti aiškias ir ilgalaikes etiketes, kuriose būtų nurodyta bent gamintojo pavadinimas, modulio tipas, serijos numeris, didžiausia sistemos įtampa, nominalios galios tolerancija, srovė ir įtampa, esant maksimaliam galios taškui, atviros grandinės įtampa ir trumpos grandinės srovė.

Modulių apsaugos nuo aplinkos poveikio klasė – bent IP65. Moduliai turi atitikti II saugos klasę.

Moduliai privalo turėti bent 10 metų gamintojo garantiją. Moduliai turi generuoti ne mažiau kaip 90 proc. galios po 10 metų ir ne mažiau kaip 80 proc. nuo maksimalios gamintojo nurodytos galios po 25 metų.

Reikalavimai srovės keitikliams

Privalo turėti bent IP65 apsaugos klasę.

Turėti bent 10 metų garantiją.

Turėti bent 97 proc. maksimalaus efektyvumo parametro reikšmę.

Turėti nuotolinės stebėsenos galimybę, pvz., modulių kontūro saugiklio ar gedimo aptikimą.

Privalo turėti vidinę galimybę (arba jungtį, prie kurios galima būtų prijungti tą galimybę užtikrinančią įrangą) stebimus parametrus pateikti internete, naudojant standartinę, įprastą tinklo įrangą.

Privalo turėti galimybę automatiškai valdyti elektros energijos gamybą priklausomai nuo momentinio vartojimo.

Turėti galimybę prijungti bent dvi atskiras maksimalios galios taško sekimo modulių kontūrų grupes (bent du maksimalios galios taško sekimo jėjiniai).

Modulių tvirtinimo (montavimo) sistema

Modulių tvirtinimo sistema (profiliai, tvirtinimo ir sujungimo elementai, kt.) privalo būti pagaminta iš nerūdijančio plieno, aliuminio ar kitos ilgalaikės, panašų elektrinį laidumą ir ilgaamžiškumą užtikrinančios medžiagos.

Jei būtinas įsiskverbimas į stogo dangą, ją privaloma tinkamai izoliuoti, kad būtų užtikrinta ilgalaikė ir efektyvi apsauga nuo aplinkos poveikio.

Jei planuojama montavimo sistema, turinti balastus, privalo būti įvertintas stogo konstrukcijų gebėjimas atlaikyti papildomas apkrovas.

Modulių tvirtinimo sistema privalo būti suprojektuota ir įrengta siekiant optimalaus stogo ploto panaudojimo, tačiau neaukojant generuojamos galios.

Sistema turi būti suprojektuota taip, kad būtų užtikrinta galimybė lengvai pakeisti modulius ar kitą PV sistemos įrangą.

Modulių posvyrio kampas ir orientacija pasaulio šalių atžvilgiu privalo sudaryti galimybes maksimaliam energijos generavimui, atsižvelgiant į konkrečią situaciją.

Reikalavimai kitai įrangai

Turi būti įrengtos srovės keitiklio, modulių ir montavimo sistemų įžeminimo sistemos.

Kabeliai privalo užtikrinti minimalų įtampos kritimą.

FV sistema turi būti aprūpinta visais būtinais išjungikliais, kad būtų užtikrintas saugus remontas ir eksploatacija.

Stebėjimo sistemos duomenys turi būti pateikiami internete realiu laiku (galimas vėlavimas iki 5 val.).

Įranga turi užtikrinti saugų, ilgalaikį, efektyvų, patikimą sistemos veikimą.

Kiti reikalavimai

Moduliai turi būti sertifikuoti CE: atitikti ES Žemos įtampos direktyvos (2006/95/EC) ir Elektromagnetinio suderinamumo direktyvos reikalavimus (2004/108/EB).

Privaloma įrengti visą atitinkamų reikalavimų įrangą, kad būtų užtikrintas sklandus perdavimas višoms įstatymais ar kitais teisės aktais numatytiems kontroliuojančioms institucijoms, inspekcijoms.

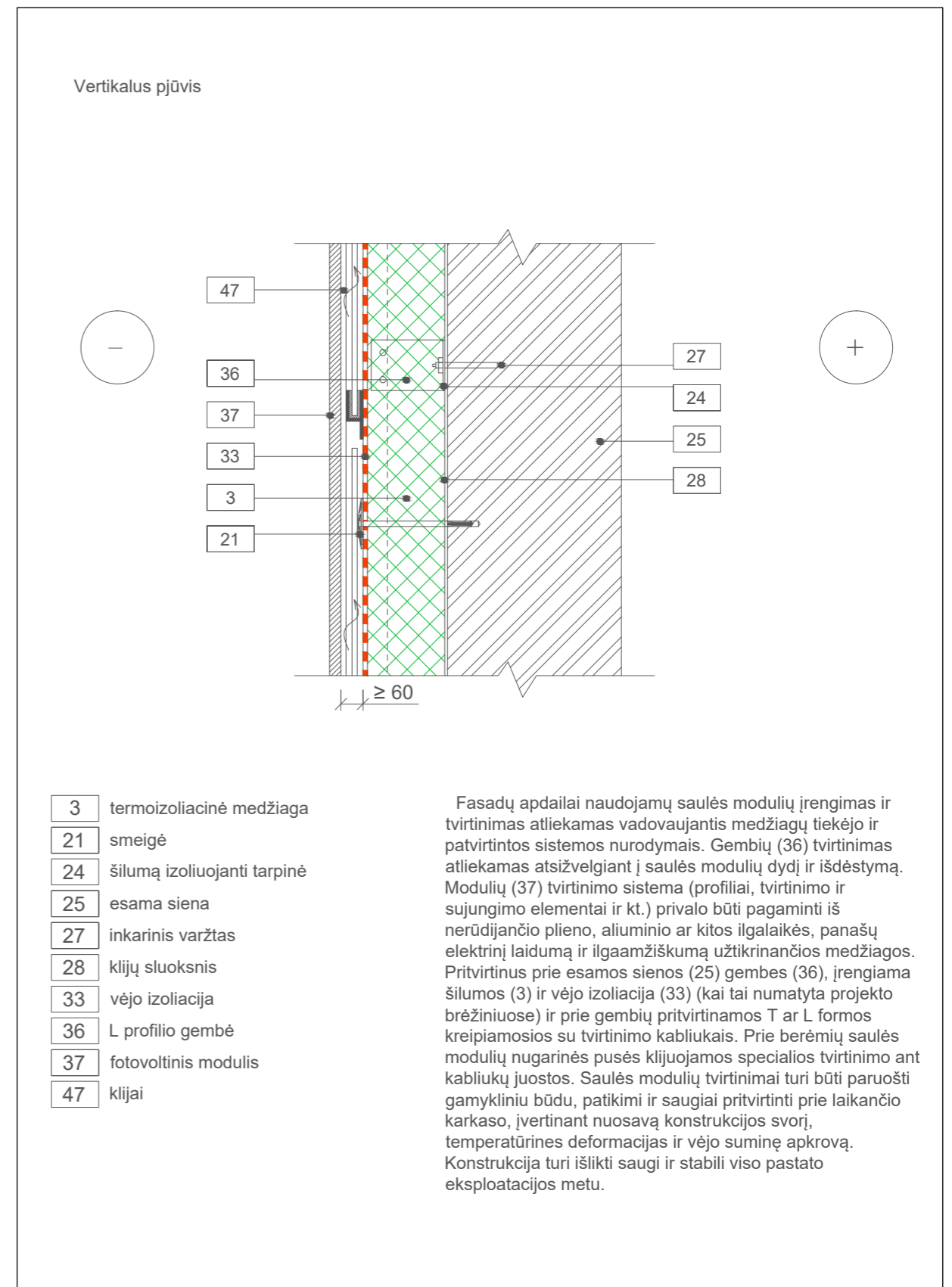
Visa diegiama įranga turi atitikti Lietuvoje galiojančius elektros skirstomojo tinklo operatoriaus reikalavimus, Statybos techninio reglamento rekomendacijas, kitus teisės aktus ir rekomendacijas, susijusius su šios įrangos diegimu.

Įranga turi atitikti šių tarptautinių standartų rekomendacijas:

- IEC 61730: *Safety qualification testing*;
- IEC 61215: *Crystalline Silicon PV Modules qualification*.

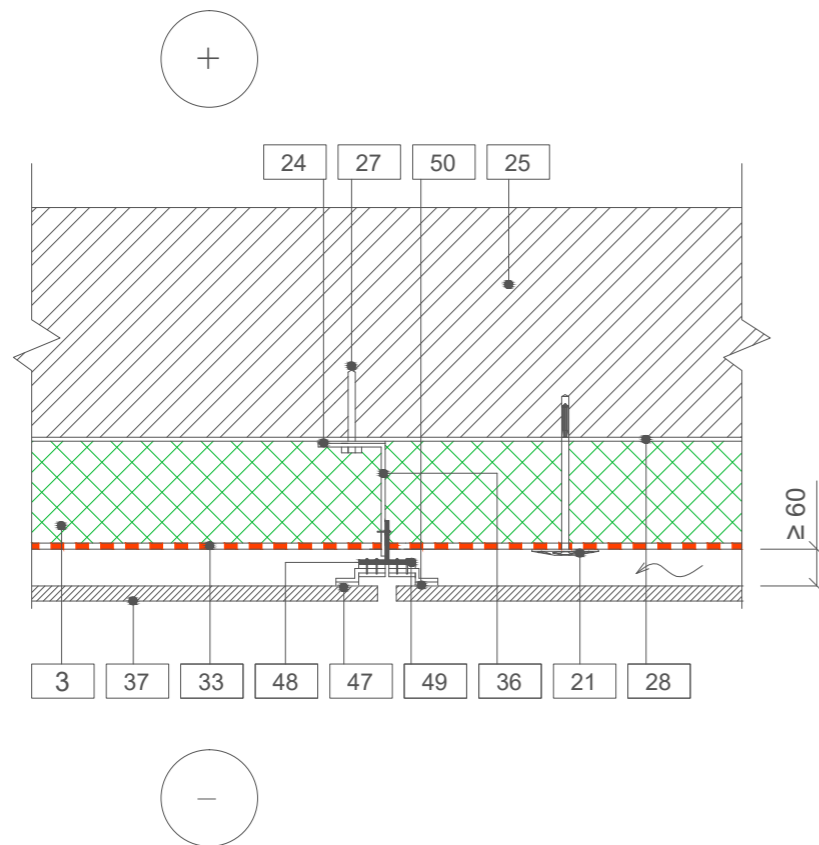
5.14. BRĖŽINIAI

- FM 01 – Fasado apšiltinimo vėdinama sistema su FV moduliais. Vertikalus pjūvis



• FM 02 – Fasado apšiltinimo vėdinama sistema su FV moduliais. Horizontalus pjūvis

Horizontalus pjūvis

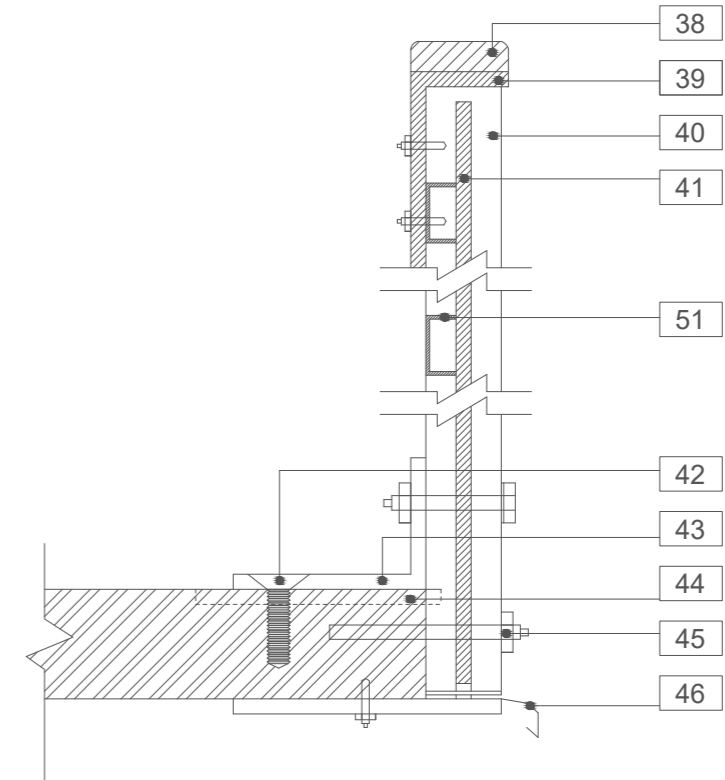


- 3 termoizoliacinė medžiaga
- 21 smeigė
- 24 šilumą izoliuojanti tarpinė
- 25 esama siena
- 27 inkarinis varžtas
- 28 klijų sluoksnis
- 33 vėjo izoliacija
- 36 L profilio gembė
- 37 fotovoltinis modulis
- 47 klijai
- 48 tvirtinimo kabliukas
- 49 L arba T skerspjūvio profiliuotis
- 50 tvirtinimo juostos

Fasadų apdailai naudojamų saulės modulių įrengimas ir tvirtinimas atliekamas vadovaujantis medžiagų tiekėjo ir patvirtintos sistemos nurodymais. Gembių (36) tvirtinimas atliekamas atsižvelgiant į saulės modulių dydį ir išdėstymą. Modulių tvirtinimo sistema (profiliai, tvirtinimo ir sujungimo elementai ir kt.) privalo būti pagaminti iš nerūdijančio plieno, aliuminio ar kitos ilgalaikės, panašų elektrinį laidumą ir ilgaamžiškumą užtikrinančios medžiagos. Pritvirtinus prie esamos sienos (25) gembes (36), įrengiama šilumos (3) ir vėjo izoliacija (33) (kai tai numatyta projekto brėžiniuose) ir prie gembių pritvirtinamos T ar L formos kreipiamosios (49) su tvirtinimo kabliukais (48). Prie berėmių saulės modulių (37) nugarinės pusės klijuojamos specialios tvirtinimo ant kabliukų juostos. Saulės modulių tvirtinimai turi būti paruošti gamykliniu būdu, patikimi ir saugiai pritvirtinti prie laikančio karkaso, įvertinant nuosavą konstrukcijos svorį, temperatūrinės deformacijas ir vėjo suminę apkrovą. Konstrukcija turi išlikti saugi ir stabili viso pastato eksploatacijos metu.

• FM 03 – Balkono aptvaro įrengimas iš FV modulių

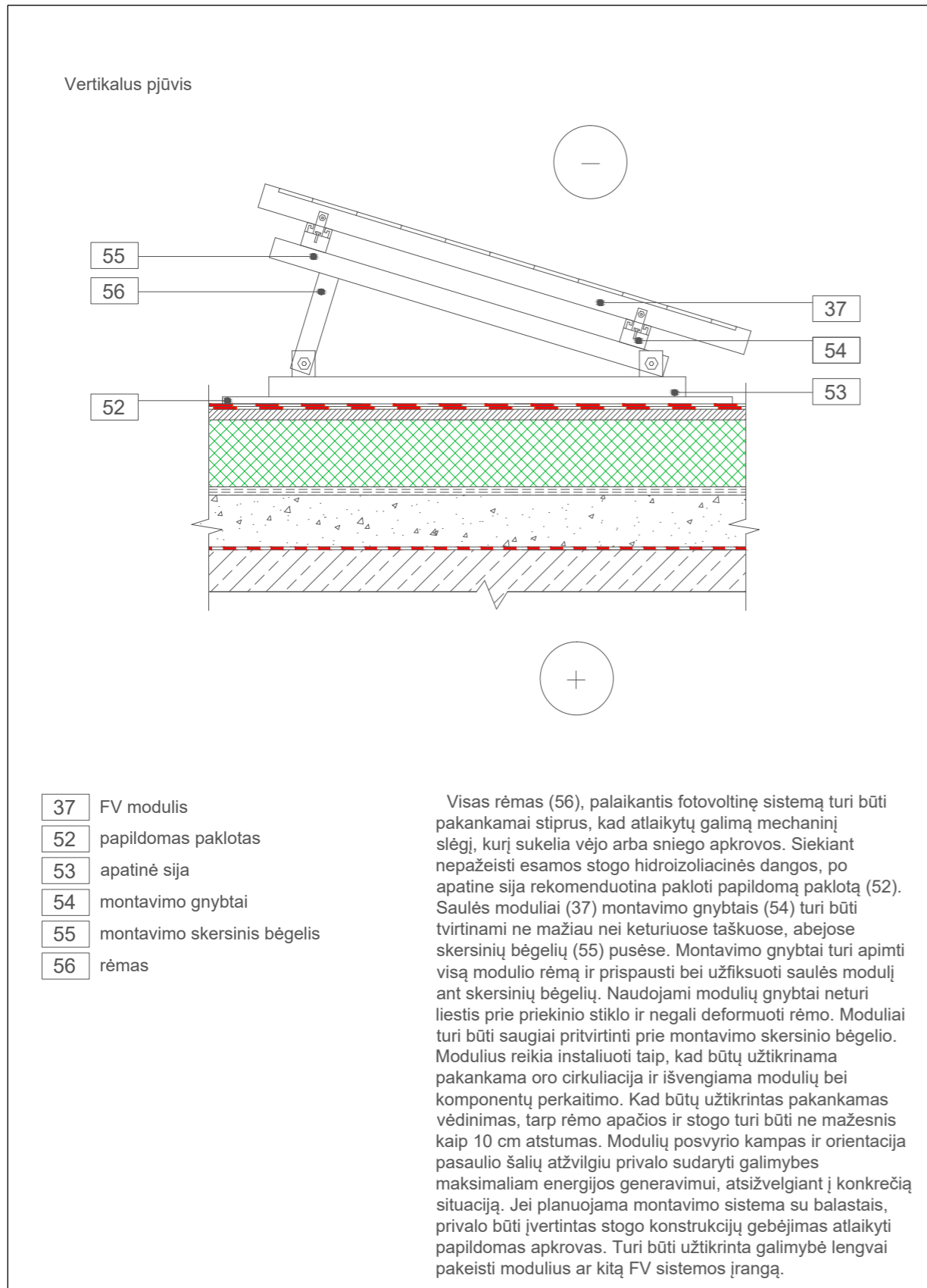
Vertikalus pjūvis



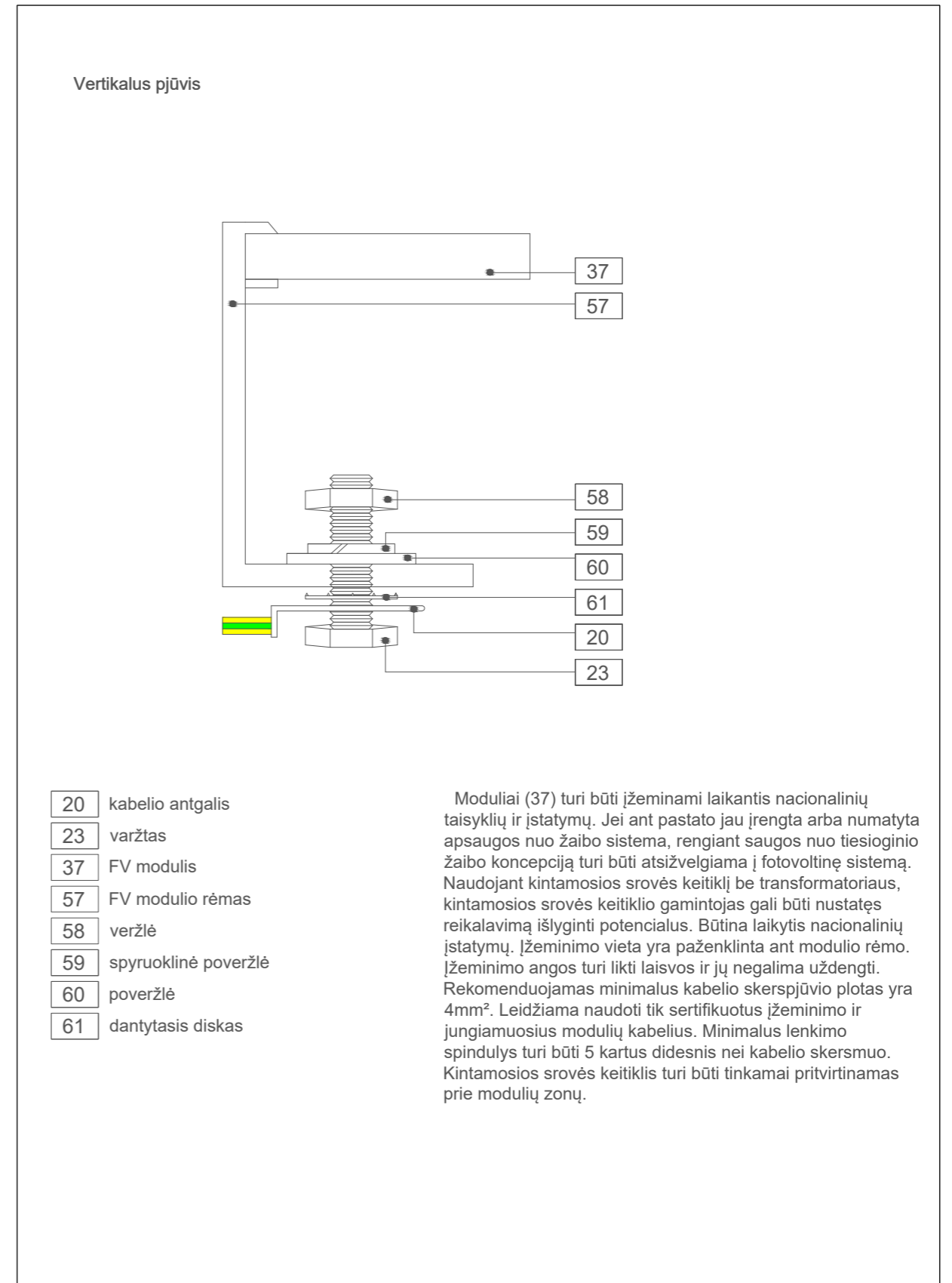
- 38 porankis
- 39 aliuminio kampuočio L
- 40 aliuminio kolona
- 41 saulės modulis
- 42 ankerinis varžtas
- 43 aliuminio L profiliuotis
- 44 drenažinis vamzdelis
- 45 cheminis ankeris
- 46 cinkuotas dažytas skardos lankstinys
- 51 balkono aptvaro kampuočio

Balkonų aptvarų įrengimui naudojamų saulės modulių (41) įrengimas ir tvirtinimas atliekamas vadovaujantis medžiagų tiekėjo ir patvirtintos sistemos nurodymais. Saulės modulių dydis ir išdėstymas parenkamas atsižvelgiant į balkonų aptvaro dydį ir konstruktyvą. Modulių tvirtinimo sistema (profiliai, tvirtinimo ir sujungimo elementai ir kt.) privalo būti pagaminti iš nerūdijančio plieno, aliuminio ar kitos ilgalaikės, panašų elektrinį laidumą ir ilgaamžiškumą užtikrinančios medžiagos. Esant neįstikliniems, atviriems balkonams būtina įrengti vandens drenažą nuo balkonų plokščių. Balkonų ir lodžių aptvarų aukštis – ne mažesnis kaip 1,1 m nuo balkonų ir lodžių aikštelių grindų dangos paviršiaus (STR 2.02.01:2004 „Gyvenamieji pastatai“, 225.6 p.).

• FM 04 – FV modulių montavimas ant sutapdinto stogo dangos



• FM 05 – FV modulių įžeminimas



6. NUTOLUSIOS SAULĖS ELEKTRINĖS

6.1. GAMINANTYS VARTOTOJAI

Gaminantys vartotojai – tai savarankiškai elektros energija apsirūpinantys asmenys, kurie gamina ir naudoja elektros energiją iš atsinaujinančių energijos šaltinių asmeniniams ir ūkio poreikiams tenkinti [36]. Tokie vartotojai skirstomi į:

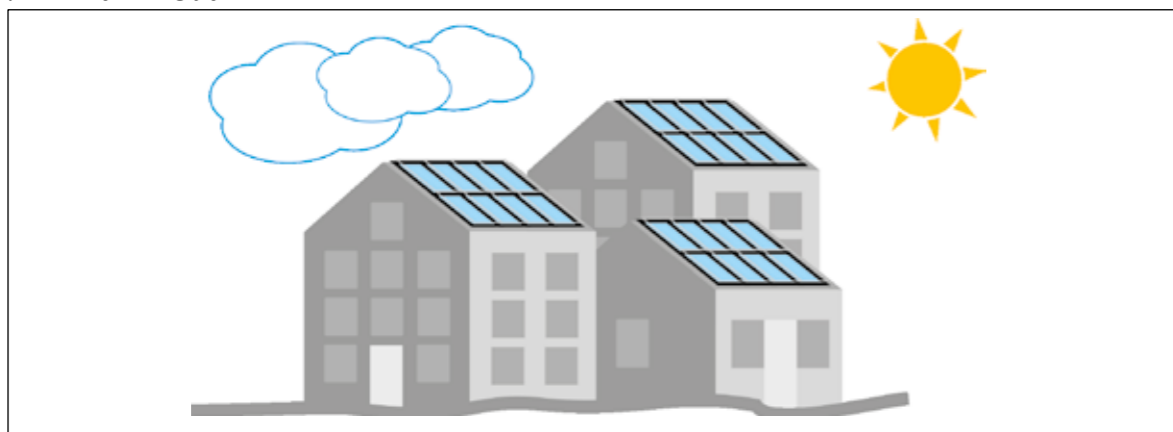
- gaminančius vartotojus – tai vartotojai, kurių elektros gamybos ir vartojimo šaltiniai yra tame pačiame geografiniame taške, pavyzdžiui, ant namo stogo įrengta saulės elektrinė. Gaminantys vartotojai vartoja elektrą, kuri yra iš karto sunaudojama, nėra apskaitoma – ji nieko nekainuoja;
- nutolusius gaminančius vartotojus – tai vartotojai, kurių elektros gamybos ir vartojimo šaltiniai yra skirtinguose geografiniuose taškuose, pavyzdžiui, nutolusioje saulės elektrinėje, saulės parke. Nutolę gaminantys vartotojai visą pagamintą elektros energiją pirmiausia patiekia į skirstomuosius tinklus, kuriuose ji saugoma ir tik tada ją naudoja [37].

Tiek saulės elektrinės, tiek saulės parkai yra tą pačią funkciją atliekantys įrenginiai. Jų komponentai yra beveik identiški. Skiriasi šios jėgainės tik prijungimu į tinklą ir momentiniu elektros energijos vartojimu.

Tam, kad ESO galėtų teisingai apskaityti duomenis, o nepriklausomas elektros tiekėjas teisingai suformuoti sąskaitas, gaminantiems ir nutolusiems gaminantiems vartotojams įdiegiamas (jei dar neįdiegtas) dvipusis ESO skaitiklis, kuris [37]:

- kiekvieną mėnesį fiksuoja pagamintos ir į tinklą patiektos bei iš tinklo suvartotos (paimtos) elektros energijos kiekio balansą;
- kiekvieną mėnesį pagamintos ir nesunaudotos elektros energijos kiekis yra patiekiamas į tinklus ir ten kaupiamas;
- jei vartotojui trūksta gaminamos elektros energijos, trūkumą jis nusiperka standartinėmis sąlygomis, kurias yra suderinęs su savo pasirinktu nepriklausomu elektros energijos tiekėju.

Gaminantis vartotojas gali būti tiek fizinis, tiek juridinis asmuo. Jis, įsirengęs saulės elektrinę, kuri yra prijungiama tiesiai į objekto įvadą (gali būti ant stogo ar ant žemės), elektrą gamina ir vartoja toje pačioje vietoje, kur yra įrengtas skaitiklis, apskaitantis tiek paimtą, tiek į tinklus patiektą energiją.



6.1 pav. Gaminančio vartotojo saulės jėgainė

Apskaita yra vykdoma kiekvieną mėnesį. Per mėnesį pagaminus elektros daugiau, negu suvartojama, likutis perkeliamas į kitą mėnesį. Jei elektros energijos tą mėnesį pasigaminama per mažai, vartotojas naudoja sukauptą rezervą arba perka trūkstamą elektros energiją įprasta tvarka iš tiekėjo. Gaminančio vartotojo pagaminta elektra nėra apskaitoma, jei ji yra sunaudojama iš karto – jam ji nieko nekainuoja, tačiau pagamintas elektros energijos perteklius yra atiduodamas į ESO tinklus pasaugoti už numatytą saugojimo įkainį. Todėl galutinė sąskaita ir saulės elektrinės atsipirkimo laikas priklauso nuo elektros vartojimo įpročių.

Gaminantiems vartotojams ESO taiko kitokius tarifus. Šie tarifai yra atnaujinami vieną kartą per 12 mėnesių, t. y. nuo kiekvienų metų sausio 1 d. Gaminantys vartotojai gali pasirinkti vieną iš šių elektros planų:

- atsiskaitymas už atgautą energijos kiekį, Eur už kWh;
- atsiskaitymas už leistiną generuoti elektrinės galią, Eur už kW per mėn.;
- atsiskaitymas kilovatvalandėmis, kiekiu pagal procentus.

Pasirinktą atsiskaitymo būdą galima keisti vieną kartą per metus, todėl svarbu pasirinkti teisingą ESO planą.

Saulės elektrinė ant daugiabučio namo stogo gali būti įrengiama šiems tikslams [37]:

- daugiabučio namo bendrų reikmių elektros energijos poreikiams dengti;
- visų arba dalies butų elektros energijos poreikiams dengti;
- vieno buto elektros energijos poreikiams dengti.

Norint įsirengti saulės elektrinę ant daugiabučio namo, daugiabučio namo gyventojų bendrųjų reikmių (pvz., lifto, laiptinės ir kitų bendrų patalpų apšvietimo, šilumos ir t. t.) poreikiams dengti, bendrųjų reikmių objekto savininkas ESO teikia paraišką tapti gaminančiu vartotoju [38].

Jei yra pageidavimas įsirengti saulės elektrinę ant daugiabučio namo visų ar dalies daugiabučio namo butų elektros energijos poreikiams dengti, daugiabučio namo gyventojų įgaliotas asmuo (arba atsinaujinančių išteklių energijos bendrijos atstovas, jei tokia bendrija įsteigta) ESO teikia paraišką gauti išankstines prijungimo sąlygas, kaip elektrinės nutolusiems gaminantiems vartotojams atveju. Jei saulės elektrinė jungiama į bendrų reikmių įvadą, paraišką ESO teikia bendrų reikmių objekto savininkas [37].

Pagal tarpusavio susitarimą įrengta elektrinės galia kW išdalijama gyventojams. Gyventojai, kuriems priskiriama saulės elektrinės dalis kW, tampa nutolusiais gaminančiais vartotojais ir jiems įrengiama išmanioji apskaita.

Įsirengti saulės elektrinę ant daugiabučio namo savo reikmėms, gavęs iš kaimynų sutikimą, gali ir atskiras daugiabučio namo gyventojas. Tokiu atveju įrengta saulės elektrinė prijungiama į buto vidaus tinklą ir buto įvado objektas tampa gaminančiu vartotoju. Butui įrengiama išmanioji apskaita (jei tokia apskaita dar nebuvo įrengta).

Saulės elektrinės įrenginys yra montuojamas ant objekto stogo ar šalia jo, ant žemės, todėl visa projekto priežiūros atsakomybė tenka vartotojui.

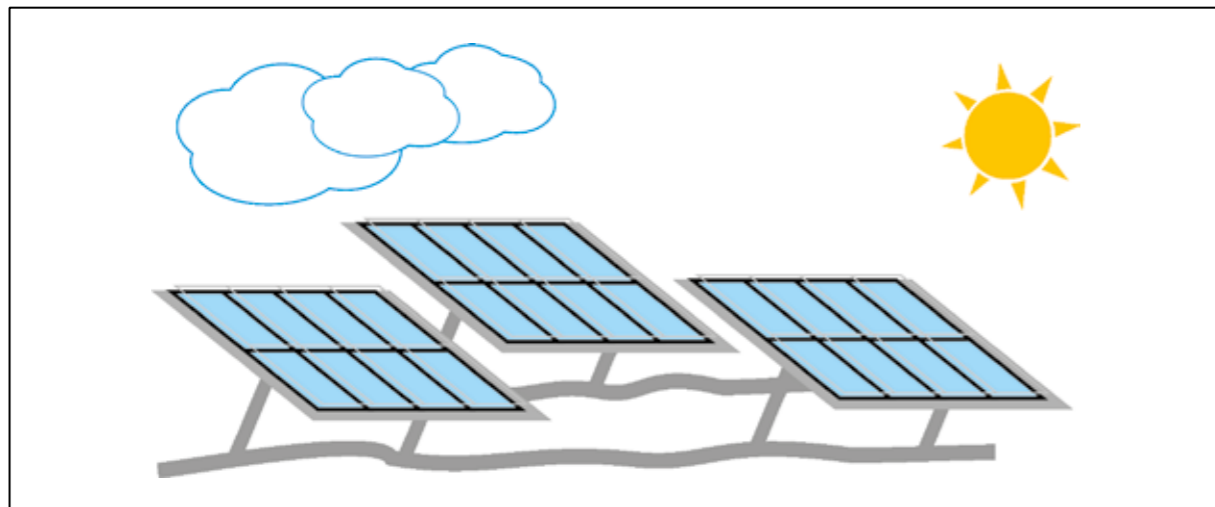
6.2. SAULĖS ELEKTRINIŲ ĮSIRENGIMO PROCESAS

- Pasirinkti rangovą – tai viena svarbiausių proceso dalių. Svarbu darbus ir įrangą įsigyti iš to paties tiekėjo, kuris turi pakankamą patirtį ir suteikia ilgas garantijas įrangai bei montavimo darbams.
- Patikrinti saulės elektrinės prijungimo prie tinklo galimybes. Tam tikslui reikia pateikti gaminančio vartotojo paraišką (prašymą prijungimo sąlygoms išduoti) ESO savitarneje.
- Pasirašyti sutartį su pasirinktu rangovu ir rezervuoti įrangą. Sutartyje turi būti nurodomos garantijos, garantinių gedimų tvarkymo terminai, elektrinės įrengimo terminas ir sankcijos jo nesilaikant.

- Pasirašyti prijungimo sąlygų sutartį. Įvertinęs gaminančio vartotojo prašymą, ESO išduoda prijungimo sąlygas, kurios galioja 90 kalendorinių dienų, o jas pasirašius ar patvirtinus, elektrinę privaloma įsirengti per 9 mėn. Todėl rekomenduotina pasirašyti prijungimo sąlygas tik tuomet, kai jau bus pasirašyta sutartis su rangovu ir bus žinoma tiksli montavimo data.
- Įrangos montavimas, dokumentacijos parengimas.
- Elektrinės testavimo procedūros, perdavimo–priėmimo aktas. Juo užfiksuojama, kad saulės elektrinės projektas buvo sumontuotas ir perduotas.
 - Rangovo deklaracija, kuri patvirtina, kad saulės elektrinės projektas įrengtas kokybiškai, įranga išbandyta ir atitinka Elektros įrenginių įrengimo taisyklių reikalavimus. Šią deklaraciją rangovas pateikia ESO atskirai.
 - Dvipusio skaitiklio pakeitimas. Po rangovo deklaracijos įvertinimo, ESO per 5 darbo dienas atvyksta į kliento objektą ir pakeičia esamą elektros skaitiklį į dvipusį.
 - Gaminančio vartotojo sutartis. Tapdamas gaminančiu vartotoju, klientas gali rinktis iš 3 atsiskaitymo būdų už pasinaudojimą tinklais saugomai elektros energijai. Jei šiuo metu objekte elektros energija yra tiekiamą – nieko papildomai pasirašyti nereikia, pradeda galioti gaminančio vartotojo tipinės sąlygos [39].
 - Sutartis su nepriklausomu elektros tiekėju. Jei objekte elektros energija dar nėra tiekiamą – reikia sudaryti elektros energijos tiekimo sutartį su nepriklausomu elektros energijos tiekėju ir pasirašyti gaminančio vartotojo sutartį [39].

6.3. NUTOLUSIOS SAULĖS ELEKTRINĖS, SAULĖS PARKAI

Nutolusiu gaminančiu vartotoju gali būti tiek fizinis, tiek juridinis asmuo, vartojantis per atstumą saulės jėgainėje pagamintą elektros energiją. Nutolusios elektrinės gali būti greta esančiame sklype ar net kitame šalies regione.



6.2 pav. Nutolusio gaminančio vartotojo saulės jėgainė

Nutolusių vartotojų pagaminta elektros energija patenka į skirstomuosius tinklus pasaugoti, o vėliau iš ten ji paimama vartoti.

Nutolęs vartotojas yra apmokestinamas už elektros tinklų naudojimą, tačiau visa kita apskaita yra vykdoma taip pat, kaip ir įprastam gaminančiam vartotojui. Elektros energijos kiekio apskaita yra vykdoma atskirai kiekviename objekte, todėl vienas vartotojas gali naudoti tik iš anksto išdalytą ir objektui priskirtą elektrinės sugeneruotą energiją [40].

Įsirengus nutolusią saulės elektrinę ir naudojant jos pagamintą energiją, vartotojai ilgainiui gauna didelę investicijų grąžą: sumažėja elektros energijos sąskaitos ir priežiūros išlaidos, gyvenamoji aplinka tampa švaresnė. Šių elektrinių įrengimas sumažina aplinkos žaliavų švaistymą, taip mažinamas anglies dvideginio kiekis, kuris prisideda prie visuotinio atšilimo, pritaikomos naudoti apleistos žemės.

Visa tai prisideda prie saugesnės aplinkos, padidina kiekvieno vartotojo nepriklausomybę nuo pagrindinio elektros tiekėjo. Nutolusių saulės elektrinių savininkai ar klientai yra apsaugoti nuo svyruojančių energijos kainų ir yra užtikrinti stabilia energija, kuri nepriklauso nuo ribotų išteklių. Esamos finansavimo paskatos sumažina ne tik saulės kolektorių gamybos išlaidas, bet ir saulės elektrinių įsirengimo sąnaudas.

Nutolusios saulės elektrinės yra kiekvienam pasiekiamą atsinaujinančių išteklių energijos alternatyva. Jos suteikia galimybę naudotis atsinaujinančia energija ir daugiabučių ar individualių namų gyventojams, kurie negali įsirengti saulės modulių ant stogo, savo sklype ar valdose. Nutolusioms elektrinėms dažniausiai parenkamos vietos, kur elektros generacija yra optimaliausia. Jas įrengti galima lauke, žemės sklype, ant sandėlio stogo ar kitokioje vietoje.

Dėl masto ekonomijos nuotolinės saulės elektrinės gali pateikti rinkai konkurencingas elektros energijos kainas. Jų priežiūra rūpinasi elektrinės valdytojai.

Nutolusioje saulės elektrinėje visa elektros energija keliauja į tinklą, kuriame ji yra saugoma, nėra momentinio suvartojimo. Jeigu saulės parko sugeneruotas ir klientui pateiktas elektros energijos kiekis yra didesnis, nei klientas suvartoja, visas perteklinis kiekis lieka ESO tinkle ir gali būti sunaudotas kitą mėnesį. Svarbu paminėti tai, kad sugeneruotas elektros energijos kiekis yra priskiriamas proporcingai, pagal iš anksto nustatytą galią, ir negali būti perkeliamas iš vieno objekto į kitą [41].

Nutolusią saulės elektrinę galima įsirengti ir savo sodyboje, jos pagamintą elektros energiją galėsite vartoti kitame mieste esančiame bute. Pagaminta elektros energija perduodama į tinklą, kuriame ji paskirstoma pasaugojimui ar vartojimui kituose turimuose objektuose.

Tokiai nuosavai nutolusiai saulės elektrinei įsirengti būtinos sąlygos:

- asmuo turi būti abiejų objektų savininkas;
- priskirta galia negali viršyti leistinos įvado galios;
- prie objekto gali būti priskirta tik viena saulės elektrinė.

Kitas alternatyvus būdas tapti nutolusiu gaminančiu vartotoju yra įsigyti iš vystytojų dalį nutolusios saulės elektrinės, vadinamos saulės parku. Proporcinei pagal vartotojo išsipirktą elektrinės galią jam yra priskiriama kilovatvalandžių (kWh) dalis nuo viso nutolusios saulės elektrinės į tinklą pateikto elektros energijos kiekio [42]. Pavyzdžiui, jei gyventojas įsigijo 5 kilovatų (kW) dydžio elektrinę 1 000 kW saulės parke, jam priklauso 0,5 proc. elektrinės ir 0,5 proc. visos saulės parke pagamintos elektros energijos.

Įsigijus dalį saulės parko, nereikia atlikti daugelio papildomų veiksmų: nereikės gauti prijungimo sąlygų, rūpintis tinklo techninių parametrų matavimu ir didinti įvado į namus galios, nereikės ieškoti elektrinės montavimo darbų rangovo. Tai gera alternatyva tiems, kurių namo stogas yra šešėliuotas ar kitaip nėra tinkamas įrengti saulės elektrinę.

Saulės parką sudaro daugybė saulės modulių, kurie generuodami didelę galią gali patenkinti iki kelių tūkstančių buitinių vartotojų elektros energijos poreikį arba generuoti pakankamą elektros energijos kiekį vidutinio dydžio įmonėms. Saulės parkas gali būti sumontuojamas bet kurioje Lietuvos vietoje. Galima įsigyti vartotojo poreikiams reikalingą elektrinės dalį ir taip tapti gaminančiu vartotoju, nepriklausomai nuo gyvenamosios vietos – atsinaujinanti elektros energija atkeliauja į kiekvienus namus įprastu būdu. Šių didelių saulės elektrinių savininkai, išsipirkę atitinkamą jos dalį, proporcingai pasidalija tarpusavyje parko generuojamą galią. Tokiu būdu tapus gaminančiu vartotoju, elektra gaminama nuotoliniu būdu saulės parko dalyje. O vietoje, kur bus vartojama ši pasigaminta žaliąji energija, ESO pakeis apskaitos prietaisą į dvipusį.

Saulės parko elektrinėse visa gaminama elektros energija yra perduodama į tinklą, t. y. šioje tiekimo scheme yra eliminuojamas momentinis gaminamos elektros energijos vartojimas. Tuo jos skiriasi nuo integruojamų saulės elektrinių ant vartotojo stogo ar šalia objekto.

Svarstant, kokią dalį nuotolinės saulės elektrinės įsigyti, pirmiausia reikia išsiaiškinti, koks yra metinis elektros energijos suvartojimas kWh. Įvertinus tai, kad saulės elektrinių efektyvumas apie 1 000 kWh/kW, tai yra daugiametė visos Lietuvos statistika, vidurkis, galima nustatyti apytikslę elektrinės galią, kurią ir reiktų įsigyti. Kiek faktiškai elektros energijos pagamins konkreti saulės elektrinė, priklauso nuo įvairių aplinkybių – techninių konstrukcinių sprendinių, esančių orų sąlygų, elektrinės vietos, temperatūros, dienos trukmės ir kitų faktorių. Skirtingi saulės parkai gali sugeneruoti daugiau elektros energijos. Saulės elektrinės veikimas ir elektros gamyba skirtingais metų laikais skiriasi. Kadangi oro sąlygos kiekvienais metais būna skirtingos, tai saulėtais metais tokios pat galios elektrinė gali pagaminti daugiau, mažiau saulėtais – mažiau. Pagamintas energijos kiekis priklauso nuo tiesiogiai tenkančio saulės spindulių kiekio: rudenį ir žiemą saulės elektrinė pagamina apie 10–20 proc., o šiltais mėnesiais – apie 80–90 proc. visos metinės elektros energijos. Ant pastato stogo ne visada galima parinkti saulės elektrinei tinkamiausią kryptį ir kampą, tuo tarpu nutolusios saulės elektrinės statomos pasirenkant optimaliausią orientaciją.

Įsirengti didesnės galios elektrinę ar įsigyti didesnę saulės elektrinės dalį verta, jeigu ateityje numatoma suvartoti daugiau elektros energijos. Elektromobilio įsigijimas, elektrinio šildymo įsirengimas ar planavimas įsigyti kitų daug elektros energijos suvartojančių prietaisų, turėti didesnį rezervą mažiau saulėtiems metams, kai saulės elektrinė bus mažiau produktyvi, kai už naudojimąsi tinklų infrastruktūra pasirenkamas trečias atsiskaitymo būdas, kuriuo mokama kilovatvalandėmis, o ne pinigais – tai keletas galimų priežasčių, kada racionalu įsirengti didesnę elektrinę. Trečiojo atsiskaitymo būdo atveju kilovatvalandžių bus susigrąžinta mažiau, negu patiekta į tinklą, nes dalis jų bus panaudota kaip mokestis už naudojimąsi tinklu.

Įsigyjant saulės parke dalį elektrinės, reikia įsivertinti ne tik jos įsigijimo kainą, bet ir jos aptarnavimo mokestį ir mokesčius ESO už naudojimąsi tinklu. Pagaminta energija atkeliauja nuo saulės elektrinės iki vartotojo per ESO arba „Litgrid“ tinklus. Naudojant šį energetikos modelį, momentinis vartojimas yra neįmanomas, todėl vartotojui už visą saulės parke pagamintą elektros energijos kiekį reikia mokėti pasaugojimo mokestį ESO tinklams. Mokestis taikomas pagal ESO parengtą kainodarą. Aptarnavimo mokestis – tai metinis mokestis, kuris dažniausiai yra skaičiuojamas už kiekvieną įsigytą kilovatą. Už elektrinės ir jos sklypo priežiūrą mokama saulės parko vystytojui ar administratoriui, kuris rūpinasi elektrinės stebėseną, vykdo planinę patikrą, šalina techninius gedimus, rūpinasi modulių valymu ir kt. Saulės parkas yra pakankamai sudėtingas technologinis sprendimas, todėl jo priežiūra reikalauja specifinių techninių žinių. Saulės parko priežiūra yra patikima specialistams, kurie nuolat stebi projekto veiklą ir užtikrina tinkamą saulės parko generaciją.

6.4. NUTOLUSIOS SAULĖS ELEKTRINĖS PARKO PROJEKTO EIGA

Nutolusių saulės elektrinių parko vystytojai įgyvendina šiuos etapus:

- Projekto pradžia – sprendimas statyti nuotolinę saulės elektrinę.
- Priimamos klientų rezervacijos.
- Leidimas plėtoti gamybos pajėgumus.
- Prijungimo sąlygų suderinimas.
- Nuotolinės saulės elektrinės techninis projektas.
- Įrangos užsakymas ar pirkimas.
- Vykdomos statybos, modulių montavimas.
- Atliekamas sumontuotos nuotolinės saulės elektrinės techninis vertinimas, testavimas, vertinimas.
- Statybų užbaigimas, teisinių aktų pasirašymas.
- Leidimo gaminti elektros energiją gavimas.
- Išankstinių sąlygų suderinimas su ESO.
- Įrenginio perdavimas klientams.
- Perduodama klientams gaminama elektra.

7. VĖJO JĖGAINĖS

7.1. VĖJO ENERGIJA – VIENAS IŠ PERSPEKTYVIAUSIŲ ATSINAUJINANČIOS ENERGIJOS IŠTEKLIŲ

Pirmosiomis vėjo jėgainėmis galima vadinti vėjo malūnus, kurie, pasak istorijos šaltinių, buvo naudojami jau daugiau kaip prieš 4000 metų. Manoma, kad pirmosios vėjo jėgainės pasirodė XVIII a. pr. m. e. Persijoje ir Kinijoje. Senesnėse pasaulio civilizacijose šie įrenginiai, ko gero, buvo naudojami dar anksčiau.

Lietuvoje pirmieji vėjo malūnai pastatyti XIV a. Baltijos pajūryje. Ypač plačiai vėjo malūnai paplito po visą Lietuvą XIX a. pradžioje. Tuo laikotarpiu daugiausia vėjo malūnų buvo pastatyta Vidurio Lietuvoje – Panevėžio, Šiaulių, Naumiesčio, Vilkaviškio apskrityse. XIX a. II pusėje Lietuvoje buvo apie 200 veikiančių vėjo malūnų, o jau XX a. pradžioje apie 1921-uosius metus – apie 1 000 vėjo malūnų.

Vėjo energija yra tam tikra saulės energijos išvestinė forma, nes saulė yra varomoji visų klimato reiškinių jėga. Tai energetikos rūšis, leidžianti gaminti elektros energiją, panaudojant kinetinę oro masių judėjimo energiją. Kadangi Saulė Žemės paviršių šildo netolygiai, šaltas oras juda ir maišosi su šiltesniu bei lengvesniu oru. Taip susidariusį oro masių judėjimą į elektros energiją verčia vėjo jėgainės. Vėjo greitis priklauso nuo geografinės padėties, nuo reljefo. Jis didėja kylant aukštynei virš žemės paviršiaus. Išgaunamas galingumas yra proporcingas vėjo greičio kubui. Vėjo greičiui padvigubėjus, galingumas padidėja aštuonis kartus. Todėl vėjas, kurio vidutinis greitis 5 m/s, turi beveik dvigubai didesnę galingumą už vėją, kurio vidutinis greitis 4 m/s. Renkantis vėjo jėgainės vietą, aktualu atsižvelgti į aplinkoje esančius statinius, augmeniją ar kitas galimas kliūtis, nes jos sumažina vėjo greitį, sukuria turbulenciją oro srautuose.

Nors vėjo energija yra nepastovus energijos šaltinis, nuolat besikeičiantis, bet tai yra vienas iš perspektyviausių atsinaujinančios energijos išteklių. Per pastaruosius 20 metų vėjo energetika augo daugiau nei po 25 proc. per metus. Tai yra viena iš sparčiausiai augančių energetikos technologijų. Ji, pasižymėdama pažangumu ir sparčiu technologiniu progresu, išsiskiria iš kitų energijos iš atsinaujinančių išteklių rūšių. Vėjas yra neišsenkantis energijos šaltinis ir, kuriant naujas darbo vietas bei plečiant vėjo energetikos sektorių, yra skatinama regioninė plėtra ir inovacijos. Sumažinus iškastinio kuro importą, užtikrinamas energetinis saugumas, o sudarant sąlygas mažinti oro taršą, lėtinama klimato kaita.

Lietuva, įgyvendindama nacionalinę energetinės nepriklausomybės strategiją, yra išsikėlus tikslą iš atsinaujinančių energijos šaltinių 2045 metais gaminti 100 proc. šalyje suvartojamos elektros energijos [11]. Siekiant įgyvendinti šį ambicingą tikslą, numatoma, kad daugiau nei pusė – net apie 55 proc. – šaliai reikalingos elektros energijos bus pagaminama vėjo elektrinių parkuose, kurie bus įrengti tiek sausumoje, tiek ir jūroje [43].

Lietuvos vėjo elektrinių asociacijos skaičiavimais, šalies gyventojų elektros poreikiams patenkinti pakaktų apie 3,5 gigavatų (GW) instaliuotosios galios vėjo projektų, tai reiškia, kad dabartinius pajėgumus reikėtų padidinti 4–5 kartus, tačiau šalies potencialas yra gerokai didesnis. Tam tikslui yra palanki aplinka: pakankamai dideli laisvi sausumos ir jūros plotai vėjo jėgainių parkams vystyti.



7.1 pav. Vėjo jėgainių parkas

Lietuvos energetikos instituto ir meteorologinių stočių vėjo greičio matavimo rezultatai rodo, kad tinkamiausias didelės galios (keleto šimtų kW) šiuolaikinių vėjo jėgainių statybai yra 5–10 km pločio Lietuvos pajūrio ruožas, kuriame vidutinis vėjo greitis jau dešimties metrų aukštyje nuo žemės paviršiaus yra 5–6 m/s (didėjant aukščiui vėjo greitis didėja). Deja, kitoje Lietuvos teritorijoje vidutinis vėjo greitis daug mažesnis – 3–4,5 m/s, todėl čia tikslinga statyti tik nedidelės galios (keleto dešimčių kW) vėjo jėgaines, kurių indėlis į elektros energijos gamybą Lietuvoje būtų nedidelis.

Kadangi vėjo greitis priklauso ir nuo konkrečios vietos, tad prie jūros, kur vėjai stipresni, jėgainės turėtų atsipirkti greičiau. Daubose, prie miškų ar tarp pastatų mieste vėjas bus daug silpnesnis nei ant kalvos ar plikame lauke. Įrengus jėgainę netinkamoje vietoje arba per galingą, gali būti, kad ji iš viso neatsipirks.

7.2. VĖJO JĖGAINIŲ TIPAI

Priklausomai nuo vėjaračio ašies orientacijos vėjo jėgainės skirstomos į du tipus: horizontalios ir vertikalios ašies.



Horizontalios ašies vėjo jėgainės yra mažesnis startinis vėjo greitis, mažesnio svorio, vieno instaliuoto kilovato kaina paprastai yra mažesnė negu vertikalios ašies jėgainių.

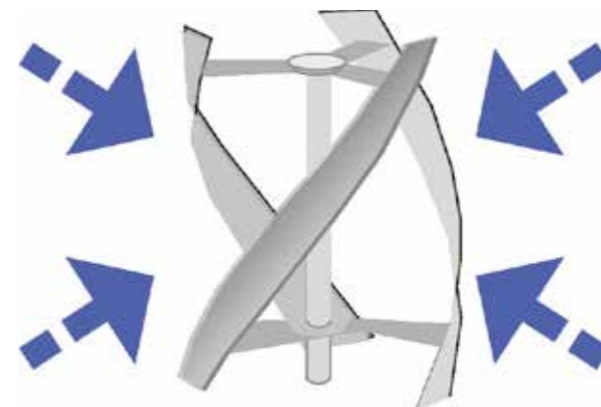
- Pagrindinės horizontalios ašies vėjo jėgainių dalys:
- vėjaratis; • greičių dėžė; • generatorius; • gaubtas;
 - stiebas.

7.2 pav. Horizontalios ašies vėjo jėgainė

Horizontalios ašies vėjo jėgainių vėjaratis dažniausias turi du arba tris sparnus. Jiems įsukti įprastai reikia mažesnio startinio vėjo greičio. Palyginti pagal kainas, šios jėgainės pigesnės, tačiau jų stiebo, kuriam tenka atlaikyti didesnes apkrovas, įrengimas reikalauja atsakingesnio požiūrio.

Vertikalios ašies nedidelės vėjo jėgainės yra paprastesnės konstrukcijos, bet jos turi daugiau trūkumų. Jos lėčiau įsisuka, didesnių matmenų. Aptariant privalumus, pažymėtina tai, kad joms nereikalinga orientacija pagal vėjo kryptį, o svarbūs jėgainės elementai – greičių dėžė, generatorius – gali būti sumontuoti ant jėgainės pamato. Pastaruoju metu pradėta domėtis šiomis jėgainėmis, nes jėgainės vėjaračio

panaudojamas vėjo energijos kiekis, pratekantis per plotą, užimamą erdvėje besisukančių sparnų, yra daugiau kaip 30 proc. Vertikalios ašies jėgainė, nors ir nėra tokia jautri vėjui kaip horizontalios ašies, tačiau dėl savo konstrukcinių ypatumų gali būti lengvai pritaikyta net ir ant daugiabučio namo stogo. Vertikalios ašies jėgainėms mieste keliami mažesni reikalavimai. Užmiestyje geriau statyti horizontalios ašies jėgaines.



7.3 pav. Vėjo jėgainė su vertikalia ašimi

Esant vos 2 m/s greičiui, elektrą pradeda gaminti mažiausio galingumo vertikalios ašies jėgainės (žr. 7.3 pav.), jos visada bus atsisukusios į vėją. Tokio paties galingumo horizontalios ašies jėgainėms reikia stipresnio vėjo – 3 m/s. Jos praras dalį savo energijos, kai staiga pasikeitus vėjo kryptiai nustos sukstis. Bet jos veikia tyliau.

Visoms mažosioms vėjo jėgainėms, vertikalios ar horizontalios ašies, reikia pakankamai žemo startinio vėjo greičio – nuo 2,5 iki 3,5 m/s. Vėjo jėgainės generuojama elektra kaupiama akumuliatorių bloke ir tik po to per keitklį paduodama į namo elektros tinklą. Tuo atveju, jei naudojama įtampa siekia tik 12–48 V, galima elektrą naudoti tiesiogiai. Akumuliatorių talpose sukauptos energijos turi pakakti patenkinti poreikius, kol prasidės naujas elektros vartojimo pikas, todėl aktualu apskaičiuoti piko apkrovos trukmę. Žinant, kokia piko ciklų laiko trukmė, galima suskaičiuoti jėgainės generatoriaus galią.

Visas jėgaines reikia prižiūrėti. Ypač svarbu tikrinti tinkamą sparnuotės veikimą, nes išbalansuoti sparnai gali nepataisomai sugadinti vėjo jėgainę. Horizontalios ašies jėgainės yra labiau jautrios netolygiam sparnuotės sukimuisi [44].

7.3. KADA VERTA ĮSIRENGTI MAŽOS GALIOS VĖJO JĖGAINĘ

Mažomis vėjo jėgainėmis, tiek horizontalios, tiek vertikalios ašies, įprastai laikomos visos vėjo jėgainės, kurių vėjaračio diametras neviršija 10 metrų ir nominali galia yra nuo kelių šimtų vatų iki 30 kW.

Tokio galingumo jėgainės gali aprūpinti elektra individualius namus ar ūkinius pastatus. Skaičiuojama, kad vidutiniškai per metus butuose yra suvartojama 1 800–2 400 kWh, mažuose individualiuose namuose – 3 000–3 600 kWh, o dideliuose – apie 5 400 kWh elektros energijos. Tad įsirengus mažos galios vėjo elektrinę, galima sumažinti išlaidas elektros energijai iki 50–90 proc. per metus. Priklausomai nuo įrengimo vietos, 1 kW galios vėjo jėgainė per metus generuoja apie 2 000 kWh elektros energijos. Tikėtina, kad 2 kW galios vėjo jėgainė, pastatyta tinkamoje vietoje, gali elektra aprūpinti nedidelį namą [45].

Jeigu neturite elektros tinklo įvado, autonominė vėjo jėgainė yra tinkamas pasirinkimas, nes tenka vadovautis ne atsipirkimo kriterijumi, o būtinybe turėti elektros energiją. Geriausiai yra įrengti saulės ir vėjo jėgaines kartu. Saulėtomis ir ramiomis dienomis energiją gamins saulės elektrinė, o vėlyvą vėjuotą rudenį ir žiemą – vėjo jėgainė. Net ir turint elektros įvadą, verta įsirengti vėjo jėgainę taupymo tikslais, siekiant sumažinti sąskaitas už sunaudotą elektros energiją.

Gyvenant labai vėjuotoje vietovėje, verta pasirinkti statyti vėjo jėgainę, tačiau būtina įsitikinti, kad vietovė tikrai vėjuota. Labai svarbu nustatyti vidutinį metinį vėjo greitį pasirinktoje vietoje. Idealiausia įsirengti vėjo greičio matuoklį (anemometrą) ir stebėti jo parodymus keletą metų. Matuoklį reikėtų įrengti tame pačiame aukštyje, kuriame ketinate statyti vėjo jėgainę. Jeigu vidutinis

metinis vėjo greitis yra mažesnis nei 5 m/s, nėra ekonominio pagrindo galvoti apie į tinklą prijungtos vėjo jėgainės įrengimą, tokiu atveju galima tik pavienio naudojimo vėjo jėgainė.

Tvarkingai įrengta mažoji vėjo jėgainė, esant dabartinėms elektros kainoms, atsiperka per ekonomiškai pagrįstą laikotarpį. Tačiau nesant elektros įvado, įvertinus jo įrengimo kainą ir mažosios jėgainės įsirengimo sąnaudas, vėjo jėgainė gali būti rentabili nuo pat pirmosios dienos.

Besirenkant mažos galios vėjo jėgainę, aktualūs du parametrai: sparnuotės diametras ir vidutinis vėjo greitis vietovėje. Remiantis šiais parametrais, galima apytiksliai apskaičiuoti vidutinį metinį energijos kiekį, kurį pajėgi pagaminti vėjo jėgainė. Dažnai klaidingai renkamos vėjo jėgainės pagal mažiausią vėjo greitį, nuo kurio jėgainė pradeda generuoti elektros energiją, ir pagal nominalią galią. Besirenkant vėjo jėgainę, reikia vertinti ne jos nominalią galią, o kiek ji sugeba pagaminti elektros energijos, esant vidutiniam metiniam vėjo greičiui numatytoje vietovėje. Vėjo jėgainės išvysto savo nominalią galią tik esant nominaliam vėjo greičiui, o pastarasis nėra standartizuotas.

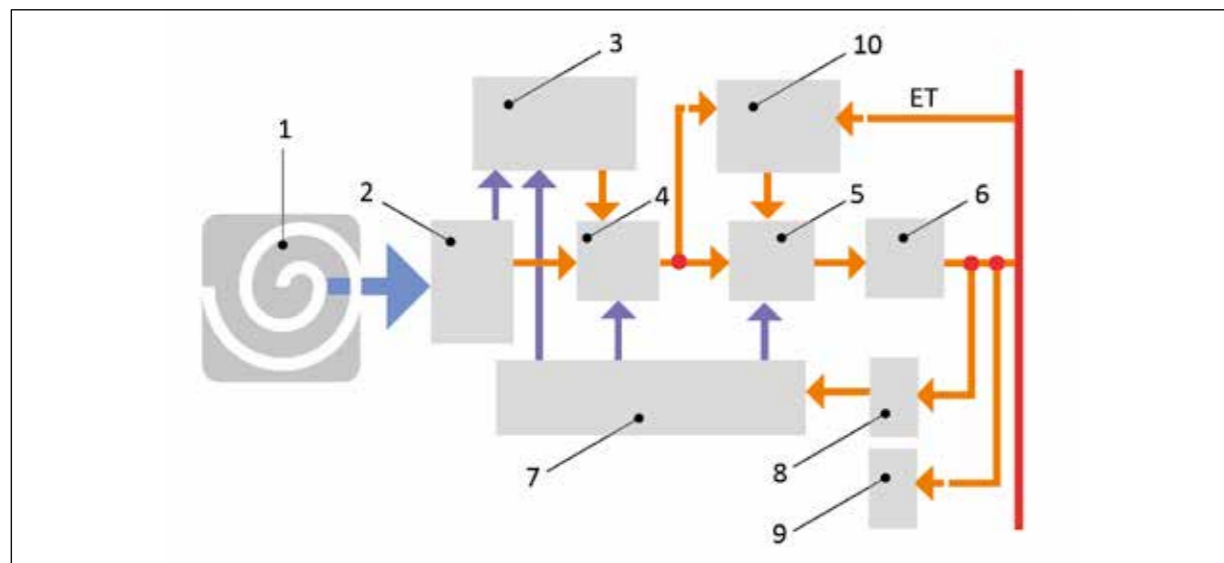
Vėjo jėgainės naudingumo koeficientas didžiaja dalimi priklauso nuo tinkamai parinktų sparnų skaičiaus ir nuo jų optimalių aerodinaminių parametru. Esant didelei vertikaliųjų vėjo jėgainių formų ir tipų įvairovei, šie aerodinaminiai parametrai taip pat skiriasi [46].

7.4. VĖJO JĖGAINĖS PRINCIPINĖ SCHEMA

Pagrindiniai vėjo jėgainės elementai (jei ji nėra pritaikyta specialioms techninėms užduotims atlikti) yra generatorius, akumuliatorių blokas ir keitiklis.

Vėjo jėgainės orientuojamos prieš vėjo kryptį. Oro srautas, veikdamas sparnus, pradeda sukuti rotorių, kuris kartu suka ir kintamosios srovės dažnio generatorių. Jame kintantis magnetinis laukas dėl elektromagnetinės indukcijos kuria kintantį elektrinį lauką, taip indukuodamas elektros srovę. Ši laidais teka tiesiai į namų tinklą arba nukreipiama į akumuliacines energijos saugyklas.

Vėjo sukimo momentas nebūna pastovus, tad ir rotorius kintamas sukimasis generuoja nestandartinių ir nestabilių parametru elektros energiją. Kad būtų užtikrinamas garantuotų ir kokybiškų parametru elektros energijos tiekimas, prie jėgainės jungiama elektros energijos konversijos sistema, kuri, priklausomai nuo sistemos tipo, gali būti sudaryta iš įvairių modulių rinkinio. 7.4 paveiksle pateikiamos tokios vėjo jėgainės galimos sudedamosios dalys – lygintuvas, energijos saugykla, keitiklis, ciklokonverteris, įtampos reguliatoraus filtrai, sistemos valdikliai, įtampos reguliatorius, fazės reguliatorius, sinchronizavimo ir matavimo sistema.



7.4 pav. Galima mažosios vėjo jėgainės blokinė schema:

1 – lygintuvas, 2 – energijos saugykla, 3 – keitiklis, 4 – ciklokonverteris, 5 – įtampos reguliatoraus filtrai, 6 – sistemos valdikliai, 7 – įtampos reguliatorius, 8 – fazės reguliatorius, 9 – sinchronizavimo ir matavimo sistema

7.5. VĖJO ENERGIJOS NAUDOJIMO BŪDAI

Šiuolaikinėse jėgainėse vėjo energija verčiama į elektros energiją, kuri naudojama buityje, o pagamintą perteklių galima atiduoti į tinklą.

Vėjo jėgainės dažniausiai skirstomos į buitines (skirtas saviems poreikiams autonominei energijos gamybai ir vietiniam vartojimui su galimybe perteklių atiduoti į tinklą) ir pramonines (skirtas dideliems energijos kiekiams pagaminti ir perduodant ją į elektros tinklą). Tokiu atveju jos gali būti prijungiamos prie bendro elektros tinklo, jų tiekiama energija paskirstoma vietiniame vartotojų tinkle. Šiuolaikinių vėjo elektrinių galia siekia nuo 100 W iki 15 MW ir toliau sparčiai auga.

Šiuo metu jau yra galimybė išsinuomoti vėjo elektrinės dalį iš vėjo elektrinių parkų vystytojų. Tai yra papildoma alternatyva tiems, kas neturi galimybių ir sąlygų įsirengti nuosavą vėjo jėgainę.

7.6. PAVIENIO NAUDOJIMO SISTEMOS

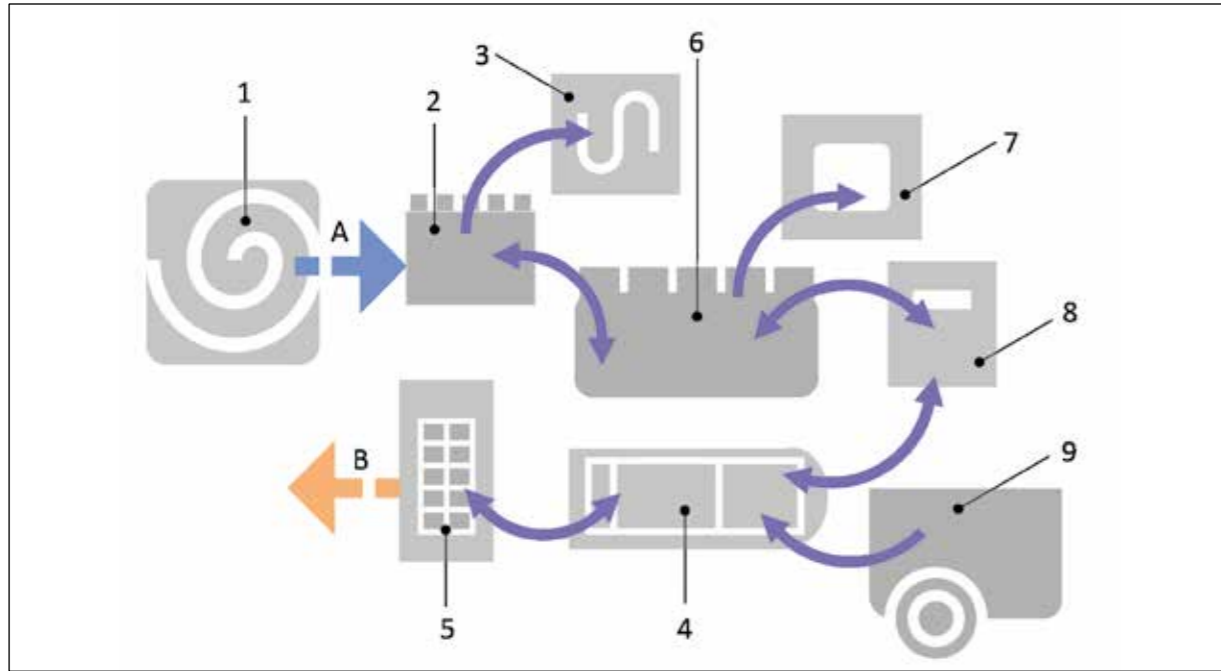
Jei vėjo jėgainė dirba nepriklausomai nuo išorinio elektros tinklo, tai ji laikoma pavienio naudojimo vėjo jėgainė. Dažniausiai tokios sistemos skirtos aprūpinti elektros energija atskirus ūkius ar gyvenamuosius namus. Jos gali generuoti pastovią srovę, kuri yra tinkama baterijoms įkrauti. Jei šioje sistemoje bus įrengtas įtampos keitiklis, tai šią baterijų tiekiamą srovę galima pakeisti į 240 V kintamąją srovę. Todėl, jei elektros energijos poreikis yra toli nuo elektros tinklo ar bendruomenėje yra daugiau narių, tai įprastai generuojama kintamoji srovė vietiniam tinklui.

7.7. MIŠRIOS SISTEMOS

Jei tokios sistemos dirba kartu su kitais elektros generatoriais, kaip sudėtinės integruotos sistemos dalys, tai jos vadinamos mišriosiomis sistemomis. Vėjo jėgainę galima integruoti kartu su kito tipo generatoriumi. Tai gali būti ir kitas atsinaujinančios energijos šaltinis ar dyzelinis generatorius. Tokiu atveju net ir techninio vėjo jėgainės remonto metu elektra bus tiekiama nenutrūkstamai, nes antrasis elektros generatorius dirbs papildydamas vėjo generuojamą galią.

Sistemos sudėtinę dalį – vėjo jėgainės ir dyzelinio generatoriaus – galios priklauso nuo panaudojimo tikslų ir vėjo išteklių. Tokių vėjo jėgainių tipiški galios dydžiai būna 10–20 kW. Eksploatuojant tokias sistemas, rekomenduojama vėjo jėgainės pajėgumus išnaudoti pilnai, kiek tik leidžia fizinės sąlygos, minimizuojant dyzelinio generatoriaus naudojimą, tai leidžia sutaupyti daug lėšų. Racionalu į tokias sistemas integruoti akumuliatorių baterijas, šildymo ar šaldymo įrenginius. Dyzeliniai generatoriai įsijungia automatiškai, kai akumuliatorių baterijose sumažėja krūvis iki iš anksto nustatyto lygio.

7.5 paveiksle vaizduojama pavienės autonominės sistemos schema ir pagrindiniai komponentai, kurie yra reikalingi, kad sistema veiktų efektyviai.



7.5 pav. Pavienės autonominės sistemos principinė schema:
A – iš vėjo jėgainės; B – į namų ūkio apkrovas.
1 – vėjo jėgainė, 2 – krūvio kontroleris, 3 – perteklinė apkrova, 4 – inverteris,
5 – AC nutraukimo panelė; 6 – akumuliatorius; 7 – sistemos skaitiklis;
8 – pagrindinis DC atjungimas, 9 – atsarginis generatorius

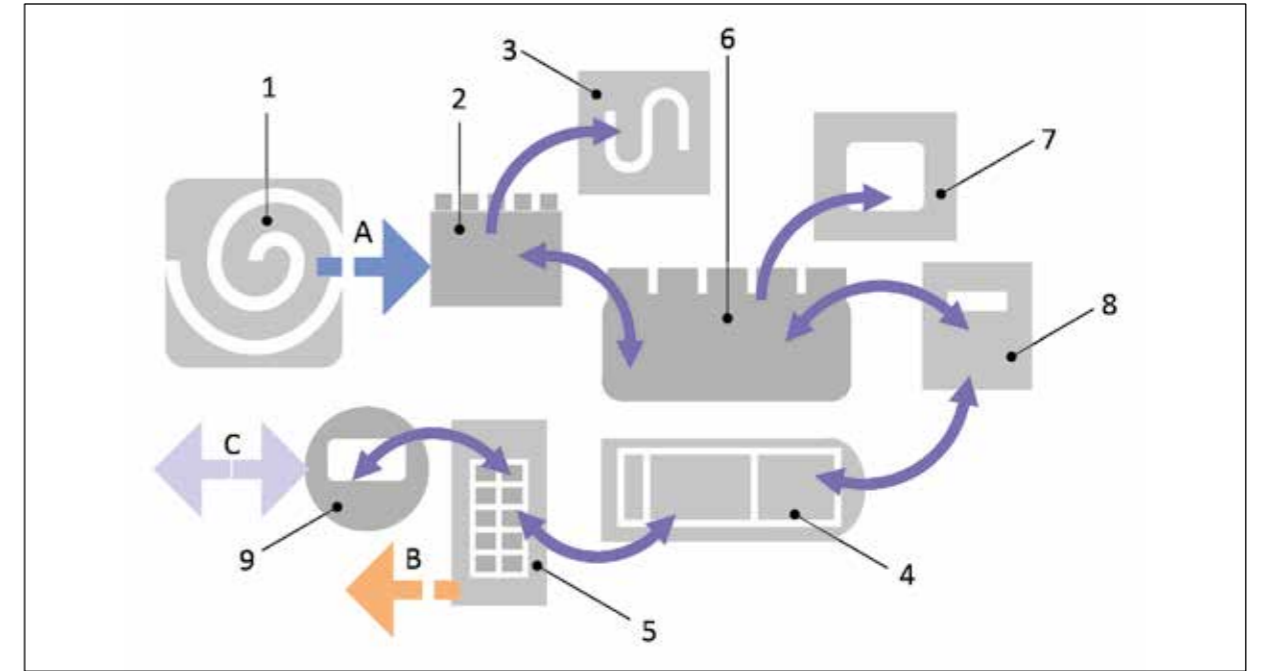
Krūvio kontroleris apsaugo akumuliacines energijos saugyklas nuo perkrovų. Jis atlieka baterijos monitoringą. Esant pilnai įkrautai baterijai, krūvio kontroleris visą gaminamą elektros energiją nukreipia į perteklinę apkrovą. Tai gali būti elektrinės varžos, oro ar vandens šildytuvas, kuris aktyvuojamas tada, kai baterijos nebegali priimti pagaminamos energijos.

Pavienėje autonominėje sistemoje esantis DC atjungimas leidžia greitai atjungti inverterį nuo baterijos (atliekant apžiūrą), AC nutraukimas leidžia atjungti inverterį iš tinklo. Tiek DC, tiek AC atjungimas apsaugo nuo elektros gaisrų. Norint išvengti netolygaus elektros energijos generavimo ar net jos trūkumo, kuris turės įtakos visai namų ūkio veiklai, pavienėse autonominėse sistemose būtina pasirūpinti ir alternatyviu generatoriumi. Tai gali būti vidaus degimo generatoriai, naudojantys dyzeliną, benziną, biodyzeliną, propaną ar kitą panašų kurą. Tokie generatorių įprastai gamina kintamą elektros srovę. Norint ją išsaugoti baterijose reikalinga srovę konvertuoti į nuolatinę. Papildomo generatoriaus vidutiniškai per metus prireikia nuo 50 iki 200 valandų [46].

Tiek integruotose į tinklą, tiek autonominėse sistemose vienas svarbiausių komponentų yra inverteris, verčiantis nuolatinę elektros srovę (DC) į kintamą elektros srovę (AC).

7.8. SU TINKLU SUDERINTA SISTEMA TURINTI BATERIJĄ

Mažąją vėjo jėgainę prijungti prie tinklo galima ir per vėjo elektrinės sistemą, kuri turi bateriją. 7.6 paveiksle pateikta jungimo schema. Tokios sistemos jungimas į tinklą turi keletą privalumų: visą pagamintos elektros energijos perteklių galima tiekti tiesiai į tinklą, o esant trikdžiams tinkle, naudojamas akumuliatoriuose sukauptas ribotas kiekis elektros energijos. Kaip trūkumą, galima įvardyti įrengimo kainą.

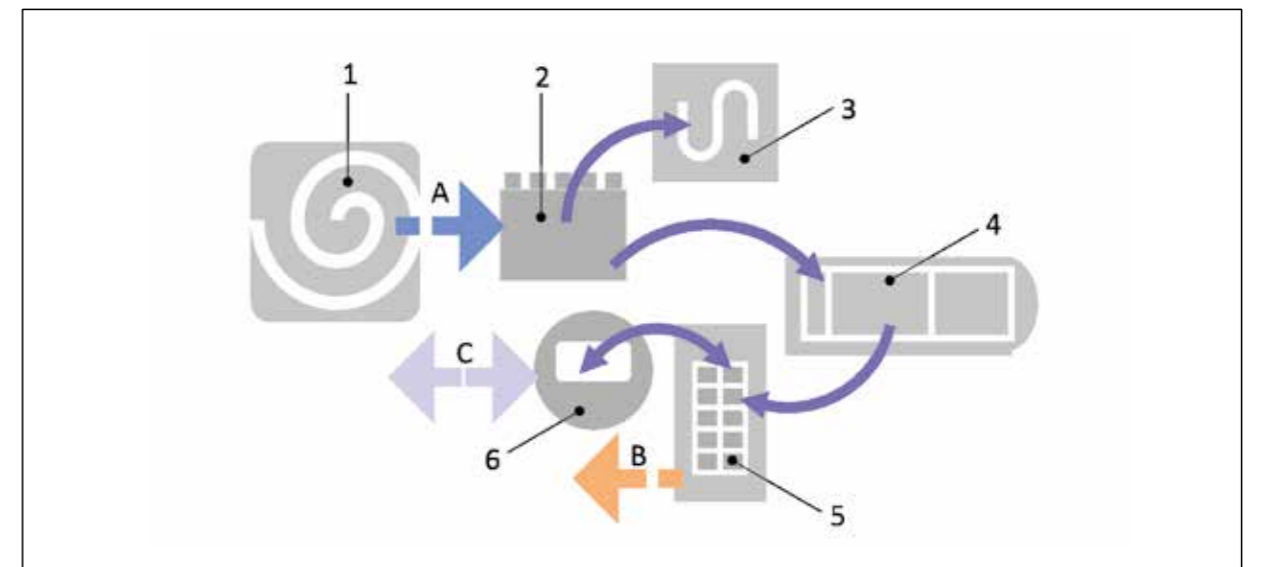


7.6 pav. Sistemos, turinčios bateriją, jungimo schema:
A – iš vėjo jėgainės, B – į namų ūkio apkrovas, C – iš/į tinklą.
1 – vėjo jėgainė, 2 – krūvio kontroleris, 3 – perteklinė apkrova, 4 – inverteris, 5 – AC nutraukimo panelė,
6 – akumuliatorius; 7 – sistemos skaitiklis; 8 – pagrindinis DC atjungimas; 9 – skaitiklis

7.9. SU TINKLU SUDERINTA SISTEMA NETURINTI BATERIJOS

Su elektros tinklu galima suderinti ir baterijos neturinčią sistemą (žr. 7.7 pav.).

Tai ekonomiškiausias, tuo pačiu ir švariausias būdas, nes nenaudojami akumuliatoriai, kurių gamybai reikia energija ir papildomų medžiagų, kurias ateityje reikės perdirbti. Didžiausias tokios sistemos trūkumas – kai nėra elektros energijos iš tinklo, sistema neveikia.

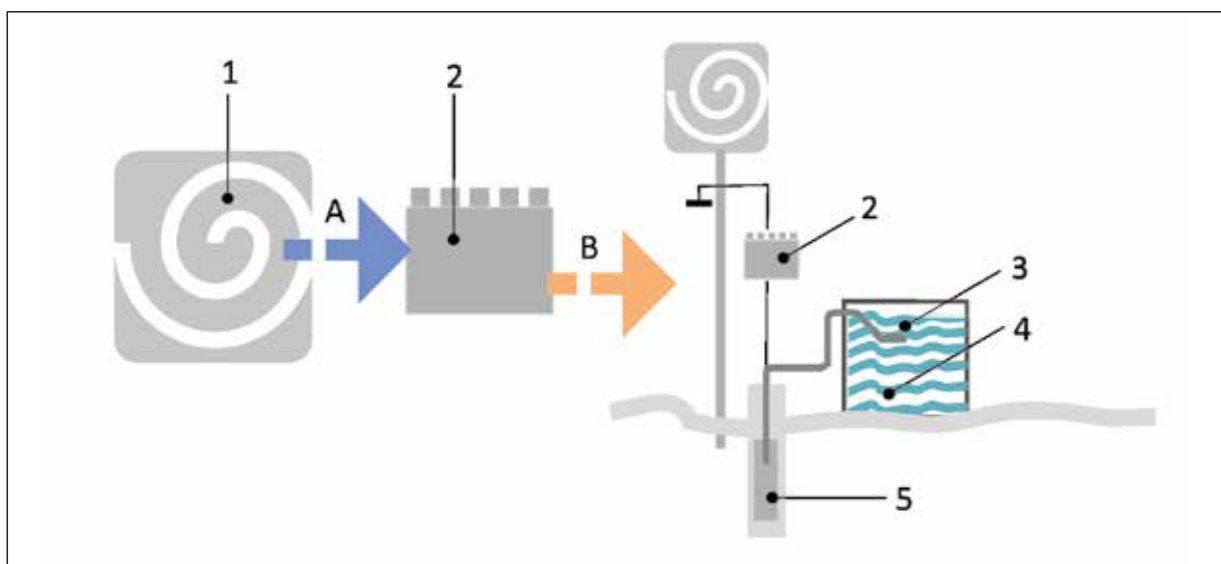


7.7 pav. Sistemos, neturinčios baterijos, jungimo schema:
A – iš vėjo jėgainės, B – į namų ūkio apkrovas, C – į/ iš tinklo.
1 – vėjo jėgainė, 2 – krūvio kontroleris, 3 – perteklinė apkrova, 4 – inverteris,
5 – AC nutraukimo panelė, 6 – skaitiklis

Šioje sistemoje naudojami sinchroniniai keitikliai, kurie sąveikauja su tinklu. Jie nuolatinę elektros srovę verčia į kintamąją, taip pat pagamintą elektros srovę sinchronizuoja su tinklo srove, suderina fazę, įtampą, srovės stiprį. Keitiklio naudingumo koeficientas mažėja dėl jame vykstančios inversijos, kai dalis energijos prarandama jai virstant šiluma. Pavienėms autonominėms sistemoms jie yra netinkami ir nenaudotini [46].

7.10. TIESIOGINIO JUNGIMO SISTEMA

Tiesioginis jėgainės jungimas į apkrovas yra rečiausiai pasitaikanti sistema (žr. 7.8 pav.). Tai gana paprastos ir nebrangios vėjo jėgainių sistemos, kuriose montuojami valdikliai. Paprastai tokios sistemos naudojamos pumpuoti vandeniu. Tokiu atveju reikalingos papildomos vandens talpyklos. Esant vėsesniems ir vėjuotiems orams, galima išnaudoti ir šildymui, tačiau padidėjus apkrovoms, reikia



įsirengti didesnes turbinas.

7.8 pav. Tiesioginės vėjo elektrinės jungimo schema:
A – iš vėjo jėgainės, B – į namų ūkio apkrovas.

1 – vėjo jėgainė, 2 – krūvio kontroleris, 3 – plūdė, 4 – vandens talpa, 5 – siurblys

7.11. VĖJO JĖGAINIŲ TRŪKUMAI

Nors vėjo jėgainės, palyginti su kitomis atsinaujinančios energijos jėgainėmis, turi daug privalumų, jų poveikis aplinkai yra santykinai nedidelis, gamina pakankamai daug elektros, **galima atrasti ir trūkumų:**

- vėjo intensyvumas ne visur yra vienodas, todėl jų panaudojimas apribotas;
- judančios dalys reikalauja priežiūros, todėl reikia numatyti patogią prieigą;
- judančių dalių veikimo laikas yra ribotas, o priežiūros sąnaudos gana didelės;
- dažnu atveju sukuria vizualinę taršą, atsiranda šešėlių mirgėjimas, šviesos atspindžiai;
- besisukančios dalys kelia mechaninį ir aerodinaminį triukšmą.

8. ATSINAUJINANČIŲ IŠTEKLIŲ ENERGIJOS (AIE) BENDRIJOS

8.1. AIE BENDRIJA – NAUJOS GALIMYBĖS GYVENTOJAMS

Plėtojant atsinaujinančios energetikos panaudojimo galimybes, Lietuvoje sudaryta galimybė gyventojams kooperuotis ir steigti atsinaujinančių išteklių – tiek saulės, tiek vėjo – energijos bendrijas. Taip pat elektros energijos iš atsinaujinančių energijos išteklių (AEI) gamintojai gali tiesiogiai sudaryti sutartis ir parduoti energiją galutiniams vartotojams.

Gyventojai gali jungtis su savivaldybių įstaigomis ir nedidelėmis įmonėmis ir steigti atsinaujinančių išteklių energijos bendriją (AIE bendriją). Šių bendrijų savininkai gali būti pavieniai žmonės kartu su smulkiosiomis ir vidutinėmis įmonėmis ar savivaldos institucijomis, pavyzdžiui, savivaldybėmis ar seniūnijomis. Tokios bendruomenės gali ne tik savarankiškai apsirūpinti elektros energija, t. y. valdyti, plėtoti atsinaujinančius išteklius energijos gamybai naudojančias elektrines – jose gaminti, vartoti, kaupti savo kaupimo įrenginiuose, bet ir šią energiją parduoti. Svarbu, kad fiziniai asmenys šiose bendrijose turėtų bent 51 proc. balsų visuotiniame dalininkų susirinkime.

Tokiu būdu vietos gyventojams atsiranda daugiau galimybių pritraukti investicijas į atsinaujinančią energetiką, į mažosios atsinaujinančios energetikos plėtrą įsitraukia daugiau gyventojų ir taip kuriama didelė pridėtinė vertė. Daugelyje ES šalių, pavyzdžiui Danijoje, Nyderlanduose, Vokietijoje, šiuo metu yra aktyviai kuriamos panašios bendrijos. Šiose šalyse teikiamas ypatingas dėmesys klimato kaitos poveikio mažinimui, švariai, darniai energetikai.

Lietuvoje sukurtos palankios sąlygos gyventojams įsigyti nutolusias saulės ir vėjo elektrines. Gaminantiems vartotojams, įsigijusiems elektrinę iš saulės elektrinių parkų, buvo supaprastintos sąlygos. Saulės elektrinė pripažinta kilnojamoju daiktu, todėl elektrinės dalies pirkimo–pardavimo sutarčiai nėra taikoma notarinė sandorio forma. Taip pat jeigu gaminantis vartotojas per kaupimo laikotarpį nesu-vartotojo pagamintos elektros energijos ir jis yra pasirinkęs nepriklausomą elektros energijos tiekėją, jam yra kompensuojama su tiekėju sutarta arba Valstybinės energetikos reguliavimo tarybos nustatyta kaina.

AIE bendrija gali būti pripažįstama kaip viešoji įstaiga leidimo gaminti elektros energiją išdavimo metu, kai Valstybinė energetikos reguliavimo taryba patvirtina, kad juridinis asmuo atitinka bendrijai keliamus reikalavimus [47].

Dėl juridinio subjekto pripažinimo atsinaujinančių išteklių energijos bendrija gali kreiptis tiek jau kurį laiką veikiantys, tiek naujai įsteigti juridiniai asmenys.

8.2. AIE BENDRIJOS STEIGIMAS, JOS TEISĖS

Pripažinimo atsinaujinančių išteklių energijos bendrija žingsniai:

1. Bendruomenės nariams pateikiama informacija apie siekį kurti AIE bendriją ir statyti energijos gamybos įrenginius [47].

2. Atsiradus asmenims, norintiems dalyvauti AIE bendrijos veikloje, kreipiamasi dėl viešosios įstaigos steigimo arba keičiami jau veikiančios viešosios įstaigos įstatai dėl veiklos sąlygų [47]. Viešoji įstaiga steigiamą vadovaujantis Viešųjų įstaigų įstatymu. Steigimo sutartyje arba įstatuose rekomenduojama sutarti dėl AIE bendrijos veikimo sąlygų (pvz., dėl lėšų elektrinės įsigijimui surinkimo; elektros energijos pardavimo ne AIE bendrijos dalyviams; ar elektros energija AIE bendrijos dalyviams bus parduodama ar tiekiamą neatlygintinai; sąlygas, kuriomis prie AIE bendrijos veiklos galėtų prisijungti nauji dalyviai ar iš veiklos pasitraukti esami dalyviai; kam ir kokia tvarka bus skiriamos iš AIE bendrijos gautos pajamos ir kt.) [47].

3. Pasirenkama elektrinės statybos vieta, rengiamas elektrinės statybos projektas, į tinklų operatorių kreipiamasi dėl išankstinių prijungimo sąlygų išdavimo, jei AIE bendrija planuoja dalyvauti aukcione, su tinklų operatoriumi pasirašomas ketinimų protokolą, vadovaujantis Veiklos elektros energetikos sektoriuje leidimų išdavimo taisyklėmis, kreipiamasi į Tarybą dėl leidimo plėtoti išdavimo, statoma elektrinė, kreipiamasi į Tarybą dėl leidimo gaminti išdavimo ir pripažinimo AIE bendrija [47].

4. Kai viešoji įstaiga atitinka AIE bendrijai keliamus reikalavimus (ne mažiau kaip 51 proc. balsų visuotiniame dalyvių susirinkime priklauso vietos gyventojams; kiekvienas dalyvis turi ne daugiau kaip 20 proc. kitos energetikos įmonės balsų visuotiniame dalyvių susirinkime), ji pripažįstama AIE bendrija [47].

5. Turint leidimą plėtoti, vadovaujantis galiojančiais teisės aktų reikalavimais, vykdomi elektrinės statybos darbai [47].

Atsinaujinančių išteklių energijos bendrijos (AIE) yra gyventojai, jungiami bendrų tikslų ir kartu gaminantys ir vartojantys elektros energiją iš atsinaujinančių energijos išteklių [48]. AIE efektyviai sumažina suvartojamos elektros energijos kainą ir prisideda prie šalies energetinio saugumo didinimo. Atsinaujinančių išteklių energijos bendrijos gali įsirengti galingesnius energijos gamavimo įrenginius, taip suteikdamos naudą didesniai skaičiui vartotojų. Mažas pajamas gaunančios šeimos taip pat gali dalyvauti šių bendrijų veikloje.

AIE bendrija turi teisę:

- statyti elektros energijos ar šilumos gamybos įrenginius;
- pirmumo teise elektros energiją tiekti į elektros tinklus;
- parduoti elektros energiją ne bendrijos dalyviams;
- elektros energiją savo dalyviams teikti neatlygintinai (nemokama už elektros energiją) [49];
- dalyvauti skatinimo kvotų paskirstymo aukcione (neįsipareigodama pagaminti aukcione pasiūlytą elektros energijos kiekį) ir gauti kainos priedą [49].

Kuriant AIE bendrija, reikia pasirinkti poreikius atitinkančią ne pelno siekiančio juridinio asmens formą, AIE bendrija gali tapti viešosios įstaigos, asociacijos, daugiabučių ar sodo bendrijos [50].

AIE bendrijos gali būti įkuriamos ir daugiabučiuose pastatuose, o daugiabučio bendrijos nariai gali tapti šios bendrijos dalyviais. Planuojant įrengti saulės elektrinę ant daugiabučio stogo, būtina gauti daugiabučio bendrijos narių sutikimą pasinaudoti pastato stogu. Jei dalis narių nenori dalyvauti AIE bendrijoje ir vartoti atsinaujinančios elektros energiją, galima pateikti pasiūlymą nuomoti stogą iš daugiabučio bendrijos.

Steigiant ne pelno siekiantį juridinį asmenį, reikia:

- parengti bendrijos, asociacijos ar viešosios įstaigos įstatus;
 - sušaukti dalyvių susirinkimą;
 - susitarti dėl bendrijos valdymo ir priimti jos įstatus;
 - sudaryti steigimo sutartį;
 - įregistruoti bendrija, asociaciją ar viešąją įstaigą juridinių asmenų registre.
- Įsteigus juridinį asmenį, Valstybinei energetikos reguliavimo tarnybai pateikiamas prašymas leisti plėtoti elektros energijos gamybos pajėgumus. Įsirengus saulės ar vėjo elektrinę, pateikiamas prašymas leisti gaminti elektros energiją.

LITERATŪROS SĄRAŠAS

1. Klimato kaita. Ką daro ES? *Consilium Europa*. Prieiga per internetą: <https://www.consilium.europa.eu/lt/policies/climate-change/>.
2. Bukantis A. Paryžiaus susitarimas dėl klimato kaitos. *Visuotinė lietuvių enciklopedija*. Prieiga per internetą: <https://www.vle.lt/straipsnis/paryziaus-susitarimas-del-klimato-kaitos/>.
3. Paryžiaus susitarimas dėl klimato kaitos. *Consilium Europa*. Prieiga per internetą: <https://www.consilium.europa.eu/lt/policies/climate-change/paris-agreement/>.
4. Europos Parlamento ir Tarybos Direktyvos 2021 m. gruodžio 15 d. pasiūlymas „Dėl pastatų energinio naudingumo“. Prieiga per internetą: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/LT/TXT/HTML/?uri=CELEX:52021PC0802>.
5. Energy and Jobs. IRENA. Prieiga per internetą: <https://www.irena.org/Energy-Transition/Socio-economic-impact/Energy-and-Jobs>.
6. IRENA. Prieiga per internetą: <https://www.irena.org/benefits>.
7. Lietuvos Respublikos atsinaujinančių išteklių energetikos įstatymas, 2 str. Prieiga per internetą <https://www.infolex.lt/ta/145997:str2>.
8. Ritchie H., Roser, M. Electricity Mix. Our World in Data. Prieiga per internetą: <https://ourworldindata.org/electricity-mix>.
9. Masterson V. Wind and solar generated 10% of global electricity in 2021 – a world first. *World Economic Forum*. Prieiga per internetą: <https://www.weforum.org/agenda/2022/04/wind-solar-electricity-global-energy/>.
10. Atsinaujinantys energijos ištekliai (AEI). *Lietuvos energetikos agentūra*. Prieiga per internetą <https://www.ena.lt/atsinaujinantys-energijos-istekliai/>.
11. Lietuvos Respublikos atsinaujinančių išteklių energetikos įstatymas, redakcija nuo 2022-12-30. Prieiga per internetą: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.398874/asr>.
12. Lietuvos Respublikos atsinaujinančių išteklių energetikos įstatymas. Prieiga per internetą: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.398874/asr>.
13. Aktuali AEI statistika. *Lietuvos energetikos agentūra*. Prieiga per internetą: <https://www.ena.lt/aktuali-aei-statistika/>.
14. Energijos vartojimo efektyvumas (EVE). *Lietuvos energetikos agentūra (ena.lt)* <https://www.ena.lt/energijos-vartojimo-efektyvumas/>.
15. Rodiklių duomenų bazė - Oficialiosios statistikos portalas. Prieiga per internetą: https://osp.stat.gov.lt/statistiniu-rodikliu-analize?indicator=S1R127?hash=7811fded-51bd-405c-9cac-4bdc636ddbdbd#.
16. SEB bankas finansuos gyventojų perkamas saulės elektrines. SEB. Prieiga per internetą: <https://www.seb.lt/infobankas/naujienos/seb-bankas-finansuos-gyventoju-perkamas-saules-elektrines>.

17. UAB „Saulės šiluma“. Plokštieji ar vakuuminiai saulės kolektoriai? ASA. Prieiga per internetą: <https://lt.lt.allconstructions.com/portal/categories/44/1/0/1/article/17214/plokstieji-ar-vakuuminiai-saules-kolektoriai>.
18. Saulės kolektoriai. *Žalia idėja*. Prieiga per internetą: <https://zaliaideja.wordpress.com/2012/04/22/saules-kolektoriai/>.
19. Kaip parinkti kolektorius ir karšto vandens rezervuarus saulės kolektorių sistemoje? KOSPEL. Prieiga per internetą: <https://www.kospel.lt/saules-kolektoriai/kaip-parinkti-kolektorius-ir-karsto-vandens-rezervuarus-saules-kolektoriu-sistemoje/>.
20. Kas yra EER/SEER ir COP/SCOP? Kaip jie apskaičiuojami? GEDARTA. Prieiga per internetą: <https://www.gedarta.lt/10-kas-yra-eerseer-ir-copscop-kaip-jie-apskaiciuojami>.
21. Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2021 m. liepos 7 d. įsakymas Nr. D1-407 „Dėl Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2015 m. balandžio 3 d. įsakymo Nr. D1-273 „Dėl Geoterminių gręžinių projektavimo, įrengimo ir likvidavimo tvarkos aprašo patvirtinimo“ pakeitimo“. Prieiga per internetą <https://e-seimas.lrs.lt/rs/legalact/TAD/b83ea2b0df5c11eb866fe2e083228059/>.
22. Lietuvos Respublikos energetikos ministro 2017 m. lapkričio 8 d. įsakymas Nr. 1-315 „Dėl Lietuvos Respublikos energetikos ministro 2014 m. spalio 24 d. įsakymo Nr. 1-261 „Dėl Energetikos valstybinės kontrolės ir vartotojų energetikos įrenginių kontrolės tvarkos aprašo patvirtinimo“ pakeitimo“. Prieiga per internetą: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/63932aa2deb711e782d4fd2c44cc67af>.
23. *Kavanaugh S P, Rafferty K, Ground-Source Heat Pumps - Design of Geothermal Systems for Commercial and Institutional Buildings*, ASHRAE, 1997.
24. Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2016 m. lapkričio 11 d. įsakymas Nr. D1-754 „Dėl Statybos techninio reglamento STR 2.01.02:2016 „Pastatų energinio naudingumo projektavimas ir sertifikavimas“ patvirtinimo“. Prieiga per internetą <https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/2c182f10b6bf11e6aae-49c0b9525cbbb/asr>.
25. Lietuvos Respublikos energetikos ministro 2017 m. rugsėjo 18 d. įsakymas Nr. 1-245 „Dėl Įrenginių ir šilumos perdavimo tinklų šilumos izoliacijos įrengimo taisyklių patvirtinimo“. Prieiga per internetą: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/53a73f019e3e11e796fec328fe7809de>.
26. Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2005 m. birželio 9 d. įsakymas Nr. D1-289 „Dėl Statybos techninio reglamento STR 2.09.02:2005 „Šildymas, vėdinimas ir oro kondicionavimas“ patvirtinimo“. Prieiga per internetą: <https://e-seimas.lrs.lt/rs/legalact/TAD/TAIS.257930/>.
27. *Apibendrinanti 7 atnaujintų (modernizuotų) daugiabučių namų energinių auditų ir įgyvendintų priemonių atskirų ekspertizių rezultatų ataskaita (studija)*. UAB „MEPCO“. 2021.
28. Lietuvos Respublikos Vyriausybės 2004 m. rugsėjo 23 d. nutarimas Nr. 1213 „Dėl Daugiabučių namų atnaujinimo (modernizavimo) programos patvirtinimo“. Prieiga per internetą: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.242058/asr>.
29. Asesoría en diseño y construcción Passivhaus. *Vive Passivhaus*. Prieiga per internetą: <https://vive-passivhaus.cl/asesoria-en-diseno-y-construccion-passivhaus/>.
30. Ignatavičius Č., Skrodenis S. V., Jatulis T., Gurevičienė A. *Pastatų modernizavimui skirtų tipinių detalių, priemonių ir techninių sprendinių katalogas*. Vilnius, 2018.
31. Komisijos 2014 m. liepos 7 d. reglamentas (ES) Nr. 1253/2014, kuriuo įgyvendinant Europos Parlamento ir Tarybos direktyvą 2009/125/EB nustatomi vėdinimo įrenginių ekologinio projektavimo reikalavimai. Prieiga per internetą: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/LT/TXT/?uri=CELEX%3A32014R1253>.
32. Heat Exchanger RoWin. HUBER. Prieiga per internetą: https://www.huber.de/fileadmin/01_products/11_energy_from_ww/11_rowin/pro_rowin_en.pdf.
33. Palšauskas M. Saulės energija ir jos panaudojimo galimybės. *Mano ūkis*. Prieiga per internetą: <https://www.manoukis.lt/mano-ukis-zurnalas/2015/09/saules-energija-ir-jos-panaudojimo-galimybes/>.
34. Lietuvos Respublikos Vyriausybės 2004 m. rugsėjo 23 d. nutarimas Nr. 1213 „Dėl Daugiabučių namų atnaujinimo (modernizavimo) programos patvirtinimo“. 2020-02-05 redakcija. Prieiga per internetą: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.242058/asr>.
35. Saulės modulis. *Vikipedija*. Prieiga per internetą: https://lt.wikipedia.org/wiki/Saul%C4%97s_modulis.
36. Saulės elektrinės ant stogo veikimas. *Elektrum*. Prieiga per internetą: <https://www.elektrum.lt/lt/namams/saules-elektrines/saules-energija>.
37. Gaminantys vartotojai. *Saulės akademija*. Prieiga per internetą: <https://saulesakademija.lt/naudinga-informacija/gaminantys-vartotojai>.
38. Saulės elektrinė ant daugiabučio stogo. ESO. Prieiga per internetą: <https://www.eso.lt/web/duk/saules-elektrine-ant-daugiabučio-stogo-173>.
39. Saulės elektrinių įsirengimo procesas. *Saulės akademija*. Prieiga per internetą: <https://saulesakademija.lt/saules-elektrines/saules-elektriniu-isirengimo-procesas/>.
40. Nuotolinės saulės elektrinės. *Securus LT*. Prieiga per internetą: <https://www.securus.lt/nuotolines-saules-elektrines/>.
41. Kaip veikia saulės parkas? *Saulės akademija*. Prieiga per internetą: <https://saulesakademija.lt/saules-parkai/kaip-veikia-saules-parkas/>.
42. ESO pataria: kaip išsirinkti nutolusią saulės elektrinę. ESO. Prieiga per internetą: <https://www.eso.lt/lt/ziniasklaida/eso-pataria-kaip-issirinkti-nutolusia-saules-elektrine.html>.
43. Viskas, ką reikia žinoti apie vėjo energetiką. *Lietuvos vėjo elektrinių asociacija*. Prieiga per internetą: https://lvea.lt/wp-content/uploads/2021/01/LVEA_Viskas-ka-reikia-zinoti-apie-vejo-energetika.pdf.
44. Balkus V. Mažosios vėjo jėgainės – kokiems namams jos tinka ir kaip pasidaryti patiems. *Elektronika.lt*. Prieiga per internetą: <http://www.elektronika.lt/straipsniai/ivykiai/43108/mazosios-vejo-jegaines-kokiems-namams-jos-tinka-ir-kaip-pasidaryti-patiems/>.
45. Murauskas A. Namų elektra gaminama tiesiog ant stogo: kiek kainuoja ir kada atsipirks. *Delfi*. Prieiga per internetą: <https://www.delfi.lt/projektai/eko-energetika/namu-elektra-gaminama-tiesiog-ant-stogo-kiek-kainuoja-ir-kada-atsipirks.d?id=76216697>.
46. Mažųjų vėjo jėgainių integravimas į infrastruktūrą. *Žalia idėja*. Prieiga per internetą: <https://zaliaideja.wordpress.com/2012/07/27/mazuju-vejo-jegainiu-integravimas-i-infrastruktura/#more-222>.
47. Atsinaujinančių išteklių energijos bendrijos. *Lietuvos Respublikos energetikos ministerija*. Prieiga per internetą: <https://enmin.lrv.lt/lt/veiklos-sritys-3/atsinaujinantys-energijos-istekliai/atsinaujinanciu-istekliu-energijos-bendrijos>.
48. Atsinaujinančių išteklių energijos bendrijos. *Žiedinė ekonomika*. Prieiga per internetą: <http://www.circulareconomy.lt/atsinaujinanciu-istekliu-energijos-bendrijos/>.
49. Kodėl reikia mokėti už šilumą bendrosioms reikmėms? *Lietuvos Respublikos energetikos ministerija*. Prieiga per internetą: <https://enmin.lrv.lt/lt/duk/kodel-reikia-moketi-uz-siluma-bendrosioms-reikmems>.
50. AIE bendrijų gidas. *Žiedinė ekonomika*. Prieiga per internetą: <http://www.circulareconomy.lt/wp-content/uploads/2022/09/Bendriju-gidas.pdf>.

SUMMARY

This catalogue of measures and technical solutions for the use of renewable energy sources in renovated/refurbished multi-apartment buildings has been prepared in order to make the public and potential initiators and participants of similar programmes aware of the potential of innovative measures and solutions.

One of the objectives is to encourage apartment owners of multi-apartment buildings, representatives of associations of multi-apartment buildings, managers and administrators of common-use objects of multi-apartment buildings and other stakeholders of the target group to participate in the Multi-apartment Building Renewal (Modernisation) Programme, to install in multi-apartment buildings heat and hot water and electricity generation equipment from renewable sources (solar, wind, water, geothermal, aerothermal, etc.) and other alternative means of heat or electricity supply.

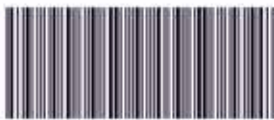
Saulius Vytautas Skrodenis

Atsinaujinančių energijos išteklių panaudojimo
atnaujinamuose / atnaujintuose daugiabučiuose namuose
priemonių ir techninių sprendinių katalogas

Spausdino
BĮ UAB „Baltijos kopija“
Kareivių g. 13B, 09109 Vilnius
El.p. spauda@kopija.lt
Tiražas 100 vnt.

Šis atsinaujinančių energijos išteklių panaudojimo atnaujinamuose / atnaujintuose daugiabučiuose namuose priemonių ir techninių sprendinių katalogas parengtas siekiant supažindinti visuomenę su inovatyvių priemonių ir sprendinių galimybėmis.

Vienas iš tikslų - paskatinti daugiabučių namų butų savininkus, daugiabučių namų bendrijų atstovus, daugiabučių namų bendrojo naudojimo objektų valdytojus, administratorius ir kitus suinteresuotus asmenis dalyvauti Daugiabučių namų atnaujinimo (modernizavimo) programoje: diegti šilumos ir karšto vandens, elektros gamybos įrenginius iš atsinaujinančių išteklių (saulės, vėjo, vandens, geotermijos, aerotermijos ar kt.) bei kitas alternatyvios šiluminės ar elektros energijos apsirūpinimo priemones.



9786094172526