



VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS
STATYBOS FAKULTETAS
STATYBOS EKONOMIKOS IR NEKILNOJAMOJO TURTO VADYBOS KATEDRA

Aistė Skuminaitė

**GYVENAMŲJŲ NAMŲ EKOLOGIŠKOS STATYBOS ATEITIS LIETUVOJE
BEI EKONOMINIAI ASPEKTAI**

**THE FUTURE PROSPECTS OF ECO-BUILDING OF RESIDENTIAL
HOUSES IN LITHUANIA AND ECONOMICAL ASPECTS**

Baigiamasis magistro darbas

Statybos valdymo studijų programa, valstybinis kodas 62402T110

Statybos ekonomikos ir verslo specializacija

Statybos inžinerijos studijų kryptis

Vilnius, 2008

TURINYS

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS.....	4
LENTELIŲ SĄRAŠAS	5
ĮVADAS.....	6
1. EKOLOGIŠKOS STATYBOS APŽVALGA	8
1.1. „SERGANČIO NAMO SINDROMAS“ GYVENAMUOSIUOSE NAMUOSE	8
1.1.1. <i>Aplinkai ir sveikatai kenksmingos statybinės medžiagos</i>	<i>11</i>
1.1.2. <i>Tradicinė inžinerinė įranga ir jos poveikis aplinkai</i>	<i>12</i>
1.2. „ŽALIOJI ENERGIJA“ IR JOS PRITAIKYMAS GYVENAMŲJŲ NAMŲ STATYBOJE	13
1.2.1. <i>Saulės energija</i>	<i>13</i>
1.2.2. <i>Vėjo energija</i>	<i>18</i>
1.2.3. <i>Vandens energija</i>	<i>20</i>
1.2.4. <i>Biomasė</i>	<i>21</i>
1.2.5. <i>Geoterminė energija.....</i>	<i>22</i>
1.3. EKOLOGIŠKOS STATYBINĖS MEDŽIAGOS IR JŲ PRAKTINIS PRITAIKYMAS	26
1.3.1. <i>Mediena</i>	<i>26</i>
1.3.2. <i>Šiaudai.....</i>	<i>27</i>
1.3.3. <i>Molis.....</i>	<i>30</i>
1.3.4. <i>Izoliacinės medžiagos.....</i>	<i>31</i>
2. GYVENAMŲJŲ NAMŲ EKOLOGIŠKA STATYBA LIETUVOJE IR JOS	
PERSPEKTYVOS	32
2.1. NAUJOS ES DIREKTYVOS LIETUVOS PRAMONEI.....	32
2.2. ATSINAUJINANČIŲ ENERGIJOS ŠALTINIŲ PANAUDOJIMO PERSPEKTYVOS LIETUVOJE	36
2.2.1. <i>Saulės energijos panaudojimo galimybės ir esamas praktinis pritaikymas.....</i>	<i>36</i>
2.2.2. <i>Vėjo energijos panaudojimo galimybės ir esamas praktinis pritaikymas.....</i>	<i>38</i>
2.2.3. <i>Geoterminės energijos panaudojimo galimybės ir esamas praktinis pritaikymas.....</i>	<i>42</i>
2.2.4. <i>Vandens energijos panaudojimo galimybės ir esamas praktinis pritaikymas.....</i>	<i>45</i>
2.2.5. <i>Biomasės išgaunamos energijos panaudojimo galimybės ir esamas praktinis pritaikymas</i>	<i>47</i>
2.3. „ŽALIOSIOS ENERGIJOS“ INŽINERINĖS ĮRANGOS EKONOMINIAI ASPEKTAI LIETUVOJE	48
2.3.1. <i>Saulės energijos Lietuvoje ekonominiai aspektai.....</i>	<i>48</i>
2.3.2. <i>Vėjo energijos Lietuvoje ekonominiai aspektai.....</i>	<i>49</i>
2.3.3. <i>Geoterminės energijos Lietuvoje ekonominiai aspektai.....</i>	<i>51</i>
2.3.4. <i>Vandens išgaunamos energijos Lietuvoje ekonominiai aspektai</i>	<i>52</i>
2.3.5. <i>Biomasės išgaunamos energijos Lietuvoje ekonominiai aspektai.....</i>	<i>53</i>

2.4.	EKOLOGIŠKŲ STATYBINIŲ MEDŽIAGŲ RINKOS APŽVALGA LIETUVOJE	53
2.4.1.	<i>Žaliavinės medienos ir medienos atliekų gaminių pramonė</i>	53
2.4.2.	<i>Molio, keramiko ir kitų statybinių gaminių pramonė</i>	56
2.4.3.	<i>Ekologiškos izoliacinės medžiagos Lietuvos medinės statybos rinkoje</i>	57
2.5.	GYVENAMŲJŲ NAMŲ EKOLOGIŠKOS STATYBOS RINKOS ATEITIES PROGNOZĖS LIETUVOJE .	60
3.	EKOLOGIŠKOS STATYBOS GYVENAMOJO NAMO PROJEKTO KŪRIMAS	61
3.1.	LIETUVOS GYVENTOJŲ APKLAUSA IR TYRIMO REZULTATAI	61
3.2.	POTENCIALAUS EKOLOGIŠKO GYVENAMOJO NAMO PROJEKTO MODELIS	62
3.2.1.	<i>Gyvenamojo namo statybos technologija ir konstrukcijos</i>	63
3.2.2.	<i>Inžinerinės įrangos pritaikymas ekologiško gyvenamojo namo modeliui</i>	64
3.3.	EKOLOGIŠKO BŪSTO MODELIO RINKOS ANALIZĖ	65
3.3.1.	<i>Potencialūs vartotojai</i>	65
3.3.2.	<i>Galimi potencialūs konkurentai</i>	65
3.3.3.	<i>Projektinio gyvenamojo namo lyginamoji analizė su tradiciniu skydiniu namu</i>	69
	IŠVADOS	71
	NAUDOTA LITERATŪRA	73
	PRIEDAI	81

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

1.1 pav. Saulės elementai [56].....	14
1.2 pav. Vidutinė saulės radiacija 30° nuolydžiu priešais Pietus [81].....	15
1.3 pav. Saulės vandens šildymo kolektorių veikimo principas [85]	16
1.4 pav. Vėdinimo sistema, panaudojant saulės kolektorius [55]	17
1.5 pav. Vėjo elektrinių galios pasiskirstymas pasaulyje (šalis, MW, %) [4]	18
1.6 pav. Vėjo jėgainės principinė schema [78].....	20
1.7 pav. Geoterminė cirkuliacijos sistema (GCS) ir jos įranga	22
1.8 pav. Horizontalaus kolektoriaus montavimo pavyzdys [63]	25
1.9 pav. Vertikalaus kolektoriaus montavimo pavyzdys [63]	25
1.10 pav. Izoliacinių medžiagų rinka Europoje 2000 m. [79]	31
1.11 pav. Remiamos izoliacinės medžiagos pagal žaliavas [79].....	32
2.1 pav. Pastato energinio naudingumo sertifikatas [35]	35
2.2 pav. Autonominės saulės mikroelektrinės struktūrinė schema [57]	37
2.3 pav. Lietuvos vėjo atlasas [46]	41
2.5 pav. Lietuvos geoterminio lauko rajonavimas pagal kambro kraigą [40]	43
2.6 pav. Elektros energijos gamyba iš atsinaujinančių energijos šaltinių Lietuvoje, 2005 m. [33] .	46
2.7 pav. Apvaliosios medienos kainos 1995-2007 metais [75]	55
2.8 pav. Šilumos tilteliai atraminėse konstrukcijose [58].....	58
2.9 pav. Avies vilnos izoliacinė medžiaga mediniuose namuose [67]	59
2.10 pav. Izoliacija iš lininės naustinės medžiagos [67].....	59
3.1 pav. Perdangų ir stogo konstrukcijų dvitėjinės sijos sistema [58].....	63
3.2 pav. 1 kwh kaina priklausomai nuo energijos šaltinio 2007 m. [64]:.....	70

LENTELIŲ SĄRAŠAS

2.1 lentelė. Lietuvoje 2006 m. veikusios vėjo elektrinės [33]	41
2.2 lentelė. Parduota pramonės produkcija pirmąjį 2006 metų pusmetį (be PVM ir akcizo) [74]....	54
2.3 lentelė. Lietuvos Respublikos statybinės produkcijos užsienio prekybos pagal KN prekių skyrius ir skirsnius 2003 m.–2006 m. I pusm. kaita [73]	54
2.4 lentelė. Apvaliosios medienos gamybos prognozė 2010m. (orientaciniai duomenys) [76]	55
2.5 lentelė. Orientaciniai duomenys apie medienos pramonės žaliavinės medienos poreikį įvertinus planuojamus projektus [76]	56
2.6 lentelė. Esamas ir planuojamas AEI suvartojimas, ekonominis AEI vartojimo potencialas [59]	60
3.1 lentelė. Konstrukcijų techninių charakteristikų palyginimas	67
3.2 lentelė. SWOT statybinės produkcijos analizė	68
3.3 lentelė. Ekologiško projektinio ir tradicinio skydinio gyvenamojo namo statybos kaštų analizė	69

IVADAS

Ūkinės veiklos poveikio gamtinei aplinkai bei žmonių saugai ir sveikatai padarinių suvokimas jau XX a. pabaigoje lėmė naujų požiūrių į naudojamas technologijas atsiradimą. Šia nauja kokybine technologijų vertinimo metodologija tapo darnaus vystymosi paradigma, pirmą kartą tarptautiniu lygiu įvardinta 1972 metais Jungtinių Tautų konferencijoje apie žmonijos aplinką Stokholme.

Sveikos aplinkos klausimas pastaraisiais metais tapo modernios visuomenės vartotojų dalimi. Apie tai kalbama tiek tarptautiniu, tiek nacionaliniu lygiu: yra jau pasirašyti tarptautiniai susitarimai dėl išskiriamos kuro emisijos į aplinką, yra jau pradėtos nacionalinės ir vietos valdžios strategijos dėl darnaus vystymosi; ir šalies pramonė jau prisitaikė prie naujos aplinkos vadybos programos. Vienas iš diskusijos aspektų yra dėmesys produktams: produktams ir paslaugoms, kuriuos galima vertinti kaip užterštumo, energijos ir medžiagų išnešiotojus. Tiek pasaulyje, taipogi ir Europoje, susirūpinus daugelio žmonių pasikartojančiais ligos požymiais, buvo pradėti tyrimai dėl gyvenamųjų namų inžinerinės įrangos ir panaudotų statybinių medžiagų galimo poveikio žmogaus gyvenamajai aplinkai ir sveikatai.

Atsakingumo dabarties ir ateities kartoms kriterijus įgalina aiškiai atskirti tinkamą energetiką ir ekologišką statybos technologiją, nekeliančią žmonėms pavojų, nebloginančią jų sveikatos ir netrumpinančią jų amžiaus trukmės, nuo netinkamos, kurios naudojimas blogintų žmonių visavertės gyvensenos galimybes. Tradicinei kietą, skystą ir dujinį kurą deginančiai bei branduolinį kurą naudojančiai energetikai ir tradicinei statybai pradėjo atsirasti pažangesnės alternatyvos, susijusios su atsinaujinančių šaltinių – vandens, vėjo, saulės, žemės – panaudojimu, ir tokių natūralių statybinių medžiagų, kaip mediena, akmuo, molis, šiaudai ir kt.

Šiuolaikinėje visuomenėje technologijos taip tobulėjo, kad kaip alternatyva kenksmingoms sveikatai statybinėms medžiagoms ir gyvenamojo namo inžinerinei įrangai, buvo pritaikytos ekologiškos statybinės medžiagos ir „žalioji energija“ iš atsinaujinančių gamtos išteklių. Kol esamas anglies, naftos ir gamtinių dujų tiekimas yra ribotas ir bėgant metams vis jų kainų augimas didėja, vėjas, saulė ir žemė yra atsinaujinančios energijos pavyzdžiai. Šie šaltiniai yra neriboti ir gali būti panaudoti neribotam laikui. Bet svarbiausia, kad šios energijos vartojimas praktiškai nieko nekainuoja, yra nekenksmingas tiek aplinkai, tiek žmogaus sveikatai.

Atsižvelgiant į tai, kad atsinaujinančiųjų ir vietinių energijos išteklių naudojimo didinimas yra sudėtinė Lietuvos energetikos sektoriaus strategijos dalis (susitarta su Europos Komisija, jog Lietuva iki 2010 m. turi pagaminti 7 % elektros energijos iš atsinaujinančiųjų energijos išteklių), Lietuvoje jau yra paruošta pradinė teisinė bazė pritaikyti šias technologijas, statant gyvenamuosius namus, t.y. pastato energetinio naudingumo sertifikavimas. Ekonominis požiūriu taps naudinga statyti mažai energijos vartojančius gyvenamuosius namus, nes naujoje rinkoje, priskyrus pastatą mažiau energijos suvartojančiai klasei, prognozuojama, kad jo kaina padidės.

Darbo tikslas ir uždaviniai

Šio darbo tikslas – išnagrinėti gyvenamajai žmogaus aplinkai ir sveikatai kenksmingų veiksnių įtaką, atkreipiant dėmesį į naudojamą statybines medžiagas ir inžinerinę įrangą gyvenamųjų namų statyboje, pateikiant tradicinėms statybos technologijoms alternatyvas.

Kad būtų pasiektas iškeltas tikslas, buvo suformuluoti šie uždaviniai:

1. Apibrėžti ir išanalizuoti naujų ekologiškų statybinių medžiagų ir inžinerinės įrangos raidą pasaulyje ir jų taikymą individualių gyvenamųjų namų statyboje.
2. Pateikti naujų statybos direktyvų, plėtojant gyvenamųjų namų ekologišką statybą Lietuvoje.
3. Remiantis užsienio šalių patirtimi ir išanalizavus individualių gyvenamųjų namų ekologiškos statybos galimybes Lietuvoje, parinkti labiausiai galimų sprendimų, statant visapusiškai ekologiškus gyvenamuosiuos namus Lietuvoje.
4. Įvertinti esamus ir būsimus ekologiškų statybinių medžiagų ir inžinerinės įrangos ekonominius aspektus, bei ekologiško gyvenamojo namo rinką Lietuvoje.
5. Remiantis atliktos apklausos apie gyvenamojo namo ekologiškos statybos rezultatais, pateikti individualaus ekologiško gyvenamojo namo projektą Lietuvos sąlygomis, bei palyginti su šiuolaikine tradicine individualaus gyvenamojo namo statyba.

Darbo tikslai ir uždaviniai pasiekti tikslingai atrinkus mokslinius straipsnius pagal tokius reikšminius žodžius kaip *kenksmingos medžiagos gyvenamajame name, ekologiškos statybinės medžiagos* ir *alternatyvioji energija*. Išnagrinėjus šios mokslinės medžiagos atliktus tyrimus, jų rezultatai pritaikyti gyvenamųjų namų statyboje, atsižvelgiant į Lietuvos geografines, teisinės ir ekonomines sąlygas. Vadovaujantis pagrindiniais šio darbo uždaviniais, atlikta apklausa Lietuvoje, kurios tikslas yra sužinoti Lietuvos gyventojų požiūrį į ekologišką gyvenamojo namo statybą, pagrindinius veiksnius lemiančius statybinių medžiagų ir inžinerinės įrangos pasirinkimą, kokią rinkos dalį jau užima ekologiško būsto statyba. Remiantis gautais rezultatais sumodeliuota statybos rinkoje didžiausią potencialą turintis ekologiškas gyvenamasis namas, pastatytas su atitinkamomis statybinėmis medžiagomis ir sumontuota inžinerine įranga, labiausiai tenkinančią potencialių vartotojų poreikius, ir pagal atliktą rinkos analizę, pateiktos gyvenamųjų namų ekologiškos statybos perspektyvos Lietuvoje.

1. EKOLOGIŠKOS STATYBOS APŽVALGA

1.1. „Sergančio namo sindromas“ gyvenamuosiuose namuose

„Sergančio namo sindromas“ (toliau tekste SNS) apima tariamai sveikus individus, kurie išgyvena ilgai besitęsiančius fizinius nuovargio simptomus. Pasaulinė sveikatos organizacija įvertino, kad 30 % naujos statybos būsto ir renovuotų pastatų pasižymi SNS ir, kad 10 % - 30 % juose gyvenančių žmonių gali būti paveikti šio sindromo. Simptomai apima gleivinės plėvelės sudirginimą, kuris veikia nosį, akis ir gerklę; odos alergiją; nemalonius skonio pojūčius. Kiti bendri simptomai apima neuropsichiatrinius sutrikimus tokius, kaip nuovargis, galvos skausmai, šleikštulys ir pykinimas, sutrikimas ir galvos svaigimas, astmos simptomai [50].

Yra ir daugiau fizinių veiksnių, kurie įtakoja SNS, tokie kaip šildymo ir ventiliacijos sistemos, greitai išgaruojantys statybiniai mišiniai. Egzistuoja daugelis potencialių oro užterštumą patalpos viduje sukeliančių šaltinių. Žemiau aptariami keletas dažniausiai pasitaikančių:

1. *Išorinis oras*: užkrėstas radioaktyviomis medžiagomis oras iš lauko gali netyčia būti įtrauktas į pastato šildymo sistemą, ventiliaciją ar oro kondicionavimo sistemą. Užterštas oras gali savyje turėti nešvarumų, emisijos, kenksmingų dujų, drėgmės ar net gamyklinių kaminų teršalų.

2. *Šildymo, vėdinimo ir oro kondicionavimo sistema* (toliau tekste HVAC – iš anglų k. „heating, ventilation and air-conditioning“): ši sistema pati savaime yra įtraukta kaip priežastinis veiksnys daugelyje SNS atvejų. HVAC sistemos gali praleisti vandenį šaldytuve, neefektyviai išleisti sudegintas dujas į aplinką ir kt. Be to, dėl būdingos šilumos, gali sąlygoti drėgną aplinką ir mikrobų skatinimą, tokių kaip humuso ir grybelių. Šie mikroorganizmai, maitinantys ventiliacinės sistemos dulkėmis ir purvu, gali išskirti lakiuosius organinius junginius (toliau tekste VOC – iš anglų k. „Volatile organic compounds“).

3. *Pastato statybos ar renovacija*: pastato statyba ar renovacija esamos teritorijos, įtraukiant naujus baldus, grindų dangą ar sienas, gali skatinti oro problemas patalpose dėl pernelyg didelio dulkių kiekio ir skaidulių, kurios atsiranda statybos metu. Dažymas, glaistymas ir rišlios medžiagos klijam, kurios naudojamos statyboje ar renovacijoje, taip pat prisideda prie patalpos oro užterštumo dėl gausybės išsiskiriančių VOC.

4. *Pastato konstrukcijos*: skydai, klijuota fanera, izoliacinės medžiagos, čerpės, grindų dangos klijai, audiniai, apmušalai ar nauja furnitūra yra žinomi kaip išskiriančios į aplinką formaldehidą medžiagos.

5. *Išorinis vanduo*: patalpoje esantis vanduo gali būti žalingas vartoti dėl susikaupusio išorinio vandens ant pastato viršaus arba išorinė aplinka gali taip pat lemti patalpoje esančio

oro kokybę. Vandens pažeista medinė grindų danga, baldai, sienų lentos ir kondensacijos teritorija yra ideali vieta daugintis mikrobams.

6. *Šilumos šaltiniai*: dujinė viryklė, krosnis, židinytis ir radiatoriaus erdvė gali lemti blogą patalpos oro kokybę, išskiriant oksidus kaip monoksidas, nitrogeno oksidai ir kitas daleles.

7. *Kiti*: tabako dūmai uždaroje patalpoje išskiria *amoniaką, anglies dioksidą* ir *formaldehidą*. Kopijavimo aparatai ir kiti elektriniai mechanizmai išskiria į aplinką *ozoną*. Patalpoje esantys augalai gali prisidėti prie oro užterštumo, sudarydami sąlygas bakterijoms daugintis. Netgi dirvožemis, esantis po pastato konstrukcijomis, gali turėti įtakos oro užterštumui viduje, išskirdamas *radono* dujų, kurios pasigamina natūraliai pūvant *urano* klodams [45].

Šiandieninė visuomenė ypatingai didelį kiekį vartoja energijos. Energija yra viena iš pagrindinių būtinybių visatoje. Ji padėjo plėtoti ir tobulinti gyvenimo būdo standartus visame pasaulyje. Tai augimo ir pažangos variklis. Energija ateina iš kelių skirtingų šaltinių. Šiuo metu, globalinis energijos panaudojimas priklauso kurui, tokiam kaip nafta, anglis ir natūralios dujos, kurios priskiriamos prie neatsinaujinančių žaliavų, dėlto, kad negali būti papildytos. Kita neatsinaujanti žaliava yra *uranas*. *Uranas* yra elementas, kuris tiekia mums branduolinę energiją. Ekspertai numato, kad likusi dalis išgaunamo kuro pagal dabartinį suvartojimo lygį užteks tik ateinantiems 170 metams. Didėjantis energijos poreikis sukelia daugelį aplinkos ir sveikatos sunkumų. Didžiausias iššūkis yra globalinis atšilimas. Jau gamyba ir energijos naudojimas sukelia daugiau aplinkos žalos negu bet kuri žmogaus veikla, prisidedanti 80 % prie teršalų, kurie sukelia oro užterštumą ir daugiau nei 88 % dujų emisijos, sukeliančios šiltnamio efektą, kuris yra atsakingas už globalinį atšilimą [65].

Lakūs organiniai mišiniai yra įvairios substancijos, išsiskiriančios iš pastato statybinių medžiagų ir inžinerinių įrengimų, pastato gyventojų, valymo produktų, deginimo procesų ir išorinio oro. Šių mišinių poveikis yra panašus kaip ir randamas SNS, įtraukiant nosies, akių ir gerklės sudirginimus, nemalonų pojūtį burnos ertmėje ir šleikštulį, koncentravimosi sutrikimus. Nors daugelį SNS veiksmų galima paaiškinti fizikiniu požiūriu, kaip netinkamos šildymo, vėdinimo, oro kondicionavimo sistemos ir lakūs organiniai mišiniai naujuose pastatuose, išskirti vieną priežastį, įtakojantį SNS, praktiškai neįmanoma, nes daugelis šių veiksmų yra tarpusavyje susijusių. Pavyzdžiui, naujesni pastatai dažniausiai būna hermetiški, mechaninės vėdinimo struktūros montuojamos su modernia įranga, kas išskiria aukšto lygio lakių organinių mišinių, kenksmingų žmogaus sveikatai [50].

Apskritai galima nustatyti tokius ekologiškos statybos pagrindinius argumentus:

- Užterštas patalpų oras ir dėl to kylančios ligos bei nedarbingumas arba sumažėjęs darbingumas („sergančio namo sindromas“ pasireiškia koncentracijos susilpnėjimu, nuovargiu ir pan.) sąlygoja dideles ligonių kasų išlaidas bei papildomas išlaidas darbdaviams;
- Taršos pavojingomis medžiagomis vengimas, atitinkamai planuojant – pasirenkant produktus – padeda sutaupyti išlaidas sveikatos apsaugai bei atlyginimams;
- Nustatant nekilnojamojo turto vertę, šiandien vis labiau atsižvelgiama į kylančius atliekų šalinimo, remonto ar rekonstrukcijos sąnaudas;
- Kasmet padaromos milijardų vertės statybos klaidos (priežastys: netinkami produktai, blogas planavimas, montavimo klaidos);
- Atidi statybos bei įrangos produktų atranka, atsižvelgiant į perdirbimo/šalinimo galimybes kelia tuo pačiu ir nekilnojamojo turto vertę;
- Kylančios energijos sąnaudos daro įtaką nekilnojamojo turto savininkams bei nuomotojams;
- Optimali šilumos izoliacija, visapusiškos energijos koncepcijos, įskaitant alternatyvių energijos šaltinių panaudojimą, kelia ne tik energijos panaudojimo ekonomiškumą, bet profesionalios vėdinimo sistemos garantuoja šilumos apsaugą vasaros metu bei apsaugą nuo triukšmo [80].

Ir mokslininkai, ir statybinių medžiagų gamintojai ir vartotojai daug dėmesio skiria patalpų oro kokybei ir cheminių medžiagų išsiskyrimui (emisijoms) iš statybinių medžiagų. Kaip atsakas į šią problemą daugelyje Europos šalių sukurtos nacionalinės cheminių medžiagų įvertinimo ir ženklinimo sistemos. Pagrindinis tikslas – apsaugoti vartotojus nuo galimo cheminių teršalų, išsiskiriančių iš statybinių medžiagų, poveikio, – tai galėtų lemti mažas cheminių medžiagų emisijas garantuojančios žaliavos ir technologijos.

Nepaisant egzistuojančios bendrosios rinkos, ES šalyse nėra suderintos cheminių medžiagų emisijų iš statybinių produktų ženklinimo sistemos. Skirtingų nacionalinių sistemų taikymas dažniausiai yra savanoriškas, tačiau reikalaujama, kad tiekiamos rinkai statybinės medžiagos būtų ištirtos ir tyrimų rezultatai atitiktų reglamentuojamų rodiklių vertes. Tokia situacija tampa daugelio Europoje vykstančių seminarų, įvairaus lygio ekspertų susitikimų tema. Šiai tematikai buvo skirta ir 2007 m. birželį Berlyne įvykusi tarptautinė konferencija, kurioje dalyvavo Europos Komisijos pramonės generalinio direktorato, Sveikatos ir vartotojų apsaugos direktorato (SANCO) atstovų, ES valstybių kompetentingų institucijų, statybinių medžiagų tiriamųjų institutų aplinkos apsaugos asociacijų atstovų. Konferencijos dalyvių pranešimai parodė, kad pagrindiniai statybinių medžiagų įvertinimo kriterijai daugelyje šalių yra tie patys: *lakiųjų organinių junginių* (TVOC, SVOC, VVOC), *formaldehido*, *kancerogeninių medžiagų emisijos*, *kvapo intensyvumas*, o rodikliams

nustatyti pritaikomi tie patys tarptautiniai ir Europos standartai: EN 13419-1, EN 13419-2, EN ISO 16000-3, EN ISO 16000-6, EN ISO 16000-9. Skirtumų pastebėta tik tarp kontroliuojamų rodiklių ribinių verčių, tyrimo metodikų pasirinkimo.

ES statybinėms medžiagoms keliamas reikalavimas nekelti pavojaus žmogaus gyvybei, sveikatai ir natūraliai aplinkai. Šalių kompetentingos institucijos, taikydamos atitinkamas statybinių medžiagų įvertinimo sistemas, bando apsaugoti nacionalines rinkas nuo užterštų statybinių medžiagų [44].

1.1.1. Aplinkai ir sveikatai kenksmingos statybinės medžiagos

Žmogaus sveikatai ir gyvenimo kokybei įtaką daro ne tik gyvenamojo būsto mikroklimatas (temperatūra, santykinis drėgnumas, oro judėjimo greitis), bet ir į jį patenkantys cheminiai ir biologiniai teršalai. Būsto cheminės taršos šaltiniu gali tapti netinkamos statybinės medžiagos. Atsižvelgiant į tai, kad vis dažniau žmonės skundžiasi būdingais SNS, buvo atlikti tyrimai dėl išsiskiriančių kenksmingų medžiagų akmeniniame name, nesvarbu, ar jis plytinis, ar betoninis, ar iš silikatinių blokų. Paaiškėjo, kad dėl *radžio* ir *torio* skilimo sienų medžiagose akmeniniai namai gali tapti žudančių radioaktyviųjų dujų šaltiniu. Pasitaiko atvejų, kai ribinis leidžiamas radioaktyvumo lygis viršijamas dėl per didelės *radono* koncentracijos. *Radonas* į patalpas gali patekti įvairiai: sklįsti į kambarius iš žemės paviršiaus per pamatus ir grindis, išsiskirti iš statybinių medžiagų. Gyventojams gali pakenkti ir per didelis sintetinių *polimerų* kiekis būste. Dėl šios vyraujančios pastatuose kenksmingos medžiagos ir atsirado terminas „sergančio namo sindromas“, kurį sukelia per didelis sintetinių *polimerų* kiekis [80].

Dujų chromatografija buvo nustatyta iš linoleumo išsiskiriantys kvapą turintys lakieji organiniai junginiai. Pagal išmatuotų koncentracijų kreives nustatyta, kad išsiskiriančių lakiųjų organinių junginių koncentracijos staigiai mažėja iki tam tikro lygio, o paskui išlieka pastovios, išskyrus *propiono* rūgštį, kurios koncentracija nuo 25 savaitės vėl didėja [44]. Galiausiai, sudėtinis sandarinimas ir izoliacija gali būti SNS rizikos veiksnys.

Statybinės paskirties inžineriniai medienos produktai (klijuota fanera, orientuotųjų skiedrų plokštės OSB, orientuotųjų skiedrų mediena) savo pritaikomosiomis savybėmis yra populiarios medžiagos, tačiau jų gamybai naudojamos rišamosios medžiagos, kurių pagrindinis komponentas – *formaldehidai*. Vokietijos federalinio medienos tyrimų instituto atliktų tyrimų duomenimis, iš orientuotųjų skiedrų plokščių ir pušinių lentų išsiskiriančių lakiųjų organinių junginių koncentracijos mažėja daug greičiau nei jaučiamas nemalonaus kvapo stiprumas. Taip pat nustatytas intensyvesnis lakiųjų organinių junginių emisijos mažėjimas iš orientuotųjų skiedrų plokštės nei iš pušinių lentų per tą patį laiką. Pažymėtina, kad nė iš vienos OSB plokščių išsiskyrusio *formaldehido* koncentracija neviršijo pagal AgBB statybinių medžiagų vertinimo

sistemą nustatytosios ribinės vertės $160 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Tik vienos plokštės OSB 3488 *formaldehido* emisija po 10 dienų viršijo $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (žr. A priedą) [44].

Kas yra natūrali medžiaga šiandieniniame statybinių medžiagų apibrėžimo kontekste, galima būtų atsakyti paprastai: *mediena, akmuo molis, šiaudai ir pan.* Bet ar visais atvejais tokia medžiaga gali būti pritaikoma pagal savo funkcionalumą ir ar ji visada nekenksminga aplinkai ir sveikatai, galima atsakyti, kad ne. Praktinis pavyzdys, *asbestos*. Tai iš natūralių pluoštinių silikatų susidedanti statybinė medžiaga, tačiau jos naudojimas Europoje uždraustas dėl jau įrodyto vėžį sukeliančio poveikio.

Šiandien išstobulintomis technologijomis panaudojant natūralias medžiagas ir pridedant įvairių (dažnai sintetinių) modifikuojamųjų priedų, kuriamos naujos statybinės medžiagos, kurių funkcionalumas, palyginti su natūralia medžiaga, kur kas platesnis, o prieduose esamų cheminių medžiagų iš gatavo gaminio į aplinką neišskiria arba išskiria nedaug ir jų kiekiai neviršija nustatytųjų ribinių verčių. Naujų technologijų produktai dažnai rinkoje pristatomi kaip ekologiški („ekologiška“ akmens vata) ar švarios statybinės medžiagos [44].

1.1.2. Tradicinė inžinerinė įranga ir jos poveikis aplinkai

Ankstesniaisiais 1980 m. pirmoji energijos krizė Europoje, ES šalis privedė prie hermetiškų pastatų statybos, kad būtų taupoma energija ir sumažintos šildymo ir oro kondicionavimo išlaidos. Daugelis šildymo, vėdinimo ir oro kondicionavimo sistemų buvo sumontuotos tuose pastatuose, kurie buvo prastai suprojektuoti, sumontuota netinkama šiai sistemai įranga. Keletas atliktų studijų įvertino šildymo, vėdinimo ir oro kondicionavimo sistemų vaidmenį SNS: nuo gryno oro kiekio pastate labai priklauso SNS simptomo paplitimas. Negalavimai, atitinkantys SNS, buvo bendrai susieti su naujos statybos ir renovuotais pastatais, kurie buvo suprojektuoti kaip energiją taupantys pastatai, bet su netinkama oro kondicionavimo sistema. Pastaruoju metu įvykiai parodė, kad kiti veiksniai taip pat įtakoja prastą oro kokybę, pavyzdžiui, mašinos išmetamos dujos, ateinančios iš garažo, ir šiluma, skleidžiama iš spausdintuvų, kompiuterių ir kopijavimo aparatų.

Žinoma, ne taip jau viskas beviltiška. Sumažinti radiacijos lygį galima vėdinant kambarius: natūraliai vėdinant patalpas, radono koncentracija sumažėja 70 – 80 %, tuo tarpu dirbtinis vėdinimas bei oro kondicionavimas yra mažiau efektyvus. Tačiau ryšys tarp HVAC sistemų ir SNS nėra visada pastovus. Be to, simptomai dažnai išlieka net po to, kai vėdinimo problemos būna pašalintos. Kol HVAC sistemos bus vienos iš svarbiausių veiksnių, įtakančių SNS, kiti veiksniai nesusiję su vėdinimo sistemos rūšimi ir gryno oro kiekiu, gali taip pat įtakoti SNS [50].

Švedijos Universitetinė ligoninė atliko tyrimus, kurių metu buvo analizuojamas simptomų ryšiai, atitinkantys SNS, šildymo ir ventiliacijos sistemos tipą, energijos taupymą ir senesnių gyvenamųjų namų rekonstrukciją. Buvo nustatyta, kad mechaninės vėdinimo sistemos yra palankios

senesnės statybos pastatuose. Tiesiogiai šilumą skleidžiantys elektriniai radiatoriai ir kietojo kuro šildymo sistema gali sukelti sveikatos problemų senesnės statybos namuose, ir turi būti pašalintos [30].

1.2. „Žalioji energija“ ir jos pritaikymas gyvenamųjų namų statyboje

Tikrovėje, atsinaujinančių energijos šaltinių, vadinamų „žalioja energija“, panaudojimas nėra naujovė, žmonės nuo seno naudoja natūralius gamtinius energijos išteklius. Istorikų vertinimais *vėjo energetika* naudojama nuo VII amžiaus. Vis geriau suvokiame būtinumą sugretinti darnų santykį su supančia gamtine aplinka. Sparti technologijų raida įgalino sukurti *vėjo, saulės, bangų ir kt.* jėgaines ir jų parkus, kurie gamina vis daugiau elektros energijos ir tuo mažina žalą gamtinei aplinkai bei žmonių sveikatai [46].

Šiais laikais, kai visame pasaulyje elektros energijos poreikis vis didėja, o tradiciniai jos gavimo būdai vis labiau kenkia gamtai. Labai svarbūs tampa *alternatyvieji energijos* šaltiniai, kurie niekada nesibaigia ir yra praktiškai nemokami. Per pastaruosius dvidešimt metų buvo padaryta daug didelių žingsnių *atsinaujinančios energijos* technologijos plėtrai tiek pramonės, tiek namų ūkio srityje. Atsinaujinančios energijos panaudojimas turėtų būti svarbus įrankis anglies emisijai sumažinti. Tai sudaro:

- *Saulės energija;*
- *Vėjo energija;*
- *Vandens energija;*
- *Biomasa;*
- *Geoterminė energija.*

Atsinaujinančios energijos ištekliai yra iš natūraliai esančios energijos, t.y. karštis ar šviesa iš saulės; vėjas su tinkamu greičiu; vandenyno bangos ir srovės, kurios yra atitinkamoje saulės ir žemės pozicijoje. Šių išteklių neįjungsi ir neišjungsi priklausomai nuo energijos poreikio [81].

1.2.1. Saulės energija

Pasaulis vis dažniau ima žvelgti į saulę kaip į energijos šaltinį. Iš tikrųjų Žemė gauna neįsivaizduojamą energijos kiekį iš saulės. Saulė, kaip vidutinio dydžio žvaigždė, yra didžiulis branduolinis reaktorius, kurio veikimo trukmė apie 4 mlrd. metų. Ji per vieną minutę išspinduliuoja tiek energijos, kad visam pasauliui užtektų metams, per vieną dieną tiek energijos, kad mūsų visai populiacijai užtektų 27 metams, o per tris dienas išspinduliuotas energijos kiekis yra lygus energijai, kurią gautume iš visų Žemėje esančių iškasenų. Saulė yra nemokamas ir nesibaigiantis energijos šaltinis, tačiau, kaip bebūtų keista, *saulės energijos* panaudojimo technologijos yra gana naujos. *Saulės energija* turi didžiulį potencialą, tačiau ilgai į ją nebuvo kreipiama dėmesio, nes energija iš

iškasenų buvo ir yra pigesnė. Didžiausias šuolis buvo padarytas *saulės elementų* mokslinio tyrimo srityje, kai buvo atrasti puslaidininkiai.

Saulės elementus praktiškai naudoti atokiose vietovėse (žr. 1.1 pav.), galima lengvai pasigaminti elektros energijos namų ūkio poreikiams tiek, kiek reikia, todėl nereikia vedžioti elektros linijų, kurios kainuoja, be to, gadina gamtovaizdį. *Saulės elementai* yra įtaisomi ant nuosavų namų, jų instaliavimas yra labai paprastas, o dirba jie absoliučiai saugiai ir tyliai. Be to, didėjant energijos suvartojimui, labai lengva padidinti ir *saulės elementų* kiekį, ko negalima pasakyti apie šiluminės elektrinės, o tuo labiau atominės elektrinės [56].



1.1 pav. Saulės elementai [56]

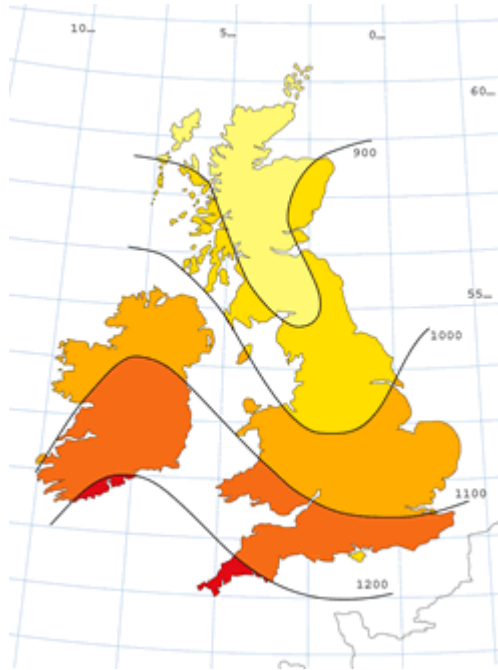
Nors *saulės elementus* naudoti praktiškiau atokiose vietovėse, tačiau net ir tankiai apgyvendintose vietose juos naudoti verta, nes vidutinis namas turi daugiau nei reikia stogo ploto, kad užtektų elektros savo poreikiams patenkinti. Galima papildomai naudoti akumulatorius arba prisijungti prie elektros tinklų. Prisijungus prie tinklų dieną naudojama elektra iš *saulės elementų*, o perteklių paima elektros tinklai. Naktį vyksta atvirkščias procesas, taip galima sutaupyti pinigų.

Pagrindiniai *saulės elementų* trūkumai yra gaunamos šviesos kiekio priklausomybė nuo geografinės vietovės, paros laiko, metų laiko bei debesuotumo. Trūkumas yra ir tai, kad naudojant *saulės elementus* visada prireikia papildomų akumuliatorių, nes saulės aktyvumas nėra vienodas [56].

Ši energija gali būti surenkama ir verčiama elektra įvairiais būdais. *Saulės energiją* galima gauti, naudojant *saulės skydus*. Kad būtų pasiektas maksimalus efektyvumas, *saulės skydai* turėtų būti montuojami pietų pusės stogo šlaite 30^0 kampu horizontaliu ir toliau nuo medžio šešėlių, aplinkinių pastatų ar kaminų [81] (žr. 1.2 pav.).

1.2 Paveikslas rodo visą vidutinę saulės radiaciją, krentančią vienu kvadratinio metru į paviršių su 30 laipsniu nuolydžiu horizontaliai, išmatuotą kilovatvalandėmis. Šie skaičiai pažymi faktą, kad saulės energijos kiekis krentantis ant vidutinio namo viso stogo paviršiaus yra didesnis nei reikia

namo šildymo sistemai ir karštam vandeniui. Bet taip pat reikia atkreipti dėmesį, kad yra didelis skirtumas tarp radiacijos vasarą ir žiemą. Šie veiksniai turi būti įvertinti optimizuojant *saulės energijos* panaudojimo sistemą [85].



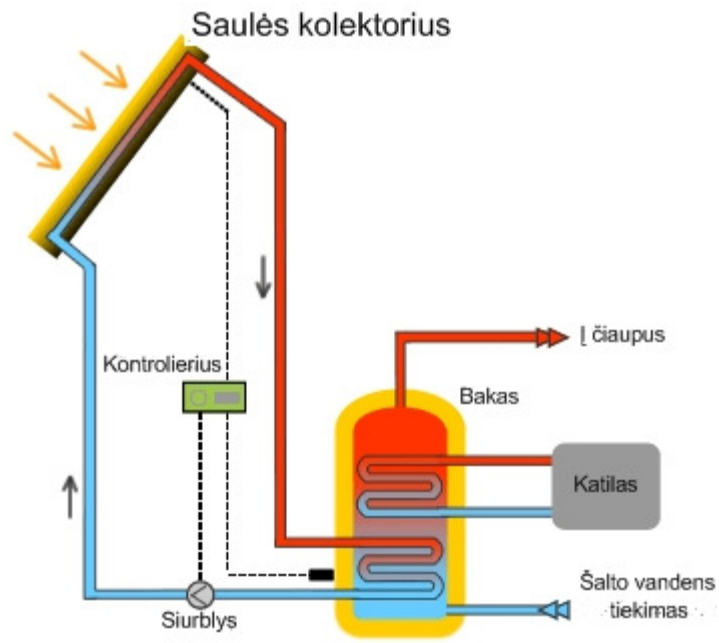
1.2 pav. Vidutinė saulės radiacija 30° nuolydžiu priešais Pietus [81]

Yra trys pagrindiniai *saulės skydų* tipai, kurie naudojami visiškai skirtingomis technologijomis:

- *Saulės vandens šildymo kolektoriai*: šie skydai sugeria energiją iš *saulės* ir perduoda ją šildyti vandenį.
- *Fotogalvaninis* arba *saulės elektros skydai*: šie skydai perdirba *saulės* radiaciją tiesiai į elektrą.
- *Saulės vėdinimo sistemos kolektoriai*: šis skydas *saulės* spindulių sušildytu oru vėdina patalpas.

Saulės energijos vandens šildymo sistemos tampa vis populiareesnės Europoje. Ši sistema yra sujungta su karšto vandens sistema (žr. 1.3 pav.). *Saulės vandens šildymo sistemos* gali tiekti daugiau nei pusę namuose reikalingo karšto vandens daugiau nei vienerius metus [81].

1.3 Paveikslas parodo tipišką aktyvios *saulės šildymo sistemos* schemą. Elektroninis kontrolierius nuolatos sulygina saulės kolektorių temperatūrą su vandens temperatūra, esančią bako. Kai tik kolektoriai tampa karštesni negu bakas, kontrolierius įjungia sistemos varomą siurbį. Aušinimo skysčio ir vandens mišinys yra tada cirkuliuojamas per kolektorių ir bako karščio keitiklius, šildant baką tokiu pačiu būdu kaip ir centrinį šildymo katilą [85].

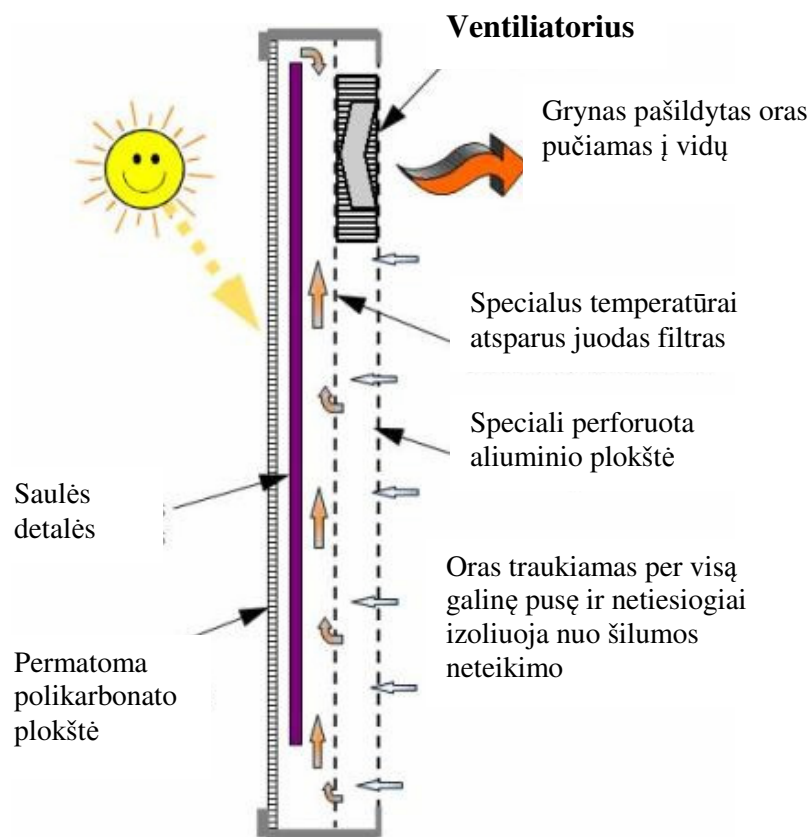


1.3 pav. Saulės vandens šildymo kolektorių veikimo principas [85]

Yra 2 šios sistemos kolektorių tipai: *plokščios lėkštės* arba *tuščiaviduriai vamzdžiai*. *Plokščios lėkštės kolektoriai* – tai saulės vandens šildymo skydai yra paprasčiausios formos, jie pagaminti iš metalo lakštų, kurie yra nuspalvinti juodai, kad sugertų *saulės energiją*. Vanduo tiekiamas per skydus į vamzdžius, sujungtais su metalo lakštais, ir susirenka karštis tame metale. Vamzdžiai dažnai būna padaryti iš vario dėl geresnio laidumo. Metalo lakštai yra įtvirtinti į izoliuotą dėžę ir uždengti stiklu arba švariu plastikumu iš priekio. Sistema dažniausiai yra sumontuota ant stogo. *Tuščiavidurių vamzdžių sistema* – tai serijos stiklinių karščio vamzdžių sugrupuotų kartu. Vamzdžiai yra kokybiškai įtvirtinti dėl vakuumo stiklo viduje.

Fotogalvaninis arba *saulės elektros skydai* gali pasiūlyti visus pajėgumus generuoti elektrą švaniu, tyliu ir atsinaujinančiu būdu. *Saulės elektros* pritaikymo įvairovė yra didelė. *Fotovolto celės* yra naudojamos paprastiems poreikiams, pvz.: skaičiavimo mašinėlėms ir laikrodžiams ir taip pat namų reikmėms ir didesniui pritaikymui. Didelės *fotovolto celių sistemos* gali būti integruotos į pastatą generuoti elektrą [81].

Viena iš naujausių per pastaruosius metus išrastų technologijų, panaudojant *saulės kolektorius*, yra vėdinimo/oro kondicionavimo sistema. Iš tiesų, kam naudoti brangią elektros energiją ir vėdinimo įrangą, jeigu yra išrastas ventiliatorius, kuriam nereikia elektros – jis saulės spindulių sušildytu oru vėdina patalpas. Tokio pobūdžio sistema gaminami saulės kolektoriaus principu ir turi ventiliatorių, kuris ima veikti, kai tik permatomą saulės elemento plokštelę ima šildyti saulė (žr. 1.4 pav.).



Ventiliatorius gali būti ir apačioje, ir viršuje

1.4 pav. Vėdinimo sistema, panaudojant saulės kolektorius [55]

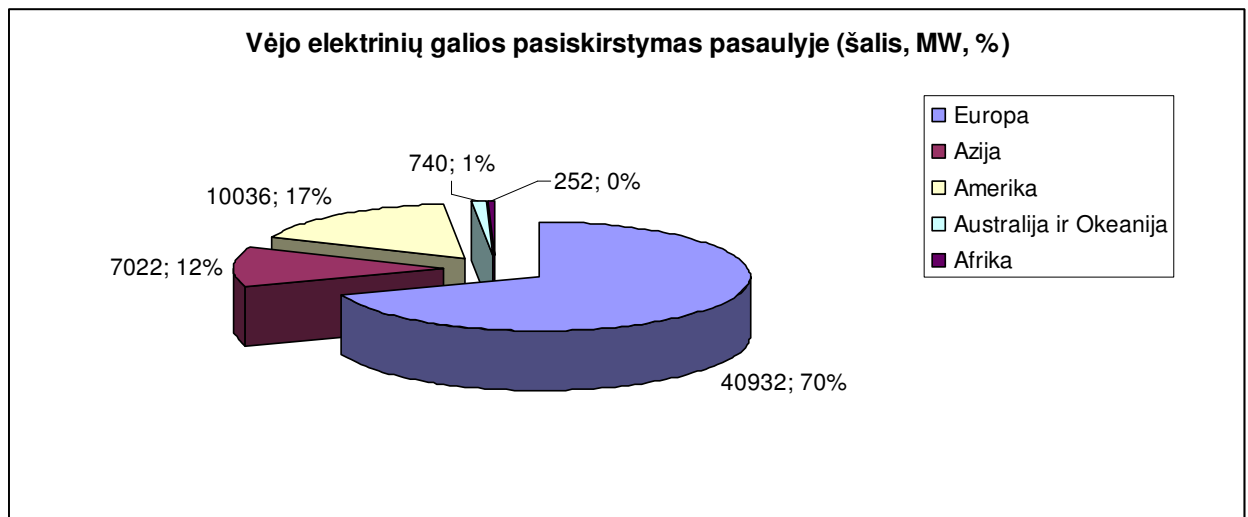
Ventiliatorius paima gryną ir sausą orą iš lauko, sušildo jį ir pučia į pastato vidų. Jo našumas apytikriai yra nuo 20 m³ iki 120 m³ oro per valandą. Dėl to, jog oras keičiamas grynu ir pašildytu (iki 10 °C – 40 °C temperatūros), drėgmė ar nemalonūs kvapas iš patalpos greitai pašalinami. Kuo intensyviau šviečia saulė, tuo greičiau dirba ventiliatorius. Tačiau jį galima reguliuoti: sumažinus pučiamo oro srovę, padidinama jo temperatūra. Esant poreikiui, galima ventiliatorių išjungti, kad kurį laiką nevėdintų patalpų. Yra ir termostatas, kuriame galima nustatyti pučiamo oro temperatūros ribą ir, jei oras šyla daugiau, ventiliatorius automatiškai išsijungia. Kaip rodo atlikti tyrimai, ventiliatorius veikia, ypač žiemos metu, jeigu įrenginys tvirtinamas 60° pasvirimo kampu ir yra nukreiptas į pietus. Reikia atkreipti dėmesį, kad nebūtų medžių, kurie meta šešėlį saulei esant žemai. Saulės energijos kolektorius gali būti tvirtinamas prie sienos arba prie stovo ar stulpo, esančio netoli sienos. Oras įeina į vidų per nedidelį lankstų vamzdelį. Reikia pritvirtinti konsolę arba atramą, t.y. tvirtinimo konstrukcijos dalį prie stogo perforacijos, kur vyks oro cirkuliacija. Ventiliatorių ir vamzdelį lengva primontuoti savarankiškai, taip pat nesunkiai tvirtinamas daviklis. Elektrinis prijungimas yra 12 V, taigi jis nepavojingas. Taip pat galima prijungti ir akumuliatorių [55].

Lyginant su kitais energijos šaltiniais *saulės elementai* turi daug svarbių pranašumų, todėl jie yra vieni svarbiausių atsinaujinančių energijos šaltinių:

- *Saulės elementai* neteršia gamtos (neskaitant jų gamybos).
- Neturi judančių dalių, kurios galėtų sulūžti, todėl reikalauja mažai priežiūros.
- Patikimai dirba 20 – 30 metų, o palaikymo sąnaudos labai mažos.
- Nereikia didelių instaliacijų, kaip sakytum, hidroelektrinei ar vėjo jėgainei, sumontuoti galima greitai ir lengvai.
- Veikia saugiai ir tyliai.
- Lengva padidinti generuojamos energijos kiekį tiesiog padidinus plotą.
- Negadino gamtovaizdžio, nes yra gana maži.

1.2.2. Vėjo energija

Pastaraisiais metais *vėjo energetika* yra sparčiausiai plėtojama energetikos rūšis pasaulyje. *Vėjo energetikos* raidai pasaulyje būdingas spartėjantis eksponentinis augimo pobūdis. Staigiai kylanti *vėjo energetikos* plėtros kreivė sutampa su globaliniais aplinkosaugos gerinimo prioritetais ir nematyti kliūčių, kurios šį augimą galėtų sulėtėti artimiausią dešimtmetį. Šiuo metu pasaulyje vėjo pagalba pagaminama apie 1 % visos elektros energijos. Dabartiniu metu pagal įdiegtą vėjo elektrinių galią pasaulyje pirmauja Europa, vienijanti 70 % pasaulio vėjo elektrinių (žiūr. 1.5 pav.).



1.5 pav. Vėjo elektrinių galios pasiskirstymas pasaulyje (šalis, MW, %) [4]

Vėjo energetikos raidą ir perspektyvas sąlygoja eilė svarbių objektyvių ir subjektyvių veiksnių:

- Energetikos decentralizavimas, įgalinantis užtikrinti vartotojų nepriklausomybę nuo centralizuotos energetikos monopolijų diktato ir piktnaudžiavimo.
- Tradicinės energetikos naudojamų kieto, skysto, dujinio kuro išteklių pasiekiamumo mažėjimas dėl augančių jų kainos ir politinės konjunktūros.

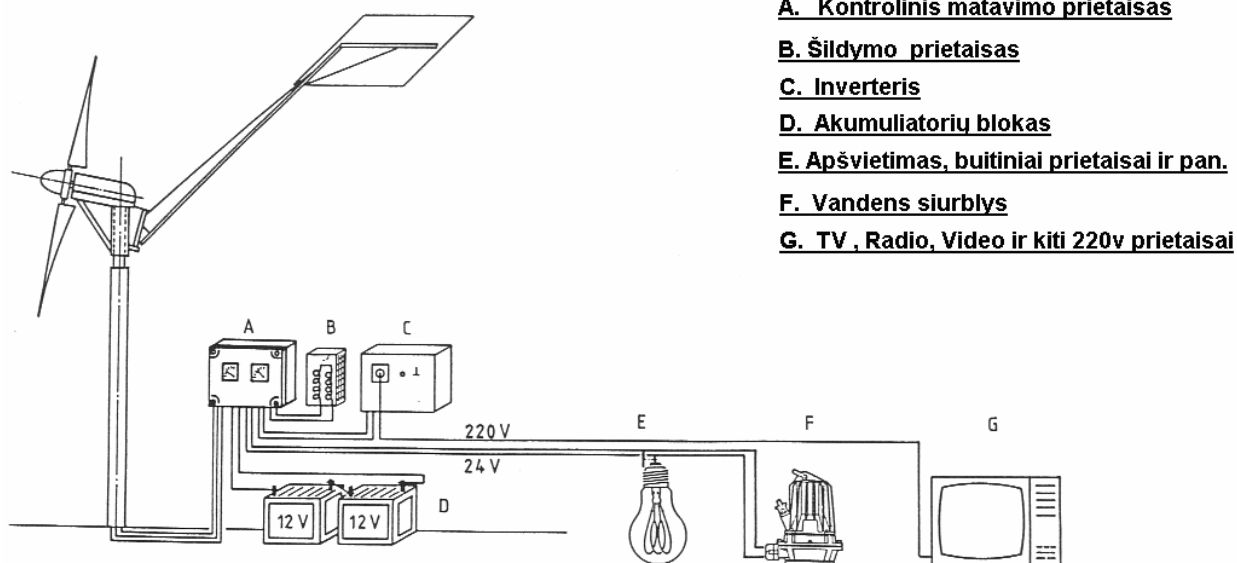
- *Vėjo energetikos* prieinamumo didėjimas, kuriant vis efektyvesnius vėjo elektrinių sprendimus, įgalinančius mažinti jų pagalba gaminamos energijos savikainą.
- Klimato kaitos masto raiška ir jos pasekmių suvokimas bei pažangi Jungtinių Tautų ir ES politika atsinaujinančių energijos šaltinių plėtros srityje.
- Darnaus vystymosi metodologijos ir investicijų valdymo kultūros didėjimas, įgalinantis pasirinkti mažiau rizikingas atsinaujinančios energetikos rūšis.
- Mokslinių tyrimų ir plėtros organišką įtraukimą į visas *vėjo energetikos* sektoriaus veiklos sritis.

Atsinaujinanti energetika ne tik kad yra nekenksminga aplinkai, bet yra skirta tam, kad pakeistų žalingus aplinkai, gamtai ir žmonėms tradicinius energetikos rūšių technologinius sprendimus. Deja, tradicinės energetikos gynėjai bei šiaip pernelyg priekabiajai kvestionuojantys bet kurią naują piliečiai dažnai pakaltina vėjo energetiką būtais ir nebūtais dalykais. Moksliniai tyrimai įgalina „apginti“ *vėjo energetiką* nuo nepagrįstų kaltinimų, susietų su jų tariamu neigiamu poveikiu gamtinei aplinkai ir žmonėms. Statistikos duomenys įgalino atmesti kaltinimus *vėjo energetikai* dėl neigiamo poveikio paukščiams. Iš 10 tūkst. užregistruotų paukščių žūčių tik vien buvo susieta su vėjo turbina [4]. Vienintelis ženklesnis neigiamo poveikio aplinkai bruožas yra vėjo turbinų skleidžiamas triukšmas. Siekiant jo išvengti vėjo elektrinės yra įrengiamos tokiu atstumu, kad artimiausio gyvenamojo būsto viduje jos skleidžiamas triukšmas neviršytų 45 Db(A). Palyginus su kitais triukšmo šaltiniais vėjo elektrinės triukšmingumas prilyginamas kaimo vietovės naktį triukšmo lygiui [81] (žr. B priedą).

Tobulinant turbinos ir sparnų konstrukciją vėjo elektrinių triukšmingumas nuolat mažinamas. Reikia turėti omenyje, kad apie šių įrenginių triukšmingumą apskritai galima kalbėti tik iki 8 m/s vėjo greičio, nuo kurio pats vėjas jau kelia girdimą triukšmą. Iki šios ribos vėjo turbinų skleidžiamus garsus užgožia su kita žmonių veikla susietas triukšmas. Visi galimi vėjo elektrinių poveikiai aplinkai yra minimizuojami šių įrenginių vietos parinkimo ir projektavimo darbų eigoje.

Pastaraisiais metais vėjo turbinos technologija įgalino panaudoti vėją generuoti elektrą. Ši atsinaujinančio ištekliaus energija turi didelį potencialą. *Vėjo energija* yra viena iš švariausių ir saugiausių visų atsinaujinančių komercinių metodų generuojanti elektrą. *Vėjo energija* negamina teršalų ir neskleidžia kenksmingų spindulių. Tipinė vėjo turbina generuojanti elektrą grąžina energiją naudojamą elektros gamyboje per pirmuosius 6 – 9 mėnesius. Pagrindinė sritis, kurioje *vėjo energija* veikia aplinką yra jos vizualinė įtaka. Tai yra vienas iš priekabiaujamų aspektų [81].

Ideali vėjo jėgainių panaudojimo sritis – ten kur vartotojas negali prisijungti prie elektros tinklų, šis prisijungimas per brangus, arba vartotojas pageidauja būti visiškai nepriklausomas nuo energijos tiekėjų panaudodamas vėjo/saulės ar vėjo/dyzelinio generatoriaus tiekiamą elektros energiją. Vėjo jėgainės veikimo principas paprastas (žr. 1.6 pav.).



1.6 pav. Vėjo jėgainės principinė schema [78]

Generatorius, sukamas vėjo energijos, gamina 3 fazių kintamą elektros srovę kuri išlyginama įtampos reguliatoriumi ir laikoma akumuliatoriuose (nuo 12,24 V iki 120 V ir daugiau). Srovė iš akumuliatorių gali būti panaudojama įvairiai – apšvietimui, šildymui, vandens pakėlimui iš gręžinių, buitiniams prietaisams ir t.t. Papildomai panaudojus inverterį galima konvertuoti įtampą į 110 V ar 220 V, 50/60 Hz. Metinis pagaminamos energijos kiekis ypač priklauso nuo vietovės sąlygų ir stiebo, ant kurio tvirtinamas generatorius aukščio. Lietuvos atveju tam geriausiai tiktų pajūrys ir kalvotos vietovės [57].

1.2.3. Vandens energija

Potenciali bėgančio *vandens energija* naudojama tūkstančiais metais, originaliai naudojant vandens ratus malūnams ir mechanizmams. Bet kuri *vandens energijos* technologija paverčia vandens potencialią ar kinetinę energiją į energiją turbinos formą Turbinos taip pat naudoja vandens „kritimą“ natūraliai tekančios upės arba užtvankos be jokios vandens atsargos. Mikro *vandens energijos* schemos reikalavimai yra šie:

- Geras kritulių kiekis;
- Adekvatus tūrinis srovės ir/ar vandens spaudimas (bet kas virš galvos kelių metrų), kuris apibrėžia vandens kiekio pasiekiamumą;
- Vandens suvartojimas virš arba už užtvankos;
- Vandens transportavimo sistema, kuri leis vandenį kanalais.
- Srovės kontroliavimo sistema
- Turbina ir generatorius

- Nuotėkis [81].

Vandens energijai gauti naudojami keli būdai:

- *Gravitacinė energija iš kylančio – slūgstančio vandens.*
- *Upių tekėjimo energija.*

Upių tėkmės energija panaudojama ganai seniai, tačiau ji turi trūkumų: užtvankų kiekis yra ribotas, trukdo plaukti laivams, trukdo žuvims, be to, jos nėra ypatingai ekologiškos.

Energiją iš kylančio – slūgstančio vandens galima panaudoti, pastačius užtvankas. Deja, jos nėra labai ekologiškos. Be to, buvo paskaičiuota, kad vandens aukščio pokytis nėra toks jau didelis, kad apsimokėtų jį išnaudoti, turint omeny brangiai kainuojančias užtvankas.

Be abejo, galima hidroenergią išgauti ir nestatant užtvankų, tiesiog statyti turbinas prie tekančio vandens. Ir nors tai būtų daug ekologiškiau, jų naudingumo koeficientas yra daug mažesnis už tų sistemų, kurios naudoja užtvankas [56].

Kita vandens energijos išgavimo alternatyva - *vandens telkinio kolektorius*, kuris yra pats pigiausias būdas surinkti šilumą, tačiau sklype ties jo riba turi būti pakankamo dydžio vandens telkinys. Kolektorius (plastikiniai vamzdžiai, kuriuose cirkuliuoja neužšąlančio skysčio ir vandens mišinys) nuleidžiamas į vandens telkinio dugną. Efektyvumas didesnis, nes kolektoriaus ilgis mažesnis už panašaus galingumo siurblio požeminį kolektorių. Net ir šaltą žiemą, tvenkiniui pasidengus ledu, vandens temperatūra nenukrenta žemiau 2 laipsnių šilumos. Kadangi sistema uždara, nėra jokio neigiamo poveikio vandens telkiniui [48].

Kitas būdas išgauti šilumos iš vandens – *siurbliai su gruntinio vandens kolektoriumi*. Tai tinkamiausias pasirinkimas sklypams, kuriuose ne giliau kaip 15 m gylyje yra gruntinio vandens. *Šilumos siurbliai* su tokiu kolektoriumi pasižymi ypač aukštais naudingumo koeficientais, kurie siekia net 5,7 [48].

1.2.4. Biomasė

Biomasė yra bendras terminas visų augalinių ir gyvūninės kilmės medžiagų. Gausybė skirtingų biomasės formų gali būti sudegintų arba pasisavintų gaminti energiją. Pavyzdžiui, *mediena, šiaudai, pakratai ir pasėliai*. *Biomasė* yra labai įvairiapusė medžiaga ir gali būti naudojama gaminti šilumą (erdvės ir vandens šildymo), elektrą ir šilumos ir energijos (elektros) kombinaciją [90].

Tam, kad nedidinti anglies dvideginio išsiskyrimo į atmosferą, labai svarbu, kad medienos kaip kuro deginimas būtų iš pastovių išteklių. Tai reiškia, kad reikia daugiau pasodinti medžių, negu jų yra sunaudojama kurui. Tokiu būdu anglies išsiskyrimas per medienos deginimą yra absorbuojamas naujų augančių medžių ir procesas yra neutralus anglies išsiskyrimui. Mediena gali būti panaudojama kaip erdvės ir vandens šildymo energija. Didesniu mastu, mediena gali būti panaudojama elektros gamybai. Pagrindinis metodas gaminant elektrą iš medienos yra augalų

oksidavimas (kur medžiagos deginamos, kad pagaminti garus), nors yra dvi kitos galimybės – *dujofikacija* (kur medžiagos yra kaitinamos taip, kad išsiskirtų dujos) ir *pirolizė* (kur mediena yra kaitinama dėl deguonies trūkumo pagaminti bioalyvos tirpalą su medžio anglimi ir dujomis) [61].

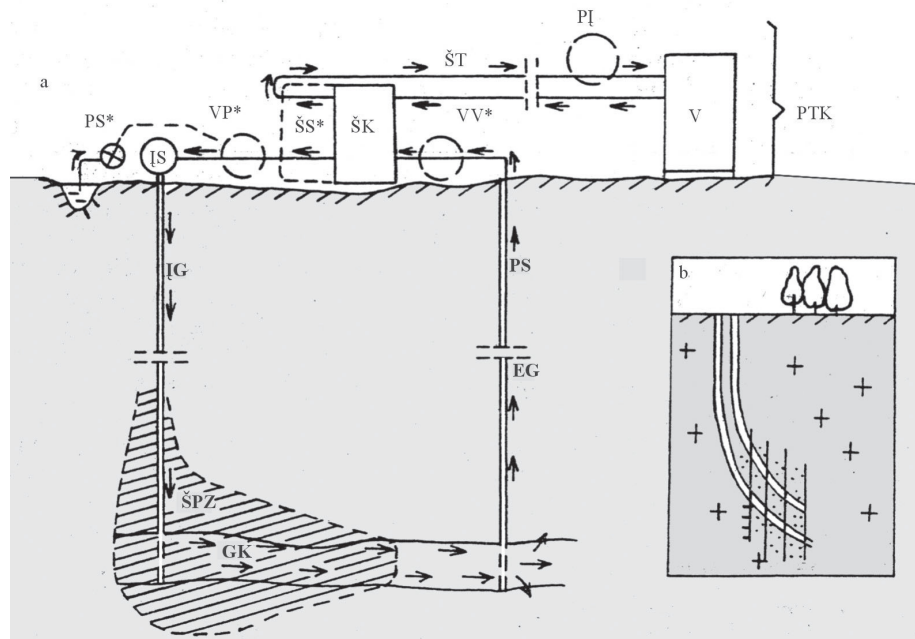
Kita *biomasės* forma gaminama ūkininkų yra tradicinė žemės ūkio veikla. Jie įtraukia „sausas“ žemės ūkio atliekas tokias kaip šiaudai, kad galėtų degindami pasigaminti energijos. „Šlapios“ atliekos tokios kaip žaliosios medžiagos ar skystas molis gali būti pasisavintos gaminti metaną. Šis vėliau gali būti panaudotas kaip kuras varikliui, gaminančiam elektrą ir šilumą [83].

Komunalinius atliekų produktus reikia mažinti ar perdirbti kaip tik įmanoma. Bet kaip visada yra keletą reikalavimų išmetimui. Kelios komunalinių ir pramoninių atliekų formos gali būti apibrėžtos kaip *biomasė* – tokios kaip *maisto* ir *medienos atliekos* (pavyzdžiui, iš statybos pramonės). Nauda aplinkai gali būti išgaunama, jei šios atliekos naudojamos generuoti elektrą ir/ar šilumą. Bet dėmesį taip pat reikia atkreipti į išsiskyrimą ir nuosėdas, kurios gali sukelti aplinkos problemas [83].

1.2.5. Geoterminė energija

Geoterminė energija – tai žemės šiluma, kuri gali būti panaudota gaminti elektrą energijos agregatams, ir panaudoti jos šilumą vandeniui pramonėje, žemės ūkyje,irtyje ir maudyklose. Pasauliniu mastu, šios energijos potencialas kaip energijos šaltinio nėra visiškai panaudojamas, todėl geoterminė energija yra realus ateities aplinkai nekenksmingos energijos tiekimo šaltinis [28].

Geoterminės cirkuliacijos sistemos (toliau tekste GCS) skirstomos į tris dideles grupes: 1) su gamtiniu 2) su dirbtiniu ir 3) su kombinuotuoju kolektoriais (žr. 1.7 pav.).



1.7 pav. Geoterminė cirkuliacijos sistema (GCS) ir jos įranga: a) dėl hidrogeoterminių išteklių; b) dėl petrogeoterminių išteklių:

ĮG – įslegiamasis (injekcinis) gręžinys; EG – eksploatacinis gręžinys; ŠPZ – šilumos ėmimo zona (štrichuota); GK – gamtinis kolektorius; PTK – paviršinis technologinis kompleksas; VV* – vandens valymo įrenginys; ŠK – šilumokaitis; ŠS* – šilumos siurblys; VP* – vandens paruošiamasis įrenginys; ĮS – įslėgimo siurblys; PS – nardinamasis siurblys; PĮ – pašildymo įrenginys; ŠT – šilumos trasa; V – vartotojas; PS* – paviršinis siurblys nutekėjusiam vandeniui kompensuoti („žvaigždute” pažymėti esant būtinybei įjungiami GCS elementai) [52].

Įvertinant kitų Europos šalių (Prancūzijos, Slovakijos, Lenkijos, Pietų Švedijos, Vokietijos ir kt.) *geoterminės energijos* išteklių naudojimo patirtį galima tvirtinti, jog ši energija taikant cirkuliacinę geoterminę technologiją daugiausia naudojama pastatų šildymui [25].

Geoterminiai rezervuarai yra suskaldytų uolų masė žemės plutoje, kuri yra prisotinta karšto vandens ar garų. Išskeldinti vandenį ar garus į žemės paviršių, šuliniai gręžiami į juos. Jei skystis yra pakankamai karštas, susidarys garų burbulai ir leis vandeniui natūraliai tekti į paviršių, jei ne, tada gali tekti siurbti vandenį. Energijos agregatai naudoja karštą vandenį ar garus iš giluminių šulinių tiesiai į turbiną ir generatorius gamina energiją (elektrą). Karštas vanduo taip pat gali būti panaudotas pastato šildymui [28].

Grunto ir gruntinio vandens šiluma taip pat yra *atsinaujinantys energijos* ištekliai. Paviršinio (kelių metrų storio) grunto temperatūrai lemiamą įtaką turi saulės energijos ir aplinkos oro temperatūra, o gruntinio vandens temperatūrą sąlygoja iš žemės gelmių sklindanti energija. Jei įprasti šilumokaičiai (rekuperaciniai, regeneratyviniai) perduoda šilumą tik iš aukštesnės temperatūros šilumnešio žemesnės temperatūros šilumnešiui, tai šilumos siurbliai veikia atvirkščiai: iš žematemperatūrinio potencialo šilumos šaltinio perduoda šilumą aukštatemperatūrinio potencialo šilumos šaltiniui, t.y. praktinėms reikmėms (pastatams šildyti, karštam vandeniui ruošti ir t.t.) įgalina panaudoti atsinaujinančių energijos išteklių (grunto ir gruntinio vandens) šilumą.

Renkant pastato šildymo sistemos rūšį svarbu užtikrinti komfortabilias klimato sąlygas patalpose. Grindų paviršiaus temperatūra gyvenamosios paskirties patalpose maksimaliai leistina yra 25 °C – 28 °C. Gerai izoliuotas individualus pastatas, kuriame įrengtas grindų šildymas, yra kaip tik tas objektas kuriam šilumą galėtų tiekti *šilumos siurbliai*, naudojantys grunto ar gruntinio vandens šilumą. *Šilumos siurbliai* yra santykinai brangi įranga, todėl siekiant priimtinos projektų atsipirkimo trukmės, jie turėtų dirbti ištisus metus. Individualiuose pastatuose jie turėtų būti naudojami ne tik pastatams šildyti ir buitiniams karštam vandeniui ruošti, bet ir šalčio gamybai vasarą [26].

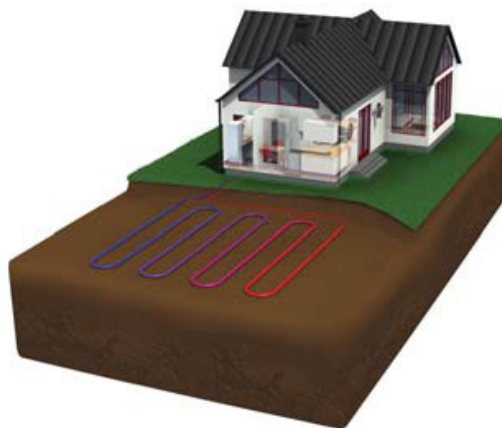
Kaip saulė šviečia į žemę, jos karščio energija įsigeria į žemę. *Žemės šilumos šaltinio siurbliai* ištraukia šia energiją, kad panaudotų ją erdvės šildymui. Energijos resursai, kurie naudojami žemės šilumos šaltiniui siurbti, yra saulė ir jokios šilumos iš žemės. *Geoterminių siurblių* technologija remiasi tuo, kad saulės įšildytos žemės energija gali būti panaudota kolektoriuje esančiam skysčiui

pašildyti keliais laipsniais [48]. Vamzdžiai yra užkasti žemėje ir vanduo pumpuojamas per juos. Šildymo siurbliai gali ištraukti žemės karštį ir pernešti jį į pastatą vandens ar erdvės šildymui, arba gali pašalinti šilumą iš pastato ir atiduoti jį į žemę, kad atvėsintų pastatą per karštus orus [28]. Šilumos siurblio gaminama šilumą galima naudoti bet kokiai šildymo sistemai – radiatorinei, orinei, grindiniam šildymui, taip pat mišriai sistemai. Gauta energija šilumos atidavimo įrenginyje paverčiama į šilumą, kuri perduodama radiatoriams arba grindinio šildymo sistemai, taip pat naudojama vandeniui pašildyti. Vienas iš svarbiausių šiluminio siurblio rodiklių yra transformacijos koeficientas, kuris parodo santykį tarp namui suteiktos šilumos ir šiai šilumai pagaminti naudojamos energijos. Jei transformacijos koeficiento reikšmė yra 3, tai reiškia, kad iš 1 kW elektros energijos gauname 3 kW šiluminės energijos. Šio koeficiento reikšmė visus metus skirtinga. Šilumos siurbliui reikia maždaug 30 proc. mažiau energijos šildant žematemperatūrine grindinio šildymo sistema (šilumos siurblio naudingumo koeficientas apie 4,5) [48].

Horizontalusis šiluminis siurblys

Horizontalusis šiluminis siurblys – vienas iš optimaliausių ir pigiausių būdų, rengiant geoterminio šildymo sistemą. Horizontalus kolektorius plastikos vamzdynas klojamas gyliu nuo 0,9 m iki 2 m ir užpildomas neužšalančiu skysčiu ir vandens mišiniu (skysčio užšalimo temperatūra yra 15 laipsnių šalčio), kuris surenka šilumą (tai gali būti 97 % *etilenglikolis*, techninis spiritas - *etanolis*). Ši skystį žemės paviršiuje esanti energija sušildo keliais laipsniais. Visa įranga (*cirkuliaciniai siurbliai, varinėjantys skystį žemėje, vandenį šildymo sistemoje bei kompresoriai*) elektros energijos naudoja nedaug – 150 m² namą aptarnaujantis siurblys su grindine šildymo sistema naudoja iki 1,5 kW elektros energijos. Teisingai parinktas ir sumontuotas šilumos siurblys įprastu režimu dirba apie 2,5 -3 tūkst. val. per metus. Žiemą šilumos siurblys, lauko temperatūrai nukritus žemiau 15 °C šalčio dirba nepertraukiamai visą parą, o vasarą – kelias valandas per parą.

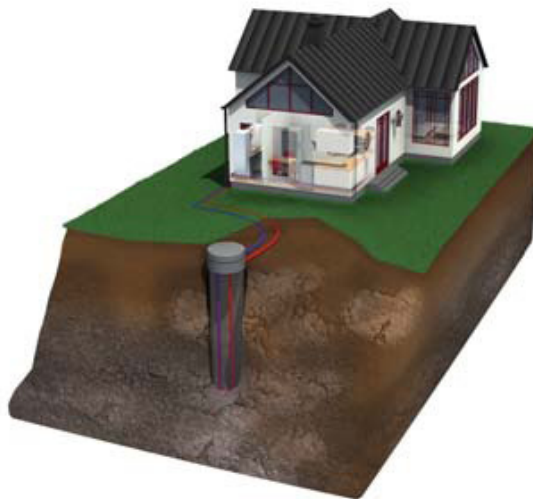
Kompresorius užpildomas *chloro* neturinčiais bei *ozonui* neutraliais darbo agentais (*freono, propano* junginiais). Abu šie darbo agentai yra ekologiški, nedegūs ir nekenksmingi, todėl šilumos siurblių galima statyti bet kurioje gyvenamojo namo patalpoje. Įrengiant horizontaliuosius kolektorius reikėtų saugotis akmenų, nes jie gali judėti ir pažeisti kolektorius. Ten, kur paklotas horizontalusis kolektorius (žr. 1.8 pav.), galima sodinti gėles, krūmus [48].



1.8 pav. Horizontalaus kolektoriaus montavimo pavyzdys [63]

Šilumos siurblys su vertikaliuoju kolektoriumi

Vertikalusis kolektorius (žr. 1.9 pav.) yra patikimas būdas surinkti aplinkos šilumą, jeigu sklypo užimamas plotas yra labai mažas – šiluma šiuo atveju surenkama iš gręžinio. Vertikali gręžta skylė siekia 50 m – 200 m gylio. Joje talpinama U formos vamzdis, kuriame cirkuliuoja neužšalancio skysčio ir vandens mišinys, surenkantis šilumą. Tokio kolektoriaus įrengimas yra pats brangiausias. Tačiau perspektyvoje šylant klimatui namo vėsinimo funkcija bus labai svarbi, taigi vertikaliuoju kolektoriaus šiluminiai siurbliai populiarės [48]. Nors *šiluminio siurblio* su vertikaliuoju kolektoriumi įrengimas yra brangesnis nei su horizontaliuoju, bet *vertikalusis kolektorius* yra patikimiausias būdas surinkti aplinkos šilumą.



1.9 pav. Vertikalaus kolektoriaus montavimo pavyzdys [63]

Jei prie gyvenamojo namo nėra galimybės įsirengti *geoterminį šildymą*, yra siūloma alternatyva – *šiluma gaunama iš oro*. Oras tampa šilumos šaltiniu, jeigu nėra galimybės prie pastato, kurį norima šildyti, atlikti žemės kasinėjimo bei gręžimo darbų. Tai idealus sprendimas miesto,

senamiesčio ar pajūrio pastatams. Tokios sistemos instaliavimas nesudėtingas ir greitai atliekamas. Vienas iš *šilumos siurblio* sudedamųjų dalių – ventiliatorius, tvirtinimas ant pastato lauko sienos ar montuojamas patogioje vietoje kieme. Esant žemesnei nei 20 °C šalčio temperatūrai, *šilumos siurblys* automatiškai perjungiamas į elektrinio šildymo režimą. Įrenginio skleidžiamas triukšmas neviršija 45 dB – tai veikiančios skalbimo mašinos garso lygis [48].

1.3. Ekologiškos statybinės medžiagos ir jų praktinis pritaikymas

XIX a. statiniai turėjo akmens kojas, medžio liemenį ir šiaudines kepurės. XXI a. gali atsitikti taipogi, kad ir liemuo, ir kepurės bus šiaudiniai, moliniai arba mediniai.

Vietinių ir atsinaujinančių gamtos išteklių naudojimas yra vienas iš ES prioritetinių nuostatų. Pagrindinis motyvas – klimato kaitos problema, kurią skatina naudojami neatsinaujinantieji energijos ištekliai. Tai susiję ir su statybomis, nes pastatai visais savo atsiradimo ir gyvavimo etapais (*žaliavų išgavimu, statybinių medžiagų gamyba, statyba, eksploatavimas*) naudoja daug energijos ir turi neigiamos įtakos aplinkai. Taigi nenuostabu, kad šiuo metu vis didesnio susidomėjimo sulaukia natūralios statybinės medžiagos bei efektyvūs energija taupantys statybos būdai [13].

1.3.1. Mediena

Seniai pastebėta ir įrodyta, kad medinių namų gyventojai rečiau serga ūimomis ir virusinėmis kvėpavimo ligomis, bronchitais, angina ir nosiaryklės ligomis. Pagrindinė šių negalavimų priežastis – dėl centrinio šildymo mūriniuose namuose išsausėjęs oras. Toks „perdžiovinatas“ oras išdžiovina ir kvėpavimo takų gleivinę. Mediniuose namuose oras pakankamai drėgnas. Medžių sakai išvalo iš namo oro ligas sukeliančius mikroorganizmus. Pluoštinė porėta medžio struktūra sulaiko ir šilumą, ir apsaugo nuo triukšmo, užtikrina optimalią oro kaitą ir palaiko stabilų drėgnumą [80]. Oras pro medinių sienų pluoštų struktūrą juda abiem kryptimis, todėl mediniame name lengva kvėpuoti: pagal sanitarinius bei higieninius reikalavimus rąstinės ir tašų sienos yra pačios komfortiškiausios. *Medis* pasižymi ir puikiomis termoizoliacinėmis savybėmis – mediniame name šilta žiemą ir nekarštą vasarą. Būtent todėl teigiama, kad medinis būstas palankiai veikia jame gyvenančius žmones ir ilgina jų gyvenimą.

Pasaulis grįžta prie medinių namų, nes vis daugiau pripažįstami sveikiausi, ekologiškiausi, tinkamiausi žmogaus gyvenamajai aplinkai, ypač Lietuvos klimato sąlygomis. Susidomėjimas medine statyba auga ne tik Europoje, bet ir Lietuvoje. *Medis* kiekvienoje šalyje turi skirtingų savybių, todėl net pragmatiškai galvojant, protinga atsigręžti į vietos tradicijas. Tyrinėjant ir analizuojant medinį pastatą, suprantama, kad jis yra darni, praktiška, ekonomiška ir ekologiška

struktūra, kur visos jo dalys - pamatai, sienos, stogas, langai, durys, puošybos detalės ir kita yra svarbios ir tarpiai tarpusavyje susijusios. Kiekvienas elementas turi savo vietą, paskirtį, pavidalą ir yra neatsiejamas nuo visumos. Visos pastato dalys konstruktyvios ir funkcionalios.

Pastatai buvo nuolat keičiami, perplanuojami, pristatomi, atnaujinami ir tų kitimų žymės vienu ar kitu pavidalu užsifiksavo architektūros detalėse. Todėl kiekviename pastate sukaupta informacija (nuo jo pastatymo per visą eksploataavimo laikotarpį) prilygsta enciklopedinėms žinioms, kurias reikia mokėti perskaityti ir atpažinti [80].

Mediena visuomet yra ekologiška, tačiau egzistuoja vienas niuansas. Apsauginėmis priemonėmis nepadengtų medinių paviršių tiesiog nebūna. Neapdorotos vašku, nepadengtos dažais ar kitomis priemonėmis medžio lentos neatsparios: įgeria purvą ir drėgmę, praranda gerą išvaizdą, mediena neatspari trinčiai. Egzistuoja bendrai trys gamykliniai medienos produktų padengimo būdai: lakas, ultravioletu kietinta alyva (gamybos technologija, kai lentos gamykloje padengiamos pusiau sintetinė alyva, o ši kietėja veikiamą UV spindulių) ir natūrali alyva. Natūrali alyva yra visiškai ekologiška, kadangi medienos gaminių paviršius padengiamos palmių ir sėmenų aliejais, bičių vaško gaminiais, o mažiausiai ekologiškas yra lakas. Dar viena sveika medinių paviršių padengimo medžiaga – iš *sėmenų aliejaus, saku, medžio miltų, kalkakmenio ir džiuoto gaminamas marmoleumas*. Ši ekologiška medžiaga yra ilgaamžė, nekaupia elektros krūvio ir yra amžinas antistatikas. Be to, pasižymi antibakterinėmis savybėmis [9].

Tiek saugos sveikatai, tiek aplinkosaugine bei būsto jaukumo prasme medieną, palyginti su plastikais, būtų galima vertinti kaip išskirtinę medžiagą. Tačiau ne tik statybinės medžiagos, bet ir baldai iš grynos medienos yra neįperkami gana nemažai daliai vartotojų.

1.3.2. Šiaudai

Energetinės krizės skatina ieškoti įvairių išeikių. Viena iš jų – statyba iš presuotų *šiaudų ryšulių*. Statyba iš presuotų *šiaudų ryšulių* gali atrodyti naujiena, tačiau pasaulinė praktika siekia daugiau kaip 100 metų. XIX a. antroje pusėje atsiradus šiaudų presavimo mašinoms. Nebraskos valstijoje (JAV) žemdirbiai pirmieji pritaikė šiaudų ryšulius gyvenamųjų namų, mokyklų, bažnyčios statybai. Kai kurie XX a. pradžioje statyti namai yra išlikę ir naudojami iki šių dienų. Europoje pirmasis pastatas, naudojant presuotų *šiaudų ryšulius*, pastatytas Prancūzijoje 1921 m. šis statybos būdas buvo pamirštas atsiradus masinei plytų gamybai bei kitoms statybinėms medžiagoms, tačiau po naftos krizių XX a. pabaigoje buvo atgaivintas ekologinių judėjimų. Nuo 1995 m. daugelyje Europos šalių imta aktyviai statyti presuotų šiaudų pastatus. Lietuvoje statybos būdas naudojant šiaudus taip pat buvo žinomas. Susidomėjimas ekologine statyba atgimsta, tačiau deramo pagreičio kol kas neįgyja.

Yra keli būdai statyti iš presuotų *šiaudų ryšulių*:

- *statyba, nenaudojant karkaso;*
- *karkasinė statyba;*
- *statyba iš skydų, užpildytų presuotais šiaudais.*

Karkasinė statyba, užpildui naudojant presuotus *šiaudus*, turi savų ypatybių. Prieš surenkant karkasą, reikia tiksliai žinoti ryšulių matmenis. Ryšuliai į sienas gali būti statomi vertikaliai arba horizontaliai. Karkase šiaudams papildomai suspausti naudojami domkratai, vėliau ryšuliai papildomai pririšami prie konstrukcijos.

Skydiniai presuotų *šiaudų* namai pradėti statyti Didžiojoje Britanijoje, Austrijoje, Vokietijoje bei kitose šalyse. Šią technologiją statybos įmonės pritaiko ir tobulina savo bazėje. Pagrindinis privalumas – namas pagaminamas dirbtuvėse, o vietoje surenkamas per kelias dienas. Tačiau šis statybos būdas yra gana brangus.

JAV, Austrijoje, Danijoje, Vokietijoje, Austrijoje bei kitose šalyse atlikti tyrimai patvirtino, jog *šiaudiniai pastatai*, nutinkuoti molio ar kalkių tinku, yra saugūs naudoti, tinka seismiškai nepastoviose vietose, esti šilti ($90 - 150 \text{ kg/m}^3$ tankio presuotų šiaudų blokelio šilumos laidumo koeficientas yra $0,045 - 0,06 \text{ W/(m}^{\circ}\text{K)}$), nekenkia žmogaus sveikatai bei gamtai (šiaudai gali būti apdailinami naudojant natūralias medžiagas), taupo energijos išteklius eksploatacijos metu.

Vokietijoje 2003 m. Masyvių statybos konstrukcijų, statybinių medžiagų ir priešgaisrinės saugos institute atliktas tyrimas pagal DIN EN 1365-01:1999-10 ir DIN EN 1363-1:1999-10 ir nustatyta atsparumo ugniai klasė REI 90. Vienos technologijos universitete 2001 m. atliktas Europos atsparumo ugniai testas F90, o Kalifornijos universitete 1996 m. atliktas tyrimas ASTM E-119. Šių tyrimų išvadose skalbiama, kad tinkuota presuotų šiaudų diena neužsiliepsnoja nuo pusantros iki dviejų valandų. Palyginimui: metalinių konstrukcijų nedegumo klase F15 (metalo konstrukcijos savo stiprumines savybes veikiant liepsnai išlaiko 15 min., vėliau ima linkti ir gniužti). Viename Lietuvoje statomų objektų kilus gaisrui (užsidegė už metro nuo molio šiaudų sienų sukrauti šiaudai), sienos nė trupučio nenukentėjo, tik nudegė iš jų išlindę šiaudų galiukai [60].

Statant iš presuotų šiaudų labai svarbi yra žaliavos kokybė. Žemdirbiai savo reikmėms presuoja ryšulius, tačiau šie nėra tinkami statybai. Statybai ryšuliai ruošiami išskirtinėmis sąlygomis, naudojami tik tam tikros rūšies grūdinių kultūrų stiebai. Didžiausias presuotų šiaudų priešas – vanduo. Jeigu ryšulius lauke ar netinkamai sandėliuojant sulijo lietus, jų statybai naudoti negalima. Sušlapę suspausti *šiaudai* neišdžiūva. Apsisprendus statyti karkasinio tipo namą iš presuotų šiaudų, statybos procesą reikėtų pradėti pavasarį, laiku išlieti pamatus, sukalto karkasą bei uždengti stogą, po kuriuo būtų saugiai sandėliuojami *šiaudų ryšuliai*. Kita vertus, praktika parodė, kad perdžiūvę *šiaudai* taip pat nėra tinkami – jie lūžinėja, trupa, blogiau presuojasi.

Atsižvelgiant į presuotų *šiaudų* kaip konstrukcinės medžiagos savybes, standartinių matmenų ryšulių siena negali būti ilgesnė nei 6 m. Langų ir durų plotas sienoje negali užimti daugiau kaip 50

% sienos ploto. *Šiaudų ryšuliai* dedami kaip plytos vienas ant kito ir vertikalčiai perveriami apie 1 m ilgio medinėmis (dažniausiai lazdyno) lazdomis. Jungtyse „pamatas- siena“, „siena- stogas“, „pirmas- antras aukštas“ tvirtinami vienodi mediniai vainikai. Prieš uždedant stogą, sienos papildomai suspaudžiamos ir sutvirtinamos. Taip išvengiama ryšulių sėdimo.

Šiaudiniai namo pamatai turi būti kokybiškai ir tvirti. Kiekvienu konkrečiu atveju pamatų tipą ir matmenis turi įvertinti konstruktorius. Atsižvelgiama į stogo konstrukciją ir į tai, kad šiaudai yra kelis kartus lengvesni už plytas, tačiau ryšuliai platūs.

Šiaudinio namo stogą galima uždengti bet kuria danga: čerpėmis, beasbesčiu šiferiu (šiltinama presuotų šiaudų ryšuliais), šiaudais, nendrėmis (šiuo atveju sluoksnio storis turėtų būti ne mažesnis nei 0,5 m. kad stogas atitiktų sienų šilumos savybes). Naudojant stogo apšiltinimui šiaudų ryšulius, svarbu atsižvelgti į tai, jog negalima naudoti polietileno plėvelės. Be to, šiaudų ryšuliai iš abiejų pusių turi būti padengti molio ir smėlio masės sluoksniu. Visais atvejais turi būti apie 1 m pastogės užlaida, kad šiaudinio namo sienos būtų apsaugotos nuo tiesioginio vandens.

Šiaudinių namų apdailai tinka tik natūralios medžiagos. Siekiant laikytis priešgaisrinių reikalavimų bei sudaryti vėjo barjerą šiaudus iš abiejų pusių būtina nutinkuoti. Tinkuojama keliais tinko sluoksniais, o bendras storis turi būti ne mažesnis nei 3 cm. Vidinę pastato dalį rekomenduojama tinkuoti molio tinku, išorę – molio (su priedais) arba kalkių tinku (drėgnesnio klimato vietovėse). Tinko paruošimas specifinis, turi daug subtilių niuansų. Pagal vokiečių technologiją pirmasis sluoksnis įtrinamas su ilgais šiaudais (kelias dienas būtina palaikyti molio ir šiaudų mišinį, kad bakterijos suardytų vaško sluoksnį ir molis geriau sukibtų su šiaudais), antrasis – į molį pridėjus 3 cm ilgio šiaudų galiukų, trečiasis – tvirtesnio molio ir smėlio mišinys be šiaudų priemaišų. Jeigu moliu tinkuojama pastato išorė, paskutinis sluoksnis savo sudėtyje turi turėti iki 3 proc. kvietinių miltų klijų arba kazeino, kad sluoksnis būtų atsparesnis drėgmei.

Drėgnesnio klimato sąlygomis pastato išorės apdailai geriau naudoti kalkių tinką. Modernios architektūros šalininkai nutinkuotą sieną dengia ir kitomis medžiagomis (mediena, medžio plokštėmis). Tai pabrangina statybą, tačiau suteikia namui solidesnę išvaizdą – tradicinės šiaudinės sienos yra nelygios, kampai grubūs, pastato formos netaisyklingos. Nustačius, iš kurios pusės vyrauja šoniniai lietūs, reikėtų papildomai apsaugoti sieną nuo vandens. Bet koku atveju tarp sienos ir apkalo turi būti paliktas oro tarpas, kad siena galėtų kvėpuoti. Dažant sienas parenkami tokie dažai, kurie nepadengtų sienos orą nepraleidžiančia plėvele.

Dar vienas *šiaudinių namų* privalumas – neribotos architektūrinės galimybės. Iš *šiaudų ryšulių* galima statyti apvalius, daugiakampius, kupolo formos pastatus. Net ir smarkiai presuoti šiaudai yra lengvai pjaustoma medžiaga. Taigi, pastačius sienas, jose lengvai galima suformuoti nišas.

Norint paruošti statybinę medžiagą, svarbu laikytis šių reikalavimų:

- ryšuliai rišami stipriomis virvėmis (400 m/kg)

- presas turi būti suderintas maksimaliam šiaudų suspaudimui (ryšulių tankis 90 130 kg/kub.m);
- standartinio ryšulio matmenys: plotis – 0,5 m, aukštis – 0,35 m., ilgis – 1 m (jeigu presas gali pagaminti 0,45 m pločio ryšulius, ilgis nustatomas 0,9 m);
- geriausiai tinka rugių šiaudai;
- šiaudų drėgnumas negali būti didesnis kaip 20 proc.;
- verta pagaminti pusinių ryšulių (nereikės rišti rankomis) [13].

1.3.3. Molis

Kaip ir daugelyje iš natūralių medžiagų pastatytų namų, *moliniai pastatai* pasižymi geru mikroklimatu. Vasarą masyvios sienos neleidžia karščio, o žiemą patikimai saugo nuo šalčio. Taipogi namo šiltumas priklauso ne tik nuo sienų, bet ir nuo grindų bei perdangų apšiltinimo. Vėšiausia namo vieta – įprastu būdu įrengtos grindys. *Molio* ir *šiaudų* perdangoms šiltinti tiktu užsienyje populiari ekologiška medžiaga – avies vilnos ir drožlių dembliai (daugiau apie rekomenduojamas izoliacijos charakteristikas žiūr. C priede).

Molio ir *šiaudų* mišiniai laikomi pakankamai šilta medžiaga. Kai medžiagos tankis 400 kg/kub.m, organinis užpildas mišinyje sudaro 80 proc., šilumos laidumo koeficientas (W/mK) lygus 0,12 (žiūr. C priedą). Iš tokio mišinio pastatytos 45- 50 cm storio sienos šiluminė varža R lygi 5.

Ką tik pastatytos *molio* – *šiaudų* sienos šiek tiek susmunka. Tai priklauso nuo mišinio tankio. Akmenų ir molio sienos nesėda. Kai statybiniame mišinyje esančių organinių užpildų kiekis didesnis nei 30 %, sienos gali nusėsti, atsirasti plyšių. Jeigu statybai skirto mišinio sudėtyje panaudota nedaug organinių užpildų, sienos, priklausomai nuo oro sąlygų, išdžiūsta per 3 savaites ar mėnesį. Jeigu organinių medžiagų daug, šis procesas gali užtrukti metus. Norint paspartinti išdžiuvimo laiką, statytojai sienose palieka specialius vėdinimo kanalus arba į mišinį deda drėgmės garavimą spartinančių priedų, pavyzdžiui cemento. Šiaudų- molio namai statomi ant įprastų betono ar betono ir akmens pamatų. Pasak specialistų, 150 – 200 m² namo sienos išliejamos per mėnesį. Naudojant techniką, sienas galima išlieti per savaitę.

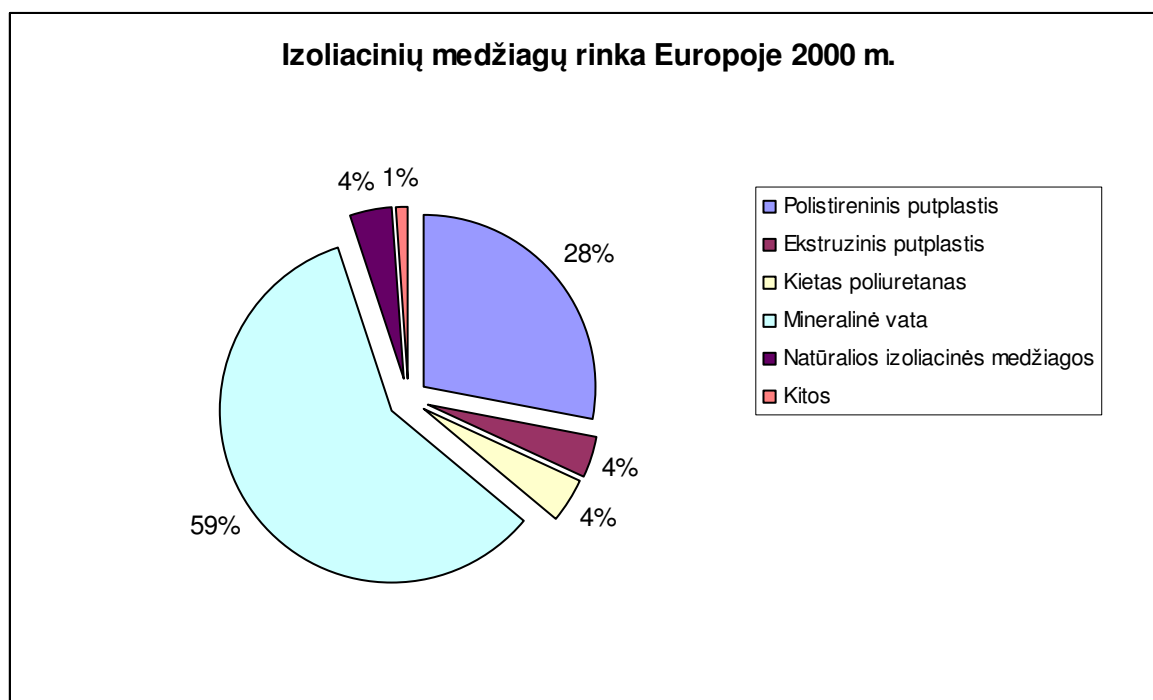
Tyrimai parodė, kad vidutinio klimato zonoje *molio* – *šiaudų* sienų drėgnio režimas neviršija 2-6 % ribos, jeigu į sieną tiesiogiai nepatenka vanduo. Molis patikimai saugo organines medžiagas nuo irimo ir jas ilgam užkonservuoja. Irimo procesas prasideda tik konstrukcijoje esant per 20 % drėgnio. Iš molio taipogi galima statyti daugiaaukščius namus [10].

Daugelis žmonių bijantys su medinių grindų priežiūra susijusių rūpesčių (ekologiškiausias, tai yra natūraliomis alyvomis padengtas medinės grindis teks atidžiai ir reguliariai prižiūrėti), gali priimti kitą ekologiškos grindų dangos alternatyvą – akmeninę grindų dangą, arba pačią pigiausią alternatyvą vartotojams, kuriems akmuo ar net mediena atrodo per brangi statybinė medžiaga, -

molinę aslą. Šiuo metu yra žinomas Vilniuje statomas namas, kuriame buvo suprojektuoti ir įrengti moliniai laiptai, kurių pakopas dengia ąžuolo lentelės. *Molio* ir *šiaudų* mišiniai tikrai tinka pirmo aukšto grindims ir jų pagrindams įrengti, kuris turi būti gan storas. Statybos techninio reglamentą atitinkančią šilumos varžą, galima pasiekti tokiuose pagrinduose įrengus oro tarpus. Kad neįgertų drėgmės ir neskilinėtų, molio interjerus galima padengti natūraliais, dažniausiai sėmenų, aliejais ar jų mišiniais. Tačiau ar tokio tipo grindys tikrai šiltos, atitinka eksploatacines savybes Lietuvos sąlygomis, yra sunku atsakyti, nes ši technologija dar nėra išmėginta Lietuvoje [9].

1.3.4. Izoliacinės medžiagos

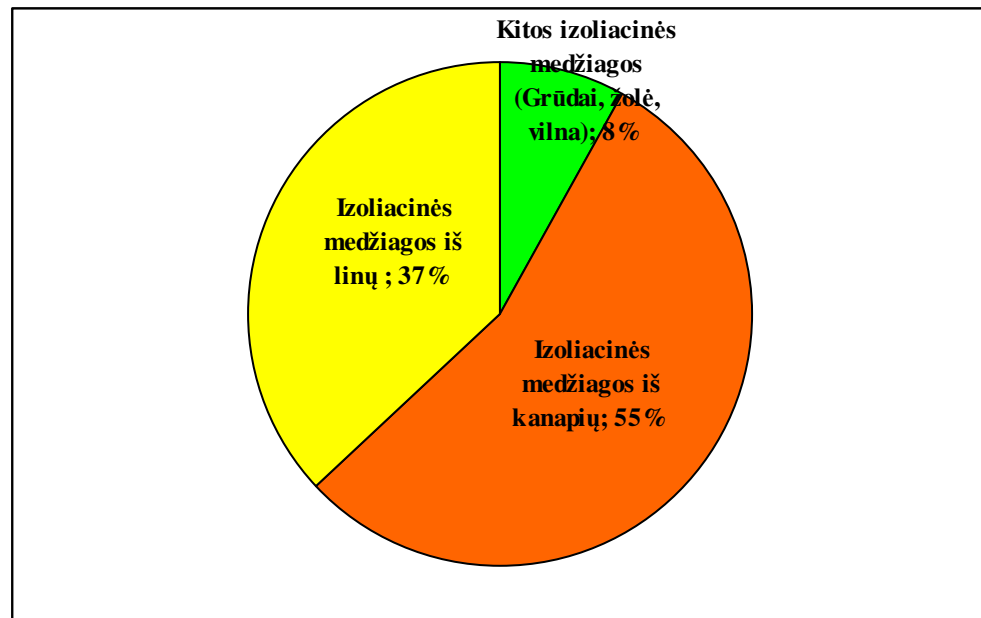
Per pastaruosius metus natūralios statybinės medžiagos padidino savo rinkos dalį dviženkliais skaičiais – nepriklausomai nuo to, ar tai būtų statybinės medžiagos iš molio, medžio ar natūralios izoliacinės medžiagos. Profesionalūs specializuoti ES šalių statybinių medžiagų prekybininkai, turintys kompetentingus konsultantus 2000 m. buvusią 4 % natūralių izoliacinių medžiagų rinkos dalį (žr. 1.10 pav.) šiuo metu pakėlė iki 15 %.



1.10 pav. Izoliacinių medžiagų rinka Europoje 2000 m. [79]

Pastaruoju metu viena iš labiausiai vyraujančių ir remiamų ES ekologiškų izoliacinių medžiagų yra *kanapės* (žr. 1.11 pav.). Vienmečiai augalai kanapės puikiai išnaudoja saulės energiją, joms nepaprastai sparčiai augant iš atmosferos sugeriami didžiuliai CO₂ kiekiai. Inovacinės ekologiško statybinės medžiagos izoliuoja ne tik šilumą, bet ir garsą. Jas naudodami žymiai sumažinamos energijos išlaidos. Dėl jų ypatingų izoliacinių savybių namuose galima jaustis patogiai, juose yra geras mikroklimatas. Kita izoliacinė medžiaga, pasižyminti taipogi geromis

sandarinimo savybėmis, ir yra antroji žaliava, labiausiai remiama ES kaip ekologiška izoliacinė medžiaga, - *linas* (žr. 1.11 pav.).



1.11 pav. Remiamos izoliacinės medžiagos pagal žaliavas [79]

Siekiant išvengti taršos pavojingomis medžiagomis pastate galima naudoti taip vadinamą *kairatiną* - specialus avies vilnos audinys, kuris padeda sugerti pavojingas medžiagas, kvapus ir natūralius dirgiklius patalpoje - alergenų, konkrečiai šiuo atveju prevenciškai naudojama lubų sistemoje - skylėtos pakabinamos lubos su *flyzelinu* [79].

2. GYVENAMŲJŲ NAMŲ EKOLOGIŠKA STATYBA LIETUVOJE IR JOS PERSPEKTYVOS

2.1. Naujos ES direktyvos Lietuvos pramonei

Klimato kaitos masto raiška, jos pasekmių suvokimas ir pažangi Jungtinių Tautų bei ES politika atsinaujinančių energijos šaltinių plėtros srityje sąlygoja nuolatinį dėmesį ir sisteminius veiksmus, siekiant įtakoti nacionalines vyriausybes skatinti atsinaujinančios energetikos plėtrą.

Jungtinės tautų Kioto protokolas 21 numatė CO₂ emisijos ir kitų teršalų mažinimo užduotis pasaulio šalims. Europos Sąjungos (ES) direktyva 2001/77/EC22 įpareigoja ES šalis nares ir kandidates nustatyti ir suderinti su ES elektros gamybos normas, naudojant atsinaujinančius energijos šaltinius. Kiekviena ES šalis narė yra įpareigota įgyvendinti nuolat griežtinamus elektros gamybos iš atsinaujinančių šaltinių normatyvus [46].

Lietuvos Respublikos Statybos įstatyme taipogi ypač akcentuojami higienos, sveikatos ir aplinkos apsaugos kriterijai. Griežti reikalavimai statybai pradėjo būti keliami, prasidėjus naujų technologijų amžiui, kurios neišvengiamai pakeitė statybų tempus. Pavyzdžiui, mūro darbus atlikti

žiemos metu anksčiau buvo neįmanoma, o dabar galima tai atlikti, įmaišius į skiedinį specialius chemikalus. Nors atitinkamai statybos kaštai padidėjo, tačiau kol paklausa viršija pasiūlą, tai nedaro didelės įtakos. Bet kita vertus, tokia skuba ateityje gali pakenkti sveikatai. Lietuvos Respublikai tapus Europos Sąjungos nare, atsirado papildomų reikalavimų ir normatyvų, susijusių su šalies ekologija, taikomų visoms ES šalims. Pagrindinis dokumentas Lietuvoje, kuris apima aplinkos apsaugos, ekonominės plėtros ir socialinio vystymosi klausimus, yra nacionalinė darnaus vystymosi strategija, kurios pagrindinės nuostatos konkrečiai buvo suformuluotos 1992 m. pasaulio viršūnių susitikime Rio de Žaneire. Norint vystyti ekologišką statybą Lietuvoje, pagrindinis sprendimas būtų nacionalinės darnaus vystymosi strategijos principų taikymas statyboje [1]. Atsinaujinančiųjų ir vietinių energijos išteklių naudojimo didinimas yra sudėtinė Lietuvos energetikos sektoriaus strategijos dalis. Susitarta su Europos Komisija, jog Lietuva iki 2010 m. turi pagaminti 7 % elektros energijos iš atsinaujinančiųjų energijos išteklių.

Natūralios statybinės medžiagose visada funkcionalios ir tenkina šiuolaikinės statybos poreikius, o dirbtinės gali turėti aplinkai ir sveikatai kenksmingų teršalų. ES vartotojų teises ginančios institucijos ir gamintojai statybines medžiagas susitarė ženklinti pagal išsiskiriančių teršalų kiekį. Daug svarbiau žinoti šiuos rodiklius, nei pasitikėti deklaracija, kad gaminys yra ekologiškas ar natūralus [44].

Medžiagų sertifikavimai tuo griežtesni, kuo labiau industrializuota šalis. Nors importuotojai ir nėra patenkinti esama tvarka, kad būtų ištirtos įvežamos medžiagos į šalį, tačiau patys galėjo įsitikinti, kad toks procesas tik padeda didinti jų importuojamų produktų kokybę. Vis dažniau yra nustatomas tokių statybinių medžiagų kaip dažai kenksmingumas sveikatai. Pavyzdžiui, Anglijoje neseniai buvo nustatyta, kad vienos firmos gaminami dažai kenkia sveikatai. Ištyrus dažų sudėtį, paaiškėjo ir tuose namuose gyvenančių žmonių ligų priežastys. Pasirodo, tuose dažuose buvo per didelis kiekis švino, būtent todėl butų savininkai skundėsi įvairiais sveikatos negalavimais. Panašus įvykis buvo nutikęs ir Švenčionyse. Čia buvo pastebėta, jog vieno banko darbuotojai nuolat serga panašiomis ligomis. Galiausiai paaiškėjo, kad sveikatos problemas kėlė nekokybiški dažai, kuriais buvo nudažytos banko pastato vidaus sienos. Todėl jau nuo seno švedai ypač daug lėšų skiria aplinkos apsaugos ekologijai, kad nesusidurtų su tokiomis problemomis, tačiau pastaruoju metu pastebima, kad ir tokios industrinės šalys kaip D.Britanija ir Vokietija pradėjo daugiau dėmesio skirti ekologijai. Statybinių medžiagų kenksmingumas yra tiriamas labai kruopščiai.

Neseniai atsiradęs veiksnys, kuris įtakojo aplinkos politikos klausimą, yra tai, kad vartotojai tikisi ir viliasi pradėti mąstyti apie jų daromus pasirinkimus, atkreipiant dėmesį į galimas to pasekmes aplinkai. Reikšmė ir perspektyvos, keičiant suvartojimo būdus, tapo vienos iš pagrindinių Jungtinės Nacionalinės Aplinkos Programos Agenda 21 dalykų.

Diskusijos dėl suvartojimo ir aplinkos prasidėjo nuo apibrėžimų ir sąvokų (pavyzdžiui, *ekologiška aplinka*) iki politikos strategijų (pavyzdžiui, koncentruojantis į ekologišką veiksmingumą ir požiūrį) [36].

Lietuva nėra pasiruošusi kilmės garantijų sistemai, kaip reikalauja Atsinaujinančiųjų energijos išteklių direktyvos 5 straipsnis. Todėl reikia sukurti mechanizmą, pagrįstą kitų ES šalių-narių bei šalių-kandidatų patirtimi, ir pritaikyti Lietuvos situacijai. Nors Atsinaujinančiųjų energijos išteklių direktyva ar kiti ES teisės aktai nereikalauja prekybos „žaliaisiais sertifikatais“ įgyvendinimo, kelios šalys – narės įgyvendino, ar siekia įgyvendinti šį mechanizmą. Kadangi administracinės kliūtys įgyvendinant „žaliųjų sertifikatų“ prekybos sistemą yra didelės kiekvienoje šalyje ir poveikis „žaliųjų sertifikatų“ rinkai gali būti ne toks, koks pageidaujamas, kelios šalys, kuriose tokios schemos buvo pasiūlytos, užėmė atsargią poziciją.

Taigi rekomenduojama, kad Lietuva pradėtų nuo Atsinaujinančiųjų energijos išteklių direktyvos 5 straipsnio dėl kilmės garantijų įgyvendinimo, o galimų ES prekybos mechanizmų atžvilgiu vykdytų laukimo ir stebėjimo politiką. Tačiau kuriant kilmės garantijų elektroninį registrą turėtų būti atsižvelgiama į „žaliųjų sertifikatų“ prekybos sistemos diegimą ateityje.

Nauja elektros energijos, kuriai gaminti naudojami atsinaujinantys ir atliekiniai energijos ištekliai, pirkimo skatinimo tvarka (bus patvirtinta 2004 m. sausio mėn.) nustato procedūras, skatinančias elektros energijos, pagamintos iš atsinaujinančiųjų ir atliekinių energijos išteklių, pirkimą. Pagal šią tvarką (projektą) „žalieji sertifikatai“ faktiškai bus įvesti po 2010 metų [60].⁵⁹

Pastato energinio naudingumo sertifikavimas („žalieji sertifikatai“) – teisės aktų griežtai reglamentuotas procesas. Atliekant pastato energinio naudingumo sertifikavimą, pagal pastato apžiūros metu ir nagrinėjant jo techninę dokumentaciją gautus duomenis, nustatomas pastato energijos suvartojimas, pastatas priskiriamas energinio naudingumo klasei (A, B, C, D, E, F, G) ir išduodamas pastato energinio naudingumo sertifikatas (žiūr. 2.1 pav.).

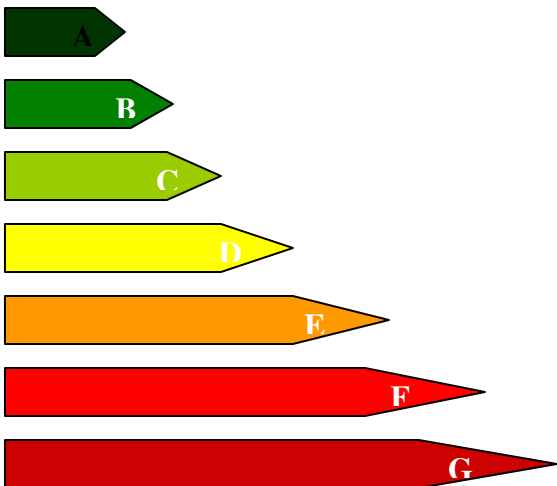
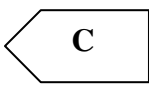
Pastatų energinio naudingumo sertifikavimas Lietuvoje įgyvendinimas dviem etapais. Iki 2009 m. sausio 1 d. sertifikavimas privalomas tik naujai statomiems pastatams. Tačiau nuo 2009 m. sertifikuotami turės būti beveiki visi ne tik naujai statomi, bet ir esami pastatai, jeigu juo numatoma parduoti ar išnuomoti. Be to, kai kuriems iš sertifikuojamų pastatų bus keliami minimalūs energinio naudingumo reikalavimai, t.y. reikalavimas atitikti C arba D energinio naudingumo klasę.

Statomo A rekonstruojamo pastato sertifikavimas privalo būti atliekamas prieš pastatą pripažįstant tinkamu naudoti, parduodamo ar nuomojamo pastato sertifikavimas atliekamas prieš atliekant šias operacijas. *Pastato energinio naudingumo sertifikavimui* sugaištas laikas priklauso nuo pastato dydžio ir sudėtingumo. Sudėtingo pastato sertifikavimas gali užtrukti ir mėnesį, be to, nuo darbų atlikimo skubos priklauso ir kaina.

Energinio pastato efektyvumas išreiškia šilumos kiekį, suvartojamą pastato šilumos kiekį, vėdinimui ir karšto vandens ruošimui. Sertifikavimo metu vertinama pastato sienų, langų, stogo ir kitų išorinių atitvarų šiluminė izoliacija, šildymo, vėdinimo ir karšto vandens ruošimo sistemų energinis efektyvumas. Gyvenamojo namo energetinio naudingumo klasei didžiausią įtaką turi atitvarų šiluminė izoliacija.

Pastato *energinio naudingumo klasė* nustatoma pagal kvalifikacinį rodiklį, kuris skaičiuojamas įvertinant normatyvinius reikalavimus, 50% geriausiųjų LR pastatų rodiklius ir sertifikuojamo pastato realius rodiklius, priklausomai nuo pastato paskirties.

Sertifikavimas atliekamas naudojantis LR aplinkos ministerijos programine įranga, sertifikatas spausdinamas ant specialių blankų. Kartu su sertifikatu užsakovui pateikiami ir pastato energijos sąnaudų skaičiavimo rezultatai bei priemonių pastato energiniam naudingumui gerinti įvertinimas. Tačiau sertifikuojant nėra vertinamas faktinis šilumos ar elektros suvartojimas, pastato atitikimas projektui įvertinamas tikrai vienkartinės vizualios apžiūros metu, jokie matavimai neatliekami. Statybos kokybę turėtų užtikrinti teisės aktuose numatyta techninė statybos priežiūra.

PASTATO ENERGINIO NAUDINGUMO SERTIFIKATAS	
Unikalus pastato Nr.:	
Pastato adresas:	
Pastato paskirtis:	
Pastato naudingasis plotas:	
Pastatų energinio naudingumo klasifikavimas į klases:	Pastato energinio naudingumo klasė:
	
Skaičiuojamosios suminės energijos sąnaudos vienam kvadratiniam metrui pastato naudingojo ploto: 193.49 kWh (m ² * metai)	
Pagrindinis pastato šildymui naudojamas šilumos šaltinis: Šilumos tinklai, automatinis reguliavimas	
Sertifikato išdavimo data:	
Sertifikato galiojimo terminas:	

2.1 pav. Pastato energinio naudingumo sertifikatas [35]

Pastato energinio naudingumo sertifikato nereikia painioti su pastato energetiniu techniniu pasu. *Pastato techninis energetinis pasas* yra vienas iš pastatų techninės priežiūros dokumentų, rengiamas pastatams, kurių naudingasis plotas yra didesnis kaip 1000 m^2 (mažesniems pastatams ruošiamas techninis pasas). Pastato techniniame pase nurodomos pastato techninės, konstrukcinės, energetinės ir ekonominės charakteristikos bei jų pokyčiai po kapitalinio remonto ar rekonstravimo.

Pastato energinio naudingumo sertifikatas neatstoja pastato energetinio audito. *Pastato energijos vartojimo auditas* yra kur kas išsamesnis pastato energijos vartojimo tyrimas. Auditas reikalingas, siekiant optimaliai investuoti į energijos vartojimo didinimo priemones, būtinas siekiant finansinės paramos pastato atnaujinimui. Pagal šiuo metu galiojančius teisės aktus nėra nustatyti reikalavimai audito turiniui. Tačiau, teikiant paraišką finansinei paramai gauti iš ES Struktūrinių fondų, auditas turi būti parengtas pagal VI Energetikos agentūra parengtas rekomendacijas audito turiniui.

Energinio naudingumo sertifikavimo sistema skirta teikti informaciją apie energijos naudojimo pastate efektyvumą NT rinkos dalyviams ir visuomenei, taip skatinant investicijas į pastato energinį naudingumą. Be to, gerai informuotoje rinkoje mažai energijos vartojantys pastatai gali būti iki 30 % brangesni [35].

2.2. Atsinaujinančių energijos šaltinių panaudojimo perspektyvos Lietuvoje

2.2.1. Saulės energijos panaudojimo galimybės ir esamas praktinis pritaikymas

Lietuvoje Saulės elementai visai nėra paplitę, tačiau iš tikrųjų be reikalo. Lietuvos teritorija apima $65\,200 \text{ km}^2$ plotą. Įvairiose Lietuvos vietovėse per metus į horizontalaus paviršiaus kvadratinį metrą patenka nuo 926 kWh/m^2 metus (Biržuose) iki 1042 kWh/m^2 metus (Nidoje) Saulės spindulinės energijos. Vidutiniškai Lietuvoje ši krintanti energija sudaro $\sim 1000 \text{ kWh/m}^2$ į metus. Tuo būdu į Lietuvos teritoriją patenka $6,54 \cdot 10^{13} \text{ kWh/metus}$. Lietuvoje yra $\sim 150 \text{ km}^2$ namų stogų, kurie gali būti panaudoti fotoelektros Saulės jėgainėms įrengti. Į juos krinta $1,5 \cdot 10^{11} \text{ kWh/metus}$ Saulės spindulinės energijos. Esant Saulės elementų efektyvumui 15 %, iš jėgainių, įrengtų ant stogų, galima gauti $2,25 \cdot 10^{10} \text{ kWh/metus}$. Šiuo metu Lietuvos elektros energijos galingumai leidžia pagaminti $2,27 \cdot 10^{10} \text{ kWh/metus}$. Taigi, įrengtos ant visų namų stogų fotoelektrinės Saulės jėgainės turėtų galią lygią Lietuvos elektros jėgainių galiai [57].

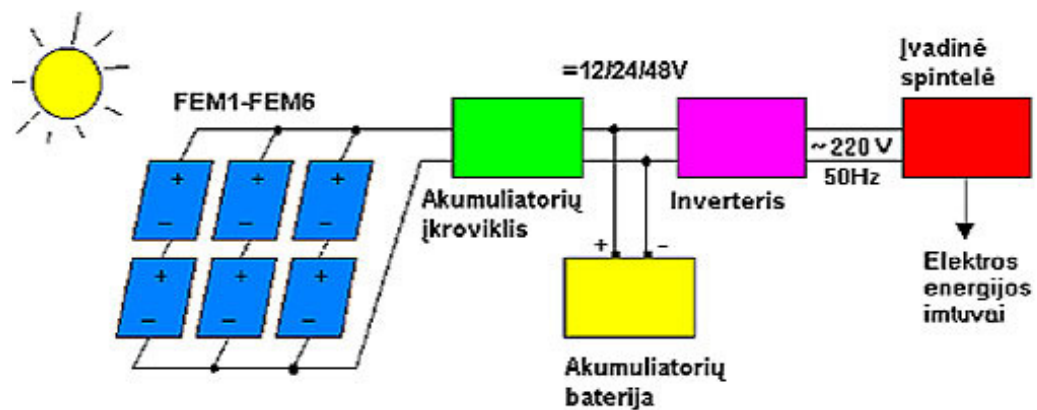
Aplinką tausojančios energetikos puoselėtojai yra tikri, kad Lietuvoje galima pasigaminti elektros, naudojant saulės baterijas (žr. 2.2 pav.). Lietuvos energetikos plėtros strategai atsikerta: pasigaminti elektros iš saulės galima, bet Lietuvoje per brangu [55].

Šiuo metu pradėti tyrimo darbai siekiant pagrįsti Saulės energijos naudojimo būdus patalpoms šildyti. Lietuvoje jau yra įmonių, kurios įrenginėja tokias sistemas individualių namų apšildymui bei karšto vandens poreikiams tenkinti. Nacionalinėje energijos vartojimo efektyvumo didinimo

programoje Saulės energijos naudojimo šiluminiams reikalams potencialas įvertintas priėmus, kad ši energija tenkins 10 % šildymo ir apie 30 % karšto vandens ruošimo reikmių t.y. 3,0 TWh per metus.

Lietuvoje vien gyvenamųjų namų bendri metiniai šilumos nuostoliai 1995 metais sudarė 23,2 TWh. Preliminarūs skaičiavimai rodo, kad naudojant pasyviąsias patalpų šildymo *saulės energija* sistemas, esant palankiai pastato padėčiai ir orientacijai galima energijos sąnaudas šildymui sumažinti 20 %. Be to, tokios saulės šildymo pasyviosios sistemos gali būti panaudotos vandeniui ir orui technologiniams reikalams šildyti [57].

Lietuvoje *saulės baterijas* galima naudoti ir kaip autonominį elektros energijos šaltinį. Tai naudinga tada, kai atvesti kabelius yra labai brangu arba iš viso neįmanoma. Tačiau kol kas Lietuvoje ekologiškumas ir energetinė nepriklausomybė žmonėms dar nerūpi. Autonominę jėgainę, galinčią aprūpinti elektra visą namą, „saulės energija“ gali pagaminti per porą mėnesių (žr. 2.2 pav.).



2.2 pav. Autonominės saulės mikroelektrinės struktūrinė schema [57]

Autonomines jėgaines dažnai renka vienkiamieji gyventojai, nors pastaraisiais metais, stringant žemės reformai, vis dažniau autonominį energetinį ūkį pasirenka ir naujakuriai šalia didžiųjų miestų. Spindinčias saulės baterijas galima dažniau išvysti gražioje paežerėse ir paupiuose, draustiniuose. Autonominės elektrinės diegiamos ir į nelegaliai pastatus namus, kai oficialiai neleidžiama atsivesti elektros kabelių.

Daugelį stebina, kad Lietuvoje kur mažiau saulėtų dienų, įmanoma aprūpinti visą namų ūkį iš saulės baterijų teikiamos energijos. Be abejonės, kyla klausimas, iš kur gauti energijos naktį ar atėjus vadinamiems „septyniems verkiantiems broliams“. Tam naudojami akumuliatoriai [55]. Fotoelektrinė Saulės energija, kaip vienintelis nuolatinis energijos šaltinis gali būti panaudojama tik turint galimybę ją akumuliuoti, tokiu būdu perdengiant energijos nepakankamumą, sukeltą sezoninių, paros ir meteorologinių kitimų. Šiuo metu naudojami trys akumuliavimo būdai: elektros akumuliatoriuose, vandens akumuliaciniuose baseinuose, jungiantis prie valstybinio elektros tinklo

per reversinius skaitiklius [57]. Akumulatoriai saulėtą dieną pasikrauna, naktį elektra imama tik iš akumuliatorių. Per srovės keitiklį sukurama 220 V ar kitokia reikalinga įtampa. Paskaičiuojama, kad vien akumuliatorių energijos užtektų mažiausia trims dienoms. Taip stengiamasi išlyginti trumpalaikius gamtos kaprizus. Jeigu stogas yra pietinėje pusėje, saulės baterijos montuojamos ant stogo. Priklausomai nuo esamos situacijos jos gali būti tvirtinamos ir ant sienų, statomos ant žemės, jomis uždengiami balkonai. Lauko sąlygomis gaminami moduliai, yra tvirti ir gali atlaikyti įvairias gamtos negandas.

Saulės baterijos gali maitinti sodybose įrengtą signalizaciją. Atskirais atvejais saulės baterijų elektra naudojama vandens laistymo sistemoms, fontanų siurbliams ir kitiems nedidelės galios elektros imtuvams maitinti. Tokie įrenginiai tampa populiarūs Zarasų ir Molėtų rajonuose.

Kita saulės baterijų rūšis, vadinama saulės kolektoriais, gamina ne elektros energiją, o šildo vandenį. Po fotoelektriniu modulių nutiesiami vamzdeliai su nuolat viduje cirkuliuojančiu vandeniu. Karštą dieną 100 l talpos boilerį galima užvirinti per porą valandų. Tam užtenka ant stogo pritvirtinti šešių kvadratinų metrų ploto saulės kolektorių. Taupoma tada, kai saulės šviesos pakanka pakaitinti vandenį. Kolektorių būtų neefektyvus žiemą – jį paprasčiausiai užsnigtų.

Lietuvoje vienos šeimos poreikiams visiškai užtenka 15 kv. m ploto modulių. Jie per metus pagamintų apie 3 tūkst. kWh elektros energijos. Stogas yra bent dešimt kartų didesnio ploto, todėl neapsimoka jo viso dengti fotoelektriniais moduliais [55].

2.2.2. Vėjo energijos panaudojimo galimybės ir esamas praktinis pritaikymas

Ypatingai sparčiai vėjo energetika vystosi Europos Sąjungoje, kurios nare tapusi Lietuva prisiėmė įsipareigojimus iki 2010 metų iš atsinaujinančių šaltinių gaminti ne mažiau 7 % visos suvartojamos šalyje elektros energijos. Tačiau nežiūrint eilės labai svarbių pranašumų (ekologiškumas, nepriklausomybė nuo kuro tiekėjų ir kt.), lyginant su tradicinės energetikos rūšimis, vėjo energetika ne taip sparčiai randa pritaikymą Lietuvos ūkyje, kaip tai yra eilėje Europos ir pasaulio šalių (Vokietija, Danija, Ispanija, Austrija, JAV, Indija, Kinija ir kt.). 2006 metų gale čia buvo įrengta 55 MW galios vėjo elektrinių, kurios pagamina 0,5 % šalies elektros energijos suvartojimo poreikio.

Laikotarpiu iki Ignalinos atominės elektrinės eksploatacijos nutraukimo 2009 metų pabaigoje Lietuvos energetikos sistema pajėgi užtikrinti pakankamai patikimą elektros tiekimą palyginti priimtina vartotojams kaina. Lietuvos energetikos mokslininkų ir praktikų laukia rimtas atsakingumo išbandymas, kada uždarius IAE reikės pasirinkti energetikos plėtros strategiją ir technologinius sprendinius. Situaciją blogina apskritai menka darnos kultūra šalyje, atsakingų už strateginių sprendinių parengimą ir priėmimą asmenų apsiribojimas vien fiziniais ir ekonominiais kriterijais. Štai 2006 metų gale priimtoje Nacionalinės energetikos strategijoje vyrauja tradicinės

įvežtinį naftos, dujų kurą deginančios technologijos, bandymas pasukti istorijos ratą atgal ir sugrįžti prie naujo branduolinio reaktoriaus statybos.

Tačiau vėjo energetikos, kaip pažangaus atsinaujinančio energijos šaltinio priimtino suvokimas pasaulyje, Europos Sąjungos šalyse ir Lietuvoje nuosekliai gerėja. Tačiau mažoji vėjo energetika nėra sparčiai plėtojama. Per ketverius metus pastatytos vos kelios 55-250 kW galios jau buvusios eksploatacijoje vėjo elektrinės. Skatinimo tvarka nėra efektyvi. Trūksta žinių ir praktinių paslaugų projektuojant ir įrengiant mažąsias vėjo elektrines. Todėl labai svarbu, kad Pasaulio Aplinkos fondo (PAF) Mažųjų projektų programa (MPP) siekia gerinti galimybes plėtoti mažąją vėjo energetiką ir skiria tam konkrečią finansinę paramą [46].

Vėjo elektrinių (toliau tekste VE) įrengimą Lietuvoje reglamentuoja šie pagrindiniai teisės aktai:

- LR energetikos ir elektros įstatymų pagrindu vėjo elektrinių veiklą reglamentuoja du poįstatyminiai aktai:
 - Elektros energijos, kuriai gaminti naudojami atsinaujinantys energijos ištekliai, gamybos ir pirkimo skatinimo tvarkos.
 - Vėjo elektrinių prijungimo prie Lietuvos elektros energetikos sistemos techninės taisyklės.
- LR teritorijų planavimo įstatymas.
- LR statybos įstatymas.

Lietuvoje įteisinta elektros energijos gamybos iš vėjo supirkimo tvarka, numatanti priemonę iš valstybės biudžeto prie kiekvienos šiose jėgainėse pagamintos kWh elektros energijos, lyginant su vidutine elektros gamybos kaina. Kadangi dabartiniu metu vidutinė elektros energijos gamybos kaina Lietuvoje yra 0,085 Lt/kWh, o iš vėjo pagaminta energija superkama po 0,22 Lt/kWh, todėl skaičiuojama, kad valstybė remia kiekvienos kWh gamybą po 0,135 Lt/kWh. Tokiomis sąlygomis:

- Valstybė įsipareigojo supirkti visą vėjo elektrinėse pagamintą elektros energiją po 0,22 Lt/kWh iki 2020 metų.
- Iki 250 kW galios elektrinės gali būti įrengiamos ne konkurso tvarka.
- 200 MW galios vėjo elektrinių įrengimo leidimai išdalinti konkurso tvarka ir numatyti įrengti iki 2010 metų.
- Elektrinės prie veikiančių energetikos įmonių tinklų prijungiamos taikant gamintojams 40 % prijungimo mokesčio nuolaidą, kuri įskaitoma kaip viešuosius interesus atitinkančių paslaugų pirkimas ir ateinančiais metais kompensuojama elektrinės prijungusiems operatoriams.

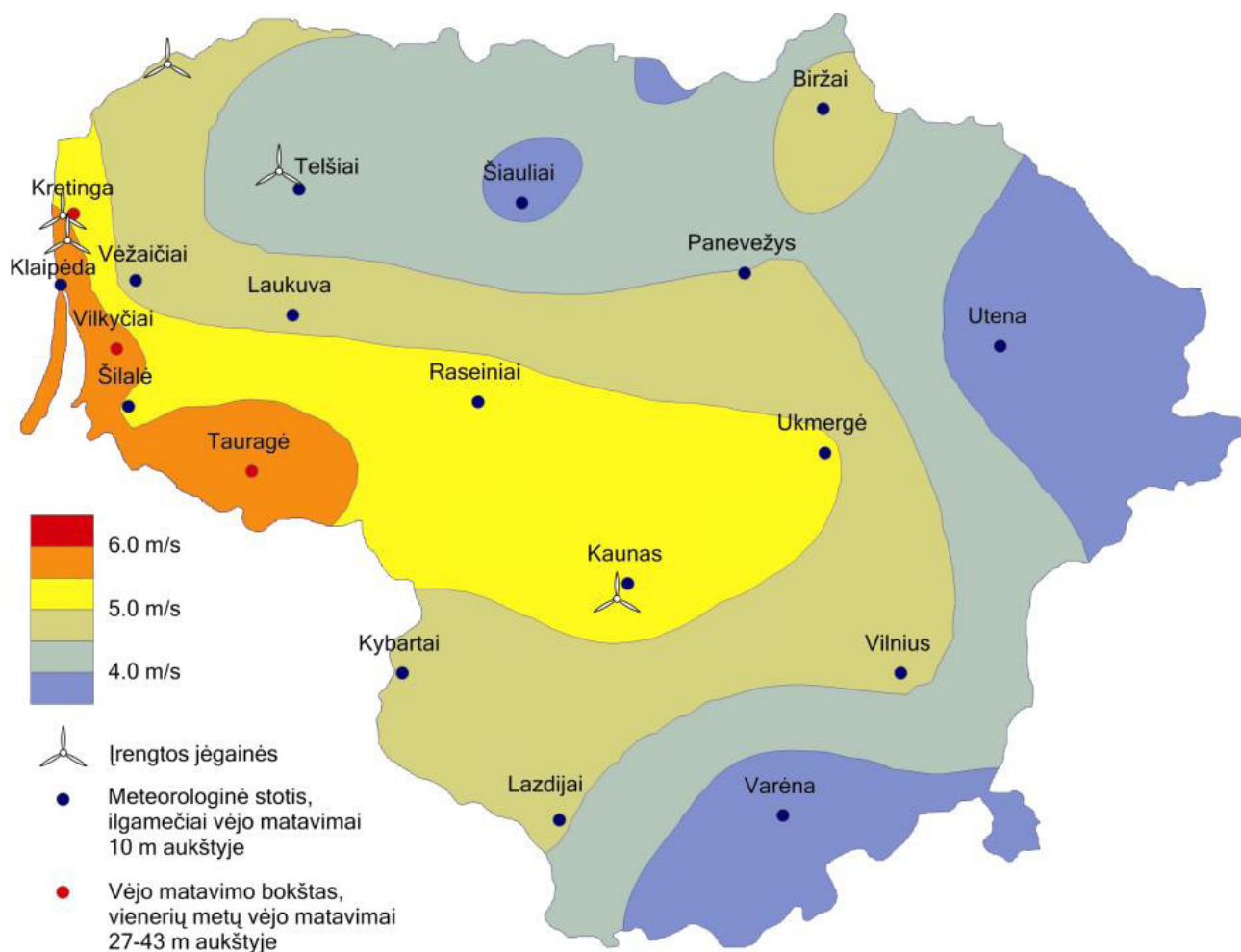
Tradicinės energetikos įmonių interesų atspindinčios oficialios vėjo energetikos perspektyvos mažai džiugina. Kol kas esama tvarka labiau riboja, negu skatina pažangių energetikos technologijų plėtrą. Ją sąlygoja:

- Ekonomikos augimo prioritetais grįsti požiūriai ir darnaus vystymosi kultūros stoka.
- Seimo ir Vyriausybės veiklą įtakoja stambus kapitalas ir tradicinės energetikos verslo interesai. Naujoji AE negarantuoja energetinio saugumo, bet leidžia išlaikyti pelningą pinigų surinkimo voratinklį.
- Į vėjo (ir kitas AEŠ) energetiką žiūrint kaip vieną elektros gamybos veiklą Lietuva tampa
 - Užsienio įrangos gamintojų rinkos priedėliu,
 - Nekuriama vėjo elektrinių pramonė,
 - Nekuriamos darbo vietos, skatinama emigracija,
 - Pinigai iškeliauja svetur.
- Skaičiuojant energijos kainą, remiamasi tiesioginiais gamybos kaštais, neįtraukiant aplinkos ir gamtos kaštų sudaroma nuomonė, kad energija iš AEŠ yra brangi.
- Reikalavimai keisti žemės paskirtį dėl gausybės biurokratinių barjerų daro vėjo energetiką beveik neįmanomą.
- Vėjo energetikos įstatymo nebuvimas [33].

Sudarytas Lietuvos vėjo atlasas įgalino bendrais bruožais apibrėžti vėjo parametrų pasiskirstymą priklausomai nuo Lietuvos geografinės vietovės (žr. 2.3 pav.). Tai, kad pajūryje vėjo parametrai palankesni, nebuvo abejonių. Tačiau Tauragės vėjuotumas buvo daugeliui netikėtas.

Atsižvelgiant į tai, kad šiuolaikinių vėjo jėgainių aukštis siekia 100 ir daugiau metrų, nustatyti vėjo energetiniai parametrai duoda tvirtą pagrindą apibrėžiant palankią vėjo energetikos plėtojimo perspektyvą visoje šalies teritorijoje. Vėjo atlasas yra svari priemonė strateginiams sprendimams dėl vėjo energetikos plėtojimo tikslingumo apskritai šalyje ir atskiruose regionuose [46].

Tačiau vėjo energija nėra plačiai naudojama Lietuvoje. 2005 m. naudojant atsinaujinančius energijos išteklius buvo pagaminama apie 3,5% visos suvartojamos elektros energijos. Daugiausia elektros energijos pagaminta naudojant hidroenergijos išteklius. 2005 m. Lietuvoje veikė keturios nedidelės galios VE, kurių bendroji instaliuota galia sudarė beveik 1 MW. 2005 m. šios VE pagamino 1,775 GWh elektros energijos, daugiausia (beveik 90 %) – Vydmantų elektrinė.



2.3 pav. Lietuvos vėjo atlasas [46]

2006 m. pabaigoje bendroji veikiančių VE galia buvo 7 MW (žr. 2.1 lentelę), o šiuo metu Lietuvoje veikia 36 vėjo jėgainės, kurių bendra galia sudaro beveik 55 MW [33].

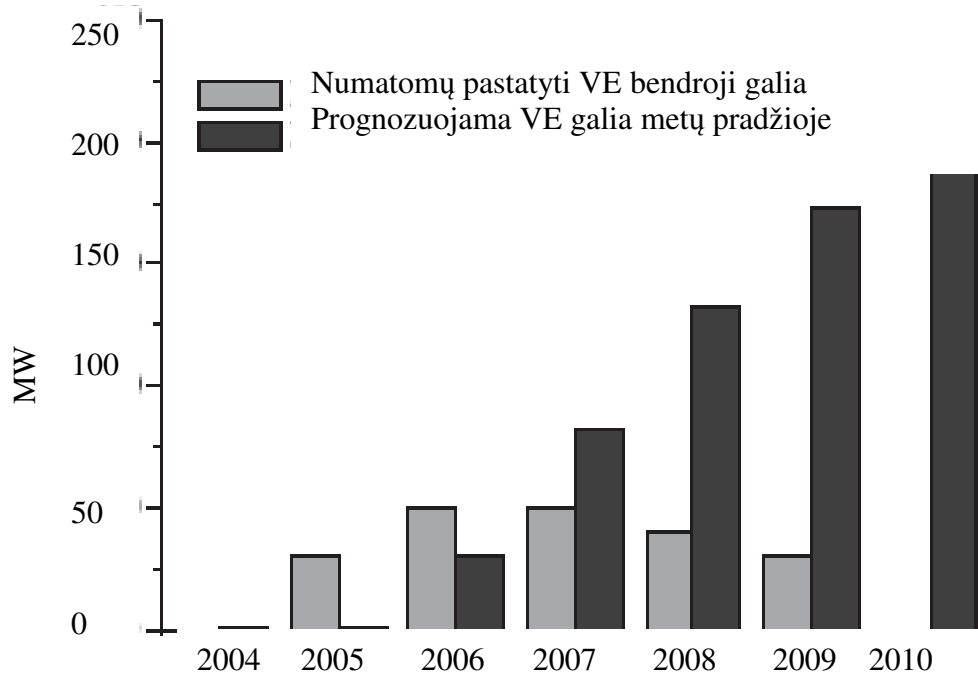
2.1 lentelė. Lietuvoje 2006 m. veikusios vėjo elektrinės [33]

Skirstomųjų tinklų regionas	Elektrinė	Įtampa kV	Galia kW
Kauno	UAB "Formula- Verner" VE	0,4	55
Klaipėdos	Veršupio VE	0,4	160
Klaipėdos	Vydmantų VE	10	630
Klaipėdos	Anulyno VE	10	150
Klaipėdos	UAB "Vėjų spektras" 3 VE	110	6000
Iš viso			6995

Lietuvos Vyriausybės priimtu nutarimu nustatyta atsinaujinančių energijos išteklių naudojimo skatinimo tvarka [69], pagal kurią numatyta palaipsniui didinti bendrąją VE galią šalyje (žr. 2.4 pav.).

Prognozuojama, kad iki 2010 m. Lietuvoje VE gamins apie 2,2 % visos suvartojamos elektros energijos. Nemažai techninių ir ekonominių kliūčių trukdo vėjo energetikai įgauti spartesnę vystymosi tempą, tačiau didžiausia techninė kliūtis – VE galios nepastovumas ir

neprognozuojamumas. VE galios prognozė Lietuvoje iki šiol nebuvo atliekama, nes nebuvo veikiančių vėjo elektrinių parkų, o šiuo metu veikiančios nedidelės galios elektrinės nesukelia didelių problemų. Tačiau ateityje, siekiant įvykdyti išipareigojimus Europos Sąjungai, vėjo energijos dalis elektros sistemoje didės, ir VE galios prognozės poreikis bus žymus [33].



2.4 pav. Dabartinė ir numatoma vėjo elektrinių galia Lietuvoje iki 2010 m. [67]

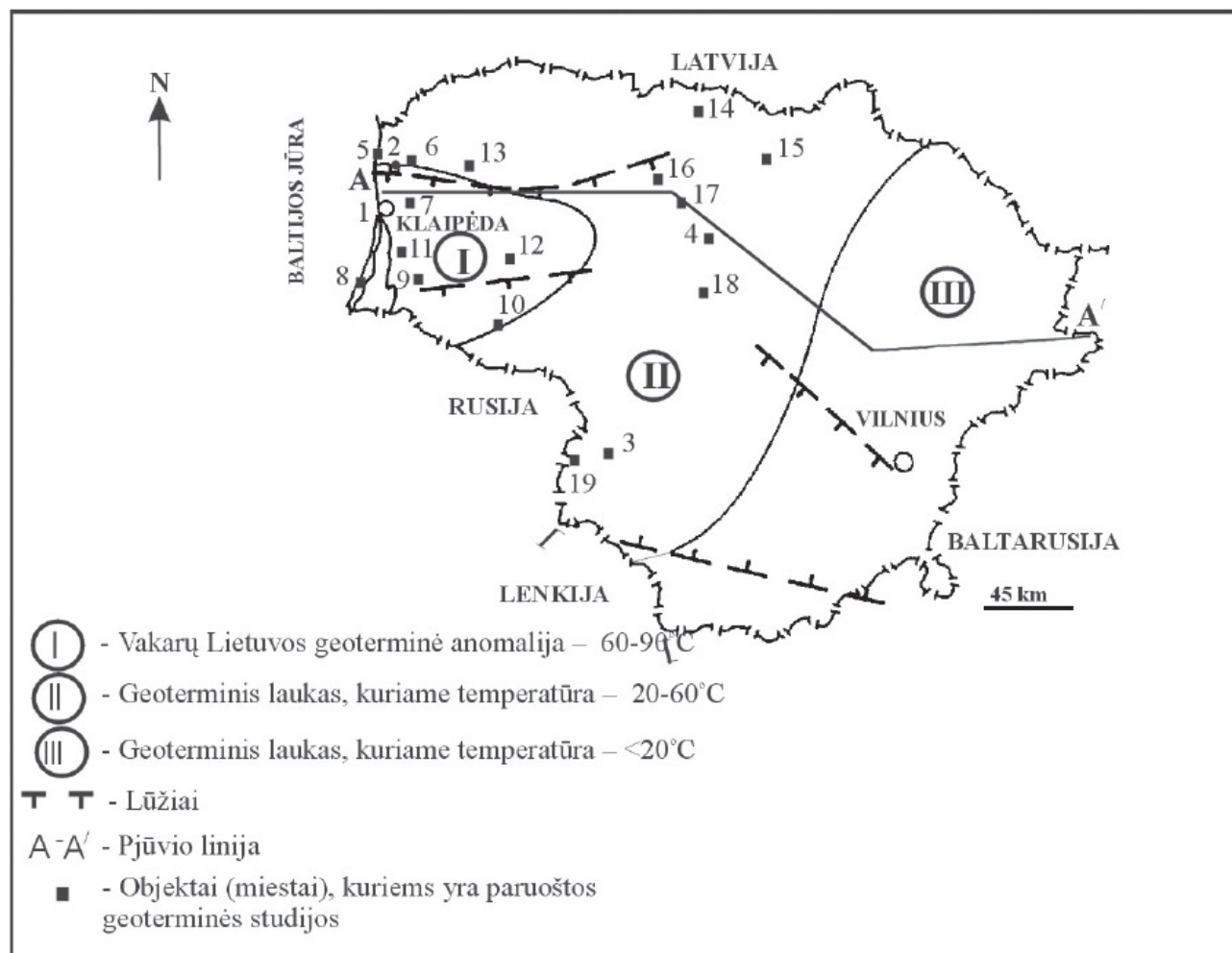
2.2.3. Geoterminės energijos panaudojimo galimybės ir esamas praktinis pritaikymas

Alternatyvių atsinaujinančių energijos rūšių paieška pasaulyje ir Lietuvoje įgyja vis didesnę reikšmę. Tai daryti skatina ne tik senkantys tradicinių energijos gavybos šaltinių (anglių, naftos, dujų) ištekliai, bet ir didėjanti aplinkos (ypač atmosferos) tarša, avarinių situacijų grėsmė ir kt. Vienas tokių atsinaujinančiųjų energijos šaltinių Lietuvoje neabejotinai yra geoterminė energija, kurios dideli ištekliai aptikti vakarinėje šalies dalyje.

Išsamesni duomenys apie Žemės gelmių šilumą Lietuvoje pradėti kaupti išgręžus pirmuosius giliuosius gręžinius, daugiausia ieškant naftos. Vertinant geoterminius išteklius apskaičiuojamas tas geoterminės energijos kiekis, kuris gali būti pasiekiamas gręžiniais, atsižvelgiant į technologinę pažangą ir jų ekonomiškumą artimiausioje ateityje. Remiantis tokia samprata buvo įvertinti ir Lietuvos geoterminiai ištekliai, susidedantys iš petrogeoterminių iki 7 km gylio ir kambro, apatinio-vidurinio devono ir vidurinio-viršutinio devono kompleksų hidrogeoterminių išteklių. Šis geoterminės energijos įvertinimas yra sąlyginis, nes geoterminė energija, naudojama ar natūraliai išsiskirianti, nuolat atsinaujina [17].

Skaičiuojant išteklius atskirai įvertintas aukštesnio patikimumo (C3 kategorija) potencialas, kuriuo remiantis galima projektuoti objektuose geoterminės cirkuliacinės sistemos (toliau tekste GCS) įsisavinimą bei atlikti didesnės Lietuvos teritorijos bendruosius prognozinčius skaičiavimus (P1 kategorija). Tačiau įvertinant geoterminius išteklius, skirtingai nuo kitų Žemės gelmių turtų, būtina atsižvelgti į labai svarbų natūralų tos energijos atsinaujinimo veiksnį. Kai kuriuose GCS objektuose panaudotos geoterminės energijos atsinaujinimas yra ateities tyrimų uždavinys, įvairiai sprendžiamas skirtingose gamtinėse situacijose [40]. Lengviausiai įsisavinami Lietuvoje arti Žemės paviršiaus esantys geoterminiai išteklių, tiekiami vartotojui šilumos siurblių sistema. Tai vadinamieji seklieji (iki ~100 m gylio) geoterminiai ir mišrieji (kartu Saulės ir atmosferos įtakoti) išteklių [42].

Lietuvos teritoriją geologinės sandaros ir temperatūros atžvilgiu galima suskirstyti į tris zonas (žr. 2.5 pav.), kuriose projektuotini įvairūs geoterminiai objektai.



2.5 pav. Lietuvos geoterminio lauko rajonavimas pagal kambro kraigą [40]

Geoterminės energijos praktinio naudojimo ir perspektyvūs objektai: 1 – Klaipėdos pavyzdinė geoterminė jėgainė, 2 – Vydmantų geoterminiai gręžiniai (2), 3 – Vilkaviškio balneologinis geoterminis projektas, 4 – Baisogala, 5 – Palanga, 6 – Kretinga, 7 – Gargždai, 8 – Nida, 9 – Šilutė,

10 – Lauksargiai, 11 – Venskai, 12 – Šilalė, 13 – Plungė, 14 – Joniškis, 15 – Joniškėlis, 16 – Šiauliai, 17 – Radviliškis, 18 – Krakės, 19 – Virbalis.

Taigi, galima daryt išvadas, kad optimalioje Vakarų Lietuvos geoterminės anomalijos dalyje išsidėstę stambesni miestai – Klaipėda, Palanga, Kretinga, Plungė, Gargždai, Nida, Šilutė, Šilalė – bei rajonai yra pagrindiniai potencialūs geoterminės energijos išteklių vartotojai [43].

Be to, patvirtinta, kad visoje Lietuvoje sekliuosius geoterminius išteklius (žemos temperatūros požeminį vandenį ir grunto šilumą) galima naudoti individualių būstų šildymui. Todėl rekomenduojama tolimesnėje ateityje didesniuose Lietuvos miestuose (Palangoje, Klaipėdoje) arba geologiškai palankiose vietovėse reiktų atlikti tyrimus, kad būtų galima parengti geoterminės energijos įsisavinimo šildymui ir kartu elektros gamybai projektus [52]. Siūloma modifikuoti šilumos tinklų sistemos darbą adaptuojant geoterminės šilumos panaudojimą [17].

Geoterminė energija yra viena labiausiai išplitusių Lietuvoje atsinaujinančių energijos rūšių. Jos visuotiną, tačiau nevienodą pasiskirstymą žemės gelmėse lemia geologinės sąlygos. Kylantys iš gelmių žemės šilumos srautai yra pakankamai stabilūs, ilgalaikiai ir nepriklauso nuo paviršiuje besireiškiančių gamtinių procesų, o svarbiausia – ši energijos rūšis yra ekologiška [17].

Lietuvoje kol kas realiai naudojama mišrioji – Žemės ir Saulės įšildomos aeracijos zonos vandens šiluminė ir giliau esanti – hidrogeoterminė – energija. Ateityje bus galima naudoti ir karštų sausų uolienų energiją [43].

Lietuvos vakarinė dalis (įskaitant artimą Baltijos jūros akvatoriją), kitaip nei kitos šalys kaimynės, pasižymi itin dideliu geoterminių išteklių potencialu. Klaipėdos pavyzdinės geoterminės jėgainės – pirmoji tokio tipo uždaros cirkuliacinės sistemos jėgainė Baltijos šalyje, kurios statyba buvo siekiama:

- a) įgyvendinant Nacionalinę energijos vartojimo efektyvumo didinimo programą, labiau naudoti atsinaujinančius energijos išteklius, kurie gali sumažinti šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisiją;
- b) parodyti (demonstruoti), kad dėl šių išteklių gali būti efektyviai mažiau naudojama įvežamo kuro (mazuto, dujų ar akmens anglių) Klaipėdos miesto šilumos tinkluose;
- c) pritaikyti žemos temperatūros geoterminio vandens šiluminę energiją patalpoms šildyti ir karštam vandeniui ruošti bei eksploatacijos metu įrodyti jėgainės gyvybingumą esamomis geoterminėmis sąlygomis.

Klaipėdos pavyzdinė geoterminė jėgainė 2004 m. birželį pripažinta tinkama naudojimui su 35 MW galia:

- tiekti karštą vandenį į šilumos tinklus;
- gerokai sumažinti regiono aplinkos taršą;
- konkuruoti su tradicine šilumos gamyba ekonominiu požiūriu.

Be minėtos jėgainės, Lietuvos miestuose (Vilniuje, Alytuje ir kt.) pradėjo kurtis ir jau veikia individualius būstus šildančios sekliuosius (iki 100 m gylio) geoterminius išteklius naudojančios mažos galios šildomosios sistemos (iki 55 kW), suporintos su papildomais vandens šildytuvais. Visa sistema valdoma mikroprocesoriumi, norint palaikyti pastate reikiamą temperatūrą. Šilumos siurblys tiekia šilumą šildymo sistemai, karštą vandenį ir, jei reikia, pašildo baseino vandenį. Apie 70% energijos gaunama nemokamai (mokama tik už sunaudotą elektros energiją) [52]. Priklausomai nuo konkrečių poreikių bei galimybių, šilumos siurbliai energiją gali paimti iš grunto, vandens ir oro.

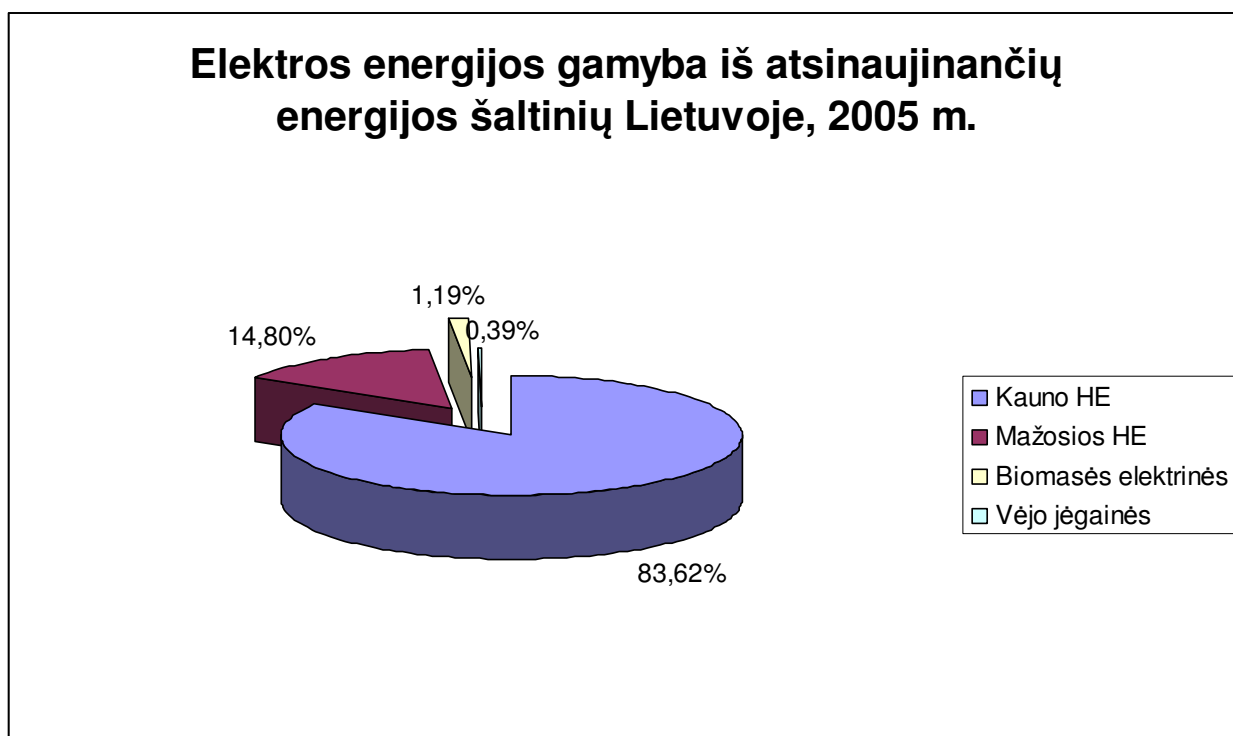
Lietuvoje 2002 m. buvo užfiksuota jau per 50 individualių namų šildomų šilumos siurbliais, kurie naudoja grunto, gruntinio vandens ir tvenkinių šilumą. Panaudojant šiuos žematemperatūrinio potencialo šilumos šaltinius šilumos siurbliais taip pat gaminama šiluma buitiniam karštam vandeniui ruošti. Šilumos siurbliai įrengti tik naujai (pagal sugriežtintus statybos ir šilumos normatyvus) pastatytų individualių namų šildymo sistemose, kartu namuose įrengiant grindų šildymą. Šilumos sąnaudos tokių pastatų šildymui tėra ~ 120 kWh/m² per metus. Lietuvos ūkininkų sodybose šilumos siurbliai, naudojantys grunto ar gruntinio vandens šilumą, gali gaminti ne tik šilumą individualiems pastatams šildyti ar karštam vandeniui ruošti, bet ir nešildymo sezono metu šaltį įvairios paskirties šaldymo kameroms. Atsinaujinantys energijos ištekliai: grunto ir gruntinio vandens šiluma – tinkami žematemperatūrinio potencialo šilumos šaltiniai šilumos gamybai šilumos siurbliais individualiems pastatams šildyti ir karštam vandeniui ruošti. Šilumos gamyba šilumos siurbliais – pažangi termodinaminiu bei energetiniu požiūriu efektyvi ir aplinkai nekenksminga šilumos gamybos technologija, atitinkanti Lietuvoje galiojančių įstatymų ir Europos Sąjungos normatyvinių dokumentų pagrindines nuostatas [26].

Dar prieš dešimtmetį geoterminio šildymo sistema individualiuose namuose buvo retenybė, nors pasaulyje ji gerai žinoma jau daugiau kaip 40 metų. Grunte yra susikaupusi iki 98 proc. išspinduliuojamos saulės energijos ir net šalčiausią žiemą žemėje išsilaiko pakankamai susikaupusios šilumos, kurią galima panaudoti namui šildyti. Kaip tik dėl to Lietuvoje sparčiai populiarėja „dirva/vanduo“ tipo šilumos siurbliai. Tai įrenginys, kuris žemėje paklotame vamzdyje cirkuliuojančiu skysčiu per šilumokaitį perduoda dirvoje akumuliuotą šilumą šilumos siurblio uždarame kontūre esančiam freonui. Jis garuoja, kompresoriuje pakeliamas jo slėgis, atitinkamai kyla temperatūra ir kondensavimosi metu per kitą šilumokaitį šiluma perduodama namo šildymo sistemai vandeniui [48].

2.2.4. Vandens energijos panaudojimo galimybės ir esamas praktinis pritaikymas

Hidroenergetikos plėtros problema šalyje galėtų būti suskirstyta santykinai į dvi dalis: dideles ir mažas hidroelektrines. Terminas maža hidroelektrinė (toliau tekste MHE) iki 10 MW galios -

sąlyginis, kad būtų išskirtas nepriklausomas gamintojas, liberalizuojant elektroenergetiką. MHE priskiriamos išimtinai privačiam sektoriui, būtent namų ūkiams. Kaip žinia, teisinės lengvatos rekomenduojamos taikyti MHE, kurių įrengta galia yra $< 2000 \text{ kW}$. Joms statyti nereikia gauti valstybės koncesijos, pakanka paprasto leidimo naudoti vandens išteklius hidroenergetikai, taipogi nereikia detalios įtakos aplinkai tyrimo studijos, o pakanka trumpos įtakos aplinkai įvertinimo pažymos. Vietinių hidroenergijos išteklių būsimas panaudojimas Lietuvoje kaip tik ir prasidėjo. Jis vyksta pirmiausia atstatant senas ir įrengiant naujas MHE prie esamų vandens tvenkinių [68]. Pagal 2005 m. duomenis, panaudojama 14% turimų techninių hidroenergijos išteklių (žr. 2.6 pav.) ir jų dalis bendrame energijos balanse yra apie 1% bei elektros energijos balanse apie 3 %.



2.6 pav. Elektros energijos gamyba iš atsinaujinančių energijos šaltinių Lietuvoje, 2005 m. [33]

MHE statyba šalyje vyks 2 etapais:

- Atstatant apleistas ir įrengiant naujas prie esamų tvenkinių (1/3 pigiau negu naujoje vietoje). Realios galimybės- apie 131 MHE, bendros 16 MW galios ir 60 mln. kWh/metus. Bus realizuotos per 5 –10 metų.
- Statant MHE naujai tinkamose upių vietose. Realios galimybės čia vertinamos iki 500 mln. kWh ir įsisavinimas užtruks ilgiau. Galimas naujų MHE vietas teks atidžiai iširti. Jos bus statomos efektyviuose ir leistiniuose gamtos saugos požiūriu upių ruožuose; su žemesnėmis vandens patvankomis ir didesniais įrengtais debitais negu prie esamų tvenkinių, tenkinant aplinkosaugos reikalavimus.

Hydroenergetikos plėtrai paspartinti yra būtina skatinanti Vyriausybės techninė – ekonominė politika, sutvarkyta įstatyminė bazė, aiškūs ir racionalūs aplinkosaugos reikalavimai ir kt. Tiek hidroenergijos, tiek kitų AEŠ techninis – ekonominis pagrindimas turi remtis išorinių energijos gamybos kaštų arba išvengtos žalos aplinkai kurenant organinį kurą vertinimu, t.y. pagal ekonominį-ekologinį kriterijų [90].

Tačiau tokios šilumos generavimas, panaudojant vandens energiją, yra sudėtingas taikant individualiuose gyvenamuosiuose namuose, nes pagrindinis veiksnys, kuris lemia šios energijos gavimą, tai šalia namo bėganti upė arba esantis tvenkinys. Todėl atsižvelgiant, kad dauguma individualių gyvenamųjų namų ir jų kvartalų statyba rinkoje vyrauja ne prie upių ar tvenkinių, todėl ši ekologiško autonominio energijos gavimo alternatyva turės mažesnę potencialą, lyginant su geoterminiu, saulės ar kt. atsinaujinančiu energijos šaltiniu.

2.2.5. Biomasės išgaunamos energijos panaudojimo galimybės ir esamas praktinis pritaikymas

Biomasė yra vienas labiausiai paplitusių ir plačiausiai naudojamų atsinaujinančių energijos šaltinių. *Biomasė* yra fotosintezės produktas. Kasmet fotosintezės metu augalų stiebuose, šakose ir lapuose sukaupiamas energijos kiekis, keletą kartų didesnis už pasaulio energijos poreikius. *Biomasė* išsiskiria iš kitų energijos šaltinių tuo, kad tai akumuluota saulės energija.

Kalbant apie atsinaujinančius energijos šaltinius sąvoka *biomasė* yra labai plati. Tai:

- mediena, jos ruošos bei apdirbimo atliekos;
- žemės ūkio kultūros bei atliekos (rapsai, kviečiai, šiaudai ir t.t.);
- gyvulininkystės atliekos (gyvulių ir paukščių mėšlas);
- maisto pramonės organinės atliekos;
- nutekamųjų vandenų dumble susikaupusios organinės medžiagos;
- komunalinių atliekų organinė frakcija.

Pastaruoju metu iš biomasės pagamintas energijos kiekis pasaulinėje energijos gamyboje sudarė apie 15 procentų. Kai kuriose, ypač mažiau išsivysčiusiose šalyse, biomasės naudojimas energijai gauti yra įspūdingai didelis [83].

Biomasės, kaip ir kitų atsinaujinančių energijos šaltinių, naudojimo didinimas ypač aktualus pasidarė pastaraisiais dešimtmečiais. Kita priežastis, skatinanti atsinaujinančių energijos šaltinių vartojimą, yra ta, kad iškastinio kuro – anglių, naftos, dujų ištekliai yra baigtiniai. Prognozuojama, kad dėl šios priežasties kuro, ypač naftos, kainos turi tendenciją augti ir esant tam tikroms, nepalankioms sąlygoms sukelti energetikos krizes. *Biomasės* ir kitų *atsinaujinančių energijos* šaltinių naudojimas didesniu mastu padėtų sušvelninti tokių energetikos krizių pasekmes.

Didžiąją dalį šiuo metu iš biomasės pagaminamos energijos sudaro šiluma, gaunama deginant medieną. Medienos pavidalo *biomasė* yra seniausiai žmonijos naudojamas energijos šaltinis. Tradicinis ir labiausiai paplitęs energijos gamybos iš biomasės būdas yra tiesioginis jos deginimas [83]. Nepaisant to, kad tiesioginis medienos deginimas yra gerai išstbulintas procesas, jo efektyvumas nuolat didinamas ir mažinamos teršalų emisijos. Didžioji dalis medienos kuro apie 60 % Lietuvoje suvartoja būtent namų ūkiuose. Pagrindinis medienos kuras, naudojamas šiame sektoriuje yra malkos. Kitas pastaruoju metu rinkoje pasirodęs naujas, pigus ir mažai energijos reikalaujantis, tiesioginis medžio anglies granulių gamybos iš biomasės procesas, nenaudojantis jokių rišančių komponentų. Medžio anglies granulės gali būti naudojamos virimui, patalpų šildymui. Tik pastaraisiais metais imta daugiau vartoti šį kurą. Katilai skirti medienos granulių deginimui yra techniškai tobulesni, o pagrindinis jų privalumas tame, kad deginimas juose yra pilnai automatizuotas [71].

Šilumos gamybos sistemas galima suskirstyti į:

1. mažos galios šildymo sistemos
2. centralizuoto šildymo sistemos.

Pirmoji vartoja malkas, granules, medienos skiedrą ir t.t., antroji, naudojanti verdančio sluoksnio ar ardynų tipo pakurų katilus, gali deginti medienos skiedras, durpes, medienos atliekas, pjuvenas ir šiaudus.

Palyginti nauja technologija - individualių gyvenamųjų namų šildymo sistemoje naudojama šilumos ir elektros energijos *kogeneracija*. Kogeneracija - šilumos ir elektros energijos gamyba vienu metu yra tinkama mažos galios įrenginiams. Ji naudojama patalpoms šildyti ir karštam vandeniui ruošti individualiuose namuose ar pastatų grupėse. Perteklinė elektros energija gali būti tiekiama į tinklą [83].

2.3. „Žaliosios“ energijos inžinerinės įrangos ekonominiai aspektai Lietuvoje

2.3.1. Saulės energijos Lietuvoje ekonominiai aspektai

Lietuvoje, kol reikiamai nesubsidijuojamas atsinaujinamosios energijos supirkimas, aprūpinti elektra gyvenamąjį namą visus metus vien iš saulės neįmanoma ir ekonomiškai nenaudinga. Kita vertus, vieną kartą investavus į autonominę energijos sistemą, keletą dešimtmečių nereiks laukti nuolat didėjančių sąskaitų už elektrą ir šildymą. Lietuvoje kur kas praktiškiau naudoti autonomines saulės baterijų jėgaines nedideliems elektros poreikiams patenkinti. Tai labiausiai tinka sodybose ir poilsiavietėse.

Saulės kolektorių įrengimu Lietuvoje užsiima daugiau bendrovių nei saulės baterijos, gaminančios elektrą. Manoma, kad kolektoriai skirti vandeniui šildyti, atsiperka greičiau nei saulės

baterijos gaminančios elektrą. Lietuvoje pagal klimato sąlygas *saulės baterijomis* gaminti elektros energiją nelabai apsimoka, be to, labai brangi įranga. tik turtingos šalys, kaip Vokietija, gali remti saulės energetiką. Ten gyventojams kompensuojama pusė įrangos kainos, *saulės baterijomis* pagaminta elektra superkama brangiau nei įprastai. Lietuvoje visas papildomas rėmimas gula ant vartotojų pečių, mokėti tektų visiems elektros vartotojams [55].

Saulės elementų parduodama vis daugiau ir daugiau, pardavimai didėja po maždaug 15% kasmet. Jei 1990 metais jų bendras galingumas buvo 40 MW elektros, tai 1998 metais jau 120 MW. Tikimasi, kad padidėjus jų efektyvumui, *Saulės elementai* dar labiau paplis. Nors *Saulės energetika* per pastaruosius metus nemažai pažengė, tačiau jis vis dar yra brangesnė už tradicinę energiją [56]. Šiandien fotoelektra yra keletą kartų brangesnė, nei atominės ar šiluminių elektrinių gaminama elektra. Tačiau, senkant iškasamojo kuro ištekliams, pastaroji brangs. Perėjimas prie *atsinaujinančios energetikos* reikalaus kardinalių pokyčių tiek energetikoje, tiek pramonėje, tiek buityje [57]. *Saulės elementų* kaina kris, o įprastinio kuro kaina kils, todėl šie elementai vis labiau populiarės ir gali tapti puikia energijos alternatyva gamtinėms medžiagoms [56]. Ištirta, kad naudojant šį saulės modelį, sutaupoma 40 % šildymo išlaidų, kurios atsiperka per 2 metus [28]. Saulės elementai atsiperka per 2-5 metus, priklausomai nuo vietovės. Tačiau tada vartotojas jau turės praktiškai nemokamą energijos šaltinį 20-30 metų. Manoma, kad ateities patobulinimai sumažins atsipirkimo laiką iki 1-3 metų. Šiuo metu 1W galingumo Saulės elemento kaina yra ~8 – 12 Lt, 1W instaliuota galia Saulės jėgainėje siekia 20 – 40 Lt.

Vidutinėje perspektyvoje, ekonominis saulės energijos potencialas apima karšto vandens gamybą (0,5 TWh), žemės ūkio produktų džiovinimą, panaudojant saulės energiją (0,8 TWh) ir pasyvų patalpų šildymą (1,25 TWh). Ilgalaikėje perspektyvoje, šildymas *saulės energija* gali būti naudojamas centriniam šildymui vasaros mėnesiais, fotovoltų sistemos gali įgyti svarbią reikšmę elektros energijos gamyboje. Planuojama, jog saulės energijos panaudojimas pasieks 0,0004 TWh 2010 metais ir 0,0012 TWh 2020 metais: šie skaičiai yra pakankamai tolimi nuo nustatyto ekonominio potencialo [59].

2.3.2. Vėjo energijos Lietuvoje ekonominiai aspektai

Aukščiau pateikti vėjo elektrinių variantai yra charakteringi Lietuvos sąlygomis sprendimai, kada vėjo elektrinė įrengiama verslo tikslu gauti pelną. Jis pritaikomas ir tada, kada grupė savininkų ar viešojo sektoriaus įstaigų siekia vien apsirūpinti elektros energija. Abiem atvejais, tankiai apgyvendintose vietovėse tik kolektyvinio tipo vėjo jėgainės yra galimos. Šiuo metu Lietuvoje į bendrąją elektros energijos kainą įeina ir dalis atsinaujinančiajai energetikai remti. Vėjo jėgainėse pagaminta elektra superkama po 22 ct už kilovatvalandę, kai vidutinė kaina yra 10 ct. Iki 250 kW

galių jėgainę Lietuvoje galima pastatyti kur nori ir elektros tinklai privalo supirkti pagamintą elektros energiją [55].

Kalbant apie individualias, nutolusias nuo kaimynų sodybas ir vienkiemius, verta nagrinėti apsirūpinimo elektra, panaudojant individualios galios mažas vėjo elektrines:

- Tinklo vėjo elektrinė, kada jos nominali galia gali būti iki 250 kW. Esant vėjui tokia elektrinė gamina gyvenamajam namui reikalingą elektros energiją, o galios likutį parduoda į tinklą. Nesant vėjo, elektra perkama iš tinklo. Iki 10 metų senumo naudotą elektrinę galima įsirengti už 400 000 Lt, kuri atsipirks per 4-5 metus ir dar 5-6 metus teiks gryną pelną.
- Autonominė hibridinė elektrinė, kada atsijungiama nuo elektros tinklo, o nesant vėjo, gelbsti akumuliatoriai ir kiti autonominiai šaltiniai – saulės baterijos, dyzelio generatorius ir kt.

Pirmuoju atveju galima sutaupyti pinigų ir išvengti aplinkos taršos. Antruoju atveju galima apskritai išvengti priklausomybės nuo elektros tinklo. Deja, net mokant po 50 ct/kWh per metus vartojantis apie 10000 kWh elektros energijos vidutinis būstas per 20 metų pareikalaus 100 000 Lt. Tokiam kiekiui pagaminti reikalingos 10kW vėjo elektrinės kaina yra 40 000 USD arba 104 000 Lt. Investicijų atsipirkimas gali būti pakeliamas vartotojui iki 6-7 metų. Tad mažosios vėjo elektrinės gali būti įdomios tik esant ženkliam investicijų dotacijai, kuri turi siekti virš 2/3 visos įrengimo kainos. Kitas kelias – mažinti mažųjų vėjo elektrinių savikainą, dalį įrangos pasigaminant vietoje, skatinant vėjo elektrinių gamybą Lietuvoje. Visais atvejais, siekiant racionaliai panaudoti vėjo energiją, reikalingi detalūs daugelio variantų skaičiavimai ir naudos palyginimas [46].

Verta nepamiršti, kad tradicinės energetikos ekonomika pagrįsta tiesioginių gamybos kaštų apskaita. Į elektros gamybos kainą nėra įtraukiami netiesioginiai, bet faktiškai dalyvaujantys šių išteklių savikainos formavime kaštai, susieti su gamtinių išteklių išekvojimu, poveikio gamtinei aplinkai ir žmonėms kompensavimu. Tradiciškai skaičiuojant tradicinėse elektrinėse pagamintos elektros energijos kaštus, susidaro įspūdis dėl vėjo elektrinių pagamintos elektros energijos brangumo ir jų dotavimo poreikio. Todėl daugelyje vėjo energetiką toleruojančių pasaulio ir Europos šalių susiklostė šios energetikos rūšies rėmimo praktika. Tačiau darnaus vystymosi metodologijos ir apskaitos tobulinimas yra nenuginčijami subjektyvūs veiksniai, kurių suaktyvinimas įgalintų pagerinti atsinaujinančios energetikos plėtros galimybes, sumažinti tradicinių energijos šaltinių keliamą aplinkos taršą ir teigiamai įtakoti žmonių pilnaverčio gyvenimo trukmės didėjimą [46].

Nustatytas 0,85 TWh per metus vėjo energijos potencialas pagrįstas prielaida, jog žemyninėje dalyje esančių vėjo jėgainių gali būti papildomai sukonstruota iki 500 MW (tai riba, kuri negali būti peržengta be papildomų išlaidų elektros energijos tinklo rekonstrukcijai). Nustatyta, jog potencialas bus išnaudotas iki 2020 m. Po 2020 m. pagrįstai dalis vėjo jėgainių gali būti įrengta jūroje, kur geriausios vėjo sąlygos [59].

2.3.3. Geoterminės energijos Lietuvoje ekonominiai aspektai

Vienas iš alternatyvių šildymo šaltinių – pasaulyje, populiarėjantis, modernus ir ekonomiškai eksploatuoti – *geoterminis šildymas*. Pagrindiniai privalumai: sistemos ekologiškumas, greitas įrengimas ir paprastas valdymas. Nors argumentai, kad šis šildymo būdas neteršia aplinkos ir nereikalauja nuolatinės priežiūros, yra labai svarbūs, tačiau didžiausia kliūtis, neduodanti įsibėgėti šiai technologijai Lietuvoje, – didelė kaina [48].

Lietuvos energetikos institutas atliko tyrimus, kurių metu buvo išnagrinėti du šilumos siurblio, naudojančio grunto šilumą, pritaikymą individualiuose pastatuose atvejais:

1 variantas. Atvejis, kai individualioje sodyboje šilumą gyvenamajam namui (200 m^2 šildomo ploto) šildyti ir buitiniam karštam vandeniui (4 žmonės) ruošti tiekia šilumos siurblys, kuris naudoja grunto šilumą. Šilumos siurblys tik šildymo sezono metu;

2 variantas. Atvejis, kai šilumos siurblys šildymo sezono metu veikia pagal 1 variantą, o nešildymo sezono metu gaminama šaltį iki -5°C ir iki 33°C šilumos pašildytą vandenį.

Pagal šiuo atliktus tyrimus, buvo padaryta išvada, kad investicijos projektui pagal 2 variantą, kai panaudojamos ištisus metus veikiančio šilumos siurblio – daugiafunkcinės paskirties įrangos (gamina ne tik šilumą, bet ir šaltį) galimybės, įgyvendinti atsipirktų kur kas greičiau, nei pagal 1 variantą, kai šilumos siurblys dirba tik šildymo sezono metu.

Investicijos projektui (pagal 1 variantą) įgyvendinti, kai gyvenamajam pastatui šildyti ir karštam vandeniui ruošti šildymo sezono metu šilumą gamina šilumos siurblys, naudojantis grunto šilumą, palyginti su tiesioginiu elektros energijos naudojimu pastatui šildyti ir karštam vandeniui ruošti, atsiperka per 6,6 metų [26].

Viską įvertinus, mokslininkų paskaičiavimui, investicijos, lyginant šilumos siurblių su kitų rūšių katilais, susilygina per kelis sezonus, o kai kuriais atvejais (pvz., medinė statyba) yra net mažesnės. Kad šilumos siurblys ekonomiškai šildytų, jis turi turėti teisingai įrengtą šilumos šaltinį atvirame žemės plote. Tai yra reikiamo ilgio polietileninis vamzdis su cirkuliuojančiu antifrizu, užkastas žemėje 2 m gylyje. Nuo šilumos šaltinio kokybės ir tinkamo įrengimo tiesiogiai priklauso siurblio ekonomiškumas. Šildymas turėtų būti net keturis kartus pigesnis, palyginti su elektriniu šildymu, t.y. trys ketvirtadaliai reikalingos energijos turėtų būti iš žemės. Lietuvoje įšalo gylis yra 1,2 m, aplink vamzdį žemėje susidaro 30 cm įšalusios žemės sluoksnis, todėl sistema, kurios šilumos šaltinis yra mažesniame gylyje negu 1,5 m, bus mažiau ekonomiškai, nes kompresorius daugiau dirbdamas sunaudos daugiau elektros energijos [28].

Kad šilumos siurblys veiktų, reikia elektros energijos kompresoriaus ir cirkuliacinių siurblių varikliams sukurti. Toliau svarstant investicijas reikėtų atsižvelgti į tai, kad šilumos siurbliui nereikia jokios kuro saugojimo vietos ar talpos. Šilumos siurblys gali būti statomas bet kurioje namo

patalpoje. Jam nebūtinamas langas (dujiniam katilui būtinamas), nereikalingas kaminas ir kiti įrengimai pagal dujininkų reikalavimus, o tai atpigina namo statybą [28].

Daugumoje Lietuvoje iki šiol statytų individualių gyvenamųjų namų dėl prastos sienų izoliacijos, neužsandarintų langų, taip pat dėl daug didesnio, palyginti su daugiabučiu pastatu, išorinio pastato paviršiaus ploto ir pastato šildomo ploto santykio, šilumos sąnaudos šildymui yra kur kas didesnės nei gaunamos geoterminiu būdu – 400 kWh/m² per metus ir daugiau [26].

Norint įgyvendinti sekliosios geotermijos projektą, imant šilumą iš negiliai (iki 100 m) slūgsančių vandeningųjų sluoksnių, reikia per 30 – 60 tūkst. Lt pirminių investicijų. Jei pirminių šilumos šaltiniu pasirenkamas gruntas (dirvožemis), į kurį užkasamas vadinamasis kolektorius (vamzdžių sistema), investicijos mažesnės. Taigi geoterminės šildymo sistemos įrengimo pirminės investicijos yra gan didelės, bet mažos eksploataavimo išlaidos. Ir kol kas nereikia daryti pesimistinių išvadų, kad šilumos siurblys nepasiteisina Lietuvoje. *Šilumos siurblys* – neveltui gana brangi įranga. Juk jis gali gaminti ne tik šilumą, bet ir šaltį [17].

Būtina pažymėti, kad Lietuvoje (atvirkščiai nei užsienio valstybėse) kol kas nėra lengvatinių elektros energijos tarifų šilumos siurbliams (nors neturim kur dėti pagamintos elektros energijos), nenumatyta kitų skatinančių priemonių, neskiriama lėšų šilumos siurblių tobulinimo moksliniams tyrimams (nors mokslinis potencialas tokiems darbams yra). Valstybė deklaruoja alternatyvios energijos siekį tik žodžiais, iš tiesų jos neremia. Todėl kol kas šilumos siurblius individualiuose namuose gali įsirengti tik pasiturintys gyventojai. Tačiau reikia atkreipti dėmesį, kad šiuo metu individualių namų savininkai nemoka mokesčių už gamtos taršą, tačiau greitu metu, pritaikant ES direktyvas, už gamtos taršą deginant gamtines dujas, teks mokėti (žr. 2.1. skyrių). Šis gamtos taršos mokestis pagerins šilumos siurblio „įvaizdį“, nes padidės eksploatacijos lėšų ekonomija, naudojant šilumos siurblių, palyginti su vandens šildymo katilu. Ir ši pažangi technologija ateityje individualių namų šildymui tikrai bus vis dažniau naudojama [48].

Šiuo metu Lietuvos rinkoje dominuoja geoterminio šildymo sistemos horizontalieji kolektoriai - 95 % visos geoterminės šildymo sistemos rinkos. Jam įrengti reikia palyginti daug vietos, tačiau jo įrengimas yra vienas iš pigiausių. Taigi Lietuvoje geoterminės šildymo sistemos sparčiai plinta, nors valstybė jų plėtros neremia. Lietuvoje šio šildymo pasirinkimą kol kas lemia šiandieninė ekonominė vartotojų situacija ir siurblių gamintojų įtikinėjimai [17].

2.3.4. Vandens išgaunamos energijos Lietuvoje ekonominiai aspektai

Mažos hidroelektrinės (toliau tekste MHE), kurių galia mažiau negu 10 MW, jau tapo ekonomiškose ir rentabiliose, statant jas masiškai pagal tipinius projektus prie esamų ir nenaudojamų tvenkinių bei visų kitų upių, su standartiniais energetiniais įrengimais, tiekiančios energiją į elektros tinklus, pilnai automatizuotais, be pastovaus aptarnaujančio personalo. Tai patvirtina sparčiai

besiplečianti jų statyba šalyje. Šiuo metu jau pastatyta virš 10 naujų MHE ir bendras jų skaičius viršijo 20. Visų jų bendra galia mažesnė negu 7 MW ir elektros gamyba apie 25 mln. kWh/metus.

MHE verslas tapo patrauklus privatiems investuotojams, t.y. gyvenamojo namo savininkams. Nors visumoje MHE santykinai yra brangios, ypač pačios mažosios, tačiau atsiperka maža elektros gamybos savikaina [90].

2.3.5. Biomasės išgaunamos energijos Lietuvoje ekonominiai aspektai

Apibendrinant galima pasakyti, kad šiuo metu Lietuvoje iš biomasės yra pagaminamas energijos kiekis, atitinkantis maždaug 6 proc. viso pirminės energijos suvartojimo šalyje. Galima tikėtis, kad šį kiekį iki 2010 m. pavyks padidinti iki 8 – 9 %. Tačiau tokiam rezultatui pasiekti reikalinga aktyvi valstybės parama ir skatinimas, o tai esant dabartinei ekonominei padėčiai mažai tikėtina. [81] Lietuvoje kogeneracija, naudojant atsinaujinančius energijos šaltinius, yra skatinama, superkant pagamintą elektros energiją daug aukštesniais tarifais. Už elektros energiją pagamintą iš biomasės mokama po 20 ct/kWh [71].

Lietuvoje yra nemažai firmų, gaminančių ir montuojančių medienos kuro katilines ir jų įrangą. Tokia įranga taip pat yra importuojama. Katilinių naudojančių medienos kurą galia sparčiai didėja.

2.4. Ekologiškų statybinių medžiagų rinkos apžvalga Lietuvoje

Lietuvoje ekologiškų statybinių medžiagų rinkoje daugiausia dominuoja tokios statybinės medžiagos, kaip mediena ir jos gaminiai, šiaudai, molis, keramikos ir akmens dirbiniai. Žemiau pateiktuose skyriuose ir pateikiama šių statybinių medžiagų esamo panaudojimo gyvenamųjų namų statybai rinkos apžvalga Lietuvoje.

2.4.1. Žaliavinės medienos ir medienos atliekų gaminių pramonė

Lietuva, palyginti su Vakarų Europos šalimis, turi išskirtinių konkurencinių pranašumų: nedidelės sąnaudos (medienos žaliava, darbas ir energija) bei gera geografinė padėtis (arti Rusijos ir Vakarų rinkų). Mažas produktyvumas ir žemas technologijų lygis yra pagrindiniai Lietuvos medienos sektoriaus įmonių trūkumai.

Medienos ir medienos gaminių pramonės augimas nuo 2000 iki 2004 m. rėmėsi nuolatiniu eksporto didėjimu. Medienos dirbinių eksportas ypač sparčiai augo iki 2003 metų. 2006 metais sumažėjo vidaus rinkos dalis medienos ir medienos gaminių. Vidaus rinkoje parduota medienos ir medienos gaminių dalis 2006 metais sudarė 41,2 %, eksportuota 58,8 % [74] (žr. 2.2 lentelę).

2.2 lentelė. Parduota pramonės produkcija pirmąjį 2006 m. pusmetį (be PVM ir akcizo) [74]

	Mln. Lt	Struktūra, proc.	Pokytis, palyginti su 2005 m. I pusm.	Eksportuotos produkcijos dalis, proc.
Medienos ir medienos dirbinių gamyba	1130,9	4,7	9,8	58,8

Tiesioginių užsienio investicijų dalis į medienos ir jos dirbinių apdirbamąją pramonę 2006 m. balandžio 1 d. sudarė 32,6 % visų tiesioginių užsienio investicijų. Sparčiausiai 2006 m. balandžio 1 d. didėjo investicijos į medienos ir medienos (išsk. baldus) gaminių gamybą 53,7 mln. Lt arba 12,7 % visų tiesioginių užsienio investicijų (žr. 2.3 lentelę) [73].

Faktinė vidutinė 1 m³ parduotos apvaliosios medienos kaina 2006 metų viduryje buvo 100,30 Lt (žr. 2.7 pav.) arba 3 Lt mažesnė nei praėjusiais metais (2005 m. pabaigoje buvo 103 Lt/m³). Apvaliosios medienos kainų sumažėjimui didžiausią įtaką turėjo vis dar jaučiamo uragano „Ervinas“ padariniai. Dėl šios priežasties Baltijos regione, ypač Švedijoje, yra susikaupusios nerealizuotos šio uragano suniokotos medienos.

2.3 lentelė. Lietuvos Respublikos statybinės produkcijos užsienio prekybos pagal KN prekių skyrius ir skirsnius 2003 m.– 2006 m. I pusm. kaita [73]

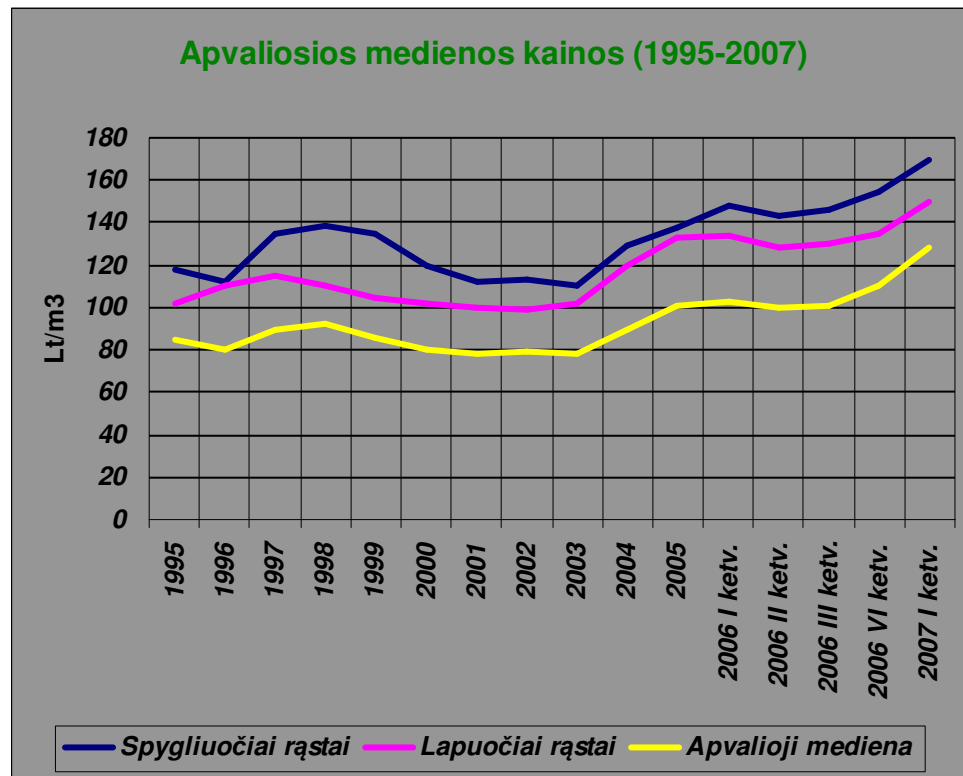
KN skyrių ir skirsnių pavadinimas	2003 m.		2004 m.		Kaita (4 : 2)	2005 m.		Kaita (7:4)	2006 m. I p.		Kaita (10:7)
	mln. Lt	%	mln. Lt	%		mln. Lt	%		mln. Lt	%	
Mediena ir medienos dirbiniai; medžio anglys; kamštiena ir kamštienos dirbiniai; dirbiniai iš šiaudų, esparto arba iš kitų pynimo medžiagų; pintinės ir pinti dirbiniai	EKSPORTAS										
	1194,37	5,6	1293,14	5	1,08	1494,92	4,6	1,16	789,8	4,1	0,53
	IMPORTAS										
	476,81	1,6	680,23	2	1,43	880,58	2	1,30	480,1	1,9	0,55

Vertinant medienos pramonės gaminių gamybos plėtros perspektyvas (žr. 2.4 lentelę) pagal Europos miškų sektoriaus perspektyvų studijos ataskaitoje pateiktą apskaičiuotą vidutinį kasmetinį medienos produktų gamybos ir suvartojimo augimo procentą 2000–2020 metais (žr. 2.5 lentelę) ir Europos regionų neto prekybą 2000–2020 metais, (žr. 2.6 lentelę), paklausą ateityje Lietuvoje turės pjautinė mediena, medienos plokštės, popierius ir kartonas.

2.4 lentelė. Apvaliosios medienos gamybos prognozė 2010 m. (orientaciniai duomenys) [76]

Pavadinimas	Kiekis, mln. m ³	Šalutiniai produktai	
		Skiedros mln. m ³	Pjuvenos, žievė mln. m ³
Fanermedžiai	0,2		
Įvairūs	0,2		
Rąstai	3,3	1	0,7
Popiermedžiai	1,3		
Plokščių mediena	0,4		
Malkos	1,7		
Iš viso	7,1	1	0,7

Šaltinis. LR Ūkio ministerija



2.7 pav. Apvaliosios medienos kainos 1995-2007 metais (vidutinė kaina miško kelkraštyje Lt/m³) [75]

Medienos pramonė turi geras pozicijas toliau sėkmingai vystyti savo veiklą (žr. 2.5 lentelę). Siekiant geriau konkuruoti rinkoje, būtina padidinti produktyvumą bei diversifikuoti paskirstymo kanalus [74].

2.5 lentelė. Orientaciniai duomenys apie medienos pramonės žaliavinės medienos poreikį įvertinus planuojamus projektus [76]

Pavadinimas	Mat. vnt.	Žaliavų poreikis, 2003 m.*			Žaliavų poreikio prognozė, 2010 m.		
		Iš viso	Žaliavinė mediena	Medienos atliekos	Iš viso	Žaliavinė mediena	Medienos atliekos
Lentpjūvystė	mln. m ³ /metus	2,8	2,8	0,0	3,4**	3,4	0,0
Plokščių gamyba	mln. m ³ /metus	0,58	0,3	0,28	1,4	0,8	0,6
Faneros gamyba	mln. m ³ /metus	0,15	0,15	0,0	0,2*	0,2	0,0
Medienos kuras	mln. m ³ /metus	3,4	1,5	1,9	4,8	1,9	2,9
Celiuliozės gamyba	tūkst. t/metus	0	0	0	2,4**	1,5	0,9
Iš viso			4,75	2,18		7,8	4,4

*šaltinis: Medienos pramonės įmonių konkurencingumo didinimo, plėtojant klasterizaciją, studija, 2004.

Žaliavinės medienos ir medienos atliekų gaminių, potencialiai galimų naudoti ekologiškų gyvenamųjų namų statybai, numatomos tokios pramonės perspektyvos:

1. *Mediena:* Metinės kirtimų apimtys 2002 metais buvo 5,9 mln. ktm, santykinės kirtimų apimtys sudarė 2,9 m³/ha. Įmanoma padidinti santykinės kirtimų apimtį iki 3,6 m³/ha ir taip padidinti kirtimų apimtį iki 7,4 mln. m³ 2020 metais. Iš viso techninis potencialas 2020 m. bus 9,8 TWh. Planuojama padidinti medienos suvartojimą energijos gamybai iki 9,5 TWh 2010 metais ir iki 9,8 TWh (pasiekti potencialą) 2020 metais [59].
2. *Šiaudai:* Šiaudų pagaminama 2,5 mln. tonų/metus, pagal optimalų scenarijų numatoma 2020 m. šiaudų pagaminti 2,9 mln. tonų/metus. Sumažėjus šiaudų suvartojimui fermose, sumažinus nuostolius ir kita, techninis potencialas sudarė 250 tūkst. tonų (0,99 TWh) 2002 m. ir 1,7 mln. tonų/metus (7,05 TWh) 2020 metais optimalaus scenarijaus atveju. 2020 m. ekonominis potencialas sieks 3,59 TWh. Tai yra šiaudų perteklius labai blogų oro sąlygų metais: tikimasi, kad tokios sąlygos pasitaikys kartą kas dešimt metų. Planuojama padidinti šiaudų suvartojimą energijos gamybai iki 0,5 TWh 2010 metais ir iki 1,5 TWh 2020 metais [59].

2.4.2. Molio, keramiko ir kitų statybinių gaminių pramonė

Šiai apdirbamosios pramonės šakai priklauso molio, keramikos gaminių, cemento, gipso ir akmens dirbinių gamyba. Ši pramonės šaka yra orientuota į Lietuvos rinką. Jei kitų ne metalo mineralinių produktų pramonė 2000 metais eksportavo beveik 29 % pagamintos produkcijos, tai 2004 metais šios pramonės šakos įmonės eksportavo tik 17,2 % savo produkcijos.

Nagrinėjant molio ir keramikos dirbinių eksportą, pažymėtina, kad šių gaminių eksportas sumažėjo tiek į ES (-5,2 %), tiek į trečiąsias šalis (-8,9 %). Keramikos dirbinių eksportas 2004 metais į Ukrainą sumažėjo 53 %.

Dėl Lietuvoje, kol kas, sparčiai vykstančių statybų didžioji dalis statybinių prekių parduodama šalies viduje. Augančios statybos montavimo darbų apimtys paskatino visos eilės statybinių medžiagų gamybos bei pardavimų augimą. Įvertinus 2006 metų sausio-birželio mėn. duomenis, pastebima, kad pastoviai didėja statybinio smėlio (1 549,2 tūkst. tonų, t.y. 21,3 % daugiau, negu per 2005 m. du ketvirčius) gamyba. Žvyro gamyba (786,1 tūkst. tonų) palyginus su 2005 m. sausio-birželio mėn. sumažėjo 9,3 %. Dolomitinės skaldos, kuri naudojama betono užpildui, kelio dangai ir kitiems statybos darbams, gamyba, palyginus su 2005 m. sausio-birželio mėn., padidėjo 9,8 % (1 030 tūkst. tonų), granitinės skaldos gamyba per tą patį laikotarpį (326,8 tūkst. tonų) padidėjo 1,8%. Per 2006 m. sausio-birželio mėn. 21,2 % sumažėjo ugniai atsparaus cemento, statybinių skiedinių, betono ir panašių mišinių (14,5 tūkst. tonų) gamyba.

Pastoviai jaučiamas augantis poreikis statybinių dirbtinio akmens gaminių. Surenkamų konstrukcinių elementų iš dirbtinio akmens gamyba (461,1 tūkst. tonų) padidėjo 27,1 %, lyginant su tuo pačiu 2005 m. laikotarpiu [74].

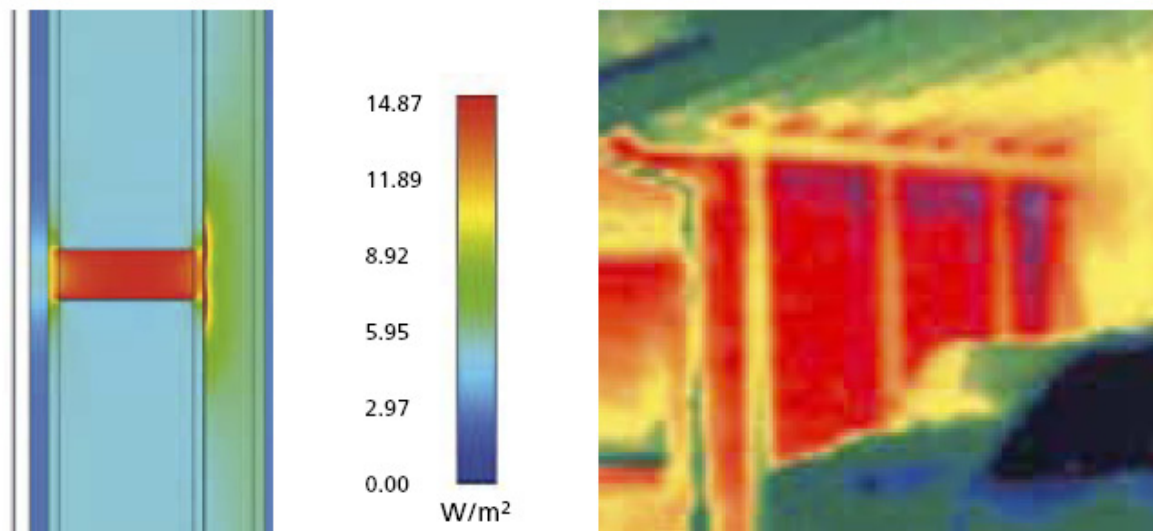
2.4.3. Ekologiškos izoliacinės medžiagos Lietuvos medinės statybos rinkoje

Medžio ir kanapių pluoštas

2006 m. Lietuvoje buvo pristatyta viena iš naujausių gyvenamojo namo izoliavimo technologijų, kuri atkeliavo iš Vokietijos gamintojo STEICO, pasižyminčio ir rinkai siūlančio tikrai ekologiškas statybines medžiagas. Atkeliavusi produkcija Lietuvos rinkai siūlo medienos pluošto ir kanapių pluošto gaminius, daromus naujausiomis gamybinėmis linijomis. Šios produkcijos ekologiškumą patikimai liudija nepriklausomų institucijų išduoti sertifikatai kaip natureplus® ir FSC sertifikatai.

Panaudojant medinės dvitėjines sijas ir izoliacines medžiagas iš medžio ar kanapių pluošto, sudaroma sistema, kuria grindžiama tvarioji statyba, užtikrinanti saugumą bei patogumą daugeliui kartų. Šios izoliacinės medžiagos daug kartų sumažina šilumos nuostolius bei eksploataavimo išlaidas.

Naudojant energetikai taupias izoliacines medžiagas, silpna vieta termotechnikos požiūriu būna atraminės (nešančiosios) konstrukcijos. Tradiciniai, iki šiol naudoti konstrukciniai elementai iš vientisos medienos išleidžia iš patalpos į lauką daugiausiai šilumos, taigi jie sudaro klasikinį šiluminį tiltelį. (žr. 2.8 pav.)



2.8 pav. Šilumos tilteliai atraminėse konstrukcijose [58]

Nustatyta, kad medinės dvitėjinės sijos (naudojamos pertvarų, perdangų ir stogo konstrukcijose), užpildytos medžio ar kanapės pluošto izoliacija, sudaro sistemą, kuria grindžiama tvarioji statyba, ir šilumos tiltelio reiškinį sumažina iki minimumo [58].

Daugiau apie medžio ir kanapių pluošto kaip izoliacinės medžiagos produkcijos ir jos panaudojimą medinio gyvenamojo namo konstrukcijose, yra pateikta prieduose. Šiuo metu Lietuvoje kol kas dar nėra populiarī ši produkcija, kadangi ji tik pradeda įsiskverbti į Lietuvos statybos pramonę, tačiau tikimasi, kad dėl jos ekologiškumo, kas pastaruoju metu tampa vienas iš svarbiausių veiksnių gyvenamųjų namų statyboje, įtakojančių būsto vertę, ši izoliacinė medžiaga kartu su pristatoma nauja ekologiško gyvenamojo namo statybos technologija, artimoje ateityje taps konkurencinga tradicinėms izoliacinėms medžiagoms tokioms kaip akmens vata (pagal Aplinkos ministerijos duomenis 2002 m. Lietuvoje didelį kiekį pavojingų atliekų sraute sudarė mineralinės vatos atliekos – 12,8 tūkst. tonų, o palyginimui medienos apsaugos priemonių atliekos - tikrai 240 tonų).

Avies vilna

Kita izoliacinė medžiaga, pasižyminti geromis termoizoliacinėmis savybėmis ir visišku ekologiškumu – avies vilna. Natūrali avies vilna – galima teigti geriausia sandarinimo medžiaga, naudojama tarp rąstų. Pagrindiniai privalumai:

- avies vilna pasižymi mažu vandens įgeriamumu ir apsaugo nuo drėgmės kaupimosi tarp rąstų. Todėl net ir lyjant lietui ir pučiant stipriam vėjui, drėgmė nepateks tarp rąstų, nes tarpe esanti vilna atstumia drėgmę;
- vilna laikui bėgant nebliūkšta, ir net kurį laiką po įklojimo plečiasi, užpildydama tarp rąstų esančią erdvę;

- avies vilna yra itin ekologiška ir paprasta naudoti medžiaga, turinti geras šiluminės varžos savybes.

Avies vilnos naudojimas rąstinių namų statyboje jau seniai paplitęs Skandinavijoje, ypač Norvegijoje. O Lietuvoje tik keletas medinių namų gamintojų naudoja šią izoliacinę medžiagą dėl dviejų priežasčių - dėl pasiūlos nebuvimo Lietuvoje, ir dėl palyginti su sintetiniais užpildais didelės kainos, kadangi tenka importuoti iš Skandinavijos šalių. Todėl šią medžiagą naudoja tik vartotojai, siekiantis statydami medinį namą tikrai geriausio rezultato, susijusio su būsto ekologiškumu [67] (žr.2.9 pav.).



2.9 pav. Avies vilnos izoliacinė medžiaga mediniuose namuose [67]

Linai

Lininė neaustinė medžiaga, gaminama iš natūralaus lino pluošto, yra puiki sandarinimo priemonė medinių, ypač rąstinių, namų gamyboje.(žr. 2.10 pav.)



2.10 pav. Izoliacija iš lininės naustinės medžiagos [67]

Ši medžiaga gaminama kamšymo būdu iš natūralaus lino pluošto: trumpo pluošto ir lininių pakulų. Turi gerą šiluminį atsparumą, atitinka saugos ir higienos reikalavimus. Neaustinėje medžiagoje nėra pastebimų sustorėjimų ir suplonėjimų, pašalinių priemaišų [67].

Tokią 100 % lino produkciją, naudojamą gyvenamųjų namų statyboje kaip izoliacinę medžiagą, gamina vienintelė įmonė AB „Linų audiniai“ - seniausių ir geriausiai žinomų tekstilės kompanijų Lietuvoje, kurioje įdiegta ir dokumentais įforminta kokybės vadybos sistema, atitinkanti tarptautinius ISO 9001 standarto reikalavimus, aplinkos apsaugos vadybos sistema, atitinkanti tarptautinius ISO 14001 standarto reikalavimus.

Deja, kaip ir avies vilna, ši produkcija nėra konkurencinga sintetiniams izoliaciniams užpildams Lietuvos rinkoje dėl pasiūlos ir marketingo priemonių stokos.

2.5. Gyvenamųjų namų ekologiškos statybos rinkos ateities prognozės Lietuvoje

Lietuvoje išjudinti ekologinę statybą ir naudoti vietines šiltes medžiagas bei energijos šaltinius gali priversti importuojamos energijos brangumas, bet tikra ne žmonių susirūpinimas sveika aplinka. Nors apie ekologišką statybą iš vietos žaliavų kalbama keliolika metų, tačiau Lietuvoje pavyko aptikti tik kelių gyvenviečių užuomazgas ir saujelę pavienių sodybų.

Anot Vilniaus Gedimino technikos universiteto Statybinių medžiagų katedros profesoriaus, statyba iš vietos žaliavų buvo prisiminta prasidėjus energetinei krizei. Apie 1993 m. vienoje Lietuvos plytinėje buvo pabandyta gaminti blokus iš molio bei smulkintų šiaudų. Blokams išdžiuvus, jie buvo atiduoti statybų bendrovei. Lietuvoje iškilo keletas tokių statinių, kurių blokai tarpusavyje sujungti molio skiediniu. Ši nauja technologija buvo užpatentuota, o susidomėjus technologija vokiečiams, pastarieji įsigijo patentą. Kol mūsų mokslininkai tokios statybos paslaptimis dalijasi su vakariečiais ir šiems pardavinėja savo išradimus, lietuviai renka tradicines, greičiausiai pasiekiamas statybines medžiagas, be to trūksta ekologinės statybos meistrų [8].

Šiuo metu Lietuvoje pastatyti trys gyvenamieji namai iš presuotų šiaudų bei medinio namo priestatas. 2007 m. rudenį pradėta jau statyti apie 20 tokių gyvenamųjų namų [13]. Vilniuje šiuo metu be pirmiau jau minėtų statomi dar du 200 kv.m ir 220 kv.m plotų moliniai dviaukščiai gyvenamieji namai [10].

2006 metų pavasarį paskelbtoje ES energetikos Žaliojoje knygoje sakoma, kad „Atsinaujanti energija jau dabar yra trečias elektros energijos gamybos šaltinis pasaulyje (po anglių ir dujų), ir yra nemažai galimybių plėsti gamybos apimtį, kartu didinant naudą aplinkai ir ekonomikai (žiūrėti 2.8 lentelę). Atsinaujanti energija kainų atžvilgiu jau pradeda konkuruoti su iškastiniu kuru“ [46].

2.6 lentelė. Esamas ir planuojamas AEI suvartojimas, ekonominis AEI vartojimo potencialas [59]

Atsinaujinantieji energijos ištekliai	Suvartojimas TWh			Potencialas, TWh/metus
	2002 m.	2010 m.	2020 m.	2020 m.
Mediena	7,67	9,50	9,80	9,80
Šiaudai	0,05	0,50	1,50	3,59
Komunalinės atliekos	0,00	0,00	0,46	0,80
Sąvartynų dujos	0,04	0,14	0,28	0,10
Biodujos				0,30
Geoterminė energija	0,11	0,11	0,11	0,80
Mažos hidroelektrinės	0,35	0,46	0,58	0,50
Didelės hidroelektrinės				1,00
Saulės energija	0,00	0,0004	0,0012	1,30
Vėjo energija	0,00	0,29	0,85	0,85
Biodegalai	0,00	0,72	0,72	2,25
Iš viso:	8,22	11,72	14,3	21,29

Kaip matyti iš pateiktos lentelės, daugiausia nuo nustatyto ekonominio potencialo yra nutolęs šiaudų, saulės energijos ir biodegalų panaudojimas, o pats realiausias ir artimiausias – medienos, mažų hidroelektrinių ir vėjo energijos panaudojimas.

3. EKOLOGIŠKOS STATYBOS GYVENAMOJO NAMO PROJEKTO KŪRIMAS

3.1. Lietuvos gyventojų apklausa ir tyrimo rezultatai

Vadovaujantis pagrindiniais šio darbo uždaviniais, buvo atliktas apklausos tyrimas, kurio tikslas buvo sužinoti Lietuvos gyventojų požiūrį į ekologišką gyvenamojo namo statybą, pagrindinius veiksnius įtakančius statybinių medžiagų ir inžinerinės įrangos pasirinkimą, kokią rinkos dalį jau užima ekologiško būsto statyba, ir pagal gautus rezultatus sumodeliuoti statybos rinkoje didžiausią potencialą turintį ekologišką gyvenamąjį namą, pastatytą su atitinkamomis statybinėmis medžiagomis ir sumontuota inžinerine įranga, labiausiai tenkinančią potencialių arba jau esamų vartotojų poreikius.

Apklausa, kurios tematika “Ekologiška statyba ir alternatyvi energija”, buvo sudaryta internetinėje svetainėje <http://www.apklausa.lt>, apklausos vykdymo laikas nuo 2008 m. sausio 13 d. iki 2008 m. balandžio 19 d. Apklausoje buvo pateikta 10 klausimų su atitinkamais variantais (žr. D priedą)

Ši apklausos anketa buvo platinama elektroniniu paštu statybos srities specialistams, t.y. gyvenamųjų namų statybos įmonių architektams, projektuotojams, inžinieriams, gyvenamųjų namų eksploatavimo įmonių administraciniam personalui, taipogi technikos universitetų dėstytojams ir profesoriams, bei statybos srityje nedirbantiems, bet potencialiems gyvenamojo namo pirkėjams, kurių kontaktai buvo surasti nekilnojamojo turto pirkimo skelbimuose. Buvo stengiamasi pateikti kuo glaustesnę apklausą, dėl šiuolaikinėje visuomenėje suprantamos gyventojų (daugiausia verslo ir mokslo atstovų) laisvo laiko stokos, tokiu būdu pritraukinat kuo daugiau norinčių atsakyti į pateiktus klausimus, bet tuo pačiu gaunant reikalingos informacijos, kad būtų pasiekti tyrimo tikslai.

Taigi reziumuojant, per 3 mėnesius apklausos anketą užpildė 100 respondentų (žr. D.1 priedą), kurių amžiaus vidurkis sudarė 34 metai (jauniausias 18 metų, o vyriausias 67 metų).

Remiantis gautais apklausos rezultatais (žr. D.2 priedą), galima daryti tokias išvadas:

1. Daugiausia respondentams yra žinomi terminai kaip „alternatyvi energija“ (43 % respondentų) ir „žalias namas“ (32 %). Tačiau gauti rezultatai rodo, kad šiuolaikinėje visuomenėje vis mažiau yra gyventojų, kuriems naujos statybos technologijos būtų visiškai negirdėtos ir nežinomos (tik 12 iš 100 respondentų);

2. Vertinant pagal pateiktus simptomus, kurie pasireiškia daugumai respondentų, galima daryti išvadą, kad dauguma gyvena namuose, kuriuose pasižymi būtent „sergančio namo sindromai“, tačiau pačio termino esmę žino tikrai trečdalis apklaustųjų;
3. Tikriausia jau dėl naujo visuomenėje formuojamo požiūrio į sveiką aplinką, dauguma gyventojų vis labiau perkant statybines medžiagas ir kitas apdailos medžiagas ir konstrukcijas, atkreipia dėmesį į jų ekologiškumą ir kainos santykį;
4. Dauguma respondentų mieliau gyventojų mediniuose namuose, nei mūriniuose;
5. Pirmumą daugiausia respondentų teiktų vėjo ir saulės energijai, kuri yra labiausiai teigiamai vertinama pagal savo perspektyvas Lietuvoje.

3.2. Potencialaus ekologiško gyvenamojo namo projekto modelis

Nesunku pastebėti, kad ekologiškos statybos gyvenamųjų namų koncepcija – visapusiškas energijos taupymas ir aplinkosauga. Sprendimų sugalvota ištis daug: nuo „žalio“ stogo (kai ant stogo augantys augalai žiemą sulaiko šilumą, o vasarą vėsina) iki saulės kolektorių ant stogo ar namo sienų. Šiuolaikinei Lietuvos visuomenei daugelis tokių technologijų ar sprendimų šiuo metu dar per brangūs, tačiau dauguma statybos įmonių Lietuvoje jau plečia savi veiklą, siūlydami rinkai naujausias ekologiškas statybines medžiagas ir inžinerinę įrangą.. Taigi visai tikėtina, kad šios naujosios technologijos artimiausiu metu taps populiarios, o ateities kartos gyvens ekonomiškose, ekologiškuose ir patogiuose namuose. Namuose, kurie nebus nuostolingi juose gyvenantiems žmonėms, ir kurie nekenks aplinkai.

Atsižvelgianti į tai, kad vis dažniau pastebima, kad Lietuvoje žmonės yra linkę rinktis ekonominio tipo gyvenamuosius namus, kurie tenkintų jų poreikius ekonominiu ir ekologišku požiūriu. O svarbiausia, kad gyvenamojo namo statyba neužtruktų ištisus metus, o būtų galimybė kuo greičiau įsikelti į savo būstą. Todėl remiantis gautais apklausos rezultatais bus pateiktas statybos rinkoje didžiausią potencialą turintis ekologiško gyvenamojo namo modelis, pastatytas su atitinkamomis statybinėmis medžiagomis ir sumontuota inžinerine įranga, labiausiai tenkinančią potencialių vartotojų poreikius. Potencialaus ekologiško individualaus gyvenamojo namo modelis bus projektuojamas iš:

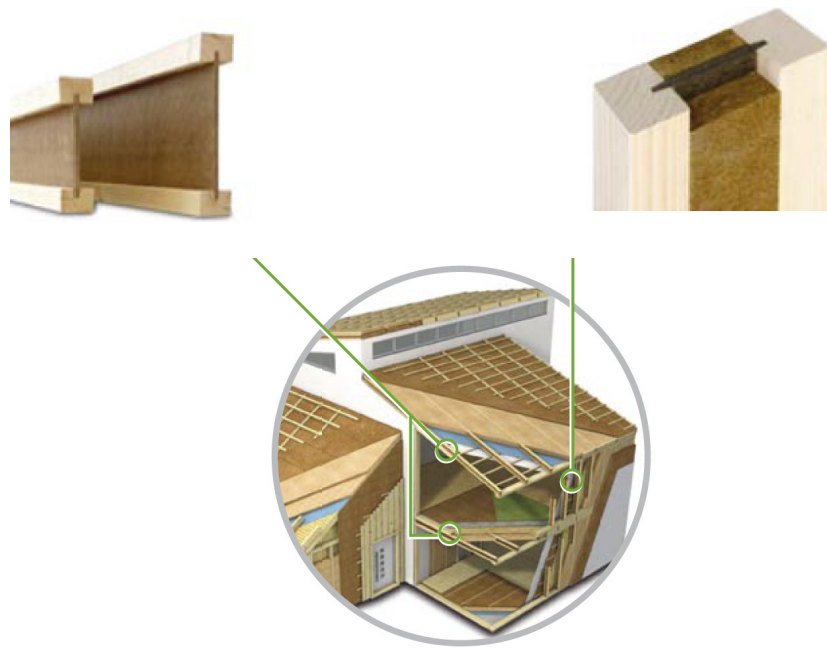
- Namų konstrukciniai elementai – medinės konstrukcijos su ekologiška izoliacine produkcija (Lietuvoje žinoma STEICO gamintojo pavadinimu);
- statybos technologija – tipinio skydinio namo, t.y. konstrukcijos gaminamos ceche ir surenkamos statybos aikštelėje ant gręžtinių polinių pamatų;
- Inžinerinė įranga – saulės ir vėjo energija, kombinuota su dyzeliniu generatoriumi;
- Žemės sklypo plotas 4 a, gyvenamojo namo bendras plotas 90 m².

3.2.1. Gyvenamojo namo statybos technologija ir konstrukcijos

Modeliuojamo gyvenamojo namo statybos technologija – dvitėjinių sijų sistema, naudojama tiek sienų, perdangų, tiek stogo konstrukcijose, kurios pagrindinė gamybinė medžiaga yra mediena. Juostos gaminamos iš techniškai džiovintos, mašininiu būdu išrūšiuotos ir pašalinus defektus mikrodygiais sujungtos spygliuočių medienos. Tai užtikrina nekintančią aukštą kokybę ir leidžia išlaikyti nustatytus atsparumo parametrus [58].

Sienų konstrukcijos. Tai karkasinės sienos statramstis, kuris būtų pagamintas su medienos pluošto izoliacija. Izoliacija įdedama tarp juostų, abiejose vidurinės jungiamosios dalies pusėse. Mediena ir medienos kilmės medžiagos drauge su sienų apkalos ir apdailos plokštėmis sudaro gaisrui atsparią pertvara, kuri atlieka veiksmingo apsauginio sluoksnio vaidmenį.

Perdangų ir stogo konstrukcijos. Tai dvitėjinių sijų sistema (žr. 3.1 pav.), kuri pasižymi pagrindine savybe - vidurinė jungiamoji dalis pagaminta iš 8 mm storio medienos plokštės, atspari kirpimo jėgos įtempimui ir riboja šiluminius tiltelius.



3.1 pav. Perdangų ir stogo konstrukcijų dvitėjinės sijos sistema [58]

Į šias dvitėjines sijas galima įpūsti medienos ar kanapių pluošto izoliacines medžiagas, kas lemia geras termoizoliacines savybes. Šių perdangų konstrukcijų nuosavas svoris yra nedidelis, todėl atnaujinant pastatus susidėvėjusias ir pažeistas perdangų sijas galima lengvai pakeisti. Naudojant dvitėjinių sijų sistemą stogo konstrukcijose galima paprastai sudaryti atsparias, sumažinto šiluminio laidumo stogų konstrukcijas. Nedidelis sijų nuosavas svoris montavimą leidžia atlikti greitai ir ekonomiškai.

Vidurinių jungiamųjų dalių gamybai būtų naudojamos kietos medienos plokštės, kurios išilgai sujungiamos įlaidais ir suklijuojamos. Mediena yra savaimė anizotropinė medžiaga, tai yra, išilgai ir skersai plaušų jos fizinės savybės skiriasi. Anizotropijos reiškinys būdingas ir iš kietos medienos pluošto plokštės pagamintos vidurinės jungiamosios dalies bei juostų medžiagos šiluminėms savybėms. Jos yra labai atsparios kirpimo jėgos įtempimui.

Nepaprasta geometrija, sijoms suteikia tokių privalumų:

- ribojami šiluminiai tilteliai;
- pastate lengviau montuoti technines sistemas;
- sijos lengvos, todėl jas lengva naudoti, ir jos įdėliai tinka atliekant perstatymus, kuriuose yra numatyti apribojimai dėl konstrukcijos storio;
- sijos pritaikytos prie plačiai taikomų vientisos medienos ir jungiamųjų elementų matmenų;
- medžiagos drėgnumas yra pastovus, todėl jos matmenys – labai stabilūs;
- su vidurinės jungiamosios dalies izoliacija sudaro stačiakampį pjūvį;
- didelė laikomoji geba, didelis tarpatramio plotas;
- apdorojamos bendro naudojimo medienos apdirbimo įrankiais;
- labai maži leistini matmenų nuokrypiai [58].

3.2.2. Inžinerinės įrangos pritaikymas ekologiško gyvenamojo namo modeliui

Jei norime sukurti autonominę elektros jėgainę individualiame gyvenamajame name, į vieną sistemą reikia sujungti saulės baterijas, vėjo jėgainę ir dyzelinį generatorių. Papildomai šildymo reikmėms įsirengus geoterminį šildymą, įmanoma sukurti visiškai autonominę būsto energetinę sistemą. Saulės baterijos per aštuonis saulėtus mėnesius pagamina 85 % energijos. Vėjo jėgainė daugiausia apkraunama likusiais tamsiaisiais mėnesiais. Įprasta ant namo stogo pakanka dviejų vėjo malūnėlių ir keleto saulės baterijos modulių. Žiemą yra didesnis elektros poreikis. Viską apskaičiavus pasirodo, kad per metus vėjo malūnėliai pagamina tris ketvirtadalius elektros energijos. Dyzelinio generatoriaus reikia galimiems elektros energijos naudojimo netolygumams išlyginti [55]. Geoterminis šildymas su horizontaliuoju kolektoriumi - tai vienas iš optimaliausių ir pigiausių būdų, rengiant ekologišką šildymo sistemą. Tačiau jam įrengti reikia neužstatyto sklypo ploto 3 – 8 a, tik tuomet tilptų sumontuoti šią geoterminio šildymo sistemą. Atsižvelgiant, kad projekte numatytas sklypas 4 a su 90 m² bendro naudojimo gyvenamojo namo plotu, galima teigti, kad likusi neužstatyta sklypo dalis bus ne mažesnė nei 3 a ir tenkins horizontalaus kolektoriaus įrengimą.

3.3. Ekologiško būsto modelio rinkos analizė

3.3.1. Potencialūs vartotojai

Šis ekologiško gyvenamojo namo projektas orientuotųsi į ekonominės klasės gyvenamųjų namų klientų grupę, kuriems rūpi ekologiško būsto statyba Lietuvoje. Potencialūs klientai būtų visi besidomintys nekilnojamuoju turtu Lietuvos piliečiai, dirbantys ir turintys pastovias metines pajamas, kurių vidutinis grynasis mėnesinis uždarbis sudarytų ne mažiau 3000 Lt.

Šiai vartotojų grupei svarbiausia, siūlant šį projektą, yra:

- patogį vietą;
- prieinama gyvenamojo namo kaina;
- atitinkantis poreikį gyvenamasis plotas ir išplanavimas;
- statybos trukmė;
- ekologiškumas;
- atitinkančios poreikį statybinės medžiagos ir inžinerinės sistemos;
- mažos eksploatacinės išlaidos.

Atsižvelgiant į tai, kad per 2007 m. individualūs gyvenamieji namai sudarė 97 % visos gyvenamųjų namų statybos [77], galima teigti, kad 97 % visų prašymų būsto paskolai gauti, sudaro būtent paskola individualiam gyvenamajam būstui įsigyti. Pagal statistinius Lietuvos centrinio banko duomenis 2008 m. sausio mėn. Lietuvos gyventojams suteiktų paskolų būstui įsigyti bendras dydis sudarė 75,4 mln. LT per mėnesį. Todėl pagal atliktus rinkos tyrimus, gyvenamųjų namų pardavimo kainos naujos statybos su daline apdaila 2008 m. sausio mėn. buvo 4000 – 6000 Lt už kv.m. Kadangi, vidutiniškai gyvenamasis namas 150 m² bendro ploto kainuoja 900 000 LT, tai paskaičiavus 2008 m. sausio mėnesį buvo suteikta 81 paskola individualiam gyvenamajam namui įsigyti. Atsižvelgiant, kad siūlomo gyvenamojo namo projektas būtų konkurencingesnis savo ekologiškumu ir mažesnėmis eksploatacinėmis išlaidomis nei tradicinis būstas, todėl tikėtina, kad tokio pobūdžio būstas užims didesniąją gyvenamųjų namų statybos rinkos dalį.

3.3.2. Galimi potencialūs konkurentai

Siūlomo gyvenamųjų namų projekto įgyvendinimui reikalingų statybos medžiagų ir gaminių asortimento analogų užuomazgos Lietuvoje pastebimos tarptautinę rinką užkariavusios Durisol produkcijos pasiūloje, kurios pagrindinė būstinė yra įsikūrusi Achau prie Vienos, siūlanti užsakovams galimybę pasiekti aukščiausios kokybės savybes ir leidžia džiaugtis ekologišku, sveiku būstu. Durisol produkcija būtų laikytina svarbiausiu ir stipriausiu konkurentu šiam projektui siūlomai STEICO produkcijai ir technologijai, kadangi savo unikalumu galėtų prilygti STEICO.

Durisol – tai ekologiška medžiaga, kurios pagrindą (90 %) sudaro spygliuočių mediena. Medienai surišti naudojama 2 % portlandcemento ir 8 % specialių mineralų, kurių sudėtis gauta ištyrus kregždžių lizdus ir yra Durisol konstrukcijos nuosavybė. Dėka šių sudedamųjų dalių Durisol konstrukcijos įgyja unikalias savybes:

- *Garso izoliavimą;*
- *Atsparumą ugniai;*
- *Atsparumą šalčiui;*
- *Atsparumą druskoms;*
- *Atsparumą smūgiams;*
- *Atsparumą termitams ir kitokiems graužikams.*

Tačiau prie STEICO produkciją ir gamybos technologiją, Durisol turi trūkumų, kuriuos STEICO gali paversti savo pranašumais (žr. 3.1 ir 3.2 lentelę) ir dėl to nelaikyti šios rinkai siūlomos produkcijos stipriu konkurentu.

Kiti potencialūs konkurentai – tai Lietuvoje jau daugiau kaip 10 m. patirties turintys skydinių – karkasinių namų gamintojai, kartu su naujausiomis technologijomis tobulinančios ir savo produkciją, kad išliktų stiprios šioje rinkoje. Šie gamintojai Lietuvos rinkai siūlo patikimą ir patikrintą produkciją, kas sąlygotų pagrindinį jų pranašumą prieš STEICO konstrukcijas ir statybines medžiagas, kurios tik pradėjo įsitvirtinti Lietuvos rinkoje (žr. 3.1 ir 3.2 lentelę).

3.1 lentelė. Konstrukcijų techninių charakteristikų palyginimas

	STEICO	Durisol	Lietuvos skydinių namų gamintojai
Laikančiosios sienos	Medinė konstrukcija: dvitėjinių sijų sistema su izoliacija	Durisol blokų siena su betono užpildu DM22/15 (plotis/aukštis)	Vienkamerinė arba dvikamerinė siena: medinis karkasas su lakštinėmis plokštėmis OSB ir izoliacija
Vidinės atitvaros	Medinė konstrukcija: dvitėjinių sijų sistema su izoliacija	Durisol blokų siena su betono užpildu DM15/9	Medinis karkasas ir lakštinės plokštės OSB su izoliacija
Perdangos	Medinė konstrukcija: dvitėjinių sijų sistema su izoliacija	Armuojamas betonas	Medinis karkasas ir lakštinės plokštės OSB su izoliacija
Stogas	Medinė konstrukcija: dvitėjinių sijų sistema su izoliacija	Pagal suderintą projektą	Klijuota medinė konstrukcija su izoliacija
Šilumos izoliacija	Kanapės arba medžio pluoštas, mechanškai dedama arba įpurškiama Šilumos laidumo koef. $U = 0,13$; $R = 7,7$	Durisol blokai DSs 37,5/12 Šilumos laidumo koef. $U = 0,23$; $R = 4,6$	Akmens vata $R = 4,8$
Garso izoliacija	Medienos ar kanapių pluošto izoliacija	Tinkuotos Durisol sienos > 50 dB	Paroc vata
Atsparumas ugniai	E- pagal PN EN 13501-1	Nedegi medžiaga, A2 klasė	
Statybos sąlygos	Dirbama uždaroje patalpose, pastato konstrukcijų neveikia atmosferos sąlygos, lengviau kontroliuoti darbo sąlygas bei didesnės galimybės panaudoti specialią įrangą, nereikia laikinų statybos patalpų ir sandėlių	Lauke, žiemos metu iki -5°C Betono kietėjimas 28 d. Tinko džiuvimo laikas 14 d. Oro sąlygos tinkavimo metu didesnė kaip $+5^{\circ}\text{C}$ Būtina paruošti statybos aikštelėje laikinas patalpas ir sandėlius Apsauga nuo nepalankaus atmosferos poveikio	Dirbama uždaroje patalpose, pastato konstrukcijų neveikia atmosferos sąlygos, lengviau kontroliuoti darbo sąlygas bei didesnės galimybės panaudoti specialią įrangą, nereikia laikinų statybos patalpų ir aikštelių
Naudojamos galimos kenksmingos medžiagos	Nėra	Betonas su priedais – portlandcementas, nors ir neklasifikuojamas kaip aplinkai pavojingas produktas, tačiau gali sukelti akių dirginimą.	Naudojamos OSB plokštės, nors ir normos ribose, tačiau į aplinką išskiria lakiųjų organinių junginių (formaldehidų), turinčių poveikį sveikatai.
Išorinės sienos kaina be PVM, LT/m ²	1600 – 2700*	2100	1300

* įskaičiuota išorinių, vidinių sienų, perdangos ir stogo konstrukcijos kaina.

3.2 lentelė. SWOT statybinės produkcijos analizė

	Stiprybės	Silpnybės	Galimybės	Grėsmės
<i>STEICO technologija</i>	– Visos pastato konstrukcijos iš vieno tiekėjo (perdangos, pertvaros, stogo) – Mažesni eksploataciniai kaštai – 100 % statybinių medžiagų ekologiškumas – Montuojant statinio konstrukcijų neveikia atmosferos sąlygos – Lengviau kontroliuoti darbo sąlygas – Didesnės galimybės panaudoti specialią įrangą	– Statybinės medžiagos importuojamos, kas sąlygoja didesnes transportavimo išlaidas (gamintojai Lenkijoje)	– Įsitvirtinimas Lietuvos rinkoje – Pritraukti platų vartotojų ratą savo unikalia ekologiška produkcija	– Konstrukcijų pažeidimai transportuojant
<i>DURISOL technologija</i>	– “Kvepuojančios sienos” – Statybinių medžiagų apsauga nuo šalčio ir graužikų – Mažesni eksploataciniai kaštai	– Pertvaros iš vieno tiekėjo, o perdangos ir stogo konstrukcijos iš kitų – Tik 90 % naud. ekologiškos statybinės medžiagos – Statybos darbai vyksta lauke	– Sukurti ir pristatyti rinkai perdangos ir stogų konstrukcijų elementus	– Statybinių medžiagų grėsmė sveikatai – Atmosferos poveikis statybinėms medžiagoms
<i>Lietuvos skydinių namų gamintojai</i>	– Vartotojams jau žinoma rinka – Visos pastato konstrukcijos iš vieno tiekėjo (perdangos, pertvaros, stogo) – Montuojant statinio konstrukcijų neveikia atmosferos sąlygos – Lengviau kontroliuoti darbo sąlygas	– Konstrukcijos nėra visiškai ekologiškos – Lietuvos gaminių standartizacija prieš įvairius, unikalius, geresnėmis savybėmis pasižyminčius užsienio gaminius	– Išplėsti savo produkciją užsienio rinkai – Atsižvelgiant į užsienio statybos patirtį, tobulinti savo produkciją	– Statybinių medžiagų grėsmė sveikatai – Standartizuotą Lietuvos skydinių namų gamybą gali nukonkuruoti ES produkcija ir naujos technologijos

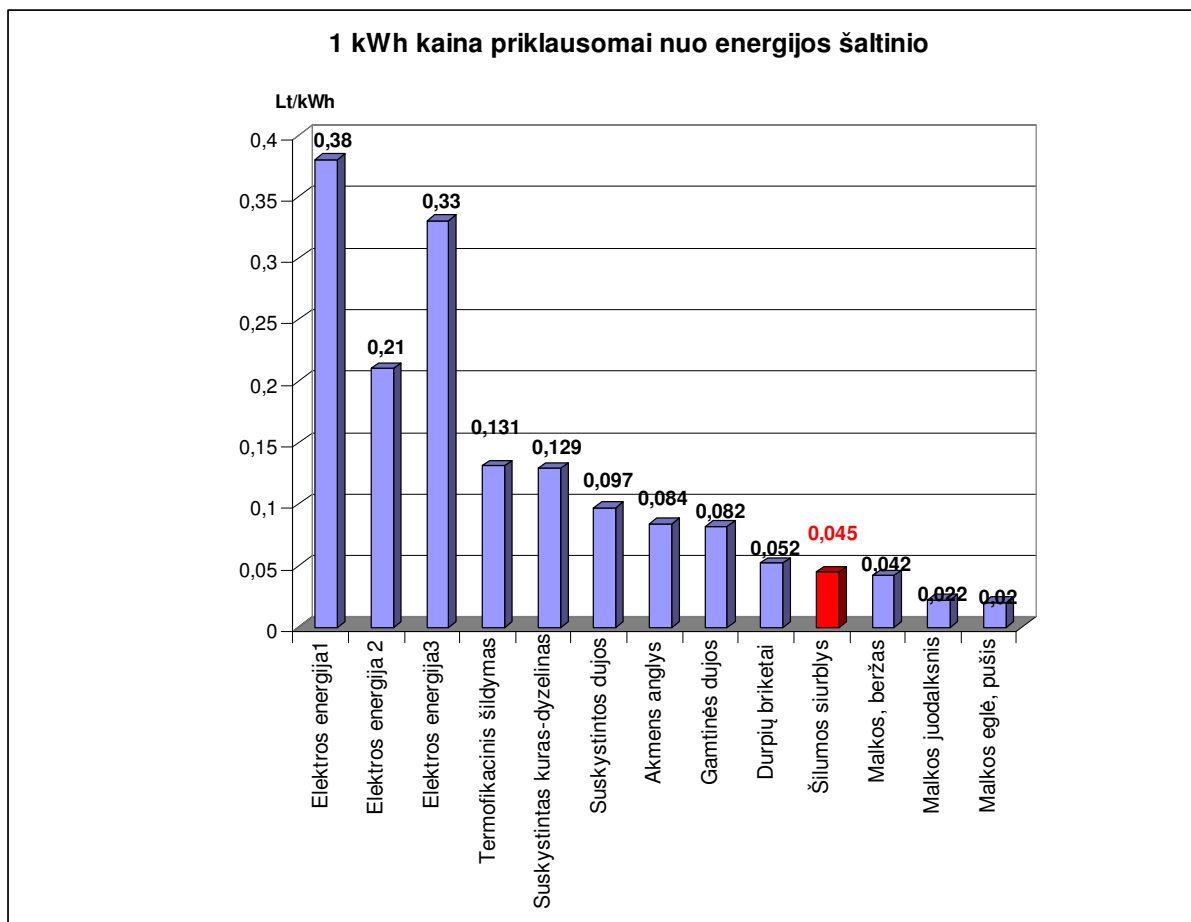
3.3.3. Projektinio gyvenamojo namo lyginamoji analizė su tradiciniu skydiniu namu

Kadangi skydinių namų gamintojai yra labiausiai potencialūs projektinio ekologiško gyvenamojo namo konkurentai, todėl racionaliausiai ir lyginti jų statybos kaštus. Tiek statybos paruošiamieji darbai, pamato įrengimo, konstrukcinių elementų montavimai darbai, fasado ir vidaus apdailos darbai yra analogiški, o skiriasi tik konstrukcinių elementų naudojamos statybinės medžiagos ir šildymo/vėdinimo bei elektros tiekimo sistemos šaltiniai, todėl žemiau pateiktoje lentelėje (žr. 3.3 lentelę) bus lyginami tik šie skirtumai, priimant prielaidą, kad analogiškų statybos pocių, medžiagų ir mechanizmų statybos išlaidos yra vienodos, todėl jų įtaka statybos kaštams nėra vertinama.

3.3 lentelė. Ekologiško projektinio ir tradicinio skydinio gyvenamojo namo statybos kaštų analizė

	Ekologiškas projektinis gyvenamasis namas		Tradicinis skydinis gyvenamasis namas
Bendro naudojimo plotas	90 m²	Bendro naudojimo plotas	90 m²
Pamatai: gręžtiniai poliniai		Pamatai: gręžtiniai poliniai	
Konstrukcinės dalys: perdangos, pertvaros, stogas	~ 144 000 [80] 58	Konstrukcinės dalys: perdangos, pertvaros, stogas	~ 136 950 [87, 88]
Inžinerinės įrangos montavimas		Inžinerinės įrangos montavimas	
Geoterminio šildymo sistema su patalpų vėdinimo funkcija	~ 41 000 [88]	Dujinė šildymo sistema	~ 24 570 [89]70
Fotoelektrinė sistema	~ 20 700 [92] 64	Natūrali vėdinimo sistema su automatišku valdymu	~ 13 500 [87]
Hibridinė vėjo/dyzelino sistema	93 600 [78] 57	Elektra (prie miesto tinklų)	~ 24 000 [91] 86
Vandentiekis ir nuotekų įvadas ir vamzdynai		Vandentiekis ir nuotekų įvadas ir vamzdynai	
Fasado apdaila		Fasado apdaila	
Iš viso su PVM	299 300	Iš viso su PVM	199 020
1 m² kaina	3300	1 m² kaina	2200
Žemės sklypas		Žemės sklypas	

Iš ekologiško projektinio ir tradicinio skydinio gyvenamųjų namų statybos kaštų lyginamosios 3.3 lentelės matome, kad ekologiško būsto statybos išlaidos yra didesnės 1100 Lt nuo kiekvieno bendro naudojimo ploto, t.y. šiuo atveju lyginant 90 m² bendro naudojimo gyvenamojo namo statybos kaštus, skirtumas yra 100 000 Lt.



3.2 pav. 1 kwh kaina priklausomai nuo energijos šaltinio 2007 m. [64]:

- Elektros energija1- diennis tarifas;
- Elektros energija2 - naktinis tarifas;
- Elektros energija3 – vienkartinis tarifas.

Tačiau, kaip jau buvo minėta 2 skyriuje, šių investicijų lėšos grįžta daugiausia per 7 metus, ir tada vartotojas jau turi praktiškai nemokamą energijos šaltinį namo šildymo (žr. 3.2 pav.), ir vėdinimo sistemoms bei elektros tiekimui, papildomai įvertinant gyvenamojo namo ekologiškumą ir ekonomiškumą.

Išvados

Išnagrinėjus mokslinius tyrimus apie sveikatai kenksmingų veiksnių įtaką gyvenamajame name, galima išskirti šiuos pagrindinius „sergančio namo sindromus“ sukeliančius šaltinius:

- plytinio, betoninio ir silikatinių blokų gyvenamasis namas – kenksmingų sveikatai radioaktyviųjų dujų šaltinis;
- šiuolaikinės modernios mechaninės inžinerinės sistemos, t.y. vėdinimo ir oro kondicionavimo, šildymo, dėl būdingos šilumos, įtakoja drėgną aplinką ir mikrobu skatinimą, kurie išskiria lakiuosius organinius junginius;
- Statybinės ir apdailos medžiagos, kurių sudedamosiose dalyse yra sintetinių medžiagų (kaip antai, linoleumas, klijuota fanera, putų polisterolis, grindų dangos klijai, čerpės ir kt.), išskiria į aplinką taipogi gausybe lakiųjų organinių junginių, žinomų formaldehidų ir sintetinių polimerų pavadinimu.

Atsižvelgiant į galimą ir esamą atsinaujinančių gamtos išteklių pritaikymą gyvenamųjų namų statyboje bei pasitelkus Europos patirtį, Lietuvos gyvenamųjų namų statybos pramonei yra palankios sąlygos vystytis ekologiškiems būstams iš tokių statybinių medžiagų kaip mediena, molis, šiaudai ir natūralių izoliacinių medžiagų kaip vilna, linas ir medžio bei kanapių pluošto, pritaikius šiems būstams geoterminį šildymą, saulės ir vėjo sistemos generuojamą elektros energiją, kas sąlygoja tikrąją „ekologiškos statybos būsto“ apibrėžimo supratimą. Nors tokios statybos kaštai palyginti didesni už šiuo metu tradicinę statybos technologiją, tačiau lėšos grįžta eksploatavimo išlaidomis maždaug per 7 metus.

Atlikus apklausą ir statistiškai apdorojus gautus rezultatus, paaiškėjo, kad dauguma respondentų mieliau gyventojų mediniuose namuose, nei mūriniuose, taipogi teiktų privalumą tokiai energijai kaip vėjo ir saulės, kurios perpsektyvas Lietuvoje vertina teigiamai. Todėl gauti rezultatai tik patvirtino, kad Lietuvos gyventojai jau yra susipažinę su atsinaujinančios energijos šaltinių privalumais, šios energijos išgavimo poveikiu aplinkai ir įrengimo reikalavimais.

Rekomenduojama įmonėms ir ateityje skirti lėšas visuomenės informavimo priemonėms, įkurti „gyvenamųjų namų ekologiškos statybos“ klasterį, t.y statybos įmonių grupę, kurių veikla būtų grindžiama tiktai ekologiška statyba, ir šios įmonių grupės vardu teikti paraiškas LR vyriausybei dėl palankesnių teisinių ir finansinių sąlygų, akcentuojant, kad tokiu būdu prisidėtų ir padėtų LR vyriausybei įgyvendinti jos įsipareigojimus Europos Komisijai iki 2010 m. pagaminti 7 % elektros energijos iš atsinaujinančiųjų energijos išteklių.

Lietuvos statybos ir technologijos mokslo srityje kol kas trūksta mokslinių tyrimų, susijusių su naujų ekologiškų statybinių medžiagų panaudojimu gyvenamųjų namų statyboje, nepakankama žinių bazė apie šių medžiagų mechanines savybes, jų privalumus bei trūkumus, taipogi nėra atliekamos rinkos analizės, kas galėtų sąlygoti spartesnę ekologiškų statybinių medžiagų įsitvirtinimą Lietuvos statybos pramonėje. Kadangi veiksmingą rezultatą galima pasiekti, kuomet verslo ir mokslo atstovai tarpusavyje bendradarbiauja ir paremia vienas kitą turimais ištekliais. Galima daryti prielaidą, kad tokia situacija yra susidariusi, kadangi pastaruoju metu visas mokslininkų dėmesys yra nukreiptas į alternatyviąją energiją ir jos panaudojimo technologijas statybos pramonėje, bei į energiją taupančio gyvenamojo namo statybą. Todėl antroji rekomendacija – didesnis mokslininkų prisidėjimas prie ekologiškų statybinių medžiagų vystymosi Lietuvos statybos pramonėje, kurių atlikti tyrimai pasiekti rezultatai ir jų praktinis įgyvendinimas šioje srityje ir būtų tolimesni šio darbo vystymo etapai.

Naudota literatūra

1. A Rogoža, K. Čiuprinskas, G. Šiupšinskas. The optimisation of energy system using 3E factor: the case studies. Journal of Civil Engineering and Management. 2006 Nr.1. ISSN 1822-3605. 63-68 p.
2. A. Baltrušaitis. Nauji statybinės medienos produktai, gamybos technologijos. Seminaro dalomoji medžiaga. Rąstinių namų gamintojams 2006 gruodžio 14 d.
3. A. Baltrušaitis. Pjautinės medienos ir aukštos pridėtinės vertės produktų gamyba. Seminaro dalomoji medžiaga. Rąstinių namų gamintojams 2006 gruodžio 14 d.
4. A. L. Drewitt, R. H.W. Lanston. Assessing the impacts of wind farms on birds. UK Ibis (2006), 148, 29-42 p.
5. A. L. Sunesson, I. Rosen, B. Stenberg, M. Sjostrom. Multivariate evaluation of VOCs in buildings where people with non-specific building-related symptoms perceive health problems and in buildings where they do not. Indoor Air 2006, doi:10.1111/j.1600-0668.2006.00450. 383-391 p.
6. A. Stasiulaitis. Rusija nori parduoti lentas, o ne neapdorotą medieną. 2007 02 21. Užsienio žinios. Verslo žinios, Nr. 35, 6p.
7. B. Berglund, A. G. Gunnarsson. Relationships between Occupant Personality and the Sick Building Syndrome Explored. Indoor Air 2000; ISSN 0905-6947. 152-169 p.
8. D. Norkienė. Statyti ekologiškai privers kraštutinumai. Statyk. ISSN 1648 - 4150. 2007 Nr. 12 (50). 20- 22 p.
9. D. Norkienė. Sveikos grindys - ilgam gyvenimui. Statyk. ISSN 1648 - 4150. 2007 Nr. 12 (50). 28- 30 p.
10. D. Norkienė. Vieni molinius namus garbina, kiti iš jų šaiposi. Statyk. ISSN 1648 - 4150. 2007 Nr. 12 (50). 24- 27 p.
11. D. Riordant, K. J. Carden. Explanation in ecological expert systems. School of Computer Science, Technical University of Nova Scotia. Department of Computer Science, Rhodes University. Journal of Civil Engineering and Management. 2006 Nr.2. ISSN 1822-3605
12. E. Jaraminienė. Pastato energinio naudingumo sertifikatas. Statyk. 2007 Nr. 9 (47). ISSN 1648 - 4150. 72 – 73 p.
13. E. Milutienė. Akmens kojos, šiaudų liemu. Statyk. ISSN 1648 - 4150. 2007 Nr. 9 (47). 80- 81 p.

14. E.Millqvist, U.Bengtsson, O.Lowhagen. Provocations with perfume in the eyes induce airway symptoms IKT patients with sensory hyperreactivity. University of Gothenburg, Sweden. Munksgaard, 1999. ISSN 0105-4538. 495- 499 p.
15. E.Millqvist, U.Bengtsson, O.Lowhagen. Provocations with perfume in the eyes induce airway symptoms IKT patients with sensory hyperreactivity. . Allergy 1999. ISSN 0105- 4538. 495 – 499 p.
16. Eksportuotojų klubas apie Norvegiją. Konferencija. Dalomoji medžiaga. Lietuvos ekonominės plėtros agentūra. 2006 12 21
17. F. Zinevičius. Nacionalinės energijos vartojimo efektyvumo didinimo programos gyvendinimas - geoterminės energijos panaudojimo plėtrai Lietuvoje skirtas leidinys. ENERGETIKA. Lietuvos mokslų akademija, 2005. Nr. 4. 63-64 p.
18. G. Fuller. Norwegian Log Building Standarts. Seminara dalomoji medžiaga. Rąstinių namų gamintojams 2006 gruodžio 14 d.
19. G. Fuller. Norwegian Market for Log Buildings. Seminara dalomoji medžiaga. Rąstinių namų gamintojams gruodžio 14 d.
20. J. Sundell. On the history of indoor air quality and health. Indoor Air 2004; 14 (Suppl 7). 51-58 p.
21. J. Ščemeliovas. Inžinerinės medžiagos ir jų gamybos bei apdorojimo technologijos. Mokomoji knyga. Vilnius: Technika, 2005. 120 p.
22. J.T. Brinke, S.Selvin, A.T.Hodgson, W.J.Fiski, M.J.Mendell, C.P.Koshland, J.M. Daisey. Development of New Volatile Organic Compound (VOC) Exposure Metrics and their Relationship to "Sick Building Syndrome" Symptoms. Indoor Air ISSN 0905-6947. 1998. 140-152 p.
23. K. Engvall, C. Norrby, D. Norback. Ocular, nasal, dermal and respiratory symptoms in relation to heating, ventilation, energy conservation, and reconstruction of older multi-family houses. INDOOR AIR ISSN 0905-6947. 2003. 206-211 p.
24. K. Engvall, Ch. Norrby, J. Bandel ir kt. Development of a Multiple Regression Model to Identify Multi-Family Residential Buildings with a High Prevalence of Sick Building Syndrome (SBS). Indoor Air 2000; ISSN 0905-6947. 101-110 p.
25. K. Kepežinskas, V. Rastenienė, P.Suveizdis. Vakarų Lietuvos geoterminė anomalija. P. Suveizdis (ats. red.)/Geologijos institutas, Vilnius, 1996 m. 68 p.

26. K. Marcinauskas, E. Bubelis. Šilumos siurbliai individualiose sodybose Lietuvoje: prielaidos ir prognozės. Lietuvos energetikos institutas, Efektyviausia energijos naudojimo tyrimų ir informacijos centras. ISSN 0235-7208. Energetika. 2002. Nr.3. 56-66 p.
27. K. Tsunoda, K. Ninomiya, F. Hozaki, K. Kaga. Anaphylaxis in a child playing in tall grass. Allergy 2003 January 22, Blackwell Munksgaard. ISSN 0105-4538
28. Ką reikėtų žinoti apie šilumos siurblius. UAB "Ekokodas- Būstuva" informacija. Statyk. ISSN 1648 - 4150. 2007 Nr. 9 (47). 29 p.
29. L. Kairys, V. Stankevičius, J. Karbauskaitė. Heat flux through the timber walls under summer climate conditions in East Europe. Journal of Civil Engineering and Management. 2006 Nr.1. ISSN 1822-3605. 77-82 p.
30. Lithuania Export-Import Directory 2007. Lithuanian exporters, importers, producers and service provides. UAB Verslo media. 2006 m. lapkričio 15d. (CD)
31. M. B. Mendelson; Victor M. Catano; Kevin Kelloway. The role of stress and social support in Sick Building Syndrome. Work & Stress. 2000 04 01. Mokslinis straipsnis iš Blackwell Synergy duomenų bazės.
32. M. J. Welfens. New options for environmental policy in central and eastern Europe. Wuppertal Institute for Climate, Environment and Energy, Wuppertal, Germany. International Journal of Social Economics, Vol. 26 No. 7/8/9, 1999. 945-954 p.
33. M. Marčiukaitis. Vėjo elektrinių galios prognozavimo galimybės Lietuvoje. Energetika. Lietuvos mokslų akademija, 2007. T. 53. Nr. 3. 72-76p.
34. M.J.Doughty, K.A. Blades, N. Ibrahim. Assessment of the number of eye symptoms and the impact of some confounding variables for office staff in non-air-conditioned buildings. Department of Vision Sciences, Glasgow Caledonian University, Glasgow G4 OBA, UK. 2002 The College of Optometrists. 143- 155 p.
35. M.Malesza, Cz. Miedziński. The wood-framed with sheathing buildings- alternative for housing constructions. Journal of Civil Engineering and Management. 2006 Nr.2. ISSN 1822-3605. 143-151 p.
36. M.Niva, P. Timonen. The role of consumers in product-oriented environmental policy: can the consumer be the driving force for environmental improvements? National Consumer Research Centre (NCRC), Helsinki, Finland. International Journal of Consumer Studies, 25, 4, December 2001. 331-338 p.
37. Muitai rąstams smogs importui. 2007 04 13. Užsienio žinios, (BNS). Verslo žinios, Nr. 69. 8 p.

38. O. A. Seppanen, W. J. Fisk. Summary of human responses to ventilation. *Indoor Air* 2004. 102-118 p.
39. P. C. Kemp, P. Dingle, H. G. Neumeister. Particulate Matter Intervention Study: A Causal Factor of Building-Related Symptoms in an Older Building. *Indoor Air* ISSN 0905-6947. 1998. 153-171 p.
40. P. Suveizdis, V. Rastienienė. The Geothermal Resources in Lithuania. *Lietuvos geoterminiai resursai/Lietuvos geologų sąjunga*, Vilnius, 1993 m. 26 p.
41. P. Suveizdis. Žemės gelmių šiluma Lietuvoje: ekologiška, atsinaujinanti energijos rūšis. *Geologijos ir geografijos institutas. SSN 0132-3156 Geografijos metraštis* 38(1) t., 2005. 213-222 p.
42. P. Suveizdis, V. Rastienienė, J. D. Diadkin ir kt. Geoterminės energijos įsisavinimo kompleksinis geologinis, techninis ir ekonominis įvertinimas Klaipėdos mieste, I-III t.: Ataskaita/Geologijos institutas, Vilnius, 1995 m. 195 p.
43. P. Suveizdis, V. Rastienienė, J. D. Diadkin ir kt. Kompleksiniai geologiniai, techniniai ir ekonominiai tyrimai, įvertinant žematemperatūrinės geoterminės energijos panaudojimo galimybes Lietuvoje: Ataskaita/Geologijos institutas, Vilnius, 1992 m. 101 p.
44. R. Burbienė. Statybinėse medžiagose teršalų yra: kiek jų patenka į aplinką? Valstybinio aplinkos sveikatos centro bendrosios higienos gydytoja. *Statyk.* ISSN 1648 - 4150. 2007 Nr. 12 (50). 60- 63 p.
45. R. Tsacoyianis. Indoor Air Pollutants and Sick Building Syndrome: A Case Study and Implications for the Community Health Nurse. *Public Health Nursing* Vol. 14 No. 1, 0737-1209/97. 58-75 p.
46. S. Paulauskas, A. Paulauskas. Vėjo energijos panaudojimo situacija ir perspektyvos. Jos pritaikymo galimybės žemės ūkiui, buičiai ar socialinėms reikmėms. *Mokymo medžiaga. Klaipėda* 2007 03 04. 42 p.
47. Švedijoje brangsta mediena. 2007 03 19. Užsienio žinios. Verslo žinios, Nr. 52, 6 p.
48. V. Čeikauskas. Geoterminis šildymas: brangus investuoti, pigus naudoti. *Statyk.* ISSN 1648 - 4150. 2007 Nr. 9 (47). 24- 27 p.
49. V. Katinas, A. Markevičius. Vėjo energijos ištekliai ir stebėjimo postų kūrimas Lietuvoje. *Lietuvos energetikos institutas. Atsinaujinančių energijos šaltinių laboratorija.* ISSN 0235 - 7208. *Energetika.* Nr.2. 2001. 45- 50 p.

50. V. M. Catano, K. Kelloway. The role of stress and social support in Sick Building Syndrome. Saint Mary's University, Halifax, Nova Scotia, Canada. Work & stress, ISSN 0267-8373. 2000, vol. 14, no. 2. 137-155 p.
51. W. Amelung, M. Dixon. A Cure for Sick Buildings? The Futurist. 1998 June-July, p.12-13
52. W. J. Lund. Geothermal Energy Resources in the World: Present Status and Prospects for Development. International geothermal days POLAND 2004 - Proceedings. B. Kepinska, K. Popovski (Ed.). 19 – 33 p.
53. W. J. Fisk, A. H. Rosenfeld. Estimates of Improved Productivity and Health from Better Indoor Environments. INDOOR AIR ISSN 0905-6947. 1997. 158-172 p.
54. W. J. Kim, N. Terada, T. Nomura, R. Takahashi, S. D. Lee ir kt. Effect of formaldehyde on the expression of adhesion molecules in nasal microvascular endothelial cell: the role of formaldehyde in the pathogenesis of sick building syndrome. Clinical and Experimental Allergy, 2002 Blackwell Science Ltd. 287-295 p.
55. Z. Voitiulevičiūtė. Saulės energija: neįprasta ar (ir) per brangi? Statyk. ISSN 1648 - 4150. 2007 Nr. 9 (47). 30 – 35 p.
56. A. Rupšys. Atsinaujinantys energijos šaltiniai. Pažintiniai, įdomybės. Elektronika.lt 2005 02 24. [žiūrėta 2008 04 17]. Prieiga per internetą: <www.elektronika.lt/articles/knowledge/615/>
57. Alternatyvūs energijos šaltiniai. Rimanto Navardausko personalinė įmonė. [žiūrėta 2008 04 17]. Prieiga per internetą: <<http://vejoenergija.w3.lt/lt/index.htm>>
58. Aplinkai draugiškos statybinės medžiagos iš atsinaujinančių žaliavų. STEICO statyti ir gyventi su gamta. [žiūrėta 2007 05 12]. Prieiga per internetą: <<http://www.altesta.lt/view.php?id=129>>
59. Atsinaujinančiųjų ir vietinių energijos išteklių naudojimo didinimas Lietuvoje. Baigiamoji ataskaita. Danish Energy Authority Environmental Related Energy Sector Programme - Lithuania. 2003 m. gruodis. [žiūrėta 2008 02 07]. Prieiga per internetą: <www.ekostrategija.lt/images/adm_source/Baigiamoji%20AVEI%20naudojimo%20didinimo%20ataskaita.doc>
60. Būstas kurio nėra. LRT laida. Vienkartinė planeta. 2005 11 13. [žiūrėta 2007 04 20]. Prieiga per internetą: <http://www.lrt.lt/subsite/subnews.php?strid=199017&id=1109652>>
61. Central Heating with Wood Boilers. The Log Pile Website. [žiūrėta 2007 05 02]. Prieiga per internetą: <www.britishbiogen.co.uk/bioenergy/heating/woodasafuel.htm>
62. Ekologiškos medžiagos: brangios ir madingos. Straipsniai. Internetinė svetainė. Asa.lt. [žiūrėta 2007 04 20]. Prieiga per internetą: <<http://www.asa.lt/ekologija/s01.php?iq=297>>

63. Geoterminės šildymo/vėdinimo sistemos. NIBE. Katalogas. KBR LT 639203 Geoterminės klimato sistemos 0713-2. 2007 03 27. [žiūrėta 2008 02 12]. Prieiga per internetą: <http://www.sanresta.lt/galary/_sanresta/produktai/silumos_siurbliai_bo/geoterminessildymosistemos.pdf>
64. Geoterminės, ekologiškai švarios, gyvenamųjų namų šildymo sistemos. [žiūrėta 2008 03 04]. Prieiga per internetą: <<http://www.melkerlita.lt/sildymas.htm>>
65. Green energy. A Project of Climate Institute. [žiūrėta 2007 05 02]. Prieiga per internetą: <<http://www.climate.org/topics/green/index.shtml>>
66. Ground Source Heat Pump Association. [žiūrėta 2007 05 02]. Prieiga per internetą: <www.gshp.org.uk>
67. Izoliacinės ir sandarinimo medžiagos. Namų gamyba. Medinės statybos grupė. Klasteris.lt. [žiūrėta 2008 03 08]. Prieiga per internetą: <<http://www.klasteris.lt/is.php?modulioid=347>>
68. J. Burneikis, P. Punys. Lietuvos hidroenergetikos plėtros kryptys. MG 2000/4. [žiūrėta 2008 04 12]. Prieiga per internetą: <<http://ausis.gf.vu.lt/mg/nr/2000/04/4hidroe.html>>
69. J. Spritzendorfer. Q3 - Welt der Lebensqualität. Konferencija. Ateities statyba 2004 lapkritis. [žiūrėta 2006 11 16]. Prieiga per internetą: <www.oebag.de/downloads/files/down_16.pdf>
70. Kaip įsivesti dujas? AB "Lietuvojs dujos". [žiūrėta 2008 03 04]. Prieiga per internetą: <http://www.dujos.lt/lt.php/klientams/paslaugos/kaip_isivesti_dujas/30>
71. Kas yra energetinė biomasė? Baltic Biomass Network. Baltic Sea Region. Inetteg III B. 2006 12 06. [žiūrėta 2008 04 12]. Prieiga per internetą: <www.balticbiomass.com/daten/downloads/Biomase1.pdf>
72. Kilišauskas. Namai iš nedegto molio. Namas. 2003 08 08 . [žiūrėta 2006 11 16]. Prieiga per internetą: <<http://www.namas.lt/Archyvas/Statyb/statyb.html>>
73. Lietuvos Respublikos ūkio ekonominės ir socialinės būklės 2006 metų sausio-birželio mėnesių apžvalga. Lietuvos Respublikos ūkio ministerija. [žiūrėta 2007 04 26]. Prieiga per internetą: <http://www.ukmin.lt/lt/ukio_apzvalga/>
74. Lietuvos užsienio prekybos pokyčių ir plėtros analizė. Mokslinio tyrimo darbo ataskaita. Vykdytojas UAB ETKC. Užsakovas Lietuvos Respublikos ūkio ministerija. Kaunas 2005. [žiūrėta 2007 04 26]. Prieiga per internetą: <www.ukmin.lt/files/Uzsienio_prekyba/MokslDarb/uzsprekpoktityr05.doc>
75. Medienos kainos. Lietuvos miško savininkų asociacija. [žiūrėta 2007 02 26]. Prieiga per internetą: <<http://www.forest.lt>>

76. Medienos pramonė. Valstybinė miškotvarkos tarnyba. [žiūrėta 2007 04 20]. Prieiga per internetą: <http://www.lvmi.lt/vmt/leidiniai.php?form_currentid=168>
77. Metiniai pastatų statybos duomenys. Statyba. Verslo statistika. Lietuvos statistikos departamentas. [žiūrėta 2008 02 24]. Prieiga per internetą:
<<http://db1.stat.gov.lt/statbank/selectvarval/saveelections.asp?MainTable=M4060402&PLanguage=0&TableStyle=&Buttons=&PXSID=3557&IQY=&TC=&ST=ST&rvar0=&rvar1=&rvar2=&rvar3=&rvar4=&rvar5=&rvar6=&rvar7=&rvar8=&rvar9=&rvar10=&rvar11=&rvar12=&rvar13=&rvar14=>>>.
78. Prekyba apvaliaja mediena. Valstybinė miškotvarkos tarnyba. [žiūrėta 2007 04 20]. Prieiga per internetą: http://www.lvmi.lt/vmt/leidiniai.php?form_currentid=167
79. Preliminarios statybos kainos skaičiuoklė. Statybų portalas. [žiūrėta 2008 04 12]. Prieiga per internetą: <<http://www.statybuportalas.lt/samata/listed>>
80. R. Bertašiūtė. Medinė architektūra: išsaugojimo ir plėtros galimybės. Lietuvos liaudies buities muziejus. [žiūrėta 2006 11 16]. Prieiga per internetą: <www.museums.lt/Zurnalas/2004-4/restauratoriai_bertasiute.htm>
81. Renewable energy. National Energy Foundation. [žiūrėta 2007 05 02]. Prieiga per internetą: <<http://www.nef.org.uk/greenenergy/geothermal.htm>>
82. Renewable Energy. US Department of Energy. [žiūrėta 2007 05 02]. Prieiga per internetą: <<http://www.greenenergyresources.com/renewableenergy.aspx>>
83. S. Vrubliauskas. Biomasė energijai gauti. Lietuvos energetikos institutas. MG 2000/4. [žiūrėta 2008 04 12]. Prieiga per internetą: <<http://ausis.gf.vu.lt/mg/nr/2000/04/4bmase.html>>
84. Skydinių namų projektai. Kainos. UAB "Skydmedis". [žiūrėta 2008 04 12]. Prieiga per internetą: <<http://www.skydmedis.lt/LT/4/Kainos.htm>>
85. Solar Energy - Energy for a Cleaner Environment. Solar Trade Association. [žiūrėta 2007 05 02]. Prieiga per internetą: <<http://www.greenenergy.org.uk/sta/solarenergy/content.htm>>
86. Statybų ekonominiai skaičiavimai SESWEB. [žiūrėta 2008 03 04]. Prieiga per internetą: <<http://www.websamba.com/sesweb/login.asp?leftmargin=0&topmargin=0>>
87. Šildymo, vėdinimo sistemos ir įranga. Kainininkai. UAB "Vilterma". [žiūrėta 2008 03 04]. Prieiga per internetą: <<http://www.vilterma.lt/get.php?f.1158>>
88. Šilumos siurblių katalogai. Kainynas ir katalogai. Vilpra. [žiūrėta 2008 02 24]. Prieiga per internetą: <<http://www.vilpra.lt/lt/misc/katalogai>>
89. V. Jakutis. Molinių namų statybos programa. Namas. Nr.: 2001-3 (32). [žiūrėta 2006 11 16]. Prieiga per internetą: <<http://www.namas.lt/Zurnala/zurnalas.htm>>

90. Vandens jėgainės. Atsinaujinanti energetika Lietuvoje. [žiūrėta 2008 04 12]. Prieiga per internetą: < <http://saule.lms.lt/main/hidrol.html> >
91. Vėjo jėgainių Mockiuose poveikio visuomenės sveikatai vertinimas. VĮ Transporto ir kelių tyrimo institutas. [žiūrėta 2008 01 10]. Prieiga per internetą: <www.tkti.lt/get.php?f.443>