


LIETUVOS RESPUBLIKOS ŪKIO MINISTERIJA

---



# **EFEKTYVAUS ENERGIJOS VARTOJIMO PASTATUOSE VADOVAS**





# **EFEKTYVAUS ENERGIJOS VARTOJIMO PASTATUOSE VADOVAS**

**Kaunas, 2008**

UDK 697(036)

Ef-04

*Efektivaus energijos vartojimo pastatuose vadovas* – tai leidinys, skirtas plačiai Lietuvos visuomenei, apie taupų energijos vartojimą pastatuose ir šalyje įgyvendintus pavyzdžius, jų eksploataavimo patirtį ir teikiamą naudą. Ypač rekomenduojama skaityti planuojantiems statybas, prieš pradėdant projektavimo darbus.

S u d a r ė Editą Milutienę

M a k e t a v o Ingridą Skripienę

B r a i ž ė Urtę Rimšaitę (pagal autorių eskizus, jei nenurodyta kitaip)

R e d a g a v o Lijaną Aleliūnę, Simoną Mažeikienę

N u o t r a u k o s Editos Milutienės (jei nenurodyta kitaip)

A u t o r i a i

Vincas Gurskis, Lietuvos žemės ūkio universiteto Statybinių konstrukcijų katedra, 5 skyrius

Maximas Heinzmannas, UAB *Passivhaus*, 31 skyrius

Rimantas Kaulakys, UAB *Amalva*, 7, 11 skyriai

Robertas Kleštornas, E. Gedminčiaus įmonė *Sanresta*, 12, 28 skyriai

Arūnas Mažintas, UAB *Durupis*, 16 skyrius

Edita Milutienė, VšĮ *Atsinaujinančios energijos informacijos konsultacinis centras*, Kauno technologijos universiteto Aplinkos inžinerijos institutas, 1–32 skyriai

Domantas Surkys, Šiaudinių namų statytojų asociacija, 32 skyrius

Nerijus Venckus, Kauno technologijos universiteto Architektūros ir statybos institutas, 18 skyrius

Edmundas Žilinskas, UAB *Saulės energija*, 14, 29 skyriai

R e c e n z a v o arch. dr. Sigitas Čereškevičius, Vilniaus Gedimino technikos universiteto Urbanistikos katedros prof.

S k a i t y t o j ų d ė m e s i u i

Prieš taikydami čia aprašomas idėjas pasitarkite su architektu, konstruktoriumi ir kitais statybų specialistais. Nei autoriai, nei leidėjas neprisiima atsakomybės dėl keičiantis situacijai atsirandančių techninių, technologinių, medžiagų prieinamumo, kainų bei kitų pasikeitimų. Konkrečių produktų ar įmonių minėjimas nereiškia, kad jie rekomenduojami. Leidėjas neprisiima atsakomybės dėl autorių išdėstytų minčių.

Leidinyje parengtas ir išleistas įgyvendinant *Nacionalinę energijos vartojimo efektyvumo didinimo programą*

© Lietuvos Respublikos ūkio ministerija, 2008

ISBN 978-9955-751-20-5

---

IVADAS .....	2
<b>I dalis. PASTATŲ ENERGIJOS POREIKIAI IR POVEIKIS APLINKAI BEI ŽMONIŲ GEROVEI .....</b>	<b>3</b>
1. Šiluminė energija .....	5
2. Elektros energija .....	6
3. Pastatuose įkūnytoji energija .....	6
4. Energijos taupymo galimybės .....	7
<b>II dalis. PAŽANGIŲ TECHNOLOGIJŲ TAIKYMAS .....</b>	<b>9</b>
5. Pastato atitvarų reikšmė taupant šilumą .....	9
6. Šilumos paskirstymas ir reguliavimas .....	14
7. Efektyvus vėdinimas .....	15
8. Karšto vandens ruošimas .....	19
9. Elektros energijos taupymas .....	20
<b>III dalis. ATSINAUJINANČIŲ ENERGIJOS IŠTEKLIŲ NAUDOJIMAS .....</b>	<b>26</b>
10. Saulės architektūra .....	27
11. Saulės kolektoriai .....	34
12. Šilumos siurbLIAI .....	38
13. Efektyvus biomasės naudojimas .....	42
14. Elektros energijos gamybos galimybės .....	45
15. Vietinių išteklių naudojimas statybai .....	49
16. Tarpusavyje susijusios sistemos ir kompleksiniai sprendimai .....	52
<b>IV dalis. PAŽANGIOS STATYBOS KONCEPCIJOS .....</b>	<b>54</b>
17. Mažai energijos naudojantys pastatai .....	54
18. Pasyvieji pastatai .....	58
19. Darnieji pastatai .....	59
<b>V dalis. REKOMENDACIJOS .....</b>	<b>62</b>
20. Statyba .....	62
21. Pastatų atnaujinimas .....	64
22. Racionalus šeimininkavimas .....	66
<b>VI dalis. GEROS PRAKTIKOS PAVYZDŽIAI LIETUVOJE .....</b>	<b>68</b>
23. Daugiabučių namų atnaujinimas .....	68
24. Atnaujintas administracinis pastatas .....	69
25. Saulės architektūros principų taikymas vienbučiame name .....	71
26. Plokščiųjų saulės kolektorių naudojimo patirtis .....	73
27. Vakuuminių kolektorių naudojimas vandeniui ir patalpoms šildyti .....	75
28. Grunto šilumą naudojantis namas .....	77
29. Saulės ir vėjo mikroelektrinė .....	78
30. Namas, apsirūpinantis vietine energija .....	81
31. Pasyvusis namas .....	82
32. Šiaudiniai namai .....	86
PAGRINDINĖS SĄVOKOS .....	89
LITERATŪRA .....	91

Energijos taupymas yra svarbi Lietuvos Respublikos ir visos Europos Sąjungos energetikos politikos dalis. Tvaraus energijos išteklių naudojimo skatinimas yra vienas reikšmingiausių būdų didinti energijos tiekimo saugumą, mažinti energijos naudojimo poveikį aplinkai ir skatinti naujų pramonės šakų plėtrą, modernių taupančių energiją technologijų ir produktų rinką.

Efektyvus energijos vartojimas – tai sugebėjimas gauti kuo daugiau naudos iš kiekvieno energijos vieneto: racionalus energijos vartojimas, taupiai naudoti energiją padedančių technologijų taikymas, atsinaujinančių energijos išteklių naudojimas. Taip pasiekama aukštesnė kokybė, aukštesnis komforto lygis, sukuriama daugiau darbo vietų, padidinamas produktyvumas, taupomos lėšos, mažinama tarša. Energijos taupymas ir apgalvotas naudojimas sukuria *laimėti–laimėti* (vadinamuosius *Win–Win*) sprendimus, – tai kelia ekonomiką, saugo aplinką, didina nacionalinį saugumą, mažina priklausomybę nuo importuojamo kuro tiekėjų.

Efektyvus energijos vartojimas pastate – tai kompleksinio įvairių priemonių diegimo rezultatas. Šiame leidinyje skaitytojas supažindinamas su pažangiomis energijos taupymo technologijomis, atsinaujinančių energijos išteklių naudojimo pastatuose galimybėmis, ūkiškumo, racionalaus šeiminkavimo teikiama nauda. Pateikiamos mažai energijos naudojančių, darnių pastatų koncepcijos ir jų statybos perspektyvos bei Lietuvoje įgyvendinti geros praktikos pavyzdžiai, tikimės, padės priimti veiksmingus sprendimus projektuojant ar atnaujinant pastatus.

Autorių vardu –  
Edita Milutienė

## PASTATŲ ENERGIJOS POREIKIAI IR POVEIKIS APLINKAI BEI ŽMONIŲ GEROVEI

Europos šalių pastatuose sunaudojama apie 40 proc. energijos, trečdalis šio kiekio – pramoninės, komercinės bei visuomeninės paskirties pastatams (biurams, mokykloms, ligoninėms, viešbučiams, kt.), kita dalis tenka gyvenamiesiems namams. Dėl to į aplinką patenka šiltnamio dujų, ir teršiama gamta. Pastatams statyti sunaudojama daug įvairių išteklių: 40 proc. akmens, žvyro, smėlio, 25 proc. medienos, 16 proc. gėlo vandens, kiekvienais metais išgaunamų pasaulyje. Šių ir kitų medžiagų naudojimas taip pat susijęs su energijos sąnaudomis.

Kiekviename pastato būvio ciklo etape naudojama energija ir medžiagos. Žaliavoms išgauti naudojama technika, todėl dažnai nukenčia gamta, biologinė įvairovė, padidinama dirvos erozija. Gaminant statybines medžiagas naudojama energija, gamtos išteklių, eksploatuojamas transportas, todėl į atmosferą išmetama kenksmingų dujų, teršiamas gruntas, vanduo, susidaro atliekų. Statant pastatus vėl naudojama energija, medžiagos, transportas ir taip pat susidaro atliekų. Gyvenant name ar naudojant kitos paskirties pastatą, jis šildomas, prietaisams ir įrangai reikalinga elektra, naudojamas vanduo, vėliau jis kaip nuotekos išleidžiamas į aplinką, į patalpas tiekiamas oras dažnai prisotina lakiųjų organinių ir kitų junginių. Nugriovus pastatus dažniausiai lieka daug atliekų. Naudojant sintetines, gamtoje nesuyrančias medžiagas, kai kuriose išsivysčiusiose šalyse statybinių atliekų susidaro keturis kartus daugiau nei komunalinių, o 30 proc. naujų namų būdingas *ligoto namo* sindromas – tai visuma cheminių ir fizikinių poveikių, dėl kurių žmogus jaučiasi blogai (skauda galvą, kyla alerginės reakcijos, sumažėja darbingumas, kt.) ar net susserga lėtinėmis ligomis.

Kylant ekonomikai, šiuolaikinė visuomenė energijos naudoja vis daugiau – tokia tendencija būdinga ir pastatų sektoriui. Tai didžia dalimi susiję su iškastinio kuro naudojimu. Per praėjusį amžių žmonija sunaudojo tiek neatsinaujinančių energijos išteklių, kiek per tūkstantmečius nuo savo gyvavimo pradžios. Sudeginus naftą, akmens anglis ar kitą kurą, juose sukaupti anglies ir kiti junginiai virsta šiltnamio dujomis. Vienos jų – anglies dvideginis (CO<sub>2</sub>), kurio koncentracija atmosferoje per pastarąjį šimtmetį padidėjo 25 proc., todėl 0,6–0,9 °C pakilo atmosferos oro temperatūra, tirpsta ledynai (1 pav.), kyla vandenyno lygis ir daugėja su oro sąlygomis susijusių gamtinių katastrofų.

Prognozės apie klimato kaitos padarinius pasaulio visuomenę skatina imtis ryžtingų veiksmų ir pakeisti energijos bei energijos išteklių naudojimo įpročius.



1 pav. Tirpstantis ledynas Arktikoje. R. Dabruko nuotr.

Siekiant išspręsti klimato kaitos problemą, svarbi kiekviena iniciatyva. Kaip rašoma Europos Komisijos kampanijos *Tvari energetika Europai* leidiniuose, net mažiausias indėlis yra labai svarbus visų mūsų ateičiai. Prisidėti išsaugant ateitį galime kiekvienas kasdieniais savo sprendimais bei veiksmais. Tai bus sudėtinga tik tol, kol išsiugdysime taupymo įpročius. Daugiau nei 2/5 pasaulyje pagaminamos energijos sunaudojama pastatuose, todėl taupant ir efektyviai naudojant energiją gyvenamuosiuose, visuomeniniuose, komerciniuose, pramoniniuose, ūkiniuose pastatuose, biuruose tiesiogiai sumažėja indėlis į klimato kaitą.

Pastatai – tai ne tik būstas, darbo ar gamybinės patalpos. Tai taip pat investicija, priemonė plėtoti verslą, pajamų generavimo šaltinis, turtas. Kuo pastatas yra geresnės būklės, tuo mažiau energijos sunaudojama jį eksploatuojant, tuo jis vertingesnis, tuo mažiau rūpesčių kelia savininkams. Naftos ir dujų kainos didėja, šiluminė bei elektros energija brangsta. Sumažinus energijos poreikius pastatuose, sunaudojama mažiau iškastinio kuro, kitų energijos išteklių ir sutaupoma pinigų. Tai mažina šalies priklausomybę nuo importuojamo kuro, teigiamai veikia ekonomiką, globaliniu požiūriu mažina klimato kaitą ir aplinkos taršą.

## 1. Šiluminė energija

Dėl temperatūrų skirtumo pastato viduje ir išorėje per atitvaras nuolat patiriama šilumos nuostolių. Šilumos mainai ypač pagreitėja padidėjus temperatūrų skirtumui – tai labiausiai išryškėja žiemą. Todėl taupant energiją bei palaikant žmogui optimalų mikroklimatą patalpose, itin svarbu, kad pastato atitvaros būtų gerai apšiltintos, – taip sulėtinami šilumos mainai ir išseikvojama mažiau šiluminės energijos. Pastatų šilumos poreikius galima sumažinti, – Lietuvos rinkoje yra daug šiltinimo medžiagų bei gausi technologijų pasiūla. Jas renkantis svarbus holistinis požiūris, *darniosios statybos* prioritetai.

Vertinant vienbučio tradicinės statybos gyvenamojo namo šilumos nuostolius, po ketvirtadalį šilumos prarandama per pastato atitvaras, su dūmais pro kaminą, vėdinant ir ruošiant karštą vandenį. Konkrečios Lietuvos pastatų šilumos poreikių vertės labai skiriasi, – tai priklauso nuo pastato amžiaus ir dydžio, naudotų statybinių medžiagų, šildymo sistemos ir kitų veiksnių. 2006 m. Lietuvoje gyvenamasis fondas sudarė 81,4 mln. m<sup>2</sup> naudingojo ploto, apie 70 proc. būsto pastatyta 1960–1990 m., – tai daugiausia stambiaplokščiai gelžbetoniniai ir plytiniai daugiabučiai namai. Po 1990 m. būstų statyba itin sumažėjo, 2007 m. nesiekė 1993 m. lygio (pagal pastatomų butų skaičių). 2008 m. Lietuvoje buvo daugiau nei 511 320 gyvenamųjų pastatų, iš jų 39 790 – daugiabučiai namai, 18 500 jų – stambiaplokščiai. Iki 1992 m. galiojusiomis statybos normomis nustatytos tokios šilumos perdavimo koeficientų reikšmės: sienų – 0,5–1,4 W/(m<sup>2</sup>·K), stogų – 0,5–0,8 W/(m<sup>2</sup>·K), langų – 2,2–2,7 W/(m<sup>2</sup>·K). Vidutiniškai daugiabučiuose pastatuose suvartojama 160–180 kWh/m<sup>2</sup> per metus, todėl juos būtina apšiltinti.

Gerai apšiltintus pastatus, pasiekiami dveji nauda: sumažėja šilumos poreikis, todėl tampa racionalu ir ekonomiška padidinti atsinaujinančių energijos išteklių dalį bendrajame energijos balanse. Pavyzdžiui, saulės energijos naudojimas ypatingas tuo, kad tai fiksuotos galios šaltinis, priklausantis nuo geografinės platumos, klimato sąlygų. Kai pastatui įšildyti reikia nedaug energijos, nes jis gerai apšiltintas ir neprarandama daug šilumos per atitvaras, patalpas šildo net nedidelis saulės spindulių srautas, procentinė saulės energijos panaudojimo dalis bendrajame šilumos balanse tampa didesnė nei tada, kai pastato šildymo poreikis didelis. Šilumos siurbliai taip pat panaudojami daug veiksmingiau, kai pakanka nedidelės šilumnešio temperatūros.

Šiluminės energijos reikia ir karštam vandeniui ruošti. Čia energijos taupymas susijęs su taupiu vandens naudojimu, vandens šildymo sistemos veiksmingumu, jos atskirų dalių šiluminiu izoliavimu bei priežiūra.



Šilumos prarandama ir dėl vėdinimo, nes, esant natūraliam vėdinimui, šiltas patalpos oras išleidžiamas į lauką, o pro atvirą langą ar duris šaltis patenka į šiltą patalpą. Tad dėl vėdinimo patiriama šilumos nuostolių, o jie šildymo sezonu didina išlaidas, skirtas šildymui apmokėti. Naudojant mechaninio vėdinimo sistemą, šilumos galima prarasti dar daugiau. Įdiegus pažangias technologijas (šilumogražos įrenginius), šilumos nuostolius dėl vėdinimo galima sumažinti.

Šiluminė energija gali būti naudojama ir paskirstoma neveiksmingai, tad šioms sąnaudoms sumažinti svarbus ūkiškumas, energijos naudojimas pagal poreikį, reguliari įrangos priežiūra.

## 2. Elektros energija

Elektros energija pastatuose daugiausia naudojama elektros prietaisų darbui bei apšvietimui užtikrinti.

Elektros energija šilumai gaminti gali būti naudojama keliais būdais: tiesioginiu (konvekciniai, infraraudonųjų spindulių, natūralaus akmens šildymo prietaisai, tūriniai vandens šildytuvai, kt.), per tarpinį šilumos nešėją (pavyzdžiui, elektriniai, elektrodų katilai, akumuliuojantys šilumą šildymo prietaisai), naudojant šilumos siurbį (šiluma paimama iš aplinkos, elektra naudojama siurblio, kompresoriaus darbui). Įvairiais būdais gaminant energiją ar naudojant skirtingas technologijas, sunaudojamas skirtingas elektros energijos kiekis. Pavyzdžiui, naudojant šilumos siurbį, šilumos gaunama vidutiniškai tris kartus (300 proc.) daugiau nei elektros energijos sunaudojama įrangos darbui (veikiant elektriniams šildymo prietaisams, apie 98 proc. elektros energijos paverčiama šiluma); infraraudonųjų spindulių šildymo prietaisų skleidžiama šiluma aplinkos objektus sušildo greičiau ir efektyviau nei konvekcinių šildymo prietaisų sušildytas oras. Kai elektros energija gaminama deginant kurą, o vėliau ji vėl paverčiama šiluma, naudingai panaudojama tik apie 30 proc. kuro, todėl toks šilumos gamybos būdas turi būti pakeistas efektyvesniu.

Elektros energija yra viena brangiausių energijos rūšių, todėl taupant ir veiksmingai ją naudojant ne tik saugoma aplinka, bet ir gaunama finansinė nauda.

## 3. Pastatuose įkūnytoji energija

Neatsinaujinančių išteklių energija, sunaudojama statybinėms medžiagoms ir priemonėms gaminti, įskaitant žaliavų gavimą bei transportavimą, vadinama įkūnytąja energija (angl. – *Embodied Energy*). Jos vertė siekia 4,5–5,5 GJ/m<sup>2</sup>, tai sudaro apie 1/5 per 50 metų šiuolaikiniame pastate

sunaudojamos energijos. 4/5 energijos suvartojama pastatui šildyti, karštam vandeniui ruošti, elektrai. Anksčiau statytų ir prastai apšiltintų pastatų įkūnytoji energija yra santykinai mažesnė, nes daug energijos sunaudojama šildymui.

Skirtingoms medžiagoms pagaminti reikia skirtingo energijos kiekio. Pavyzdžiui, celiuliozės šiluminei izoliacijai pagaminti reikia 112 MJ/m<sup>3</sup>, cementui – 819 MJ/m<sup>3</sup>, plytai – 5 170 MJ/m<sup>3</sup>, fanerai – 5 720 MJ/m<sup>3</sup>, polistireno izoliacijai – 3 770 MJ/m<sup>3</sup>, šiaudų ryšuliams – 31 MJ/m<sup>3</sup>, sintetiniam kilimui – 84 900 MJ/m<sup>3</sup>, linoleumui – 150 930 MJ/m<sup>3</sup>, sintetiniams dažams – 117 500 MJ/m<sup>3</sup> energijos. Idealu, jei statybinės medžiagos būtų pagamintos iš atsinaujinančių vietinių žaliavų, lengvai perdirbamos po panaudojimo ar biodegraduojančios, nekenksmingos aplinkai ir žmonių sveikatai.

#### 4. Energijos taupymo galimybės

Energijos taupymas visame pastato būvio cikle didžia dalimi priklauso nuo sprendimų, priimtų projektuojant naują pastatą ar rengiant anksčiau statyto pastato atnaujinimo projektą.

Pagrindinės strateginės kryptys, kai siekiama taupyti energiją eksploatuojant pastatą:

- sumažinti energijos poreikius;
- naudoti atsinaujinančius energijos išteklius;
- racionaliai naudoti energiją.

Pavyzdžiui, apšiltinus daugiabučius namus, pakeitus juose langus ir lauko duris, modernizavus šildymo sistemas, pašalinus stambiaplokščių namų siūlių defektus, energijos poreikius šiuose pastatuose galima sumažinti 30 proc. ir daugiau. Tokiu būdu šalyje galima sutaupyti 3 TWh energijos, taip pat pagerinti ir pastatų estetinį vaizdą, padidinti jų rinkos vertę. Energijos taupymo 1–2 butų pastatuose potencialas – 2,2 TWh, prekybos ir aptarnavimo sektoriaus pastatuose – 1,3 TWh. Lietuvoje pagal 1996–2004 m. programą *Energijos taupymo (būsto) demonstracinis projektas* jau renovuoti 626 daugiabučiai pastatai. Vidutiniškai 24 proc. mažiau sunaudojama energijos, kai kuriuose atnaujintuose daugiabučiuose namuose, įdiegus daugiau priemonių, sutaupoma iki 66 proc. energijos. Panašių rezultatų pasiekama modernizuojant visuomeninius pastatus (darželius, mokyklas, universitetus, ligonines, kt.). Trečdalį šildyti skirtos energijos galima sutaupyti ir ją naudojant racionaliau (pavyzdžiui, reguliuoti poreikius, veiksmingai paskirstyti šilumą).

Kai kurių tipų šiuolaikiniuose pastatuose, pavyzdžiui, pasyviuosiuose, šiluminės energijos (be karšto vandens ruošimo) sunaudojama 10 kartų (iki 15 kWh/m<sup>2</sup> per metus) mažiau nei statytuose seniau. Pasyvieji pastatai yra ne tik gerai apšiltinti, bet juose naudojami ir saulės ar kiti atsinaujinantys energijos išteklių.

Naudojant saulės kolektorius, per metus galima sutaupyti apie 50 proc. karštam vandeniui ruošti sunaudojamos energijos.

Kone pusę elektros prietaisų sunaudojamos energijos galima sutaupyti pakeitus senus daug energijos sunaudojančius prietaisus veiksmingesniais, o taip pat kaitrines lemputes pakeitus fluorescencinėmis ar šviesos diodais.

Laikantis tam tikrų principų galima sumažinti ir pastatų įkūnytąją energiją. Šie principai:

- naudojamos perdirbtos ar atsinaujinančios vietinės statybinės medžiagos;
- projektuojama taip, kad būtų galima pastatą lengvai išmontuoti ir panaudoti kuo daugiau jo elementų arba juos perdirbti;
- mažinami medžiagų pervežimo atstumai;
- taupiai naudojamos statybinės medžiagos ir priemonės;
- atsižvelgiama, ar naudojamos medžiagos nėra toksiškos, lakios, ar nedidina radiacijos lygio.

Kol iškastinio kuro kaina neatspindi realaus poveikio visuomenei ir yra palyginti nedidelė, nes išlaidos, susidariusios dėl šiltnamio dujų išmetimo, dėl aplinkos taršos poveikio žmonių sveikatai, pastatų fasadų irimo ir kt. (išorinės sąnaudos) yra neįskaičiuotos, kartais kyla diskusijų, ar apsimoka pastatuose diegti energijos taupymo priemonės, naudoti atsinaujinančius energijos išteklius. Dažnai lieka neįvertinta kita naujų veiksmingų technologijų naudų pusė – darbo vietų kūrimas, saugumas, rinkos plėtra, pažanga, naujovių paieška, todėl statant ar atnaujinant pastatus prioritetai turėtų būti grindžiami ne tik kiekybiniais, bet ir kokybiniais parametrais, visuminiu požiūriu, darnaus vystymosi principais ir atsižvelgiant į tai, kad naftos, akmenų anglies bei dujų kainos nuolat didės. Energijos ir kitų išteklių taupymo naudą gauna pastatų savininkai, visuomenė, valstybė, ateities kartos.

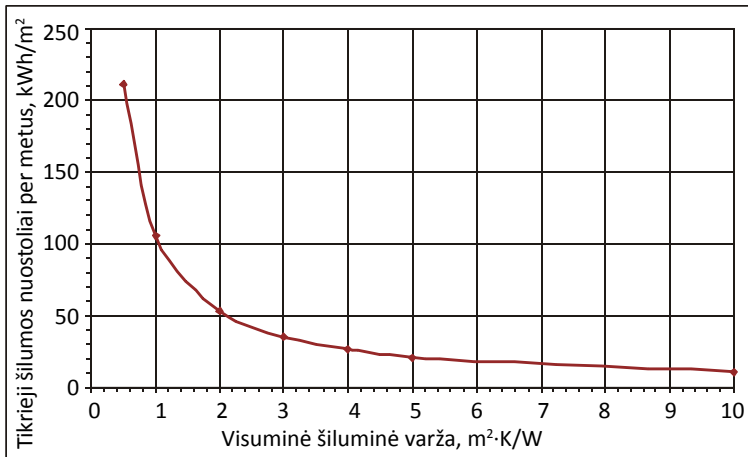
## PAŽANGIŲ TECHNOLOGIJŲ TAIKYMAS

Kai taikomos pažangios technologijos, nesumažinant vartotojų komforto suvartojama mažiau energijos, reikalingos patalpoms šildyti, vėdinti, vėsinti, apšviesti, ruošti karštą vandenį ir kitiems poreikiams. Pavyzdžiui, sukurtos šilumogrąžos technologijos veiksmingai panaudoja šalinamo oro šilumą ir ją perduoda į patalpas tiekiamam orui – taip galima sutaupyti didelę dalį patalpoms šildyti skirtos energijos. Technologijos tobulėja nuolat, todėl galimybė sutaupyti energijos vis didėja.

### 5. Pastato atitvarų reikšmė taupant šilumą

Didelė dalis patalpoms šildyti panaudotos energijos prarandama per pastatų atitvaras. Šis šilumos kiekis  $Q$  (tikrieji atitvarų šilumos nuostoliai) yra tiesiogiai proporcingas atitvaros šilumos perdavimo koeficientui  $U$ ,  $W/(m^2 \cdot K)$ , atitvarų plotui  $A$ ,  $m^2$ , temperatūrų skirtumui abipus atitvaros  $\Delta\theta$ ,  $^{\circ}C$  ( $\Delta\theta$  nustatomas šildymo sezonui, jis yra apie  $20^{\circ}C$ , tiksli reikšmė priklauso nuo pastato paskirties ir vietovės klimato, žr. RSN 156-94, STR 2.09.04:2008 sk. *Literatūra*) ir šildymo sezono trukmei  $t$ , h (Lietuvoje trumpiausia šildymo sezono trukmė yra Nidoje (211 parų), ilgiausia – Laukuvoje (226 paros)).

Apšiltinę pastatus galime sumažinti atitvarų šilumos perdavimo koeficientus  $U$  arba padidinti atvirkščią jiems rodiklį – visuminę šiluminę varžą  $R_t$ , ( $R_t = 1/U$ ,  $m^2 \cdot K/W$ ). Norminės  $U$  vertės Lietuvoje mažintos 1992, 1999 ir 2005 m. Pavyzdžiui, gyvenamųjų namų sienų norminis šilumos perdavimo koeficientas  $U$  sumažintas apie penkis kartus, šiuo metu esant  $20^{\circ}C$  vidaus ir lauko temperatūrų skirtumui yra  $0,2 W/(m^2 \cdot K)$ , – tai atitinka visuminę šiluminę varžą  $R_t = 5 m^2 \cdot K/W$ . Iki 1992 m. statytų pastatų visuminė šiluminė varža yra  $R_t \approx 1 m^2 \cdot K/W$ , o dėl prastos statybos kokybės dažnai nesiekia ir šios vertės. Tokia padėtis yra nepatenkinama, todėl pastatus būtina apšiltinti. Šiltinant svarbu žinoti, kaip tikrieji šilumos nuostoliai  $Q$  priklauso nuo atitvaros visuminės šiluminės varžos. Kaip matyti iš 5.1 pav., veiksmingiausia apšiltinti pastatus, kurių atitvarų šiluminė varža yra maža. Pavyzdžiui, šiluminę varžą padidinus nuo 1 iki  $2 m^2 \cdot K/W$ , šilumos nuostoliai sumažėja 50 proc., o padidinus nuo 1 iki  $5 m^2 \cdot K/W$  – 80 proc.



5.1 pav. 1 m<sup>2</sup> atitvaros tikrųjų šilumos nuostolių priklausomybė nuo visuminės šiluminės varžos.

Apšiltinimo kaina priklauso nuo šiltinimo medžiagų, jų tvirtinimo elementų ar sistemos, apdailos ir darbo vertės.

Siekiant didžiausios naudos, apšiltinant pastatus svarbu:

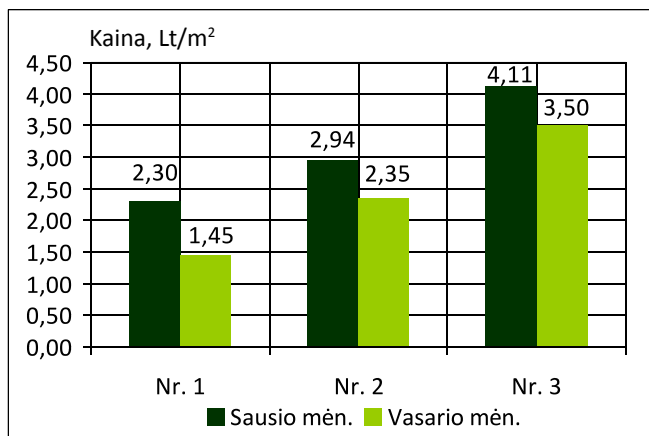
- užsandarinti plyšius atitvarose, kad sumažėtų išorės oro infiltracija;
- apšiltinti sienas, stogą, grindis ant grunto, rūšio, pastogės perdangas;
- įdėti kokybiškesnius langus ir duris;
- bute (patalpoje) naudoti šilumą atspindinčias medžiagas už šildymo prietaisų – jas patogų įrengti atnaujinant, remontuojant ar statant naują pastatą.

Kokią įtaką energijos sunaudojimui daro pastato apšiltinimas ir galimybė individualiai reguliuoti šildymo sistemą, galima matyti iš 5.1 lentelėje ir 5.2 pav. pateiktų duomenų. 2007 m. sausio ir vasario mėnesiais atliktas tyrimas trijuose panašios konstrukcijos ir plano pastatuose Antakalnio g. Vilniuje. Vienas tiriamas pastatas buvo atnaujintas, su individualiai reguliuojama šildymo sistema, antrajame buvo įrengta individualiai reguliuojama šildymo sistema, tačiau jis nebuvo atnaujintas, trečiasis – neatnaujintas ir be individualiai reguliuojamos šildymo sistemos.

5.1 lentelė. Tiriamuose namuose sunaudotas šiluminės energijos kiekis ir šildymo kaina 2008 m. vasario mėn. UAB *Vilniaus energija* duomenys.

Nr.	Apibūdinimas	Šildomasis plotas, m <sup>2</sup>	Šiluminės energijos kiekis, MWh/mėn.	Vidutiniškai mokama už 1 m <sup>2</sup> šildymą, Lt/mėn. (su PVM)
1	Atnaujintas pastatas, įrengta individualiai reguliuojama šildymo sistema.	1750,05	16,57	1,45
2	Neatnaujintas pastatas, įrengta individualiai reguliuojama šildymo sistema.	2747,65	42,20	2,35
3	Neatnaujintas pastatas, individualiai reguliuojamos šildymo sistemos nėra.	1861,68	42,58	3,50

2008 m. sausio ir vasario mėn. buvo palygintas šių pastatų šilumos suvartojimas ir mokesčio už šildymą dydis. Nustatyta (žr. 5.2 pav.), kad neatnaujintame name, kuriame šildymo sistemos negalima reguliuoti individualiai (pavyzdys nr. 3) vidutinė 1 m<sup>2</sup> šildymo kaina sausio mėnesį buvo 79 proc. didesnė, o vasario mėnesį – 141 proc. didesnė, palyginti su šildymo kaina atnaujintame daugiabučiame name, kuriame yra individualiai reguliuojama šildymo sistema (pavyzdys nr. 1), o neatnaujintame pastate, kuriame įrengta individualiai reguliuojama šildymo sistema (pavyzdys nr. 2) – atitinkamai 28 proc. ir 62 proc. didesnė.



5.2 pav. Tirtų daugiabučių namų 1 m<sup>2</sup> šildymo kaina 2008 m. sausio ir vasario mėn. UAB *Vilniaus energija* duomenys.

## Dvigubas fasadas



Jei pastatas yra perregimas, t. y. stiklinis, jis netenka daug šilumos per atitvaras. Siekiant padidinti šilumos ir garso izoliaciją išlaikant dideles įstiklintas erdves, pritaikomas dvigubas fasadas (naudojant natūralų apšvietimą, estetišiais sumetimais, dėl kitų poreikių, žr. 5.3 pav.).

5.3 pav. Daugiabučių namų kompleksas *Nidos namai*. UAB *Hrono fasadai* nuotr.

Dvigubas fasadas turėtų būti panaudotas kaip vėdinimo ir vėsinimo sistemos dalis: šviečiant saulei, šaltuoju metų laikotarpiu pašildyti tiekiamą į pastatą orą, karštomis dienomis vėsinti pastato sieną. Taigi jis gali veikti kaip pasyvusis saulės kolektorius ir kaip buferinė zona. Jo viduje galima sumontuoti žaliuzes ir jomis valdyti saulės spindulių srautą (5.4 pav.).



5.4 pav. Dvigubo fasado viduje montuojamos žaliuzės. UAB *Hrono fasadai* nuotr.

## Vėsinimo sąnaudų valdymas šiltuoju laikotarpiu

Daugiausia rūpesčių kelia neapšiltinto pastato stogas, nes per jį daug šilumos gaunama vasarą. Ypač jei jis padengtas juoda ar tamsiai pilka danga, tokia, kaip, pvz., plokštieji stogai. Jei nieko daugiau neįmanoma padaryti, viena pigiausių priemonių padidinti komfortą – nudažyti stogą balta spalva. Tačiau daug geresnis kompleksiskai veikiantis būdas – apšiltinti (šilumos izoliacija sulėtina šilumos mainus).



5.5 pav. Apželdintas Lietuvos žemės ūkio universiteto technologijų parko stogas.



5.6 pav. Apželdinti garažų stogai Vilniuje.

Plokštieji ir šlaitiniai (optimaliausias apželdinimui šlaito nuolydžio kampas 10–15°, didžiausias galimas – 45°) stogai gali būti apšiltinami bei apželdinami. Apželdinimas papildomai pagerina šiluminę varžą, garso izoliaciją, žiemą ant apželdintų stogų ilgiau laikosi sniegas (susidaro papildoma šilumos izoliacija), vasarą stogas neįkaista, augalai gerina mikroklimatą (5.5 pav. ir 5.6 pav.). Stogų apželdinimo patirtis užsienio šalyse rodo, kad stogo apželdinimo investicijos atsiperka.



Vasarą patalpos gali perkaisti dėl pernelyg gausių saulės energijos pritekėjimų per langus ir kitas skaidrias atitvaras. Svarbu pasiekti, kad kuo mažiau saulės spindulių patektų į patalpų vidų. Geriausiai tam tinka priemonės, taikomos pastato išorėje – įvairūs stogeliai, žaliuzės, kt. (žr. 5.7 pav., 10 sk.).



5.7 pav. Stogelis apsaugo į pietus orientuotą langą nuo saulės spindulių pertekliaus vasarą (dešinėje).

## 6. Šilumos paskirstymas ir reguliavimas

Viena priemonių, leidžiančių taupyti energiją – reguliuoti šildymą pagal poreikius ir vykdyti individualią šilumos suvartojimo apskaitą. Taip galima sutaupyti per 30 proc. energijos ir lėšų.

Skirtingos paskirties patalpose reikia palaikyti skirtingą temperatūrą, todėl įrengiant ar atnaujinant šildymo sistemą, svarbu suskirstyti pastatą į zonas ir įdiegti šildymo reguliavimą, atsižvelgiant į šilumos poreikius atskirose zonose. Pavyzdžiui, UAB *Apšildymo ir ventiliacijos automatizavimo centras* įdiegus visą kompleksą veiksmingų priemonių, 1 m<sup>2</sup> šildymas kainavo 0,57 Lt (2007 m. šildymo sezono duomenys, žr. 24 sk.).

## 7. Efektyvus vėdinimas

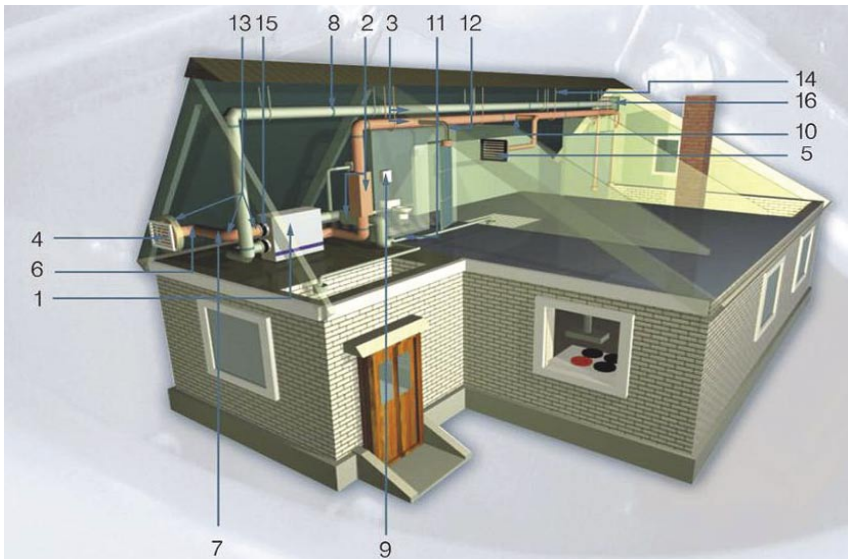
Bet kokį, o ypač – gerai apšiltintą ir sandarų pastatą, būtina vėdinti dėl gyventojų ar darbuotojų sveikatos, komforto bei darbingerumo, kad šildymo katilai dirbtų saugiai ir naudingai, kad išsisklaidytų kvapai ir susikaupę teršalai, žemės natūraliai sklaidžiamas radonas bei vandens garai.

Pastato vėdinimo sistemos gali būti kelių tipų:

- natūralaus vėdinimo sistema;
- mechaninio vėdinimo be šilumogrąžos sistema;
- mechaninio vėdinimo su šilumogrąža sistema.

Svarbu, kad gerai funkcionuotų atskiros dalys ir visa sistema.

Natūralus vėdinimas naudojamas tada, kai tiekiamo ar šalinamo oro nereikia valyti, o naudotojas, nekenkdamas kitiems, gali užtikrinti norminį mikroklimatą ir švarų orą. Mechaninis vėdinimas naudojamas, kai nėra natūralaus vėdinimo arba juo neįmanoma patalpoje išlaikyti norminių oro parametrų. Vienbučio gyvenamojo namo mechaninio vėdinimo sistemos schema pavaizduota 7.1 pav.



7.1 pav. Vienbučio gyvenamojo namo mechaninio vėdinimo sistemos dalys: 1. Vėdinimo įrenginys. 2. Triukšmo slopintuvai. 3. Ortakiai. 4. Lauko grotelės. 5. Vidinės grotelės. 6. Alkūnės. 7. Sklendės. 8. Movos. 9. Valdymo pultas. 10. Atšakos. 11. Pereiga. 12. Lankstus ortakis. 13. Šiluminė izoliacija. 14. Tvirtinimo detalės. 15. Lankščios jungtys. 16. Atbulinės traukos sklendė. UAB *Amalva* piešinys.

Vėdinimo sistemose, kurios veikia pagal natūralios traukos principą, šiltas šalinamas oras natūraliai išstumiamas tiekiamo šalto oro srauto. Nežiūrint to, kad natūraliai ventilacijai užtikrinti nenaudojama energija, per šį procesą prarandama šilumos. Kai vėdinama mechaniniu būdu nenaudojant šilumogrąžos, su šalinamu oru netenkama šilumos, o ventilatoriams ir kitiems sistemos įrenginiams dirbti reikalinga elektros energija. Šilumos nuostoliai dėl vėdinimo gali sudaryti 20–40 proc. pastato šilumos poreikio. Nuostoliai dėl vėdinimo yra santykinai didesni mažiau energijos suvartojančiuose pastatuose (žr. 17.1 lentelę). Todėl siekiant taupyti energiją, kuriamos naujos technologijos, tobulinamos vėdinimo sistemos dalys. Efektyvi mechaninio vėdinimo sistema su šilumos atgavimo funkcija ir galimybe reguliuoti oro srautus, atsižvelgiant į poreikį, gali labai sumažinti patalpų šildymo išlaidas. Energija turi būti taupoma optimaliai valdant vėdinimo sistemą, mechaninio vėdinimo sistema savo darbui turi vartoti minimalų energijos kiekį, tačiau neleistina taupyti energijos, bloginant patalpų oro kokybę.

Žmogus ir jo jutimai nėra geriausias mikroklimato indikatorius, nes neturi jautrių receptorių, galinčių įvertinti oro kokybę, CO<sub>2</sub> koncentracijos kiekį bei santykinę oro drėgmę. Vienintelis pojūtis, kurį ganėtinai jautriai fiksuoja žmogaus receptoriai – kvapai, bet prie jų greitai priprantama: pabuvus patalpoje vos pusvalandį, receptoriai tampa nebe tokie jautrūs, tad tik išėję į lauką ir vėl sugrįžę į patalpas įsitikiname, kad oro kokybė pastato viduje netinkama. Mechaninio vėdinimo sistemos turi būti automatizuotos. Automatizacijos ir valdymo lygis parenkamas pagal pastato ir sistemų paskirtį, pastate ar patalpoje vykdomų technologinių procesų reikalavimus bei ekonominį tikslumą. Automatizavimas turi užtikrinti patikimą ir efektyvų sistemos veikimą. Vėdinimo sistema turėtų būti ne statiška, o tiesiogiai reaguoti į pastato viduje vykstančius procesus. Vėdinimo įrangos automatika nustato mikroklimato pokyčius patalpose ir operatyviai į juos reaguoja. Jei vėdinimo įrangos darbas neautomatizuotas, energija švaistoma be reikalo. Energijos nuostolius galima sumažinti programuojant vėdinimo sistemos darbą pagal savaitinį, paros ar tam tikrą valandinį režimą. Tada vėdinimo sistema pati išsijungia ir įsijungia, kai reikia. Šiuolaikinė moderni įranga gali automatiškai keisti vėdinimo intensyvumą ir pagal CO<sub>2</sub> bei drėgmės pokyčius.

Iš patalpų šalinamas oras šilumą gali perduoti tiekiamam į patalpas orui. Šiuo tikslu naudojami šilumokaičiai. Šilumokaitis – tai prietaisas, kuriame vyksta šilumos mainai. Aukštesnės temperatūros šilumnešis perduoda šiluminę energiją žemesnės temperatūros šilumnešiui. Šilumnešis gali būti ir dujos, ir skystis.

Pagal veikimo principą šilumokaičiai skirstomi į plokštelineus, rotacinius, atskirų srautų su tarpiniu šilumnešiu, šilumos siurblius ir šilumos vamzdžius (žr. 7.1 lentelę). Plokštelineuose šilumokaičiuose šildantysis ir šildomasis šilumnešiai yra atskirti šilumai laidžia sienele ir tiesiogiai nesimaišo. Rotaciniuose šilumokaičiuose tą patį paviršių pakaitomis apiplauna arba šildantysis, arba šildomasis šilumnešiai. Šilumokaičiai su tarpiniu šilumnešiu, šilumos siurbliu ir šilumos vamzdžiais daugiausia naudojami pramonėje, bet nėra paplitę dėl žemo naudingumo koeficiento (iki 50 proc.) ir didelės kainos. Rotaciniai šilumokaičiai yra efektyviausi ir atsiperka greičiausiai. Plokštiniai šilumokaičiai yra pigesni nei rotaciniai, bet prasčiau veikia žiemą.

7.1 lentelė. Šilumokaičių savybės.

Šilumokaičio tipas	NK*, proc.	Recirkuliacija**, proc.	Privalumai	Trūkumai
Plokštelinis	50–60	< 1	Paprasta ir nebrangi konstrukcija, nėra judančių dalių.	Išdžiovina patalpų orą; kai temperatūra lauke – žemiau 0 °C, apšąla, krinta NK.
Rotacinis	60–85	< 5	Aukštas NK; šaltuoju metu laikotarpiu atkuria drėgmę patalpose; regeneruoja šaltį kondicionuojamose patalpose; labai maža apledėjimo tikimybė; geras kainos ir kokybės santykis.	Yra judančių mechaninių dalių: variklis, diržas, guolis; maišosi skirtingi oro srautai, patenka kvapai (apribotas naudojimas).
Atskirų srautų su tarpiniu šilumnešiu	Apie 50	0	Tiekiamo ir šalinamo oro srautai gali būti skirtingose vietose.	Žemas NK; brangi ir sudėtinga konstrukcija, yra judančių mechaninių dalių.
Šilumos siurblys	Apie 50	0	Galima naudoti norint atvėsinti orą patalpose.	Žemas NK; brangi ir sudėtinga konstrukcija; yra judančių mechaninių dalių.
Šilumos vamzdis	Apie 50	0	Kompaktiškas; maža tikimybė, kad apledės.	Žemas NK; brangi ir sudėtinga konstrukcija.
* Naudingumo koeficientas. ** Viso ar dalies šalinamo oro grąžinimas į tas pačias ar kitas patalpas.				

Vėdinimo įrenginiai, sudaryti iš šilumokaičio oras–oras, ventiliatorių ir oro filtrų dažnai vadinami rekuperatoriais (7.2–7.4 pav.). Šiuose įrenginiuose naudojami oro filtrai pagerina tiekiamo į patalpas oro kokybę – tai ypač aktualu miestuose, šalia automagistralių, kitų užterštų vietų; taip pat iš oro valo žiedadulkes.

Rekuperatoriai yra lengvai montuojami, prižiūrimi (reikia periodiškai keisti filtrus), juose gali būti integruotas elektrinis (brangesnė eksploatacija) ar vandeninis (didesnė investicija) tiekiamo oro šildytuvas.



7.2 pav. Decentralizuoto gyvenamųjų namų vėdinimo sistema (šilumos atgavimas – iki 76 proc.).



7.3 pav. Vėdinimo sistemos vaizdas, nuėmus dangtį.



7.4 pav. Vėdinimo sistemos oro filtras.

Pasyviuosiuose namuose (žr. 18 sk.) oras į rekuperatorių tiekiamas tiesiogiai iš lauko, bet sušilęs apie 100 m ilgio po žeme patiestame vamzdyje. Šalinamas iš patalpų oras šilumą atiduoda šiam jau truputį sušilusiam (> 5 °C temperatūros) orui.

## 8. Karšto vandens ruošimas

Išlaidos už karštą vandenį gali sudaryti didelę mokesčių už energiją sąskaitos dalį, ypač šiltuose moderniuose būstuose. Be centralizuoto karšto vandens tiekimo, gali būti įrengiami tūriniai vandens šildytuvai, elektriniai karšto vandens ruošimo prietaisai, pavyzdžiui, momentiniai, dušiniai, kt. šildytuvai. Momentiniai šildytuvai yra itin galingi ir naudoja daug energijos, todėl juos verta įrengti tik ten, kur retai reikia karšto vandens, ir laikyti jį nenaudojamą tūrinėje talpoje būtų neefektyvu.

Siekiant vamzdynuose sumažinti šilumos nuostolius, karšto vandens tiekimo vamzdžiai yra apšiltinami.

Tūriniai vandens šildytuvai (8.1 pav.) turi būti gerai apšiltinti. Įsigyjant tūrinį vandens šildytuvą svarbu sužinoti, kokio storio yra jo šiluminė izoliacija (rinkoje būna 3–8 cm storio, nuo to gali priklausyti kaina, bet energijos bus sutaupyta naudojant geriau apšiltintą šildytuvą), kiek yra gyvatukų, ar gyvatukai – didelio našumo, ar šildytuvas pritaikytas prijungti saulės kolektoriui, išvalyti kalkes. Didesnė investicija į geresnį ir universalesnį tūrinį vandens šildytuvą gali atsipirkti iš karto, papildant karšto vandens sistemą naujais komponentais – nereikės keisti šildytuvo kitu, pakaks tik prijungti naują įrangą. Renkantis karšto vandens sistemą reikia numatyti ir jos reguliavimo būdus bei įrangą, kad būtų galima prijungti siurbį, naudoti pigesnę elektros energiją (naktinį, šeštadienio ir sekmadienio tarifą), reguliuoti vandens temperatūrą talpoje.

Šilto vandens naudojimo būdas turi nemažai reikšmės mokesčio už karštą vandenį arba už kurą dydžiui. Taupiai naudojant šaltą ir karštą vandenį yra ir mažesnės sąnaudos jam ruošti. Buityje sutaupyti vandens galima naudojant šiuolaikinius maišytuvus (8.2 pav.), ekonomines dušų galvutes, buitinę techniką, taupančią vandenį ir elektros energiją.



8.1 Tūrinis vandens šildytuvas. 8.2 pav. Maišytuvas.  
UAB *Apšildymo ir ventiliacijos automatizavimo centras* nuotr.

## 9. Elektros energijos taupymas

Elektros energijos taupymas pastatuose yra susijęs su techninių, organizacinių ir kt. priemonių taikymu. Pakeitus seną buitinę ar biuro techniką modernia bei įdiegus energiją taupančias lemputes, galima sutaupyti 20–50 proc. elektros išlaidoms skirtų lėšų.

### Efektyviai energiją naudojantys prietaisai

Elektros prietaisai yra skirtingo efektyvumo. Nuo to priklauso prietaiso eksploatavimo išlaidos.

Buitinių prietaisų (indaplovių, skalbyklių, džiovintuvų, šaldytuvų, šaldiklių, kondicionierių, elektrinių orkaitių) energijos vartojimo efektyvumo klasės yra nuo A iki G: A reiškia mažai energijos naudojančius prietaisus, G – daug energijos naudojančius prietaisus. 2000 m. 20–50 proc. Europos Sąjungoje parduotų buitinių prietaisų sudarė mažiausiai energijos sunaudojantys A klasės prietaisai. Šios klasės prietaisų gamyba sparčiai auga, todėl skatinant tolesnį efektyvių technologijų tobulėjimą iškilo būtinybė laikinai, kol bus pakeistas energijos sunaudojimo klasių ženklinimas, įdiegti dvi papildomas

klases, pažymėtas A+ ir A++ (taikoma šaldytuvams, šaldikliams ir kt.). Klasė A++ žymi pačius efektyviausius prietaisus. Dažnai įsigyti A klasės prietaisų galima ne brangiau už žemesnės klasės įrangą.

Pasyviuosiuose pastatuose (žr. 18 sk.) eksploatuojamos specialios indaplovės ir skalbyklės, naudojančios saulės kolektoriams ar šilumos siurbliams pašildytą vandenį, o ne jį šildančios elektros energiją.

Biuro įranga (kompiuteriai, vaizduokliai, spausdintuvai, kopijavimo aparatai) ženklinami *Energy Star* ženklų, kai atitinka nustatytus energijos vartojimo efektyvumo reikalavimus.

Svarbu atkreipti dėmesį, ar (kaip) prietaisas naudoja energiją, kai veikia budėjimo režimu (kai įjungtas į tinklą prietaisas neatlieka tiesioginio darbo ar funkcijos). Pavyzdžiui, šiuo metu dauguma pasaulinėje rinkoje esančių vaizduoklių, veikdami budėjimo režimu, naudoja 1–6 W elektros energijos. Taupant energiją svarbu nepalikti prietaisų veikti budėjimo režimu; jei ketinama pirkti naują prietaisą, pasidomėti, kiek energijos jis vartoja dirbdamas ir kiek – veikdamas budėjimo režimu. 2008 m. įvairiose šalyse (ir Lietuvoje) imta prekiauti vaizduokliais, kurie veikdami budėjimo režimu nenaudoja energijos. Tokių vaizduoklių kaina yra tokia pat kaip ir kitų esančių rinkoje, bet naudoti juos bus ekonomiškiau.

Galima sumažinti ir to paties prietaiso eksploatavimo išlaidas, jei jis bus tinkamai pastatytas (erdvės vėdintis reikia palikti šaldytuvui, kompiuteriui ir kt., nes antraip prietaisas įkaista ir naudoja per daug energijos vėdinti ir vėdinti bei trumpėja jo eksploatavimo laikas) ir prižiūrimas (svarbu reguliariai nuvalyti dulkes *etc.*). Prietaisai su įmontuotais laikmačiais ir laikrodžiais sunaudoja daugiau energijos, taip gali būti išievojama veltui apie 100–200 Wh/d. (3–6 kWh/mėn.).

Taupant lėšas svarbu išanalizuoti galimybę elektros prietaisus naudoti naktį ar savaitgaliais, kai elektra yra pigesnė.

## **Efektyvios lemputės**

Apšvietimui namų ūkiuose sunaudojama 5–10 proc. suvartojamos energijos, o administraciniuose pastatuose – iki 30 proc. Vien pagerinus apšvietimo sistemą administraciniuose pastatuose galima sutaupyti 30–50 proc. elektros energijos.

Šiuo metu būtinės lempos pagal energijos naudojimo efektyvumą skirstomos į klases nuo A (efektyvios) iki G (neefektyvios). Kaitrinės lemputės iki 95 proc. energijos sunaudoja šilumai, taigi yra neveiksmingos, palyginti su energiją taupančiomis lemputėmis (fluorescencinėmis, šviesos diodais).



Kaitrinių lempučių energijos naudojimo efektyvumo klasė būna D, E, F ar G (9.1 pav.). Rekomenduojama pakeisti kaitrines lemputes į efektyvias (klasė A, B), ypač jei per dieną lemputė šviečia 4 val. ir ilgiau. Kad sukurtume tokį pat apšvietimą, fluorescencinės lemputės naudoja 1/5 kaitrinių lempučių sunaudojamos energijos. Nors kainuoja daugiau, fluorescencinės lemputės tarnauja nuo 6 iki 15 kartų ilgiau.

Halogeninės lempos taip pat įkaista šviesdamos, bet yra efektyvesnės nei kaitrinės (C klasė, žr. 9.1 lentelę ir 9.1 pav.).

Perkant lemputes svarbu atkreipti dėmesį į ant etiketės nurodytus duomenis: energijos naudojimo efektyvumo klasę, lempos šviesos srautą liumenais (lm), lempos galią vatais (W), vidutinę vardinę lempos darbo trukmę valandomis, spalvinę šviesos temperatūrą. Šiuo metu rinkoje yra daug rūšių šaltą spalvą skleidžiančių efektyvių lempučių. Įsigiję tokių lempučių žmonės dažnai nusivilia apšvietimo kokybe. Kuo mažesnė šviesos spalvos temperatūra, tuo šiltesnė spalva skleidžiama. Panašiai kaip kaitrinė lemputė, fluorescencinė lemputė ar šviesos diodas šviečia tada, kai šviesos spalvos temperatūra yra iki 3000 Kelvinų (K). Etiketėse dažniausiai būna nurodyta šilta balta spalva (šviesa panaši į skleidžiamą kaitrinės lemputės), dienos šviesos spalva (per 3500 K) ar šalta balta spalva (per 5000 K).



9.1 pav. Kompaktinės fluorescencinės A klasės lemputės (viršuje, iš kraštų), 1 W šviesos diodų lemputė (viršuje, viduryje), linijinė fluorescencinė lempa (viduryje), kaitrinės F ir E klasės lemputės (apačioje, iš kraštų), halogeninė C klasės lemputė (apačioje, viduryje).

Nors fluorescencinės lempos yra brangesnės, dėl didesnio efektyvumo ir ilgaamžiškumo atsiperka per kelerius metus. Šviesos diodų lemputės (9.2–9.4 pav.) yra palyginti labai brangios, bet ilgaamžės (žr. 9.1 lentelę), jos atsiperka praėjus 5–10 metų (2008 m. kainomis).



9.2 pav. Šviesos diodų šviestuvas.



9.3 pav. Šviesos diodų juosta (už pieštuko).



9.4 pav. Šviesos diodų šviestuovo spalvos.

9.1 lentelė. Lempučių tipai ir charakteristikos.

Lemputės tipas	Veikimo laikas, val.	Šviesos efektyvumas, lm/W	Privalumai	Trūkumai	Naudojimas
Kaitrinė	1000	10–15*	Skleidžia šiltą malonią šviesą, įsižiebia iš karto, neiškreipia spalvų.	Neekonomiškos, neilgaamžės, jautrios vibracijai ir įtampos svyravimams, įkaista.	Pagrindiniam, koncentruojamajam apšvietimui.*
Halogeninė	2000–5000	15–26**	Įsižiebia iš karto, neiškreipia spalvų, galią galima reguluoti, efektyvesnės ir ilgaamžiškesnės nei kaitrinės.	Įkaista, negalima liesti rankomis (trumpėja veikimo laikas), gali pririnkti transformatoriaus.	Koncentruojamajam, papildomam, dekoratyviam (ir pagrindiniam**) apšvietimui.*
Fluorescencinė	6000–15000	50–90*	Naudoja 80 proc. mažiau energijos nei kaitrinės, ilgiau veikia, neįkaista, yra linijinių ir kompaktinių lempučių, perdirbus sutau-poma iki 93 proc. išteklių gamybai, gali būti taikoma 10 metų garantija.	Netinka pirtims, šviesos stiprumą reguliuojantiems šviestuvams, atliekos yra pavojingos aplinkai, gali iškraipyti spalvas, spinduliuojami ultravioletiniai spinduliai.	Galima naudoti vietoje kaitrinių lempučių, pagal poreikį parinkus spalvinę šviesos temperatūrą.*
Šviesos diodai	Nuo 40000	Iki 100*	Naudoja per 80 proc. mažiau energijos nei kaitrinės, labai ilgai veikia, neįkaista, gali skleisti įvairių spalvų šviesą, galima parinkti įvairių šviesos spalvos temperatūrą (2580–8000 K).	Brangu, jei naudosime pagrindiniam apšvietimui sukurti (tada reikės daug lempučių, nes jos dėl veiksmingumo gaminamos labai mažos – 1–10 W galios).	Akcentams, laiptams, koridoriams, lentynoms, fasadams apšviesti, gali būti naudojama halogeniniuose šviestuvuose, gali sukurti spalvotą vaizdą.*
* UAB Ardena informacija. ** OSRAM atstovybės Lietuvoje informacija.					

Sutaupyti energijos galima ir tinkamai išdėsius šviestuvus, adekvačiai parinkus jų formą, šviesos srauto kryptį, reguliariai valant šviestuvus, lemputes, kontroliuojant apšvietimo įjungimą ir įdiegus kitas priemones.

Energiją taupančios lempučių į aplinką išskiria mažiau šilumos, tai taip pat teigiamai veikia darbo ar namų aplinką, ypač šiltuoju metų laikotarpiu, kai per aukštą temperatūrą patalpose gali sukelti įvairių rūpesčių.



9.5 pav. Šviestuvas su judesio davikliu.

Pereinamose patalpose (pavyzdžiui, laiptinėse) įrengus judesio daviklius (9.5, 9.6 pav.) galima sutaupyti daug energijos, ypač jei judėjimas nėra intensyvus. Judesio daviklius lengva reguliuoti, o parinkus tinkamą veikimo laiką, atstumą ir kampą galima nesumažinant komforto taupyti elektrą.



9.6 pav. Judesio daviklis.

## ATSINAUJINANČIŲ ENERGIJOS IŠTEKLIŲ NAUDOJIMAS

Atsinaujinantys energijos ištekliai yra gamtos ištekliai: potencinė vandens energija, saulės, vėjo, biomasės ir žemės gelmių šiluminė (geoterminė) energija. Biomasė Lietuvoje yra tradicinis kuras, o gerai apšiltintuose ir veiksmingai energiją naudojančiuose pastatuose tampa ekonomiškai tikslinga naudoti ir saulės, vėjo energiją, šilumos siurblius.

Atsinaujinančius energijos išteklius pastatuose galima naudoti keliais būdais: pasyviuoju – kai saulės, vėjo energija panaudojama tiesiogiai dėl vykstančių fizikinių procesų, ir aktyviuoju – kai šilumos ar elektros energijai pagaminti naudojant saulės, vėjo, biomasės, žemės gelmių energiją reikalinga speciali įranga.

Pasyvusis saulės energijos naudojimas – tai būdas, kai atitinkamai suprojektuotas pastatas sugeria ir sulaiko patalpų viduje saulės spindulius, patenkančius pro pietinius langus ar įstiklintas duris. Gerai apšiltintuose pastatuose saulės energija, gaunama per skaidrias atitvaras, orientuotas į pietus, gali kompensuoti didelę šilumos poreikių dalį (žr. 17, 18 sk.). Pasyvusis žemės šilumos naudojimas – tai pastato šiaurinio fasado užbėrimas gruntu. Ši priemonė sumažina šilumos nuostolius žiemą, o vasarą pastatą vėšina (per žiemą gruntas atvėsta, o per vasarą – įšyla). Vėjo energijos pasyviojo naudojimo pastate pavyzdys – vėjo turbina, skirta oro traukai pagerinti, tarkim, vėdinimo sistemoje. Įrengti pasyviąsias sistemas reikalingos žinios, skaičiavimai, kartais – pradinės investicijos (pritaikyti pastato fasadą ir užberti gruntu, įrengti saulės sieną ar vėjo turbiną), bet jų eksploatacija yra nemokama.

Aktyviosiose sistemose naudojami sudėtingesni įrenginiai, įvairūs prietaisai (pavyzdžiui, saulės kolektorių sistema, fotoelementai, vėjo generatoriai). Todėl investicija į aktyviąsias sistemas yra didesnė. Aktyviosios sistemos skirtos šiluminei arba elektros energijai gaminti.

Pagal tai, ar pasyviuoju, ar aktyviuoju būdu naudojama atsinaujinančių energijos išteklių energija, gautos energijos kaina svyruoja nuo 0 Lt/kWh iki 1 Lt/kWh ir daugiau (įvertinus investicijas). Kai kuriais atvejais pradinės investicijos gali atrodyti didelės, bet analizuoti rezultatus ir tikrąją naudą reikėtų atsižvelgiant į ateities perspektyvas, brangstantį kurą, klimato kaitą. Naudojant atsinaujinančius energijos išteklius pagaminta elektros energija yra svarbi

vietovėse, esančiose atokiau nuo elektros perdavimo linijų. Tokiu atveju ir elektros energijos gamyba savo reikmėms gali būti ekonomiškai pagrįsta.

Dažnai manoma, kad Lietuvoje atsinaujinančių energijos išteklių yra labai mažai, kad jie nereikšmingi. Tačiau palyginę, pavyzdžiui, kiek saulėtų valandų yra Vilniuje (1 690 valandų per metus) su kai kurių Europos miestų duomenimis (Mančesteryje, Didžiojoje Britanijoje, saulėtų valandų per metus yra 1 360, Hamburge, Vokietijoje – 1 570, Ženevoje, Šveicarijoje – 1 500, Kirunoje, Švedijoje – 1 470) matome, kad išteklių pakanka naudoti saulės energiją ir aktyviuoju, ir pasyviuoju būdu (remiantis Vokietijos, Švedijos, Didžiosios Britanijos, kitų šalių ir Lietuvos patirtimi), nors gaunamas efektas bus mažesnis nei tokiose šalyse kaip Graikija, Portugalija, Ispanija (per metus yra 2 500–3 000 saulėtų valandų). Panašiai yra su vėjo energijos ištekliais.

## 10. Saulės architektūra

Pasaulinėje praktikoje saulės architektūros principai taikomi projektuojant mažai energijos vartojančius, pasyviuosius ir kitokio tipo šiuolaikinius pastatus. Saulės architektūra buvo žinoma ir senosiose civilizacijose – Graikijoje, Romoje, Kinijoje. Vienas seniausių saulės energijos naudojimo pastatuose pavyzdžių yra Pueblo indėnų Dangaus miestas Akomoje (Šiaurės Amerika). Masyvūs moliniai pastatai buvo orientuoti į pietus.

Pagal šiuolaikinę sampratą, saulės architektūra susieja energijos naudojimo veiksmingumą ir pasyvųjį (tiesioginį) bei aktyvųjį saulės energijos naudojimo būdus.

Pagal saulės architektūros principus projektuojami pastatai turi atitikti tris pagrindinius reikalavimus:

- Pastatai suprojektuojami taip, kad saulės energijos srautas patektų į pastatą, kai reikia šilumos, ir nekaitintų patalpų, kai šiluma nepageidaujama. Tai pasiekama tinkamai orientuojant pastatus bei suprojektavus platesnę pastogę.

- Pastatai turi akumuliuoti saulės energiją – sukaupti šilumą, kurią galima naudoti, kai saulė nešviečia. Tam naudojamos masyvios konstrukcijos iš akmens, molio, plytų – sienoms, grindims, pertvaroms sukonstruoti ir kt. Galima numatyti ir specialius rezervuarus, užpildytus akumuliuojančiosiomis medžiagomis (vandeniu ar fazinio virsmo tirpalais).

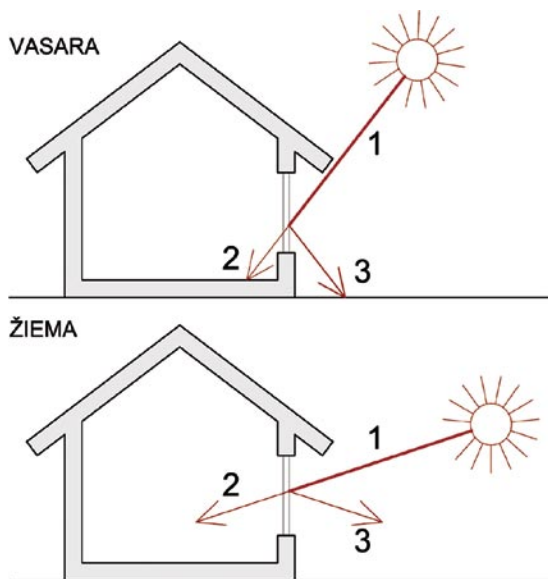
- Pastatai turi veiksmingai naudoti saulės energiją: gauti ir sukaupti kuo daugiau saulės energijos ir lėtai ją išsklaidyti. Tai daugiausia lemia pastato šilumos izoliacija, mažinanti šilumos nuostolius.

Naudoti saulės energiją tiesioginiu būdu efektyvu, jei atsižvelgiama į tam tikras sąlygas:

- optimali pastato orientacija – išilgai ašies rytai–vakarai su galimu 30° nukrypimu nuo jos;
- 50–70 proc. visų pastato langų ir kitų skaidrių atitvarų projektuojama pietinėje namo pusėje, o šiaurinėje – ne daugiau nei 10 proc.;
- pastatas turi būti gerai apšiltintas ir sandarus;
- gyvenamosios patalpos išdėstomos pietinėje pusėje, pagalbinės – šiaurinėje;
- vidinėms pertvaroms ir grindims reikalingos geros akumuliuojančiosios savybės;
- būtini šešėlių sudarantys pastato elementai ar kitos priemonės nuo perkaitimo vasarą (tam tikru atstumu pasodinti lapuočiai, žaliuzės, stogeliai ir kt.).

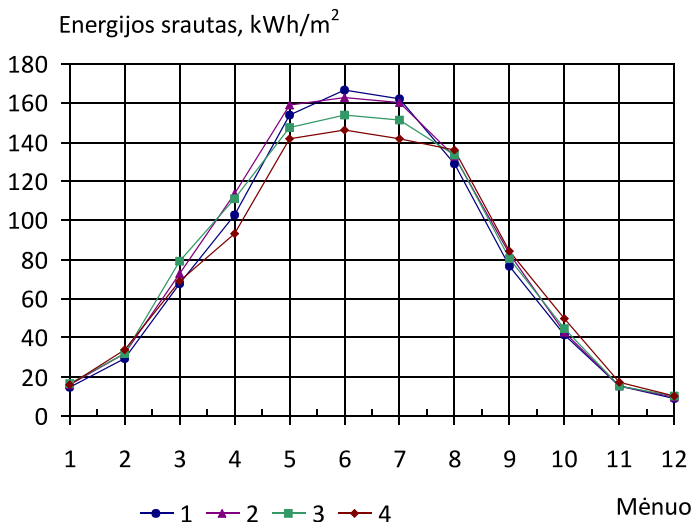
Į pastatą patenkantis energijos kiekis tiesiogiai priklauso nuo pietų pusėje esančių skaidrių atitvarų ploto. Svarbu tinkamai apskaičiuoti langų plotą ir išdėstymą, šilumą akumuliuojančios masės kiekį, kad būtų galima kaupti ir paskirstyti saulės energiją, tuo pat metu neperkaitinant pastato (10.1 pav.).

Virš pietinių langų svarbu įrengti stogelį arba padaryti platesnę pastogę (0,7–1,5 m pločio), kad vasarą susidarytų šešėlis, kai saulė kaitri ir pakyla aukštai virš horizonto (Lietuvoje birželio 22-osios vidurdienį ji pakyla beveik 60°), – taip patalpos neperkaista (10.1 pav.). Žiemą, kai saulė žemai (gruodžio 22 d. vidurdienį ji tepakyla iki 12°), stogelis netrukdo saulės spinduliams apšviesti patalpų vidaus. Spinduliai patenka į patalpas, apšviečia didelius grindų plotus, sienas, juos per dieną įšildo. Dalis spindulių atspindima nuo stiklo.

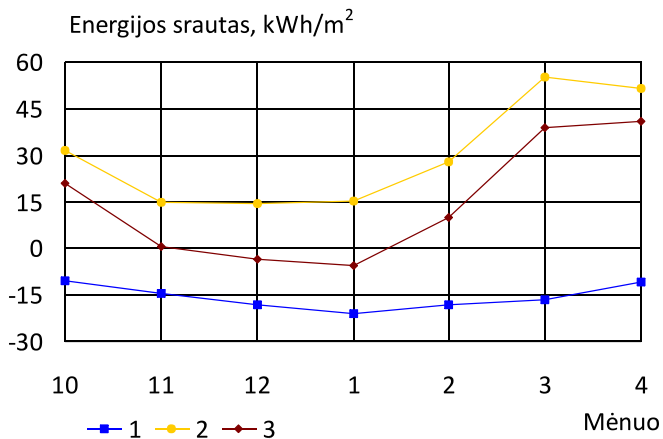


10.1 pav. Pietinis langas pasyviai saulės energiją naudojančiame name: 1. Langą pasiekiančių spindulių srautas. 2. Į pastato vidų patenkantys spinduliai. 3. Atspindėtas saulės energijos srautas.

Jei daromi dideli langai rytų ar vakarų pusėje, energijos per juos gaunama kur kas mažiau, o stogelis neapsaugo nuo perkaitimo, nes vasarą ryte ir vakare saulė kaitri, jai kylant ar leidžiantis spinduliai apšviečia langus.



10.2 pav. Į horizontalų paviršių krintantis saulės energijos srautas: 1. Šilutėje (aktinometrinių matavimų duomenys). 2. Kaune (aktinometrinių matavimų duomenys). 3. Vilniuje (monitoringo Tarptautiniame Vilniaus oro uoste duomenys). 4. Vilniuje (teoriniai skaičiavimai).



10.3 pav. Pro pietinius langus patenkanti saulės energija ir šilumos nuostoliai šildymo sezono mėnesiais: 1. Nuostoliai pro langus. 2. Pro langus patenkanti saulės energija. 3. Pro langus gautas šilumos kiekis.



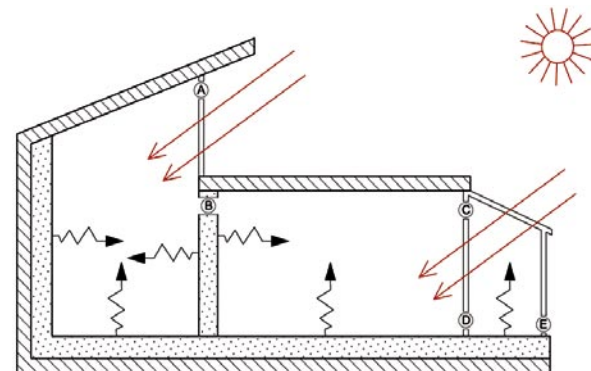
Remiantis Lietuvos Respublikos aplinkos ministerijos Aplinkos apsaugos agentūros atliekamais Tarptautiniame Vilniaus oro uoste eksperimentinių matavimų duomenimis nustatyta, kad Vilniuje vidutinis suminis saulės energijos kiekis horizontalioje plokštumoje yra 3 500 MJ/m<sup>2</sup> per metus (tyrimo laikotarpiu buvo 3 300–3 660 MJ/m<sup>2</sup>). Tai mažai kuo skiriasi nuo kitų Lietuvos vietovių duomenų (10.2 pav.). Horizontaliai plokštumai 80 proc. metinės energijos tenka balandžio–rugsėjo mėnesiais. Pro pietinėje pusėje esančius langus šildymo sezono mėnesiais patenkanti saulės energija viršija šilumos nuostolius (10.3 pav.). Per šildymo sezoną gaunama virš 100 kWh šilumos pro 1 m<sup>2</sup> į pietų pusę nukreipto lango.

## Šilumos akumuliacija

Norint pasiekti pasyvų šildymo efektą, reikia išlaikyti į pastatą patekusią saulės energiją jo viduje, todėl svarbus veiksnys yra šilumą akumuliuojanti masė. Energija yra perduodama šilumos laidumo, konvekcijos, spinduliavimo būdu arba šiais trimis būdais kartu. Šilumą akumuliuojantys elementai patalpose pakeičia šilumos pasiskirstymą: sumažėja temperatūros svyravimai, nes pirmiausia šiluma sukaupiama, ir tik atvėsus patalpų orui išspinduliuojama. Todėl efektyviau naudojama patekusi į pastatą saulės energija. Kai saulė tiesiogiai apšviečia pastato vidų, šiluma kaupiasi masyviose sienose, grindyse ar kituose elementuose, todėl temperatūra namo viduje nepakyla per daug.

Kai saulė nebeapšviečia patalpų, ir oro temperatūra krinta, masyvūs elementai tampa šilumos šaltiniais (10.4 pav.).

Optimaliam šilumą akumuliuojančiam elementui būdingas didelis tankis, geros šiluminės difuzijos savybės. Daugelio šilumą akumuliuojančių medžiagų veiksmingas storis svyruoja nuo 10 cm iki 20 cm.



10.4 pav. Patalpų šildymo ir vėdinimo sistema, naudojantis natūraliais procesais: A–E – ventiliacijos angos.

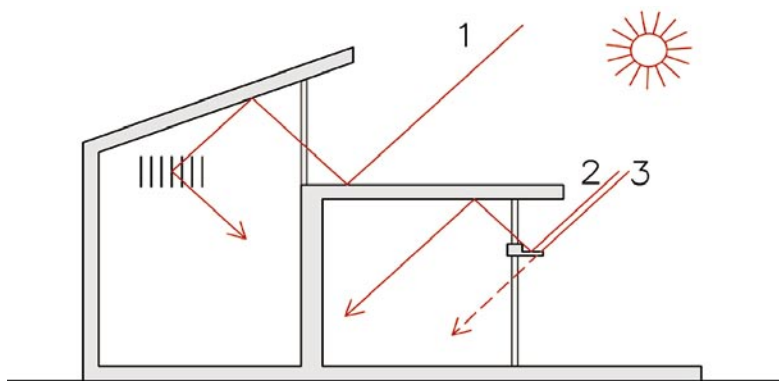
## Apsauga nuo perkaitimo, pasyvosios vėsinimo ir vėdinimo sistemos

Saulės architektūra aprėpia ir kitokias priemones, dėl kurių suvartojama mažiau energijos ir pagerėja komfortas pastato viduje. Vėdinimo sistema gali veikti pasitelkiant natūralius procesus, tokius kaip šilto oro kilimas į viršų ir dėl temperatūrų skirtumo padidėjusi konvekcija.

Tiesioginė saulės šviesa patalpose reikalinga: ji svarbi augti augalams, palaikyti mikrobiologinę pusiausvyrą, apšviesti interjerą – išryškėja tekstūros, spalvos, formos; tai erdvei suteikia gyvumo, realią ir dėl spinduliavimo subjektyviai jaučiamą šilumą žiemą.

Siekiant reguliuoti į pastatą pro langus patenkančią šilumos srautą, galima tam tikru būdu apželdinti sklypą. Visžaliai medžiai rekomenduotini pastato vakarinėje ir rytinėje pusėje, o pietinis langas neturėtų būti uždengtas žiemą, rudenį ir pavasarį, todėl pietinėje pastato pusėje labiau tinka lapuočiai.

Apsauga nuo saulės spindulių pertekliaus šiltuoju metų laikotarpiu naudojant išorinius stogelius, langines, markizes arba priemones patalpų viduje (10.5 pav.) yra vienas pasyviojo vėsinimo būdų, dėl kurio sunaudojama mažiau elektros energijos. Suderinus natūralaus apšvietimo naudojimą (10.9, 10.10, 10.11 pav.) ir šešėlio valdymo būdus galima pagerinti patalpų mikroklimatą, sukurti pastovesnį apšvietimą darbo vietose dieną ir taip padidinti darbo našumą. Šie pastato komponentai svarbūs norint kontroliuoti saulės spindulių patekimą į pastato vidų. Jie gali būti laikini, naudojami sezoniškai, arba stabilūs pastato elementai. Šie elementai gali būti suprojektuoti siekiant skirtingų tikslų – perskirstyti šviesos srautą arba jį atspindėti.



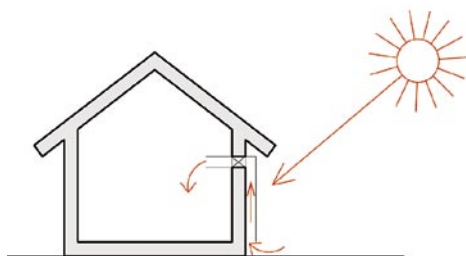
10.5 pav. Saulės energijos srauto nukreipimas ir paskirstymas: 1. Atsispindėję nuo stogo ir pastogės, spinduliai išsklaidomi. 2. Stogelis atspindi spindulius. 3. Stogelis praleidžia dalį spindulių.

Taip pat svarbu nepamiršti, kad užuolaidos ir žaliuzės, naudojamos šildymo sezonu naktį, gali sumažinti šilumos nuostolius, nes sudaro buferines zonas, papildomą šilumos izoliacijos sluoksnį.

Jeigu stogelis (pastogė) yra platus ir dengia terasą, tai gali turėti įtakos saulės šilumos patekimui į pastatą žiemą, nes, ypač kai žemę užkloja sniegas, saulės spinduliai į pastatą patenka ir atsispindėję nuo sniego, kitų pastatų.

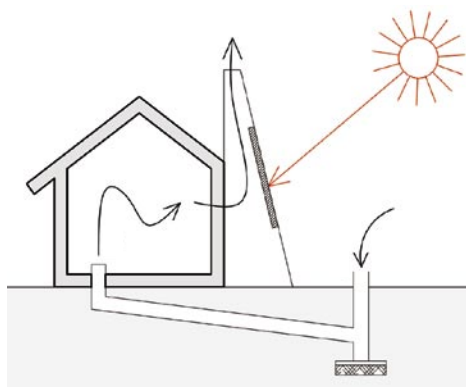
Išoriniai elementai turi būti ilgaamžiai; optimalu, jei jie atlieka kelias funkcijas: meta šešėlį, kai saulė kaitri, nukreipia šviesą arba ją praleidžia, kai reikia šviesos ir saulės šilumos, taip pat atlieka estetinę funkciją.

Projektuojant pastatą galima numatyti, kad saulės spinduliai ar vėjas būtų naudojami oro srautui vėdinimo sistemoje padidinti: tam taikomas saulės sienos principas, saulės kaminas ar vėjo turbina (10.6–10.8 pav.).

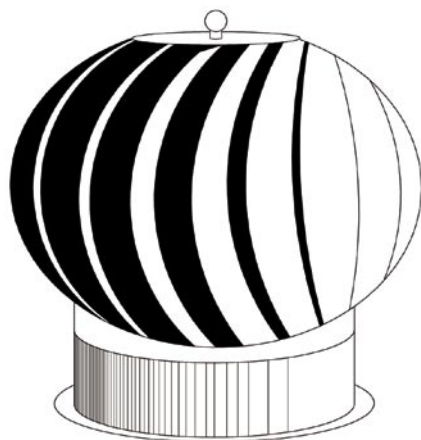


10.6 pav. Saulės siena.

Saulės siena žiemą yra vėdinimo sistemos dalis, o vasarą ji gali pagerinti pastato vėsinimą, nes ankos atidaromos pastogėje, ir šiltas oras šalinamas į lauką. Žiemą saulės sienos konstrukcijoje įkaitęs oras dirbant ventiliatoriui tiekiamas į vėdinimo sistemos ortakius. Daugiausia saulės sienos sistemų įrengta JAV ir Kanadoje, jų yra ir Europos šalyse.



10.7 pav. Saulės kaminas.



10.8 pav. Vėjo turbina.

Saulės siena gali būti sukomplektuota su saulės kolektoriais bei fotoelementais. Kaip teigia gamintojai, tai bene greičiausiai atsiperkanti saulės energiją naudojanti priemonė.

Saulės kaminas veikia panašiai kaip saulės siena. Tai taip pat yra pastato elementas, suprojektuotas taip, kad kuo labiau išiltų jame esantis oras. Kaminas yra aukštesnis už pastatą, siauras, todėl įkaitęs oras natūraliai kyla į viršų, pagerindamas trauką. Saulės kaminas gali būti įvairių formų, pagamintas iš įvairių medžiagų. Jis nukreipiamas į saulėtą pastato pusę. Tokios sistemos aktyviai tyrinėjamos ir taikomos Didžiojoje Britanijoje, Čekijoje, kitose šalyse. Jos naudojamos daugiabučiuose, visuomeniniuose, administraciniuose pastatuose.

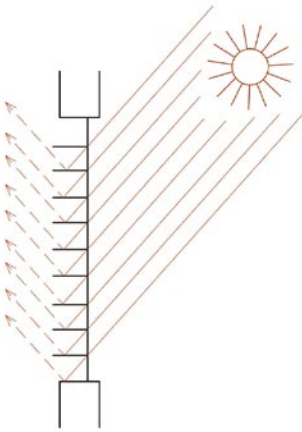
Vėjo turbino paskirtis – pagerinti trauką naudojant vėją. Tada sutaupoma elektros energijos. Sparnuotės konstrukcija leidžia turbina sukintis pučiant ir labai silpnam vėjui. Pučiant maždaug 2,2 m/s vėjui, ventiliacijos turbina (tai priklauso nuo jos tipo) iš patalpų per valandą ištraukia apie 600–700 m<sup>3</sup> oro. Pučiant stipresniam vėjui, trauka padidėja. Įrengti turbinas patartina tokiuose pastatuose, kur yra daug garų kondensato. Veikiant turbina, kondensatas nespėja kauptis, sienose ar stogo konstrukcijose neužsilaiiko drėgmė.

### **Tinkamas natūralaus apšvietimo naudojimas**

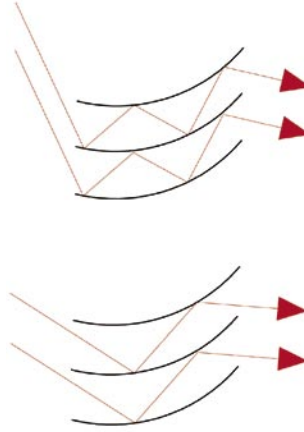
Nors tamsūs paviršiai geriau akumuliuoja šilumą, nerekomenduojama patalpų vidaus dažyti tamsia spalva, nebent atskiras nedideles interjero detales, nes taip sumažėja šviesos ir padidėja elektros energijos sąnaudos. Optimalus natūralaus apšvietimo naudojimas gali padidinti ir darbingumą, komfortą, pakelti nuotaiką. Siekiant didžiausios naudos, atsižvelgiama į tam tikrus patalpų išdėstymo principus. Individualiuose namuose rekomenduojama svetainę įrengti pietų ar pietvakarių pusėje, virtuvei tinka rytai (nerekomenduojama pietinė pusė, nes virtuvėje paprastai būna šilčiau), pagalbines patalpas – sandėliukus, laiptines, koridorius siūloma įrengti šiaurinėje pastato pusėje.

Jeigu reikia nuolatinės išsklaidytos šviesos, labiausiai tinka šiaurinė pastato ar patalpos pusė, bet šviesos šaltinis, panaudojus šviesą nukreipiančius elementus, gali būti ir pietiniai langai.

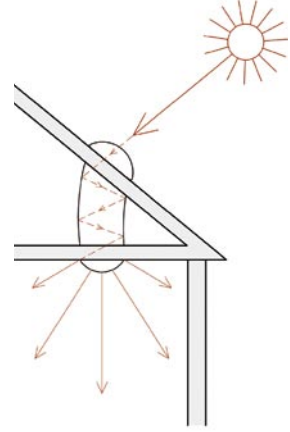
Naudojant įvairius atspindinčio paviršiaus stogelius, išorines, vidines žaliuzes, prizmes patalpose galima geriau paskirstyti šviesą (10.5, 10.9, 10.10 pav.).



10.9 pav. Tiesioginę šviesą išsklaidančios horizontalės.



10.10 pav. Šviesą paskirstančios prizmės.



10.11 pav. Šviesos vamzdis.

## Šviesos vamzdžiai

Šviesos vamzdžiais (10.11 pav.) yra transportuojama dienos šviesa, ją koncentruoja veidrodžiai ir lęšiai. Ji yra perduodama giliau į pastatą vamzdžiais, kurių paviršius gerai atspindi šviesą. Vamzdžio gale yra emiteris, paskleidžiantis ir išskaidantis šviesą iki įprastos kokybės. Šviesos vamzdžiai naudojami sukurti dienos apšvietimą belangėse patalpose. Apniukusiomis dienomis šviesos srautas gali būti nepakankamas, taigi būtinas dirbtinis apšvietimas. Šviesos vamzdžiai pritaikomi dideliuose prekybos centrų pastatuose, angaruose ir kitur.

## 11. Saulės kolektoriai

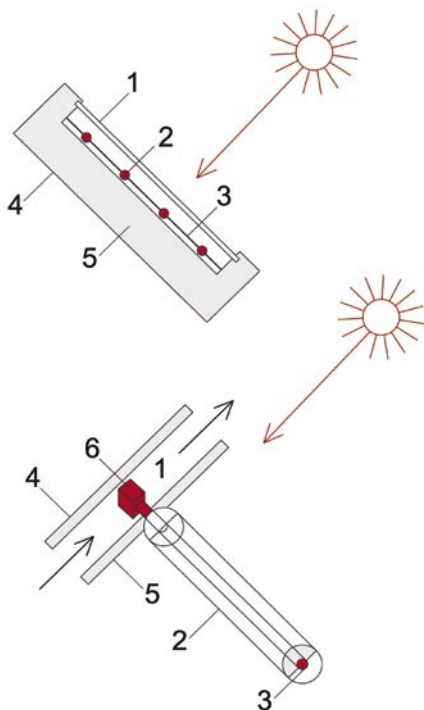
Saulės spindulių energija kolektoriuose transformuojama į šilumą, ją į šildymo sistemą perneša šilumos nešėjas (tai gali būti oras, vanduo ar kitas skystis). Saulės šilumą galima panaudoti vandeniui, baseinams ar patalpoms šildyti.

Labiausiai paplitę plokštieji kolektoriai (11.1 pav. viršuje) sudaryti iš absorberio, sugeriančio saulės energiją, vamzdelių, kuriais teka šilumos nešėjas. Absorberis įtaisytas į apšiltintą dėžę skaidriu paviršiumi (dažniausiai stikliniu), pro jį patenka saulės spinduliai. Tarp absorberio ir šilumą akumuliuojančios talpos cirkuliuoja vandens ir aplinkai nepavojingo antifrizo mišinys. Paprastai saulės kolektoriuose yra temperatūros matuoklis. Kai skysčio temperatūra

kolektoriuje tampa didesnė už vandens temperatūrą akumuliacinėje talpoje, reguliatorius įjungia cirkuliacinį siurbį, ir šilumos nešėjas pradeda cirkuliuoti sistemoje.

Plokštieji kolektoriai gali būti tvirtinami ant stogo, statomi ant žemės, kabinami ant sienos. Kiekvieną plokščiojo kolektoriaus elementą galima tobulinti, siekiant didesnio įrenginio našumo. Svarbu absorbcijos, stiklo visuminės saulės energijos praleisties (naudojamas mažai geležies turintis stiklas), vamzdžių šilumos laidumo koeficientai ir kiti veiksniai.

Siekiant sumažinti šilumos nuostolius dėl konvekcijos kolektoriaus viduje, buvo sukurti vakuuminiai kolektoriai. Vakuuminiame kolektoriuje (11.1 pav. apačioje) absorberis įdėtas į spaudimui atsparų stiklinį vamzdį, iš kurio išsiurbtas oras. Tai vakuumo kolba (vamzdis), panaši į termosą. Išorinis selektyvinis boro silikato stiklas, kaip ir langų paketuose, įleidžia platų saulės šviesos spektrą ir sulaiko šilumą. Vidinė tokio vamzdžio kolba padengta specialiomis juodomis absorbuojančiomis dangomis, kad sugertų visą saulės šviesos spektrą ir paverstų jį šiluma. Vamzdžiai tarpusavyje sujungiami viršutine dalimi. Vakuuminiai saulės kolektoriai būna kelių rūšių, atsižvelgiant į tai, koku būdu saulės energija perduodama šilumos nešėjui. Labiausiai skiriasi šių modifikacijų montavimo ir vamzdžių sujungimo ypatybės.



11.1 pav.

Viršuje – plokščiasis kolektorius:

1. Stiklas.
2. Vamzdis.
3. Absorberis.
4. Rėmas.
5. Šilumos izoliacija.

Apačioje – vakuuminis kolektorius:

1. Šilumos nešėjas.
2. Vamzdis ir absorberis.
3. Lengvai garuojantis skystis vidiniame vamzdelyje.
4. Šilumos izoliacija.
5. Apšiltintas šilumą surenkantis vamzdis.
6. Šilumokaitis.

Galima naudoti ir saulės spindulius koncentruojantį veidrodinį reflektorių, bet dėl jo vakuuminio kolektoriaus konstrukcija yra brangesnė, kartais ji sukelia sunkumų pučiant vėjui (veikia kaip burė), o tą patį efektą galima pasiekti sumontavus daugiau kolektoriaus vamzdžių (24 vamzdeliai be reflektoriaus veiks taip pat kaip 20 su reflektoriumi).

Vakuuminio kolektoriaus vidiniame vamzdyje yra specialus žemoje temperatūroje lengvai garuojantis skystis. Pašvietus saulei ir didėjant temperatūrai, garai kyla į šilumokaitį, o šis atiduoda šilumą šilumos nešėjui ir atvės-ta. Tada garai kondensuojasi ir suteka į vamzdžio apačią. Šiuose kolektoriuose pasiekama didesnė temperatūra nei plokščiuosiuose, jie yra veiksmingesni, bet brangesni. Kai kurie vakuuminiai kolektoriai veiksmingai veikia ir ūkanoto-mis dienomis, tinka ir patalpų šildymo sistemose. Kai kurių vakuuminių kolektorių vamzdžių kiekį galima lengvai padidinti jau pradėjus eksploatuoti sistemą.

Yra ir bestiklių saulės kolektorių: jie pagaminti iš juodų polimero vamz-džių, yra palyginti pigūs ir naudojami tik vasarą. Jais dažniausiai šildomas ba-seinų vanduo.

Vakuuminių kolektorių kainos 2008 m. svyravo nuo 700 iki 2 000 Lt/m<sup>2</sup>, plokštieji kolektoriai kainavo 500–900 Lt/m<sup>2</sup>. Saulės šiluminės energijos kaina – 0,13–0,50 Lt/kWh.

Saulės kolektoriai gali būti skirti tik vandeniui, tik patalpoms šildyti arba naudojami abiem atvejais.

Karšto vandens ruošimo sistemą (11.2 pav.) sudaro saulės kolektorius, akumuliacinė talpa, vamzdynas, siurbliai, reguliatoriai, davikliai, papildomo šildymo įrenginiai, kt., ji komplektuojama atsižvelgiant į poreikius ir paskirtį, nes geras saulės kolektorius dar nereiškia gero visos sistemos darbo. Kad karšto vandens ruošimo sistema būtų veiksminga, svarbu tinkamai įvertinti karšto van-dens poreikius. Jei skaičiuojama, kad vienas žmogus naudoja apie 50 l karšto vandens per dieną, tai vienam žmogui reikia apie 1,2–1,5 m<sup>2</sup> saulės kolektorių.

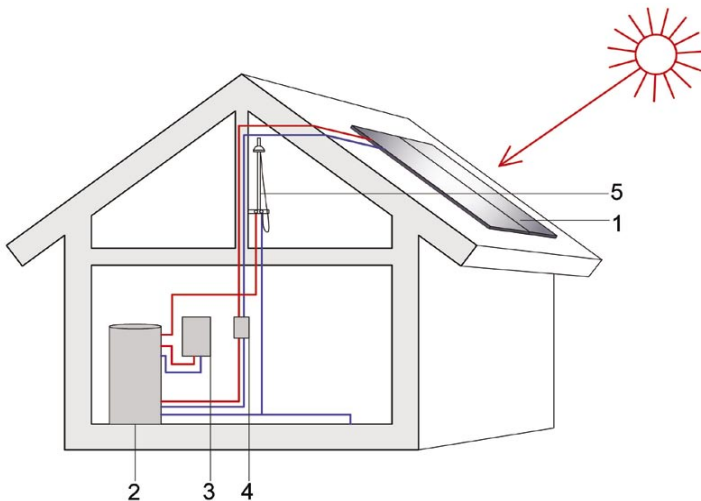
Akumuliacinės talpos paskirtis – sukaupti šilumą, kad karšto vandens užtektų kelioms dienoms (vasarą), todėl jos tūris yra 1,5–2 kartus didesnis nei vienos dienos poreikis (75–100 litrų vienam žmogui). Svarbu įsigyti talpą, tinkančią saulės kolektorių sistemoje: daugelyje buitinių tūrinių vandens šildytuvų įmontuota emaliuota spiralė su storu vamzdžiu, turinti tik kelias vi-jas. Tokio tipo šilumokaičiai skirti prijungti katilus, bet ne saulės kolektorius. Vandens šildytuvuose naudingiausia turėti kelias spirales-šilumokaičius, kad būtų galima pajungti ir biomasės, ir kitokį katilą ar elektrą. Sistemai gali turėti įtakos ir vandens kokybė: jeigu vanduo kietas, per metus vandens talpoje gali

susikaupti daug nuosėdų; tai komplikuoja šilumos mainus, todėl rekomenduojama naudoti vandens filtrus arba šildytuvą, kurį galima išvalyti.

Tinkama vieta, skirta išdėstyti saulės kolektorius – stogo šlaitas, nukreiptas į pietų pusę ( $\pm 30^\circ$ ). Stogo nuolydis gali būti 40–60°, – tai lemia šilumos gamybą skirtingais sezonais. Jei stogas plokščias, naudojami specialūs padėklai, pakeliantys kolektorius reikiamu kampu. Kai kurių vakuuminių kolektorių vamzdžius su absorbuojančiu paviršiumi galima lengvai sukinti pagal saulę, net jei netinkamas stogo nuolydis.

Praktinė patirtis Lietuvoje ir kitose Europos šalyse parodė, kad naudojant saulės kolektorius galima patenkinti apie 50 proc. karšto vandens poreikio per metus. Žiemą paruošti 100 proc. karšto vandens iš saulės mūsų platumose kol kas sudėtinga. Gerai, kai 100 proc. karšto vandens paruošiama vasarą, to siekiant dažniausiai ir parenkamos atskiros sistemos dalys. Tačiau jau yra pavyzdžių ir Lietuvoje, kai saulės kolektorai naudojami ne tik karštam vandeniui ruošti, bet ir patalpoms šildyti. Tokiu atveju kolektorių plotas yra didesnis, o karšto vandens perteklius vasarą panaudojamas šildyti baseinui arba tiekiamas kaimynams.

Saulės šilumos energija sėkmingai naudojama šiuolaikiniuose pastatuose panašiomis į Lietuvos klimato sąlygoms. Pavyzdžiui, 1960 m. statyto daugiabučio namo Noršiopingo mieste (Švedija) gyventojai, po remonto 50 proc. vandeniui šildyti reikalingos energijos gauna iš 93 m<sup>2</sup> ploto saulės kolektorių, įtaisytų ant pastato stogo.



11.2 pav. Karšto vandens ruošimo sistema: 1. Saulės kolektorius. 2. Tūrinė vandens talpa. 3. Papildomas šildytuvas. 4. Siurblys. 5. Dušas.



Saulės kolektoriai naudojami ir centralizuoto šilumos tiekimo sistemose. Gyvenvietėje netoli Geteborgo (Švedija) stovi 2003 m. buvusi didžiausia Europoje 10 000 m<sup>2</sup> saulės šilumos jėgainė, kurią sudaro 800 vnt. 12,5 m<sup>2</sup> ploto kolektorių (11.3 pav.). Pasiiekta, kad per metus saulės kolektorių laukas pagamina 4 proc. (apie 3,5 GWh) visos gyvenvietei reikalingos šiluminės energijos.



11.3 pav. Saulės kolektorių laukas Geteborgo priemiestyje (Švedija).

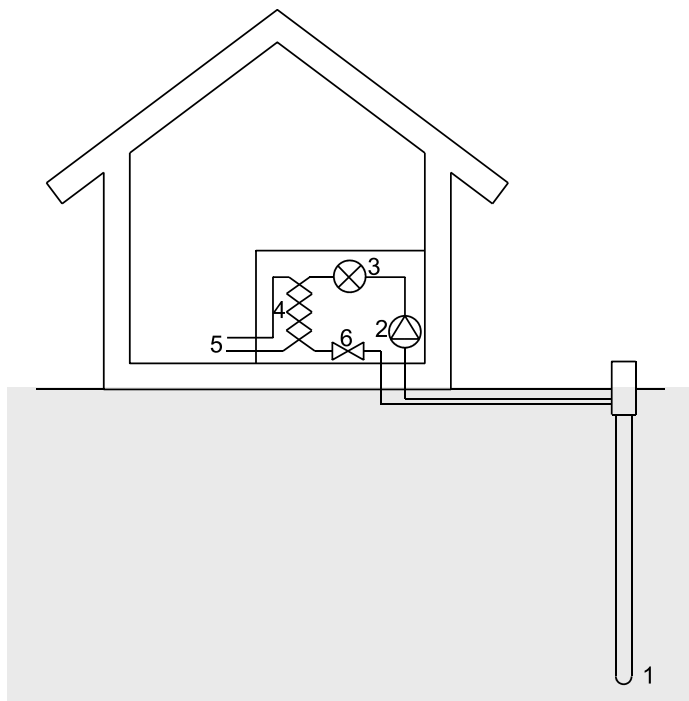
## 12. Šilumos siurbliai

Per vasarą žemės paviršiaus, vandens telkinių sugerta ir sukaupta saulės šiluma bei žemės gelmių šiluma gali būti naudojama kaip šilumos šaltinis pastatuose. Šiluminei energijai išgauti naudojami šilumos siurbliai. Šiluma išgaunama iš grunto, gruntinio vandens, vandens telkinių, atmosferos oro, nuotekų, ventiliacijos sistemų oro ir kt. Šiam procesui naudojama elektros energija (siurbliams, kompresoriams, kt.), o rezultatas – apie 2,5–5,5 karto didesnis kiekis šilumos, tiekiamos į šildymo sistemą. Norint gauti pakankamai šilumos ir užtikrinti gerą sistemos darbą, svarbu tinkamai parinkti šilumos šaltinį ir įrangą. Didžiausias šilumos siurblio naudingumo koeficientas pasiekiamas, kai ruošiamas kuo mažesnės temperatūros – iki 35 °C šilumos nešėjas.

### Gręžinys

Apatinio paviršinio geoterminio sluoksnio podirvio temperatūra yra beveik pastovi, jame sukauptą šilumą galima naudoti bet kuriuo metų laiku ir apšildyti visų rūšių pastatus – didelius ar mažus, visuomeninius ar nuosavus. Atsižvelgiant į regiono ypatumus, toks gręžinys vadinamas vertikaliąja absorbcija (12.1 pav.), žemės įkasa arba žemės įpjova. Tokiam gręžiniui nereikia daug vietos – jis gali būti išgręžtas net ir labai mažame žemės sklype, todėl tinka pertvarkyti iškastiniu kuru šildomas sistemas. Kaip ir įrengus

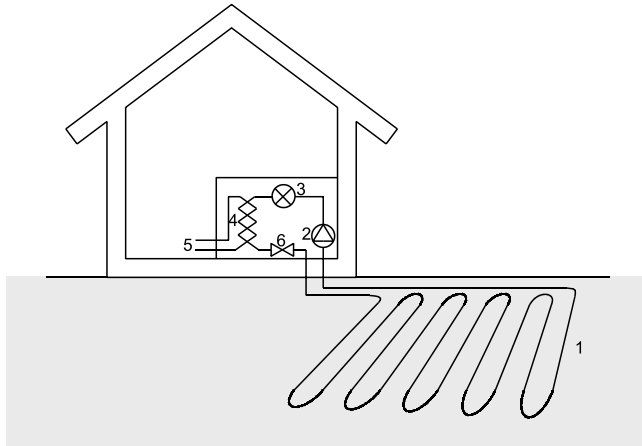
horizontalųjį kolektorių (12.2 pav.), uždaru vamzdynu cirkuliuoja vandens ir antifrizo mišinys. Gręžinių gylis ir kiekis priklauso nuo šilumos poreikio.



12.1 pav. Šildymo sistemos schema, kai naudojama vertikalioji absorbcija: 1. Kolektorius. 2. Siurblys. 3. Kompresorius. 4. Šilumokaitis. 5. Vamzdynas. 6. Išsiplėtimo vožtuvas.

## Paviršinio grunto šiluma

Paviršinio grunto šiluma gaunama per šilumos nešėją, kuris teka plastikiniais vamzdžiais, išvedžiotais horizontaliai (12.2 pav.), po žeme (tai vadinama horizontaliuoju kolektoriumi). Tuo metu žemė aplink vamzdžius vėsta. Vasarą šviečiant saulei gruntas vėl sukaupia šilumą. Kuo vandeningesnis gruntas, tuo daugiau energijos išgaunama. Kolektorius įleidžiamas maždaug 20 cm žemiau vietinės įšalo linijos.



12.2 pav. Šildymo sistemos schema, kai naudojamas horizontalus kolektorius: 1. Kolektorius. 2. Siurblys. 3. Kompresorius. 4. Šilumokaitis. 5. Vamzdynas. 6. Išsiplėtimo vožtuvas.

## Gruntinio vandens šiluma

Jeigu gruntinis vanduo lengvai pasiekiamas, jį galima panaudoti kaip šilumos šaltinį, nes jo temperatūra bet kuriuo metų laiku būna 7–12 °C. Atstumas tarp šilumos išgavimo taško (maitinimo šulinio) ir sugrįžimo taško (giliojo šulinio) turi būti apie 10–15 m. Individualiems namams, kuriuose gyvena po vieną ar dvi šeimas, pumpuoti gruntinį vandenį iš didesnio nei 15 m gylio dažnai yra netikslinga, nes labai padidėja sąnaudos.

## Atmosferos oro šiluma



12.3 pav. Šilumos siurblys oras–oras

Kai pirminis šilumos šaltinis yra atmosferos oras (12.3 pav.), šilumos siurblio naudingumo koeficientas kinta pagal oro temperatūrą, ir tada, kai labiausiai reikia šilumos, lauko temperatūrai nukritus žemiau -20 °C, energinio efektyvumo koeficientas yra mažiausias.

Šilumos siurbliai naudojami ir nuosaviems namams, ir daugiabučiams, visuomeniniams ar pramoniniams pastatams šildyti, vėsinti bei karštam vandeniui ruošti. Jie ypač efektyvūs mažai energijos naudojančiuose pastatuose, taip pat kartu veikiančiose šildymo, vėdinimo ir vėsinimo sistemose. Naudojant šilumos siurblius mažiau teršiamo aplinka, nes nevyksta degimo procesas (siurbliui veikti reikalinga elektros energija gaunama elektrinėse, kur patogiau kontroliuoti teršalų patekimą į aplinką, kai deginamas kuras). Taip pat nereikia kaupti kuro atsargų ir jų sandėliuoti bei kasdien prižiūrėti šildymo sistemos darbo. Gali būti gaminama ir vietinė elektros energija šilumos siurblio darbui užtikrinti, naudojant vėjo generatorių. Baseinuose ir kitose drėgnose patalpose šilumos siurbliai gali būti naudojami kartu su drėgmės kaupimo ir vėdinimo įranga.

Pagal šilumos poreikį šilumos siurblys gali būti vienintelis šilumą gaminantis įrenginys (pavyzdžiui, pasyviuosiuose pastatuose). Būna ir kombinuotų sistemų, kur yra ir kietojo kuro katilas, saulės kolektoriai, kiti įrenginiai. Šilumos siurblio darbui galima naudoti pigesnę elektros energiją naktį – tada į sistemą įjunginama akumuliacinė talpa. Naudojant šilumos siurblius svarbu apsvaistyti ir patalpų šilumos šaltinį – geriausiai tinka grindinis šildymas, nes palaikoma palyginti žema, apie 30 °C, šilumnešio temperatūra. Dėl spinduliavimo šiluma tolygiai pasiskirsto, ir sukuriama šilumos komforto pojūtis – kambario temperatūra yra keliais laipsniais žemesnė nei atrodo (iki 10 proc.). Tai pasakytina apie nuolat šildomas ir naudojamas patalpas, nes kitu atveju, pavyzdžiui, sodų nameliuose, grindinis šildymas būtų neveiksmingas, – retai šildomos grindys lėtai įšyla.

Vienas pavyzdžių, kai šilumos siurbliai sėkmingai įdiegti siekiant panaudoti šilumą iš technologinių įrenginių apytakinio vandens, yra Kauno acetatinio pluošto gamykla UAB *Korelita*. Šilumos siurblys naudoja 18–25 °C temperatūros nuotekų šilumą, per šildymo sezoną pagamina iki 10 000 MWh šilumos; jos savikaina, 2003 m. duomenimis, buvo 36,4 Lt/MWh. Iš UAB *Kauno energija* buvo perkama iki 24 000 MWh šiluminės energijos po 90,9 Lt/MWh. Vasarą pagaminamą šilumą galima būtų parduoti. 1994 m. ir 1997 m. įrengti du šilumos siurbliai, kurių vertė – 1,2 mln. Lt (su montavimo darbais).

UAB *Aukštaitijos vandenys* užsakymu įmonės *Sanresta* įgyvendintas projektas 2006 m. pelnė Lietuvos pramonininkų konfederacijos Metų gaminių nominaciją. UAB *Aukštaitijos vandenys* objekte buvo sumontuota 200 kW galios šilumos siurblių instaliacija, kaip šilumos šaltinis buvo panaudotas vandentiekio vanduo. UAB *Aukštaitijos vandenys* atliko daug tyrimų, kad įsitikintų veiksmingumu. Nepaisant to, kad šildymo sistema šiame objekte – radiatorinė,

buvo pasiektas realus energijos transformacijos koeficientas, viršijantis 3–3,5.

Kitame objekte, UAB *Senukų prekybos centras* SPA centre, ketinama naudoti 18 šilumos siurblių. Kiekvienas jų turės 40 kW šiluminės galios. Jau paklota apie 40 km horizontalaus kolektoriaus. Pikinė energija bus gaminama dujinėje katilinėje. Kol užteks šilumos siurblių gaminamos energijos, dujiniai katilai nebus naudojami.

### 13. Efektyvus biomasės naudojimas

Biomasė Lietuvoje yra tradicinis kuras. 2007 m. labiausiai iš atsinaujinančių išteklių naudojamos malkos ir medienos atliekos sudarė 92,2 proc. Medienos kuro poreikis Lietuvoje vis didėja, bet esamas šalyje potencialas – ribotas, todėl ypač svarbu tinkamai naudoti dabar turimus išteklius ir plėtoti žemės ūkio atliekų (šiaudai, spaliai, daugiametės žolės, kt.) bei kitų biomasės rūšių naudojimą. Lietuvoje dirvonuojantys žemių plotai ir pakelės gali būti naudojami norint auginti greitai augančius energetinius augalus. Biomasė turi privalumų, palyginti su kitais ištekliais: nedidelės paruošimo sąnaudos; ištekliai mažai priklauso nuo trumpalaikių oro permainų; energetinių augalų plantacijos, greitai augantys medžiai (pavyzdžiui, drebulės), skirti malkoms ruošti, gali būti auginami netoli pastatų.

Iš biomasės paruoštas kietasis (malkos, granulės, energetinė skiedra, briketai, šiaudų ritiniai, kt., žr. 13.1–13.4 pav.) biokuras naudojamas įvairios paskirties pastatų, centralizuoto šilumos tiekimo sistemų katilinėse.

Kietojo kuro katilai būna pritaikyti konkrečiam vienos rūšies (pavyzdžiui, labai efektyvūs medienos granulių katilai) arba kelių rūšių kurui (universalesni, tačiau jų naudingumo koeficientas mažesnis). Neefektyvius senos gamybos katilus (naudingumo koeficientas – iki 60 proc.) rinkoje išstumia naujosios kartos katilai (naudingumo koeficientas – daugiau nei 80 proc., atskirais atvejais – daugiau nei 90 proc.). Senosios kartos katiluose yra komplikotas oro tiekimo, degimo proceso valdymas, todėl kuras sudega ne iki galo, jo sunaudojama daugiau, labiau teršiama aplinka. Naujosios kartos katiluose yra reguliuojamas oro padavimas, valdomas degimo procesas, kuras sudega geriau, katilo darbas yra saugesnis, jį reikia mažiau prižiūrėti. Yra įvairių katilų, besiskiriančių savo konstrukcija, veikimo principu, efektyvumu, patogumu naudoti: dujų generacijos kietojo kuro katilai (sudeginamos ir degimo procese išsiskyrusios dujos, 13.5 pav.), žvakės tipo (degimas vyksta katilo viršuje), apatinio degimo, tiesioginio degimo, granulių katilai (13.6 pav.) ir kitokie.



13.1 pav. Javų šiaudų (kairėje) ir medienos (dešinėje) granulės.\*



13.2 pav. Šiaudų briketas.\*



13.3 pav. Medienos skiedros ir žirnių stiebų granulės.\*



13.4 pav. Spalių granulės, gluosnio malka (kairėje), šiaudų briketai (viršuje ir dešinėje).\*

Granulių katilai išsiskiria tuo, kad turi kuro talpas, kurios užpildomos kelis kartus per šildymo sezoną ar per mėnesį, savaitę (priklauso nuo talpos dydžio), veikia automatiškai, yra labai efektyvūs, juose lieka nedaug pelenų, – tai leidžia išvengti nuolatinio rūpesčio katilu. Automatinis granulių katilo kūrenimo proceso valdymas toks pat patogus kaip ir dujinio ar skystojo kuro katilo, galingumas lengvai reguliuojamas 30–100 proc. šiluminės galios intervalu, priežiūra paprasta. Granulės būna 6–20 mm skersmens, iki 25 mm ilgio. Jos gaminamos iš javų, rapsų šiaudų, spalių, lukštų, baldų pramonės, kitų medienos atliekų. Gamybai nenaudojami cheminiai priedai ar klijai. Energetinė granulių vertė yra apie 17–19 MJ/kg. Jos būna supakuotos po 15, 20, 25 kg ar maišuose iki 1 t. Lietuvoje granules gamina daugiau nei 20 įmonių. Granules paprasta perpilti į talpas, transportuoti. Patalpos, kuriose laikomos granulės, turi būti sausas.

Medienos ar žemės ūkio atliekų granulių gamyba yra labai perspektyvi, nes šie išteklių nuolat atsinaujina. Yra ir universalesnių katilų, kuriuose gali būti naudojamos ir malkos, ir įvairių rūšių granulės.

\* Lietuvos biomasės energetikos asociacijos *Litbioma* archyvų pavyzdžiai.

Efektyvus biokuro naudojimas priklauso nuo kuro ir katilo kokybės. Kietasis biokuras yra sudeginamas; pirmiausia išgarinama drėgmė (tam sunaudojama dalis energijos), todėl svarbu, kad kietasis biokuras būtų kuo sausesnis (pavyzdžiui, granuliu drėgnis negali viršyti 10 proc., kai kuriuose katiluose galima naudoti dvejus metus džiovintas malkas). Kūrenant dalis šilumos „išeina“ pro kaminą, todėl atnaujinant katilinę svarbu apsvarstyti ir galimybę įsigyti specialų šilumokaitį, skirtą panaudoti dūmų šilumą.



13.5 pav. Dujų generacijos kietojo kuro katilas.



13.6 pav. Granulių katilas ir kuro talpa. UAB *Energijos parkas* nuotr.

Židiny pastate gali atlikti ne tik estetinę funkciją, bet ir tiekti šilumą į šildymo sistemą, jei aplink židinio kapsulę yra išvedžiotas gyvatukas arba įrengti ortakiai. Tarp židinio ir dūmtraukio sumontavus šilumokaitį galima atgauti dalį dūmuose esančios šilumos. Židiny, kaip ir paprasta kaimo krosnis – elektros energijos nenaudojantis įrenginys, taigi jis, kaip atsarginis variantas, gali būti įrengtas namuose, kur naudojami šilumos siurbliai.

Ši tema aptarta ir kituose serijos *Taupau – turiu daugiau* leidiniuose, *Biokuro naudotojo žinyne* (žr. sk. *Literatūra*).

## 14. Elektros energijos gamybos galimybės

Elektros energiją pastatams galima gaminti naudojant saulės, vėjo jėgaines, biomasės kogeneracines jėgaines elektrai ir šilumai gaminti, hidroturbinas.

### Fotoelektra

Saulės fotoelementas – tai prietaisas, kuris saulės šviesos energiją paverčia elektros energija. Fotoelementų gamybai naudojami puslaidininkiai (90 proc. visų rinkos saulės fotoelementų pagrindinė medžiaga – silicis).

Fotoelemento darbui įtakos turi saulės spindulių kritimo kampas, saulės intensyvumas, aplinkos temperatūra. Šiuo metu fotoelementų naudingumo koeficientas svyruoja apie 15 proc., laboratorijose pasiekti 50 ir daugiau procentų. Didėjant temperatūrai, fotoelemento naudingumo koeficientas mažėja, todėl gaminami kombinuoti šiluminės ir elektros energijos gamybos įrenginiai, kai perteklinė temperatūra perduodama šilumos nešėjui saulės kolektoriuje. Yra ir trigubo veikimo technologijų, kai kompleksą papildo vėdinimo įrenginys.



14.1 pav. Fotoelementai ant stogų.



14.2 pav. Iš dalies užtamsinti stiklai su įmontuotais fotoelementais.

Fotoelementai veikia ne tik esant giedram orui, bet ir kai debesuota. Kai apniukę, energijos pagaminama mažiau. Lietuvoje saulės nėra tiek daug kaip Afrikoje ar pietinėse Europos valstybėse, bet jau yra vietovių, kur fotoelektra – viena alternatyvų (žmonės įsikūrę ten, kur nepasiekia elektros perdavimo linijos). Fotoelementai patogūs naudoti, nes yra palyginti lengvi, neužima daug vietos, juose nėra besisukančių, triukšmą keliančių dalių. Individualioms reikmėms naudojamų nedidelių fotoelementų montavimo nereikia suderinti su savivaldybe ar kitomis institucijomis, nes jie gali būti sumontuoti ant stogo, sienų ir derėti prie aplinkos (14.1 pav.).



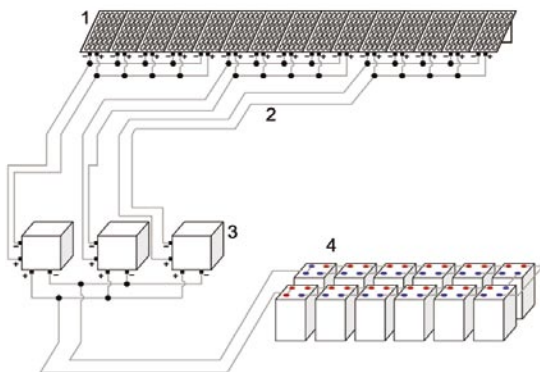
Šiuo metu gaminami iš dalies užtamsinti stiklai su įmontuotais fotoelementais (14.2 pav.); yra stiklų, kuriuose fotoelektros efektas įsijungia arba nustoja veikti, reaguodamas į saulės spindulių srautą, apšviečiantį langą. Yra ir pastatus įtaisytų sistemų: pavyzdžiui, fotoelementų stogo danga, – taip siekiama sumažinti bendrą statybos kainą.



14.3 pav. Fotoelementų modulis ant daugiabučio namo.

Vilniuje galime pamatyti pavienių saulės energiją naudojančių pavyzdžių. Viename daugiabučiame name įrengtas 12 W galingumo saulės fotoelementų modulis (14.3 pav.), kurio gaminama elektra apšviečiamas sanitarinis vieno buto mazgas, energija naudojama veikti laikrodžiams bei radijo aparatui.

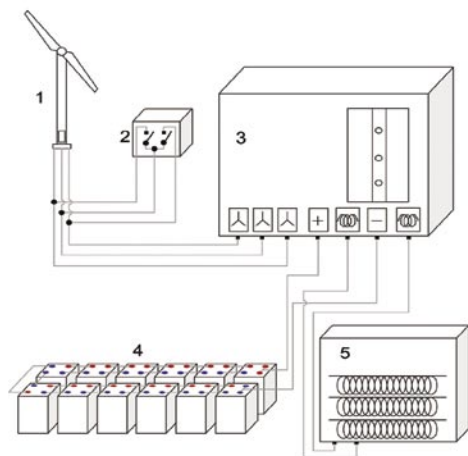
Gaminant elektrą autonominėse vėjo ar saulės jėgainėse (14.4 pav.) svarbu ne tik fotoelementų ar vėjo generatoriaus galingumas, bet ir akumuliatorių talpa, nes jei akumuliatorių yra per mažai, jėgainė dirba neefektyviai ar net nenaudingai. Tokia situacija gali susidaryti, kai gyventojai išvykę ar naudoja mažiau energijos nei pagamina jėgainė.



14.4 pav. Autonominės saulės elektrinės schema: 1. Fotoelementų modulių blokas. 2. Variniai lankstūs laidai. 3. Valdikliai, keitikliai, komutatoriai. 4. Akumuliatorių baterija.

## Vėjo jėgainės

Šiuo metu nedidelės galios vėjo generatorių Lietuvoje galima įsigyti už 3 000–6 000 Lt/kW, bet visos autonominės elektrinės (14.5 pav.) kaina gali padvigubėti dėl akumuliatorių, keitiklių ir kitų dalių. Parduodamos 100 W galingumo ir didesnės jėgainės. Šiuo metu populiariausios – horizontaliosios ašies jėgainės (14.6 pav.). Vertikaliosios ašies jėgainės (14.7 pav.) veikia kur kas platesniame vėjo diapazone, nekelia triukšmo, gali būti ne tik pastatytos, bet ir pakabintos ant pastato arba šalia jo, tačiau yra brangesnės.



14.5 pav. Autonominės vėjo elektrinės schema: 1. Vėjo jėgainė. 2. Stabdis. 3. Įkrovimo valdiklis. 4. Akumuliatorių baterija. 5. Viršįtampio apsauga.



14.6 pav. Montuojama mažos galios horizontaliosios ašies vėjo jėgainė. UAB *Tometa* nuotr.

Renkantis horizontaliosios ašies jėgainę, rekomenduotina ieškoti veikiančios kuo tyliau, kad energijos gamyba nevirstų komfortą mažinančiu veiksmu. Siekiant pagerinti jėgainės našumą svarbu parinkti kuo vėjuotesnę vietą ir atkreipti dėmesį į turbulencinius srautus, kurie gali susidaryti ir trukdyti jėgainei veikti, jei arti yra medžių, pastatų.



14.7 pav. Vertikaliosios ašies vėjo jėgainė. UAB *Tassa Baltic* nuotr.

## Elektros ir šilumos gamyba kogeneracinėse elektrinėse

Elektros ir šilumos energija gali būti gaminamos kogeneracinėse elektrinėse. Naudojamas kuras – biomasė, biodujos, vandenilis, kitas kuras. Kogeneracija – tai viena laikė energijos gamyba, kai to paties technologinio proceso metu gaminama elektra bei šiluma, kuri panaudojama pastatams šildyti ar kitoms reikmėms. Taip pasiekiamas didesnis efektyvumas nei tada, kai gaminama tik šiluma, patiriama mažiau energijos nuostolių. Didelės galios kogeneracinės jėgainės Lietuvoje naudojamos centralizuoto šilumos tiekimo įmonėse. Mažos galios kogeneracinės jėgainės gali būti naudojamos pastatų kompleksuose, visuomeniniuose, pramoniniuose pastatuose. Individualiems vieno namo poreikiams taip pat gali būti taikomas kogeneracijos principas (mikrojėgainės). Šiuo metu plėtojami mikrokogeneracinių elektrinių gamyba ir tyrimai, rinkai pateikiami nauji produktai.

Pirmoji Europos Sąjungoje *Vandenilio bendruomenė* buvo įsteigta Danijoje 2007 m. Joje vėjo generatorių gaminama elektros energija naudojama vandens elektrolizei. Gautas iš vandens vandenilis naudojamas kogeneracinėje 2 kW galios šilumos ir 6,5 kW galios elektros jėgainėje. Deguonis sunaudojamas biologiškai valyti nuotekas. Individualiomis kogeneracinėmis jėgainėmis numatoma aprūpinti 35 namus ir vėliau pateikti išvadas apie veiksmingumą ir tolesnio naudojimo perspektyvas.

### Piko hidroenergija

Jeigu pastatas yra šalia sraunaus upelio, gali būti svarstoma galimybė naudoti hidroenergiją.

Iki 5 kW galios specialios konstrukcijos piko hidroelektrinė pasižymi tuo, kad jai nebūtina užtvanka. Gaminamos ir visai mažos galios (pavyzdžiui, 200 W, 300 W) jėgainės. Jei upelis neužšąla žiemą, 24 val. per parą, 365 d. per metus yra gaunamas pastovus elektros energijos kiekis, todėl siekiant pigumo sistema gali veikti be akumuliatorių. Tokios elektrinės dėl savo pigumo ir paprastumo labai populiarios besivystančiose šalyse – vien Vietname jų yra per 100 000. Piko hidroelektrinės naudojamos ir Europos šalyse.

## 15. Vietinių išteklių naudojimas statybai

Lietuvoje mediena, šiaudai, nendrės, molis yra tradicinės statybinės medžiagos (15.1 pav.), iš jų statomi gyvenamieji, ūkiniai pastatai, pirtys *etc.* (15.2–15.4 pav.). Naudojant natūralias medžiagas galima pastatyti sveiką, ekologišką būstą, bet tik tuo atveju, jei apdailos ar apsauginės (antiseptikai ir kt.) medžiagos taip pat yra natūralios (visi komponentai yra augalinės ar mineralinės kilmės arba sertifikuoti kaip ekologiški).



15.1 pav. Įvairūs gaminiai iš natūralių medžiagų.

Vertinant būsto statybą iš tokių medžiagų svarbu, ar pastatas atitiks šiuolaikinius energijos taupymo reikalavimus. Pavyzdžiui, lieto molio pastatai arba pjuvenų ir kalkių, pjuvenų ir molio pastatai, kurių sienų varža gaunama apie  $3,5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ , nebeatitinka naujųjų reikalavimų (šiais atvejais neišeina labai storinti sienų dėl džiūvimo proceso). Tas pat pasakytina apie rąstinius namus (neapšiltintus). Šios medžiagos ir technologijos gali būti naudojamos statant vasarnamius, ūkinius pastatus, pirtis.



15.2 pav. Vilniaus rajone esančios pirtelės sienos sumūrytos iš apvalių malkų, naudojant molio skiedinį, stogas apželdintas. J. Pečiulio nuotr.

Lietos šiaudų ir molio sienos gali būti storesnės, daugiau nei 70 proc. žaliavos gali sudaryti šiaudai, todėl galima pasiekti reikiamą šiluminę varžą. Naudojant minėtas medžiagas galima formuoti blokelių (15.1 pav.), iš kurių statoma siena. Labai svarbu, kad skiedinys netaptų šiluminiu tilteliu ir nepablogintų bendros sienų varžos.

Lietuvoje stogams dengti kartais naudojamos nendrės. Kad stogo varža atitiktų reikalavimus, stogo storis turėtų būti apie 60 cm. Tai sunkiai pasiekama, nes padidėja stogo svoris, ir labai pabrangsta statyba, todėl gyvenamųjų, visuomeninių pastatų nendrinis stogas reikia šiltinti papildomai.



15.3 pav. Šiaudinis biliėtų pardavimo namelis pramogų parke prie Palangos.



15.4 pav. Būsimoji amatų artelė ekologinio ūkininkavimo centre Vilniaus rajone – plūkta molio ir pjuvenų siena su įstrižiniais medienos atraižų ryšiais, tinkuojama molio tinku.



15.5 pav. Šiaudinis jaunų ūkininkų ir amatininkų šeimos pastatas Vilniaus rajone. J. Pečiulio nuotr.

Lietuvoje, kaip ir Europoje, statyba iš presuotų šiaudų (15.3, 15.5–15.9 pav.) yra perspektyvi, nes pasiekiami pusantro ar du kartus didesnė sienų varža nei reikalaujama šiuolaikiniuose normatyvuose. Šiaudų apstu visuose Europos regionuose – tai žemės ūkio atlieka, kuri yra ypač didelė problema augalininkystės ūkiuose. Aparti šiaudai yra nevertinga trąša, o deginti ar pūdyti jų negalima dėl aplinkosauginių motyvų (jie išskiria šiltnamio dujas: degdami – anglies dvideginį, pūdami – metaną). Statybai geriausiai tinka šiaudų 45–55 cm pločio ryšuliai, iš jų pastačius sienas ir jas nutinkavus molio tinku gaunama varža – 8–10 m<sup>2</sup>·K/W. Ryšuliai ruošiami naudojant žemės ūkio techniką – presus. Presuojant šiaudus, svarbu presą nustatyti maksimaliam šiaudų suspaudimui, naudoti atsparias ultravioletiniams spinduliams virves (mėlynos spalvos).



15.6 pav. Šiaudinės pirtelės vidus. Kauno rajonas.



15.7 pav. Šiaudinės pirtelės išorė. Kauno rajonas.

Visoje Lietuvoje gauti presuotų šiaudų galima iš ūkininkų; šiaudų ryšuliai yra pigi statybinė medžiaga (1 m<sup>2</sup> sienos medžiagos kainuoja 10–60 Lt, atsižvelgiant į taikomą technologiją ir žaliavų kainą). Iš ryšulių galima statyti ūkio būdu. Samdomo darbininko valandos darbas kainuoja panašiai kaip ir kitose statybose, bet ilgiau sugaištama tinkuojant (tinkas būtinas šiaudams apsaugoti nuo ugnies, graužikų, lietaus ir mikroklimatui palaikyti). Tačiau sienos išeina labai šiltos (reikia atitinkamai didinti ir pastogės apšiltinimą), iš presuotų šiaudų užsienyje statomi pasyvieji namai, šiaudinės plokštės naudojamos renovuojant daugiabučius pastatus, šiltinant palėpes ir kt.



15.8 pav. Šiaudų ryšuliais šiltinamas statomas namas Belgijoje. H. Soomo nuotr.



15.9 pav. Pasyvusis pastatas iš presuotų šiaudų skydų Austrijoje. Bendrovės *Bauatelier Schmelz & Partner* nuotr.

## 16. Tarpusavyje susijusios sistemos ir kompleksiniai sprendimai

Sujungus šildymo, vėdinimo bei vėsinimo sistemas galima pasiekti gerų energijos taupymo rezultatų, kartu efektyviai naudojant finansinius išteklius. Tokio, kompleksinio, taikymo pavyzdžių galima rasti užsienio šalyse. Į vieną sistemą gali būti sujungta saulės energiją naudojanti įranga, šilumos siurbliai, šilumogrąžos įrenginiai, vandens šildytuvai. Ateities galimybė – energijos akumuliavimas vandenilio kuro elementuose.

Apie 614 000 eurų iš THERMIE programos (Europos Sąjungos programa, skirta nebranduolinės energetikos tyrimams) buvo skirta biuro urbanizuotoje Dublino (Airija) dalyje statybai. Pastatyto pastato 1 m<sup>2</sup> kaina buvo apie 1 320 eurų – tai įprasta kokybiško biuro kvadratinio metro kaina (tai yra mažai energijos naudojančio pastato statyba nekainavo brangiau), bet šis

pastatas sunaudoja 81 proc. mažiau energijos nei kiti pastatai, nes jame įrengta natūrali ventiliacija, naudojamas šilumos siurblys, saulės kolektoriai ir fotoelementai, vėjo jėgainė gamina energiją apšvietimui. 30 proc. sienos ploto užima langai, todėl į pastatą patenka daugiau saulės šilumos ir pagerėja natūralus apšvietimas. Per metus šis administracinis pastatas sunaudoja 62 222 kWh, o įprastinis tokio ploto statinys – 336 111 kWh. Šio pastato išlaikymas kainuoja 2 990 eurų per metus vietoje 16 540 (sutaupoma 13 550 eurų per metus). 64 proc. sumažintas CO<sub>2</sub> išmetimas.

2000 m. Vokietijoje, Hanoverio pietryčiuose, šalia Pasaulio ekspozicijos centro, buvo pastatyta 6 000 butų 19 000 gyventojų, kurių dauguma – socialiai remtini. Pagrindinės projekto idėjos: ekologija, miestas-sodas, miestas-socialinė aplinka. Buvo pasiektas 60 proc. CO<sub>2</sub> emisijų sumažėjimas, įgyvendintos programos – energijos, vandens taupymas, atliekų valdymas, ekologinė komunikacija. Būsto išlaikymo išlaidos sumažėjo 60 proc. dėl pasyviųjų ir aktyviųjų šildymo saulės energija sistemų naudojimo bei sezoninio energijos akumuliacijos.

Ekologinėje *Septynių liepų (Sieben Linden)* gyvenvietėje (Vokietija) gyvenamasis trijų aukštų karkasinis pastatas iš presuotų šiaudų ryšulių, pastatytas 2005 m. (16.1 pav.). Jame gyvena 20 žmonių. Bendrasis pastato plotas yra 539 m<sup>2</sup>, pritaikyti saulės architektūros principai leidžia sutaupyti daug šilumos energijos, ant stogo sumontuoti saulės kolektoriai ir fotoelementai. Pastarieji per metus pagamina 6 700 kWh elektros energijos, – daugiau nei reikia gyventojams; perteklinė energija parduodama. Bendra projekto vertė – 710 000 eurų. Pastato sienų šilumos perdavimo koeficiento vertė – 0,15 W/(m<sup>2</sup>·K).



16.1 pav. Pirmasis daugiaaukštis gyvenamasis presuotų šiaudų namas Europoje.



## PAŽANGIOS STATYBOS KONCEPCIJOS

Pasaulinės neatsinaujinančių energijos išteklių mažėjimo tendencijos, globalūs klimato pokyčiai, didėjantis dėmesys žmonių sveikatai nubrėžia moderniosios statybos koncepcijų kryptis. Pagrindiniai jų akcentai: energijos taupymas ir efektyvus naudojimas, poveikis aplinkai ir žmonių sveikatai. Įvairios koncepcijos šiems akcentams skiria nevienodai dėmesio. Kai pabrėžiamas energijos taupymas ir efektyvus naudojimas, projektuojami mažai energijos naudojantys ar pasyvieji pastatai; *Gajos pastato* koncepcijoje (žr. 19 sk.) labiau akcentuojamas poveikis aplinkai, žmogaus ryšys su gamta; *natūraliosios statybos* atveju siekiama daugiau naudoti vietines, natūralias statybines medžiagas – taip sukuriamas sveikas patalpų mikroklimatas. Yra puikių pavyzdžių, kai suderinami visi minėti akcentai ir pasiekiamas didžiausias komfortas, sveikas mikroklimatas, sutaupoma daug energijos, naudojamos vietinės statybinės medžiagos, o pastatas atrodo labai modernus (17.3, 17.4 pav.).

### 17. Mažai energijos naudojantys pastatai

Pastatų skirstymas pagal energijos sąnaudas atsirado kaip palaipsnio perėjimo prie labai efektyvių namų statybos proceso išraiška. Pagal tai, kiek energijos pastatuose sunaudojama per metus, jie skirstomi į kelias grupes (17.1 lentelė). Mažai energijos naudojančių pastatų bendras metinis šilumos poreikis neviršija 85 kWh/m<sup>2</sup>.

17.1 lentelė. Pastatų šilumos poreikis ir jos nuostoliai per metus.

Pastato tipas	Bendras metinis šilumos poreikis, kWh/m <sup>2</sup>	Energijos poreikis vandeniui šildyti, kWh/m <sup>2</sup>	Nuostoliai per atitvaras, kWh/m <sup>2</sup>	Nuostoliai dėl vėdinimo, kWh/m <sup>2</sup>
Pasyvieji pastatai	30	15	10	5
Mažai energijos naudojantys pastatai	85	15	35	35
Tradiciniai pastatai	145	15	80	50
Senesni pastatai	225	15	160	50

Projektuojant, statant ir naudojant mažai energijos naudojančius pastatus svarbu:

- kompaktiška pastato forma (sumažinamas paviršių, per kuriuos netenkama šilumos, plotas);
- gerai apšiltintos ir sandarios atitvaros;
- šiluminių tiltelių sumažinimas rūpestingai sudūrus konstrukcijas;
- pasyvisis (tiesioginis) saulės energijos naudojimas pro langus;
- laikinas langų apšiltinimas naktį naudojant langines, žaliuzes, storas užuolaidas;
- vėdinimo sistema su šilumogrąža;
- paprastai reguliuojama šildymo sistema;
- aktyvus saulės ir vėjo energijos naudojimas (vandens šildymas saulės kolektoriuose, saulės fotoelementai ar vėjo jėgainė elektros energijai, šilumai gaminti);
- taupus elektros energijos naudojimas (A ir aukštesnės klasės buitinė įranga, energiją taupančios lemputės, maksimalus natūralaus apšvietimo naudojimas, kt.).

Laikantis šių principų, panašiomis į Lietuvos klimato sąlygomis galima sutaupyti 1/3–2/3 patalpoms šildyti reikalingos energijos. Pasaulinėje praktikoje yra pavyzdžių, kai pasyviuosiuose pagal saulės architektūros principus pastatytuose pastatuose visai nereikalinga šildymo sistema (žr. posk. *Pastatai be šildymo sistemos*).

## Pastatai be šildymo sistemos

Švedijoje, 20 km už Geteborgo, 2 km nuo jūros, šalia ažuolų parko Lindaso miestelyje, 2001 m. pastatyti socialiai remtiniams žmonėms skirti kotedžai (17.1, 17.2 pav.), kuriuose nėra įrengta šildymo sistema. Vieno buto vertė su žeme 2003 m. buvo 200 000 eurų, tai yra nedidesnė nei kitų šiuolaikinių butų, nes papildoma šiltinamoji medžiaga (šiuo atveju naudotos nenatūralios medžiagos), kokybiškesni langai ir prietaisai kainavo panašiai kaip šildymo sistema (kainuojanti apie 4 000 eurų) – jos šiuose butuose nereikia.

Pastatas šildomas saulės energija, patenkančia pro pietinius langus ir šilumine energija, išskiriama žmonių kūnų bei elektros prietaisų (apšvietimo ir kiti buitiniai prietaisai viename bute išskiria 2 900 kWh per metus, žmonės – 1 200 kWh per metus). Tokio nedidelio kiekio energijos pakanka, nes pastatas gerai apšiltintas ( $U_{sienu}$  = 0,10 W/(m<sup>2</sup>·K),  $U_{stogo}$  = 0,08 W/(m<sup>2</sup>·K),  $U_{pamatų}$  = 0,09 W/(m<sup>2</sup>·K),  $U_{langų}$  = 0,85 W/(m<sup>2</sup>·K),  $U_{lauko\ durų}$  = 0,80 W/(m<sup>2</sup>·K)), žiemą naudojama šilumogrąžos sistema.



17.1 pav. Kotedžai be šildymo sistemos netoli Geteborgo, Švedijoje.



17.2 pav. Pietinis kotedžo fasadas.

50 proc. karšto vandens paruošiama saulės kolektoriuose (5 m<sup>2</sup>, 500 l akumuliacinė talpa, papildomai šildo elektrą).

Po kelerius metus trukusio stebėjimo nustatyta, kad vieno 125 m<sup>2</sup> šildomojo ploto buto bendras energijos poreikis per metus yra 5 400 kWh, arba mažiau nei 42 kWh/m<sup>2</sup> (elektros sunaudojimas buities prietaisams – 2 900 kWh, vandeniui šildyti – 1 500 kWh, siubliams, ventiliatoriams, kt. – 1 000 kWh).

## Parodomasis namas *S-House*

Austrijoje, Vienoje, iš šiaudų didžiųjų ryšulių yra pastatytas parodomasis pastatas *S-House*, sukurtas Vienos technikos universiteto Tinkamų technologijų grupės (17.3, 17.4 pav.). Pastato statybai pritaikyta itin daug ekologinių sprendimų:

- šiaudai naudoti statybai, siekiant sukurti gerą mikroklimatą pastato viduje, puikias akustines savybes, įvykdyti griežtus Austrijos statybos, *nulinės energijos* namo (pastate pagaminama tiek pat vietinės energijos, kiek nuperkama iš kitur) reikalavimus bei naudoti ekologiškas atsinaujinančias medžiagas;

- molingas gruntas gautas formuojant pamatus;
- pamatai – poliniai, ventiliuojami (apie 30 cm iškilę virš žemės);

- vainikai bei karkasas pagaminti iš klijuotos medienos;
- stogas uždengtas kaučiuko membrana, ji nuo ultravioletinių spindulių apsaugota apželdinus;
- langai – be plastikinių detalių, atitinkantys pasyviojo pastato kriterijus;
- konstrukcija, leidžianti išvengti šiluminių tiltelių;
- pastatas aptinkuotas vietiniu molingu gruntu. Palikus sienos konstrukcijoje ventiliuojamą oro tarpą, pastatas apdailintas medinėmis lentomis;
- lentos pritvirtintos prie šiaudų ryšulių *treeplast* medžiaga;
- specialus *S-House* saulės fasadas;
- natūraliais klijais priklijuota akmeninė grindų danga;
- pastate yra labai efektyvus biomase kūrenamas katilas.

Pastate *S-House* panaudotos iš *treeplast* medžiagos pagamintos tvirtinimo detalės. *Treeplast* medžiaga daroma iš medienos granulių (50 proc.), susmulkintų grūdų ir natūralios gumos, ji gali būti formuojama plastikinius gaminius gaminančiais įrenginiais. Iš jos daromi įvairių formų ir savybių gaminiai.

Namui skirti *Global 100 Eco Tech* (Japonija, 2005 m.), *Energy Globe Vienna*, *Öko-profit Wien*, *EcoBusinessPlan*, *Umweltpreis der Stadt Wien*, *Umweltpreis der Stadt Wien*, *Innovationspreis 2006* apdovanojimai, Austrijos nacionalinis prizas už darnią architektūrą, jis išrinktas geriausiu aplinkosaugos programos *LIFE* projektu 2006 m.



17.3 pav. Šiaurės rytų *S-House* fasadas.  
[www.baubiologie.at](http://www.baubiologie.at) archyvų nuotr.



17.4 pav. Pietinis *S-House* fasadas.  
[www.baubiologie.at](http://www.baubiologie.at) archyvų nuotr.

## 18. Pasyvieji pastatai

Pasyviojo pastato šilumos nuostoliai per atitvaras – sienas, langus, duris, stogą ir kt. yra labai maži, šildymui pakanka geros vėdinimo su šilumograža sistemos, šilumos siurblio arba mažo galingumo katilo. Komfortas pastato viduje užtikrinamas ir vasarą, ir žiemą: nuolat į vidų tiekiamas išvalytas (naudojami filtrai) ir pašildytas ar atvėsintas lauko oras, masyvios sienos ir tinkami langai pastate pagerina garso izoliaciją. Pasyviojo pastato naudingajai erdvei šildyti sunaudojama iki 15 kWh/m<sup>2</sup> energijos per metus. Įvertinus ir karšto vandens paruošimą – sunaudojama ne daugiau nei 50 kWh/m<sup>2</sup> šiluminės energijos per metus. Bendras energijos suvartojimas – energijos sąnaudos erdvei šildyti, karštam vandeniui paruošti ir buitiniams elektros prietaisams pasyviuosiuose pastatuose neviršija 120 kWh/m<sup>2</sup> per metus (18.1 lentelė). Būtina naudoti A ir aukštesnės klasės elektros prietaisus. Pasyviojo namo gyventojai turi taupiai naudoti energiją.

Laikantis pasyviojo namo standarto reikia projektuoti pastatus su sandaromis ir itin gerai apšiltintomis atitvaromis. Pasyviojo namo langų ir kitų skaidrių atitvarų skaičius, jų kryptis pasaulio šalių atžvilgiu yra svarbūs veiksniai. Saulės spinduliai, žmonės, elektros prietaisai yra reikšmingi šiluminės energijos šaltiniai.

18.1 lentelė. Pasyviojo pastato charakteristikos.

Kriterijaus pavadinimas	Pasyviojo pastato standartas
Sienų šilumos perdavimo koeficientas ir visuminė šiluminė varža	$U \sim 0,1 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}); R \sim 10 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$
Stogo šilumos perdavimo koeficientas ir visuminė šiluminė varža	$U \sim 0,1 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}); R \sim 10 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$
Grindų šilumos perdavimo koeficientas ir visuminė šiluminė varža	$U \sim 0,1 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}); R \sim 10 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$
Langų staktų, durų šilumos perdavimo koeficientas ir visuminė šiluminė varža	$U \leq 0,8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}); R \geq 1,25 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$
Langų stiklo paketų šilumos perdavimo koeficientas ir visuminė šiluminė varža	$U \leq 0,8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}); R \geq 1,25 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$
Ilginio šiluminio tiltelio šilumos perdavimo koeficientas	$\psi \leq 0,01 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$
Sandarumas	$N50 \leq 0,6 \text{ h}^{-1}$
Šilumos atgavimo naudingumo koeficientas	$\eta \geq 75 \text{ proc.}$

Daugiau nei dešimt metų pasyviojo namo idėja aktyviai įgyvendinama Austrijoje ir Vokietijoje, jos šalininkų vis daugėja ir Skandinavijos šalyse. Kai kuriose Austrijos vietovėse planuojama tokį standartą privalomai taikyti jau nuo 2010 m.

Pasyvieji pastatai – tai ne tik vienbučiai gyvenamieji namai. Austrijoje ir Vokietijoje populiariu statyti daugiabučius pasyviuosius namus, parodų sales, mokyklas, parduotuves ir kitus komercinės bei visuomeninės paskirties pastatus. Pastaruojų metu pasyviojo namo sąvoka apima ir daugiabučių pastatų atnaujinimą.

Pasyvieji namai statomi įvairaus klimato zonose. Pavyzdžiui, Norvegijoje, 30 km nuo Oslo, vienos šeimos 340 m<sup>2</sup> bendrojo ploto namo metinis energijos poreikis yra 85 kWh/m<sup>2</sup>, metinis šilumos poreikis – 14 kWh/m<sup>2</sup>. Šilumos perdavimo koeficientai:  $U_{sienu}$  = 0,109 W/(m<sup>2</sup>·K),  $U_{pamatų}$  = 0,082 W/(m<sup>2</sup>·K),  $U_{stogo}$  = 0,102 W/(m<sup>2</sup>·K),  $U_{langu}$  = 0,55 W/(m<sup>2</sup>·K),  $g$  = 38 proc. ( $g$  – įstiklinimo saulės energijos praleisties koeficientas),  $U_{lauko durų}$  = 0,75 W/(m<sup>2</sup>·K).

Vienos šeimos 136 m<sup>2</sup> bendrojo ploto plytinis namas Lenkijoje (Vroclave), pastatytas 2006 m., per metus sunaudoja atitinkamai 105 kWh/m<sup>2</sup> ir 15 kWh/m<sup>2</sup>. Šio namo statybos kaina – 630 EUR/m<sup>2</sup>. Šilumos perdavimo koeficientai:  $U_{sienu}$  = 0,1 W/(m<sup>2</sup>·K),  $U_{pamatų}$  = 0,12 W/(m<sup>2</sup>·K),  $U_{stogo}$  = 0,08 W/(m<sup>2</sup>·K),  $U_{langu}$  = 0,6 W/(m<sup>2</sup>·K),  $g$  = 52 proc.

Vienoje (Austrija) pastatytas 2 986 m<sup>2</sup> bendrojo ploto 39 butų plytinis daugiabutis namas. Metinis energijos poreikis yra 111 kWh/m<sup>2</sup>, metinis šilumos poreikis – 15 kWh/m<sup>2</sup>. Šilumos perdavimo koeficientai:  $U_{sienu}$  = 0,12 W/(m<sup>2</sup>·K),  $U_{pamatų}$  = 0,12 W/(m<sup>2</sup>·K),  $U_{stogo}$  = 0,12 W/(m<sup>2</sup>·K),  $U_{langu}$  = 0,52 W/(m<sup>2</sup>·K),  $g$  = 47 proc.

## 19. Darnieji pastatai

*Darnioji statyba (Sustainable Building), žalioji statyba (Green Building), Darnųjų miestų programa*, mažo poveikio aplinkai gyvenviečių plėtra – tai tik keli tvaraus planavimo ir projektavimo principų diegimo, kuriant ateities gyvenvietes, pavyzdžiai, kurių įgyvendinimu rūpinasi valstybinės institucijos, visuomeniniai judėjimai.

Dr. Jamesas Lovelockas po darbo NASA programoje, kūrusioje gyvybės ieškojimo Marse metodus, kaip savo veiklos rezultatą žurnale (LOVELOCK, J. E.; MARGULIS, L. Atmospheric Homeostasis by and for the Biosphere – The Gaia Hypothesis. *Tellus*. Vol. 26, No 1, 1974, p. 2–10) paskelbė *Gajos* hipotezę, o 1979 m. ją išdėstė knygoje *Gaja: naujas požiūris į gyvybę Žemėje*. Šia hipoteze susidomėjo daug įvairių sričių specialistų, pasaulio mokslininkų visuomenė,

buvo įkurtos tarptautinės ir vietinių iniciatyvų institucijos, surengtos tarptautinės konferencijos, ji buvo patvirtinta daugybe mokslinių eksperimentų ir vėliau pavadinta *Gajos* teorija. Ši teorija yra kompleksinis požiūris į gyvybę Žemėje, susijęs su įvairiomis mokslo ir gyvenimo sritimis, turėjęs įtakos gyvenviečių ir namų planavimui bei projektavimui.

*Gajos* pastato koncepcijoje iškeltas žmogaus ir gamtos kooperacijos principas, svarbiausi sprendimams įtakos turintys veiksniai: aplinkosauga, žmonių sveikata ir estetika.

Aplinkosaugos srityje iškeliami tokie prioritetai:

- tinkamas pastato vietos, orientacijos, užbėrimo gruntu parinkimas, siekiant taupyti neatsinaujinančius energijos išteklius;
- saulės, vėjo naudojimas didžiajai daliai energijos poreikių patenkinti;
- *žaliųjų* (netoksiškų, neteršiančių, galimų perdirbti ar perdirbtų, kurių gamybai reikia mažai energijos, aplinkos, socialinių sąnaudų) medžiagų ir produktų naudojimas;
- taupių pastatų projektavimas – efektyvus energijos, vandens vartojimo, šildymo, vėsinimo, vėdinimo sistemų, apšvietimo valdymas;
- pastato integracija į vietinę ekosistemą, aplinką apželdinant vietinėmis augalų rūšimis;
- organinių atliekų kompostavimas, tausojanti sodininkystė (be pesticidų);
- lietaus vandens naudojimas, biotualetai;
- oro, vandens, dirvožemio taršą mažinančių sistemų diegimas.

Mokslininkas Billas Mollisonas 1978 m. pasiūlė *permakultūros* sąvoką. Žodis sudarytas sujungus angliškus žodžius: ***permanent agriculture*** bei ***permanent culture***. Vėliau Davidui Holmgrenui išplėtus šią sąvoką ne tik žemės ūkio, architektūros, ekologijos, bet ir ekonomikos srityse buvo kuriamos darnaus verslo ir gyvenviečių vystymo strategijos. Nuo praėjusio amžiaus paskutiniųjų dešimtmečių iki šių dienų *permakultūra* tapo etiško projektavimo ir etiško gyvenimo būdo filosofija, kurios pagrindinis principas: *veikti su gamta, o ne prieš ją*. Prasidėjusi nuo agroekologijos, *permakultūra* tapo tarptautiniu judėjimu, jos principai taikomi ne tik kaimuose, bet ir miestuose. Etiškas projektavimas pagrįstas darniųjų gyvenviečių kūrimo idėja.

Etiško projektavimo principai:

- tinkama vieta;
- kiekvienas elementas atlieka kelias funkcijas;
- tinkamas planavimas;
- atsinaujinančių energijos išteklių naudojimas;
- energijos ir medžiagų cikliškumas (perdirbama, taupoma, integruojama);

- biologinės įvairovės apsauga ir puoselėjimas;
- daugkartinis medžiagų ar produktų naudojimas;
- gamtos stebėjimas ir atkarojimas;
- tinkami veiklos mastai (tikslingai planujant taupomi energijos, medžiagų, laiko, kt. ištekliai);
- dėmesys veiklai, siekiam (tikslų, motyvacijos aiškumas, tikslingi veiksmai).

Praėjo daugiau nei 30 metų nuo pirmosios kartos tausojančių aplinką ir taupančių energiją namų statybos JAV. Sukurta mokslinė bazė rezultatams vertinti ir naujai iškilusioms problemoms spręsti. Šiuo metu išskiriami penki tipiniai *žaliosios statybos* kriterijai:

- energijos efektyvumas ir atsinaujinantys energijos ištekliai;
- tiesioginis ir netiesioginis poveikis aplinkai;
- išteklių saugojimas ir perdirbimas;
- vidaus aplinkos kokybė;
- socialinė aplinka.

Energijos efektyvumas ir atsinaujinantys energijos ištekliai apibrėžia tokius veiksnius:

- pastato kryptis, leidžianti panaudoti saulės šilumos energijos, natūralaus apšvietimo privalumus;
- klimato poveikis pastatui;
- gerai apšiltintos sandarios atitvaros;
- optimali šildymo, vėdinimo ir vėsavimo sistema;
- atsinaujinančių energijos išteklių naudojimas;
- elektros energijos naudojimo apšvietimui bei įrenginiams sumažinimas.

*Žalioji statyba* JAV paskelbta prioritetine, sukurtas mokslinių, vyriausybinių, visuomeninių organizacijų tinklas, kuris skleidžia informaciją ir vykdo konkrečius projektus.



## REKOMENDACIJOS

Taupiau naudoti energiją ir energijos išteklius galima ir jau pastatytuose, ir statomuose bei atnaujinamuose pastatuose. Sutaupyti galime įdiegę tam tikras technologijas, įrenginius, todėl statant naujus pastatus ar ruošiantis pastato atnaujinimui labai svarbu akcentuoti energijos ir energijos išteklių taupymą kaip vieną pagrindinių tikslų. Tada įdiegti energijos vartojimo efektyvumą didinančias priemones bus pigiau nei jas įrengti jau sutvarkytame pastate. Atliekant kapitalinį pastato remontą, rekonstruojant ar statant būtina išanalizuoti atsinaujinančių energijos išteklių naudojimo galimybes.

Toliau pateikiamos rekomendacijos planuojantiems statyti ar rekonstruoti pastatus ir pasiūlymai, kaip sutaupyti energijos racionaliai šeiminiškai gyvenant pastatuose.

### 20. Statyba

Planuojantieji statyti naujus pastatus, jų grupę ar net gyvenvietę turi geriausias sąlygas sutaupyti energijos ir finansinių išteklių. Domėtis energijos taupymo metodais geriausia prieš įsigyjant sklypą, nes iškelti veiksmingos statybos tikslai gali pareikalauti tam tikrų aplinkos sąlygų ir atitinkamo planavimo bei projektavimo proceso organizavimo.

Prieš pradėdant planuoti ir projektuoti naujas statybas, svarbūs šie tikslai:

1. Nustatyti energijos taupymo ir atsinaujinančių energijos išteklių naudojimo tikslus naujame pastate ar jų grupėje.

2. Parinkti sklypą taip, kad būtų galima įgyvendinti iškeltus tikslus (nusprendus naudoti saulės architektūrą atkreipti dėmesį, ar kiti namai neužstoja ir ateityje neužstos saulės; energijos nuostoliams sumažinti svarbus reljefas, augmenija).

3. Jeigu sklypas jau nupirkta, pritaikyti tikslus prie esančių sąlygų (jei aplinkiniai namai arba visžaliai medžiai užstoja saulę iš pietų pusės, apsvastyti galimybes ant stogo įrengti saulės energiją naudojančią įrangą, numatyti sklypo apželdinimo strategiją, siekiant sumažinti skersvėjus, vyraujančių vėjų įtaką ir kt.).

4. Jei planuojama pastatų grupė ar gyvenvietė, išdėstyti pastatus tokiu būdu, kad vieni kitiems neužstotų pietinės saulės ir šviesos, kad būtų

patogu įrengti centralizuotą šilumos tiekimo sistemą (jei tai numatyta) ir panaudoti iki 100 proc. atsinaujinančių energijos išteklių (biomasės kogeneracinė jėgainė elektrai ir šilumai gaminti, saulės kolektoriai, šilumos siurbliai ir kt.).

5. Apsvarstyti galimybę statybai naudoti vietines žaliavas, taupant transportavimo išlaidas ir mažinant pastatuose įkūnytąją energiją.

6. Įvertinti galimybes statyti pasyvųjį namą (pasyviusius namus).

7. Suformuluoti energijos taupymo ir atsinaujinančių energijos išteklių bei vietinių žaliavų naudojimo tikslus konkrečiam pastatui, įvertinant visą pastato būvio ciklą.

Projektuojant ir siekiant anksčiau nurodyto 7 tikslo, siūloma:

- projektuoti pastatą įvertinus visą jo eksploatacijos laikotarpį, klimato kaitą, energijos išteklius ir brangstantį kurą;

- suplanuoti kuo kompaktiškesnį pastatą (esant mažesniai atitvarų plotui, patiriama mažiau šilumos nuostolių) bei gerinti išorinių atitvarų šiluminės savybės, siekiant sumažinti pastato šilumos poreikius;

- įdiegti kuo daugiau saulės architektūros principų, veiksmingai naudoti natūralų apšvietimą;

- išnagrinėti galimybes panaudoti pasyviąsias vėdinimo technologijas bei šilumogrąžos įrenginius;

- jei įmanoma, įdiegti aktyviąsias atsinaujinančių energijos išteklių naudojimo technologijas – saulės kolektorius, šilumos siurblius, kt.;

- numatyti vandens, kitų gamtos išteklių taupymo, antrinio naudojimo priemones;

- panaudoti buitinių ar pramoninių nuotekų šilumą (tinka gyvenvietėms, pramoninių, visuomeninių pastatų kompleksams);

- pastate įdiegti modernius, mažai energijos naudojančius prietaisus;

- apšvietimui naudoti ne žemesnės nei C klasės lemputes, o kur įmanoma – A klasės lemputes;

- įdiegti priemones, užtikrinančias energijos vartojimą pagal poreikį (atitinkamas automatizavimo, energijos poreikių valdymo lygis);

- projektu siekti ir ergonominių tikslų, nes dėl patogaus plano galima sutaupyti gyventojų ar darbuotojų laiko, kitų sąnaudų ir pagerinti darbo našumą.

## 21. Pastatų atnaujinimas

Pastato atnaujinimas ar remontas reikalauja investicijų, tad norint sutaupyti pinigų ateityje (padidinti finansinių išteklių panaudojimo veiksmingumą), reikalingi kompleksiniai sprendimai.

Dar prieš apsisprendžiant, ko imtis, svarbu objektyviai įvertinti situaciją, pavyzdžiui, jei nelabai aišku, kokia pastato būklė, iš kokių medžiagų jis pastatytas, kokia visuminė šiluminė atitvarų varža, reikia atlikti termovizinius tyrimus.

Ruošiantis pastato atnaujinimui reikia nuosekliai atsakyti į tokius klausimus:

- kokia pastato būklė, kur sunaudojama daugiausia energijos?
- ar atnaujinimu bus siekiama ilgalaikių energijos ir pinigų taupymo tikslų, ar poreikiai trumpalaikiai?
- kokių konkrečių kokybinių ir kiekybinių tikslų norima pasiekti atnaujinant pastatą?
  - kiek darbams skirta lėšų?
  - ar yra laiko apribojimų?
  - su kuo reikia derinti sprendimus?
  - ar įmanomi alternatyvūs lėšų, technologijų gavimo būdai (parodomasis, eksperimentinis projektas)?

Toliau pateikiamas veiksmų planas, kaip sumažinti energijos sąnaudas pastate:

### 1. Šildymo sąnaudų mažinimas:

- apšiltinti sienas, grindis virš rūšio ar ant žemės, pastogę ar stogą;
- suskirstyti pastatą zonomis, atsižvelgiant į šilumos poreikius, ir numatyti galimybę reguliuoti temperatūrą kiekvienoje zonoje ar atskiroje patalpoje;
  - jei yra galimybė, patalpoms šildyti naudoti spinduliavimo energiją skleidžiančius šildymo prietaisus;
  - įrengti infraraudonuosius spindulius atspindinčias plėveles ar papildomai apšiltinti lauko sieną už šildymo prietaisų;
  - modernizuoti šilumos mazgą;
  - įvertinti galimybę naudoti saulės energiją pasyviuoju būdu;
  - pakeisti langus kokybiškais moderniais, atitinkančiais išskeltus tikslus (naujausius reglamentus atitinkantys; pasyviųjų pastatų langai; stiklo pakeitai, praleidžiantys pakankamai saulės spindulių, jei naudojama tiesioginė saulės energija ir kt.);
  - prie įėjimo į pastatą durų įrengti buferinę patalpą (prieškambarį).

## 2. Katilinės atnaujinimas:

- pakeisti katilą į veiksmingesnį, jei įmanoma, naudojančią biomasę, ar į biomasės kogeneracinę jėgainę elektrai ir šilumai gaminti;

- pakeisti vamzdynus, gerai juos izoliuoti;

- užtikrinti optimalų šildymo sistemos darbo automatizavimą ir reguliavimą;

- užtikrinti pakankamą oro tiekimą į katilinę.

## 3. Elektros energijos sąnaudų sumažinimas:

- pakeisti prietaisus, buitinę techniką į naudojančius mažai energijos;

- pakeisti kaitrines lemputes į C ir aukštesnės klasės lemputes;

- pakeisti patalpų išplanavimą, kad būtų efektyviau naudojama natūrali šviesa, jei reikia ir galima, pakeisti langų išdėstymą arba panaudoti šviesos vamzdžius;

- vietose, kur nuolatinis apšvietimas nebūtinas (laiptinėse, koridoriuose ir kt.) įrengti judesio daviklius;

- pakeisti šviestuvus, uždengiančius šviesos šaltinį, efektyviais, užtikrinančiais veiksmingą apšvietimą šviestuvais, jei reikia, suteikiančiais galimybę reguliuoti apšvietimo lygį;

- patalpas dažyti šviesiomis spalvomis.

## 4. Karšto vandens gamybos sąnaudų mažinimas:

- vasarą karštam vandeniui ruošti nenaudoti patalpų šildymo katilo;

- jei yra galimybė, įrengti saulės kolektorius arba pasiruošti tai padaryti remontuojant stogą, sienas;

- įsigyti kuo aukštesnį tūrinį vandens šildytuvą (jis geriau išskirsto skirtingos temperatūros vandenį) pritaikytą jungti prie saulės kolektojų;

- gerai izoliuoti karšto vandens talpą ir vamzdžius;

- atjungti ir išmontuoti link nenaudojamų karšto vandens čiaupų vedančią vamzdyno dalį;

- elektrinio tūrinio vandens šildytuvo darbo režimą nustatyti taip, kad būtų naudojama mažesnio tarifo elektros energija (naktinis tarifas);

- vietoje atskirų karšto ir šalto vandens čiaupų bei senų maišytuvų įrengti modernius maišytuvus, naudoti ekonomišką dušų galvutes.

## 5. Šilumos nuostolių dėl vėdinimo sumažinimas:

- kur įmanoma, naudoti pasyviuosius vėdinimo sistemos komponentus;

- jei yra galimybė, įrengti vėdinimo sistemą su šilumogrąžos įrenginiu;

- įsitikinti, ar bus užtikrinamas pakankamas vėdinimas pakeitus langus moderniais, apšiltintus ir užsandarintus sienas.

Vėsinimo sąnaudų mažinimas:

- neįleisti į pastatą saulės spindulių, kai jų nereikia: tinkamai apželdinti

pastato aplinką medžiais, virš langų įrengti išorinius stogelius, jei tai neįmanoma – žaliuzes patalpų viduje;

- įkaistantį stogą, jei jo negalima apšiltinti ar apželdinti, nudažyti baltai;
- naudoti tarpusavyje susietas šildymo ir vėsinimo sistemas (pavyzdžiui, šilumos siurblius);
- elektrinius prietaisus – kondicionierius ir ventiliatorius – naudoti tik prireikus, kai patalpose yra žmonių;
- jei yra galimybė, patalpoms vėsinti naudoti spinduliavimo energiją skleidžiančius prietaisus.

## 22. Racionalus šeiminkavimas

Energijos ir finansinių išteklių sunaudojimas pastatuose priklauso ir nuo vartotojų elgesio. Geras ūkininkavimas ar racionalus šeiminkavimas yra apdairaus elgesio būdas, paremtas konkrečiais tikslais ir žiniomis, dažnai nepriklausantis nuo technologijų, todėl jis greitai atsiperka.

Sutaupysime energijos ir mažiau teršime aplinką, jei:

- virsime ar kepsime maistą uždengtuose induose ant silpnesnės ugnies (dujine virykle) arba naudosime mažiau elektros energijos (elektrine virykle);
- šaldytuvą atitrauksime nuo sienos 10 cm, per ilgai nelaikysime atdarų durų, nedėsimė į šaldytuvą šilto maisto, nustatysime vidutinę šaldymo temperatūrą;
- indaploves ir skalbykles naudosime kuo labiau užpildytas, skalbsime ar plausime kuo žemesnėje temperatūroje, taupiai naudosime skalbimo priemones;
- kai tik įmanoma, džiovinsime skalbinius natūraliai, o ne elektrinėje džiovykloje;
- taupysime vandenį: užsuksime čiaupą, muiluodamiesi rankas ar valydamiesi dantis bei panašiais atvejais (šiuo tikslu ypač patogūs – maišytuvai);
- jeigu vanduo yra kietas, reguliariai šalinsime tūrinio vandens šaldytuvo nuoviras;
- vėdindami patalpas, trumpam plačiai atidarysime langus, užuot ilgai laikę pravirus;
- ruošdami arbatą, virdulį išjungsime dar nepradėjus kunkuliuoti vandeniui (daugumai žaliosios ar juodosios arbatos rūšių tinkamai paruošti reikalingas 70–95 °C temperatūros vanduo);
- reguliariai, ypač šildymo sezonu, valysime dulkes nuo šildymo prietaisų, nepaslėpsime jų už baldų, kitų daiktų, dekoratyvinių sienelių, užuolaidų;
- prižiūrėsime elektros lemputes, kad nebūtų dulkėtos (nuvalius dulkes, iki 40 proc. pagerėja apšvietimas);

- jei kurį laiką nedirbame kompiuteriu, išjungsime vaizduoklį;
- naudosime elektros prietaisus tik tada, kai reikia;
- išjungsime elektros prietaisus iš lizdų, kai jų nenaudojame (patogu naudoti įžemintus šakučių lizdus, ilgintuvus su *įjungimo* ir *išjungimo* mygtuku);
  - išjungsime ar sumažinsime patalpų šildymą ar vėsinimą, kai viduje nėra žmonių (galima naudoti tam skirtą įrangą);
  - atitinkamai reguliuosime šildymą naktį ir dieną;
  - prieš pirkdami daiktus įsitikinsime, ar tikrai mums jų reikia (kiekvienam daiktui pagaminti buvo naudojama energija, o išmesti nereikalingi daiktai papildo sąvartynus);
  - prieš pirkdami pigius daiktus ar įrenginius, įsigilinsime į jų eksploataavimo ypatybes, netaupysime pinigų, atsisakydami kokybės;
  - apžiūrėsime savo namus, darbo vietą ar įmonės teritoriją – gal ten yra be reikalo elektrą naudojančių prietaisų (pavyzdžiui, elektrinis šildymo prietaisas po stoglangiu, naudojamas žiemą, kad nutirptų sniego dangą, vasarą turi būti išjungtas);
  - apsvarstysime, kurie elektros prietaisai gali būti naudojami naktį, kai elektros energija yra pigesnė;
  - taupysime net palyginti mažus energijos kiekius (pavyzdžiui, naudosime daugkartinio įkrovimo akumulatorius, o ne vienkartinės baterijas – taip sukupsime mažiau atliekų, sutaupysime pinigų, nors akumulatorius kainuoja brangiau nei baterija, bet veikia ilgiau);
  - kur galima, apsodinsime pastatą medžiais, atsižvelgdami į saulės energijos naudojimo ypatumus;
  - domėsime naujovėmis, nes technologijos tobulėja nuolat;
  - automobilį (tai taip pat namų ūkių ar įmonės dalis) rinksime taupy, naudojantį mažiau degalų, vairuosime saugiai ir ekonomiškai (važiuojant greičiau, sunaudojama daugiau degalų: 125 km/val. greitis, palyginti su 110 km/val. greičiu, 20 proc. padidina kuro sąnaudas), švelniai valdysime greičio pedalą, šildysime variklį pradėdami važiuoti, o ne stovėdami vietoje, nejungsime kondicionieriaus, kt. elektros prietaisų be reikalo, važiuosime keliese, o ne po vieną, važinėsime uždarytais langais (mieste taip sutaupysime 2 proc., užmiestyje – iki 20 proc. degalų);
  - investuodami pasidomėsime ir etiško, pagrįsto socialine ir aplinkosaugos atsakomybe investavimo galimybėmis.

Praktika rodo, kad racionaliai šeiminkaudami galime sutaupyti 10 proc. ir daugiau energijos bei sumažinti išlaidų, o pramonės įmonėse geros ūkvedybos priemonėmis galima sumažinti energijos išlaidas 20–50 proc., – tai teigiamai veikia darbą, produkcijos kainą, konkurencingumą.

## GEROS PRAKTIKOS PAVYZDŽIAI LIETUVOJE

Šioje dalyje pateikiami įgyvendinti pastatų atnaujinimo, saulės, vėjo energijos, šilumos siurblių, vietinių statybinių medžiagų naudojimo pastuose pavyzdžiai. Lietuvoje įdiegtose sistemose, naudojančiose saulės, vėjo energiją ar šilumos siurblius, paprastai nebūna sumontuota monitoringo įranga, duomenys nefiksuojami, todėl sunkoka tiksliai nustatyti ekonominę naudą, ypač jeigu prietaisai energijai gaminti buvo naudojami nuo pat pradžių, tik pradėjus eksploatuoti pastatą. Apibendrinus jau esamą patirtį, pateikiamą šioje dalyje, įvertinus mažėjančias modernių technologijų kainas ir brangstantį kurą galima tikėtis dar didesnio susidomėjimo nagrinėjama tema ateityje ir daugiau praktinių veiksmų, sėkmingai įgyvendintų pavyzdžių.

### 23. Daugiabučių namų atnaujinimas

Naudą, kurią galima pasiekti apšiltinus senos statybos pastatus, iliustruoja atnaujinti daugiabučiai namai. Pavyzdžiui, du sublokuoti penkiaaukščiai namai Žirmūnų g. Vilniuje (23.1 pav.). Dviejuose 1967 m. statybos daugiabučiuose namuose yra 120 butų (viename 30, kitame – 90 butų; šie namai sublokuoti). Bendrasis sublokuoto pastato plotas – 6 503 m<sup>2</sup>. Viso pastato atnaujinimo sąmata buvo 1,8 mln. Lt. 58 proc. šios sumos apmokėjo valstybė ir savivaldybė, 42 proc. – patys gyventojai. Apšiltintos sienos, stogas, įstiklinti balkonai ir pakeisti langai (jei nebuvo pakeisti anksčiau). Sienų ir stogo remonto kaina gyventojams buvo 90 Lt/m<sup>2</sup>, langų ir balkonų remonto išlaidos kiekvieno buto buvo skirtingos, todėl skaičiuotos atskirai. Suteikta 10 metų banko paskola.

Remonto darbai pradėti 2007 m. rugpjūčio mėn. Sienų varža iki pastato atnaujinimo buvo 1 m<sup>2</sup>·K/W, po atnaujinimo pasiekta 3,5 m<sup>2</sup>·K/W. Sienos apšiltintos 12 cm putų polistireno sluoksniu. Stogo izoliacijai naudota 14 cm putų polistireno ir 4 cm akmens vatos.

Prieš dvejus metus iki atnaujinimo pastate buvo įdiegta daliklių sistema, kad būtų galima valdyti kiekvieno šildymo prietaiso veikimą atskirai, bei modernizuota šildymo sistema. Po atnaujinimo butuose padidėjo temperatūra (patiriama mažiau šilumos nuostolių, tai ypač aktualu atvėsus orams rudenį, bet dar neprasidėjus šildymo sezonui).

Tikslių duomenų, kiek sutaupyta, nėra, bet atnaujintų namų gyventojai pastebėjo, kad už šildymą moka 100–200 litų mažiau nei anksčiau. Palyginti šio sublokuoto pastato mokesčių už šilumą 2008 m. vasario mėn. su tokio pat dydžio

ir plano sublokuotu daugiabučiu, esančiu priešais (23.2 pav.), kuriame neįdiegta nei daliklių sistema, nei atliktas remontas, ekonomija buvo 8 000 Lt (1,23 Lt/m<sup>2</sup>), arba daugiau nei 60 litų 50 m<sup>2</sup> ploto butui.



23.1 pav. Atnaujinti daugiabučiai namai Žirmūnuose, Vilniuje.



23.2 pav. Neatnaujinti daugiabučiai namai Žirmūnuose, Vilniuje.

## 24. Atnaujintas administracinis pastatas

UAB *Apšildymo ir ventiliacijos automatizavimo centras* yra įsikūręs 2001 m. atnaujintame pastate (24.1 pav.) Kaune. Plytinės sienos buvo apšiltintos 10 cm akmens vatos sluoksniu, pastatytas antras aukštas, plokščias stogas apšiltintas akmens vata, įrengta moderni vėdinimo sistema, saulės kolektoriai, vėsinimas. Šildomų administracinio pastato patalpų plotas – 700 m<sup>2</sup>.

Šiluma iš saulės kolektorių (24.2 pav.) naudojama karštam vandeniui ruošti. Vasarą dujinis katilas (24.3 pav.) nėra naudojamas, rudenį, žiemą ir pavasarį jo įsijungimas reguliuojamas automatiškai. Sušildyti viso pastato patalpas žiemos mėnesiais kainavo maždaug 400 Lt/mėn. (2007 m. duomenys).



24.1 pav. Atnaujintas administracinis pastatas\*.

Pastate įdiegta automatinė sistema, reguliuojanti šilumos gamybą pagal poreikį (24.2 pav.): patalpos nešildomos nedarbo dienomis ir naktimis, šildymo sistema įsijungia 30 min. iki darbo pradžios. Atskirai užprogramuotas kiekvienos patalpos šildymas. Toks šildymo sistemos naudojimas yra galimas dėl to, kad šildymas – orinis, nėra šildymo prietaisų, kuriuose skystis galėtų užšalti.





24.2 pav. Saulės kolektoriai išdėstyti ant pastato stogo\*.



24.3 pav. Dujinis katilas (kairėje) katilinėje\*.



24.4 pav. Valdymo skydas\*.

Vasarą 100 proc. karšto vandens paruošiama saulės kolektoriuose (apie 40 °C temperatūros). Karštą vandenį naudoja 20 darbuotojų. Įrengti vakuuminiai saulės kolektoriai, jų paviršiaus plotas yra 4 m<sup>2</sup>. Anksčiau naudotas 2 m<sup>2</sup> plokščiasis kolektorius, bet karšto vandens nepakako. Saulės kolektoriai dirba visus metus, bet kokį procentą saulės šiluma sudaro rudenį, žiemą ir pavasarį – neaišku, nes nėra tai fiksuojančios įrangos, galima stebėti tik momentinius temperatūrų grafikus.

Vasarą patalpoms vėsinti naudojama keturių pakopų šalčio mašina (24.5 pav.) – išorinis agregatas, sujungtas su ventiliacijos sistema. Vėsinti naudojama elektros energija 2008 m. vasarą kainavo apie 300 Lt/mėn. Labiausiai reikia vėsinti antrą aukštą. Nors stogas apšiltintas 20 cm storio akmens vatos sluoksniu, nevėsinant vidurvasarį antro aukšto lubų temperatūra pakyla iki 40 °C, o patalpų – daugiau nei 30 °C.

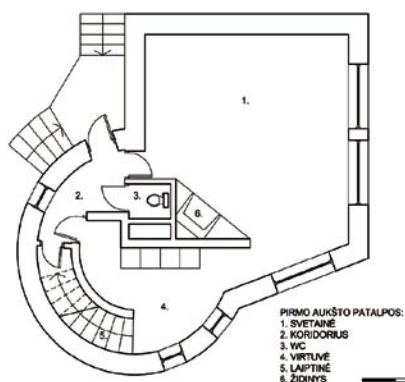


24.5 pav. Šalčio mašina\*.

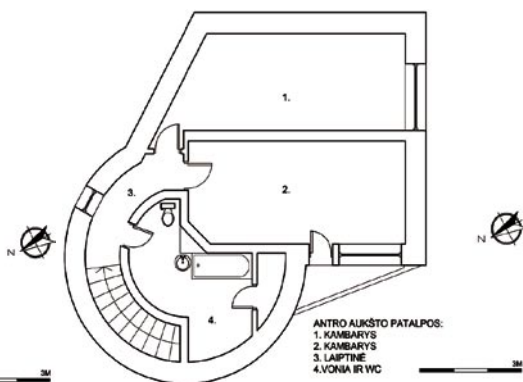
\* UAB *Apšildymo ir ventiliacijos automatizavimo centras* nuotraukos.

## 25. Saulės architektūros principų taikymas vienučiame name

Vienos šeimos 120 m<sup>2</sup> naudingojo ploto namas Vilniaus rajone projektuotas taip, kad naudotų saulės energiją tiesioginiu pasyviuoju būdu – pro langus. Pastato forma pasirinkta siekiant sumažinti šiaurinės sienos šilumos nuostolius. Pastato šiaurinėje dalyje yra laiptinė (į antrą aukštą ir į rūšį), šiaurės rytinėje (pirmame aukšte) – prieškambaris. Gyvenamieji kambariai suprojektuoti pietinėje pastato pusėje, kad būtų šildomi saulės (25.1, 25.2 pav.). Virtuvė įrengta vakarinėje pastato dalyje (langai nukreipti į pietvakarius ir vakarus), bet joje nebūna per karšta, nes erdvė atvira, ir šiltas oras laiptine kyla į antrą aukštą, o šilumos perteklių galima išvėdinti pro nedidelį langelį (anga – 0,16 m<sup>2</sup>, stiklo plotas – 0,09 m<sup>2</sup>), esantį laiptinės gale antrame aukšte. Į pietus (apie 10° nukrypta nuo tikslios pusės), pietvakarius ir pietryčius iš viso nukreipta 9 m<sup>2</sup> skaidrių atitvarų, tai sudaro 60 proc. viso įstiklinto ploto, šiaurinėje namo pusėje nėra nei langų, nei durų (25.1 lentelė, 25.3, 25.4 pav.).



25.1 pav. Pirmo aukšto planas.



25.2 pav. Antro aukšto planas.

25.1 lentelė. Skaidrių atitvarų ypatybės

Skaidrių atitvarų kryptis	Įstiklintas plotas, m <sup>2</sup>
Pietūs	6,4
Pietryčiai (stoglangiai)	0,8
Pietvakariai	0,5
Pietvakariai (stoglangiai)	1,3
Vakarai	5,4
Šiaurės rytai	0,6

Name yra įrengtas kietojo kuro katilas, per šildymo sezoną karštam vandeniui ir šilumai gaminti naudojamos ažuolinės malkos. Kai katilas nenaudojamas, vanduo šildomas elektra.

Namą pradėjus eksploatuoti paaiškėjo, kad jis šildomas kur kas mažiau nei aplinkiniai namai. Empiriškai galima įvertinti, kad apie 30 proc. šilumos gaunama iš saulės. Žiemą dažniausiai kūrenama kas vakarą arba kas kelias dienas, rudenį ir pavasarį – keliskart per savaitę: tai priklauso nuo to, ar dienos saulėtos, ar apniukusios. Žiemą lauke esant  $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$  temperatūrai, bet šviečiant saulei, patalpose pakankama temperatūra –  $19\text{--}22\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Šiuo atveju negalima pasakyti, kad šildymo sezonas labai sutrumpėja, nes spalį ir balandį 3–5 kartus per mėn. vis tiek būtina užkurti katilą. Tačiau šildyti reikia kur kas rečiau. Jeigu pastatas būtų šiltesnis (dabar suminė sienų varža yra  $3\text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$ ), saulės energijos dalis padidėtų nepakeitus skaidrių atitvarų ploto (dėl sumažėjusių šilumos nuostolių per sienas). Per sezoną šildymui ir karšto vandens ruošimui su-naudojama apie  $8\text{ m}^3$  ažuolinių malkų.

Paruošta vieta saulės kolektoriams ant pietinio pastato fasado įrengti (25.5 pav.). Stogas šiuo tikslu netinka, nes yra lėkštas, ir jo nuolydis nukreiptas į pietryčius bei pietvakarius. Tai yra nepatogi stogo padėtis, turint omenyje ir stoglangius: jeigu stogo šlaitai būtų statesni, stoglangiai daugiau saulės šilumos įleistų rudenį, pavasarį ir žiemą. Dabar jie praleidžia daug saulės šilumos vasarą, todėl vienas kambarys (pietrytinis), dieną neuždengus stoglangio, perkaista. Šiame name stoglangiai



25.3 pav. Šiaurės rytų ir rytinė pastato pusė.



25.4 pav. Į šiaurę nukreipta apvalioji pastato pusė, ten langų nėra; medžiai meta šešėlį ant vakarinių langų.

montuoti tam, kad būtų daugiau natūralaus apšvietimo (stoglangiai praleidžia kur kas daugiau šviesos nei langai). Tačiau juos sunku uždengti iš pastato išorės, taigi pietryčių ir pietvakarių pusėse esantys stoglangiai gali kelti rūpesčių vasarą. Be to, kelias dienas žiemą jie būna apsnigti ir praleidžia mažai šviesos.

Pastatas vėdinamas atidarius langus ir per ventiliacijos kanalą. Taip netenkama dalies šilumos žiemą. Vasarą labai gerai funkcionuoja šiaurės rytų pusėje esantis antro aukšto langas, pro kurį nuolat nesukeldamas skersvėjo išsina šiltas oras.

Dienos šviesa naudojama gana gerai, tik trūksta rytinių langų – gyvenant name paaiškėjo, kad pailgas horizontalios padėties rytinis langas (25.3 pav., siena be langų), įdėtas viršutinėje pirmo aukšto sienos dalyje, suteiktų dar daugiau jaukumo ir šilumos (jis būtų nukreiptas šiek tiek į pietryčius, neužstotas medžių).

Vasarą pastatas neperkaista, nors virš pietinių langų specialiai nėra nieko sumontuota, šešėlių meta tik lango anga (25.5 pav.). Užuolaidos dieną reikalingos 1–2 savaites per metus – liepos arba rugpjūčio mėn.



25.5 pav. Pietiniai langai, virš jų bus montuojami saulės kolektoriai vandeniui šildyti.

Pastato orientavimas pasaulio šalių kryptimis nepareikalavo jokių papildomų investicijų, o teikiama nauda akivaizdi – sutaupoma lėšų, skirtų patalpoms šildyti, saulėtame pastate jauku. Mažiau kūrenant saugoma gamta ir žmonių sveikata, nes net kūrenant malkomis, ypač senuose katiluose, gyvenvietėse susidaro smogas, tvyro blogas kvapas.

## 26. Plokščiųjų saulės kolektorių naudojimo patirtis

SOS vaikų kaime Vilniuje (26.1 pav.) daugiau nei šešis mėnesius per metus vanduo yra šildomas ant stogų įrengtuose saulės kolektoriuose. Sistema veikia jau daugiau nei dešimtmetį; naudojant šią sistemą reikia pirkti mažiau kuro. Pagal vokiečių architekto projektą, finansuojant Suomijos organizacijai, Vilniuje, Šeškinėje, buvo pastatyta 12 šeimyninių namų. Devynių pastatų stogų šlaitai nukreipti į pietus ir šiaurę (26.2 pav.), trijų – į rytus ir vakarus (26.3 pav.). 8 m<sup>2</sup> ploto saulės kolektoriai sumontuoti ant pietinių stogų šlaitų

(26.2, 26.4 pav.). Devyniuose namuose kolektoriai nuo kovo vidurio iki spalio vidurio naudojami karštam vandeniui ruošti, o kartais, esant saulėtam orui, įjungiami ir žiemą. Papildomai vanduo pašildomas dujomis. Pastatuose, orientuotuose į rytus ir vakarus, yra tik dujinis katilas.



26.1 pav. SOS vaikų kaimas Vilniuje.



26.2 pav. Devynių pastatų stogų šlaitai nukreipti į pietus ir šiaurę.

Pasak SOS vaikų kaimelio ūkio vedėjo, saulės kolektorių eksploatacija yra labai paprasta: kartkartėmis vamzdyne reikia tik papildyti neužšalantį skystį, jis uždaru kontūru cirkuliuoja tarp ant stogo esančio kolektoriaus ir akumuliacinės vandens talpos, sumontuotos katilinėje.

Patirtis parodė, kad namuose su saulės kolektoriais vasarą  $1 \text{ m}^3$  karšto vandens ( $50 \text{ }^\circ\text{C}$  temperatūros) paruošti sunaudojama apie  $3 \text{ m}^3$  dujų, pastatuose be saulės kolektorių dujų sunaudojama dukart daugiau – apie  $6 \text{ m}^3$ . Pavasarį ir rudenį saulės energija pakeičia apie  $2 \text{ m}^3$  dujų.

Saulės kolektoriai veikia ir ūkanotomis dienomis: lauke esant  $18 \text{ }^\circ\text{C}$  temperatūrai, skystis kolektoriuje įkaista iki  $35\text{--}40 \text{ }^\circ\text{C}$ . Vasarą, kai gyventojai išvažiuoja ir vanduo nenaudojamas, jo temperatūra pakyla net iki  $90 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Rugsėjo mėn. 9 val. ryto, kai lauke buvo  $10 \text{ }^\circ\text{C}$  šilumos, kolektoriuje vanduo sušilo iki  $14 \text{ }^\circ\text{C}$ , o akumuliacinėje saulės šildymo sistemos talpoje vandens temperatūra siekė  $18 \text{ }^\circ\text{C}$  (vandentiekio vandens temperatūra yra apie  $7 \text{ }^\circ\text{C}$ ). Iš šios talpos vanduo elektriniu siurbliu pumpuojamas į dujinio šildymo katilą ir ten kaitinamas iki  $50 \text{ }^\circ\text{C}$  temperatūros.



26.3 pav. Keliuose namuose saulės kolektoriai neįrengti.



26.4 pav. Saulės kolektoriai sumontuoti ant stogų pietinių šlaitų.

## 27. Vakuuminių kolektorių naudojimas vandeniui ir patalpoms šildyti

Kauno rajone esančio individualaus namo šeimininkas įsitikinęs, kad net jei nėra galimybių naudoti saulės energiją pastate tik jį pastačius, būtina iš anksto pasirūpinti galimybe prijungti saulės kolektorius vandeniui šildyti, nes naudoti saulės energiją šilumos gamybai Lietuvoje naudinga. Pavyzdžiui, apniukusį rugpjūčio pabaigos rytą iš saulės kolektorių į karšto vandens talpą buvo tiekiamas 30,2 °C temperatūros vanduo, talpos apačioje vandens temperatūra buvo 27,3 °C, viršuje – 41,1 °C.

Namas neseniai pastatytas, jame gyvenama nuo 2008 m. pavasario, todėl tuo metu buvo įdiegta tik 12 m<sup>2</sup> vamzdinių saulės kolektorių (90 vamzdžių, 27.1 pav.). Namo šeimininkas žada ant stogo uždėti dar tiek pat, nes



27.1 pav. Saulės kolektoriai sumontuoti ant stogo.

ketina saulės šilumą naudoti ir patalpoms šildyti. Vasarą tiek kolektorių būtų buvę per daug, nes dar neįrengtas baseinas, kurį galima būtų šildyti energijos pertekliumi. Prie saulės kolektorių pajungta didelė akumuliacinė talpa – 1 000 l. Ji stovi antrame aukšte (ne rūsyje), kad kelias iš saulės kolektorių iki vandens talpos būtų kuo trumpesnis, ir jau ryte vanduo greičiau šiltų.



27.2 pav. Sistema veikia automatizuotai.

Name yra įdiegtos ir kitos energijos taupymo priemonės: židinio išskiriama šiluma per vandens gyvatuką tiekama į šildymo sistemą, šiluma akumuliuojama keliose akumuliacinėse talpose (27.3 pav.), o reikiamai temperatūrai pasiekti papildomai pašildoma dujomis. Netrukus prie šildymo sistemos bus prijungti ir saulės kolektoriai. Pats pastatas yra šiltas, nors ir



27.3 pav. Patalpų šildymo sistemoje yra kelios akumuliacinės talpos.

Tokio tūrio talpa tinkama: jei per savaitę nors kartą pašviečia saulė, karšto vandens sukaupiama savaitei. Visa sistema automatinė (27.2 pav.), saulės kolektoriuje šilumos nešėjo temperatūrai pakilus 5 °C daugiau nei talpos apačioje esanti temperatūra, įsijungia siurblys, ir šiluma naudojama. Kai temperatūrų skirtumas sumažėja iki 2 °C, cirkuliacija iš kolektorių nebevyksta. Visą pavasarį ir vasarą namo gyventojai naudojo tik saulės pašildytą vandenį.

didelis (400 m<sup>2</sup>), energija naudojama taupiai dar ir dėl rekuperacinės sistemos. Namo šeimininkas įsitikinęs, kad saulės kolektorių sistema (su montavimo darbais ji kainavo apie 20 000 litų) atsipirks per 4–5 metus. Ši sistema patogi tuo, kad į ją bet kada galima papildomai pajungti kolektorius vamzdžių, o ir akumuliacinis tūris gali būti išplėstas – yra galimybė vieną prie kitos prijungti kelias talpas. Saulės kolektorius vamzdžių galima įsitaisyti tiek, kiek leidžia galimybės (vieno kaina ne-siekia 100 Lt) ir koks yra poreikis.

## 28. Grunto šilumą naudojantis namas

Klaipėdos mieste naujos statybos 245 m<sup>2</sup> naudingojo ploto name (28.1 pav.) sumontuota katilinė (28.2 pav.) su šilumos siurbliu *NIBE Fighter 1250*, kuriame yra karšto vandens šildytuvas. Visame name įrengtas grindinis šildymas. Lauke 1,3 m gylyje paklotas horizontalusis 700 m ilgio kolektorius. Įrenginio šiluminė galia – nuo 3,9 iki 15,8 kW. Kadangi jame sumontuotas elektros srovės dažnio keitiklis, šilumos siurblio galia prisitaiko prie šildymo sistemos poreikių. Šiame name sistema sumontuota pagal tipinę katilinės su šilumos siurbliu schemą, kuri rekomenduojama ir populiari individualiuose namuose.



28.1 pav. Pastatas Klaipėdoje.

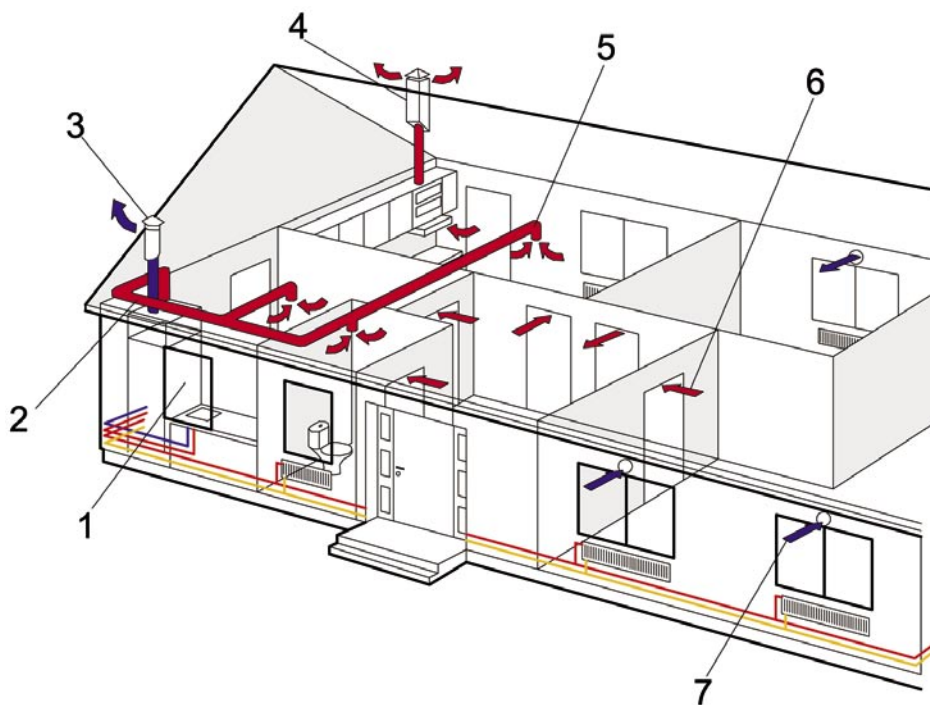


28.2 pav. Katilinė.

Siekiant taupiai naudoti šiluminę energiją, name įdiegtas ventiliacijos įrenginys *NIBE FLM 30*. Pagrindinė įrenginio funkcija – pernešti ventiliacijos sistemos (28.3 pav.) šalinamame ore esančią šiluminę energiją į horizontalųjį kolektorių, nes nuo kolektoriuje cirkuliuojančio šilumos nešėjo (sūrymo) temperatūros priklauso šilumos siurblio energijos transformacijos koeficientas. Kolektoriaus sūrymas cirkuliuoja per *FLM* šilumokaitį. Įrenginio ortakių sistema yra nedidelė ir todėl nebrangi. Šilumos mainai šilumokaityje vyksta intensyviai, nes kolektoriuje žiemą – žema temperatūra; energija taupoma ir išsijungus šilumos siurbliui, nes cirkuliacija per *FLM* įrenginį vyksta nenutrūkstamai. Taigi šilumos siurblio energijos transformacijos koeficientas



padidėja iki 5. 2007 m. žiemą už viso namo elektros energijos sąnaudas, įskaitant buitinius prietaisus, šildymą ir karšto vandens ruošimą, vidutiniškai mokėta 200 Lt/mėn. Sistemos montavimas kainavo 45 000 Lt.



28.3 pav. Namų vėdinimo schema: 1. FLM įrenginyje padidinama sūrymo temperatūra. 2. Šiltas oras nukreipiamas į FLM įrenginį. 3. Atvėsęs oras šalinamas į aplinką. 4. Iš gartraukio oras šalinamas tiesiai į lauką. 5. Šiltas patalpos oras įsiurbiamas į sistemą. 6. Oras pro angas cirkuliuoja patalpose. 7. Išorės oras tiekiamas į patalpas.

## 29. Saulės ir vėjo mikroelektrinė

Lietuvos energetikos muziejuje (29.1 pav.), įsikūrusiame industrinio paveldo objekte – buvusioje Vilniaus miesto centrinėje elektrinėje, 2008 m. pradėjo veikti saulės ir vėjo mikroelektrinė. Jos paskirtis – šviesti Lietuvos visuomenę bei parodyti, kaip gaminama šiluma ir elektra naudojant saulės ir vėjo energiją.



29.1 pav. Lietuvos energetikos muziejus.



29.2 pav. Saulės ir vėjo jėgainės.

29.1 lentelė. Pagrindiniai mikroelektrinės parametrai ir jų vertės.

Parametras	Vertė
Metinis prognozuojamas generuojamos energijos kiekis, kWh	6000
Energijos atsargos esant įkrautiems akumuliatoriams, kWh	36
Nominali inverterių galia (vienfazis jungimas), kW	12
Pikinė galia (vienfazis jungimas), kW	24

Kompleksinė tarpusavyje suderintų komponentų saulės ir vėjo mikroelektrinė sudaryta iš: elektros energijos jėgainių – 2,7 kW galios fotoelementų modulių bei 3,2 kW galios horizontaliosios ašies vėjo generatoriaus (29.2 pav.); elektros energijos kaupimo įrenginių – 24 V 1500 Ah galios akumuliatorių baterijos ir elektroninių akumuliatorių įkrovimo valdiklių; 12 kW nominalios galios keitiklių bloko, keičiančio nuolatinę 24 V srovę į kintamą 50 Hz 230 V srovę (29.3 pav., 29.1 lentelė). Jėgainių generuojama elektros energija kaupiama akumuliatorių baterijoje. Elektros energijos imtuvai maitinami kintama 50 Hz 230 V srove iš keitiklių.

Saulės jėgainėje elektros energiją generuoja 15 fotoelementų modulių (29.4 pav.). Modulių laukas sudarytas iš trijų grupių, kiekvienoje jų lygiagrečiai sujungti penki moduliai. Kiekviena modulių grupė per įkrovimo valdiklius

sujungta su akumuliatorių baterija. Įkrovimo valdikliai seka akumuliatorių įtampą ir, jei viršijus nustatytą, nutraukia įkrovimą (29.3 pav.).



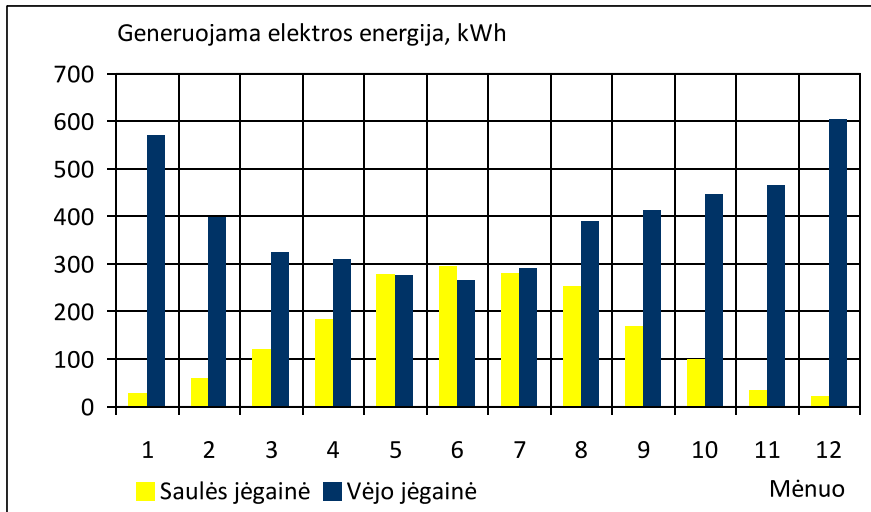
29.3 pav. Automatizuotas elektros energijos kaupimas, keitimas ir naudojimas.



29.4 pav. Saulės elektrą gamina 15 fotoelektrinių modulių, saulės šilumą – 8 saulės kolektoriai.

Prognozuojama, kad mikroelektrinė generuos 6 000 kWh kasmet (29.5 pav.). Visa mikroelektrinės kaina pasiekė 200 000 Lt, nes ji – automatinė (pastato energetinė sistema automatiškai perjungiamą prie išorinio elektros tinklo nukritus akumuliatorių baterijos įtampai  $< 23,5$  V ir (arba) viršijus leistiną apkrovos galią), o ilgaamžiai akumuliatoriai kainavo tiek pat, kiek ir fotoelementai. Jeigu elektros energija būtų parduodama, elektrinė kainuotų maždaug perpus pigiau, nes nereikėtų akumuliatorių ir brangių daugiafunkčių keitiklių. Tada saulės ir vėjo jėgainės tiesiogiai per sinchronizuojantį keitiklį būtų sujungtos su elektros tinklu.

Mikroelektrinė sumontuota ant Lietuvos energetikos muziejaus stogo. Ten pat yra ir 16 m<sup>2</sup> saulės kolektorių laukas (29.4 pav.), tiekiantis karštą vandenį ir šilumą patalpoms šildyti. Akumuliacinės talpos tūris – 500 l. Nuo 2008 m. kovo iki 2008 m. rugsėjo mėn. saulės kolektoriuose pagaminta pakankamai karšto vandens (100 proc. poreikio), o šilumos perteklius panaudotas rūsiui šildyti.



29.5 pav. Saulės ir vėjo mikroelektrinės generuojama energija per metus.

### 30. Namas, apsirūpinantis vietine energija

Kauno mieste yra gyvenamasis namas (30.1 pav.), kuris apsirūpina vietine energija (energija, gaminama namo teritorijoje), o dalį šilumos tiekia kitam namui. Pastato naudingasis plotas – 140 m<sup>2</sup>, jame gyvena keturi žmonės.

Vanduo šildomas 4 m<sup>2</sup> saulės kolektorių (300 l akumuliacinė talpa, palaikoma vandens temperatūra – 40–50 °C), neseniai įrengtas šilumos siurblys. 1,5 m gylyje išvedžiota 200 m vamzdžių, bet reikėjo daugiau – bent 400 m (tai apribojo sklypo plotas). Pastate yra ir iš pramoninių kompresorių šeimininko pagamintas orinis šilumos siurblys, paprastai naudojamas vaikų kambariams vėsinti, ir biokuro katilas, reikalingas esant labai žemai lauko temperatūrai žiemą.

Elektrą generuoja 3 kWp galingumo saulės ir 2,5–3,0 kW galingumo vėjo jėgainės (30.1–30.3 pav.). Pagaminama apie 400 kWh/mėn., – to pakanka pastato gyventojų poreikiams patenkinti. Buitinė technika – A klasės, siekiant sumažinti energijos poreikius. Yra skalbyklė, elektrinė viryklė, kiti buityje naudojami prietaisai.

Saulės fotoelementai eksploatuojami jau metus. Patirtis parodė, kad gruodį ir sausį elektros pagaminama labai mažai. Dabar šį trūkumą turėtų kompensuoti vėjo jėgainė. Bendra mikroelektrinės kaina – apie 150 000 Lt, nors, pavyzdžiui, vėjo jėgainė kainavo 30 000 Lt. Pastatas prijungtas prie elektros



30.1 pav. Saulės kolektoriai ir fotoelementai, sumontuoti ant stogo.



30.2.pav. Vėjo jėgainė pastatyta sode, visai šalia namo.



30.3 pav. Šalia laiptinės įrengta elektrinės valdymo bazė.

tinklų, bet šiuo metu elektros tinklų elektra naudojama tik statybos darbams, pavyzdžiui, suvirinimo aparatui, nes jam reikia labai galingo trifazio įvado.

Į klausimą, ar atsipirks investicija, šeimininkas atsako, kad jo tikslas buvo apsirūpinti vietine energija, o finasinis klausimas yra ne toks svarbus.

## 31. Pasyvusis namas

Pasyvusis namas (31.1 pav.) Vilniaus rajone baigtas statyti 2008 m. viduryje. Tai 330 m<sup>2</sup> naudingojo ploto vienos šeimos keturių asmenų namas.

Pastatas projektuotas ir statytas siekiant įvykdyti pasyviems namams keliamus reikalavimus. Saulės energija pastate naudojama pasyviau ir aktyviau būdais; įrengtas geoterminis šildymas; vėdinimo sistema su šilumogrąža. Naudojama tiesioginė saulės energija: pietinėje pastato pusėje sumontuota daugiausia langų (31.1 pav.), jų yra ir rytinėje bei vakarinėje pusėje, šiaurinėje pusėje langų nėra, yra tik įėjimas į rūšį (31.2 pav.). Vidinės namo sienos sumūrytos iš keraminių blokelių (380 mm pločio), iš išorės

apšiltintos polistirenu (250 mm). Taip sukonstruotos šiltos masyvios sienos, pastato viduje galinčios sukaupti saulės šilumą. Kambariai tinkuoti šviesių atspalvių tinku.

Energija kaupiama ir masyviose ažuolinėse grindyse. Koridoriuose ir pagalbinėse patalpose grindų danga – keraminės plytelės, po jomis išvedžioti grindų šildymo vamzdžiai. Kambariuose nėra šildymo prietaisų, grindys nešildomos – šildoma oru per lubose išvedžiotus ortakius. Šilumos izoliacijai pagerinti ant langų pastato išorėje įrengtos žaliuzės, jas nuleidus žiemos naktimis sutaupoma dalis šilumos, o vasarą tai yra pagalbinė priemonė nuo perkaitimo, nors pastato vėdinimo sistema apskaičiuota taip, kad namo viduje temperatūra nepakiltų aukščiau 25 °C.



31.1 pav. Pietinis pastato fasadas.



31.2 pav. Šiaurinėje pusėje langų nėra.

Namo stogas dengtas čerpėmis, apšiltintas akmens vata. Ant stogo įrengti saulės kolektoriai vandeniui šildyti (31.1 pav.).

Kad atitiktų pasyviojo namo standartą, pastate sudėti labai kokybiški langai ir lauko durys. Tai sertifikuoti kelių sluoksnių gaminiai, pasižymintys geromis šiluminėmis savybėmis (31.1 lentelė) ir tinkantys pasyviųjų namų statybai.

Pastato patalpų vėdinimas atitinka griežčiausius higienos reikalavimus: pagal patalpos paskirtį apskaičiuota gryno oro kaita – 30–60 m<sup>3</sup>/val. vienam žmogui. Oras į pastatą patenka pro 100 m ilgio ir 32 mm skersmens vamzdį. Jis ventiliatoriumi pumpuojamas per rekuperacinę sistemą (31.3–31.5 pav.): žiemą šalinamas oras pašildo orą, tiekiamą į patalpas, o vasarą šiek tiek atvėsina, kartu sušildydamas žemę. Šiame name buvo atsisakyta rekuperacinės

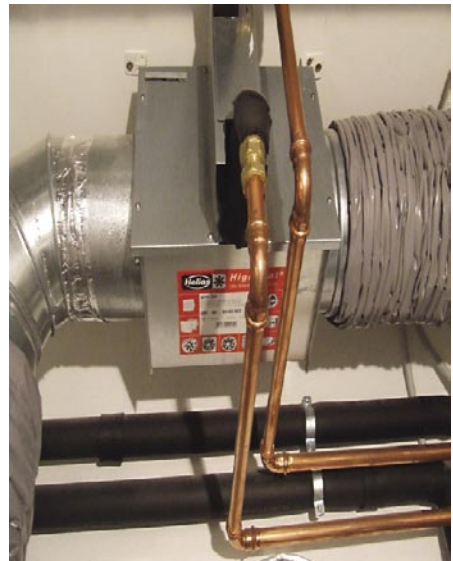


31.3 pav. Šilumos siurblys, rekuperatorius, vėdinimo sistemos vamzdynas.

sistemos, kai oras į pastatą patenka pro 200 mm skersmens ir 100 m ilgio vamzdį, išvedžiotą šalia namo po žeme, nes šią sistemą kasmet reikia valyti, bet tai atlikti yra labai sudėtinga. Toks ilgas kelias iki rekuperatoriaus reikalingas tam, kad tiekiamo į pastatą oro temperatūra būtų ne mažesnė nei 5 °C. Rekuperatoriaus naudingumo koeficientas – 89 proc., taigi jei iš kambario pašalinamas 22°C temperatūros oras, esant -10 °C lauko temperatūrai, į patalpas patenka iki 17 °C sušilęs oras.



31.4 pav. Oro siurblys.



31.5 pav. Tiekiamą į pastatą orą šildantis šilumokaitis.

Pastatas šildomas šilumos siurbliu, išgaunančiu šilumą iš žemės per 400 m ilgio ir 32 mm skersmens vamzdyną, išvedžiotą sklype. Šilumos siurblys dirba periodiškai – tik tada, kai reikia šilumos.

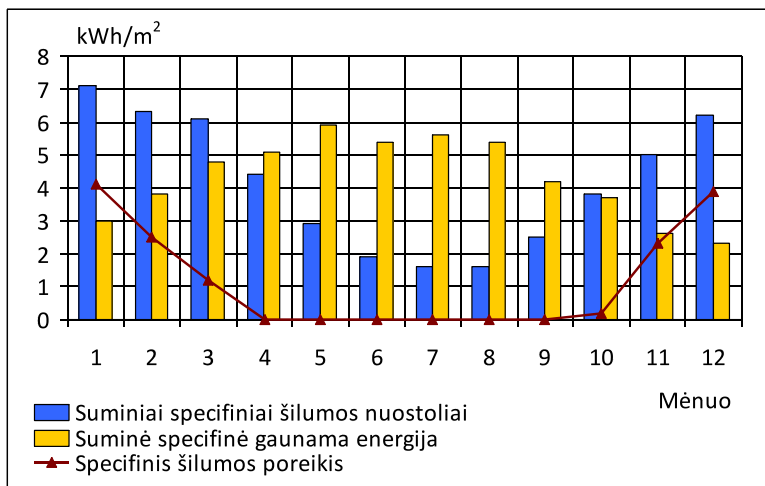
31.1 lentelė. Pasyviojo namo Vilniaus rajone charakteristikos.

<b>Charakteristika</b>	<b>Vertė</b>
Šildomasis plotas	363 m <sup>2</sup>
Sienu šilumos perdavimo koeficientas	0,09 W/(m <sup>2</sup> ·K)
Durų šilumos perdavimo koeficientas	0,60 W/(m <sup>2</sup> ·K)
Langų šilumos perdavimo koeficientas	0,65 W/(m <sup>2</sup> ·K)
Pietinio įstiklinimo plotas	11,9 m <sup>2</sup>
Rytinio įstiklinimo plotas	4,1 m <sup>2</sup>
Vakarinio įstiklinimo plotas	23,1 m <sup>2</sup>
Šilumos siurblio galingumas (elektros energijos sunaudojimas)	1,5 kW
Šilumos siurblio galingumas (atiduodamoji galia)	6,3 kW
Akumuliacinės talpos tūris	900 l
Karšto vandens talpos tūris	250 l
Saulės kolektorių plotas (60 proc. karšto vandens poreikių)	4 m <sup>2</sup>
Specifinis metinis šilumos poreikis	14,3 kWh/m <sup>2</sup>
Šildymo* išlaidos per metus	390 Lt
Karšto vandens ruošimo išlaidos* per metus (atėmus saulės kolektorių indėlį)	480 Lt
Vėdinimo išlaidos* per metus	540 Lt
Statybos kaina (su prabangia apdaila)	4145 Lt/m <sup>2</sup>
* 2008 m. kainomis, naudojant dviejų tarifų skaitiklį.	

Investicija į vėdinimo ir šildymo sistemą – 100 000 litų, bendra šio namo statybos kaina (be sklypo kainos) – 4 145 Lt/m<sup>2</sup>. Kadangi namo šilumos poreikis daug mažesnis nei kitų šiuolaikinių pastatų (31.6 pav.), jį išlaikyti (be elektros sąnaudų buitinės technikos darbui) kainuoja apie 1 410 litų per metus (2008 m. kainomis).

Pastatui apšviesti naudojami šviesos diodai: namo viduje jų yra 280, lauke – 40 lempučių. Koridoriuose ir lauke sumontuoti judesio davikliai. Pastate naudojama pažangi buitinė technika.





31.6 pav. Šilumos nuostoliai, gaunama energija ir pastato šilumos poreikis.

## 32. Šiaudiniai namai

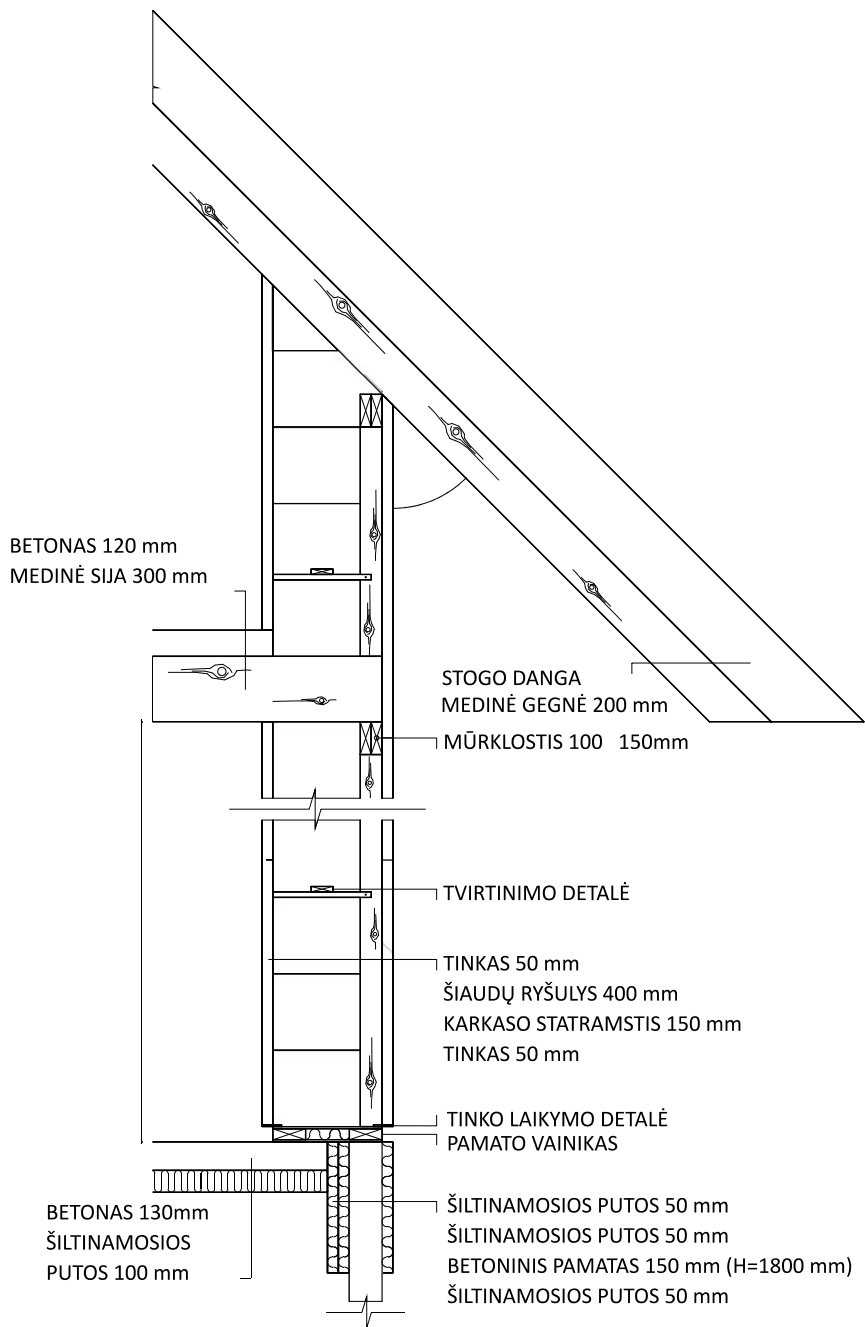
Kauno r. Zapyškio seniūnijoje iš presuotų šiaudų ryšulių pastatyti du namai (32.1 pav.). Statybų darbai be įrengimo truko pusę metų. Statant vieną 330 m<sup>2</sup> bendrojo ploto namą (260 m<sup>2</sup> naudingojo ploto) sunaudota maždaug 160 m<sup>3</sup> presuotų šiaudų (32.3 pav.). Šiaudų ryšulių ilgis buvo 80–100 cm, plotis – 50 cm, aukštis – 35 cm. Šiaudų ryšuliai guldyti ant vainiko – jis atskyrė ryšulius nuo pamatų (pamatai daryti tik po karkasu), siena suslėgta kas trys ryšulių eilės. Pastatai nutinkuoti molio tinku ir nudažyti natūraliais dažais (32.2 pav.).



32.1 pav. Šiaudinis namas Zapyškio seniūnijoje.



32.2 pav. Nutinkuotas pastatas.



32.3 pav. Karkasinės sienos su šiaudų ryšulių užpildu pjūvis.

Molio tinkas gerai akumuliuoja šilumą, turi antistatinių ir antibakterinių savybių, sugeria kvapus, lengvai perdirbamas, tinka įtrūkimus lengva užtaisyti. Toks tinkas reguliuoja patalpų drėgmę, todėl labai tinka statant šiaudinius namus. Šiuose dviejuose namuose tinko sluoksnis yra 5–6 cm, t. y. buvo tinkuoti 5–6 sluoksniai po 1 cm. Tinkuotos sienos šilumos perdavimo koeficiento vertė šiuose namuose – 0,08 W/(m<sup>2</sup>·K). Nendrėmis dengto stogo, papildomai apšiltinto medžio vata, šilumos perdavimo koeficiento vertė – 0,12 W/(m<sup>2</sup>·K). Šių namų atsparumo ugniai klasė – II.

Pastatai šildomi ir karštas vanduo gaminamas šilumos siurbliais. Plastikiniai vamzdžiai išvedžioti grunte, kolektoriaus ilgis – 600 m (32.4 pav.), šilumos siurblių galingumas – 12 kW. Juos įrengti kainavo daugiau nei 40 000 Lt. Pastate įrengtas grindinis šildymas (32.5 pav.).



32.4 pav. Įrengiamas horizontalusis kolektorius.



32.5 pav. Montuojamos šildomosios grindys. D. Surkio nuotr.

Atlikus pastatų energinio naudingumo sertifikavimą nustatyta, kad per metus pastatas naudoja 84,31 kWh/m<sup>2</sup> (pastato energinio naudingumo klasė – B). Tai suminė energija šildymui, karšto vandens ruošimui, elektros prietaisams. Apskaičiuota, kad šildymui pastatas naudotų 60 kWh/m<sup>2</sup> – tai artima mažai energijos naudojančio namo reikalavimams (iki 50 kWh/m<sup>2</sup>). Jeigu pastate būtų naudojama saulės energija, įdiegta rekuperacinė sistema bei sudėti specialūs langai ir durys, pastatas galėtų atitikti pasyviojo namo standartą (energijos sąnaudos šildymui – ne daugiau nei 15 kWh/m<sup>2</sup>, visos energijos sunaudojimas – iki 120 kWh/m<sup>2</sup> per metus). Kadangi šiuose namuose nėra naudojama šalinamo iš patalpų oro šiluma, kad sušiltų tiekiamas oras prarandama 24 kWh/m<sup>2</sup> per metus.

Šiaudinių pastatų šildymas kainuos apie 1 200 Lt per metus (2008 m. elektros energijos kainomis), karšto vandens ruošimas ir prietaisams reikalinga elektra – iki 1 400 Lt per metus. Šių namų statybos išlaidos neviršija įprasto karkasinio namo statybos išlaidų.

**Atitvara** – pastato elementas, skiriantis patalpas nuo išorės arba nuo kitų patalpų, kai oro temperatūrų skirtumas abiejose atitvaros pusėse didesnis nei 4 K.

**Atsinaujinantys energijos ištekliai** – gamtos ištekliai: vandens potencinė energija, saulės, vėjo, biomasės ir žemės gelmių šilumos (geoterminė) energija. Šios energijos atsiradimą ir atsinaujinimą skatina gamtos ar žmogaus sukurti procesai, jų galima naudoti arba naudoti energijos gamybai.

**Biomasė** – žemės ūkio (įskaitant augalinės ir gyvūninės kilmės medžiagas), miškų ūkio ir kitų susijusių pramonės šakų produktai ir atliekos ar šių produktų bei atliekų biologiškai skaidoma dalis, taip pat pramoninių ir buitinių atliekų biologiškai skaidoma dalis.

**Būvio ciklas** – tai iš eilės einantys ir tarpusavyje susiję pastato tarpiniai nuo statybinių medžiagų žaliavų išgavimo iki pastato nugriovimo ir atskirų jo dalių utilizavimo.

**Darnus vystymasis** įteisintas kaip pagrindinė ilgalaikė visuomenės vystymosi ideologija. Darnaus vystymosi koncepcijos pagrindą sudaro trys lygiaverčiai komponentai – aplinkosauga, ekonominis ir socialinis vystymasis.

**Efektyvumas** – energijos išteklių ir energijos veiksmingo panaudojimo laipsnis.

**Energijos poreikis** – numatomas, apskaičiuotas reikiamos energijos kiekis per pasirinktą laiko tarpą.

**Energijos sąnaudos** – išmatuotas panaudotos energijos kiekis.

**Energijos taupymas** – veikla, kai sunaudojant mažesnę energijos pasiekiamas lygiavertis rezultatas.

**Hidroelektinė** – energetikos objektas, skirtas gaminti elektros energiją naudojant vandens potencinę energiją.

**Klimato kaita** – klimato savybių pasikeitimai ir svyravimai, kuriuos sukelia astronominiai, geofiziniai ir antropogeniniai veiksniai.

**Konvekcija** – šilumos judėjimas kartu su dujų, skysčio ar biriosios medžiagos dalelėmis.

**Neatsinaujinantys (baigtiniai) energijos ištekliai** – iškasami arba kitaip išgaunami iš žemės gelmių ištekliai: akmens anglis, nafta, gamtinės dujos, urano rūda, degūs skalūnai, durpės.

**Pastato energinio naudingumo sertifikatas** – Lietuvos Respublikos aplinkos ministerijos nustatyta tvarka išduotas sertifikatas, kuriame pagal statybos techninio reglamento *Pastatų energinis naudingumas. Energinio naudingumo sertifikavimas* (STR 2.01.09:2005) reikalavimus įvertintas pastato energijos suvartojimas ir nurodoma energinio naudingumo klasė.

**Pastato modernizavimas** – statybos darbai, kuriais iš dalies arba visiškai atnaujinamos ir pagerinamos pastato ir (ar) jo inžinerinių sistemų fizinės ir energinės savybės.

**Saulės elektinė** – energetikos objektas, skirtas elektros energijai gaminti naudojant saulės spinduliavimo energiją.

**Šaltasis metų laikotarpis** – metų laikotarpis, kuriam būdinga lauko oro vidutinė paros temperatūra – +10 °C ir žemesnė, kuri nustatoma pagal trijų parų iš eilės lauko oro vidutinę paros temperatūrą.

**Šiltasis metų laikotarpis** – metų laikotarpis, kuriam būdinga lauko oro vidutinė paros temperatūra aukštesnė kaip +10 °C, kuri nustatoma pagal trijų parų iš eilės lauko oro vidutinę paros temperatūrą.

**Šiltnamio dujos** – gamtinės ir antropogeninės kilmės dujiniai atmosferos komponentai, dėl kurių poveikio susidaro šiltnamio efektas. Pagrindinės šiltnamio dujos: vandens garai (H<sub>2</sub>O), anglies dioksidas (CO<sub>2</sub>), metanas (CH<sub>4</sub>), ozonas (O<sub>3</sub>), azoto suboksidas (N<sub>2</sub>O), sieros heksafluoridas (SF<sub>6</sub>), hidrofluorangliavandeniliai, perfluorangliavandeniliai, chlorfluorangliavandeniliai.

**Šiltnamio efektas** – žemutinių troposferos sluoksnių temperatūros padidėjimas dėl šiltnamio dujų kaupimosi. Didėjant šiltnamio dujų koncentracijai, šiltnamio efektas stiprėja, kyla žemutinių troposferos sluoksnių temperatūra.

**Šiluminė difuzija** – difuzija, vykstanti dėl temperatūrų skirtumo.

**Šiluminė zona** – šildomosios erdvės dalis su viena nustatyta temperatūra, kur vidaus temperatūra laikoma vienoda ir nekintančia.

**Šiluminis tiltelis** – atitvaroje esantis šilumai laidesnės medžiagos intarpas, per kurį pereinančio šilumos srauto tankis yra didesnis negu pereinančio per šalia esančias atitvaros dalis.

**Šilumogrąža** – tai šilumokaityje vykstantys šilumos mainai, kai šalinamas iš patalpų oras perduoda šilumą tiekiamam į patalpas orui.

**Šilumos laidumas** – tai medžiagos savybė praleisti šilumą. Medžiagos šiluminis laidumas proporcingas jos storiumi.

**Šilumos perdavimo koeficientas ( $U$ )** – per atitvarą pereinančio šilumos srauto tankis, kai oro temperatūrų skirtumas abiejose atitvaros pusėse – 1 K (1 °C), W/(m<sup>2</sup>·K). Atvirkščias dydis šilumos perdavimo koeficientui – šiluminė varža ( $R$ ) – tai tam tikro storio gaminio gebėjimas priešintis šilumos prasiskverbimui. Šiluminė varža priklauso nuo medžiagos šilumos laidumo koeficiento ir sluoksnio storio.

**Šilumos nuostoliai** – šilumos srautas, perduodamas iš šiltų patalpų į išorinę aplinką.

**Šilumos pojūtis** – šiluminės aplinkos jutimas ir suvokimas, kuris priklauso nuo žmogaus fizinio aktyvumo, aprangos ir šiluminės aplinkos parametrų.

**Šilumos poreikis šildymui** – per atitinkamą laikotarpį nuo šildymo sistemos į patalpas reikalinga tiekti šiluma, norint palaikyti nustatytą šildomosios erdvės temperatūrą.

**Šilumos sąnaudos šildymui** – per atitinkamą laikotarpį pastate arba patalpoje išmatuotas šildymui suvartotas šilumos kiekis.

**Vėjo elektrinė** – energetikos objektas, skirtas gaminti elektros energiją naudojant vėjo kinetinę energiją.

**Vietiniai energijos išteklių** – šalyje esami energijos išteklių, išskyrus atvežtinius arba pagamintus iš atvežtinių.

- BIELINSKIS, E.; BURBA, A. *Elektros poreikių valdymas*. Taipau – turiu daugiau. Vilnius, 1996. ISBN 9986-510-19-8.
- BLIŪDŽIUS, R. *Pastatų šiluminė renovacija*. Kaunas, 2007. ISBN 9955-25-121-2.
- BLIŪDŽIUS, R.; STANKEVIČIUS, V. *Statybinės šiluminės fizikos žinynas*. Kaunas, 2001. ISBN 9986-13-950-3.
- BUKANTIS, A., et al. *Klimato kaita: prisitaikymas prie jos poveikio Lietuvos pajūryje*. Vilnius, 2007. ISBN 978-9955-33-106-3.
- COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES.COM(2006)545 Action Plan for Energy Efficiency: Realising the Potential [žiūrėta 2008 09 10]. Prieiga per internetą: <[http://ec.europa.eu/energy/action\\_plan\\_energy\\_efficiency/doc/com\\_2006\\_0545\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/energy/action_plan_energy_efficiency/doc/com_2006_0545_en.pdf)>.
- COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES. COM(2008)30 final Directive of the European Parliament and of the Council on the Promotion of the Use of Energy from Renewable Sources [žiūrėta 2008 09 10]. Prieiga per internetą: <[http://ec.europa.eu/energy/climate\\_actions/doc/2008\\_res\\_directiveen.pdf](http://ec.europa.eu/energy/climate_actions/doc/2008_res_directiveen.pdf)>.
- DAGYS, L. J.; JARMOKAS, J. R. Vietinio kuro panaudojimo galimybės šalyje. Taipau – turiu daugiau. Vilnius, 1998. ISBN-9986-858-02-X.
- DAVID, A. Minimising Life Cycle Cost and Energy Use Emissions in PFI Projects [žiūrėta 2008 09 10]. Prieiga per internetą: <<http://www.cibse.org/pdfs/9%20David%20Arnold.pdf>>.
- DRACK, M.; WIMMER, R.; HOHENSINNER, H. Treeplast Screw – a device for mounting various items to straw bale constructions. *The Journal of Sustainable Product Design*, Vol. 4, No 1–4, 2004, p. 33–41.
- ECHO Action [žiūrėta 2008 09 10]. Prieiga per internetą: <[http://www.echoaction.net/pdf\\_files/ECHO%20ACTION%20Handbook%20LT%20version.pdf](http://www.echoaction.net/pdf_files/ECHO%20ACTION%20Handbook%20LT%20version.pdf)>.
- Efektyvumo reikalavimai įrenginiams [žiūrėta 2008 09 10]. Prieiga per internetą: <[http://www.ukmin.lt/lt/veiklos\\_kryptys/energetika/istekliai/irenginiai.php](http://www.ukmin.lt/lt/veiklos_kryptys/energetika/istekliai/irenginiai.php)>.
- European Platform on Life Cycle Assessment [žiūrėta 2008 09 10]. Prieiga per internetą: <<http://lca.jrc.ec.europa.eu/lcainfohub>>.
- Gaia Hypothesis [žiūrėta 2008 09 10]. Prieiga per internetą: <[http://en.wikipedia.org/wiki/Gaia\\_hypothesis#History](http://en.wikipedia.org/wiki/Gaia_hypothesis#History)>.
- GERMAN SECTION OF THE INTERNATIONAL SOLAR ENERGY SOCIETY. Solar Power for Hot Water and Heating [žiūrėta 2008 09 10]. Prieiga per internetą: <<http://www.solarserver.de/wissen/solarthermie-e.html>>.
- GLUOSNIS, A. *Atliekinis energijos išteklius naudojantys įrenginiai ir šilumos siurbliai*. Kaunas, 2004. ISBN 9955-09-674-8.

- Hydrogen Community [žiūrėta 2008 09 10]. Prieiga per internetą:  
<<http://hydrogen-community.dk>>.
- KARPAVIČIUS, A. Lėkštieji žalieji stogai [žiūrėta 2008 09 10]. Prieiga per internetą:  
<[http://www.vsdk.lt/biblioteka/metodiniaiadarbai/lekstieji\\_zalieji\\_stogai.pdf](http://www.vsdk.lt/biblioteka/metodiniaiadarbai/lekstieji_zalieji_stogai.pdf)>.
- KATINAS, A.; TUMOSA, A. *Vėjo energijos panaudojimo galimybės Lietuvoje*.  
Taupau – turiu daugiau. Vilnius, 1995. ISBN 9986-510-12-0.
- KYTRA, S. *Atsinaujinantys energijos šaltiniai*. Kaunas, 2006. ISBN 9955-25-159-X.
- LEPKOVA, N.; VILUTIENĖ, T. *Pastatų ūkio valdymas: teorija ir praktika*.  
Vilnius, 2008. ISBN 978-9955-28-309-6.
- Lietuvos būsto strategija. *Valstybės žinios*, Nr. 13-387, 2004.
- LIETUVOS ENERGETIKOS INSTITUTAS. Energetikos vadybos vadovas. Kaunas,  
2007 [žiūrėta 2008 09 10]. Prieiga per internetą: <[http://www.lei.lt/\\_img/\\_up/File/atvir/mokslo\\_padaliniai/BESSHandbook.pdf](http://www.lei.lt/_img/_up/File/atvir/mokslo_padaliniai/BESSHandbook.pdf)>.
- LIETUVOS RESPUBLIKOS ŪKIO MINISTERIJA. *Pagrindinių priemonių ir darbų, vykdančių Nacionalinę energijos vartojimo efektyvumo didinimo programą, įgyvendinimas*. Taupau – turiu daugiau. Vilnius, 2003. ISBN 9986-732-20-4.
- LIETUVOS RESPUBLIKOS ŪKIO MINISTERIJA. *Nacionalinė energijos vartojimo efektyvumo didinimo 2006–2010 metų programa*. Vilnius, 2007.
- Lietuvos Respublikos valstybės paramos būstui įsigyti ar išsinuomoti bei daugiabučių namams modernizuoti įstatymo įgyvendinimo įstatymas. *Valstybės žinios*, Nr. 47-1556, 2005.
- MARŠALKA, A.; MILUTIENĖ, E.; AUGULIENĖ, V. Evaluation of Solar Resources in Lithuania. *Environmental and chemical physics*, Vol. 26, No 1, 2004, p. 22–26.
- MARTINAITIS, V.; ROGOŽA, A.; ČIUPRINSKAS, K. Energijos ir energijos išteklių vartojimo audito pastatuose modelio ir teisinių rekomendacijų dėl šio modelio taikymo reglamentavimo parengimas [žiūrėta 2008 09 10]. Prieiga per internetą: <[http://www.ukmin.lt/lt/veiklos\\_kryptys/energetika/istekliai/doc/Audit\\_modelis.pdf](http://www.ukmin.lt/lt/veiklos_kryptys/energetika/istekliai/doc/Audit_modelis.pdf)>.
- MILUTIENĖ, E.; AUGULIENĖ, V.; MARŠALKA, A. Solar resources investigation in Lithuania [žiūrėta 2008 09 10]. Prieiga per internetą:  
<<http://aaa.am.lt/files/0.271710001074074824.doc>>.
- MILUTIENĖ, E.; ČEREŠKEVIČIUS, S. Būvio ciklo analizės metodo taikymas projektuojant ekologišką būstą. *Urbanistika ir architektūra*, Nr. 4, 2000, p. 171–175.
- MILUTIENĖ, E.; ČEREŠKEVIČIUS, S. Saulės energijos kiekio, patenkančio į pastatą per pietinį įstiklinimą, įvertinimas. *Energetika*, Nr. 2, 2000, p. 44–48.
- MILUTIENĖ, E., et al. *Šiaudiniai namai*. Vilnius, 2008. ISBN 978-9955-9778-5-8.
- MILUTIENĖ, E.; JURMANN, K.; KELLER, L. Straw Bale Building – Reaching Energy Efficiency and Sustainability in Northern Latitudes. *Abstract Book of 11th International conference on Solar Energy at High Latitudes “North Sun 2007”*, 2007, p. 38–39.

- MILUTIENĖ, E.; VASAREVIČIUS, S. Environmental and economical aspects of renewable energy utilization for Buildings [žiūrėta 2008 09 10]. Prieiga per internetą: <<http://www.infra.kth.se/tla/tlenet/meet5/papers/Milutienepdf>>.
- Nacionalinė darnaus vystymosi strategija. *Valstybės žinios*, Nr. 89-4029, 2003.
- Nacionalinė energetikos strategija. *Valstybės žinios*, Nr. 11-430, 2007.
- Nacionalinė energijos vartojimo efektyvumo didinimo 2006–2010 metų programa. *Valstybės žinios*, Nr. 54-1956, 2006.
- PAULIONIS, K.; LINKEVIČIUS, V. L.; BAČAUSKAS, A. *Kaip namuose taupyti energiją ir pinigų*. Taupau – turiu daugiau. Vilnius, 1997. ISBN 9986-858-01-1.
- PEARSON, D. *Designing Your Natural Home*. London, 2005. ISBN 1-85675-202-X.
- Solar Wall [žiūrėta 2008 09 10]. Prieiga per internetą: <<http://solarwall.com>>.
- STATISTIKOS DEPARTAMENTAS PRIE LIETUVOS RESPUBLIKOS VYRIAUSYBĖS. Gyvenamasis fondas [žiūrėta 2008 09 10]. Prieiga per internetą: <<http://www.stat.gov.lt/lt/pages/view/?id=1581>>.
- Statybos normos „Statybinė klimatologija. RSN 156-94.“ *Valstybės žinios*, Nr. 24-394, 1994.
- Statybos techninis reglamentas STR 2.01.01(6):2008 „Esminis statinio reikalavimas. Energijos taupymas ir šilumos išsaugojimas.“ *Valstybės žinios*, Nr. 35-1255, 2008.
- Statybos techninis reglamentas STR 2.01.09:2005 „Pastatų energinis naudingumas. Energinio naudingumo sertifikavimas.“ *Valstybės žinios*, Nr. 151-5568, 2005.
- Statybos techninis reglamentas STR 2.05.01:2005 „Pastatų atitvarų šiluminė technika.“ *Valstybės žinios*, Nr. 100-3733, 2005.
- Statybos techninis reglamentas STR 2.09.02:2005 „Šildymas, vėdinimas ir oro kondicionavimas.“ *Valstybės žinios*, Nr. 75-2729, 2005.
- Statybos techninis reglamentas STR 2.09.04:2008 „Pastato šildymo sistemos galia. Šilumos poreikis šildymui.“ *Valstybės žinios*, Nr. 58-2185, 2008.
- The European Green Light Programme [žiūrėta 2008. 09. 10]. Prieiga per internetą: <<http://www.eu-greenlight.org>>.
- Tvari energetika Europai [žiūrėta 2008 09 10]. Prieiga per internetą: <<http://www.sustenergy.org>>.
- WATERFIELD, P. *The Energy Efficient Home*. Ramsbury, 2006. ISBN 1 86126 779 7.
- VARES, V., et al. *Biokuro naudotojo žinytas*. Vilnius, 2007. ISBN 978-9986-34-180-2.



Leidinys spausdintas ant ekologiško popieriaus,  
pagaminto iš 100 proc. perdirbtos makulatūros,  
be optinių balinimo priemonių ir chloro

Tiražas 1000 egz.

Išleido Lietuvos Respublikos ūkio ministerija  
Spausdino UAB *Print.lt*, Vokiečių g. 187, LT-45251 Kaunas  
Tel. (8-37) 30 84 10, el. paštas *info@print.lt*  
Kaunas, 2008

