

SKLYPO ENERGINIŲ IŠTEKLIŲ INFORMACIJA  
INTEGRUOTAI PROJEKTUOJANT PASTATĄVytautas Martinaitis<sup>1</sup>, Vygantas Žėkas<sup>2</sup>*Pastatų energetikos katedra, Vilniaus Gedimino technikos universitetas, Vilnius, Lietuva*  
*El. paštas: <sup>1</sup>vsmart@vgtu.lt; <sup>2</sup>vygantas.zekas@vgtu.lt*

**Santrauka.** Didžiausios pažangos įgyvendinant tvarių pastatų politiką pasiekusios šalys, regionai jau parengę ir praktiškai taiko tam skirtus reglamentus, pastatų sertifikavimo sistemas (*Passive Haus* – Vokietija, LEED – JAV ir kt.). Juos atitinka vis plačiau diskutuojamos ir jau taikomos viso pastato integruoto projektavimo (VPIP/IWBD, *Integrated Whole Building Design* – angl.) ir pastato informacinio modeliavimo (PIM/BIM, *Building Information Modeling* – angl.) koncepcijos. Nors tai skamba trivialiai, bet pastatas yra neatsiejamas nuo sklypo: t. y. stokoja savalaikio, įvairiapusiško ir profesionalaus sklype disponuojamų išteklių, ypač atsinaujinančios energijos, įvertinimo. Pirmame VPIP etape, kuris baigiasi projekto koncepcijos sukūrimu, siūloma atlikti sklypo disponuojamų išteklių, visų pirma atsinaujinančios energijos, pastato savininko lūkesčius atitinkančių jų naudojimo galimybių įvertinimą. Tam parengiamas sklypo disponuojamų išteklių sertifikatas. Jo duomenų struktūra orientuota į galimybę projektuoti šiuolaikines atsinaujinančios energijos technologijas, atsižvelgiant į jų veikimą per metus besikeičiant klimato sąlygoms.

Tokie vertinimai padėtų kuriant pastato koncepciją ir leistų pasiekti aukštesnio lygio darnos. Po kelių metų su taip projektuojamais pastatais galima prieiti prie kitokio pastato koncepcijos, sprendinių, išvaizdos ir vertės supratimo.

**Reikšminiai žodžiai:** viso pastato integruotas projektavimas, pastato inžinerinės sistemos, sklypo atsinaujinantys ištekliai, energinis efektyvumas.

**Įvadas**

Pastatas yra daugialypio, kruopštaus, atsakingo kūrybinio proceso rezultatas, o architektūra ir statyba laikytina viena iš seniausių ir giliausių civilizacijos patirčių. Ne veltui turistai, nebūdami nei statybininkais, nei architektais, ypač domisi, daug laiko skiria statiniams, o leidiniai apie juos ar gidai pateikia įvairialypės pažintinės informacijos. Pagrindiniai pastato kūrėjai yra architektai ir inžinieriai, tarp kurių šiuo atveju svarbiausi yra konstruktoriai, mechanikai ir elektrikai. Esminiai pastato gyvavimo ciklo etapai yra jo sukūrimas ir naudojimas. Šiame straipsnyje pristatomas konceptualus pastato kūrimo proceso elementas, leidžiantis racionaliau panaudoti vietinius gamtinius išteklius pastatui naudoti bei bendradarbiauti inžinieriams ir architektams kuriant pastatą.

Sukūrimas apima projektavimą (architektūrinį ir inžinerinį) ir statybą, o naudojimas – priežiūrą ir valdymą. Apsiribojant trumpu apibūdinimu galima sakyti, kad architektūra – tai savita meną, mokslą ir technologijas jungianti veikla, skirta pastatams ir kitoms fizinėms struktūroms projektuoti bei įgyvendinti. Inžinerija – tai veikla kūrybiškai taikyti mokslines žinias projektuojant ar plėtojant technologijas. Parengtą projektą reikia įgyvendinti, naudoti,

valdyti viską apie jį žinant; nuspėti jo elgseną esant specifiniams darbo režimams. Visa tai reikia atlikti atsižvelgiant į numatomą paskirtį, veikimo ekonomiškumą, gyvybės ir nuosavybės saugumą. Kaip matyti, vyraujančios veiklos yra projektavimas, įgyvendinimas, naudojimas, valdymas. Darniame pastate šios veiklos turi būti suderintos. Tam stokojama įvairiapusiško ir profesionalaus disponuojamų išteklių, ypač sklype atsinaujinančios energijos, įvertinimo, pastato savininko lūkesčius atitinkančių jų panaudojimo galimybių įvertinimo rengiant projekto koncepciją. Šiame darbe siekiama pagrįsti, kad šis aspektas turėtų būti deramai įtrauktas į integruoto viso pastato projektavimo procedūras. Sąlygiškai siūlomas elementas gali būti įvardijamas kaip sklypo disponuojamų išteklių sertifikatas.

**Pastatų kūrimo kontekstas**

Kur kas platesnį spektrą pastato kūrimo procese veikiančių, taigi ir suinteresuotų dalyvių trumpai pristato WBCSD (*World Business Council for Sustainable Development*, 2008). Tai vietos valdžia, investuotojai, vystytojai, žemės ir namų savininkai, projektuotojai, rangovai, tiekėjai, įvairūs

konsultantai ir tarpininkai. Sąveikos tarp šių pastato kūrimo proceso dalyvių yra sudėtingos, daugialypės, prieštaringos. Vietos valdžia daro įtaką kūrimo procesui priimant nacionalinius ar regioninius teisės aktus. Nors yra griežti reikalavimai pastatams, tačiau vietos valdžios institucijos kartais praktikuoja kompromisus tarp kokybės ir išlaidų statybai. Pastato kūrimo procesas prasideda nuo investuotojų, kurie yra linkę rizikuoti siekdami didesnės naudos. Jie dažnai per trumpą laiką nori pastatyti pastatą, o energiniai, aplinkos klausimai nedaro didelės įtakos priimant sprendimus. Vystytojai gali turėti ilgalaikę veiklos sąnaudų strategiją siekiant gauti pajamų iš vartotojų. Tokia perspektyva daro energijos ir aplinkos tausojimo investicijas patrauklias, net jeigu atsipirkimo laikotarpis yra gana ilgas. Tačiau daugeliui vystytojų gali būti neįmanoma pasinaudoti tokia investicijų nauda, nes, pavyzdžiui, taupant energiją pasireiškianti nauda tenka vartotojui, o investicines išlaidas patiria vystytojas, užsakovas, savininkas. Tarpininkai dažniausiai padeda bendrauti savininkams ir vartotojams. Nors jų vaidmuo yra svarbus, bet interesai paprastai yra trumpalaikiai.

Taigi statybos procesui dėl daug dalyvių ir jų įvairovės būdingas decentralizuotas, susiskaldęs sprendimų priėmimo procesas, pelno rizikos baimė, konservatyvumas ir todėl vengiama inovacijų, praleidžiama daug galimybių. Tyrėjai, nagrinėjantys statybos proceso inovatyvumą, atskleidžia daug aplinkybių, trukdančių inovacijas šiame sektoriuje. Visų pirma statybos sektorius mažai investuoja į mokslinius tyrimus ir technologinę plėtrą (van Bueren, De Jong 2007). Gal senokas, bet iliustratyvus pavyzdys yra tas, kad statybos sektorius JAV teinvestavo 0,2 % į mokslinius tyrimus, o kitos pramonės šakos tam skyrė vidutiniškai 3,5 % (Brown 2001). Naujausia informacija (European Commission 2011) pokyčių nerodo – ES statybos sektorius priklauso 7 % įmonių, kurios investuoja į tyrimus mažiau nei 1 %, o 49 % kitų sektorių investuoja daugiau kaip 2 %, o 38 % – daugiau kaip 5 %. Kita vertus pats klasikinis statinių projektavimo ir statybos procesas sukuria kliūtis pažangiems technologiniams pokyčiams. Visų pirma – konservatyvi statybinės veiklos kultūra (Ryghaug, Sorensen 2009), decentralizuotas ir susiskaldęs sprendimų priėmimo procesas (van Bueren, Priemus 2002). Inovacijoms plisti yra nepalankios konkursų laimėtojų atrankos procedūros, mažas pasiūlymų skaičius samdant architektus, inžinierius, konstruktorius (AIK/AEC – angl.) (Christodoulou *et al.* 2003). Įdomi įžvalga (Salter, Gann 2003; Kale, Arditi 2010), kad inovatyvius sprendimus projektuose dažniau lemia įmonės personalo iniciatyvos nei konkurencija rinkoje ar klientai. Kita vertus, palyginti su kitais ekonomikos sektoriais, statybos gauna santykinai mažai pelno iš inovatyvių sprendimų.

Nurodomos ir kitos sektoriaus inovatyvumą stabdančios specifinės priežastys. Tai ilga statinio gyvavimo trukmė, statybos procese dalyvauja daug mažų įmonių, kuriuose yra nelankstus laiko grafikas ir biudžeto apribojimai, prisideda jų kiekvienos rizikos baimė, daugelis jų vienu metu dirba prie kelių skirtingų projektų (Tombesi 2006; Lim ir kt. 2010).

Vis tik šių problemų sprendimas nėra atidėliojamas. Iš vienos pusės vystomos pastatų kūrimo priemonės, tradicinei statybos proceso koncepcijai priartėjus prie integruoto viso pastato projektavimo proceso (VPIP/IWBD, *Integrated Whole Building Design – angl.*) (IWBD Guidelines, 2008) ar vis plačiau dabar jau vadinamo integruoto projekto pateikimo (IPP/IPD, *Integrated project delivery – angl.*) (AIA 2007). Į šias priemones įtraukiama pastato ir jo inžinerinių sistemų gyvavimo ciklo analizė. Iš kitos pusės, taikant skaitmeninės statybos koncepciją (Watson 2011) statybos procesui, IT technologijos siūlo savo naujausius pasiekimus: nuo prieš porą dešimtmečių pasirodžiusių CAD iki pastato informacinio modeliavimo (PIM/BIM, *Building Information Model – angl.*) (Isikdag 2012; Barlish, Sullivan 2012). Didėja IPP/IPD ir PIM/BIM koncepcijų integracija, identifikuojamos ir sprendžiamos šio proceso problemos (Cholakakis 2011; Wright, Charalambides 2011; Azari-Najafabadi ir kt. 2011).

Šioje IPP/IPD ir PIM/BIM vystymo situacijoje reikalingos koncepcijos, atitinkančios harmonizuotą atsinaujinančios energijos integraciją per architektų, inžinierių ir konstruktorių (AIK/AEC) technologinį, institucinį ir kultūrinį bendradarbiavimą. Savo ruožtu inžinerija turi būti pasirengusi suteikti kokybišką pagalbą pradiniam projektavimo etape, ypač kai formuojama pastato koncepcija. Kaip teigia pastatų skaitmeninio modeliavimo ekspertai (Hensen 2011), spęstinių klausimų apimtis yra dar platesnė. Jie visų pirma apima paramą pirminiams projektavimo etapams, esant skirtingo lygmens požiūriams – nuo statybinių detalių iki kvartalo. Tai neapibrėžtumo ir jautrumo analizė, tvirtumo (*robustness – angl.*) analizė (su pastato naudojimo ir poveikio aplinkai scenarijais), optimizavimas esant neapibrėžtumui, „atvirkštinis“ požiūris (atsakant, „kaip“ spręsti iškylančius klausimus, o ne tik atsakant „kas būtų, jeigu“), procesų modeliavimas, ypač skirtingų fizikinių srautų (elektros, šviesos, šilumos ir vėsos) įtraukimas į modeliavimą, integravimas į statybos ir naudojimo procesą (taikant statinio informacinį modeliavimą – SIM/BIM). Būtent SIM koncepcija suformuoja kitą problemų grupę, susijusią su būtinybe teikti paramą, kad pastatai funkcionuotų ir būtų valdomi. Čia klausimai apima ir kiek galima tikslią energijos suvartojimo prognozę ir taikant modelį nuspėjimą jo kontrolę.

Projektavimo etapas turi didžiulę įtaką galutiniam rezultatui. Dauguma pastatų yra projektuojami tradiciniu metodu, kai architektai, inžinieriai (konstruktoriai, mechanikai ar (ir) energetikai, elektrikai ar (ir) elektronikai – šiuo atveju daugiau priklausomai nuo sričių klasifikavimo nei nuo veiklos turinio) bei rangovai dirba atskirai, net jeigu jie dirba toje pačioje įmonėje. Parengtas projektas, kai visi dirba atskirai, dažniausia blogina pastato gyvavimo ciklo, ypač naudojimo dalies, rodiklius. Yra didelis tobulinimo potencialas buriant atsakingus už pastatą specialistus dirbti kartu dar rengiant jo projekto koncepciją. Toks integruoto projektavimo procesas apima visus dalyvius iš įvairių suinteresuotųjų šalių, kurie dalyvauja visuose projekto planavimo etapuose. Dažnai siūloma padidinti projektuojančių asmenų skaičių ir taip padidinti pastato efektyvumą, sumažinti išlaidas bei poveikį aplinkai tolesniuose jo naudojimo etapuose. Čia svarbus dalyvių gebėjimas efektyviai dirbti (kompetencija, bendravimas, profesionalus kompromisas, pareigingumas ir kt.) skirtingų specialistų grupėje.

Didžiausios pažangos įgyvendinant tvarių pastatų politiką pasiekusios šalys, regionai jau parengę ir tarptautiniu mastu įgyvendina tam skirtus reglamentus, pastatų sertifikavimo sistemas: *Passive Haus* – Vokietija, LEED – JAV, BREEAM – Didžioji Britanija ir daugybė kitų. Štai pagal LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design – angl.*) (The U. S. Green... 2012) sertifikavimo sistemą pastatų kūrėjai turi atsižvelgti į šiuos žmogaus sveikatos ir aplinkos saugojimo aspektus: tvarus teritorijos tvarkymas; vandens, energijos ir atmosferos tausojimas; medžiagų, finansinių ir žmogiškųjų išteklių tausojimas; patalpų erdvės kokybė, inovatyvus projektavimas. Šiuos pastato aspektus, jų rodiklius reikalinga vertinti visame pastato gyvavimo cikle. Tai ne tik atitinka, bet ir prisideda formuojant anksčiau minėtas viso pastato integruoto projektavimo VPIP/*IWBD*, integruoto projekto pateikimo IPP/*IPD*, pastato informacinio modeliavimo PIM/*BIM* koncepcijas.

Čia pateikta informacija siekiama pristatyti tuos pastatų kūrimo aspektus, kurie artimesni šio darbo tikslui sustiprinti galimybes geriau parengti pastato projekto koncepciją, labiau paveikti darnaus pastato naudojimo ir valdymo etapus.

### **Sklypo ištekliai pastatui naudoti**

Architektai neabejotinai ieško darnos sklypo ir jame esančio pastato sąveikos požiūriu. Laiku prisijungę prie šios veiklos profesionaliai naudingi būtų ir inžinieriai. Tarptautinės energetikos agentūros publikuotame strateginiame plane *Towards Near-Zero Primary Energy Use and Carbon*

*Emissions in Buildings and Communities* (IEA 2008) pateikiama 2030 metų energijos vartotojo ateities vizija G.O.L.D (*Global Optimized Local Designed*) tinkamai atspindi tiek veiksmų harmonizavimo poreikį, tiek naujas energijos generavimo ir vartojimo tendencijas, t. y. aiškų poreikį planavimo etape atsižvelgti į globalią sprendinių įtaką ir mastą. Tačiau kartu siekiama ieškoti poreikių patenkinimo būdų naudojant vietinius išteklius, atsižvelgiant į lokalios apsupties įtakos veiksmus.

Prie šiuolaikinį pastatą sukurti siekiančių VPIP, IPP, PIM koncepcijų dirba architektų, inžinierių, konstruktorių (AIK) komanda. Nuo pirmųjų tokio proceso etapų ją vystant kartu su specialistais dalyvauja pastato savininkai, naudotojai. Priimant sprendimus taikomas pastato gyvavimo ciklo vertinimas, padidinantis efektyvaus išteklių naudojimo įtaką pastato naudojimo ir priežiūros etape. Inžinerinės (energijos, oro, vandens, šviesos) sistemos su pastato architektūrine ir konstrukcine struktūra integruojamos kartu ir racionaliai.

Pastatas yra neatsiejamas nuo sklypo, kuris labai dažnai yra pastato naudotojo nuosavybė, ir to sklypo savybės galėtų būti įvairiapusiškai panaudotos naudotojo lūkesčiams. Tenka konstatuoti, kad įprastinio projektavimo srityje vyrauja pastatui naudoti reikalingų išteklių tiekimas iš už sklypo ribų esančių sistemų. Stokojama įvairiapusiško ir profesionalaus disponuojamų išteklių, ypač sklype atsinaujinančios energijos, įvertinimo projekto koncepcijos parengiamajame etape. Šis aspektas turėtų būti deramai įtrauktas į VPIP, IPP, PIM procedūras. Pirmame 1 pav. išskirtame VPIP etape, besibaigiančiame projekto koncepcijos sukūrimu, siūloma atlikti sklypo disponuojamų išteklių, visų pirma atsinaujinančios energijos, panaudojimo galimybių, atitinkančių pastato savininko lūkesčius, įvertinimą.

Tam siūloma parengti sklypo disponuojamų išteklių (visų pirma energijos, bet tai gali būti išplėta į kitus sklypui priklausančius išteklius) sertifikata. Jo duomenų struktūra nėra tiesiogiai skirta konkrečioms energijos transformavimo technologijoms. Ji orientuota į galimybę modeliuoti, projektuoti šiuolaikines atsinaujinančios energijos technologijas, atsižvelgiant į jų veikimą, per metus besikeičiančiant klimato sąlygoms.

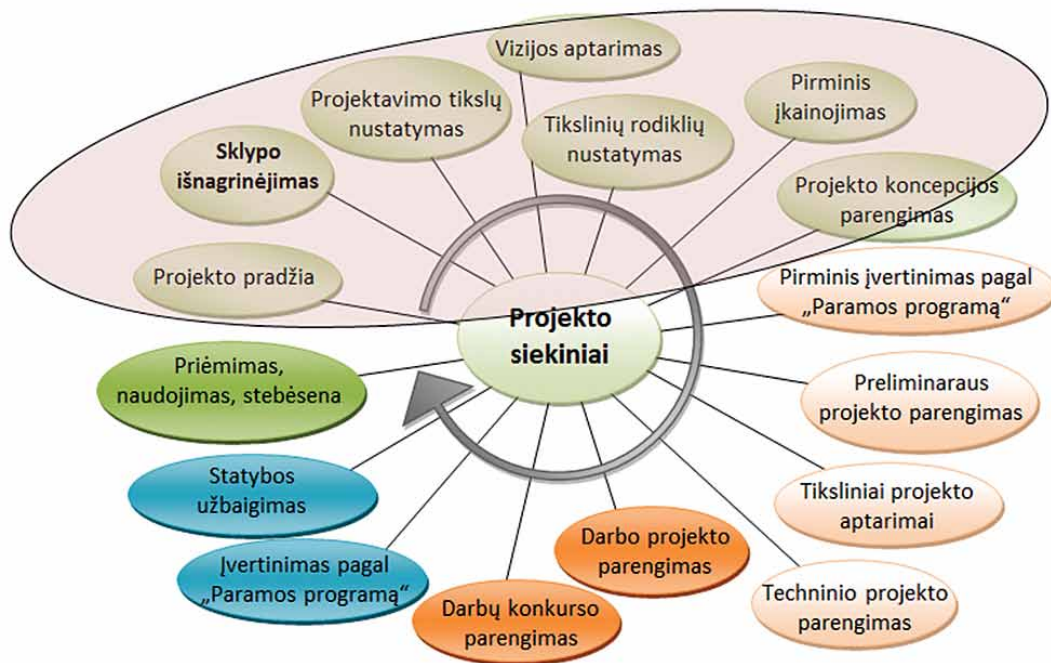
Sklypo atsinaujinančios energijos sertifikate visų pirma pateikiama pagrindinė kadastrinė sklypo informacija. Pateikiama informacija apie sklype disponuojamą pirminę atsinaujinančią saulės, vėjo, grunto, vandens, oro, biomasės energiją. Šios energijos forma turi būti paranki įvertinti galimybes panaudoti atsinaujinančios energijos transformavimo technologijas, taip pat galimybes jas modeliuoti lygiaverčiuose modeliuose, integruoti tarpusavyje bei su pastato architektūrine ir konstrukcine struktūra.

Toliau pateikiami tokių duomenų pavyzdžiai, iš kurių galėtų būti sudarytas struktūriškai formalizuotas sklypo atsinaujinančios energijos sertifikatas. Štai saulės energijos charakteristikos yra saulėtų dienų skaičius, metinis saulės spinduliuotės kiekis, tenkantis 1 m<sup>2</sup> sklypo, paviršiaus nuolydis. Pirmosios dvi parodytos 2 pav.

Vėjo energijos charakteristikos yra vidutinis vėjo greitis sklype skirtinguose aukščiuose ir vėjo krypties pasiskirstymas. Tokių duomenų pavyzdžiai parodyti 3 pav.

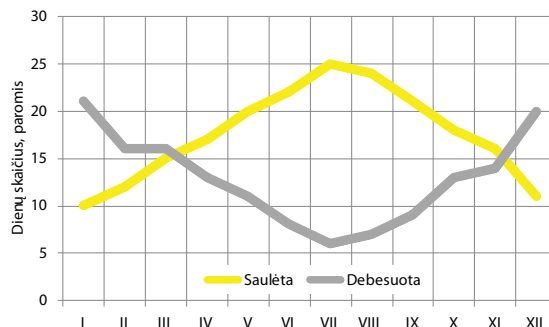
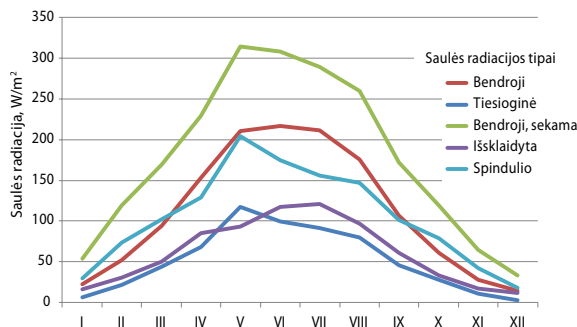
Grunte esančios energijos charakteristikos yra vidutinės grunto temperatūros skirtinguose grunto lygiuose, plotas, kuriame būtų galimybė įrengti energiją generuojančio įrenginio požeminę dalį. Taip pat grunto tipas, jo rodikliai, pvz., drėgnis skirtinguose grunto lygiuose. Tokių duomenų pavyzdys parodytas 4 pav.

Taigi tokiaime sertifikate nenumatomos ir nerekomenduojamos tam tikros technologijos, bet gali būti pateikiamas techninis energijos generavimo potencialas sklype.



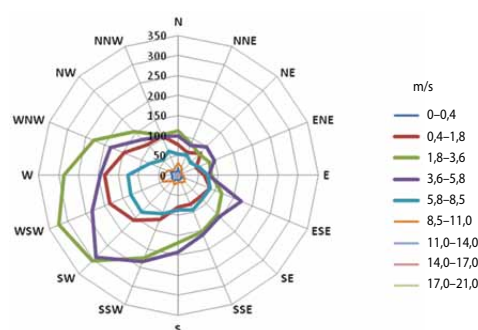
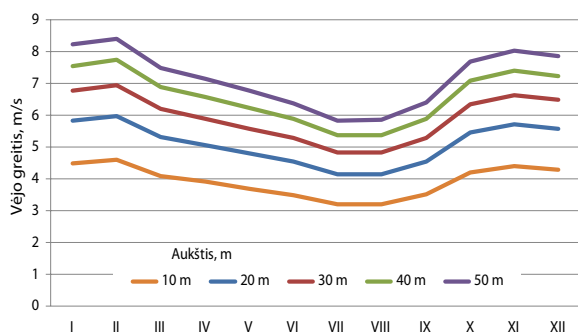
1 pav. Pastato sklypo disponuojamų atsinaujinančių energijos išteklių įvertinimas rengiant projekto koncepciją viso pastato integruoto projektavimo (IVPP) procese

Fig. 1. Assessment of building site disposable renewable energy at the concept preparation stage of the integrated whole building design process



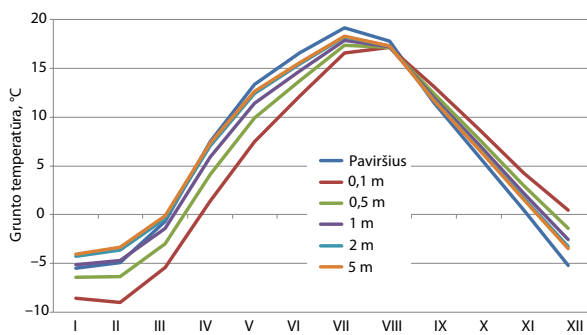
2 pav. Saulės energijos metinis pamėnesinis saulės spinduliuotės kiekis, tenkantis 1 m<sup>2</sup>, ir saulėtų bei debesuotų dienų skaičius

Fig. 2. Amount of the annual solar energy per sq. m. on a monthly basis and number of cloudy and sunny days



3 pav. Metinis pamėnesinis vėjo greičių 10, 20, 30 ir 50 m aukštyje bei vėjo krypčių pagal vėjo stiprumą ir laiką pasiskirstymas valandomis

Fig. 3. Hourly distribution on annual wind speeds at 10, 20, 30 and 50 m height on a monthly basis and wind directions according to wind force and time



4 pav. Grunto temperatūrų pamėnesinis pasiskirstymas paviršiuje, 0,1 ir 0,5 m gylyje

Fig. 4. Temperature distribution of the ground surface in 0,1 and 0,5 m depth

Tai teorinė, maksimali įrenginių, generuojančių elektros, šilumos, vėsos energiją, galia, galima išgauti sklype. Taip pat šios energijos metiniai, galbūt pamėnesiniai kiekiai. Vertinant išteklių potencialą pasitaiko teorinis, techninis ir ekonominis lygmenys. Sertifikatas atspindėtų teorinę sklypo disponuojamų energijos išteklių lygmenį, kuriuo remiantis inžineriniai ir ekonominiai skaičiavimai leistų nustatyti kitus lygmenis. Tokia informacija leistų inžinieriams – aprūpinimo energija specialistams – analizuoti galimus sprendinius, jie nebūtų ribojami dėl duomenų, pagrindinės informacijos trūkumo ar patikimumo.

Galėtų atrodyti, kad tam daryti iki šiol nebuvo kokių nors didesnių kliūčių. Greta gerai apgalvoto sertifikato formato labai svarbu, kad jis būtų parengtas, o jo informacija panaudota rengiant projekto koncepciją, kaip buvo parodyta 1 pav. Turint preliminarią pastato koncepciją ar jų variantus, modeliavimo priemonėmis būtų identifikuojami išteklių panaudojimo šiuolaikiški inžineriniai technologiniai deriniai. Taip būtų suformuojami sklype disponuojamais ištekliais ribojami, visų pirma, energijos poreikių rodikliai kuriant pirminius struktūrinius pastato sprendinius. Kituose VPIP

etapuose sprendiniai būtų modifikuojami pagal tokiam projektavimui būdingas procedūras. Tuomet nustatomi centralizuoto tiekimo pagal energijos formas (elektra, kuras) trūkstami poreikiai – jei tokie būtų.

## Išvados

Konservatyvi statybinės veiklos kultūra, klasikinis statinių projektavimo ir statybos procesas sukuria kliūtis pažangiems apsirūpinimo energija pokyčiams pastatuose.

Yra didelis tobulinimo potencialas buriant atsakingus už pastato sukūrimą specialistus dirbti kartu ir nustatant pastato gyvavimo ciklo, ypač naudojimo dalies, rodiklius. Savo ruožtu inžinerijos specialistai turi būti pasirengę suteikti kokybišką pagalbą jau pradiniam projektavimo – koncepcijos parengimo – etape.

Pirmame viso pastato integruoto projektavimo etape, besibaigiančiame projekto koncepcijos sukūrimu, siūloma atlikti įvairiapusę ir profesionalų sklypo disponuojamų išteklių, visų pirma, atsinaujinančios energijos, pastato savininko lūkesčius atitinkančių jų panaudojimo galimybių įvertinimą. Tam siūloma parengti sklypo disponuojamų išteklių (visų pirma, energijos, bet tai gali būti išplėta į kitus sklypui priklausančius išteklius) sertifikatą. Iš jo duomenų struktūros turi būti aiški sklype disponuojamų išteklių situacija, turi būti suformuotas pagrindas naujiems energijos vartotojams planuoti, turi būti įmanoma modeliuoti ir projektuoti šiuolaikinės atsinaujinančios energijos technologijas bei jas integruoti į pastato aprūpinimo energija sistemą.

## Padėka

Tyrimą finansavo Lietuvos mokslo taryba (sutarties Nr. ATE-03/2012). Autoriai dėkoja už pagalbą VGTU Civilinės inžinerijos mokslo centro Pastato energetinių ir mikroklimato sistemų laboratorijai.

## Literatūra

- AIA. Integrated Project Delivery: A Guide (Version 1). AIA, California. 2007.
- Azari-Najafabadi, R.; Ballard, G.; Cho, S.; Kim, Y. W. 2011. A dream of ideal project delivery system, in *AEI 2011: Building Integrated Solutions – Proceedings of the AEI 2011 Conference*: 427–436.
- Barlish, K.; Sullivan, K. 2012. How to measure the benefits of BIM – A case study approach, *Automation in Construction* 24: 149–159. <http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2012.02.008>
- Brown, M. A. 2001. Market failures and barriers as a basis for clean energy policies, *Energy Policy* 29(14): 1197–1207. [http://dx.doi.org/10.1016/S0301-4215\(01\)00067-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0301-4215(01)00067-2)
- Cholakis, P. N. 2011. 4D/5D BIM, JOC, IPD - Why the AEC industry must change, *AACE International Transactions* 2: 927–939.
- Christodoulou, S.; Griffis, F. H.; Barrett, L. P.; Okungbowa, M. 2004. Qualifications-based selection of professional A/E services, *Journal of Management in Engineering* 20 (2): 34–41. [http://dx.doi.org/10.1061/\(ASCE\)0742-597X\(2004\)20:2\(34\)](http://dx.doi.org/10.1061/(ASCE)0742-597X(2004)20:2(34))
- Christodoulou, S.; Griffis, F. H.; Barrett, L. P.; Okungbowa, M. 2003. In pursuit of catalysts for new technology – A case for qualifications-based selection (QBS) of professional A/E services, *Architectural Engineering, Building Integration Solutions*: 196–199.
- European Commission. The 2011 EU Industrial R&D Investment Scoreboard, European Commission's Joint Research Centre (JRC) and the Directorate General for Research and Innovation. 2011. 154 p.
- Hensen, J. L. M. 2010. Building performance simulation for sustainable energy use in buildings, *REHVA Journal* 47(4): 26–30.
- IEA. Energy Conservation in Buildings and Community Systems Programme /ECBCS. 2007–2012 Strategic Plan. Towards Near-Zero Primary Energy Use and Carbon Emissions in Buildings and Communities, Faber Maunsell Ltd. 2008. 17 p.
- Integrated Whole Building Design Guidelines. ISBN 978-0-478-33130-1 (electronic). Published in October 2008 by the Ministry for the Environment Wellington, New Zealand [žiūrėta 2012 02 12]. Prieiga per internetą: <http://www.mfe.govt.nz/publications/sus-dev/integrated-whole-building-design-guidelines/integrated-building-guidelines.pdf>
- Isikdag, U. 2012. Design patterns for BIM-based service-oriented architectures, *Automation in Construction* 25: 59–71. <http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2012.04.013>
- Kale, S.; Arditi, D. 2010. Innovation diffusion modeling in the construction industry, *Journal of Construction Engineering & Management* 136(3): 329–340. [http://dx.doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0000134](http://dx.doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000134)
- Lim, J. N.; Schultmann, F.; Ofori, G. 2010. Tailoring competitive advantages derived Available from innovation to the needs of construction firms, *Journal of Construction Engineering & Management* 136(5): 568–580. [http://dx.doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0000151](http://dx.doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000151)
- Ryghaug, M.; Sorensen, K. H. 2009. How energy efficiency fails in the building industry, *Energy Policy* 37(3): 984–991. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2008.11.001>
- Salter, A.; Gann, D. 2003. Sources of ideas for innovation in engineering design, *Research Policy* 32(8): 1309–1324. [http://dx.doi.org/10.1016/S0048-7333\(02\)00119-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0048-7333(02)00119-1)
- The U. S. Green Building Council [interaktyvus], [žiūrėta 2012 08 21]. Prieiga per internetą: <http://www.usgbc.org/DisplayPage.aspx?CMSPageID=1988>
- Tombesi, P. 2006. Good thinking and poor value: On the socialization of knowledge in construction, *Building Research & Information* 34(3): 272–286. <http://dx.doi.org/10.1080/09613210600634336>
- van Bueren, E.; De Jong, J. 2007. Establishing sustainability: Policy successes and failures, *Building Research & Information* 35(5): 543–556. <http://dx.doi.org/10.1080/09613210701203874>
- van Bueren, E. M.; Priemus, H. 2002. Institutional barriers to sustainable construction, *Environment and Planning B: Planning and Design* 29(1): 75–86. <http://dx.doi.org/10.1068/b2785>
- Watson, A. 2011. Digital buildings – Challenges and opportunities, *Advanced Engineering Informatics* 25(4): 573–581. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aei.2011.07.003>
- WBCSD, Energy Efficiency in Buildings Facts & Trends. WBCSD Report. 2008. 84 p.
- Wright, J.; Charalambides, J. 2011. Building information modeling and integrated project delivery: What is the future?, in *Proceedings, Annual Conference – Canadian Society for Civil Engineering* 4: 2629–2638.

## INFORMATION ON RESOURCES AVAILABLE ON THE LAND LOT FOR INTEGRATED BUILDING DESIGN

V. Martinaitis, V. Žėkas

### Abstract

The most progress in the area of the sustainable building policy and its implementation has been achieved in certain regions by the Building Certification System regulations such as Passivhaus (Germany) and LEED (U.S). These solutions are similar to the more widely discussed and already applied concepts: the Integrated Whole Building Design (IWBD) and Building Information Modeling (BIM). Although it may sound trivial, it is vital to acknowledge and understand that a building is an integral component of the land lot. In the stage of development of a building concept, it usually lacks a versatile and professional assessment of available resources, especially those of renewable energy. It is suggested at the beginning of the IWBD concept to conduct such assessment on the resources available and more specifically focusing on renewable energy. The assessment should also meet the expectations of the building's owner to use effectively the potential of all possible solutions. Thus a certificate is drawn up, defining all the resources available for the particular lot. The structure of the certificate data is orientated towards the possibility of designing modern renewable energy technologies, according to their performance under changing weather conditions during the year. Such assessment certificates contribute to shaping the concept of the building and allow achieving the highest level of its sustainability.

**Keywords:** integrated whole building design, engineering of building systems, renewable resources in the lot, energy efficiency.