

GALUTINĖ VEIKLOS ATASKAITA (CPVA)

**PROJEKTO „Pasirengimas teikti paraišką pagal programos „Europos horizontas“ kvietimus vykdant projektą
„Stogų renovacijos modeliavimas, įvertinant žalių stogų ir saulės modulių panaudojimą“
Nr. 10-038-T-0181**

VEIKLOS ATASKAITA

2025 m. gruodžio 30 d.

Projekto tikslas

Patikrinti MTEP projekto idėją ir pasirengti teikti paraišką pagal programos „Europos horizontas“ 5 veiksmų grupės „Klimatas, energetika ir judumas“ (angl. *Climate, Energy and Mobility*) srities 2025 m. atitinkamą kvietimą. Projekto metu siekiama iširti galimybę išplėsti renovuojamų kartotinių daugiabučių namų stogų skaitmeninio modeliavimo ir projektavimo procesus bei parengti metodikas, įtraukiančias žaliųjų stogų ir saulės modulių (žaliosios energetikos) taikymo modeliavimo galimybes.

Projekto uždaviniai

Tiksliui pasiekti sprendžiami šie uždaviniai:

- nustatyti Vilniaus miesto kartotinių daugiabučių namų stogų konstrukcijų tipus ir įvertinti jų tinkamumą žaliųjų stogų įrengimui;
- sudaryti skaitmeninius kartotinių daugiabučių namų stogų modelius, įvertinant galimą konstrukcijų nusidėvėjimą ir jų stiprumines charakteristikas.

Sprendžiant renovuotinių daugiabučių namų geometrinę ir konstrukcinę sandarą pastebima besikartojanti perimetro geometrija, aukštingumas ir statybinės konstrukcijos. Siekiant lanksčiai pritaikyti renovuojamo pastato išmatavimus ir gauti konkrečiam objektui pritaikytą sprendinį, siūloma sudaryti skaitmeninius parametrinius sienų ir stogų modelius.

Sudarant pastatų biblioteką naudojamas BIM, kaupiant geometrines, skaitines ir tekstines duomenų bases. Jų sudarymui kuriami projektavimo algoritmai, atspindintys kriterijus, sąlygas ir duomenų ryšius.

Tematikos kryptys

Viena tematikos dalis – žalieji stogai ir jų įrengimo iššūkiai. Vertinamos realios žaliųjų stogų įrengimo sąlygos ant esamų pastatų bei galimas poveikis šalia integruojamiems saulės moduliams.

Antroji tematikos dalis – saulės modulių panaudojimas stogų renovacijoje. Urbanizuotose teritorijose aktualus kietųjų dalelių poveikis saulės modulių veikimui. Ore tvyrančios kietosios dalelės (dulkės, smogas, pramoniniai teršalai, transporto išmetamosios dalelės) gali sumažinti saulės modulių efektyvumą, ribodamos šviesos patekimą į fotovoltinius elementus.

Projektas prisideda prie programos „Europos horizontas“ akceleravimo veiklų plano, patvirtinto Lietuvos Respublikos švietimo, mokslo ir sporto ministro 2022 m. vasario 1 d. įsakymu Nr. V-151, įgyvendinimo bei rodiklių pasiekimo. Projektas nepažeidžia horizontaliųjų principų, Jungtinių Tautų neįgaliųjų teisių konvencijos nuostatų, nedaro neigiamo poveikio lygių galimybių, nediskriminavimo ir darnaus vystymosi principams bei atitinka Europos Sąjungos pagrindinių teisių chartijos reikalavimus.

Tyrimo eiga (metodinė dalis)

1. Atlikta literatūros apžvalga ir išanalizuota užsienio patirtis.
2. Parinkti tipiniai Lietuvoje naudojamų stogų ir modulių pavyzdžiai, nustatyti vertinimo kriterijai ir jie patikslinti gamintojų bei projektuotojų apklausos pagrindu.

3. Vykdytas daugiakriterinis vertinimas, siekiant nustatyti optimalų sprendinį ir (arba) problemos mastą.

Tyrimo prielaida

Žaliųjų stogų ir saulės modulių integravimas į renovuojamų daugiabučių namų stogus gali prisidėti prie tvaresnės miesto aplinkos kūrimo, želdynų plėtros ir energetinės nepriklausomybės didinimo, tačiau būtina įvertinti konstrukcinius apribojimus ir urbanizuotos aplinkos taršos (kietųjų dalelių) poveikį saulės modulių efektyvumui.

Tyrimo objektas

Renovuojamų kartotinių daugiabučių namų stogų konstrukcijos ir jų pritaikymo galimybės žaliųjų stogų ir saulės modulių integravimui, taikant skaitmeninį (BIM) modeliavimą ir daugiakriterinius vertinimo metodus.

Projekto metu **pradėta rengti ir išbandyta skaitmeninio modeliavimo technologija**, leidžianti:

- adaptuoti esamų pastatų geometriją žaliųjų miestų idėjos įgyvendinimui;
- kurti pastatų dizaino sprendinius su išplėtotomis žaliųjų stogų zonomis;
- modeliuoti integruotus sprendinius, apjungiančius žaliąsias zonas ir saulės modulių sistemas.

Tyrimo rezultatai

Atlikus virš 50 mokslinės literatūros šaltinių apžvalgą stogų želdinimo ir sąveika su saulės modulių panaudojimu yra aktuali visame pasaulyje.

- Nustatyta, kad kietųjų dalelių poveikio saulės moduliams problema aktuali tarptautiniu mastu, nepriklausomai nuo klimatinės ar geografinės zonos.

Saulės modulių paviršių užterštumui turi įtaką stogo geometrija, klimato reiškiniai. Saulės modulių paviršiaus efektyvumo mažėjimas yra kompleksinis procesas, kurį lemia tiek išorinės aplinkos sąlygos, tiek vidinės medžiagų savybės bei eksploatacijos ypatumai. Siekiant užtikrinti maksimalų fotovoltinių sistemų efektyvumą, būtina taikyti tinkamus projektavimo sprendimus, užtikrinti reguliarią priežiūrą ir pasirinkti aukštos kokybės modulius, atsparius aplinkos poveikiui.

Autorių tyrimai pabrėžia, kad žalieji stogai taip pat sumažina kietųjų dalelių ir dulkių koncentraciją aplink PV modulius. Tai lemia mažesnį paviršiaus užterštumą ir papildomai gali padidinti šviesos sugertį 1–3 %, priklausomai nuo miesto aplinkos taršos lygio.

Remiantis moksliniais tyrimais, galima teigti, kad želdinių integracija su saulės modulių sistemomis: sumažina modulių darbinę temperatūrą 5–10 °C, padidina momentinį efektyvumą 2–4 %, leidžia pasiekti 3–5 % didesnę metinę elektros energijos gamybą, potencialiai lėtina ilgalaikę modulių degradaciją.

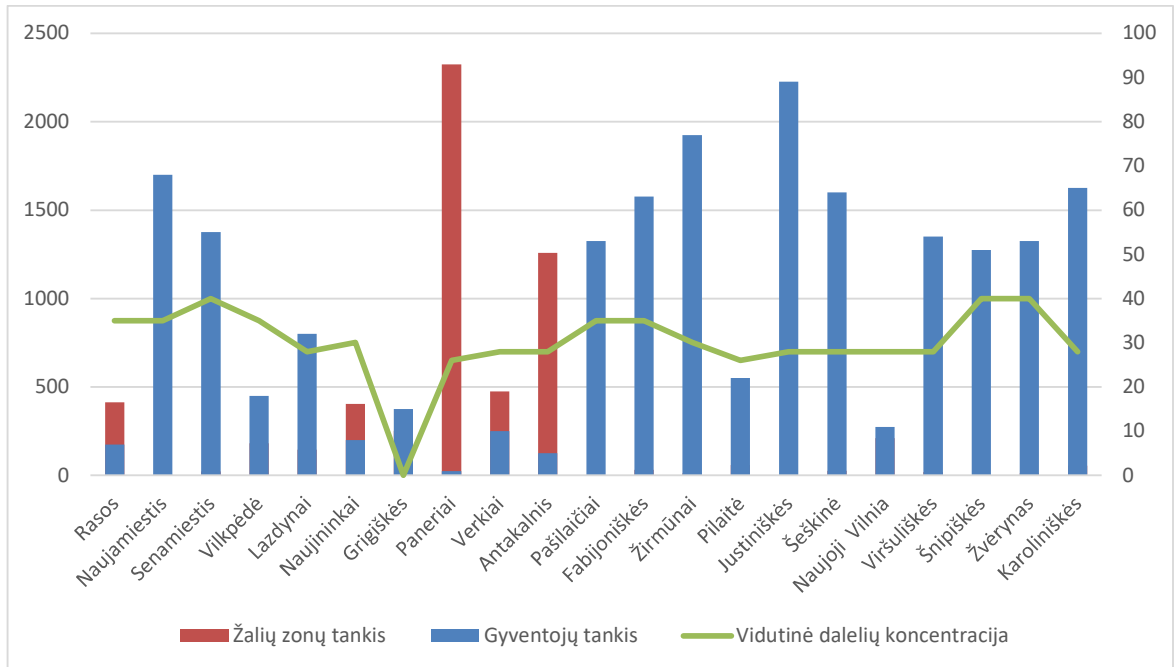
Tokie rezultatai pagrindžia žaliųjų stogų ir PV sistemų derinimą kaip efektyvią priemonę didinant ne tik energijos gamybos efektyvumą, bet ir pastatų tvarumą bei atsparumą klimato kaitai.

Tokie rezultatai pagrindžia žaliųjų stogų ir PV sistemų derinimą kaip efektyvią priemonę didinant ne tik energijos gamybos efektyvumą, bet ir pastatų tvarumą bei atsparumą klimato kaitai.

Analizuojant Vilniaus miesto seniūnijų duomenis nustatyta, kad tankiai apgyvendintuose rajonuose želdinių kiekis yra mažas, o kietųjų dalelių kiekis – padidėjęs (1 pav.).

Kitas uždavinys – įvertinti renovuotinių pastatų stogų situaciją. Dauguma Europos 6-9 dešimtmečio daugiabučių yra sutapdintais stogais, kurie tinkami tiek saulės modulių, tiek želdinių įrengimui. Pastatų geometrijos paprastumas leidžia panaudoti skaitmeninį modeliavimą naudojant BIM sistemas, kurios leidžia duomenis kaupti, analizuoti ir transformuoti, įvertinant pastato gyvavimo ciklą.

Taigi daugiapusė problema *stogai > želdiniai > saulės moduliai* verta gilesnės analizės ir gali būti rengiama mokymo medžiaga studijose, tuo prisidedant prie žinių perdavimo ir švietimo.



1 pav. Atliktų tyrimų rezultatai pagal Vilniaus miesto seniūnijas

Remiantis atliktais tyrimais parengtas mokslinis straipsnis „Determination of green roof demand in Central European city districts“, pateiktas į WOS žurnalą „Engineering, Construction and Architectural Management“ (Emerald Publishing).

Planuojamu „Europos horizontas“ programos projektu, kurio paraiškai rengtos metodinės ir analitinės prielaidos šio projekto metu, siekiama:

1. Skatinti ilgalaikę ir tvarią Lietuvos plėtrą, paremtą mokslo ir inovacijų stiprinimu;
2. Plėtoti skaitmeninio platformas bendriems moksliniams tyrimams ir akademinio–verslo bendradarbiavimo stiprinimui;
3. Stiprinti inovacijų kultūrą per švietimą, mokymą ir lyderystės ugdymą;
4. Skatinti inovatyvių technologijų įsisavinimą ir žinių perdavimą.

Projektas įgyvendintas pagal sutartį Nr. 10-038-T-0181, vadovaujantis Aprašu, Projektų administravimo ir finansavimo taisyklėmis bei kitais taikytiniais Europos Sąjungos ir Lietuvos Respublikos teisės aktais.

Naudota literatūra

Aboulnaga, M., & Fouad, H. (2022). Urban green coverage: Importance of green roofs and urban farming policies in enhancing liveability in buildings and cities—Global and regional outlook. In A. Sayigh & A. Trombadore (Eds.), **The importance of greenery in sustainable buildings** (pp. 155–230). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-68556-0_7](https://doi.org/10.1007/978-3-030-68556-0_7)

Baldwin, E. (n.d.). **An architect’s guide to green roofs: Raise the roof by going green**. Architizer. <https://architizer.com/blog/product-guides/product-guide/green-roofs/>

Cascone, S. (2023). Eco-innovative construction: Integrating green roofs within the BIM framework. **Preprints**. <https://doi.org/10.20944/preprints202312.0534.v1>

- Chemisana, D., & Lamnatou, C. (2014). Photovoltaic-green roofs: An experimental evaluation. **Renewable Energy, 72**, 123–130. https://doi.org/10.1016/j.renene.2014.07.008
- Chen, S., & Gou, Z. (2022). An investigation of green roof spatial distribution and incentive policies using green buildings as a benchmark. **Land, 11*(11)*, Article 2067. https://doi.org/10.3390/land11112067
- Cook, J., Huh, Y., & Winden, M. (2024). Public benefits valuation of dynamic green roof stormwater retention. **Sustainability, 16*(12)*, Article 5089. https://doi.org/10.3390/su16125089
- Dasuni, K., Ramachandra, T., & Zainudeen, M. (2022). Green roof as a technology towards sustainability: A perspective of benefits offered. In **Proceedings of the World Conference on Sustainability** (pp. 519–530). https://doi.org/10.31705/wcs.2022.42
- Dong, J., Guo, F., Lin, M., Zhang, H., & Zhu, P. (2022). Optimization of green infrastructure networks based on potential green roof integration in a high-density urban area: A case study of Beijing, China. **Science of the Total Environment, 834**, 155307. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.155307
- Durdyev, S., Koc, K., Karaca, F., & Gurgun, A. P. (2023). Strategies for implementation of green roofs in developing countries. **Engineering, Construction and Architectural Management, 30*(6)*, 2481–2502. https://doi.org/10.1108/ECAM-12-2021-1147
- Franco, J., Rocha, R., & Battistelle, R. (2024). Green roof: An overview from the state of the art. **Revista Contemporânea, 4*(8)*, e5464. https://doi.org/10.56083/rcv4n8-119
- Gohari, A., Gohari, A., & Ahmad, A. B. (2023). Importance of green roof criteria for residential and governmental buildings: A multi-criteria decision analysis. **Environmental Science and Pollution Research, 30*(2)*, 3707–3725. https://doi.org/10.1007/s11356-022-22472-4
- Hui, S. C. M., & Chan, A. L. S. (2011). Integration of green roof and solar photovoltaic systems. **Energy and Buildings, 43*(9)*, 2526–2535. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2011.05.006
- İokhim, P., & Ekşi, M. (2024). Thermal regulation capacity of a green roof in the Mediterranean climate of Istanbul. **Building Services Engineering Research and Technology, 45*(2)*, 185–201. https://doi.org/10.1177/01436244231226414
- Kolasa-Więcek, A., & Suszanowicz, D. (2021). Green roofs for reduction in the load on rainwater drainage in highly urbanised areas. **Environmental Science and Pollution Research, 28*(26)*, 34269–34277. https://doi.org/10.1007/s11356-021-12616-3
- Peck, S. W., Callaghan, C., Bass, B., & Kuhn, M. (2018). Greenbacks from green roofs. **Building Research & Information, 46*(5)*, 541–556.