Nuo modelio iki realaus pastato: ką dinaminis modeliavimas gali pasakyti apie pastato energijos vartojimą?

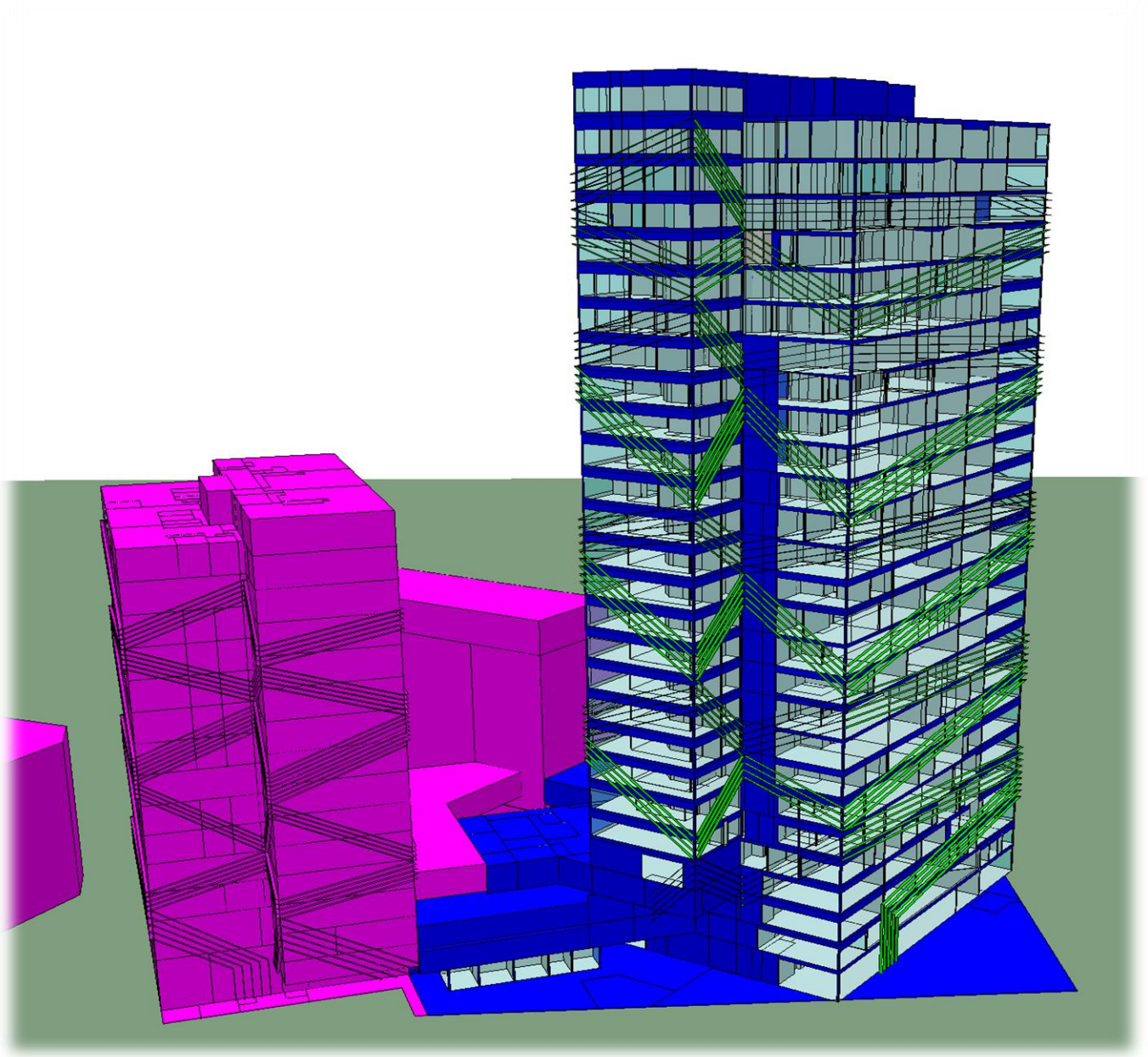
Benas Rakauskas
Inžinierius konsultantas

Dinaminis pastato modeliavimas

Pastatų dinaminio modeliavimo metu atliekame holistinę pastato analizę.

Naudodamiesi pastatų dinaminio modeliavimo programomis padedame projektavimo komandoms atrasti racionalius inžinerinius sprendimus.

Atliekame išplėstines analizes, kuriomis nustatome pastatų ir ŠVOK sistemų energijos vartojimą, natūralaus ir dirbtinio apšvietimo kokybę, atliekame šiluminio komforto, pasyvaus projektavimo analizes.



Dinaminis pastato modeliavimas

Ką vertina PENS

- Norminis skaičiavimas pagal standartines sąlygas ir tipinius naudojimo profilius
- Skirtas energinio naudingumo klasei nustatyti ir pastatams palyginti
- Energinio naudingumo sertifikatai nėra skirti energijos sąnaudų prognozavimui
- Vertina šildymo, vėsinimo, karšto vandens, vėdinimo ir apšvietimo energijos sąnaudų
- Neparodo, kaip pastatas veiks realiai ir kaip jį veikia naudotojai

Ką suteikia dinaminis modeliavimas

- Valandinis skaičiavimas pagal metų klimato duomenis ir konkretaus pastato naudojimo profilius
- Gali įvertinti ne tik reguliuojamą pastato energiją, bet ir nereguliuojamas sritis - kištukinę elektrą, drėkinimą, sausinimą, technologinę energiją, liftus lauko apšvietimą ir kt.
- Gali įvertinti šiluminį komfortą, natūralų apšvietimą,
- Leidžia tiksliai nustatyti šilumos ir vėsos galias bei pikines apkrovas įrangai parinkti
- Leidžia palyginti scenarijus ir priimti sprendinius dar prieš pastato statybą ar rekonstrukciją

Kaip pažangesni modeliavimo metodai gali padėti optimizuoti kapitalines investicijas dar projektavimo stadijoje?

Pagrindinė vertė – tikslūs sprendimai ir racionalios investicijos



Išvengiama per didelio šildymo ar vėsinimo įrangos galingumo



Užtikrinamas komfortiškas mikroklimatas patalpose



Optimizuojamos energijos sąnaudos



Užtikrinamas tikslus energijos poreikio ir šiluminių apkrovų prognozavimas



Sumažintos eksploatacinės išlaidos

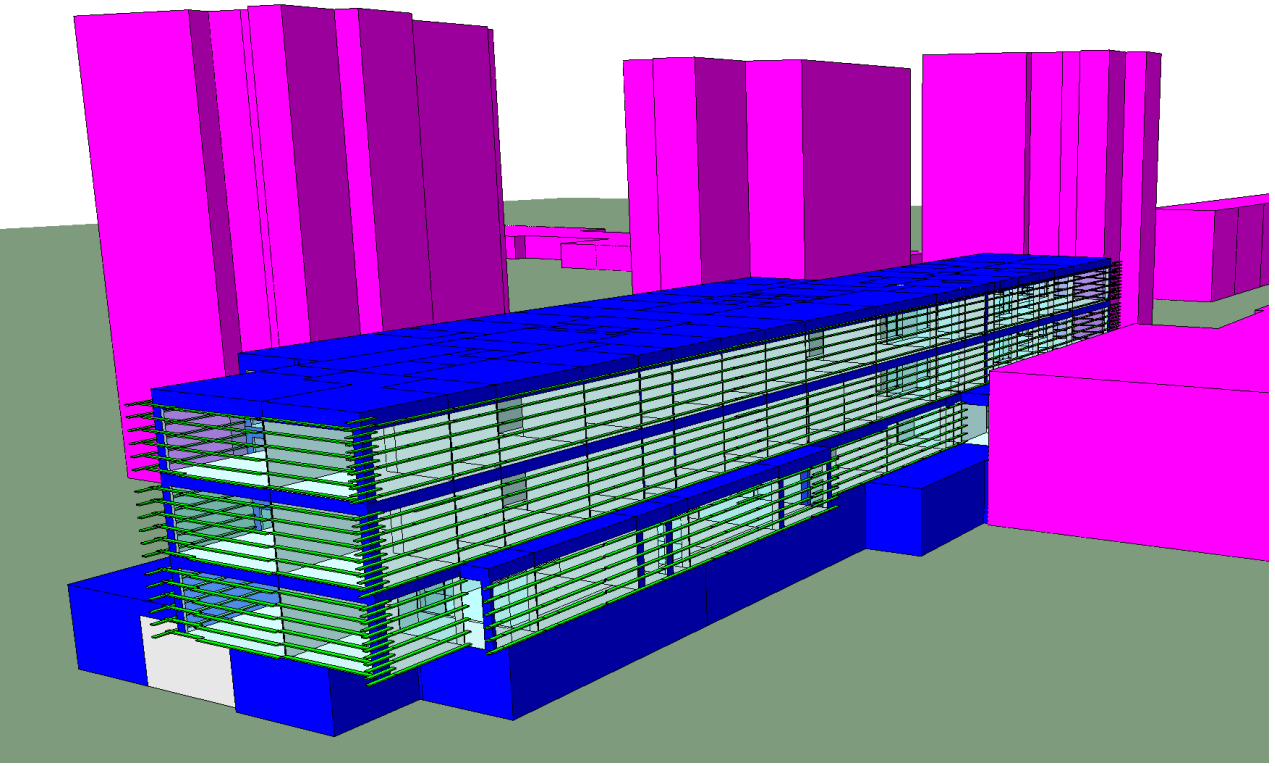


Leidžia priimti pagrįstus projektinius sprendimus dar projektavimo etape

Case study

Atlikta analizė, gauti rezultatai, jų interpretacija

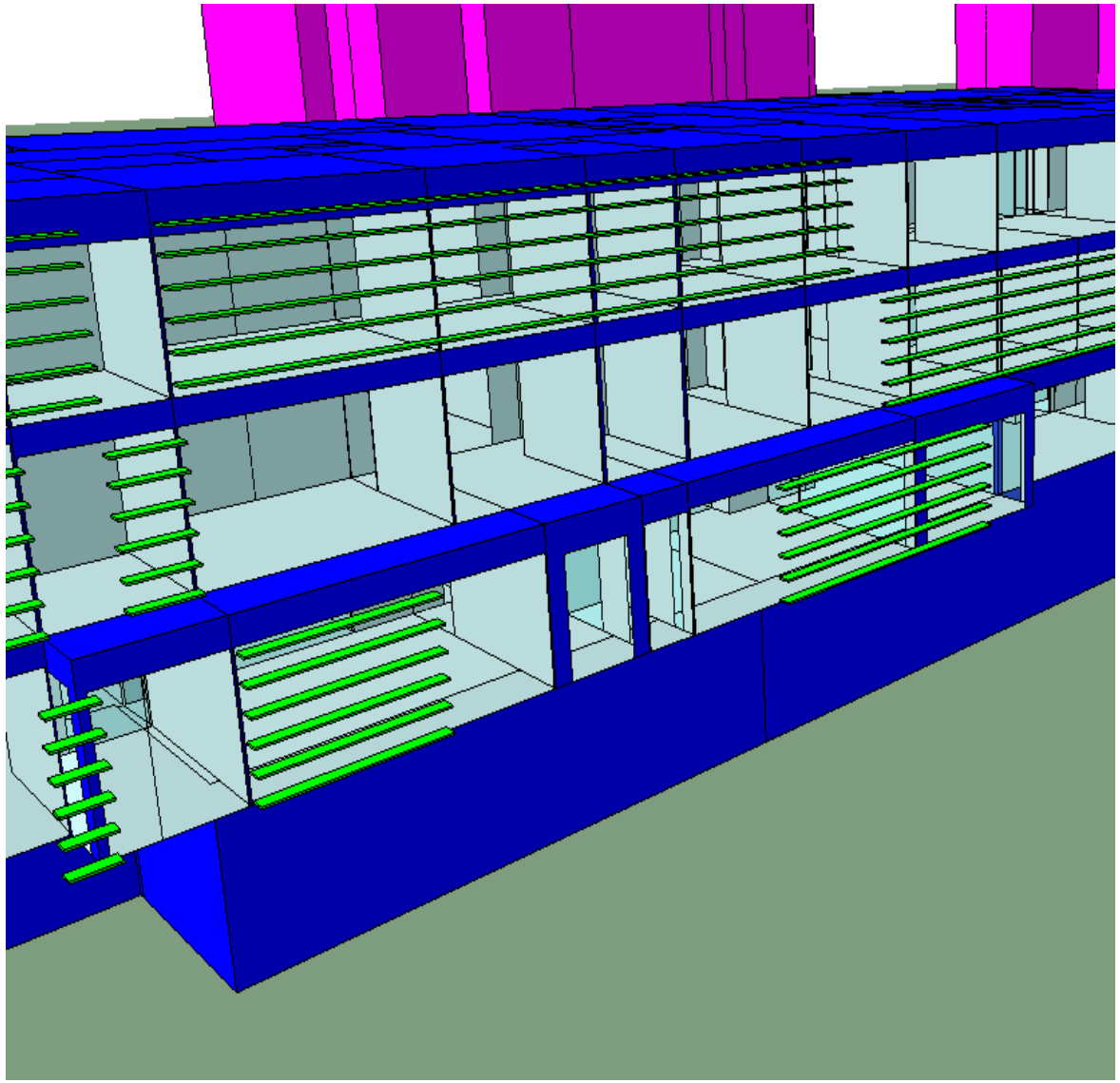
Užduotis – išnagrinėti 4 aukštų administracinės paskirties pastatą Vilniuje

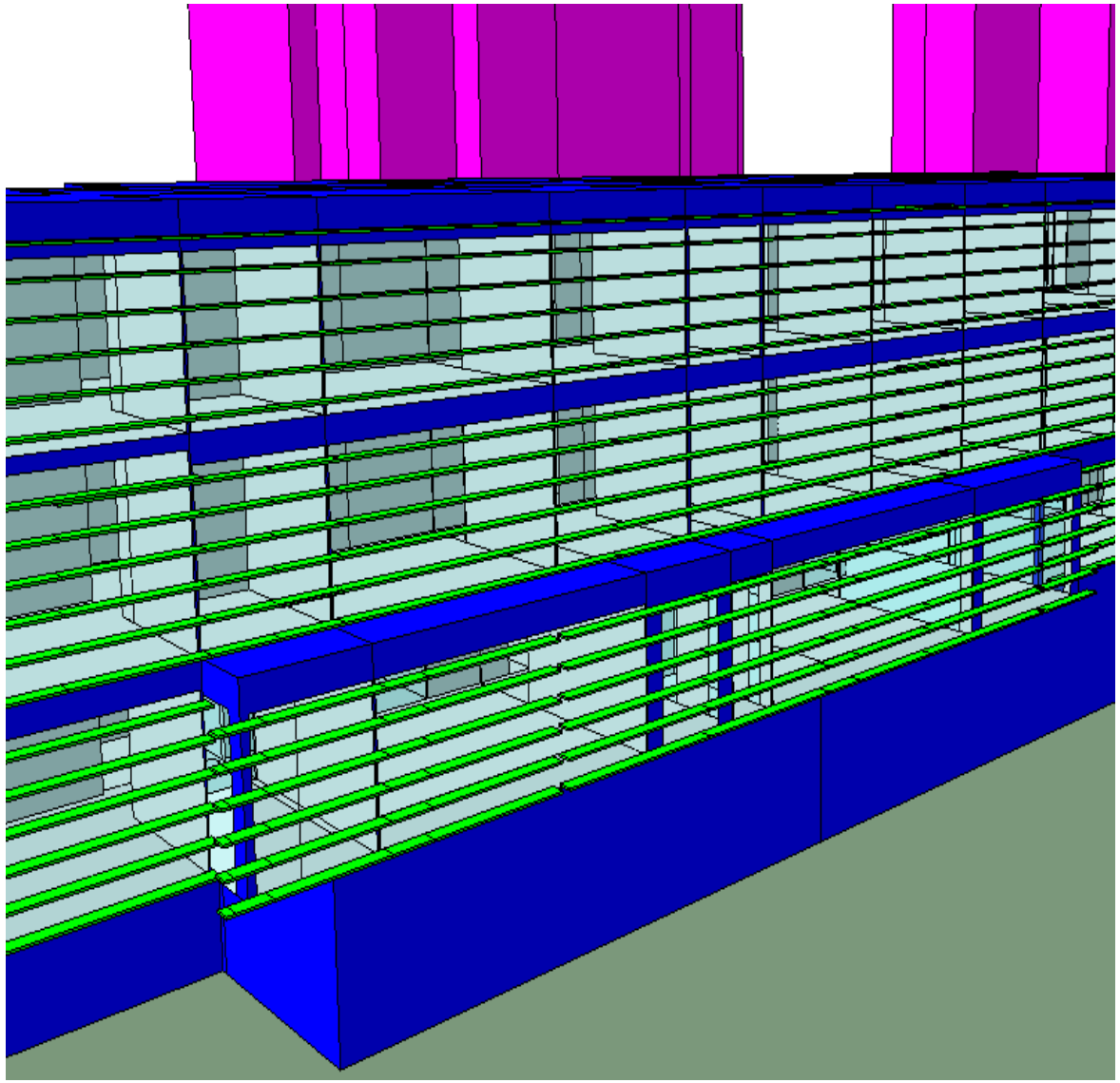


Analizės tikslai

- Nustatyti ar esami inžineriniai sprendiniai užtikrins komforto sąlygas pagal ISO 7730 standartą;
- Apskaičiuoti kiekvienos patalpos šildymo ir vėsos galias;
- Apskaičiuoti bendrą pikinę pastato vėsos galią;
- Apskaičiuoti pastato šilumos ir vėsos poreikius;
- Įvertinti vizualinį komfortą darbo patalpose;
- Įvertinti išorinių šešėliavimo įrenginių įtaką šiluminėms apkrovoms, suvartojamos energijos kiekiui.

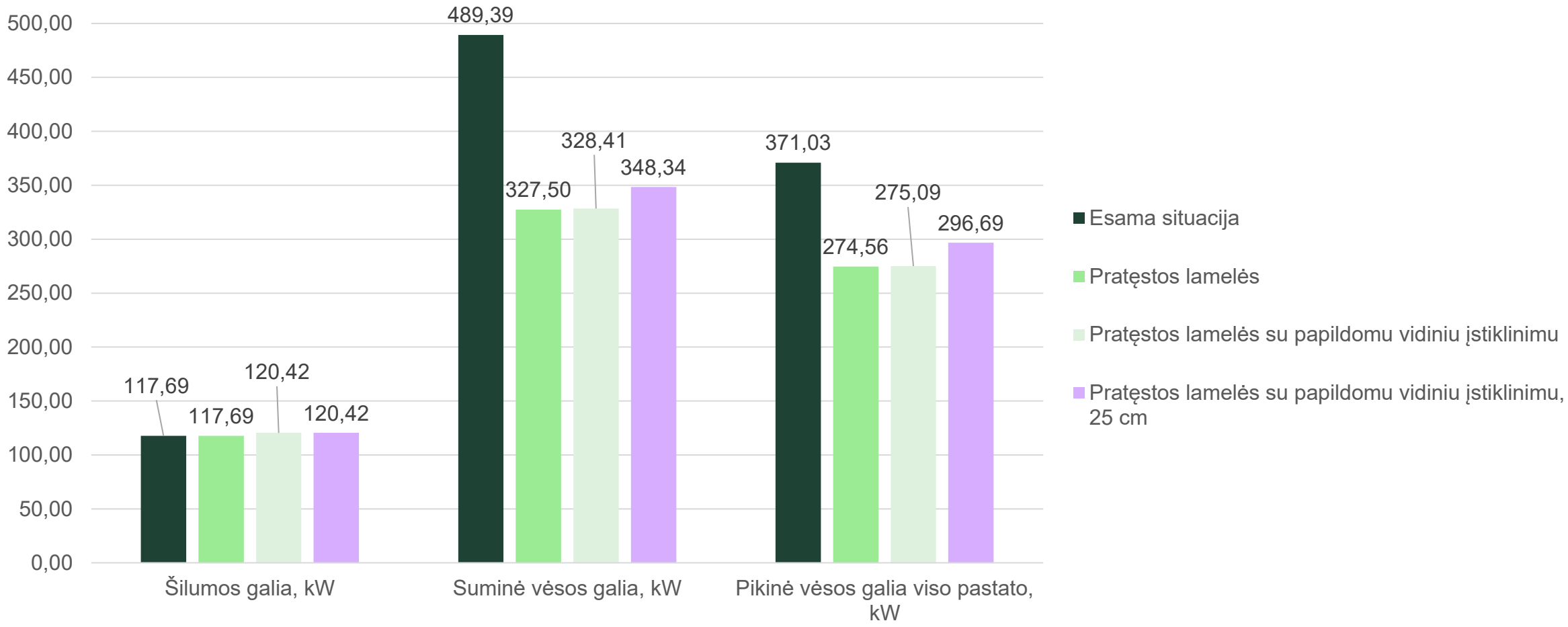
Palyginti scenarijai





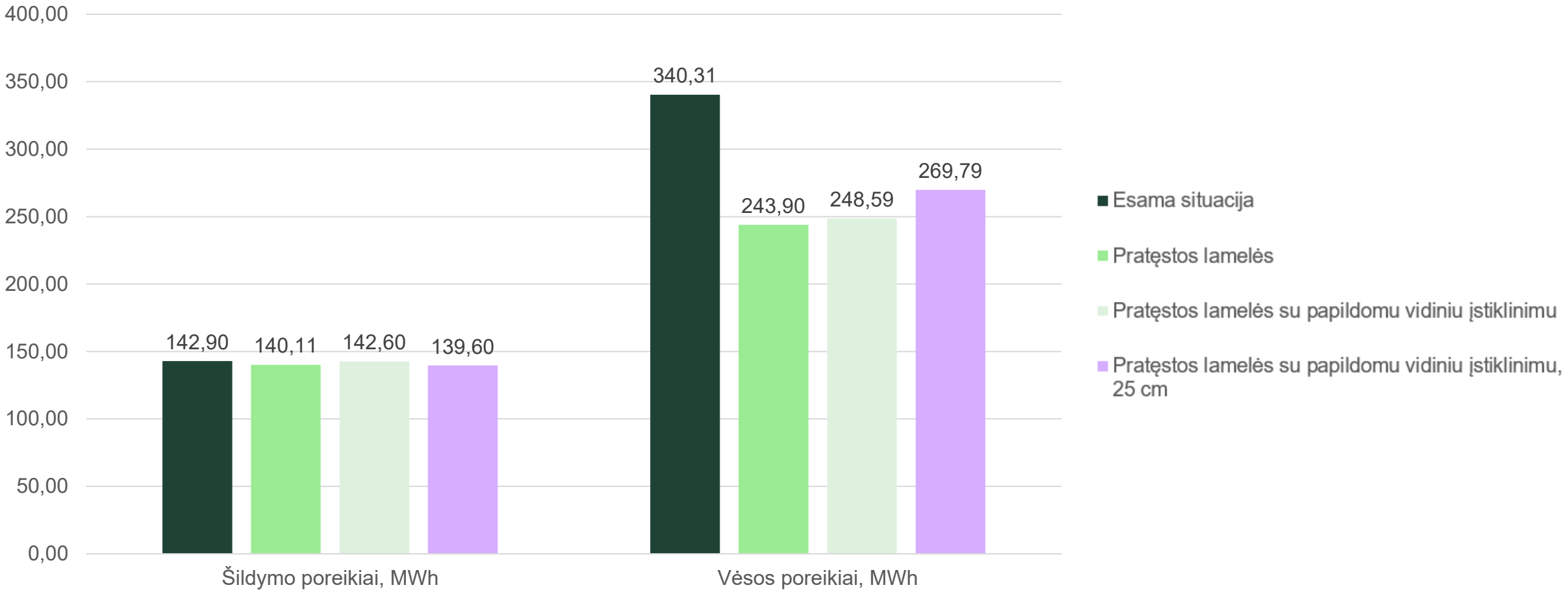
Analizės rezultatai 1

Šiluminės apkrovos



Analizės rezultatai 2

Energijos poreikiai per metus



Pasiekti sutaupymai

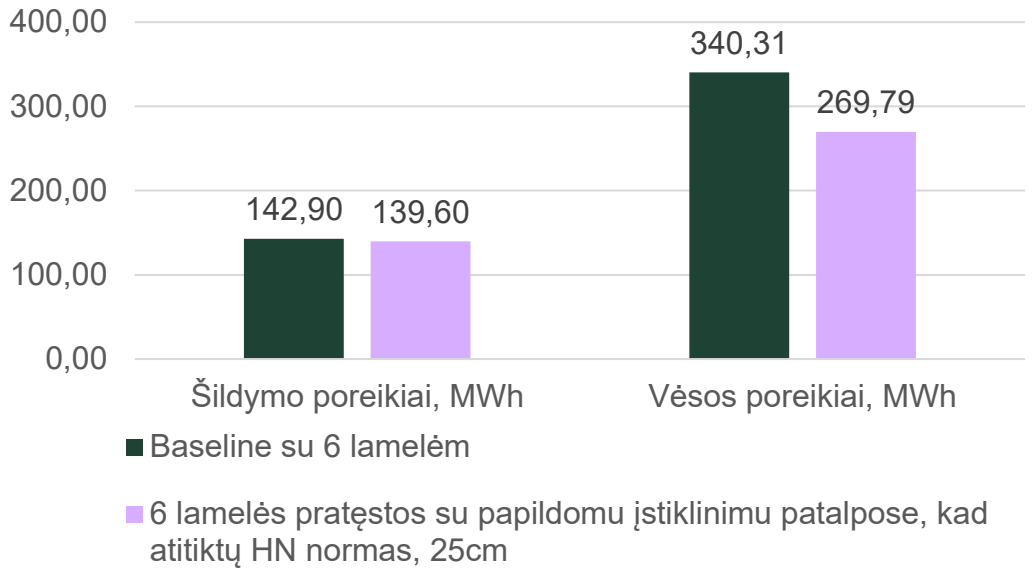
Kliento pasirinkto sprendimo sutaupymai

Parametras	Bazinio pastato rezultatas	Pasirinkto sprendimo rezultatas
Šildymo poreikiai, MWh	142,90	139,60
Vėsos poreikiai, MWh	340,31	269,79
Suminė vėsos galia, kW	489,39	348,34
Pikinė viso pastato vėsos galia, kW	371,03	296,69

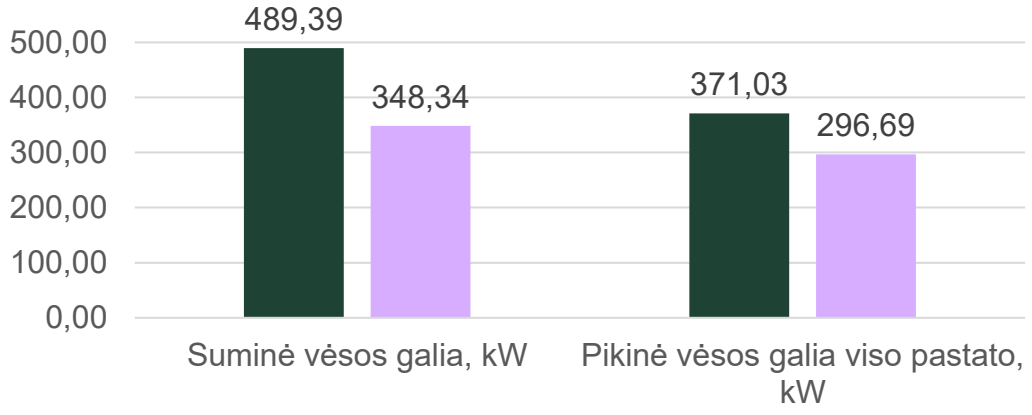
Parametras	Pasiektas sutaupymas, %	Sutaupymas Eur/metus
Šildymo poreikiai, MWh	2,31%	204,20 Eur
Vėsos poreikiai, MWh	20,72%	11 776,84 Eur
Suminė vėsos galia, kW	28,82%	-
Pikinė viso pastato vėsos galia, kW	20,04%	-

Elektros kaina – 167 Eur/MWh
Šildymo kaina – 61,88 Eur/MWh

Energijos poreikiai



Šiluminės apkrovos



Vertė klientui

Išvengta per didelės vėsinimo įrangos. Gauti rezultatai leido pasirinkti 20% mažesnės galios čilerį

Pastatas atitinka šiluminio komforto reikalavimus keliamus ISO 7730 standarte

Įgyvendintas pagrindinis tikslas – optimizuotos pastato vėsos galios

Užtikrinamas tikslus energijos poreikio ir šiluminių apkrovų prognozavimas

CapEx sutaupymai ± 115 000 Eur*

OpEx sutaupymai ± 12 000 Eur/metus

Gauti modeliavimo rezultatai leido priimti duomenimis pagrįstus projektinius sprendimus dar projektavimo etape

- nevertinus lamelių

CapEx vertintas pagal preliminarias įrangos kainas, taikant 409 €/kW čileriui ir 600 €/kW vėsinimo sijoms.

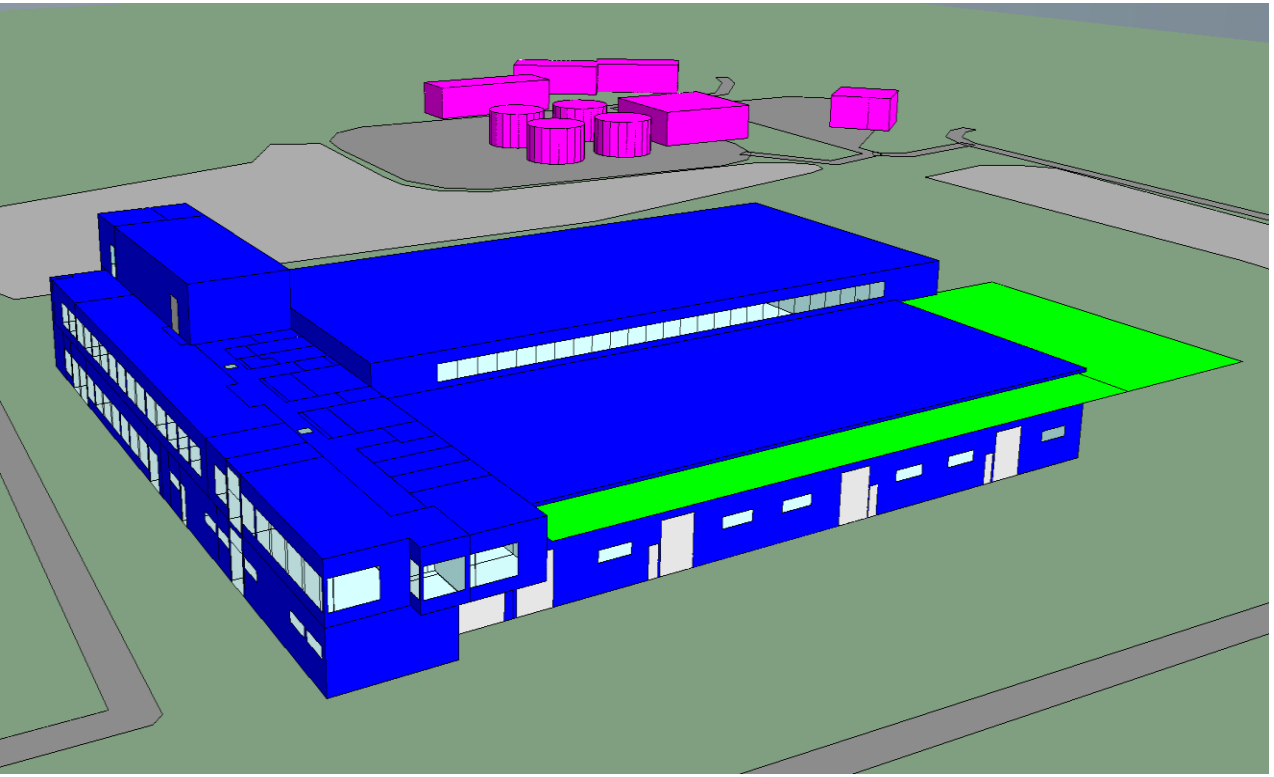
Pastatas – gyvas organizmas

Kokią įtaką energijos vartojimui daro pastato naudotojai?

Case study

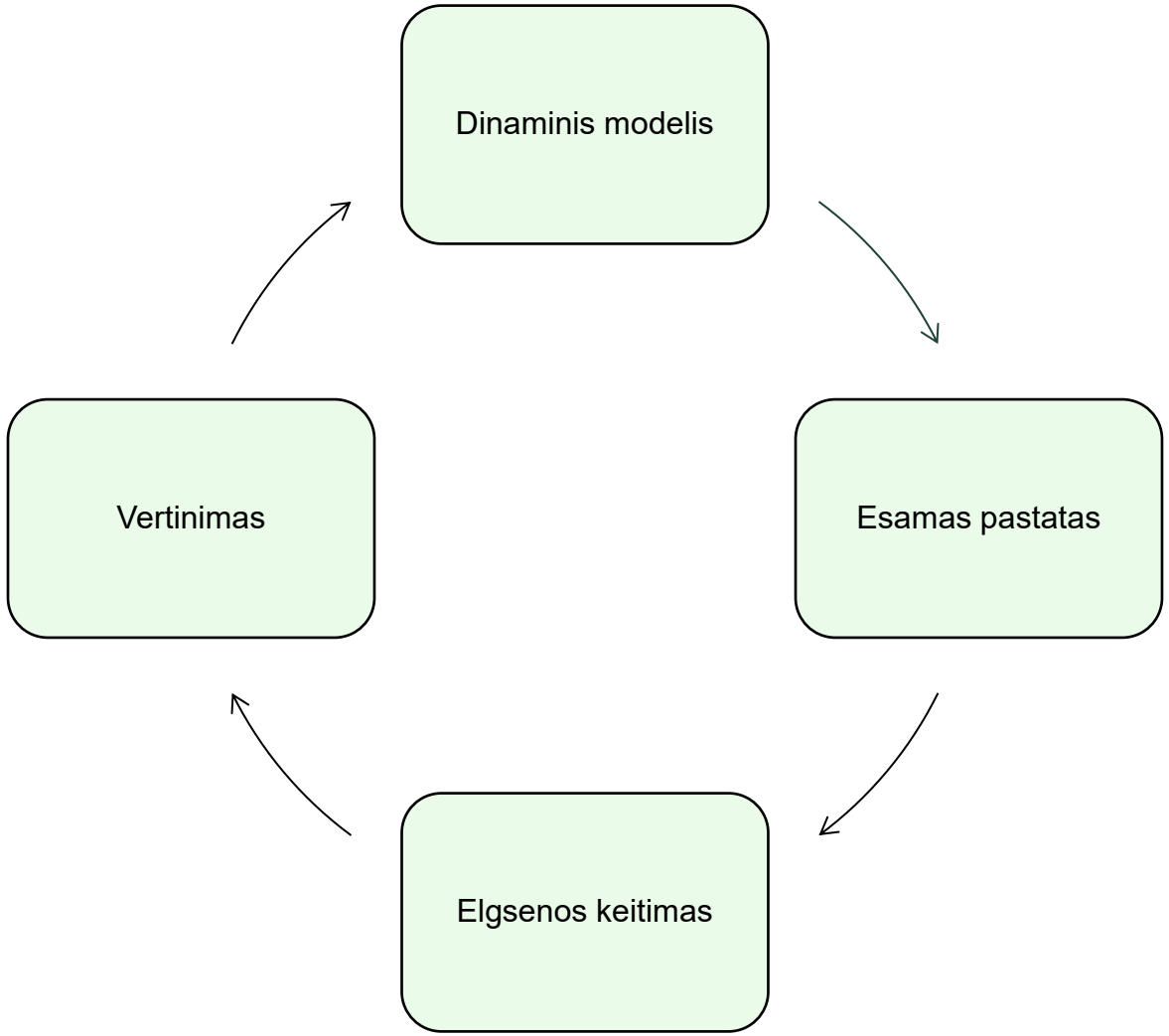
Industrinis pastatas Latvijoje

Užduotis – įvertinti pastato naudotojų įtaką energiniam efektyvumui



- Paskirtis – industrinis pastatas su administracinėm darbo zonom;
- Plotas – 6800 m^2;
- Šildymo tipas – dujiniai katilai, integruotas šilumos siurblys, šilumos atgavimas;
- Vėsinimas – vandeninis čileris;
- Apšvietimo valdymas – on/off jungtukai;
- Žaliuzės – nėra;
- Administracijos darbo laikas 8–18val.

Modelis ir metodika



Aštuoni scenarijai

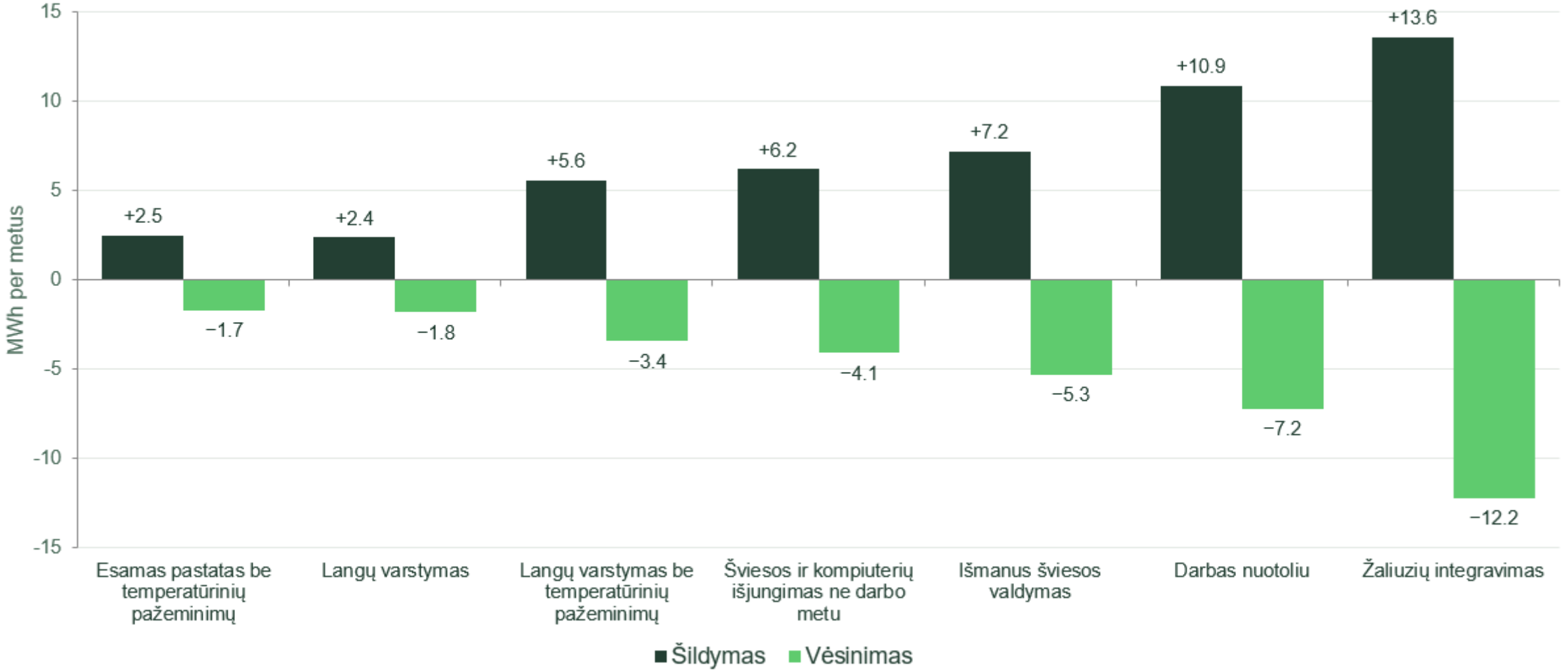
#	Scenarijus	Kas keičiasi
1	Esamas pastatas	-
2	Esamas pastatas be temperatūrinių pažeminimų	Ne darbo metu panaikinami temperatūriniai pažeminimai
3	Langų varstymas	Darbuotojai ties 24°C atidaro langus
4	Langų varstymas be temperatūrinių pažeminimų	Darbuotojai ties 24°C atidaro langus, papildomai panaikinami temperatūriniai pažeminimai
5	Šviesos ir kompiuterių išjungimas ne darbo metu	Darbuotojai po darbo valandų pilnai išjungia kompiuterius ir kitą įrangą bei šviesą
6	Išmanus šviesos valdymas	Integruojamas šviesos valdymas pagal būvio ir dienos šviesos kiekio sensorius
7	Darbas nuotoliu	50 % žmonių dvi dienas per savaitę dirba iš namų
8	Žaliuzių integravimas	Ofiso bei susitikimų patalpose įrengiamos automatinės vidinės žaliuzės

Rezultatai lyginant su esamu pastatu

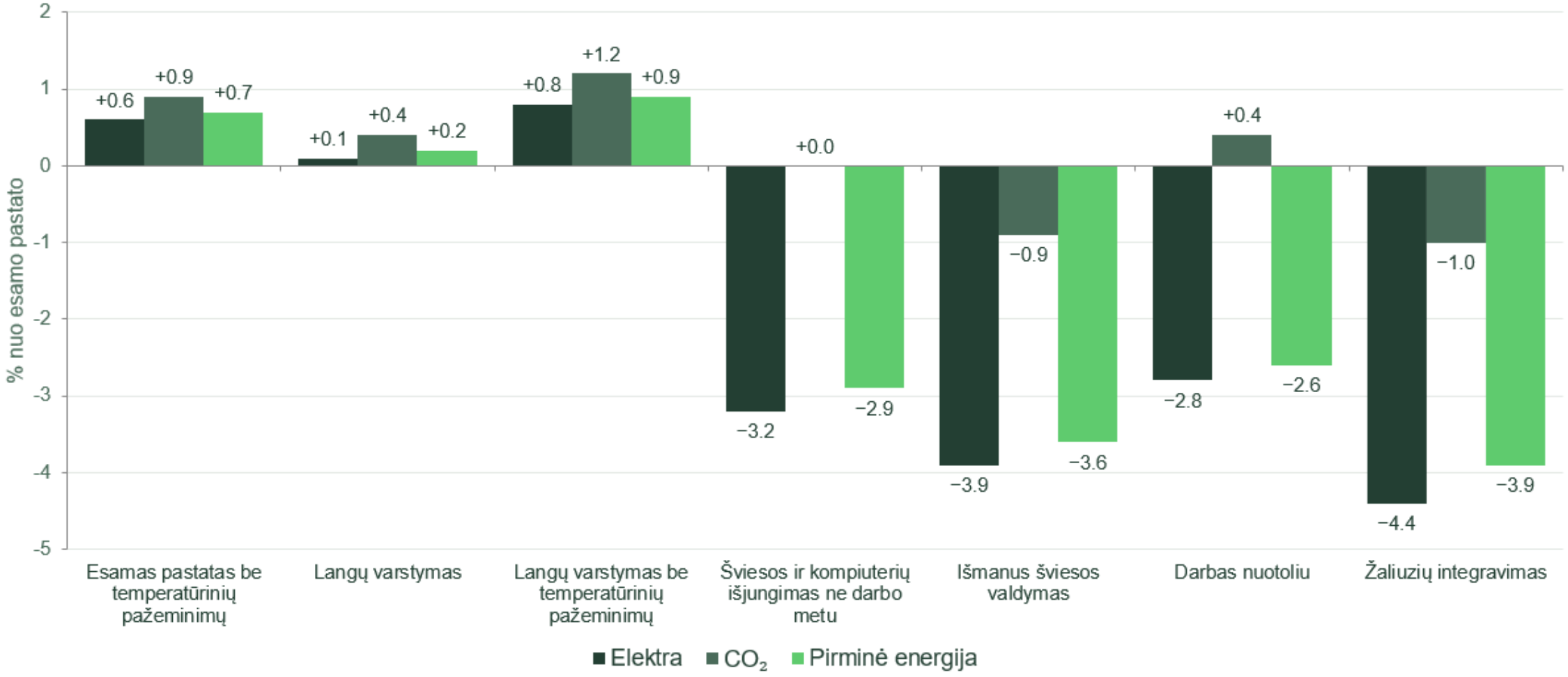
Scenarijus	Šildymas, MWh	Vėsinimas, MWh	Elektra, MWh	CO_2, t	Pirminė energija, MWh
Esamas pastatas	264,31	43,72	632,99	57,90	1,631.44
Esamas pastatas be temperatūrinių pažeminimų	+0,95%	-3,80%	+0,58%	+0,91%	+0,67%
Langų varstymas	+0,90%	-4,17%	+0,11%	+0,39%	+0,22%
Langų varstymas be temperatūrinių pažeminimų	+2,13%	-7,72%	+0,85%	+1,22%	+0,93%
Šviesos ir kompiuterių išjungimas ne darbo metu	+2,33%	-9,32%	-3,16%	+0,02%	-2,91%
Išmanus šviesos valdymas	+2,72%	-12,02%	-3,90%	-0,86%	-3,61%
Darbas nuotoliu	+4,13%	-16,47%	-2,84%	+0,41%	-2,60%
Žaliuzių integravimas	+5,16%	-27,79%	-4,35%	-0,96%	-3,90%

Žalia: mažiau nei esamas pastatas, raudona: daugiau. CO_2 be kištukinės įrangos.

Šildymo ir vėsinimo pokyčiai lyginant su esamu pastatu



Elektros, CO_2 ir pirminės energijos pokyčiai lyginant su esamu pastatu



PENS ir dinaminis modelis: kodėl skaičiai skiriasi?

Rodiklis	PENS	Modelis	Skirtumas
Šildymas, kWh/m²	45,0	38,9	**−14 %**
Vėsinimas, kWh/m²	36,0	6,4	**−82 %**
Šildymas + vėsinimas, kWh/m²	81,0	45,3	**−44 %**
CO_2, kg/m²	5,9	8,5	**+45 %**
Pirminė energija, kWh/m²	144	240	**+67 %**
Pirminė energija be kištukinės įrangos, kWh/m²	144	~171	**+19 %**

Kodėl skiriasi

1. Pastato sistemų automatizavimo lygis: Pastato "išmanumo" lygis turi tiesioginį poveikio energijos sąnaudoms – tiek teigiamą, tiek neigiamą. Labai svarbūs naudojami algoritmai ir davikliai.

2. Pastato sistemos, skirtos aukštam komfortui užtikrinti: Padidintas šviežio oro srautas, drėkinimas ir sausinimo sistemos yra reikšmingi energijos vartojai, kurie nėra įvertinami sertifikate.

3. Pastato naudotojų elgsena: Pastato naudotojų elgsena yra vienas iš veiksnių, darančių reikšmingą įtaką pastato energijos vartojimui.

Skirtumas tarp PENS ir dinaminio modelio nebūtinai reiškia, kad vienas skaičiavimas yra „neteisingas" – jie atsako į skirtingus klausimus ir naudoja skirtingas prielaidas.

Ką rodo rezultatai

Šildymas ir vėsinimas kinta priešingomis kryptimis

Kai sumažėja vėsinimas, padaugėja šildymo: su žaliuzėmis vėsinimas −27,8 %, o šildymas +5,2 %. Jų suma nuo esamo pastato skiriasi mažiau nei 1,5 %.

Didžiausias efektas elektrai – šviesa ir kompiuteriai

Išjungus ne darbo metu elektra −3,2 %; su išmaniu šviesos valdymu −3,9 %. Žaliuzės ir darbas nuotoliu daugiausia keičia vėsinimą, langai – mažai.

Nauda gamtai: pirminė energija

Pirminė energija sumažėja iki 3,9 % (žaliuzės, ~64 MWh per metus), išjungus šviesą ir kompiuterius – 2,9 %.

Nauda gamtai: CO_2

CO_2 sumažėja tik iki ~1 %, nes skaičiuojamas be kištukinės įrangos, o kompiuterių išjungimo nauda joje nesimato. Langų varstymas CO_2 net padidina (+1,2 %).

Ką dinaminis modeliavimas gali pasakyti apie pastato energijos vartojimą? pastato vartojimą lemia ne tik sprendiniai, bet ir tai, kaip juo naudojamasi: elgsena pirminę energiją keičia iki ~4 %. Dinaminis modeliavimas leidžia tai įvertinti dar prieš keičiant pastatą ar priimant sprendimus projektavimo stadijoje.

Ačiū



vesta
a kiwa company

info@vestaconsulting.lt
+370 614 27772