



7 modulis Modernizavimas su šilumos siurbliais

parengė: Rumunijos geomainų draugija (SRG)



Co-funded by
the European Union



Co-funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or CINEA. Neither the European Union nor the granting authority can be held responsible for them.



7 modulio apžvalga

- 7 modulis skirtas praktiniam esamų pastatų pertvarkymui: iš įprastų iškastinio kuro šildymo sistemų į didelio efektyvumo šilumos siurblių sistemas, užtikrinant techninį įgyvendinamumą, našumo optimizavimą ir ilgalaikį patikimumą.

Po mokymų galėsite

Paaiškinti, kodėl žemos temperatūros sistemos yra labai svarbios efektyviam šilumos siurblio veikimui

Išanalizuoti esamas hidraulines sistemas ir nustatyti modernizavimo poreikius

Pritaikyti vamzdynų išdėstymą, srauto dinamiką ir emiterius, kad atitiktų HP reikalavimus

Užtikrinti elektros suderinamumą ir pritaikyti išmaniojo tinklo valdiklius

Taikyti paleidimo protokolus, būdingus modernizavimo aplinkoms

- ✓ Įvertinti realių modernizavimo projektų techninį ir ekonominį pagrįstumą

7 modulio turinys

46 Užsiėmimas	Atvejų analizė: šilumos siurblių modernizavimas	52 Užsiėmimas	Galutinio naudotojo patogumas ir elgsenos veiksniai
47 Užsiėmimas	Modernizavimo planavimas	53 Užsiėmimas	Priežiūra ir ilgalaikis stebėjimas
48 Užsiėmimas	Vandens temperatūros mažinimas hidraulinėse šildymo sistemose		
49 Užsiėmimas	Vandens hidraulinio kontūro modifikacijos		
50 Užsiėmimas	Šilumos siurblių elektrinis integravimas		
51 Užsiėmimas	Eksploatacijos pradžia ir eksploatacinių savybių patvirtinimas		



Co-funded by
the European Union



46 UŽSIĖMIMAS

Atvejų analizė: šilumos siurblių
modernizavimas



Co-funded by
the European Union



46 Užsiėmimo tikslai

Nustatyti pagrindinius techninius ir organizacinius iššūkius, susijusius su esamų šildymo sistemų modernizavimu panaudojant šilumos siurblius.

Susipažinti su realiais gyvenamųjų ir negyvenamųjų pastatų modernizavimo pavyzdžiais.

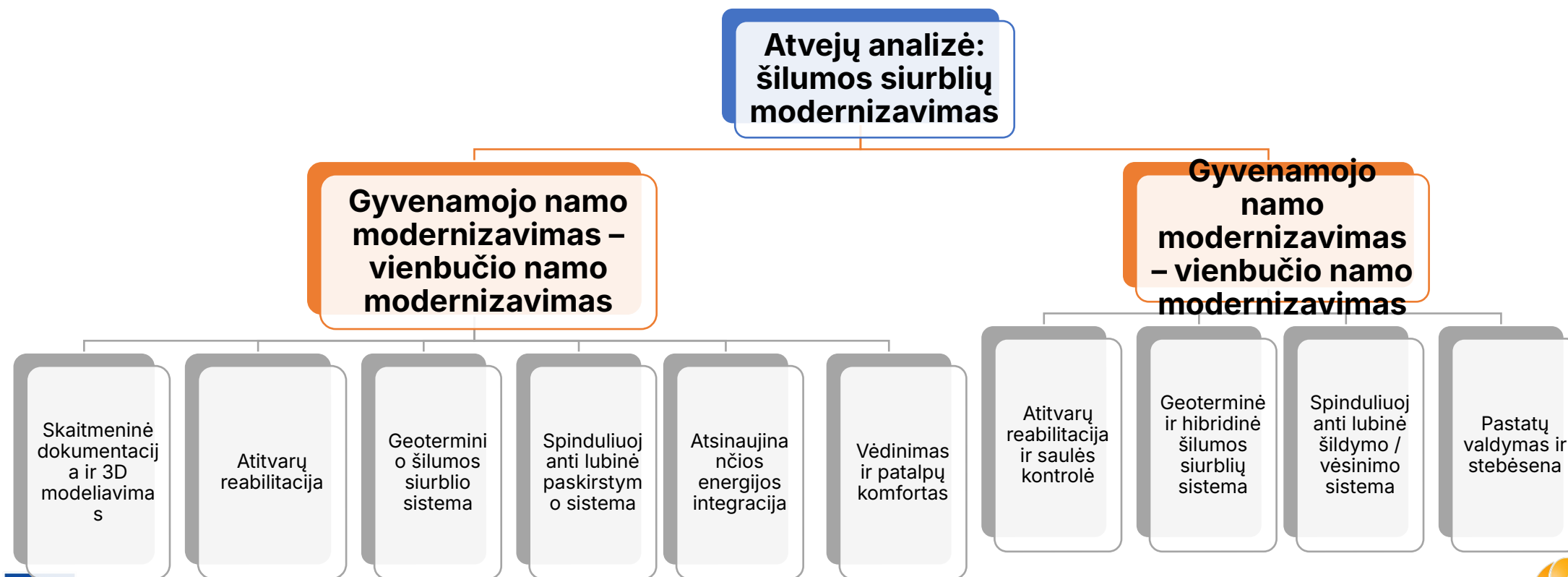
Susieti techninius ir ekonominius rezultatus su praktinėmis modernizavimo strategijomis.

Nustatyti techninius, ekonominius ir su komfortu susijusius iššūkius.

- Suprasti, kaip paskaitos medžiaga virsta praktinėmis strategijomis



46 Užsiėmimo turinys



Kodėl svarbu modernizuoti

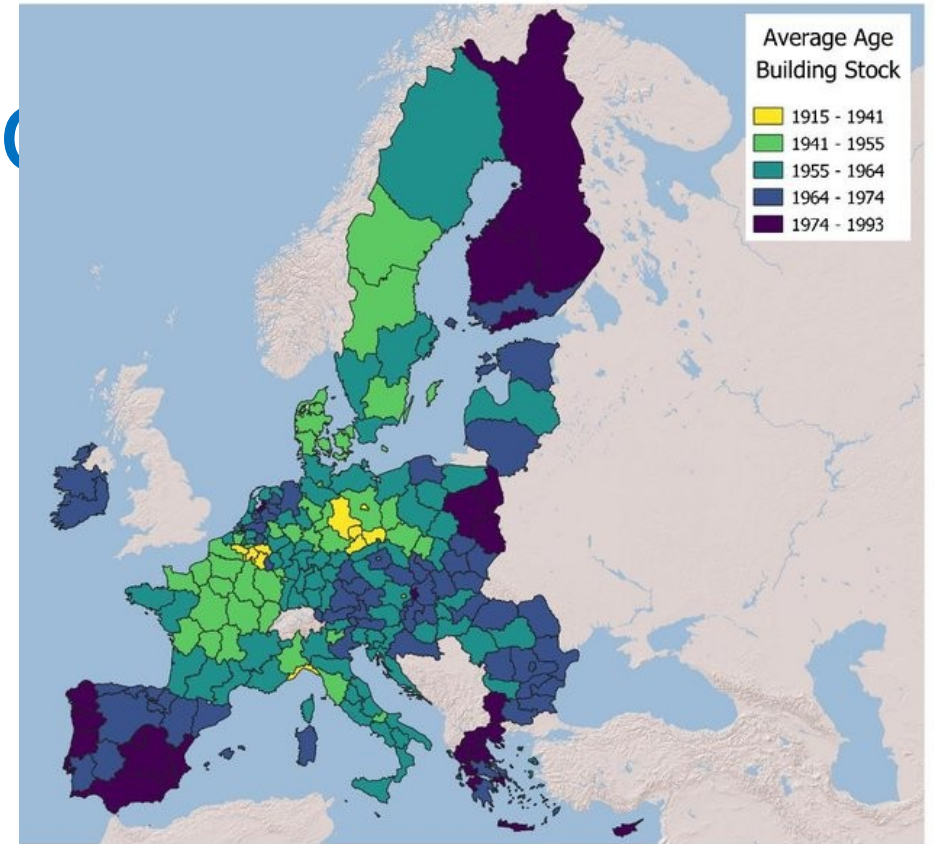
75 proc. ES pastatų yra energetiškai neefektyvūs

Dauguma pasikliauja iškastinio kuro šildymu

Šie pastatai vis dar bus apgyvendinti 2050 m.

- Modernizavimas yra būtinas siekiant 2050 poveikio klimatui neutralumo

🎯 Modernizavimas, o ne naujos statybos, yra pagrindinis kelias į poveikio klimatui neutralumą.



Vidutinis pastatų ūkio amžius

Šaltinis: Zangeri, Paolo & Armani, R & Kakoulaki, G. & Bavetta, M & Martirano, G & Pignatelli, Francesco & Baranzelli, C. (2020). Building energy renovation for decarbonisation and Covid-19 recovery A snapshot at regional level. 10.2760/08629.



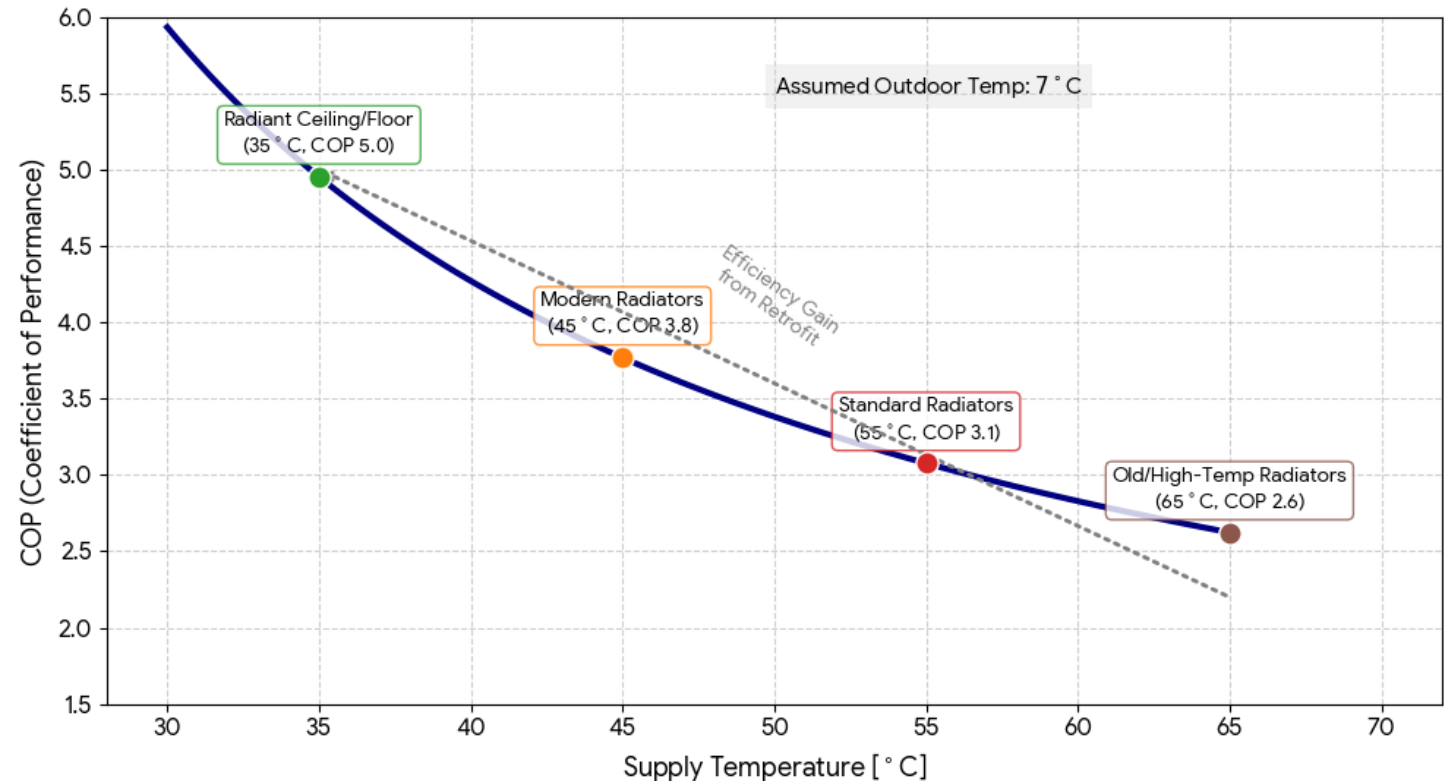
Aukštos ir žemos temperatūros sistemos

Tradiciniai katilai veikia 70–80 °C temperatūroje

Šilumos siurbliai pasiekia geriausią efektyvumą esant 30–50 °C temperatūrai

- Aukštesnė tiekimo temperatūra = mažesnis COP ir didesnis elektros energijos suvartojimas

Heat Pump Efficiency (COP) vs. Supply Temperature



Co-funded by
the European Union



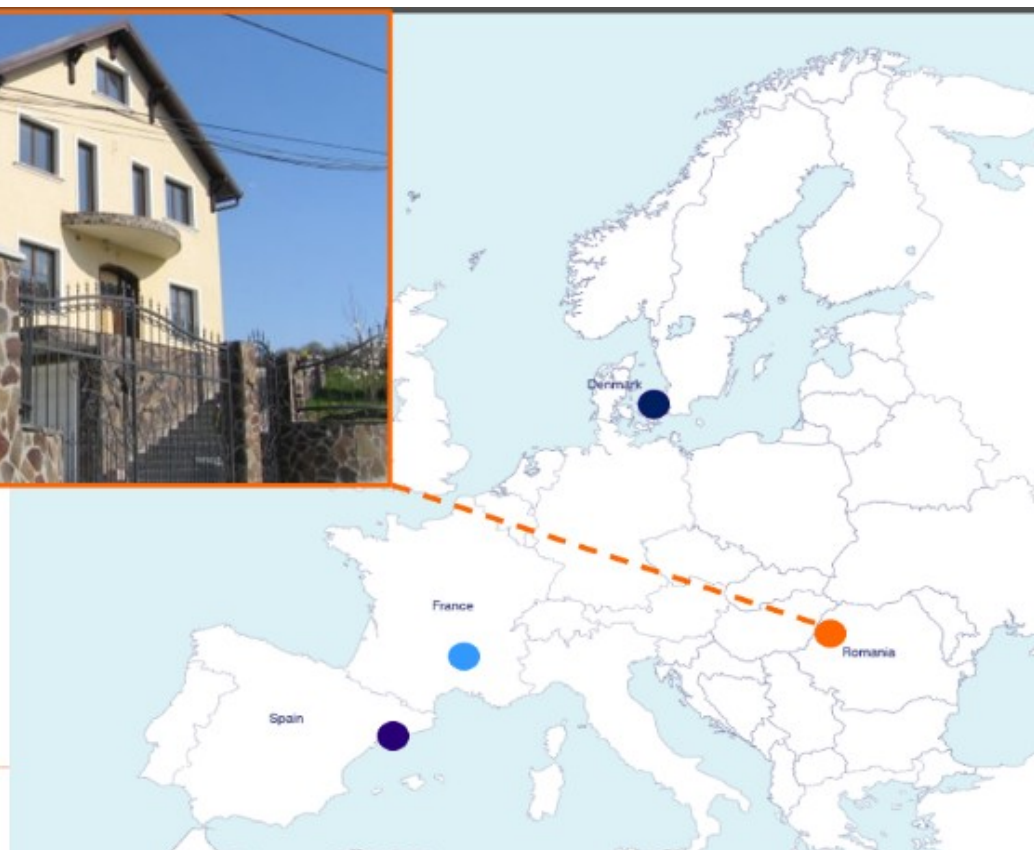
Bendrinė modernizavimo schema

Žingsnis	Apibūdinimas	Pagrindinis tikslas
Pastatų vertinimas ir energetinis auditas	Nustatomi neefektyvumai ir bazinės apkrovos pagal EN 16247 ir ISO 50002 standartus.	Apibrėžti modernizavimo prioritetus ir technines galimybes.
Atitvarų atnaujinimai	Pagerinama izoliaciją, langai ir sandarumas, kad būtų sumažinti šilumos nuostoliai ir infiltracija.	Mažesnis projektinis šildymo poreikis ir žemesnė vandens temperatūra.
Sistemos pritaikymas	Modifikuojami skleidėjai, paskirstymo grandinės ir valdymo sistemos, kad veiktų žemoje temperatūroje.	Suderinamumas su didelio efektyvumo šilumos siurbliais.
Šilumos siurblio integracija	Pasirenkami, nustatomi ir sumontuojami tinkami oro, vandens ar žemės įrenginiai.	Efektyvus šildymo ir vėsinimo elektrifikavimas.
Eksplotacijos pradžia ir stebėjimas	Patvirtinamos projektavimo prielaidos, pakoreguojamos valdymo kreivės ir patikrinamas našumą.	Garantuotas ilgalaikis efektyvumas, saugumas ir komfortas.
Vartotojų įsitraukimas ir elgsenos mokymai	Vartotojai apmokomi kaip teisingai naudotis sistema, kad atitiktų komforto lūkesčius.	Išlaikytas veiklos efektyvumas ir vartotojų pasitenkinimas.
Priežiūra ir ilgalaikis stebėjimas	Įgyvendinamas prevencinės priežiūros planas ir vykdomas nuolatinis duomenų sekimas per pastatų valdymo sistemas (BMS) arba debesų platformas	Išsaugotas našumas laikui bėgant, anksti aptinkami gedimai užtikrina ilgalaikį energijos ir CO ₂ taupymą.

VIENTUTIS NAMAS, ORADEA



Family house
ROMANIA



Co-funded by
the European Union



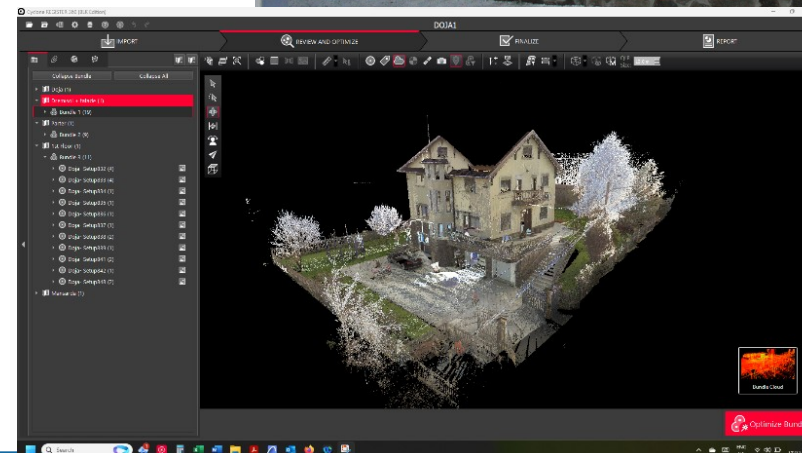
Demonstracinio atvejo apžvalga

Vienbutis namas, pastatytas 1980-aisiais

Bendras plotas apie 400 m²

Vidutinio klimato žemyninis klimatas

- Tipiškas Vidurio ir Rytų Europos būsto fondas



Co-funded by
the European Union



Pradinė būklė (prieš modernizavimą)

Nėra išorinės izoliacijos

Vieno stiklo mediniai langai

Elektrinės varžos katilas

Plieniniai radiatoriai, skirti 75/65 °C temperatūrai

- Nėra aktyvaus aušinimo ar mechaninio vėdinimo

Dideli šilumos nuostoliai per išlenktus balkonus ir nesandarias jungtis

Oro nutekėjimas, žiemą sukeliantis diskomfortą ir vasarą perkaitimą

Prasta patalpų oro kokybė dėl kontroliuojamos ventiliacijos nebuvimo

Metinė šildymo kaina: ~3500 € (2019 m. elektros kainomis)

Pirminės energijos sąnaudos: ~450 kWh/m²·metus

- CO₂ emisija: ~18 tonų per metus

Modernizavimo strategija

Išorinė izoliacija + stogo izoliacija

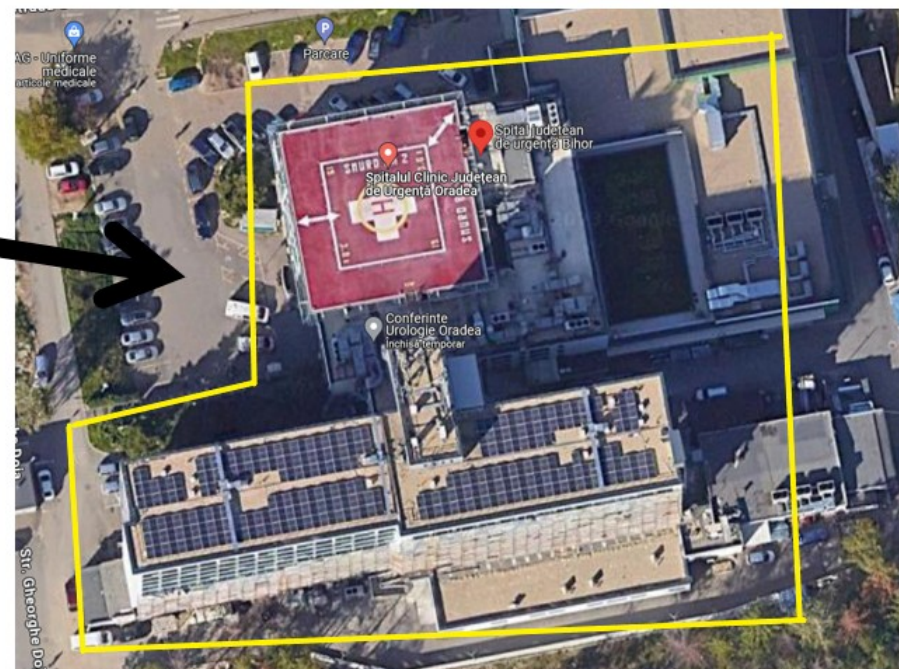
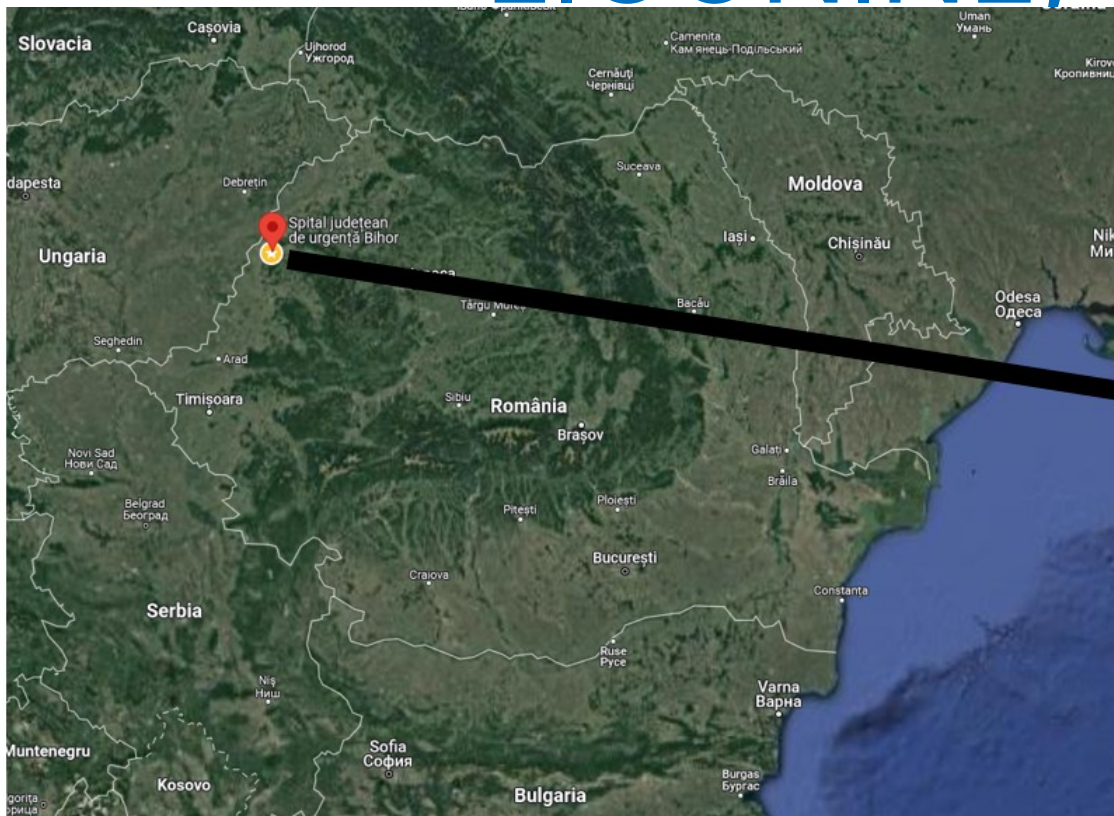
Langų keitimas

- GSHP 30 kW (atviro ciklo spinduliuojanti lubinė šildymo / vėsinimo sistema)



! Montavimo pastaba: Spinduliuojančią lubinę šildymo sistemą reikia kruopščiai subalansuoti. Kiekvienoje kambario grandinėje yra srauto reguliavimo vožtuvai, nustatytas eksploatacijos metu, kad būtų užtikrintas vienodas paskirstymas/tiekimas.

APYGARDOS GREITOSIOS PAGALBOS LIGONINĖ, ORADEA



Co-funded by
the European Union



Demonstracinio atvejo apžvalga

Didelė valstybinė ligoninė

10 aukštų, apie 16 000 m²

Nepertraukiamas veikimas 24 valandas per parą, 7 dienas per savaitę

- Aukšti komforto ir higienos reikalavimai



Co-funded by
the European Union



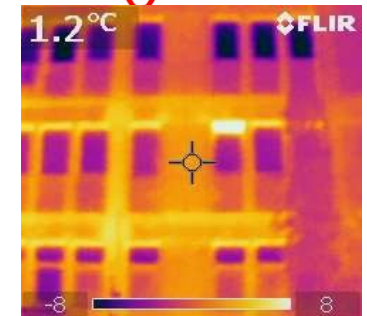
Pradinė būklė (prieš modernizavimą)

Prastai izoliuoti atitvarai

Centrinis šildymas naudoja iškastinį kurą

Padalinti oro kondicionavimo įrenginiai

- Nėra rekuperacinės sistemos



Co-funded by
the European Union



Modifikavimo apribojimai

- Medicinos paslaugos negali būti nutrauktos
- Saugai būtinas rezervas
- Griežti patalpų oro kokybės reikalavimai
- Privalomas nuolatinis stebėjimas



Modernizavimo strategija

Pilnas atitvarų atnaujinimas

Žemos temperatūros paskirstymo sistemos

Hibridinė geoterminio šilumos siurblio sistema

- Pažangus BMS valdymas

Įdiegtas techninis sprendimas

200 mm fasadas + 400 mm stogo izoliacija

Spinduliuojanti lubinė sistema (šildymas ir vėsinimas)

3×150 kW GSHP + 3×70 kW hibridinis AG

- Vietinė ventiliacija su šilumos rekuperacija



Rezultatai

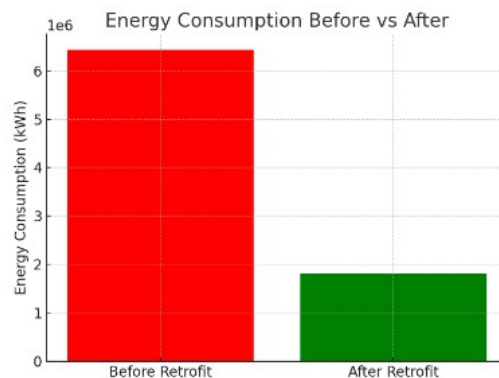
Pirminės energijos suvartojimo sumažėjimas: 71,8 %

CO₂ išmetimo sumažėjimas: 67 %

Aušinimo EER $\approx$ 7.1

- Visiškas nZEB atitikimas (b

veik energ
tai
)



Parametras	Prieš modifikuoja nt	Po modifikavim o	Sumažėjima s
Pirminės energijos suvartojimas	6,439,040 kWh	1,814,619 kWh	-71.82 %
Galutinė energija (neatsinaujinanti)	490.45 toe	156 toe	-67.24 %
CO ₂ emisija	1,517 t/year	497 t/year	-67.2 %

Abiejų demonstracinių versijų principai

Vienbutis namas

Tiesiogiai atkartojama didelei daliai 1960–1990 m. Vidurio ir Rytų Europos vienbučių namų (~15 mln. vienetų); stiprus integruotų GSHP + atitvarų + PV / PVT modernizavimo demonstravimas.

Atitvarai + žemos temperatūros spinduliavimo sistema + GSHP + PV/PVT = gilus energijos ir CO₂ mažinimas su dideliu komfortu modernizuojant gyvenamuosius namus.



Apygardos greitosios pagalbos ligoninė

Didelių, ypatingos svarbos viešųjų pastatų (ligoninių, klinikų, didelių biurų) modelis, skirtas nZEB tikslams pasiekti; demonstruoja didelių geoterminių laukų, hibridinių HP, spinduliuojančių lubų ir pažangių BMS galimybes 24 valandas per parą, 7 dienas per savaitę.

Žemos temperatūros hibridinė geoterminė sistema + visiškas atitvarų modernizavimas + išmanusis BMS = patikimas, nZEB reikalavimus atitinkantis sveikatos priežiūros modernizavimas su labai dideliu sezoniniu efektyvumu

47 UŽSIĖMIMAS

Nuo vertinimo iki veiksmų: modernizavimo planavimas



Co-funded by
the European Union



47 Užsiėmimo tikslai

Suprasti sėkmingo šilumos siurblio modernizavimo planavimo žingsnius.

Pripažinti energijos audito ir 3D skenavimo vaidmenį priimant techninius sprendimus.

Sužinoti, kaip apskaičiuoti šildymo poreikį ir įvertinti pastato tinkamumą.

Taikyti teisingus šilumos siurblių pasirinkimo ir dydžio kriterijus.

- Palyginti paskaitų info su realaus pasaulio modernizavimo atvejais.



47 Užsiėmimo turinys



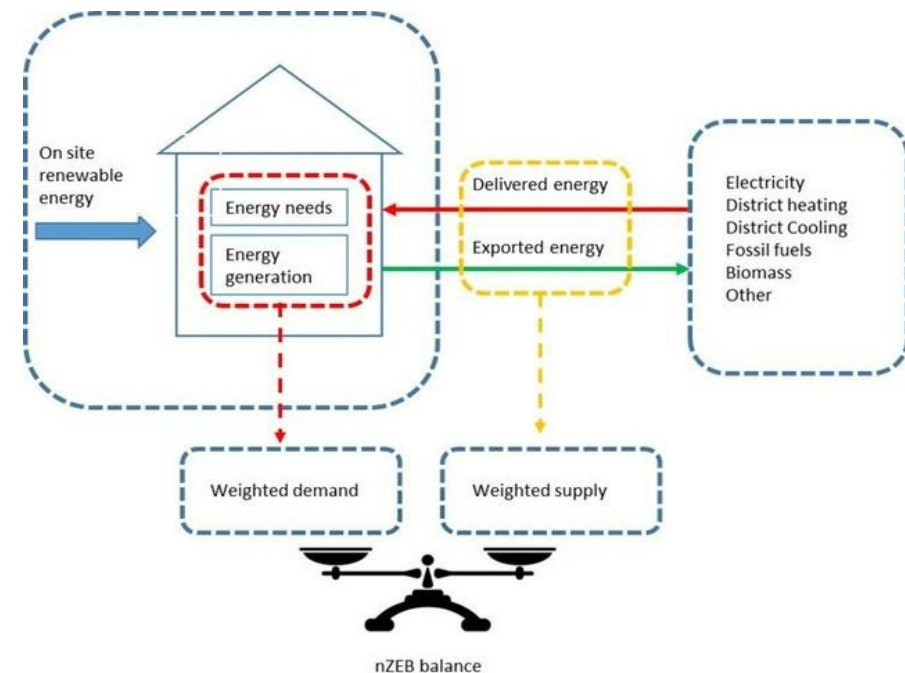
Nuo vertinimo iki veiksmų

Atnaujinimo sėkmė prasideda nuo tikslaus įvertinimo

Audito rezultatai turi būti transformuoti į dizaino sprendimus

- Šildymo poreikį apibrėžia:
 - Šilumos siurblio dydis
 - Paskirstymo sistemos projektavimas
 - Investicijų sąnaudos ir efektyvumas

🎯 *Pagrindinė mintis:*
Nėra skaičiavimo = neteisinga sistema



Kodėl svarbu apskaičiuoti šildymo poreikį

Vengti per didelio → apsaugo nuo trumpo ciklo

Užtikrina komfortą projektinėje lauko temperatūroje

Subalansuoja investicines išlaidas ir našumą

- Įgalina teisingą zonavimą ir valdymo strategiją



Iš patirties:

Negabaritiniai šilumos siurbliai kainuoja daugiau ir veikia prasčiau.



Co-funded by
the European Union



Šildymo poreikio skaičiavimas - (EN 12831)

Perdavimo nuostoliai:

$$Q_t = \sum (U_i \times A_i \times \Delta T)$$

čia:

- U = Šilumos pralaidumas [$\text{W}/\text{m}^2\text{K}$]
- A = Paviršiaus plotas [m^2]
- ΔT = vidaus ir lauko temperatūrų skirtumas [$^{\circ}\text{C}$]



Vėdinimo nuostoliai:

$$Q_v = 0.33 \times n \times V \times \Delta T$$

čia:

- n = oro pokyčiai per valandą
- V = šildomas tūris [m^3]

Bendras šildymo poreikis:

$$Q_{total} = Q_t + Q_v$$



Co-funded by
the European Union



Taikyti saugos ribą: +10–15%



Supaprastintas vertinimo metodas

Įvertinimas pagal plotą:

$$\dot{Q}_h = A \times q$$

čia:

- A = Šildomų grindų plotas [m^2]
- q = Savitasis šilumos poreikis [kW/m^2]

👉 Tinka ankstyvam planavimui, o ne galutiniam projektavimui.

Tipinės vertės:

<u>q</u> <u>(kW/m^2)</u>	<u>Pastato tipas</u>
0.03	Mažai energijos naudojantis namas
0.05	Pagrindinė izoliacija
0.08	Standartinis (1980-ieji+)
0.12	Neizoliuotas

Šilumos siurblio parinkčių apžvalga

Oro šilumos siurbLIAI (ASHP)

Lengvas ir greitas montavimas

Mažesnės pradinės išlaidos

Efektyvumas sumažėja šaltu oru

- Lauko triukšmas (40–60 dB)

Antžeminiai šilumos siurbLIAI (GSHP)

Labai didelis ir stabilus efektyvumas

Tylus veikimas

Didesnės pradinės išlaidos

- Ilgas tarnavimo laikas (>50 metų žemės kontūras)

Vandens šilumos siurbLIAI (WSHP)

Didžiausias efektyvumas

Reikalingi leidimai ir vandentvarka

- Geriausiai tinka instituciniams / universiteto masto projektams

Hibridinės sistemos

Derinamos technologijas (pvz., GSHP + ASHP)

Pikinės apkrovos padengimas ir rezervavimas

- Idealiai tinka ligoninėms ir pastatams dirbantiems 24/7



Co-funded by
the European Union



Sprendimų sistema

Tipas	CAPEX ir darbai	Sezoninis efektyvumas ir našumas šaltu oru	Triukšmas / Vaizdas	Erdvė ir leidimai	Aušinimo galimybė	Geriausiai tinka
ASHP	Žemas; minimalūs darbai	Geras lengvas – vidutinis; šalčio sumažėjimas	Lauko ventiliatoriaus triukšmas; matomas	Labai mažas pėdsakas; Paprasti leidimai	Grįžtamasis;	Miesto / suvaržytas, greitas modernizavimas, mažesnis biudžetas
GSHP	Aukštas; gręžimas	Aukštas ir stabilus; puikiai tinka šaltyje	Labai tylus; nematomas lauke	Prieiga prie žemės / gręžimo; Leidimai	Aktyvus + pasyvus/laisvas aušinimas	Šaltas klimatas, didelės apkrovos, ilgalaikis OPEX dėmesys
WSHP	Vidutinis–aukštas; Konkrečiai vietai	Labai aukštas; stabilus šaltinis	Labai tylus	Reikalingos vandens teisės / leidimai; Filtravimas	Itin efektyvus aušinimas	Aikštelės su prieiga prie vandeningojo sluoksnio / ežero / upės; Miesteliai
Hybrid	Inscenizuotas	Optimizuotas ištisus metus	Priklauso nuo hibrido	Mišrus	Lankstus	Kritinės paskirties pastatai, maksimalių apkrovų valdymas, rezervavimas

48 UŽSIĒMIMAS

Vandens temperatūros mažinimas
hidraulinėse šildymo sistemose



Co-funded by
the European Union



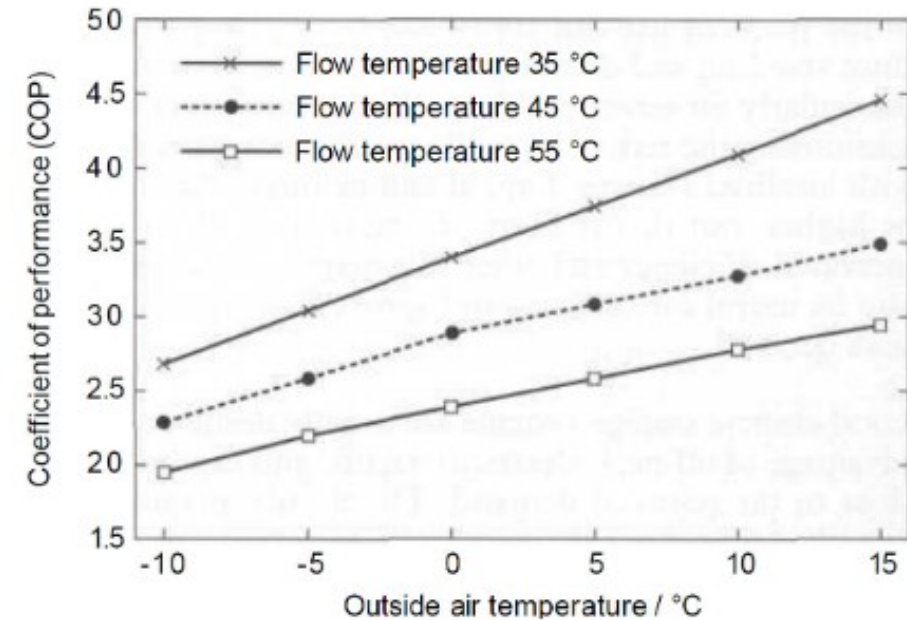
48 Užsiėmimo tikslai

Suprasti ryšį tarp vandens temperatūros ir šilumos siurblio efektyvumo

Nustatyti dvi pagrindines strategijas: pastato apkrovos mažinimas ir emiterio paviršiaus ploto didinimas

Taikyti išmoktas pamokas iš Oradea namo ir ligoninės modernizavimo atvejo

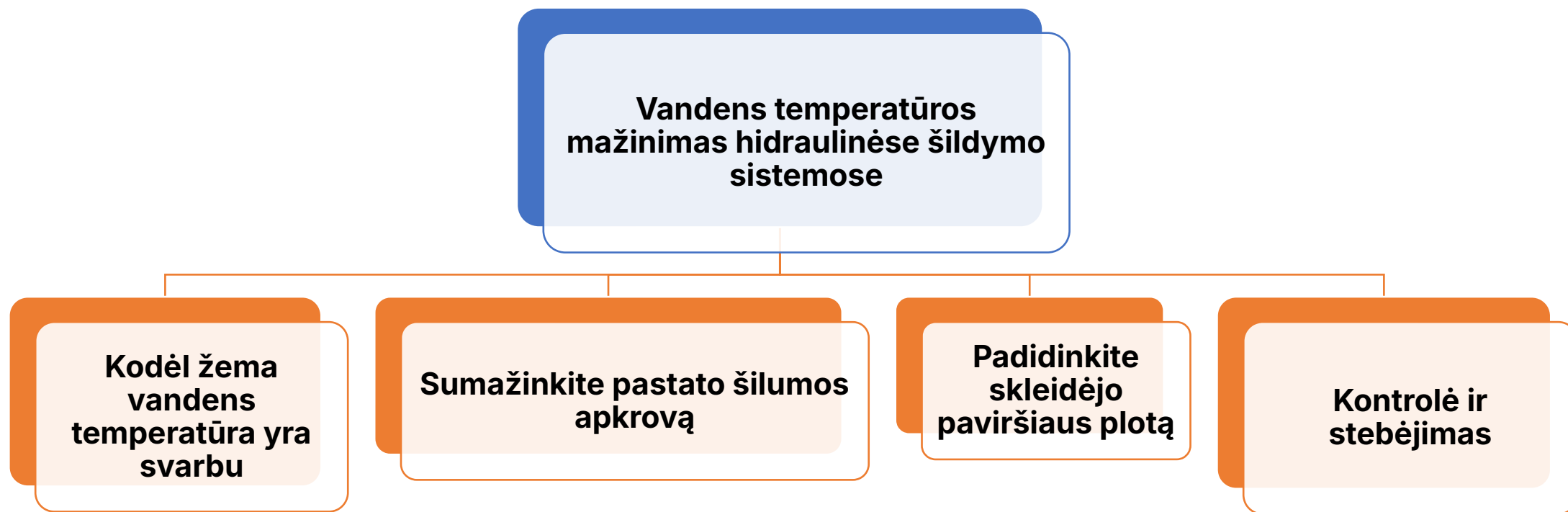
- Interpretuoti SCOP elgseną tiekimo/grąžinimo temperatūros atžvilgiu



Šilumos siurblių efektyvumas priklauso nuo srauto temperatūros

Šaltinis: Energy efficiency in buildings, CIBSE Guide F, second edition, January 2004.

48 Užsiėmimo turinys



Co-funded by
the European Union



Trys svertai, didinantys efektyvumą

1. Mažesnis šilumos poreikis	Atitvarų izoliacija
	Sandarumas ir ventiliacija
	Sumažinta didžiausia apkrova
2. Žemesnė tiekimo temperatūra	Didesni skleidėjų paviršiai
	Oro sąlygų kompensavimo kontrolė
	Sumažintas temperatūros pakėlimas
3. Stabilus veikimas	Subalansuota hidraulika
	Tinkamas elektros tiekimas
	Nuolatinis moduliavimas

Kas iš tikrųjų keičiasi, kai T nukrinta

Sumažinus tiekimo temperatūrą, keičiasi visos sistemos elgesys.

Tipiška SCOP tendencija:

~35 °C tiekimas → didesnis SCOP

~50 °C tiekimas → mažesnis SCOP

~60 °C tiekimas → daug mažesnis SCOP

Priežastis → pasekmė

Žemesnis temperatūros pakėlimas → mažesnis apkrovimas kompresoriui

Mažesnis apkrovimas → didesnis SCOP

Didesnis SCOP → mažesnės elektros energijos sąnaudos

- Mažesnės sąnaudos → nuspėjamos eksploataavimo išlaidos

Kas 10 °C sumažėja tiekimo temperatūra
→ +15–20% SCOP



Co-funded by
the European Union



Izoliacija ir šilumos nuostai

Dideli nuostoliai lemia aukštą tiekimo temperatūrą ir sumažina sistemos efektyvumą.

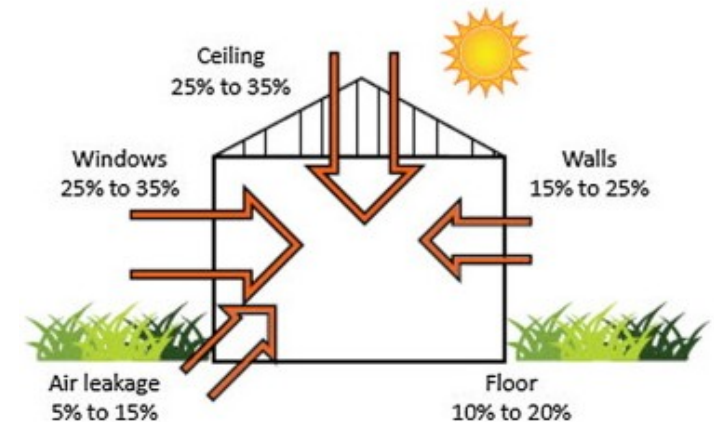
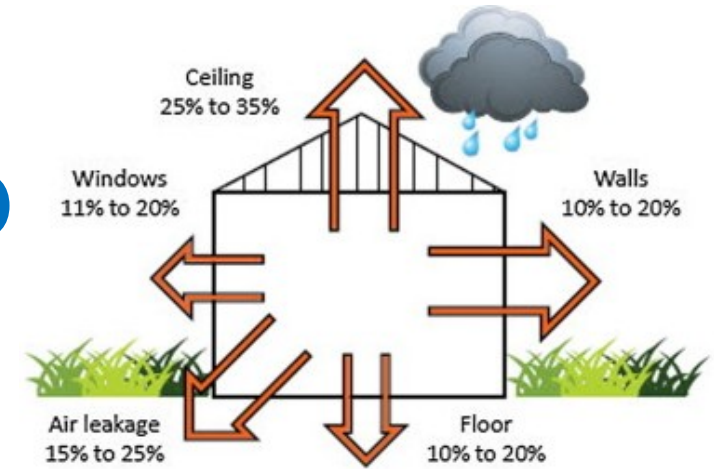
Prasta izoliacija → dideli perdavimo nuostoliai

Dideli nuostoliai → didelis skleidėjo energijos poreikis

Didelis poreikis → aukštesnė tiekimo temperatūra

- Aukštesnė temperatūra → mažesnis COP / SCOP

Negalite kompensuoti šilumos nuostolių naudodami "geresnį" šilumos siurblių.



Šilumos srautas neizoliuotame name

Šaltinis: Ingy El-Darwish, Mohamed Goma, Retrofitting strategy for building envelopes to achieve energy efficiency, Alexandria Engineering Journal, Volume 56, Issue 4, December 2017, Pages 579-589



Co-funded by
the European Union



49 UŽSIĖMIMAS

Vandens hidraulinio kontūro modifikacijos

49 Užsiėmimo tikslai

Suprasti senų hidraulinių sistemų apribojimus integruojant šilumos siurblius.

Nustatyti spinduliuojančių lubinių sistemų pranašumus, palyginti su tradiciniais radiatoriais.

- Sužinoti praktinių srautų balansavimo, hidraulinio atskyrimo ir izoliacijos strategijas.

49 Užsiėmimo turinys



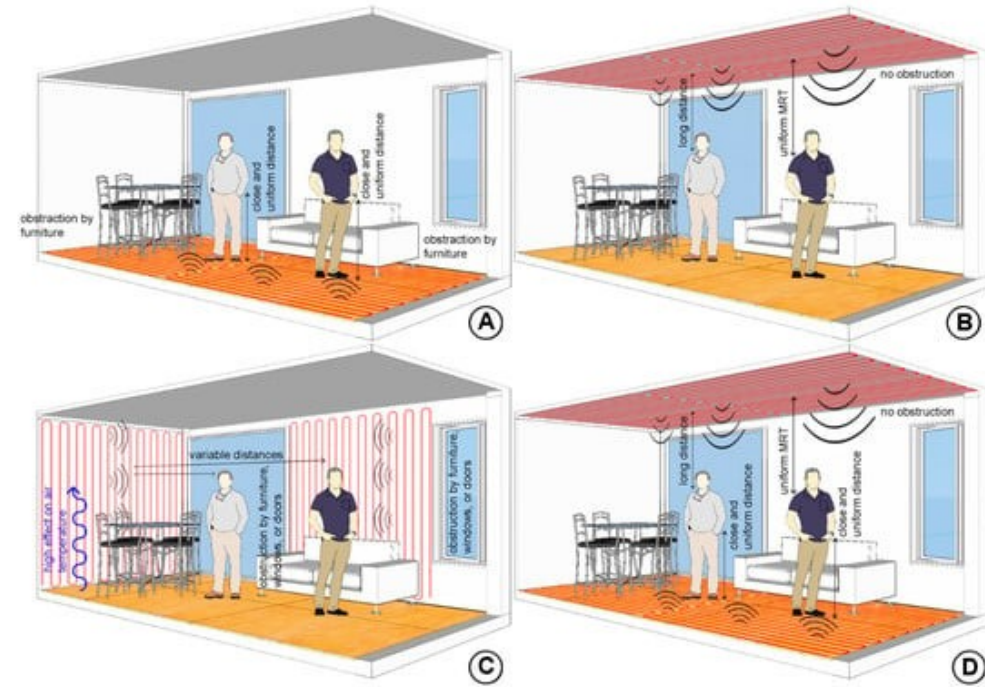
Co-funded by
the European Union



Skleidėjai: paviršių pavertimas energijos partneriais

Esant žemai temperatūrai, paviršiaus plotas, o ne temperatūra, tampa pagrindiniu komforto varikliu.

- Radiatorių darbas priklauso nuo didelių ΔT ir konvekcijos
- Spinduliavimo sistemos veikia per didelio ploto šilumos mainus
- Komfortas teikiamas švelniai, tolygiai ir tyliai



A) ant grindų montuojamos spinduliavimo sistemos; B) lubose montuojamos spinduliavimo sistemos; (C) Sieninės spinduliavimo sistemos; d) Ant grindų ir lubų montuojamos spinduliavimo sistemos
Šaltinis: Do, H.Q.; Luther, M.B.; Amirkhani, M.; Wang, Z.; Martek, I.
Radiant Conditioning Retrofitting for Residential Buildings. Energies
2022, 15, 449. <https://doi.org/10.3390/en15020449>

Hidraulika: tylus našumo variklis

Šilumos siurbliai priklauso nuo stabilaus srauto, o ne nuo aukštos temperatūros.

Žingsnis po žingsnio logika:

Žemos temperatūros sistemoms reikalingas mažas ΔT ($\approx 5-7$ °C)

Mažam ΔT reikalingas tinkamas srautas

- Teisingam srautui reikalingas balansavimas ir slėgio valdymas



Kintamo greičio siurbliai

Balansiniai arba nuo slėgio nepriklausomi vožtuvai

Akumuliacinės talpyklos, kad būtų išvengta trumpo darbo ciklo

- Visiškai izoliuoti vamzdžiai ir jungiamosios detalės

50 UŽSIĖMIMAS

Šilumos siurblių elektrinis integravimas



Co-funded by
the European Union



50 Užsiėmimo tikslai

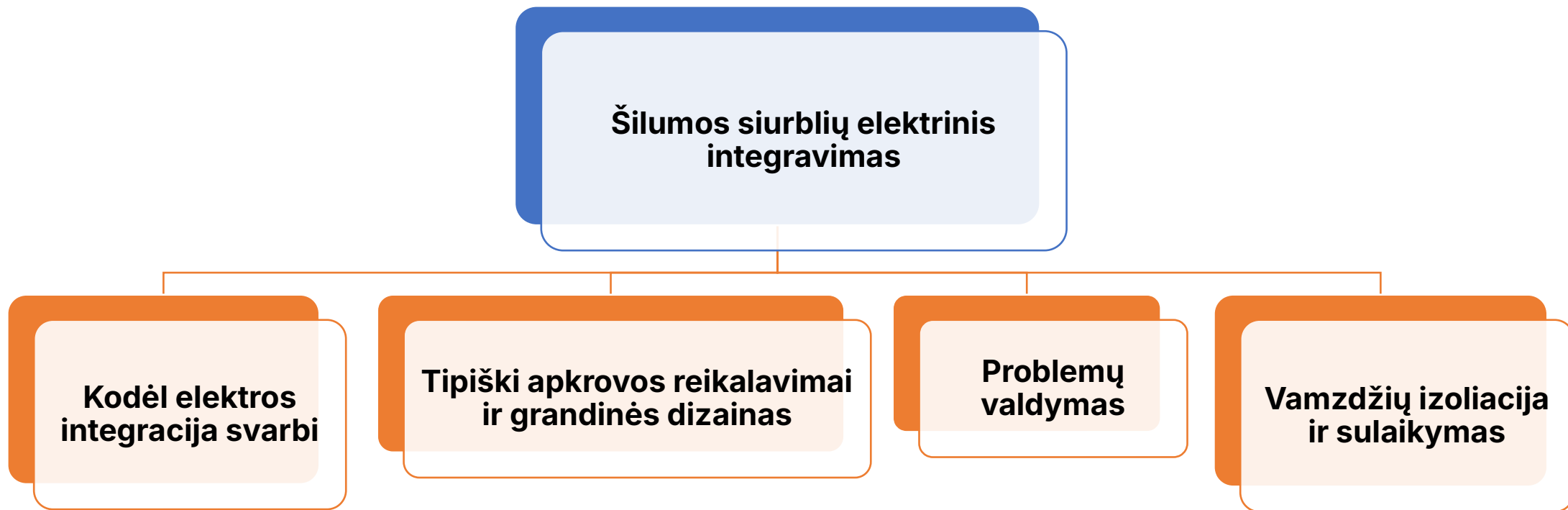
Suprasti senų elektros sistemų apribojimus modernizavimo scenarijuose

Suprasti pagrindinius elektros reikalavimus saugiam šilumos siurblių įrengimui

Sužinoti apie pradedančiųjų įmonių dabartinės ir didžiausios paklausos valdymo strategijas

- Susipažinti su pagrindinėmis išmaniųjų tinklų integravimo koncepcijomis

50 Užsiėmimo turinys



Co-funded by
the European Union



Nematomas modernizavimo sėkmės stuburas

Įvertinamas pagrindinis skydelis ir tiekimo talpa. - Prieš projektuodami reikia patikrinti esamą srovės stiprumą ir įtampos stabilumą.

Naudojami tinkami apsaugos įtaisai. - A arba F tipo RCD; specialūs pertraukikliai; apsauga nuo viršįtampių (SPD 2 tipas).

Įjungimo srovių valdymas. - Pirmenybę reiktų teikti inverteriniams kompresoriams arba reikia naudoti švelnaus paleidimo modulius.

- Energijos atsparumo planas. - Ligoninėse ar atokiose vietovėse reikia derinti su atsarginiais generatoriais arba akumuliatorinėmis saugyklomis.

Pagrindinės išvados

Gera suprojektuota elektros sistema užtikrina:

- ✓ Saugumą
- ✓ Tinklo suderinamumą
- ✓ Išlaidų optimizavimą
- ✓ Ilgalaikis patikimumą

51 UŽSIĖMIMAS

Eksploatacijos pradžia ir eksploatacinių
savybių patvirtinimas



Co-funded by
the European Union



51 Užsiėmimo tikslai

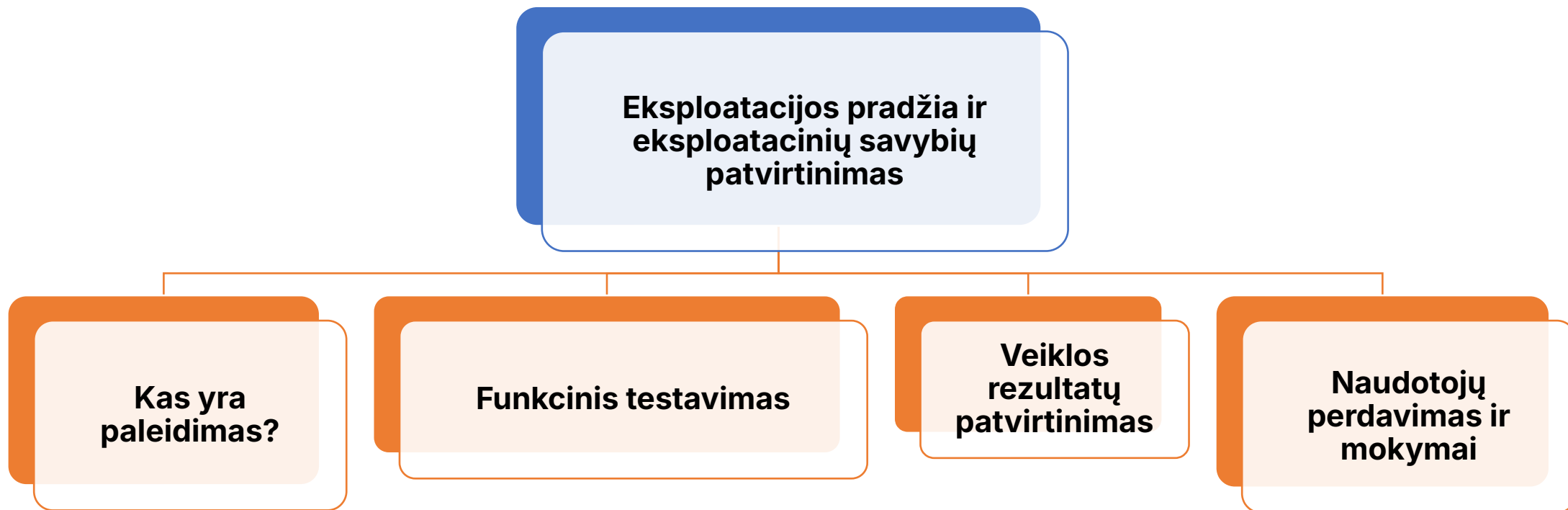
Suprasti šilumos siurblių modernizavimo tikslą ir būtinus veiksmus.

Nustatyti reikalingus pagrindinius sistemos patikrinimus prieš paleidimą, jo metu ir po jo.

Sužinoti, kaip patvirtinti našumą atliekant vertinimą ir stebėjimą.

- Pritaikyti Oradea namo ir ligoninės modernizavimo patirtį.

51 Užsiėmimo turinys



Co-funded by
the European Union



Kas yra paleidimas?

Prieš paleisdami įsitikinkite, kad sistema paruošta

Hidraulinė grandinė	Užpildytas, išvalytas oru, nėra matomų nuotėkių
Elektros grandinė	Teisingas pertraukiklio dydis, funkcinis RCD, saugi instaliacija
Buferinė/išsiplėtimo talpykla	Tinkamo dydžio, iš anksto suslėgtas, izoliuotas
Skleidėjai	Vožtuvai atidaryti, srautas tinkamas, nėra įstrigusio oro
Karšto vandens saugykla	Talpykla prijungta, temperatūros jutikliai vietoje
Valdiklis	•Nustatykite teisingą šildymo kreivę, susipažinkite su veikimo laiko grafikais



Modifikavimo funkcinis bandymas

Posistemis	Patikrinimas	Tikslas / stebėjimas
Kompresoriai	Sklandus paleidimas, be vibracijos	Laipsniškas padidėjimas naudojant keitiklį
Cirkuliaciniai siurbiai	Srautas patvirtintas skaitikliais	Stabilus $\pm 5\%$ projekcinio srauto ribose
ΔT (šildymas)	Tiekimas – grąžinimas	5–7 °C
ΔT (aušinimas)	Tiekimas – grąžinimas	3–5 °C
Karštas vanduo (jei yra)	Atkūrimo laiko bandymas	Pagal specifikaciją
Atitirpinimas (tik iš oro šaltinio)	Patvirtintas automatinis ciklas	Užbaigti per

Modernizavimo veiksmingumo patvirtinimas

Įvertinama	Formulė / metodas	Siektina reikšmė
COP (momentinis)	Šildymo galia ÷ elektros įvestis	>2.5 (priklausoma nuo temperatūros)
ΔT tarp emiterių	Srauto temperatūra – grįžtamoji temperatūra	3–7°C
Elektros	Replinis ampermetras + įtampa	Atitinka nominalią specifikaciją
Kambario temperatūra	Oro jutiklis zonoje	Nustatyta vertė ±1°C

Praktiniai patarimai

Laikykitės EN 14336 vandens šildymo sistemų kontrolinių sąrašų.

Prieš įjungdami elektros energiją, visada patikrinkite ΔT ir srautą.

Dokumentuokite visus rodmenis – įtraukite ekrano kopijas iš BMS arba registratoriaus.

Naudokite replinius matuoklius ir IR termografiją, kad patvirtintumėte kompresoriaus ir vamzdynų veikimą.

Sistemos stabilizuojamos 48 valandas iki galutinio SCOP patvirtinimo.

Pateikite klientui aiškų "Vartotojo eksploatacijos vadovą".

- ✓ Suplanuokite pirmąjį tolesnį patikrinimą praėjus 3 mėnesiams po perdavimo.



52 UŽSIĖMIMAS

Galutinio naudotojo patogumas ir elgsenos
veiksniai



Co-funded by
the European Union



52 Užsiėmimo tikslai

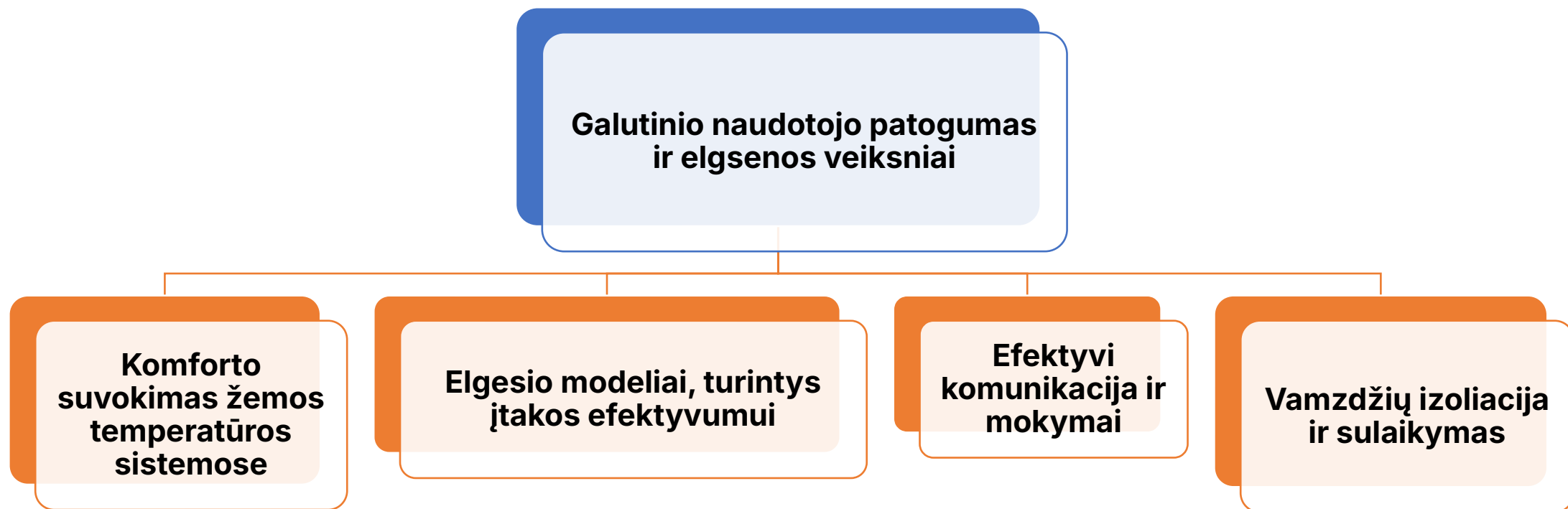
Suprasti, kaip žemos temperatūros šilumos siurblių sistemos veikia vartotojo komforto suvokimą.

Nustatyti dažniausiai pasitaikančias elgesio klaidas, kurios mažina sistemos efektyvumą.

Sužinoti, kaip išmanieji valdikliai ir mokymai pagerina rezultatus.

- Taikyti Oradea namo ir ligoninės modernizavimo patirtį.

52 Užsiėmimo turinys



Co-funded by
the European Union



Komforto suvokimas žemos temperatūros sistemose

Tradiciniai katilai (75–80 °C tiekimas):

Radiatorių paviršiai yra karšti kad liesti.

- Kambariai įkaista greitai, bet netolygiai.

Šilumos siurbliai su spinduliuojančiomis lubomis (35–45 °C tiekimas):

Paviršiai tik šiek tiek šilti arba vėsūs, saugu liesti.

Komfortą užtikrina tolygus foninis šildymas/vėsinimas.

- Temperatūros pokyčiai yra lėtesni, bet stabilesni.

☞ Vartotojo citata: "Radiatoriai palietus atrodo vėsūs – ar sistema veikia?"

Atsakymas: Taip, naudojant šilumos siurblius, komfortą užtikrina nuolatinis žemo lygio šildymas, o ne aukštos temperatūros šuoliai.



Co-funded by
the European Union



Praktiniai patarimai

Perdavimo metu paaiškinkite, kad radiatoriai gali būti vėsūs, bet patalpos išlieka šiltos.

Skatinti nepertraukiamą veikimą; Venkite naktinio išjungimo.

Parodykite programėlės ar termostato naudojimą realiuoju laiku.

Įdiekite drėgmės ir rasos taško jutiklius spinduliuojančiam vėsinimui.

Pateikite spausdintus ir skaitmeninius ekspl. vadovus vietine kalba.

- Suplanuokite tolesnius vizitus, kad sustiprintumėte teisingą elgesį.

Pagrindinės išvados: **Kai vartotojai pasitiki sistema, komfortas padidėja, o energijos suvartojimas mažėja**



53 UŽSIĖMIMAS

Priežiūra ir ilgalaikis stebėjimas



Co-funded by
the European Union



53 Užsiėmimo tikslai

Suprasti šilumos siurblių sistemų priežiūros reikalavimus jas modernizuojant.

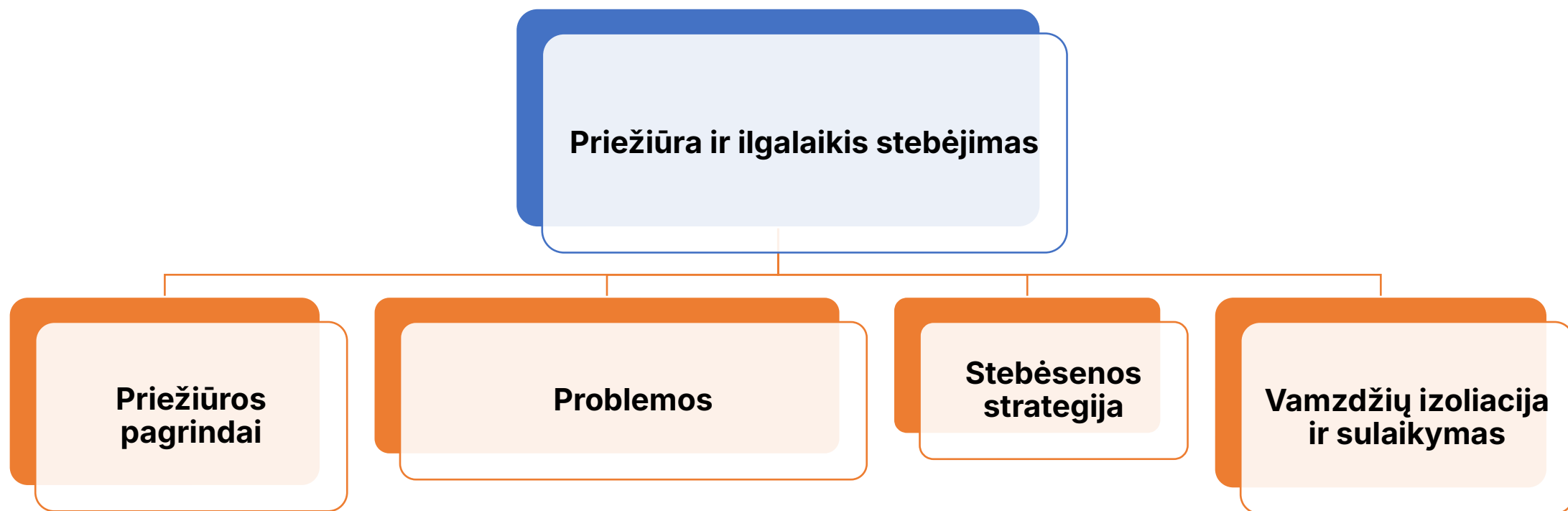
Nustatyti įprastus veikimo gedimus ir diagnostikos metodus.

suprasti ilgalaikio stebėjimo metodus, kad palaikytumėte efektyvumą ir patikimumą.

Taikyti Oradea gyvenamųjų namų ir ligoninių atvejų analizės patirtį.

- Susipažinti su skaitmeninio dvynio ir nuspėjamosios priežiūros koncepcijomis, moderniai optimizacijai.

53 Užsiėmimo turinys



Co-funded by
the European Union



Trumpas galutinio naudotojo mokymas Techninės priežiūros užduotys

Komponentas	Veiksmas	Dažnis
Filtrai (oras / geoterminis)	Išvalyti arba pakeiskite	Kas 3–6 mėnesius
Siurbliai ir vožtuvai	Patikrinti triukšmo lygį, srautą, vibraciją	Kasmet
Plėtimosi indai	Patikrinti slėgį, jei reikia, papildykite	Kasmet
Elektros jungtys	Priveržkite, patikrinkite, ar nėra korozijos	Kasmet
RCD ir pertraukikliai	Veikimo testas	Kasmet
Jutikliai ir termostatai	Patikrinti kalibraciją	Kasmet
Šaltnešio kontūras	Nuotėkio bandymas pagal Fluorintų dujų reglamentą (ES 517/2014)	Kasmet arba pagal poreikį
Programinė įranga / BMS	Atnaujinkite programinę įrangą, atsarginės kopijos nustatymus	Kaip prieinama

Kontrolė ir stebėseną: veiksmingumo palaikymas

Žemos temperatūros sistemoms reikalingas **tikslumas**, o ne rankinis įsikišimas.

- Oro sąlygas įvertinanti šildymo kreivė automatiškai reguliuoja tiekiamo vandens temperatūrą.
- Zonavimas užtikrina komfortą netrikdant sistemos srauto.
- Rasos taško kontrolė apsaugo šildomuosius paviršius.
- Stebimi COP, ΔT , energijos suvartojimas ir komfortas.

Modernizavimo veiksmingumo patvirtinimas

Įvertinama	Formulė / metodas	Siektina reikšmė
COP (momentinis)	$\frac{\text{Šildymo galia}}{\text{÷ elektros įvestis}}$	>2.5 (priklausomai nuo temperatūros)
ΔT tarp skleidėjų	Srauto temperatūra – grįžtamoji temperatūra	3–7°C
Elektros	Replinis ampermetras + įtampa	Atitinka nominalią specifikaciją
Kambario temperatūra	Oro jutiklis zonoje	Nustatyta vertė $\pm 1^\circ\text{C}$

Bibliografija

- **European Committee for Standardization.** (2017). *EN 12831-1: Energy performance of buildings – Method for calculation of the design heat load.* Brussels.
- **International Organization for Standardization.** (2017). *ISO 52016-1: Energy performance of buildings – Energy needs for heating and cooling.* Geneva.
- **European Commission.** (2018). *Directive (EU) 2018/844 amending the EPBD.* Brussels.
- **European Commission.** (2020). *Renovation Wave Strategy for Europe.* COM(2020) 662 final.
- **IEA.** (2022). *Heat Pumps – Tracking Clean Energy Progress.* Paris.
- **IEA.** (2023). *The Future of Heat Pumps.* Paris.
- **EHPA.** (2022). *Heat Pumps in Buildings – Applications, Efficiency and System Integration.* Brussels.
- **EHPA.** (2023). *Best Practice Guide: Heat Pump Retrofit in Residential Buildings.* Brussels.
- **REHVA.** (2012). *Guidebook No. 7 – Low Temperature Heating and High Temperature Cooling.* Brussels.
- **REHVA.** (2018). *Guidebook No. 23 – Renovation of Buildings with HVAC Systems.* Brussels.
- **Fraunhofer ISE.** (2020). *Heat Pump Systems in Existing Buildings – Performance and Design Strategies.* Freiburg.
- **Fraunhofer ISE.** (2022). *Monitoring Results of Heat Pump Retrofits in Europe.* Freiburg.
- **ASHRAE.** (2020). *ASHRAE Handbook – HVAC Systems and Equipment.* Atlanta.
- **ASHRAE.** (2021). *ASHRAE Handbook – Fundamentals.* Atlanta.
- Lund, H., Werner, S., Wiltshire, R., Svendsen, S., Thorsen, J. E., Hvelplund, F., & Mathiesen, B. V. (2014). *4th Generation District Heating.* **Energy**, 68, 1–11.
- Buffa, S., Cozzini, M., D'Antoni, M., Baratieri, M., & Fedrizzi, R. (2019). *5th generation district heating and cooling systems.* **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 104, 504–522.
- Brandl, D., Mach, T., Karmann, C., & Struck, C. (2016). *Evaluating thermal comfort and energy performance of radiant heating and cooling systems.* **Energy and Buildings**, 109, 351–363.
- European Union. (2019). *EU Guidelines for Nearly Zero-Energy Buildings (nZEB).* Publications Office of the EU.
- **IDAIE.** (2023). *Guía Técnica de Bombas de Calor en Rehabilitación de Edificios.* Madrid.
- Heppasli, A., & Kalinci, Y. (2009). *A review of heat pump water heating systems.* **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 13(6–7), 1211–1229.



Ačiū už dėmesį!

