

Technologiniai vyksmai ir matavimai

dr. Gytis Sliaužys

Šiluminės energijos matavimas

- Šiluminės energijos matavimo teorija
- Šiluminės energijos matuoklis
- Šiluminės energijos gamyba ir tiekimas
- Šiluminės energijos perdavimas
- Namo šiluminis punktas

Keletas terminų iš LST ISO 31-4

Šiluma, šilumos kiekis	Q		Šiluma, susijusi su izoterminiu faziniu virsmu, anksčiau vadinta "slaptaja šiluma", turi būti išreikšta atitinkamų termodynaminių funkcijų pokyčiu, pvz., $T \cdot \Delta S$ (ΔS – entropijos pokytis) arba ΔH (entalpijos pokytis).	džaulis	$J = 1 \text{ m}^2 \text{ kg/s}^2$
Šilumos srautas	Φ	Šilumos kiekis, praeinantis pro tam tikrą paviršių per vienetinį laiką		vatas	$W = 1 \text{ J/s}$
Šilumos srauto tankis	$q,$ φ	Šilumos srautas, padalytas iš ploto		vatas kvadratiniam metrui	W/m^2
Šiluminė talpa	C	Jei suteikus nedidelį šilumos kiekį dQ , sistemos temperatūra pakyla dydžiu dT , dydis dQ/dT yra šiluminė talpa	Šis dydis nėra visiškai apibrėžtas, jei nenurodomas kitimo pobūdis.	džaulis kelvinui	J/K
Savitoji šiluminė talpa	c	Šiluminė talpa, dalyta iš masės		džaulis kilogramui kelvinui	$J/(kg \cdot K)$

Šiluminės energijos matavimo teorija

- Paprastai energija perduodama iš šaltinio į imtuvą.
- Šiluminei energijai perduoti naudojamos dujos arba skysčiai.
- Perduotai šiluminei energijai apskaičiuoti vartojami šilumos arba šiluminės energijos kieko matuokliai.
- Šilumos kiekis matuojamas džauliais (J) ir yra lygus darbui.
- Šilumos kieko ir darbo matavimo vienetai tie patys.
- Džaulis yra darbas, kuris atliekamas 1 N jėga perkeliant kūną 1 m atstumu.
- $1 \text{ J} = 1 \text{ N}\cdot\text{m} = 1 \text{ kg} (\text{m}/\text{s}^2) \text{ m} = 1 \text{ m}^2\text{kg}/\text{s}^2]$.
- Dar: $1 \text{ J} = 1 \text{ Ws}$, $1 \text{ W} = 1 \text{ VA}$.

Šiluminės energijos matavimo teorija

- Šilumos kiekis Q , kuris perduodamas šilumos nešikliu, apskaičiuojamas pagal formulę:
- $Q = mc(T_1 - T_2)$,
- čia m – masė [kg],
- c – savitoji šiluminė talpa [J/(kg K)],
- T_1, T_2 – paduodamo ir gražinamo (atvésusio) šilumos nešiklio temperatūra [K].
- Arba $Q = V\rho c(T_1 - T_2)$,
- čia V tūris [m^3]
- ρ – šilumos nešiklio tankis [kg/m^3].

Šiluminės energijos matavimo teorija

- Per tam tikrą laiko tarpą perduotų šilumos kiekių suma yra suvartota energija.
- Suvartotą energiją galima apskaičiuoti išmatavus masės srautą q_m [kg/s] pagal formulę:

$$E = \int_{t_1}^{t_2} q_m \cdot \Delta h \cdot dt$$

- arba tūrio srautą q_v [m³/s] pagal formulę:

$$E = \int_{t_1}^{t_2} q_v \cdot \rho \cdot \Delta h \cdot dt$$

- čia $\Delta h = c(T_1 - T_2)$,
- t_1, t_2 – laikas, per kurį perduodamas šilumos kiekis.

Šiluminės energijos matavimo teorija

- Taigi išmatavus šilumos nešiklio masės arba tūrio **srautą ir paduodamą bei grąžinamą** šilumos nešiklio **temperatūras**, šiuos dydžius dauginant ir integruojant galima apskaičiuoti **suvartotą energiją**.
- Kaip minėta šilumos kiekis matuojamas džauliais [J] ar vatsekundėmis [Ws], nes $1\text{ W} = 1\text{ J/s}$.
- Paprastai energijos matuokliai energiją rodo džauliais [J] arba vatvalandėmis [Wh].

Šiluminės energijos matuoklis

- Šiluminės energijos matuoklį sudaro:
 - srauto matuoklis,
 - du temperatūros matuokliai,
 - mikroprocesorinis energijos apskaičiavimo įtaisas.

Modernūs šiluminės energijos matuokliai sudaromi iš tokiuų elementų:

- Srauto matuoklyje gali būti:
 - turbininis (mechaninis) tūrio skaitiklis,
 - ultragarsinis [akustinis] srauto matuoklis,
 - elektromagnetinis srauto matuoklis,
- Nagrinėtieji srauto matuokliai paprastai matuoja **tūrio srautą** q_v [m^3/s].
- (žr. paskaitą „Srauto matavimas“).

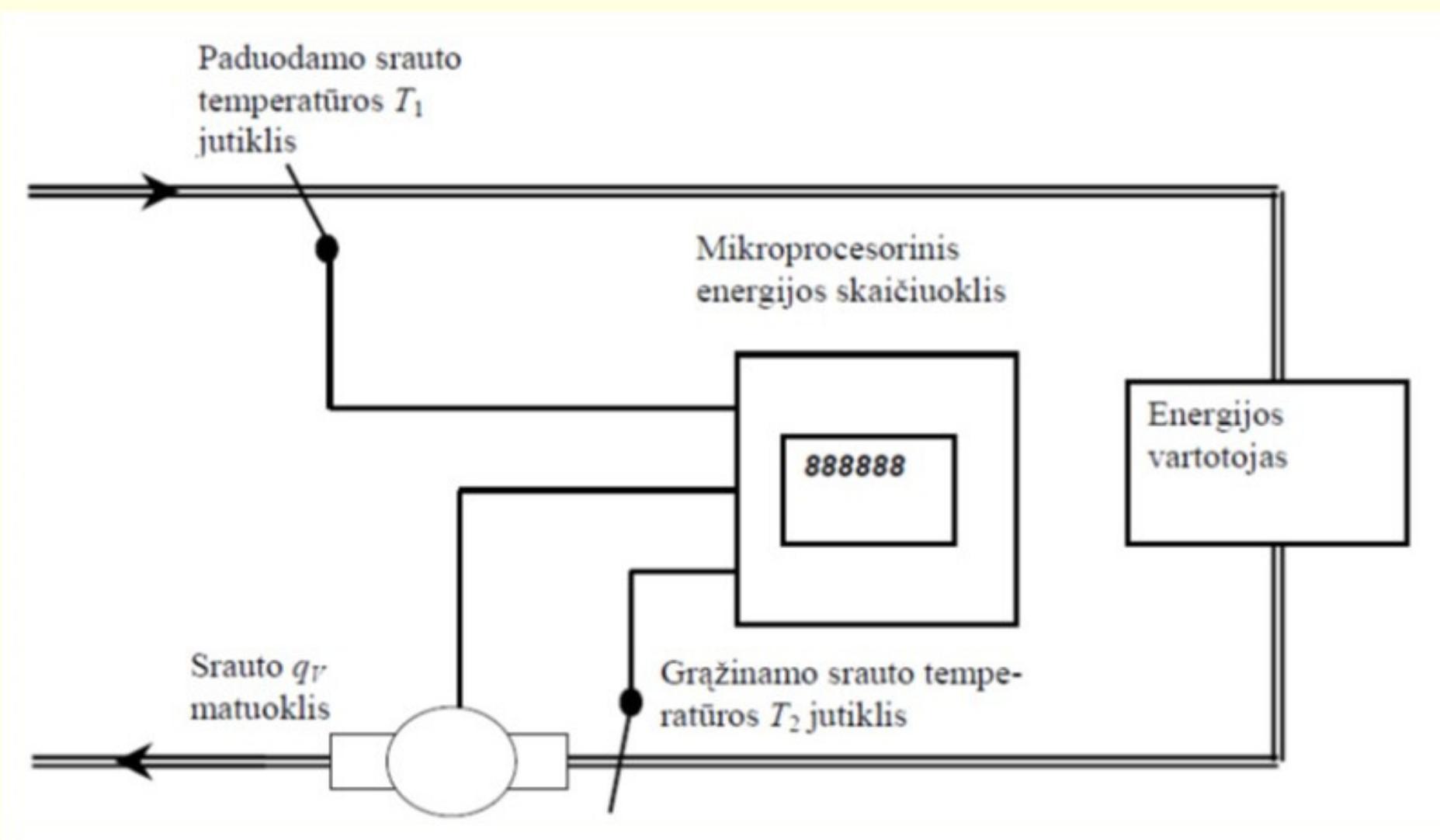
Modernūs šiluminės energijos matuokliai sudaromi iš tokiu elementų

- Temperatūros matuokliai vartojami tik tie, kurie generuoja elektrinį signalą, pvz., varžiniai termometrai (dažniausiai vartojami) ar termoelektriniai termometrai.
- (žr. paskaita „Temperatūros matavimas“)

Modernūs šiluminės energijos matuokliai sudaromi iš tokiuų elementų

- Mikroprocesoriniame energijos skaičiavimo įtaise yra analoginio signalo į skaitmeninį kodą keitiklis, kuris elektrinj temperatūros jutiklių signalą paverčia skaitmeniniu kodu ir perduoda mikroprocesoriui temperatūrų T_1 ir T_2 vertes.
- Srauto matuoklio impulsai (turbininio matuoklio atveju) ar skaitmeninis kodas, atitinkantis tūrio srautą, taip pat perduodamas mikroprocesoriui.
- Mikroprocesorius, kai žinomas šilumos nešiklio tankis ρ [kg/m³], savitoji šiluminė talpa c [J/(kg K)], tūrio srautas q_v [m³/s], temperatūrų skirtumas [K] ir laiko tarpas, per kurį perduodamas šilumos kiekis t_1 , t_2 [s], apskaičiuoja perduotą energiją.

Šiluminės energijos matuoklis ir jo prijungimo schema



Danfoss ultragarsinis šiluminės energijos matuoklis



Paprastai šiluminės energijos skaičiuoklis su mikroprocesoriumi rodo:

- energijos skaičiavimo laiko tarpą Δt [h],
- paduodamo šilumos nešiklio temperatūrą T_1 [K, °C],
- grąžinamo šilumos nešiklio temperatūrą T_2 [K, °C],
- temperatūrų skirtumą ΔT [K, °C],
- tūrio srautą q_v [m^3/h],
- visą per energijos skaičiavimo laiko tarpą pratekėjusio šilumos nešiklio tūrį V [m^3],
- akimirkinę vartojamą galią P [J/h, kW],
- suvartotą per energijos skaičiavimo laiko tarpą energiją E [J, MWh].

-
- Matujant šiluminę energiją, tiekiamą šiluminiais tinklais, būtina, kad paklaidos neviršytų tam tikro dydžio (žr. lentelę).

Temperatūrų skirtumas	Didžiausia leistina energijos matavimo paklaida	
	2 klasės matuokliui	4 klasės matuokliui
$\Delta T < 10^{\circ}\text{C}$	$\pm 4\%$	$\pm 6\%$
$10^{\circ}\text{C} < \Delta T < 20^{\circ}\text{C}$	$\pm 3\%$	$\pm 5\%$
$\Delta T > 20^{\circ}\text{C}$	$\pm 2\%$	$\pm 4\%$

Katros srauto matuoklis



Ultrasonic heat meter SKU-01M

Ultrasonic heat meter SKU-01M

Application

Ultrasonic Heat Meter SKU-01 is designed to measure the quantity of heat supplied by a water based heating system. This heat meter may be installed in both residential and industrial buildings

Advantages

- no moving parts in the flowmeter;
- large dynamic flow range;
- low pressure drops;
- easy to read data display;
- output signals:

serial data output (RS-232), all data;
frequency output, flow data;
current output, flow data;
optional infrared output, all data.

Measured and indicated parameters

Consumed heat energy	MWh
Instantaneous heat power	kW (MW)
Amount of heating water used	m ³
Flow (for different channels)	m ³ / h, (t / h)
Inlet water temperature	°C
Outlet water temperature	°C
Temperature difference	°C
Pressure (in two channels)	kPa
Operating time	h

Technical data

Pipe diameter	25 mm ... 1000 mm
Temperature range	0 °C ... 150 °C
Temperature difference	3 °C ... 150 °C
Power consumption	≤ 15 VA
Weight	≤ 3.6 kg
Environment conditions for electronic unit:	
Temperature	5 °C ... 55 °C
Humidity	≤ 93%
Power supply	220 V (+10; -15) %, (50±2) Hz AC source
Safety class	IP 45
Environment conditions for temperature sensors:	
Liquid temperature	- 30 °C ... +50 °C
Liquid pressure	1.6 MPa (16kG/cm ²)
Safety class	IP67

Data collection and retention capabilities

Data maintained for last 12 months (hourly, daily and monthly values):

- total amount of flow on the 1-st and 2-nd channel;
- average inlet and outlet temperatures on the 1-st, 2-nd and 3-rd channel;
- measured amount of heat energy on the 1-st and 2-nd channel;
- measured pressure on the 1-st and 2-nd channel;
- operation time.

Following measurement errors are registered and stored in memory:

- power supply failure (time and duration)
- error in flow channels (time and duration)
- inlet water temperature sensor failure (time and duration)
- outlet water temperature sensor failure (time and duration)
- flow exceeded the maximum allowed value (time and duration).

All collected data can be indicated on the LCD display or exported over the serial port to the PC or printer.

Šiluminės energijos gamyba ir tiekimas

- Šiluminę energiją galima gaminti:
 - deginant kietą (angli), skystą (naftą ar specialų krosninį kurą), dujinį ar kitokį kurą (netgi šiuukšles),
 - kaupiant Saulės energiją,
 - surenkant geoterminę šilumą.



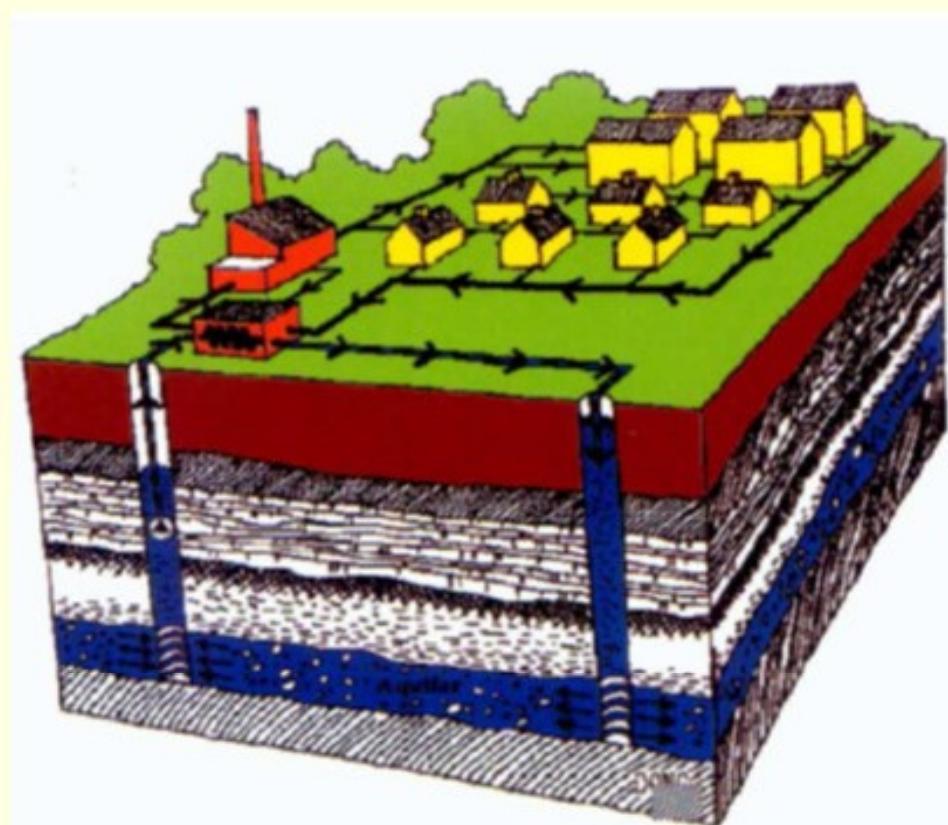
Pav. Energijos gamyba deginant



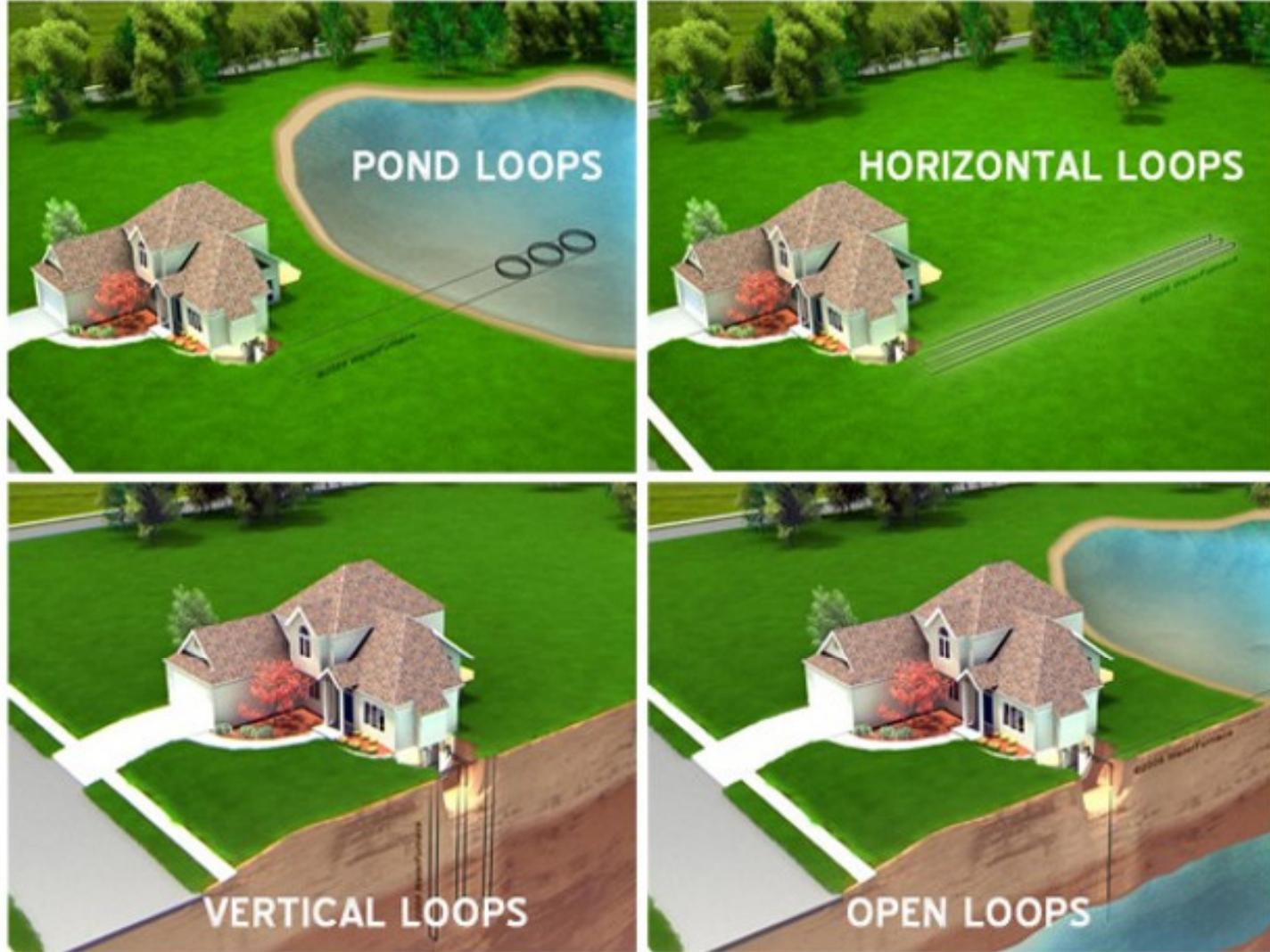
Pav. Saulės kolektorius Danijoje

Geoterminės šilumos surinkimas:

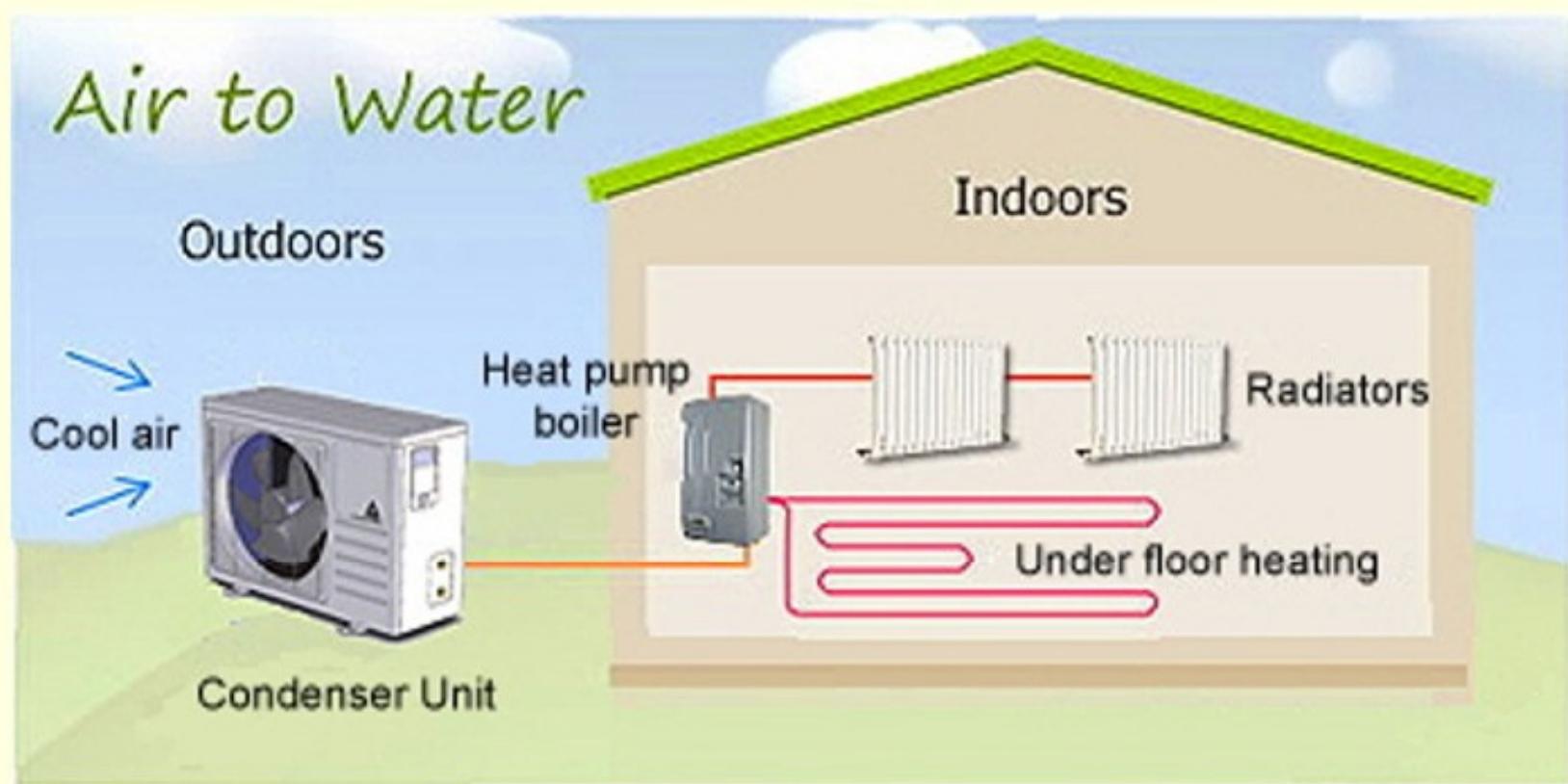
- Temperatūra didėja maždaug $20^{\circ}\text{C} \dots 30^{\circ}\text{C}$ kas kiekvienas kilometras gilyn nuo žemės paviršiaus. Šiuo atveju reikėtų gręžti 2 km ar 3 km gręžinį, kad būtų randama pakankamos temperatūros vandens.



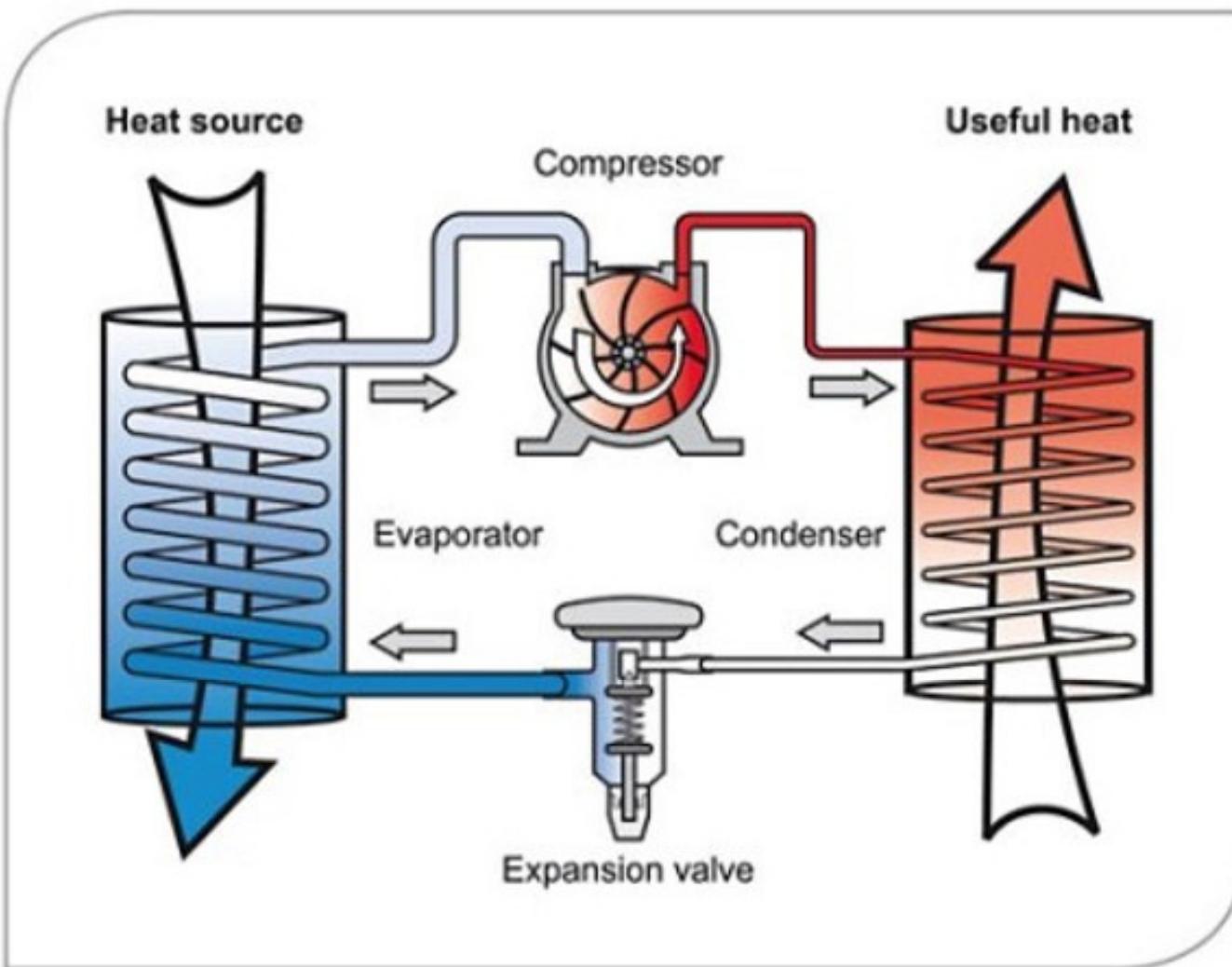
Vanduo - vanduo



Vanduo - oras



Šilumos siurblys



Uždavinys

- Deginant kurą, energijos gamybos įmonėse paprastai gaminama elektros energija ir šiluminė energija. Šiuolaikinėse šiluminėse elektrinėse elektros ir šiluminės energijos gaminama proporcingai vartojimui, pvz., Vestforbrendingo miesto (Danija) elektros ir šiluminės energijos gamybos įmonė per metus pagamina 115 GWh elektros energijos ir 1463 TJ šiluminės energijos.
- Toks elektros energijos kiekis patenkina 24 000 namų poreikius, o toks šiluminės energijos kiekis – 27 000 namų poreikius.
 - Kokios energijos Vestforbrendingo miesto šiluminė elektrinė pagamina daugiau – šiluminės ar elektrinės?
 - Kokios energijos per vienerius metus vienas namas vidutiniškai suvartoja daugiau – šiluminės ar elektrinės?

Sprendimas

- 115 GWh elektrinės energijos
- 1463 TJ = 406 GWh šiluminės energijos

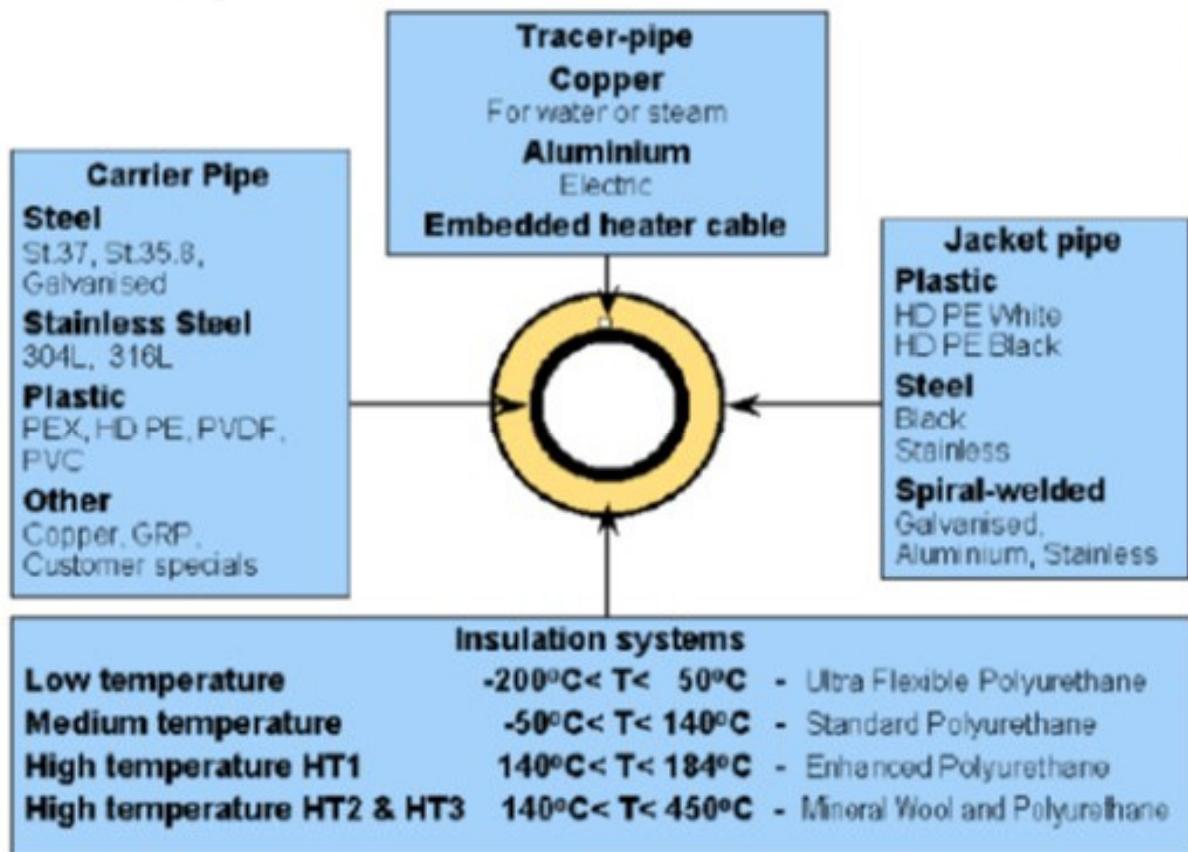
Sprendimas

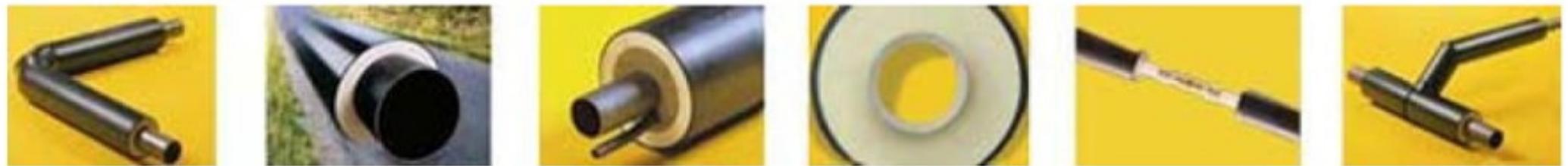
- 115 GWh elektrinės energijos
 - $1463 \text{ TJ} = 406 \text{ GWh}$ šiluminės energijos
-
- $115 \text{ GWh} / 24000 = 4,8 \text{ MWh}$ elektrinės
 - $406 \text{ GWh} / 27000 = 15 \text{ MWh}$ šiluminės

Šiluminės energijos perdavimas

- Šiluminei energijai perduoti gaminami specialūs vamzdžiai iš vario ar plieno.
- Vamzdis įkišamas į polietileninį vamzdį, o tarpas tarp metalinio ir polietileninio vamzdžių pripučiamas šilumą izoliuojančiu putu (pvz., poliuretanas), kurios kietėja. Taip sudaroma labai gera šiluminė izoliacija tarp vidinio ir išorinio vamzdžio.
- Per putų vidurį yra eina laidas, kuris skirtas gedimams vamzdynuose rasti. Tam tikroje vietoje sudrėkus izoliuojančioms putoms, tarp laidų ir metalinio vamzdžio pakinta varža, kurią išmatavus galima rasti gedimo vietą.

Šiluminės energijos perdavimas



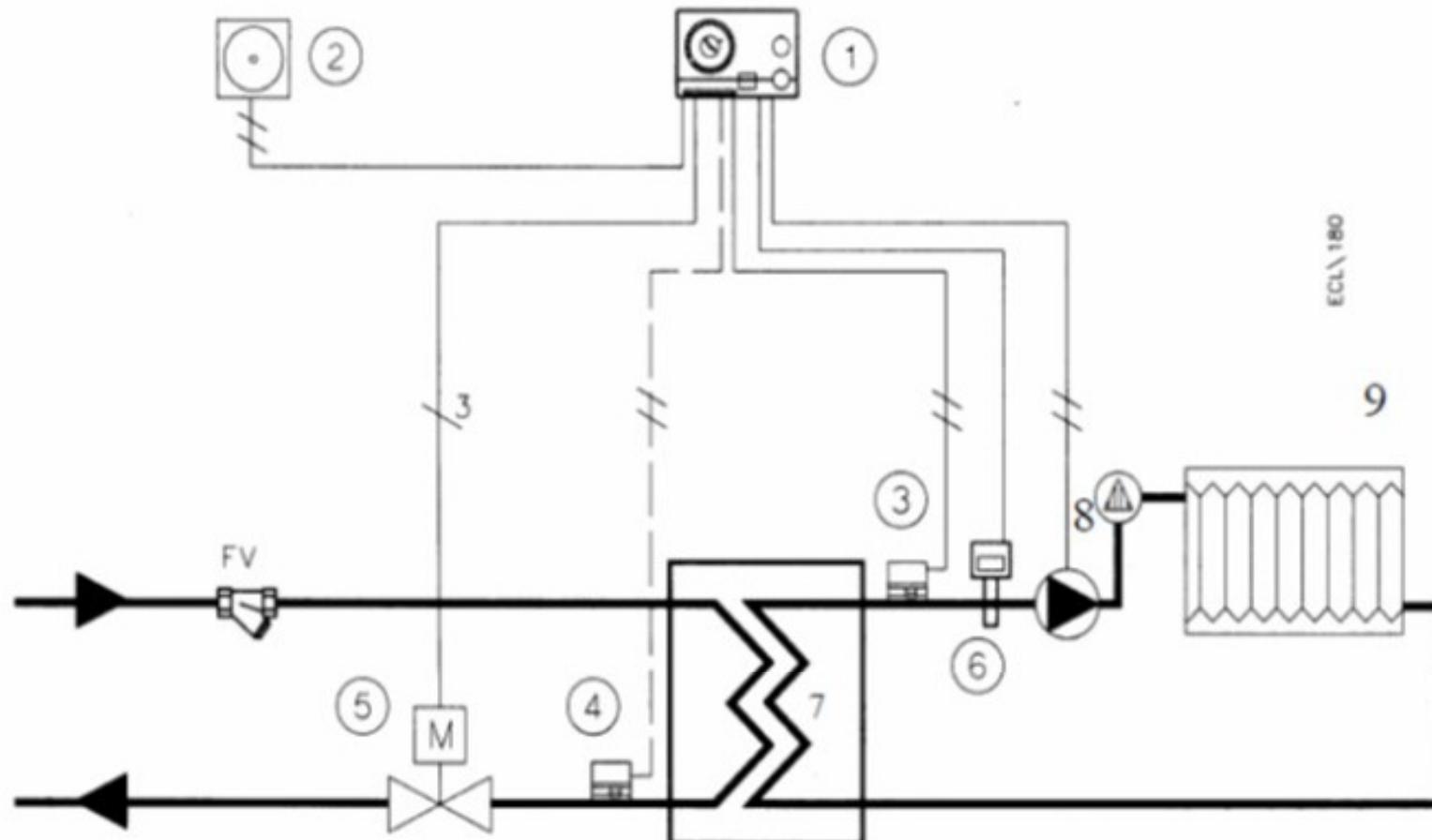


Vamzdžiai: izoliavimas, jungimas, lenkimas, atšaka



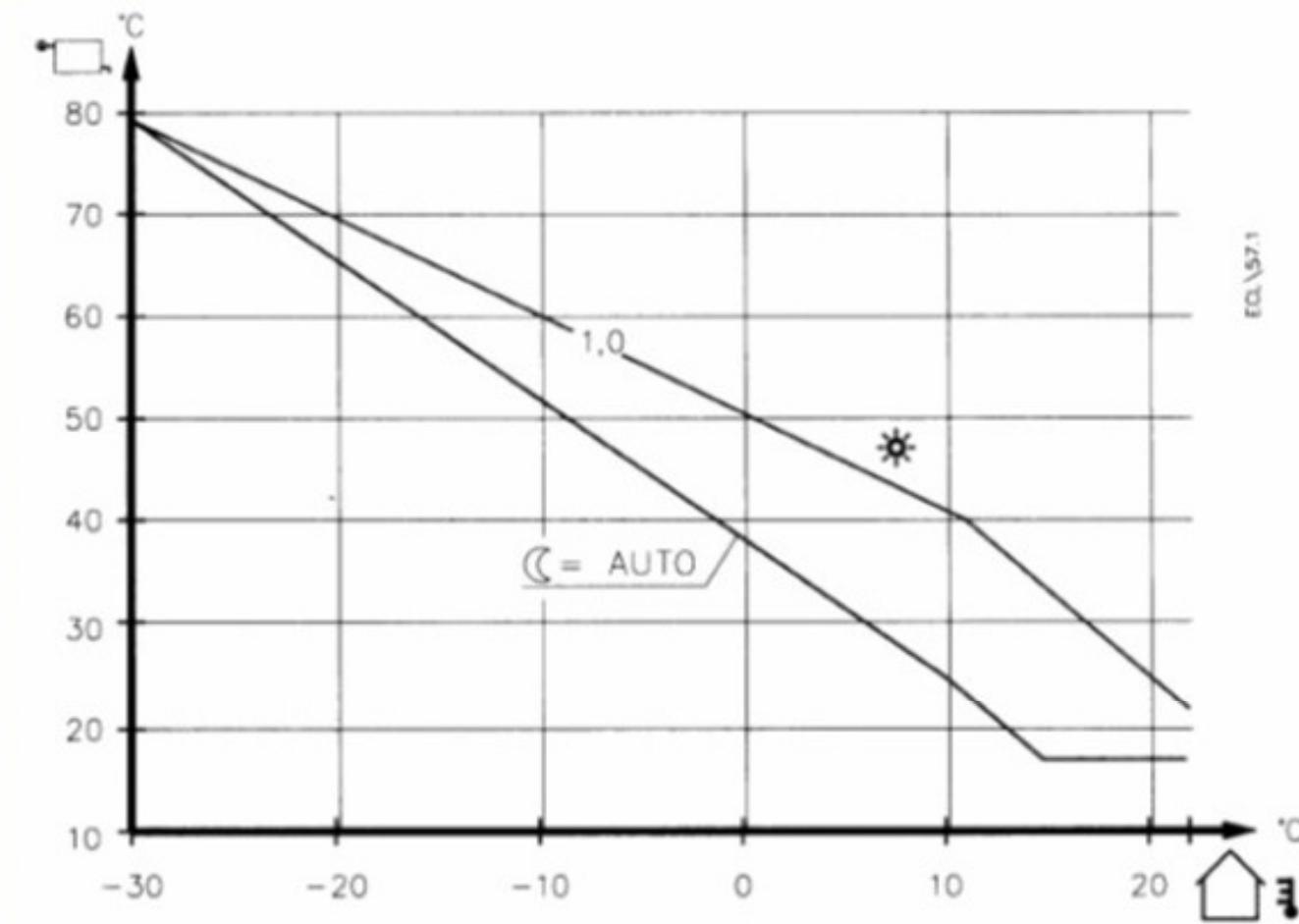
Vamzdžio tiesimas

Namo šiluminis punktas



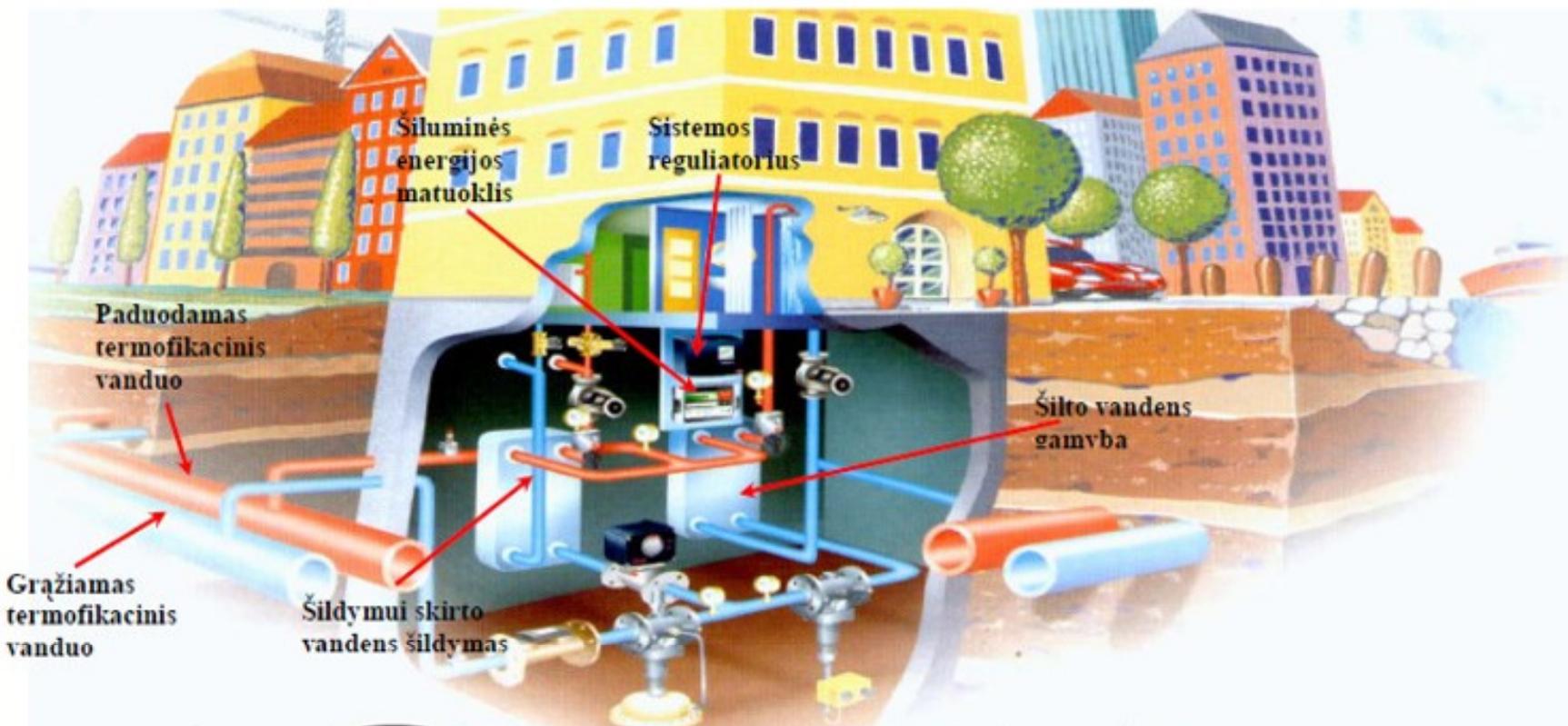
- Šiluminio punkto apibendrinta schema: 1 – automatinio reguliatoriaus elektroninė dalis, 2 – išorės temperatūros matuoklis, 3 – paduodamos į radiatorius temperatūros keitlys, 4 – gražinamo termofikacinio vandens temperatūros keitlys, 5 – elektriškai valdoma sklendė, 6 – temperatūros matuoklis (apsauginis), 7 – šilumokaitis, 8 – cirkuliacinis siurblys, 9 – radiatorius

Temperatūros reguliavimo charakteristika:



lauko temperatūra (horizontaliai), vandens temperatūra vertikaliai, ☀ – diena, ⚛ – naktis

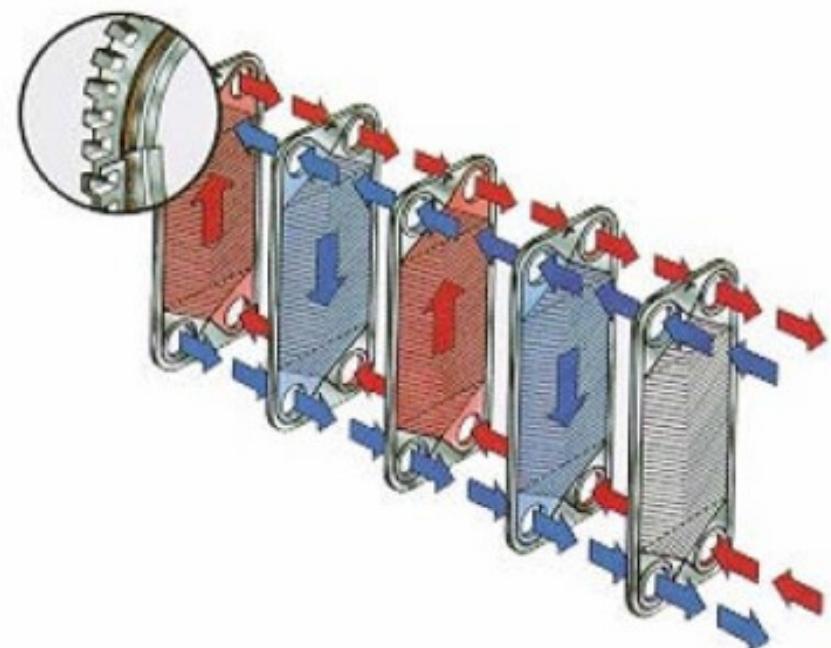
Namo šiluminio punkto įrengimas



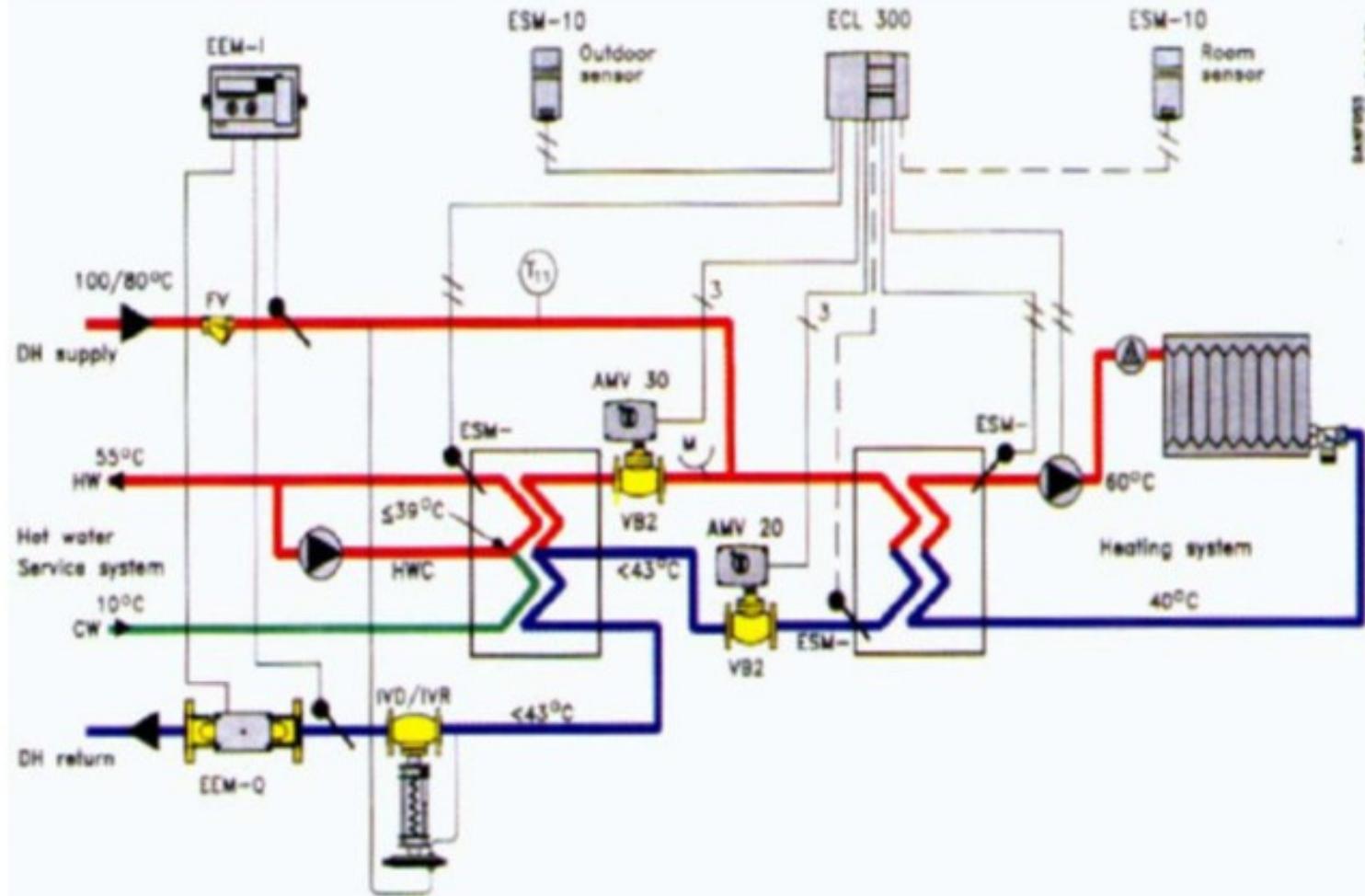
Parodytame šiluminiaiame punkte iš gaunamo termofikacino vandens (raudonas vamzdis) gaminamas šiltas vanduo ir šildomas pastatas. Atidavės šilumą termofikacinis vanduo grąžinamas šilumos tiekimo įmonei vėl šildyti (mėlynas vamzdis).

Šilumokaičio schema

The graphite plate heat exchanger



Modernaus šiluminio punkto schema



Modernaus automatiškai reguliuojamo šiluminio punkto schema. Joje yra: lygiagretainiai pažymėti du šilumokaičiai (šilumos transformatoriai), juodais trikampiais pilkuose skrituliuose – du cirkuliacioniniai siurbliai. Taip pažymėti – varžiniai termometrai.

Kiti šildymo sistemas elementai:

- EEM-1 – šiluminės energijos apskaitos prietaisas (šiluminės energijos skaitiklis),
- EEM-Q – srauto matuoklis,
- DH supplay 100/80 – termofikacinio vandens padavimas,
- DH return – termofikacinio vandens grąžinimas,
- FV – atgalinis vožtuvas (vandens srovę į sistemą leidžia tik viena kryptimi, priešinga kryptimi – neleidžia),
- IVD/IDR – slėgių tarp paduodamo ir grąžinamo termofikacinio vandens skirtumo reguliatorius,
- HW, CW hot water service system – karšto vandens tiekimas,
- ECL 300 – automatinis šilumos tiekimo reguliatorius (sistemos reguliatorius), gaminantis elektrinius signalus, kurie priklausomai nuo lauko ir kambario temperatūrų reguliuoja į radiatorius tiekiamą šilumos kiekį ir karšto vandens temperatūrą,
- ESM 10 Outdoor sensor – lauko temperatūros matuoklis,
- ESM 10 Room sensor – kambario temperatūros matuoklis ,
- AMV 20 elektriškai valdomas vožtuvas, reguliuojantis šildymo sistemos temperatūrą,
- AMV 30 elektriškai valdomas vožtuvas, reguliuojantis tiekiamo vartotojui šilto vandens temperatūrą.

Pastatų energetinio naudingumo sertifikavimas

PATVIRTINTA
Lietuvos Respublikos aplinkos
ministro 2005 m. gruodžio 20 d.
įsakymu Nr. D1-624

STATYBOS TECHNINIS REGLEMENTAS

STR 2.01.09:2005

PASTATŲ ENERGINIS NAUDINGUMAS.

ENERGINIO NAUDINGUMO SERTIFIKAIVIMAS.

I. BENDROSIOS NUOSTATOS

1. Šis statybos techninis reglamentas (toliau – Reglamentas) parengtas vadovaujantis Europos Parlamento ir Tarybos direktyva 2002/91/EB 2002-12-16 „Dėl pastatų energinio naudingumo“. Reglamentas taikomas įvertinant šildomų gyvenamujų ir negyvenamujų pastatų [3.2] energinį naudingumą ir energinio naudingumo sertifikavimui.

Pagrindinės sąvokos

- 4. Šiame Reglamente naudojamos sąvokos ir jų apibrėžimai:
- 4.1. **pastato energinis naudingumas** – pagal Reglamento reikalavimus apskaičiuotas energijos kiekis, išreikštas pastato energinio naudingumo klase, reikalingas naudojant pastatą pagal paskirtį;
- 4.2. **pastato energinio naudingumo sertifikavimas** – reglamentuotas procesas, kurio metu nustatomas pastato energijos sunaudojimas, įvertinamas pastato energinis naudingumas priskiriant pastatą energinio naudingumo klasei ir išduodamas pastato energinio naudingumo sertifikatas [3.1];
- ...
- 4.16. **mažai energijos naudojantys pastatai** – pastatai, atitinkantys šio Reglamento reikalavimus B, A, ir A+ energinio naudingumo klasės pastatams;
- 4.17. **energijos beveik nevartojantys pastatai** – pastatai, atitinkantys šio Reglamento reikalavimus A++ energinio naudingumo klasės pastatams, t. y. labai aukšto energinio naudingumo pastatai, kuriuose energijos sunaudojimas beveik lygus nuliui arba energijos sunaudojimas labai mažas; didžiąją sunaudojamos energijos dalį sudaro atsinaujinančių išteklių energija, išskaitant vietoje ar netoli ese pagamintą atsinaujinančių išteklių energiją.

Reglamente vartojami dydžiai, jų simboliai ir vienetai:

Simboli s	Dydis	Vienetai
C	pastato kvalifikacinis rodiklis	-
λ	šilumos laidumo koeficientas	$W/(m \cdot K)$
R	šiluminė varža	$m^2 \cdot K/W$
R_g	oro tarpo šiluminė varža	$m^2 \cdot K/W$
R_{si}	vidinio paviršiaus šiluminė varža	$m^2 \cdot K/W$
R_{se}	išorinio paviršiaus šiluminė varža	$m^2 \cdot K/W$
R_t	visuminė šiluminė varža	$m^2 \cdot K/W$
R_s	suminė šiluminė varža	$m^2 \cdot K/W$
U	šilumos perdavimo koeficientas	$W/(m^2 \cdot K)$
ψ	ilginio šiluminio tiltelio šilumos perdavimo koeficientas	$W/(m \cdot K)$
g	įstiklinimo visuminės saulės energijos praleisties koeficientas	-
K	oro skverbtis	$m^3/(m^2 \cdot h)$
A	plotas	m^2
d	atitvaros sluoksnio storis	m
P	perimetras	m
h	aukštis	m
w	sienos ar pamato storis	m
B'	būdingasis grindų matmuo	m
d_t	atstojamasis grindų storis	m
θ	temperatūra	$^{\circ}C$

Pastato suminės energijos sąnaudos

- 16. Pastato suminės energijos sąnaudos turi būti nustatytos įvertinant toliau išvardintus energijos suvartojimus šildymo sezono metu vienam kvadratiniam metriui pastato naudingingo ploto
 - 16.1. šilumos nuostolius per pastato sienas;
 - 16.2. šilumos nuostolius per pastato stogą;
 - 16.3. šilumos nuostolius per pastato perdangas, kurios ribojasi su išore;
 - 16.4. šilumos nuostolius per pastato perdangas virš nešildomų rūsių ir pogrindžių;
 - 16.5. šilumos nuostolius per pastato atitvaras, kurios ribojasi su gruntu;
 - 16.6. šilumos nuostolius per pastato langus;
 - 16.7. šilumos nuostolius per pastato išorines jėjimo duris, neįskaitant šilumos nuostolių dėl durų varstymo;
 - 16.8. šilumos nuostolius per pastato šiluminius tiltelius;
 - 16.9. šilumos nuostolius dėl išorinių jėjimo durų varstymo;
 - 16.10. šilumos nuostolius dėl pastato vėdinimo;
 - 16.11. šilumos nuostolius dėl viršnorminės išorės oro infiltracijos į patalpas per langus ir duris;
 - 16.12. šilumos pritekėjimus iš išorės;
 - 16.13. vidinius šilumos išsiskyrimus.
 - Taip pat turi būti įvertinti šie energijos suvartojimai:
 - 16.14. metinis elektros energijos suvartojimas;
 - 16.15. metinės energijos sąnaudos karštam vandeniu.

Pastato energetinio naudingumo įvertinimo metodika

- 2. Metodikos skaičiavimuose panaudotos tokios pastoviosios dydžių vertės:
 - 2.1. 0,6 °C – vidutinė išorės oro temperatūra šildymo sezono metu;
 - 2.2. 220 parų – šildymo sezono trukmė paromis.

Atitvaros šiluminės varžos ir šilumos perdavimo koeficiente skaičiavimas

- 3. Atitvaros suminė šiluminė varža R_s ($\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$) apskaičiuojama pagal formulę:

$$R_s = R_1 + R_2 + \dots + R_n + (R_g + R_q) \quad (2.1)$$

- čia: R_g – nevēdinamo oro tarpo šiluminė varža ($\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$);
- R_q – plono sluoksnio (plėvelės) šiluminė varža ($\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$);
- R_1, R_2, \dots, R_n – atskirų atitvaros sluoksnių šiluminės varžos ($\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$) apskaičiuojamos pagal formulę:

$$R = \frac{d}{\lambda_{ds}}, \quad (2.2)$$

- čia:
- d – sluoksnio storis (m);
- λ_{ds} – sluoksnio projektinis šilumos laidumo koeficientas, $\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$.

Atitvaros šiluminės varžos ir šilumos perdavimo koeficiente skaičiavimas

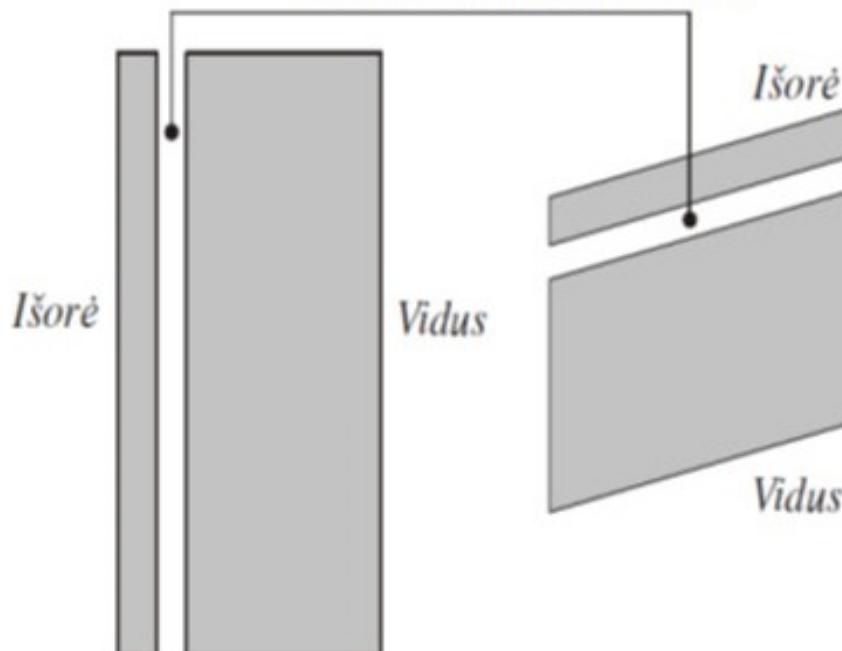
- 6. Atitvaros šilumos perdavimo koeficientas apskaičiuojamas taip:
 - 6.1. Atitvaros be oro sluoksnių šilumos perdavimo koeficientas U ($\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$) apskaičiuojamas pagal formulę
 - čia: R_t – atitvaros visuminė šiluminė varža ($\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$).
 - 6.2. Atitvaros su nevėdinamu oro sluoksniu šilumos perdavimo koeficientas U ($\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$) apskaičiuojamas pagal formulę:

$$U = \frac{1}{R_t}, \quad (2.4)$$

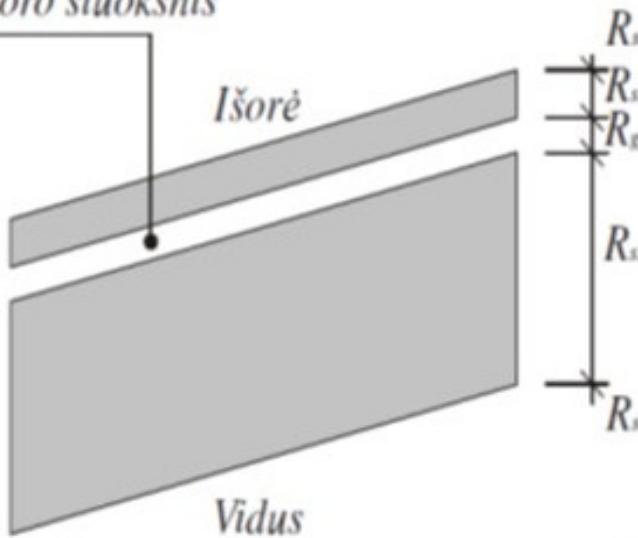
$$U = \frac{1}{R_{si} + R_{s1} + R_g + R_{s2} + R_{se}} \quad (2.5)$$

Atitvaros šiluminės varžos ir šilumos perdavimo koeficiente skaičiavimas

Nevėdinamas oro sluoksnis

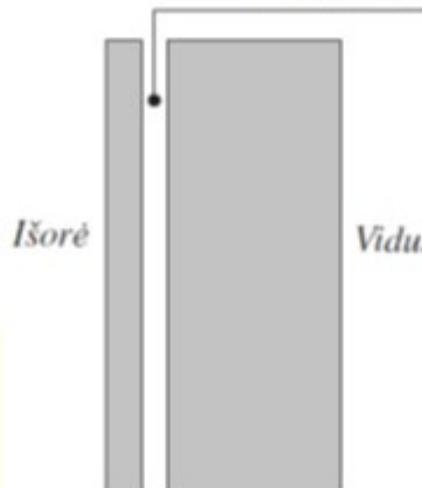


$$R_{se} \quad R_{sl} \quad R_g \quad R_{i2} \quad R_{si}$$

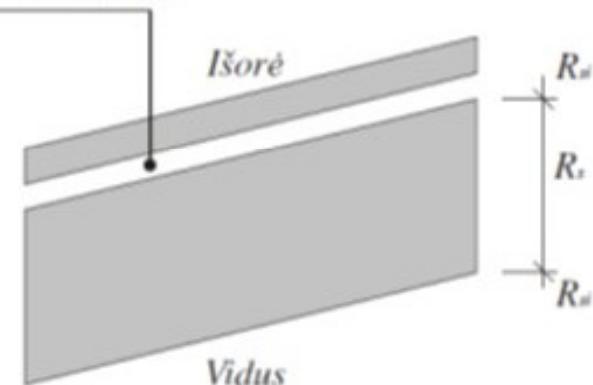


$$R_{se} \\ R_{sl} \\ R_g \\ R_{i2} \\ R_{si}$$

Vėdinamas oro sluoksnis



$$R_{se} \quad R_i \quad R_{sl}$$



$$R_{se} \\ R_i \\ R_{sl} \\ R_{si}$$

2.4 lentelė

Pastatų rodiklių vertės pastatų energinio naudingumo skaičiavimui [3.14]

Eil. Nr.	Pastato paskirtis [3.2]	Vidaus temperatūra šildymo sezono metu, θ_{B} , °C	Vidaus temperatūra nešildymo sezono metu, θ_{C} , °C	Plotas vienam žmogui*, A_n , m ² /žm.	Žmogaus išskiriam a šiluma, g_n , W/žm.	Šilumos išsiskyrī- mas iš vidinių šilumos šaltinių*, g_n , W/m ²	Žmonių buvimo patalpoje laikas per parą (vidutinis mėnesio), t , val.	Metinis elektros energijos suvartojimas pastato ploto vienetui*, ψ_E , kWh/(m ² . metai)	Pastato dalis, vartojanti elektros energiją, f_E	Borės oro kiekis 1 m ² pastato vėdinimui* • v_n , m ³ /(h·m ²)	Metinis energijos poreikis karštam vandeniniui 1 m ² pastato*, ψ_{bw} , kWh/(m ² · met ai)
1	Gyvenamosios paskirties vieno ir dviejų butų pastatai (namai)	20	24	60	70	1,2	12	20	0,7	0,7	10
2	Kiti gyvenamosios paskirties pastatai (namai)	20	24	40	70	1,8	12	30	0,7	0,7	20
3	Administraciniės paskirties pastatai	20	24	20	80	4	6	20	0,9	0,7	10
4	Mokslo paskirties pastatai	20	24	10	70	7	4	10	0,9	0,7	10
5	Gydymo paskirties pastatai	22	24	30	80	2,7	16	30	0,7	1	30
6	Maitinimo paskirties pastatai	20	24	5	100	20	3	30	0,7	1,2	60
7	Prekybos paskirties pastatai	20	24	10	90	9	4	30	0,8	0,7	10
8	Sporto paskirties pastatai, išskyrus baseinus	18	24	20	100	5	6	10	0,9	0,7	80
9	Baseinai	28	28	20	60	3	4	60	0,7	0,7	80
10	Kultūros paskirties pastatai	20	24	5	80	16	3	20	0,8	1	10

2.5 lentelė

Pastatų atitvarų norminės rodiklių – šilumos perdavimo koeficientų U_N ($\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$) ir ilginių šiluminių tiltelių šilumos perdavimo koeficientų Ψ_N , $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ – vertės pastatų energinio naudingumo skaičiavimui [3.4]¹⁾

Eil. Nr.	Pastato paskirtis [3.2]	Stogų $U_{N,r}$	Perdangų, kurios ribojasi su išorė, $U_{N,ce}$	Atitvarų, kurios ribojasi su gruntu, $U_{N,fr}$	Perdangų virš nešildomų rūsių ir pogrindžių $U_{N,cc}$	Sienu, $U_{N,w}$	Durų, $U_{N,d}$	Langų, stoglangių, švieslangių ir kitų skaidrių atitvarų, $U_{N1,ndu}$	Langų, stoglangių, švieslangių ir kitų skaidrių atitvarų, $U_{N2,ndu}$	Ilginių šiluminių Ψ_N
1	Gyvenamosios paskirties vieno ir dviejų butų pastatai (namai)	0,16- κ	0,16- κ	0,25- κ	0,25- κ	0,20- κ	1,6- κ	1,6- κ	1,3- κ ³⁾	0,18- κ
2	Kiti gyvenamosios paskirties pastatai (namai)	0,16- κ	0,16- κ	0,25- κ	0,25- κ	0,20- κ	1,6- κ	1,6- κ	1,3- κ ³⁾	0,18- κ
3	Administracinių paskirties pastatai	0,20- κ	0,20- κ	0,30- κ	0,30- κ	0,25- κ	1,6- κ	1,6- κ	1,3- κ ⁴⁾	0,2- κ
4	Mokslo paskirties pastatai	0,20- κ	0,20- κ	0,30- κ	0,30- κ	0,25- κ	1,6- κ	1,6- κ	1,3- κ ⁴⁾	0,2- κ
5	Gydymo paskirties pastatai	0,20- κ	0,20- κ	0,30- κ	0,30- κ	0,25- κ	1,6- κ	1,6- κ	1,3- κ ⁴⁾	0,2- κ
6	Maitinimo paskirties pastatai	0,20- κ	0,20- κ	0,30- κ	0,30- κ	0,25- κ	1,6- κ	1,6- κ	1,3- κ ⁴⁾	0,2- κ
7	Prekybos paskirties pastatai	0,20- κ	0,20- κ	0,30- κ	0,30- κ	0,25- κ	1,6- κ	1,6- κ	1,9- κ ⁵⁾	0,2- κ
8	Sporto paskirties pastatai, išskyrus baseinus	0,20- κ	0,20- κ	0,30- κ	0,30- κ	0,25- κ	1,6- κ	1,6- κ	1,3- κ ⁴⁾	0,2- κ
9	Baseinai	0,20- κ	0,20- κ	0,30- κ	0,30- κ	0,25- κ	1,6- κ	1,6- κ	1,3- κ ⁴⁾	0,2- κ
10	Kultūros paskirties pastatai	0,20- κ	0,20- κ	0,30- κ	0,30- κ	0,25- κ	1,6- κ	1,6- κ	1,3- κ ⁴⁾	0,2- κ
11	Garažai, gamybos ir pramonės paskirties pastatai	0,25- κ	0,25- κ	0,40- κ	0,40- κ	0,30- κ	1,9- κ	1,9- κ	1,9- κ	0,25- κ
12	Sandėliavimo paskirties pastatai	0,25- κ	0,25- κ	0,40- κ	0,40- κ	0,30- κ	1,9- κ	1,9- κ	1,9- κ	0,25- κ
13	Viešbučių paskirties pastatai	0,20- κ	0,20- κ	0,30- κ	0,30- κ	0,25- κ	1,6- κ	1,6- κ	1,3- κ ⁴⁾	0,2- κ
14	Paslaugų paskirties pastatai	0,20- κ	0,20- κ	0,30- κ	0,30- κ	0,25- κ	1,6- κ	1,6- κ	1,3- κ ⁴⁾	0,2- κ
15	Transporto paskirties pastatai	0,20- κ	0,20- κ	0,30- κ	0,30- κ	0,25- κ	1,6- κ	1,6- κ	1,3- κ ⁴⁾	0,2- κ
16	Poilsio paskirties pastatai	0,20- κ	0,20- κ	0,30- κ	0,30- κ	0,25- κ	1,6- κ	1,6- κ	1,3- κ ⁴⁾	0,2- κ
17	Specialiosios paskirties pastatai	0,20- κ	0,20- κ	0,30- κ	0,30- κ	0,25- κ	1,6- κ	1,6- κ	1,3- κ ⁴⁾	0,2- κ

Technologiniai vyksmai ir matavimai

dr. Gytis Sliaužys