



LIETUVOS ŠILUMOS TIEKĖJŲ ASOCIACIJA



**Juozas GUDZINSKAS, Valdas LUKOŠEVIČIUS,  
Vytautas MARTINAITIS, Edvardas TUOMAS**

# Šilumos vartotojo VADOVAS

dr. **Juozas GUDZINSKAS,**  
dr. **Valdas LUKOŠEVIČIUS,**  
habil. dr. **Vytautas MARTINAITIS,**  
dr. **Edvardas TUOMAS**

# ŠILUMOS VARTOTOJO VADOVAS



VILNIUS  
2011

Visos teisės saugomos. Jokia šio leidinio dalis be leidėjo raštiško sutikimo negali būti kopijuojama, įrašoma į atkūrimo sistemą, ar persiunčiama bet kokiomis priemonėmis: elektroninėmis, mechaninėmis, fotokopijomis, nuorašais ar kaip nors kitaip.

© dr. Juozas Gudzinskas, 2011  
© dr. Valdas Lukoševičius, 2011  
© habil. dr. Vytautas Martinaitis, 2011  
© dr. Edvardas Tuomas, 2011

ISBN 978-609-95258-0-8

## PRATARMĖ

Centralizuotai tiekiamą šilumą Lietuvoje sudaro apie 50 % visos šalyje pagaminamos šilumos. Didelė centralizuotai tiekiamos šilumos dalis parodo centralizuoto šilumos tiekimo (CŠT) svarbą šalies energetikoje ir ekonomikoje.

Neteisingai suvokiamos šilumos, kaip vienos iš energijos rūšių, savybės ir ypatybės, dažnas šilumos vartotojų klaidinimas ar tiesiog elementarių žinių trūkumas sudaro sąlygas centralizuotai tiekiamos šilumos sektoriui menkinti ir faktams iškraipyti. Siekiant objektyviai nušviesti plačiąją visuomenę ir šilumos vartotojams suteikti reikiamą informaciją apie vieną iš svarbiausių Lietuvos energetikos sektorių – CŠT, Lietuvos šilumos tiekėjų asociacijos (LŠTA) iniciatyva buvo sudaryta patyrusių mokslininkų darbo grupė, ji parengė pirmąjį Lietuvoje švietėjišką-mokomąjį leidinį apie centralizuotą šilumos tiekimą.

Šis „Šilumos vartotojo vadovas“ pirmiausia skirtas daugiabučių gyvenamųjų namų gyventojams, pastatų savininkams, daugiabučių namų valdytojams (administratoriams), pastatų šildymo ir (ar) karšto vandens sistemų prižiūrėtojams bei visiems fiziniams ir juridiniams asmenims, susijusiems su šilumos tiekimo organizavimu. Leidinyje be tekstinės dalies gausu iliustracijų ir pavyzdžių, leisiančių lengviau suvokti pateiktą informaciją, patiems skaitytojams interpretuoti duomenis, padaryti išvadas.

Leidinį sudaro 5 skyrai. Pirmąjį skyrių parengė prof. habil. dr. V. Martinaitis. Šiame skyriuje kalbama apie šilumos poreikius, šilumos savybes ir ypatybes bei apie vietovės ir klimato sąlygas, nuo kurių priklauso skirtingas šilumos suvartojimas. Antrąjį skyrių parengė doc. dr. E. Tuomas. Autorius šiame skyriuje pristato namo vidaus šildymo ir karšto vandens sistemas, jų privalumus bei trūkumus. Trečiajame skyriuje, kurį parengė doc. dr. J. Gudzinskas, aptariamos šilumos tiekimo trasos, šilumos nuostoliai jose bei kita svarbi informacija, susijusi su šilumos transportavimu. Ketvirtame skyriuje, parengtame doc. dr. V. Lukoševičiaus, aptariami šilumos gamybos šaltiniai, juose naudojamas kuras ir įrengimai bei aplinkosauginiai reikalavimai. Tuo tarpu paskutinis penktas skyrius parengtas remiantis LŠTA turimais duomenimis, valstybinių institucijų skelbiamais rodikliais bei per ilgus darbo metus CŠT sektoriuje sukaupia patirtimi, pateikiant tik objektyvią, skaičiavimais ir statistika paremtą informaciją.

Leidinio rengėjai tikisi, kad „Šilumos vartotojo vadovas“ dažnam šilumos vartotojui atsakys į kylančius klausimus ir leis suprasti gana sudėtingą šilumos kelių nuo jos gamybos šaltinio į vartotojo patalpas.



# TURINYS

## I dalis. Šilumos vartojimo ypatybės.....7

Šilumos vartojimo ypatybės.....	9
Pastato energijos poreikiai .....	13
Patalpų ir lauko oro sąlygos .....	13
Patalpų šilumos poreikiai .....	16
Atitvarų šilumos perdavimo rodiklis .....	16
Perduodamos šilumos srautas .....	20
Šilumos srautas vėdinimui .....	22
Patalpos šilumos nuostoliai ir lauko oro temperatūros raida – dienolaipsniai .....	23
Pastato ar buto šilumos poreikiai šildymui ir vėdinimui .....	26
Pastato ar buto šilumos poreikiai karštam vandeniui.....	36
Pastatų šilumos suvartojimas – faktai ir skaičiai .....	39

## II dalis. Šildymas.....45

Šildymas.....	47
Šildymo sistemos .....	49
Šildymo sistemos pagal šilumos generavimo pobūdį ir šilumnešį .....	50
Šildymo sistemų elementai ir jų paskirtis.....	53
Karšto vandens tiekimas.....	88
Šildytuvai .....	97
Šilumos punktai .....	107
Šilumos skaitikliai.....	114

## III dalis. Šilumos tiekimo sistemos.....119

Centralizuoto šilumos tiekimo tinklai, jų paskirtis .....	121
Centralizuoto šilumos tiekimo tinklo principinės schemas.....	122
Atviros ir uždaros šilumos tiekimo sistemos.....	126
Šilumos tiekimo tinklo darbo režimai .....	128

Vamzdynų įrengimo būdai.....	134
Vamzdynų šiluminė izoliacija .....	139
Naujų bekanalinių vamzdynų montavimas ir aptarnavimas .....	149

## IV dalis. Šilumos gamybos pagrindai.....161

Šilumos gamybos pagrindai .....	163
Kuras, naudojamas Lietuvos centralizuoto šilumos tiekimo sektoriuje .....	163
Dujinis kuras .....	167
Skystasis kuras .....	170
Kietasis kuras .....	172
Lietuvos centralizuoto šilumos tiekimo sektoriaus apsirūpinimas kuru .....	182
Kuro degimo ir šilumos perdavimo principai .....	189
Šilumos perdavimo sistema .....	196
Šilumos gamyba naudojant dujinį ir skystąjį kurą .....	202
Šilumos gamyba naudojant kietąjį kurą .....	210
Bendra šilumos ir elektros energijos gamyba (kogeneracija) .....	217
Kogeneracijos technologijos .....	220
Katilinių ir elektrinių pagalbiniai įrenginiai .....	227
Šilumos gamyba ir aplinkosauga .....	233
Centralizuoto šilumos tiekimo ekonomika ir administravimas .....	235

## V dalis. Centralizuoto šilumos tiekimo sektoriaus raida.....237

Centralizuoto šilumos tiekimo sektoriaus raida .....	239
Centralizuotas šilumos tiekimas Lietuvoje ir Europoje .....	239
Centralizuoto šilumos tiekimo vieta Lietuvos energetinėje sistemoje .....	253
CŠT sektoriaus valdymas Europos valstybėse .....	256
Centralizuoto šildymo administravimo pokyčiai Lietuvoje .....	260
Šilumos tiekimo organizavimas ir suvartotos šilumos apskaita Lietuvoje.....	263
Centralizuoto šilumos tiekimo kainodara ir ekonomikos raida .....	268
Šilumos kainų nustatymo procedūros ir atsakomybė.....	279
Šilumos suvartojimo pastatuose administravimas ir atsakomybė .....	281
Centralizuoto šilumos tiekimo perspektyvos .....	286

*Dėkojame*  
UAB „Danfoss“ ir UAB „Alfa Laval“  
už leidimą pasinaudoti iliustracine medžiaga

**I DALIS**  
**ŠILUMOS**  
**VARTOJIMO**  
**YPATYBĖS**

# ŠILUMOS VARTOJIMO YPATYBĖS

Žmogus savo poreikiams tenkinti turi nuolatos pasirūpinti įvairiomis prekėmis, paslaugomis. Perkame darbužius, maistą, buitinius prietaisus, keliones, gėles, pramogas. Kiekviena iš šių prekių turi savitumą nustatant jų vertę, išmatuojant kiekį, naudojimosi trukmę. Kai kuriomis paslaugomis ir infrastruktūra naudojamės tiesiogiai nemokėdami, nes tam tarnauja visuotinė mokesčių sistema. Tiesiogiai nemokame už kelius, švietimą, sveikatos apsaugą.

Vienaip ar kitaip susiduriame ir su problemomis atsiskaitydami už kai kurias paslaugas bei prekes. Būtų paprasta, jei tų problemų kilmė būtų tik nesąžiningumas. Daug paslaugų bei prekių turi specifinių ypatybių. Prie tokių prekių priskirtina ir šiluma. Visų pirma, šiluma yra ne medžiaga, o energija. Šilumos, neprarandant net mažiausio jos kiekio, negalima išsaugoti net ir labai sandarioje talpoje. Šiluma per bet kokios medžiagos sieneles, kitaip nei pačios medžiagos (vanduo, dujos ar kt.), judės ten, kur temperatūra žemesnė. Šildant pastatus šiluma sklinda per patalpos atitvaras. Tam, kad mus pasiektų Saulės šiluma, nereikia nei laidų, nei vamzdžių, nei kitokių priemonių. Šiluma iš Saulės sklinda spinduliavimo būdu. Maišantis skirtingų temperatūrų skysčiams ar dujoms šiluma sklinda dar ir konvekcijos būdu. Tai yra esminės šilumos sklidimo ypatybės.

Šilumos tiekimo sistemose naudojamas vanduo savaiame nėra šiluma, jis net turi specialų pavadinimą – šilumnešis. Galima neprarasti nei lašo to šilumnešio (aukštos temperatūros skysčio ar dujų), bet nepavyktų išsaugoti visos jo atneštos šilumos. Kita vertus, patalpoje galima neturėti nė vieno šilumos sistemos vamzdžio su šilum-

nešiu, bet gauti šilumą iš tų patalpų supančių kitų aukštesnės arba praktiškai tos pačios oro temperatūros patalpų. Šiluma sklinda per bet kokias medžiagas. Šio sklidimo intensyvumas priklauso nuo medžiagos savybių ir temperatūrų skirtumo dydžio.

Tai, kad šilumos sklidimo sienos nesustabdo ir neapriboja, patiekia nemažai klausimų dėl apskaitos ir atsiskaitymo už šilumą. Išmatuoti ją energijos vienetais kaip medžiagą masės ar tūrio vienetais kartais būna labai sudėtinga. Naudojant įvadinį skaitiklį galima kuo tiksliau nustatyti, kiek šilumos pateko į pastatą. Tačiau suskaičiuoti, kiek ir kaip šia šiluma pastato viduje pasinaudojo gyventojai – uždavinys fizikiniu požiūriu įmanomas, bet gana sudėtingas ir neapsimokančiai brangus. Jeigu tai būtų daroma, gyvenamieji namai taptų panašūs į brangias mokslo laboratorijas. Galima išmatuoti, kiek šilumos į butą pateko nuo vamzdžiais keliaujančio šilumnešio, bet sudėtinga nuolatos sekti, kiek ir per kurią sieną šiluma buvo apsikeista su kaimynais – gauta ar atiduota. Naujai statomuose daugiabučiuose gyvenamuosiuose namuose šilumos apskaitos prietaisai dažniausiai įrengiami kiekviename bute. Jie vartotojui parodo bute suvartotos šilumos kiekį. Bendrosioms daugiabučio namo patalpoms šildyti suvartota šiluma apskaitoma pagal namo įvadinį skaitiklį. Todėl norint žinoti bendrą suvartotos šilumos kiekį reikia sudėti buto ir bendrosios patalpoms šildyti suvartotos šilumos kiekį, kurie nustatomi pagal butų ir namo įvadinčius skaitiklius. Deja, gyvenamųjų namų, kuriuose būtų įrengta tokia apskaitos sistema, Lietuvoje nėra daug. Didžiojoje dalyje daugiabučių yra sumontuota vienvamzdė šildymo sistema ir jų gyventojams tiekiamos šilumos kiekis skaičiuojamas remiantis tik namo įvadinio skaitiklio duomenimis. Noras šilumos apskaitos prietaisus įrengti visų 1959–1992 m. statytų daugiabučių butuose, vartotojo nurodytoje vietoje, prieš tai pakeičiant visą vienvamzdę daugiabučio namo šildymo sistemą į šiuolaikišką kolektorinę, yra nepagrįstas ekonomiškai, nepriimtinas techniškai ir teisiškai. Nes vienu metu reikėtų į 600 tūkst. butų 16 tūkst. namų investuoti beveik 3 mlrd. litų. Jei tokį sprendimą norėtų įgyvendinti vieno buto savininkas name, kuriame yra 50 butų, jam prireiktų investuoti daugiau kaip 150 tūkst. litų. Tačiau galiausiai ši investicija guls ant visų namo gyventojų pečių dėl kelių priežasčių:

- jei darbai bus atliekami pagal galiojančius daugiabučių namų priežiūrą reglamentuojančius dokumentus, tai gyventojai turės tas lėšas surinkti (net jei to pageidautų tik vienas butas name);
- jei tai bus daroma šilumos tiekėjo lėšomis, tuomet šios sąnaudos turės būti įtrauktos į šilumos tarifą ir už tai mokės visi to šilumos tiekėjo aptarnaujamos teritorijos vartotojai, net jei šie savo name tokių rekonstrukcijų nebus atlikę ir to daryti nepageidavo.

Atitinkamos vartotojų lėšos ir visa šių darbų rinka atitektų šilumos tiekėjui. Taigi toks sprendimas įgalintų monopoliją, konkurencijai neliktų vietos.

Priėmusiems sprendimą vartotojams teks susitarti, kokį sąnaudų išsidalinimo būdą pasirinkti. Daug metų buvo pakankamai paprasta – mokesčio dydis priklausė nuo buto ploto. Toks būdas – tarsi kompromisas, vienas iš tų susitarimo atvejų, kuris ir naudojamas didžiojoje dalyje daugiabučių namų. Atsiradus galimybei reguliuoti šilumos suvartojimą bute ar poreikiui taupyti šilumą, toks šilumos sąnaudų pasidalinimas jau pradėjo netenkinti vartotojų. Todėl yra sukurta daug šilumos išsidalinimo metodikų, kurių pagrindiniu komponentu yra vadinamasis šilumos daliklis. Šiuo metu jau apie 300 daugiabučių atsiskaito pagal daliklių rodmenis ir įvadinį skaitiklį, o apie 450 daugiabučių namų – pagal butų ir namo įvadinčius skaitiklius. Tačiau ir čia namo gyventojams reikia susitarti dėl aibės sąlygų.

Kita vertus, būtina suprasti, kad šildomas ne tik butas, bet ir bendrosios patalpos, laiptinės. Už šias paslaugas irgi privalu atsiskaityti, tik gyventojai turi sutarti kaip. Be visa ko, reikia rasti sprendimą, kaip išreikalauti mokesčio už buto daugiabutyje šildymą, jeigu to buto šeimininkas įsigudrino šildymo sistemą išjungti, tačiau džiaugiasi per sienas iš kaimynų atsklindančia šiluma. Taip pat būtina suprasti, kad vandeninės šildymo sistemos yra inertiškos. Nutraukus patalpos šildymą ši negreitai atvėsta, o šildymą įjungus išyla ne tuoj pat. Taigi šildymo sezono metu šildyti patalpas reikia ir tuomet, kai jose gyventojų nėra.



Palyginus individualių namų savininkus su butų daugiabučiuose savininkais, matyti, jog jie turi skirtingas teises, pareigas ir sprendimų priėmimo laisvę. Pasirenkant vieną (būsto tipą), norima to ar ne, pasirenkama ir kita (teisės, laisvės ir pareigos). Daugiabutis gyvenamasis namas yra vientisas inžinerinis objektas su kompleksiniu visų jį sudarančių būstų funkcionalumo sprendimu: atitvarų konstrukcijomis, stogu, pamatais, inžinerinėmis sistemomis. Daugiabučiai ir individualūs namai tai tarsi autobusai ir lengvieji automobiliai. Vienu atveju yra važiavimo krypties ir greičio pasirinkimo ribojimų, bet mažiau asmeninių rūpesčių ir išlaidų. Lyginamosios šilumos sąnaudos daugiabutyje su tokiomis pat atitvaromis yra mažesnės nei individualiuose namuose. Kraštutiniu atveju tiek daugiabutis, tiek autobusas, išdalintas į atskiras dalis, veikti jau negali. Butų nepriklausomumo nuo bendrų sistemų laipsnis pasirenkamas dar projektuojant namą ir vėliau sunkiai pakeičiamas. Tiek konstrukcines, tiek inžinerines namo sistemas naudoti ir prižiūrėti privalo visi daugiabučio gyventojai, tai yra visų jų bendras reikalas. Visų pastato elementų ir inžinerinių sistemų priežiūrą jie privalo organizuoti pagal bendrą valstybėje nustatytą tvarką. Deja, iki šiol ši tvarka tebeformuojama, o praktika gana dažnai nepatenkinama.

Savo garbingai uždirbtą nuosavybę saugantis daugiabučio namo buto šeimininkas, tuo pačiu būdamas išsiauklėjęs kaimynas, jaučia pareigą prižiūrėti naudojamą pastatą, būstą, atsižvelgti į kaimynų interesus ar nuomonę. Daugumoje atveju nelengvai įsigytas būstas jo savininką nuteikia tausoti turtą ir visą laiką tinkamai jį prižiūrėti. Visiems žinoma, kad derama pastatų priežiūra reikalauja lėšų ir žinių, kurios susijusios su įvairialypėmis pastato savybėmis. Kita vertus, ne specialistui pastatai yra iš tiesų sudėtingi inžineriniai įrenginiai. Pastatams, teisingiau – jų šeimininkams, prievolės numato įvairūs teisiniai, administraciniai ir techniniai reikalavimai. Lietuvoje pastarųjų didžioji dalis išdėstyta statybos techniniuose reglamentuose, higienos normose, specialiose tvarkose ar taisyklėse. Visuomenės valia, pasitelkiant numatytas teises priemones, gali būti panaudota ir prievarta tų prievolių nepaisančių, tačiau šeimininkais save vadinančiųjų atžvilgiu.

## PASTATO ENERGIJOS POREIKIAI

### PATALPŲ IR LAUKO ORO SĄLYGOS

Patalpose turi būti sukuriamos žmonėms palankios sąlygos bei deramas šilumos komforto lygis. Turi būti išvengiama šilumos, šalčio ar tvankumo sukeltos įtampos. Šildymo sezono metu mažiausia leistina oro temperatūra svetainėse, miegamuosiuose, virtuvėse, valgomuosiuose ir daugumoje kitų patalpų (tualetuose, sandėliukuose, laisvalaikio kambariuose) yra 20 °C, koridoriuose – 18 °C, laiptinėse, sandėliuose – 16 °C<sup>1</sup>. Šiuo atveju leistiną temperatūrą reikėtų suprasti taip, kad šildymo sistema turi užtikrinti ne žemesnę nei nurodyta temperatūra. Tai neįpareigoja gyventojų palaikyti patalpose būtent tokią temperatūrą. Ribojamos ir patalpų vidinių paviršių temperatūros, oro judrumas. Norminė santykinė drėgmė patalpose yra tarp 30 ir 70 %. Peržengus šią viršutinę ribą sparčiai veisiasi įvairūs grybeliai. Tai gali atsitikti esant netinkamam vėdinimui. Visuotinai pripažinta, kad nėra sąlygų, kurios tenkintų visus namo gyventojus, todėl visada tikėtina, kad bus bent 5 % nepatenkintųjų.

Lietuva yra vėsiojo vidutinio klimato zonoje su vidutinio šilumo vasaromis bei vidutinio šaltumo žiemomis. Vidutinė liepos mėnesio temperatūra yra apie 17 ° šilumos, žiemą – apie 5 ° šalčio. Skirtumas tarp temperatūrų vidurkio yra apie 20 °C. Lietuvoje buvo gana karštų vasarų, kai oras sušildavo iki 30 °C ar 35 °C, ir gana šaltų



žiemų, kai oras atšaldavo iki  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , o naktimis net iki  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Pajūryje ne taip šalta, čia vidutinė oro temperatūra žiemą būna apie  $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Dažnai žiemą veikia Atlanto ciklonai, jie atneša sniegą, šlapdrįbę ir šiltesnį orą, užkloja storesnę sniego dangą. Kartais iš rytų ir šiaurės ateina anticiklonai, kurie atneša šaltus ir saulėtus orus. Oro temperatūra tuomet dienomis pakyla iki  $-7\text{ }^{\circ}\text{C}$  arba vos iki  $-11\text{ }^{\circ}\text{C}$ , o naktimis atšąla iki  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$  ar net iki  $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$ . 1 lentelėje parodytos vidutinės 1961–1990 metų vidutinė temperatūra.

1 lentelė. Lietuvos klimatą apibūdinanti temperatūra.

	Mėnuo	Vidutinė		Karščio rekordai	Šalčio rekordai
		Sausis		-5,0	
	Vasaris	-4,6		+16,5 (1990)	-42,9 (1956)
	Kovas	-0,6		+21,8 (1968)	-37,5 (1964)
	Balandis	5,4		+28,8 (1950)	-23,0 (1963)
<b>Vidutinė daugiamečių temperatūra Lietuvoje</b> ( $^{\circ}\text{C}$ )	Gegužė	12,0	<b>Lietuvos temperatūrų rekordai</b> ( $^{\circ}\text{C}$ )	+34 (1892)	-6,8 (1965)
	Birželis	15,2		+35 (1885)	-2,8 (1977)
	Liepa	16,6		+37,5 (1994)	+0,9 (1971)
	Rugpjūtis	16,0		+36 (1992)	-2,9 (1966)
	Rugsėjis	11,8		+32 (1992)	-6,3 (1993)
	Spalis	7,2		+26 (1985)	-19,5 (1956)
	Lapkritis	2,0		+18 (1968)	-23 (1998)
	Gruodis	-2,4		+15,6 (1982)	-34 (1969)

1 lentelėje pateikti ir Lietuvos temperatūrų rekordai. Iš jos matyti, kad būdami vidutiniškai vėsioje klimato zonoje kartais susilaukiame

gana atšiaurių oro sąlygų. Nepaisant to, šildymo sistemos turi būti pasirengusios patalpose sudaryti priimtinas sąlygas, palaikyti reikiamą temperatūrą. Tad šildymo įrenginių galia turi būti parenkama atsižvelgiant į vadinamąją skaičiuotiną lauko temperatūrą. Taip vadinama ilgalaikių temperatūros stebėjimų šalčiausio penkiadienio vidutinė temperatūra. Vilniuje ji lygi  $-23\text{ }^{\circ}\text{C}$ , Kaune  $-22\text{ }^{\circ}\text{C}$ , Klaipėdoje  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Pastato architektūriniais bei technologiniais sprendimais, vietovės klimato sąlygomis bei vartotojų elgsena suformuojamus energijos ir gryno oro poreikius patalpų šiluminiam komfortui bei geram mikroklimatui užtikrinti padeda pastatų šildymo, vėdinimo ir vėsinimo sistemos. Šildymui sunaudotos šilumos kiekis proporcingas šildymo sezono trukmei bei vidutinei lauko temperatūrai. Skaitiniai šių rodiklių duomenys pagal daugiamečius stebėjimus pateikiami 2 lentelėje. Šiuos rodiklius atitinkančios sąlygos šildymo technikos praktikoje vadinamos norminėmis sąlygomis.

2 lentelė. Metinė išorės oro temperatūra, vidutinė šildymo sezono trukmė ir jo išorės oro temperatūra.

Vietovė	Šildymo sezono pradžia/ pabaiga $<10\text{ }^{\circ}\text{C}$		Metinė vidutinė temperatūra, $^{\circ}\text{C}$
	Vidutinė temperatūra, $^{\circ}\text{C}$	Trukmė paromis	
Šiauliai	0,6	222	6,0
Panevėžys	0,4	218	6,2
Klaipėda	1,9	214	7,0
Dūkštas	-0,3	223	5,5
Raseiniai	0,5	225	5,9
Kaunas	0,7	219	6,3
Vilnius	0,2	225	6,7
Kybartai	1,0	213	6,7
Lazdijai	0,1	219	6,2

Kiekvieną šildymo sezoną šie rodikliai būna daugiau ar mažiau skirtingi, o tam pačiam pastatui skirtingais metais, priklausomai nuo to, ar jie buvo šilti, ar šalti, šilumos sąnaudos skiriasi. Projektiniai, inžineriniai skaičiavimai, priimamų sprendimų vertinimai, susiję su pastatų šilumos poreikiais, atliekami pagal normines sąlygas.

## PATALPŲ ŠILUMOS POREIKIAI

Esant vėsiam orui reikiamą temperatūrą į patalpas reikia tiekti dėl dviejų priežasčių:

- kai temperatūra lauke šaltesnė nei patalpoje, šiluma per sienas, langus, grindis, duris, stogus perduodama į lauką;
- per natūralaus ar dirbtinio vėdinimo ortakius, taip pat per plyšius, angas šiltas oras iš patalpos skverbiasi lauk, o į patalpą tokiu pat būdu patenka šaltas oras, kuris turi būti sušildomas iki reikiamos temperatūros.

Šie šilumos poreikiai yra neišvengiami ir proporcingi minėtų temperatūrų skirtumui. Praktikoje jie vadinami šilumos nuostoliais. Vėjuotose ar aukštose, atvirose vietovėse pastato šilumos poreikiams įtakos turi ne tik temperatūra, bet ir vėjo greitis. Reikia pasakyti, kad ligšiolinės statybos pastatuose didesnę įtaką jis turi vėdinimo šilumos poreikiams, nei per atitvaras perduodamai šilumai. Tai susiję su bendru pastato nesandarumu – langų, durų, įvairių pastato elementų sandūrų. Vėjuotu metu šiuose pastatuose turime perteklinį, nekontroliuojamą vėdinimą ir papildomą šilumos poreikį tinkamai patalpų temperatūrai palaikyti. Šių nuostolių išvengti negalima, bet juos sumažinti – taip. Toliau šias galimybes aptarsime detaliau.

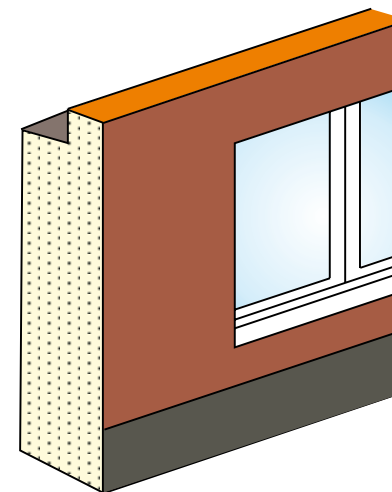
## ATITVARŲ ŠILUMOS PERDAVIMO RODIKLIS

Pastato sienos, stogas, langai, durys, grindys, lubos bendru vardu vadinamos atitvaromis. Jų kiekviena turi turėti tam tikras savybes, tarp jų ir šiluminės. Būtent nuo atitvarų šiluminio rodiklio, vadinamo atitvaros šilumos perdavimo koeficientu ir žymimo raide  $U$ , priklauso pastatui ar atskirai patalpai reikalingas šilumos kiekis.  $U$  vertė paprastai matuojama  $W/(m^2K)$  (vieno Kelvino (1K) laips-

nių temperatūrų skirtumas yra toks pats kaip vieno Celsijaus ( $1\text{ }^\circ\text{C}$ ) laipsnių temperatūrų skirtumas). Didesnė  $U$  reikšmė rodo didesnį vatais ( $W$ ) matuojamą šilumos nuostolių srautą per atitvaros ploto vienetą. Praktikoje aptinkama aitvarų šiluminė varža  $R$ , kuri yra tik atvirkščias šilumos perdavimo koeficientui dydis. Jos matavimo vienetai ( $m^2K$ )/ $W$ . Tad kuo didesnė atitvaros varža, tuo mažiau perduodama šilumos esant tam pačiam jos plotui ir temperatūrų skirtumui tarp patalpos vidaus ir išorės.

Tiek  $U$ , tiek  $R$  reikšmė priklauso nuo atitvarą sudarančių medžiagų šiluminio laidumo ir tų medžiagų sluoksnio storio. Tos pačios medžiagos storesnė atitvara turi mažesnę  $U$  reikšmę. Esamų pastatų šiluminės savybės daugeliu atvejų yra tokios, kokios buvo nustatytos privalomuose reikalavimuose jų statymo metu. Nuo 1959 m. iki 1992 m. statytų gyvenamųjų namų išorinių sienų šilumos perdavimo koeficientai buvo  $0,9\text{--}1,3\text{ }W/(m^2K)$ . Štai 1.1 pa-

**1959–1992 m. STATYBOS STAMBIAPLOKŠČIO NAMO VIENASLUOKSNĖ  
300 mm STORIO KERAMZITBETONIO PLOKŠTĖ**



### GYVENAMŲJŲ PASTATŲ ATITVARŲ PRIVALOMŲ ŠILUMOS PERDAVIMO KOEFICIENTŲ KITIMO RAIDA LIETUVOJE IR ŠVEDIJOJE



1.2 pav.

veiksle parodytas tuo laikotarpiu stambiaplokščių namų statybose naudota vienasluksnė 300 mm storio keramzitbetonio plokštė su 25 mm išorės apdailos sluoksniu ir tinku iš vidaus turėjo šilumos perdavimo koeficientą 1,1 W/(m<sup>2</sup>K).

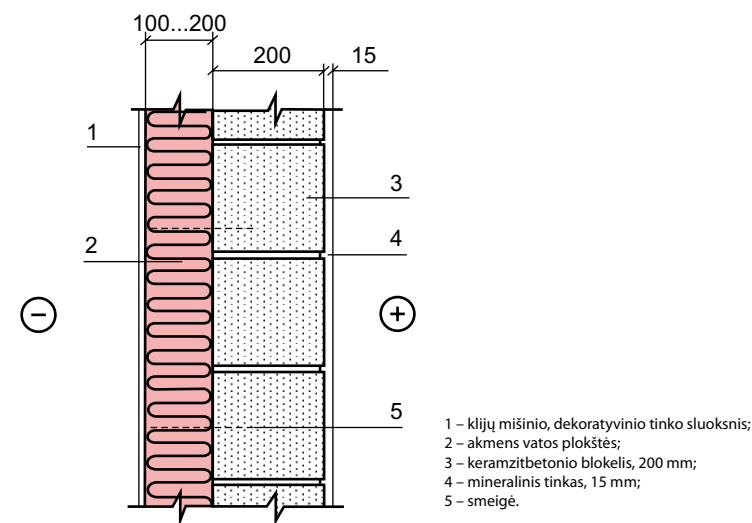
Savaime suprantama, kad tokių šiluminių savybių išorinės pastatų sienos galėjo būti naudojamos tik esant labai mažai kuro kainai arba kai ta kaina neatitiko laisvos rinkos kainų bei požiūrio į gamtos išteklių tausojimą. Jau pirmaisiais Lietuvos nepriklausomybės metais buvo imtasi peržiūrėti reikalavimus šiluminėms pastatų atitvaroms. Naujai statomi pastatai tuojau pat turėjo ženkliai pagerinti savo bendrąsias šilumines savybes. Vakarų šalys tokių permąnų ėmėsi jau aštuntojo dešimtmečio pradžioje. 1.2 paveiksle galime palyginti Lietuvos ir Švedijos U reikšmių atitvaroms kitimą privalomuose

reikalavimuose. Matyti, kad gana greitai Lietuvos privalomieji reikalavimai naujai statomų pastatų atitvarų šiluminėms rodikliams taps panašūs į racionaliai gyvenančių kaimynų. Suprantama, tai tiesioginės įtakos turėjo tik naujoms statyboms. Atnaujinamiems prieš kelis dešimtmečius statytiems pastatams šie reikalavimai iš pradžių nebuvo griežtai privalomi, bet rodomi kaip sektinas pavyzdys.

Dabar kompleksiskai atnaujinamiems pastatams šie reikalavimai jau galioja.

Esminis skirtumas tarp senosios statybos atitvaros, parodytos 1.1 paveiksle, ir šiuolaikinių sprendinių matomas 1.3 paveiksle. Čia irgi parodyta 300 mm keramzitbetonio blokelių mūro siena, apšiltinta mineralinės vatos plokštėmis ir nutinkuota dekoratyviniu tinku.

### ŠIUOLAIKINĖ IŠORINĖ KERAMZITBETONIO BLOKELIŲ MŪRO SIENA, APŠILTINTA MINERALINĖS VATOS PLOKŠTĖMIS



1.3 pav.

3 lentelėje matoma izoliacinio sluoksnio storio įtaka jos šilumos perdavimo koeficientui. Pavyzdys parodo, kad pasiekama beveik dešimt kartų mažesnė reikšmė, nei buvo praktikuojama prieš du dešimtmečius.

3 lentelė. Šilumos perdavimo koeficientas išorės sienas apšiltinus įvairaus storio šiltinimo medžiaga.

Izoliacinės plokštės storis (mm)	Šilumos perdavimo koeficientas U W/m <sup>2</sup> K		
	100	150	200
Klijų mišinio, dekoratyvinio tinko sluoksnis	0,24	0,18	0,14
Akmens vatos plokštės			
Keramzibetonio blokelis, 300 mm			
Mineralinis tinkas, 15 mm			

Čia pateiktas tik vienas pavyzdys, tačiau šiuolaikinės izoliacinės, konstrukcinės, apdailos ir apsauginės medžiagos leidžia sukurti labai įvairų šilumą tausojančių sprendinių pastatų atitvaroms. Ypačinga įvairovė ir konstruktorių išradingumu pasižymi šiuolaikiniai langai bei stogai. Su šia informacija galima susipažinti statybinių medžiagų gamintojų informaciniuose šaltiniuose.

## PERDUODAMOS ŠILUMOS SRAUTAS

Vidaus patalpas, kur temperatūra yra aukštesnė, nuo lauko, kur temperatūra žema, skiria siena arba kita atitvara, per kurią tuo metu perduodama šiluma. Kitaip galima būtų sakyti, kad per atitvarą sklinda šilumos srautas, matuojamas vatais (W). 1 valandą trunkančiam 1000 W šilumos srautui perduoti prireiks 1 kWh šilumos. Šis reiškinys parodytas 1.4 paveiksle.

Per sienas, lubas, grindis ar langus perduodamas šilumos srauto dydis (W), kitaip vadinamas šilumos nuostolių srautu, įvertinamas trijų dydžių sandauga: atitvaros ploto A, jos šilumos perdavimo savybę įvertinančio šilumos perdavimo koeficiento U ir skirtumo tarp patalpos vidaus ir lauko temperatūrų.

### ŠILUMOS SRAUTO PERDAVIMAS PER IŠORĖS SIENĄ



1.4 pav.

Šį šilumos nuostolių srautą galima gauti taip pat ploto ir temperatūrų skirtumo sandaugą padalinant iš aukščiau minėtos atitvaros šiluminės varžos.

$$\text{ŠILUMOS PERDAVIMO SRAUTAS (W)} = \text{plotas (m}^2\text{)} \times \text{šilumos perdavimo koeficientas (W/(m}^2\text{K))} \times \text{temperatūrų skirtumas (K)}$$

Kaip jau buvo minėta, šilumos nuostoliai kWh gaunami šilumos srautą padauginus iš to srauto buvimo trukmės, dažniausiai iš valandų.

## ŠILUMOS SRAUTAS VĒDINIMUI

Kvėpavimui reikalingas atmosferos ore esantis deguonis. Todėl absoliučiai sandariose patalpose žmogus gali išbūti gyvas tik ribotą laiką. Nepakankamas gryno oro kiekis gyvybei gal ir negresia, bet sveikatai tikrai kenkia. Vėdinimo procese gryno oro poreikis gyvenamosiose patalpose apibūdinamas oro apykaitos rodikliu  $n$ , parodančiu kiek kartų per valandą  $h$  tos patalpos oro tūris turi būti pakeistas grynu oru. Šio dydžio vienetai  $1/h$ . Norint užtikrinti pakankamą gryno oro kiekį žmonių sveikatai, pašalinti drėgmės perteklių ore ir jos žalingą poveikį pastato konstrukcijoms rekomenduojama minimali oro apykaita turėtų būti tarp 0,5 ir 1,0. Tai reiškia, kad oras patalpoje turi pasikeisti grynu per vieną arba dvi valandas. Reikia nepamiršti, kad papildomas oro kiekis reikalingas saugiam kuro degimui – dujinei viryklei virtuvėje, patalpų krosnims ar pan. Prasto sandarumo patalpose oras per valandą gali pasikeisti kelis kartus, o oro apykaitos rodiklis  $n$  gali būti lygus ir 3. Taip dažniausiai būna, kai pastate yra nesandarūs langai ir durys.

Šilumos kiekis, reikalingas, kad viename kubiniame metre oro temperatūra pakiltų vienu laipsniu, vadinamas oro tūrio savitąja šiluma  $C$ . Šis rodiklis lygus  $1,2 \text{ kJ}/(\text{m}^3\text{K})$ .

Šilumos nuostoliai, patiriami vėdinant patalpas, nustatomi oro apykaitą  $n$  padauginus iš patalpos tūrio  $V$ , oro savitosios šilumos  $C$  ir skirtumo tarp patalpos vidaus ir lauko oro temperatūrų.

$$\begin{array}{|c|} \hline \text{ŠILUMOS} \\ \text{SRAUTAS} \\ \text{VĒDINIMUI (W)} \\ \hline \end{array} = \begin{array}{|c|} \hline \text{savitoji} \\ \text{šiluma} \\ \text{(kJ}/(\text{m}^3\text{K}) \\ \hline \end{array} \times \begin{array}{|c|} \hline \text{oro} \\ \text{apykaita} \\ \text{(1/h)} \\ \hline \end{array} \times \begin{array}{|c|} \hline \text{patalpos} \\ \text{tūris} \\ \text{(m}^3\text{)} \\ \hline \end{array} \times \begin{array}{|c|} \hline \text{temperatūrų} \\ \text{skirtumas} \\ \text{(K)} \\ \hline \end{array}$$

Tam, kad būtų gautas atsakymas  $W$ , reikia atsižvelgti į naudojamus dydžius ir jų matavimo vienetus. Tuomet ši formulė tampa lygi tiesiog

## PATALPOS ŠILUMOS NUOSTOLIAI IR LAUKO ORO TEMPERATŪROS RAIDA – DIENOLAIPSNIAI

Patalpos šilumos nuostoliai gaunami šilumos srautą padauginus iš jo buvimo trukmės  $t$ . Taip iš  $W$  ar  $kW$  gaunamos  $kWh$ , kurios jau tiesiogiai susijusios su išlaidomis šildymui ir vėdinimui. Papildžius šilumos srauto formules trukmės daugikliu gaunama:

$$\text{PERDAVIMO ŠILUMOS NUOSTOLIS} = \text{plotas} \times U \times (\Delta T \times \text{trukmė}),$$

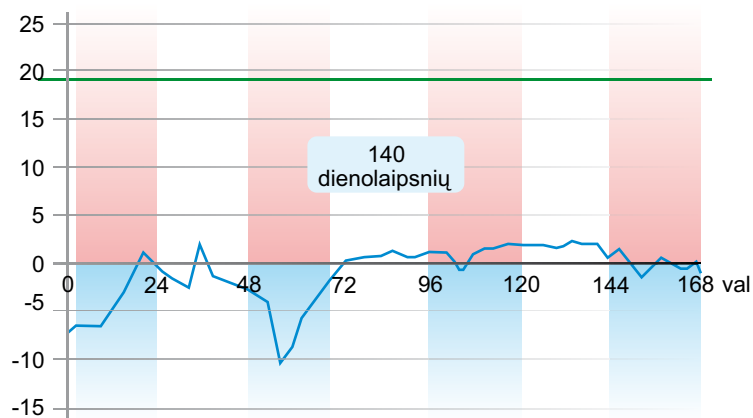
$$\text{VĒDINIMO ŠILUMOS NUOSTOLIS} = 1/3 \times n \times V \times (\Delta T \times \text{trukmė}).$$

Šios skirtingus reiškinius (šilumos perdavimą per atitvaras ir gryno oro pašildymą) įvertinančios formulės turi panašią struktūrą. Pastato ar atskiros patalpos perdavimo ir vėdinimo šilumos nuostoliai turi bendrą daugiklį ( $\Delta T \times \text{trukmė}$ ). Svarbu išsivaizduoti šio daugiklio raidą viso šildymo sezono metu, kuris Lietuvoje trunka beveik septynis mėnesius, šiek tiek per 200 parų (žiūr. 2 lentelę). Dažniausiai jis prasideda spalio viduryje ir baigiasi balandžio viduryje. Šildymo sezonas prasideda arba pasibaigia tuomet, kai trijų parų vidutinė lauko temperatūra būna ties  $10^\circ\text{C}$  riba. Taigi  $\Delta T$  visų pirma nuolat keičiasi dėl to, kad kinta lauko oro temperatūra. Apie galimas šios temperatūros reikšmes kiekvienas turime asmeninę patirtį. Apie tai galime pasiskaityti ir [www.meteo.lt](http://www.meteo.lt), kur pateikiama informacija apie Lietuvos klimatą. Reikėtų atkreipti dėmesį, kad lyginant patalpų šilumos nuostolius skirtingose šalyse ar vietovėse pamirštami galimi skirtumai, atsirandantys dėl savitos temperatūrų raidos. Kita vertus, galimi ir patalpos oro temperatūros kitimai šildymo sezono metu. Ši sandauga ( $\Delta T \times \text{trukmė}$ ) gali būti nustatyta parai, savaitei, mėnesiui, visam šildymo sezonui ar bet kuriam kitam pasirinktam laikotarpiui. Šildymo technikoje (ir kitose srityse, pvz., agronomijoje) pasirinkto laikotarpio paromis bei patalpos ir lauko temperatūrų skirtumo sandauga vadinama dienolaipsniais. Taigi pasirinkto laikotarpio sandauga ( $\Delta T \times \text{trukmė}$ ) ir yra jo dienolaipsniai.



1.5 paveiksle mėlyna linija vaizduoja lauko oro temperatūros raidą per savaitę (x ašyje pažymėtos valandos). Žalia linija rodo patalpos oro temperatūrą. Šiuo atveju lauke savaitės vidutinė temperatūra yra  $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ , o patalpos vidaus temperatūra yra  $19\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Patalpai tuo laikotarpiu turėjome  $(19-(-1)) \times 7 = 140$  dienolaipsnių. Grafiškai tai yra plotas tarp vidaus ir lauko oro temperatūrų raidos per nagrinėjamą laikotarpį, matuojamą paromis.

**SAVAITĖS TEMPERATŪROS RAIDA (mėlyna linija)  
IR PATALPOS VIDAUS TEMPERATŪRA (žalia linija) APRIBOTAS PLOTAS  
YRA DIENOLAIPSNIAI**



1.5 pav.

Aukščiau parodytose formulėse daugiklis prieš dienolaipsnius apibūdina namo ar jo dalies šilumines savybes. Abiejų formulių pradinė dalis skiriasi atskirų dydžių fizine prasme, bet jų rezultato prasmė yra tapati. Tiek sandauga (**plotas**  $\times$  **U**), tiek sandauga ( $1/3 \times n \times V$ ) parodo perdavimui ar vėdinimui tenkantį šilumos srautą, kai patalpos vidaus ir lauko temperatūros skirtumas tėra vienas laipsnis. Toks dydis vadinamas savituoju šilumos nuostoliu ir matuojamas W/K. Tai savotiškas namo šilumos „pralaidumas“. Jis nesiejamas su lauko bei patalpų oro

temperatūromis ar šildymo trukme. Šis rodiklis toks pat bet kurioje šalyje ir bet kuriuo metų laiku, lyg kokia nors duotos būsenos pastato „šiluminė konstanta“. Kaip matyti iš skaičiavimams naudojamų dydžių, šilumos perdavimui ir vėdinimui savitieji šilumos nuostoliai turi visiškai skirtingą prigimtį. Taigi ir jų gerinimo priemonės visiškai skirtingos.

Galimas pavyzdys – patalpa su viena išorės siena su langu. Sienos plotas be lango ploto  $A_s=10\text{ m}^2$ , o jos šilumos perdavimo koeficientas  $U_s = 0,5\text{ W/m}^2\text{K}$ . Lango plotas  $A_L=1,5\text{ m}^2$ , o jo šilumos perdavimo koeficientas  $U_L = 1,8\text{ W/m}^2\text{K}$ . Patalpos tūris  $V=36\text{ m}^3$ , oro apykaitos rodiklis  $n=0,5\text{ 1/h}$  (patalpos tūrio oro pasikeitimas per valandą). Šios patalpos šilumos pralaidumas **H** suskaičiuojamas taip:

$$H = (10 \times 0,5 + 1,5 \times 1,8) + (1/3 \times 0,5 \times 36) = 7,7 + 6,0 = 13,7\text{ W/K.}$$

Pasinaudojus taip nustatytu patalpos šilumos pralaidumu **H** suskaičiuojami jos šilumos nuostoliai kWh per aptariamą savaitę:

$$Q = QS + QV = (7,7 + 6,0) \times 140 \times 24 / 1000 = 25,87 + 20,16 = 46,03\text{ kWh.}$$

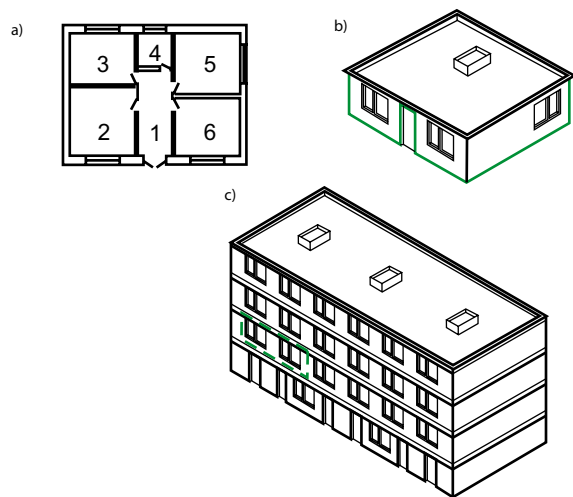
Matyti, kad galima lengvai atskirti nuo klimato ir patalpos vidaus temperatūros nepriklausančias pastato šilumines savybes, nusistatant jo šiluminį pralaidumą. Pastatas, kurio šilumos pralaidumas aiškus ir kurio patalpose pasirinkto šildymo sezono metu palaikoma pasirinkta pastovi temperatūra, būdamas tam tikrose klimato sąlygose (taip pat šiltą ar šaltą žiemą), sunaudos aukščiau išdėstytu būdu nustatomą šilumos kiekį. Kiekvienas pastatas ar butas turi tam tikrą šilumos pralaidumo rodiklį, kuriam proporcingas pastato ar buto šilumos poreikis. Tam tikrai vietai pagal ilgamečius stebėjimus yra nustatyti šildymo sezono dienolaipsniai. Juos kai kurioms vietovėms galima rasti pasinaudojus 2 lentelės duomenimis. Padauginus pasirinkto pastato šilumos pralaidumą iš dienolaipsnių, o matavimo vienetais suderinti dar padauginus iš

24 ir padalinus iš 1000 gaunamas rodiklis, kiek kWh šilumos suvartoja pastatas šildymo sezono metu. Galime elgtis ir priešingai. Žinodami, kiek šilumos suvartojama, lauko bei vidaus oro temperatūrų duomenis šilumos vartojimo laikotarpiu, galime surasti būsto šilumos pralaidumą – jo savituosius šilumos nuostolius.

## PASTATO AR BUTO ŠILUMOS POREIKIAI ŠILDYMOI IR VĖDINIMUI

Aptarkime apie 66 m<sup>2</sup> bendrojo ploto 1.6 paveiksle parodytą būstą (a). Jis gali būti vienu aukšte individualiame name be rūšio, sutapdintu plokščiu stogu (b). Tokio pat dydžio būstas gali būti ir daugiabučio namo dalimi (c).

### 66 m<sup>2</sup> BENDROJO PLOTO BŪSTAS (a) GALI BŪTI VIENO AUKŠTO INDIVIDUALIAME NAME (b) AR DAUGIABUTYJE (c)



1.6 pav.

Pastatyti abu šie pastatai apie 1990 metus. Taigi jų išorinių atitvarų šilumos perdavimo koeficientai tik šiek tiek geresni, nei tuo metu galioję privalomieji reikalavimai.

Aukščiau paaikšintu būdu 4 lentelėje suskaičiuotas vienu aukšto gyvenamojo namo šilumos pralaidumas.

Matyti, kad daugiau kaip 80 % šilumos prarandama per atitvaras. Akivaizdu, kad siekiant sumažinti šilumos kiekį, skirtą komfortui patalpose palaikyti, reikia atkreipti dėmesį į atitvarų šiluminės savybes. Aišku, kad jas pagerinus išsaugės vėdinimui skirta išlaidų da-

4 lentelė. Vienbučio, iki 1990 m. statyto pastato šilumos pralaidumo skaičiavimai.

Patalpos pavadinimas	Oro apykaitos rodiklis, 1/h	Patalpos tūris, m <sup>3</sup>	Šilumos pralaidumas, W/K	Šilumos pralaidumo dalis, %
Holas	0,5	30,80	5,13	2,1 %
Svetainė	0,5	40,18	6,70	2,7 %
Darbo kambarys	0,5	34,30	5,72	2,3 %
Miegamasis	0,5	34,30	5,72	2,3 %
Virtuvė	1,5	29,40	14,70	6,0 %
Vonia	1,5	16,80	8,40	3,4 %
<b>Iš viso vėdinimui:</b>			<b>46,36</b>	<b>18,9 %</b>

Išorės atitvaros pavadinimas	Šilumos perdavimo koeficientas, W/m <sup>2</sup> K	Išorės atitvaros plotas, m <sup>2</sup>		
Išorinės sienos	1,00	99,11	99,11	40,5 %
Langai	2,00	11,10	22,20	9,1 %
Lauko durys	1,80	2,40	4,32	1,8 %
Stogas	0,60	80,00	48,00	19,6 %
Grindys ant grunto	0,65	80,00	24,70	10,1 %
<b>Iš viso perdavimui:</b>			<b>198,33</b>	<b>81,1 %</b>
<b>Iš viso pastatui:</b>			<b>244,69</b>	<b>100,0 %</b>

lis. Čia svarbu atminti, kad, nepaisant to, kiek būstas bus šiltinamas ir šildomas, gyventojas turi gauti jam reikalingą gryno oro kiekį. Natūraliai ar specialiai įrengto vėdinimo pagalba šviežias oras patenka iš lauko ir turi būti sušildytas iki reikiamos temperatūros.



Tarkim, kad pasirinktam pastatui pakeičiami išorinių atitvarų šilumos perdavimo koeficientai, t.y. jam keičiami langai, durys, apšiltinimos išorinės sienos, stogas, grindys. Šių pakitimų skaičiavimo rezultatai parodyti 5 lentelėje.

Matyti, kad pastato šiluminis pralaidumas sumažėjo nuo **244,69** iki **114,63**, t.y. **2,13** karto. Šiuo atveju nebuvo pakeistas vėdinimo būdas. Norint tiekti į patalpą gryną orą, tuo pat metu reikia šalinti jau esantį patalpoje šiltą orą. Šiluma tokio proceso metu būtų taupoma, jei iš patalpos šalinamas oras savo šilumą atiduotų į patalpą tiekiamam šviežiam orui. Tam visų pirma reikia įsirengti dalį šilumos iš šalinamo oro sugražinantį šilumokaitį. Jo plyšiniaus kanalais patalpos šiltas oras teka lauk, o priešinga kryptimi teka šviežias šaltesnis oras. Per šiuos kanalus skiriančias sienėles šiluma iš šilto oro perduodama vėsiam. Tad šviežią orą jau reikia mažiau pašildyti. Tokio šilumokaičio principinė schema parodyta paveiks-

5 lentelė. Vienbučio namo šiluminio pralaidumo skaičiavimai esant kokybiškam apšiltinimui.

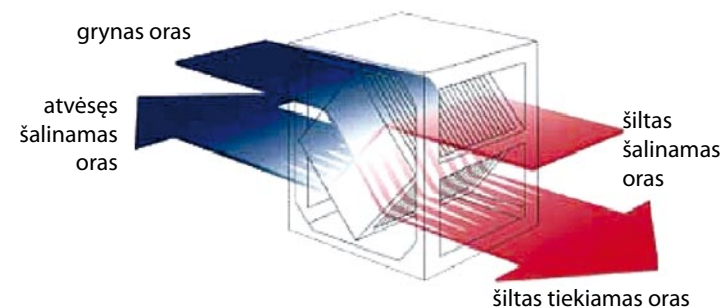
Patalpos pavadinimas	Oro apykaitos rodiklis, 1/h	Patalpos tūris, m <sup>3</sup>	Šilumos pralaidumas, W/K	Šilumos pralaidumo dalis, %
Holas	0,5	30,80	5,13	4,5 %
Svetainė	0,5	40,18	6,70	5,8 %
Darbo kambarys	0,5	34,30	5,72	5,0 %
Miegamasis	0,5	34,30	5,72	5,0 %
Virtuvė	1,5	29,40	14,70	12,8 %
Vonia	1,5	16,80	8,40	7,3 %
<b>Iš viso vėdinimui:</b>			<b>46,36</b>	<b>40,4 %</b>

Išorės atitvaros pavadinimas	Šilumos perdavimo koeficientas, W/m <sup>2</sup> K	Išorės atitvaros plotas, m <sup>2</sup>		
Išorinės sienos	0,20	99,11	19,82	17,3 %
Langai	1,60	11,10	17,76	15,5 %
Lauko durys	1,20	2,40	2,88	2,5 %
Stogas	0,16	80,00	12,80	11,2 %
Grindys ant grunto	0,25	80,00	15,00	13,1 %
<b>Iš viso per atitvaras:</b>			<b>68,26</b>	<b>59,6 %</b>
<b>Iš viso pastatui:</b>			<b>114,63</b>	<b>100,0 %</b>

le 1.7, o 1.8 paveiksle – pavyzdys vienam kambariui skirto gaminio, įrengiamo to kambario išorinėje sienoje.

Taigi, jeigu būtų įrengta vidutinio lygio šilumogražinė, kitaip vadinama rekuperacinė, vėdinimo sistema, kurios sezoninis efektyvumo rodiklis 50 %, tai vėdinimo šiluminis pralaidumas nuo **46,36 W/K** sumažėtų iki **23,18 W/K**. Tuomet pastato atitvarų apšiltinimas ir langų pakeitimas kartu su vėdinimo sistemos patobulinimu leistų sumažinti pastato šiluminį pralaidumą nuo **244,69** iki **91,44**, t.y. **2,68** karto.

#### VĖDINIMO ŠILUMOGRAŽIO (REKUPERATORIAUS) PRINCIPINĖ SCHEMA



1.7 pav.

Jei šis tokio dydžio ir atitvarų namas taptų 1.6 paveiksle parodyto daugiabučio dalimi, tai vėdinimo šiluminis pralaidumas liktų toks pat, kaip ir jam būnant atskiru namu. Nepasikeitė nei būsto tūris, nei gyventojų skaičius, tad bet koku būdu reikalingas šviežio oro kiekis išliko toks pat. Vertinant šį atvejį per šiluminio pralaidumo prizmę, liktų be šilumogražos **46,36 W/K**, o su šilumograža **23,18 W/K**. Tačiau šilumos pralaidumas per atitvaras perduodamai šilumai ženkliai pasikeistų. Anksčiau atskirame name nagrinėtas būstas, būdamas daugiabučio viduriniame aukšte kraštiniu butu (žiūr. 1.6 pav.), neturės šilumos nuostolių per stogą ir grindis. Jis neturės ir dviejų išorinių sienų. Su „seno-

mis“ atitvaromis jo atitvarų šiluminis pralaidumas būtų **69,50 W/K**, o bendras šilumos pralaidumas **46,36+69,50 = 115,86 W/K**. Name vėdinimo dalis dėl nepakitusio kiekio sudarys jau 40 %. Apšiltinus esamas išorines sienas ir pakeitus langus iki 3 lentelėje nurodyto lygio, šio buto šilumos pralaidumas būtų **46,36 + 25,71 = 72,07 W/K**. Taigi, buto šilumos pralaidumas sumažėtų nuo **115,86** iki **72,07**, t.y. **1,6** karto. Vėdinimui reikalingas šilumos kiekis nepasikeistų, bet jam atitenkanti šilumos pralaidumo ar šilumos nuostolių dalis išaugtų nuo 40 % iki 64,3 %. Šiuo atveju vėdinimas tampa dominuojančiu šilumos naudotoju. Įrengta šilumografinė vėdinimo sistema buto šilumos pralaidumui suteiktų kitokią reikšmę: **23,18 + 25,71 = 48,89 W/K**. Palyginti su neatnaujintu butu, jo šilumos pralaidumas mažesnis **2,37** karto – ne **115,86**, bet **48,89**. Šilumos pralaidumo rodiklis akivaizdžiai parodo atskirų techninių šilumos taupymo priemonių poveikį bendroms būsto šilumos sąnaudoms. Šis rodiklis nesusijęs nei su lauko, nei su patalpos temperatūra ar šildymo sezono trukme. Kita vertus, tik pagal jį galima tarpusavyje palyginti įvairius šilumos taupymo techninius sprendimus. Tačiau nežinant suvartojamos šilumos kiekio, negalima skaičiuoti galimų šildymo ir vėdinimo išlaidų.

### ŠILUMOGRAŽIS KAMBARIUI, ĮRENGIAMAS JO IŠORINĖJE SIENOJE



1.8 pav.

Šilumos suvartojimui įvertinti reikėtų šilumos pralaidumą daugininti iš faktinių dienolaipsnių ( $\Delta T \times \text{trukmė}$ ), kurie šiltą ir šaltą žiemą skiriasi. Turbūt smalsu būtų sužinoti savo namo ar buto šilumos pralaidumą. Apytiksliai jį galima nustatyti žinant faktinį sunaudotos šilumos kiekį per tam tikrą laikotarpį ir jį padalinant iš to laikotarpio dienolaipsnių.

Pasirinkime vietovę, kurioje šildymo sezonas trunka 199 dienas, jo metu vidutinė lauko temperatūra yra  $-0,88\text{ }^{\circ}\text{C}$ , o patalpų viduje temperatūra būna  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Taigi šią vietovę apibūdinantys šildymo sezono dienolaipsniai lygūs: **20 - (-0,88) x 199 = 4155 DL**. Paskaičiuokime, kokie šilumos nuostoliai būtų anksčiau nagrinėtais atvejais. Rezultatai pateikiami 6 lentelėje.

6 lentelė. Šilumos nuostoliai, patiriami šildymo sezono metu skirtingo šilumos pralaidumo vienodo ploto name ar bute.

Nagrinėjamas būstas	Šildymo sezono šilumos nuostoliai	
	Viso būsto, kWh	Lyginamieji, kWh/m <sup>2</sup>
Individualus namas senomis atitvaromis	$244,69 \times 4155 \times 24/1000 = 24402$	370
Individualus namas naujomis atitvaromis	$114,63 \times 4155 \times 24/1000 = 11431$	173
Individualus namas naujomis atitvaromis su įrengta šilumograža	$91,44 \times 4155 \times 24/1000 = 9119$	138
Butas daugiabutyje su senomis atitvaromis	$115,86 \times 4155 \times 24/1000 = 11554$	175
Butas daugiabutyje su naujomis atitvaromis	$72,07 \times 4155 \times 24/1000 = 7187$	109
Butas daugiabutyje su naujomis atitvaromis ir su įrengta šilumograža	$48,89 \times 4155 \times 24/1000 = 4875$	74

Štai tokie galimi pastato šilumos pralaidumo gerinimo rezultatai. Beliktų padauginti šiuos šilumos kiekius iš šilumos kainos toje vietovėje ir pasirinkti, už kurį šilumos kiekį kasmet mokėti. Savaimė suprantama, kad norint pakeisti pastato ar buto šilumines charakteristikas reikia nemažai investuoti, tam tikrą laiką reikia skirti darbams atlikti. Tačiau aukščiau pateikti rodikliai turėtų padėti buto šeimininkui pačiam įvertinti, ar geriau vieną kartą sumokėti už būsto sutvarkymą ir mokėti mažiau už geresnes sąlygas, ar neinvestuoti į būsto atnaujinimą ir mokėti tiek pat už prastesnes sąlygas. Tačiau atnaujinus būstą dažniausiai ir komforto sąlygos pagerėja, ir būsto vertė padidėja.

Lieka viena problema – šilumos skaitiklio parodymai paprastai būna mažesni nei aukščiau nurodytų perdavimo ir vėdinimo šilumos nuostolių suma. Priežastis – vadinamasis šilumos pritekis. Jį sudaro per langus patenkanti šiluma (išorinis pritekis), žmonių, buitinių elektros prietaisų, apšvietimo, kita aplinkoje išskiriama šiluma (vidinis pritekis). Pritekis nuo saulės reikšmingesnis šildymo sezono pradžioje ir pabaigoje, taip pat šaltomis, bet saulėtomis dienomis. Jis praktiškai juntamas tik per langus rytų, pietryčių ar pietų pusėje. Vidinis pritekis pačiu paprasčiausiu, taigi ir mažiau tikslu būdu, galėtų būti įvertintas taip: žmogus išskiria 80 W šilumos srautą ir tokį patį – 80 W šilumos srautą sukuria patalpoje esantys buitiniai prietaisai bei apšvietimas. Toks srautas patalpose išbūna vidutiniškai 12 val. Tad šildymo sezono metu vienas buto gyventojas ir jo naudojama įranga patalpoms perduoda:

$$Q_{vp} = (160 \times 12 \times 199) / 1000 = 382 \text{ kWh/gyventojas}$$

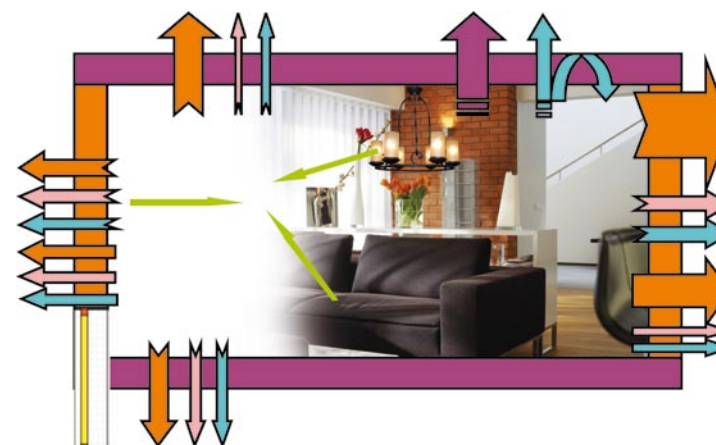
Tuomet aptariamam 66 kv. m ploto buto 3 gyventojai per visą šildymo sezoną perduotų **1146 kWh**. Jie sumažintų pastato šilumos pralaidumą apie **11,5 W/K**. Prastame name ar bute tai ne taip jau daug. Blogiausiu atveju tai sudaro apie 6 % visos šilumos, užtat geriausiu atveju – beveik 16 %.

Saulėtą dieną per langus patalpos šiek tiek sušildomos „nemokamai“. O kokia dalimi – nustatyti nelengva, nes pažvelgus į visą šildymo sezoną matyti, kad saulės parama šildymui pavasarį ir viduržiemį tikrai nėra tokia pati. Mūsų aptariamam 66 kv. m ploto butui saulės spinduliai vidutiniškai šildymo sezono metu duoda maždaug **600 kWh**. Tai yra maždaug pusė mūsų įvertintų vidinių pritekčių (nuo žmonių, apšvietimo, buitinių prietaisų). Tarkim, kad pastato šilumos pralaidumas dėl saulės poveikio sumažėja apie **5,5 W/K**. Dėl visų pritekčių būsto šilumos pralaidumas sumažėja apie **17 W/K**. Taigi 4, 5, 6 lentelėse turimi rezultatai šių dydžių neįvertina, nors profesionaliuose inžineriniuose skaičiavimuose tai yra

atliekama. Be kita ko, šie pritekčiai beveik nepriklauso nuo būsto atitvarų ir vėdinimo sistemos suformuojamo šilumos pralaidumo, jie yra tokie patys tiek atnaujintame, tiek neatnaujintame būste.

Čia svarbu suprasti, kad pritekčiai, ypač saulės šiluma, gali nesumažinti išlaidų šildymui, jei šildymo sistema nesugebės sureaguoti į šį nemokamą papildomą šilumos srautą ir iš centralizuoto šildymo tinklų perkamos šilumos kiekio nesumažins. Tokiu atveju

### APTARTO BŪSTO ŠILUMOS NUOSTOLIAI ESANT ĮVAIRIEMS JO ŠILUMINIŲ CHARAKTERISTIŲ LYGIAMS



gali tik pakilti patalpos temperatūra, ko gyventojams galbūt ir nereikėjo. Tam, kad sumažėtų išlaidos, šildymo sistema privalo kiekvienoje patalpoje turėti tinkamą reguliavimo įrangą – termostatą. Išlaidas šildymui galima sumažinti termostatais mažinant temperatūrą patalpose iki norimo laipsnio. Bet jei bute nebus šilumos sąnaudų išdalavimo sistemos ar buto šilumos sąnaudų skaitiklio, tai termostatu sumažintos šilumos sąnaudos sumažins tik viso namo šilumos sąnaudas, tačiau gyventojų išlaidos šildymui, proporcingai pastangoms taupyti šilumą, gali ir nesumažėti.

Aukščiau atlikti skaičiavimai kartu parodoti 1.8 paveiksle. Variantai atitinka 6 lentelės sutartinius žymėjimus.

Šiame paveiksle rodyklių plotis yra proporcingas per atitinkamas atitvaras šildymo sezono metu perduodamam šilumos kiekiui. Matyti, kad smarkių pokyčių labiausiai paplitusiuose prieš keletą dešimtmečių statytuose namuose galima pasiekti apšiltinus išorės sienas ir stogus. Pakeisti langai paveiksle akivaizdžiai neparodo pasiekiamo efekto, bet čia neatspindi šilumos praradimai dėl nesandarių senų langų.

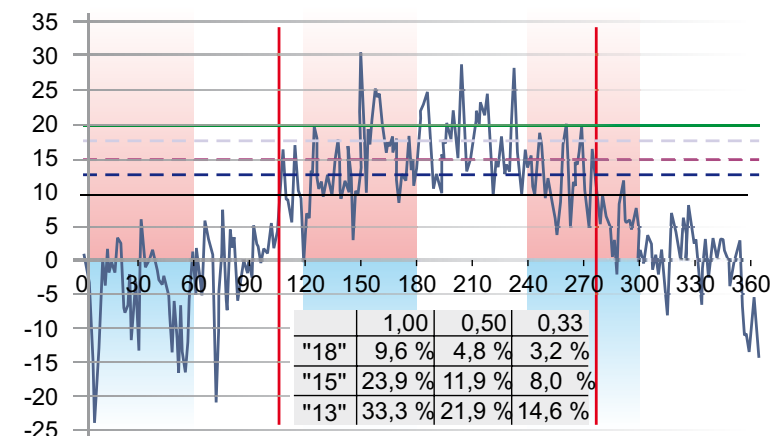
Papildomai verta aptarti, ar galima sumažinti šilumos sąnaudas, tam tikru paros metu patalpose palaikant žemesnę temperatūrą. Pažvelgsime, kokią įtaką turi tam tikru laiku nuolatos temperatūrą sumažinus nuo minimalios leistinos 20 °C iki 18 °C ir net iki 15 °C. Vienu atveju žemesnė temperatūra bus tiekama trečdali paros, kitu – pusę paros, o trečiu – nuolatos.

1.10 paveiksle parodyta lauko oro temperatūros raida per metus. Vertikalios raudonos linijos parodo šildymo sezono ribas, kaip jau minėta, esančias maždaug balandžio ir spalio viduryje. Plotas tarp patalpos, kurioje yra 20 °C, temperatūrą rodančios žalios linijos ir temperatūrų raidos linijos yra lygus aukščiau aptartiems dienolaipsniams, o šildymo sezono metu jie yra proporcingi šilumos nuostoliams.

Iš paveikslo matyti, kad esant žemesnei patalpos oro temperatūrai dienolaipsnių skaičius sumažėja, taigi sumažėja ir šilumos nuostoliai. Ar ženkliai? Rezultatai, parodyti paveiksle esančioje lentelėje, atspindi padėtį, kai lauko temperatūra būdinga Lietuvos

klimatui. Taigi trečdali paros patalpoje palaikant ne 20 °C, o 18 °C temperatūrą, šildymui reikės beveik 10 % mažiau šilumos. Jeigu tai būtų daroma pusę paros, o temperatūra būtų sumažinta iki 15 °C, šildymui reikės 3,2 % mažiau šilumos. Lentelėje galima rasti ir kitus paskaičiavimus, kiek šilumos būtų sutaupoma vienaip ar kitaip sumažinus patalpų temperatūrą. Tokie veiksmai gali būti programuojami šilumos punkto valdymo pulte ar patalpoje esančio termostatu. Galima teigti, kad sutaupytos šilumos kiekis mažinant temperatūrą patalpose priklauso nuo klimato kaitos šildymo sezono metu. Iš tiesų, konkretus sutaupytos šilumos kiekis vienetais priklauso nuo to, kiek ženkliai bus sumažinta temperatūra patalpose. Nesvarbu, ar žiema yra šalta, ar šilta, ar pastatas yra šiltuose, ar šaltuose kraštuose – sutaupomos šilumos kiekis lieka toks pat. Reikėtų atkreipti dėmesį, kad planuojant įrengti šildymo sistemą su galimybe reguliuoti patalpų temperatūrą, privalu pasirinkti kiek galingesnius šildymo katilus ir šildymo prietaisus nei įprasta.

#### TEMPERATŪROS PAŽEMINIMO ĮTAKA ŠILUMOS SĄNAUDOMS KONKRETAUS KLIMATO SĄLYGOMIS



Jei sugrįžtume prie šilumos nuostolių skaičiavimo, tai keisdami sienų šilumines savybes ar tobulindami vėdinimo sistemą, keistume ir pastato šilumos pralaidumą (keistūsi šilumos nuostolių formulėse kairėje pusėje esantys nariai). Kai mes siekiame pažeminti patalpų temperatūrą, tai sumažiname lygtyse daugiklį ( $\Delta T \times$  trukmė), t.y. pakeičiame dienolaipsnius. Daugiabučiame name šilumą galime prarasti ar tiesiog gauti netinkamą jos kiekį dėl netinkamo, nesubalansuoto šilumos paskirstymo laiptinėse, stovuose ar butuose. Šis trūkumas išsprendžiamas įrengiant vadinamuosius balansinius ventilius. Pritėkis nuo žmonių, apšvietimo, buitinių prietaisų ir saulės, kitos šildymo sistemos valdymo galimybės (pvz., balansiniais ventiliais) sukelia sudėtingiau apibūdinamus procesus ir veikia tiek vienus, tiek kitus šilumos nuostolių lygčių daugiklius. Dėl to skaičiavimai turi būti atliekami kruopščiau, tam reikia ir specialaus pasirengimo, kuris įgyjamas studijuojant pastatų energetikos ar panašias studijų programas.

## PASTATO AR BUTO ŠILUMOS POREIKIAI KARŠTAM VANDENIUI

Mūsų buičiai reikalingas karštas vanduo. Buitiniu karštu vandeniu vadinamas iki higienos normomis nustatytos 55 °C temperatūros pašildytas geriamasis vanduo. Pašildomo geriamojo vandens temperatūra skirtingais metų laikais gali svyruoti tarp 8–12 °C. Tam, kad 1 litro vandens temperatūrą būtų galima pakelti 1°C, reikia sunaudoti apie 4,2 kJ šilumos. Šis dydis vadinamas vandens tūrio savitąja šiluma. Tarkime, kad karštas vanduo šildomas nuo 10 °C iki 55 °C. Tuomet:

$$\begin{array}{|c|} \hline \text{ŠILUMA} \\ \hline \text{1 m}^3 \text{VANDENS} \\ \hline \text{PAŠILDYTI} \\ \hline \end{array} = \begin{array}{|c|} \hline \text{vandens} \\ \hline \text{tūrio savitoji} \\ \hline \text{šiluma} \\ \hline \end{array} \times \begin{array}{|c|} \hline 1000 \\ \hline \text{litrų} \\ \hline \end{array} \times \begin{array}{|c|} \hline (55-10) \text{ }^\circ\text{C} \\ \hline \end{array}$$

Kad atsakymas būtų gautas iki šiol naudotomis kWh, reikia gautą rezultatą padalinti iš 3,6. Tuomet gaunama, kad 1 m<sup>3</sup> vandens

pašildyti reikia 52,5 kWh šilumos. Dabartinėje buitinio karšto vandens tiekimo praktikoje, atsižvelgiant į galimus vandens temperatūros svyravimus, šis dydis prilyginamas 51 kWh/m<sup>3</sup>. Jis naudojamas nustatant šilumos kiekį, reikalingą karštam vandeniui sušildyti, kai vienu skaitikliu matuojama šildymui ir karštam vandeniui sunaudojama šiluma.

Bute suvartojamo karšto vandens kiekis priklauso nuo gyventojų įpročių, jų gyvenimo būdo, socialinių, ekonominių, kultūrinių veiksnių. Paskaičiuota, kad pastaruoju metu Lietuvos miestuose vienas gyventojas per mėnesį vidutiniškai suvartoja apie 1,1–1,5 m<sup>3</sup> karšto vandens. Tad kiekvienam gyventojui per mėnesį vandeniui pašildyti reikia apie 70 kWh šilumos. Skaičiuojama, kad trijų asmenų šeimai karštam vandeniui pašildyti reikėtų 210 kWh šilumos. Kalbant apie bendrus būsto energijos poreikius, reikia atsižvelgti, jog į juos neįtraukiamas karštas vanduo maistui ruošti.

Svarbi aprūpinimo karštu vandeniu ypatybė ta, kad šiluma karštam vandeniui pašildyti sudaro tik dalį šios paslaugos šilumos poreikių. Šiluma reikalinga dar ir karšto vandens tiekimo sistemai, kuri savo ruožtu susijusi su vonios patalpos pašildymu ir temperatūros karšto vandens sistemoje palaikymu. Tuo nepasirūpinus, karštas vanduo vamzdynuose atšaltų, o norėdami pasinaudoti karštu vandeniu gyventojai nemažą kiekį vandens būtų priversti tiesiog išpilti, kol karštas vanduo iš pašildymo įrenginio pasiektų maišytuvą. Karšto vandens sistemos vamzdynų skleidžiama šiluma patenka ir į patalpas, o šildymo sezono metu „talkina“ šildymo sistemai. Vadinamasis gyvatukas yra skirtas būtent reikiamai temperatūrai vonios kambarėje palaikyti, sudrėkusiems rankšluosčiams džiovinti. Kiek šilumos sunaudojama šioms reikmėms? Aptariamą karšto vandens tiekimo sistemą sudaro vamzdynai, per kurių sienelės didžioji dalis šilumos patenka į butą. Karštam vandeniui tekant vamzdžiu, jo 1 metro atiduodamą šilumos srautą apytikriai galima nustatyti pagal formulę:

$$\begin{array}{|c|} \hline \text{VAMZDŽIO 1 m} \\ \hline \text{ŠILUMOS SRAUTAS} \\ \hline \text{(W/M)} \\ \hline \end{array} = \begin{array}{|c|} \hline \text{VAMZDŽIO} \\ \hline \text{SKERSMUO (mm)+5} \\ \hline \end{array}$$



Tarkim, kad buto karšto vandens sistemą sudaro 7 metrai 15 mm skersmens ir 5 metrai 25 mm skersmens vamzdžių. Tokia struktūra gana paplitusi daugiabučiuose. Per tokių vamzdžių sienelės į patalpą nuolatos tekės 290 W šilumos srautas, o per mėnesį bus sunaudota 212 kWh šilumos. Tam tikra dalis šilumos iš karšto vandens ruošimo sistemos dar bus prarasta rūsiuose paklotuose magistraliniuose vamzdynuose.

Numatytą butą norint aprūpinti karštu vandeniu, reikės sunaudoti 422 kWh šilumos per mėnesį arba 5064 kWh šilumos per metus. Skaičiuojant kitaip, 1 m<sup>2</sup> buto tektų 76 kWh šilumos. Tačiau maždaug trečdalis šio šilumos kiekio šildymo sezono metu „talkins“ šildymo sistemai. Tuomet galima teigti, kad karštam vandeniui ruošti iš tiesų tenkantis šilumos kiekis yra 50 kWh/m<sup>2</sup>. Reikia atkreipti dėmesį, kad karšto vandens suvartojimas priklauso ne nuo buto dydžio, bet nuo gyventojų skaičiaus ir karšto vandens tiekimo sistemos techninių sprendinių.

Palyginus karštam vandeniui ruošti sunaudojamos šilumos kiekį su 6 lentelėje esančiais šešiais būsto šildymui ir vėdinimui reikalingos šilumos kiekiais, gauname, kad karšto vandens paslaugai reikalinga 50 kWh/m<sup>2</sup> šiluma sudaro apie 12 % prasčiausių šiluminių charakteristikų būste. Būste naujomis atitvaromis ir su įrengta šilumogrąža šis kiekis sudaro 40 %. Šilumos taupymo būdai karštam vandeniui ruošti skiriasi nuo būdų taupyti šilumą šildymui ir vėdinimui. Visų pirma, šiluma karštam vandeniui ruošti praktiškai nepriklauso nuo išorės temperatūros ir pastato šiluminių charakteristikų. Siekiant tausoti karštam vandeniui tenkančią šilumą, daug dėmesio reikia kreipti į jo racionalų vartojimą. Norint prileisti 110 litrų talpos vonią karšto vandens, reikės sunaudoti 5 kWh šilumos. Tuo tarpu maudantis po dušu bus sunaudota apie 30 litrų vandens, o jam pašildyti reikės apie 1,4 kWh šilumos. Reikia atkreipti dėmesį, kad čia paisome tik šilumos sąnaudų, bet geriamojo vandens kiekis savo ruožtu turi įtakos mūsų išlaidoms. Antai sunaudojamo vandens kiekį, o kartu ir jam pašildyti reikalingą šilumą taupo kokybiški čiaupai, dušų galvutės. Svirtiniai čiaupais galima lengvai ir greitai paleisti bei sustabdyti vandenį. Vadinamieji aeraciniai čiaupai, dušų galvutės sumažina vandens srautą (debitą), tačiau padidina to srauto stiprumą ir suteikia prabangios minkštos srovės pojūtį.

Vis labiau ir Lietuvoje susidomima saulės energijos panaudojimu karštam vandeniui šildyti. Apytiksliai suskaičiuota, kad vienas gyventojas, įsirengęs 1,5 m<sup>2</sup> ploto saulės kolektorių, juo galėtų pasišildyti apie 60 % reikalingo buitinio karšto vandens.

## PASTATŲ ŠILUMOS SUVARTOJIMAS – FAKTAI IR SKAIČIAI

Europos Sąjunga skiria daug dėmesio efektyviam energijos vartojimui ir iki 2020 m. siekia įgyvendinti tokius tikslus:

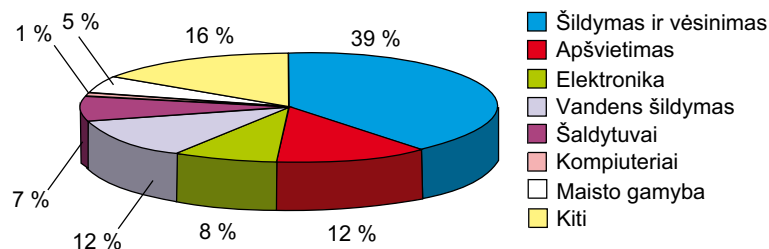
- didinti energinį pastatų efektyvumą, kuris leistų sumažinti bendrą energijos suvartojimą 20 % (palyginti su 2005 m. lygiu);
- pasiekti, kad atsinaujinanti energija sudarytų 20 % bendro suvartojamos energijos kiekio (11,5 % viršyti 2005 m. indėlių);
- 20 % sumažinti šiltnamio efektą sukeliančių dujų, išmetamų į atmosferą, kiekį, palyginti su 1990 m. į atmosferą išmestų dujų kiekiu (14 % palyginti su 2005 m.).

Pastatai yra didžiausias energijos vartotojas Europos Sąjungoje (suvartoja apie 40 % visos energijos) ir daugiausia prisideda prie šiltnamio efektą sukeliančių dujų kiekio susidarymo. Skaičiuojama, kad iš pastatų į atmosferą išmetama apie 36 % visoje Europos Sąjungoje susidarancio CO<sub>2</sub> kiekio, iš jų 63 % – iš gyvenamųjų namų. Pasauliniai rodikliai yra panašūs. Tačiau skirtingos klimato sąlygos, statybos tradicijų įvairovė ir skirtingas ekonominio išsivystymo lygis paslepia daug problemų.

Energijos vartojimo pastatuose tendencijos yra tiesiogiai susijusios su energetikos infrastruktūros atnaujinimu, naujų pastatų statyba, senų pastatų modernizavimu, jų priežiūra, šildymo, vėdinimo ir vėsinimo sistemų pakeitimais, pastatų nugriovimu.

Europos Sąjungoje yra apie 160 milijonų pastatų. Būsto fondas Europos Sąjungoje naujais pastatais pastaruoju metu papildomas maždaug 1–1,5 % per metus. Šis būsto fondas ne tik pasipildo naujais pastatais – per metus nugriaunama apie 0,2–0,5 % pastatų. Manoma, kad ši tendencija artimiausiu metu nekis. Atnaujinamų senų pastatų yra apie 2 % per metus. Kiekvienais metais šildymo sistemos yra pakeičiamos maždaug 5 % pastatų. Tokios pat tendencijos taikytinos ir negyvenamiems pastatams – mokslo, medicinos įstaigoms, sandėliams, nors jų statybos

### ENERGIJOS SAŪNAUDŲ STRUKTŪRA EUROPOS SĄJUNGOJE GYVENAMUOSIUOSE PASTATUOSE



1.11 pav.

ar atnaujinimo tempai priklauso nuo pastatų tipo. Europos Sąjunga kelia valstybėms narėms tikslą, kad nuo 2020 m. visi naujai statomi pastatai būtų beveik vadinamosios nulinės energijos suvartojimo klasės – jie beveik nenaudotų energijos, pagamintos iš iškastinio kuro. Tačiau jei tuoj pat būtų pradėti statyti tik tokie pastatai, ženklūs pokyčiai pasijustų tik po dviejų dešimčių metų. Nepaisant to, tokie veiksmai yra neatidėliotini.

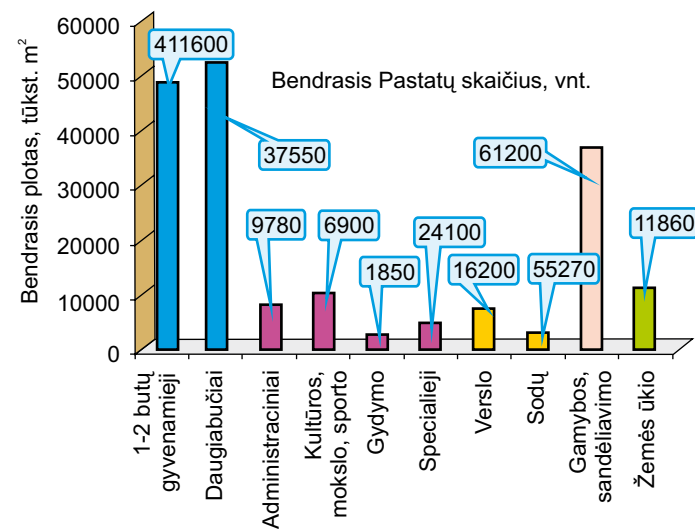
Lietuvoje yra apie 640 tūkst. pastatų, neskaičiuojant pagalbinių. Jie skirstomi į gyvenamuosius ir ne gyvenamuosius. Pastariesiems priskiriami administraciniai, verslo (viešbučiai, prekybos, paslaugų, maitinimo ir poilsio pastatai), gamybos, pramonės, sandėliavimo, transporto, kultūros, mokslo ir sporto, gydymo, žemės ūkio (fermos, kitokie ūkiniai pastatai, šiltnamiai), sodų, specialiosios, religinės ir kitos paskirties pastatai. Gyvenamieji pastatai būna vieno ir dviejų butų bei trijų ir daugiau butų (daugiabučiai). Šiai kategorijai dar priklauso įvairių socialinių grupių gyvenamieji namai. Duomenys apie šių pastatų skaičių ir dydį (bendrąjį plotą) parodyti 1.12 paveiksle. Kaip matome, gyvenamieji namai apima per 55 % visų pastatų bendrojo ploto ir viršija 100 mln. m<sup>2</sup>. Vieno ir dviejų butų namai, kurių yra apie 411,6 tūkst., kartu su gyvenamaisiais sodų namais užima apie pusę šio ploto. Likusią dalį užima daugiabučiai, kurių yra 37,55 tūkst. Kadangi daugiabučiu laikomas

namas, kai jame yra trys ar daugiau butų, tai apie 21 tūkst. daugiabučių yra vieno ir dviejų aukštų pastatuose, nors jie tesudaro 15 % bendrojo visų daugiabučių ploto. Tokiuose namuose vidutiniškai yra po 6 butus. Apie 65 % daugiabučių ploto užima trijų – penkių aukštų namai, kuriuose yra vidutiniškai po 40 butų. Tokių pastatų yra apie 14,4 tūkst. Aukštesnių daugiabučių tėra apie 2,5 tūkstančio ir juose vidutiniškai yra po 72 butus.

Per pastaruosius 10 metų Lietuvos gyvenamasis fondas per metus vidutiniškai papildydavo apie 0,5 %. Tiesa, 2008 m. miestuose jo metinis prieaugis buvo beveik 2 %.

Kaip ir Švedijoje, taip ir Lietuvoje beveik pusei būstų šiluma tiekama centralizuotais šilumos tiekimo tinklais. Po Danijos ir Suomijos esame treči pagal šį rodiklį pasaulyje. Pusę likusių būstų šildo vietinės katilinės, likusiuosius – kitos įvairios šildymo priemonės (krosnys, elektra ir kt.).

### LIETUVOS PASTATŲ BENDRASIS PLOTAS IR SKAIČIUS



1.12 pav.



Būstui, vandeniui, elektrai, dujoms, kuriai ar šilumai kiekvienas Lietuvos miestų gyventojas, pagal 2008 m. duomenis, vidutiniškai skiria 13,5 % savo vartojimo išlaidų arba 10,7 % disponuojamų pajamų. Didesnę dalį sudaro tik išlaidos maistui, atitinkamai 32,6 % ir 25,7 %. O štai poilsiui ir kultūrai tenka tik 5,3 % ar 4,2 % išlaidų. Panašios išlaidos ir sveikatai.

Lietuvos gyventojai 2008 m. už elektrą sumokėjo 0,640 mlrd. litų, už dujas 0,233 mlrd. litų, o už šildymą apie 2 mlrd. litų.

Kaip matome, šilumai tenka daugiausia išlaidų. Kas lemia tokias dideles išlaidas? Formulė paprasta:

$$\begin{array}{|c|} \hline \text{IŠLAIDOS} \\ \text{ŠILUMAI} \\ \text{(Lt)} \\ \hline \end{array} = \begin{array}{|c|} \hline \text{Šilumos} \\ \text{kiekis} \\ \text{(kWh)} \\ \hline \end{array} \times \begin{array}{|c|} \hline \text{Šilumos} \\ \text{kaina} \\ \text{(Lt/kWh)} \\ \hline \end{array}$$

Taigi išlaidas šilumai sumažinti galima visų pirma jos mažiau vartojant. Jau buvo minėta – reikia sumažinti pastato savituosius šilumos nuostolius, jo šilumos pralaidumą. Tuose pastatuose, kur šilumos pralaidumo kriterijus atitinka šiuolaikinius reikalavimus, išlaidomis už šildymą nėra skundžiamasi. Tačiau dar nemaža dalis gyventojų tuo skundžiasi. Tai parodo ir 7 lentelėje pateikti duomenys apie šilumos sąnaudas Lietuvos daugiabučiuose 2008–2009 metų šildymo sezono metu.

Galima palyginti 6-oje lentelėje pateiktus skaičiavimus ir pamatyti, kad vidutiniškai per septynis šildymo mėnesius šie duomenys mažai kuo skiriasi. Dideles šilumos sąnaudas ir didelius mokesčius už šilumą lemia ne šildymo būdas ar kuras, bet prastos pastatų šiluminės charakteristikos, sena šildymo įranga. Taigi trims ketvirtadaliams butų kol kas išlaidos už šildymą yra labai aktualios, nes pastatai, kuriuose yra tie butai, prastos kokybės. Tokius statinius reikia atnaujinti. Šilumos tiekėjai taip pat suinteresuoti racionaliu šilumos naudojimu pastatuose, nes:

- perteklinės energijos sąnaudos kenkia valstybės ekonomikai – didina šilumos tiekimui naudojamo iškastinio kuro importą. Dėl didelių tokio kuro sąnaudų šilumos tiekėjai praktiškai neturi pelno;

- decentralizuoto šildymo gamtinėmis dujomis alternatyva didina gamtinių dujų ir specialios įrangos importą;
- decentralizuoto šildymo gamtinėmis dujomis verslui ir jo perspektyvai labiausiai kenkia išlaidomis nepatenkinti klientai, vartotojai;
- Europos Sąjungoje siekiant tausoti energiją ir mažinti klimato kaitą, „kiauri namai“ kenkia valstybės, jos politikos įvaizdžiui, aprūpinimo šiluma verslui.

Gerinant pastatų energines savybes šilumos tiekėjų pajamos gali sumažėti. Tačiau jos gali būti kompensuojamos prisijungiant naujus klientus ir plečiant pastatų sistemų priežiūros paslaugas.

7 lentelė. Faktinės šilumos sąnaudos Lietuvos daugiabučiuose.

	Vidutinis šilumos suvartojimas šildymui per mėnesį	Vidutinė šilumos kaina	Šildymo kaina 1 m <sup>2</sup> ploto sušildyti (su PVM)	Išlaidos 60 m <sup>2</sup> ploto buto šildymui (su PVM)	Kiek tokių pastatų yra?
I. Daugiabučiai, suvartojantys <b>mažiausiai</b> šilumos (naujos statybos, kokybiški namai)	8 kW/m <sup>2</sup> 60 m <sup>2</sup> ploto butui 480 kWh	21 ct/kWh	8x21,0=1,68 Lt/m <sup>2</sup>	1,68x60=100,8 Lt	4,5 %
<b>32 tūkst. butų 0,09 mln. gyventojų</b>					
II. Daugiabučiai, suvartojantys <b>mažai</b> arba vidutiniškai šilumos (naujos statybos ir kiti kažkiek taupantys šilumą namai)	15 kW/m <sup>2</sup> 60 m <sup>2</sup> ploto butui 900 kWh	21 ct/kWh	15x21,0=3,15 Lt/m <sup>2</sup>	3,15x60=189,0 Lt	17,3 %
<b>121 tūkst. butų 0,36 mln. gyventojų</b>					
III. Daugiabučiai, suvartojantys <b>daug</b> šilumos (senos statybos, neatnaujinti namai)	25 kW/m <sup>2</sup> 60 m <sup>2</sup> ploto butui 1500 kWh	21 ct/kWh	25x21,0=5,25 Lt/m <sup>2</sup>	5,25x60=315,0 Lt	55,7 %
<b>390 tūkst. butų 1,17 mln. gyventojų</b>					
IV. Daugiabučiai, suvartojantys <b>labai daug</b> šilumos (senos statybos, labai prastos šiluminės izoliacijos namai)	35 kW/m <sup>2</sup> 60 m <sup>2</sup> ploto butui 2100 kWh	21 ct/kWh	35x21,0=7,35 Lt/m <sup>2</sup>	7,35x60=441,0 Lt	22,4 %
<b>157 tūkst. butų 0,47 mln. gyventojų</b>					

Taupant energiją, palankias prielaidas aprūpinimo šiluma verslo plėtrai sudaro intensyvėjantis biokuro naudojimas. Šis kuras yra pigesnis už importuojamą, gaminamas Lietuvoje ir neteršia aplinkos.

Daugiabučių namų modernizavimo 2004–2008 m. programos įgyvendinimo rezultatai parodė, kad daugumoje atnaujintų daugiabučių pavyko dvigubai sumažinti šilumos sąnaudas, taigi ir išlaidas už šildymą. Svarbu tai, kad net 95 % apklaustųjų programos dalyvių pareiškė, jog patartų kitiems daugiabučių gyventojams pasinaudoti programos galimybėmis. Tai reiškia, kad beveik absoliuti dauguma gyventojų yra patenkinta daugiabučių atnaujinimo programa. 1.13 paveiksle parodyta keletas atnaujintų daugiabučių. Jau pirmas žvilgsnis į šias nuotraukas tarsi pasako, kad atnaujintuose pastatuose gyventojams rūpesčiai dėl brangstančios šilumos nėra tokie baisūs.

**Naujoji, 2010 m. pradėta įgyvendinti Daugiabučių namų modernizavimo programa vėl kviečia Lietuvos daugiabučių gyventojus atnaujinti savo būstą, sumažinti išlaidas šildymui. Naujausią informaciją apie galimybes, sąlygas galima sužinoti nemokamu telefonu (8 800)20012 bei interneto tinklalapyje [www.atnaujinkbusta.lt](http://www.atnaujinkbusta.lt).**

**DAUGIABUČIŲ NAMŲ 2004–2008 m.  
ATNAUJINIMO PROGRAMOS REZULTATAS**



1.13 pav.

## II DALIS ŠILDYMAS

## ŠILDYMAS

Žmogus jau žiloje senovėje išmoko naudoti šilumą. Ankstyvasis ir kartu pirmasis šilumos šaltinis, kurį žmogui padovanojo gamta, buvo atvira ugnis. Naudojant lengviausiai gaunamą kurą – medieną, išmokta susikurti laužą. Galima laikyti, kad nuo tada žmogus pradėjo valdyti šilumos gavybos ir panaudojimo procesą. Gauta šiluma buvo naudojama maistui ruošti, būstui šildyti, kitiems buities reikalingams.

Šildymas – tai toks procesas, kai tam skirtomis priemonėmis šildomos patalpos. Kai lauko temperatūra žemesnė už kambario temperatūrą, kambarys vėsta, nes šiluma iš šiltesnės aplinkos teka į vėsesnę. Šiluma sklinda per sienas, stogą, grindis, duris ir langus. Prarasta šiluma vadinama šilumos nuostoliais. Šilumos nuostolių dydis priklauso ne tik nuo lauko temperatūros, klimato sąlygų, bet ir nuo sienų, langų bei kitų su išore besiribojančių atitvarų kokybės, jų šiluminės varžos. Kuo ta varža mažesnė, tuo didesni šilumos nuostoliai, tad ir daugiau šilumos sunaudojama patalpoms šildyti. Šiluminei varžai padidinti pastatai yra izoliuojami, tarsi apvelkami kailiniais.

Patalpose temperatūra bus pastovi, jeigu į ją pateks tiek pat šilumos, kiek iš jos ištekės. Lauke atšalus, jau nebeužtenka tos šilumos, kuri į patalpas patenka saulės spinduliais, išskiriama įvairių prietaisų, apšvietimo bei pastate esančių žmonių. Todėl pastatą būtina šildyti.

Šildymas, kaip jau yra įprasta, naudojamas norint patalpose palaikyti reikiamą temperatūrą šaltuoju metų laiku. Atskirais atvejais (ligoninėse, ikimokyklinėse vaikų ugdymo įstaigose ir kitose panašios paskirties patalpose) jis gali būti panaudotas tada, kai at-



šalus lauko orui patalpų temperatūra nukrinta žemiau nurodytos higienos normose ar nustatytosios kitais dokumentais.

Šildymo sezonas prasideda tuomet, kai trijų iš eilės parų vidutinė temperatūra nukrenta iki 10 °C ir žemiau (**HN 69:2003**). Šildymo sezonas baigiasi, kai trijų iš eilės parų vidutinė temperatūra viršija 10 °C. Lietuvoje įprasta, kad šildymo sezonas prasideda apie spalio vidurį ir baigiasi balandžio viduryje. Tačiau pradėti arba baigti šildymo sezoną griežtai paisant trijų iš eilės parų vidutinės temperatūros nereikėtų, nes galimi staigūs oro temperatūros pasikeitimai. LR šilumos ūkio įstatyme įrašyta: „**Šildymo sezonas** – laikotarpis, kurio pradžia ir pabaiga nustatoma savivaldybės vykdomosios institucijos sprendimu pagal statybos techniniais reglamentais apibrėžtą lauko oro temperatūrą, kuriai esant privaloma pradėti ir galima baigti nustatytos paskirties savivaldybių pastatų šildymą.“ Tačiau taip reguliuojamas tik savivaldybių pastatų šildymas. Gyventojai pagal tą patį įstatymą (13 str.) „...turi teisę nuspręsti dėl savo pastatų šildymo pradžios ir pabaigos nepažeidžiant nustatytų higienos normų... Šildymo sezono laikotarpiu <...> butai ir kitos patalpos daugiabučiame name privalo būti šildomi, jeigu tam neprieštaruoja dauguma to namo butų savininkų, neturinčių įsiskolinimų šilumos tiekėjui“.

Daugeliui gali kilti klausimas, kaip yra iš tikrųjų. Viena cituoto įstatymo sakinyje rašoma, kad šildymo sezono laikotarpiu butai ir kitos patalpos daugiabučiame name privalo būti šildomi, jeigu tam neprieštaruoja dauguma to namo butų savininkų, neturinčių įsiskolinimų šilumos tiekėjui. O kitas įstatymo straipsnis nurodo, kad gyventojai turi teisę nuspręsti dėl savo pastatų šildymo pradžios ir pabaigos nepažeisdami nustatytų higienos normų.

Šiuos teiginius reikia suprasti taip, kad paskelbus šildymo sezono pradžią arba pabaigą, gyvenamieji pastatai be atskiro gyventojų sutikimo praddami arba baigiami šildyti, jeigu gyventojai neišreiškė kitokios valios. Jeigu gyventojai sumanė kitaip, tai jie turi teisę pasirinkti kitą savo pastatų šildymo pradžią arba pabaigą. Norėdami mažiau sunaudoti šilumos ir taip sutaupyti pinigų už šildymo paslaugas, gyventojai gali nuspręsti savo pastatą pradėti šildyti vėliau, nei paskelbiama šildymo sezono pradžia, arba užbaigti šildyti anksčiau,

nei paskelbiama šildymo sezono pabaiga. Tačiau tą jie gali padaryti tik tada, jeigu nebus pažeidžiamos nustatytos higienos normos. O tai reiškia, kad pastatą pradėti šildyti vėliau, nei paskelbta šildymo sezono pradžia, arba užbaigti šildyti anksčiau, nei skelbiama šildymo sezono pabaiga, galima, jeigu gyvenamosiose patalpose temperatūra išliks ne mažesnė kaip 20 °C (taip nustatyta statybos techniniame reglamente **STR 2.02.01:2004 „Gyvenamieji pastatai“**, žr. 18 lentelę). Ši sąlyga neleidžia pasielgti taip, kad neapgalvotas taupymas privestų prie nustatytų higienos normų pažeidimo.

Reikia atkreipti dėmesį, kad sprendimą dėl šildymo sezono pradžios ar pabaigos balsų dauguma gali pakeisti tik tie butų savininkai, kurie nėra skolingi šilumos tiekėjui už pateiktą šilumą, ir tik tuo atveju, jeigu nebus pažeidžiamos higienos normos.

Be to, didinant reikalavimus komforto sąlygoms užtikrinti, įvairūs bendrojo naudojimo pastatai (viešbučiai, poilsio namai), taip pat gyvenamieji namai, ypač individualūs, vis dažniau praddami šildyti atsižvelgiant į patalpų vidaus temperatūrą. Nelaukiama kol bus paskelbta šildymo sezono pradžia.

## ŠILDYMO SISTEMOS

Patalpos gali būti šildomos įvairiai. Patalpų šildymui naudojamos įvairios šildymo priemonės, šildymo būdai ir šildymo sistemos, įvairūs šildymo prietaisai. Jų yra labai didelė įvairovė, tačiau viena yra bendra visais atvejais – šildymas yra statybinės technikos dalis. Todėl projektuojamas šildymo sistemas reikia glaudžiai sieti su statybinėmis konstrukcijomis, su patalpų išplanavimu, interjeru.

Kita vertus, kokios bus pasirinktos šildymo sistemos, priklauso ir nuo pastatą supančios aplinkos klimato savybių. Kai lauko temperatūra žemėja ir stiprėja vėjas, didėja šildymui reikalingas šilumos kiekis, kurį į patalpą perduoda šildymo prietaisai. Kai oras šiltėja, šildymui reikalingas šilumos kiekis mažėja. Dėl to kyla poreikis turėti lanksčiai reguliuojamas šildymo sistemas. Šildymo sistemos turi būti suprojektuotos ir įrengtos taip, kad jomis perduodamas šilumos kiekis būtų reguliuojamas automatiškai pagal lauko ir patalpų temperatūros pokyčius.

## ŠILDYMO SISTEMOS PAGAL ŠILUMOS GENERAVIMO POBŪDĮ IR ŠILUMNEŠĮ

Šildymo sistemos pagal įrengimo būdą skirstomos į vietines ir centines.

**Vietinė šildymo sistema** yra tokia, kai šilumą gaminantis įrenginys yra šildomoje patalpoje ir šiluma nuo šio įrenginio sklinda į tą patalpą. Geriausias tokios sistemos pavyzdys yra šildymas krosnimis (2.1 pav.) arba židiniais (2.2 pav.).

### ŠILDYMAS KROSNIMIS



2.1 pav.

### ŠILDYMAS ŽIDINIAIS



2.2 pav.

**Centrinė šildymo sistema** yra tokia, kai šilumą gaminantis įrenginys įrengtas atskirai, o šilumą iš šio įrenginio į patalpas perneša šilumnešis (2.3 pav.).

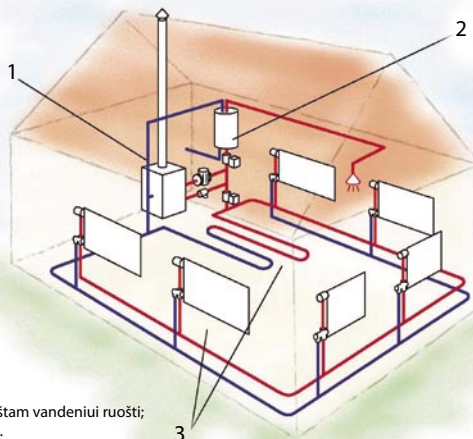
Šildymo sistemos pagal šilumnešio rūšį skirstomos į vandens, garo ir orinio šildymo.

**Vandens šildymo sistemos** yra naudojamos dažniausiai, nes jos turi daug privalumų:

- lengvai įrengiamos ir paprastos eksploatuoti;
- ilgaamžės;
- veikia tyliai, nekelia triukšmo;
- higieniškos, nes šildymo prietaisų temperatūra yra neaukšta;
- šildymo prietaisų temperatūra lengvai reguliuojama.



## CENTRINIO ŠILDYMO SISTEMA



- 1 – šildymo katilas;  
2 – šilumokaitis karštam vandeniui ruošti;  
3 – šildymo sistema.

2.3 pav.

Vandens šildymo sistemos pagal įvairius požymius skirstomos į atskiras grupes:

- pagal šilumnešio cirkuliaciją – natūralios ir priverstinės cirkuliacijos;
- pagal magistralinių vamzdynų paklojimą – viršutinio ir apatinio paskirstymo;
- pagal šilumnešio tekėjimą į šildymo prietaisus – dvivamzdės ir vienvamzdės;
- pagal šilumos tiekimo būdą – su vietiniu šilumos gamybos šaltiniu (katilu) ir centralizuotu šilumos tiekimu iš miesto šilumos tiekimo tinklų;
- pagal ryšį su iš šilumos tiekimo tinklų tiekiamu šilumnešiu – priklausomos ir nepriklausomos.

Yra dar ir pagal kitus požymius klasifikuojamų sistemų. Tai vertikalios ir horizontalios, lygiažiedės ir nelygiažiedės, atviros ir pašlėptos, su uždaru ir atviru išsiplėtimo indu ir t.t.

Vandens šildymo sistemos, kaip ir kitos, susideda iš atskirų elementų. Nors jos skirstomos į atskiras grupes, dauguma jų turi tuos pačius elementus. Be to, ta pati šildymo sistema gali turėti kelių grupių požymius. Tai labai akivaizdžiai matyti 2.4 ir 2.5 paveikslėliuose.

Šiose schemose parodytose šildymo sistemose šilumos šaltinis yra tų sistemų neatsiejama dalis. Tačiau gali būti ir kitaip, kai šiluma tiekama centralizuotai daugeliui pastatų iš miesto šilumos tinklų. Tuomet generatoriaus vietoje yra įrengiamas šilumos punktas.

## ŠILDYMO SISTEMŲ ELEMENTAI IR JŲ PASKIRTIS

**Šildymo katilas (generatorius)** reikalingas šildymo sistemoje cirkuliuojančiam vandeniui šildyti. Tuo atveju, kai šiluma pastatams yra tiekama centralizuotai iš šilumos tiekimo tinklų, katilas nereikalingas. Reikiamos temperatūros vanduo paruošiamas automatizuotai šilumos punkto įrenginiuose.

Katile sušildytas vanduo **šildymo sistemos vamzdžiais** tiekiamas į patalpose išdėstytus šildymo prietaisus ir juose atvėsęs grąžinamas į katilą. Jeigu į katilą grąžinamas vanduo yra per žemos temperatūros, jis per daug ataušina katilo paviršius ir ant jų ima kauptis dūmuose esantys vandens garai – kondensatas. Kondensatui išvengti į grąžinamą vandenį pamaišoma dalis iš katilo tiekiamo karšto vandens. Pamaišymas atliekamas tam tikslui įrengtu siurbliu arba pamaišymo vožtuvu.

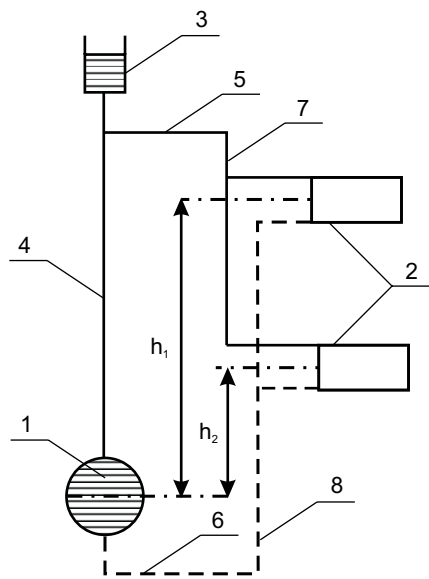
**Pagrindinis stovas** skirtas karštam vandeniui tiekti į tiekimo magistralės. Apatinio paskirstymo sistemose pagrindinio stovo nėra. **Tiekimo magistralės** reikalingos tam, kad jomis būtų tiekiamas karštas vanduo į stovus. **Grąžinimo magistralėmis** atvėsęs vanduo grąžinamas iš stovų į šildymo katilą (arba į šilumos punktą). **Tiekimo stovais** karštas vanduo tiekiamas į šildymo prietaisus. **Grąžinimo stovuose** surenkamas iš šildymo prietaisų atvėsęs vanduo, jis vėliau patenka į grąžinimo magistralės.

Šildymo sistema veiks efektyviai, jeigu į visus šildymo prietaisus pateks projekte numatytas vandens kiekis. Dėl to turi būti gerai sureguliuotas vandens tekėjimas šildymo sistemos vamzdynuose. Tam reikalingi reguliavimo įtaisai ir tinkamai parinkti cirkuliaciniai siurbliai, galintys perpumpuoti reikiamą vandens kiekį ir sudaryti optimalų slėgį.

**Siurblys** yra skirtas vandens cirkuliacijai palaikyti šildymo sistemoje, kai natūralios cirkuliacijos slėgis yra nepakankamas arba ekonomiškai neapsimoka naudoti natūralios cirkuliacijos sistemą.

Senesniuose, nedidelės apimties pastatuose dažniausiai yra įrengtos natūralios cirkuliacijos sistemos, kuriose nėra cirkuliacijos siurblio (2.4 pav.), o vandenį cirkuliuoti verčia tankių (svorio) skirtumas tarp

#### NATŪRALIOS CIRKULIACIJOS DVIVAMZDĖ VIRŠUTINIO PASKIRSTYMO ŠILDYMO SISTEMA



- 1 – šildymo katilas (generatorius);
- 2 – šildymo prietaisai (radiatoriai);
- 3 – atviras išsiplėtimo indas;
- 4 – pagrindinis stovas;
- 5 – tiekimo magistralė;
- 6 – grąžinimo magistralė;
- 7 – tiekimo stovas;
- 8 – grąžinimo stovas.

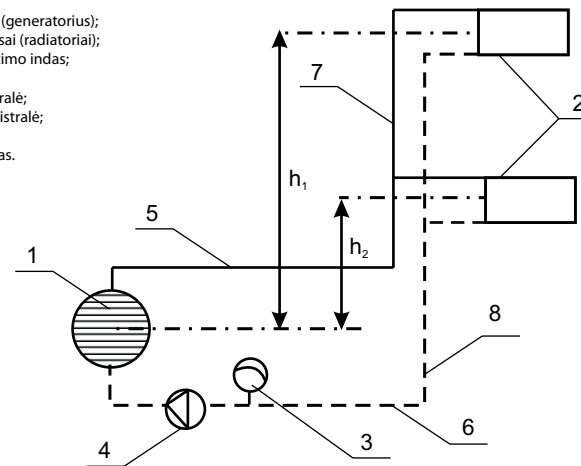
2.4 pav.

atvėsusio ir pašildyto vandens. Siekiant užtikrinti gerą cirkuliaciją tokioje šildymo sistemoje reikia, kad katilas būtų įrengtas bent 0,5 m žemiau už žemiausiai esantį šildymo prietaisą, o vamzdynų skersmuo turi būti pakankamai didelis. Be to, sistemoje negali būti įrengti įtaisai, kurie labai padidintų slėgio nuostolius vamzdyne ir dėl to sumažėtų pagrindinio cirkuliacinio kontūro pralaidumas. Dabar yra modernių ir ekonomiškų cirkuliacinių siurblių, kurie gali būti įmontuoti į jau esamas natūralios cirkuliacijos sistemas ir taip palaikyti patikimą vandens tekėjimą bei efektyvesnę šildymo sistemos darbą.

Paskirstyti vandenį sistemoje taip, kad reikiamas jo kiekis patektų į kiekvieną šildymo sistemos dalį, padeda **balansavimo vožtuvai**. Senesnėse šildymo sistemose jie nebuvo įrengiami. Balansavimo vožtuvai pagerina šildymo savybes, ypač didesnėse, keliolikos stovų sistemose.

#### PRIVERSTINĖS CIRKULIACIJOS DVIVAMZDĖ APATINIO PASKIRSTYMO ŠILDYMO SISTEMA

- 1 – šildymo katilas (generatorius);
- 2 – šildymo prietaisai (radiatoriai);
- 3 – uždaras išsiplėtimo indas;
- 4 – siurblys;
- 5 – tiekimo magistralė;
- 6 – grąžinimo magistralė;
- 7 – tiekimo stovas;
- 8 – grąžinimo stovas.



2.5 pav.



2.6 ir 2.7 paveikslėliuose pavaizduotos šilumnešio debito automatinio ir rankinio balansavimo schemas dvivamzdės šildymo sistemos stovuose. Šilumnešio debitas stovuose kinta, kai termostatiniai ventiliai reguliuoja automatiškai. Dėl tos priežasties kinta slėgio nuostoliai stovuose ir tada įvyksta savaiminis šilumnešio debitų persiskirstymas tarp stovų, o tai išbalansuoja šildymo sistemą. Kad taip neatsitiktų, rekomenduojama stovuose sumontuoti automatinio balansavimo įrangą, kaip parodyta 2.6 paveiksle.

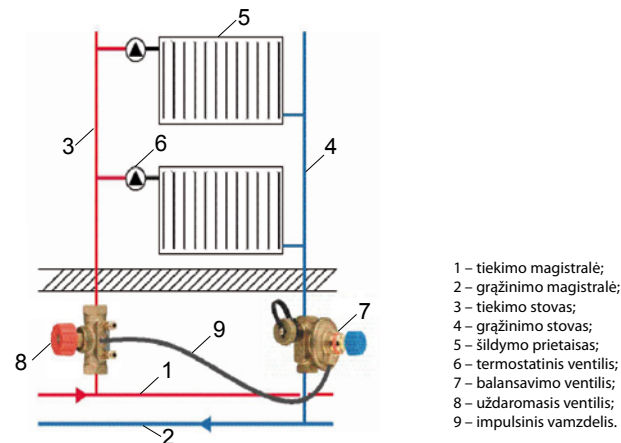
Automatinio balansavimo atveju balansavimo ventilių pora automatiškai palaiko pastovų šilumnešio slėgių skirtumą tarp tiekimo ir grąžinimo stovų. Tuomet dėl termostatinė ventilių poveikio sumažėjusį ar padidėjusį slėgių skirtumą stovuose kompensuoja automatinio balansavimo ventiliai. Todėl vieni stovai neturi įtakos vandens srautams kituose stovuose.

Rankinio balansavimo atveju (2.7 pav.), balansavimo ventiliu (7) sureguliuojamas vandens srautas taip, kad jis atitiktų projekto sąlygas. Pasikeitus sąlygoms sistema gali būti perreguliuojama taip, kad visiems stovams tektų skaičiavimais nustatyti debitai.

**Išsiplėtimo indas** yra naudojamas kaip kompensacinė vandens talpa, kurioje kaupiasi dalis dėl šildymo metu padidėjusio vandens tūrio arba iš kurio vanduo išteka ir palaiko užpildytą sistemą, kai jis aušta. Taip šildymo sistema apsaugoma nuo trūkimo plečiantis šildomam vandeniui arba nuo oro patekimo į sistemą vandeniui auštant. Išsiplėtimo indai yra atviri (2.8 pav.), kai juose esantis vanduo susisiekiama su aplinkos oru, ir uždari (2.9 pav.), kai jie yra hermetiški. Išsiplėtimo indai įrengiami tų pastatų šildymo sistemose, kurios turi savo šilumos šaltinius (katilus) arba prijungtos prie lauko šilumos tinklų pagal nepriklausomą schemą, t.y. kai šildymo sistemoje cirkuliuojantis vanduo nesusisiekiama su lauko šilumos tinkluose cirkuliuojančiu vandeniu.

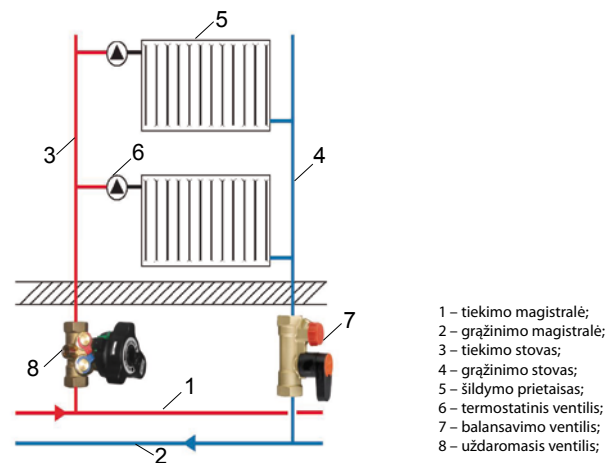
Atviras išsiplėtimo indas įrengiamas aukščiausioje šildymo sistemos vietoje, kitaip vanduo iš sistemos per jį ištekėtų. Jam įrengti reikia tinkamos vietos, be to, indas turi būti izoliuotas, nes reikia apsaugoti nuo užšalimo, kadangi toks išsiplėtimo indas dažniausiai įrengiamas nešildomoje patalpoje, pavyzdžiui, pastogėje.

### AUTOMATINIS ŠILUMNEŠIO DEBITO BALANSAVIMAS DVIVAMZDĖS ŠILDYMO SISTEMOS STOVUOSE



2.6 pav.

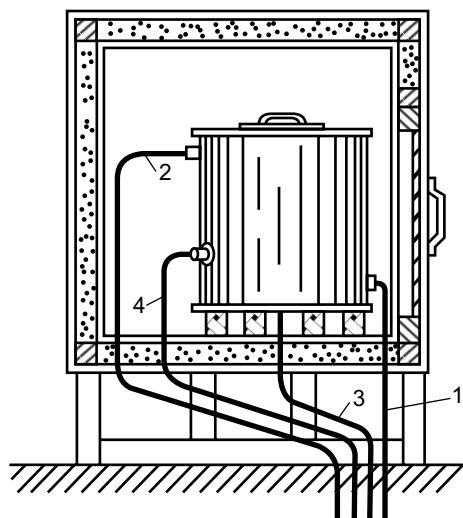
### RANKINIS ŠILUMNEŠIO DEBITO BALANSAVIMAS DVIVAMZDĖS ŠILDYMO SISTEMOS STOVUOSE



2.7 pav.

Atviras išsiplėtimo indas su šildymo sistema sujungiamas jungiamuoju ir cirkuliaciniu vamzdžiais. Vanduo į išsiplėtimo indą patenka jungiamuoju vamzdžiu, o per cirkuliacinį vamzdį vėl sugrįžta į šildymo sistemos grąžinimo magistralę. Taip susidaro vandens cirkuliacija, iš dalies apsauganti inde esantį vandenį nuo užšalimo. Be to, vandens lygiui patikrinti yra įrengtas signalinis vamzdis su čiaupu jo apatinėje dalyje. Šildymo sistemoje turi būti tiek vandens, kad atsukus signalinio vamzdžio čiaupą iš jo pradėtų bėgti vanduo. Tam, kad vanduo iš išsiplėtimo indo neužpiltų patalpų, jame yra įrengtas persipylimo vamzdis, kurio atviras galas sujungtas su kanalizacija. Persipylimo vamzdyje įrengti sklendę draudžiama. Pildant šildymo sistemą vandeniu ar jam išsiplėtus tiek, kai vandens lygis inde pasiekia persipylimo vamzdį, vandens perteklius juo nuteka į kanalizaciją, nepadarydamas žalos patalpoms.

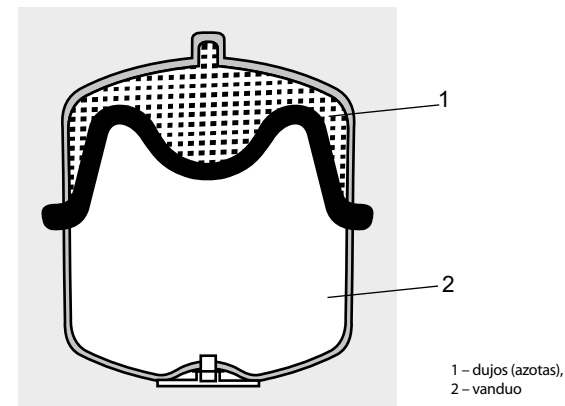
#### ATVIRAS IŠSIPLĖTIMO INDAS



- 1 – cirkuliacinis vamzdis,
- 2 – persipylimo vamzdis,
- 3 – jungiamasis vamzdis,
- 4 – signalinis vamzdis

2.8 pav.

#### UŽDARAS IŠSIPLĖTIMO INDAS:



- 1 – dujos (azotas),
- 2 – vanduo

2.9 pav.

Uždaras išsiplėtimo indas įrengiamas sistemos apatinėje dalyje, dažniausiai šilumos šaltinio patalpoje (katilinėje ar šilumos punkte). Ten jį patogiau aptarnauti, be to, šiose patalpose jo nereikia saugoti nuo užšalimo, nereikia jokių papildomų vamzdžių, kurie yra atviro išsiplėtimo inde. Uždarą išsiplėtimo indą jame esanti elastinga diafragma dalija į dvi dalis. Viena jų yra hermetinė, užpildyta dujomis, pavyzdžiui, azotu, o kita prijungta vamzdžiu prie šildymo sistemos grąžinimo magistralės. Šią dalį užpildo iš šildymo sistemos besiplečiantis vanduo.

Vamzdyje, jungiančiame sistemą tiek su atvirais, tiek su uždarais išsiplėtimo indais, neleidžiama įrengti sklendę jiems atjungti. Tai daroma dėl to, kad dėl kokių nors priežasčių atjungus išsiplėtimo indą ir pamiršus vėl jį prijungti (atidaryti sklendę), šylantis vanduo besiplešdamas nesusprogdintų šildymo sistemos.

Svarbu atkreipti dėmesį, kad šildymo sistemos vanduo dėl sąlyčio su oru sugeria deguonį, o jis ištirpęs karštame vandenyje,

sukelia plieno koroziją. Tai trumpina šildymo sistemos eksploatacijos laikotarpį. Todėl geriau naudoti uždarus išsiplėtimo indus ir apsauginius vožtuvus.

**Šildymo prietaisai** yra skirti perduoti katile pagamintą bei vamzdžiais iš šildymo sistemoje cirkuliuojančio vandens į patalpas atneštą šilumą ir taip jas šildyti. Dažniausiai naudojami šildymo prietaisai – įvairūs radiatoriai, sieninės plokštės. Pastaruoju metu populiarėja ir kitokie prietaisai, pavyzdžiui, į grindis įleidžiami konvektoriai.

Patalpose sumontuojama tiek šildymo prietaisų, kad jų užtekėtų apšildyti kiekvieną patalpą iki nustatytos temperatūros. Kitaip tariant, šildymo prietaisai į patalpą turi išspinduliuoti šilumos kiekį, lygų šilumos kiekiui (patalpos šilumos nuostoliams), kuris iš patalpos išėjo į lauką per sienas, langus, duris ir kitas pastato atitvaras. Jeigu šildymo prietaisų paviršiaus plotas per mažas arba jie išdėstyti neteisingai, šilumos patalpose nepakaks, net jei smarkiai būtų didinama katilo galia.

Didelės reikšmės šildymo sistemos efektyvumui turi **šildymo reguliavimo įranga**. Dažniausiai reguliuojama į pastato šildymo sistemą tiekiamo vandens temperatūra. Toks reguliavimas atliekamas pastato šilumos punkte arba keičiant šildymo katilo galią, taip palaikant reikiamą vandens temperatūrą, kuri susiejama su lauko temperatūra. Toks reguliavimo būdas tinka dujinio arba skystojo kuro katilams, bet sunkiau įgyvendinamas naudojant kietąjį kurą. Tai yra minimali šildymo reguliavimo sistema, taupanti kurą, bet neužtikrinanti skirtingo šildymo režimo atskirose patalpose. Daug efektyvesnis yra individualus patalpų šildymo reguliavimas, kuris naudojamas greta minėtosios reguliavimo sistemos.

Reguliuoti nuo radiatorių ar kitų šildymo prietaisų sklindantį šilumos srautą, kartu ir patalpos temperatūrą, padeda termostatiniai ventiliai. (2.10 pav.)

Termostatinis ventiliu atliekamas dvejopas reguliavimas. Pirmausia, šildymo sistemos montavimo metu, pagal projektinius

### TERMOSTATINIS VENTILIS PRIE ŠILDYMO PRIETAISO

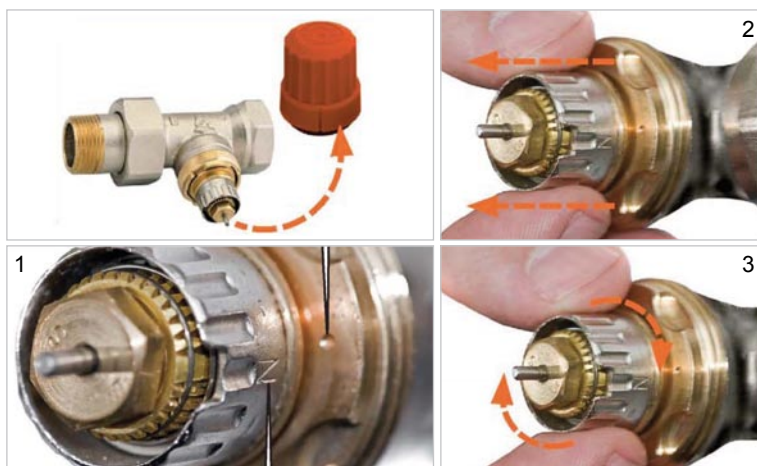


2.10 pav.

skaičiavimus, nustatoma pirminė ventilio padėtis, kaip parodyta **2.11 paveiksle**. Tokiu būdu sureguliuojamas vandens srautas, patenkantis į šildymo prietaisą.

Tačiau vien šio reguliavimo nepakanka. Gyventojas gali reguliuoti kambario temperatūrą pagal savo poreikius. Tą jis gali daryti nustatydamas termostatą (**2.12 pav.**) į atitinkamą padėtį, pagal kurią pats termostatas palaikys kambaryje nustatytą temperatūrą. Jis automatiškai privers ar atidarys ventilių ir taip reguliuos per šildymo prietaisą pratekančio vandens (šilumnešio) kiekį.

### PIRMINIS TERMOSTATINIO VENTILIO NUSTATYMAS



1 – žymė nustatymo vietai fiksuoti; 2 – pakelti nustatymo žiedą; 3 – nustatymo žiedo skalę pasukti taip, kad reikalingas skaičius atsirastų priešais žymę nustatymo vietai fiksuoti.

2.11 pav.

### Natūralios cirkuliacijos šildymo sistema (žr. 2.4 pav.)

Katile (1) sušilęs vanduo tampa lengvesnis už šaltą vandenį ir todėl jis pagrindiniu stovu (4) kyla aukštyn, o jo vietą užima šaltas vanduo. Taip yra viršutinio paskirstymo sistemose. Jeigu šildymo sistema yra apatinio paskirstymo, tuomet vanduo kyla aukštyn tiekimo stovais.

Vanduo atiduoda šilumą radiatoriams (2) ir atvėsta. Atvėšęs vanduo yra sunkesnis už šiltą, todėl iš radiatorių jis leidžiasi žemyn. Dėl atvėsusio ir karšto vandens tankių skirtumo tokio paties vandens stulpo aukštyje ( $h_1$  arba  $h_2$ ) susidaro slėgių skirtumas (toliau – slėgis), kuris verčia vandenį tekėti šildymo sistemos vamzdynais. Šis slėgis yra vadinamas natūralios cirkuliacijos slėgiu, o sistemos, kuriose vanduo juda dėl atvėsusio ir karšto vandens slėgių skirtumo – natūralios cirkuliacijos sistemomis.

2.4 paveiksle matyti, kad slėgis, verčiantis tekėti vandenį per radiatorių, tuo didesnis, kuo aukščiau katilo atžvilgiu yra tas radiatorius. Ir atvirkščiai, kuo radiatorius žemiau, tuo mažesnis šis slėgis. Dėl tos priežasties yra rekomenduojama tarp žemiausio radiatoriaus centro ir katilo centro išlaikyti ne mažesnę kaip 1,0 m aukščių skirtumą. Minimalus skirtumas yra 0,5 m. Kuo tas skirtumas mažesnis, tuo mažesnis bus sistemos veikimo spindulys, t.y. horizontalus atstumas nuo katilo iki tolimiausio žemiausiai esančio radiatoriaus. Reikia nepamiršti, kad vanduo, tekėdamas vamzdžiais, trina sieneles ir todėl yra stabdomas. Dėl trinties susidaro slėgio nuostoliai. Be to, dar yra slėgio nuostoliai vadinamosiose vietinėse kliūtyse (įvairios jungiamosios detalės – kampai, trišakiai ir t.t.), t.y. tokiose vietose, kuriose vanduo keičia savo tekėjimo kryptį arba greitį. Tais atvejais, kai slėgio nuostoliai susilygina su slėgiu, atsiradusiu dėl vandens tankių skirtumo, vanduo nustoja tekėti. Kadangi natūralios cirkuliacijos slėgis yra nedidelis, tokių sistemų taikymas yra ribotas. Kiekvienu konkrečiu atveju reikia atlikti slėgių skirtumo ir slėgių nuostolių vamzdynuose skaičiavimus.

Natūralios cirkuliacijos šildymo sistemos pagrindinis privalumas yra tas, kad tokia sistema labai paprasta, nereikalingi siurbliai.

### TERMOSTATAS



2.12 pav.

### Sistemos trūkumai yra šie:

- sistema gali būti naudojama tik nedideliams pastatams šildyti, nes nedidelis jos veikimo spindulys;
- sistemai įrengti reikalingi didesnio skersmens vamzdžiai, palyginti su priverstinės cirkuliacijos;
- šilumnešis cirkuliuoja lėtai, todėl ilgiau tenka laukti, kol šildymo prietaisai įšils.

### Priverstinės cirkuliacijos šildymo sistema (žr. 2.5 pav.)

Šioje sistemoje vandenį tekėti verčia sistemoje esantis siurblys (4), todėl tokia sistema yra vadinama priverstinės cirkuliacijos. Siurblys parenkamas toks, kad jo perpumpuojamas vandens debitas atitiktų šildymo sistemoje cirkuliuojančio vandens debitą, o sudaromas slėgis būtų apie 10 % didesnis už slėgio nuostolius visoje sistemoje. Šildymo sistemos vamzdynų skersmuo parenkamas taip, kad slėgio nuostoliai mažesnių sistemų vamzdynuose sudarytų apie 10 kPa, o didesnių – apie 20 kPa, neskaiciuojant slėgio nuostolių reguliavimo armatūroje. Šie rodikliai yra orientaciniai, todėl parenkant vamzdynų skersmenį atsižvelgiama ir į leistiną vandens judėjimo greitį, kurį viršijus sistemoje gali atsirasti triukšmas. Aukštesniuose pastatuose (daugiau kaip 5 aukštų), skaičiuojant slėgio nuostolius, įvertinamas papildomas slėgis, atsirandantis dėl vandens tankių skirtumo.

Gyvenamosiose patalpose paklotuose vamzdynuose, siekiant išvengti triukšmo, vandens tekėjimo greitis apribojamas iki 1,2 m/s.

Priverstinės cirkuliacijos šildymo sistemos trūkumas yra tas, kad jai nuolat reikalinga elektros energija siurbliui sukurti. Nutrūkus elektros tiekimui sustoja vandens cirkuliacija sistemoje. Todėl ne tik šildymo prietaisai nustoja šilti, bet, jeigu tai tęsiasi ilgiau, iškyla pavojus vandeniui užšalti pačioje sistemoje, jeigu tai įvyksta žiemos metu. Dėl to gali kilti grėsmė, kad bus sugadinta šildymo sistema.

### Kiti vandens šildymo sistemų klasifikaciniai požymiai

Kaip jau buvo minėta, ta pati šildymo sistema gali būti skirstoma pagal įvairius požymius. Pavyzdžiui, 2.13 paveiksle pavaizduotą šildymo sistemą galima vadinti vienvamzde viršutinio paskirstymo, o 2.15 paveiksle – taip pat viršutinio paskirstymo, tik jau dvivamzde.

Šildymo sistema vienvamzde ar dvivamzde vadinama atsižvelgiant į tai, kaip šilumnešis teka per šildymo prietaisus.

**Vienvamzde** vadinama tokia šildymo sistema, kurioje vanduo į radiatorius patenka ir iš jų išteka į grąžinimo magistralę tuo pačiu vamzdžiu – stovu (4). 2.13 ir 2.14 paveiksluose pavaizduoti vienvamzdės sistemos stovai.

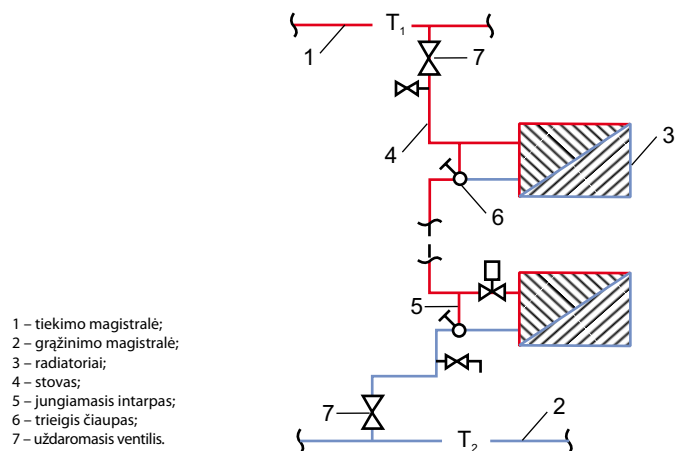
**Viršutinio paskirstymo** šildymo sistema (2.13 pav.) yra tokia, kai vanduo į šildymo stovą (4) patenka iš sistemos viršuje esančios tiekimo magistralės (1), o **apatinio paskirstymo** (2.14 pav.) – kai vanduo į šildymo stovą (4a) patenka iš sistemos apačioje esančios tiekimo magistralės (1).

Vienvamzdėje sistemoje šildymo prietaisai dažniausiai prie stovo jungiami tik iš vienos pusės, kaip parodyta 2.13 paveiksle. Arba iš abiejų pusių, kaip parodyta 2.14 paveiksle, tačiau pasitaiko ir kitokios formos stovų. Šildymo prietaisų jungimo būdas nepriklauso nuo, to ar tai viršutinio, ar apatinio paskirstymo sistema. Jungiant šildymo prietaisus prie stovų, daugelyje vienvamzdžių sistemų yra sumontuoti jungiamieji intarpai. Jų paskirtis – esant reikalui leisti vandeniui iš dalies ar net visiškai aplenkti šildymo prietaisą, tačiau yra sistemų ir be jungiamųjų intarpų.

Tipiniuose daugiaaukščiuose namuose ir visuomeninės paskirties pastatuose, kurie pastatyti iki 1995 m., labiausiai paplitusios yra vienvamzdės apatinio paskirstymo šildymo sistemos su perstumtu jungiamuoju intarpu (2.14 pav.). Sistemos suprojektuotos taip, kad esant normalioms sąlygoms šilumnešis tekėtų per visus šildymo prietaisus nuosekliai. Dėl tos priežasties pirmieji šildymo prietaisai būna šilčiausi, o kiti – vėsesni, nes vanduo pa-

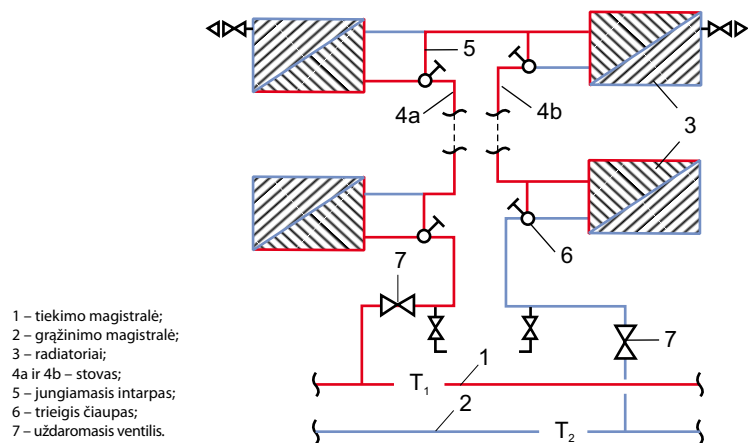


### VIENVAMZDĖS VIRŠUTINIO PASKIRSTYMO ŠILDYMO SISTEMOS STOVAS SU RADIATORIAIS



2.13 pav.

### VIENVAMZDĖS APATINIO PASKIRSTYMO ŠILDYMO SISTEMOS STOVAS SU RADIATORIAIS



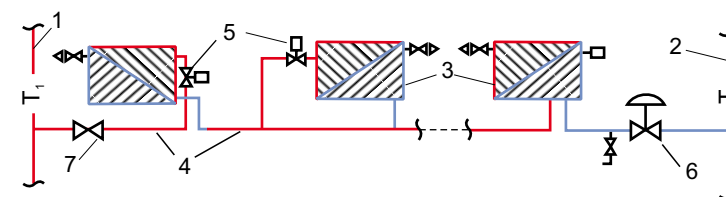
2.14 pav.

laipsniui aušta. Mažėjant šildymo prietaisų paviršiaus temperatūrai yra didinamas jų paviršius. Jeigu kiekvienas vienvamzdės šildymo sistemos prietaisas turėtų atiduoti vienodą šilumos kiekį, tai paskutinis pagal vandens tekėjimo kryptį būtų vėsiausias, tačiau didžiausias.

Apatinio paskirstymo vienvamzdės šildymo sistemos buvo projektuojamos dėl tos priežasties, kad tipiniai daugiabučiai namai neturėjo pastogių, kuriose būtų galima pakloti tiekimo magistralės. Todėl abi – tiekimo ir grąžinimo – magistralės klojamos pastatų rūsiuose.

Dar yra **vienvamzdės horizontalios šildymo sistemos**, kaip pavaizduota 2.15 pav.

### VIENVAMZDĖS HORIZONTALIOS ŠILDYMO SISTEMOS STOVAS SU RADIATORIAIS



2.15 pav.

Vienvamzdės horizontalios šildymo sistemos gali būti naudojamos tais atvejais, kai didelei patalpai šildyti reikia kelių ar keliolikos šildymo prietaisų, į kuriuos šilumnešis tiekiamas iš vieno stovo. Tokios sistemos gali būti taikomos tiek mažo, tiek ir didelio aukštumo pastatuose, kuriuose yra įrengti įvairūs biurai dalinai atskirtomis darbo vietomis, kai naudojami stiklo ar kitokių medžiagų lengvai transformuojamos pertvaros.

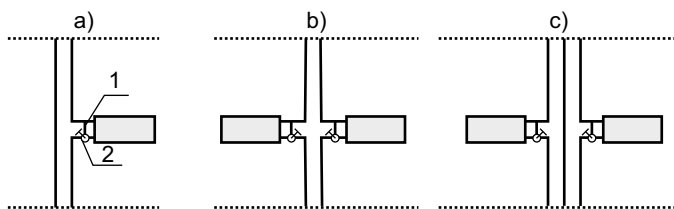
Pagrindinis vienvamzdžių šildymo sistemų trūkumas yra tas, kad šilumos srauto, kurį perduoda šios sistemos šildymo prietaisai, praktiškai negalima reguliuoti. Vienvamzdėse šildymo sistemose, kaip pavaizduota **2.13**, **2.14** ir **2.15** paveiksluose, šildymo prietaisai jungiami prie stovų naudojant trieigius čiaupus. Jais teoriškai turėtų būti reguliuojamas į šildymo prietaisus patenkantis šilumnešio debitas, o kartu į patalpą perduodamas šilumos kiekis. Tačiau pažiūrėkime kaip yra iš tiesų.

Tarkime, kad gyventojas reguliuoja į šildymo prietaisą patenkančią šilumnešio debitą. Tuomet į kitą šildymo prietaisą patenkančio šilumnešio temperatūra taip pat keisis. Tad reguliuojant temperatūrą viename bute bus pažeidžiamas šiluminis režimas kitame. Dėl to neautomatizuotas vienvamzdės sistemos šildymo prietaisų reguliavimas praktiškai yra neįmanomas.

Šį trūkumą mažiausiomis sąnaudomis galima pašalinti vienvamzdę šildymo sistemą pakeičiant dvivamzde. Kaip tą padaryti, priklauso nuo vienvamzdžių šildymo sistemų stovų schemų. Dažniausiai pasitaikančių šildymo prietaisų jungimo prie stovų variantai pavaizduoti **2.16** paveiksle.

Visais šiais atvejais, kurie parodyti **2.16** paveiksle, vienvamzdę šildymo sistemą galima perdirbti į dvivamzdę, atliekant mažiausiai pakeitimų, kaip parodyta **2.17** paveiksle.

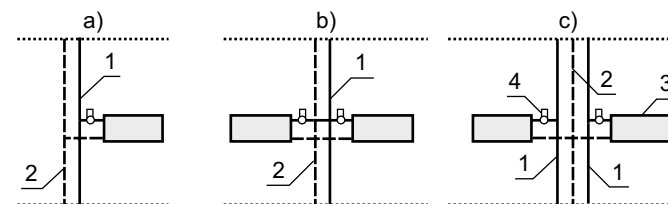
#### ŠILDYMO PRIETAISŲ JUNGIMO VARIANTAI VIENVAMZDĖSE ŠILDYMO SISTEMOSE



a) – iš vienos stovo pusės; b) iš abiejų stovo pusių; c) kai stovą sudaro trys vamzdžiai  
1- jungtis; 2 – trieigis čiaupas.

2.16 pav.

#### ŠILDYMO PRIETAISŲ JUNGIMO VARIANTAI IŠ VIENVAMZDŽIŲ Į DVIVAMZDES PERDIRBTOSE ŠILDYMO SISTEMOSE



a) – iš vienos stovo pusės; b) iš abiejų stovo pusių; c) kai stovą sudaro trys vamzdžiai  
1 – tiekimo stovas; 2 – grąžinimo stovas; 3 – šildymo prietaisas; 4 – termostatinis ventilius.

2.17 pav.

Palyginus **2.16** ir **2.17** paveikslus matyti, kad, vienvamzdę šildymo sistemą perdarant į dvivamzdę, atliekami tokie pakeitimai:

- iš dalies pakeičiama stovo vamzdžių paskirtis: vienas iš jų padaromas tiekimo (1), o kitas grąžinimo (2) stovu;
- pašalinamas jungiamasis intarpas (1) ir trieigis čiaupas (2) (2.16 pav.) šildymo prietaisų mazguose;
- atšakos, kuriomis teka karštas vanduo į šildymo prietaisus, jungiamos prie vieno (tiekimo) stovo, o atšakos, kuriomis vanduo išteka iš šildymo prietaisų, jungiamos prie kito (grąžinimo) stovo;
- tiekimo atšakose įmontuojami termostatiniai ventiliai (4).

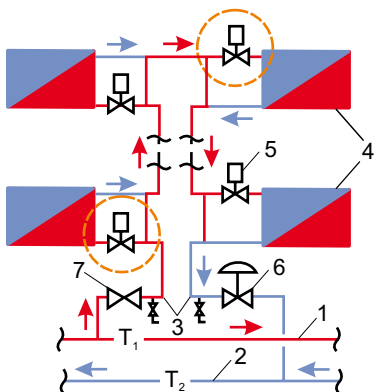


Tuo atveju, kai nenorima perdaryti esamos vienvamzdės šildymo sistemos į dvivamzdę, rekomenduotinas žemiau aprašytas vienvamzdės šildymo sistemos patobulinimo variantas, kuris pavaizduotas **2.18 pav.**

Šių pakeitimų sistemoje esmė ta, kad:

- būtų išmontuoti esami trieigiai čiaupai, paliekamos jungtys tarp šilumnešio tiekimo ir grąžinimo atšakų į šildymo prietaisus ir iš jų;
- prie kiekvienos atšakos, kuriomis tiekiamas šilumnešis į šildymo prietaisus, turi būti sumontuoti termostatiniai ventiliai;
- prieš įjungiant stovą į grąžinimo magistralę, jame turi būti sumontuotas balansinis ventilis.

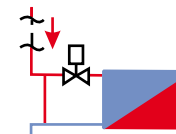
#### VIENVAMZDĖS ŠILDYMO SISTEMOS PRITAIKYMAS ŠIUOLAIKINIAM NAUDOJIMUI



1 – tiekimo magistralė; 2 – grąžinimo magistralė; 3 – stovas; 4 – šildymo prietaisas; 5 – termostatinis ventilis; 6 – balansinis ventilis; 7 – uždaromasis ventilis.

2.18 pav.

#### ŠILDYMO PRIETAISO JUNGIMO SCHEMA



2.19 pav.

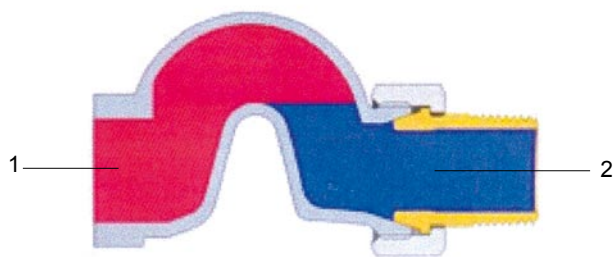
Termostatiniai ventiliai susideda iš termostatinio jutiklio ir specialiai vienvamzdėms sistemoms naudojamo didelio pralaidumo ventilio. Termostatinį ventilių reikia montuoti taip, kad vanduo iš apačios keltų ventilio vožtuvėlį. Priešingu atveju vožtuvėlis gali pradėti vibruoti. Šildymo prietaisą reikia jungti taip, kaip parodyta **2.19 pav.** pavaizduotoje schemoje.

Teisingai parinktas termostatinis ventilis ir gerai suderinta sistema (šilumnešio temperatūra, slėgis ir pratekantis jo kiekis) sudaro galimybę sutaupyti apie 20 % šildymo kaštų. Bet jeigu sistemos atitinkami elementai nebus gerai suderinti, norimo efekto galime negauti. Todėl svarbu atkreipti dėmesį į žemiau aprašomus dalykus.

Jungtis, esanti ties kiekvienu šildymo prietaisu, leidžia šilumnešio srautą paskirstyti į dvi dalis. Viena šilumnešio dalis teka per šildymo prietaisą, o kita aplenkia šį šildymo prietaisą. Tam, kad per šildymo prietaisą tekėtų reikiamas šilumnešio kiekis, pasipriešinimas šilumnešiui jungtyje turi būti didesnis nei termostatiniam ventilyje ir šildymo prietaise.

Be to, uždarius termostatinį ventilių atsiranda rizika, kad per šildymo prietaisą ims tekėti atbulinis šilumnešio srautas, kuris šildys šildymo prietaisą. Atbulinis srautas susidaro tuomet, kai grąžinamame atvade sluoksniuojasi karštas ir atvėsęs vanduo. Viršutinėje atšakos dalyje ima tekėti karštas vanduo į radiatorių, o apatinėje – atvėsęs teka iš radiatoriaus.

### ATBULINIO SRAUTO RIBOTUVAS



1 – besiformuojantis atbulinis tėkmės karšto vandens srautas; 2 – radiatoriuje atvėsęs vanduo.

2.20 pav.

Siekiant to išvengti, atbulinio srauto ribotuvą reikia montuoti ant kiekvienos grąžinimo atšakos iš šildymo prietaiso, kaip parodyta **2.20 paveiksle**.

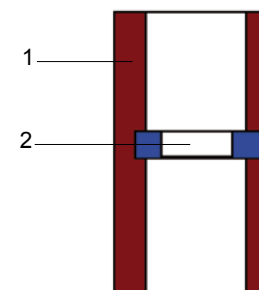
Atbulinio srauto ribotuvus neleidžia susidaryti atbuliniam srautui šildymo prietaise ir grąžinimo atšakoje. Atbulinio srauto ribotuvus montuojamas grąžinimo atšakoje taip, kad išlenkimas būtų nukreiptas į viršų.

Sumontavus termostatinčius ventilius ir atbulinio srauto ribotuvus prie šildymo prietaisų, dėl padidėjusių pasipriešinimų gali sumažėti ta šilumnešio dalis, kuri prateka per šildymo prietaisą. Kad taip neatsitiktų, jungtyje įmontuojamas srauto ribotuvus (**2.21 pav.**), kuris sumažina per ją pratekanti šilumnešio srautą. Ribotuvo angos skersmuo turi būti viena dalimi mažesnė už jungties skersmenį.

Kai visi šildymo prietaisų mazgai pertvarkyti taip, kaip parodyta (**2.22 pav.**), reikia suderinti visą šildymo sistemą, nes pasikeičia (padidėja) sistemos pasipriešinimas šilumnešiu pratekėti. Jeigu stovuose nėra balansinių ventilių, juos reikia įrengti ir jais sureguliuoti šilumnešio srautus atskiruose stovuose.

Galimi ir kitokie vienvamzdės šildymo sistemos rekonstrukcijos variantai, tačiau jie susiję su didesnėmis sąnaudomis.

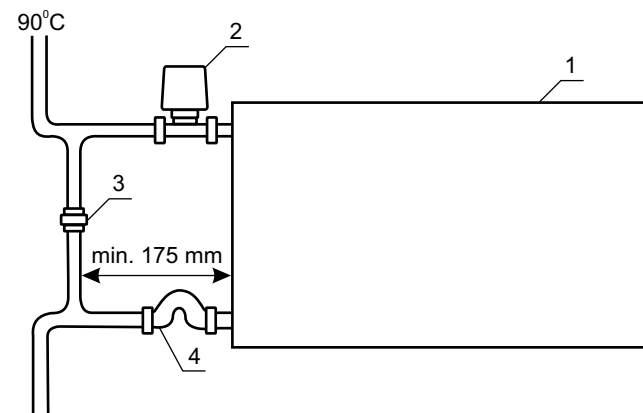
### SRAUTO RIBOTUVAS ŠILDYMO PRIETAISO JUNGTYJE



1 – jungties vamzdis; 2 – diafragma.

2.21 pav.

### PERTVARKYTAS VIENVAMZDĖS ŠILDYMO SISTEMOS ŠILDYMO PRIETAISO MAZGAS



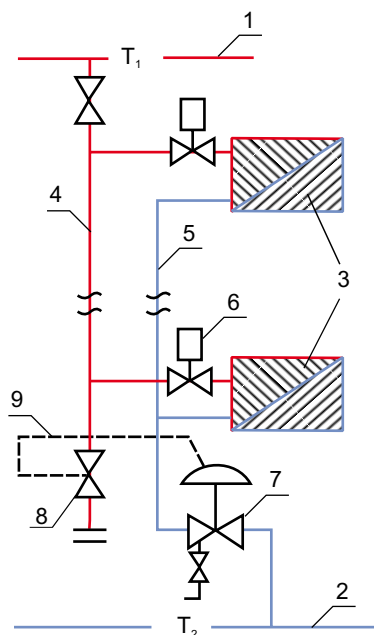
1 – šildymo prietaisas; 2 – didelio pralaidumo termostatinis ventilis; 3 – srauto ribotuvus šildymo prietaiso jungtyje; 4 – atbulinio srauto ribotuvus.

2.22 pav.

## Dvivismzdė sistema

Tai yra tokia sistema, kurioje vanduo į radiatorius patenka vienu vamzdžiu (tiekimu stovu), o iš jų išteka į kitą vamzdį (grąžinimo stovą). Dvivismzdės sistemos, kaip ir aprašytos vienvismzdės, yra viršutinio paskirstymo (2.23 pav.), apatinio paskirstymo (2.24 pav.) ir horizontaliosios (2.25 pav.).

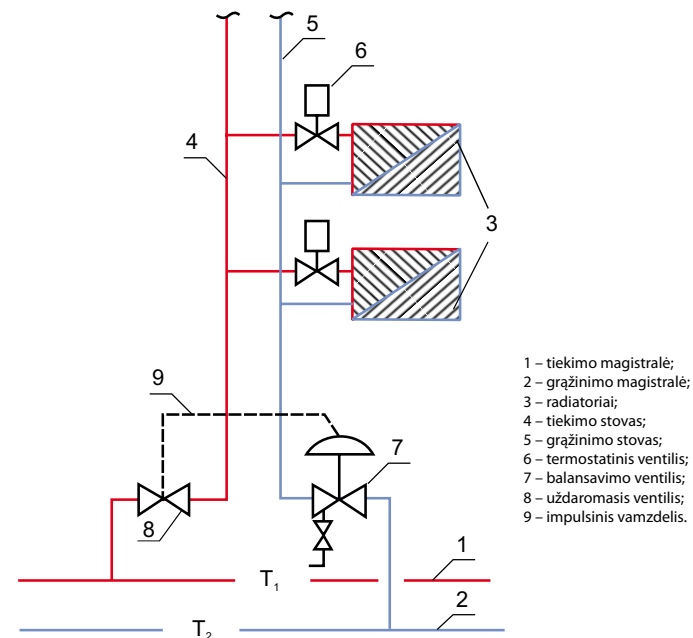
### DVIVISMZDĖS VIRŠUTINIO PASKIRSTYMO ŠILDYMO SISTEMOS STOVAS SU RADIATORIAIS



1 – tiekimo magistralė; 2 – grąžinimo magistralė; 3 – radiatoriai; 4 – tiekimo stovas; 5 – grąžinimo stovas; 6 – termostatinis ventilis; 7 – balansavimo ventilis; 8 – uždromasis ventilis; 9 – impulsinis vamzdelis.

2.23 pav.

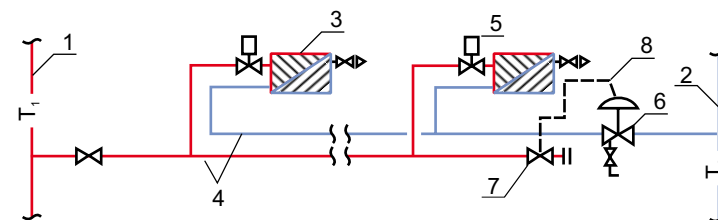
### DVIVISMZDĖS APATINIO PASKIRSTYMO ŠILDYMO SISTEMOS STOVAS SU RADIATORIAIS



1 – tiekimo magistralė;  
2 – grąžinimo magistralė;  
3 – radiatoriai;  
4 – tiekimo stovas;  
5 – grąžinimo stovas;  
6 – termostatinis ventilis;  
7 – balansavimo ventilis;  
8 – uždromasis ventilis;  
9 – impulsinis vamzdelis.

2.24 pav.

### DVIVISMZDĖS HORIZONTALIOS ŠILDYMO SISTEMOS STOVAS SU RADIATORIAIS



1 – tiekimo stovas; 2 – grąžinimo stovas; 3 – radiatoriai; 4 – horizontalioji jungtis tarp stovų; 5 – termostatinis ventilis; 6 – balansavimo ventilis; 7 – uždromasis ventilis; 8 – impulsinis vamzdelis.

2.25 pav.

Dvivamzdės horizontalios šildymo sistemos gali būti naudojamos tais atvejais, kai dėl pastato konstrukcinių ypatumų prie šildymo prietaisų sunku sumontuoti pakankamą kiekį stovų. Sistemos taip pat gali būti naudojamos, kai pastate yra keli ar keliolika vartotojų, kurie, užimdami atskirus pastato aukštus, nori turėti ir atskiras jų šildymo sistemas.

Dvivamzdei horizontaliai sistemai, pavaizduotai **2.25 pav.**, būdinga tai, kad šilumnešis, pratekėdamas pro bet kurį šildymo prietaisą, turi įveikti vienodą atstumą. Todėl tokia sistema vadinama lygiažiede. Jos privalumas – geras hidraulinis pastovumas, kitaip tariant, sistema yra gerai subalansuota.

Dvivamzdės šildymo sistemos pagrindiniai privalumai:

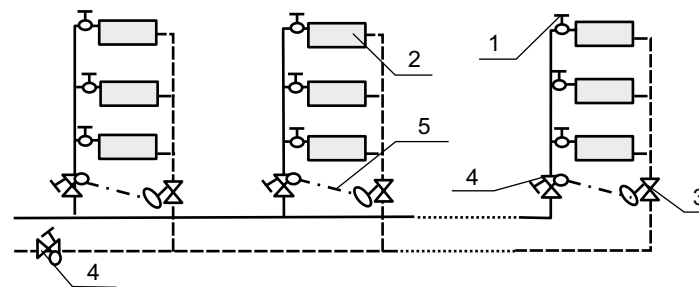
- į kiekvieną šildymo prietaisą įteka vienodos temperatūros šilumnešis;
- bet kurio šildymo prietaiso šilumos srauto reguliavimas neturi įtakos kitų šildymo prietaisų veiklai.

Dvivamzdės šildymo sistemos trūkumas yra tas, kad sudėtingiau tokią sistemą montuoti, nes su viena iš atšakų reikia aplenksti vieną iš dviejų greta esančių stovų.

### Šildymo sistemų balansavimas

Nepaisant to, ar šildymo sistema yra vienvamzdė, ar dvivamzdė, siekiant efektyvios veiklos ją reikia subalansuoti. Ką tai reiškia? Reikia šildymo sistemų magistralėse, stovuose ir atšakose paskirstyti debitą taip, kad jis atitiktų numatytą projekte. Be to, reikia įvertinti, kad prie šildymo prietaisų yra įrengiami termostatiniai ventiliai, kurie, reguliuodami šildymo prietaisų atiduodamus šilumos srautus, keičia šildymo sistemos hidraulinį balansą. Dėl to šildymo sistemoje reikia įrengti balansinius ventilius, kurie padėtų išlaikyti pastovų hidraulinį režimą. Tokios sistemos fragmentas pavaizduotas **2.26** paveiksle.

### ŠILDYMO SISTEMOS SU BALANSINIAIS VENTILIAIS FRAGMENTAS



1 – termostatinis ventilis; 2 – šildymo prietaisas; 3 – balansinis ventilis pastoviam slėgiui skirtumui palaikyti tarp tiekimo ir grąžinimo stovų; 4 – uždaramasis ventilis; 5 – impulsinis vamzdelis.

2.26 pav.

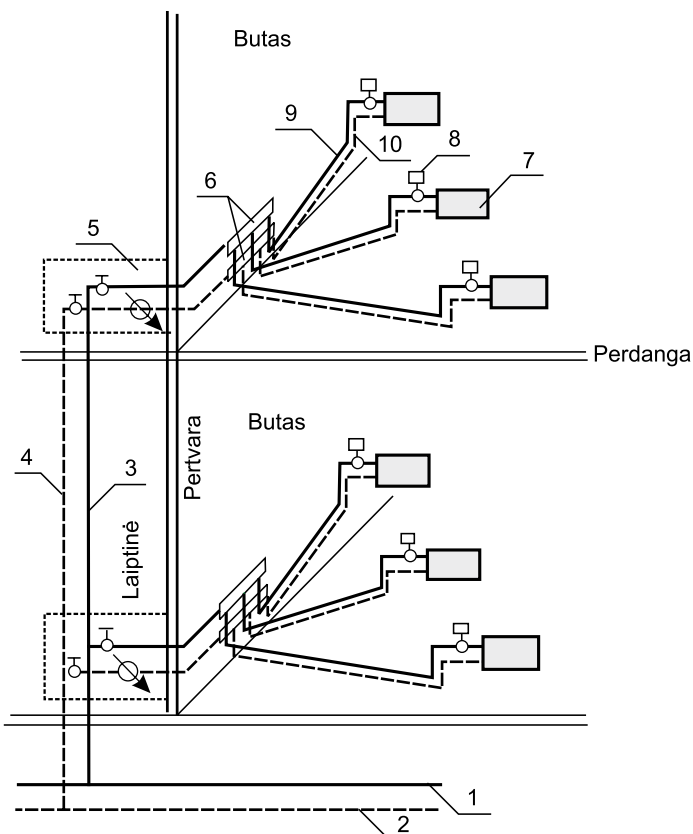
Šildymo sistemos, kurios fragmentas pavaizduotas **2.26** pav., hidraulinis reguliavimas vyksta tokia tvarka. Pirmiausia, termostatiniai ventiliai nustatomi taip, kad jų hidraulinis pasipriešinimas būtų lygus 10 kPa. Po to tolimiausio stovo balansiniai ventiliai visiškai atidarojami. Magistralėje esančiu ventiliu (4) nustatomas projekte nurodytas debitas. Tuomet ventiliu (4) priešpaskutiniame stove nustatomas projekte numatytas debitas ir vėl koreguojamas projektinis debitas magistralėje. Taip sureguliuojami visi debitai, numatyti projekte.

Suveikus termostatiniais ventiliais, stove sumažėja debitas. Dėl to turėtų keistis hidraulinis režimas. Kad taip neatsitiktų, balansinis ventilis (3) prisidaro tiek, kad slėgio skirtumas tarp tiekimo ir grąžinimo stovų išlieka pastovus.

### Kolektorinės šildymo sistemos

Pastaruosiu metu daugiabučiuose namuose kiekvienam butui imta diegti individualias vandens šildymo sistemas. Tokios šildymo sistemos schema pavaizduota **2.27** paveiksle. Šios sistemos yra patrauklios vartotojams, nes vamzdžiai į šildymo prietaisus paklojami grindyse ir jų nematyti. Šilumnešis reguliuojamas kolektoriuose ir au-

### VIENBUTĖ KOLEKTORINĖ ŠILDYMO SISTEMA



1 – tiekimo magistralė; 2 – grąžinimo magistralė; 3 – tiekimo stovas; 4 – grąžinimo stovas; 5 – spinta įvadui į butą su šilumos apskaitos mazgu; 6 – tiekimo ir grąžinimo kolektoriai; 7 – radiatorius; 8 – termostatinis ventilis; 9 – atšaka vandeniui tiekti į radiatorius; 10 – atšaka vandeniui grąžinti iš radiatoriaus.

2.27 pav.

tomatiškai prie šildymo prietaisų įrengtais termostatiniais ventiliais. Galima individuali šilumnešio apskaita kiekvienam butui.

Tačiau šios sistemos turi labai didelį trūkumą – iš jų savitaka negalima išleisti viso šilumnešio. Staiga, dėl kokių nors priežasčių ilgesniam laikui sutrikus šilumnešio cirkuliacijai, gali užšalti šildymo prietaisuose likęs vanduo. Vienintelė išeitis yra tokių sistemų kolektojų spinteles įrengti laiptinėse, aukštu žemiau esančiame koridoriuje. Kitas tokios sistemos trūkumas yra tas, kad ji apie du kartus brangesnė. Taip yra dėl didesnio kiekio sumontuojamų vamzdžių ir dėl kolektojų įrangos.

Vienbutės šildymo sistemos gali būti ir kitokios, pavyzdžiui, grindų šildymo, grindjuostinės.

Visų šildymo sistemų, kuriose šilumnešis yra vanduo, bendras trūkumas yra tas, kad šios sistemos yra labai jautrios hidraulinio režimo pasikeitimams, todėl labai daug dėmesio reikia skirti jų hidrauliniui reguliavimui. Kadangi šildymo sistemose pradėtas naudoti šildymo prietaisų perduodamas šilumos srauto reguliavimas termostatiniais ventiliais, nuolat keičiasi hidraulinis režimas šildymo sistemoje. Pastoviam hidrauliniui režimui palaikyti yra naudojami balansiniai ventiliai, kaip matyti iš aukščiau pateiktų paveikslų.

Bendrasis reikalavimas visoms vandens šildymo sistemoms – aukščiausiose jų vietose įrengti oro išleidimo, o žemiausiose vietose – vandens išleidimo įtaisus.

Atlikus šildymo sistemos remontą, šildymo sistemos išplovimo ir kitokius darbus, kai vanduo iš šildymo sistemos ar jos dalies yra išleidžiamas, o po to sistema iš naujo užpildoma, reikia išleisti orą per viršutiniuose taškuose įrengtą įrangą. Paprastai tuo rūpinasi ir tą darbą atlieka šildymo sistemą prižiūrinčios tarnybos. Jeigu tokia įranga yra butuose, orą išleisti gali patys gyventojai, pastebėję, kad pradėjus šildyti prietaisai nešyla arba šyla tik iš dalies.

Šilumnešio išleidimo įtaisai turi būti žemiausiose vamzdinių vietose šilumos generatoriaus patalpoje arba šilumos punkte ir atskirose šildymo sistemos dalyse (šilumnešiui išleisti savitaka per įrangą, esančią bendrojo naudojimo patalpose), jeigu jo negalima išleisti šilumos punkte arba šilumos generatoriaus patalpoje. Šilumnešio išleidžiamo-



sios armatūros negalima montuoti pogrindžio kanale, jeigu jame toje vietoje nėra trapo ar kitokios įrangos išleistam šilumnešiu nutekėti. Pogrindžio kanalo nuolydis turi būti nukreiptas į šilumnešio nutekėjimo įrangą.

### Svarbu!

- Šildymo sistemą reikia suprojektuoti ir įrengti taip, kad iš jos, esant reikalui, visada būtų galima centralizuotai išleisti vandenį savitaka. Dėl to sistemos magistralės turi būti paklotos suformuojant nuolydį drenavimo įrenginių kryptimi.
- Šildymo sistemoje būtina įrengti drenavimo ir oro išleidimo įrangą.
- Uždarymo ir reguliavimo įrangą, jeigu ji turi įtakos daugiau kaip vienam šilumos vartotojui, turi būti sumontuota atvirai, prieinamoje vietoje.

**Garų šildymo sistemos** kitose šalyse yra naudojamos dažniau, ypač daugiaaukščiams pastatams šildyti. Tačiau Lietuvoje jos naudojamos retai, kartais pramoniniuose pastatuose.

**Orinio šildymo sistemos** dažniausiai yra derinamos kartu su vėdinimo ir oro kondicionavimo sistemomis. Kol kas gyvenamojoje statyboje šios sistemos naudojamos nedažnai, todėl ir orinis šildymas nėra populiarus.

## Šildymo prietaisų galios parinkimas keičiant vienus šildymo prietaisus kitais

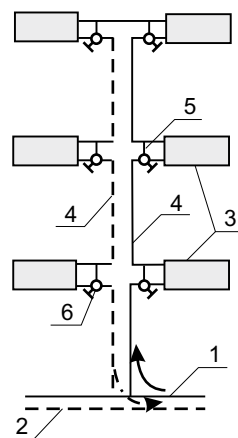
Praėjo beveik dvidešimt metų nuo tada, kai buvo pastatyti paskutiniai daugiabučiai namai su juose sumontuotomis tuo metu visuotinai paplitusiomis vienvamzdėmis šildymo sistemomis bei ketais radiatoriais „M-140 AO“, arba plieniniais štapuotais „PCI“ ir „PCB“ radiatoriais. Pastaruoju metu gyventojai dėl įvairių priežasčių intensyviai pradėjo keisti senus radiatorius naujais. Vieni tai daro todėl, kad senieji plieniniai radiatoriai surūdijo, tapo nepatikimi – iškilo rizika įtrūkti ir užlieti butus vandeniu. Kiti nori pakeisti butų išplanavimą, pakeisti kambarių išdėstymą, atnaujinti interjerą.

Tačiau keičiant radiatorius iškyla klausimas, kaip tai padaryti gerai?

Gyventojui, kuris apie šildymo sistemą žino tik tiek, kad radiatoriai sušildo jo kambarius, atrodo labai svarbu, jog radiatorius nebūtų per mažas. Toks gyventojas taip pat mano, kad radiatoriumi pakeisti nereikia jokio projekto ir kad darbus atlikti gali bet kuris santechnikas. Laikydamasis tokios nuostatos, gyventojas, aišku, savęs nenuskriaus. Nesvarbu, ar jis gyvena daugiabučiame name, ar tame name yra vienvamzdė, ar dvivamzdė šildymo sistema. Dažniausiai, kaip rodo praktika, tokio gyventojų bute sumontuojami radiatoriai yra didesnės galios, nei to reikia iš tikrųjų. Tačiau kokią įtaką tai daro kitiems namo gyventojams? Prieš pateikdami atsakymą į šį klausimą dar kartą peržvelkime labiausiai paplitusias vienvamzdes (2.28 pav.) ir dvivamzdes (2.29 pav.) centrinio šildymo sistemas. Tam užtenka panagrinti, kaip patalpų šildymui skirtas vanduo teka šių sistemų stovais.

Pastatui šildyti mūsų nagrinėjamame pavyzdyje yra naudojamas karštas vanduo, kuris tiekiamas į pastatą iš centralizuotų šilumos tinklų arba vietinės katilinės. Pastate esančiame šilumos punkte reguliuojami karšto vandens parametrai (temperatūra ir slėgis tiekimo bei grąžinimo magistralėse). Iš šilumos punkto tiekimo magistrale karštas vanduo tiekiamas į šildymo stovus, o grąžinimo magistrale atvėsęs panaudotas vanduo surenkamas iš stovų ir grąžinamas į šilumos punktą.

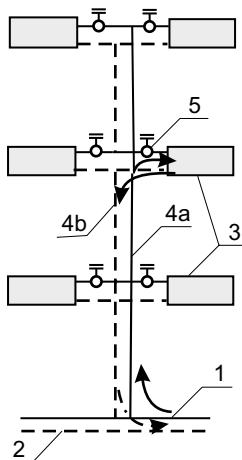
## VIENVAMZDĖS CENTRINIO ŠILDYMO SISTEMOS STOVAS



- 1 – tiekimo magistralė;
- 2 – grąžinimo magistralė;
- 3 – radiatoriai;
- 4 – stovai;
- 5 – jungiamasis intarpas;
- 6 – trieigis čiapus.

2.28 pav.

## DVIVAMZDĖS CENTRINIO ŠILDYMO SISTEMOS STOVAS



- 1 – tiekimo magistralė;
- 2 – grąžinimo magistralė;
- 3 – radiatoriai;
- 4 a – tiekimo stovas;
- 4 b – grąžinimo stovas;
- 5 – dvigubo reguliavimo čiapus.

2.29 pav.

Vienvamzdėje šildymo sistemoje karštas vanduo iš tiekimo magistralės patenka į stovą, o iš jo, kaip matyti **2.28 paveiksle**, į pirmą radiatorių pagal tekėjimo kryptį. Šiame radiatoriuje jis atiduoda patalpai šildyti reikalingą šilumos kiekį ir iš dalies atvėsęs vėl išteka į stovą. Po to jis vėl patenka į kitą radiatorių ir taip tęsiasi tol, kol vanduo prateka per visus prie stovo prijungtus radiatorius. Pratekęs per visus radiatorius, vanduo atvėsta iki nustatytos temperatūros. Patekęs į grąžinimo magistralę, jis nuteka į šilumos punktą.

Dvivamzdėje šildymo sistemoje karštas vanduo iš tiekimo magistralės taip pat patenka į stovą. Tačiau kitaip nei vienvamzdėje sistemoje jis prateka tik per vieną radiatorių (**2.29 pav.**), kuriame atvėsta iki nustatytos temperatūros ir iš jo patenka į grąžinimo stovą. Todėl dvivamzdėje sistemoje į kiekvieną radiatorių patenka tokios pat temperatūros vanduo.

Kai žinome, iš kur šiluma patenka į patalpas, galime pasiaiškinti, kaip ta šiluma apmokestinama. Kiekviename mieste, įvertinus šilumos gamybos ir pristatymo išlaidas, yra suskaičiuojama šilumos, kuri matuojama kilovatvalandėmis (kWh), kaina.

Daugiabučiame name sunaudota šiluma išmatuojama bendru visam namui šilumos skaitikliu. Paskui tame name sunaudota šiluma yra išdalijama visiems jame esantiems butams. Sunaudotos šilumos padalijimo metodikos yra kelios. Čia jų neapstarinėsime, tik konstatuosime, kad didžiojoje dalyje daugiabučių gyvenamųjų namų butams šiluma yra padalijama pagal jų plotus. Iš to aišku, kad bet kurio buto vienam kv. metrui, nežiūrint ar tas butas šildomas per daug, ar per mažai, tenka vienodas kilovatvalandžių kiekis, todėl ir mokėti tenka vienodai. Reikia suprasti teisingai, kad vienodai mokėti tenka tik už vienodą plotą, o ne už visą butą. Taigi, už tuos, kurie sunaudoja per daug šilumos, sumokėti privalo kiti namo gyventojai.

Tačiau tai dar ne viskas. Yra ir daugiau neigiamų pasekmių, kurias sukelia gyventojai, savavališkai pakeitę radiatorius. Ypač daug nepatogumų patiria tie, kurių butus šildo radiatoriai, prijungti prie vienvamzdės šildymo sistemos.

Kaip jau buvo konstatuota, vienvamzdėse šildymo sistemose vanduo teka iš vieno radiatoriaus į kitą palaiapsniui aušdamas. Jeigu, kuris nors radiatorius yra didesnės galios, nei numatyta projekte, tai jame ir vanduo ataus labiau, nei numatyta. Todėl į kitus radiatorius vanduo patenka šaltesnis, nei turėtų būti, ir tie radiatoriai patalpas šildo mažiau nei turėtų. Tokiu būdu didžioji dalis gyventojų dėl nesąžiningai besielgiančių kaimynų nukenčia ne tik finansiškai, nes priversti mokėti už ne savo sunaudotą šilumą. Negana to, jų butuose būna šalčiau, nei numatyta projekte ir reikalauja higienos normos.

Be to, kai kuriais atvejais senieji radiatoriai vienvamzdėse šildymo sistemose prijungti prie atšakų, kurių skersmuo didesnis kaip 15 mm. Nauji plieniniai radiatoriai yra pagaminti tik su 15 mm skersmens angomis šilumnešiui ištekėti ir įtekėti. Todėl jungiant naujus radiatorius naudojamos jungiamosios detalės. Taip sumažinamas projekte numatytas skersmuo šilumnešiui pratekėti, atsiranda papildomų kliūčių ir padidinamas viso šildymo sistemos stovo hidraulinis pasipriešinimas. Jeigu taip atsitinka, į šildymo sistemos stovą įteka mažesnis vandens kiekis nei numatyta projekte ir todėl prie to stovo prijungti radiatoriai ima šildyti silpniau. Šildymo sistema tampa išbalansuota. Tas pats atsitinka ir tuo atveju, kai vienpusė radiatoriaus jungtis pakeičiama dvipuse. Dar blogiau, kai radiatorius atjungiamas nuo vieno stovo ir prijungiamas prie kito. Šiuo atveju šildymo sistema išreguliuojama dar labiau.

Bendrais bruožais išsiaiškinome neigiamas pasekmes, kurių galima tikėtis, kai radiatoriai ar jų vieta keičiama be specialistų parengtų projektų. Toliau panagrinėkime, ką reikia padaryti, kad mūsų veiksmai būtų teisingi ir nepridarytų žalos kitiems namo gyventojams, kai reikia pakeisti radiatorius.

Visų pirma, reikia nustatyti radiatoriaus, kurį norima pakeisti, šilumos galią. Yra du būdai, kaip tą padaryti. Pirmasis – galima jo galią ir šilumnešio temperatūrą, kuriai esant ši galia pasiekama, nustatyti pažvelgus į projektą, jeigu jis yra išlikęs. Vėliau taip nustatytą galią galima perskaičiuoti standartinėms sąlygoms. Antrasis būdas – pagal radiatoriaus markę atitinkamuose žinynuose surasti jo galią. Dar geriau, jeigu ji bus nurodyta standartinėms sąlygoms.

Tuomet nereikės atlikti papildomų skaičiavimų. Antrasis būdas yra paprastesnis, jei šildymo sistema – vienvamzdė.

Kitas žingsnis – susirasti patinkantį radiatorių ir pagal gamintojo katalogą pasirinkti jo tipą. Tačiau tai dar ne viskas. Kataloge radiatoriaus galia bus nurodyta esant tam tikroms sąlygoms, kurios nebūtinai atitiks standartines. Todėl radiatoriaus galią teks skaičiuoti esant standartinėms sąlygoms.

Pirmiausia išsiaiškinkime, kas yra standartinės sąlygos. Geriausias ir lengviausias suprantamas paaiškinimas yra automobilių ekonomiškumui palyginti vartojamas kuro sunaudojimas litrais šimtui kilometrų. Automobilis, kuris tomis pačiomis sąlygomis (esant vienodam keliui ir važiavimo greičiui) sunaudoja mažiau kuro, yra ekonomiškesnis. Du radiatoriai bus lygiaverčiai pagal šiluminę galią, jeigu jie, esant tokiai pat į šildymo prietaisą įtekančio ir ištekančio vandens temperatūrai ir tokiai pat patalpos temperatūrai, turės vienodą šiluminę galią.

Lyginant sovietmečiu pagamintų radiatorių galią, standartinėmis sąlygomis laikomas 70 °C temperatūrų skirtumas tarp į šildymo prietaisą įtekančio ir ištekančio vandens temperatūrų vidurkio bei patalpos temperatūros („Справочник проектировщика. Внутренние санитарно — технические устройства часть 1. Отопление, М. Стройиздат“ 43 psl.).

Pagal Europos standartą EN 442 nuo 1997 m. liepos 1 d. standartinėmis sąlygomis laikoma, kai į radiatorių įtekančio vandens temperatūra turi būti 75 °C ir ištekančio – 65 °C, patalpos temperatūra 20 °C.

Tuomet:

$$T_s = (75 + 65)/2 - 20 = 50 \text{ °C}$$

Taigi standartinės sąlygos yra kitokios, o temperatūrų skirtumas standartinėmis sąlygomis yra 50 °C.

Pažiūrėkime į konkretų pavyzdį, kai buvo pakeistas radiatorius. Tarkime, kad patalpoje, kurioje palaikoma 20 °C temperatūra, norime pakeisti radiatorių „M-140 AO“, kurį sudaro 6 sekcijos. Tokio radiatoriaus vienos sekcijos šilumos galia standartinėmis sąly-

gomis, kuriomis buvo laikomas 70 °C temperatūrų skirtumas, yra 178 W. Tada šešių sekcijų galia atitinkamai bus: **178 x 6 = 1068 W**.

Dabar reikia surasti radiatorių, kuriuo norima pakeisti senąjį radiatorių „M-140 AO“. Pavyzdžiui, pasirenkame radiatorių DIA NORM. Svarbu parinkti tinkamą radiatoriaus aukštį dėl to, kad nereiktų keisti atstumo tarp atvadų. Tarp radiatoriaus „M-140 AO“ centrų yra 500 mm. Šį aukštį atitinka DIA NORM radiatorius, kurio tikrasis aukštis yra 550 mm. Kataloge nurodytos markės radiatorių galios, kai įtekančio į radiatorių ir ištekančio iš jo vandens temperatūros yra atitinkamai 80 ir 60 °C. Jos neatitinka standartinių sąlygų ir tų sąlygų, kuriomis nustatyta radiatoriaus „M-140 AO“ galia. Todėl, norint nustatyti šių radiatorių nominalią šilumos galią, reikia atlikti perskaičiavimą.

Parinkamo radiatoriaus nominali šilumos galia turi būti artima keičiamo radiatoriaus nominaliai šilumos galiai, t.y.  $Q_1=1068$  W.

Pagal šioms radiatoriams pateikiamą formulę ir duomenis, kurie nurodyti atitinkamame tinklalapyje, atliekame perskaičiavimą.

$$Q_2 = \frac{Q_1}{\left(\frac{T_1}{T_2}\right)^n} = \frac{1068}{\left(\frac{70}{50}\right)^{1,3256}} = 684 \text{ W}$$

Čia:

$Q_2$  – DIA NORM šildymo prietaiso šilumos galia, nustatyta gamintojo esant tam tikroms sąlygoms, nurodytoms jo pateikiamuose duomenyse apie tą prietaisą, W;

$T_2$  – temperatūrų skirtumas, nustatytas tarp į šildymo prietaisą įtekančio (80 °C) ir ištekančio (60 °C) vandens temperatūrų vidurkio (kuriam gamintojo nustatyta šildymo prietaiso šilumos galia) ir patalpos temperatūros (20 °C),  $T_2 = (80 + 60)/2 - 20 = 50$  °C;

$T_1$  – temperatūros vidurkio tarp į šildymo prietaisą įtekančio bei ištekančio vandens ir patalpos skirtumas, kai jis siekia 70 °C (tokios buvo standartinės sąlygos nustatant radiatoriaus „M-140 AO“ galią);

$Q_1$  – nominali šildymo prietaiso šilumos galia W, esant standartinėms sąlygoms.

Panaudojus (86 p.) formulę galima nustatyti, kokia šildymo prietaiso galia turėtų būti nurodyta gamintojo kataloge, esant 80 °C, 60 °C ir 20 °C temperatūrai.

Pagal šią galią kataloge ieškome atitinkamo radiatoriaus. Artimiausias yra DIA NORM „21s“ tipo 600 mm ilgio radiatorius, kurio nurodyta galia kataloge yra 706 W.

Renkantis kitos markės radiatorių, nei parodyta pateiktame pavyzdyje, reikia pagal gamyklos gamintojos duomenis pasitikslinti, ar perskaičiavimui galima taikyti (1) formulę.

Parinkus keitimui tinkamą radiatorių dar reikia išspręsti šildymo sistemos hidraulinio pastovumo klausimą. Tai daroma perskaičiuojant dalį ar visą šildymo sistemą, norint daryti pakeitimus. Šiuos darbus turi atlikti atestuoti specialistai.

Normalią, kaip numatyta projekte, šildymo sistemos būklę turi palaikyti šildymo sistemos prižiūrėtojas. Vienas svarbiausių dokumentų, kuris turi būti parengtas daugiabučiam namui, yra šildymo sistemos aprašas. Jį pagal „Šilumos tinklų ir šilumos vartojimo įrenginių priežiūros (eksploatavimo) taisyklių“ 310.2. p. (Žin. 2005, Nr. 100-3735) privalo parengti daugiabučių namų butų ir kitų patalpų savininkų bendrijos valdyba (bendrijos pirmininkas), namo bendrojo naudojimo objektams valdyti sudarytos jungtinės veiklos sutarties partnerių įgaliotas asmuo arba namo bendrojo naudojimo objektų administratorius, arba jų pavedimu pastato šildymo ir karšto vandens sistemos prižiūrėtojas. Pagal šį dokumentą nustatoma, ar nėra padaryta pažeidimų šildymo sistemoje keičiant radiatorius. Galimus pažeidimus taip pat padeda išaiškinti temperatūrų matavimai šildymo sistemos kontroliniuose taškuose. Matavimai turi būti atliekami vadovaujantis aukščiau minėtų taisyklių 291–293 p.

## KARŠTO VANDENS TIEKIMAS

Kas tas karštas vanduo? Pats pavadinimas tarytum užsimena apie atsakymą. Peršasi išvada, kad tai turėtų būti tas pats geriamasis vanduo, sušildytas iki reikiamos temperatūros. Ar taip yra iš tikrųjų?

Pasižiūrėkime, kaip mes elgiamės, kai dėl kokių nors priežasčių iš čiaupo nebėga karštas vanduo. Daug negalvodami prisipilame šalto, be abejo, geriamojo vandens, ir jį pasišildome. Kai įsitikinome, kad karštas vanduo – tai tas pats geriamasis vanduo, pašildytas iki reikiamos temperatūros, išėikime iš savo virtuvės ar buto ir pasižvalgykime, kas vyksta mūsų daugiabučiame name.

Geriamasis šaltas vanduo (toliau – vanduo) į namus patenka iš gatvėje ar kieme pakloto vandentiekio vamzdžio atšakos, vadinamos įvadu. Iš čia vanduo, pratekęs pro skaitiklį, name išvedžiotais vamzdžiais pasiekia kiekvieną butuose esantį čiaupą. Prieš tai, žinoma, vanduo prateka pro bute esantį skaitiklį, jeigu toks yra įrengtas. Pastarasis parodo, kiek to vandens suvartojama.

O kaip su karštu vandeniu, kaip jis atsiranda ir bėga iš to paties vandens maišytuvo?

Atsakymas irgi labai paprastas. Pastato rūsyje esantis įvadinis vandens vamzdis po vandens skaitiklio šakojasi į dvi dalis. Viena atšaka vanduo, kaip buvo minėta, pasiekia butus toks, koks patenka į namą. Reikia pasakyti, kad šalto vandens temperatūra kinta priklausomai nuo metų laiko ir skiriasi pagal vietovę. Kadangi šalto vandens temperatūra per metus nėra pastovi, todėl priimta nurodyti jos vidurkį kiekviename Lietuvos regione. Vidutinė metinė šalto vandens temperatūra Lietuvos miestuose ir gyvenvietėse yra nevienoda ir svyruoja nuo 8 °C Lazdijuose iki 13,5 °C Klaipėdoje. Vilniuje vidutinė šalto vandens temperatūra yra 9 °C.

Kitu vamzdžiu vanduo teka į vandens šildytuvą, esantį kurioje nors namo pagalbinėje patalpoje, dažniausiai rūsyje.

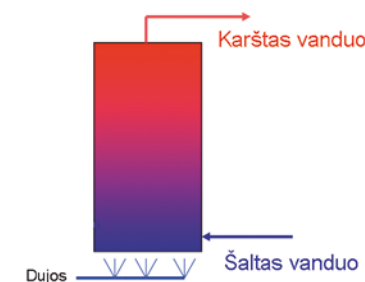
Vandens šildytuvai – tai įrenginys, kuriame šaltas vanduo sušildomas iki reikiamos temperatūros, paprastai iki 55 °C, nes higienos norma reikalauja, kad iš čiaupo tekėtų ne šaltesnis kaip 50 °C ir ne karštesnis nei 60 °C vanduo.

## VANDENS PAŠILDYMO BŪDAI

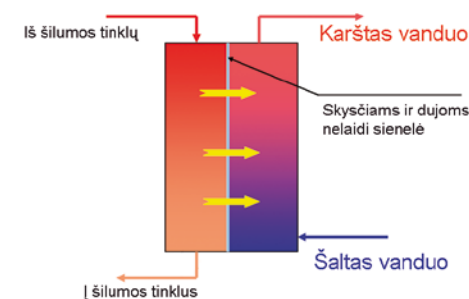
### I. ELEKTRA



### II. DUJOMIS



### III. TERMOFIKACINIŲ VANDENIŲ





Šildytuve vanduo gali būti šildomas trejopai (2.30 pav.): elektra, deginant dujas ar specialiai paruoštu karštu vandeniu (iš jo pašalinus deguonį, įvairias druskas, kitas priemaišas), kitaip vadinamu termofikaciniu vandeniu. Jis į šildytuvą, taip pat kaip ir į daugelyje namų esančius radiatorius, atkeliauja miesto šilumos tiekimo tinklais iš katilinių ar kitokių šilumos šaltinių.

Vanduo elektra šildomas labai panašiai, kaip paprastame elektriniame virdukyje. Skirtumas tas, kad elektriniame šildytuve vanduo sušyla per jį tekėdamas, o virdukyje šildomas tik tas vanduo, kuris yra įpiltas į vidų.

Kai vanduo šildomas deginant dujas, kaitinami vamzdeliai, o jais tekantis vanduo sušildomas.

Vandens šildymui termofikaciniu vandeniu naudojami įrenginiai, kuriuos labai supaprastintai galima apibūdinti kaip indą, perskirtą plokštele į dvi visiškai atskiras sandarias dalis. Vienoje plokštelės pusėje teka termofikacinis vanduo, o kitoje plokštelės pusėje teka vanduo, kurį reikia sušildyti. Toji plokštelė yra įtvirtinta taip, kad nei termofikacinis vanduo negalėtų patekti į šildomą vandenį, nei šildomas vanduo – į termofikacinį vandenį. Todėl jie susimaišyti niekaip negali.

Tokiame šildytuve termofikacinis vanduo kaitina plokštelę. Kitoje plokštelės pusėje teka į šildytuvą patekęs vanduo, kuris, liesdamasis su įkaitusia plokštele, sušyla iki nustatytos temperatūros.

Nesvarbu, ar vanduo būtų šildomas elektra, dujomis ar termofikaciniu vandeniu, jo temperatūra ištekant iš šildytuvo reguliuojama automatikos prietaisais ir palaikoma tokia, kokia yra nustatyta.

Visiškai taip pat nuo vandens šildymo būdo nepriklauso jo kokybė, nes šildomas vanduo šildytuve su niekuo nesimaišo. Paprastai tariant, koks vanduo patenka į šildytuvą, toks iš jo ir išteka, jeigu nepaisysime pasikeitusios jo temperatūros. Tačiau tam ir yra naudojamas šildytuvas, kad vietoje šalto vandens turėtume karštą.

Tolimesnis karšto vandens kelias name toks pat, kaip ir šalto vandens. Jis teka name išvedžiotais vamzdžiais iki čiaupų. Suvartotas karšto vandens kiekis išmatuojamas bute įrengtu skaitikliu, taip pat kaip ir šalto.

Tarytum viskas aišku. Karštas vanduo nuo šalto skiriasi tuo, kad karštas – tai pašildytas šaltas vanduo. Vandentiekio sistema tokia pat, tik vienoje vietoje įterptas šildytuvas, nedarantis jokio poveikio vandeniui, išskyrus suteiktą šilumą arba, paprastai tariant, aukštesnę temperatūrą, ko ir siekiama.

### Karšto vandens kokybė

Lietuvos higienos normoje HN 24:2003 „Geriamojo vandens saugos ir kokybės reikalavimai“ rašoma: „Naudojamas buityje karštas vanduo turi būti ruošiamas iš šios higienos normos reikalavimus atitinkančio geriamojo vandens.“ Kokie tie reikalavimai geriamajam vandeniui, iš kurio ruošiamas karštas vanduo?

Toje pačioje higienos normoje pasakyta, kad geriamojo vandens kokybė kontroliuojama pagal mikrobinus, toksinius ir kitus rodiklius, kurių nurodyta daugiau kaip 100 pavadinimų – tai iš tiesų daug. Programinę priežiūrą, t.y. ar vandens, kol jis patenka pas vartotojus, kokybė pagal visus šiuos rodiklius atitinka higienos reikalavimus, atlieka geriamojo vandens tiekėjai (Geriamojo vandens įstatymas, 11 str., 3 d.).

Kaip su karšto vandens kokybės programine priežiūra? Būtų nelogiška, jei karšto vandens kokybės programinės priežiūros imtųsi kita institucija, nes šildytuvas jokio poveikio vandeniui, išskyrus suteiktą šilumą, nedaro.

Norisi akcentuoti dar vieną dalyką. Nors programinę priežiūrą iki vartotojo čiaupo atlieka vandens tiekėjas, už vandens kokybę jis atsako tik iki vandentiekio įvadų į vartotojams priklausančių pastatų. Už vartotojams priklausančių pastatų vidaus vandentiekį esančio geriamojo vandens saugą ir kokybę atsako patys vartotojai (Geriamojo vandens įstatymas, 5 str., 2 ir 3 dalys). Taip turėtų būti ir su karštu vandeniu.

Tuomet kyla klausimas, ar reikalingas karšto vandens tiekėjas? Daug paprasčiau, jeigu gyventojas sumokėtų šalto vandens tiekėjui

už suvartotą vandenį, o šilumos tiekėjui – už suvartotą šilumą karštam vandeniui paruošti. Tokiu atveju nereikėtų karšto vandens tiekimo paslaugos, nereikėtų ir už ją mokėti. Akivaizdu, kad vanduo ir toliau tekės per šildytuvą karšto vandens sistemos vamzdžiais iki pat čiaupų, nepriklausomai nuo to, bus ar nebus karšto vandens tiekėjas.

Ir čia atrodytų viskas paprasta. Kai esame nepatenkinti šalto vandens kokybe, daug nesvarstydami kreipiamės į vandens tiekimo įmonės atstovus ir prašome pasirūpinti, kad iš čiaupų tekantis vanduo tiktų ne tik rankoms nusiplauti, bet ir sriubai išsivirti.

Panašiai turėtų būti ir su karštu vandeniu. Tačiau kai esame nepatenkinti jo kokybe, sunkiai surandame įstaigą ar įmonę, kuri prisipažintų esanti už tai atsakinga. Ar iš tiesų viskas taip sudėtinga?

Ne veltui patarlė sako: devynios auklės – vaikas be galvos. Taigi pagalvokime, kaip yra geriau ir, svarbiausia, pigiau?

### Karšto vandens sistemos

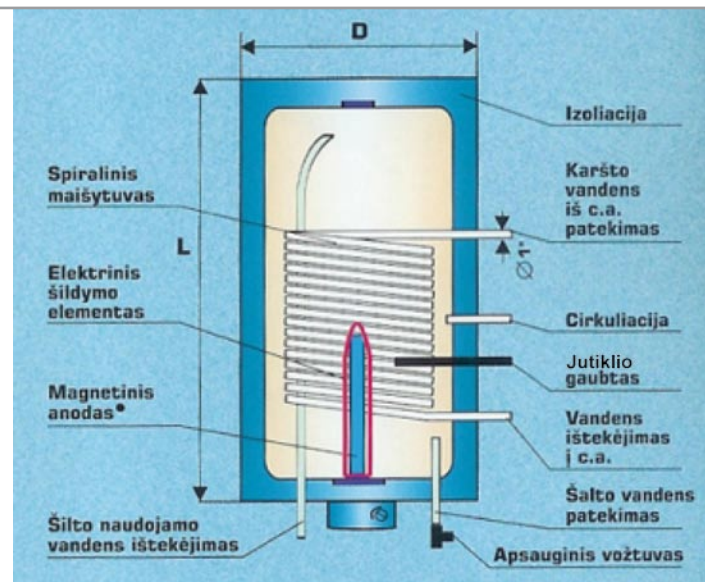
Karšto vandens sistemos, paprastai vadinamos karštu vandenietikiu, susideda iš karšto vandens ruošimo įrengimų (šilumokaičių), vamzdynų, kuriais karštas vanduo iš šilumokaičių tiekiamas į vandens paėmimo įrenginius, taip pat armatūros bei prietaisų, skirtų vandens parametrų reguliuoti ir matuoti.

Pagal karšto vandens ruošimo vietą karšto vandens sistemos būna vietinės ir centralizuotos.

**Vietinėse** sistemose šaltas vanduo šildomas netoli vandens naudojimo prietaisų esančiame šildytuve, naudojant elektrą (2.31 pav.), deginant dujas ar kitokį kurą. Vietinės karšto vandens sistemos dažniausiai naudojamos vienbučiuose ir mažabučiuose namuose.

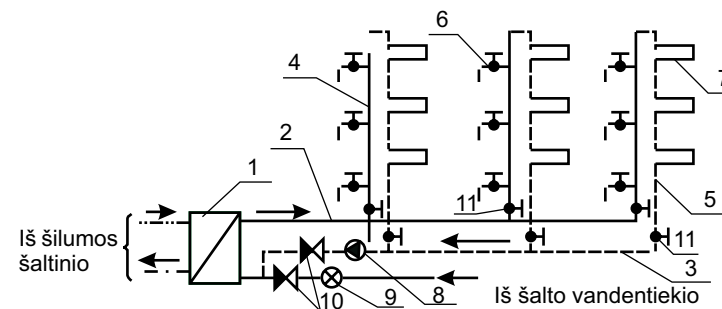
**Centralizuotomis** sistemomis karštas vanduo tiekiamas grupei vartotojų iš katilinių arba grupinių (centrinių) ir individualių šilumos punktų (2.32 pav.).

### VANDENS PAŠILDYMAS ELEKTRINIAME ŠILDYTUVE



2.31 pav.

### CENTRALIZUOTA KARŠTO VANDENS TIEKIMO SISTEMA



1 – vandens šildytuvas (šilumokaitis); 2 – karšto vandens tiekimo magistralė; 3 – cirkuliacinio vandens magistralė; 4 – karšto vandens tiekimo stovas; 5 – cirkuliacinio vandens stovas; 6 – vandens ėmimo čiaupai; 7 – rankšluosčių džiovintuvas; 8 – cirkuliacinio vandens siurblys; 9 – šalto vandens skaitiklis; 10 – atbuliniai vožtuvai; 11 – ventiliatai.

2.32 pav.

Tokias sistemas stengiamasi įrengti daugiabučiuose namuose, nors, esant palankioms sąlygoms, tai galima daryti ir individualiuose namuose. Centralizuotos karšto vandens tiekimo sistemos yra uždarnos ir atviros.

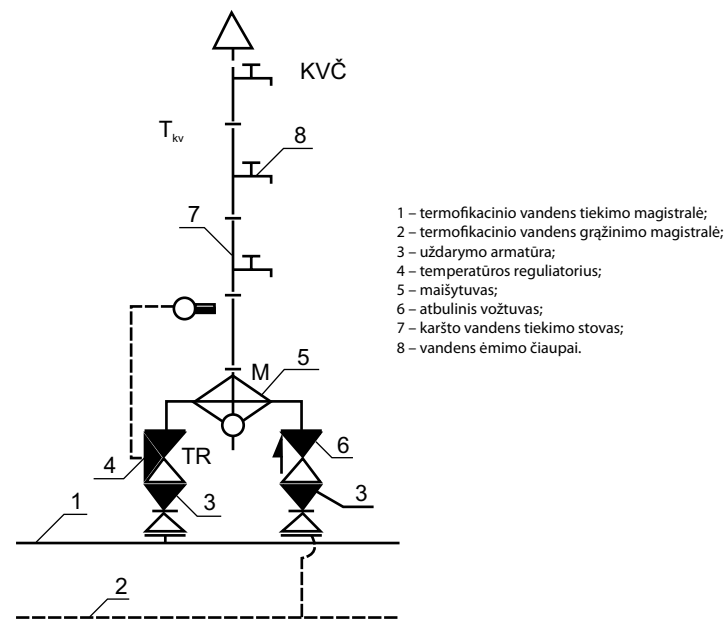
**Uždaros** – tai tokios sistemos, kai šaltas vandentiekio vanduo šildomas šilumokaičiuose, esančiuose katilinėse, centriniuose (grupiniuose) arba individualiuose šilumos punktuose. Pastarieji įrengiami daugiabučiuose gyvenamuosiuose namuose arba kitos paskirties pastatuose. Tuomet karštas vanduo ruošiamas tik tuose pastatuose esančių vartotojų poreikiams tenkinti. Tokios sistemos yra labiausiai paplitusios. Jos visų pirma patogios tuo, kad vandens kokybiniai rodikliai sistemose išlieka nepakitę, išskyrus vandens temperatūrą. Uždaros šildymo sistemos schema pavaizduota 2.32 paveiksle.

**Atviros** – tai sistemos, kai karštas vanduo naudojamas iš tų pačių vamzdžių, kuriais yra tiekiamas šildymui (2.33 pav.). Šiuo atveju tai tas pats vanduo, kuris teka per radiatorius ir šildo patalpas. Jo kokybiniai rodikliai skiriasi nuo šalto geriamo vandens. Šis vanduo, kad nekenktų katilams, vamzdžiams ir kitiems technologiniams įrenginiams, yra specialiai paruošiamas (minkštinamas, iš jo šalinamas deguonis). Be to, atvirų sistemų vanduo gali būti užteršiamas šildymo proceso metu, todėl tokios sistemos naudojamos retai. Karštas vanduo iš atvirų sistemų maistui ruošti ar gerti netinkamas, jis naudojamas tik buitinėms reikmėms (indams plauti, praustis).

Karšto vandens sistemos skirstomos ir pagal kitokius klasifikacinius požymius, kaip antai viršutinio ir apatinio paskirstymo (kaip šildymo sistemos), šakotosios ir žiedinės, su karšto vandens cirkuliacija ir be jos, su atvirais ir uždaraus bakais akumuliatoriais arba jų.

Karšto vandens sistemų tipas ir kiti jų požymiai nustatomi vadovaujantis „Pastatų karšto vandens sistemų įrengimo taisyklėmis“, kurių būtina laikytis šias sistemas projektuojant ir įrengiant. Jose surašyti būtinausi reikalavimai karšto vandens sistemoms, kurie yra pagrįsti higienos normomis ir ilgamete patirtimi.

### ATVIRA KARŠTO VANDENS TIEKIMO SISTEMA



2.33 pav.

Karšto vandens sistema įrengiama šakotinė, jeigu kuriam laikui leidžiama sustabdyti vandens tiekimą. Jeigu to daryti negalima ir karštas vanduo turi būti tiekiamas be perstojo, įrengiama žiedinė sistema arba atšakos iš dviejų karšto vandens šaltinių kiekvienam karšto vandens vartotojui.

Karšto vandens sistemoms reikia naudoti plastmasinius (polietileno, polipropileno, stiklo plastiko ir kitokios plastmasės) vamzdžius bei jų dalis. Leidžiama naudoti vamzdžius ir jų dalis, pagamintas iš vario, žalvario ar bronzos, plieno, su vidine ir išorine antikoroziine danga. Visi šie gaminiai turi atitikti higienos normą „Geriamojo vandens saugos ir kokybės reikalavimai“. Karšto vandens sistemos stovus ir atšakas nuo jų, jeigu jie yra plastmasiniai, reikia kloti pasle-

piant, išskyrus tualetų ir vonių patalpas. Taip šie vamzdžiai apsaugomi nuo mechaninio pažeidimo. Gyvenamuosiuose namuose stovai turi būti nutiesti laiptinėse įrengtose šachtose. Viršutinėse karšto vandens sistemų vietose turi būti įrengtos priemonės orui išleisti. Vandens paėmimo čiaupų negalima laikyti priemonėmis orui išleisti. Tokie čiaupai turėtų būti įrengti aukščiausiose sistemos vietose. Turi būti numatyta galimybė čiaupus užplombuoti.

Visi karšto vandens sistemos vamzdiniai, išskyrus atšakas į prietaisus, turi būti izoliuoti laikantis reikalavimų, kurie keliami patalpose paklotiems šilumos tiekimo tinklams. Šiais reikalavimais siekiama sumažinti šilumos nuostolius vandentiekio tinkle, kurie dabar sudaro beveik pusę vadinamojo gyvatuko mokesčio.

Sunaudoto karšto vandens kiekiui nustatyti būtina įrengti apskaitos prietaisus. Lietuvos Respublikos Valstybinėje metrologijos tarnyboje jie turi būti pripažinti tinkamais matuoti ir registruoti vandeniui, kurio temperatūra yra iki 90 °C. Daugiabučiuose namuose karšto vandens apskaitos prietaisus vamzdinių atšakose (įvaduose) į kiekvieną butą reikia įrengti taip, kad atlikti karšto vandens apskaitos prietaisų priežiūrą ir nuskaityti rodmenis būtų galima neįeinant į butą.

Karšto vandens sistemoms projektuoti bei įrengti keliami ir kiti reikalavimai. Vienas jų – privalomasis cirkuliacinis kontūras. Jo nereikia tik tuomet, kai karštas vanduo naudojamas trumpai, griežtai nustatytomis valandomis, pavyzdžiui, gamyklose baigiantis darbo pamainai. Šis reikalavimas keliamas dėl dviejų priežasčių. Pirmiausia – higieninės. Karšto vandens temperatūra turi būti palaikoma tokia, kokia nustatyta higienos normoje. Antra priežastis yra ekonominė – tektų be reikalo išleisti daug atvėsusio vandens, kol iš čiaupo pradėtų bėgti karštas norimos temperatūros vanduo, jeigu nebūtų cirkuliacinio kontūro.

Kitas reikalavimas, susijęs su reiškiniu, kai atskiri butų gyventojai vonių kambariuose įsirengia grindų šildymą, prijungdami jį prie karšto vandens sistemos. Taisyklėse rašoma: „Vonioms ir kitoms patalpoms šildyti draudžiama naudoti karšto vandens sistemoje (išskyrus rankšluosčių džiovintuvuose) cirkuliuojantį vandenį.“ Ši nuostata pagrįsta tuo, kad buto savininkas, kurio vonioje įrengtas grindų šildymas, neteisėtai naudoja karšto vandens siste-

moje cirkuliuojančio vandens šilumą ir taip padidina jau minėtą vadinamojo gyvatuko mokesį. O jį sumoka visi namo gyventojai. Be to, grindų šildymui panaudota šiluma išbalansuoja cirkuliacinio stovo režimą ir kituose butuose rankšluosčių džiovintuvai dėl to šyla prasčiau.

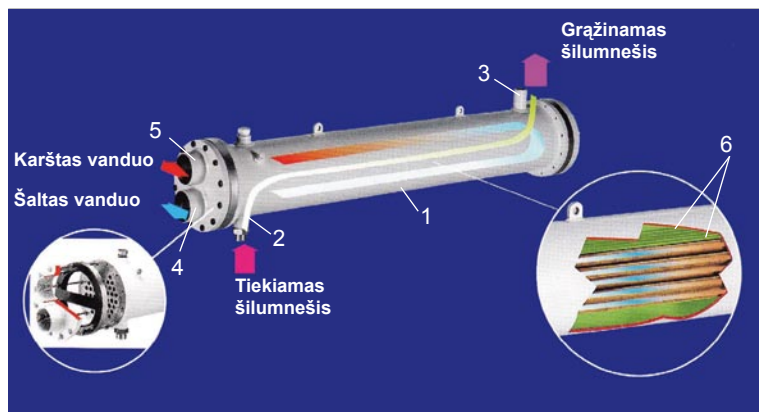
### Karšto vandentiekio sistemų elementai ir jų paskirtis

**Vandens šildytuvas (šilumokaitis)** reikalingas šaltam vandeniui sušildyti iki reikiamos temperatūros. **Karšto vandens tiekimo magistralė** skirta karštam vandeniui tiekti ir jį paskirstyti į stovus. **Karšto vandens tiekimo stovai** skirti karštam vandeniui tiekti į butuose esančius vandens ėmimo čiaupus. **Vandens ėmimo čiaupai** skirti iš karšto vandentiekio paimti reikiamą kiekį karšto vandens. **Rankšluosčių džiovintuvai** skirti reikiamai vonių patalpų temperatūrai palaikyti, taip pat jie gali būti naudojami panaudotiems rankšluosčiams džiovinti. **Cirkuliacinio vandens stovai ir magistralės** reikalingi cirkuliaciniam kontūrai sudaryti. Šiuo kontūru tekantis vanduo nuolat yra šildomas šilumokaityje ir taip karšto vandentiekio sistemoje palaikoma reikalinga karšto vandens temperatūra. Net ir tuomet, kai vanduo nenaudojamas. Be to, cirkuliaciniu kontūru tekantis vanduo šildo rankšluosčių džiovintuvus. **Cirkuliacinio vandens siurblys** verčia vandenį judėti cirkuliaciniu kontūru. **Šalto vandens skaitiklis** rodo į šilumokaitį patenkantį šalto vandens, kuris paverčiamas karštu, kiekį. Suvirtoto visame name karšto vandens kiekis yra lygus šio skaitiklio užregistruotam šalto vandens kiekiui. **Atbuliniai vožtuvai** neleidžia vandeniui tekėti priešinga nei nustatyta kryptimi.

### ŠILDYTUVAI

Karšto vandens sistemose naudojami labai įvairūs šildytuvai. Čia pateikiama informacija tik apie tokius šildytuvus, kurie dažniausiai naudojami gyvenamuosiuose namuose. Daugiabučiuose namuose, išskyrus retas išimtis, naudojami vamzdiniai ir plokštiniai šildytuvai.

### VAMZDINIS GREITO VEIKIMO VANDENS ŠILDYTUVAS



1 – korpusas; 2 – atvamzdis šildančiam vandeniui įtekėti; 3 – atvamzdis šildančiam vandeniui ištekėti; 4 – atvamzdis šildomam vandeniui įtekėti; 5 – atvamzdis sušildytam vandeniui ištekėti; 6 – vamzdeliai, kuriais teka šildomas vanduo.

2.34 pav.

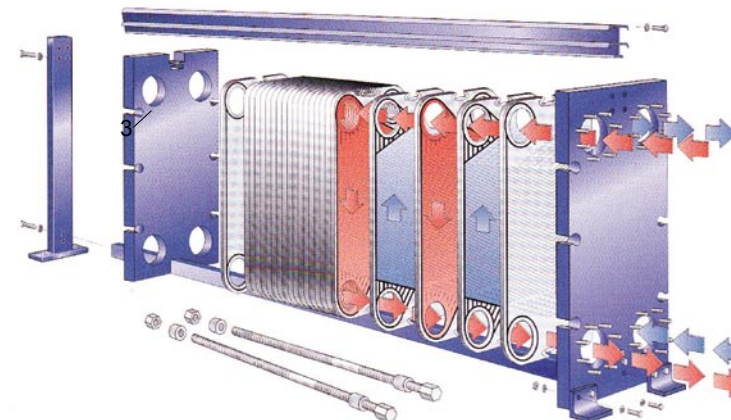
Namuose, statybose iki praėjusio šimtmečio devintojo dešimtmečio vidurio, daugiausia buvo įrengiami vamzdiniai šildytuvai (2.34 pav.).

Vamzdinį šildytuvą sudaro vamzdis – korpusas (1), kurio viduje – pluoštas mažo skersmens vamzdelių (6). Korpuse teka šilumnešis, o vamzdelių vidumi – šildomas vanduo. Šildytuvai gali būti sudaryti iš vienos ar kelių nuosekliai sujungtų 2.34 paveiksle pavaizduotų sekcijų. Šildantis vanduo įteka per atvamzdį (2), o išteka per atvamzdį (3). Šildomas vanduo įteka per atvamzdį (4) ir išteka sušildytas per atvamzdį (5).

Vėliau vamzdivius šildytuvus pakeitė plokštiniai šildytuvai (2.35 pav.), kurie yra pranašesni įvairiais aspektais. Akivaizdžiausiai matomas plokštinių šildytuvų privalumas yra jų kompaktiškumas.

Plokštinis šildytuvai susideda iš atskirų gofruotų plokštelių, kurios gaminamos iš nerūdijančio plieno. Suglaudus dvi plokštes tarp

### PLOKŠTINIS GREITO VEIKIMO VANDENS-VANDENS ŠILDYTUVAS



2.35 pav.

jų gofrų susidaro kanalai, kuriais iš vienos plokštelės pusės teka šildomas, o iš kitos šildantis vanduo. Plokštelės šiuose šilumokaičiuose jungiamos tarpusavyje dvejopai. Vienu atveju tarp plokštelių dedamos tarpinės ir plokštelės varžtais suveržiamos. Kitu atveju plokštelės tiesiog sulituojamos. 2.35 paveiksle pavaizduotas šildytuvai su tarpinėmis. Plokštiniame šildytuve turi būti mažiausiai 3 plokštelės, tačiau praktiškai jį sudaro daug daugiau plokštelių.

### Karšto vandens parametrai

Karštas vanduo turi atitikti geriamam vandeniui keliamus reikalavimus. Jo temperatūra vandens paėmimo vietoje turi būti tarp 50 °C ir 60 °C. Bendrojo lavinimo mokyklose, vaikų lopšeliuose, darželiuose, vaikų namuose karšto vandens temperatūra turi būti ne žemesnė kaip 37 °C ir ne aukštesnė kaip 42 °C (HN75:2010). Maisto ruošimo vie-



tose karšto vandens temperatūra turi būti 75 °C. Jeigu karšto vandens sistemoje tokia temperatūra nenumatyta, tuomet įrengiami papildomi elektriniai vandens šildytuvai. Cirkuliaciniame kontūre pradinė vandens temperatūra lygi į butą patenkančio karšto vandens temperatūrai, o galiniame ruože, prieš patenkant į karšto vandens šildytuvą, nebuvo norminama. Tačiau, kaip rodo praktika, esant nuosekliai sujungtiems rankšluosčių džiovintuvams, karšto vandens temperatūra galiniame ruože turėtų būti ne mažesnė kaip 45 °C.

Slėgis karšto vandentiekio sistemoje turi būti toks, kad neviršytų sistemos elementų atsparumo leistinos ribos. O ties aukščiausiai esančiu vandens ėmimo tašku turi būti ne mažesnis kaip 30 kPa slėgis (tai tolygu 3 m vandens stulpo slėgiui). Kai vandentiekio tinkle esamo slėgio neužtenka, šilumos punkte įrengiamas siurblys slėgiui pakelti.

### Karšto vandentiekio sistemos butuose

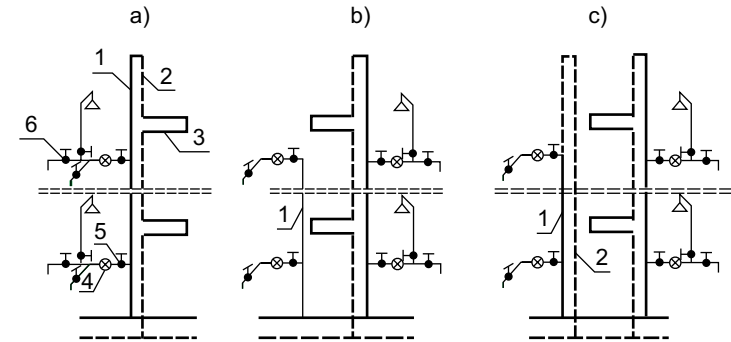
Karšto vandentiekio sistemos butuose gali būti įrengtos ir skirtingos pagal kelis požymius: stovų kiekį bute ir vandens cirkuliaciją bei vandens apskaitą.

Karšto vandentiekio sistemų stovai dažniausiai įrengiami pagal 2.36 paveiksle atvaizduotas schemas.

Rečiau pasitaiko karšto vandentiekio sistemos be cirkuliacinių stovų, kai vandens cirkuliacija vyksta tik magistralėse ir labai retai jos būna įrengtos tik iš tiekimo vamzdinių. Tokiu atveju, kai karštas vanduo nenaudojamas, jis vamzdynais neteka.

Vonių patalpas dažniausiai sušildo rankšluosčių džiovintuvais tekančio cirkuliacinio vandens šiluma. Kai cirkuliacijos nėra, vonių kambariai šildomi specialiai įrengta šildymo sistema, kuri veikia ištisus metus. Tokiai sistemai gali būti naudojamas vanduo arba elektra.

### KARŠTO VANDENTIEKIO SISTEMŲ STOVAI BUTUOSE



a) tiekiamo ir cirkuliacinio vandens bendra stovų pora virtuvei ir voniai;  
b) tiekiamo ir cirkuliacinio vandens stovų pora voniai ir tiekiamo vandens stovas (be recirkuliacijos) virtuvei;  
c) tiekiamo ir cirkuliacinio vandens atskiros stovų poros virtuvei ir voniai.

1 – tiekimo stovas; 2 – cirkuliacinis stovas; 3 – rankšluosčių džiovintuvas; 4 – vandens skaitiklis; 5 – ventilis; 6 – vandens ėmimo čiaupas.

2.36 pav.

### Šilumos sąnaudos karšto vandentiekio sistemose

Šiluma naudojama karštam vandeniui paruošti arba vonių patalpoms šildyti. Dalis šilumos prarandama dėl šilumos mainų tarp karštų vamzdynų paviršių ir juos supančios aplinkos. Ši šilumos dalis laikoma šilumos nuostoliais.

Šiluma karštam vandeniui ruošti (kWh) apskaičiuojama taip:

$$Q_{KV} = G \cdot c \cdot \rho \cdot (t_{KV} - t_{SV}) / 3600$$

Čia:

$G$  – sušildyto vandens kiekis  $m^3$ ;  $c$  – vandens savitoji šiluma  $kJ/(kg \cdot ^\circ C)$ ;  $\rho$  – vandens tankis  $kg/m^3$ ;  $t_{KV}$  – karšto vandens temperatūra  $^\circ C$ ;  $t_{SV}$  – šalto vandens temperatūra  $^\circ C$ .

**Pavyzdys.** Šilumos kiekis, reikalingas sušildyti 1 m<sup>3</sup> šalto vandens nuo 10 °C iki 55 °C, kai  $c = 4,187 \text{ kJ}/(\text{kg}\cdot^\circ\text{C})$ , o vandens tankis 1000 kg/m<sup>3</sup>, apskaičiuojamas pagal (6) formulę:

$$Q_{KV} = G \cdot c \cdot \rho \cdot (t_{KV} - t_{SV}) / 3600 = 1,4,187 \cdot 1000 \cdot (55 - 10) / 3600 = 52,34 \text{ kWh.}$$

Taip apskaičiuotas šilumos kiekis karštam vandeniui ruošti yra tikslus tik tuo atveju, jeigu šalto ir karšto vandens temperatūra yra pastovi. Deja, ta temperatūra labai dažnai, nors ir nedaug ( $\pm 1-2 \text{ }^\circ\text{C}$ ), tačiau kinta. Tuomet vienintelis būdas tiksliai nustatyti šilumos kiekį karštam vandeniui ruošti yra nepertraukiami vandens temperatūros ir suvartoto kiekio matavimai panaudojant atitinkamus prietaisus. Tačiau visuomet reikia įvertinti, ar tai daryti verta (ar įdėtos lėšos atsipirks).

### Šiluma vonių patalpoms šildyti ir šilumos nuostoliai

Šią šilumos dalį galima teoriškai apskaičiuoti, tačiau skaičiavimų rezultatai yra tik apytikriai. Tiksliems rezultatams gauti būtini kompleksiniai matavimai, kurių metu išmatuojamos visos šilumos sąnaudos karšto vandens sistemoje, tuo pat metu atskirai nustatant šilumos sąnaudas karštam vandeniui ruošti.

Šiluma vonių patalpoms šildyti ir šilumos nuostoliai pateikiami kartu, kadangi tiksliai išskirti jų negalima dėl esamų karšto vandens sistemų ypatumų. Teoriniais skaičiavimais ir matavimais nustatyta, kad ši šilumos sąnaudų dalis esamose karšto vandentiekio sistemose priklauso nuo jų įrengimo schemas. Didelę įtaką turi stovų kiekis (**2.36 pav.**). Nustatyta, kad esant vienai stovų porai bute (**2.36 pav.**, a) šiluma, įvertinant vonių patalpų šildymą ir šilumos nuostolius vamzdynuose, skaičiuojant vienai vonios patalpą per mėnesį, sudaro 160–190 kWh. Esant papildomam atskiram stovui virtuvėje be cirkuliacijos (**2.36 pav.**, b) – 200–220 kWh, o

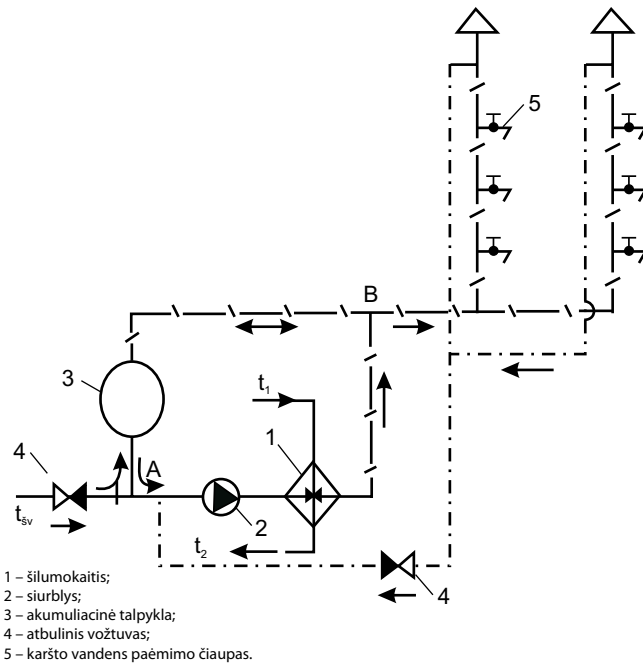
esant dviems stovų poroms (**2.36 pav.**, c) – 240–260 kWh. Didelę įtaką šilumos nuostoliams daro ne tik stovų kiekis, bet ir visų vamzdynų įrengimas bei izoliacijos kokybė. Reikia pasakyti, kad visuose tipinės statybos stambiaplokščiuose gyvenamuosiuose namuose, taip pat visuomeninės paskirties pastatuose, izoliuoti buvo tik karšto vandens magistraliniai vamzdynai, o visi stovai palikti neizoliuoti. Dėl to šilumos nuostoliai yra labai dideli. Kokybiškai izoliavus magistrales ir visus stovus, šilumos nuostolius karšto vandens sistemoje galima sumažinti nuo 50 iki 70 %, priklausomai nuo stovų schemas.

Karštas vanduo vartojamas labai netolygiai. Per parą suvartojamo vandens valandos maksimumas yra apytikriai 2,2–2,4 kartus didesnis už vidutinį vandens suvartojimą per parą. Todėl norint užtikrinti tokį šilumos srautą, koks reikalingas kiekvienu momentu karštam vandeniui paruošti ir gauti reikiamą karšto vandens kiekį, tenka įrengti našesnius karšto vandens ruošimo įrenginius, didinti jų galią. Tai atsiliepia įrenginių kainai bei eksploataavimo išlaidoms. Paprasčiausia priemonė šiam trūkumui pašalinti yra netolygų karšto vandens ruošimo procesą pakeisti tolygiu.

Karšto vandens ruošimo netolygumams išlyginti įrengiamos karšto vandens akumuliacinės talpyklos (bakai akumuliatoriai). Kai karšto vandens poreikis mažesnis už vidutinį, jo perteklius iššildytuvo patenka į talpyklą. O kai poreikis viršija vidutinį – karštas vanduo tuo pat metu vartojamas tiek iš šildytuvo, tiek iš talpyklos. Karšto vandens talpyklos, skirtos vartojimo netolygumui išlyginti, turi būti pakankamas projekte numatytam vandens kiekiui talpinti.

Karšto vandens talpyklos pagal įrengimo principą skirstomos į atviras ir uždaras. Atvirose talpyklose vanduo sąveikauja su atmosfera, o uždaroje (**2.37 pav.**) tokio sąlyčio nėra.

### UŽDAROS AKUMULIACINĖS TALPYKLOS JUNGIMO SCHEMA



2.37 pav.

Dažniausiai karšto vandens sistemose yra naudojamos uždaros akumuliacinės talpyklos, kurios montuojamos šilumos punktuose. Rekomenduojama, kad karšto vandens akumuliacinės talpyklos būtų dvi. Jos privalo turėti reikiamą šilumos izoliaciją, kuri nustatoma vadovaujantis „Įrenginių šilumos izoliacijos įrengimo taisyklėmis“.

### Esamų karšto vandens sistemų trūkumai

Pagrindiniai trūkumai yra šie: labai dideli šilumos nuostoliai per vamzdynų paviršius, netiksli suvartoto karšto vandens apskaita, vamzdyno avarinio gedimo atveju bute tenka išjungti visą stovą, rankšluosčių džiovintuvų paviršių temperatūros skirtingos (dalis jų blogai šyla) ir galiausiai – vonių patalpos šildomos neatsižvelgiant į poreikius.

Šilumos nuostoliai karšto vandentiekio sistemoje dideli, nes stovai įrengti neracionaliai (žr. 2.36 a pav., b ir 2.36 b pav., c.). Dėl to padidėja vamzdynų kiekiai ir šilumos nuostoliai. Be to, visi stovai visiškai neizoliuoti.

Karšto vandens apskaita netiksli, nes butuose esančių skaitiklių patikra neatliekama laiku, o rodmenų kontrolė nepatenkinama, kadangi ne visi butų savininkai juos deklaruoja pakankamai tiksliai.

Vamzdyno avarinio gedimo bute atveju išjungiamas visas stovas. Taip pasielgti tenka dažnai, kadangi buto savininkų tuo metu nėra namuose ir į atskirą butą įeiti negalima.

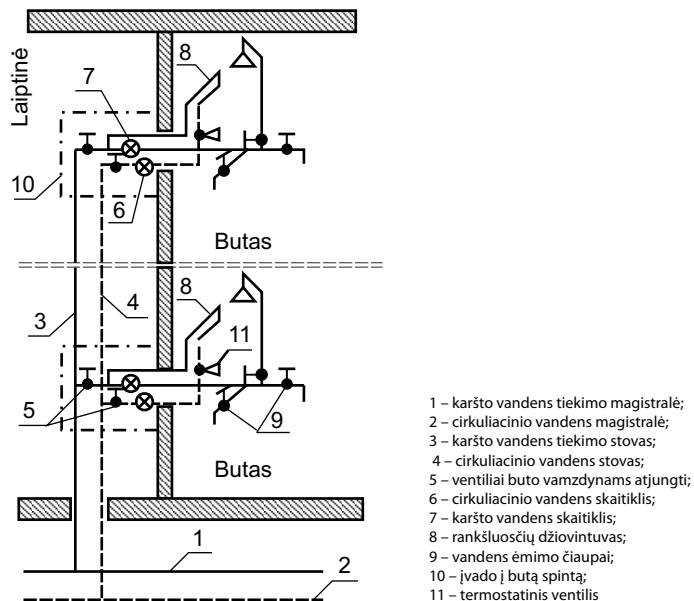
Rankšluosčių džiovintuvų paviršių temperatūros skirtingos, nes cirkuliuojantis vanduo paeiliui teka per visus džiovintuvus ir jo temperatūra palaipsniui žemėja. Dėl to apatiniuose aukštuose esantys džiovintuvai šyla prasčiausiai.

Vonių patalpos šildomos neatsižvelgiant į poreikius. Tais atvejais, kai buto gyventojai yra išvykę arba retai būna vonios patalpoje, ši gali būti šildoma periodiškai. Tačiau esama karšto vandentiekio sistemos schema yra tokia, kad bet koks šildymo reguliavimas neįmanomas.

### Karšto vandentiekio sistemų pertvarkymas

Paminėtus trūkumus karšto vandentiekio sistemose galima pašalinti jas atitinkamai pertvarkius. Tam reikia karšto vandentiekio sistemą įrengti pagal 2.38 paveiksle pavaizduotą schemą.

### KARŠTO VANDENTIEKIO SISTEMOS PERTVARKYMO SCHEMA



2.38 pav.

Pertvarkant karštą vandentiekį pagal 2.38 paveiksle pavaizduotą schemą, stovai įrengiami laiptinėse. Atšakose į butus montuojami atjungimo ventiliai (5) ir vandens kiekio skaitikliai (6 ir 7), kurie įrengiami įvado į butą spintose (10). Esant tokiai schemai, skaitiklių rodmenis galima registruoti bet kuriuo metu, o įvykus avarijai galima atjungti buto vamzdinius. Rankšluosčių džiovintuvai (8) jungiami prie stovų lygiagrečiai, todėl į visus juos įtekančio vandens temperatūra vienoda. Be to, prie jų įrengtais termostatais (11) reguliuojamas pratekančio vandens kiekis. Taip palaikoma reikiama vonios patalpos temperatūra.

Tais atvejais, kai vonių patalpų šildyti nereikia, rankšluosčių džiovintuvus galima atjungti. Termostatinio ventilio vietoje gali būti įrengtas paprastas ventilis. Taip sistema bus pigesnė, tačiau neliks automatinio reguliavimo. Naudojantis cirkuliacinio vandens kiekio skaitikliu rodmenimis galima pakankamai tiksliai apskaičiuoti šilumos kiekį, sunaudotą vonios patalpai šildyti. Šilumos nuostoliams sumažinti magistraliniai vamzdiniai stovai ir dalis atšakų į butus turi būti izoliuoti. Esant tokiai karšto vandentiekio schemai, visiems vartotojams karšto vandens parametrai bus vienodi.

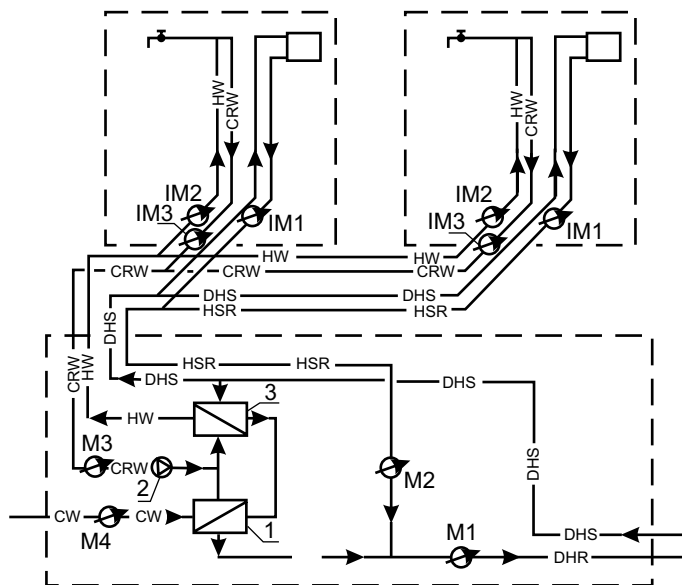
### ŠILUMOS PUNKTAI

**Šilumos punktai** – centralizuoto šilumos tiekimo sistemų mazgai, kur su šilumnešiu gaunama šiluma transformuojama ir skirstoma į vartotojų šildymo, karšto vandens ir kitas šilumą vartojančias sistemas. Juose montuojami įrenginiai bei armatūra, kuria reguliuojami į vartotojo sistemas tiekiamo šilumnešio parametrai pagal tų sistemų poreikius. Netinkamai parinkus šilumos punktų įrengimus arba jų nesuderinus, netinkamai juos naudojant, dažnai sutrinka normalus šilumos tiekimas į vartotojo sistemas.

Šilumos punktai pagal paskirtį ir įrengimo vietą būna centriniai (grupiniai) ir vietiniai (individualūs).

**Centriniai šilumos punktai (CŠP)** skirti aprūpinti šiluma grupę pastatų. Jie yra tarytum tarpinis elementas tarp šilumos tiekimo tinklų ir atskirų vartotojų grupių. CŠP įrengiami karšto vandens šildytuvai, iš kurių karštas vanduo į atskirus pastatus tiekiamas kvartaliniais tinklais lygiagrečiai, kaip ir šilumnešis šildymui (2.39 pav.).

### ŠILUMOS IR KARŠTO VANDENS TIEKIMO SCHEMA NUO CENTRINIO ŠILUMOS PUNKTO IKI VARTOTOJŲ

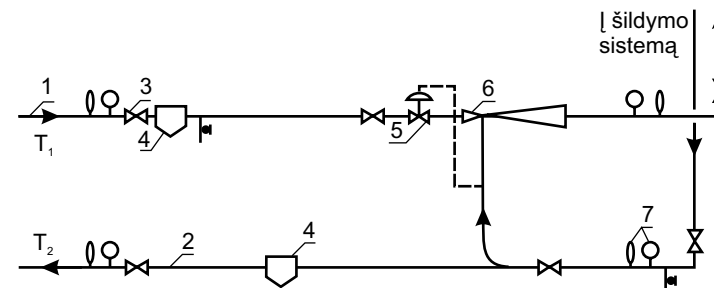


1 ir 3 – šilumokaičiai karštam vandeniui ruošti; 2 – karšto vandens cirkuliacinis siurblys; DHS – termofikacinio vandens tiekimo vamzdynas; DHR – termofikacinio vandens grąžinimo vamzdynas; HW – karšto vandens vamzdynas; CRW – cirkuliacinio vandens vamzdynas; HSR – grąžinamo termofikacinio vandens iš šildymo sistemos vamzdynas; M1, M2 ir IM1 – šilumos skaitikliai; M3, M4, IM2 ir IM3 – vandens kiekio skaitikliai.

2.39 pav.

CŠP eksploatacija parodė tokios schemos trūkumus. Pirmiausia, reikia papildomų kvartalinių karšto vandens tinklų, kuriems sunaudojama daug medžiagų. Antra – atsiranda papildomi šilumos nuostoliai, be to, sudėtinga sureguliuoti cirkuliacinio vandens debitus pastatuose. Ir galiausiai, vamzdynai greitai susidėvi, kadangi jais teka „agresyvus“ vanduo. Dėl šių trūkumų centrinių šilumos punktų atsisakoma.

### ŠILUMOS PUNKTO SCHEMA GYVENAMAJAME NAME



1 ir 2 – termofikacinio vandens tiekimo ir grąžinimo vamzdžiai;  
3 – sklendės;  
4 – purvo rinktuvai;  
5 – debito reguliatorius;  
6 – srovinis siurblys;  
7 – matavimo prietaisai.

2.40 pav.

Vietiniai šilumos punktai (VŠP) įrengiami atskiruose pastatuose. Per juos šiluma tiekama šilumą naudojančioms sistemoms. Kai šiluma tiekama tik pastatui šildyti, VŠP schema dažniausiai yra tokia, kaip pavaizduota 2.40 paveiksle.

Beveik visi masinės statybos gyvenamieji namai ir daugelis kitų pastatų gauna šilumą iš vienokių ar kitokių šilumos šaltinių. Daugumos tokių pastatų šildymo sistemos buvo prijungtos prie šilumos tinklų per šilumos punktus (2.40 pav.), kuriuose esantys įrenginiai yra parinkti kokybiniam reguliavimui – kai kinta lauko oro temperatūra atitinkamai turi keistis tiekiamo ir grąžinamo šilumnešio temperatūra.

Tokiuose šilumos punktuose realiai reguliuojamas tik vienas parametras – į šildymo sistemą tiekiamas vienodas šilumnešio debitas. Tuo tarpu temperatūra praktiškai nereguliuojama, nes ji priklauso nuo srovinio siurblio sumaišymo koeficiento, kuris nustatomas pastovus visam šildymo sistemos eksploatacijos laikui arba geriausiu atveju vienam šildymo sezonui. Tokiu atveju vandens temperatūra pastato šildymo sistemoje tiesiogiai priklauso nuo termofikacinio vandens

temperatūros lauko šilumos tiekimo tinkluose. Tačiau tai nereiškia, kad ji yra lygi termofikacinio vandens temperatūrai. Ji yra atitinkamai žemesnė ir priklauso nuo sumaišymo sroviniame siurblyje.

Bet tokio reguliavimo neužtenka dėl to, kad:

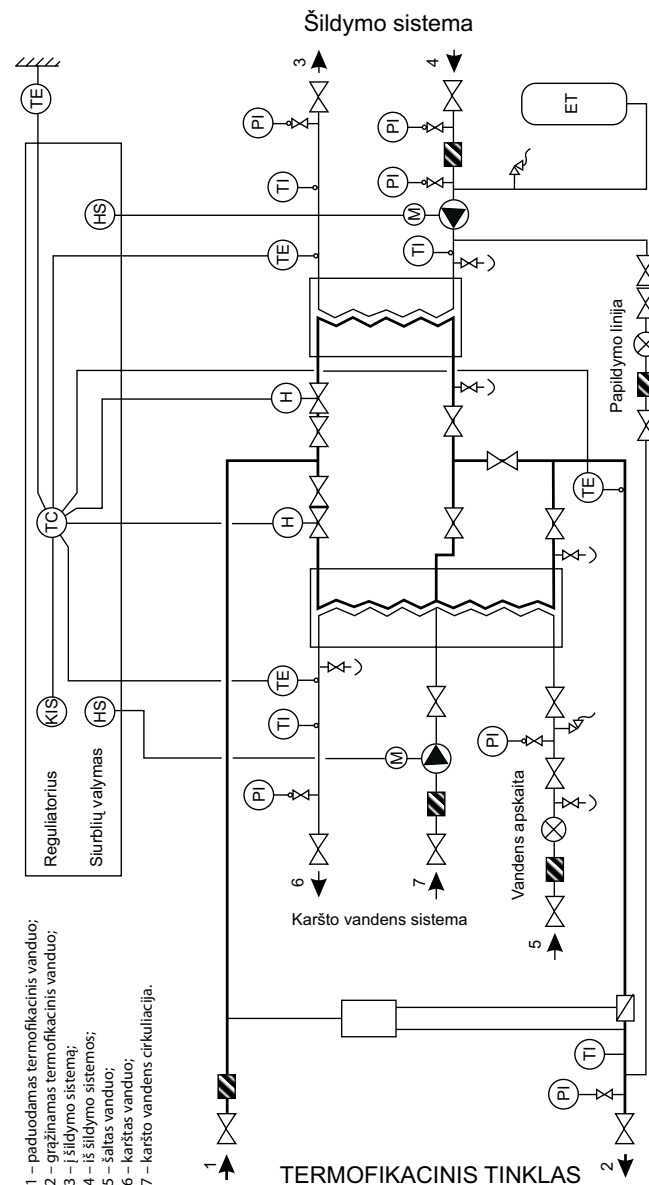
- ne visus pastatus veikia vienodos sąlygos, todėl ir jų šilumos nuostoliai keisis neproporcingai;
- atstumai tarp pastatų ir šilumos šaltinių yra labai nevienodi, todėl šilumnešio temperatūra įvaduose į tuos pastatus dėl šilumos nuostolių tinkluose taip pat yra skirtinga;
- didelė šilumos tinklų inercija ir todėl į lauko oro temperatūros pokyčius reaguojama pavėluotai;
- šildymo sezono pradžioje ir pabaigoje, kai lauko oro temperatūra dar yra aukšta, dėl kartu ruošiamo karšto vandens negalima palaikyti pagal kokybinio reguliavimo grafiką šildymui reikalingos atitinkamos tiekiamo šilumnešio temperatūros.

Vien tik dėl čia nurodytų, nepaisant kitų ne mažiau svarbių komforto palaikymo, ekonominių ir kitų priežasčių, šilumos reguliavimas šilumos punktuose turi apimti platesnę parametų grupę nei pastovaus debito palaikymas. Panašiai galima pasakyti ir apie pačias šildymo sistemas, kuriose iš šilumnešio paimtos šilumos reguliavimo problemos yra labai aktualios. Dėl minėtų priežasčių būtini esminiai šilumos punktų pertvarkymai, kuriuose reguliavimas būtų atliekamas taip, kad esant priklausomai ar nepriklausomai jungimo schemai į pastatų sistemas patektų reikiamų parametų šilumnešis ir karštas vanduo buitinėms reikmėms.

### Šilumos punktų pertvarkymas

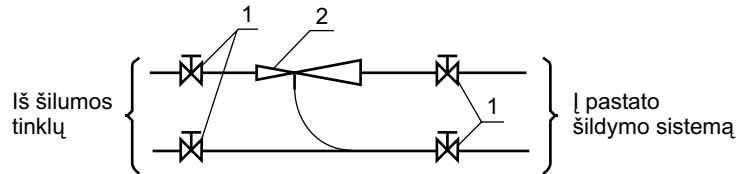
Dabar jau yra užtekčiai paruoštų efektyvių sprendimų, kaip pertvarkyti šilumos punktus, tačiau dauguma jų susiję su nemažomis vienkartinėmis išlaidomis ir todėl nepaprasta juos įgyvendinti. Čia būtų galima paminėti plačiausiai taikomą sprendimą – individualius šilumos punktus su nepriklausomu šildymo sistemų jungimu (2.41 pav.). Ne-

TIPINĖ ŠILUMOS PUNKTO SCHEMA (nepriklausoma šildymo sistema su dviejų laipsnių karšto vandens ruošimu)





### ŠILUMOS PUNKTO SU SROVINIU SIURBLIU FRAGMENTO SCHEMA



1 – sklendės; 2 – srovinis siurblys.

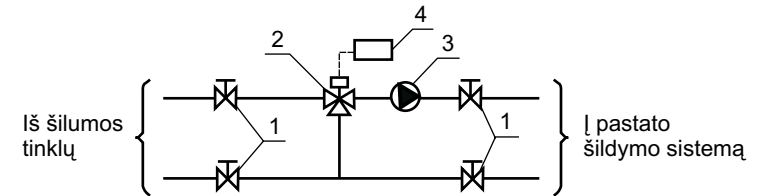
2.42 pav.

priklausomas šildymo sistemų jungimas yra toks, kai šildymo sistemoje cirkuliuojantis vanduo neturi galimybės susimaišyti su termofikaciniu vandeniu, kuris cirkuliuoja šilumos tinkluose. Nepriklausomo jungimo atveju šiluma iš termofikacinio vandens į šildymo sistemą patenka šilumokaityje per skysčiams nelaidžią vamzdelio ar plokštelės (priklauso nuo šilumokačio tipo) sienelę.

Šiuo atveju šildymo sistemoje cirkuliuojantis vanduo šildomas šilumokaityje iki reikiamos temperatūros taip pat, kaip ruošiant karštą vandenį buitiniams reikmėms. Šis būdas turi daugelį privalumų, tačiau pagrindiniai yra keli. Galima reguliuoti šildymo sistemoje cirkuliuojančio vandens temperatūrą ir taip išvengti patalpų perkaitinimo ir bereikalingo šilumos vartojimo. Taip pat pastato šildymo sistema apsaugoma nuo šilumos tiekimo tinkluose esančio didesnio vandens slėgio ir galimų plyšimų. Tai labai svarbu senesnėms sistemoms, kurių šildymo vamzdynai susidėvėję.

Tačiau tokius darbus sunku atlikti daugiabučiuose namuose – gyventojai dažniausiai tam neturi pinigų. Tų namų gyventojams labai svarbu, kad viskas būtų atlikta kuo pigiau. Viena iš išeičių – srovinis siurblys (dažnai vadinamas elevatoriumi) pakeičiamas elektros siurbliu ir dviejų ar trijų eigų ventiliu, automatiškai reguliuojančiu tiekiamo į šildymo sistemą vandens temperatūrą. Pažiūrėkime, kaip tai padaryti.

### ŠILUMOS PUNKTO SU TRIJŲ EIGŲ VOŽTUVU IR SIURBLIU FRAGMENTO SCHEMA



1 – sklendės; 2 – trijų eigų vožtuvas; 3 – siurblys; 4 – valdymo blokas.

2.43 pav.

2.42 paveikslėlyje atvaizduota esamo šilumos punkto su srovinio siurbliu fragmento schema.

Šioje schemoje parodytas srovinis siurblys sumaišo tiekiamą iš šilumos tinklų ir grąžinamą iš pastato šildymo sistemos vandenį iš anksto nustatytu santykiu, kurio reguliuoti negalima. Dėl to negalima reguliuoti į šildymo sistemą patenkančio vandens temperatūros. Kitaip įrengimai veikia 2.43 paveikslėlyje pavaizduotoje schemoje, kai srovinis siurblys pakeistas trijų eigų vožtuvu ir siurbliu su elektros varikliu.

Palyginus šias dvi schemas matyti, kad padaryti pakeitimai yra minimalūs, tačiau į šildymo sistemą tiekiamo vandens temperatūros reguliavimas pakeistas iš esmės. Trijų eigų vožtuvas, keisdamas tiekiamo ir grąžinamo vandens santykį, pagal lauko oro temperatūrą palaiko reikiamą vandens temperatūrą šildymo sistemoje. Esant tokiam reguliavimui išvengiama patalpų peršildymo ir nenaudingo šilumos naudojimo.

Dar paprastesnė ir pigesnė schema yra su dviejų eigų ventiliu, atbuliniu vožtuvu ir siurbliu su elektros varikliu.

Čia paminėti tik du šilumos punktų pertvarkymo būdai. Jų, kaip minėta, yra daugiau. Todėl kiekvienu konkrečiu šilumos punkto ir šildymo sistemos rekonstrukcijos atveju geriausia pasitarti su šios srities specialistais ir tada priimti sprendimą.

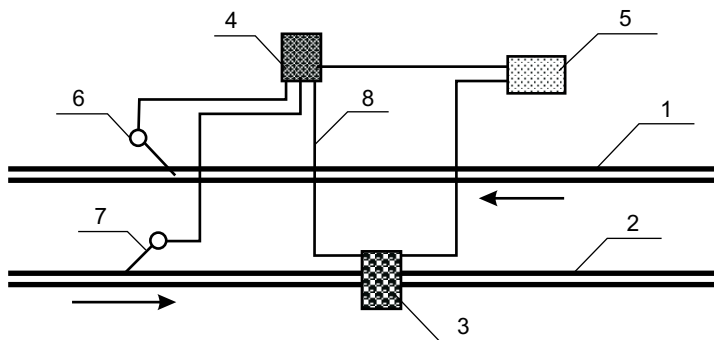
## ŠILUMOS SKAITIKLIAI

Šilumos skaitikliai susideda iš šių pagrindinių dalių: 1) šilumnešio debito matuoklio; 2) elektroninio bloko; 3) maitinimo (jėgos) bloko; 4) temperatūros jutiklių (žr. 2.44 pav.).

### Šilumos skaitiklių klasifikacija

Šilumos skaitikliai, kurie yra skirti sunaudotos šilumos kiekiui nustatyti gyvenamuosiuose namuose ir kituose ne pramoninės paskirties pastatuose, pagal debito matuoklio veikimo principą yra skirstomi į tokias pagrindines grupes: 1) mechaniniai; 2) elektromagnetiniai; 3) ultragarsiniai.

#### ŠILUMOS SKAITIKLIO ĮRENGIMO SCHEMA



- 1 – šilumnešio tiekimo vamzdis;
- 2 – šilumnešio grąžinimo vamzdis;
- 3 – debito matuoklis;
- 4 – elektroninis blokas;
- 5 – maitinimo (jėgos) blokas;
- 6 ir 7 – temperatūros jutikliai atitinkamai tiekimo ir grąžinimo vamzdyje;
- 8 – kabeliai.

2.44 pav.

**Mechaniniai** yra tokie šilumos skaitikliai, kuriuose pratekantis šilumnešis suka matuoklio sparnuotę arba turbinėlę. Kiekvieno sparnuotės ar turbinėlės apsisukimo metu iš debito matuoklio yra pasiunčiamas impulsas į elektroninį bloką. Pagal užregistruotą jų sūkių skaičių yra nustatomas pratekėjusio šilumnešio kiekis. Šių skaitiklių tikslumas  $\pm 3\%$ , kai matuojamas debitas ne mažesnis kaip dešimtadalis nominalaus. Kai matuojamas debitas mažesnis už  $1/10$  nominaliojo tikslumas sumažėja iki  $\pm 5\%$ .

**Elektromagnetiniuose** šilumos skaitikliuose debito matavimas yra paremtas elektromagnetinės indukcijos dėsniumi: elektros srovei laidžiam skysčiui tekant magnetinio lauko aplinkoje, kaip ir judančiame laidininke, indukuojama elektrovaros jėga, proporcinga vidutiniam skysčio tekėjimo greičiui, o ir debitui. Elektrovaros jėga per elektrodus, įmontuotus vamzdžio intarpe, kartu perduodama ekranuotu kabeliu į elektroninį bloką. Šių skaitiklių tikslumas  $\pm 2\%$ .

**Ultragarsiniuose** šilumos skaitikliuose debito matavimas yra paremtas ultragarsinių bangų sklaidimo greičiu vandenyje. Ultragarsiniai jutikliai, įmontuoti vamzdžio intarpe, pakaitomis siunčia ir priima signalą. Signalo praėjimo laiko prieš ir pagal šilumnešio tekėjimo kryptį skiriasi. Tas skirtumas priklauso nuo šilumnešio tekėjimo greičio. Signalai patenka į elektroninį bloką.

**Sūkuriniuose** skaitikliuose yra įtaisyta kliūtis, pro kurią tekėdamas skystis suformuoja sūkurius. Dėl to įstatyti slėgio jutikliai fiksuoja skirtingą slėgį, pagal kurį nustatomas tekėjimo greitis ir debitas. Tikslumas  $\pm 0,8\%$ .

### Veikimo principas

Visų debito matuoklių, nepriklausomai nuo jų rūšies, pasiųsti signalai patenka į elektroninį bloką, kuriame perskaičiuojami į debitą. Pratekėjusio šilumnešio tūris skaičiuojamas integruojant

momentines debito reikšmes. Tuo pat metu tiekiamo ir grąžinamo šilumnešio temperatūros matuojamos temperatūros jutikliais, iš kurių informacija patenka į elektroninį bloką. Šiame bloke pagal debitą ir temperatūras apskaičiuojamas sunaudotos šilumos kiekis. Informacija apie sunaudotą šilumos kiekį, priklausomai nuo skaitiklio gamintojo, gali būti kaupiama įvairiai: 1) pastoviai sumuojant sunaudotą šilumos kiekį; 2) nustatytais laiko tarpais (pagal pasirinktą trukmę) įrašoma į atmintį – sunaudotas šilumos kiekis, pratekėjęs šilumnešio debitas, tiekiamo ir grąžinamo šilumnešio temperatūra; 3) vaizduoklyje (displėjuje) rodomas tuo metu naudojamas šilumos srautas, tekantis šilumnešio debitas ir šilumnešio temperatūra.

Duomenis apie sunaudotą šilumos kiekį ir kitus rodiklius galima nuskaityti iš skaitiklio tiesiogiai, naudojant specialią programinę įrangą perrašyti į informacines kortas arba portatyvinius kompiuterius.

Šiuo metu naudojami įvairūs šilumos skaitikliai, pagaminti Lietuvoje ir kitose šalyse.

### Parinkimas

Šilumos skaitikliai parenkami naudojantis skaitiklių gamintojo pateiktais duomenimis – dažniausiai nomogramomis, taip pat lentelėmis, kuriose pateiktos gaminių charakteristikos. Renkama pagal didžiausią matuojamą šilumos srautą ir šilumnešio temperatūrų skirtumą, taip pat pagal didžiausią galimą šilumnešio debitą. Parenkant skaitiklį labai svarbu, kad jis nebūtų per didelis. Visuomet reikia atsiminti, kad skaitiklio tikslumas neleistinai sumažėja, kai debitas tampa mažesnis už nurodytą tam skaitikliui leistiną mažiausią ( $Q_{\min}$ ). Todėl kuo mažesnė  $Q_{\min}$  reikšmė, tuo tiksliau galima išmatuoti mažą debitą.

### Šilumos ir karšto vandens matavimas daugiabučiuose namuose bei atskiruose butuose

Šiluma šiuose namuose yra matuojama įvade (namo šilumos punkto patalpoje) šilumos kiekio matavimo prietaisais, kurie aprašyti anksčiau. Visa šildymui į pastatą patekusi šiluma yra išmatuojama ir paskirstoma gyventojams. Kai kuriais atvejais butuose yra įrengtos atskiros šildymo sistemos ir tose sistemose yra sumontuoti butuose sunaudotos šilumos apskaitos prietaisai. Tuomet pagal namui bendro šilumos skaitiklio ir visų butų šilumos skaitiklių rodmenų skirtumą surandamas šilumos kiekis bendrų patalpų šildymui, kurį reikia padalinti atskiriems butams. Taip pat yra namų, kai butuose prie šildymo prietaisų yra įrengti šilumos dalikliai. Naudojantis daliklių rodmenimis pagal LR Aplinkos ministerijos patvirtintą metodiką, visa name suvartota šiluma šildymui yra padalinama atskiriems butams.

Suvartotas karšto vandens kiekis, paprastai, yra matuojamas butuose. Jam matuoti naudojami mechaniniai vandens kiekio skaitikliai. Bendras name suvartotas karšto vandens kiekis, kai yra įrengti individualūs šiuolaikiniai šilumos punktai, kuriuose ruošiamas karštas vanduo, matuojamas prieš šilumokaitį arba kai kuriais atvejais nematuojamas. Kai karštas vanduo tiekiamas iš grupinių šilumos punktų, tuomet šildomo vandens kiekis matuojamas pačiuose punktuose, tačiau kartais matuojamas ir atskiruose namuose.

Aktuali problema, susijusi su karšto vandens tiekimu, yra jo norminės temperatūros palaikymas ir vonių patalpų šildymas rankšluosčių džiovintuvais. Namų karšto vandens sistemos cirkuliaciniame kontūre sunaudota šiluma yra nematuojama, jeigu karštas vanduo tiekiamas iš grupinio šilumos punkto. Specialiais matavimais ir skaičiavimais nustatyta, kad cirkuliaciniame kontūre sunaudojama 160–190 kWh/mėn. šilumos, skaičiuojant vienam butui, jeigu tame bute yra viena karšto vandens (tiekimo ir cirkuliacinio) stovų pora.

**III DALIS**  
**ŠILUMOS**  
**TIEKIMO**  
**SISTEMOS**

# ŠILUMOS TIEKIMO SISTEMOS

## CENTRALIZUOTO ŠILUMOS TIEKIMO TINKLAI, JŲ PASKIRTIS

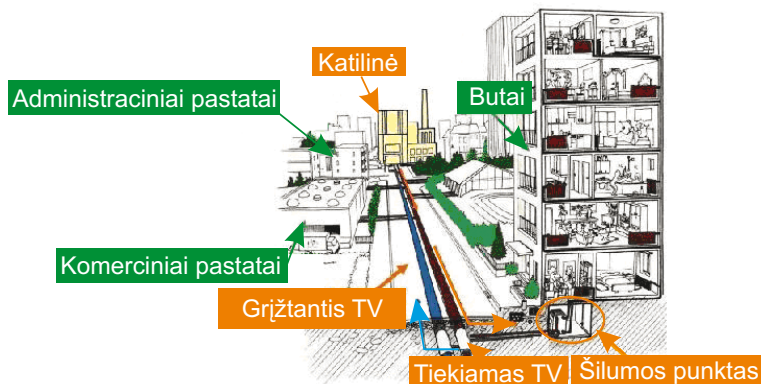
Kaip jau buvo aptarta kituose skyriuose, centralizuoto šilumos tiekimo sistema susideda iš keturių pagrindinių elementų, jie pa-vaizduoti 3.1 paveiksle.

- šilumos šaltinis, kuriame gaminama šiluma (pvz., katilinė, ko-generacinė jėgainė);
- šilumos tiekimo tinklai, kuriais šilumnešis iš šilumos šaltinio tiekiamas šilumos vartotojams;
- šilumos punktai, įrengiami vartotojų pastatuose. Per šilumos punktus pastatų centrinės šildymo ir kitos sistemos jungiamos su lauko šilumos tiekimo tinklais;
- pastatuose esančios šilumos naudojimo sistemos (šildymo, vė-dinimo, karšto vandentiekio). Šios sistemos pagalba tenkina vi-sus vartotojų šilumos poreikius.

Suprantama, visi išvardinti elementai yra vienodai svarbūs – jei-gu nors vienas iš šių elementų blogai atliks savo darbą, sutriks visos grandinės veikla ir vartotojams bus nekokybiškai tiekiamas šiluma, arba šiluma iš viso nebus tiekiamas.



### CENTRALIZUOTO ŠILUMOS TIEKIMO SISTEMA



3.1 pav.

### CENTRALIZUOTO ŠILUMOS TIEKIMO TINKLO PRINCIPINĖS SCHEMOS

Gyventojų poreikiams tenkinti vamzdynais tiekiamas geriamasis vanduo, gamtinės dujos, termofikacinis vanduo. Tiek geriamasis vanduo, tiek gamtinės dujos iki vartotojų atkeliauja vienu vamzdžiu, t.y. tiekiant geriamąjį vandenį ar gamtines dujas, tiekimas vyksta tik viena kryptimi iki vartotojo. Geriamasis vanduo sunaudojamas buityje, gamtinės dujos – individualiuose katiluose ar viryklėse.

Tiekiant šilumą termofikaciniu vandeniu, vartotojas naudoja ne patį termofikacinį vandenį, o šilumos energiją, kurią į pastatą atneša atitekėjęs termofikacinis vanduo. Atvėšęs termofikacinis vanduo grąžinamas atgal į šilumos šaltinį, pavyzdžiui, į katilinę. Taigi, tiekiant šilumą termofikaciniu vandeniu, reikalingi du lygiagrečiai pakloti vamzdynai. Vienu iš šilumos šaltinio karštas termofikacinis vanduo tiekiamas vartotojui, kitu iš vartotojo atvėšęs termofikacinis vanduo grąžinamas atgal į šilumos šaltinį.

Akivaizdu, kad tvarkingais vamzdynais tiekiant geriamąjį vandenį, gamtines dujas ar termofikacinį vandenį, šių medžiagų nuostolių neturėsime. Tačiau tiekiant termofikacinį vandenį neįmanoma išvengti šilumos energijos nuostolių. Apie pastaruosius nuostolius ir būdus jiems mažinti kiek smulkiau bus kalbama kituose šios dalies skyriuose.

### Šilumos tiekimo tinklas

Šilumos tiekimo tinklai yra brangiausias ir labai svarbus centralizuoto šilumos tiekimo sistemos elementas. Kadangi šilumos tiekimo tinklais šilumos energija yra aprūpinami šilumos vartotojai, jiems turi būti patikimai tiekiamas bei paskirstomas reikiamų parametrų šilumnešis.

#### Pagal paskirtį šilumos tiekimo tinklai yra skirstomi į:

- magistralinius – šie tinklai sujungia šilumos šaltinį su šilumos vartotojų grupėmis;
- skirstomuosius – jais šilumnešis iš magistralinių šilumos tiekimo tinklų paskirstomas atskiriems šilumos vartotojams rajonuose;
- įvadus – jais šilumnešis iš skirstomųjų tinklų arba centrinių šilumos punktų tiekiamas vienam iš vartotojų.

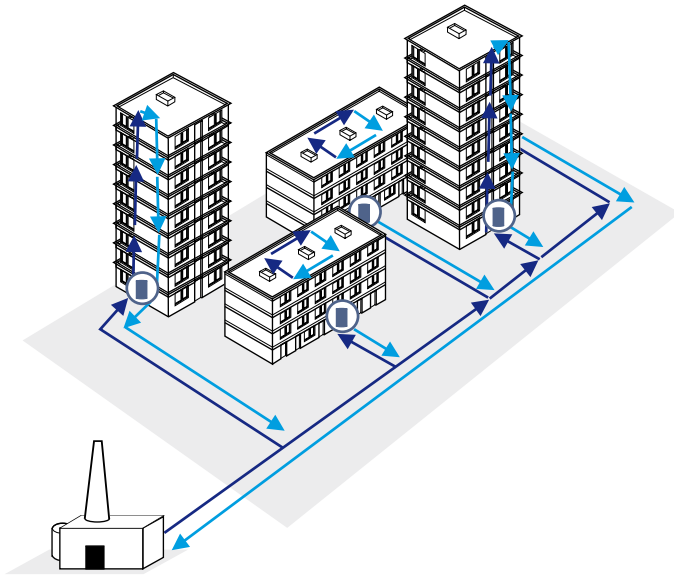
Pagal šių tinklų savitarpio ryšį skiriamos tokios šilumos tiekimo tinklų schemos: šakotoji, žiedinė, mišri.

### Šakotinis šilumos tiekimo tinklas

Šilumos tiekimo tinklų schemos yra nelygiavertės ekonominiu, šilumos tiekimo patikimumo ir kitais aspektais. Šakotoji schema, kuri pavaizduota 3.2 pav., metalo suvartojimo bei statybos kainos



### ŠAKOTOJI ŠILUMOS TIEKIMO SCHEMA



3.2 pav.

požiūriu yra pati ekonomiškiausia. Jeigu palygintume to paties objekto žiedinę schemą su šakotąja, tai įsitikintume, jog šakotosios schemos vamzdynai yra trumpesni, o jų skersmenys mažesni. Taigi, kartu mažėja statybinių medžiagų kiekiai ir statybos darbų apimtys, todėl yra taupomos lėšos. Taip pat šakotosiose šilumos tiekimo sistemose eksploatacijos metu daug lengviau palaikyti hidraulinius režimus, kurie turi įtakos patikimumui ir efektyviam visos centralizuoto šilumos tiekimo sistemos darbui.

Tačiau šakotosios schemos pagrindinis trūkumas – įvykus avariniam gedimui kurioje nors šilumos tiekimo tinklų šakoje, visiems šilumos vartotojams, prijungtiems prie šios šakos už gedimo vietas, šilumos tiekimas nutrūks. Tai labai pavojinga žiemą, nes gali užšalti pastatų šildymo sistemos.

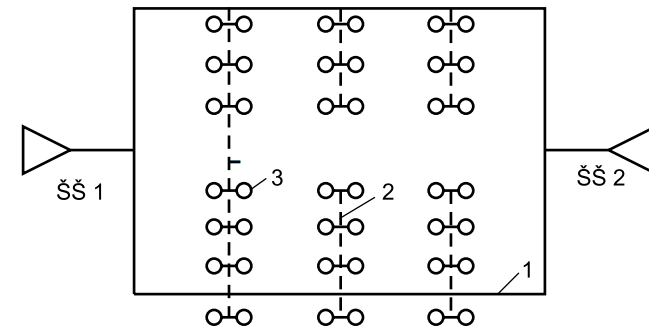
### Žiedinis ir mišrus šilumos tiekimo tinklas

Dažnai yra įrengiama žiedinė šilumos tiekimo schema, ji pa-vaizduota 3.3 paveiksle. Tokių schemų pagrindinis privalumas – įvykus avarijai bet kurioje tinklo vietoje, šilumos vartotojams šiluma gali būti tiekama žiedu iš kitos pusės. Tokiu atveju šilumos tiekimas yra gerokai patikimesnis, juo labiau jeigu šiluma tiekama iš kelių šaltinių.

Naudojant kelis šilumos šaltinius, galima racionaliau naudoti rezervinius šilumos gamybos įrenginius, taupiau naudoti energijos išteklius, didinti šilumos tiekimo patikimumą, mažiau teršti aplinką, geriau vykdyti šilumos šaltinių įrenginių profilaktinį ir kapitalinį remontus bei spręsti kitus techninius ir organizacinius klausimus sistemų eksploataavimo metu. Pavyzdžiui, vasarą karšto vandens gamybai gali būti naudojamas tik vienas iš kelių šilumos šaltinių.

Žiedinės schemos pagrindiniai trūkumai: ji brangesnė ir sunkiau nustatoma avarijos vieta.

### ŽIEDINĖ ŠILUMOS TIEKIMO TINKLŲ SCHEMA



ŠŠ – šilumos šaltinis; 1 – magistraliniai vamzdynai; 2 – skirstomieji tinklai; 3 – šilumos vartotojai.

3.3 pav.

## ATVIROS IR UŽDAROS ŠILUMOS TIEKIMO SISTEMOS

### Uždara šilumos tiekimo sistema

Kai yra uždara centralizuoto šilumos tiekimo sistema, karštas buitinis vanduo ruošiamas vietiniuose arba centriniuose šilumos punktuose.

Šiose sistemose šilumnešis yra karštas vanduo, jis cirkuliuoja uždaru kontūru nuo šilumos šaltinio iki vartotojo. Šilumnešio nuostoliai susidaro eksploatavimo metu tik per sistemos nesandarumus. Nuostoliai kompensuojami papildant apdorotą vandenį šilumos šaltinyje įrengtais papildymo siurbliais. Papildomo vandens kiekis per valandą neturėtų viršyti 0,25 % viso šilumos tiekimo tinkluose esančio vandens tūrio. Kaip rodo praktika, jeigu šilumos tiekimo tinklai sumontuoti iš naujų vamzdžių, papildymo praktiškai nereikia.

Tokios uždara šilumos tiekimo sistemos įrengtos praktiškai visose šilumos tiekimo įmonėse – jos sudaro apie 98 % visų šilumos tiekimo sistemų.

Uždara centralizuotos šilumos tiekimo sistemos privalumas – vartotojų karšto vandentiekio sistemas nuo lauko šilumos tiekimo tinklų skiria karšto vandens šildytuvai. Tokiu būdu šildomas vanduo yra atskiras nuo šilumnešio ir jų hidrauliniai režimai vienas nuo kito nepriklauso.

### Atvira šilumos tiekimo sistema

Atvirose sistemose karštas buitinis vanduo ruošiamas pačiame šilumos šaltinyje. Termofikacinis vanduo, cirkuliuojantis šilumos tiekimo tinkluose, taip pat naudojamas kaip karštas buitinis vanduo vartotojų vietinėse karšto vandentiekio sistemose. Todėl vartotojų individualių šilumos punktų techninė įranga paprastesnė, nes juose nereikia įrengti karšto buitinio vandens šildytuvų.

Atviros sistemos privalumai: vartotojų karšto vandens poreikius galima tenkinti mažo potencialo šiluma; vietinių karšto vandentiekio

sistemų eksploatacijos laikas ilgesnis, nes iš šilumos tiekimo tinklų tiekiamas chemiškai apdorotas šilumnešis; šalto vandentiekio įvadų skersmenys gali būti apie 15% mažesni.

Tačiau atvira sistema turi ir trūkumų. Šilumos šaltinyje turi būti įrengti gana sudėtingi, didelio našumo ir brangūs vandens paruošimo įrenginiai, užtikrinantys karšto buitinio vandens tiekimą viso miesto vartotojams. Tokio karšto buitinio vandens spalva ir kvapas yra specifiniai. Be to, tokios sistemos eksploatacija yra sudėtingesnė, nes dėl netolygaus karšto vandens vartojimo grąžinimo vamzdyne keičiasi hidraulinis režimas. Dar vienas trūkumas – sunkiau aptinkami nesandarumai.

Tokia atvira šilumos tiekimo sistema buvo įrengta Panevėžyje, Visagine. Tačiau pastaruoju metu šiuose miestuose tokių šilumos tiekimo sistemų atsisakoma, jos keičiamos uždaromis sistemomis.

### Vienvamzdė, dvivamzdė, trivamzdė bei keturvamzdė šilumos tiekimo sistemos

**Vienvamzdės centralizuoto šilumos tiekimo sistemos.** Tokiose sistemose šilumnešis yra karštas vanduo arba garas. Atvėsęs vanduo arba garo kondensatas iš šilumos vartotojų vietinių sistemų atgal į šilumos šaltinius negrąžinamas. Todėl nereikalingas grąžinamo šilumnešio vamzdynas, ir dėl šios priežasties tokios sistemos yra pigiausios. Vienvamzdės garo sistemos dažniausiai naudojamos tuomet, kai pramonės įmonių technologiniame procese garo kondensatas yra užteršiamas ir jį grąžinti į katilinę neracionalu – jo valymo kaštai būtų didesni, nei naudojant apdorotą vandentiekio vandenį. Tokios sistemos paplitusios Islandijoje, kur ataušintas geoterminis vanduo išleidžiamas į vandenyną.

**Dvivamzdės centralizuoto šilumos tiekimo sistemos.** Tokios sistemos yra taikomos plačiausiai. Nuo šilumos šaltinio tiesiami du vamzdynai: tiekiamo ir grąžinamo šilumnešio. Priklausomai nuo šilumnešio rūšies dvivamzdės šilumos tiekimo sistemos būna vandens arba garo, o pagal naudojimo pobūdį – atviros arba uždaros.

**Trivamzdės centralizuoto šilumos tiekimo sistemos.** Tokios sistemos yra naudojamos, kai pramonės įmonėse technologiniams poreikiams tenkinti reikalingas pastovios temperatūros karštas vanduo, kuris tiekiamas vienu atskiru tiekimo vamzdžiu. Kitu vamzdžiu tiekiamas šilumnešis komunaliniams ir buitiniams vartotojų poreikiams tenkinti, o gražinimo vamzdynas yra bendras. Kadangi tokių pramonės įmonių, kurių technologiniams poreikiams reikalingas aukštų parametrų vanduo ir jos naudojami centralizuoto šilumos tiekimo įmonių paslaugomis, nėra daug, tokia sistema mažai paplitusi.

**Keturvamzdės šilumos tiekimo sistemos.** Jos gali būti naudojamos, pavyzdžiui, kai šilumos vartotojų poreikiams tenkinti atskirai tiekiamas termofikacinis vanduo ir karštas buitinis vanduo. Tokios sistemos buvo paplitusios prieš kelis dešimtmečius, kai vartotojams tiek šiluma šildymui, tiek karštas buitinis vanduo buvo tiekiamas iš grupinių šilumokaitinių atskirais vamzdynais. Šiuo metu, decentralizuojant karšto buitinio vandens tiekimą, vartotojams įrengiami individualūs šilumos punktai su karšto vandens ruošimo šilumokaičiais. Todėl vartotojams tiekiamas tik termofikacinis vanduo, t.y. vietoj keturvamzdės šilumos tiekimo sistemos diegiamos dvivamzdės, o grupinės šilumokaitinės naikinamos. Taigi, šilumos tiekimas buitiniams vartotojams bus vykdomas tik dvivamzde šilumos tiekimo sistema.

Žinoma, priklausomai nuo vartotojų poreikių, gali būti ir kombinuotos šilumos tiekimo sistemos: vienvamzdė-dvivamzdė ar dvivamzdė-keturvamzdė.

## ŠILUMOS TIEKIMO TINKLO DARBO REŽIMAI

Šilumos tiekimo įmonių pagrindinis tikslas – užtikrinti patikimą šilumos tiekimą vartotojams, esant bet kokiai aplinkos oro temperatūrai ir esant maksimaliems projektiniams karšto buitinio vandens poreikiams.

Kadangi didžioji šilumos, patiekto vartotojams, dalis suvartojama šildymui, todėl, kalbant apie šilumos tiekimo ir vartojimo reguliavimą, užtenka apsiriboti šildymo tikslams tiekiamos šilumos reguliavimu.

### Galima išskirti kelis šilumos tiekimo ir vartojimo reguliavimo būdus:

- kai šilumos vartotojo galimybės pačiam reguliuoti šilumos vartojimą yra ribotos, tai šilumos tiekimą reguliuoja šilumos tiekėjas, pavyzdžiui, keisdamas šilumnešio temperatūrą, esant tam pačiam šilumnešio srautui. Tokį šilumos tiekimo reguliavimo būdą vadiname pastovaus srauto (bet kintamos temperatūros) kokybiniu reguliavimu;
- kai šilumos vartotojas gali pats reguliuoti šilumos vartojimą, didindamas ar mažindamas suvartojamo šilumnešio debitą. Šiuo atveju pats vartotojas nustato jam reikalingo šilumnešio debitą, ir – suvartojamos šilumos kiekį. Nors šiuo atveju šilumos tiekėjas nereguliuoja šilumos suvartojimo, turi užtikrinti pastovios temperatūros šilumnešio tiekimą vartotojui, kad šis galėtų pats reguliuoti, t.y. tiek padidinti, tiek sumažinti šilumos suvartojimą;
- kai šilumos tiekimo tinklas dirba „mišriu“ režimu, t.y. naudojamasi tiek kokybinis, tiek kiekybinis reguliavimas.

Panagrinėkime šiuos atvejus smulkiau. Kad būtų aiškiau, visų pirma reikėtų išsiaiškinti, kaipgi galima nusakyti šilumos srautą, kurį termofikacinis vanduo, kaip šilumnešis, perduoda vartotojui. Šis šilumos srautas nusakomas paprasta lygtimi:

$$Q = C_p \cdot M \cdot (T_1 - T_2).$$

Čia:

$c_p$  - vandens savitoji šiluma. Ši vandens fizikinė savybė siek tiek priklauso nuo temperatūros, tačiau galima teigti, kad tai yra praktiškai nekintantis dydis ir  $C_p \approx 4,19 \text{ kJ/(kg}\cdot\text{°C)}$ . Vaizdžiai kalbant, 1 kg vandens vartotojo radiatoriuose atvėsdamas 1 °C paliks 4,19 kJ šilumos. Įdomu tai, kad tik vanduo yra toks puikus šilumnešis – kitų skysčių ši fizikinė savybė kur kas prastesnė. Pavyzdžiui, tepalo savitoji šiluma apie du kartus mažesnė, nei vandens. Netgi skystųjų metalų, pavyzdžiui, kai kuriuose branduolinių energetikos įrenginiuose naudojamo natrio (prie aukštos temperatūros esančio skystos būklės), savitoji šiluma yra apie 1,3 kJ/(kg·°C);

$M$  – termofikacinio vandens masinis debitas, kg/s;

$T_1$  – yra iš šilumos tinklų vartotojui tiekiamo termofikacinio vandens temperatūra;

$T_2$  – iš vartotojo į tinklus grąžinamo termofikacinio vandens temperatūra.

Analizuojant aukščiau pateiktą lygtį, matyti, kad šilumos tiekėjas, reguliuodamas šilumos tiekimą vartotojams, gali reguliuoti tik du parametrus – tiekiamo termofikacinio vandens temperatūrą  $T_1$  ir srautą  $M$ . Grąžinamo į tinklus termofikacinio vandens temperatūros  $T_2$  šilumos tiekėjas reguliuoti negali. Juo labiau – negali įtakoti vandens specifinės šilumos.

Taigi, jeigu atsiranda būtinybė padidinti tiekiamą vartotojams šilumos srautą, šilumos tiekėjas gali arba padidinti termofikacinio vandens debitą, arba padidinti tiekiamo termofikacinio vandens temperatūrą. Žinoma, kartu galima padidinti tiek vandens debitą, tiek ir vandens temperatūrą. Rezultatas bus tas pats – vartotojui bus tiekiamas didesnis šilumos srautas.

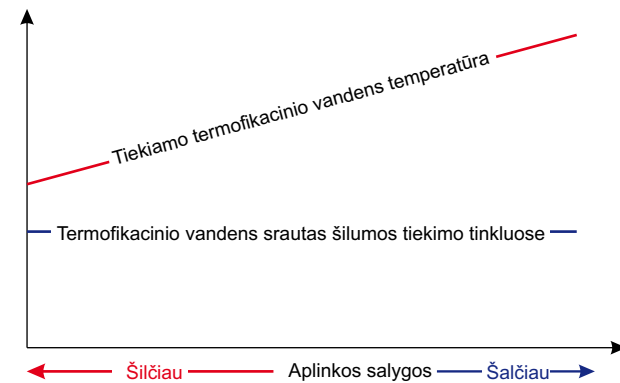
Būtent taip, panaudojant vieną ar kitą būdą, šilumos tiekimas reguliuojamas visose šilumos tiekimo sistemose.

## Pastovus srautas – kokybinis reguliavimas

Toks reguliavimo būdas buvo dažniausiai taikomas anksčiau, kai pagrindinę reguliavimo funkciją atlikdavo tiekėjas, o vartotojai turėjo ribotas galimybes patys reguliuoti šilumos vartojimą. Nes praktiškai visiems vartotojams buvo įrengti neautomatizuoti ir šilumos vartojimo neleidžiantys reguliuoti vadinamieji elevatoriniai šilumos punktai. Šio reguliavimo esmė yra ta, kad šilumos tiekimo ir šildymo sistemose cirkuliuoja pastovūs šilumnešio debitai, o pernešamas šilumos srautas reguliuojamas šilumos šaltinyje keičiant tiekiamo šilumnešio temperatūrą. Tokio tiekiamos šilumos kiekio reguliavimo principas pateiktas 3.4 paveiksle.

Pasinaudojus apskaičiuotų šilumnešių temperatūrų reikšmėmis, sudaromi kokybiniai šilumos tiekimo reguliavimo temperatūriniai grafikai, kurių privalu laikytis šilumos šaltiniuose. Suprantama, kuo žemesnė aplinkos oro temperatūra, tuo aukštesnė turi būti tiekiamo termofikacinio vandens temperatūra.

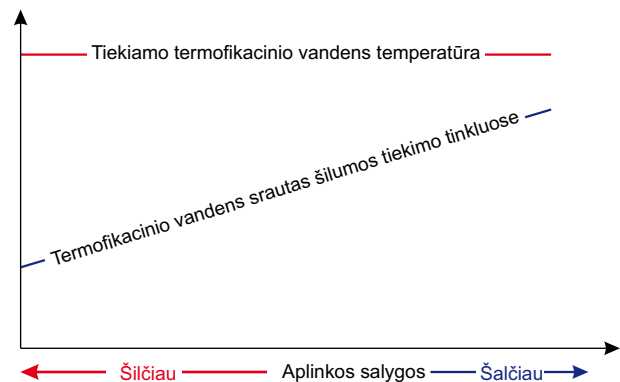
### KOKYBINIS REGULIAVIMAS, KAI REGULIUOJAMA TIEKIAMO TERMOFIKACINIO VANDENS TEMPERATŪRA, O SRAUTAS PALAIKOMAS PASTOVUS



### Kintamas srautas – kiekybinis reguliavimas

Kiekybinio reguliavimo metu tiekiamo šilumnešio temperatūra yra pastovi, todėl pernešamą šilumos srautą galima keisti tik keičiant šilumnešio debitą. Tokio tiekiamos šilumos kiekio reguliavimo principas pateiktas 3.5 paveiksle.

#### KIEKYBINIS REGULIAVIMAS, KAI REGULIUOJAMAS SRAUTAS, O TIEKIAMO TERMOFIKACINIO VANDENS TEMPERATŪRA PALAIKOMA PASTOVI



3.5 pav.

Kiekybinio šilumos tiekimo reguliavimo metu, palyginti su kokybiniu, sumažėja tinkluose cirkuliuojančio šilumnešio debitas, kartu ir elektros energijos sąnaudos šilumnešio transportavimui. Tai pagrindinis kiekybinio reguliavimo privalumas. Plačiau šį reguliavimo metodą taikyti trukdo aplinkybė, kad sumažėjus cirkuliuojančio šilumnešio debitui pasikeičia tiek šilumos tiekimo tinklo, tiek šildymo sistemų (jeigu jose įrengti seno tipo elevatoriniai šilumos punktai) hidraulinis režimas. Tad vartotojų šildymo sistemos su elevatoriniais šilumos punktais išsireguliuoja.

Jeigu vartotojams įrengti automatizuoti šilumos punktai, gyventojai patys gali reguliuoti šilumos vartojimą – pastato šildymo sistemos darbas reguliuojamas keičiant į šilumos punktą tiekiamo termofikacinio vandens srautą, t.y. termofikacinio vandens tinklas dirba kintamo srauto režimu. Jeigu šilumos šaltinyje esantys šilumos tinklų siurbliai dirba su pavaromis, turinčiomis dažnio keitiklius, tai toks šilumos tiekimas nesudaro problemų – nepriklausomai nuo debito, visuomet palaikomas nustatytas slėgis.

Kiekybinio reguliavimo trūkumas, palyginti su kokybinio reguliavimo – šilumos tiekimo tinkle cirkuliuoja aukštesnės temperatūros termofikacinis vanduo. Dėl to tam tikrą laiko dalį patiriami didesni šilumos nuostoliai. Be to, tokio šilumos tiekimo būdo negalima taikyti, jeigu nors vienas vartotojas turi seno tipo elevatorinį šilumos punktą, nes toks šilumos punktas gali būti normaliai eksploatuojamas tik esant kokybiniam reguliavimui.

### Kokybinis – kiekybinis reguliavimas

Naudojant kokybinį ir kiekybinį reguliavimą, perduodamas šilumos srautas reguliuojamas keičiant šilumnešio debitą ir temperatūrą. Vartotojų šilumos punktuose įrengti automatizuoti šilumos punktai automatiškai nustato reikalingą šilumnešio debitą. Šilumos tiekėjas savo ruožtu užtikrina reikalingą šilumnešio temperatūrą, atitinkančią aplinkos oro temperatūrą. Esant tokiai sistemai, šilumos tiekimą reguliuoja tiek tiekėjas, tiek vartotojas.

Akivaizdu, kad vien tik tiekėjo pastangomis negalima visų vartotojų patalpose palaikyti vienodos temperatūros net ir esant vienerūšiams šilumos poreikiams, nes tokio reguliavimo metu neįmanoma atsižvelgti į vėjo ar saulės įtaką kiekvienam vartotojui. Būtent todėl reikalingas papildomas individualių šilumos punktų, įrengtų vartotojams, vietinis ir individualus reguliavimas.



## VAMZDYNŲ ĮRENGIMO BŪDAI

Šilumos tiekimo trasa parenkama taip, kad būtų galima patikimai tiekti šilumą vartotojams, greitai pašalinti avarijas, sudaryti saugias darbo sąlygas personalui.

Gyvenamuosiuose kvartaluose šilumos tiekimo tinklai klojami inžineriniams tinklams skirtose juostose po žeme šalia gatvių bei kelių ir želdinių juostų. Atskirais atvejais leidžiama šilumos tiekimo tinklus įrengti po šaligatviais ar net po gatvės važiuojamąja dalimi. Skirstomųjų tinklų vamzdynus galima kloti gyvenamųjų ir visuomeninių pastatų techniniuose rūsiuose, techniniuose koridoriuose ir tuneliuose, kurių aukštis ne mažesnis kaip 1,8 m. Neužstatytuose plotuose šilumos tiekimo tinklai gali būti įrengti virš žemės.

### Antžeminės trasos

Antžeminiu būdu tinklai klojami pramonės įmonių teritorijose neužstatytose aikštelėse, taip pat tuose rajonuose, kur yra aukštas gruntinio vandens lygis, sudėtingas vietovės reljefas. Vamzdynai klojami ant atskirų atramų ir ant estakadų, atramos būna plieninės ir gelžbetoninės. Šis klojimo būdas turi daug pranašumų: patogų aptarnauti tinklus, vamzdynų neardo gruntinis vanduo, naudojami patikimesni „U“ formos temperatūrinių pailgėjimų kompensatoriai. Taip pat lygesnis vamzdynų profilis, todėl reikia mažiau ventilių orui ir vandeniui išleisti. Būtent taip buvo paklota apie 16 km ilgio šilumos trasa iš buvusios Ignalinos AE iki Visagino miesto. Dalis vamzdynų iš paukščio skrydžio parodyta 3.6 paveiksle, kur akivaizdžiai matosi jau minėti „U“ formos kompensatoriai.

Nors antžeminiai šilumos tiekimo tinklai ilgiau tarnauja ir yra pigesni nei kanaluose pakloti tinklai, jie sukelia tam tikrų nepatogumų greta gyvenantiems žmonėms, taip pat didina aplinkos vizualinę taršą.

### DALIS ŠILUMOS TIEKIMO TRASOS, JUNGIANČIOS BUVUSIĄ IGNALINOS AE IR VISAGINO MIESTĄ



3.6 pav.

### Pereinamuose kanaluose pakloti vamzdynai

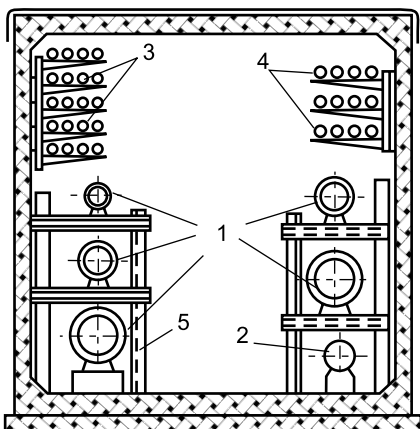
Patikimiausios, bet ir brangiausios pagal pradines išlaidas yra šilumos tiekimo trasos pereinamuose kanaluose (kolektoriuose). Paprastai jie įrengiami ten, kur nutiestos stambios magistralės, taip pat juos tikslinga įrengti po pagrindiniais keliais dideliuose miestuose. Tokiuose kolektoriuose, be šilumos tiekimo vamzdynų, paklojami ir kiti požeminiai miesto inžineriniai tinklai: vandentiekis, elektros ir ryšių kabeliai ir kt.

Pereinamojo kanalo matmenys yra tokie, kad aptarnaujantis personalas gali prieiti prie visų įrenginių, kuriuos reikia prižiūrėti. Takai kanale daromi ne siauresni kaip 0,9 m ir ne žemesni kaip 2 m. Tokiam kanale kas 200–250 m įrengiamos išlipimo angos.

Pereinamuosiuose kanaluose įrengtas natūralus vėdinimas ne didesnei kaip 30 °C temperatūrai palaikyti, elektrinis apšvietimas



### ŠILUMOS TIEKIMO TINKLAI PEREINAMAJAME KANALE



1 – šilumos tiekimo vamzdiniai; 2 – vandentiekis; 3 – ryšių kabeliai; 4 – elektros kabeliai; 5 – stovai.

3.7 pav.

(įtampa iki 30 V), įrenginiai vandeniui greitai pašalinti iš kanalo. Atkarpose, kur yra daug aukštos temperatūros vamzdinių, dar turi būti įrengtas mechaninis vėdinimas. Juo naudojamosi remonto metu, kai kanale reikia ilgesnį laiką palaikyti žemą temperatūrą.

Pagrindinis pereinamojo kanalo pranašumas yra patogus priejimas prie vamzdinių, todėl galima pakeisti ar remontuoti vamzdžius, likviduoti avarijas nesuardant dangų, po kuriomis įrengtas kanalas.

Kai klojama nedaug vamzdžių, bet reikalingas nuolatinis priejimas prie vamzdinių (pavyzdžiui, kertant gatvių bei kelių važiuojamąsias dalis), gali būti įrengiami pusiau pereinamieji kanalai.

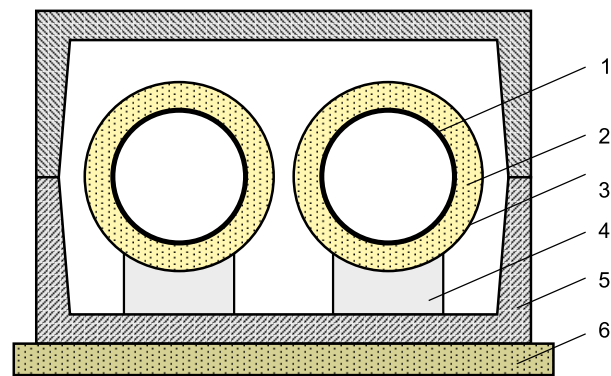
Šių kanalų matmenys parenkami tokie, kad jais galėtų vaikščioti pasilenkęs žmogus. Aukštis turi būti ne mažesnis kaip 1,4 m. Pusiau pereinamuosiuose kanaluose galimas tik nedidelis šilumos izoliacijos remontas ir vamzdžių apžiūra.

Vamzdiniai pereinamuosiuose ir pusiau pereinamuosiuose kanaluose apgaubti šilumą izoliuojančiu sluoksniu.

### Nepereinamuose kanaluose pakloti vamzdiniai

Didžioji anksčiau paklotų šilumos tiekimo vamzdinių dalis yra paklota nepereinamuosiuose kanaluose, kaip kad pavaizduota 3.8 pav. Šių kanalų matmenys priklauso nuo vamzdinių skersmens ir kanalo konstrukcijos. Tokio tipo kanalai surenkami iš lovinių gelžbetonio elementų. Atstumas tarp vamzdžių ašių imamas toks, kad būtų patogus atlikti vamzdinių remonto darbus.

### NEPEREINAMASIS KANALAS IŠ LOVINIŲ ELEMENTŲ



1 – plieninis vamzdis; 2 – šilumos izoliacija; 3 – izoliacijos dangą; 4 – vamzdinių atramos; 5 – gelžbetoninis lovis; 6 – pagrindas.

3.8 pav.

Suprantama, vamzdinių remonto atveju reikia nukasti gruntą, nukelti viršutinį lovinių elementą ir tik tuomet galima atlikti numatytus darbus. Tai – daug darbo ir laiko sąnaudų reikalaujantis darbas. Be to, tiek atliekant naujo vamzdinių klojimo darbus, tiek remontuojant vamzdinius labai svarbu kokybiškai atlikti gelžbetoninių lovinių sujungimo vietų hidroizoliavimo darbus, kad vamzdiniai būtų apsaugoti nuo gruntinio vandens poveikio.

Kaip rodo praktika, dažniausia taip paklotų vamzdynų gedimo priežastis yra gelžbetoninių lovių hidroizoliacijos gedimai. Dėl to atsiranda vamzdynų išorinių paviršių korozija.

Kadangi naujai klojant vamzdynus arba juos keičiant naujais, neperinami kanalai nebenaudojami, ateityje tokio tipo vamzdynai išnyks.

### Bekanaliai vamzdynai

Šiais laikais šilumos tiekimo tinklai klojami bekanaliu būdu, kaip parodyta 3.9 paveiksle. Tokiam vamzdynui naudojami iš anksto pramoniniu būdu izoliuoti vamzdžiai, jie pasižymi ypač gera šilumos izoliacijos kokybe bei mažais šilumos nuostoliais eksploatacijos metu.

Jų tiesimo pradinės išlaidos bei darbo sąnaudos mažesnės už klojamų nepereinamuosiuose kanaluose, o jų ilgaamžiškumas bei

#### NAUJI IŠ ANKSTO PRAMONINIŲ BŪDU IZOLIUOTI VAMZDŽIAI KLOJIMO METU BEKANALĖJE TRASOJE



3.9 pav.

patikimumas nenusileidžia pastariesiems, jeigu tik tinkamai atlikti montavimo darbai ir palaikomas tinkamas vandens režimas eksploatacijos metu.

Todėl iš anksto pramoniniu būdu izoliuotų vamzdžių naudojimas sparčiai paplito. Pastaruoju metu, klojant naujas trasas arba renovuojant senas, praktiškai visada klojami bekanaliai vamzdynai.

Bekanalėse trasose naudojamų plieninių vamzdžių matmenys gali būti įvairiausi – jų sąlyginis skersmuo gali būti nuo DN20 iki DN1200 mm. Tad esant bet kokiems vartotojų poreikiams, visuomet galima parinkti tinkamo skersmens vamzdį.

### VAMZDYNŲ ŠILUMINĖ IZOLIACIJA

Kai po žiemos ateina pavasaris ir aplinkos oro temperatūra pakyla iki 0 °C, dažnai „išryškėja“ šilumos tiekimo trasos, kai nuo jų pirmiausia nutirpsta sniegas. Šį reiškinį dažnai akcentuoja CŠT oponentai, priekaištaudami dėl neūkiškumo, šilumos energijos švaistymo.

Praktiškai visuomet dalis bet kokios energijos perdavimo metu prarandama. Pavyzdžiui, elektros energijos perdavimo metu taip pat neišvengiama technologinių ir komercinių elektros energijos perdavimo bei skirstymo nuostolių, kurie gali siekti 10-11 % elektros energijos kiekio, pagaminto elektrinėse. Suprantama, mažinant šiuos nuostolius, būtų galima elektros perdavimo ir skirstymo tinkluose didinti laidų skersmenį. Dėl to sumažėtų laidų elektrinė varža ir elektros energijos nuostoliai laiduose. Tačiau tam reikėtų milžiniškų investicijų, kurios vargiai atsipirktų. Elektros energijos vartotojai, mokėdami už sunaudotą elektros energiją, tam tikrą dalį pinigų sumoka ir už nuostolius elektros tinkluose. Tik žmonės plika akimi nemato, kaip šyla elektros perdavimo linijų laidai, tačiau nuostoliai būna priversti padengti.

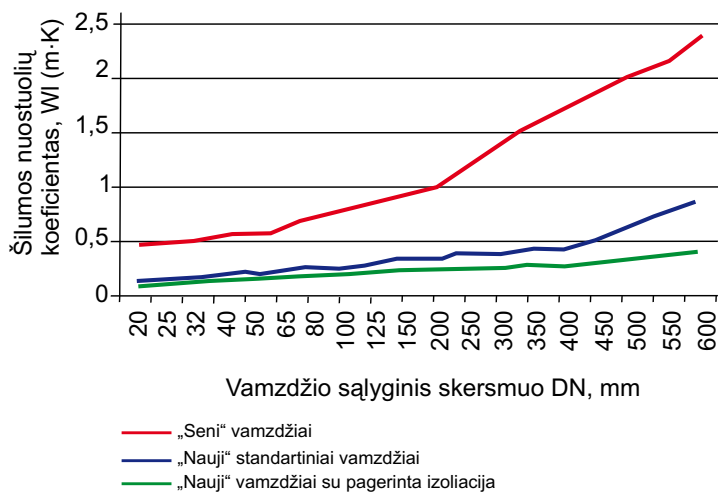
Lygiai taip pat neišvengiami energijos nuostoliai, perduodant šilumą termofikacinio vandens vamzdynais. Tolimesniuose skyreliuose aptarsime, kad termofikacinio vandens vamzdyno izoliacijos storis parenkamas techniniais ir ekonominiais skaičiavimais. Didindami izoliacijos storį, mažinsime nuostolius tinkluose ir šilumos

kainą. Tačiau, didinant izoliacijos storį, didės vamzdyno kaina, didės amortizaciniai atskaitymai, didės ir šilumos kaina dėl didesnių kapitalinių įdėjimų. Akivaizdu, jog dėl negailestingų ekonomikos dėsningumų turime taikstyti su nuostoliais tiek elektros energijos, tiek ir šilumos energijos perdavimo metu.

Antra vertus, gamtos dėsniai nepaklūsta žmogaus valiai ir norams. Pavyzdžiui, žinome, kad šiltas kūnas visuomet atvės, kad ir kaip besistengtume to išvengti. Galima tik sumažinti šilumos srautą, gerai izoliavę kūną, tačiau nėra tokios izoliacinės medžiagos, kuri būtų absoliučiai nepralaidi šilumai.

Kad ir kaip gerai izoliuotume šilumos tiekimo tinklų vamzdynus, šilumos nuostoliai išliks, nes šiluma iš karštos aplinkos (karštas termofikacinis vanduo) tekės į šaltesnę aplinką (gruntą, kuriame pakloti šilumos tinklai). Šioje vietoje šiltesnis gruntas ir bus ta priežastis, dėl kurios pirmiausia nutirpsta sniegas. Pirmiausia sniegas

### SENO TIPO IR PRAMONINIŲ BŪDU IZOLIUOTŲ VAMZDŽIŲ ŠILUMOS NUOSTOLIŲ KOEFICIENTAI



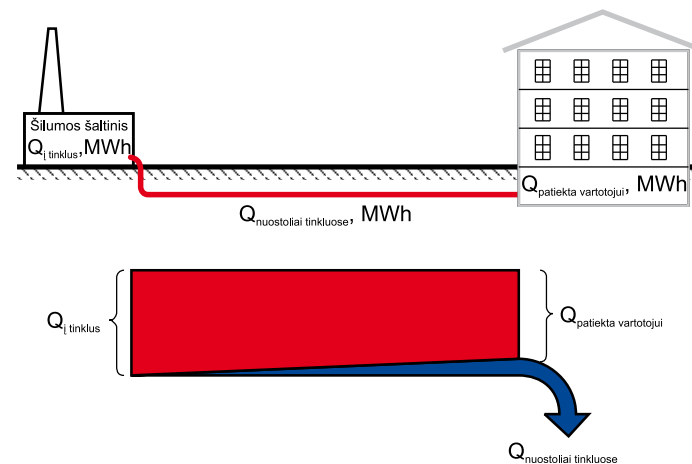
3.10 pav.

nutirpsta nuo pietinėje pusėje esančių šlaitų, kur pavasarinės saulės spinduliai krenta į grunto paviršių statesniu kampu.

Todėl belieka tik stengtis mažinti šilumos nuostolius tinkluose – tam seno tipo vamzdynai keičiami naujais iš anksto izoliuotais vamzdžiais, nuo kurių šilumos nuostoliai gerokai mažesni, palyginti su senaisiais vamzdžiais. Tai akivaizdžiai matosi pateiktame 3.10 paveiksle. Šilumos nuostolių koeficientas išreiškia šilumos nuostolių srautą  $W$  nuo izoliuoto 1 m ilgio vamzdžio, kai temperatūrų skirtumas tarp šilumnešio (vamzdžio viduje) ir grunto yra lygus  $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Čia būtų pravartu pakalbėti ir apie tai, jog renovuojant tinklus ir keičiant vamzdžius naujais, labai svarbu parinkti tinkamo skersmens vamzdžius, nes parinkę per didelio skersmens vamzdį turėsime nepagrįstai didelius šilumos nuostolius. Todėl prieš atliekant vamzdynų renovaciją, būtina kaip galima tiksliau įvertinti maksimalią vartotojams reikiamą šiluminę galią, numatyti trasų klojimui trumpiausius kelius ir tik tuomet parinkti optimalius vamzdžių skersmenis.

### ŠILUMOS NUOSTOLIAI ŠILUMOS TIEKIMO TINKLE



3.11 pav.

Šilumos nuostoliai tinkluose gali būti nusakyti dvejopai. Pavyzdžiui, turime šilumos šaltinį, kuris tiekia šilumą vartotojui, kaip pavaizduota 3.11 paveiksle.

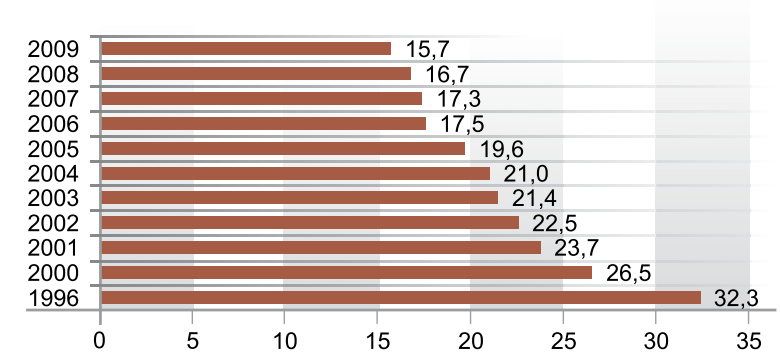
Matyti, kad norint patenkinti vartotojo šilumos poreikius ir tiekti reikiamą šilumos kiekį  $Q$ , šilumos šaltinis į tinklus turi pateikti didesnę šilumos kiekį  $Q$ , kadangi dėl neišvengiamų šilumos nuostolių dalis į tinklus pateiktos šilumos bus prarasta. Šiuos šilumos nuostolius tinkluose galima nusakyti absoliučiu dydžiu, t.y. galima nurodyti, kiek MWh šilumos tinkluose buvo prarasta per tam tikrą laikotarpį (iš šilumos kiekio, pateikto į tinklus, atėmus vartotojų suvartotą šilumos kiekį). Reikia pabrėžti, kad šie absoliutūs šilumos nuostoliai praktiškai nepriklauso nuo to, kiek šilumos buvo pateikta vartotojui – jie priklauso nuo tiekiamo termofikacinio vandens temperatūros, nuo grunto temperatūros, nuo vamzdyno skersmens, nuo izoliacijos storio ir vamzdyno paklojimo būdo.

Tačiau nuostolius taip pat galima apibūdinti ir kitaip, pavyzdžiui, nurodyti, kokia dalis šilumos, pateiktos į tinklą, buvo prarasta. Antai per šildymo sezoną vartotojui buvo pateikta  $Q=170$  MWh šilumos. Per šį laikotarpį katilinė į tinklus pateikė  $Q=200$  MWh šilumos. Reiškia, dėl neišvengiamų šilumos nuostolių nuo šilumos tiekimo vamzdyno nuostoliai trasose sudarė  $Q=200-170=30$  MWh šilumos. Arba galime sakyti, kad šilumos tiekimo tinkluose buvo prarasta  $30/200 \times 100=15\%$  į tinklus pateiktos šilumos. Jeigu per šį laikotarpį vartotojas būtų suvartojęs didesnę šilumos kiekį, pavyzdžiui, 230 MWh, tai tuomet nuostolių dalis tinkluose būtų mažesnė ir sudarytų  $30/260 \times 100=11,54\%$  į tinklus pateiktos šilumos.

Suprantama, antrasis šilumos nuostolius nusakantis būdas yra informatyvesnis, kadangi šiuo atveju nuostolių dalis tinkluose priklauso ne tik nuo tinklų charakteristikos (ilgio, skersmens, izoliacijos kokybės ir pan.), bet ir nuo to, kaip intensyviai šilumą vartoja vartotojai. Būtent todėl pastarasis būdas naudojamas lyginant atskirų šilumos tiekimo sistemų darbo efektyvumą arba nuostolius skirtingais sezonais.

Šalies šilumos tiekimo įmonėse vidutiniai šilumos energijos technologiniai nuostoliai tinkluose kasmet mažėja, kaip kad parodyta 3.12 paveiksle. Per pastaruosius keliolika metų jie sumažėjo daugiau nei dvigubai. Tokio mažėjimo priežastys – atsiranda nauji vartotojai, didinantys šilumos suvar-

### ŠILUMOS ENERGIJOS TECHNOLOGINIAI NUOSTOLIAI TINKLUOSE, %



3.12 pav.

tojimā, šilumos tiekimo įmonės stengiasi racionaliau išnaudoti esamus šilumos tiekimo tinklus, optimizuodamos jų darbą. Žinoma, bene svarbiausia priežastis – vis daugiau renovuojama vamzdynų klojant pramoniniu būdu izoliuotus vamzdžius.

### Izoliacinės medžiagos

Šilumos izoliacija naudojama karšties šilumos tiekimo sistemų vamzdynų, įrenginių ir armatūros paviršiams padengti. Ji turi didelę reikšmę tų sistemų darbo ekonomiškumui, jų šiluminiam pastovumui ir eksploatacinėms sąlygoms. Reikalavimai vamzdynų šiluminei izoliacijai numatyti taisyklėse<sup>1</sup>.

Izoliavus karštus paviršius, temperatūra izoliacijos paviršiuje sumažėja iki norminės, todėl tuos paviršius supančio oro temperatūra apžiūros kameroje, kanaluose, šilumos punktuose ir kitur taip pat sumažėja, o darbo sąlygos šilumos tiekimo tinklus aptarnaujančiam personalui tampa lengvesnės ir saugesnės, nebėra pavojaus nudegti

<sup>1</sup> Šilumos perdavimo tinklų šilumos izoliacijos įrengimo taisyklės. Patvirtinta LR ŪM 2007.05.05. įsakymu Nr. 4-170.

prisilietus prie karštų paviršių. Padidėja visos sistemos šiluminis stabilumas bei šilumos tiekimo kokybė, nes sumažėjus šilumos nuostoliams sumažėja šilumnešio temperatūrų skirtumas tarp šilumos šaltinio ir tolimiausio vartotojo.

Pagrindinės šilumą izoliuojančios medžiagos, vartojamos šilumos tiekimo sistemose ir svarbiausios jų savybės nurodytos 8 lentelėje.

8 lentelė. Pagrindinės šilumą izoliuojančios medžiagos ir jų charakteristikos

Medžiagos pavadinimas	Tankis, kg/m <sup>3</sup>	Šilumos laidumo koeficientas, kai temperatūra 50 °C, W/(m·K)	Leistina temperatūra, °C
Armuoti stiklo vatos dembliai	40–50	0,038	500
Stiklo vatos kevalai	40–120	0,036	500
Stiklo vatos plokštės	40–60	0,039	250
Cilindrai ir kevalai iš akmens vatos	70–160	0,037	750
Akmens vatos dembliai	20–105	0,039	750
Poliuretano (PUR) putas, dengtos polietileno vamzdžiu	60	≤0,029*	120

\* Pagal LST EN 253:2009 šilumos laidumo koeficientas turi būti lygus arba mažesnis nei 0,029 W/(m·K).

Matyti, kad vamzdynais, kurių izoliacijai panaudotos poliuretano putas, galima tiekti ne aukštesnės kaip 120 °C temperatūros termofikacinį vandenį ar kitą šilumnešį. Tik trumpam laikui temperatūra gali pakilti iki maksimalios 130 °C<sup>1</sup>, jeigu tai pagrindžiama skaičiavimais.

### Statybvietėje montuojama vamzdynų izoliacija

Šilumą izoliuojančios medžiagos iš anksto nustatyta tvarka būna išdėstytos ir pritvirtintos prie paviršių, kuriuos norima apsaugoti nuo nepageidautinų šilumos mainų – tai šilumos izoliacijos konstrukcija. Dažniausiai ją sudaro antikorozinė metalinių paviršių danga, pagrindinis izoliacinis sluoksnis, izoliacijos danga ir armavimo bei tvirtinimo detalės.

<sup>1</sup> Šilumos tiekimo tinklų ir šilumos punktų įrengimo taisyklės.

Atskirai izoliacinėmis medžiagomis izoliuojami jau sumontuoti vamzdžiai, pavyzdžiui, vamzdžiai antžeminėse trasose arba vamzdžiai po remonto kanalinėse trasose. Jos parenkamos atsižvelgiant į klojimo būdą ir kitas sąlygas, priklausančias nuo gruntinio vandens lygio, šilumnešio temperatūros, šilumos tiekimo tinklų hidraulinio režimo, krūvio į izoliaciją ir t.t. Tinkamas izoliacinių medžiagų parinkimas ir darbų kokybė garantuoja izoliacijos ilgaamžiškumą. Šios izoliacinės medžiagos turi būti palyginti pigios, atsparios kaitinimui, išlaikyti izoliacines ir kitas fizines savybes visą naudojimo laiką, turėti didelę ir stabilią šiluminę varžą.

Daugumos sausų izoliacinių medžiagų šilumos laidumo koeficientas yra 0,033–0,039 W/(m·K). Joms sušlapus, šilumos laidumo koeficientas padidėja kelis kartus, t.y. tiek pat kartų pablogėja izoliacinės savybės. Todėl labai svarbu, kad vamzdynai eksploatacijos metu būtų apsaugoti nuo vandens poveikio, o pačios izoliacinės medžiagos blogai sugertų drėgmę.

Dažniausiai karšties paviršiams izoliuoti vartojama medžiaga yra mineralinė vata. Jai gaminti naudojamos uolienos (dažniausiai bazaltas), pramoninės mineralinės atliekos ir šalutiniai gamybos produktai – šlakas, pelenai. Mineralinė vata yra puri medžiaga, sudaryta iš plonų ir lanksčių skaidulų pasižyminti geromis izoliacinėmis savybėmis. Mineralinės vatos grupei priklauso šlako, stiklo, bazaltinė ir mineralinė vata. Konkretus pavadinimas vatai suteikiamas atsižvelgiant į žaliavų sudėtį ir silikatų kiekį, pavyzdžiui, stiklo vata turi didesnę SiO<sub>2</sub> kiekį. Mineralinė medžiaga vartojama padrika ir kaip įvairūs gaminiai – iš jos gaminami dembliai, plokštės, tuščiaviduriai cilindrai ir segmentai.

Vamzdynų šilumą izoliuojančios medžiagos sluoksnis yra dengiamas kitomis medžiagomis, kurių tikslas – apsaugoti pagrindinį izoliacinį sluoksnį nuo mechaninio pažeidimo, agresyvios aplinkos poveikio ir suteikti izoliuotam objektui gerą estetinę išvaizdą.

Medžiagos izoliacijos dangos parenkamos atsižvelgiant į objekto vietą, o jeigu tai vamzdynai – į klojimo būdą ir kitas sąlygas.



### VAMZDŽIO IZOLIACIJA, PAGAMINTA IŠ MINERALINĖS VATOS SUFORMUOTŲ KEVALŲ BEI DANGOS IŠ ALIUMINIO SKARDOS



3.13 pav.

Dangos būna metalinės (aliuminis ar jo lydiniai; plonalakštis plienas) arba pagamintos sintetinių ir gamtinių polimerų pagrindu (stiklo audiniai, stiklo plastikai, polimerinės plėvelės).

Uždaromoji armatūra ir flanšai izoliuojami dvejopai. Jeigu armatūrą ir flanšinius sujungimus reikia dažnai apžiūrėti, tuomet vartojama išardomosios, kitu atveju – neišardomosios konstrukcijos izoliacija.

Izoliacinės dangos sujungiamos ir tvirtinamos sraigtais, plieninėmis ir aliumininėmis juostomis, kai kuriais atvejais – įvairiais sintetiniais klijais.

3.13 paveiksle pateiktas vamzdžio fragmentas, izoliuotas mineralinės vatos kevalais. Izoliacijos danga – iš aliuminio skardos.

### Pramoniniu būdu neardomai izoliuotų vamzdžių izoliacija

Kaip jau minėta, pastaruoju metu šilumos tiekimo tinklai klojami iš pramoniniu būdu neardomai izoliuotų vamzdžių, kurių izoliacijai naudojamos poliuretano (PUR) putos. Kaip matyti 8 lentelėje, poliuretano putų šilumos laidumas esant 50 °C temperatūrai yra  $\lambda_{50} \leq 0,029$  W/(m·K) – t.y. PUR putų termoizoliacinės savybės geriausios.

Yra ir daugiau medžiagų, turinčių termoizoliacinių savybių, tačiau jos šilumos tiekimo sistemose vartojamos labai retai arba visai nevartojamos, nes netinkamos jų kitos savybės (neatsparios aukštomis temperatūroms, gerai sugeria drėgmę ir t.t.).

Tipinis pramoniniu būdu neardomai izoliuotas vamzdis parodytas 3.14 paveiksle.

Tokių vamzdžių standartinis izoliacijos storis parenkamas atsižvelgiant į eksploatacijos ekonomiškumą ir technines sąlygas. Akivaizdu, jog kuo geresnė izoliacija įrengta, tuo mažesnius šilumos nuostoliai. Tačiau, gerindami izoliaciją (pavyzdžiui, storindami

### NAUJAUSIOS KONSTRUKCIJOS PRAMONINIU BŪDU NEARDOMAI IZOLIUOTAS VAMZDIS



3.14 pav.



izoliacijos sluoksnį), branginsime izoliuotų vamzdžių kainą. Tokiu atveju gali atsitikti taip, kad investicijų naujiems vamzdžiams pakloti atsipirkimo laikas bus labai ilgas, per vamzdžių eksploatacijos laiką investicijos gali netgi neatsipirkti.

Vertinant vamzdžio matmenis, temperatūrų lygį, montavimo kainą, prarastos šilumos kaštus, šilumos nuostolius tarp šilumos gamybos ir vartojimo vietų, reikalavimus paviršiaus temperatūrai, reikalavimus maksimaliai aplinkos temperatūrai katilinėje ir kitus parametrus, nustatomas optimalus poliuretano izoliacijos storis.

Dauguma gamintojų siūlo kelių skirtingų izoliacijos storių serijas. Antai mūsų šalyje esanti pramoniniu būdu izoliuotų vamzdžių gamykla siūlo tokią savo gaminių nomenklatūrą, kokia pateikta 9 ir 10 lentelėse. Matyti, kad to paties vamzdžio izoliacijos storis gali būti dvejopas ir vamzdžių pirkėjas turi galimybę rinktis.

Vamzdžių pirkėjai gali rinktis ne tik izoliacijos storį, bet ir plieninių vamzdžių sienelės storį – vieni jų gaminami pagal EN reikalavimus su mažesnio storio sienelėmis, kiti – su storesnėmis sienelėmis. Jeigu šilumos tiekimo sistemose reikalavimai vandens kokybei užtikrinami, racionalu naudoti pramoniniu būdu izoliuotus vamzdžius su plonesnėmis sienelėmis. Tose sistemose, kuriose galima korozija, kai dėl įvairių priežasčių sunku užtikrinti tinkamą vandens kokybę, tikslinga naudoti vamzdžius storesnėmis sienelėmis.

Pramoniniu būdu izoliuotų vamzdžių gamintojai nuolatos tobulina vamzdžių šiluminę izoliaciją. Pastaruoju metu vamzdžių šilumos izoliacijai naudojamos poliuretano putos, užpildytos ciklopentano dujomis, dėl ko labai pagerėja izoliacijos šiluminės savybės – tokios izoliacijos šilumos laidumo koeficientas siekia 0,023–0,027 W/(m·K). Suprantama, tokių vamzdžių naudojimas leis dar daugiau sumažinti technologinius šilumos nuostolius šilumos tiekimo trasose.

## NAUJŲ BEKANALIŲ VAMZDYNŲ MONTAVIMAS IR APTARNAVIMAS

Pramoniniu būdu neardomai izoliuoti vamzdžiai, kurie pavaizduoti 3.9 ir 3.12 paveiksluose, centralizuotam šilumos tiekimui gaminami 30–50 metų eksploatacijos laikotarpiui. Toks ilgas eksploatacijos laikotarpis pasiekiamas tik tuomet, jeigu tinklai paklojami išties kokybiškai, o eksploatacijos metu prisilaikoma visų reikalavimų, ypač vandens kokybei bei temperatūriniam režimui.

9 lentelė. Pagal EN 253 standarto reikalavimus pagamintų pramoniniu būdu izoliuotų vamzdžių matmenys.

Plienis vamzdis				Polietileninis apvalkalas				Izoliacijos storis, mm		1 m <sup>1</sup> * svoris, kg
DN, mm	d, mm	s, mm	L, m	D, mm	S, mm	Dp, mm	Sp, mm	l	lp	kg
20	26,9	2	6	90	3	110	3	28,6	38,6	2,5
25	33,7	2,3	6	90	3	110	3	25,2	35,2	3,1
32	42,4	2,6	6/12	110	3	125	3	30,8	38,3	4,3
40	48,3	2,6	6/12	110	3	125	3	27,9	35,4	4,6
50	60,3	2,9	12	125	3	140	3	29,4	36,9	6,1
65	76,1	2,9	12	140	3	160	3	29,0	39,0	7,4
80	88,9	3,2	12	160	3	180	3	32,6	42,6	9,4
100	114,3	3,6	12	200	3,2	225	3,4	39,7	52,0	13,6
125	139,7	3,6	12	225	3,4	250	3,6	39,3	51,6	16,6
150	168,3	4	12	250	3,6	315	4,1	37,3	69,3	21,5
200	219,1	4,5	12	315	4,1	355	4,5	43,9	63,5	31,9
250	273	5	12	400	4,8	450	5,2	58,7	83,3	46,3
300	323,9	5,6	12	450	5,2	500	5,6	57,9	82,5	60
350	355,6	5,6	12	500	5,6	560	6	66,6	96,2	68,3
400	406,4	6,3	12	560	6	630	6,6	70,8	105,2	86,9
450	457	6,3	12	560	6	630	6,6	45,5	79,9	91,6
500	508	6,3	12	630	6,6	-	-	54,4		105,4

\* Vamzdžio su standartine izoliacija.

10 lentelė. Pagal GOCT P atitikties sertifikato reikalavimus pagamintų pramoniniu būdu izoliuotų vamzdžių matmenys.

Plieninis vamzdis				Polietileninis apvalkalas				Izoliacijos storis, mm		1 m <sup>1</sup> * svoris, kg
DN, mm	d, mm	s, mm	L, m	D, mm	S, mm	Dp, mm	Sp, mm	I	Ip	kg
20	25	3	6	90	3	110	3	29,5	39,5	2,5
25	32	3	6	90	3	110	3	26	36	3,7
32	42	3	6/11	110	3	125	3,5	31	38	4,5
40	48	3	6/11	110	3	125	3,5	28	35	4,7
50	57	3,5	6/11	125	3,5	140	3,5	30,5	38	7,2
65	76	4	11	140	3,5	160	4	28,5	38	8,1
80	89	4	11	160	3,5	180	4	32	41,5	9,5
90	108	4,5	11	180	4	200	5	32	41	12,8
100	114	4,5	11	200	5	225	4,5	38	51	15,6
125	133	5	11	225	4,5	250	4,5	41,5	54	22,4
150	159	6	11	250	4,5	315	5,5	41	72,5	29
200	219	7	11	315	5,5	400	7,5	42,5	83	46,2
250	273	7	11	400	7,5	450	7,5	56	81	62,7
300	325	8	11	450	7,5	500	10	55	77,5	92,2
350	377	8	11	500	10	560	9	51,5	82,5	106,8
400	426	8	11	560	9	630	11	58	91	118
500	530	8	11	668	10	-	-	59	-	133

\* Vamzdžio storis su standartine izoliacija.

Šiose lentelėse: DN – plieninio vamzdžio nominalus skersmuo, mm; d – plieninio vamzdžio išorinis skersmuo, mm; D – polietileninio apvalkalo išorinis skersmuo, kai PUR izoliacinis sluoksnis standartinis, mm; Dp – polietileninio apvalkalo išorinis skersmuo, kai PUR izoliacinis sluoksnis padidintas, mm; s – plieninio vamzdžio sienelių storis, mm; S – polietileninio apvalkalo sienelių storis, mm; Sp – polietileninio apvalkalo sienelės storis, kai PUR izoliacijos sluoksnio storis didesnis, mm; L – pramoniniu būdu izoliuoto vamzdžio ilgis, m; I – standartinis PUR izoliacijos sluoksnio storis, mm; Ip – padidinto izoliacijos sluoksnio storis, mm.

## Vamzdynų klojimas ir montavimas

Klojant vamzdyną visi tinklo tiesimo darbai gali būti suskirstyti į keletą stadijų:

- tranšėjos kasimas;
- vamzdžių išdėstymas tranšėjoje ir jų paruošimas;
- vamzdžių ir elementų sujungimas juos suvirinant;
- suvirinimo siūlių patikrinimas;
- jungčių ir gedimų kontrolės sistemos montavimas;
- laikančiojo smėlio sluoksnio užpylimas, nejudančiųjų atramų montavimas, putplasčio ar smėlio pagalvių, plastikinės plėvelės įrengimas;
- išankstinis įtempimas ir/arba išankstinis pašildymas;
- tranšėjos užpylimas ir paviršių atkūrimas;
- eksploatacijos pradžia.

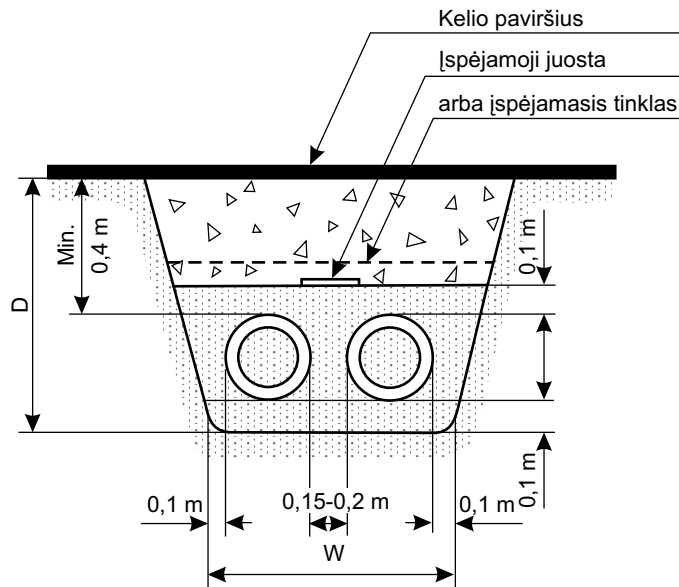
Vamzdyno paklojimo kokybė priklauso nuo darbų kokybės kiekvienos stadijos metu. Priklausomai nuo žemės kasimo darbų būdo, vamzdžių klojimo gylio, geotechninio įvertinimo ir kitų veiksnių, gali būti naudojamos įvairios vamzdžių tranšėjos formos. Tranšėjos skerspjūvis pavaizduotas 3.15 paveiksle.

Vamzdžių klojimo gylis parenkamas atsižvelgiant į paviršiaus apkrovas, sodinimo gylį dirbamojoje žemėje ir pan. Zonose, kur yra kelio dangą, vidutinis centralizuoto šilumos tiekimo vamzdžių klojimo gylis yra 0,6–0,7 m.

Miestai – tarsi gyvas organizmas. Po žeme driekiasi miesto gyvenimą užtikrinantys kitų žinybų inžineriniai tinklai – vandentiekio, dujotiekio ir nuotekų vamzdynai, elektros, telefono ir kabelinės televizijos kabeliai bei kitos įvairios komunikacijos. Todėl tranšėjos šilumos vamzdžiams turi būti iškastos taip, kad neturėtų jokio žalingo poveikio kelio dangai, pastatams ir kitiems statiniams ar kitų žinybų inžineriniams tinklams. Kartais dėl to vamzdžiai klojami giliau. Tranšėjos plotis W ir gylis D priklauso nuo klojamo vamzdžio skersmens. Ši priklausomybė pateikta norminiame dokumente <sup>2</sup>.

<sup>2</sup> Šilumos tiekimo tinklų ir šilumos punktų įrengimo taisyklės, 5 priedas.

## TRANŠĖJOS SKERSPJŪVIS



3.15 pav.

Be to, tinkamas dėmesys turi būti skiriamas medžiams ir kitiems didesniems augalams. Jų šaknų tinklas neturi būti nukirstas daugiau negu tikrai būtina. Taip pat būtina įvertinti, ar šaknys nepažeis centralizuoto šilumos tiekimo vamzdyno ateityje.

Minimaliai leidžiami atstumai nuo centralizuoto šilumos tiekimo vamzdžių sistemų iki kitų komunalinių įmonių tinklų, statinių ar želdinių pateikti <sup>3</sup>.

Matyti, jog šilumos tiekimo vamzdynų klojimas – labai atsakingas darbas tiek projektuotojams, tiek montuotojams. Juk paklotas vamzdynas turi tarnauti 30–50 metų.

## Galimi vamzdynų gedimai eksploatacijos metu

**Galimi šilumos tiekimo sistemos gedimai yra šie:**

- karšto vandens išsiveržimas trūkus vamzdžiui, vandens prasiunkimas pro blogai atlikto suvirinimo siūles, galintis sukelti nudegimus, užtvindyti patalpas, išplauti gruntą ir pan.;
- įrengimų gedimai, galintys nutraukti šilumos tiekimą;
- įrengimų gedimai, galintys visiškai sutrikdyti sistemos darbą;
- patikimo šilumos tiekimo sutrikimas.

Gedimo pasekmės gali būti gana skaudžios, pavyzdžiui, šilumos tiekimo sutrikimas šalčių metu ilgesniam laikui gali „užšaldyti“ ištisus miesto kvartalus. Todėl labai svarbu kaip galima greičiau nustatyti gedimų vietą bei pobūdį.

Pramoniniu būdu izoliuotuose vamzdžiuose įdiegta gedimų kontrolės sistema, naudojanti varinius laidus izoliaciniame sluoksnyje tarp apvalkalo ir darbinio vamzdžio, kaip kad parodyta 3.14 paveiksle. Tai – puiki priemonė sistemai kontroliuoti ir drėgmei, kuri gali patekti pro defektuotas jungtis ar vamzdžius, izoliacijoje nustatyti. Ankstyva diagnostika ir remontas apsaugo nuo pažeidimo išplitimo į kitus vamzdyno ruožus.

Šios sistemos veikimas grindžiamas elektrinių savybių matavimu tarp signalinio laido ir pagrindinio plieninio vamzdžio. Pratekėjimo atveju padidėjęs drėgmės kiekis sukelia šių elektrinių savybių pokytį sistemoje. Maža to – tokia sistema padeda tiksliai nustatyti gedimo vietą, t.y. ji parodo tikslią žemės kasimo ir remonto vietą.

Vamzdyno ruožo būseną taip pat gali būti registruojama panaudojant įprastą vaizdo kamerą kartu su infraraudonųjų spindulių kamera arba termografija.

Termografinę kontrolę visų pirma reiktų naudoti planuojant senų centralizuoto šilumos tiekimo vamzdynų renovacijai, juos pakeičiant moderniais, pramoniniu būdu izoliuotais vamzdžiais. Taip galima būtų užtikrinti, kad pirmiausiai bus keičiami prasčiausi vamzdžiai, dėl ko ženkliai sumažės šilumos nuostoliai bei bus patikimesnis šilumos tiekimas.

<sup>3</sup> Šilumos tiekimo tinklų ir šilumos punktų įrengimo taisyklės, 10 priedas.

## Vamzdynų hidrauliniai ir šiluminiai bandymai

Kada šilumos tiekėjas remontuoja katilus arba atlieka kitus darbus, vartotojai nežino. Tačiau kada atlieka vamzdynų hidraulinius bandymus – vartotojai tai puikiai žino, nes tuo metu jiems nutraukiamas šilumos tiekimas. Įprastai šie bandymai atliekami vasarą. Vartotojams bandymų metu nebetiekiamas karštas vanduo ir jie trumpam laikui patiria tam tikrus nepatogumus. Kas tai yra hidrauliniai ir šiluminiai bandymai ir kokių tikslų jie atliekami?

Natūralu, kad kaip ir bet kokia techninė sistema, šilumos tiekimo sistema laikui bėgant patiria tam tikrus pokyčius, kurie mažina vamzdynų patvarumą. Vamzdžio vidaus koroziją šilumos tiekėjas turi galimybę kontroliuoti, palaikydamas tinkamą cirkuliuojančio vandens kokybę, o išorinės vamzdžio sienelės korozijos šilumos tiekėjas praktiškai negali kontroliuoti. Ypač anksčiau paklotuose tinkluose, kur nėra sumontuotų gedimų kontrolės sistemų. Suprantama, kai mieste yra šimtai kilometrų prieš kelis dešimtmečius pakloto šilumos tiekimo tinklo, nieks negali garantuoti, jog nėra išorinės korozijos paveiktų vamzdžių. Liūčių sukelti potvyniai, kurie gali užlieti nepraeinamus kanalus kartu su vamzdynais, sunkių statybinių mašinų įlaužti gelžbetoniniai loviai ir nuolatos dėl paviršinio vandens prasisunkimo drėkstantys vamzdžiai – tik dalis priežasčių, dėl kurių gali prasidėti vamzdyno išorinės dalies korozija. Atkasti visus vamzdynus, nuimti izoliaciją, rasti pažeistas vietas, jas suremontuoti, vėl visam vamzdynui uždėti izoliaciją, užkasti vamzdynus. Kažin ar miesto gyventojai būtų patenkinti kas vasarą mieste atsirandančiais kelių šimtų kilometrų ilgio apkasais. O kur dar tokių darbų išlaidos, kurios turėtų būti įtrauktos į šilumos kainą? Akivaizdu, toks vamzdynų patikrinimo būdas būtų nepriimtinas. Taigi lieka vienas, jau dešimtmečiais išbandytas būdas išaiškinti silpnąsias vamzdyno vietas ir jas pašalinti. Tai – atlikti vamzdyno hidraulinius bandymus.

Kasmet, pasibaigus šildymo sezonui, siekiant išaiškinti šilumos tinklų defektus ir juos pašalinti, atliekami hidrauliniai bandymai stiprumui, prisilaikant taisyklių <sup>4</sup> reikalavimų.

<sup>4</sup> Šilumos tinklų ir šilumos vartojimo įrenginių priežiūros (eksploatavimo) taisyklės.

Hidraulinis bandymas stiprumui atliekamas bandomuoju slėgiu, lygiu 1,25 eksploatacinio slėgio (nurodyto projekte), tačiau ne mažesniu kaip 16 bar. Pastarasis reikalavimas netaikomas vamzdynams, kurių skaičiuojamasis slėgis mažesnis kaip 16 bar.

Bandomasis slėgis vamzdyne palaikomas 5 min., paskui sumažinamas iki eksploatacinio slėgio. Esant šiam slėgiui, vamzdynas kruopščiai apžiūrimas. Bandymo rezultatai patenkinami, jei bandymo metu slėgis nesumažėjo, nepastebėta įtrūkimų, vandens tekėjimo ar rasoavimo per vamzdžių sienelės bei armatūrą.

Jeigu atliekant hidraulinius bandymus silpniausios vamzdyno vietos padidinto slėgio neatlaiko, nustatoma pažeista vamzdyno vieta ir ji remontuojama. Kartais pažeistos vamzdyno vietos paieška ir remontas užtrunka keletą dienų, todėl karštas vanduo vartotojams gali būti nebetiekiamas kiek ilgiau, nei planuota. Tačiau šilumos tiekėjas, taip eliminuodamas silpnąsias vamzdyno vietas, pasirengia naujam šildymo sezonui.

Naujai sumontuotiems bekanaliams vamzdynams pirmasis hidraulinis stiprumo bandymas atliekamas po 10 metų nuo jų eksploataavimo pradžios, jeigu drėgmės signalizacija nenustatomas vandens įsiskverbimas į izoliaciją.

Jeigu pagal drėgmės signalizaciją nustatomas vandens įsiskverbimas į izoliaciją arba įvyksta vamzdyno trūkimas – nuo to įvykio hidraulinis stiprumo bandymas atliekamas kas metai.

Nepereinamuose kanaluose sumontuotų centralizuoto šilumos tiekimo vamzdynų pirmasis hidraulinis bandymas stiprumui turi būti atliekamas po 6 metų nuo jų eksploataavimo pradžios, jeigu iki tol nebuvo vamzdynų trūkimo atvejų. Jeigu vamzdynų trūkimo atvejų buvo, nuo to laiko hidrauliniai stiprumo bandymai atliekami kas metai baigus šildymo sezoną.

Hidraulinis bandymas atliekamas bandomąjį ruožą nuo kitų ruožų atjungus (atskyrus) aklėmis. Šio bandymo metu šilumos punktai ir šildymo sistemos taip pat turi būti patikimai atjungti nuo bandomojo ruožo. To nepadarius, galima pažeisti šildymo sistemos įrangą, taip pat ir radiatorius butuose.

Vamzdynai, kurių sąlyginis skersmuo didesnis kaip 100 mm, turi būti išbandomi esant projektinei šilumnešio temperatūrai ne rečiau kaip kartą per 5 metus. Tokių temperatūrinių bandymų tikslas – patikrinti šiluminių įrenginių atsparumą temperatūrinėms deformacijoms esant maksimaliomis darbinių temperatūrų sąlygoms. Kartu patikrinama faktiška riebokšlinių kompensatorių būseną.

Be hidraulinių ir temperatūrinių bandymų, šilumos tinklai taip pat turi būti ne rečiau kaip kartą per 5 metus bandomi:

- šilumos nuostoliams nustatyti. Šių bandymų tikslas – įvertinti vamzdyno šiluminės izoliacijos kokybę, palyginti faktinius šilumos nuostolius su projektiniais;
- faktiniams hidrauliniams nuostoliams nustatyti. Šių bandymų tikslas – įvertinti vamzdyno hidraulinius (trinties) nuostolius ir juos palyginti su projektiniais.

Sumontavus naują vamzdyno ruožą, visuomet atliekamas sandarumo bandymas. Pagrindinis sandarumo bandymo tikslas yra surasti prasiskverbimo mikroangas, kurios gali būti vėlesnio stambesnio gedimo priežastimi. Tokios mikroangos gali likti suvirinimo vietose.

Suvirinimo siūlių sandarumas gali būti patikrintas panaudojant vieną iš šių būdų:

- bandymas vandeniu panaudojant 1,25 karto didesnę slėgį už maksimalų darbinį slėgį, tuo pačiu metu vizualiai stebint suvirinimo siūles, ar nėra pratekėjimų;
- bandymas 0,2 bar perteklinio slėgio oru, kai suvirinimo siūlių sandarumas patikrinamas panaudojant atitinkamą indikacinį skystį;
- plieninio darbinio vamzdžio neardomoji (rentgenografinė arba ultragarsinė) kontrolė.

Vamzdynų priežiūrai, kontrolei ir bandymams skiriama ypač daug dėmesio. Nes akivaizdu, kad šilumos tiekimo patikimumas labai priklauso nuo vamzdyno darbo patikimumo.

## REIKALAVIMAI VANDENS KOKYBEI

Daugelis centralizuoto šilumos tiekimo sistemų patiria vamzdžius ardančią koroziją. To priežastis – netinkamai paruoštas vanduo arba jo nebuvimas.

Normaliam centralizuoto šilumos tiekimo sistemos darbui gyvybiškai svarbus teisingas vandens apdorojimas, kadangi nuo jo priklauso sistemos eksploatavimo ekonomiškumas ir tarnavimo laikas. Todėl centralizuoto šilumos tiekimo įmonės darbe šiam klausimui turi būti skiriama pirmajai reikšmė.

Būtina pridurti, kad normaliai veikiančiose centralizuoto šilumos tiekimo sistemoje su bekanaliais vamzdžiais vidutiniai vandens nuostoliai per dieną sudaro 0,1 % nuo tinkluose esančio vandens tūrio – truputį didesni didelėse centralizuoto šilumos tiekimo sistemoje ir mažesni naujose decentralizuotose kombinuoto šilumos bei elektros energijos gamybos įmonėse. Tokie nežymūs vandens nuostoliai pasiekti įdiegiant šiuolaikinių modernių vamzdžių sistemas ir teisingai apdorojant vandenį. Teisingai sumontavus vamzdynus, tik griežtai laikantis šiuolaikinių vandens kokybės standartų galima tikėtis, jog šių vamzdynų tarnavimo laikas bus 30–50 metų.

Šilumos tiekimo sistemoje cirkuliuojantis netinkamos kokybės vanduo gali neigiamai veikti ne tik vamzdžių plieną, bet ir vartotojų šilumos punktų įrangą – žalvarines reguliuojančių ventilių detales, nerūdijančio plieno plokštinius šilumokaičius.

Korozija centralizuoto šilumos tiekimo vamzdynuose gali būti sumažinta naudojant deaeruatą maitinimo vandenį. Be to, labai svarbu griežtai kontroliuoti cheminę tinkluose cirkuliuojančio vandens sudėtį, nes reikia užtikrinti, kad apsauginis magnetito sluoksniu ant plieno paviršiaus išliktų nesugadintas, žalvario korozija būtų minimalaus lygio ir vario oksido apsauginė plėvelė nebūtų pažeista.

Vandeniui ilgesnį laiką cirkuliuojant šilumos tiekimo tinkluose, visuomet susidaro kalkės arba geležies oksidų junginių nuosėdos, kurios, būdamos sistemos cirkuliuojančiame vandenyje, sukelia greitesnį įrenginių nusidėvėjimą ir kitas eksploatacines problemas. Todėl rekomenduojama, kad 5–15 % cirkuliuojančio

11 lentelė. Šilumos tiekimo tinkluose cirkuliuojančio termofikacinio vandens kokybės rodikliai.

Charakteristika	Vienetai	Šalyje galiojantys reikalavimai <sup>5</sup>	Danijoje taikomi reikalavimai <sup>6</sup>	
			Minkštintas/ deaeruotas vanduo	Deminerizuotas/ deaeruotas vanduo
Laidumas	μS/cm	-	<1500	<25
Vandenilinis rodiklis	pH	9,0-10,0	9,8±0,2	9,8±0,2
Geležies junginiai	mg/l	≤0,5	<0,1	<0,05
Ištirpęs deguonis	μg/l	≤20	<20	<20
Suspenduotų dalelių	mg/l	≤5	<10	<1
Naftos produktai	mg/l	≤1	<1	<1
Kietumas	dH0	-	<0,5	<0,1
Chloridų Cl <sup>-</sup> kiekis	mg/l	-	<300	<3,0
Sulfatai SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	mg/l	-	-	<1
Bendras vario kiekis Cu <sub>bendr</sub>	mg/l	-	<0,02	<0,01
Amoniaکو NH <sub>3</sub> kiekis	mg/l	-	<10	<5

grįžtančio tinklo vandens būtų nuolatos praleidžiama pro nuosėdas sulaikantį filtrą.

Reikalavimai uždaros centralizuoto šilumos tiekimo sistemos vamzdynuose cirkuliuojančio vandens kokybei pateikti 11 lentelėje. Joje matyti mūsų šalyje galiojantys reikalavimai<sup>5</sup> bei Danijoje<sup>6</sup> taikomi reikalavimai.

Matyti, jog reikalavimai vandens kokybei – labai griežti. Pavyzdžiui, upės vandenyje, kurio temperatūra 25 °C, yra ištirpę apie 8 mg/dm<sup>3</sup> deguonies. Tuo tarpu tinkluose cirkuliuojančiame vandenyne turi būti ne daugiau kaip 20 μg/dm<sup>3</sup> ištirpusio deguonies. T.y. tinkluose cirkuliuojančiame vandenyje turi būti apie 400 kartų

<sup>5</sup> Vandens garo ir perkaitinto vandens vamzdynų įrengimo ir saugaus eksploatavimo taisyklės.

<sup>6</sup> Nauji Danijos standartai, taikomi vandens apdorojimui centralizuotoje šilumos tiekimo sistemoje. „Šiluminė technika“, 2009 Nr. 3.

mažesnis ištirpusio deguonies kiekis, nei gamtiniame vandenyje. Suprantama, katilinėse būtina speciali įranga siekiant užtikrinti reikalaujamą vandens kokybę, kuri yra būtina įrengimų ilgaamžiškumo sąlyga.

Taip pat matyti, kad užsienio šalyse, tokiose kaip Danija, kur puikiai išvystytas centralizuotas šilumos tiekimas, reikalavimai vandens kokybei griežtesni nei pas mus galiojantys. Be to, Danijoje kontroliuojama daugiau parametrų. Tik laikantis tokių griežtų reikalavimų įmanoma pasiekti pavydėtino vamzdynų darbo ilgaamžiškumo, o kartu – ir saugaus bei patikimo šilumos tiekimo sistemos darbo.



**IV DALIS**  
**ŠILUMOS**  
**GAMYBOS**  
**PAGRINDAI**

# ŠILUMOS GAMYBOS PAGRINDAI

## KURAS, NAUDOJAMAS LIETUVOS CENTRALIZUOTO ŠILUMOS TIEKIMO SEKTORIUJE

Centralizuoto šilumos tiekimo (CŠT) sistemos Lietuvoje iš esmės buvo pradėtos diegti 1949–1955 metais, kai prasidėjus masinei daugiabučių namų statybai pradėti kloti termofikacinio vandens tinklai. Jie sujungė stambesnes katilines ir elektrines su vartotojų sistemomis. Pirmosios CŠT sistemos įrengtos Kaune (1947 m.), Vilniuje (1957 m.), Klaipėdoje (1959 m.) ir kituose miestuose. Oficialia centralizuoto šilumos tiekimo pradžia laikoma 1947 m. birželio 7 d. Apie 1990 m. pasiekta didžiausia šios technologijos plėtra ir šiluminės energijos tiekimo mastai.

Pradiniame CŠT kūrimosi etape pagrindinis kuras daugiausiai buvo įvežamas iš kaimyninių šalių. Tai buvo durpės, akmens anglis ir mazutas. Nuo 1961 m. prasidėjo spartus Lietuvos dujųfikavimas ir į daugelį energetikos objektų buvo nutiesti gamtinių dujų vamzdynai. Palaipsniui CŠT sektoriuje buvo atsisakyta kietojo kuro, katilai ir kita įranga pritaikyta gamtinėms dujoms ir skystam kurui deginti. Šis kuras tapo pagrindiniu dujųfikuočiuose regionuose, o ten, kur nebuvo gamtinių dujų tinklų, dažniausiai buvo naudojamas mazutas, krosnių kuras, suskystintos naftos dujos (propano ir butano mišiniai). Kai kuriose nedidelėse katilinėse buvo deginama akmens anglis, durpės, spalčiai ir kitos retesnės kuro rūšys.

Lietuvai atkūrus nepriklausomybę, iškilo apsirūpinimo kuru problema. Anksčiau dotuojamos kuro kainos pradėjo artėti prie kainų pasaulinėje rinkoje ir tai vertė ieškoti alternatyvių kuro rūšių, siekiant sumažinti šilumos gamybos išlaidas. Taip Lietuvos kuro rinkoje atsirado skalūnų alyva, įvairūs naftos perdirbimo produktai, pradėtos naudoti ir vietinės atsinaujinančio kuro rūšys: medienos drožlės, pjuvenos, granulės, šiaudai, biodujos ir kt. Kai kuriuose miestuose šildymo poreikiams naudojama pramonės įmonių perteklinė šiluma (pvz., Kėdainius šiluma aprūpina AB „Lifosa“). Siekiant išbandyti ir panaudoti Lietuvos žemės gelmių šilumą, Klaipėdoje pastatyta pirmoji Lietuvoje stambi geoterminė jėgainė. Joje geoterminio vandens šiluma transformuojama į šilumos energiją, tinkamą centralizuoto šilumos tiekimo poreikiams tenkinti.

Lietuvai 2004 m. įstojus į Europos Sąjungą (ES), privalu laikytis bendrijos direktyvų ir bendrosios politikos, kuri dažnai turi įtakos ir mūsų šalies CŠT sektoriui. ES priėmus „Klimato kaitos ir energtikos“ paketą (2008 m. gruodžio 17 d.), Lietuva įpareigota iki 2020 m. 23 % galutinės suvartotos energijos gaminti iš atsinaujinančių energijos išteklių. Tai reiškia, kad CŠT sektorius turi padidinti atsinaujinančio kuro vartojimą daugiau kaip tris kartus. Dėl to reikės didelių investicijų į šilumos šaltinius, kuriuose turės būti įrengti dideli biokurą ar kitus atsinaujinančius išteklius naudojančios įrenginiai. Nuo 2009 m. ES šalyse iš esmės uždrausta naudoti skystąjį kurą, kuriame yra daugiau kaip 1 % sieros. Šie ir kiti sprendimai (dėl kogeneracijos skatinimo, taršos prevencijos ir t.t.) daro didelę įtaką šilumos gamybos šaltinių technologijoms, investicinėms programoms ir jų ekonomikai.

### Kuro sudėtis ir charakteristikos

Įprastai kuru laikoma medžiaga, kurią techniškai ir ekonomiškai apsimoka deginti norint gauti naudojimui tinkamą šilumą. Degimo metu vykstančiose egzoterminėse oksidacijos reakcijose išsiskiria šiluma, kuri gali būti panaudojama vandeniui šildyti, garui gaminti, karštam orui ruošti ir pan.

Kuras pagal fizikinę būseną skirstomas į kietąjį, skystąjį ir dujinį. Bet kurio kuro sudėtį dažniausiai sudaro degieji elementai: anglis (C), vandenilis (H) ir sierra (S). Naudingiausi elementai yra anglis ir vandenilis, todėl iškastinis kuras dažnai dar vadinamas angliavandeniliniu. Nors sierra oksiduodamasi išskiria šiluminę energiją, jos degimo produktai (sieros oksidai) labai kenksmingi aplinkai ir gyviesiems organizmams, todėl bet koks sieros kiekis kuro masėje labai nepageidautinas. Beveik visų rūšių kuro sudėtyje aptinkamas deguonis (O) ir azotas (N) – jie sudaro vidinį kuro balastą. Išorinį kuro balastą sudaro drėgmė (W) ir įvairios nedegios mineralinės priemaišos (A). Balastinės medžiagos blogina degimo procesą, užteršia katilų paviršius ir kitaip apsunkina šilumos generavimo procesą. Tad kuo balastinių medžiagų mažiau, tuo kuras vertingesnis.

Svarbiausia bet kurio kuro energetinė charakteristika – jo degimo šiluma. Tai – šilumos kiekis, išsiskiriantis visiškai sudegus 1 kg kietojo ar skystojo kuro arba 1 m<sup>3</sup> dujinio kuro. Kadangi dujų tankis labai priklauso nuo jų temperatūros ir slėgio, tai čia pateikiamas tūrio vienetas yra išmatuotas esant temperatūrai 0°C ir absoliučiam slėgiui 1 bar – t.y. esant normalioms sąlygoms. Vartojamos dvi kuro degimo sąvokos: aukštutinė kuro naudojamosios masės degimo šiluma ( $Q_a^n$ ) ir atitinkamai žemutinė ( $Q_z^n$ ). Skirtumas tarp jų yra tas, kad į žemutinę kuro degimo šilumą neįskaičiuojamas šilumos kiekis, išsiskiriantis kondensuojantis degimo produktuose esantiems vandens garams. Šita šiluma įprastiniuose katiluose dažniausiai prarandama. Aukštutinė degimo šiluma – tai maksimalus išskiriamas šilumos kiekis degant kurui. Taigi žemutinė kuro degimo šiluma skaičiuojama:

**ŽEMUTINĖ ŠILUMA** = Aukštutinė šiluma – dūmuose esančių vandens garų kondensacijos šiluma

Kuro degimo šiluma, dar vadinama šilumingumu ar kalorin-gumu, tiksliausiai nustatoma eksperimentiniu būdu laboratorijose. Tam naudojami specialūs prietaisai – kalorimetrai, kuriuose išmatuojamas degimo metu išsiskyręs šilumos kiekis. Praktikoje dažniau

naudojami skaičiavimo metodai, įvertinantys kuro sudėtį. Žinant kietojo ar skystojo kuro masės elementinę sudėtį, žemutinę degimo šilumą (kJ/kg) apytiksliai galima suskaičiuoti pasinaudojant empirine D. Mendelejevo formule.

Gamtinių dujų degimo šilumą galima suskaičiuoti žinant dujų sudėtį tūrio dalimis. Degimo šiluma paprastai nurodoma kuro pirkimo dokumentuose. Gamtinių dujų importuotojai kuro sudėtį ir kitas charakteristikas reguliariai gauna iš atitinkamų tiekėjų. Nuo to, kokį šilumos kiekį išskiria sudegdamas kuras, priklauso ir jo, kaip prekės, vertė. Todėl dažnai kuro kainos tiesiogiai siejamos su šilumos kiekiu, kuris būtų gaunamas tą kurą sudeginus.

Šilumos kiekis, pagamintas deginant kurą, gali būti matuojamas įvairiais matavimo vienetais. Pagrindinėje SI tarptautinėje matavimo vienetų sistemoje, kuri naudojama Europoje, energijos matavimo vienetas yra džaulis (J). Praktinėje apskaitoje įprasta naudoti geriau suvokiamą dydį – sąlyginio kuro vienetą – toną naftos ekvivalento ( $t_{ne}$ ) arba atitinkamai toną anglies ekvivalento ( $t_{ae}$ ). Senesnėje techninėje dokumentacijoje sutinkamas dydis gigakalorija (Gcal). Lietuvoje šilumos energija dažniausiai matuojama kilovatvalandėmis (1 kWh =  $10^3$  Wh) arba analogiškais išvestiniais dydžiais: megavatvalan-

dėmis ( $10^6$  Wh), gigavatvalandėmis ( $10^9$  Wh) ir teravatvalandėmis ( $10^{12}$  Wh).

Įprasta kuro degimo šilumą susieti su 1 kg kietojo ar skystojo kuro. Kadangi dujinis kuras įprastai matuojamos tūrio vienetais, o jo tankis priklauso nuo slėgio ir temperatūros, tai degimo šiluma dažniausiai siejama su  $1 \text{ m}^3$ , išmatuotu esant normalioms sąlygoms.

Fizinės įvairių rūšių kuro savybės, tokios kaip tankis, fizinė būklė aplinkos sąlygomis, stingimo temperatūra, klampumas, garavimo savybės, užsiliepsnojimo temperatūra ir t.t., labai skirtingos ir daro didelę įtaką jo transportavimui, saugojimui, deginimo technologijoms ir atitinkamai gaminamos šilumos savikainai.

## DUJINIS KURAS

Pagrindinė dujinio kuro rūšis yra gamtinės dujos, išgaunamos sausumoje ir jūrose esančiuose telkiniuose. Senkant jų resursams, bet didėjant poreikiams naudojami vis sunkiau prieinami telkiniai, bandoma išgauti vadinamąsias skalūnines dujas iš kietųjų uolienų ir pan. Naftos perdirbimo proceso metu gaminamos suskystintos dujos – propano ir butano angliavandenilių mišinys. Pastaraisiais metais pradėta gaminti biodujas iš mėšlo, miestų kanalizacijos nuotekų ar kitokių organinių medžiagų. Tokios dujos gali būti sudeginamos tiesiai energetiniuose įrenginiuose arba atitinkamai apdorojus tiekiamos į dujotiekius. Kol kas biodujos brangesnės už gamtines dujas, tačiau įvertinant, kad Lietuvoje priauga palyginti daug žaliosios masės, ši technologija gali būti perspektyvi ir padėtų spręsti apsirūpinimo dujomis problemą.

Apskritai dujinį kurą yra labai patogu naudoti, jį deginantys įrenginiai lengvai automatizuojami, nereikalauja didelių eksploatacinių sąnaudų, jų darbo laikas gana ilgas. Dėl lengvai susidarancio sprogaus mišinio dujinio kuro tiekimo ir naudojimo įrenginiams keliami ypač griežti saugumo reikalavimai.

12 lentelė. Orientacinė įvairių kuro rūšių žemutinė degimo šiluma.

Kuras	Degimo šiluma
Gamtinės dujos	9,3 kWh/n.m <sup>3</sup>
Mazutas	10,7 kWh/kg
Sausa mediena	5,2 kWh/kg
Žalia mediena	2,0 kWh/kg
Šiaudai	4,2 kWh/kg
Skystas krosnių kuras	11,6 kWh/kg
Akmens anglis	6,6 kWh/kg
Estijos skalūnai	2,7 kWh/kg
Suskystintos dujos	13,3 kWh/kg
Durpės	3,0 kWh/kg

## Gamtinės dujos

Pagrindinis kuras, naudojamas Lietuvoje centralizuotai gaminti šilumą, kol kas yra gamtinės dujos, importuojamos iš Rusijos. Gamtinės dujos, dažnai vadinamos tiesiog dujomis, – tai žemės gelmėse natūraliai susidaręs degių angliavandenilinių dujų mišinys. Iš Rusijos importuojamų dujų sudėtyje yra per 97 % metano ( $\text{CH}_4$ ), likusi dalis – kitokie angliavandeniliai ir nedegios priemaišos. Gamtinės dujos aptinkamos atskiruose telkiniuose, šiek tiek jų susidaro naftos telkiniuose ar akmens anglies šachtose. Priklausomai nuo telkinio, gamtinių dujų degimo šiluma svyruoja, tačiau prieš patiekiant vartotojams jos sumaišomos, pašalinami vandens garai ir kitos nepageidautinos priemaišos, dujos suslegiamos, kad vartotojai gautų kaip galima pastovesnį ir kokybišką savybių kurą. Į Lietuvą importuojamų gamtinių dujų žemutinė degimo šiluma įprastai svyruoja apie 9 kWh/m<sup>3</sup>.

Gamtinės dujos – pats patogiausias ir lengviausiai panaudojamas kuras, nekeliantis didelių technologinių ar aplinkosauginių problemų. Vienintelis šio kuro trūkumas – senkantys resursai ir didėjanti kaina, kuri verčia ieškoti alternatyvų. Įprastai gamtinės dujos transportuojamos vamzdiniais, tačiau pastaraisiais metais pasaulyje plinta gamtinių dujų transportavimas laivais, prieš tai jas suskystinant. Gamtinių dujų terminale dujos išgarinamos ir kompresoriais suslegiamos į dujotiekius.

Gamtinės dujos, be šilumos ir elektros gamybos, dar naudojamos ir kaip žaliava įvairiose pramonės šakose, buityje valgiui gaminti ir pan. Dėl savo puikių cheminių ir fizikinių savybių šio kuro paklausa pasaulyje auga, tačiau išžvalgyti išteklių yra patys mažiausi, palyginti su kitomis iškastinio kuro rūšimis.

Gamtinės dujos yra santykinai ekologiškas kuras. Joms degant išsiskiria nedaug anglies dioksido – apie 30 % mažiau nei deginant naftos produktus ir apie 45 % mažiau nei deginant akmens anglį. Taip pat išmetami mažesni kenksmingų aplinkai azoto ir sieros oksidų kiekiai, beveik neišmetama kietųjų dalelių. Bėda ta, kad gamtinėms dujoms patiekti iki vartotojų reikalinga labai brangi dujotiekių infrastruktūra, šio kuro paklausa ir atitinkamai kainos auga, o tiekimas gana monopolinis.

## Suskystintos dujos

Suskystintos dujos gaminamos naftos perdirbimo gamyklose ir naudojamos energetikos, transporto, pramonės ir buitiniams poreikiams tenkinti. Kaip gamtinių dujų pakaitalas regionuose, kur nėra gamtinių dujų tinklų, jos gali būti naudojamos iš esmės tuose pačiuose energetiniuose ir technologiniuose įrenginiuose. Šios dujos transportuojamos ir saugomos skystu pavidalu rezervuaruose, o prieš naudojimą išgarinamos. Šalčiausiu metų laikotarpiu išgarinimui pagerinti naudojama elektros energija arba kitas šilumos šaltinis.

## Biodujos

Biodujos – tai unikalus mišinys, susidarantis įvairiais būdais skaidant įvairias lengvai suyrančias organines medžiagas. Priklausomai nuo žaliavos labai skiriasi biodujų išeiga ir energetinės savybės. Jų gamybai tinka gyvulinės srutos, mėšlas, žalioji biomasė, kanalizacijos nuotekos ir pan. Biodujoms generuoti reikalingi specialūs įrenginiai ir dėl investicinių bei eksploatacinių kaštų jos kol kas brangesnės už gamtines dujas.

Pagamintas biodujas įprastai sudaro mišinys: metanas (40–75 %), anglies dioksidas (25–50 %), azotas (6–7 %), deguonis, vandenilis, sieros vandenilis, amonio junginiai, vandens garai ir kiti junginiai (iki 2 %). Biodujų šiluminė vertė sudaro apie 60 % gamtinių dujų šiluminės vertės, t.y. apie 6 kWh/m<sup>3</sup>.

Norint biodujas tiekti įprastiniais gamtinių dujų vamzdiniais, jas reikia papildomai apdoroti ir chemines bei fizines savybes priartinti prie gamtinių dujų charakteristikų. Tam tikslui montuojami papildomi įrenginiai, kuriuose pašalinamos balastinės dujos, sieros junginiai, padidinama metano koncentracija ir t.t. Nors tokių biodujų savikaina apie du kartus didesnė negu gamtinių dujų, ši technologija labai remiama kai kuriose ES valstybėse kaip dujinio kuro diversifikavimo, vietinių išteklių panaudojimo ir kovos su klimato atšilimu priemonė.

## SKYSTASIS KURAS

Skystasis kuras dažniausiai gaunamas kaip naftos perdirbimo produktas. Į jo sudėtį įeina įvairūs ir sudėtingi angliavandeniliai, kuriuos identifikuoti dažnai sunku, todėl šis kuras įprastai apibūdinamas elementine sudėtimi. Skystojo kuro sudėtyje yra palyginti nedaug mineralinių medžiagų ir vandens, jis gana kaloringas.

Angliavandenilių, esančių skystojo kuro sudėtyje, pavidalas turi didelę reikšmę jo klampumui. Kuo jis klampesnis, tuo sunkiau jį išpurkšti. Pavyzdžiui, sunkusis mazutas šildomas iki 95–110 °C temperatūros prieš deginimą, kad pakankamai suskystėtų. Klampesnis kuras, paprastai, turi daugiau mineralinių priemaišų ir sieros (kai kurių rūšių mazuto sudėtyje jos yra iki 4 %). Deginant daug sieros turintį kurą pasireiškia kūryklos paviršių aukštatemperatūrinė (sulfidinė) ir žematemperatūrinė (sulfatinė) korozija dūmtakiuose bei kaminuose. Dėl šios priežasties jie turi būti atsparūs rūgštims ir tinkamai eksploatuojami – sieros rūgšties kondensacija dūmuose prasideda jau esant 110–120 °C temperatūrai, tad jos sunku išvengti. Skystojo kuro kaina labai priklauso nuo klampumo ir sieros kiekio jame.

Pastaraisiais metais Lietuvoje pradėtos naudoti naujos skystojo kuro rūšys. Viena jų – skalūnų alyva. Ji išgaunama perdirbant skalūnų uolienas. Orimulsija išgaunama iš naftingų žemės sluoksnių Venesueloje ir kai kuriose kitose šalyse. Skalūnų alyva naudojama kaip brangaus krosnių kuro pakaitalas, tuo tarpu orimulsija yra alternatyva klampiam mazutui. Deginant šias kuro rūšis tenka spręsti kai kurias aplinkosaugines ir technologines problemas.

### Mazutas

Mazutas yra naftos perdirbimo liekana, susidaranti iš žalios naftos atskyrus benzina, žibalą ir dyzelinius distiliatus. Tai tamsus klampus skystis, kurio tankis 890–1000 kg/m<sup>3</sup>. Žemutinė naudoja-

mosios masės degimo šiluma – apie 40 MJ/kg (11 kWh/kg). Mazutas dažnai naudojamas kaip kuras didesnės galios (virš 0,5 MW) katiluose. Mazuto markė priklauso nuo jo klampumo, pliūpsnio ir stignimo temperatūros. Gaminant naftos produktus mazuto gaunama apie 50 % nuo pradinės naftos masės. Mažeikiuose esančioje naftos perdirbimo gamykloje naudojamas pakartotinas mazuto perdirbimo procesas, todėl čia pagamintas mazutas yra ypač klampus ir stingta esant palyginti aukštai temperatūrai. Mazutas – viena iš pigiausių naftos produktų kuro rūšių, tačiau jo naudojimas susijęs su įvairiais technologiniais sunkumais. Jis turi būti saugomas šiltose talpyklose, papildomai šildomas prieš deginimą, kruopščiai filtruojamas ir gerai išpurškiamas visame katilo galios reguliavimo diapazone, o tai sudėtinga. Degimo produktai agresyvūs technologiniams įrenginiams ir gana kenksmingi aplinkai. Dėl šių priežasčių ES valstybėse draudžiama deginti mazutą, kuriame sieros kiekis viršija 1 %, be dūmų valymo įrenginių. Kai kurios CŠT bendrovės pradėjo naudoti Lietuvoje neįprastą mažasierio mazuto rūšį (jame sieros mažiau kaip 1 %), kad atitiktų ES direktyvų reikalavimus.

### Kiti naftos produktai

Kurui naudojami ir kiti naftos perdirbimo produktai, pavyzdžiui, krosnių (buitinis) kuras, dyzelinas ar kitos kuro rūšys, vadinamos šviesiaisiais ar lengvaisiais naftos produktais. Kitaip nei mazutui, šiam kurui nebereikia papildomo apdorojimo ir jis gali būti naudojamas bet kokios galios katiluose. Jo degimo šiluma svyruoja nuo 37 iki 43 MJ/kg (10,3–11,9 kWh/kg). Krosnių ar dyzelinio kuro sudėtyje gali būti iki 0,5 % sieros. Šis skystasis kuras yra patogus naudoti, tačiau palyginti brangus, todėl įprastai naudojamas tik mažose katilinėse, kur sudėtinga deginti mazutą. Toks kuras kartais saugomas katilinėse ir naudojamas kaip rezervinis esant būtinumui.



## KIETASIS KURAS

Anglies kiekis kietojo kuro sudėtyje būna įvairus ir priklauso nuo kuro suanglėjimo laipsnio. Mažiausiai anglies yra biomasėje, durpėse, o daugiausia antracito masėje. Kuo daugiau anglies, tuo aukštesnė jo degimo šiluma, bet trumpesnė liepsna, nes yra mažiau lakiųjų angliavandenių, kurie geriau garuoja ir dega švytėdami. Vandenilis pagerina kietojo kuro degimo savybes, nes degdamas išskiria daugiau šilumos (sudegus 1 kg vandenilio, išsiskiria 4,4 karto daugiau šilumos, negu sudegus 1 kg anglies). Deja, įvairių rūšių kietojo kuro sudėtyje vandenilio yra tik 2–5 %. Kietojo kuro sudėtyje sieros būna iki 8 %, todėl didelės jėgainės, deginančios daug sieros turinčią anglį, privalo įsirengti brangius įrenginius sieros junginiams iš dūmų šalinti. Jie sugaudo didžiąją dalį išmetamų sieros oksidų.

Kai kurios kietojo kuro rūšys (biokuras, atviru būdu kasama anglis ir kt.) turi didelį kiekį drėgmės. Pavyzdžiui, žalioje medienoje jos būna iki 55 % visos masės. Degimo metu ši drėgmė išgaruodama absorbuoja dalį išsiskyrusios šilumos ir taip mažina kuro šiluminę vertę. Dūmuose esantys vandens garai, atvėsinti iki vadinamojo rasos taško, pradeda kondensuotis, o susidariusiame skystyje gerai tirpsta anglies dioksidas bei kiti dūmuose esantys rūgštiniai oksidai. Dėl šios priežasties katiluose ir kaminuose susidarantis dūmų kondensatas yra rūgštus ir koroziškai agresyvus: ardo plieną, mūrą, gelžbetonį ar kitas rūgštims neatsparias konstrukcines medžiagas. Siekiant to išvengti, įprasti katilai ir dūmtakiai projektuojami taip, kad nebūtų vandens garų kondensacijos juose.

Didelę neigiamą įtaką kietojo kuro kokybei turi mineralinės priemaišos. Rusvose anglyse jų gali būti net iki 40 %. Dalis šių nedegusių medžiagų pasilieka katilo kūrykloje (vadinamasis šlakas) ir turi būti nuolat šalinamos. Kita, lengvesniųjų frakcijų dalis, išteka su dūmų srautu (lengvieji pelenai). Šlakas labai apsunkina degimo procesą: blogina kuro ir oro kontaktą, užteršia kūryklos paviršius (kartais net aplydo), pašalintas šlakas išneša dalį degimo metu išsiskyrusios šilumos ir t.t. Pelenai užteršia katilų šildomuosius paviršius, dėl to blogėja šilumos perdavimas, mechaniškai ardomi katilo paviršiai, daugiau energijos reikia dūmams

pašalinti. Deginant kietąjį kurą tenka dažnai valyti katilo paviršius, dėl to šie greičiau dyla, trumpėja įrenginių eksploatacijos laikas. Įrenginiai, skirti kietajam kurui deginti, turi būti tinkamai sukonstruoti, kad būtų kuo mažesnė užsiteršimo rizika, kad būtų galima efektyviau valyti paviršių, patikimiau pašalinti šlaką ir t.t. Dėl šių priežasčių dujiniam ar skystajam kurui deginti sukonstruotuose katiluose sudėtingiau deginti kietąjį kurą, ypač jeigu jis turi daug mineralinių priemaišų.

## Mediena

Mediena, kaip energetinis kuras, ruošama iš miške esančios žaliosios, panaudojant medžio pramonės atliekas arba gaminama iš greitai augančių (energetinių) krūmų. Dar mediena klasifikuojama pagal jos perdirbimo laipsnį. Neperdirbtu laikomas kuras, kuris apdorojimo metu

### ŠIUOLAIKINĖ MIŠKO KIRTIMO TECHNIKA



4.1 pav.

buvo tik supjaustytas arba supakuotas, tačiau jo mechaninės savybės išliko nepakitusios. Tai malkos, skiedros, supresuotos medienos atliekos bei medienos perdirbimo liekanos (pjuvenos ir drožlės). Medžio briketai ir granulės yra perdirbtos medienos kuro rūšys. Tokių kurą patogiau naudoti ir transportuoti, tačiau jis gerokai brangesnis.

Šiuolaikiniai medienos smulkinimo įrenginiai suteikia galimybę mechanizuotai tvarkyti medienos kuro ūkį, automatizuoti degimo procesą ir šilumą gaminti efektyviai bei ekologiškai.

Gaminant medienos briketus ir granules atsiranda papildomos išlaidos – žaliavą reikia džiovinti, suspausti ir pan. O tai padidina šio kuro kainą. Nepaisant to, perdirbtas biokuras turi daug privalumų, kadangi jame mažiau drėgmės (10–20 %), todėl kelis kartus didesnė energetinė vertė, deginimui reikalingi paprastesni įrenginiai ir mažesnės jų eksploataavimo sąnaudos. Toks kuras mažiau pūva, todėl gali būti ilgiau saugomas ir toliau transportuojamas.

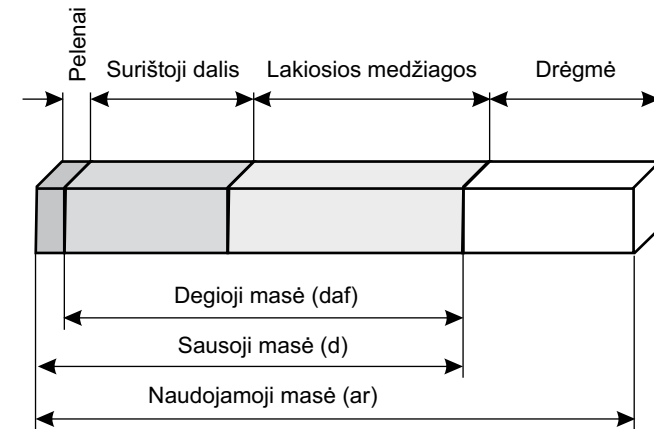
Pastovus medienos briketų ir granulių dydis, drėgmės kiekis, pjuvenų dalelių tankis leidžia visai automatizuoti degimo procesą ne tik dideliuose energetiniuose objektuose, bet ir mažose ar individualiose katilinėse. Dėl šios priežasties ES šalys, kur biokuras plačiai naudojamas (Austrija, Vokietija, Švedija ir kt.), yra priėmusios medienos briketų ir granulių techninius kokybės standartus.

Visų rūšių kietasis kuras, o taip pat ir medienos kuras, yra sudarytas iš degiosios ir nedegiosios dalies (pelenų ir drėgmės). Jo sudėtyje vyrauja trys komponentai: anglis (C), vandenilis (H) ir deguonis (O), jie kartu sudaro iki 98 % sausosios masės. Azoto (N) kiekis įprastai neviršija 2 %, o sieros (S) – iki 0,05 % sausosios masės. Nepageidautini yra chloro (Cl) junginiai, esantys medžių spygliuose. Šie junginiai gali sukelti katilo paviršių koroziją.

Kadangi drėgmės kiekis kuro sudėtyje labai svyruoja, nuorodų lentelėse pelenų ir lakiųjų medžiagų kiekis nurodomas sausosios masės atžvilgiu. Praktiniuose skaičiavimuose biokuro drėgmės kiekis nurodomas toks, koks yra bendrojoje (naudojamoje) masėje.

Nors medienos degimo šiluma labiausiai priklauso nuo jo drėgnumo, įtakos turi ir medžio rūšis bei medžio elementų santykis biokuro masėje.

### MEDIENOS KURO KOMPONENTAI



4.2 pav.

Medienos apskaitoje įprastai naudojami du tūrio matavimo vienetai: kietmetris (ktm arba  $m^3$ ) ir erdmetris (erdm). Kietmetris – tai ištiesa medienos masė, o erdmetris – kai į tūrį įskaičiuojami ir tušti tarpai tarp medienos gabalų (piltinis realus tūris). Erdmetriais matuojami smulkūs medienos sortimentai: malkos, šakos, smulki mediena. Perskaičiuojant tūrį iš erdmetrių į kietmetrius, naudojami atitinkami glaudumo koeficientai: malkoms taikoma apie 0,70, skaldytoms malkoms apie 0,50, šakoms – 0,10–0,30. Perskaičiavimo koeficientas priklauso nuo medžių rūšies, malkų ilgio, šakų stambumo ir pan.

13 lentelė. Plačiausiai paplitusių medžių rūšių žemutinė degimo šiluma MJ/kg.

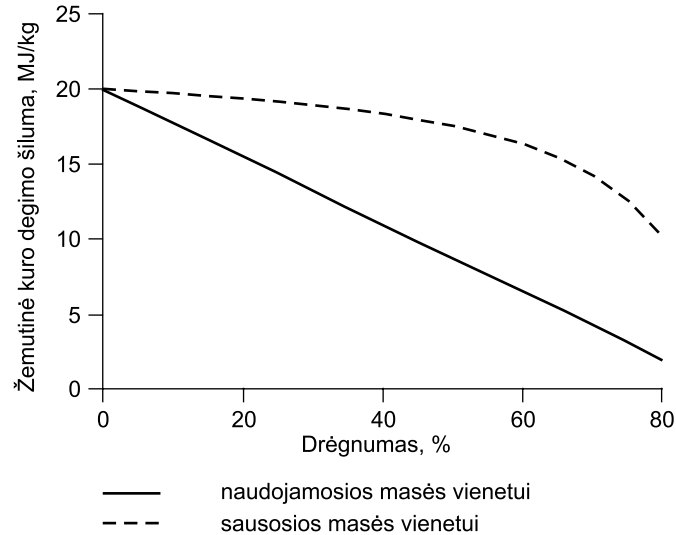
Medžio rūšis	Kamienas be žievės	Žievė	Visas kamienas	Šakos ir viršūnės	Visas medis
Spygliuočiai	19,2	19,2	19,2	19,7	19,5
Beržas	18,7	22,7	19,2	19,7	19,3
Alksnis	18,8	21,6	19,1	19,7	19,2
Drebulė	18,7	18,6	18,7	18,6	18,7

14 lentelė. Medienos tūrio vienetų perskaičiavimo santykiai.

Medienos rūšis	1 ktm	1 erdm	1 t
malkos	1,429 erdm	0,7 ktm	1,68 erdm
miško skiedros	2,778 erdm	0,36 ktm	3,41 erdm
apdoravimo skiedros	2,857 erdm	0,35 ktm	3,51 erdm
pjuvenos	4,000 erdm	0,25 ktm	4,91 erdm
drožlės	6,667 erdm	0,15 ktm	8,18 erdm

Didelę įtaką medienos degimo metu išskiriamai šilumai turi jos drėgnumo laipsnis, kuris gali būti labai skirtingas: nuo 10 % džiovinto medžio iki 55 % žalios medienos. Svarbu žinoti, kokios masės (sausosios ar naudojamosios) atžvilgiu nusakoma degimo šiluma, nes ji gali labai skirtis (4.3 pav.).

#### MEDIENOS DEGIMO ŠILUMOS PRIKLAUSOMYBĖ NUO DRĖGNUMO



4.3 pav.

## Šiaudai

Šiaudai – antra pagal resursų potencialą kietosios biomasės rūšis Lietuvoje. Per metus kurui gali būti panaudota 12–15 % šiaudų derliaus – t.y. Lietuvoje apie 400 tūkst. tonų, jos pakeistų 100 tūkst. tonų naftos kuro. Šiaudų drėgnumas svyruoja nuo 10 % iki 20 %, pelenų juose būna 3–4 %, o degimo šiluma apie 14,7 MJ/kg (4 kWh/kg).

Šiaudai laikomi kuru, kurį deginant atmosferoje nepadidėja anglies dioksido kiekis, nes išmetamas į aplinką CO<sub>2</sub> kompensuojamas tuo kiekiu, kurį absorbuoja javai augimo metu. Šiaudų kaina įprastai yra mažesnė nei kitų biokuro rūšių, tačiau jų deginimui reikalingi technologiniai įrenginiai yra brangesni, sudėtingesnis jų eksploatavimas ir trumpesnis darbo laikas.

Degant šiaudams, dūmuose neišvengiamai aptinkami nedideli kiekiai smalkių, dervų, chloro junginių, kietųjų dalelių. Deginant šiaudus juose esantis chloras ir šarmai tarpusavyje reaguoja ir aukštoje temperatūroje sukelia katilo bei kamino plieninių paviršių koroziją. Šiaudų išskiriamas šilumos kiekis mažai priklauso nuo grūdinės kultūros rūšies (rugiai, kviečiai, miežiai, avižos). Vidutinė sausosios masės žemutinė degimo šiluma esant 20 % drėgnumui yra apie 12,9–13,8 MJ/kg (3,6–3,8 kWh/kg).

Šiaudai yra palyginti daug pelenų išskiriantis kuras. Išmetamų dūmų valymo sistemoje didžioji dalis sklandančių pelenų sugaudojami, o likę pašalinami per kamina. Deginant šiaudus, kietosios dalelės gaudymos multiciklonais, o stambesnėse katilinėse įrengiami aukštesnio efektyvumo elektrostatiniai dūmų valymo filtrai arba skruberiai (dūmų praplovimo įrenginiai).

Gaminamos ir šiaudų granulės, kurios gali būti supresuotos su rišančiąja medžiaga melasa. Ji pagerina granuliuojamumą ir sumažina peleningumą. Šiaudų granuliuojamumas 550 kg/m<sup>3</sup> – kelis kartus didesnis už šiaudų, supresuotų ryšuliuose, todėl jų transportavimo išlaidos daug mažesnės.

## Durpės

Durpės yra organinės nuosėdos, susidariusios kaupiantis suirusioms augalų liekanoms esant mažai deguonies, bet daug vandens turinčioje terpėje. Durpes daugiausia sudaro dalinai suirusios augalų ir humuso dalys. Svarbiausi durpių rodikliai yra suirimo laipsnis, drėgnumas, mineralinė sudėtis (peleningumas), tankis ir išskiriamos šilumos kiekis.

Nors durpės ir yra biologinės kilmės, jos nėra laikomos atsinaujinančiu biokuru. Durpės vadinamos lėtai atsinaujinančiu biologinės kilmės kuru. CO<sub>2</sub>, išsiskyręs į atmosferą durpių deginimo metu, yra klasifikuojamas kaip šiltnamio efektą sukeliančios dujos.

Pagrindinės durpių kuro rūšys: trupininės ir gabalinės durpės, durpių briketai ir durpių granulės.

15 lentelė. Vidutinės trupinių ir gabalinių durpių charakteristikos.

	Drėgnumas, %	Peleningumas, %	Išskiriama šiluma, kWh/kg	Piltinis tankis, kg/m <sup>3</sup>
Trupininės durpės	48,5	5,1	2,7	341
Gabalinės durpės	38,9	4,5	3,2	387

Durpės kietojo kuro formavimosi sekoje, pagal suanglėjimo laipsnį, yra tarpinė grandis tarp augalų ir anglies: sausumos augalai, durpės, rausvosios anglys, akmens anglys, antracitas. Didėjant durpių suirimo laipsniui, anglies ir azoto dalis sausojoje masėje didėja atitinkamai nuo 48 iki 60 % (anglies) ir nuo 0,5 % iki 3 % (azoto). Vandens ir deguonies kiekis atitinkamai mažėja. Labiau suirusios durpės yra vertingesnis kuras.

## Akmens anglis

Akmens anglis susidarė iš augalų liekanų, kurios buvo suslėgtos, sukietintos veikiant aukštai temperatūrai ir slėgiui. Pagrindinės anglies rūšys: lignitas, arba rusvoji anglis, puskoksis, koksas, antracitas (labiau metamorfuota atmaina). Akmens anglies savybės gali smarkiai kisti.

16 lentelė. Pagrindinės akmens anglies savybės.

Drėgnumas	4–14 %
Peleningumas	2–45 %
Tekstūra	sluoksniuota, juostiška, tolygi
Spalva	juoda, kartais su plieno ar tamsiai pilku atspalviu
Tankis	1280–1500 kg/m <sup>3</sup>
Degimo šiluma (sausosios masės)	30,5–36,8 MJ/kg (8,47–10,2 kWh/kg)

Deginant akmens anglį labai teršiama aplinka: susidaro 3,66 karto daugiau tonų CO<sub>2</sub>, nei sudeginama pačios akmens anglies. Taip pat išsiskiria nemaži kiekiai sieros ir azoto oksidų, anglies monoksido ir kietųjų dalelių. Pažangiose pasaulio valstybėse akmens anglies vartojimas ribojamas įvairiomis apmokestinimo formomis, griežtinamas CO<sub>2</sub> išmetimas į atmosferą ir pan. Akmens anglies, kaip kuro, vartojimas palaipsniui mažėja, pereinama prie ekologiškesnių kuro rūšių, kurios nedidina klimato atšilimo procesų.

## Komunalinės atliekos

Komunalines atliekas galima apibūdinti kaip degiųjų ir nedeigiųjų medžiagų mišinį. Nevienalytė atliekų sudėtis apsunkina jų degimo šilumos nustatymą. Skiriami 7 pagrindiniai komunalinių atliekų komponentai:

- organinės kilmės medžiagos, kurių būna apie 45 % bendros masės ir kurios susidaro buityje apdirbant maisto produktus;
- popierius ir kartonas – 22 %;
- plastmasiniai gaminiai – 9,1 %;
- degiosios atliekos (sodo atliekos, mediena, tekstilė, oda, guma ir pan.) – 5,8 %;
- stiklo tara ir duženos – 8 %;
- metaliniai daiktai ir metalo laužas – 2,1 %;
- nedegiosios atliekos (statybinis laužas, gruntas ir pan.) – 8 %.

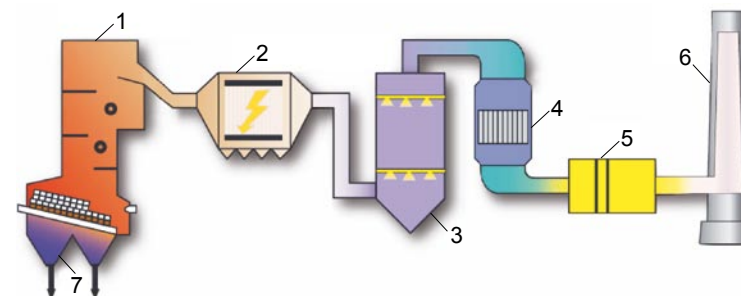
Komunalinių nerūšiuotų atliekų vidutinė degimo šiluma yra apie 3,6 kWh/kg. Sudeginus toną atliekų susidaro mažesni kitų atliekų kiekiai:

- apie 250 kg šlako – tai iš esmės mineralinės medžiagos, kurios utilizuojamos (tarp jų – apie 50 kg metalo laužo, kurį galima vėl perdirbti);
- apie 235 kg pelenų, kurie sugaudomi dūmų valymo filtruose ir po specialaus apdorojimo yra deponuojami.

Statant komunalinių atliekų deginimo įrenginius, svarbu numatyti susidarančių atliekų kiekį bei jų kitimo tendencijas, transportavimo išlaidas ir kitus susijusius dalykus. Įrenginiai turėtų būti statomi ten, kur galima panaudoti šilumos ir/ar elektros energiją, t. y. kur yra išvystytas centralizuotas energijos tiekimas.

Statant šiuolaikinę komunalinių atliekų deginimo stotį, labai svarbu parinkti efektyvią dūmų valymo technologiją ir užtikrinti jos kontrolę. Tokios jėgainės yra atviros visuomenei, kad nekiltų pasitikėjimo jų saugumu problemos. Pirminiu atliekų rūšiavimu sumažinamas jų kiekis, panaudojamos perdirbimui tinkamos medžiagos ir pašalinami pavojingi daiktai. Susidarančios degimo metu atliekos perdirbamos arba utilizuojamos sąvartynuose, naudojamos kaip kelių tiesimo pagrindas ar pan.

### KOMUNALINIŲ ATLIEKŲ DEGINIMO STOTIS



1 – katilas; 2 – elektros filtras; 3 – skruberis; 4 – azoto oksidų katalizatorius; 5 – sunkiųjų metalų ir dioksinų katalizatorius; 6 – kaminais; 7 – pelenų ir šlakų šalinimas.

4.4 pav.

Geriausia pasaulyje pripažinta mišrių komunalinių atliekų deginimo technologija yra deginimas ant judančio ardyno. Apie 70 % šiuolaikinės komunalinių atliekų deginimo jėgainės kainos sudaro dūmų valymo įrenginiai. Juose, laikantis griežtų ES reikalavimų, efektyviai pašalinami sieros ir azoto oksidai, kietosios dalelės ir lakiūs organiniai junginiai, įskaitant sveikatai pavojingus dioksinus. Dėl to atliekų deginimo stotis aplinką teršia netgi mažiau nei mazutu ar mediena kūrenama katilinė. Biodegraduojančios atliekos, kurių yra apie 45 % visos atliekų masės, sudegintos nedidina CO<sub>2</sub> kiekio atmosferoje, todėl laikomo kaip atsinaujinančiu kuru.

### Energetiniai augalai

Energetiniai augalai – tai nauja pasaulyje plintanti atsinaujinančio kuro rūšis. Energetinėms reikmėms gali būti naudojami pašariniai stambastiebiai žoliniai augalai, greitai augantys krūmai ir pan. Biomės derliui nuimti ir kurui ruošti dažnai tinka tos pačios technologijos ir technika, naudojama šiaudams ar kitoms pašarinėms kultūroms apdoroti. Kurui ruošiamą žolę reikia nupjauti, išdžiovinti, supresuoti į ri-



17 lentelė. Energetinių augalų šiluminė vertė.

Augalų pavadinimas	Biomasės drėgnumas, %	Sausosios masės kuro degimo šiluma, MJ/kg
Gluosnis žilvitis	9,8	17,6
Ilgalapio gluosnis	7,6	17,6
Nendrės	11,3	17,9
Kanapės	8,2	16,8
Topinambai	9,5	16,3
Nendriniai dryžučiai	4,3	17,5
Beginklės diršės	6	17,7

tinius arba ryšulius ir laikyti dengtoje saugykloje. Krūmai dažniausiai nupjaunami, natūraliai padžiovinami, susmulkinami ir sudeginami katilų kūrinyse.

Atliktais tyrimais nustatyta, kad žolinių augalų sausosios biomasės degimo šiluma panaši kaip šiaudų – apie 4,7–5,0 kWh/kg. Varpinių žolių ir jų mišinių degimo temperatūra kūrinyje yra palyginti žema (apie 700–750 °C), todėl nesusidaro šlakas, o katilų eksploatacija paprastesnė. Žinant augalų derlingumą (kg/ha) ir jų šilumingumą (kWh/kg), nesunku apskaičiuoti žemės ūkio produkcijoje sukauptą šiluminę energiją.

Biomasė, palyginti su iškastiniu kuru, yra mažo tankio, žemo kaloringumo, pasiskirsčiusi didelėje teritorijoje nekoncentruotai. Dėl mažo tankio biomasės kurą dažniausiai neracionalu transportuoti dideliais atstumais.

## LIETUVOS CENTRALIZUOTO ŠILUMOS TIEKIMO SEKTORIAUS APSIRŪPINIMAS KURU

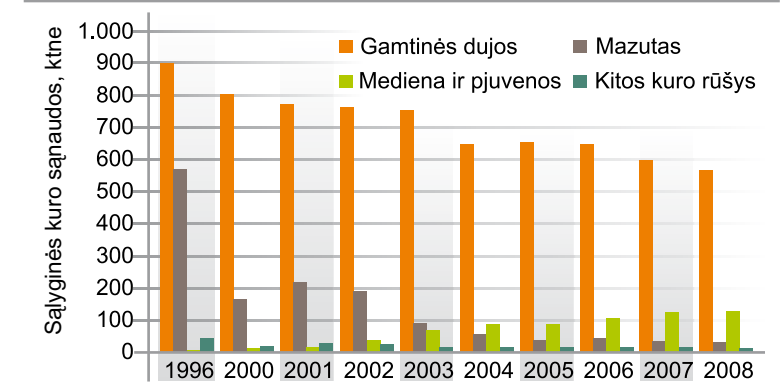
2008 m. Lietuvos CŠT sektoriuje buvo sunaudota apie 733 tūkst. tonų naftos ekvivalento pirminės energijos. Tai sudarė apie 8 % visos šalyje sunaudotos pirminės energijos. Visos CŠT bendrovės šilumos vartotojams tiekia apie 8–9 TWh per metus šilumos.

Lietuvos CŠT sektoriaus kuro balanse per 1996–2008 m. laikotarpį pagrindiniu kuru buvo gamtinės dujos. Mazuto sunaudojimas šilumos gamybai nuo 38 % 1996 m. krito iki 10 % 2004 m. ir nuolat mažėja. Mazutas dažniausiai lieka kaip rezervinis kuras arba naudojamas trumpai tik šalčiausiu periodu. Tai susiję su jo kaina ir aplinkosauginiais suvaržymais.

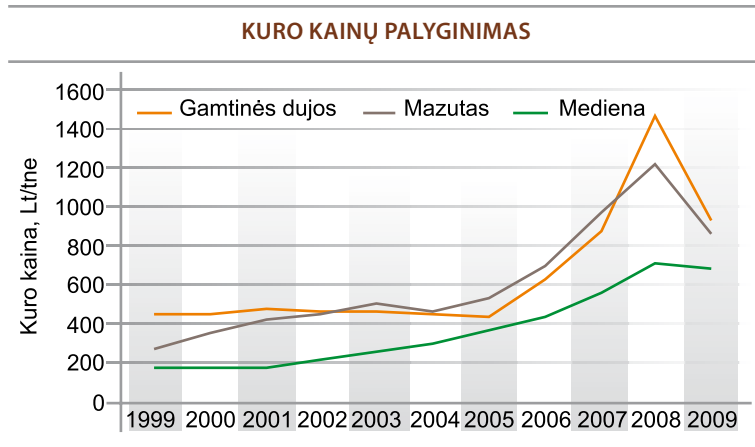
Nuo 2002 m. smarkiai padidėjo šilumos gamyba iš biokuro. Tai lėmė žemesnės šio kuro kainos, palanki tam šilumos kainodara, investicijų subsidijos, galimybė parduoti sutaupytus atmosferos taršos leidimus (ATL) ir kiti veiksniai. Prisdėjo ir ES reikalavimai riboti daug sieros turinčio kuro deginimą, o tai ypač aktualu rajonuose, kur nėra gamtinių dujų tinklų.

Kuro kainos iki 2005 m. pabaigos su nedideliu svyravimu augo nežymiai. Tačiau nuo 2006 m. visų kuro rūšių kainos staigiai kilo dėl prasidėjusios „antrosios pasaulinės naftos krizės“. Gamtinių dujų kaina 2008 m. išaugo apie tris kartus ir pasiekė 1460 lt/tne, mazuto – 1210, o biokuro (medienos) – 700 lt/tne. Prasidėjus pasaulio ekonominei krizei ir vėl nukritus naftos kainoms atitinkamai atpigėjo ir energikoje naudojamos kuro rūšys.

KURO BALANSO KITIMAS LIETUVOS CŠT SEKTORIJE







4.6 pav.

Lietuvos ekonomikos raida, po Ignalinos AE uždarymo padidėjusi priklausomybė nuo pirminės energijos importo iš vienos šalies, išaugusios iškastinio kuro kainos pasaulio rinkose ir jų tiekimo nestabilumas, ES politikos posūkis į alternatyviąją energetiką ir t.t. verčia koreguoti ir Lietuvos apsirūpinimo kuro išteklių strategiją.

### Kuro tiekimo šaltiniai

Pagrindinis CŠT sektoriuje naudojamas kuras – gamtinės dujos į Lietuvą importuojamos per Baltarusiją iš vienintelio šaltinio – Rusijos Federacijos. Per Lietuvą gamtinės dujos tiekiamos ir į Kaliningrado sritį. Lietuvos dujotiekių tinklai sujungti su Latvijos gamtinių dujų sistema, į kurios sudėtį įeina ir požeminė gamtinių dujų saugykla. Per metus Lietuvoje sunaudojama apie 3 mlrd. m<sup>3</sup> gamtinių dujų, iš jų apie 750 mln. m<sup>3</sup> – CŠT sektoriaus bendrovės. Pažymėtina, kad projektinis Lietuvos dujotiekių pralaidumas yra didesnis negu dabar naudojami gamtinių dujų kiekiai.

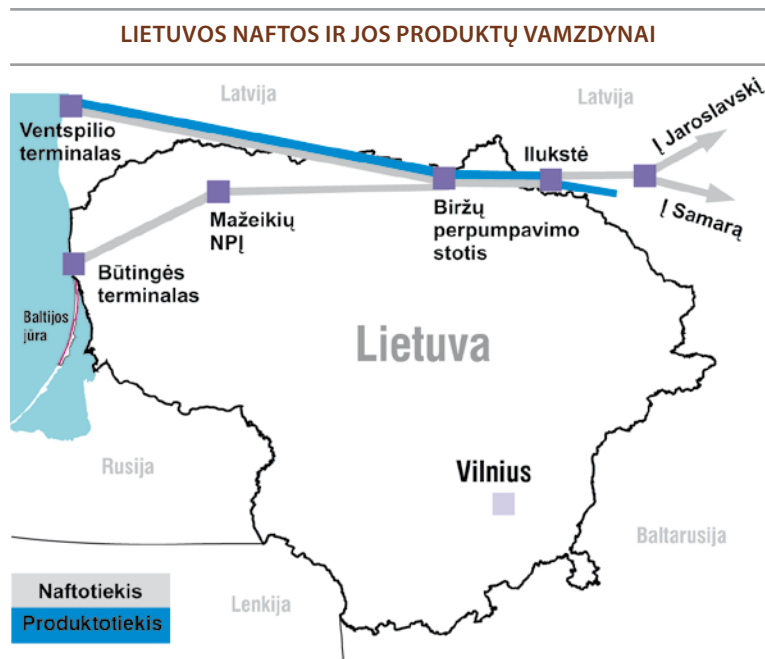
Siekiant padidinti gamtinių dujų tiekimo patikimumą ir šaltinių diversifikaciją planuojama pastatyti naują dujotiekių, sujungiantį Lietuvos ir Lenkijos gamtinių dujų sistemas. Šis projektas yra dalis ES politikos sujungiant izoliuotas energetiniu požiūriu Baltijos valstybes su Lenkijos ir visos Europos dujų sistema. Tai padidintų gamtinių dujų tiekimo patikimumą ir sukurtų prielaidas dujų rinkai susiformuoti.

Planuojama Lietuvos pajūryje pastatyti suskystintų gamtinių dujų (SGD) importo terminalą, į kurį būtų laivais atvežamos suskystintos gamtinės dujos, čia išgarinamos ir slegiamos į bendrą Lietuvos dujotiekių sistemą. SGD tiekimo technologija ir infrastruktūra suteikia galimybę pateikti dujinį kurą iš įvairių dujas eksportuojančių šalių, kurios šiuo metu yra neprieinamos (Kataras, Nigerija, Omanas, Alžyras, Ramiojo vandenyno baseino šalys ir t.t.).

### LIETUVOS GAMTINIŲ DUJŲ MAGISTRALINIAI TINKLAI



4.7 pav.



4.8 pav.

Naftos perdirbimo, eksporto, importo, prekybos ir paskirstymo infrastruktūra Lietuvoje užtikrina patikimą ir konkurencinį šalies aprūpinimą naftos produktais. Žalia nafta ar jos perdirbimo produktai gali būti importuojami vamzdynais iš Rusijos, atvežami laivais ir iškraunami Būtingės ar Klaipėdos terminaluose, gabenami traukiniais ar autovežiais.

Pažymėtina, kad visos bent kiek didesnės CŠT sistemose eksploatuojamos dujinės katilinės turi galimybę dirbti ir kitu, vadinamuoju rezerviniu kuru: mazutu, lengvaisiais naftos produktais, kietuoju kuru ir pan. Tai reiškia, kad nors gamtinių dujų tiekimas į Lietuvą gana monopolinis ir laikomas nevisiškai patikimu, CŠT bendrovėms gamtinių dujų tiekimo sutrikimai nėra labai pavojingi, nes jos turi galimybę operatyviai pereiti prie kito kuro. Tai rodo didelį CŠT sistemų darbo patikimumą, kurio neturi decentralizuotos vien

tik gamtines dujas deginančios katilinės. Patirtis rodo, kad gamtinių dujų tiekimas gali sutrikti ne tik dėl tarptautinių konfliktų, bet ir dėl paprasčiausių avarijų dujotiekiuose, techninių gedimų ar nelaimingų atsitikimų.

1999 m. baigtas statyti Būtingės terminalas, galintis padidinti importą ir gerai aprūpinti žaliava Mažeikių naftos perdirbimo gamyklą, susideda iš toliau nuo kranto esančio plūdoro, prie kurio švartuojasi tanklaiviai, ir povandeninių žarnų, jungiančių šį plūdūrą su ant kranto įrengtais rezervuarais. Terminalas gali aptarnauti net iki 150 tūkst. tonų talpos tanklaivius, iš jų nafta išsiurbama per 36 val. CŠT bendrovės dažniausiai naudoja Mažeikių naftos perdirbimo gamykloje pagamintus naftos produktus, tačiau dalis mazuto, skalūnų alyva, orimulsija ir pan. įvežami tiesiogiai iš užsienio šalių.

### Vietiniai energijos ištekliai

Šilumos gamybai tinkami nacionaliniai iškastinio kuro ištekliai labai menki, todėl atsinaujinančių energijos šaltinių platesnis naudojimas Lietuvoje atveria geras galimybes panaudoti čia esamus resursus ir mažiau priklausyti nuo importuojamo kuro. Remiantis moksliniais tyrimais, Lietuvoje atsinaujinančių energijos išteklių metinis ekonominis potencialas siekia: malkų ir medienos atliekų – 1033 ktne; žemės ūkio atliekų – 120 ktne; energetinių augalų – 70 ktne; biodujų – 40 ktne; komunalinių atliekų – 120 ktne. Deja, iki šiol reikšmingai panaudojamos tik malkos individualių namų šildymui ir iš medienos gaminama apie 20 % centralizuotai tiekiamos šilumos.

Vakarų Lietuvos geoterminėje anomalijoje 1–2 km gylyje glūdi dideli kiekiai karšto geoterminio vandens, kurio šiluminė energija jau naudojama Klaipėdos miesto šildymui. Šios energijos panaudojimas technologiniu ir ekonominiu požiūriu sudėtingas, tačiau patobulinus gamybos procesą ir toliau brangstant iškastiniam kurui, geoterminės energijos (giliosios ir sekliosios) panaudojimas šilumos energijai gaminti gali tapti patrauklus.

Lietuvos gamintojai per metus pagamina virš 26 tūkst. tonų medienos briketų ir apie 39 tūkst. tonų medienos granulių. Kadangi šis kuras yra gerokai brangesnis negu malkinė mediena, Lietuvoje jo kol kas naudojama mažai, o pagrindinė jo dalis eksportuojama.

Energetinių išteklių tiekimo Lietuvai saugumo indeksas ES yra vienas žemiausių. Prognozuojamas smarkus iškastinio kuro brangimas dėl augančios jo paklausos pasaulyje, todėl vietinių išteklių platesnis naudojimas duotų didelę ilgalaikę ekonominę, ekologinę ir socialinę naudą.

Lietuvos vyriausybė patvirtino Nacionalinę AEI strategiją, kurioje numatyta, kad iki 2020 m. šilumos gamybai reikės panaudoti 539 ktne per metus atsinaujinančio kuro. Šiuo metu CŠT sistemose iš viso sunaudojama apie 822 ktne kuro, iš jo atsinaujinantis kuras sudaro tik apie 160 ktne. Patirtis rodo, kad biokurą naudoti efektyviau didelėse katilinėse.

## KURO DEGIMO IR ŠILUMOS PERDAVIMO PRINCIPAI

Tradicinį šilumos gamybos procesą, kai panaudojama kuro degimo šiluma, galima suskaidyti į dvi pagrindines dalis:

- kuras dega, išsiskiria šiluma ir formuojasi įkaitusių degimo produktų srautas;
- šilumos energija nuo degančio fakelo ir įkaitusių dūmų perduodama katile cirkuliuojančiam šilumnešiu (vandeniui, garui, alyvai, orui ar pan.).

Pirmasis procesas vyksta degimo kameroje (pakuroje, kūrykloje). Antrasis – šildymo paviršiuose, kuriais apgaubiamą kūryklą, taip pat jie sumontuojami erdvėse, kuriomis keliauja įkaitę degimo produktai. Optimali abiejų sistemų konstrukcija ir eksploatacija užtikrina patikimą ir efektyvų šilumos generavimo įrenginio darbą.

### Degimo procesas

Bet kurio įprasto kuro (įvairios dujos, mazutas ir kitas skystasis kuras, anglis, biomasė ir t.t.) sudėtyje yra du pagrindiniai naudingi degūs cheminiai elementai: anglis ir vandenilis. Dėl šios priežasties įprastas kuras dažnai vadinamas angliavandeniliniu kuru. Kad prasidėtų ir nepertraukiamai vyktų degimo procesas (degių elementų oksidacijos egzoterminės reakcijos), būtina sudaryti kelias sąlygas:

- paruošti reikiamos sudėties kuro ir oro mišinį;
- įkaitinti mišinį ar nedidelę jo zoną iki užsiliepsnojimo temperatūros;
- palaikyti degimo zonoje pakankamai aukštą temperatūrą, kad nenutrūkstamai vyktų grandininė degimo reakcija;

- nuolat tiekti į degimo zoną pakankamą kiekį šviežio kuro ir oksidatoriaus, kad tinkamai įvyktų degimo oksidacinės reakcijos.

Kaip oksidatorius energetikos objektuose įprastai naudojamas ore esantis deguonis ( $O_2$ ). Labai svarbi aplinkybė yra ta, kad deguonies oro tūryje yra tik apie 21 % (likusį tūrį sudaro azotas ir kitos priemaišos), tad į katilų kūryklas reikia patiekti oro apie 5 kartus daugiau, negu reikia deguonies. Kadangi keturi penktadaliai oro tūryje esančių dujų (iš esmės tai azotas) nedalyvauja degimo reakcijoje, vadinasi, jos tik pašildomos ir su karštais dūmais išmetamos per kaminą. Tai lemia pagrindinius bet kurio kurą deginančio įrenginio energetinius nuostolius. Degimo proceso užtikrinimas su minimaliu tiekiamu oro kiekiu yra vienas svarbiausių ŠGĮ uždavinių ir atspindi katilo kokybę.

### Degimui reikalingas oro kiekis

Projektuojant kuro degimo sistemą būtina įvertinti pagrindinio kuro rūšį bei sudėtį ir pagal tai skaičiuoti oro tiekimo sistemą. Kokį oro tūrį reikia patiekti į degimo kamerą su kiekvienu kuro vienetu, formuojant degų mišinį, galima suskaičiuoti pasitelkus chemines reakcijas arba nustatyti specialiųjų eksperimentų būdu.

Jeigu degimui tiekiamas oras idealiai būtų sumaišomas su kuru, taip kad kiekviena kuro molekulė susitiktų su reikiamu skaičiumi deguonies molekulių, tai vienam kilogramui skystojo arba kietojo kuro sudeginti būtų tiekiamas „teorinis degimui reikalingas oro kiekis“. Deginant dujinį kurą „teorinis oro kiekis“ siejamas su vienu  $m^3$  kuro normaliomis sąlygomis ( $n.m^3$  reiškia gamtinių dujų tūrį esant normalioms sąlygoms: temperatūrai  $0\text{ }^\circ\text{C}$  ir  $1,01325\text{ bar}$  absoliučiam slėgiui).

Realiuose šilumos gamybos įrenginiuose neįmanoma pasiekti idealaus kuro ir oro sąlyčio, tiekiant tik „teorinį oro kiekį“. Tam, kad kuras visiškai sudegtų, oro tiekama visuomet daugiau, negu reikėtų

teoriškai. Šį santykį atspindi oro pertekliaus koeficientas ( $\alpha$ ), kuris yra realaus ir „teorinio oro kiekio“, reikalingo kurui visiškai sudegti, santykis.

Nesunaudotas degimo reakcijose perteklinis deguonis kartu su kitais oro komponentais ir degimo produktais pašalinamas į aplinką per kaminą. Perteklinis oras dūmų sraute atsiranda dėl dviejų priežasčių: šiek tiek perteklinio oro tiekama į pakurą, kad kuras visiškai sudegtų, ir papildomai oro prisiurbiamo per įvairius katilo sienose esančius nesandarumus, įtrūkimus ir pan. Katilo išorinės sienos visuomet turi būti labai sandarios, nepriklausomai nuo to, ar dūmtakiuose palaikomas slėgis ar trauka. Degimui reikalingas oras į kūryklą pučiamas specialiais ventiliatoriais arba mažuose katiluose įsiurbiamas pasitelkus kamino sudaromą trauką.

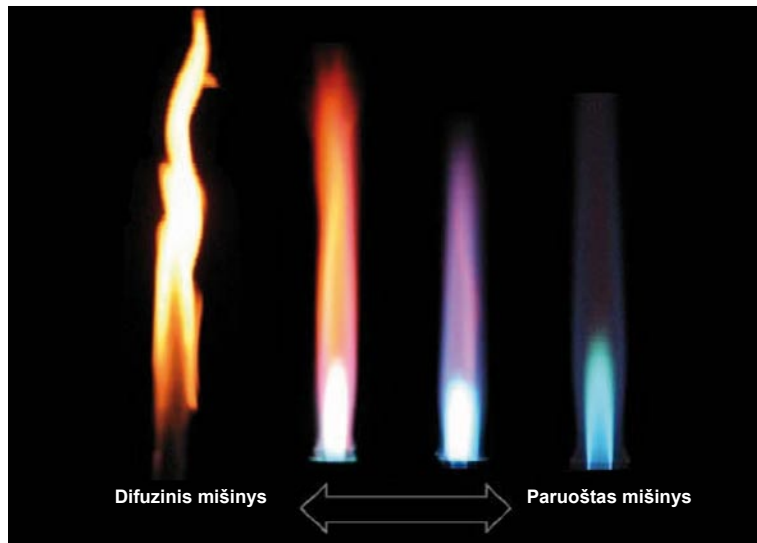
Realiam oro pertekliui nustatyti turi būti matuojama deguonies koncentracija išmetamuose dūmuose ir pagal ją suskaičiuojamas arba iš specialiųjų grafikų randamas oro pertekliaus koeficientas. Didesniuose CŠT bendrovių eksploatuojamuose katiluose privalu įrengti prietaisą, kuris nuolat matuotų deguonies koncentraciją išmetamuose dūmuose ir pagal ją būtų palaikomas minimalus oro perteklius ir aukštas degimo proceso energetinis efektyvumas. Žinoma, tokią degimo kokybės kontrolę sunku užtikrinti smulkiuose decentralizuotose katilinėse, kadangi tokie prietaisai brangūs ir reikia juos tinkamai eksploatuoti.

Apytiksliai galima manyti, kad vienam kilogramui skystojo naftos kuro arba vienam kubiniam metrui gamtinių dujų sudeginti reikia primaišyti ne mažiau kaip  $10\text{ m}^3$  oro. Nesunku suskaičiuoti, kokie didžiuliai oro kiekiai praeina pro katilų kūryklas ir pašildyti išmetami į aplinką per kaminus.

## Degaus mišinio paruošimas ir uždegimas

Kokybiškam degimui būtina gerai sumaišyti kuro daleles su oro srautu, kad degimo reakcijos vyktų kuo greičiau ir geriau. Dėl to kietasis kuras smulkinamas ir įvairiais būdais maišomas, kad gerai kontaktųotų kuro gabaliukai ir oras. Skystasis kuras išpurškiamas smulkiais lašeliais naudojant didelį slėgį, suspaustą orą, garą ir intensyviai maišomas su įsukta oro srove specialiuose degikliuose. Dujinis kuras, kad sudegtų su kaip galima mažesniu oro pertekliumi, skaidomas mažomis srovelėmis ir intensyviai maišomas su oro srautu. 4.9 paveiksle iliustruojami keli dujinio kuro degimo atvejai nuo difuzinio fakelo, kai dujos tiekiamos viena srove (fakelas neintensyvus geltonas) iki sumaišyto iš anksto paruošto mišinio, kuris dega intensyviai šviesdamas žydra liepsna. Tai iliustruoja, kaip svarbu paruošti gerą kuro ir oro mišinį kokybiškam degimui.

### METANO DEGIMAS PRIKLAUSOMAI NUO KURO IR ORO SANTYKIO



4.9 pav.

Paruoštą kuro ir oro mišinį reikia uždegti – t.y. įkaitinti jo dalį iki užsiliepsnojimo temperatūros. Tai tokia žemiausia medžiagos temperatūra, kurioje ji išskiria degius garus, o jų išsiskyrimas pakankamai spartus, kad nuo uždegimo šaltinio medžiaga užsiliepsnotų ir toliau degtų, o išsiskiriančios šilumos pakaktų degimui palaikyti. Užsiliepsnojimo temperatūra priklauso nuo kuro rūšies, degimui paruošto mišinio sudėties ir kitų sąlygų. Kaip uždegimo šaltinis energetiniuose įrenginiuose įprastai naudojama elektrinė kibirkštis, įkaitusi elektros spiralė. Tais atvejais, kai kuras sunkiai užsidega (mazutas, anglis, biokuras), kartais naudojamas atskiras specialus (pilotinis) uždegimo degiklis. Dauguma įprasto kuro rūšių užsiliepsnoja įkaitinus jį iki 300–600 °C laipsnių temperatūros.

Pažymėtina, kad dujinio arba lengvai garuojančio kuro uždegimas yra potencialiai pavojingas procesas, nes uždegant didelį mišinio tūrį gali įvykti sprogingas. Siekiant to išvengti uždegimas turi būti vykdomas pagal specialų eiliškumą, kurį šiuolaikiniuose įrenginiuose dažniausiai atlieka automatiniai įtaisai. Pagal šią seką kūrykla prieš uždegimą gerai išvedinama, iš pradžių įjungiamas uždegtuvas ir tik įsitikinus, kad jis patikimai dega, paleidžiamas degus mišinys. Jeigu kuro ir oro mišinyje per mažai arba per daug oro, šis mišinys gali iš viso neužsidegti. Susidarius pavojingam režimui kuro tiekimas turi būti skubiai nutraukiamas – tai atlieka specialūs greitai kuro atkirtimo vožtuvai ar panašūs įtaisai. Kuro tiekimas nutraukiamas ir stabdant šilumos gamybos įrenginį.

Degusis kuro ir oro mišinys gali užsiliepsnoti savaime esant temperatūrai, kurioje molekulės gauna pakankamai energijos, kad imtų reaguoti su deguonimi ir prasidėtų grandininė degimo reakcija. Savaiminio užsiliepsnojimo procesas vyksta, pavyzdžiui, dyzeliniuose vidaus degimo varikliuose, kur degusis mišinys įkaista dėl didelio suspaudimo. Vandeniio ir oro mišinio savaiminio užsiliepsnojimo temperatūra yra 580–590 °C, metano – 650–750 °C.

## Degimo produktų tūris

Sudegus bet kuriam kurui susidaro didelis tūris dujinių medžiagų, kurios pašalinamos į aplinką per kaminą. Sudegant 1 kg naftos kuro arba 1 m<sup>3</sup> gamtinių dujų susidaro daugiau kaip 10 m<sup>3</sup> degimo produktų. Didžiausią jų dalį sudaro azotas, kuris į kūryklą patenka su oru, tačiau degimo procese nedalyvauja, o tik pašildomas ir išmetamas per kaminą. Degant kurui, jame esanti anglis virsta anglies dvideginiu, kuris irgi išteka su dūmais. Vandens garai dūmuose atsiranda kaip vandenilio, buvusio kuro sudėtyje, oksidacijos produktas ir išgaravusi kuro masėje buvusi drėgmė. Atskirais atvejais, pavyzdžiui, deginant drėgną medieną, dūmuose susidaro dideli vandens garų kiekiai, kuriuos kondensuojant galima atgauti didelį, įprastai su dūmais išmetamą šilumos kiekį. Į dūmus pereina ir perteklinis deguonis, nesunaudotas degimo reakcijose. Didelis karštų dūmų kiekis, išmetamas per kaminą, daugiausia lemia katilo ar kito kurą deginančio įrenginio energetinius nuostolius. Todėl kurą reikia stengtis deginti su kuo mažesniu oro pertekliumi ir išmesti į aplinką kuo labiau atvėsintus dūmus.

Atskirų degimo produktų tūrį galima suskaičiuoti pagal empirines formules, pateikiamas žinyuose, jeigu žinoma kuro sudėtis. Kiekvienai kuro rūšiai nustatomas teorinis degimo produktų tūris – t.y. toks tūris, kuris susidarytų sudeginus kuro vienetą esant teoriniam idealiam kuro ir oro mišiniui ( $\alpha=1$ ). Prie šio dūmų tūrio pridėjus perteklinio oro kiekį gaunamas pilnasis dūmų tūris, kuriuo remiantis projektuojami dūmtakiai, kaminai, dūmų valymo įrenginiai, dūmų pašalinimo ventiliatoriai.

Be pagrindinių degimo produktų juose būna mikrokiekiai įvairių priemaišų, kurios dažniausiai svarbios aplinkosauginiu ar korozijos požiūriu. Jeigu kuro sudėtyje yra sieros, tai degimo metu ji oksiduojasi, virsdama sieros dioksidu ir trioksidu. Sieros oksidai – labai kenksmingi gyvajai gamtai ir agresyvūs korozijos požiūriu. Jie yra pagrindinė vadinamojo „rūgštaus“ lietaus priežastis.

Deginant kietąjį kurą jo masėje dažnai būna žymūs nedegiujų mineralinių medžiagų kiekiai: silicio ir aliuminio junginiai, klintys,

kalkės (santykinė jų dalis kuro masėje žymima A, %). Pavyzdžiui, durpėse šių priemaišų dalis gali viršyti 10 %. Šios medžiagos pasiskirsto į dvi dalis: sunkesni jų gabalėliai lieka kūrykloje (šlakas) ir turi būti iš čia nuolat šalinami, o kita dalis – lengvesnės dalelės – išnešama dūmų srauto per kaminą (tai pelenai). Dalis šių pelenų nusėda ant katilo šildymo paviršių ir blogina šilumos perdavimą. Dėl to katilai, deginantys peleningą kurą, turi būti gerai valomi, kad nesumažėtų jų darbo efektyvumas.

Dūmuose beveik visada galima aptikti šiek tiek azoto oksidų, nesudegusių angliavandenių, suodžių (anglies dalelių), anglies monoksido ir t.t. Šių kenksmingų medžiagų koncentracija priklauso ne tik nuo kuro rūšies, bet daugiausia nulemta katilinės technologinio proceso, personalo kvalifikacijos. Tokių medžiagų susidarymo ir išmetimo į aplinką procesą gerokai lengviau kontroliuoti didelėse centralizuotose jėgainėse, kuriose įrengta speciali įranga, jos kvalifikuotai prižiūrimos, tikrinamos valstybės institucijų. Smulkiuose individualaus šildymo katiluose degimo proceso kokybė ir aplinkos teršimas dažniausiai yra katilinės savininko sąžinės reikalas.

## Degimo temperatūra

Degimo temperatūra degimo zonoje labai priklauso nuo kuro kaloringumo (degimo šilumos), oro pertekliaus koeficiento, kūryklos aušinimo intensyvumo ir kitų veiksnių. Temperatūrai palyginti dažniausiai naudojama *adiabatinės degimo temperatūros* charakteristika, kuri rodo, kokia būtų pasiekta temperatūra, jeigu visa išsiskyrusi šiluma būtų sunaudota tik degimo produktams įkaitinti. Mazuto ir gamtinių dujų adiabatinė degimo temperatūra viršija 2000 °C. Reali fakelo temperatūra šiek tiek žemesnė dėl šilumos nutekėjimo į aplinkinius paviršius. Degimo zonos temperatūra daro didelę įtaką katilo patikimumui, ilgaamžiškumui ir eksploatacinėms išlaidoms.

Degimo proceso suderinimas su kūryklos konstrukcija labai svarbus kokybės veiksnys. Pavyzdžiui, deginant per daug kaloringą kurą tam nepritaikytame katile greičiau koroduoja kūryklos pavir-



šiai, gali išsilydyti šlakas ir užteršti paviršius. Per aukšta fakelo temperatūra lemia, kad išsilydo kūryklos apmūrijimas, ardynas ar kiti neušinami paviršiai. Tai gali atsitikti, kai deginama sausa mediena kūrykloje, suprojektuotoje žaliai medienai, ir pan.

Esant per žemai temperatūrai (tai atsitinka įrenginiams dirbant neprojektine labai maža galia, paleidžiant katilą iš šaltos būsenos ar pan.) blogėja kuro sudegimas, nepasiekiami katilo parametrai. Keičiant kurą arba ženkliai pasikeitus jo savybėms, įrenginys ne tik turi būti perderinamas, bet dažnai ir rekonstruojamas, kad būtų užtikrintas jo efektyvumas ir ilgaamžiškumas.

## ŠILUMOS PERDAVIMO SISTEMA

Šilumos perdavimo paviršiai sudaryti iš kūryklos sienų, vamzdžių ar kitokių elementų, kurie priima šilumos srautą nuo fakelo bei įkaitusių degimo produktų ir taip šildo cirkuliuojantį jais vandenį, garą, orą ar kitą šilumnešį. Aukštatemperatūriniai šilumos perdavimo paviršiai katile „dirba“ ypač sunkiomis sąlygomis – juos kaitina fakelas ar dūmų srautas, kurių temperatūra gerokai aukštesnė negu 1000 °C – t.y. temperatūra aukštesnė negu įprastinių metalų lydymosi (minkštėjimo) temperatūra. Jeigu nors trumpam sutriktų tokių paviršių aušinimas, jie būtų nepataisomai sugadinti, nes prarastų mechaninį stiprumą. Kad tai neįvyktų, šilumos perdavimo paviršiai, kurie dažniausiai gaminami iš įvairių rūšių plieno, turi būti nuolat patikimai aušinami vandeniu, didelio greičio garo srautu. Be to, šie paviršiai veikiami įkaitusių cheminių medžiagų, kurių dalis sukelia įvairias korozijos formas. Ant paviršių gali nusėsti pelenai ar suodžiai, kurių sudėtyje taip pat yra agresyvių priemaišų. Valant šildymo paviršius nuo apnašų jie ardomi mechaniškai. Jeigu katile susidaro situacija, kad gali pablogėti paviršių aušinimas, jis turi būti nedelsiant stabdomas nutraukiant kuro tiekimą.

Šilumos perdavimo paviršių dydis ir būklė turi būti tokia, kad užtikrintų reikiamą šilumos galią ataušinant dūmus iki numatytos

temperatūros. Jeigu iš kūryklos išeinantys dūmai išneša daug pelenų, kuras dega prastai (dūmuose daug suodžių). Tuomet užteršiami katilo paviršiai, blogėja šilumos perdavimas juose, pakyla dūmų temperatūra ir daugiau šilumos išmetama per kaminą. Dėl to mažėja katilo efektyvumas ir poreikvojamas kuras.

Katile sušildytas vanduo šildymo sistemos vamzdžiais tiekiamas į įvairius šildymo prietaisus, o iš jų, atidavęs šilumą, grįžta atgal į katilą. Jeigu grįžtantis vanduo yra per žemos temperatūros, jis per daug ataušina katilo paviršius ir ten prasideda dūmuose esančių vandens garų kondensacija (rasojimas). Šlapie paviršiai greitai aplimpa suodžiais bei pelenais, todėl sumažėja šilumos perdavimas ir prastėja katilo efektyvumas. Be to, „šlapie“ dūmai su pelenais užkemša kaminus bei ardo dūmtakius, nes kondensatas yra rūgštus. Siekiant to išvengti, prieš katilą įrengiamas pamaišymo vožtuvas ar recirkuliacijos siurblys, kuris įmaišo į paduodamą katilui vandenį dalį jau pašildyto vandens ir taip pakelia katilo paviršių temperatūrą. Kai palaikomas „sausas“ katilo paviršių darbo režimas, sausi pelenai ir suodžiai lengviau nusivalo nuo šildymo vamzdžių, kurie ilgiau tarnauja, o šiluma gaminama efektyviau. Tai ypač aktualu kietosios biomasės katilams.

Efektyviam šilumos perdavimui katilo paviršiuose ir jų aušinimui užtikrinti įrengiami cirkuliaciniai siurbliai, kurie gerai paskirsto vandenį per katilo paviršius, neleidžia jam užvirtti. Įprastai šie siurbliai parenkami taip, kad užtikrintų reikiamą vandens kiekį ir per katilą, ir per šildymo sistemą, kad gerai šiltų šildymo prietaisai. Garo katiluose vandens ir garo šildymo paviršiuose cirkuliaciją užtikrina maitinimo siurbliai.

Didelių katilų šildymo paviršiai dažniausiai daromi iš įvairių rūšių plieno, mažųjų – žemo slėgio katilų – iš ketaus, aliuminio lydinų ar keliasluoksnių vamzdžių. Šildymo paviršių formavimui dažniausiai naudojami įvairios konfigūracijos vamzdžiai, bet nedidelės galios katilų konstrukcijose galima rasti ir plokščių ar korpusinių paviršių.

Katilo šildymo paviršių aušinimas gali sutrikti dėl kalkių formuojamo nuovirų sluoksnio ant metalo iš vandens pusės. Siekiant

to išvengti, per katilus cirkuliacijai naudojamas tik minkštintas ar kitaip apdorotas vanduo, kuriame nesusidaro nuoviros. Kad vanduo nesukeltų katilo metalo korozijos, iš jo pašalinamas deguonis ir kitos agresyvios dujos (deaeracijos procesas).

Šildymo paviršiai sudaro katilo korpusą ir dažnai yra didžiausia bei brangiausia katilo dalis. Susidėvėjęs šildymo paviršiams jie keičiami – atliekamas katilo kapitalinis remontas. Tarpremontinis periodas – katilo eksploatacijos kokybės rodiklis. Šiuo metu Lietuvoje eksploatuojami aukščiausių parametrų garo katilai, kuriuose gaminamo garo slėgis yra per 200 barų, o temperatūra – 540 °C. Šilumos perdavimo sistema turi būti taip sukonstruota, kad deginant numatytą kurą užtikrintų ilgalaikį ir efektyvų šilumos gamybos procesą, o tai nėra toks paprastas uždavinys. Pažymėtina, kad tam reikalingos išsamios ir kompleksinės įvairių sričių žinios bei ilgametė patirtis. Dėl to didelės galios ir aukštų parametrų katilus gamina dažniausiai didelės išsivysčiusios, senas metalurgijos ir energetikos mokyklas turinčios valstybės.

### Šilumą gaminančio įrenginio energetiniai nuostoliai ir naudingumo koeficientas

Katilo naudingumo koeficientas – tai šilumos generavimo įrenginyje pagamintos (naudingos) šiluminės energijos santykis su tam tikslui panaudotos pirminės (potencialios) energijos kiekiu. Pavyzdžiui, jeigu įrenginyje šildomas vanduo ar gaminamas jo garas, tai naudinga energija yra šių medžiagų per laiko vienetą „priimta“ šiluminė energija. Per tą patį laiką sunaudota arba kitaip katile „disponuojama“ potenciali energija laikoma energetinėmis sąnaudomis. Disponuojamą energiją sudaro kuro degimo cheminių reakcijų metu išsiskyrusi šiluma, paties kuro bei oro įnešta fizinė šiluma ir kai kurie kiti nežymūs šilumos išsiskyrimai. Absoliučiai didžiausią disponuojamą šilumos dalį sudaro kuro degimo šiluma (žemutinė ar aukštutinė), todėl praktiniuose skaičiavimuose dažnai tik ji ir vertinama. Tuomet katilo energetinis naudingumo koeficientas parodo, kuri dalis kuro energijos

paverčiama vartojimui tinkama energijos forma.

Projektinis katilo šiluminio naudingumo koeficientas (NK) planuojamas teorinėms idealiomis eksploataavimo sąlygomis ir toks nurodomas techninėje dokumentacijoje. Realus praktiškai nustatytas NK dydis būna mažesnis dėl šildymo paviršių užsiteršimo ar kitų nukrypimų nuo projektinių sąlygų. Tačiau jis parodo galimybes efektyvumui gerinti, kadangi kuro sunaudojimas šilumos vienetui pagaminti tiesiogiai proporcingas šiluminio naudingumo koeficientui.

Naudingam šilumos kiekiui nustatyti, pavyzdžiui, šildymo katile, reikia išmatuoti pratekėjusio per katilą vandens kiekį ir temperatūrą prieš katilą ir už jo. Tuomet naudinga šiluma būtų:

$$\text{NAUDINGA ŠILUMA} = \text{vandens kiekis} \times \text{temperatūrų skirtumas} \times \text{savitoji vandens šiluma}$$

Savitoji vandens šiluma nustatoma vandens savybių žinynuose pagal vidutinį jo slėgį katile. Kaip panaudota šilumos energija būtų sandauga kuro kiekio, sudeginto per tą patį laiko vienetą, ir kuro žemutinė (aukštutinė) degimo šiluma. Naudingosios šilumos santykis su panaudota šiluma būtų katilo energetinis naudingumo koeficientas. Tiesioginiais matavimais nesunku nustatyti vandens šildymo katilo, deginančio dujinį ar skystąjį kurą, naudingumo koeficientą.

Deginant kietąjį kurą ar gaminant garą, kai tiesioginiai matavimai sudėtingi arba netikslūs, dažniau naudojamas atvirkštinis naudingumo koeficiento nustatymo metodas, kai matuojami ir skaičiuojami katilo energetiniai nuostoliai. Šilumos nuostolių dydis vertinamas procentais nuo katile disponuojamo šilumos kiekio (kuro degimo šilumos). Tuomet 100 % prilyginama katile disponuojama šilumai, iš kurios atėmus santykinius šilumos nuostolius taip pat galima rasti katilo naudingumo koeficientą. Šis NK nustatymo būdas vadinamas atvirkštinio balanso metodu. Šilumos nuostoliai, kuriuos būtina nustatyti norint įvertinti katilo efektyvumą:

- šilumos nuostoliai su išeinančiais dūmais;
- šilumos nuostoliai dėl cheminio nesudegimo;
- šilumos nuostoliai dėl mechaninio nesudegimo;
- šilumos nuostoliai per katilo sienes ir aplinką;
- šilumos nuostoliai su pašalinamu iš katilo šlaku.

Katilo efektyvumui nustatyti tikrintojas privalo turėti specialų prietaisą – elektrocheminį ar kitokį dūmų sudėties analizatorių. Juo išmatuojama iš katilo išeinančiuose dūmuose esanti deguonies ir anglies viendeginio koncentracija bei dūmų temperatūra. Pagal deguonies koncentraciją ir dūmų temperatūrą nustatomi šilumos nuostoliai, patiriami su išeinančiais dūmais. Anglies viendeginio koncentracija naudojama šilumos nuostolių dėl cheminio nesudegimo įvertinimui. Suodžių ir kietųjų dalelių kiekis dūmuose išmatuojamas Bacharako prietaisu, svėrimo ar kitokiu metodu ir taip nustatoma kuro sudegimo kokybė. Suodžiai (anglies dalelės) lemia ne tik šilumos nuostolius dėl mechaninio nesudegimo, bet ir užteršia katilo paviršius. O tai didina šilumos nuostolius su ištekiančiais dūmais bei mažina katilo šiluminę galią. Kietojo kuro atveju dar gali būti įvertinama anglies dalis šlako masėje. Šiluma prarandama su įkaitusiu šlaku ir per katilo sienes įvertinama skaičiuojant. Nustačius visus katilo šilumos nuostolius galima ne tik įvertinti katilo naudingumo koeficientą, bet ir išsiaiškinti priežastis, kurios lemia efektyvumo sumažėjimą. Tai svarbu rengiant rekomendacijas katilo efektyvumui gerinti.

Dujinio ir skystojo kuro katilų šiluminio naudingumo koeficientą iš esmės lemia šilumos nuostoliai su ištekiančiais dūmais ir NK gali siekti iki 95 %. Tuo tarpu kietojo kuro katiluose aptinkami ir kiti žymūs šilumos nuostoliai, kurių visuma lemia tai, jog NK net ir gerai prižiūrimame katile dažniausiai neviršija 85 %. Ilgalaikis (sezoninis) šiluminio naudingumo koeficientas yra mažesnis už čia pateiktuosius, kadangi papildomai atsiranda stovėjimo (ventiliavimo ir kamina) šilumos nuostoliai.

Naujausiems kondensaciniams katilams būdingas didesnis kaip 100 % naudingumo koeficientas. Toks koeficientas gauna-

mas dėl to, kad paprastai naudojama katilų efektyvumo nustatymo metodika, kuri remiasi žemutine kuro degimo šiluma – neįvertina šilumos kiekio, išnešamo dūmuose esančių vandens garų. Pavyzdžiui, kondensaciniame katile, deginančiame žalią medieną, vandens garai sukondensuodami gali pašildyti ir katilą paduodamą vandenį ir tai leidžia sutaupyti iki 30 % kuro. Šiuo atveju, skaičiuojant naudingumo koeficientą pagal žemutinę degimo šilumą, būtų gaunama reikšmė 115 %. Akivaizdu, kad naudojant kondensacinius įrenginius korektiška būtų naudoti aukštutinę degimo šilumą kaip atskaitos bazę. Bet kuriuo atveju svarbu žinoti, kokia degimo šiluma naudojama NK vertinti, kadangi pagal tai skiriasi netgi atskirų šalių valstybiniai standartai.

Katilo naudingumo koeficientas tiesiogiai lemia kuro suvartojimą bet kuriam šilumos kiekiui pagaminti ir skaičiuojamas pagal formulę:

$$\text{KURO SUVARTOJIMAS} = \frac{\text{šilumos kiekis}}{\text{kuro deginimo šiluma} \times \text{NK}}$$

Pavyzdžiui, žinant, kad gamtinių dujų degimo šiluma apie 10 kWh/m<sup>3</sup>, o katilo naudingumo koeficientas 0,9, tai 150 kWh šilumos pagaminti reikės apie 17 m<sup>3</sup> šio kuro. Apytiksliai tiek šilumos reikia vienam m<sup>2</sup> ploto apšildyti per metus Lietuvos daugiabučiuose.

Naudingumo koeficientas tiesiogiai proporcingas ir sutartinio kuro sunaudojimui gaminant 1 MWh šilumos. Žinant, kad 1 kg naftos ekvivalento yra 11,67 kWh, tai analogiškai galima suskaičiuoti, kad pateikto pavyzdžio atveju santykinės sutartinio kuro sąnaudos būtų 95,2 kg/MWh.

Katilinių technikoje skiriami du energetinio naudingumo koeficientai: „brutto“ – kai vertinamas tik atskiro katilo efektyvumas, ir „netto“ – kai į energetinius nuostolius įskaičiuojami ir visos katilinės energetiniai poreikiai (patalpų šildymui, mazuto saugojimui, vandens paruošimui ir t.t.). CŠT bendrovės nuolat seka ir gerina

naudingumo koeficientus, jų reikšmes teikia Valstybinei kainų ir energetikos kontrolės komisijai, kuri formuoja atitinkamas užduotis efektyvumui didinti ir šilumos kainoms mažinti. Valstybinė energetikos inspekcija tikrina katilų efektyvumo kontrolę, reikalaujama reguliariai derinti katilus ir siekti maksimalaus jų efektyvumo. Svarbu pasakyti, kad realiai kontroliuoti ir palaikyti efektyvų katilo darbo režimą reikia specialiųjų prietaisų ir kvalifikuoto personalo. Tai sunku įgyvendinti smulkiose menkai aprūpintose decentralizuoto šildymo katilinėse.

## ŠILUMOS GAMYBA NAUDOJANT DUJINĮ IR SKYSTĄJĮ KURĄ

Šilumos gamybai CŠT sistemose kol kas daugiausia naudojamos gamtinės dujos. Šiek tiek naudojama suskystintų dujų, pradedamos gaminti bei naudoti šilumos ir elektros gamybai biodujos. Iš skystojo kuro rūšių kol kas populiariausias mazutas dėl santykinio pigumo, naudojami nedideli kiekiai lengvų naftos produktų, skaldynų alyvos.

### Dujiniai ir skystojo kuro degikliai

Dujiniam ar skystajam kurui deginti reikalingos labai panašios sąlygos, todėl abi kuro rūšys dažnai naudojamos tuose pačiuose katiluose ar net viename degiklyje. Kuro ir oro mišiniui paruošti naudojami degikliai, kuriuose įrengiama vieno arba kelių kuro rūšių tiekimo sistema. Pačiame degiklyje ar šalia jo sumontuojami ir kiti elementai, reikalingi saugiam bei efektyviam darbui. Tai uždegtuvai, liepsnos sekimo įtaisai, liepsnos stabilizavimo priemonės, oro įsukimo mentelės ir t.t. Šiuolaikiniuose blokinės komponuotės degikliuose iš esmės būna sumontuota visa kuro deginimui reikalinga įranga:

ventiliatorius, oro kiekio reguliavimo įtaisai, kuro siurblys, filtrai, kuro debito reguliatoriai, apskaitos mazgas. Svarbiausi degiklio kokybės eksploataciniai rodikliai yra šie:

- oro pertekliaus koeficientas su kuriuo užtikrinamas pilnas kuro sudegimas;
- šiluminės galios reguliavimo diapazonas ir būdas (tolygus ar šuoliškas);
- kenksmingų medžiagų (azoto oksidų, anglies monoksido ir kietųjų dalelių) išskyrimas normalios eksploatacijos metu;
- patikimumas ir ilgaamžiškumas.

Sunkiausia deginti sunkųjų naftos kurą – mazutą. Dėl didelio klampumo šis kuras turi būti skystinamas šildant jį saugojimo metu ir papildomai pakaitinamas prieš sudeginimą. Kad kuras taptų pakankamai skystas ir galėtų būti kokybiškai išpurkštas, tenka jį šildyti iki 90–110 °C temperatūros. Toks kuras turi būti gerai filtruojamas, o jeigu jame sieros kiekis viršija 1 %, tai būtini dūmų nusierinimo įrenginiai.

Kokybiškai deginamas dujinis ar skystasis kuras praktiškai neišskiria kietųjų dalelių (pelenų jame beveik nėra, o suodžių neturi atsirasti), todėl nereikalingi pelenų šalinimo įrenginiai, šilumos perdavimo paviršiai gali būti sutankinti, nes jie mažai užsiteršia. Dujinio ir skystojo kuro deginimo įranga palyginti paprasta ir pigi, tačiau pats kuras gerokai brangesnis už daugumą kietojo kuro rūšių. Lietuvoje istoriškai susiklostė situacija, kad absoliuti dauguma energetinių objektų yra projektuoti ir skirti deginti dujinį arba skystąjį kurą. Tai viena iš priežasčių, kodėl šilumos ir elektros gamyba iš dabar naudojamų mūsų šalyje kuro rūšių yra brangesnė negu kaimyninėse šalyse, kur daugiau naudojamos anglys, skalūnai ar biomasė. Deja, kietojo kuro įrenginius pritaikyti dujiniam ar skystam kurui deginti daug lengviau negu priešingai... Energetikos pervedimas į pigesnes ir aplinkai nekenkiančias kuro rūšis – vienas svarbiausių šio laiko uždavinių.

## Šilumos generavimo įrenginiai

Šilumos gamybos įrenginiai, kuriuose iš dujinio ar skystojo kuro gaminama šiluma, būna labai įvairių tipų ir konstrukcijų. Šilumai gaminti paprasčiausiai šildant vandenį naudojami katilai, jie dažniausiai būna trijų tipų: korpusiniai, vandens vamzdžių ir dūmavamzdžiai. Kiekvieno tipo katilai turi privalumų ir trūkumų, todėl juos parenkant reikia atsižvelgti į individualius šilumos šaltinio poreikius, kurą ir kitus veiksnius.

Šilumos generavimo įrenginys (ŠGI) – technologinis įrenginys, kuriame kuro deginimo sistemoje išskiriama šiluminė energija perduodama įrenginyje cirkuliuojančiam šilumnešiu. Dažniausiai šilumnešiu naudojamas gerai išvalytas ir paruoštas vanduo. Jis turi palyginti didelę šiluminę talpą, nepavojingas aplinkai ir žmonėms, lengvai prieinamas. Vandenį, kuris šildomas katiluose ir tiesiogiai tiekiamas į centralizuoto šilumos tiekimo tinklus, įprasta vadinti termofikaciniu. Suslėgtas vanduo šildymo katiluose pakaitinamas iki temperatūros, ne didesnės kaip 150 °C. Jeigu reikalinga aukštesnė temperatūra (pavyzdžiui, technologiniams poreikiams), vietoje vandens naudojama alyva, kurios virimo temperatūra daug aukštesnė negu vandens, arba vandens garas.

### Šildymo katilo konstrukciją lemia daug veiksnių:

- naudojamo kuro rūšis;
- katilo galia ir jos svyravimo diapazonas;
- šilumnešio tipas ir jo parametrai;
- šilumos gamybos režimas ir poreikių svyravimas;
- reikalingas ilgaamžiškumas.

### Šildymo katilą, naudojančią dujinį ar skystąjį kurą, paprastai sudaro šie elementai:

- kūrykla, kurioje vyksta degaus mišinio degimas;
- vienas ar daugiau degiklių, sumontuotų kūryklos sienose arba apačioje;
- degimo produktų pašalinimo dūmtakiai;
- dūmų išmetimo traktuose gali būti įrengiami papildomi šildomieji paviršiai (ekonomaizeriai, degimui tiekiamo oro šildytuvai ar pan.), kurie leistų efektyviau panaudoti degimo produktų liekamąją šilumą;
- saugiai eksploatacijai reikalingi įtaisai, matavimo prietaisai, katilo aptarnavimui ir remontams reikalingos priemonės.

### Netgi paprasčiausi šildymo katilai yra potencialiai pavojingi įrenginiai, nes:

- šildymo paviršiai yra slėginiai indai, kurių mechaninis atsparumas turi būti nuolat ir patikimai prižiūrimas bei kontroliuojamas;
- kuro ir oro mišinys – tai degi ir sprogi terpė;
- aukštos temperatūros vanduo, alyva ar garas – apdegimo rizikos veiksnys;
- didesniuose katiluose yra nemažai įvairios įtampos elektros prietaisų, kurie turi būti saugiai eksploatuojami.

Saugumo reikalavimus katilų konstrukcijai reglamentuoja valstybės teisiniai ir norminiai aktai. Jų laikymąsi prižiūri valstybės institucijos ir specializuotos įstaigos. Tai lengviau užtikrinama didelėse centralizuotose energijos gamybos bendrovėse, kur aukštesnė personalo kvalifikacija, susiformavusi eksploatacijos kultūra ir atsakomybė, paremta praktika. Statistika rodo, kad santykinai daugiausiai saugios eksploatacijos pažeidimų ir nelaimingų atsitikimų įvyksta prastai prižiūrimose nekontroliuojamose katilinėse, kur dominuoja menkas supratimas apie šios įrangos potencialias grėsmes.



Šilumos generavimo įrenginiai gaminami jau daug dešimtmečių, tad susiformavo jų pagrindiniai tipai, konstrukcijos, kurios toliau vystomos diegiant naujausius technikos ir technologijų pasiekimus, prisitaikant prie naujų kuro rūšių, aplinkosauginių reikalavimų. Lietuvos katilų parkas komplektuojamas iš įvairių pasaulio šalių atgabentais įrenginiais bei vietoje pagamintais, dažniausiai nedidelės galios šildymo katilais.

### Vandens vamzdžių katilai

Vandens vamzdžių (VV) katilai išsiskiria tuo, kad jų šildomieji paviršiai suformuoti iš nedidelio skersmens vamzdžių, kuriais cirkuliuoja šildomas vanduo, garas ar garo ir vandens mišinys. Vamzdžiai, kurie šilumą gauna spinduliavimo būdu tiesiogiai nuo fakelo, vadinami ekraniniais. Šie vamzdžiai turi būti ypač gerai aušinami, nes kitaip greitai perkaistų ir taptų netinkami naudoti. Šio tipo katilų ypatybė – reikalingas nuolatinis ir patikimas kokybiško vandens (garo) cirkuliuojimas, kuris užtikrintų paviršių patikimą darbą. Net ir nedidelis kalkių sluoksnis blogina šilumos perdavimą ir kartu vamzdžių aušinimą, todėl jie gali perkaisti. Dėl to pakinta plieno struktūra, vamzdis praranda savo mechaninį atsparumą, neatlaiko slėgio ir pleišėja.

#### DKVR IR DE TIPO KATILŲ ŠILDOMIEJI ELEMENTAI



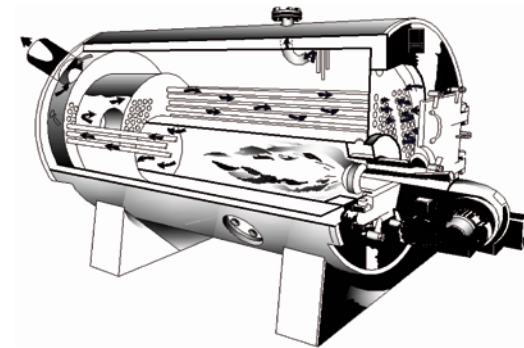
4.10 pav.

Lietuvos CŠT bendrovių katilinėse ir elektrinėse daugiausia eksploatuojami VV tipo Rusijoje gaminti šildymo (KVGM, PTVM serijos) ir garo (DKVR, DE, E serijų) didesnės ir didelės galios katilai. Šio tipo katilai naudojami, kai reikia didelės vienetinės galios ar būtinas aukšto slėgio ir temperatūros garas. Mažos galios (paprastai iki 20 MW) katilų šildomieji paviršiai dažnai sudaro virintos konstrukcijos bloką, kuris yra ir katilo karkasas. 4.10 paveiksle pavaizduoti dviejų būgnų garo katilų šildomieji paviršiai. Didesnės galios šildymo ir garo katilai surenkami montavimo vietoje iš atskirų blokų ir vamzdžių. Tokius paviršius reikia iš išorės izoliuoti, sumontuoti degiklius, įrengti būtinus prietaisus, sujungti su komunikacijomis. Todėl jų montavimas trunka ilgiau ir yra sudėtingesnis. Patogesni naudojimui ir populiariausi yra dūmavamzdžiai šildymo ir garo generavimo katilai.

### Dūmavamzdžiai katilai

Kur tik įmanoma, dažniausiai parenkami dūmavamzdžiai (DV) šildymo ar garo katilai. Šių katilų pagrindinis bruožas yra tas, kad degimo produktai (dūmai) teka vamzdžių vidumi, o jų išorėje yra

#### DŪMAVAMZDIS GARO KATILAS



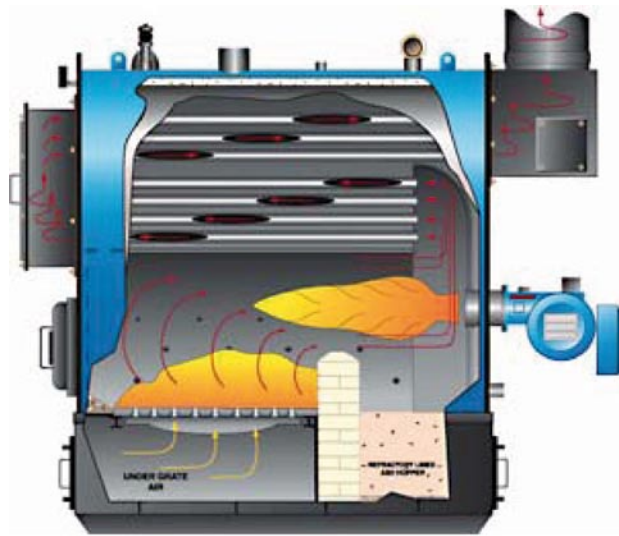
4.11 pav.



aušinantis vanduo – iš čia ir pavadinimas. Šio tipo katilų pagrindą sudaro dvi rėtinės, tarp kurių sumontuojami šilumos perdavimo vamzdžiai ir viena arba dvi degimo kameros (kūryklos). Visa ši konstrukcija sumontuojama cilindre (4.11 pav.), o jis pripildomas šildomo vandens. Slėgį atlaikantis cilindras kartu atlieka ir katilo karkaso vaidmenį: ant jo sumontuojami degikliai, siurbiai, apsauginiai vožtuvai ir visi kiti jo eksploatacijai būtini prietaisai.

Dūmavamzdžiuose katiluose degimo produktai iš kūryklos patenka į pirmą šildymo vamzdžių pluoštą, kuriame padidėja dūmų greitis ir suintensyvėja šilumos mainai. Katilo galuose įrengus 1–3 posūkio kameras gaunamas kelių eigių dūmavamzdis katilas (4.11 pav.). Dūmavamzdžiai katilai yra patikimi, nes šildymo paviršius supa vanduo. Vamzdžius lengva pakeisti remontuojant, nuo jų nesunku nuvalyti suodžius ir pelenus.

#### DŪMAVAMZDIS KATILAS SKIRTAS DARBUI KELIOMIS KURO RŪŠIMIS



4.12 pav.

Svarbu, kad DV katilai dažniausiai gaminami ir visai sukomplektuojami gamyklose, todėl į eksploatacijos vietą pristatomi kaip paruošti darbai blokai, kurie tik prijungiami prie vietinių komunikacijų ir gali būti greitai pradėti naudoti. DV tipo katilai naudojami ir kieto kuro arba kelių rūšių kurui deginti (4.12 pav.). Šio tipo šildymo katilai turi nemažai privalumų:

- didelis šiluminės galios reguliavimo diapazonas;
- sandarūs, todėl praktiškai nėra perteklinio oro pasiurbimų į dūmų traktą;
- nereikia didelio cirkuliuojančio vandens debito;
- mažas hidraulinis pasipriešinimas;
- gali dirbti kintamo srauto režimu – tai aktualu kiekybinio reguliavimo šildymo sistemose;
- mažesni „prastovėjimo“ šiluminiai nuostoliai;
- katilai skirti automatiniam darbui.

Garo gamybai DV tipo katilai serijiniu būdu gaminami ne didesniai kaip 30 bar slėgiui ir iki 30 t/h našumo. Kai reikia didesnių parametrų, naudojami vandens vamzdžių katilai. Dūmavamzdžių katilų vienetinį dydį iš esmės riboja transportavimo galimybės arba per didelė jo kaina, kai reikia pasiekti aukštą slėgį (reikalingas storusis cilindrinis korpusas).

Dūmavamzdžius katilus gamina ir keletas Lietuvos bendrovių. Jie plinta dėl savo paprastumo, patikimumo ir pigumo. Kvalifikuotas šio tipo katilų panaudojimas įvairioms kuro rūšims deginti sudaro galimybes sumažinti šilumos gamybos kaštus.

Korpusiniai šildymo katilai gaminami labai mažos galios ir žemo slėgio, todėl CŠT bendrovių katilinėse naudojami labai retai.

## ŠILUMOS GAMYBA NAUDOJANT KIETĄJĮ KURĄ

### Kuro periodinio įkrovimo katilai

Daug sudėtingesnis šilumos gamybos procesas, kai naudojamas kietasis kuras (anglis, durpės, mediena ir pan.). Kietojo kuro degimas susideda iš kelių fazių:

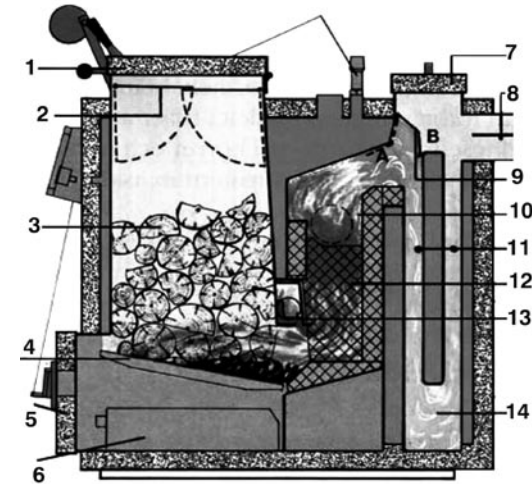
- įšilimas ir lakiųjų (išgaruojančių) medžiagų išsiskyrimas;
- lakiųjų medžiagų užsiliepsnojimas ir degimas švytinčia liepsna;
- kietojo likučio (kokso, žarijų) degimas beliepsne ugnimi.

Kuo daugiau kuro sudėtyje lakiųjų medžiagų, tuo lengviau jis uždegamas. Didelė problema – kietojo kuro tiekimas į degimo kamerą ir šilumos poreikių suderinimas. Kietasis kuras, paprastai, turi nemažai mineralinių priemaišų, tad reikia nuolat šalinti susidarančius pelenus ir šlaką.

Paprasciausi yra periodinio įkrovimo katilai – šilumos generavimo įrenginiai, kuriuose kuro tiekimas į kūryklą atliekamas reguliariais įkrovimais. Nauja kuro įkrova į katilą tiekiami tik po to, kai prieš tai patiektas kuras visai sudega. Tokie katilai paprasti ir pigūs, tačiau dėl smarkaus kuro įsiliepsnojimo įkrovos degimo pradžioje ir dėl oro trūkumo sunku reguliuoti šiluminę galią ir užtikrinti kokybišką sudegimą. Atskiruose degimo etapuose dūmuose gausu nevisiško degimo produktų, taip pat ir nuodingo anglies monoksido (smalkių) bei suodžių. Susidaręs šlakas trukdo pritekėti orui, todėl dalis kuro prarandama nesudegusi su pašalinamu šlaku. Suodžiais ir pelenais užteršiami katilo paviršiai, kuriuos būtina gerai valyti.

Primityvūs katilai, naudojami malkų deginimui, sunkiai gali suderinti šilumos vartojimo ir išskyrimo režimus (degimo intensyvumas reguliuojamas drelėmis keičiant oro pritekėjimą) todėl jų vidutinis naudingumo koeficientas gana žemas – dažniausiai 70–80 %. Jų charakteristikas šiek tiek pagerina į sistemą įjungtas šilumos akumuliatorius – karšto vandens talpykla.

### PERIODINIO ĮKROVIMO APATINIO DEGIMO MALKINIS KATILAS



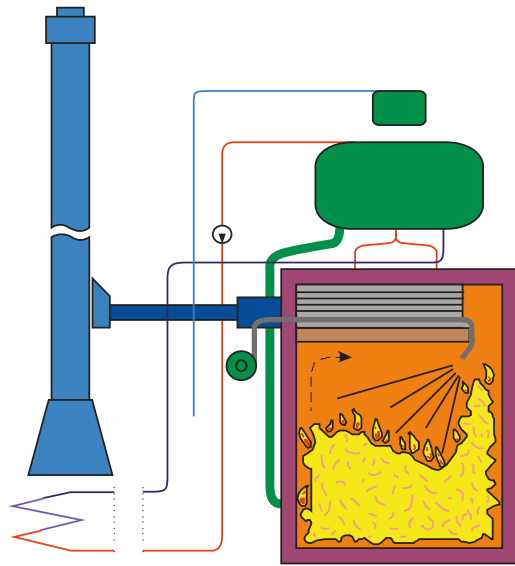
4.13 pav.

Periodinio įkrovimo katilai (4.13 pav.) dažniausiai kūrenami malkomis, anglimis ar stambiais pjuvenų briketais. Šie katilai dar skirstomi į viršutinio degimo (juose dega įkrovos viršus ir ugnis leidžiasi žemyn) ir apatinio degimo (juose dega įkrovos apačia, o įkrova slenka žemyn į degimo zoną). Šios konstrukcijos katilų vienas iš kokybės rodiklių yra įkrovos degimo laikas. Kuo lėčiau vyksta degimas, tuo efektyviau galima panaudoti išsiskyrusią šilumą. Kai kurios konstrukcijos katiluose pasiekiamas malkų įkrovos degimo laikas 12–24 valandų, nors paprastai įkrova dega 2–4 val.

Modernesni periodinio įkrovimo katilai turi oro ventiliatorių, kuris oro kiekį ir jo paskirstymą tarp pirminio ir antrinio degimo kamerų kontroliuoja automatiškai. Šiuolaikiniuose periodinio įkrovimo katiluose pasiekiamas, kad oro pertekliaus koeficientas palaikomas apie 1,5. Brangesniuose katiluose įrengiami ir sudėtingesni degimo procesą reguliuojantys automatikos įtaisai, gerinantys eksploatacines savybes: temperatūros matavimo prietaisai, dūmų sudėties analizatoriai ir t.t.

Periodinio įkrovimo gabalinį kurą deginantys katilai paprastai naudojami nedidelės galios necentralizuoto šildymo katilinėse. Kai kurios CŠT bendrovės tokio tipo katilus naudoja šilumai gaminti iš šiaudų ar panašaus kuro. Šiaudų periodinio įkrovimo katilai (4.14 pav.) naudoja stambius supresuotų šiaudų ryšulius, kurie įkraunami traktorium ar kitaip. Įprastai katilai yra įrengiami kartu su rezervuaru – akumuliatoriumi, kuris gali kaupti šilumos energiją, gaunamą degant šiaudų ryšuliams, kai nėra kur dėti šilumos. Pasibaigus degimui, šiluma dar kurį laiką imama iš karšto vandens talpyklos. Katilai dažniausiai komponuojami su baku akumuliatoriumi kaip vienas blokas, įrengiamas lauke dėl priešgaisrinių reikalavimų.

#### PERIODINIO ĮKROVIMO ŠIAUDUS DEGINANTIS ŠILDYMO KATILAS SU AKUMULIACINE TALPA



4.14 pav.

Norint pasiekti gerą kuro sudegimo kokybę su kuo mažesniu anglies dvideginio kiekiu išmetamose dujose, šiaudai turi būti geros kokybės, laikomi sausoje vietoje ir būti sausi prieš įkraunant į katilą. Šiaudų sudėtyje, palyginti su kitu kuru, yra nemažai chloro, kuris, sudegus šiaudams ir išgaravus juose buvusiai drėgmei, sudaro stiprias rūgštis, o jos ardo katilo dūmtakių ir kamino paviršius. Šiaudus deginančiose kokybiškose katilinėse dūmtakiai ir kamina turi būti pagaminti iš specialaus nerūdijančio plieno ar kitų korozijai atsparių medžiagų, kurios brangina šilumos gamybą. Šiaudų degimo intensyvumas reguliuojamas pagal specialią programą automatikos įtaisais.

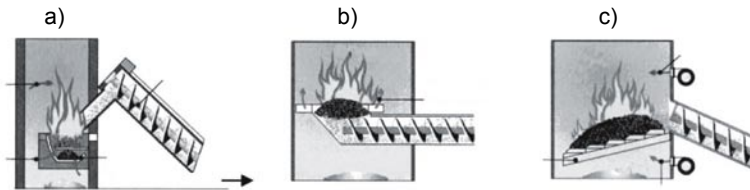
Periodinio įkrovimo katilai paprastesni, pigesni, tačiau juose degimo kokybė yra prasta, žemas energetinis jų efektyvumas, išmetama daugiau kenksmingų medžiagų su dūmais. Nepaisant automatikos įtaisų sunku užtikrinti tolygų ir kokybišką šilumos tiekimą. Tad kai tik įmanoma, centralizuotam šilumos gaminimui naudojami nuolatinio tiekimo kietojo kuro katilai, kuriuose degimo procesas vyksta be pertrūkių, šiluminė galia reguliuojama sklandžiai, jų naudojimo koeficientas aukštesnis. Žinoma, tokios katilinės reikalauja didesnių investicijų, nes būtini papildomi kuro tiekimo įrenginiai, o smulkintas kuras brangesnis nei neapdorota mediena ar kitas gabalinis kuras.

#### Kuro nuolatinio tiekimo katilai

Nepertraukiamo kuro padavimo katilai naudoja smulkių frakcijų kietąjį kurą: medienos, durpių ar šiaudų granules, medžio drožles, medienos pjuvenas, smulkintus šiaudus.

CŠT sektoriuje plačiausiai naudojama biokuro forma – medžio drožlės (skiedros). Toks kuras atvežamas į medienos sandėlį, iš kurio sraigtiniu arba juostiniu transporteriu tiekiamas į atskirus katilus. Prie katilo kūryklos sumontuojamas tarpinis bunkeris (talpykla), iš kurio kuras pagal šilumos poreikį dozuojamas į degimo zoną. Smulkiojo biokuro padavimą atlieka hidraulinės ar elektrinės pavaros, sumontuojami stambių gabalų (ledo) atskyrimo įtaisai, priešgaisriniai

### BIOKURO DEGINIMO METODAI



a) ant stacionaraus ardyno; b) „vulkano“ tipo pakura; c) ant judinamo ardyno.

4.15 pav.

įrenginiai, pelenų pašalinimo sistema. Kietosioms dalelėms išmetamų dūmų valymui sumontuojami multiciklonai, elektrostatiniai filtrai, skruberiai (juose dūmai praplaunami vandeniu) ar kitokie aplinkosauginiai įrenginiai.

Kietąjį kurą deginančių katilų paviršiai gali užsiteršti pelenais ar suodžiais, o tai mažina jų energetinį efektyvumą, didėja sąnaudos. Kokybiški katilai sukonstruojami taip, kad užsiteršimo rizika būtų minimali. Tam tikslui naudojami vertikalūs šildymo paviršiai, ant kurių neužsilaiko pelenai, neturi būti rasoje ant metalo paviršių, dūmų greitis pakankamai didelis, kad neleistų nusėsti kietosioms dalelėms. Bet kuriuo atveju, katile įrengiami įvairūs paviršių valymo įrenginiai: apipūtimo garu ar suspaustu oru įtaisai, mechaninio purtymo, „apdaužymo“ šratais ir kitokie įrenginiai. Kokybiški biokuro katilai gali būti eksploatuojami praktiškai visą šildymo sezoną be paviršių užsiteršimo.

Dėl išvardintų įrenginių kietojo kuro katilinės daug brangesnės už dujinio ar skystojo kuro įrenginius. Atitinkamai didesnės ir eksploatacinės sąnaudos. Šį skirtumą turi kompensuoti mažesnės išlaidos kietajam kurui. Kietojo kuro panaudojimo efektyvumas labai priklauso nuo eksploatacijos kultūros, personalo kvalifikacijos ir kitų veiksnių. Tą gali pasiekti tik stambios bendrovės, kur suformuotos atitinkamos mokymo sistemos, yra žinių ir patirties perimamumas.

### Sluoksninis deginimas

Labiausiai paplitęs kietojo kuro (paprastai medžio skiedrų) deginimo būdas centralizuoto šilumos tiekimo katilinėse sluoksnyje – tai degimas ant pasvirusio judinamo ardyno. Šio tipo kūryklose kuras tiekimas į viršutinę ardyno dalį ir pamažu slenka žemyn. Kuro slinkimą ir maišymą su oru bei pelenų pašalinimą užtikrina pasukami, stumdomi, vibruojami ar kitaip judinami ardyno grotelių elementai – ardeliai.

Dažniausiai naudojamas palyginti drėgnas biokuras, kuris ant ardyno praeina kelias degimo proceso fazes: įkaista, džiūva, išskiria lakias medžiagas, kurios užsiliepsnoja ir dega kūryklos erdvėje, kietasis likutis (žarijos) baigia degti ant ardyno, kol kuras nuslenka iki apatinio jo krašto. Per tarpus ardyme turi iškristi pelenai, kurie vėliau pašalinami.

Kad degimas vyktų efektyviai ir kuo mažiau lakiųjų pelenų būtų išnešta nuo ardyno į šildymo paviršius, oro tiekimas skaidomas į 2–3 srautus. Pirminis oras pučiamas pro tarpus ardyme, antrinis virš sluoksnio, o tretinis įmaišomas į lakiųjų angliavandenių degimo zoną. Kadangi pagal ardyno ilgį oro reikia nevienodai, tai ardymas padalijamas į kelias sekcijas, į kurias tiekiamas skirtingas oro kiekis. Daugiausiai oro reikia ties vidurinėmis sekcijomis, nes virš jų yra aktyviausio kuro degimo zona.

Paprastai sluoksninėse kūryklose deginami 20–30 mm dydžio kuro gabalėliai. Degimo zonos šiluminė galia reguliuojama keičiant paduodamo oro kiekį, ardyno judinimo greitį ir paduodamo oro kiekį. Gerai, kai kuro gabalėliai panašaus dydžio, kadangi didesni nespėja sudegti, o mažesni užkemša ardyno tarpus ir neleidžia gerai pratekėti orui. Esant nevienodam kurui sunku sureguliuoti kokybišką jo degimą. Katilo, skirto deginti sausą kaloringą kurą, ardeliai turi būti aušinami vandeniu, kad nesudegtų. Jei kuras drėgnas, įrengiamas mūrinis skliautas, pagreitinantis kuro džiovinimo procesą.

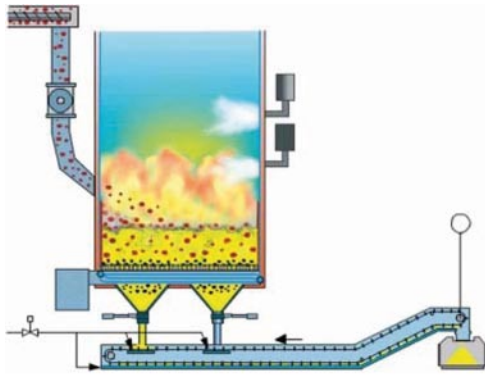
Kokybiškai sukonstruotas eksploatuojamas biokuro katilas turi užtikrinti visą kuro sudegimą plačiame galios reguliavimo diapazone (20–100 %), ir minimalų teršalų išmetimą su dūmais. Dar geresnes

reguliavimo savybes turi granules deginantys katilai, kurie gali sustoti nesant šilumos poreikiui ir automatiškai pasileisti, kai jis atsiranda.

### „Verdančio“ sluoksnio kūryklos

Didelės galios katiluose dažniau naudojamas „verdančio“ sluoksnio deginimo metodas. Tokių katilų kūrykloje cirkuliuoja („verda“) iki 800 °C įkaitinto kvarcinio smėlio įkrova, kuri padeda išdžiovinti tiekiamą kurą, išgarinti iš jo lakiąsias medžiagas. Dėl to kuras lengviau užsidega, geriau kontaktuoja su oru ir labiau sudega. Dalis degimui reikalingo oro pučiama pro katilo apačioje įrengtus pūstuvus ir smėlis, praleisdamas orą į viršų, pradeda judėti, „virti“, gerai maišydamas degantį ir ką tik įkristusį šviežią kurą. Smulkūs gabalėliai sudega greičiau, o stambesni „verda“ ilgiau, kol visai sudega. Katilo užkūrimui palengvinti ir smėlio įkrovai įkaitinti katilo šone įrengiamas vienas ar keli gamtinių dujų degikliai. Katilo šildomieji paviršiai sumontuojami aplink ir virš degimo zonos.

#### KATILAS SU „VERDANČIU“ SLUOKSNIU, SKIRTAS BIODIEŽIUI



4.16 pav.

„Verdančio“ sluoksnio kūryklų tipo katilai suteikia galimybę naudoti įvairių rūšių ir prastesnės kokybės kurą: medienos skiedras, smulkintas durpes. Nors ši technologija palyginti nauja, keletas tokių katilų eksploatuojama ir Lietuvoje.

Erdvinis labai susmulkinto kietojo kuro deginimas didelėse kūryklų erdvėse paprastai naudojamas stambiuose katiluose. Šiuo atveju kuras deginamas analogiškai kaip ir skystasis – įpučiant jo dulkes kartu su oro srautu. Deginti kuro dulkes yra efektyviau, negu kurą deginti subertą sluoksniu. Taip lengva reguliuoti ir automatizuoti degimo režimą. Erdvinėje kūrykloje nėra jokių judančių detalių, todėl jos patikimos, be to, galima deginti bet kokį kietąjį kurą. Tačiau šios kūryklos gana didelės, grioždiški ir brangūs kuro dulkių paruošimo įrenginiai, kurie naudoja daug energijos.

## BENDRA ŠILUMOS IR ELEKTROS ENERGIJOS GAMYBA (KOGENERACIJA)

**Kogeneracija** –tai bendra šilumos ir elektros gamyba to paties energijos gamybos proceso metu. Kogeneracinė jėgainė, kurioje pagaminta šiluma panaudojama centralizuoto šilumos tiekimo sistemoje, dažnai vadinama termofikacine.

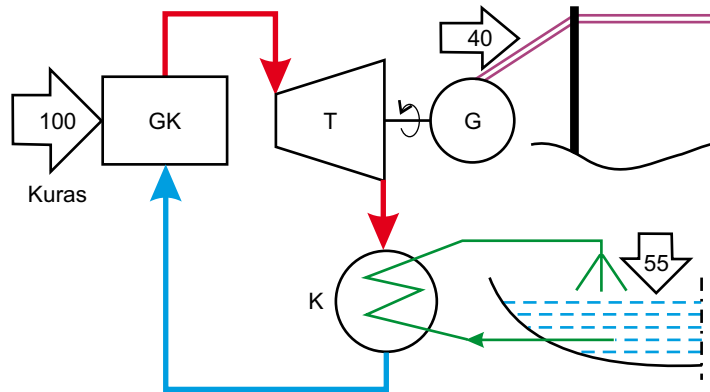
Šiluma šildymo poreikiams reikalinga tik šalčiausio periodu metu, o elektros energija naudojama ištisus metus, tad kogeneracijos metodo taikymas yra ribotas, nors šis energijos gamybos būdas yra labai efektyvus. Kadangi Lietuvoje yra gerai išplėtotos CŠT sistemos, kuriose galima panaudoti didelius šilumos kiekius, tai sudaro kogeneracijai palankias sąlygas. Tuo tarpu daugelyje kitų valstybių elektros energija gaminama stambiose šiluminėse (kondensacinėse) elektrinėse, kuriose didžioji dalis (iki 75 %) šilumos energijos neišvengiamai išmetama į aplinką (šildo ežerus, orą). Lietuvoje didžiausia kondensacinė elektrinė veikia Elektrėnuose. Visais atvejais būtina skatinti platesnį kogeneracijos naudojimą, siekiant taupyti pirminį kurą – tai daryti įpareigoja ir speciali ES direktyva.



Nepaliaujamai didėjantis iškastinio kuro vartojimas ir jo kainų augimas, gresiantis pasaulinis klimato atšilimas (dėl atmosferos teršimo CO<sub>2</sub> dujomis, kurių didžioji dalis išsiskiria šilumos ir elektros energijos gamybos procese) lemia tai, kad pastaraisiais dešimtmečiais užsienio valstybėse daug dėmesio ir milžiniškos lėšos skiriamos efektyvesnėms elektros bei šilumos gamybos sistemoms kurti. Viena svarbiausių krypčių – kogeneracijos technologijų tobulinimas ir CŠT sistemų plėtra, siekiant panaudoti kuo daugiau atliekinės šilumos, susidarancios elektros gamybos procese.

Atvejis, kai elektrinėje gaminama tik elektros energija, o šiluma – katilinėse, vadinamas atskirąja šilumos ir elektros energijos gamyba. Kuro degimo metu išsiskyrusią šilumos energiją laikant 100 % galima palyginti jos panaudojimo efektyvumą. Atskirai gaminant šilumą beveik visa kuro energija (apie 90 %) paverčiama į vartojimui tinkamą šilumos energiją. Tuo tarpu atskirai gaminant elektros energiją net 45–70 % iš kuro gautos energijos tiesiog prarandama. Nelygu

#### ELEKTROS GAMYBA KONDENSACINIŲ REŽIMU



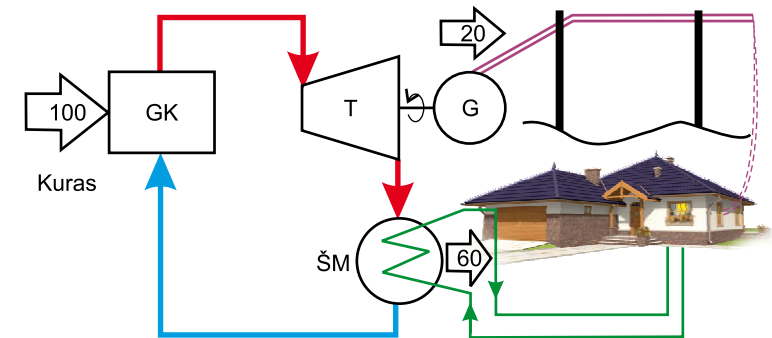
GK – garo katilas; T – turbina, G – el. generatorius; K – kondensatorius.

4.17 pav.

naudojamoms technologijoms ir jėgaines parametrams. Pavyzdžiui, geros kondensacinės elektrinės energetinio naudingumo koeficientas 40 % (4.17 pav.). Tai reiškia, kad sudeginus 1 n.m<sup>3</sup> gamtinių dujų, pavyks pagaminti 3,72 kWh elektros energijos, o likusi 5,57 kWh šilumos energijos dalis sudarys šilumos nuostolius – šiluma bus išmetama į aplinką.

Didžiausia dalis pasaulyje suvartojamos elektros energijos pagaminama tradicinėse kondensacinėse elektrinėse. Jose gaminamas labai aukštų parametrų garas (iki 250 bar slėgio ir iki 600 °C temperatūros), kurio energija suka turbiną ir su ja sujungtą elektros generatorių. Už turbinos įrengiamas šilumokaitis (kondensatorius), kuriame dėl staigios garų kondensacijos susidaro vakuumas. Dėl didžiulio slėgių skirtumo prieš turbiną ir už jos išgaunamas maksimaliai naudingas mechaninis darbas turbinoje. Kondensatoriaus aušinimui panaudojami didžiuliai vandens kiekiai, o paimta šiluma išmetama į ežerą, upę ar tiesiog į orą per vandens aušinimo bokštą ar kitą šilumokaitį.

#### ELEKTROS IR ŠILUMOS BENDRA GAMYBOA KOGENERACIJOS REŽIMU



GK – garo katilas; T – turbina, G – el. generatorius; ŠM – CŠT šilumnešio šilumokaitis.

4.18 pav.



Kogeneracinių jėgainių šilumokaityje, analogiškame kondensatoriui, gaminama naudinga šilumos energija. Pavyzdžiui, apie 20 % kuro energijos panaudojama elektrai gaminti, o apie 60 % – šilumai, kuri naudojama pastatų šildymui. Tuomet bendras jėgainės energetinio naudingumo koeficientas – 80 % (4.18 pav.). Pavyzdžiui, kogeneracinėje jėgainėje sudeginus 1 n.m<sup>3</sup> dujinio kuro galima pagaminti 1,85 kWh elektros ir papildomai bus pagaminta 5,57 kWh šilumos. Ji centralizuotais šilumos tinklais tiekama gyventojams, tad termofikacinė elektrinė daug ekonomiškesnė už kondensacinę dirbant tomis pačiomis sąlygomis.

Kogeneracija yra labai plėtojama ir jau sukurta daug technologijų: Stirlingo variklis, organiniu Renkino ciklu veikianti technologinė įranga, sraigtinis garo variklis, dujų turbinos, kombinuotojo ciklo elektrinė, vidaus degimo varikliai, mikroturbinos, kuro elementų paketai. Siekiama sukurti tokius kogeneracijos įrenginius, kad jie galėtų būti naudojami kuo platesnėje gyvenimo sferose: buityje, pramonėje, įvairių pastatų šildymui bei aušinimui.

## KOGENERACIJOS TECHNOLOGIJOS

### Kogeneracinė jėgainė su garo katilu ir turbina

Tradicinės Renkino ciklu pagrįstos jėgainės yra plačiausiai naudojama kogeneracijos technologija. Tai analogiška kondensacinei elektrinei jėgainė, tik joje vietoje turbinų su vakuuminio kondensatoriumi naudojamos „termofikacinės“ turbinos su šilumokaičiais, kuriose vietoje vakuumo palaikomas nedidelis slėgis, pabloginto vakuumo turbinos arba kondensacinės su tarpiniu garo nuėmimu turbinos, priklausomai nuo to, kokių parametrų šilumos energija reikalinga. Jos principinė schema pateikta 4.22 pav.

Šio tipo kogeneracinių jėgainių (KJ) pagrindinė savybė yra ta, kad jos gali dirbti praktiškai bet koku kuru. Tokios jėgainės naudojamos elektrai ir šilumai gaminti ne tik iš dujų ar mazuto, bet ir

iš anglies, kietosios biomasės ar komunalinių atliekų. Dauguma kogeneracinių jėgainių, įrengtų Lietuvos CŠT bendrovėse, yra šio tipo ir skirtos deginti dujas bei mazutą. Pasikeitus sąlygoms jos nesunkiai gali būti pritaikytos darbui naujomis alternatyviomis kuro rūšimis.

Renkino ciklo kogeneracinės jėgainės elektros gamybos efektyvumas tuo didesnis, kuo aukštesnis gaminamo garo slėgis ir temperatūra. Jose paprastai apie 15–35 % kuro energijos paverčiama į elektrą. Dėl sudėtingos ir brangios konstrukcijos šios jėgainės gaminamos didesnio dydžio energetikos objektams – dažniausiai virš 1 MW elektrinės galios.

Aukštų parametrų perkaitinto vandens garo gamybai reikia kaloringo kuro, o deginant tokias kuro rūšis kaip drėgna mediena ar buitinės atliekos tą sunku pasiekti. Pastaraisiais metais populiarėja KJ, vietoje vandens naudojančios kitas organines medžiagas.

### Organinio Renkino ciklo kogeneracinė jėgainė

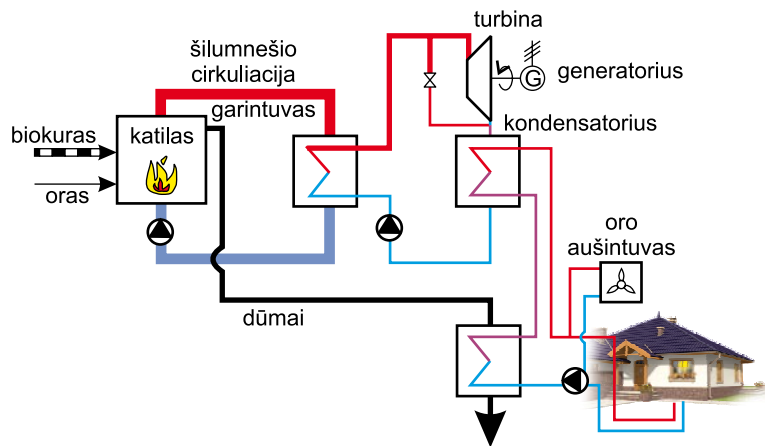
Organiniam Renkino ciklui (ORC) realizuoti naudojami darbo agentai – įvairūs organiniai junginiai, garuojantys žemesnėje temperatūroje: toluolas, pentanas, silikono tirpalas. Dėl to elektros energijos gamybai galima panaudoti neaukštos temperatūros (nuo kelių šimtų iki 700–800 °C) šilumos išteklius (biomasę, geotermiņę ar kitokią atliekinę šilumą). ORC elektrinis naudingumas siekia apie 10–20 %.

Kogeneracinėse jėgainėse, kuriose taikomas ORC (žr. 4.19 pav.), deginamas kuras, o degimo metu susidarę karšti degimo produktai perduoda šilumą organinei alyvai. Šis tarpinis alyvą šildantis katilas daug paprastesnis ir patikimesnis negu perkaitintą garą gaminantys katilai. Nuo alyvos šiluma perduodama darbo agentui, kuris virsta garais gerokai žemesnėje temperatūroje negu vandens garas. Organinio agento garai tiekiami į turbiną, kur ciklas vyksta kaip ir įprastinėje Renkino ciklo jėgainėje: turbina suka generatorių, jis gamina elektrą. Toliau garai keliauja į kondensatorių, kur

šiluma gali būti panaudojama termofikacinio vandens, tiekiamo į CŠT sistemas, šildymui. Susikondensavęs darbo agentas vėl grąžinamas į garintuvą ir ciklas kartojasi. Šiluma taip pat paimama nuo išmetamų degimo produktų.

ORC įrenginiai serijiniu būdu gaminami transportabiliais moduliais. Vieno jų elektrinė galia dažniausiai būna nuo 0,2 iki 2,0 MW. Didesnei galiai sukurti sujungiami keli tokie blokai. Organinių junginių, kurie naudojami šioje technologijoje, molekulinė masė didesnė nei vandens, todėl naudojamo darbo agento slėgis siekia 10 bar, o alyvos pašildymo temperatūra – apie 300 °C. Dėl žemesnių parametrų ORC jėgainių įrenginiai paprastesni ir patikimesi, bet reikalingas didesnis jų kiekis. Šio tipo jėgainių platesnis šiluminės galios reguliavimo diapazonas – 15–100 %. Manoma, kad ši technologija perspektyvi biokuro panaudojimui šilumos ir elektros gamybai mažose CŠT sistemose ar kituose energetikos objektuose.

#### ORGANINIO RENKINO CIKLO (ORC) KOGENERACINĖS JĖGAINĖS PRINCIPINĖ SCHEMA



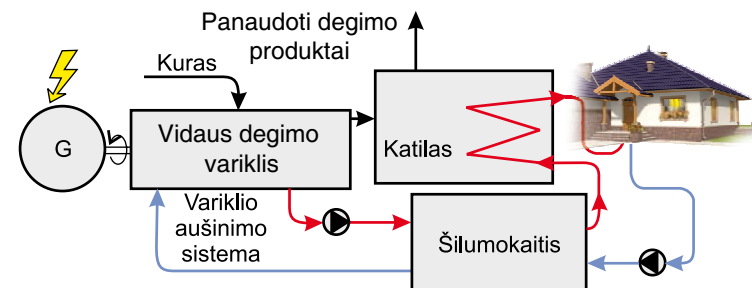
4.19 pav.

#### Kogeneracinė jėgainė su vidaus degimo varikliu

Vidaus degimo varikliai, naudojami elektros generatoriui sukurti – paplitusi ir puikiai pažįstama technologija. Tokių KJ vienetinė elektrinė galia siekia 5 MW. Šilumai gaminti panaudojama išmetamų degimo produktų šiluma, juos praleidžiant per katilą-utilizatorių, kuriame pašildomas vanduo arba pagaminamas žemų parametrų garas. Be to, gali būti panaudojama variklio korpusą aušinančio vandens ir tepalo šiluma. Vidaus degimo varikliuose elektra gaminama efektyviau nei garo turbinose, tačiau labiau komplikuoatas atliekinės šilumos panaudojimas, nes ji pasiskirsčiusi tarp variklio aušinimo sistemos ir išmetamųjų dujų. Kuro degimo energija transformuojama į veleno mechaninį darbą, kuris sunaudojamas elektros generatoriui sukurti ir gaminti šiluminę energiją, kuri ne išmetama, kaip transporto priemonėse, o panaudojama prasmingai.

Kogeneracinėse jėgainėse (4.20 pav.) dažniausiai naudojami Otto ciklu veikiančys stūmokliniai vidaus degimo varikliai, kuriuose degų mišinį uždega elektros kibirkštis. Tokiose jėgainėse paprastai naudojamos gamtinės dujos, biodujos arba lengvieji naftos kurai. Gali būti naudojami ir Dyzelio ciklu veikiančys varikliai,

#### KOGENERACINĖ JĖGAINĖ SU VIDAUS DEGIMO VARIKLIU



4.20 pav.

kurie labiau tinka darbui lengvaisiais mazutais. Dyzelinuose varikliuose taip pat gali būti naudojamas mišrus kuras, t.y. gamtinės dujos su nedideliu kiekiu dyzelinio kuro, kurio reikia kuro mišiniui uždegti.

Kogeneracinės jėgainės gaminamos kaip gamyklose surinkti blokai, kurie transportuojami į eksploatacijos vietą, prijungiami prie vietinių komunikacijų ir gana paprastai eksploatuojami. Didinei galiai pasiekti naudojamas kelių blokų kompleksas. Šio tipo KJ pasižymi greitu paleidimu ir stabdymu, todėl dažnai naudojamos kaip rezervinis elektros tiekimo šaltinis. Į elektrą paverčiama iki 40 % kuro energijos, o bendras energetinis naudingumo koeficientas siekia 80–85 %.

#### KOGENERACINĖS JĖGAINĖS SU VIDAUS DEGIMO VARIKLIU BLOKAS

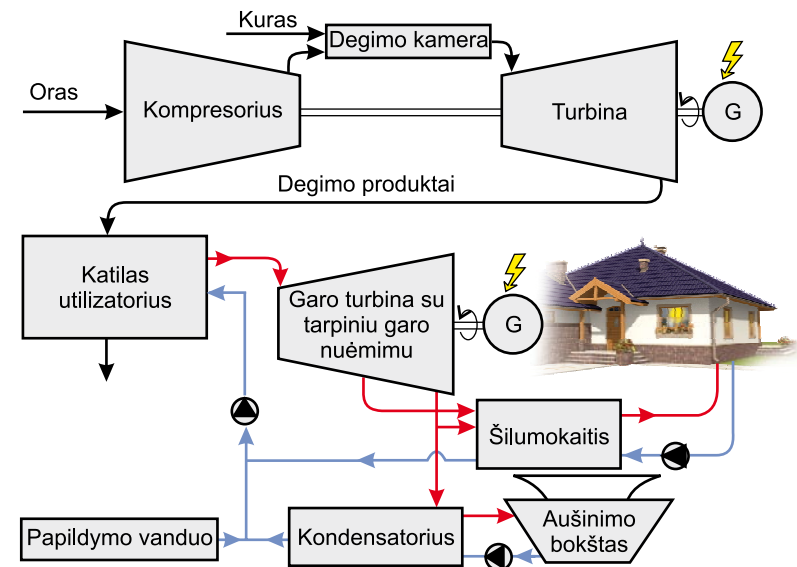


4.21 pav.

#### Kombinuoto ciklo kogeneracinė jėgainė

Kombinuoto ciklo kogeneracinės jėgainės sukurtos siekiant padidinti elektros gamybos iš pirminio kuro efektyvumą. Jose pasiekama net iki 60 % kuro konversija į elektros energiją. Kombinuoto ciklo KJ sudaro dujų turbina (analogiška kaip naudojama lėktuvuose), kurios išmetami degimo produktai nukreipiami į garo katilą utilizatorių, kuriame gaminamas perkaitintas vandens garas. Dujų turbina suka pirmąjį elektros generatorių, o garo turbina antrąjį. Išmetamų iš garo katilo dūmų šiluma irgi panaudojama CŠT sistemų cirkuliaciniam vandeniui šildyti. Jėgainė gali būti komplektuojama su kondensacine garo turbina (kondensaciniam darbo režimui), su tarpine garo nuėmimo sistema arba su priešslėgine garo turbina (kogeneraciniam darbo

#### KOMBINUOTO CIKLO KOGENERACINĖS JĖGAINĖS PRINCIPINĖ SCHEMA



4.22 pav.

režimui). Pastaruoju atveju taip pat gali būti keletas tarpinių garo nuėmimo iš turbinos sistemų įvairių parametrų garui pasigaminti.

Tipinės kogeneracinės jėgainės su dviejų velenų kombinuoto ciklo dujų turbinos technologijos principinė schema pateikta 4.22 paveiksle. Nors kombinuoto ciklo jėgainėse labai aukštas elektros gamybos efektyvumas, didelės ir eksploatacinės išlaidos. Ekonominiu požiūriu šio tipo technologija taikytina tik esant dideliame elektros energijos poreikiui.

#### PANEVĖŽYJE ĮDIEGTA KOMBINUOTO CIKLO JĖGAINĖ



4.23 pav.

Pirmoji Lietuvoje pilnos apimties kombinuoto ciklo kogeneracinė jėgainė, dirbanti gamtinėmis dujomis, pastatyta Panevėžyje. Šios technologijos jėgainėms reikalingas kokybiškas kuras – gamtinės dujos arba lengvai garuojantys šviesieji naftos produktai.

Kitų tipų kogeneracinės jėgainės kol kas retai naudojamos dėl jų brangumo ar kitokių ribojančių veiksnių. Tačiau ši energetikos kryptis sparčiai vystoma ir tikėtina, kad platesni KJ panaudojimo variantai taps komerciškai patrauklūs.

Kogeneracinėse jėgainėse naudojami daug sudėtingesni ir brangesni įrenginiai negu paprastose vandens šildymo katilinėse, todėl išlaidos tarp elektros ir šilumos vartotojų turi būti paskirstomi korektiškai. Kogeneracija visų pirma reikalinga elektros sistemos vartotojams, kad sumažėtų elektros gamybos kaštai. Tai pasiekti pade-

da CŠT sistemų vartotojai, sumokėdami už „kogeneracinę“ šilumą, patiektą į šilumos tinklus. Kiekvienos valstybės reguliavimo uždavinys suderinti visus šiuos interesus ir pasiekti didžiausią naudą iš kogeneracijos. Vokietija, Skandinavijos ir kitos šalto klimato šalys sparčiai plėtoja CŠT tinklus, kad kuo daugiau energijos gautų iš kogeneracinių jėgainių ir taip efektyviau būtų panaudojamas iškastinis ir atsinaujinantis kuras.

## KATILINIŲ IR ELEKTRINIŲ PAGALBINIAI ĮRENGINIAI

### Vandens paruošimo sistemos

Gamtiniame vandenyje visuomet yra stambių mechaninių priemaišų (smėlio, molio ir kt.), smulkių koloidinių dalelių (augalų irimo produktų ir pan.) ir ištirpusių druskų bei dujų. Priemaišos, druskos, dujos labai kenkia katilams ir vamzdynams bei sistemoje sumontuotiems įrenginiams. Ypač pavojingos kietumo nuoviras sudarančios kalcio ir magnio druskos bei metalo koroziją sukeliančios dujos – deguonis ir anglies dioksidas. Stipriai prie metalo paviršiaus prilimpantis nuovirų sluoksnis pablogina šilumos perdavimą, todėl jam esant mažėja katilo šiluminė galia ir energetinis efektyvumas. Dėl blogesnio aušinimo esant nuovirų sluoksniui gali padidėti metalo temperatūra iki neleistinos ribos ir šildymo paviršiai perkaista. Deguonis ir kai kurios kitos dujos, ištirpusios karštame vandenyje, sukelia metalų koroziją. Plūduriuojančios priemaišos katilo vandenyje trukdo cirkuliacijai, gali užkimšti atskirus vamzdžius. Siekiant išvengti šių problemų ir užtikrinti katilų bei šildymo sistemų patikimą ir efektyvų eksploatavimą jie turi būti užpildyti tinkamos kokybės vandeniu. Tam tikslui katilinėse ir elektrinėse įrengiama vandens paruošimo sistema, nuo kurios darbo priklauso visos sistemos ilgaamžiškumas, eksploatacijos ir remontų sąnaudos.

Pradinio vandens valymo metu iš jo pašalinamos neištirpusios kietosios priemaišos. Didesniuose energetikos objektuose vanduo

filtruojamas per skaldyto antracito, kvarcinio smėlio ar kitos medžiagos įkrova, mažesnėse katilinėse dažniau naudojami kasetiniai arba rankoviniai filtrai.

Vandens minkštinamas yra svarbiausia vandens paruošimo dalis, jos metu pašalinamos kietumą sukeliančios druskos. Dažniausiai tam tikslui naudojamas natrio katijonavimas, jo metu kalcio ir magnio katijonai pakeičiami natrio jonais. Natrio druskos gerai tirpsta vandenyje, nesudaro nuovirų, todėl nekelia pavojaus katilinių įrangai. Jeigu šių druskų katile prisikaupia per daug, jos pašalinamos išleidžiant iš katilo žemiausių vietų dalį vandens kartu su čia susikaupusiomis druskomis (katilo „prapūtimas“). Kai pradinis vanduo labai šarmingas, jo minkštinimui naudojamas vandenilio katijonavimas – kalcio ir magnio jonai keičiami vandenilio jonais. Šiuose procesuose kaip natrio ir vandenilio jonų šaltinis naudojamas natrio chloridas ir atitinkamai sieros rūgštis. Rečiau naudojami ir kiti jonų mainais pagrįsti minkštinimo būdai. Pastaraisiais metais Lietuvos energetikos objektuose pradedamos naudoti vandens apdorojimo technologijos, pagrįstos fizikiniais procesais – tai molekulių tinkeliai, atvirkštinio osmoso įrenginiai ir t.t.

Deaeravimo procese iš vandens, kuriuo užpildomos sistemos, pašalinamos ištirpusios dujos, svarbiausia deguonis. Garo katilinėse reikia pašalinti visas dujas, nes patekusios į garotiekius jos trukdo garo ir kondensato sistemų darbui. Kai reikia paruošti nedidelius vandens kiekius šildymo sistemoms ir katilinėms pašalinant tik deguonį, dažniausiai naudojama cheminė deaeracija – t.y. į papildymo vandenį primaišoma cheminių reagentų, kurie „suriša“ deguonį ir jis tampa nepavojingas. Kaip deguonies „surišėjas“ dažniausiai naudojamas natrio sulfitas, rečiau – aminai ar kitos cheminės medžiagos. Didelėse CŠT sistemų katilinėse ir elektrinėse dujoms pašalinti naudojami specialūs įrenginiai – terminiai deaeratoriai, kuriuose jau suminkštintas vanduo įkaitinamas iki virimo būklės ir tuomet iš vandens dėl sumažėjusio tirpumo išsiskiria dujos. Vandens įkaitinimui paprastai naudojamas garas, o kai jo nėra – šildymo vanduo. Kad vanduo užvirtų esant žemesnei nei 100 °C temperatūrai, deaeratoriuje sudaromas vakuumas. Elektrinėse naudojami slėginiai deaeratoriai. Juose geriau pašalinamos dujos.

Paruoštas vanduo sukaupiamas specialiose talpyklose, iš kurių pagal poreikį imamas garo katilams maitinti arba šilumos tiekimo sistemoms pildyti. Dažnai tai būna atskiri bakai arba talpyklos, kombinuojamos kartu su terminio deaatoriaus įranga.

Kokybiškam vandens režimui CŠT sistemose ir katilinėse dažnai naudojami įvairūs cheminiai priedai, dozuojami tiesiai į cirkuliuojantį tinklą, maitinimo ar katilų vandenį. Tai vadinamieji vandens apdorojimo korekciniai priedai. Rinkoje jų pasiūla gana įvairi, bet dauguma jų, patekę į vandenį, atlieka šias funkcijas:

- absorbuoja likutinį deguonį – sudaro „bedeguoninį“ vandens režimą;
- ardo susidariusį nuovirų sluoksnį ant katilų ir šildymo sistemos paviršių;
- atlieka galutinį korekcinį vandens minkštinimą, chemiškai reaguodami į kietumo druskas;
- formuoja apsauginę, antikorozinę plėvelę ant visų sistemos paviršių.

Mažose šildymo sistemose dažnai naudojami kompleksiniai reagentai, kurių sudėtyje yra keletas komponentų, atliekančių minėtas funkcijas. Žinoma, optimaliau reagentus naudoti pagal tą paskirtį, kuri reikalinga konkrečioje sistemoje atlikti. Garo katiluose, kuriuose išgaruoja vanduo, o ištirpusios druskos pasilieka katilo vandenyje, tenka palaikyti jų optimalią koncentraciją, kad nesutriktų garinimo procesas. Tam tikslui naudojamas nuolatinis dalies vandens su druskų pertekliumi išleidimas iš garo katilo ir kitos priemonės.

Kokybiškam vandens režimui palaikyti būtina reguliariai sekti vandens sudėtį, esant reikalui koreguoti vandens ruošimo programą. Šildymo sistemose cirkuliuojantis vanduo turi būti nuolat filtruojamas iš jo pašalinant atsirandančias priemaišas. Sistemos reguliariai plaunamos, bandomos ir remontuojamos, siekiant užtikrinti jų efektyvų, patikimą ir ilgalaikį darbą. Ne visus šiuos darbus galima numatyti norminiuose aktuose, todėl daug ką lemia personalo kvalifikacija ir atsakingas darbas.



## Dūmų traktai ir kaminai

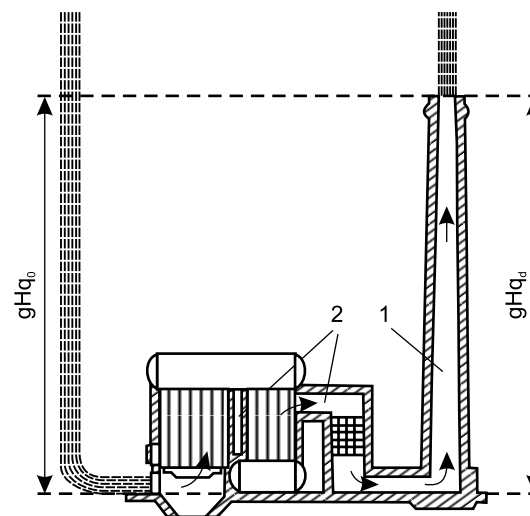
Į bet kurį kurą deginantį įrenginį turi būti nuolat tiekiamas kurui degti reikalingas oras ir iš jo šalinami degimo produktai. Oro ir dūmų trakto aerodinaminiam pasipriešinimui įveikti reikia energijos. Tokią energiją sukuria kamino trauka arba specialūs ventiliatoriai, įrengti oro tiekimo ir dūmų pašalinimo sistemose.

Natūralią trauką sukuria kaminas, kuriuo išteka karšti degimo produktai (4.24 pav.). Natūrali kamino trauka susidaro dėl išmetamų dūmų ir aplinkos oro tankių skirtumo, nes karštų dūmų tankis yra mažesnis už aplinkos oro. Todėl dūmai kyla aukštyn, o į „atsiradusią tuštumą“ priteka oras. Kuo degimo produktai karštesni, tuo geresnė kamino trauka. Kamino trauka tiesiog proporcinga jo aukščiui. Jeigu natūralios kamino traukos nepakanka įveikti visus katilo aerodinaminis pasipriešinimus, tuomet papildomai įrengiamas dūmsiurbis.

Didelių katilų dūmtakiuose montuojama keletas šildomųjų paviršių, kurie atlieka katilo eksploatavimui reikalingas funkcijas. Ekonoaizeriuose pašildomas garo katilų maitinimo ar termofikacinis vanduo. Oro šildytuvuose pašildomas degimui tiekiamas oras ir t.t. Šie paviršiai kartu su pagrindiniais šildymo ar garinimo vamzdiniais sudaro dūmų trakto aerodinaminę sistemą. Katilo šildomieji paviršiai ir dūmtakiai turi būti sukonstruoti taip, kad jų aerodinaminis pasipriešinimas būtų nedidelis, jie turi būti reguliariai valomi, kad mažiau energijos reikėtų naudoti dūmams šalinti. Dūmų ataušinimo laipsnis ir energijos sąnaudos traukai nustatomos optimizuojant investicijas ir eksploatacijos lėšas.

Kaminas reikalingas ne tik degimo produktams pašalinti, bet ir juos išmesti į pakankamą aukštį taip, kad kartu išmetamos kenksmingos medžiagos neviršytų nustatytų sanitarinių normų priezeminiame sluoksnyje. Esant reikalui dūmų traktuose įrengiami dūmų valymo įrenginiai. Deginant peleningą kurą didesnėse katilinėse sumontuojami kietas daleles gaudantys multiciklonai, elektrostatiniai filtrai ar panaši įranga. Jeigu naudojamas sieros turintis kuras, didelėse jėgainėse būtina sumontuoti dūmų

## NATŪRALIOS KAMINO TRAUKOS SUSIDARYMAS



4.24 pav.

nusierinimo įrenginius. Daug kitokių papildomų dūmų valymo sistemų būtina sumontuoti komunalines atliekas deginančiose jėgainėse.

Kaminai būna metaliniai, plytiniai ir gelžbetoniniai. Plytiniai kaminai būna iki 120 metrų aukščio, gelžbetoniniai – iki 300 metrų, o kartais ir didesni. Kad būtų atsparesni stipraus vėjo poveikiui, jie daromi siaurėjančio kūgio formos.

Siekiant kuo daugiau šilumos „nuimti“ nuo išeinančių dūmų naujose ir esamose katilinėse įrengiami papildomi „kondensaciniai“ ekonoaizeriai, kuriuose, ataušinus dūmus iki juose esančių vandens garų kondensacijos būklės, gaunamas papildomas nemažas šilumos kiekis. Deginant gamtines dujas taip gaunama iki 11 %, o deginant drėgną medieną – net iki 25 % papildomos šilumos.

Naudojant kondensacinius katilus arba paviršius dūmų traktas turi būti pritaikytas „drėgnam“ darbo režimui. Susidarantis konden-



satas yra rūgštus, todėl kamino paviršius turi būti atsparus korozijai. Drėgnų dūmų sukuriama trauka kamine mažesnė, todėl tokiose sistemose naudojami didesnės galios dūmsiurbiai.

Katilinių ir elektrinių ūkį sudaro ne tik technologiniai įrenginiai, bet ir visa susijusi infrastruktūra: pastatai, privažiavimo keliai ir geležinkeliai, vandens, elektros ir gamtinių dujų privedimo komunikacijos bei įrenginiai, kuro saugyklos bei sandėliai. Kiekvienas energetinis objektas, priklausomai nuo savo paskirties, gaminamos energijos parametrų, technologinės schemos ir kuro rūšies, yra savotiškai unikalus. Lietuvos energetikos ypatybė, kad „senieji“ objektai stipriai modernizuojami, juose reikia suderinti „istorinį paveldą“ su šiuolaikinėmis moderniomis technologijomis ir tai reikalauja išradingumo bei kompetencijos, kad atsirinktume perspektyvius ir optimalius sprendimus. Diegiamos automatizavimo sistemos ir patikimesnė technika labai sumažino darbuotojų skaičių katilinėse ir elektrinėse. Šilumos gamybos šaltiniai pertvarkomi atsižvelgiant į pasikeitusius poreikius ir naujus reikalavimus, susijusius su ES direktyvų įgyvendinimu.

#### KONDENSACINIS EKONOMAIZERIS IR JO ĮDIEGIMAS ESAMOJE KATILINĖJE



4.25 pav.

## ŠILUMOS GAMYBA IR APLINKOSAUGA

Net ir labai kokybiškai deginant bet kurį iškastinį ar atsinaujinantį kurą degimo produktuose būna nedideli kenksmingų medžiagų kiekiai. Jų leistiną koncentraciją dūmuose reglamentuoja teisės aktai pagal vieną ES nustatytą tvarką. Leistina koncentracija yra diferencijuota pagal kurą deginančio įrenginio dydį, naudojamo kuro rūšį ir t.t. Kiekvienas energetikos objektas projektuojamas taip, kad jo išmetami teršalai, pridėti prie esamo „foninio“ užterštumo, nepadidintų pažemintės koncentracijos regione virš leistinos normos. Be to, kurą deginantys objektai turi gauti taršos leidimą, kuriame įvertinamos individualios taršos šaltinio ir regiono sąlygas.

Visais kuro degimo atvejais, netgi deginant gamtines dujas, degimo produktuose yra azoto oksidų. Jie susidaro ore esančiam azotui jungiantis su deguonimi, kai fakele šios dujos įkaista iki aukštos temperatūros. Jeigu kuro masėje yra azoto, didelė jo dalis degimo metu virsta azoto oksidais. Azoto oksidų išmetimui mažinti naudojamos pirminės priemonės: specialūs degikliai arba kuro degimo proceso modifikacija, siekiant pažeminti temperatūrą kūrykloje, sumažinti perteklinio deguonies kiekį. Jeigu to nepakanka, dūmai apdorojami amoniaku ar kitais reagentais ir taip sumažinamas išmetamų azoto oksidų kiekis – tai antrinės priemonės. Dūmų valymas nuo azoto oksidų dažnai vadinamas denitrifikacija.

Jeigu kuro sudėtyje yra sieros, tai degimo metu ji oksiduojasi ir virsta sieros dioksidu ir trioksidu. Paprastai jų kiekis sumuojamas ir nustatomos normos bendrai šių oksidų koncentracijai. Sieros oksidų kiekis dūmuose tiesiogiai priklauso nuo sieros kiekio kuro masėje. Dėl to ES draudžiama deginti skystąjį kurą, kuriame sieros daugiau negu 1 %. Priešingu atveju dūmus būtina valyti nuo sieros oksidų (dūmų nusierinimas). Šie įrenginiai naudojami sieringas anglis deginančiuose objektuose, deginant aukšto sieringumo mazutą, orimulsią. Nusierinimo įrenginiuose dažniausiai dūmai apdorojami kalkių tirpalu, kuris, reaguodamas su sieros oksidais, po kelių proceso etapų virsta gipsu. Gipsas gali būti naudojamas statybos pramonėje, pilamas po keliais ar pan.

Nekokybiškai degant kurui per kaminą su dūmais išmetama nemažai kenksmingų vadinamųjų „nevisiško degimo produktų“. Pagrindinis jų – anglies monoksidas – vadinamas smalkėmis yra labai pavojingas žmogaus sveikatai ir net gyvybei, kadangi kraujas jį geriau pasisavina negu deguonį. Šio toksikogeno koncentraciją dūmuose riboja norminiai aktai, o teisingai deginant dujinį ar skystąjį kurą, dūmuose anglies monoksido praktiškai nebūna. Kiek žymesni jo kiekiai aptinkami naudojant sunkiai degančias kietojo kuro rūšis. Daug kartų daugiau anglies monoksido yra vidaus degimo variklių išmetamuose degimo produktuose, kadangi čia degimas vyksta su oro trūkumu ar smilkstančių cigarečių dūmuose.

Kietąsias daleles, išeinančias su dūmais, sudaro kuro masėje buvusios peleningos medžiagos ir nevisai sudegusios anglies dalelės – suodžiai. Padidėjusį šių medžiagų kiekį galima pastebėti pagal patamsėjusią dūmų spalvą. Naudojant peleningą kurą (anglis, durpes, medieną ar pan.) būtina naudoti kietųjų dalelių filtrus, kuriuose jos sulaikomos, o suodžių koncentracija minimizuojama kokybiškai atliekant kuro deginimą. Šių medžiagų kiekį dūmuose nustato norminiai dokumentai, o jų įgyvendinimo priežiūrą atlieka aplinkosauginės institucijos.

Jeigu kurą deginantis įrenginys neužtikrina viso kuro sudegimo, kartu su smalkėmis ir suodžiais išmetami ir kiti neoksiduoti angliavandeniliai, kurių dalis yra kancerogenai – t.y. medžiagos, galinčios sukelti vėžinius susirgimus. Siekiant to išvengti, bet kokio kuro degimą reikia vykdyti kokybiškai, kontroliuoti teršalų koncentraciją išmetamuose dūmuose, laiku koreguoti degimo režimo parametrus, reguliariai remontuoti ir derinti kuro degimo įtaisus. Žinoma, tam reikia specialių žinių ir brangių prietaisų, kurie prieinami tik didesnėms, finansiškai pajėgioms bendrovėms.

Pastaraisiais metais, vis labiau kylant pasaulinio klimato atšilimo grėsmei, daug dėmesio skiriama ir angliavandenilinio kuro degimo produktui – anglies dvideginiui, kuris laikomas vienu iš klimato pokyčių Žemės atmosferoje kaltininkų. Didžiulius šios medžiagos kiekius išmeta ir energetikos objektai, kurie degina per tūkstančius Žemėje susikaupusį organinį kurą (naftą, anglis, gamtines

dujas). Manoma, kad dėl sparčiai didėjančios CO<sub>2</sub> koncentracijos Žemės atmosferoje vis didesnė Saulės spindulių energijos dalis absorbuojama Žemės atmosferos („šilnamio efektas“) ir dėl to kyla vidutinė Žemės paviršiaus temperatūra. Nieko nedarant, šio proceso pasekmės civilizacijai gali būti pražūtingos, todėl svarbiausios pasaulio valstybės deda daug pastangų, kad galėtų susitarti dėl anglies dvideginio išmetimų į atmosferą ribojimo. Kioto protokolas ir kiti tarptautiniai susitarimai bando sukurti naują politiką šioje srityje. Pagrindinis kelias šios problemos sprendimui – tai perėjimas prie atsinaujinančios, arba „nekarbonizuotos“, energijos – t.y. tokios, kuri nedidina CO<sub>2</sub> kiekio atmosferoje. Kuriamos technologijos anglies dvideginiui dūmuose sugaudyti ir „palaidoti“ žemės gelmėse. Kol kas tokios sistemos labai brangios, todėl dirbama visomis kryptimis ieškant problemos sprendimo.

**V DALIS**  
**CENTRALIZUOTO**  
**ŠILUMOS TIEKIMO**  
**SEKTORIAUS RAIDA**

# CENTRALIZUOTO ŠILUMOS TIEKIMO SEKTORIAUS RAIDA

## CENTRALIZUOTAS ŠILUMOS TIEKIMAS LIETUVOJE IR EUROPOJE

Lietuva iš planinės ekonomikos laikų paveldėjo gerai išplėtotas centralizuoto šilumos tiekimo sistemas (CŠT). Išsivysčiusiose šiaurės kraštų valstybėse tai laikoma didele energetikos infrastruktūros vertybe, kadangi tokias sistemas įrengti jau susiformavusiuose didmiesčiuose yra nelengvas uždavinys. Lietuvos CŠT sektorius patiekia santykinai didelę vartojimui reikalingos šilumos dalį, palyginti su kitomis ES šalimis – daugiau kaip 50 % visos suvartojamos šilumos. Didesnė CŠT sektoriaus dalis yra tik Suomijoje, Švedijoje ir Estijoje.

Skandinavijos šalyse laikomasi nuostatos, kad sudėtinga ir brangi CŠT sistemų infrastruktūra yra labai vertinga priemonė sprendžiant energetikos ir kitokius valstybės uždavinius – energijos tiekimo patikimumo ir nepriklausomybės, klimato kaitos kontrolės, apsirūpinimo kuru diversifikacijos ir konkurencijos, aplinkos taršos mažinimo, galimybių šilumos bei elektros energijos gamybai panaudoti komunalines atliekas, taip pat integruoti ir panaudoti pramonės įmonių atliekinę šilumą į CŠT tinklus.

**VISUOSE LIETUVOS MIESTUOSE ŠILUMA TIEKIAMA CENTRALIZUOTAI, TODĖL „NAMAI BE KAMINŲ“ . (VILNIAUS SENAMIESTIS)**



5.1 pav.

**VOKIETIJOJE, AUSTRIJOJE, ISPANIJOJE, ŠVEDIJOJE, JAPONIJOJE AR JAV KOMUNALINĖS ATLIEKOS PANAUDOJAMOS ŠILUMOS IR ELEKTROS ENERGIJAI GAMINTI**



5.2 pav.

Daugumoje Vakarų Europos šalių miestų įrengtos modernios buitinių atliekų deginimo stotys, kuriose gaminama elektra ir šiluma, tiekiama vartotojams per centralizuoto šilumos tiekimo vamzdynus. Taip vienu metu sprendžiamos ir atliekų sutvarkymo, ir apsirūpinimo energija problemos. Lietuva, turėdama gerai išvystytas CŠT sistemas, galėtų racionaliai pasinaudoti jų teikiamomis galimybėmis. Tačiau dalis Lietuvos visuomenės dar nesubrendusi tokiems racionaliems sprendimams. Komunalinės atliekos kaupiamos sąvartynuose, o jėgainių statybai priešinamasi.

Centralizuoto šilumos tiekimo infrastruktūra yra labai vertinga priemonė, leidžianti išspręsti įvairius energetikos klausimus. Pavyzdžiui, gamtinių dujų tiekimo saugumas ir patikimumas yra nepaprastai aktualus didžiosioms pietinėms ES valstybėms dėl to, kad jose aprūpinimas šiluma daugiausiai pagrįstas individualiu gamtinių dujų vartojimu. Lietuva, turėdama plačiai išvystytas CŠT sistemas, kritiniu atveju palyginti nesunkiai gali panaudoti rezervinį kurą ar pakeisti kuro rūšį. Tuo keliu eina Danija, Suomija, Šve-

**LIETUVOJE KOMUNALINĖS ATLIEKOS SUPŪDOMOS SĄVARTYNUOSE, O SIŪLYMAMS JAS PANAUDOTI ENERGIJAI GAMINTI GYVENTOJAI NUTEIKIAMI PRIEŠINTIS**

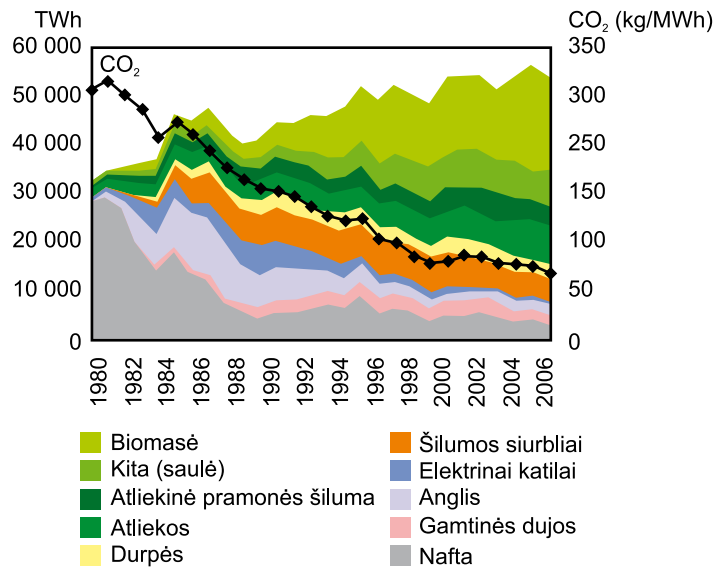


5.3 pav.



dija, Austrija bei kitos šalys, palaipsniui atsisakydamos iškastinio kuro ir mėgindamos maksimaliai panaudoti biokurą, kitus atsinaujinančius išteklius. Danija planuoja, iki 2050 m. visai atsisakyti iškastinio kuro šilumai gaminti. Kartu siekiama, kad net 70 % šilumos būtų gaminama kogeneracinėse jėgainėse – efektyviausiai panaudojant pirminę kuro energiją elektrai gaminti. Tokių tikslų pasiekti galima tik plėtojant CŠT sistemas. Danijoje centralizuotai tiekiamos šilumos apimtys stabiliai auga ir siekia 28 TWh per metus. Tuo tarpu Lietuvoje, kuri yra panašaus dydžio, čia bemaž tokios pat klimato sąlygos, per CŠT sistemas vartotojams patiekiami apie 8 TWh šilumos.

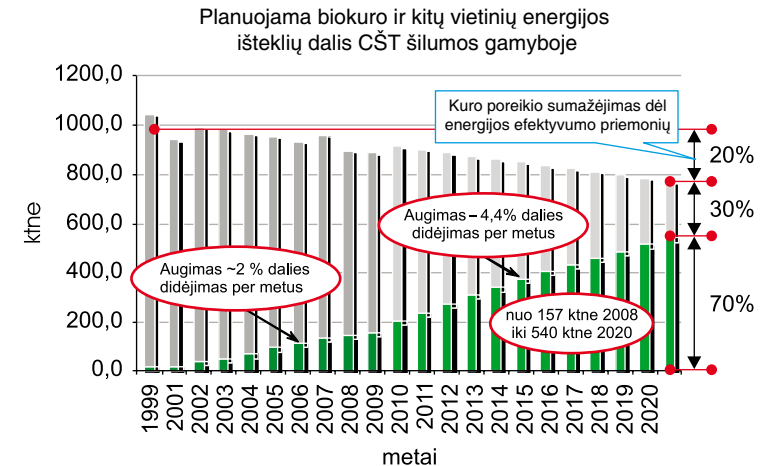
#### ŠVEDIJOS CENTRALIZUOTO ŠILUMOS TIEKIMO KURO STRUKTŪROS PASIKEITIMAS



Šaltinis: Yves Delaby.

5.4 pav.

#### BIOKURO IR KITŲ VIETINIŲ ENERGIJOS IŠTEKLIŲ DALIS LIETUVOS CŠT SEKTORIUJE



5.5 pav.

Dideliais pasiekimais diversifikuojant šilumos gamybos šaltinius CŠT sistemose ir mažinant anglies dvideginio išmetimus pasižymi Švedija. Čia CŠT sistemose dominuoja energija, pagaminta iš biokuro, komunalinių atliekų. Įdomu tai, kad Švedija, siekdama stabiliai panaudoti savo atominių elektrinių gaminamą energiją, CŠT sistemose įrengė didelės galios šilumos siurblius. Jie kaip pirminę energijos šaltinį naudoja nutekamųjų ir gamtinių vandenų šilumą ir taip pagamina reikšmingus kiekius centralizuotai tiekiamos šilumos.

Paminėti ir kiti pavyzdžiai rodo, kiek galimybių suteikia CŠT sistemos toms šalims, kuriose yra atšiaurios klimato sąlygos ir šildymo poreikiai visada bus svarbi energetikos sektoriaus dalis. Lietuvos energetikos strategija turėtų maksimaliai panaudoti šią vertingą energetinę infrastruktūrą, siekdama apsirūpinti šiluma ir elektros energija.



Lietuvos CŠT sektoriuje pagrindinis kuras yra gamtinės dujos, o jų tiekimas labai monopolizuotas. Pats kuras, nors ir patogiausias naudoti, yra labai brangus, jo paklausą smarkiai augina valstybės, neturinčios išplėtotų CŠT sistemų. Biomazę naudojančios įrenginiai pirmiausiai pradėti diegti tose Lietuvos CŠT sistemose, kurios nebuvo prijungtos prie dujotiekių ir greitai atsipirko dėl pigesnio biokuro. Įstojus į ES biokuro plėtrai buvo skirta finansinė parama, kuri paskatino naujų objektų statybą. 2010 m. biokuro dalis CŠT sektoriaus kuro balanse sudarė apie 20 %, planuojama, kad iki 2020 m. atsinaujinančių išteklių dalis išaugs iki 60–70 %. Tokie procesai atitinka bendras CŠT vystymosi tendencijas šiaurinėse Europos valstybėse.

Pateikti pavyzdžiai iliustruoja, kad centralizuoto šilumos tiekimo sistemos sudaro palankias sąlygas prastesnės kokybės, bet pigaus kuro efektyviam panaudojimui, vietiniams ir atsinaujinantiems ištekliams, ir atitinkamai spręsti nacionalines bei globalines problemas atskirose valstybėse.

CŠT vamzdynus sunku įrengti jau egzistuojančiuose, tankiai užstatytuose didmiesčiuose, kur tiesiog fiziškai nėra vietos didelėms termofikacinio vandens komunikacijoms. Tad šalys, kurios dabar nori sumažinti priklausomybę nuo gamtinių dujų, įrengdamos centralizuoto šilumos tiekimo sistemas susiduria su rimtomis techninėmis, nuosavybės ir panašiomis problemomis. Nepaisant to, ES šalys, tokios kaip Vokietija, Austrija, Olandija, skelbia ambicingus planus padidinti CŠT sektorių savo šalyse per ateinančių dešimtmetį dvigubai, kad sumažintų poveikį klimato atšilimui ir priklausomybę nuo iškastinio kuro tiekimo. Šiuo požiūriu buvusių sovietinio bloko valstybių paveldėta centralizuoto šilumos tiekimo infrastruktūra įgyja didelę vertę šiuolaikinėje energetikoje. CŠT sistemos plėtojamos tokiose išsivysčiusiose valstybėse kaip Japonija, Kanada, JAV ir kt.

Šiuolaikiniai CŠT vamzdynai gerai izoliuoti, todėl šilumos nuostoliai juose nežymūs ir vidutiniškai siekia 7–12 %. Polietileno kevalas, gaubiantis šilumos izoliaciją, atsparus vandeniui, todėl

**SIEKIANT IŠNAUDOTI CŠT PRIVALUMUS,  
JAPONIJOS SOSTINĖJE TOKIJUJE ŠILUMOS TRASOMS ĮRENGTI  
PASITELKIAMI NESTANDARTINIAI SPRENDIMAI –  
VAMZDYNAI KLOJAMI NET ANT PASTATŲ**



5.6 pav.

vamzdžiai klojami tiesiog žemėje, jų sumontavimo išlaidos mažėja. Tai sudaro sąlygas įrengti termofikacinius vamzdynus, sujungiančius ypač vieną nuo kito nutolusius objektus. Kopenhagos, Prahos, Reikjaviko ir kai kurių kitų miestų šildymui panaudojami energijos gamybos objektai nutolę nuo vartotojų kelias dešimtis kilometrų. Brangstant kurui tokios CŠT trasos vis labiau atsiperka, kadangi yra sudarytos puikios sąlygos didelių energijos gamybos šaltinių integravimui į CŠT sistemas (pvz., biokuro ar komunalinių atliekų deginimo kogeneracinės jėgainės, pramonės įmonių atliekinės šilumos transportavimas ir pan.).

## NAUJOS ŠILUMOS TIEKIMO TRASOS VOKIETIJOJE BEI DANIJOJE



Ulmo mieste, Vokietijos pietuose, Badeno–Vurtembergo žemėje prie Dunojaus, kuriame gyvena 120 tūkst. gyventojų, veikia dvi kogeneracinės jėgainės. Pirmoji jėgainė eksploatuojama nuo 2004 m. (šiluminė galia – 58 MW, elektrinė – 8,6 MW). Antroji jėgainė eksploatuojama nuo 2010 m. (šiluminė galia – 70 MW, elektrinė – 20 MW).

Dvi sistemas jungiančio tinklo ilgis mieste – 5,5 km. Šilumos gamybai naudojama apie 85 % biokuro ir komunalinių atliekų nuo viso sunaudojamo kuro kiekio.



Danijos miestų Koldingo, Frederisijos, Middelfarto ir Vejle CŠT atskiri tinklai sujungti vamzdynu, kurio ilgis – 80 km. Šiluma tiekiami į CŠT tinklą iš:

- pramonės įmonių kaip atliekinė šiluma (naftos perdirbimo gamyklos, trąšų gamykla);
- komunalinių atliekų deginimo jėgainių;
- kombinuoto ciklo šiluminės elektrinės.

5.7 pav.

Vokietijoje, Danijoje ir kitose išsivysčiusiose Europos šalyse sėkmingai plečiamos naujos CŠT sistemos, sujungiančios kelis miestus – taip geriau panaudojami šilumos gamybos šaltiniai, o vartotojai aprūpinami pigesne šiluma.

Lietuvoje įvykusios politinės permainos sudarė galimybes Lietuvos šilumos tiekėjams įsigyti modernius, naujomis technologijomis pagrįstus įrenginius, CŠT sistemoms atnaujinti ir plėsti panaudoti kitų šalių patirtį. Šiuo metu į Lietuvos CŠT sektorių diejami nauji modernūs įrenginiai ir technologijos savo inovacijomis dažnai aplenkia Vakarų Europos šalyse padarytus techninius sprendimus, kurie buvo įgyvendinti kiek anksčiau. Bendradarbiavimas su Europos šilumininkų asociacija (*Euroheat*), privačių operatorių atėjimas į Lietuvos CŠT rinką sudaro galimybes perimti naujausius technologinius sprendimus bei vadybos metodus šioje srityje.

## NAUJŲ ŠILUMOS TIEKIMO TRASŲ MONTAVIMO DARBAI LIETUVOS MIESTUOSE (kairėje – Šiauliuose, dešinėje – Mažeikiuose)

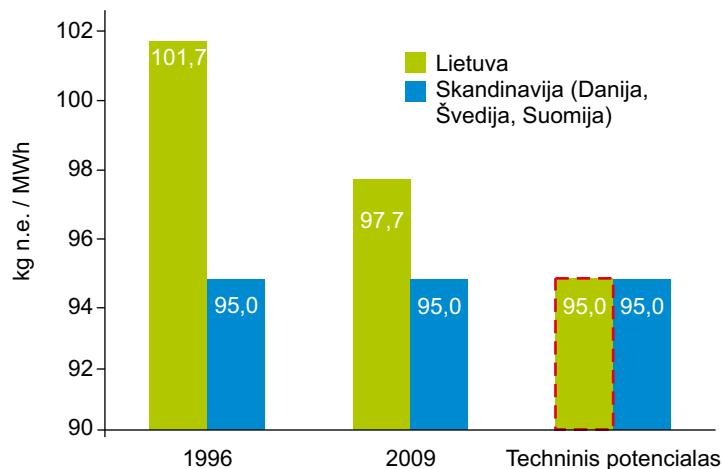


5.8 pav.

Nuo 1996 iki 2009 m. vidutiniai šilumos nuostoliai Lietuvos CŠT vamzdynuose sumažėjo nuo 32,3 % iki 15,7 %. O 1 kWh šilumos pagaminti sudeginto kuro kiekis sumažėjo atitinkamai nuo 101,7 iki 97,7 gramo kuro naftos ekvivalento. Tai reiškia, kad dėl to proporcingai mažėja ir sudeginamo kuro kiekis. Pagal pagrindinius techninius rodiklius Lietuvos CŠT sistemos priartėjo prie moderniausio Europoje Skandinavijos šilumos ūkio, kur vamzdynuose prarandama 8–12 % šilumos, o vienai kWh šilumos pagaminti sudeginami maždaug 95 gramai kuro naftos ekvivalento (5.9 pav.)

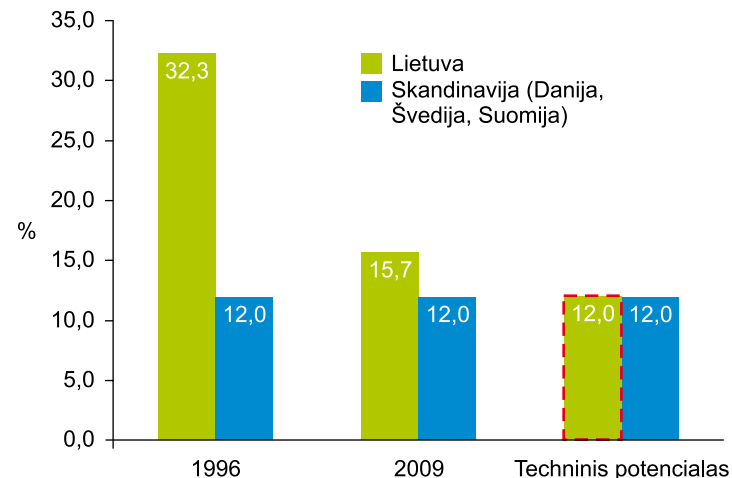
Lietuvos CŠT bendrovės kryptingai investuoja į biokuro panaudojimo didesnes galimybes šilumos ir elektros energijai gaminti. 2009 m. iš biokuro pagaminta per 19 proc. visos centralizuotai tiekiamos šilumos (1997 m. biokuro buvo naudojama tik 1,2 proc.).

**LYGINAMOSIOS KURO SĄNAUDOS ŠILUMOS GAMYBAI LIETUVOJE IR SKANDINAVIJOJE**



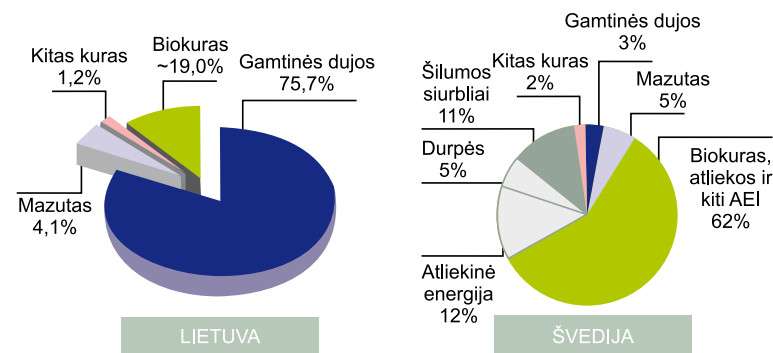
5.9 pav.

**ŠILUMOS NUOSTOLIAI PERDAVIMO TINKLUOSE LIETUVOJE IR SKANDINAVIJOJE**



5.10 pav.

**KURO SĄNAUDŲ STRUKTŪROS ŠILUMOS GAMYBAI Palyginimas LIETUVOJE IR ŠVEDIJOJE 2009 m.**



5.11 pav.



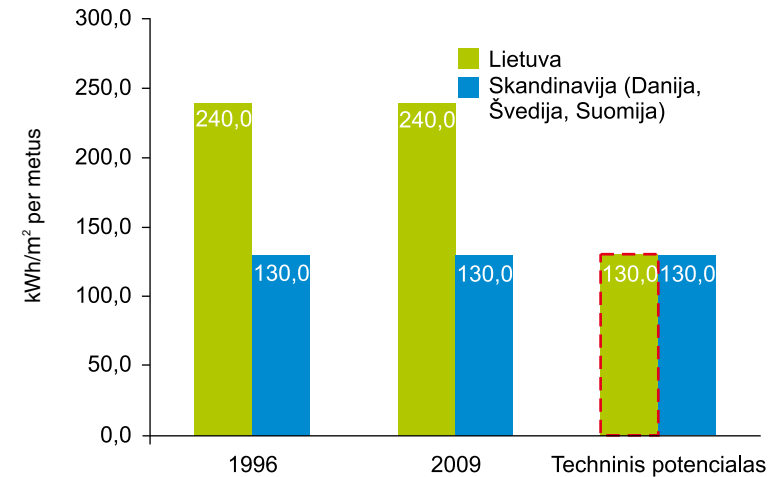
Modernių technologijų diegimas, pigesnio biokuro plėtra, šilumos gamybos efektyvinimas bei šilumos nuostolių mažinimas perdavimo tinkluose reikalauja didelių finansinių išteklių ir pastangų. Apmaudu, kad šios pastangos paleidžiamos vėjais tragiškos būklės daugiabučių gyvenamųjų namų ūkyje, kur labai neracionaliai iki šiol naudojama šiluma. Tai patvirtina ir 2010 m. 30 Europos miestų atliktas tyrimas „*Europos žaliųjų miestų indeksas*“. Vilniaus miestas buvo prasčiausiai įvertintas dėl neefektyvaus energijos vartojimo pastatuose. Tuo tarpu oro kokybė mūsų sostinėje geriausia – daugiausia prie to prisideda centralizuotas šilumos tiekimas. Sunku net įsivaizduoti, kas būtų, jei kiekvienas namas būtų šildomas individualiai ir iš kiekvieno namo kamino rūktų nekontroliuojamos kokybės dūmai.

#### DAUGIABUČIŲ NAMŲ GYVENTOJAI YRA PAGRINDINIAI CENTRALIZUOTAI TIEKIAMOS ŠILUMOS VARTOTOJAI LIETUVOJE



5.12 pav.

#### LYGINAMASIS ŠILUMOS SUVARTOJIMAS, TENKANTIS 1 m<sup>2</sup> BŪSTO ŠILDOMO PLOTO



5.13 pav.

Nerenovuojami daugiabučiai pastatai ne tik švaisto šilumą ir gyventojų bei valstybės lėšas, bet ir kelia nusivylimą gyvenimo kokybe, dako miestų vaizdą. Deja, iki šiol visuomenė ir jai atstovaujanti valdžia taip ir nesurado šios problemos sprendimo būdų, nors gerų pavyzdžių kaimyninėse valstybėse netrūksta.

Regionų komitetas, jungiantis regionų ir savivaldos valdžios atstovus, pabrėžia vietinių iniciatyvų svarbą įgyvendinant atsinaujinančių išteklių naudojimo plėtrą, kaip labai svarbų darnios regionų plėtros komponentą. Atsiliepiant į Europos Parlamento ir Europos Komisijos nuostatas klimato kaitos prevencijos srityje, buvo inicijuotas dokumentas – Merų paktas (*Covenant of Mayors*), kurį 2009 m. vasario 11 d. pasirašė daugiau kaip 500 miestų merų iš visos Europos. Lietuvoje šį paktą yra pasirašę 7 savivaldybių merai (Kauno, Panevėžio, Šilutės, Anykščių, Pakruojo,

## MERŲ PAKTO PASIRAŠYMO CEREMONIJOS AKIMIRKA



5.14 pav.

Vilkaviškio ir Šilalės). Šiuo dokumentu savivaldybių atstovai įsipareigojo aktyviai dalyvauti įgyvendinant klimato kaitos prevencijos priemones jų valdomose teritorijose. Tai – dalyvavimas formuojant ir įgyvendinant nacionalinę politiką, vietinių paramos schemų energijos taupymui bei atsinaujinančios energijos plėtrai suformavimas, visuomenės švietimas, kryptingas teritorijų planavimas.

Merų pakte nurodoma, kad centralizuotas šilumos tiekimas panaudojant biokurą ar kitus atsinaujinančius išteklius – gera galimybė mažinti anglies dvideginio išmetimą ir taip kovoti su klimato kaitos problemomis. Reikia tikėtis, kad savivaldybių tarybos ir merai tinkamai įvertins biokuro ir kitų vietinių išteklių naudojimo centralizuoto šilumos tiekimo sistemose galimybes ir teikiamą naudą valstybei bei pasauliui, o savo teritorijų vystymo planuose numatys atitinkamas priemones.

## CENTRALIZUOTO ŠILUMOS TIEKIMO VIETA LIETUVOS ENERGETINĖJE SISTEMOJE

Didžiausi energijos suvartojimo mastai nepriklausomoje Lietuvoje buvo pasiekti 2008 m. Remiantis Lietuvos energetikos instituto (LEI) informacija, tais metais šalyje galutinės energijos vartotojai įvairiomis jos formomis iš viso sunaudavo apie 5 milijonus tonų naftos ekvivalento arba 57 teravatvalandes energijos (1 TWh=10<sup>12</sup>Wh). Duomenys, pateikti 19 lentelėje, rodo, kad didžiausias galutinės energijos metinis kiekis buvo sunaudotas kaip šilumos energija – apie 46 % viso Lietuvoje sunaudoto energijos kiekio. Šiems poreikiams tenkinti apie 10 TWh šilumos buvo pagaminta centralizuoto šilumos tiekimo sistemose, o likusi dalis (apie 16 TWh) gaminta deginant įvairų kurą šilumos vartojimo vietoje (necentralizuotas kuro naudojimas).

Didžiausia dalis šilumos 2008 m. (apie 17 TWh) buvo sunaudota gyvenamosioms ir kitokioms patalpoms šildyti, karštam vandeniui ruošti bei kitiems buitiniams poreikiams tenkinti. Iš jų apie 8 TWh, arba apie 47 % šio kiekio, patiekė centralizuotos šilumos tiekėjai, o maždaug 2,5 TWh buvo pasigaminta deginant gamtines dujas necentralizuotose ir buitinėse katilinėse. Likęs šilumos kiekis daugiausia su-

19 lentelė. Energijos suvartojimas Lietuvoje 2008 metais.

Eil. Nr.	Suvartotos energijos forma	Metinis kiekis 2008 m.	
		kt <sub>ne</sub>	TWh
1	Šilumos gamyba	2277	26,49
1.1	Pagaminta centralizuotai	863	10,04
1.2	Necentralizuotas kuro naudojimas	1414	16,45
2	Elektros energijos suvartojimas	778	9,05
3	Gamtinės dujos kitiems tikslams	940	10,93
4	Transportas	1848	21,49
<b>Iš viso Lietuvoje:</b>		<b>4903</b>	<b>57,02</b>

virtas individualiuose namuose – buvo gaminamas deginant malkas, anglis, kitokį kurą. Šilumos Lietuvoje vartojama beveik 3 kartus daugiau negu 2008 m. sunaudota elektros energijos (maždaug 9 TWh), tad apsirūpinimas šiluma Lietuvos visuomenei, sprendžiant pagal suvartojamą jos kiekį, yra labai aktualus klausimas. Pagrindinė to priežastis – energetiniu požiūriu prastos kokybės daugiabučiai gyvenamieji namai. Pavyzdžiui, Danijoje ir Suomijoje per metus sunaudojama 110–140 kWh/m<sup>2</sup> šilumos patalpoms šildyti, o Lietuvoje šis rodiklis viršija 200 kWh/m<sup>2</sup>. Atskiruose pastatuose šis skaičius būna dar kelis kartus didesnis. Tai ir nulemia dideles sąskaitas už šilumą. Nors mokėjimo pranešime nurodomas suvartotas pastate (bute) šilumos kiekis ir šilumos vieneto kaina, vartotojai, deja, kartais nesupranta didelio mokėjimo už šilumą priežasties, neįvertina prastos daugiabučių pastatų būklės ir menkai domisi jų apšiltinimo galimybėmis.

#### PANEVĖŽYJE NAUJAI PASTATYTA KOGENERACINĖ ELEKTRINĖ



5.15 pav.

#### NAUJA GARO TURBINA SU GENERATORIUMI VILNIAUS 2-ojoje ELEKTRINĖJE



5.16 pav.

Ekonomiškai stiprios šiaurinės ES valstybės naudoja kelis kartus daugiau elektros negu centralizuotai tiekiamos šilumos. Pavyzdžiui, Suomija sunaudoja apie 90 TWh elektros ir 30 TWh šilumos iš CŠT sistemų. Panašūs santykiai Švedijoje bei Danijoje. Tuo tarpu Lietuvoje elektros ir centralizuotai tiekiamos šilumos kiekiai yra beveik lygūs – po 9 TWh per metus. Įvertinus minėtų šalių pavyzdžius elektros energijos suvartojimas Lietuvoje ateityje turi smarkiai didėti. Tam labiausiai pasitarnaus CŠT sistemos, kurių šilumos gamybos šaltiniuose bus galima įrengti kogeneracines jėgaines, gaminančias ir šilumą, ir elektros energiją. Per 20 nepriklausomybės metų Lietuvoje pastatytos kiek didesnio galingumo kogeneracinės jėgainės Panevėžyje, Vilniuje ir Alytuje.



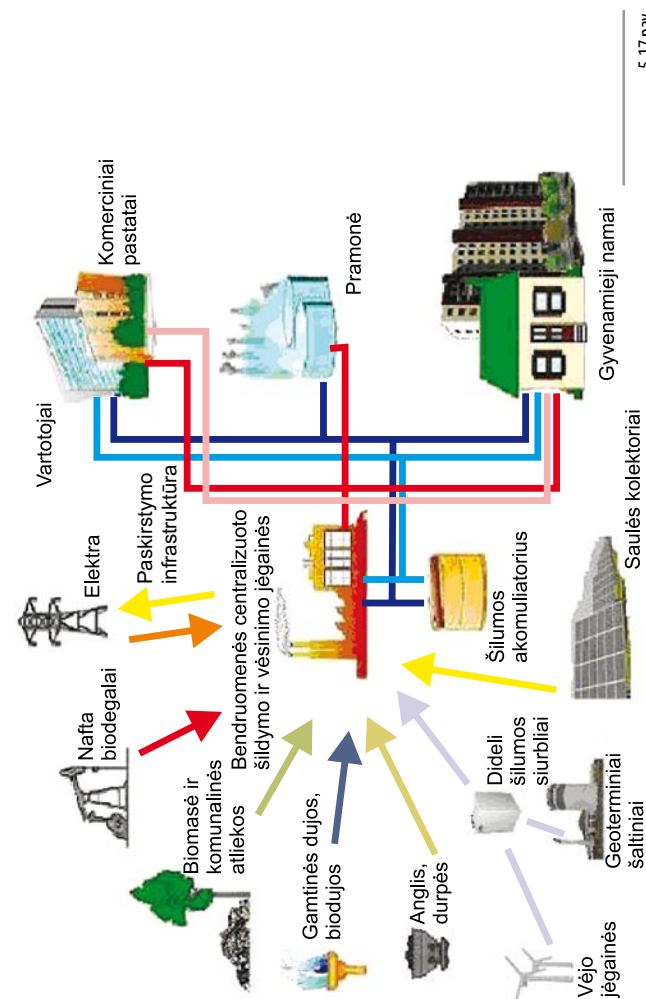
Centralizuoto šilumos tiekimo sektorius Lietuvos energetikoje ir visuomenėje vaidina labai svarbų vaidmenį, tačiau šio sektoriaus potencialas ir unikalioms galimybėms kol kas nepakankamai panaudojamos. Dideliuose katilinių ir elektrinių įrenginiuose galima kokybiškai panaudoti iš esmės bet kokį kurą ir taip užtikrinti šilumos vartotojams būtiną energetinį saugumą, kuro diversifikaciją. Šilumos gamybai vis plačiau panaudojamas biokuras, rengiamasi „įdarbinti“ komunalines atliekas ir kitus vietinius išteklius. Didesni biokuro katilai šilumai gaminti įrengti Vilniuje, Marijampolėje, Mažeikiuose, Ignalinoje, Palangoje, Molėtuose, Raseiniuose, Tauragėje, Utenoje, Varėnoje.

Naujos biokurą naudosiančios kogeneracinės jėgainės statomos Šiauliuose, Alytuje, Utenoje ir kai kuriuose kituose miestuose. Tokie objektai ne tik efektyviau gamina šilumą bei elektrą, bet ir reikšmingai stiprina Lietuvos ekonomiką, sukuria naujas darbo vietas, skatina technologinę pažangą šalyje.

## CŠT SEKTORIAUS VALDYMAS EUROPOS VALSTYBĖSE

Galima įvardinti du kraštutinius požiūrius į centralizuoto šilumos tiekimo administravimą. Pirmasis – *liberalusis* – vertina CŠT kaip vieną iš būdų apsirūpinti šiluma. Šio ūkio gyvybingumą turi lemti jo gebėjimas konkuruoti su kitais šilumos tiekimo būdais. Tai būdinga pietų kraštams, kur patalpų šildymas nėra reikšminga buitinio gyvenimo dalis ir CŠT tiekimas sudaro nedidelę energetinių poreikių dalį (Ispanijoje, Portugalijoje, Italijoje). Šiaurės šalyse toks požiūris dominuoja valstybėse, kur CŠT vystėsi adekvačiai vartojimo poreikiams, kur buvo diegiamos naujausios technologijos ir šios sistemos yra pakankamai efektyvios bei konkurentabilios. Ypač tose šalyse, kur menkai išplėtoti gamtinių dujų tinklai. Tokia situacija susiformavo, pavyzdžiui, Suomijoje. Šiuo atveju nereikalingas valstybės kišimasis į šio ūkio valdymą, šilumos kainas diktuoja rinka ir vartotojų pasirinkimas. Kainos tokiose sistemose dažnai yra žemesnės nei kitų valstybių analogiškose įmonėse. Antrasis

## CENTRALIZUOTO ŠILUMOS TIEKIMO TINKLAS, JUNGIANČIS DAUGYBĘ VARTOTOJŲ IR ĮVAIRIUS ENERGIJOS ŠALTINIUS BEI GAMINTOJUS



5.17 pav.

požiūris – *valstybinis CŠT ūkio reguliavimas* – taikomas siekiant išvengti destruktivos konkurencijos tarp šildymo būdų ir racionaliai panaudoti kiekvienos energetinės infrastruktūros privalumus. Tipinis tokio administravimo pavyzdys yra Danija.

Paskutiniųjų metų patirtis Vakarų Europos šalyse rodo tendencijas pereiti nuo „suomiškojo“ liberalaus modelio prie „daniškojo“ – valstybiniu reguliavimu pagrįsto valdymo. Taip siekiama planingiau plėtoti CŠT tinklus, kad ši infrastruktūra būtų labiau prieinama kuo didesniai vartotojų skaičiui. Planuojama į centralizuoto šilumos tiekimo sistemas įjungti buitinių atliekų deginimo stotis, plėsti šilumos ir elektros kogeneraciją, diversifikuoti kuro naudojimą, taip mažinant anglies dvideginio išmetimą į atmosferą ir priklausomybę nuo monopolizuoto gamtinių dujų tiekimo. Valstybės interesai tokiu atveju įgyvendinami per investicijų planavimą, teritorijų licencijavimą ir kitus reguliavimo mechanizmus.

Subyrėjus sovietinei sistemai CŠT ūkis Rytų ir Vidurio Europos šalyse vystėsi skirtingais keliais. Tose šalyse, kur CŠT buvo paliktas politikų reguliavimui arba iš viso nereguliuojamas, trumpalaikiai interesai nusvėrė strateginius ilgalaikius tikslus. Tai reiškia, kad šilumos kainos dirbtinai palaikomos per mažas, trūksta kreditinių išteklių, todėl daugumoje atvejų ūkis nepajėgus atsinaujinti ir jis nualinamas, įmonės sukaupia didžiules skolas, o visos „skylės“ dangstomos savivaldybių biudžetų lėšomis ar kitokiomis subsidijomis. Dalis CŠT sistemų ten negrįžtamai sunaikinta. Taip valdomas nualintas ūkis nebetraukia rimtų investuotojų, o įmonės išsinuomojė arba įsigiję laikini savininkai perleidinėja akcijas iš rankų į rankas, nelabai besirūpindami šilumos ūkio atnaujinimu.

Tose šalyse, kur valstybės valdžia pereinamuoju laikotarpiu nenusišalino nuo CŠT valdymo atsakomybės, nors ir nepopuliariais, bet santykinai efektyviais metodais ne tik išsaugojo šį brangų turtą, bet jį palaipsniui atnaujina ir plėtoja. Tokio valdymo geriausi pavyzdžiai yra Estija, Čekija, Lenkija, Lietuva. Tokiam valdymui būtinas ekonominis šilumos kainų reguliavimas, kurį įgyvendina ekonominis reguliatorius, teritorijų planavimas ir veiklos licencijavimas, stabili ir aiški įstatyminė bazė bei kitos priemonės, sudarančios sąlygas CŠT sistemoms planuoti ir prognozuoti ūkinę veiklą.

## 2009 m. VILNIUJE VYKUSIOS KONFERENCIJOS „IŠŠŪKIS LIETUVOS ENERGETIKAI: ŠVAISTYTI GALIMYBES AR PASINAUDOTI EUROPOS SĄJUNGOS PATIRTIMI“

Rugsėjo 30 dieną Vilniuje įvykusi tarptautinė konferencija „Iššūkis Lietuvos energetikai: švaistyti galimybes ar pasinaudoti Europos Sąjungos patirtimi“ sutraukė virš 600 dalyvių, tarp kurių – vadovaujantys ES ir Lietuvos energetikos pareigūnai, Lietuvos politikos, energetikos ir vartotojų atstovai. Pirmąją tokio masto energetikos konferenciją šalyje surengė Pasaulio energetikos tarybos Lietuvos komitetas.

Tarptautinės konferencijos  
„Iššūkis Lietuvos energetikai: švaistyti galimybes ar pasinaudoti  
Europos Sąjungos patirtimi“

### REZOLIUCIJA

2009 m. rugsėjo 30 d., Vilnius

Mes, konferencijos dalyviai ir svečiai, atsižvelgdami į *Europos Sąjungos politikos tikslus 2020 metais*: - 20% sumažinti šiltnamio efektą sukeliančių išlaidų kiekį, 20% padidinti atsinaujinančių išteklių dalį, 20% padidinti energijos vartojimo efektyvumą, bei užtikrinti energijos tiekimo saugumą, **konstatuojame**:

- Lietuvai būtina didinti atsinaujinančių išteklių dalį energijos balanse, sumažinti priklausomybę nuo monopolinio iškastinio importuojamo kuro tiekimo.
- Lietuvoje yra dideli, tačiau dar menkai panaudojami šie atsinaujinantys energijos ištekliai: biomasė, komunalinės atliekos ir vėjo energija.
- Diversifikuoti energijos tiekimą, užtikrinant valstybės energetinį saugumą.
- Didinti energijos naudojimo efektyvumą visose energetikos srityse, ypatingą dėmesį skiriant daugiabučių gyvenamųjų namų modernizavimui.

**Konferencijos dalyviai ragina Lietuvos valstybines institucijas:**

Lietuvos šilumos ūkyje:

- Pasažinti visus biurokratinis barjerus, trukdančius efektyviai naudoti atsinaujinančius energijos išteklius ir didinti energetinę nepriklausomybę nuo importuojamo iškastinio kuro, o tuo pačiu – pagerinti importo-eksporto balansą ir sukurti papildomų darbo vietų.
- Šilumos gamybą iš atsinaujinančių energijos išteklių iki 2015 metų padidinti iki 70 procentų, 2020 metų - iki 85 procentų.

Lietuvos elektros ūkyje:

- Sujungti elektros tinklus su Skandinavija ir Lenkija, prisijungti prie UCTE sinchroniniam darbui.
- Testi ŪCTE sistemai pritaikytos Visagino atominės elektrinės projekto įgyvendinimą.
- Elektros energijos dalį, gaminamą iš atsinaujinančių energijos išteklių, Lietuvoje iki 2020 metų padidinti iki 15 procentų.

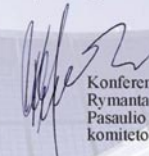
Lietuvos transporto sektoriuje:

- Iki 2012 metų įgyvendinti galimybę vartoti degalus su daugiau kaip 10 % biodegalų;
- Įgyvendinti bandomąjį (pilotinį) projektą II-os kartos biodegalams gaminti.

Aktyvinti visuomenės švietimą apie energetiką, atsinaujinančiųjų energijos išteklių panaudojimą bei energijos taupymą.

Inicijuoti nacionalinį politinių partijų susitarimą dėl naujos energetikos strategijos/ politikos.

  
**World Energy Council**  
CONSEIL MONDIAL DE L'ENERGIE  
Pasaulio energetikos tarybos  
Lietuvos komitetas

  
Konferencijos dalyvių vardu  
Rymantas Juozaitis  
Pasaulio energetikos tarybos Lietuvos  
komiteto pirmininkas

## CENTRALIZUOTO ŠILDYMO ADMINISTRAVIMO POKYČIAI LIETUVOJE

Sovietmečiu, esant planinei ekonomikai, visų paslaugų ar produktų kainos buvo nustatomos dirbtinai, o centralizuotas šildymas buvo traktuojamas kaip valstybės teikiama socialinė paslauga. Tai lėmė, kad šiluma buvo labai pigi, jos apskaitos nebuvo ir niekas energijos taupymu iš esmės nesirūpino. Siekiant pastatyti kuo daugiau gyvenamojo ploto, daugiabučiai pastatai buvo projektuojami taip, kad būtų paprasti, pigūs. Bet, deja, imlūs energijai ir be jos taupymo galimybių. Pastatų eksploatacija, remontu ir atnaujinimu rūpinosi valstybinės įmonės, mokesčiai už šias paslaugas buvo nežymūs, tad gyventojai mažai dalyvavo pastatų priežiūros procese, gal išskyrus vadinamųjų kooperatinių namų, kurių buvo nedidelė dalis, šeiminkus. Dauguma gyventojų ir šiuo metu gyvena senuose daugiabučiuose. O kai reikia už viską mokėti ekonomiškai pagrįstą kainą ir tapti savo privatizuoto būsto (pastato) šeiminku, susiduriama su labai rimtomis problemomis rūpinantis šių pastatų būkle.

Centralizuotas monopolinis šilumos tiekimas iš esmės baigiasi ties namo įvadu ir šį ūkį prižiūri bei reguliuoja kelios valstybės institucijos. Namų vidaus reikalais turėtų rūpintis daugiabučių namų savininkų bendrijos. Kadangi jos kuriasi labai vangiai, tai daugiabučius pastatus daugiausiai valdo administratoriai, kuriuos skiria savivaldybių vykdomosios institucijos.

Nuo 1997 m. Lietuvos CŠT sektorius buvo radikaliai administraciškai reformuotas – jo nuosavybė iš valstybinės (AB „Lietuvos energija“) buvo perduota savivaldybėms, kartu pridodant įvairaus dydžio finansinių išpareigojimų našta. Savivaldybėms tapus CŠT ūkio šeiminkėmis prasidėjo didelės ir įvairios pertvarkos šiame sektoriuje. Prasidėjo regioninių CŠT bendrovių skaidymasis (tik AB „Panevėžio energija“ iki šiol valdo kelių savivaldybių CŠT ūkį), dalis įmonių buvo išnuomos investuotojams, daugiausiai Prancūzijos bendrovei „Dalkia“, kitos tvarkėsi savarankiškai. Po reformos žemas šilumos kainas, kadangi iki tol jos buvo subsidijuojamos AB

„Lietuvos energija“, reikėjo labai padidinti, kad jos padengtų šilumos tiekimo sąnaudas. Žinoma, tai nepopuliarus žingsnis, dalis savivaldybių nesiryžo to daryti, tuo pasmerkdamos šilumos tiekimo įmonių atnaujinimo procesus. Siekiant užtikrinti ekonominę energetikos sektoriaus gyvybingumą, 1997 m. buvo įsteigta Valstybinė kainų ir energetikos kontrolės komisija (VKEKK), kuriai buvo pavesta prižiūrėti ir centralizuoto šilumos tiekimo ekonomiką, organizuoti kainodarą bei atlikti kitas energetikos regulatoriaus funkcijas.

Šilumos ūkio įstatymas yra pagrindinis teisės aktas, reglamentuojantis šilumos ūkio organizavimą, šilumos ūkio subjektų pareigas ir teises, jų tarpusavio santykius, atsakomybę. Detalesnis atskirų centralizuoto šilumos tiekimo aspektų reglamentavimas pateikiamas poįstatyminiuose aktuose (Šilumos tiekimo taisyklės, Licencijavimo taisyklės, Šilumos kainų nustatymo metodika).

Valstybės institucija, tiesiogiai atsakinga už energetikos, taip pat ir CŠT sektoriaus, politiką yra Energetikos ministerija. Ji formuoja pagrindinius valdymo principus, rengia teisės aktų projektus, organizuoja direktyvų, įstatymų įgyvendinimą. Šiai žinybai pavaldi yra Valstybinė energetikos inspekcija (VEI), kuri atsakinga už energetikos objektų saugumą, patikimumą ir efektyvumą. Inspekcijos teritoriniai padaliniai reguliariai tikrina energetikos objektus, suteikia leidimus juos eksploatuoti, sprendžia tiekėjų ir energijos vartotojų ginčus savo kompetencijos srityse. Energetikos sektoriaus monopolinių bendrovių licencijavimą ir ekonominę reguliavimą vykdo VKEKK. Ši organizacija rengia ekonominio reguliavimo metodikas, atlieka licencijuotos veiklos priežiūrą ir tiesiogiai nustato kai kurias energijos kainas bei paslaugų tarifus.

Centralizuoto tiekimo sistemų pilnoji (tinklų) ar dalinė (šilumos gamybos šaltinių) nuosavybė priklauso savivaldybėms. Jos ir yra tiesiogiai atsakingos už centralizuoto šilumos tiekimo organizavimą savo teritorijoje. Savivaldybės, remdamosi šilumos ūkio specialiuoju planu, organizuoja šilumos tiekimą vartotojams, įkurdamos savo valdomas bendroves ar perduodamos valdymo

teises bendros nuosavybės įmonėms ar nuomininkams – CŠT sistemų operatoriams. Savivaldybės vaidina svarbų vaidmenį CŠT bendrovių veikloje: formuoja valdymo ir priežiūros organus, derina šilumos tiekėjų investicinius planus, tikrina ir derina šilumos kainas, išduoda veiklos licencijas mažosioms CŠT bendrovėms. Savivaldybės taryba gali priimti svarbiausius sprendimus dėl centralizuoto šilumos tiekimo politikos savoje teritorijoje, gali teikti finansinę paramą CŠT įmonėms, organizuoja socialinę pagalbą remtiniams šilumos vartotojams, skelbia šildymo sezono pradžią ar pabaigą.

Daugelis kitų valstybės, savivaldos ir visuomeninių organizacijų daro įtaką CŠT bendrovių veiklai, lemia tiekiamos energijos bei paslaugų kainas. Tai valstybės ir savivaldybių nustatomi mokesčiai, rezervinio kuro saugojimo prievolė, aplinkosauginiai standartai ir taršos mažinimo įpareigojimai, priešgaisriniai, higienos, vartotojų informavimo, paslaugų kokybės ir kitokie reikalavimai, kuriuos privalu vykdyti.

Dviejų dešimtmečių patirtis parodė, kad centralizuoto šilumos tiekimo bendrovės, esant dabartinei administravimo sistemai, padarė pažangą ir smarkiai pagerino savo techninį ir ekonominį lygį, o senųjų daugiabučių pastatų ūkis, kuris yra pagrindinis centralizuotos šilumos vartotojas, menkai pasikeitė nuo 1990 m. O daugeliu atvejų – nusidėvėjo. Tai byloja, kad būtinos permainos šių pastatų administravimo srityje. Valstybės institucija, tiesiogiai atsakinga už tinkamą daugiabučių gyvenamųjų namų ar kito gyvenamojo būsto priežiūrą, modernizavimą siekiant mažinant energijos sąnaudas yra Aplinkos ministerija.

## ŠILUMOS TIEKIMO ORGANIZAVIMAS IR SUVARTOTOS ŠILUMOS APSKAITA LIETUVOJE

Šilumos tiekėjas privalo parduoti šilumos vartotojui sutartyje numatytą šilumos ir (ar) karšto vandens kiekį, laikydamasis šalių suderinto ar norminiais dokumentais nustatyto režimo. Šilumos tiekėjas privalo užtikrinti patikimą, saugų ir mažiausiomis sąnaudomis pagrįstą šilumos tiekimą iki įvado į pastatą. Šio proceso kokybė ir standartai reglamentuojami įvairiais teisės aktais, ne viena valstybės institucija kontroliuoja, kad jų būtų laikomasi.

Daugiabučiams gyvenamiesiems namams ir kitiems pastatams centralizuotai tiekiamos šilumos apskaita atliekama naudojantis įvadiniais šilumos apskaitos prietaisais, įrengtais įvaduose į pastatus. Įrengti įvadiniai skaitikliai šilumos tiekimo įmonės privalėjo vykdydamos 1997 m. Vyriausybės nutarimą. 2010 m. Lietuvos šilumos tiekėjų asociacijos (LŠTA) duomenimis, šalyje centralizuotai tiekiamą šilumą aprūpinama apie 30 tūkst. pastatų. Šie pastatai skirstomi į dvi grupes. Pirmąją grupę sudaro komercinės ir visuomeninės paskirties pastatai (apie 13 tūkst.): mokyklos, ligoninės, viešbučiai, pramonės įmonės, administraciniai pastatai. Šios grupės pastatų savininkams šilumos tiekėjai pateikia sąskaitas už visame pastate suvartotą šilumą pagal įvadinio skaitiklio rodmenis. Pastato šilumos vartotojai su pastato savininku už šilumą atsiskaito nepriklausomai nuo šilumos tiekimo įmonių.

Antrąją pastatų grupę sudaro daugiabučiai gyvenamieji namai (apie 17 tūkst.). Kiekvieno buto savininkui šilumos tiekėjai individualiai pateikia mokėjimo pranešimą apie atsiskaitymą už jo bute suvartotą (priskirtą) šilumos kiekį. Šis kiekis nustatomas pagal namo įvadinio skaitiklio rodmenis, kuris dažniausiai paskirstomas proporcingai butų naudingajam plotui.

Įvadinis šilumos apskaitos prietaisas daugiabučiuose parodo, kiek ataskaitiniu laikotarpiu visas namas suvartojo šilumos šildymui, karštam vandeniui ruošti ir karšto vandens temperatūrai palaikyti



(cirkuliacijai). Šilumos kiekis patalpoms šildyti (kWh) dalinamas iš pastato bendro naudingojo ploto ( $m^2$ ) ir nustatomas suvartotos šilumos kiekis  $1 m^2$  ploto šildymui ( $kWh/m^2$ ). Tą padaryti būtina, kad visi vartotojai mokėtų tik už tame objekte sunaudotą šilumą. Pažymėtina, kad tik tokia šilumos apskaita fizikiniu požiūriu yra tiksli. Kadangi šilumos srautai pastato viduje „migruoja“ per vidines sienas ar perdangas, tai suvartoto energijos kiekio priskyrimas atskiram butui daugiaaukščiame pastate yra tik sąlyginis ir grindžiamas sutartiniais principais. Šilumos paskirstymui tarp vartotojų daugiabučiame name yra taikomi VKEKK skelbiami šilumos paskirstymo būdai, kurie priklauso nuo daugiabučių namų vidaus šildymo ir karšto vandens sistemų tipų ir šilumos apskaitos būdų. Atskiro namo vartotojai gali pasirinkti vieną iš jų arba nustatyti savo šilumos paskirstymo tvarką, kuriai turi pritarti dauguma namo gyventojų.

Daugiabučiuose gyvenamuosiuose namuose, statytuose iki 1997 m., buvo suprojektuotos ir sumontuotos paprastos vienvamzdės arba dvivamzdės vidaus šildymo sistemos be galimybės įrengti šilumos apskaitos prietaisus kiekviename bute (tuo metu dar iš viso nebuvo naudojami šilumos apskaitos prietaisai butams). Šių gyvenamųjų namų buto savininkui šilumos kiekis priskiriamas pagal to namo įvadinio apskaitos prietaiso rodmenis priklausomai nuo jo buto ploto. Tokių gyvenamųjų daugiabučių namų, kuriuose šiluma butams paskirstoma pagal šią sistemą, yra apie 16 tūkst. Analogiškas šilumos apskaitos mechanizmas tokio tipo namuose paplitęs visose valstybėse.

Naujai statomuose daugiabučiuose gyvenamuosiuose namuose montuojamos kolektorinės vidaus šildymo sistemos, kurios suteikia galimybę kiekvienam namo butui įrengti šilumos apskaitos prietaisus, reguliuoti šilumos kiekį butui. O ištikus avarijai ar remonto metu galima išjungti bet kurio vieno buto šildymo sistemą. Šilumos apskaitos prietaisų keitimas ir šilumos reguliavimas bute neturi įtakos kaimyninių butų šildymo kokybei, į visus radiatorius tiekiamo vandens temperatūra yra vienoda, o patiektas šilumos kiekis šilumos skaitikliu skaičiuojamas kiekviename bute. Todėl buto šeimininkas gali reguliuoti ir atsiskaityti tik už šilumą, suvartotą jo bute. Tačiau

bendroms šio daugiabučio namo patalpoms (rūšiams, laiptinėms, palėpėms ir kitoms pagalbinėms patalpoms) šildyti suvartota šiluma apskaitoma pagal įvadinį namo skaitiklį. Bendras kiekvieno buto suvartotas šilumos kiekis šildymui susideda iš jo buto ir bendro naudojimo patalpų šilumos kiekių sumos. Į šilumos kainą įtraukiamos tik pastato įvadinio šilumos apskaitos prietaiso įrengimo ir eksploatavimo išlaidos, o už vidinio paskirstymo įrenginius sumoka individualiai atskirų namų vartotojai, kadangi jie yra skirtingi ir susiję tik su to pastato reikmėmis.

Naujai pastatytų gyvenamųjų daugiabučių namų (2010 m. LŠTA duomenimis), kuriems šiluma paskirstoma pagal šią sistemą, yra apie 800, iš jų apie 300 pagal butuose įrengtus daliklius ir 500 pagal butuose įrengtus šilumos apskaitos prietaisus.

Šiluma šildymui pastatuose vartojama tik šildymo sezono metu, o šiluma karštam vandeniui ruošti reikalinga ištisus metus. Karštas vanduo, kuris patiekiamas į gyvenamąsias patalpas, yra

#### ŠIUOLAIKINIO ŠILUMOS PUNKTO VAIZDAS



5.19 pav.



geriamasis vanduo, pašildytas iki higienos normomis nustatytos 52 °C temperatūros. Lietuva yra viena iš nedaugelio Europos šalių, naudojanti buitines reikmėms vien tik požeminį vandenį.

Tam, kad iš karšto vandens čiaupo bet kuriuo metu tekėtų karštas vanduo, o vonių patalpose būtų užtikrintos higienos sąlygos ir nesiveistų kenksmingos legionelių bakterijos, namo vidaus karšto vandens vamzdynuose, prie kurių prijungti voniose įrengti rankšluosčių džiovintuvai (vadinamieji gyvatukai), turi nuolatos cirkuliuoti reikiamos temperatūros karštas vanduo.

Sudėjus visomis formomis bute ir pastate per mėnesį suvartotą šilumos kiekį (šiluma šildymui, karštam vandeniui ruošti ir karšto vandens temperatūros palaikymui), gaunamas bendras šilumos kiekis, už kurį turi sumokėti kiekvieno buto ar patalpos savininkas. Šis energijos kiekis nurodomas mokėjimo už šilumą pranešime, kuris pateikiamas buitiniams vartotojams, arba sąskaitoje, kuri išrašoma juridiniams subjektams.

Atsiskaitymo dokumentuose nurodoma tiksliai, aiški ir išsami informacija, kuria remdamasis šilumos tiekėjas apskaičiuo mokesčio dydį už gyventojų suvartotą šilumos kiekį patalpoms šildyti ir šilumos kiekį karštam vandeniui ruošti bei karšto vandens temperatūrai palaikyti. Pateiktos informacijos turi užtekti, kad vartotojas galėtų patikrinti, ar teisingai jam apskaičiuoti mokesčiai. Kartu gali būti nurodoma įvairi papildoma informacija, paaiškinimai ar kita medžiaga. Jeigu šilumos vartotojams kyla klausimų ar abejonių dėl šilumos kiekio, jie gali kreiptis paaiškinimo į šilumos tiekėją ar kitą subjektą, parengusį atsiskaitymo dokumentą. Jeigu vartotojas nesutinka su šilumos tiekėjo pateikta informacija ar duomenimis, jis turi teisę kreiptis į atitinkamas energetikos sektorių administruojančias institucijas. Energijos kiekių teisingumo tyrimus ir su tuo susijusius ginčus sprendžia Valstybinė energetikos inspekcija. Jeigu vartotojas abejoja taikomos šilumos kainos teisingumu, jis gali kreiptis patikslinimo į savivaldybę ar į Valstybinę kainų ir energetikos kontrolės komisiją, kuri ikiteismine tvarka nagrinėja ginčus dėl šilumos kainų nustatymo ir taikymo.

Analizuojant šilumos suvartojimo duomenis atskiruose pastatuose (žiūrėti 20 lentelę) galima konstatuoti, kad tame pačiame mieste, taikant tą pačią šilumos kainą mokėjimas 1 m<sup>2</sup> ploto šildymui skiriasi iki 6 ir daugiau kartų – proporcingai sunaudotos šilumos kiekiui. Blogiausi energetiniu požiūriu yra senieji mažabučiai pastatai (didelę įtaką tam turi lauko sienos), o geriausi yra naujos statybos arba renovuoti dideli daugiaaukščiai. Įtakos turi atitvarinių sienų kokybė, pakeistų langų skaičius, šildymo pastate reguliavimo sistema ir kitos priežastys.

Dabartinė CŠT organizacija pagrįsta siekiu, kad kiekviename pastate suvartotas šilumos kiekis būtų tiksliai išmatuotas, už jį būtų atsiskaityta ir niekas nesiektų parduoti kuo daugiau šilumos. Kaip šilumą paskirstyti tarp daugiabučio namo vartotojų, kaip už ją atsiskaityti (galimas vienanarės ar dvinarės šilumos kainos variantas),

20 lentelė. Mokesčiai už šilumą Vilniaus miesto daugiabučiuose 2010 m. sausio mėnesį.

VILNIUS (UAB „VILNIAUS ENERGIJA“)								
vidutinė lauko oro temperatūra: -10,4 °C, dienolapsniai: 880,1								
Adresas	Butų sk.	Statybos metai	Patalpų šildymui	Namo plotas	Šilumos suvartojimas šildymui	Šilumos kaina gyventojams Vilniuje (su PVM)	Mokėjimai už 1 m <sup>2</sup> ploto šildymui (su PVM)	Mokėjimai už 60 m <sup>2</sup> ploto buto šildymui
	vnt.	metai	MWh	m <sup>2</sup>	MWh/ m <sup>2</sup>	LVMWh	Lt/ m <sup>2</sup>	Lt/ mėn.
Sviliškių g. 4, 6	116	2007	83,57	7057	0,01184	207,54	2,46	<b>147,46</b>
Žirmūnų g. 3	61	iki 1992	40,45	2700	0,01498	207,54	3,11	<b>186,55</b>
S. Žukausko g. 34	63	2002	62,86	3321	0,01884	207,54	3,91	<b>234,57</b>
M. Mažvydo g. 13	50	2006	66,09	2986	0,02216	207,54	4,60	<b>275,93</b>
Ūmedžių g. 80, 82	40	1995	67,57	2730	0,02475	207,54	5,14	<b>308,17</b>
Papilėnų g. 2	19	1995	43,95	1580	0,02782	207,54	5,77	<b>346,36</b>
Žėručio g. 1	30	1970	53,91	1713	0,03146	207,54	6,53	<b>391,80</b>
Žirmūnų g. 62	60	iki 1992	105,99	3253	0,03258	207,54	6,76	<b>405,72</b>
Linksmoji g. 77	22	1989	43,29	1180	0,03670	207,54	7,62	<b>456,98</b>
Klinikų g. 11	19	iki 1992	54,15	1010	0,05380	207,54	11,12	<b>667,38</b>
J. Tiškevičiaus g. 6	4	1963	8,81	151	0,05836	207,54	12,11	<b>726,73</b>
V. Grybo g. 24	6	iki 1992	20,62	310	0,06644	207,54	13,79	<b>827,36</b>

kada pradėti šildymo sezoną, o kada baigti, kurią namą administruojančią organizaciją pasirinkti ir daug kitų klausimų gali išspręsti butų savininkai. Viešai skelbiama informacija apie šilumos suvartojimą atskiruose pastatuose leidžia analizuoti pastato energetines charakteristikas ir spręsti apie renovacijos ar kitų taupymo priemonių tikslingumą. Deja, Lietuvoje iki šiol nesukurta efektyviai veikianti daugiabučių namų savininkų organizavimo sistema, tad jų kolektyviniai sprendimai kol kas priimami vangiai, o daug įsisenėjusių problemų nesprenžžiama. Lietuvoje daugiabučiams namams valdyti įsteigta labai mažai savininkų bendrijų, tad didžiąją dalį pastatų administruoja savivaldybių paskirti arba gyventojų pasirinkti administratoriai. O valstybės institucija, tiesiogiai atsakinga už tinkamą daugiabučių gyvenamųjų namų ar kitokio būsto priežiūrą bei modernizavimą siekiant mažinti energijos sąnaudas, – Aplinkos ministerija.

## CENTRALIZUOTO ŠILUMOS TIEKIMO KAINODARA IR EKONOMIKOS RAIDA

Lietuvos energetikos (taip pat ir CŠT sektoriuje) teisinėje sistemoje suformuluoti tikslai ir principai reiškia, kad mūsų šalies centralizuoto šilumos tiekimo veikla turi būti grindžiama ekonominiais (ne socialiniais) pagrindais. T.y. – sąnaudos padengiamos pajamomis, investuoti pinigai turi uždirbti pelną, o vartotojų ekonominis gynimas užtikrinamas kontroliuojant sąnaudų ir pelno pagrįstumą, skatinant šilumos tiekimo efektyvumą bei patikimumą. Tai reiškia, kad pajamos šilumos tiekimo veiklai užtikrinti turi būti surenkamos iš šilumos vartotojų. Be to, centralizuotas šilumos tiekimas yra licencijuojama veikla, todėl ja užsiimančios bendrovės turi vykdyti įvairias prievoleles. Pavyzdžiui, prijungti šilumos vartotojus licencijuotoje teritorijoje, nenutraukti šildymo nemokiems vartotojams. Šioms funk-

cijoms vykdyti reikalingos lėšos, kurių turi suteikti vartotojai ar kiti finansiniai donorai.

Įprastai šilumos vartotojų sąskaitos už šilumą suskaičiuojamos kaip sandauga suvartotos (priskirtos) šilumos ir nustatytos vienana-rės šilumos kainos:

$$\text{MOKĖJIMAS UŽ ŠILUMĄ (Lt/mėn.)} = \text{Šilumos kiekis (kWh/mėn.)} \times \text{Šilumos vienanarė kaina (Lt/kWh)}$$

Tokia atsiskaitymo sistema paprasta, bet ekonominiu požiūriu nekorektiška, nes neatspindi šilumos tiekimo išlaidų. Iš tikrųjų net ir visiškai nevartojant šilumos energijos atskiruose butuose, būtina ją gaminti ir užtikrinti, kad cirkuliuotų šilumnešis iki kiekvieno vartotojo, kad šie bet kuriuo metu galėtų gauti karštą vandenį, įsijungti šildymą. Toks CŠT sistemos nuolatinio prieinamumo užtikrinimas reikalauja, kad visa sistema nuolat veiktų, nepriklausomai nuo suvartojamos energijos kiekio. Žinoma, nuolatiniam darbingumui užtikrinti reikalingos įvairios sąnaudos, kurios turėtų būti paskirstomos vartotojams proporcingai prijungtai (vartojamai) šilumos galiai (Lt/kW) ir už jas turėtų būti atsiskaitoma kiekvieną mėnesį vienodai, kaip už dvinarės šilumos kainos pastoviąją dalį (galios mokestis). Tuo tarpu sąnaudos, kurias tiesiogiai lemia šilumos vartojimas, turėtų būti paskirstytos proporcingai sunaudotos energijos kiekiui (Lt/kWh) kaip dvinarės kainos kintamoji dalis (energijos kaina). Taikant dvinarę šilumos kainą mokestis už šilumą būtų skaičiuojamas pagal formulę:

$$\text{MOKĖJIMAS UŽ ŠILUMĄ (Lt/mėn.)} = \text{Vartojama šilumos galia (kW/vart.)} \times \text{Galios mokestis (Lt/kW)} + \text{Sunaudota šiluma (kWh/mėn.)} \times \text{Šilumos kaina (Lt/kWh)}$$

Dvinarė kaina parodo, kiek kainuoja išlaikyti CŠT sistemą ir pačios energijos gamybą. Ekonominiu požiūriu išsivysčiusiose šalyse už šilumą įprastai atsiskaitoma pagal dvinarę kainos sistemą, o posovietinėse šalyse dominuoja atsiskaitymai taikant vienanarę šilumos kainos sistemą. Lietuvoje šilumos vartotojams suteikiama galimybė pasirinkti, koku būdu atsiskaityti už šilumą – pagal vienanarę ar dvinarę šilumos kainos sistemą. Bendrasis metinių mokėjimų dydis abiem atvejais yra vienas.

Galutinę šilumos kainą, kuri pateikiama vartotojui, sudaro šilumos tiekimo sąnaudų ir norminio (reguliuojamo) pelno suma. Sąnaudos atitinkamai pagal savo pobūdį skirstomos į kintamąsias ir pastovias (sąlygiškai pastovios sąnaudos). Kintamąsias sąnaudas sudaro kuro, pirktos šilumos, elektros energijos ir vandens kaina, kuri tiesiogiai susijusi su gaminamu ir tiekiamu vartotojams šilumos energijos kiekiu. Pastovios šilumos tiekėjų sąnaudos – tai sąnaudos, kurias CŠT įmonės patiria nepriklausomai nuo pagaminto ir vartotojams pateikto šilumos kiekio, tačiau kurios būtinos viso CŠT komplekso darbingumui užtikrinti tiek einamuoju laikotarpiu, tiek žvelgiant į ilgalaikę perspektyvą. Tas sąnaudas sudaro pagrindinių įrenginių nusidėvėjimo sąnaudos, darbo užmokestis ir socialinio draudimo įmokos, remonto bei kitos eksploatacinės paslaugos, mokesčiai, palūkanos.

Bendrosios centralizuoto šilumos tiekimo sektoriaus sąnaudos pastaraisiais metais labiausiai didėjo dėl išlaidų kurui (žiūrėti lentelėje), kurios nuo 2004 m. iki 2008 m. išaugo vidutiniškai apie 3 kartus. Pažymėtina, kad kuras atskirose CŠT bendrovėse brango nevienodai. Tuose miestuose, kuriuose daugiausiai naudojamas vietinis biokuras, šilumos kainos augo mažiau, nes biokuras brango kur kas mažiau negu importuojamos gamtinės dujos. VKEKK duomenimis, pastaraisiais metais CŠT bendrovių, deginančių biokurą, tiekiamos šilumos kaina 20–30 % žemesnė negu analogiškų įmonių, kurios naudoja gamtines dujas.

21 lentelė. Pagrindiniai centralizuoto šilumos tiekimo sąnaudų pokyčiai Lietuvoje pastaraisiais metais.

Rodiklis	2004	2005	2006	2007	2008
<b>Kintamos sąnaudos, ct/kWh</b>	<b>6,18</b>	<b>6,09</b>	<b>7,54</b>	<b>9,71</b>	<b>14,69</b>
Kuras technologijai, ct/kWh	4,28	4,25	5,78	7,88	12,40
Sąnaudos elektrai ir vandeniui, ct/kWh	0,32	0,32	0,31	0,35	0,38
Sąnaudos šilumai pirkti, ct/kWh	1,58	1,52	1,44	1,48	1,91
<b>Pastoviosios sąnaudos, ct/kWh</b>	<b>4,56</b>	<b>4,64</b>	<b>4,65</b>	<b>5,36</b>	<b>6,25</b>
Amortizacija, ct/kWh	1,29	1,47	1,28	1,25	1,26
Darbo užmokestis, ct/kWh	1,52	1,57	1,68	1,97	2,27
Materialiosios sąnaudos, ct/kWh	1,09	1,17	1,17	1,35	1,62
Mokesčiai, ct/kWh	0,26	0,23	0,17	0,14	0,16
Palūkanos, ct/kWh	0,15	0,12	0,10	0,23	0,38
Kitos sąnaudos, ct/kWh	0,25	0,08	0,24	0,42	0,56

21 lentelėje pateikti duomenys rodo, už ką be išlaidų kurui įsigyti dar sumoka centralizuotos šilumos vartotojai:

- amortizacijos sąnaudos reiškia, kad esamai įrangai atnaujinti ar naujiems įrenginiams įsigyti nebus renkami papildomi mokesčiai, nes šiam tikslui būtinos lėšos jau įtrauktos į šilumos kainą;
- darbo užmokesčio sąnaudos reiškia, kad visais CŠT sistemos eksploataavimo, remonto ar pakeitimo reikalais rūpinasi kvalifikuoti žmonės;
- materialinės sąnaudos skirtos visoms eksploatacinėms ar remontų išlaidoms patenkinti.

Kitaip sakant, į šilumos kainą įtraukiamos šiuo metu eksploatacijai būtinos sąnaudos bei lėšos būsimam įrangos atnaujinimui. Šių sąnaudų kitų šildymo metodų šalininkai paprastai nevertina. Nuo 2000 m. CŠT sektoriaus šilumos pardavimo apimtys stabilizavosi, tad pateikti lente-

lėje VKEKK duomenys iš esmės atitinka ir absoliučias atskirų sąnaudų reikšmes. Pastovijų sąnaudų kitimą pastaraisiais metais lėmė infliacija ir vidutinio darbo užmokesčio augimas Lietuvoje. Kai nuo 2006 m. pradėjo staiga brangti importuojamas kuras (daugiausiai gamtinės dujos), o šilumos kaina buvo perskaičiuota gerokai vėliau, daug CŠT bendrovių buvo priverstos skolintis pinigų veiklai užtikrinti, o dėl to išaugo palūkanų, mokamų bankams, sumos. Reikia atkreipti dėmesį, kad nuo 2009 m. liepos 1 d., įsigaliojus naujam Šilumos ūkio įstatymui, kuriame numatytas šilumos kainų perskaičiavimas kas mėnesį, priklausomai nuo kuro ir perkamos šilumos kainų pasikeitimo, nebus leidžiama ateityje šilumos tiekimo įmonėms patirti didelių nuostolių dėl laiku neperskaičiuotų šilumos kainų, o vartotojai už šilumą nemokės daugiau, nei priklausau.

Kadangi metinis pastovijų išlaidų dydis iš esmės nekinta, tad kuo daugiau būtų realizuojama šilumos, tuo žemesnė gautųsi šilumos kaina, ir priešingai. Tad vieniems vartotojams atsijungus nuo sistemos, šilumos kaina didėja likusiems. Ir, priešingai, atsiradus naujiems vartotojams sumažėja šilumos kaina visiems CŠT sistemos vartotojams.

CŠT sistemos turi didelį privalumą, nes jomis galima prasmingai panaudoti ir kitų subjektų gaminamą šilumą, jeigu tik ji pigesnė negu pačių šilumos tiekėjų gaminama šiluma. Pastaraisiais metais apie 20 % visos šilumos CŠT bendrovės perka iš nepriklausomų šilumos gamintojų (medienos perdirbimo įmonių, chemijos gamyklų) ir taip sumažinamos šilumos tiekimo išlaidos. Šiuo požiūriu CŠT sistemos yra puiki priemonė konkurencijai tarp šilumos gamintojų plėtoti. Kaip rodo 3 lentelės duomenys, perkamos šilumos kaina augo daug mažiau negu šiluma, gaminama nuosavyse CŠT įmonių šaltiniuose.

Įprastai didžiausią rūpestį šilumos vartotojams kelia ne pati šilumos kaina, bet atsiskaitymas už šilumą. Šilumos vartotojai yra ne vienodo ekonominio pajėgumo, gyvena skirtingo dydžio ir kokybės pastatuose, todėl ir mokėjimai už šilumą yra gana skirtingi. Kadangi daugiabučiai pastatai yra kolektyvinė pačių gyventojų nuosavybė, o jų renovacija, tikintis mažinti šilumos suvartojimą, vyksta labai sunkiai, „skausmingas“ kai kuriems vartotojams mokestis už šilumą dažnai susiejamas su „aukšta“ šilumos kaina. Atsiskaitymo už šilumą našta galima būtų palengvinti dirbtinai mažinant šilumos kainą, pavyzdžiui,

mokant už tai dotacijas iš biudžeto ar kitomis lėšomis. Tuomet didesnio šildomo ploto savininkai arba tie, kurie švaisto šilumą, gautų daugiau paramos – t.y. kitų mokesčių mokėtojų pinigų. O tai ekonominiu požiūriu neteisinga. Be to „pigų“ šilumą neskaitina jos taupyti. Išsivysčiusiose laisvos rinkos šalyse, kaip ir Lietuvoje, taikomas principas, kad šilumos vartotojai turi mokėti „tikrą“ kainą už šilumą ir suteiktas paslaugas. O socialinė parama taikoma tik individualiai tiems vartotojams, kurių išlaidos šildymui viršija nustatytą mėnesio pajamų dalį.

Pats paprasčiausias monopolinių energetikos įmonių kainodaros principas yra vadinamasis „sąnaudos + pelnas“ metodas. Jo esmė – reguliariai revizuoti ir koreguoti sąnaudas pagal faktinius įmonių duomenis. Iš esmės šis būdas buvo taikytas Lietuvos CŠT sektoriuje iki 2003 m. Patirtis parodė, kad labai sudėtinga kvalifikuotai ir objektyviai nustatyti sąnaudų būtinumą remiantis atskiros įmonės duomenimis. Paprastai kyla daug ginčų tarp šilumos tiekėjų, savivaldybių, reguliuotojų, vartotojų gynėjų. Tokia kainodara pasidarė ypač netinkama į Lietuvos CŠT sektorių atėjus privačiam kapitalui, kurio natūralus siekis yra uždirbti didesnę pelną. Lengviausias būdas tai pasiekti – „pūsti sąnaudas“ ir „gauti“ kuo aukštesnę šilumos kainą.

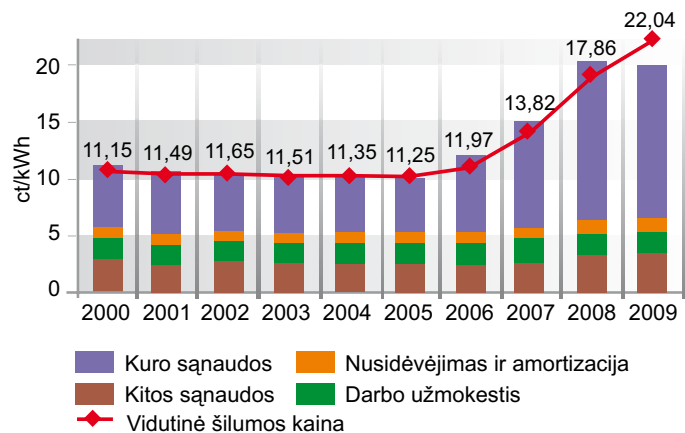
Ilgalaikių kainų principas seniai naudojamas Vakarų Europos šalyse, kuriose CŠT sistemos optimalios, o šilumos kainos nusistovėjusios ir dėl ekonominio vartotojų pajėgumo atsiskaitymas už šilumą nekelia didelių rūpesčių. Rytų bei Vidurio Europoje šis metodas derinamas su periodiniu kainų perskaičiavimu, nes CŠT sistemos dar stipriai keičiasi nuo jų atsijungus kai kuriems vartotojams, dėl CŠT sistemų modernizavimo, kuro pasikeitimo ir kitų priežasčių. Todėl būtina sąnaudas revizuoti koreguojant jų lygį. Vakarų Europos šalyse, kur CŠT sistemos stabilios, šilumos kaina iš esmės tik perskaičiuojama pagal kuro kainų ir infliacijos indeksus. Antai Čekijoje bazinės kainos revizuojamos tik CŠT įmonėse, kur kainos aukštesnės už šalyje nustatytą vidurkį. Nesikišama į bendrovių veiklą, jeigu jos dirba efektyviai.

Kainodaros principas vis plačiau taikomas reguliuojant energetikos įmonių veiklą. Nuo 2003 m. Lietuvos CŠT sektoriuje *ilgalaikės (bazinės) šilumos kainos nustatomos, kasmet ar dažniau koreguojamos tik dėl aiškių ir objektyvių priežasčių*. Šio metodo esmė yra ta, kad visos

šilumos gamybos, perdavimo ir pardavimo sąnaudos detaliai analizuojamos taikant palyginamąją analizę ir skaičiuotinius norminius dydžius kiekvienai CŠT bendrovei. Taip suformuojama „bazinė“ šilumos kaina, kuri sąlyginai „užšaldo“ pastoviąsias sąnaudas 3–5 metų laikotarpiui. O kasmet (arba dažniau) šilumos kaina perskaičiuojama tik dėl objektyvių priežasčių (infliacijos, parduoto šilumos kiekio, kuro kainų). Tokia metodologija užkerta kelią populistiniams trumpalaikiams sprendimams šilumos ūkyje ir užtikrina jo stabilumą bei gyvybingumą. Vis daugiau šalių įdiegia tokią kainodarą, priimdamos atitinkamus įstatymus ir CŠT kainas nustatyti pavesdamos nacionaliniams energetikos ekonominiams reguliuotojams. Ilgalaikės kainos yra pažangus kainodaros principas, derinantis šilumos vartotojų ir tiekėjų ekonominius interesus.

VKEKK duomenys, pateikti 5.19-1 paveiksle, rodo, kad tik nuo 2001 m. Lietuvos CŠT sektorius iš esmės pradėjo dirbti pelningai – nustatytos kainos viršijo bendrųjų sąnaudų dydį. Staigus iškastinio kuro brangimas 2006–2008 m. lėmė, kad nustatomos šilumos kainos nespėjo padengti sparčiai didėjusių išlaidų. Dėl šios priežasties susidarė didžiuliai pajamų ir išlaidų nesutapimai, kurie padengia-

#### VIDUTINĖ CENTRALIZUOTAI TIEKIAMOS ŠILUMOS KAINA IR SĄNAUDOS



5.19-1 pav.

mi vėliau, naudojant kainoje „nepadengtų išlaidų kompensavimo“ komponentą. Toks kainos koregavimas daromas tais atvejais, kai šilumos savikainoje nenumatyta, bet objektyviai padidėja ar sumažėja sąnaudos. Priėmus reikalingus teisės aktų pakeitimus ir pradėjus šilumos kainas perskaičiuoti dažniau negu kartą per metus, tokios pajamų ir išlaidų disproporcijos nesusidaro.

Vartotojai, atsiskaitantys pagal įvadinį skaitiklių rodmenis, apmoka tik šilumos gamybos ir perdavimo komponentų išlaidas. Taip atsiskaito biudžetinės ir verslo įmonės, kai kurios daugiabučių namų bendrijos. Tokiais atvejais, kai šilumos energija tiekama „iki buto“, prie šilumos gamybos ir perdavimo kainos komponentų dar pridėdama „pardavimo“ kaina. Jos sudėtinę dalį sudaro ir abonentinių tarnybų sąnaudos paskirstant šilumą, ją apmokestinant bei administruojant atsiskaitymus. Taip suformuojamos dvi šilumos kainų rūšys. Tokia diferenciacija nediskriminuoja stambiujų vartotojų, kurie nemoka už šilumos paskirstymą daugiabučių namų viduje. Kita vertus, daugiabučiai namai turi galimybę pirkti šilumą pigiau, atsiskaitydami pagal įvadinį namo skaitiklį, negu mokėti už šilumos tiekimą iki kiekvieno buto. Toks šilumos tiekimo būdas, kai monopolinė šilumos tiekėjų veikla baigiasi ties įvadu į namą, yra įprastas Vakarų Europos šalyse. Šilumos kainos gali būti diferencijuojamos pagal šilumos tiekimo sistemas, vartotojų grupes, šilumos vartojimo mastą, šilumnešių tipus ir jų kokybę, tiekimo patikimumą, vartojimo sezoniskumą ar kitus kriterijus.

Šilumos kainų, galiojusių 2010 m. spalio mėnesį atskiruose miestuose, palyginimas pateiktas 5.20 paveiksle. Čia pateikta šilumos kainų struktūra (VKEKK duomenys) rodo, kad didžiausią įtaką šilumos kainai turi išlaidos kurui. Mažuose miestuose, kuriuose deginama daugiausiai mediena, pavyzdžiui, Tauragėje, Molėtųse, Ignalinoje, kuro dedamoji (pažymėtas žaliai) sudaro maždaug 6–10 ct/kWh. O panašaus dydžio miestuose, kuriuose daugiausia deginamos gamtinės dujos, pavyzdžiui, Pakruojuje, Joniškėje, Trakuose, Prienuose, kuro dalis kainoje sudaro 17–22 ct/kWh (geltona spalva). Perkant biomasę laisvoje rinkoje mažais kiekiais (nedidelių miestelių poreikiams) įprastai konkuruoja daug kuro tiekėjų, todėl čia biokuro kainos žemesnės negu dideliuose miestuose. Gamtinių



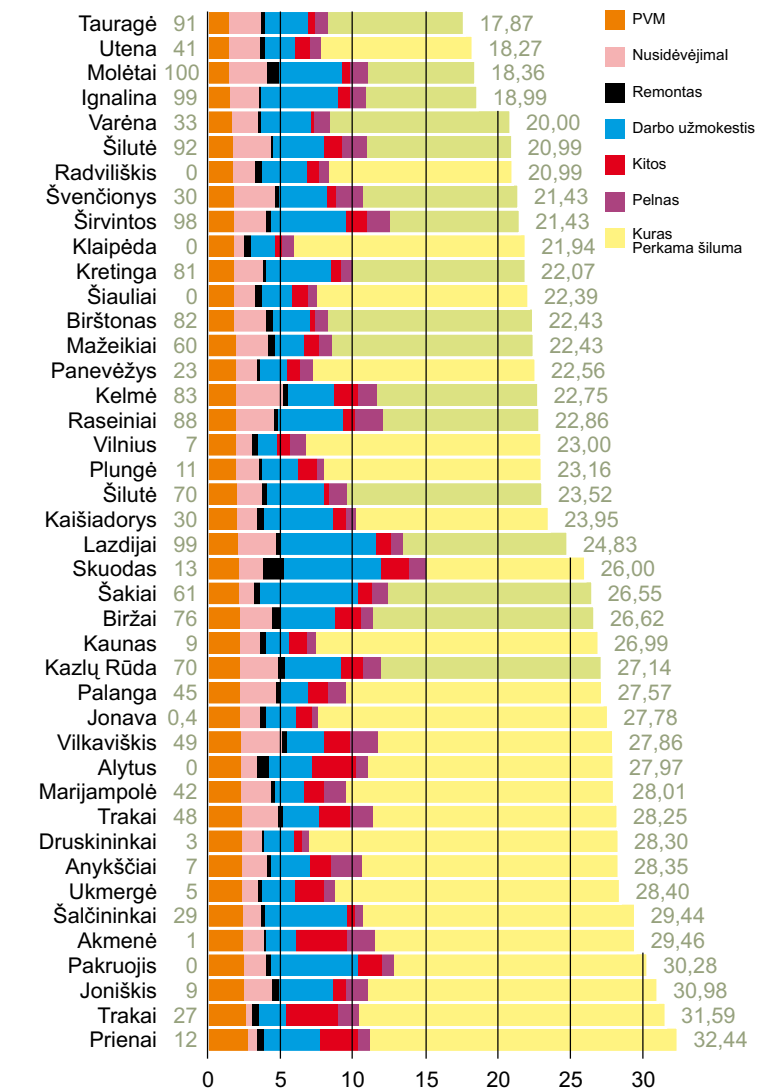
dujų galutinės kainos reguliuojamos VKEKK, todėl maži vartotojai ne tik brangiai moka už patį kurą, bet jiems pridėdama ir didesnė dujų transportavimo kainos dalis (dujų teikėjai patiria daugiau sąnaudų, transportuodami kurą iki smulkių objektų). Tad kuo mažesnis miestas kūrena gamtines dujas (arba turi daug smulkių dujinių katilinių, pavyzdžiui, Anykščiai), tuo patiriamos didesnės išlaidos kurui.

Antras pagal dydį šilumos kainos komponentas – darbo užmokestis (ir su tuo susiję mokesčiai biudžetui) – labiausiai priklauso nuo CŠT bendrovės dydžio, aptarnaujamų katilinių skaičiaus ir jų dydžio, kuro rūšies (daugiau personalo reikia kietąjį kurą naudojančiose katilinėse). Dėl to ir galutinė šilumos kaina gali skirtis maždaug 5 ct/kWh. Daugiausia išlaidų personalo atlyginimui išleidžiama mažuose miesteliuose (iki 7 ct/kWh), o mažiausia didmiesčiuose – apie 2 ct/kWh.

Pagrindinių priemonių nusidėvėjimo atstatymo sąnaudos atskirose CŠT bendrovėse svyruoja nuo 1 ct/kWh iki 3 ct/kWh ir daugiausia būna susijusios su naujo „laisvojoje rinkoje“ įsigyto turto ir „senojo paveldėto“ turto santykiu. Remontų ar kitų įvairių paslaugų pirkimo sąnaudos sudaro nedidelę šilumos kainos dalį. Į šilumos kainą taip pat įtraukiami arba išskaičiuojami objektyvūs išlaidų pokyčiai, kurių nebuvo galima iš anksto numatyti. Pavyzdžiui, kuro kainų svyravimas. Norminis pelnas, įtraukiamas į šilumos kainą, susietas su veiklai naudojamu turto verte ir ilgalaikių įsipareigojimų dydžiu, tad nepriklauso nuo realizuojamos šilumos kiekio.

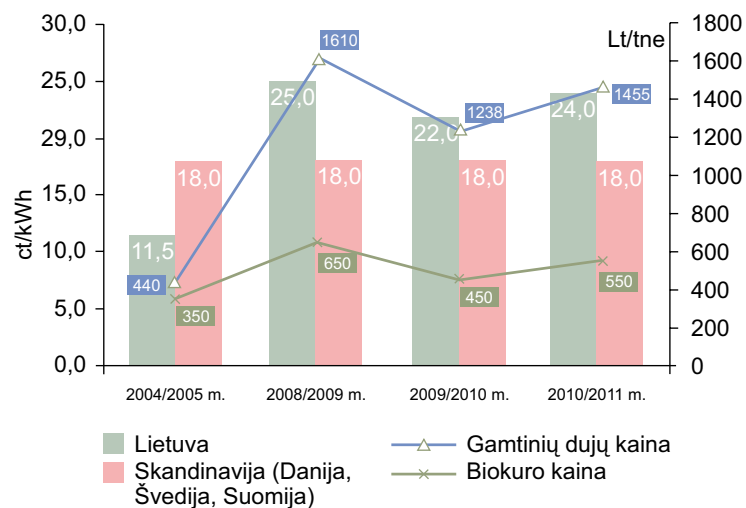
Visų nurodytų veiksnių įtaka lemia, kad šilumos kaina atskiruose miestuose skiriasi iki dviejų kartų. Atskirų sąnaudų dydį lemia „istorinės“ priežastys – CŠT sistemos ir vartotojų struktūra, pagrindinių įrenginių tipas, susidėvėjimo laipsnis ir panašios charakteristikos. Modernizavimo (atnaujinimo) laipsnis, kuro pasirinkimo strategija priklauso nuo administracijos vykdomos politikos, aktyvumo, finansinių išteklių prieinamumo ir bendros reguliavimo aplinkos. Dauguma šių sprendimų priimama savivaldybėse, nes dažniausiai jos yra CŠT sistemų savininkės.

### CENTRALIZUOTO TIEKIMO ŠILUMOS KAINŲ PALYGINIMAS (2010 m. spalio mėn.)



Bendram šilumos kainų lygiui įvertinti naudojama vidutinė reikšmė, kuri pateikiama 5.21 paveiksle. Akivaizdu, kad 2007–2009 m. šilumos kainos Baltijos šalyse labai didėjo dėl gamtinių dujų kainų šuolio. Tuo tarpu Skandinavijos šalyse, kur didelė dalis šilumos gaminama naudojant biokurą, komunalines atliekas ar kitokius atsinaujinančius energijos išteklius, buvo palyginti stabilios. Svarbu suprasti, kad šilumos tiekėjai kurą ir pagrindines gamybos priemones perka toje pačioje tarptautinėje rinkoje ir todėl šilumos tiekimo sąnaudų dydis panašus. Šilumos kainos galutiniams vartotojams (įskaitant įvairius mokesčius, bet be PVM), pateiktas 5.20 paveiksle, tai patvirtina.

### ŠILUMOS IR KURO KAINŲ PALYGINIMAS LIETUVOJE IR SKANDINAVIJOJE SKIRTINGAIS ŠILUMOS SEZONAIS



**LIETUVA.** Šilumos tiekimo įmonėse šilumos kaina svyruoja nuo 21,00–29,41 ct./kWh pagrindinis kuras – dujos

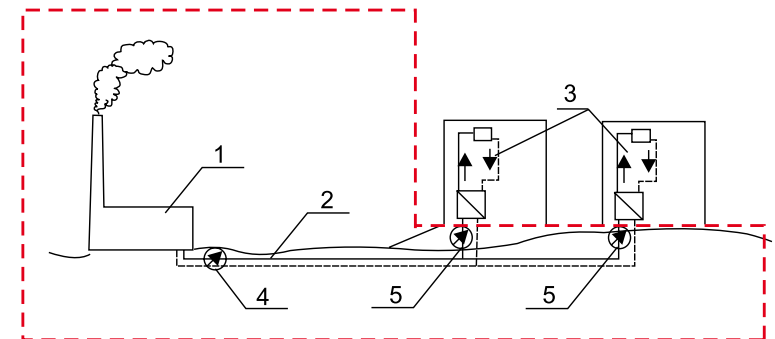
**SKANDINAVIJA.** Vidutinė šilumos kaina apie 18 ct/kWh pagrindinis kuras – biomasė

5.21 pav.

### ŠILUMOS KAINŲ NUSTATYMO PROCEDŪROS IR ATSAKOMYBĖ

Neturėdamos pakankamai lėšų ir nesugebėdamos organizuoti greito „anais“ laikais statytų pastatų atnaujinimo proceso ar padidinti vartotojų mokumo dauguma posovietinių valstybių susiduria su pasitikėjimo centralizuotai tiekiamos šilumos kainomis problema. Siekiant padidinti šilumos kainų nustatymo skaidrumą, šilumos tiekimo procesas analizuojamas pagal atskiras veiklos sritis: šilumos gamybą, perdavimą ir pardavimą. Būtinoms sąnaudoms kiekvienoje srityje nustatyti naudojama VKEKK informacinė sistema, kurią pasitelkus renkami, analizuojami ir apibendrinami CŠT įmonių techniniai ir ekonominiai rodikliai, o jų pagrindu formuojami norminiai arba siektini dydžiai. Nustatant bazines kainas įskaičiuojami faktiniai rodikliai, jeigu jie geresni už norminius. Bet jeigu blogesni – nustatomi norminiai dydžiai, o šilumos tiekėjai turi kuo greičiau

### ŠILUMOS TIEKĖJO VEIKLOS IR ATSKAITOMYBĖS RIBA



- 1 – šilumos šaltinis;
- 2 – šilumos tiekimo ir paskirstymo vamzdinių tinklas;
- 3 – vartotojai;
- 4 – šilumos matavimo prietaisai (~1000 vnt.);
- 5 – pastatų įvadiniai šilumos matavimo prietaisai (~30000 vnt.).

5.22 pav.

juos pagerinti, kadangi lėšos šiems sąnaudoms padengti nesuplanuotos įskaičiuoti į šilumos kainą. Palyginamoji analizė, pritaikyta adekvačioms sąnaudoms, yra efektyvus instrumentas parodyti vidinius rezervus, eliminuoti nepagrįstas sąnaudas, apsaugoti šilumos vartotojus nuo permokų už tiekiamą šilumą.

Centralizuotai tiekiamos šilumos kainų nustatymo procese dalyvauja daug valstybės ir savivaldybių darbuotojų, kurie tikrina sąnaudų pagrįstumą, pelno skaičiavimo metodiką ir kitus šilumos kainos formavimo komponentus. CŠT bendrovė rengia projektą šilumos kainoms nustatyti, naudodama VKEKK aprobuotas metodikas ir viešai skelbiamus norminius rodiklius. Šilumos kainų projektą nagrinėja savivaldybių administracija (išnuomotų CŠT bendrovių priežiūrai būna įsteigta dar ir atskira įmonė), vartotojų gynimo valstybinės ir visuomeninės organizacijos. Savivaldybės tarybos nustatyta šilumos kaina tikrinama Valstybinėje kainų ir energetikos kontrolės komisijoje. Jeigu nukrypstama nuo galiojančių metodikų ir šilumos kaina būna nustatyta neteisingai, VKEKK turi teisę teisingą šilumos kainą nustatyti vienašališkai. Periodinis atskirų kainos dedamųjų koregavimas atliekamas pagal dokumentais pagrįstus rodiklius (realizuotą šilumos kiekį, kuro pirkimo dokumentus, infliaciją ir kt.). Licencijuotai veiklai būtinos prekės ir paslaugos perkamos vadovaujantis viešųjų pirkimų tvarka, kurią prižiūri Viešųjų pirkimų komisija. Visi šilumos kainų skaičiavimo projektai ir jų nustatymo rezultatai skelbiami viešai ir visi norintys gali dalyvauti šiame procese.

Tokiu būdu Lietuvoje į šilumos kainos nustatymo procedūrą įtraukiamos ne tik CŠT bendrovės, bet ir savivaldybės, valstybinė kainų ir energetikos kontrolės komisija, o esant ginčams – ir Valstybinė energetikos inspekcija ar kitos institucijos. Priimta daug teisės aktų, reglamentuojančių šilumos kainų nustatymo procedūrą, kurie gina vartotojus nuo aukštų šilumos kainų. Kiekvieną mėnesį kainos perskaičiuojamos, skelbiamos viešai. Aktyviai diskutuojama dėl kiekvieno cento šimtosios dalies, tačiau dažnai pamiršamos net realios sąnaudos šilumos gamybos šaltiniuose. Aukščiausių valstybės insti-

tucijų lygiu reikalaujama šilumos bendrovių ataskaitų apie pastovių ir kintamų išlaidų pagrindimą, kad tik vartotojams netektų nepagrįstai per daug mokėti už „brangią“ monopolinę šilumą. Beje, neteisingai nustačiusiam šilumos kainą ar nesilaikančiam šildymo režimo šilumos tiekėjui gresia įvairios nuobaudos ir sankcijos, gali būti atimta netgi licencija verstis šia veikla. Taigi, **šilumos energijos vieneto kaina griežtai kontroliuojama, už ją tenka didelė atsakomybė šilumos tiekėjui**. Deja, tokiu būdu griežtai įstatymais reglamentuojama ir kontroliuojama tik atsiskaitymo už šilumą pirmoji dedamoji – šilumos kaina. Priešinga situacija Lietuvoje yra, kai kalbama apie kitą mokėjimų už šilumą dedamąją – šilumos suvartojimą, kuris labiausiai veikia atsiskaitymo už šilumą dydį. Tik nuo suvartojimo priklauso, kiek mokės tokio paties ploto buto savininkai, kai ir šilumos kaina tokia pati, kad jų butuose būtų palaikoma higienos normomis nustatyta temperatūra.

## ŠILUMOS SUVARTOJIMO PASTATUOSE ADMINISTRAVIMAS IR ATSAKOMYBĖ

Dabar galiojantys teisės aktai („*Butų ir kitų patalpų savininkų bendrosios nuosavybės administravimo pavyzdiniai nuostatai*“, *pavirtinti Vyriausybės*), į šilumos suvartojimo analizės procedūras ir energijos sąnaudų mažinimo darbus daugiabučiuose namuose iš esmės įtraukia tik namo administratorių, kurių skiria savivaldybės administracijos direktorius ar jo įgaliotas atstovas (jei nėra namo bendrijos).

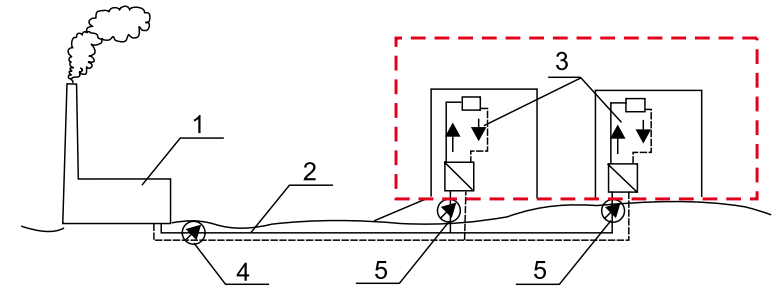
Vadovaudamasis minėtais nuostatais, pastato administratorius turėtų atlikti daug funkcijų, susijusių su energijos vartojimo pastatuose problemų sprendimu. Pavyzdžiui, jis turi „...raštu pateikti paaiškinimus ir duomenis apie jiems (gyventojams) apskaičiuotus mėnesinius mokesčius“ arba „organizuoja namo bendrojo naudojimo objektų atnaujinimo darbų, nuolatinės techninės priežiūros (ekspl-

atavimo) ir kitų su administruojamu namu susijusių paslaugų pirkimą. Tad daugiabučio pastato savininkams atstovaujantis administratorius privalo užtikrinti pastato kokybišką būklę ir turėti visą informaciją apie pastatui tiekiamas paslaugas (taip ir apie šilumos suvartojimą). Informacija apie šilumos naudojimą administruojamame pastate ir atskiruose butuose (netgi viso miesto ar net šalies) yra lengvai prieinama ir galima nesunkiai įvertinti namo energines savybes bei inicijuoti darbus joms pagerinti. Tai daryti administratorius įpareigoja minėtas dokumentas: „remdamasis <...> name suvartojamos šilumos energijos <...> ar energinio audito duomenimis, rengia daugiabučio namo bendrojo naudojimo objektų atnaujinimo metinius ir ilgalaikius darbų planus <...>, imasi priemonių šiems planams įgyvendinti ir vykdo šių darbų užsakovo funkciją“.

Jeigu konkretus pastatas vartoja nepamatuoti daugiabučių daug energijos, administratorius privalo inicijuoti projektą tokiam pastatui apšiltinti: „Jeigu name per metus patalpų šildymui suvartotos šilumos kiekis viršija Valstybinės kainų ir energetikos kontrolės komisijos nustatomas maksimalias šilumos suvartojimo daugiabučių namų butams ir kitoms patalpoms šildyti normas, rengia pasiūlymus dėl namo bendrojo naudojimo objektų atnaujinimo (modernizavimo) pagal Lietuvos Respublikos Vyriausybės patvirtintą Daugiabučių namų atnaujinimo (modernizavimo) programą.“ Parengtus pasiūlymus dėl renovacijos ir susijusius paaiškinimus administratorius teikia pastate esančių butų ir kitokių patalpų savininkams apsvarstyti bei sprendimui priimti.

Iš paminėtų teisės akto punktų matyti, kad administratorius tik savo nuožiūra ar iniciatyva atlieka jam pavestas funkcijas. Nėra griežtos ir aiškios tvarkos, pagal kurią administratorius privalėtų gyventojams ar valstybės (savivaldos) institucijoms pateikti duomenis apie pastato energijos sąnaudas, už kurias jis iš esmės yra tiesiogiai atsakingas. Nė viena valstybės įstaiga neturi prievolės sistemingai rinkti duomenis ir analizuoti energijos sąnaudas pastatuose. Todėl nėra tvarkos ar pildomų ataskaitų formos, kaip rinkti duomenis apie šilumos suvartojimą. Nė vienas šiuo metu galiojantis teisės aktas imperatyviai neįpareigoja administratoriaus, esant bū-

### ADMINISTRATORIAUS VEIKLOS IR ATSKAITOMYBĖS ZONA



- 1 – šilumos šaltinis,
- 2 – šilumos tiekimo ir paskirstymo vamzdinių tinklas,
- 3 – vartotojai,
- 4 – šilumos matavimo prietaisai (~1000 vnt.);
- 5 – šilumos matavimo prietaisai pastatų įvaduose (~30000 vnt.).

5.23 pav.

tinybei, organizuoti daugiabučiam gyvenamajam namui sutvarkyti reikalingus darbus, kurie leistų mažiau suvartoti name šilumos.

Esant tokiai situacijai, pastato administratorius gali tik imituoti, jog atlieka darbus, juos prižiūri, kontroliuoja ir skaidriai atsiskaito su rangovais bei namo gyventojais. Teisinė bazė, reglamentuojanti administratorių veiklą, atskaitomybę ir kontrolę, Lietuvoje nėra parengta. Dėl to labiausiai ir kenčia šilumos vartotojai, gyvenantys energiją švaistančiuose daugiabučiuose ir mažai galintys paveikti administratorių veiklą.

Palyginti šilumos vieneto kainos nustatymo kontrolę bei atsakomybę ir šilumos suvartojimo pastatuose neatsakingą vartojimą, nuo kurio labiausiai priklauso mokėjimai už šilumą šildymui, akivaizdu, kad būtina įgyvendinti bent keletą administracinių pokyčių, siekiant paspartinti pastatų modernizavimą ir taupyti šilumą.

■ Turėtų būti parengta teisinė bazė, kuri detalai įpareigotų pastatų

savininkus ar jų atstovus (bendrijų vadovybę, administratorius) sistemingai rinkti ir teikti informaciją apie šilumos vartojimą atskiruose pastatuose atsakingoms valstybės ar savivaldos institucijoms, kurios priimtų reikiamus sprendimus dėl renovacijos planų, reikalingos paramos apimčių.

- Teisės aktais turėtų būti įtvirtintos oficialios standartinės šilumos mėnesinių ir metinių sąnaudų registravimo formos, kurias pasitelkus surinkti duomenys būtų viešai skelbiami, analizuojami ir padėtų piliečiams įvertinti atskirų pastatų energetinę vertę.
- Administratoriai privalėtų oficialiai valstybės institucijoms ir gyventojams pateikti darbų, leisiančių mažinti šilumos sąnaudas, sąrašus, juos patvirtinti ir organizuoti jų įgyvendinimo procesą. Jeigu pastato savininkai nesima priemonių šilumai taupyti, reikia priimti sprendimus dėl fiskalinės paramos panaikinimo energiją švaistančiuose pastatuose.
- Teisiškai nustatyti kategoriją energiniu požiūriu blogiausių pastatų, kurių renovaciją reikėtų atlikti be savininkų sprendimo, siekiant užtikrinti privalomuosius pastato techninius reikalavimus.
- Numatyti instituciją, kuri kontroliuotų administratorių atliekamas funkcijas, darbų kokybę ir finansinį skaidrumą.
- Kaupti lėšas daugiabučio gyvenamojo namo bendrojo naudojimo objektams atnaujinti (modernizuoti).

Neįgyvendinus reformos pastatų administravimo srityje, šilumos suvartojimas juose bus didelis, o mokėjimai už šilumą augs ir toliau. Sunki kai kurių šilumos vartotojų ekonominė padėtis gali tapti dar blogesnė. Deja, tokia padėtis formuoja nepagrįstai iškraipytą ir neigatyvią nuomonę apie centralizuoto šilumos tie-

22 lentelė. Tame pačiame mieste esančių vienodo dydžio butų mokėjimų už šilumą palyginimas, kai skiriasi pastatų energetinė kokybė (VKEKK duomenys).

		2009 m. sausis	2010 m. sausis
Šilumos kaina be PVM	ct/ kWh	22.56	19.04
1 m <sup>2</sup> apšildyti sunaudotas šilumos kiekis	MWh/ m <sup>2</sup>	0.00952	0.01184
1 m <sup>2</sup> apšildymo kaina	Lt/ m <sup>2</sup>	2.26	2.46
Šilumos sąskaita 60 m <sup>2</sup> butui be PVM	Lt	128,86	135.26
PVM	%	5	9
<b>Šilumos sąskaita 60 m<sup>2</sup> butui su PVM</b>	<b>Lt</b>	<b>135,31</b>	<b>147,43</b>

		2009 m. sausis	2010 m. sausis
Šilumos kaina be PVM	ct/ kWh	22.56	19.04
1 m <sup>2</sup> apšildyti sunaudotas šilumos kiekis	MWh/ m <sup>2</sup>	0.04079	0.06644
1 m <sup>2</sup> apšildymo kaina	Lt/ m <sup>2</sup>	9.66	13.79
Šilumos sąskaita 60 m <sup>2</sup> butui be PVM	Lt	552.13	759.01
PVM	%	5	9
<b>Šilumos sąskaita 60 m<sup>2</sup> butui su PVM</b>	<b>Lt</b>	<b>579,74</b>	<b>827,32</b>

kimo sektoriaus kokybę, nors realiai ir teisiškai šilumos tiekėjo funkcijos pasibaigia ties įvadu į namą, o pastato problemos, lemiančios šilumos suvartojimą – tai namo administratoriaus atsakomybė.

Netoleruotina, kad toks svarbus ir didžiulis Lietuvai daugiabučių pastatų ūkis, suvartojantis didžiausią pirminės energijos dalį šalyje, paliktas be tinkamo administravimo ir atsakomybės.



## CENTRALIZUOTO ŠILUMOS TIEKIMO PERSPEKTYVOS

Vadinamosiose pereinamosios ekonomikos šalyse CŠT sektorius išgyveno didžiules permainas, kurias lėmė bendri socialiniai ir ekonominiai pokyčiai atskirose šalyse. Didžiausi pokyčiai vyko paskutiniame XX a. dešimtmetyje, tačiau 2001–2007 m. CŠT rinka stabilizavosi beveik visose naujosiose ES šalyse. Tuo tarpu senosiose ES šalyse, kur šilumos poreikiai reikšmingi, centralizuotai tiekiamos šilumos apimtys auga. Pavyzdžiui, nurodytame laikotarpyje CŠT rinka Danijoje ir Austrijoje išaugo pusantro karto. Kas lemia centralizuoto šilumos tiekimo sistemų plėtrą?

Pastaraisiais metais procesai, vykstantys pasaulinėje energetikos politikoje, dažnai vadinami revoliuciniais. Radikalčiai kinta visuomenės požiūris į jau pasenusius principus, formuojamos naujos energetikos politikos kryptys, karštligišškai ieškoma naujų technologinių sprendimų, bandoma keisti vartotojų elgesį ir pan. Tokius pokyčius lemia šios pagrindinės priežastys:

- didžiulio kiekio iškastinio kuro deginimas ir pagrindinio degimo produkto – anglies dvideginio (CO<sub>2</sub>) – išmetimas į atmosferą sukėlė vadinamąjį šiltnamio efektą ir dėl to prasidėjo intensyvus Žemės paviršiaus šilimas, galintis sukelti katastrofiškus padarinius;
- iškastinio kuro kiekiai mažėja, jo išgavimas brangsta, o pagrindiniai resursai sutelkti ne tose valstybėse, kur jų labiausiai reikia. Dėl to šio kuro tiekimas problemiškas, nepatinkamas ir dažnai naudojamas kaip priemonė įvairiems politiniams tikslams siekti;
- pasaulio visuomenė nori gyventi komfortiškai, todėl sparčiai didėja įvairių rūšių energijos poreikis. Reikalingi ne tik didėjantys elektros, šilumos, bet ir vėsinimo energijos kiekiai. Didelę įtaką šiems poreikiams augti daro naujos stambios ir sparčiai besivystančios valstybės: Kinija, Indija, Pietryčių Azijos ir Lotynų Amerikos šalys.

Visa tai verčia perskirstyti kuro tiekimo srautus, kuro rinka tapo labai įtempta, būtina ieškoti naujų energijos šaltinių ir technologijų.

Šios ir panašios aplinkybės privertė ES valstybes keisti energetikos politiką. Jos naujieji tikslai buvo suformuluoti 2007 m. ir paskelbti kaip „Energetikos ir klimato kaitos priemonių paketas“, jo esmę simboliškai apibūdina formulė 20x20x20. Tai reiškia, kad ES įsipareigoja iki 2020 m. 20 % sumažinti anglies dvideginio išmetimą, 20 % padidinti energijos vartojimo efektyvumą ir naudoti ne mažiau kaip 20 % atsinaujinančių išteklių iš viso energijos kiekio. ES priimti įsipareigojimai su rekomenduojamomis įgyvendinimo priemonėmis formuluojami atitinkamose direktyvose. Valstybės privalo priimti nacionalinius įsipareigojimus ir parengti atitinkamus teisės aktus, kuriuose būtų aiškiai suformuluoti tikslai ir priemonės, kuriomis jie bus pasiekti. Tokios politikos pavyzdys – naujoji direktyva 2009/28/EB „Dėl skatinimo naudoti atsinaujinančių išteklių energiją“, iš dalies keičianti bei vėliau panaikinanti direktyvas 2001/77/EB ir 2003/30/EB“, kuri įpareigoja atskiras valstybes, taip pat ir Lietuvą, iki 2020 m. ženkliai padidinti atsinaujinančių išteklių dalį visos suvartojamos energijos balanse (Lietuva privalės naudoti 23 % energijos iš atsinaujinančių šaltinių). Šiai direktyvai įgyvendinti kiekviena valstybė kuria veiksmų planus, kuriuose numatomos konkrečios technologijos šiems tikslams pasiekti.

Apibendrinant daugumos valstybių strateginius planus galima suformuluoti išvadą, kad **centralizuotas energijos (šilumos, vėsinimo ir elektros) tiekimas yra puiki priemonė, leidžianti sumažinti atmosferą išmetamo CO<sub>2</sub> kiekį, didinti pirminio kuro vartojimo efektyvumą ir naudoti biomasę energijos gamybos šaltiniuose**. Tokia išvada remiasi šiais pagrindiniais argumentais:

- CŠT sistemų šaltinių bendrame technologiniame cikle galima vienu metu efektyviai gaminti ir šilumos, ir vėsinimo, ir elektros energiją. Taip kur kas efektyviau panaudojama pirminė kuro energija, mažinamas kuro suvartojimas ir atitinkamai mažiau išmetama CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> bei kitų teršalų į aplinką. Be to, degi-

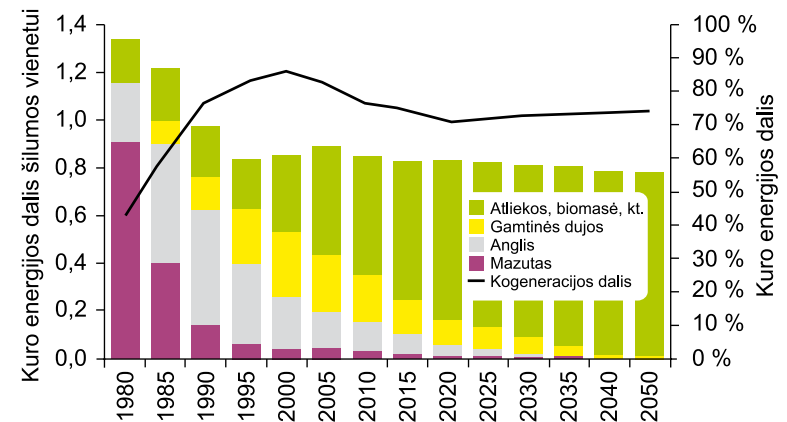
mo kokybės kontrolę ir dūmų valymo sistemas galima įdiegti tik didelėse centralizuoto energijos generavimo jėgainėse;

- CŠT gamybos šaltiniuose galima panaudoti įvairiausias kuro ir energijos rūšis – biokurą, komunalines atliekas, geoterminę energiją ir užtikrinti kuro diversifikaciją bei lankstų prisitaikymą prie kuro rinkų, aprūpinant vartotojus šiluma mažiausiomis lėšomis.
- CŠT tinklais galima surinkti šiuo metu išmetamą į aplinką energiją ir, transformavus į tinkamą šilumnešio formą, perduoti vartotojams;
- Apie 75 % gyventojų ES valstybėse (taip pat ir Lietuvoje) gyvena miestuose, o besivystančios valstybės vis labiau urbanizuojasi. Mažėja decentralizuotos šilumos gamybos šaltiniai, todėl nereikia jiems pateikti kuro, sumažėja transporto srautai ir aplinkos tarša. Kadangi 80 % aplinkos teršalų susidaro miestuose, tad centralizuotas (rajoninis) energijos gaminimas ir tiekimas tampa vis labiau neišvengiama technologija įvairiose šalyse;
- centralizuotas energijos tiekimas užtikrina techninę saugumą bei patikimumą, sanitarines ir aplinkosaugines sąlygas, taupo gyvenamąją erdvę ir nedarko miestų estetikos. Didelėse jėgainėse galima efektyviau panaudoti šilumos gamybos įrenginius, keisti režimus, mažiau reikia aptarnaujančio personalo;
- centralizuotos energijos sistemos gali panaudoti naujausias technologijas, pavyzdžiui, sezoninį šilumos ar šalčio akumuliavimą, anglies dvideginio neutralizavimą iš dūmų (dekarbonizuota energijos gamyba) ir kt.;
- tiek įrengimo, tiek ir eksploatavimo požiūriu viena didelė sistema urbanizuotose teritorijose yra efektyvesnė ir mažiau kainuojanti negu daug smulkių necentralizuotų šaltinių.

Dėl šių ir kitų priežasčių, daugelio ekspertų bei politikų nuomone, ES priimtas „Klimato kaitos ir energetikos paketas“ negali būti įgyvendintas be sparčios centralizuoto šilumos tiekimo sistemų plėtros šiaurinėse valstybėse. Vokietija ir kai kurios kitos ES šalys iki 2020 m. planuoja dvigubai padidinti CŠT sektoriaus apimtį.

Danija rengia aprūpinimo šiluma planą iki 2050 m. Šiame plane kompleksiskai įvertinti įvairių vartotojų poreikiai, jų perspektyvos ir išanalizuoti galimi aprūpinimo šiluma būdai. Plane siūloma, kad centralizuoto šilumos tiekimo sistemomis būtų patenkinama iki 70 % viso šilumos poreikio, kaip įmanoma efektyviau naudojant biomasę. Jeigu bus vykdomas minėtas planas, Danijoje tikimasi anglies dvideginio išmetimo į atmosferą kiekį iki 2020 m. sumažinti per pusę, o iki 2030 m. priartėti prie dekarbonizuoto (be CO<sub>2</sub> išlakų) šilumos tiekimo scenarijaus. Danijos strategija energetikos srityje demonstruoja, kaip galima atsisakyti importuojamo iškastinio kuro, panaudojant tik vietinius resursus. O šios šalies klimato sąlygos ir išteklių panašūs kaip ir Lietuvoje.

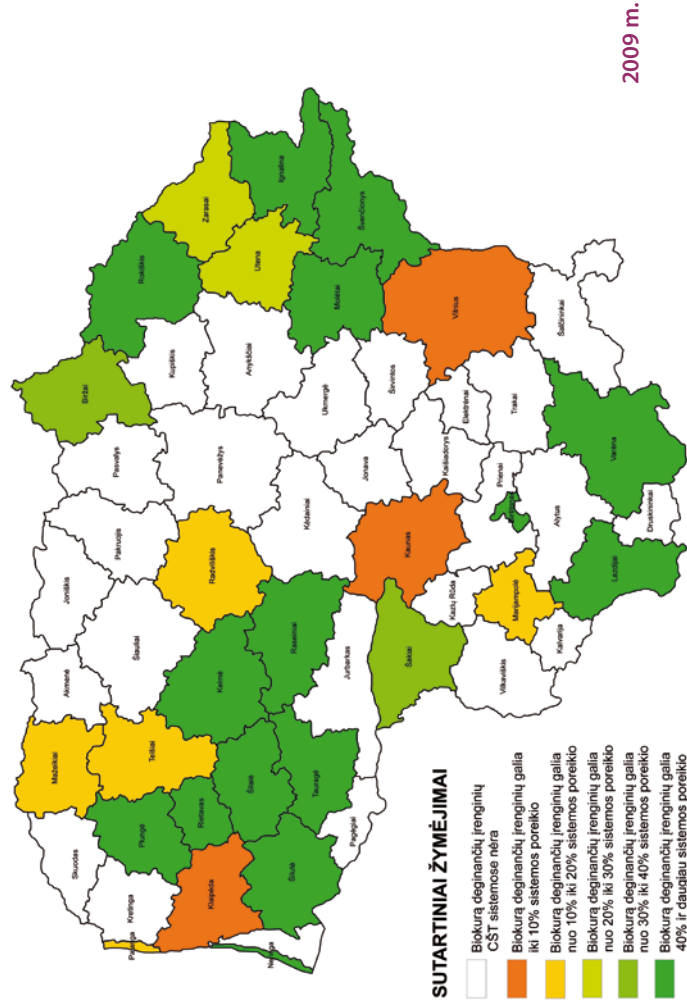
#### DANIJOS CENTRALIZUOTO ŠILUMOS TIEKIMO KURO STRUKTŪRA



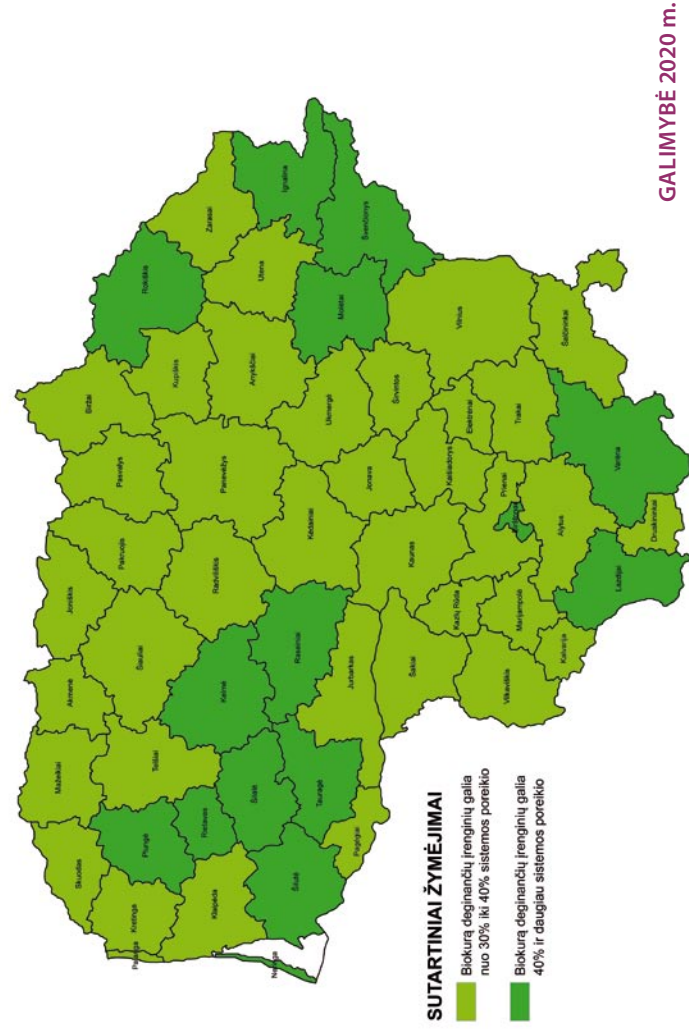
Šaltinis: Heat Plan Denmark

5.25 pav.

### BIOKURO PANAUDOJIMAS CENTRALIZUOTOS ŠILUMOS GAMYBAI LIETUVOJE

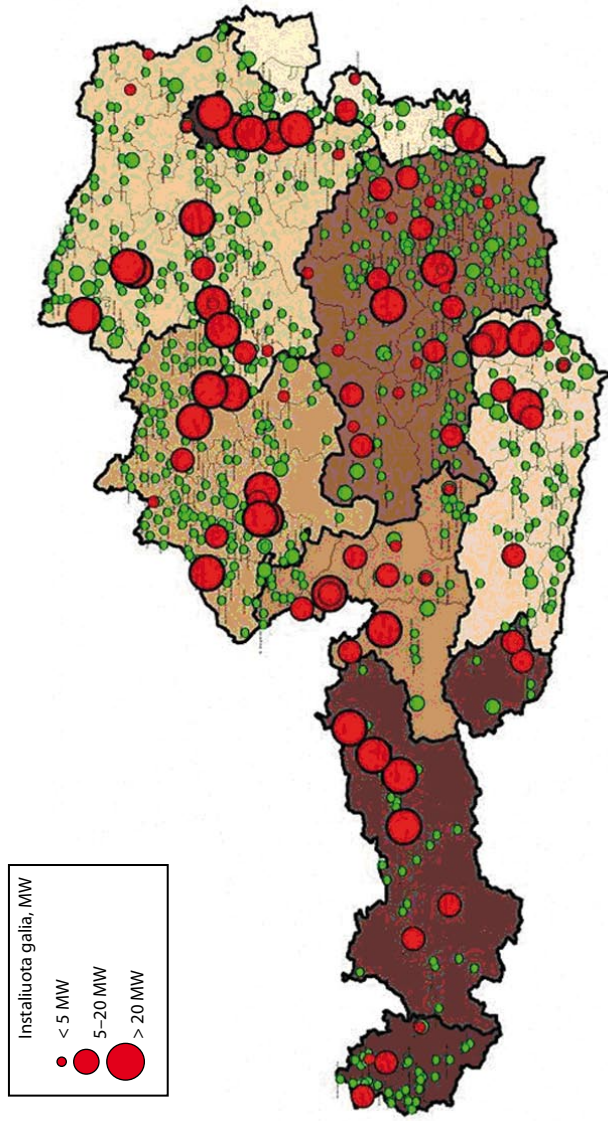


5.26 pav.



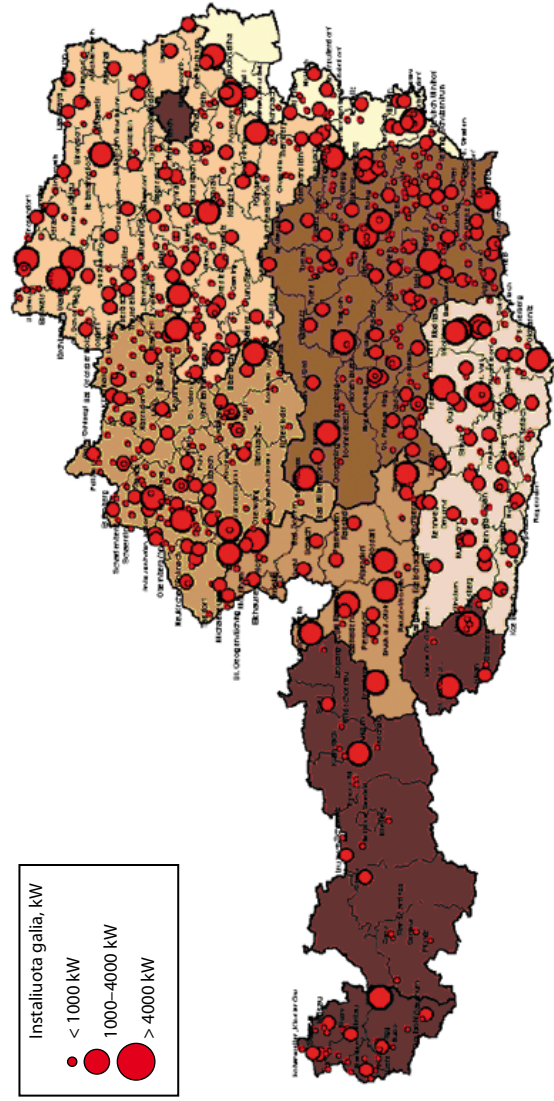
5.27 pav.

### KOGENERACINIŲ JĖGAINIŲ, GAMINANČIŲ ŠILUMOS IR ELEKTROS ENERGIJĄ, TANKIS AUSTRIJOJE



5.28 pav.

### BIOKURO KATILINIŲ TANKIS AUSTRIJOJE



5.29 pav.



Europos Komisijos pareigūnai svarsto galimybes, kaip paskatinti CŠT sistemų plėtrą, nes tai būtina kogeneracijai skatinti, atsinaujinančių išteklių plėtrai, energetiniam efektyvumui didinti, kitiems energetinio efektyvumo bei aplinkosaugos tikslams įgyvendinti ir civilizuotai XXI a. miestų infrastruktūrai sukurti. Panašios tendencijos pastebimos ir atskirose ES šalyse, kur vis daugiau visuomenės ir politikų suvokia, kad CŠT tinklai yra energetinio patikimumo, kuro pasirinkimo, taršos mažinimo ir kitų problemų sprendimo priemonė.

Šilumos vartotojai įvairiose šalyse, kuriose centralizuotas šilumos tiekimas buvo plėtojamas adekvačiai vartotojų poreikiams, teigiamai vertina šią technologiją dėl tokių priežasčių:

- eliminuojamas gaisrų pavojus, kuris galimas deginant pastate bet kokį kurą. Dujos dar pavojingesnės, nes gali sukelti sprogią. Net elektrinis šildymas kelia potencialaus gaisro pavojų;
- gyventojams nereikia rūpintis kuru, nereikia eksploatuoti šildymo įrenginių, dėl to nėra jokios patalpų taršos;
- pastatuose nereikia įrengti ir prižiūrėti dūmtraukių, o mieste nėra dūmų kvapo;
- neužimamas naudingas patalpų plotas kuro deginimo įrenginiais;
- pastatuose nereikia skirti ploto katilinėms, todėl jis gali būti racionaliai panaudotas kitoms reikmėms;
- mažesnės kapitalinės investicijos į patalpų šildymo įrangą ir žemos aptarnavimo sąnaudos;
- pastate įrengta moderni vidaus šildymo ir karšto vandens sistema, veikdama automatinio režimu, užtikrina pagal poreikius šildymo ir karšto vandens parametrus;

- visus rūpesčius, kuriuos patiria individualiai šilumą besigaminantys vartotojai, prisiima centralizuotos šilumos tiekėjai;
- įvertinus visas CŠT tiekėjų teikiamas paslaugas, kaip rodo praktiniai duomenys, centralizuotos šilumos kaina yra mažesnė, palyginti su kitais šildymo būdais.

Pereinamojo laikotarpio sunkumai sukėlė daug problemų CŠT sektoriuje, bet kartu davė galimybę atnaujinti ir modernizuoti sistemas, panaudoti geriausią pasaulinę patirtį ir technologijas. Modernizuojant pastatus bei augant vartotojų pragyvenimo lygiui neabejotina, kad centralizuotas šilumos tiekimas užims deramą vietą Lietuvos energetikoje ir miesto gyventojų butyje.











dr. Juozas Gudzinskas, dr. Valdas Lukoševičius,  
habil. dr. Vytautas Martinaitis, dr. Edvardas Tuomas

## **ŠILUMOS VARTOTOJO VADOVAS**

**Išleido** Lietuvos šilumos tiekėjų asociacija  
V. Gerulaičio g. 1, LT-08200 Vilnius,  
tel. +370 5 266 7025, faks. +370 5 235 6044,  
el. p. [info@lsta.lt](mailto:info@lsta.lt), [www.lsta.lt](http://www.lsta.lt)

**Sudarytojas** Darius Babickas  
**Redaktorė** Rita Markulienė  
**Dizainerė** Vilija Bernotienė

**Spausdino** UAB „Standartų spaustuvė“



**DAUGIABUČIUOSE GYVENAMUOSIUOSE NAMUOSE  
GYVENA DAUGUMA LIETUVOS GYVENTOJŲ, KURIE YRA  
PAGRINDINIAI CENTRALIZUOTAI TIEKIAMOS ŠILUMOS VARTOTOJAI**

---

