



STUDIJS

**„ŠILUMOS PERDAVIMO TINKLŲ IR PASTATŲ VIDAUS
ŠILDYMO, KARŠTO VANDENS SISTEMŲ OPTIMALIŲ,
SAUGIŲ, EFEKTYVIŲ DARBO REŽIMŲ IR PRIEMONIŲ
JIEMS ĮDIEGTI ANALIZĖ BEI REKOMENDACIJŲ DĖL
ŠIOS SRITIES TEISINIO REGLAMENTAVIMO
TOBULINIMO PARENGIMAS“**

GALUTINĖ ATASKAITA

Dr. E. Tuomas

2006 m. gruodžio 15 d.

AUTORIAI:

Vadovas:

Edvardas Tuomas

Nariai:

Romaldas Morkvėnas

Pinavijus Šmulkštys

Alfonsas Morkvėnas

Ervinas Richteris

TURINYS

ĮVADAS	7	
ŠILUMOS PERDAVIMO TINKLŲ IR PASTATŲ VIDAUS ŠILDYMO, KARŠTO VANDENS TIEKIMO SISTEMŲ OPTIMALIŲ, SAUGIŲ, EFEKTYVIŲ DARBO REŽIMŲ UŽTIKRINIMO PROBLEMŲ ANALIZĖ	8	
ŠILUMOS PERDAVIMO TINKLŲ IR PASTATŲ VIDAUS ŠILDYMO, KARŠTO VANDENS TIEKIMO SISTEMŲ REGULIAVIMO REŽIMŲ SUDARYMO METODŲ ANALIZĖ	12	
TIEKIAMO ŠILUMNEŠIO IŠ ŠILUMOS ŠALTINIŲ BEI Į PASTATŲ VIDAUS SISTEMAS PARAMETRŲ GRAFIKŲ SKAIČIAVIMO REKOMENDACIJOS	46	
ŠILUMOS PERDAVIMO TINKLŲ IR PASTATŲ VIDAUS ŠILDYMO, KARŠTO VANDENS SISTEMŲ DARBO REŽIMŲ SKAIČIAVIMO REKOMENDACIJOS	56	
IŠVADOS	68	
LITERATŪRA	69	
PRIEDAI.	72	
1 PRIEDAS	ŠILUMNEŠIO TEMPERATŪRINIŲ IR SRAUTŲ GRAFIKŲ SKAIČIAVIMO IR REZULTATŲ ATVAIZDAVIMO GRAFINĖJE FORMOJE EXCEL VERSIJA (skaičiavimo pavyzdžiai)	73

SUTRUMPINIMAI

LŠTA
ŪM

Lietuvos šilumos tiekėjų asociacija
Lietuvos Respublikos ūkio ministerija

LENTELIŲ SĄRAŠAS

1 lentelė	Šildymo temperatūriniai grafikai (iki “lūžio taško”)	53
-----------	--	----

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

1 paveikslas	Šilumnešių temperatūrų kitimas be galo didelio šilumos mainų paviršiaus priešsroviniame šilumokaityje ($W_1 > W_2$)	14
2 paveikslas	Šilumnešių temperatūrų kitimo pobūdis realiame priešsroviniame šilumokaityje	14
3 paveikslas	Šilumnešių temperatūrų kitimo schema šildymo sistemoje ir jos šilumokaityje	22
4 paveikslas	Kokybinio šilumos tiekimo reguliavimo temperatūrų grafikai	25
5 paveikslas	Kiekybinio šilumos tiekimo reguliavimo grafikas	26
6 paveikslas	Šildymo reguliavimo grafikas „iki lūžio taško“.	28
7 paveikslas	Reguliavimo grafikas vėdinimui	30
8 paveikslas	Lygiagreti vandens šildytuvo jungimo schema	34
9 paveikslas	Šilumnešio temperatūrų ir srauto kitimas lygiagrečiai prijungtame vandens šildytuve	35
10 paveikslas	Dviejų pakopų mišri vandens šildymo schema su tiesiogiai prijungta šildymo sistema	35
11 paveikslas	Kokybinio šilumos tiekimo reguliavimo grafikas, įvertinus patalpų peršildymą iki „lūžio taško“	38
12 paveikslas	Integralinis šilumos suvartojimo grafikas	38

IVADAS

Šilumos perdavimo tinklų ir pastatų vidaus šildymo, karšto vandens tiekimo sistemų optimalių, saugių ir efektyvių darbo režimų sudarymo klausimas buvo svarbus visą laiką, ypač jis tapo aktualus ženkliai pasikeitus šilumos vartojimo apimtims, vykdant perdavimo tinklų ir pastatų vidaus šildymo, karšto vandens tiekimo sistemų renovavimo ir modernizavimo programas, diegiant naujas technologijas ir įrangą.

Įsigaliojus šilumos ūkio įstatymui ir jo įgyvendinimą lydintiems teisės aktams, išryškėjo nepakankamas šilumos perdavimo tinklų, pastatų vidaus šildymo, karšto vandens tiekimo sistemų darbo režimų sudarymo ir įteisinimo reglamentavimas teisės aktuose, ypač techninių taisyklių, nustatančių optimalių, saugių ir efektyvių darbo režimų sudarymo metodus, lygmenyje.

Šis darbas skirtas išanalizuoti, reglamentuojančių šilumos perdavimo tinklų bei pastatų vidaus šildymo, karšto vandens tiekimo sistemų darbo režimų sudarymo metodologijas, numatyti priemones optimalių, saugių ir efektyvių darbo režimų sudarymo metodams taikyti bei užtikrinančias didesnę tinklų ir sistemų darbo patikimumą, jų taikymą ekstremaliomis sąlygomis bei prevencines priemones, leidžiančias sumažinti avarijų ir sutrikimų tikimybę.

Darbas, teisės aktų reglamentuojančių šilumos perdavimo tinklų bei pastatų vidaus šildymo, karšto vandens tiekimo sistemų darbo režimų sudarymą ir taikymą aspektu, rengtas vadovaujantis Lietuvos Respublikos civiliniu kodeksu, Energetikos įstatymu, Šilumos ūkio įstatymu, Statybos įstatymu, Potencialiai pavojingų įrenginių priežiūros įstatymu.

Darbe, atlikant technologinių procesų ir teisės aktų analizę, įvertinti Lietuvos Respublikos ir Europos Sąjungos norminiai teisės aktai:

- ūkio ministro, aplinkos ministro patvirtinti šilumos ūkio įstatymo įgyvendinimą lydintys norminiai teisės aktai;
- norminiai teisės aktai, reglamentuojantys statinių ir įrenginių projektavimą, įrengimą, pripažinimą tinkamais naudoti, saugų eksploatavimą;
- Lietuvos ir Europos Sąjungos standartai, nustatantys reikalavimus šilumos tiekimo vamzdynams, pastatų šildymo sistemų projektavimui, įrengimui ir priėmimui naudoti;
- kitų Europos šalių šilumos tiekimo įmonių patirtimi įrengiant ir eksploatuojant šilumos tinklus.

Šiame darbe atlikta Lietuvoje bei Europos Sąjungoje taikomų teisės aktų, reglamentuojančių šilumos perdavimo tinklų bei pastatų vidaus šildymo, karšto vandens tiekimo sistemų darbo režimų taikymo praktikoje analizė ir atsižvelgiant į analizės išvadas, parengtos rekomendacijos dėl teisinio darbo režimų reglamentavimo taikymo prevencinių priemonių, leidžiančių sumažinti avarijų ir sutrikimų tikimybę šilumos perdavimo tinkluose ir pastatuose ir atitinkamų darbo režimų sudarymo rekomendacijų projektai.

I. ŠILUMOS PERDAVIMO TINKLŲ IR PASTATŲ VIDAUS ŠILDYMO, KARŠTO VANDENS TIEKIMO SISTEMŲ OPTIMALIŲ, SAUGIŲ, EFEKTYVIŲ DARBO REŽIMŲ UŽTIKRINIMO PROBLEMŲ ANALIZĖ

Šilumos perdavimo tinklų ir pastatų vidaus šildymo, karšto vandens tiekimo sistemų optimalių, saugių, efektyvių darbo režimų užtikrinimo kompleksinė ekstremalių situacijų problema gali būti išskaidyta taip:

1. šilumos tiekimo vamzdynų ir šilumos tiekimo patikimumas priklausomai nuo jų darbo režimo;
2. pastatų inžinerinių sistemų darbo efektyvumas ir patikimumas priklausomai nuo jų darbo režimo;
3. teisės aktų, reglamentuojančių optimalių, saugių ir efektyvių darbo režimų sudarymo metodų taikymą, valstybės ir savivaldos institucijų, tiekėjų ir pastatų savininkų pareigas ir atsakomybę, harmonizavimas ir tobulinimas.

Šalyje praktiškai be išimčių iki šiol taikomas šilumos tiekimo reguliavimo režimas, kuomet priklausomai nuo lauko oro temperatūros keičiama tiekiamo šilumnešio temperatūra (taip vadinamas kokybinis reguliavimo būdas) ir palaikomas sąlyginai pastovus cirkuliuojančio šilumnešio srautas. Tiekiamo šilumnešio temperatūros pastovus kaitaliojimas, ypač tiekimo vamzdyne, šalia kitų faktorių, neigiamai veikia vamzdynų konstrukcijas, trumpina jų tarnavimo amžių, mažina patikimumą.

Pastatų (ypač masinės senos statybos) šildymo sistemos prie šilumos perdavimo tinklo vamzdynų jungiamos tiesiogiai (daugeliu atveju dar naudojamas labai neefektyvus srovinis siurblys), pastatų šildymo sistemose cirkuliuoja iš perdavimo tinklo tiekiamas šilumnešis, cirkuliuojimui pastatų šildymo sistemose užtikrinti naudojami šilumos šaltinio tinklo siurbliai, tai mažina sistemos darbo efektyvumą ir patikimumą, sutrikimų ir avarijų lokalizavimo galimybes ir sąlygoja pastatų sistemų gyvybiškumo užtikrinimo trukmę.

Ženkliai pasikeitus šilumos vartojimo apimtims daugelis šilumos gamybos šaltinių ir šilumos perdavimo vamzdynų dirba mažesne apkrova, tai sudaro prielaidas mažinti tiekiamo šilumnešio skaičiuojamasias temperatūras ir slėgius, tačiau aktualus tampa sistemos darbo režimo (skaičiuojamųjų temperatūrų ir darbo slėgių), ekonominio ir patikimumo užtikrinimo aspektais, optimizavimo uždavinys.

Ženkliai pasikeitus šilumos vartojimo apimtims, optimizavus sistemos darbo režimus, sudaromos prielaidos, naudoti efektyvesnę, bet leidžiančią naudoti tik žemesnės (lyginant su projektine vamzdynų statybos metu) temperatūros šilumnešį, vamzdynų šilumos izoliacijos konstrukciją ir medžiagas bei vamzdynų temperatūrinių pailgėjimų kompensavimo būdus.

Įvykus, ypač esant ekstremalioms lauko oro sąlygoms, šilumos gamybos šaltiniuose, perdavimo tinkluose ar stambių vartotojų sistemose rimtam sutrikimui ar avarijai ir laikinai sustabdžius šilumnešio tekėjimą vamzdynais, visada iškyla uždavinys priklausomai nuo vamzdynų paklojimo būdo, šiluminės izoliacijos konstrukcijos, lauko oro parametrų nustatyti nepavojingą įrengimų sugadinimui (pvz., šilumnešio neužšalimui) laiko tarpą sutrikimui ar avarijai likviduoti, nesiimant kitų papildomų veiksnių (vamzdyno ar atskirų atkarpų drenavimo ir pan.). Tokių uždavinių sprendimui nesukurtos tinkančios praktiniam naudojimui rekomendacijos ar situacijos įvertinimo metodai, nepakankamai norminiuose ir eksploatacijoje teisės aktuose reglamentuoti atsakingų asmenų veiksmai. Būtina artimiausiu metu atlikti tiriamuosius darbus ir parengti rekomendacijas ar situacijos įvertinimo metodus, skirtus nustatyti nepavojingą įrengimų sugadinimui laiko tarpą, priklausomai nuo vamzdynų paklojimo būdo, šiluminės izoliacijos konstrukcijos ir lauko oro parametrų.

Įvykus, ypač esant ekstremalioms lauko oro sąlygoms, šilumos tiekimo sistemose rimtam sutrikimui ar avarijai ir laikinai sustabdžius šilumnešio tiekimą pastatui, visada iškyla uždavinys priklausomai nuo pastato šildymo ir karšto vandens sistemų įrenginių paklojimo būdo, šiluminės

izoliacijos konstrukcijos, lauko oro parametrų nustatyti nepavojingą įrengimų sugadinimui (pvz., šilumnešio neužšalimui) laiko tarpą sutrikimui ar avarijai likviduoti, nesiiimant kitų papildomų veiksmų (vamzdyno ar atskirų atkarpų drenavimo ir pan.). Tokių uždavinių sprendimui nesukurtos tinkančios praktiniam naudojimui rekomendacijos ar situacijos įvertinimo metodai, nepakankamai norminiuose ir eksploataavimo teisės aktuose reglamentuoti atsakingų asmenų veiksmai. Būtina artimiausiu metu atlikti tiriamuosius darbus ir parengti rekomendacijas ar situacijos įvertinimo metodus, skirtus nustatyti nepavojingą įrengimų sugadinimui laiko tarpą, priklausomai nuo pastato šildymo ir karšto vandens sistemų vamzdynų paklojimo būdo, šiluminės izoliacijos konstrukcijos ir aplinkos oro parametrų.

Įvykus, ypač esant ekstremalioms lauko oro sąlygoms, šilumos tiekimo sistemose rimtam sutrikimui ar avarijai ir laikinai sustabdžius šilumnešio tiekimą pastatui, visada iškyla uždavinys priklausomai nuo pastato atitvarų šiluminių charakteristikų bei konstrukcijos, lauko oro parametrų nustatyti nepavojingą pastato inžinerinių sistemų sugadinimui (pvz., neužšalimui) laiko tarpą sutrikimui ar avarijai likviduoti, nesiiimant kitų papildomų veiksmų (vamzdyno ar atskirų atkarpų drenavimo ir pan.). Tokių uždavinių sprendimui nesukurtos tinkančios praktiniam naudojimui rekomendacijos ar situacijos įvertinimo metodai, nepakankamai norminiuose ir eksploataavimo teisės aktuose reglamentuoti atsakingų asmenų veiksmai. Būtina artimiausiu metu atlikti tiriamuosius darbus ir parengti rekomendacijas ar situacijos įvertinimo metodus, skirtus nustatyti nepavojingą pastato inžinerinių sistemų įrengimų sugadinimui laiko tarpą, priklausomai nuo pastato atitvarų šiluminių charakteristikų bei konstrukcijos ir lauko oro parametrų.

Pastatų savininkų ir ypač daugiabučių namų bendrasavininkų, pastatų bei jų inžinerinių sistemų priežiūros ir administravimo institucijų pareigos ir atsakomybė už jų būklę, projektinių charakteristikų išlaikymą, sutrikimų ir avarių išvengimo prevencinių priemonių įgyvendinimą, veiksmų koordinavimą ekstremalių situacijų atvejais teisės aktuose nėra aiškiai išreikštos, atskirų teisės aktų nuostatos tarpusavyje nepakankamai harmonizuotos. Tokia situacija sudaro prielaidas atlikti nekoordinuotus veiksmus, ko pasekoje pagilinti sutrikimo ar avarijos mastus, atsirasti nepamatuotai didelei žalai ar nuostoliams. Būtina artimiausiu metu atlikti atitinkamų teisės aktų nuostatų analizės darbus ir parengti rekomendacijas dėl jų harmonizavimo koncepcijos bei pasiūlymus dėl teisės aktų tobulinimo.

Lietuvos Respublikos ūkio ministro patvirtintos (Žin., 2003, Nr. 70-3193) šilumos tiekimo ir vartojimo taisyklės (toliau – Taisyklės) nustato, kad:

Šilumnešio parametrų grafikas yra šilumnešio temperatūros, srauto, slėgio skaičiuojamoji priklausomybė nuo šilumos ir (ar) karšto vandens vartojimo režimo ir patalpų bei aplinkos temperatūros.

Šilumos tiekėjas privalo:

- *palaikyti šilumos šaltinio tiekimo riboje teisės akte “Elektrinių ir elektros tinklų eksploataavimo taisyklės, patvirtintos Lietuvos Respublikos ūkio ministro 2001 m. gruodžio 21 d. įsakymu Nr. 389 (Žin., 2002, Nr. 6-252)” nustatytus šilumnešio parametrus;*
- *palaikyti šilumos perdavimo tinklų teisės aktuose nustatytą skaičiuojamąjį šilumos tiekimo darbo režimą ir šilumnešio parametrus;*
- *palaikyti pastatų tiekimo–vartojimo riboje, vadovaujantis teisės aktuose nurodytomis pastato šilumos įrenginių darbo režimų nuostatomis, apskaičiuotus tokius šilumnešio parametrus, kurie leistų pastato savininkui – šilumos vartotojui arba pastato šildymo ir karšto vandens sistemų prižiūrėtojui išlaikyti tiekimo-vartojimo riboje šilumos įrenginių projekte nurodytą ar šių teisės aktų nustatytą šilumos įrenginių darbo režimą bei šilumos galią ir kurių leistini nukrypimai (šilumnešio temperatūros 48 valandų laikotarpio vidurkis) ne daugiau kaip ± 5 procentai;*
- *prieš šildymo sezono pradžią parengti ir, įvertinęs teisės akto „Lietuvos higienos normos HN 42:1999 „Gyvenamųjų ir viešosios paskirties pastatų mikroklimatas“, patvirtintos Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministro 1999 m. sausio 6 d.*

įsakymu Nr. 3 (Žin., 1999, Nr. 5-121)“ nuostatas, suderinti su savivaldybių institucijomis tiekiamo ir grąžinamo šilumnešio temperatūrų grafikus ir šildymo pradžios eilę pastatams. Šilumnešio temperatūrų grafikai sudaromi vartotojų teritorijoms su vienodomis charakteristikomis leistinų parametrų nukrypimo ribose;

Karšto vandens tiekėjas privalo:

- palaikyti projekte nurodytus ir teisės aktuose nustatytus karšto vandens parametrus karšto vandens paėmimo (vartojimo) vietoje;

Pastato savininkas – šilumos ir (ar) karšto vandens vartotojas privalo:

- užtikrinti tolygų visų pastato patalpų ir prijungtų kitų pastatų šildymą palaikant juose teisės aktuose „Lietuvos higienos normos HN 42:1999 „Gyvenamųjų ir viešosios paskirties pastatų mikroklimatas“, patvirtintos Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministro 1999 m. sausio 6 d. įsakymu Nr. 3 (Žin., 1999, Nr. 5-121)“nustatytą patalpų temperatūrą ir tiekti į patalpas teisės aktuose nustatytos temperatūros karštą vandenį;
- siekti, kad išnaudojant visas turimas technines ir organizacines galimybes pastato šilumos ir karšto vandens įrenginių darbo režimas atitiktų ekonomišką ir racionalaus šilumos ir karšto vandens vartojimo reikalavimus;
- imtis priemonių sumažinti žalą, daromą dėl šilumos, šilumnešio ir (ar) karšto vandens tiekimo nutraukimo ar apribojimo.

Pastato šildymo ir karšto vandens sistemos prižiūrėtojas privalo:

- užtikrinti tolygų visų pastato butų ir kitų patalpų šildymą palaikant juose teisės aktuose nustatytą patalpų temperatūrą ir tiekiamo į butus ir kitas patalpas karšto vandens teisės aktuose nustatytą temperatūrą;
- siekti, kad išnaudojant visas turimas technines ir organizacines galimybes pastato šilumos ir karšto vandens įrenginių darbo režimas atitiktų ekonomišką ir racionalaus šilumos ir karšto vandens vartojimo reikalavimus;
- imtis priemonių sumažinti žalą, daromą dėl šilumos, šilumnešio ir (ar) karšto vandens tiekimo nutraukimo ar apribojimo;

Atlikus galiojančių teisės aktų, reglamentuojančių šilumos perdavimo tinklų ir pastatų vidaus šildymo, karšto vandens tiekimo sistemų darbo režimų sudarymą analizę galima konstatuoti, kad nėra pakankamai norminės, metodinės medžiagos, kuri padėtų kvalifikuotai įmonėms parengti šilumos perdavimo tinklų ir pastatų vidaus šildymo, karšto vandens tiekimo sistemų darbo režimų ir teisės aktuose nustatytų dokumentų (derinamus su Savivaldybe temperatūrinius grafikus) projektus pagal šilumos tiekimo ir vartojimo taisyklių ir kitų teisės aktų reikalavimus atlikimo nurodymus. Sudarant temperatūrinius grafikus naudojamos senomis šilumos tinklų eksploatavimo instrukcijomis, kurios neatitinka šiuolaikinių technologijų ir teisės aktų reikalavimų. Aktualus skaičiuojamųjų tiekimo šilumnešio patametrų pasirinkimo uždavinys ir jų teisinis statusas, kuomet sumažėjus šilumos vartojimui, ekonomijos sumetimais galima sumažinti skaičiuojamuosius šilumnešio parametrus.

Atsižvelgiant į šilumos perdavimo tinklų ir pastatų vidaus šildymo, karšto vandens tiekimo sistemų optimalių, saugių, efektyvių darbo režimų užtikrinimo problemų analizės išvadas, parengta ir ataskaitoje pateikiama:

- šilumos perdavimo tinklų ir pastatų vidaus šildymo, karšto vandens tiekimo sistemų reguliavimo režimų sudarymo metodų analizė
- tiekiamo šilumnešio iš šilumos šaltinių bei į pastatų vidaus sistemas parametrų grafikų skaičiavimo rekomendacijos
- praktinė šilumnešio temperatūrinių ir srautų grafikų skaičiavimo ir rezultatų atvaizdavimo grafinėje formoje Excel versija
- šilumos perdavimo tinklų ir pastatų vidaus šildymo, karšto vandens sistemų darbo režimų skaičiavimo rekomendacijos

Ataskaitos priede pateikiama šilumnešio temperatūrų ir srautų grafikų skaičiavimo ir rezultatų atvaizdavimo grafinėje formoje, taikant praktinę Excel versiją, skaičiavimo pavyzdžiai.

II. ŠILUMOS PERDAVIMO TINKLŲ IR PASTATŲ VIDAUS ŠILDYMO, KARŠTO VANDENS TIEKIMO SISTEMŲ REGULIAVIMO REŽIMŲ SUDARYMO METODŲ ANALIZĖ

Reguliavimo tikslas ir metodai

Šilumos vartotojų reikalavimai šilumnešio parametrams (slėgiui, temperatūrai, agregatiniam būviui) yra nevienodi ir priklauso nuo metų laiko ir pačių vartotojų sistemų, kurios gali būti technologinės, šildymo, vėdinimo ir karšto vandentiekio.

Technologinių sistemų šilumos poreikiai gali būti nuolatiniai arba periodiniai, pasikartojantys tam tikra tvarka. Šilumos srautai kitose sistemose yra nepastovūs ir įvairiai kinta: šildymui ir vėdinimui - per metus, o karštam vandeniui ruošti - per parą, savaitę ir metus. Sistemomis perduodamas šilumos srautas priklauso nuo šilumnešio srauto, agregatinio būvio ir temperatūrų tiekimo ir gražinimo vamzdynuose.

Atskirose sistemose perduodamas šilumos srautas gali būti valdomas keičiant vieną arba kartu kelis iš šių parametru.

Kai vartotojai šiluma aprūpinami centralizuotai iš tų pačių šilumos tiekimo tinklų, tiekiamo šilumnešio parametrai atitinka ne visų jų sistemų poreikius. Tada reikia dirbtinai keisti šilumnešio parametrus - reguliuoti vietoje. Reguliavimo tikslas - aprūpinti vartotojų sistemas reikiamų parametru šilumnešiu. Reguliavimu užtikrinama šilumos tiekimo kokybė, racionaliai vartojama šiluma. Pagal reguliavimo vietą yra skiriamas centrinis, grupinis, vietinis ir individualus reguliavimas.

Centrinis reguliavimas atliekamas šilumos šaltinyje. Vienarūšiams vartotojams reguliuojama nustatant šilumos tiekimo tinkluose tokius parametrus, kurie atitiktų nepatogiausioje padėtyje esančių sistemų poreikius ir jų kitimo dėsningumus. Nevienarūšiams vartotojams reguliuojama užtikrinant dar ir minimalius parametrus kiekvienai sistemai bet kuriuo metu.

Vienarūšiais vartotojais miestuose dažniausiai būna šildymo arba karšto vandentiekio sistemos, o nevienarūšiais - šildymo, karšto vandentiekio ir vėdinimo sistemos, veikiančios kartu.

Centrinis reguliavimas atliekamas vadovaujantis bendrais šildymo ir karšto vandentiekio sistemų poreikiais. Taip sumažinamas šilumos tiekimo tinklais cirkuliuojančio šilumnešio srautas, tačiau pabloginamos patalpų mikroklimato sąlygos.

Grupinis reguliavimas taikomas grupei vartotojų ir atliekamas šilumos punktuose, įrengtuose prie magistralinių arba skirstomųjų šilumos tinklų. Šilumnešis iš tų punktų, vadinamų grupiniais, jau reikiamai pakeistų parametru patenka į skirstomuosius ir kvartalo vidaus tinklus. Grupinio reguliavimo punkto teritorijoje esantiems vienarūšiams ir nevienarūšiams vartotojams šilumnešio parametrai reguliuojami kaip ir centrinio reguliavimo atveju.

Vietinis reguliavimas paprastai atliekamas kiekvienai sistemai atskirai, ir jo metu šilumnešio parametrai pakeičiami taip, kad atitiktų šių sistemų reikalavimus. Vietinis reguliavimas vykdomas vartotojų šilumos punktuose, vadinamais vietiniais arba individualiais. Jie įrengiami šilumos tiekimo tinklų ir vartotojų sistemų sandūrose.

Individualiai reguliuojama keičiant perduodamą šilumos srautą atskirai kiekviename šilumokaityje, aptarnaujančiame vieną patalpą. Tokio reguliavimo pavyzdžiai: individualus šildymo sistemos prietaisų reguliavimas atskirose patalpose, šildymo sekcijos - kondicionieriuje.

Išvardyti reguliavimo būdai vienu metu panaudojami ne visada ir ne visose šilumos tiekimo sistemose. Kokiais būdais bus reguliuojama, priklauso nuo daugelio veiksnių: šilumos tiekimo sistemos schemas, šilumnešio parametru, vartotojų sistemų charakteristikų. Kai panaudojamas ne vienas, o keli būdai, vadiname kombinuotuoju reguliavimu. Jo metu atskiri reguliavimo būdai vienas kitą papildo ir išplečia galimas šilumnešio parametru kitimo ir jo taikymo ribas.

Reguliavimo metodų esmė ir jų taikymo galimybės aiškiai parodomos šilumnešio ir šilumokaičio perduodamų šilumos srautų balanso lygtimi:

$$Q = Gc (t'_1 - t''_1) = kA \Delta t_m . \quad (1)$$

Čia:

- G - šildančio šilumnešio srautas, kg/s;
- c - šilumnešio specifinė šiluma, J/(kg K);
- t'_1 - tiekiamo šilumnešio temperatūra, °C;
- t''_1 - gražinamo šilumnešio temperatūra, °C;
- k - šilumos perdavimo koeficientas, W/(m² K);
- A - šilumokaičio paviršiaus plotas, per kurį vyksta šilumos mainai, m²;
- Q - perduodamas šilumos srautas, W;
- Δt_m - šildančiojo ir šildomojo šilumnešių temperatūrų vidutinis skirtumas, °C.

$$\Delta t = \frac{t'_1 + t''_1}{2} - \frac{t'_2 + t''_2}{2} . \quad (2)$$

Čia:

- t'_2 - šildomojo šilumnešio pradinė temperatūra, °C;
- t''_2 - šildomojo šilumnešio galinė temperatūra, °C.

Iš (1) lygties matyti, kad perduodamą šilumos srautą (laikant $k = \text{const}$) galima reguliuoti įvairiai: keičiant šilumnešio temperatūras (kokybinis reguliavimas), keičiant šilumnešio srautą (kiekybinis reguliavimas), visiškai sustabdant šilumnešio tekėjimą (reguliavimas išjungimais) ir keičiant šilumos mainų plotą.

Tiesiogiai pasinaudoti (1) lygtimi šilumos tiekimo reguliavimui yra negalima, kadangi k , t''_1 ir Δt_m dydžiai nėra pastovūs. Jie priklauso nuo perduodamo šilumos srauto. Be to, minėti dydžiai, taip pat ir A , skirtingi kiekvienam nagrinėjamos šilumos tiekimo sistemos šilumokaičiui ir negali būti surasti bendri visai sistemai. Tačiau jie tarp savęs yra glaudžiai susiję žinomomis priklausomybėmis, kuriomis pasinaudojus nežinomi dydžiai pakeičiami žinomais norminiais parametrais ir jų santykiniai dydžiai - šilumokaičių charakteristikomis. Taip gaunamos reguliavimo lygtys tinkamos praktiniam naudojimui. Tos lygtys išreiškia priklausomybę tarp šilumos tiekimo sistemos parametrų ir vartotojo sistemos šilumos poreikius apibūdinančio parametro.

Šilumokaičių šiluminės charakteristikos

Šilumokaičiui, per kurį teka du šilumnešių srautai, būdingi tokie šilumos srauto perdavimą apibūdinantys parametrai: šilumos perdavimo koeficientas, paviršiaus plotas, per kurį vyksta šilumos mainai, šildančiojo ir šildomojo šilumnešių temperatūros įtekant į šilumokaitį ir ištekant iš jo, šilumnešio srautai ir jų specifinės šilumos bei šilumnešių tekėjimo schemas (priešsrovinė, pasrovinė, mišri ir kitos).

Čia paminėtų parametrų yra gana daug, todėl sunku jų tarpusavio ryšį išreikšti akivaizdžia priklausomybe. Tačiau tie parametrai gali būti sugrupuoti taip, kad būtų išreikšti mažesniu skaičiumi tarp savęs susijusių nedimensinių dydžių, turinčių aiškia fizinę prasmę.

Šiluminiuose skaičiavimuose dažnai vartojama šilumnešio šiluminio ekvivalento $W = Gc$, matuojamo W/K, sąvoka. Šis parametras išreiškia šilumnešio, kai jo temperatūrų skirtumas yra 1 K, pernešamą šilumos srautą. Šilumnešių šiluminių ekvivalentų tarpusavio ryšys gali būti išreikštas taip:

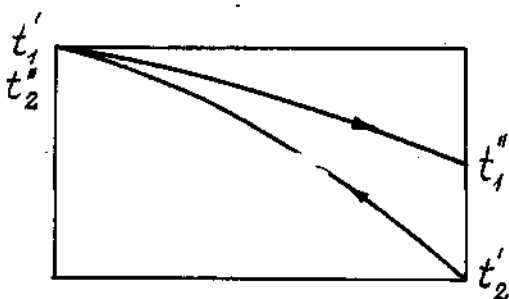
$$W_1 \Delta t_1 = W_2 \Delta t_2 . \quad (3)$$

Čia indeksas 1 atitinka šildantįjį šilumnešį, indeksas 2 - šildomąjį šilumnešį.

Iš (3) formulės daroma išvada, kad šilumnešių temperatūrų pokyčiai yra atvirksčiai proporcingi jų šiluminiam ekvivalentams. Atskirais atvejais vieno iš šilumnešių temperatūrų skirtumas $\Delta t_x = 0$. Tuomet pagal (3) formulę to šilumnešio šiluminis ekvivalentas $W_x = \infty$. Taip yra šildant garu (jo kondensacijos temperatūra pastovi) arba šildant patalpas vietiniais šildomaisiais prietaisais (oro temperatūra patalpoje laikoma pastovia).

Analizuojant temperatūrų pokytį be galo didelio šilumos mainų paviršiaus priešsroviniame šilumokaityje (1 pav.), nustatoma, kad mažesnio šiluminio ekvivalento šilumnešio galinė temperatūra t''_2 susilygina su didesnio šiluminio ekvivalento šilumnešio pradine temperatūra t'_1 . Iš to išeina, jog teoriškai didžiausias šilumokaityje perduodamas šilumos srautas gali būti išreikštas taip:

$$Q_{\max} = W_{\min} (t'_1 - t'_2). \quad (4)$$

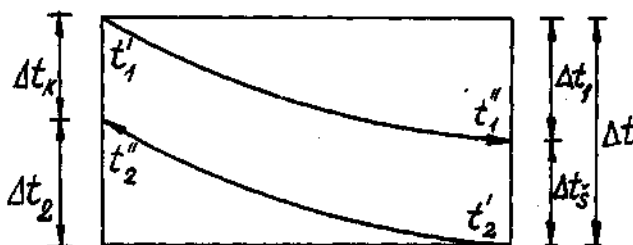


1 pav. Šilumnešių temperatūrų kitimas be galo didelio šilumos mainų paviršiaus priešsroviniame šilumokaityje ($W_1 > W_2$)

Praktiškai tokio temperatūrų susilyginimo pasiekti neįmanoma dėl ribotų šilumos mainų paviršių ir ribotos kontakto trukmės, todėl perduodamas šilumos srautas apskaičiuojamas taip:

$$Q = W_1 (t'_1 - t''_1) = W_2 (t'_2 - t''_2). \quad (5)$$

Čia ir toliau šiame skyrelyje indeksas (') atitinka įtekančio į šilumokaitį šilumnešio temperatūrą, indeksas (") - ištekančio šilumnešio temperatūrą.



2 pav. Šilumnešių temperatūrų kitimo pobūdis realiaame priešsroviniame šilumokaityje

Jeigu šilumos srautų, aprašytų (5) ir (4) formulėmis, santykį, laikyti šilumokaičio efektyvumo koeficientu e , tai

$$\varepsilon = \frac{W_1 (t'_1 - t''_1)}{W_{\min} (t'_1 - t'_2)} = \frac{W_2 (t''_2 - t'_2)}{W_{\min} (t'_1 - t'_2)}. \quad (6)$$

Taip išreikšti efektyvumo koeficientą ε yra nepatogu, nes į (6) formulę įeina kintančios reguliavimo metu ir dėl to nežinomos šilumnešių temperatūros. Jas galima pakeisti pastoviais dydžiais. Pažymėkime $t'_1 - t'_2 = \Delta t$ ir laikykime, kad $W_1 = W_{\min}$, o $W_2 = W_{\max}$. Tada vadovaujantis (1), (4) ir (5) formulėmis, parašoma tokia lygčių sistema:

$$\left. \begin{aligned} Q &= k A \Delta t_m, \\ Q &= W_{\min} (t'_1 - t''_1), \\ Q &= W_{\max} (t''_2 - t'_2), \\ Q_{\max} &= W_{\min} \Delta t. \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

Tris pirmąsias šios sistemos lygtis padalijus iš ketvirtosios, gaunama nauja lygčių sistema:

$$\left. \begin{aligned} \varepsilon &= \frac{k A \Delta t_m}{W_{\min} \Delta t}, \\ \varepsilon &= \frac{t'_1 - t''_1}{\Delta t}, \\ \varepsilon &= \frac{t''_2 - t'_2}{\Delta t} \cdot \frac{W_{\max}}{W_{\min}}. \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

Į pirmąją šios sistemos lygtį įeina nežinomas dydis Δt_m - šilumnešių temperatūrų vidutinis skirtumas, kuris gali būti išreikštas įvairiai: vidutiniu aritmetiniu arba vidutiniu logaritminiu skirtumu bei tiesine priklausomybe (9):

$$\Delta t_m = \Delta t - a \delta t_{\min} - b \delta t_{\max}. \quad (9)$$

Čia:

a ir b - pastovūs koeficientai, priklausantys nuo šilumnešių tekėjimo schemas šilumokaityje;

δt_{\min} ir δt_{\max} - atitinkamai mažesnis ir didesnis to paties šilumnešio pradinių ir galinių temperatūrų skirtumas šilumokaityje (6.2 pav.).

Kai $W_1 < W_2$, tai $\Delta t_1 = \delta t_{\max}$ ir $\Delta t_2 = \delta t_{\min}$, o kai $W_1 > W_2$, tuomet $\Delta t_2 = \delta t_{\max}$ ir $\Delta t_1 = \delta t_{\min}$.

Tiksliausias ir labiausiai tinkantis šilumokaičių skaičiavimuose yra vidutinis logaritminis temperatūrų skirtumo apskaičiavimo metodas. Juo vadovaujantis,

$$\Delta t_m = \frac{\Delta t_{\max} - \Delta t_{\min}}{\ln \frac{\Delta t_{\max}}{\Delta t_{\min}}} . \quad (10)$$

Čia:

Δt_{\min} ir Δt_{\max} - atitinkamai mažesnis ir didesnis šilumnešių temperatūrų skirtumas to paties šilumokaičio galuose (2 pav.). Kai $W_1 < W_2$, tai $\Delta t_s = \Delta t_{\min}$ ir $\Delta t_k = \Delta t_{\max}$, o kai $W_1 > W_2$, tuomet $\Delta t_k = \Delta t_{\min}$ ir $\Delta t_s = \Delta t_{\max}$.

Laikant, kad $W_1 < W_2$, (10) lygtį galima užrašyti taip:

$$\Delta t_m = \frac{(t'_1 - t''_2) - (t''_1 - t'_2)}{\ln \frac{(t'_1 - t''_2)}{(t''_1 - t'_2)}} . \quad (11)$$

Į šią lygtį įeina tos pačios nežinomos temperatūros, kaip ir į (6), todėl jos pakeičiamos pastoviais dydžiais. Pagal 2 paveikslą parašoma:

$$\left. \begin{aligned} t'_1 - t''_2 &= (t'_1 - t''_1) + (t''_1 - t'_2) - (t''_2 - t'_2), \\ t''_1 - t'_2 &= \Delta t - (t'_1 - t''_1) \end{aligned} \right\} . \quad (12)$$

Gautoji (12) lygčių sistema, pasinaudojus (8) sistemos lygtimis, pertvarkoma taip:

$$\left. \begin{aligned} t''_1 - t'_2 &= (1 - \varepsilon) \Delta t , \\ t'_1 - t''_2 &= \left(1 - \varepsilon \frac{W_{\min}}{W_{\max}}\right) \Delta t . \end{aligned} \right\} \quad (13)$$

Surastos temperatūrų skirtumų reikšmės įrašomos į (11) lygtį, tuomet

$$\Delta t_m = \frac{\left(1 - \frac{W_{\min}}{W_{\max}}\right) \varepsilon \Delta t}{\ln \frac{1 - \varepsilon \frac{W_{\min}}{W_{\max}}}{1 - \varepsilon}} . \quad (14)$$

Iš (8) lygčių sistemos pirmosios lygties

$$\Delta t_m = \frac{\varepsilon \Delta t W_{\min}}{kA} . \quad (15)$$

Sulyginus (14) ir (15) lygčių dešiniąsias puses ir atlikus pertvarkymą, šilumokaičio efektyvumo koeficientas išreiškiamas dydžiais, kurie reguliavimo metu yra laikomi pastoviais arba gali būti pakeisti tokiais.

$$\varepsilon = \frac{e^{\frac{kA}{W_{\min}}(1-\frac{W_{\min}}{W_{\max}})} - 1}{e^{\frac{kA}{W_{\min}}(1-\frac{W_{\min}}{W_{\max}})} - \frac{W_{\min}}{W_{\max}}} . \quad (16)$$

Kartais, kaip jau buvo minėta anksčiau, vienas iš šilumnešių ekvivalentų gali būti be galo didelis ($W_{\max} \rightarrow \infty$)> tuomet $W_{\min}/W_{\max} \rightarrow 0$. Esant tokioms sąlygoms, (16) lygtimi vadovaujantis apskaičiuotas efektyvumo koeficientas

$$\varepsilon = 1 - e^{-\frac{kA}{W_{\min}}} . \quad (17)$$

Jeigu šilumnešių šiluminiai ekvivalentai yra artimi savo dydžiu ($W_1 \approx W_2$), tai jų santykis $W_{\min}/W_{\max} \rightarrow 1$. Įrašius į (16) $W_{\min}/W_{\max} = 1$, gaunamas neapibrėžtas dydis, todėl e reikšmė nustatoma pagal Liopitalio (L'Hospital) taisyklę neapibrėžtiesiems reiškiniams apskaičiuoti:

$$\varepsilon = \frac{kA}{W_{\min} + kA} . \quad (18)$$

Efektyvumo koeficiento reikšmės ε (16)-(18) formulėse yra išvestos priešsroviniam šilumnešių tekėjimo atveju. Pasrovinio tekėjimo atveju ε reikšmė apskaičiuojama panašiai, kaip ir priešsroviniam tekėjimui. Ji išreiškiama taip:

$$\varepsilon = \frac{1 - e^{-\frac{kA}{W_{\min}}(1+\frac{W_{\min}}{W_{\max}})}}{1 + \frac{W_{\min}}{W_{\max}}} . \quad (19)$$

Kai $W_{\min}/W_{\max} \rightarrow 0$, tai ε , kaip ir priešsrovinio tekėjimo atveju, apskaičiuojama iš (17) formulės (19) formulė transformuojasi į (17) formulę.

Jeigu $W_1 \approx W_2$ tai iš (19) formulės gaunama, jog

$$\varepsilon = \frac{1 - e^{-\frac{2kA}{W_{\min}}}}{2} . \quad (20)$$

Šiuo atveju esant pasrovinei šilumnešio tekėjimo schemai, šilumokaičio efektyvumas sumažėja 50 %, palyginti su priešsroviniu tekėjimu. Todėl taikyti pasrovinę schemą, kai $W_1/W_2 \neq 0$, neverta.

Kai šilumnešių tekėjimo schema mišri, efektyvumo koeficiento reikšmės galutinę išraišką apskaičiuoti analitiškai negalima. Kai $W_{\min}/W_{\max} = 0$, ε reikšmė, kaip ir esant kitoms tekėjimo schemoms, apskaičiuojama iš (17) formulės.

Atlikta analizė rodo: jeigu $W_{\min}/W_{\max} = 0$, tai šilumokaičio efektyvumo koeficientas nuo šilumnešių tekėjimo schemas nepriklauso.

Esant kintamiems režimams, žinomos būna tik pradinės šildančiojo ir Šildomojo šilumnešių temperatūros. Tuomet perduodamą šilumos srautą patogiu apskaičiuoti pasinaudojant šilumokaičio efektyvumo koeficientu:

$$Q = \varepsilon W_{\min} \Delta t. \quad (21)$$

Ši formulė gauta iš (5) ir (6) formulių.

Efektyvumo koeficientui apskaičiuoti reikia žinoti šilumos perdavimo koeficientą k . Iš anksto surasti k reikšmę negalima, nes dalis parametru, nuo kurių jis priklauso, yra nežinomi dydžiai. Šis uždavinys sprendžiamas dviem būdais.

1. Pasirenkama orientacinė k reikšmė, o vėliau, išskaičius nežinomus šilumnešio parametrus, ji tikslinama. Taip kartojama tol, kol pasirinktoji ir apskaičiuotoji reikšmės praktiškai sutampa.

2. k reikšmei apskaičiuoti taikomos empirinės formulės:

$$kA = \Phi \sqrt{W_{\max} / W_{\min}}. \quad (22)$$

Čia:

Φ - šilumokaičio parametras, kuris kiekvienam konkrečiam šilumokaičiui yra pastovus dydis.

Kai kuriuose darbuose (22) formulę bandoma pagrįsti teoriškai, vadovaujantis tikslumą mažinančiomis prielaidomis, kitaip formulė k reikšmei apskaičiuoti būna labai sudėtinga.

Šilumokaičio parametras Φ išreiškiamas taip:

$$\Phi = k_n A (W_n \min \cdot W_n \max)^{-0,5}. \quad (23)$$

Čia indeksas (n) atitinka parametrus esant norminėms sąlygoms. Norminėmis vadiname tokias išorės ir vidaus oro sąlygas, kurios taikomos šilumos tiekimo, šildymo, vėdinimo ir kitoms sistemoms bei pastatų atitvaroms skaičiuoti arba parinkti. Norminės sąlygos nurodytos atitinkamuose statybos techniniuose reglamentuose ir taisyklėse.

Šilumos tiekimo uždaviniai, sprendžiami panaudojant šilumokaičių efektyvumo koeficientą

1. Apskaičiuojamas šilumokaityje perduodamas šilumos srautas Q . Žinomi šiluminiai ekvivalentai W_{\min} ir W_{\max} , šilumnešių pradinių temperatūrų skirtumas Δt ir šilumokaičio parametras Φ .

2. Apskaičiuojamas šilumnešių pradinių temperatūrų skirtumas. Žinomi šilumnešių šiluminiai ekvivalentai W_{\min} ir W_{\max} , šilumokaityje perduodamas šilumos srautas Q ir šilumokaičio parametras Φ .

3. Apskaičiuojamas kA kompleksas arba šildytuvo parametras Φ . Žinomi šilumnešių šiluminiai ekvivalentai W_{\min} ir W_{\max} , šilumokaityje perduodamas šilumos srautas Q , šilumnešių pradinių temperatūrų skirtumas Δt ir šilumnešių tekėjimo schema - priešsrovinė.

4. Apskaičiuojamas šilumnešio šiluminis ekvivalentas W_1 . Žinoma: antrojo šilumnešio šiluminis ekvivalentas W_2 , šilumnešių pradinių temperatūrų skirtumas Δt , šilumokaityje perduodamas šilumos srautas Q ir šilumokaičio parametras Φ .

Šilumos, tiekiamos šildymui, reguliavimo uždavinio sprendimas

Vykdyti šilumos tiekimo reguliavimą - tai keisti tam tikra iš anksto nustatyta tvarka perduodamą šilumos srautą. Tai daroma keičiant šilumnešių temperatūrą arba srautą, kartais ir vieną, ir kitą kartu. Norint reguliuoti, reikia gerai išmanyti ryšį tarp šildančiojo ir šildomojo šilumnešių parametrų, todėl toliau dėstoma medžiaga skirta šioms problemoms nagrinėti.

Šilumnešio vidutinę temperatūrą vietiniuose šildymo prietaisuose priimta apskaičiuoti kaip šilumnešių temperatūrų aritmetinį vidurkį:

$$\Delta t_m = 0,5 [(t_1' - t_2'') + (t_1'' - t_2')] . \quad (24)$$

Įrašius temperatūrų skirtumų reikšmes iš (13) į šią formulę, gaunama

$$\Delta t_m = \Delta t \left[1 - \frac{\varepsilon}{2} \left(\frac{W_{\min}}{W_{\max}} + 1 \right) \right] . \quad (25)$$

Sulyginus (25) ir (15) lygčių dešiniąsias puses išskaičiuojama ε reikšmė:

$$\varepsilon = \frac{1}{\frac{W_{\min}}{kA} + 0,5 \left(\frac{W_{\min}}{W_{\max}} + 1 \right)} . \quad (26)$$

Įvertinus tai, kad šildymo sistemoje, turinčioje vietinio šildymo prietaisus $W_{msx} = \infty$, tuomet $W_{\min}/W_{\max} = 0$ ir

$$\varepsilon = \frac{1}{\frac{W_2}{kA} + 0,5} . \quad (27)$$

Čia: W_2 - šildymo sistemoje cirkuliuojančio šilumnešio šiluminis ekvivalentas.

Reguliavimo metu dydžiai k ir W kinta, todėl jie pakeičiami santykiniais vienetais $k = k/k_n$ ir $W = W/W_n$ bei kitais dydžiais, apskaičiuojamais norminėmis sąlygomis [indeksas (n) atitinka dydžius norminėmis sąlygomis].

Šilumos srautas, perduodamas norminėmis sąlygomis, vadovaujantis (2) ir (5) lygtimis užrašomas taip:

$$\begin{aligned} Q_n &= k_n A \Delta t_{mn} , \\ Q_n &= W_{2n} \Delta t_{pn} . \end{aligned} \quad (28)$$

Čia:

Δt_{pn} - šilumnešio norminių temperatūrų skirtumas vietiniame šildymo prietaise, °C;
 $\Delta t_{pn} = t_1' - t_1''$;

Δt_{mn} - šildančiojo ir šildomojo šilumnešių norminių temperatūrų vidurkių skirtumas vietiniame šildymo prietaise, °C; $\Delta t_{mn} = (t_1' + t_1'')/2 - t_i$;
 t_i - oro aplink šildymo prietaisą temperatūra (ji laikoma pastovia), °C.

Tuomet (27) lygtyje esantis W/kA kompleksas, pasinaudojant čia pateiktais santykiniais vienetais ir lygtimis iš (28) lygčių sistemos, pertvarkomas taip:

$$\frac{W_2}{kA} = \frac{W_2 \Delta t_{mn}}{k \Delta t_{pn}} \quad (29)$$

Irašius šią komplekso reikšmę į (27) formulę, gaunama tokia šildymo sistemos prietaisų efektyvumo koeficiento reikšmė:

$$\varepsilon = \frac{1}{\frac{W_2 \Delta t_{mn}}{k \Delta t_{pn}} + 0,5} \quad (30)$$

Šilumos srautas perduodamas vietiniais šildymo sistemos prietaisais laisvai pasirinktu metu, analogiškai (21) lygčiai, gali būti išreikštas taip:

$$Q = \varepsilon W_2 (t_1' - t_2') \beta \quad (31)$$

Čia:

β - koeficientas, įvertinantis šildymo prietaiso veikimo trukmę; $\beta = 0 \dots 1$. Kai $\beta = 0$, prietaisas išjungtas, o kai $\beta = 1$, prietaisas veikia be pertrūkio.

(31) lygtyje pakeitus šilumnešio temperatūrų žymėjimą būdingu šildymo sistemai $t_1' = t_3$ bei $t_2' = t_i$ ir įrašius ε reikšmę iš (30) lygties, formulė šilumos srautui apskaičiuoti įgauna tokį pavidalą:

$$Q = \frac{W_2 (t_3 - t_i) \beta}{\frac{W_2 \Delta t_{mn}}{k \Delta t_{pn}} + 0,5} \quad (32)$$

(32) lygtį padalijus iš (28) lygčių sistemos antrosios lygties, apskaičiuojamas santykinis šilumos srautas, perduodamas vietiniais šildančiais prietaisais:

$$\bar{Q} = \frac{(t_3 - t_i) \beta}{\frac{\Delta t_{mn}}{k} + 0,5 \frac{\Delta t_{pn}}{W_2}} \quad (33)$$

Šilumos perdavimo koeficientas, įeinantis į (33) lygybę, nėra pastovus dydis. Tai matyti iš formulės, skirtos jam apskaičiuoti:

$$k = a \Delta t_m G^z \quad (34)$$

Čia:

a - koeficientas;

Δt_m - šilumnešio ir oro vidutinių temperatūrų skirtumas, °C;

G - santykinis šilumnešio srautas šildymo prietaise;

r ir z - laipsnio rodikliai, apibūdinantys prietaisą.

z reikšmė labai maža ($z = 0,03-0,1$), todėl k praktiškai nepriklauso nuo G pokyčio. Tada

$$\begin{aligned} k &= (\Delta t_m / \Delta t_{mn})^r, \\ \bar{Q} &= k \Delta t_m / \Delta t_{mn}. \end{aligned} \quad (35)$$

Sprendžiant kartu (35) lygtis, gaunama:

$$k = \bar{Q}^{\frac{1}{1-r}}. \quad (36)$$

Laipsnio rodiklio r reikšmė priklauso nuo šildymo prietaiso markės - daugumai šiuolaikinių radiatorių ir konvektorių $r = 0,32$, tuomet $k = Q^{0,75}$.

Įrašius šią k reikšmę į (33) lygtį ir apskaičiavus t_3 , surandama priklausomybė apskaičiuoti šilumnešio, tiekiamo į šildymo prietaisus, temperatūrai:

$$t_3 = t_i + \Delta t_{mn} \frac{\bar{Q}^{0,75}}{\beta} + 0,5 \frac{\Delta t_{pn}}{W_2} \frac{\bar{Q}}{\beta}. \quad (37)$$

Šildymo prietaise šilumnešis atvėsta iki temperatūros t_2 , kuri apskaičiuojama taip:

$$t_2 = t_3 - \frac{Q_p}{W_2}. \quad (38)$$

Čia: Q_p - šilumos srautas, kurį šilumnešis perduoda šildymo prietaise, W .

(38) formulė, pasinaudojus (28) lygčių sistemos antrąja lygtimi, pertvarkoma taip, kad Q_p ir W_2 dydžiai pakeistų Q_p ir W_2 , tuomet

$$t_2 = t_3 - \frac{\bar{Q}_p}{W_2} \Delta t_{pn}. \quad (39)$$

Įrašius į šią formulę t_3 reikšmę iš (37), gaunama išraiška apskaičiuoti grąžinamo šilumnešio temperatūrai:

$$t_2 = t_i + \Delta t_{mn} \frac{\bar{Q}^{0,75}}{\beta} - 0,5 \frac{\Delta t_{pn}}{W_2} \frac{\bar{Q}}{\beta}. \quad (40)$$

Šildymo sistemoje cirkuliuojančio šilumnešio temperatūros yra susijusios su šilumos tiekimo sistemomis cirkuliuojančio šilumnešio temperatūromis. Tam ryšiui nustatyti atliekama šilumos mainų analizė.

Laikant, kad šildymo sistema prie šilumos tiekimo tinklų prijungta per šilumokaitį, tada abiejų šilumnešių temperatūrų kitimą atvaizduoja 3 paveikslas. Čia t_3 ir t_2 yra šildymo sistemoje cirkuliuojančio šilumnešio temperatūros. Jos apskaičiuojamos atitinkamai iš (37) ir (40) formulių. Kitos dvi – t_1 ir t_4 yra šilumos tiekimo sistemoje cirkuliuojančio šilumnešio temperatūros. Jos yra nežinomos. Šių temperatūrų apskaičiavimui panaudojami temperatūrų skirtumai Δt_p ir Δt_k , kurių santykis pažymimas ν ($\nu = \Delta t_p / \Delta t_k$). Tuomet perduodamas šilumokaityje šilumos srautas išreiškiamas taip:

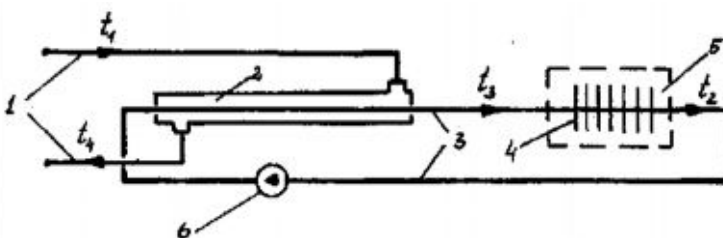
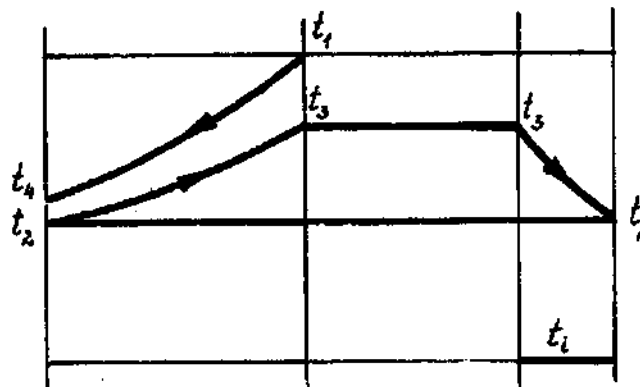
$$\frac{Q}{\beta} = W_1 \varepsilon \Delta t = W_2 \Delta t_p = W_2 \nu \Delta t_k . \quad (41)$$

Čia $\Delta t_k = t_1 - t_3$;

$\Delta t_p = t_3 - t_2$;

$\Delta t = t_1 - t_2$.

W_1 ir W_2 - atitinkamai šilumos tiekimo ir šildymo sistemose cirkuliuojančių šilumnešių šiluminiai ekvivalentai, W/K.



3 pav. Šilumnešių temperatūrų kitimo schema šildymo sistemoje ir jos šilumokaityje: 1 - šilumos tiekimo sistemos vamzdynai; 2 - šilumokaitis; 3 - šildymo sistemos vamzdynai; 4 - šildymo prietaisas; 5 - apšildoma patalpa; 6 - siurblys.

Temperatūrų skirtumai Δt_p ir Δt_k , esantys (41) lygtyje, išreiškiami kitais, paprasčiau apskaičiuojamais dydžiais. Tai padaroma naudojantis (41) lygtimi ir 3 paveikslu:

$$\begin{aligned}\Delta t_p &= \frac{W_1}{W_2} \varepsilon \Delta t, \\ \Delta t_k &= \left(\frac{W_2}{W_1} - \varepsilon \right) \frac{W_1}{W_2} \Delta t.\end{aligned}\quad (42)$$

Išreiškiant Δt_k (42) lygties pavidalu, pasinaudota tokiais temperatūrų skirtumais: $\Delta t_k = t_1 - t_3$, $t_1 = t_2 + \Delta t$, $t_3 = t_2 + \Delta t_p$. Tuomet, įrašius iš (42) lygčių Δt_p ir Δt_k reikšmes, apskaičiuojama koeficiento ν reikšmė:

$$\nu = \frac{\varepsilon}{\frac{W_2}{W_1} - \varepsilon}.\quad (43)$$

Įrašius į (41) lygtį ν reikšmę iš (43) lygties, gaunama kita šilumokaityje perduodamo šilumos srauto išraiška:

$$Q = W_2 \frac{\varepsilon}{\frac{W_2}{W_1} - \varepsilon} (t_1 - t_3) \beta.\quad (44)$$

Šią lygtį padalijus iš šilumos srauto lygties, parašytos tam pačiam šilumokaičiui esant norminėms sąlygoms

$$Q_n = W_{2n} \Delta t_{pn}\quad (45)$$

ir išreiškus

$$\varepsilon = \frac{W_{2n} \Delta t_{pn}}{W_{1n} \Delta t_n},$$

gaunama:

$$\bar{Q} = \bar{W}_2 \frac{(t_1 - t_3) \beta}{\frac{W_2}{W_1} \Delta t_n - \Delta t_{pn}}.\quad (46)$$

Iš čia, įrašius t_3 reikšmę iš (37) lygties, išvedama formulė apskaičiuoti šilumos tiekimo sistema tiekiamo šilumnešio temperatūrai:

$$t_1 = t_i + \Delta t_{mn} \frac{\bar{Q}^{0,75}}{\beta} + \left(\frac{W_2}{W_1} \Delta t_n - 0,5 \Delta t_{pn} \right) \frac{\bar{Q}}{\beta \bar{W}_2}.\quad (47)$$

Analogiškai išvedama formulė apskaičiuoti grąžinamo iš šilumokaičio į šilumos tiekimo sistemą šilumnešio temperatūrai t_4 . Tam įvedamas pažymėjimas $\nu = \Delta t_p / \Delta t_s$ ir užrašoma šilumokaityje perduodamo šilumos srauto lygtis:

$$\frac{Q}{\beta} = W_1 \varepsilon \Delta t = W_2 \Delta t_p = W_2 \nu \Delta t_s.\quad (48)$$

Čia: $\Delta t_s = t_4 - t_2$; kiti dydžiai nurodyti anksčiau.

Įrašius reikšmes, Δt_p iš (42) lygties, o Δt_s - iš (13) lygčių sistemos pirmosios lygties, ν išreiškiama taip:

$$\nu = \frac{W_1}{W_2} \frac{\varepsilon}{1 - \varepsilon}. \quad (49)$$

Įrašius į (48) lygtį ν reikšmę iš (49) lygties, gaunama tokia šilumokaityje perduodamo šilumos srauto išraiška:

$$Q = W_2 \frac{\varepsilon}{1 - \varepsilon} \frac{W_1}{W_2} (t_4 - t_2) \beta. \quad (50)$$

Šią lygtį padalijus iš (45) lygties ir išreiškus

$$\varepsilon = \frac{W_{2n} \Delta t_{pn}}{W_{1n} \Delta t_n},$$

gauname:

$$\bar{Q} = \bar{W}_2 \frac{(t_4 - t_2) \beta}{\Delta t_n - \frac{W_{2n}}{W_{1n}} \Delta t_{pn}} \frac{\bar{W}_1}{\bar{W}_2}. \quad (51)$$

Iš čia, įrašius t_2 reikšmę iš (40) lygties, išvedama:

$$t_4 = t_i + \Delta t_{mn} \frac{\bar{Q}^{0,75}}{\beta} + \left[\Delta t_m \frac{\bar{W}_1}{\bar{W}_2} - \left(0,5 + \frac{W_{2n}}{W_{1n}} \frac{\bar{W}_1}{\bar{W}_2} \right) \Delta t_{pn} \right] \frac{\bar{Q}}{\bar{W}_2}. \quad (52)$$

Didelę reikšmę šilumnešių parametrų tarpusavio ryšiui turi šildymo sistemų prijungimo schema ir pasirinktas reguliavimo būdas.

Esant netiesioginei jungimo schemai, kaip jau įrodyta išvedant (37), (40), (47) ir (52) formules, visi šilumnešių parametrai skiriasi. Paprasčiausia jungimo schema yra tiesioginė, nenaudojant šilumnešio sumaišymo įrenginių. Tuomet abiejų šilumnešių parametrai yra vienodi: $t_1 = t_3$, $t_4 = t_2$, $W_1 = W_2$. Kai šildymo sistema jungiama pagal tiesioginę schemą, ne per elevatorių, tada daliai grąžinamo vandens sumaišyti su tiekiamu yra vartojamas siurblys. Tuomet $t_4 = t_2$.

Reguliavimo būdai, kaip ir jungimo schemas, yra įvairūs ir skiriami į kokybinį, kiekybinį ir kokybinį-kiekybinį.

Kokybinis reguliavimas

Tai dažniausiai taikomas reguliavimo būdas. Jo esmė yra ta, kad šilumos tiekimo ir šildymo sistemose cirkuliuoja pastovūs šilumnešio srautai, o pernešamas šilumos srautas reguliuojamas keičiant šilumnešių temperatūras. Tuomet $W_1 = W_2 = 1$, $W_1/W_2 = const$, $\beta = 1$, o (37), (40), (47) ir (52) formulės, skirtos apskaičiuoti šilumnešių temperatūroms, įgyja tokią išraišką:

$$\begin{aligned}
 t_1 &= t_i + \Delta t_{mn} \bar{Q}^{0,75} + (\Delta t_n - 0,5 \Delta t_{pn}) \bar{Q}, \\
 t_2 &= t_i + \Delta t_{mn} \bar{Q}^{0,75} - 0,5 \Delta t_{pn} \bar{Q}, \\
 t_3 &= t_i + \Delta t_{mn} \bar{Q}^{0,75} + 0,5 \Delta t_{pn} \bar{Q}, \\
 t_4 &= t_i + \Delta t_{mn} \bar{Q}^{0,75} + \left[\Delta t_n - \left(0,5 + \frac{W_{2n}}{W_{1n}} \right) \Delta t_{pn} \right] \bar{Q}.
 \end{aligned} \quad (53)$$

Iš (53) formulių matyti, kad šilumnešių temperatūros priklauso tik nuo santykinio šilumos srauto $\bar{Q} = Q/Q_n$. Čia Q_n ir Q - šilumos srautai atitinkamai norminėmis sąlygomis ir kitu laiku. Jie apskaičiuojami pagal patalpų šilumos nuostolių nustatymo formules:

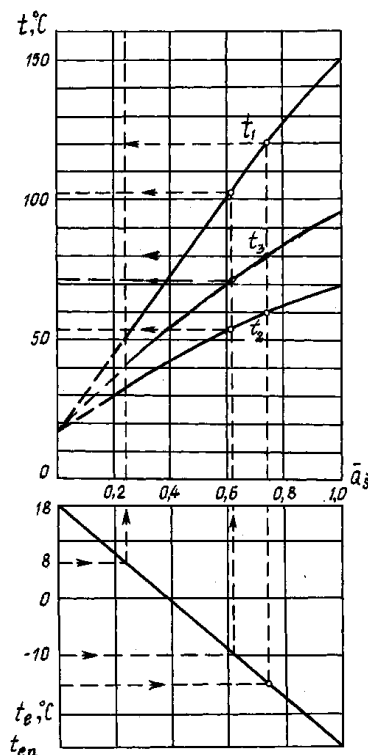
$$Q_n = k_n A (t_i - t_{en})$$

$$Q = k A (t_i - t_e). \quad (54)$$

Čia; t_{en} ir t_e - lauko oro temperatūros norminėmis sąlygomis ir kitu laiku; k_n ir k - šilumos perdavimo per statybines atitvaras koeficientai norminėmis sąlygomis ir kitu laiku.

Praktiškai laikoma, kad $k_n = k$, tuomet \bar{Q} yra apskaičiuojamas taip:

$$\bar{Q} = \frac{t_i - t_e}{t_i - t_{en}}. \quad (55)$$



4 pav. Kokybinio šilumos tiekimo reguliavimo temperatūrų grafikai

Tuomet šilumnešių temperatūros t_1 , t_2 ir t_3 esant atitinkamai lauko oro temperatūrai t_e yra surandamos iš (53) formulių, įrašius į jas Q reikšmę, apskaičiuotą pagal (55) formulę. Temperatūrai t_4 nustatyti reikia papildomai žinoti šilumnešių šiluminių ekvivalentų santykį W_{2n}/W_{1n} . Pasinaudojus taip apskaičiuotų šilumnešių temperatūrų reikšmėmis yra sudaromi kokybinį šilumos tiekimo reguliavimą atitinkantys temperatūrų grafikai (4 pav.).

Kiekybinis reguliavimas

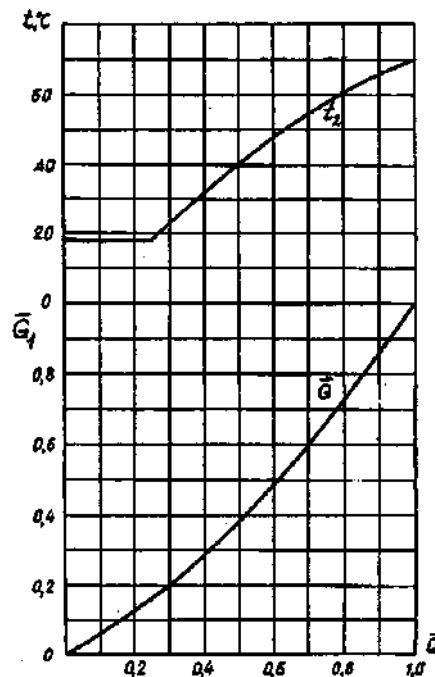
Kiekybinio reguliavimo metu tiekiamo šilumnešio temperatūra yra pastovi, todėl pernešamą šilumos srautą galima pakeisti tik keičiant šilumnešio srautą, kartu keisis ir gražinamo šilumnešio temperatūra. Šilumnešio srautas gali būti keičiamas palaipsniui arba staiga - sustabdant šilumnešio tekėjimą. Pirmuoju atveju reikia nustatyti tiekiamo šilumnešio srautą ir gražinamo - temperatūrą, o antruoju - pertraukimo trukmę įvertinantį koeficientą β . Visi šie čia paminėti dydžiai priklauso nuo reikalingo perduoti šilumos srauto dydžio ir gali būti apskaičiuoti. Iš (47) formulės, laikant, kad šildymo sistemoje cirkuliuojančio šilumnešio srautas yra pastovus ir $\beta = 1$, surandamas tiekiamo šilumnešio santykinis srautas

$$\bar{G}_1 = \frac{\Delta t_n \bar{Q}}{t_1 - t_i - \Delta t_{mn} \bar{Q}^{0,75} + \Delta t_{pn} \bar{Q}} . \quad (56)$$

Tada gražinamo šilumnešio temperatūra analogiškai (39) formulei išreiškiama taip:

$$t_2 = t_1 - \frac{\bar{Q}}{W_1} \Delta t_{pn} . \quad (57)$$

Ši formulė teisinga tol, kol $t_2 \geq t_i$.



5 pav. Kiekybinio šilumos tiekimo reguliavimo grafikas

Kaip matyti iš grafiko (5 pav.), grąžinama šilumnešio ir šildomos patalpos oro temperatūros esant tam tikrai Q reikšmei susilygina ($t_2 = t_i$), tačiau šildymo prietaisai veikia ir toliau. Taip yra dėl to, kad įtekančio į juos šilumnešio temperatūra, o kartu ir šildymo prietaiso vidutinė temperatūra yra aukštesnė už patalpos oro temperatūrą.

Reguliuojant išjungimais reikia apskaičiuoti pertraukimo trukmę įvertinanti koeficientą β . Tai galima padaryti iš (47) formulės, laikant šilumnešių debitus pastoviais. Šis reguliavimo būdas taikomas retai, nes dažnas šilumnešio cirkuliacijos sustabdymas neigiamai atsiliepia sistemos eksploatavimui.

Kiekybinio šilumos tiekimo reguliavimo metu, palyginti su kokybiniu, sumažėja tinkluose cirkuliuojančio šilumnešio srautas, kartu ir elektros energijos sąnaudos perpumpuoti šilumnešiui. Tai pagrindinis kiekybinio reguliavimo privalumas. Plačiau taikyti šį reguliavimo metodą trukdo tai, kad sumažėjus cirkuliuojančio šilumnešio srautui pasikeičia hidraulinis režimas, o šildymo sistemos išsireguliuoja.

Kad taip neįvyktų, šildymo sistemos jungiamos pagal netiesiogines schemas arba panaudojami sumaišymo siurbliai (sumaišymo koeficientas kintamas).

Centrinis šilumos tiekimo reguliavimas esant įvairiarūšėms uždaroms sistemoms

Šiluma aprūpinamos įvairių rūšių sistemos: šildymo, karšto vandentiekio, vėdinimo. Tada centrinis reguliavimas atliekamas pagal vyraujančią šilumos poreikį ir turi būti papildomas grupiniu ir vietiniu reguliavimu. Vyraujantis šilumos poreikis būna vien šildymo arba bendras - šildymo ir karšto vandens. Jeigu $Q_{kvvid} / Q_{švid} \leq 0,15$ (čia Q_{kvvid} - vidutinis šilumos srautas ruošti karštam vandeniui, $Q_{švid}$ - tas pats šildymui), tai šilumos tiekimas reguliuojamas pagal šildymo poreikį, kitaip pagal bendrą - šildymo ir karšto vandens. Abiem šiais atvejais vandens temperatūra turi būti ne žemesnė kaip 70°C , kitaip šilumokaičiuose negalima sušildyti vandens iki $55 - 60^\circ\text{C}$, kaip to reikia karštam vandeniui paruošti. Dėl tokio apribojimo temperatūrų grafikai yra laužytų linijų pavidalo.

Centrinis šilumos tiekimo reguliavimas pagal šildymo poreikius

Šilumnešių temperatūros ir srautai šildymui. Vykdam centrinių šilumos tiekimo reguliavimą pagal šildymo sistemų poreikius, jeigu nėra vietinio kiekybinio reguliavimo, šilumnešio srautas turi būti pastovus. Ši sąlyga bus išlaikyta reguliavimą vykdant kokybiškai. Sėkmingai vykdyti tokį reguliavimą galima tik žinant priklausomybes, pagal kurias kinta šilumnešių temperatūros. Joms apskaičiuoti iki tam tikro taško, vadinamo „lūžio tašku“, tinka anksčiau išvestos (53) formulės. Tolesniam temperatūrų apskaičiavimui reikia surasti lūžio tašką atitinkančią lauko temperatūrą t_e''' (čia indeksas (')) reiškia parametrus lūžio taške). Iš ankstesnių sąlygų žinoma, kad įvairiarūšių sistemų atveju $t_l > 70^\circ\text{C}$, todėl tiekiamo šilumnešio temperatūros grafike lūžis atsiranda, kai $t_l = 70^\circ\text{C}$. Tada konkrečiu atveju įrašius šią t_l ir kitų žinomų dydžių reikšmes į (53) formulę ir išsireiškus Q kaip atitinkamų temperatūrų santykį, surandama t_e''' . Po to nustatomos t_2''' ir t_3''' temperatūros. Jas galima apskaičiuoti dvejopai: iš (53) formulių, įrašius t_e''' reikšmę, arba iš perduodamo santykinio šilumos srauto atitinkamų lygčių:

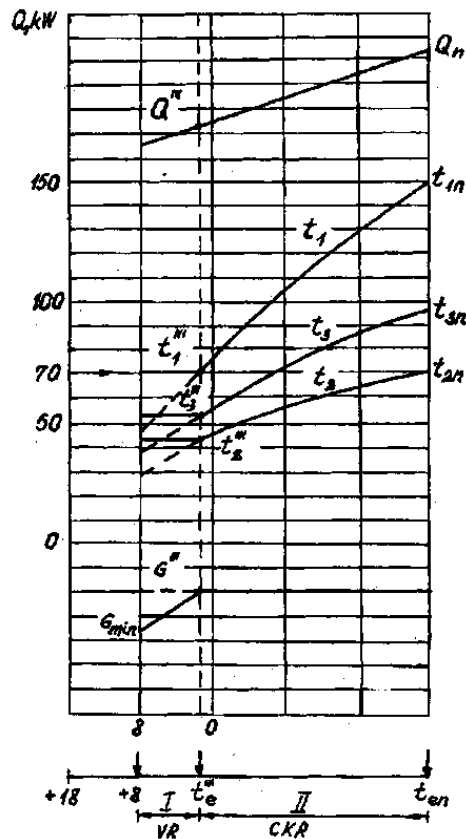
$$\bar{Q} = \frac{t_1''' - t_2'''}{t_{1n} - t_{2n}}$$

ir

$$\bar{Q} = \frac{t_3''' - t_2'''}{t_{3n} - t_{2n}}.$$

(58)

Čia indeksas (n) reiškia parametrus esant norminėms sąlygoms. Pagal apskaičiuotas temperatūrų reikšmes išbraižomi jų grafikai. Taip gaunamas šildymo reguliavimo grafikas (6 pav.). Tame pat grafike atvaizduojamas šilumos poreikis šildymui ir šilumnešio srautas. Reguliavimas atliekamas kokybiškai, todėl šilumnešio srautas lieka pastovus ir tik po lūžio taško ($t_e > t_e''''$), jei reguliuojama vietoje, srautas gali būti sumažintas.



6 pav. Šildymo reguliavimo grafikas „iki lūžio taško“.

Nuolat šildant patalpas, kai $t_e > t_e''''$, jos yra peršildomos. Tada gali būti reguliuojama išjungimais, o šildymo trukmė valandomis per parą nustatoma taip:

$$n = 24 \frac{t_i - t_e}{t_i - t_e''''} \quad (59)$$

Šildymas nutraukiamas visiškai, kai lauko vidutinė paros temperatūra pastoviai viršija šildymo sezono pradžios temperatūrą, t.y. $t_e = 8-10^\circ\text{C}$. Kai $t_e > t_e''''$ ir šildoma pastoviai, tai tiekiamo į šildymo sistemą ir gražinamo šilumnešio temperatūros t_3 ir t_2 bei patalpos temperatūra t_i didėja. Joms apskaičiuoti parašomos šios lygtys:

$$\left. \begin{aligned} Q &= Ak \left(\frac{t_3 + t_2}{2} - t_i \right), \\ Q &= Gc (t_1 - t_2), \\ Q &= \frac{t_i - t_e}{t_{in} - t_{en}} \cdot \end{aligned} \right\} \quad (60)$$

Jeigu elevatoriaus sumaišymo koeficientas u , tai

$$t_3 = \frac{t_1 + u t_2}{1 + u} \quad (61)$$

Sulyginus antrąją ir trečiąją (60) lygčių sistemos lygtis ir išsprendus jas t_2 atžvilgiu, apskaičiuojama:

$$t_2 = t_1 - \frac{t_i - t_e}{t_{in} - t_{en}} \frac{Q_n}{Gc} \quad (62)$$

Sulyginus dvi pirmąsias (60) lygčių sistemos lygtis ir įrašius t_3 reikšmę iš (61) bei t_2 reikšmę iš (62) lygčių, gaunama formulė apskaičiuoti u reikšmei:

$$t_i = \frac{t_1 + M t_e}{M + 1} \quad (63)$$

$$M = \frac{(2u + 1) \Delta t_{pm}}{2(1 + u)(t_{in} - t_{en})} + \frac{\Delta t_{mn}^{1+r}}{(t_{in} - t_{en}) \Delta t_m^r} \quad (64)$$

Santykiu $\Delta t_{mn}^{1+r} / \Delta t_m^r$ (64) formulėje yra pakeistas jam tolygus santykis $Q_n / (Ak)$, ir tai padaryta vadovaujantis (34) - (36) formulėmis. Dydį Δt_m po lūžio taško apskaičiuoti sudėtinga, nes nežinomos t_i , t_2 ir t_3 temperatūros, todėl jo vietoje galima įrašyti Δt_m reikšmę, o po to, išskaičiavus visas temperatūras, skaičiavimą patikslinti. Praktiškai to daryti nereikia, nes paklaida neviršija 5 %. Temperatūra t_2 išskaičiuojama iš (62) formulės, o temperatūra t_3 - iš (61) formulės.

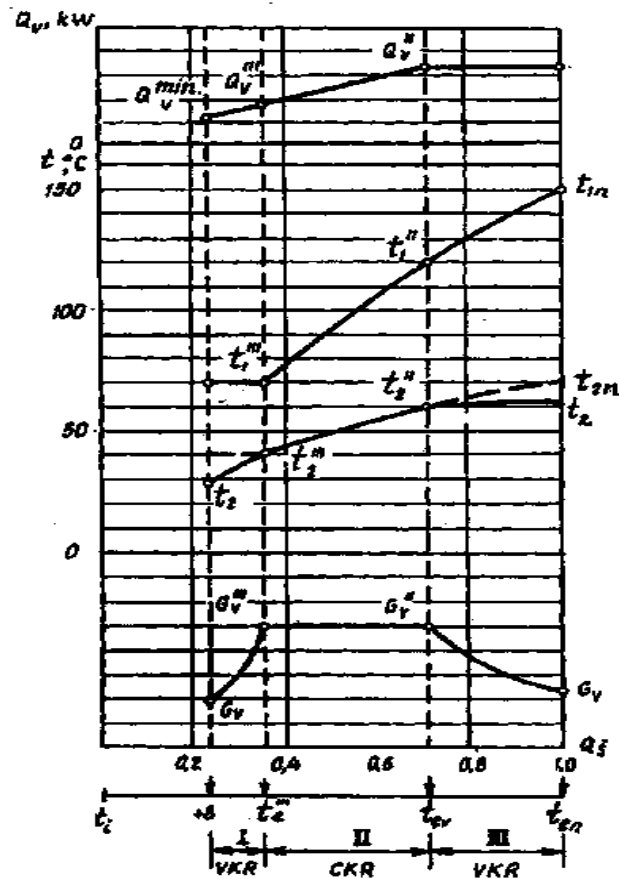
Šilumnešio temperatūros ir srautai vėdinimui.

Šilumos tiekimo požiūriu sąvoka „vėdinimo sistemos“ aprėpia vėdinimo ir oro kondicionavimo sistemas. Šiose sistemose šiluma reikalinga į patalpas tiekiamam orui šildyti.

Dauguma oro kondicionavimo ir dalis vėdinimo sistemų yra apskaičiuotos pagal tuos pačius norminius lauko parametrus, kaip ir šildymo sistemos, todėl ir šilumnešio parametrai turi būti tokie patys. Išimtį sudaro oro kondicionierių antrojo šildymo sekcijos - į jas turi būti tiekiamas pastovios temperatūros šilumnešis. Likusioji vėdinimo sistemų dalis yra apskaičiuota pagal norminę lauko temperatūrą vėdinimui. Tiekiamo šilumnešio temperatūra šiai vėdinimo sistemų daliai, reguliuojant šilumos tiekimą pagal šildymo sistemų poreikius, yra tokia pati, kaip ir šildymui, nes šilumnešis tiekiamas iš tos pačios sistemos. Tuo tarpu grąžinamo šilumnešio temperatūra keičiasi kitaip negu šilumnešio, grąžinamo iš šildymo sistemos.

Čia nagrinėjamos vėdinimo sistemos vartoja šilumą visą šildymo periodą, kuri pagal šilumos poreikį galima suskirstyti į tris laikotarpius (7 pav.).

1. Tarp lauko temperatūrų, pagal kurias nustatoma šildymo sezono pradžia (t_{ep}) ir lūžio taškas (t_e''').
2. Tarp lauko temperatūrų t_e''' ir t_{ev} ; čia t_{ev} - lauko norminė temperatūra vėdinimui.
3. Tarp lauko temperatūrų t_{ev} ir t_{en} .



7 pav. Reguliavimo grafikas vėdinimui

Vėdinimo sistemose šiluma perduodama iš vieno šilumnešio kitam. Antruoju šilumnešiu yra oras. Jo visi parametrai (W_2 , t_{2p} , t_{2g}), taigi ir reikalingas šilumos srautas Q yra žinomi. Tuo tarpu pirmojo šilumnešio, tiekiamo iš šilumos tiekimo sistemos, žinoma tik temperatūra t_1 , kuri kinta pagal šildymo reguliavimo grafiką, o kitus parametrus (W_{1v} ir t_{2v}) reikia apskaičiuoti.

Šilumnešio šiluminį ekvivalentą W_{1v} patogiu apskaičiuoti naudojantis (21) formule, kurioje esantis šilumnešio efektyvumo koeficientas ϵ gaunamas iš (26) formulės, nes skaičiuojant vėdinimo sistemas šilumnešių temperatūrų skirtumas išreiškiamas kaip vidutinis aritmetinis. Deja, (26) formulės ϵ reikšmei apskaičiuoti kintamų režimų metu negalima panaudoti tol, kol nežinoma perdavimo koeficiento k reikšmė.

Šilumos perdavimo koeficientas k kaloriferiuose yra apskaičiuojamas pagal tokią formulę:

$$k = a v_1^n (v_2 \rho_2)^m. \quad (65)$$

Čia:

a - koeficientas;

n ir m - laipsnių rodikliai, priklausantys nuo kaloriferio konstrukcijos;

v_1 - šilumnešio tekėjimo greitis kaloriferio vamzdeliuose, m/s;

$(v_2 \rho_2)$ - oro masinis greitis kaloriferiuose, $\text{kg}/(\text{m}^2 \text{ s})$.

$$\begin{aligned} v_1 &= \frac{G_1}{\rho_1 A_1}, \\ v_2 \rho_2 &= \frac{G_2}{A_2}. \end{aligned} \quad (66)$$

Čia:

A_1 ir A_2 - kaloriferio elementų spindžiai pirminiam ir antriniam šilumnešiams pratekėti, m^2 .

Atitinkamas dydžių reikšmes iš (66) formulių įrašius į (65) formulę ir ją pertvarkius, gaunama:

$$k = b W_1^n W_2^m. \quad (67)$$

To paties šilumos perdavimo koeficiento reikšmė norminėmis sąlygomis užrašoma taip:

$$k_n = b W_{1n}^n W_{2n}^m. \quad (68)$$

(67) lygtį padalijus iš (68) lygties ir gautą reiškinį atitinkamai pertvarkius gaunama ši k reikšmė:

$$k = k_n \bar{W}_1^n \bar{W}_2^m. \quad (69)$$

Abi (69) lygybės puses padauginus iš $A W_{1n} / W_1$ ir įvedus pažymėjimą $w = kA / W$, gaunama tokia lygybė:

$$w = w_n \frac{\bar{W}_1^n \bar{W}_2^m}{\bar{W}_{\min}}, \quad (70)$$

kuri įrašoma į (26) formulę. Tuomet

$$\varepsilon = \frac{1}{\frac{\bar{W}_{\min}}{w_n \bar{W}_1^n \bar{W}_2^m} + 0,5 \left(\frac{\bar{W}_{\min}}{\bar{W}_{\max}} + 1 \right)}. \quad (71)$$

Šilumos srautas, perduodamas vieno šilumnešio kitam, nagrinėjamu atveju pritaikius (21) formulę užrašomas taip:

$$Q = \varepsilon W_{\min} (t_1 - t_2). \quad (72)$$

Šilumos srautas antriniam šilumnešiui sušildyti apskaičiuojamas pagal šią formulę:

$$Q = W_2 (t_{2g} - t_{2p}) . \quad (73)$$

Šilumos srautai, apskaičiuojami pagal (72) ir (73) formules, yra lygūs, todėl sulyginus šių srautų reikšmes, gaunama tokia lygybė:

$$\frac{W_2}{W_{\min}} = \varepsilon \frac{t_1 - t_{2p}}{t_{2g} - t_{2p}} . \quad (74)$$

Įrašius į (74) lygybę E reikšmę iš (71) formulės ir atlikus kai kuriuos pertvarkymus, gaunamas šis reiškiny:

$$\begin{aligned} \frac{1}{n^n} \left(\frac{W_{1n}}{W_{n \min}} \right)^n \left(\frac{W_{2n}}{W_{n \min}} \right)^m \left(\frac{W_2}{W_{n \min}} \right)^{1-m-n} \left(\frac{W_1}{W_2} \right)^{1-n} = \\ = \frac{t_1 - t_{2p} W_1}{t_{2g} - t_{2p} W_2} - 0,5 \left(\frac{W_1}{W_{\max}} - \frac{W_1}{W_{\min}} \right) . \end{aligned} \quad (75)$$

Iš šio reiškinių priartėjimo metodu galima apskaičiuoti šilumnešio šiluminį ekvivalentą W_l , tačiau prieš tai reikia nustatyti, kurio šilumnešio šilu minis ekvivalentas didesnis, o kurio - mažesnis. Tam reikalui apskaičiuojamas pirminio šilumnešio ekvivalentas vėdinimui esant norminėms sąlygoms.

$$W_1'' = \frac{Q''}{t_1'' - t_2''} . \quad (76)$$

Čia:

Q'' - norminis šilumos srautas vėdinimui, kW;

t_1'' ir t_2'' - tiekiamo ir grąžinamo šilumnešio temperatūros vėdinimui, esant lauko norminei temperatūrai (t_{ev}), °C;

indeksas (") žymi parametrus esant t_{ev} .

Nustačius šilumnešių šiluminių ekvivalentų santykį, (75) reiškiny yra pertvarkomas. Vėdinimo sistemose dažniausiai $W_2 > W_1$, tuomet (75) reiškiny įgyja tokią išraišką:

$$B \frac{W_1}{W_2} - C \left(\frac{W_1}{W_2} \right)^{1-n} - 0,5 = 0 , \quad (77)$$

Čia:

$$B = \frac{t_1 - t_{2p}}{t_{2g} - t_{2p}} - 0,5$$

(78)

ir

$$C = \frac{1}{w^n} \left(\frac{W_{1n}}{W_{\min}} \right)^n \left(\frac{W_{2n}}{W_{\min}} \right)^m \left(\frac{W_2}{W_n \min} \right)^{1-m-n} \quad (79)$$

Dydis w_n apskaičiuojamas pagal šią formulę:

$$w_n = \frac{Q''}{\Delta t'' W_{\min}} \quad (80)$$

Čia :

$\Delta t''$ - vidutinis aritmetinis šilumnešių temperatūrų skirtumas kaloriferyje, °C.

Jeigu oro kiekis yra pastovus ($W_2 = \text{const.}$), tai koeficientas C tam pačiam kaloriferiui taip pat yra pastovus.

Pirminio šilumnešio temperatūra grąžinimo vamzdyne (po kaloriferio) apskaičiuojama pagal šią formulę:

$$t_2 = t_1 - \frac{Q}{W_1} \quad (81)$$

Naudojantis (81) ir (77) formulėmis, galima apskaičiuoti grąžinamo šilumnešio temperatūrą ir jo šiluminį ekvivalentą arba srautą bet kurio režimo metu.

Pirminio šilumnešio parametrų, apskaičiuotų nurodytu būdu, grafinis ryšys atvaizduotas 7 paveiksle. Iš šio paveikslo taip pat matyti, jog norint šilumos srautą išlaikyti pastovų, kai $t_e < t_{ev}$, reikia mažinti šildomo oro srautą.

Laipsnių rodikliai n ir m (77) ir (79) formulėse priklauso nuo kaloriferio modelio ir svyruoja tokiose ribose: $n = 0,1 - 0,2$; $m = 0,3 - 0,5$. Praktiniuose skaičiavimuose priimta $n = 0,15$, $m = 0,5$.

Šilumnešio temperatūros ir srautai karštam vandeniui.

Šilumos srautas, reikalingas karštam vandeniui ruošti, skaičiuojamas atskirai vasaros ir žiemos režimams, todėl šildomo vandens norminis šiluminis ekvivalentas kurio nors režimo metu yra pastovus dydis. Jis nustatomas taip:

$$W_2 = \frac{Q_{kv}}{t_{kv} - t_{šv}} \quad (82)$$

Čia:

Q_{kv} - šilumos srautas karštam vandeniui ruošti, kW;

$t_{šv}$ ir t_{kv} - šildomo vandens pradinė ir galinė temperatūros.

Šilumnešio karštam vandeniui ruošti norminis šiluminis ekvivalentas apskaičiuojamas esant parametrms, atitinkantiems vadinamąją „lūžio“ taško temperatūrą:

$$W_1 = \frac{Q_{kv}}{t_1^m - t_2^m} \quad (83)$$

Čia t_1''' ir t_2''' – šilumnešio temperatūros, °C, prieš įtekant į šildytuvą ir ištekėjus iš jo, kai lauko oro temperatūra t_e''' .

Vietoje (83) lygties pagal analogiją su (21) lygtimi gauta tokia lygtis:

$$Q_{kv} = \varepsilon W_1 (t_1''' - t_{sv}) . \quad (84)$$

Sulyginus (84) ir (82) lygtis gaunama:

$$\varepsilon W_1 (t_1''' - t_{sv}) = W_2 (t_{kv} - t_{sv}) . \quad (85)$$

Iš čia matyti, kad šilumnešio šiluminis ekvivalentas kinta tiesiog proporcingai šildomo vandens šiluminiam ekvivalentui, jei šilumnešio pradinė temperatūra t_1''' yra pastovi.

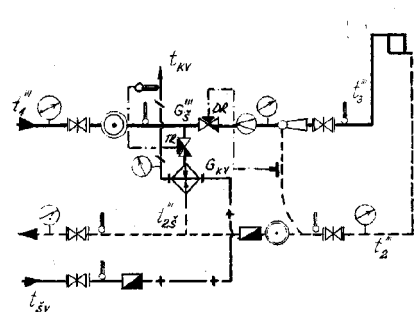
Kai lauko temperatūra $t_e < t_e'''$, gražinamo šilumnešio temperatūra ir jo šiluminis ekvivalentas skiriasi nuo apskaičiuotų norminėmis sąlygomis (esant t_e'''). Šiems dydžiams nustatyti bet kurio režimo metu pagal (23) formulę apskaičiuojamas šilumokaičio parametras Φ . Po to iš (70) formulės laikant, kad $m = n = 0,5$, gaunama:

$$\omega = \Phi \sqrt{\frac{W_2}{W_1}} . \quad (86)$$

Įrašius šią ω reikšmę į (16) formulę vietoje kA/W ir pasinaudojus (84) lygtimi, sudaryta tokia lygčių sistema:

$$\left. \begin{aligned} Q_{kv} &= \varepsilon W_1 (t_1''' - t_{sv}) , \\ \varepsilon &= \frac{e^{\frac{\Phi \sqrt{W_2}}{W_1} (1 - \frac{W_2}{W_1})} - 1}{e^{\frac{\Phi \sqrt{W_2}}{W_1} (1 - \frac{W_2}{W_1})} - \frac{W_2}{W_1}} . \end{aligned} \right\} \quad (87)$$

Iš (87) lygčių sistemos, išsprendus ją priartėjimo metodu, surandamas šilumnešio šiluminis ekvivalentas W_1 . Po to, kaip ir anksčiau, pagal (81) formulę apskaičiuojama šilumnešio temperatūra po šildytuvo. Šie skaičiavimai atliekami, kai šildytuvus jungiamas lygiagrečiai, kaip pavaizduota 8 paveiksle.



8 pav. Lygiagrečiai vandens šildytuvo jungimo schema

Čia:

$\delta t_1''''$ - temperatūrų skirtumas tarp šilumnešio, įtekančio į pirmosios pakopos šildytuvą, ir šildomo vandens, ištekančio iš to paties šildytuvo, °C, rekomenduojama priimti $\delta t_1'''' = 5-10^\circ\text{C}$.

Šilumos srautas, perduodamas šildomam vandeniui tarp abiejų pakopų šildytuvų paskirstomas taip:

$$\begin{aligned} Q_{II} &= Q_{kv} \frac{t_{kv} - t_{1p}''''}{t_{kv} - t_{3v}} , \\ Q_I &= Q_{kv} \frac{t_{1p}'''' - t_{3v}}{t_{kv} - t_{3v}} . \end{aligned} \quad (90)$$

Šilumnešio temperatūra po pirmos pakopos šildytuvo nustatoma iš šios formulės:

$$t_{2s}'''' = t_2'''' - \frac{Q_I}{W_I} . \quad (91)$$

Čia W_I - šilumnešio šiluminis ekvivalentas pirmos pakopos šildytuve, W/K.

$$W_I = W_{1kv} + W_{1s} . \quad (92)$$

Čia W_{1s} - šilumnešio šiluminis ekvivalentas šildymui, W/K.

Taip apskaičiuojami šilumnešio norminiai parametrai, kai taikoma dviejų pakopų mišri vandens šildymo schema. Skaičiuojant šilumnešio parametrus kitų režimų metu naudojami atitinkami šilumnešio norminiai parametrai bei ta pati skaičiavimo metodika, kaip ir lygiagrečiai jungiant šildytuvą. Tik skirtumas tas, kad abiejų pakopų šildytuvų skaičiavimai susiejami tarp savęs ir kartojami tol, kol priartėjant pasiekiami, kad t_{kv} būtų lygi reikiamai.

Suminės šilumnešio temperatūros ir srautai

Kai šilumnešis iš tų pačių šilumos tiekimo tinklų yra tiekiamas šildymui, vėdinimui ir karštam vandeniui dažnai tenka apskaičiuoti jo bendrus parametrus. Šilumnešio šiluminisekvivalentas apskaičiuojamas taip:

$$W_1 = W_{1s} + W_{1v} + W_{1kv} . \quad (93)$$

Čia:

W_{1s} , W_{1v} ir W_{1kv} - šilumnešio šiluminiai ekvivalentai atitinkamai šildymui, vėdinimui ir karštam vandeniui, W/K.

Bendra gražinamo šilumnešio temperatūra nustatoma pagal šią formulę:

$$t_2 = \frac{t_{2s} W_{1s} + t_{2v} W_{1v} + t_{2kv} W_{1kv}}{W_1} . \quad (94)$$

Čia:

t_{2s} , t_{2v} ir t_{2kv} - gražinamo šilumnešio temperatūros atitinkamai iš šildymo, vėdinimo ir karšto vandens ruošimo sistemų.

Patalpų ir šilumnešio temperatūros bei srautai iki „lūžio taško“

Šildymo sezono metu, kai lauko oro temperatūra yra didesnė už "lūžio taško" temperatūrą, patalpos yra šildomos daugiau nei reikėtų, nes, dėl karšto vandens ruošimo poreikių tenkinimo, tiekiamo šilumnešio temperatūra būna didesnė už reikiamą. Dėl to gerokai padidėja temperatūra patalpose, pablogėja mikroklimato sąlygos gyventojams, veltui prarandama dalis šilumos. Norint konkrečiai įvertinti pasekmes, pirmiausia reikia apskaičiuoti patalpų temperatūrą (t_v) bei šildymo sistemos tiekiamo ir gražinamo iš jos šilumnešio temperatūras t_3 ir t_2 .

Joms apskaičiuoti parašomos šios lygtys:

$$\begin{aligned} Q &= Ak\left(\frac{t_3 + t_2}{2} - t_v\right), \\ Q &= Gc(t_1 - t_2), \\ \bar{Q} &= \frac{t_v - t_i}{t_v - t_i'}; \end{aligned} \quad (95)$$

čia A - šildymo prietaiso šildantysis paviršius m^2 ; k - šilumos perdavimo koeficientas $W/(m^2 \cdot ^\circ C)$; G - šilumnešio srautas kg/s ; c - specifinė šilumnešio šiluma $kJ/(kg \cdot ^\circ C)$.

Jeigu pastato šilumos punkte esančio srovinio siurblio (elevatoriaus) sumaišymo koeficientą pažymėsime u , tai

$$t_3 = \frac{t_v + ut_2}{1 + u}. \quad (96)$$

Sulyginus (95) lygtis ir išsprendus jas t_2 atžvilgiu, randama:

$$t_2 = t_1 - \frac{t_v - t_i}{t_v - t_i'} \frac{Q'}{Gc}. \quad (97)$$

Sulyginus (95) lygtis ir įrašius t_3 reikšmę iš (96) bei t_2 reikšmę iš (97) lygčių, gaunama formulė t_v reikšmei apskaičiuoti:

$$t_v = (t_1 + Mt_i)/(M + 1); \quad (98)$$

čia

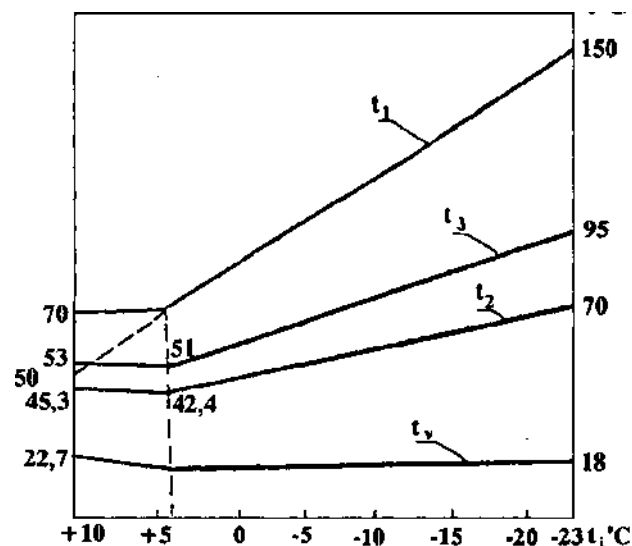
$$M = \frac{(2u + 1) \Delta t_s'}{t_v - t_i'} + \frac{\Delta t_p'^{(1+r)}}{(t_v - t_i') \Delta t_p'}. \quad (99)$$

Santykiu $\Delta t_p'^{(1+r)}/\Delta t_p'$ (99) formulėje, vadovaujantis žinomomis prietaiso šilumos perdavimo formulėmis, yra pakeistas jam tolygus santykis Q'/Ak .

Dydį M po "lūžio taško" apskaičiuoti sudėtinga, nes nežinomos t_v , t_2 ir t_3 temperatūros, todėl pirmojo priartėjimo metu jo vietoje įrašoma M''' reikšmė. Čia (III) - indeksas, reiškiantis atitinkamo parametro būklę "lūžio taške". Vėliau, apskaičiavus minėtas temperatūras, skaičiavimas tikslinamas. Temperatūra t_2 apskaičiuojama iš (97) formulės, o temperatūra t_3 - iš (96) formulės.

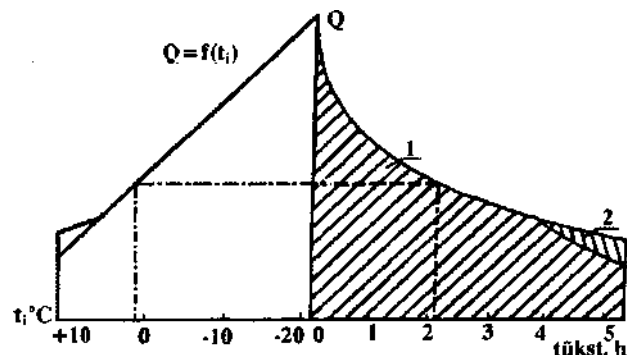
Minėtiems skaičiavimams atlikti, esant įvairioms lauko temperatūroms, reikia sugaišti daug laiko, todėl tikslinga naudotis kompiuterine programa. Skaičiavimai atlikti, kai $t_v = 18$ ir $t_l = 3,88^\circ\text{C}$, rodo kad temperatūra patalpose šildymo sezono pradžioje ir jo pabaigoje viršija norminę daugiau nei $4,5^\circ\text{C}$ (11 pav.). Aproximavus minėtus duomenis, gautas toks temperatūrų ryšys:

$$t_v = 0,762t_i + 15,038. \quad (100)$$



11 pav. Kokybinio šilumos tiekimo reguliavimo grafikas, įvertinus patalpų peršildymą iki „lūžio taško“. - temperatūrų kitimas esant dabartiniam reguliavimui, tiekiamo šilumnešio temperatūros kitimas galimo reguliavimo atveju (be "lūžio taško") tinkluose $^\circ\text{C}$; $\Delta t'_r = t'_1 - t'_2$; $\Delta t'_s$ - temperatūrų skirtumas pastato šildymo sistemoje $^\circ\text{C}$; $\Delta t'_s = t'_3 - t'_2$; $\Delta t'_p$ - šilumnešių vidutinių temperatūrų skirtumas šildymo sistemos prietaisuose $^\circ\text{C}$; $\Delta t'_p = (t'_3 + t'_2)/2 - t_v$; \bar{Q} - santykinis šilumos srautas, $\bar{Q} = Q/Q'$; Q - perduodamas šilumos srautas W; r - rodiklis, įvertinantis šildymo prietaisą. Iki šiol plačiausiai naudojami radiatoriams M - 140 AO $r = 0,32$ [2]; (') - indeksas, reiškiantis atitinkamo parametro būklę esant norminėms sąlygoms.

Konkreiems, veltui prarastos šilumos kiekiams nustatyti buvo sudarytas integralinis šilumos suvartojimo grafikas (12 pav.).



12 pav. Integralinis šilumos suvartojimo grafikas: 1 - figūros plotas, vaizduojantis metinį šilumos kiekį, suvartojamą siūlomo reguliavimo atveju; 2 - figūros plotas, vaizduojantis veltui prarandamą šilumos kiekį esant dabartiniam reguliavimo variantui karštas vanduo bus žemesnės temperatūros nei priimta. Tokio reguliavimo metu tiekiamo šilumnešio mažiausia temperatūra bus 50, o juo sušildytas karštas vanduo, kuris buičiai karštesnis retai kada naudojamas, - 42-43°C. Nors tokia karšto vandens temperatūra buitiniams poreikiams būtų priimtina, ji palanki *legionella* bakterijoms daugintis. Šį procesą būtų galima sustabdyti, šilumnešio ir karšto vandens temperatūrą periodiškai pakeliant iki reikiamos. Intervalų tarp periodų ir temperatūros bangos trukmę reikėtų nustatyti specialiais tyrimais.

Vadovaujantis šiuo grafiku, nustatyta, jog nutraukus kokybinį reguliavimą, kai lauko oro temperatūra didesnė už lūžio taško temperatūrą, veltui prarandama apie 2,3% viso šildymui sunaudoto metinio šilumos kiekio.

Šilumnešio temperatūros ir srautų reguliavimo režimų taikymo praktikoje klaidos

Kitas šilumos tiekimo režimo neatitikimo vartojimo poreikiams atvejis yra tada, kai šilumos tinklais tiekiamo šilumnešio temperatūra neatitinka nustatytosios. Čia yra kelios priežastys.

Pirmoji priežastis - tai vis dar pasitaikantys sprendimai sumažinti šildomų patalpų temperatūrą. Dėl to reikia tiekti žemesnės temperatūros šilumnešį. Toks sprendimas neduoda norimo ekonominio efekto dėl daugelio priežasčių. Kelios iš jų būtų tokios:

- šildymo prietaisai pastatų šildymo sistemose daugeliu atvejų yra per dideli, o pačios šildymo sistemos nereguliuotos. Dėl to temperatūra patalpose pasidaro labai nevienoda, ten, kur šalta, papildomai naudojama elektros energija;
- vėdinimo ir oro kondicionavimo sistemos aprūpinamos šiluma iš tų pačių šilumos tiekimo tinklų, todėl, mažinant tiekiamo šilumnešio temperatūrą, pažeidžiamas jų eksploatacijos režimas, nes reikia didinti šilumokaičių paviršių (tai neįmanoma) arba mažinti tiekiamo šviežio oro kiekį;
- vartotojų sistemose esantys reguliavimo prietaisai reikalauja didesnio srauto, ir tai sukelia šilumos tinklų hidraulinio režimo pažeidimus.

Antroji priežastis - negalima palaikyti reikiamos tiekiamo šilumnešio temperatūros tuo pačiu metu visose šilumos tiekimo tinklų vietose. Tai galima paaiškinti labai paprastai. Tiekiamo šilumnešio temperatūra yra keičiama šilumos šaltinyje, atsižvelgiant į lauko oro temperatūrą, tačiau šis pokytis vartotojus, esančius toliausiai nuo šilumos šaltinio, pasiekia tik po 5-8 val. Tokį vėlavimą iš esmės lemia šilumos tiekimo tinklų ilgis, nors negalima atmesti ir kitų veiksnių (šilumos poreikiai, vamzdinių skersmenys ir kt). Kadangi išorės oro temperatūrų svyravimas būna susijęs su jos pakilimu arba pažemėjimu, todėl ir tiekiamo šilumnešio temperatūra nutolusiame nuo šilumos šaltinio taške gali būti nukrypusi nuo reikiamos į vieną ar į kitą pusę. Jeigu išorės oro temperatūra žemėja, tai šilumnešio, patekusio vartotojui, temperatūra bus per žema, ir atvirkščiai. Dėl to, esant tai pačiai išorės oro temperatūrai, tačiau skirtingomis dienomis, tiekiamo šilumnešio temperatūra vartotojo šilumos punkte labai skiriasi.

Trečioji priežastis - šilumos nuostoliai šilumos tiekimo tinkluose. Tolstant nuo šilumos šaltinio dėl šilumos nuostolių mažėja šilumnešio temperatūra, todėl labiausiai nutolusių vartotojų padėtis visada yra blogesnė.

Visais čia minėtais atvejais pasitaikančių trūkumų galima išvengti, vartotojų sistemas prie šilumos tinklų prijungus pagal nepriklausomą schemą arba atsisakius kokybinio reguliavimo. Pastarąjį galima pakeisti kiekybiniu arba mišriu (kokybininiu-kiekybiniu) reguliavimo būdu. Tačiau abiem atvejais reikia pertvarkyti vartotojo sistemų reguliavimo schemas ir pakeisti kai kuriuos įrenginius.

Šilumos tiekimo pastatų šildymui reguliavimo nestacionariose sąlygose matematinis modelis ir galimybių įvertinimas

Temperatūrinį šildomos patalpos režimą lemia klimato veiksniai (temperatūra, vėjo greitis, kryptis, saulės spinduliuotė ir kita), šilumos šaltinių (šildymo sistemos, žmonių, buitinių prietaisų) poveikis. Visų šių poveikių (išskyrus šildymo sistemos) kitimas atsitiktinis, skirtingoms patalpoms nevienodas. Iš to išplaukia, kad šildymo sistema kiekvienoje šildomoje patalpoje keičiantis šiluminį režimą formuojantiems veiksniams, turi atitinkamai reguliuoti atiduodamos šilumos kiekį (srautą) taip, kad temperatūra šildomoje patalpoje išliktų pastovi. Tai galima pasiekti tik keičiant šildymo prietaisų skleidžiamą šilumos srautą kiekvienoje patalpoje atskirai.

Pastatų šildymo sistemose daugiausia taikomas vadinamasis kokybinis reguliavimo būdas. Jo esmė yra ta: šildymo sistemose cirkuliuoja pastovus šilumnešio srautas, o perduodamas šilumos kiekis (srautas) reguliuojamas keičiant į šildymo sistemą tiekiamo šilumnešio temperatūrą pagal lauko oro temperatūrą.

Į šildymo sistemą tiekiamo šilumnešio temperatūros ir lauko oro temperatūros priklausomybę stacionariose sąlygose (neįvertinus šiluminės inercijos ar pasibaigus pereinamiesiems procesams) nusako (53) formulės.

Pastatų šildymo sistemos galia projektuojama taip, kad būtų užtikrinama patalpų vidaus oro temperatūra t_v , esant norminių sąlygų lauko oro temperatūrai (skaičiuojamajai temperatūrai šildymui) t_{en} .

Maksimali į šildymo prietaisus tiekiamo šilumnešio temperatūra standartizuojama pagal higienos normų nustatytas leidžiamąsias šildymo prietaisų paviršiaus temperatūras t_{spn} . t_{3n} – tai į šildymo prietaisą tiekiamo šilumnešio temperatūra esant t_{en} . Lietuvoje pasirinkta, kad gyvenamųjų patalpų t_{3n} turi būti tokia, kad šildymo prietaiso paviršiaus temperatūra $t_{sp} \leq +95^\circ\text{C}$

Šilumos kiekis Q , kurį šildymo prietaisas atiduoda aplinkai, nustatomas pagal šią formulę:

$$Q = cg(t_3 - t_2) = \alpha_{sp} F_{sp} \left(\frac{t_3 + t_2}{2} - t_i \right); \quad (101)$$

Čia:

c – šilumnešio savitoji šiluma, J/(kg·°C);

g – šilumnešio kiekis, kg/s;

α_{sp} – šildymo prietaiso šilumos atidavimo koeficientas, W/(m²·°C);

F_{sp} – šildymo prietaiso plotas, m².

Maksimali iš šildymo prietaisų gražinamo šilumnešio temperatūra tai pat yra normuojama. Pastatų šildymo sistemos galia (šildymo prietaisų plotai) projektuojama taip, kad t_{2n} atitiktų statybos reglamentų nustatytus dydžius. Lietuvoje pasirinkta, kad gyvenamosioms patalpoms $t_{2n} = +70^\circ\text{C}$. Vadovaujantis (101) formule galima rasti reikiamus šildymo prietaisų plotus ir šilumnešio kiekius.

Šilumnešių temperatūros t_2 ir t_3 esant atitinkamai lauko oro temperatūrai t_e randamos iš (53) formulių jose įrašius atitinkamas t_{3n} , t_{2n} , t_{in} , t_{en} reikšmes.

Šios lauko oro temperatūros ir tiekiamo šilumnešio temperatūrų priklausomybės teisingos tik stacionariosiomis sąlygomis, kai stabilizuojasi šilumos mainų pereinamieji procesai atitvarose. Šie procesai didelės šiluminės talpos atitvarose (sienos, stogas) trunka dešimtis valandų, mažos šiluminės talpos atitvarose (langai, infiltracija) – kelias valandas. Tuo tarpu lauko oro temperatūros kitimo greitis skaičiuojamas valandomis. Jeigu tiekiamo šilumnešio temperatūra kiekvienu laiko momentu pagal (53) formulę atitiktų lauko oro temperatūrą, tai dėl šilumos mainų procesų inercijos, oro temperatūra šildomose patalpose nuolat keistųsi. Mažėjant lauko oro temperatūrai patalpų oro temperatūra didėtų, o didėjant – mažėtų. Svyravimų amplitudė būtų tuo didesnė, kuo didesnis būtų lauko oro temperatūros kitimo greitis ir kuo didesnė atitvarų šiluminė talpa.

Šilumos tiekimo sistemose šis neatitikimas (inercija) dalinai kompensuojamas diskrečiai, tik kelis kartus per parą, keičiant tiekiamo šilumnešio temperatūrą pagal praėjusio laikotarpio lauko oro temperatūrų vidurkį, be to, tam tikrą laiką užtrunka šilumnešio tiekimas vamzdynais. Šildymo sistemos įvade automatiniais reguliatoriais reguliuojant tiekiamo šilumnešio temperatūrą, nustatomą pagal lauko oro termometro rodmenis, būtina įvertinti anksčiau minėtus procesus ir kiekvieno pastato charakteristikas.

Automatiniai reguliatoriai gali užtikrinti stabilią ar pagal vartotojo poreikius keičiamą patalpų temperatūrą tik juose modeliuojant ir reguliuojant tiekiamo šilumnešio temperatūrą tikruoju laiku, įvertinus pastate vykstančius šilumos mainų procesus nestacionariosiomis sąlygomis. Vienas iš pastatų nestacionaraus šilumos mainų procesų režimo analizės ir valdymo tikruoju laiku būdų yra matematinis modeliavimas ir tokio modelio naudojimas šiuolaikinėmis aukštosiomis technologijomis sukurtuose reguliavimo prietaisuose. Naudojantis matematinio modeliu galima ne tik teoriškai tyrinėti procesus, bet ir sukurti patalpos (reguliuojamo objekto) modelį, parinkti reguliavimo schemą, reguliatorių programavimui.

Pastatas arba jo patalpa, kaip automatinio reguliavimo objektas, yra tam tikras tūris, apribotas sienomis, langais, pertvaromis, jis turi šilumos šaltinį (šildymo sistema, buitiniai prietaisai, apšvietimas, žmonės), taip pat šilumą akumuliuojančius daiktus (baldai). Šildoma patalpa yra sudėtingų dinaminių savybių objektas. Gaunama šiluma nuolat prarandama per išorines atitvaras, vėdinimo sistemą. Pažeidus pusiausvyrą tarp šilumos srauto ir nuostolių keičiasi patalpų oro temperatūra. Padidinus šilumos srautą į patalpą perteklinė šiluma padidina oro temperatūrą. Tam trukdo šilumos akumuliacija atitvarinėse konstrukcijose ir kituose daiktuose, esančiuose patalpoje. Sumažinus šilumos srautą sumažėja oro temperatūra, tam trukdo akumuliuotos šilumos išsiskyrimas. Nestacionariųjų šilumos mainų patalpose procesai apibūdinami nepertraukiama energijos kaita tarp atskirų talpų (atitvarų, baldų, šildymo sistemos ir t.t.).

Nestacionaraus patalpos temperatūrinio režimo diferencialinė lygtis yra tokio pavidalo:

$$c_i V_i \rho_i \frac{dt_i(\tau)}{d\tau} = \alpha_{\dot{s}p} F_{\dot{s}p} (t_{\dot{s}p} - t_i) + Q_B(\tau) + Q_S(\tau) - \sum \alpha_{snv.i} F_{snv.i} (t_i - t_{snv.i}) - \sum \alpha_{sni.i} F_{sni.i} (t_i - t_{sni.i}) - \sum K_f F_f (t_i - t_e) \quad (102)$$

Čia:

$\alpha_{\dot{s}p}, \alpha_{snv.i}, \alpha_{sni.i}$ – atitinkamai šildymo prietaiso ir vidaus bei lauko atitvarų vidinio paviršiaus šilumos atidavimo koeficientai, W/(m²·°C);

K_f – oro infiltracijos koeficientas, W/(m²·°C);

$F_{\dot{s}p}, F_{snv.i}, F_{sni.i}, F_f$ – atitinkamai šildymo prietaiso, vidinių ir išorinių atitvarų bei infiltracijos paviršių plotai, m²;

c_i – patalpos oro savitoji šiluma, J/(kg·°C);

V_i – patalpos oro tūris, m³;

ρ_i – oro tankis, kg/m³

$Q_B(\tau)$ – iš buitinių šilumos šaltinių gaunamas šilumos srautas, W;

$Q_S(\tau)$ – saulės spinduliuotės atnešamas šilumos srautas, W.

Oro temperatūros t_i kitimo greitis priklauso nuo atitvarinių konstrukcijų temperatūrinio režimo. Jei žinomas šildymo prietaiso išorės paviršiaus ir atitvarų vidinių paviršių temperatūrų $t_{\dot{s}p}, t_{snv.i}, t_{sni.i}$ kitimo dėsnis (laiko funkcija) (102) lygties sprendimas matematinio požiūriu nesudėtingas. Atitvarinių konstrukcijų paviršiaus temperatūrinis režimas priklauso nuo patalpos ir lauko oro temperatūrų t_i bei t_e ir oro judėjimo (infiltracijos). Atitvarų vidinio paviršiaus temperatūros kitimui nustatyti būtina žinoti šilumos perdavimo per atitvaras ir masės pernašos

(infiltracijos) dėsningumus keičiantis patalpos oro temperatūrai t_i , lauko oro temperatūrai t_e , gretimų patalpų temperatūrai, vėjo greičiui ir kryptčiai, saulės spinduliuotei, taip pat buitinių šilumos šaltinių poveikį.

Sudaryti matematinį modelį, kuris įvertintų visų anksčiau minėtų parametrų kitimą vienu metu, gana sudėtinga ir reguliavimo procesui modeliuoti tai nebūtina. Sudarant tiekiamo šilumnešio temperatūros reguliavimo modelį pastoviai šildomų patalpų oro temperatūrai palaikyti tariama, kad šilumos mainai tarp patalpų oro ir vidinių atitvarų ir patalpose esančių daiktų nevyksta (idealaus reguliavimo sąlyga), kad šilumos kiekiai gaunami iš buitinių šaltinių ir saulės spinduliuotės yra pastovūs dydžiai, todėl vertintini tik nestacionarūs šilumos mainų procesai, vykstantys pastato išorės atitvarose ir šildymo sistemoje. Tai gali būti tik tada, kai kiekvienu laiko momentu tenkinama ši sąlyga:

$$\alpha_{sp} F_{sp} (t_{sp} - t_i) = \sum \alpha_{snl,i} F_{snl,i} (t_i - t_{snl,i}) + \sum K_f F_f (t_i - t_e) \quad (103)$$

Įvertinus minėtas prielaidas ir (103) formulę galima teigti, kad kokybinio reguliavimo atveju tiekiamo šilumnešio temperatūra turi būti keičiama tikroju laiku pagal pastato išorės atitvarų vidinio paviršiaus temperatūros kitimo, vykstančio dėl lauko oro temperatūros pokyčio, dėsnį.

Taigi tiekiamo šilumnešio temperatūros reguliavimo pagal lauko oro temperatūrą nestacionariosiomis sąlygomis matematinis modelis gali būti sudaromas turint išorės atitvarų vidinio paviršiaus temperatūros kitimo, esant pastoviai patalpų temperatūrai ir priklausomai nuo lauko oro temperatūros kitimo, šilumos mainų nestacionariosiomis sąlygomis modelį.

Atitvarų konstrukcijas sudaro plokščia sienelė, kurios storis daug kartų mažesnis už jos plotą. Todėl šilumos perdavimo procesus gana tiksliai galima nusakyti vienmate Furjė lygtimi, esant atitinkamoms kraštinėms ir pradinėms sąlygoms:

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} = a \frac{\partial^2 t}{\partial x^2} \quad (104)$$

Pradines sąlygas apibrėžia temperatūros pasiskirstymas kūno viduje pradinio laiko momentu:

$$t(x,0) = f(x) \quad (105)$$

Tariama, kad temperatūros pasiskirstymas pradinio laiko momentu yra vienodas:

$$t(x,0) = t_0 = 0 \quad (106)$$

Kraštinės sąlygos nustato supančios aplinkos ir kūno paviršiaus sąveikos dėsningumą:

$$\frac{\partial t}{\partial x} \Big|_{x=0} = -\frac{\alpha}{\lambda} (t_{ap} - t_{sn}) \quad (107)$$

Atitvaros turi keletą sluoksnių su skirtingais šiluminiais parametrais, todėl paviršiaus temperatūros kitimui nustatyti reikia išspręsti lygčių sistemą, kai kraštinės sąlygos tarp sluoksnių reiškiamos šitaip:

$$\frac{\lambda_1}{\lambda_2} \cdot \frac{\partial t_1}{\partial x} \Big|_{x=\delta_1} = \frac{\partial t_2}{\partial x} \Big|_{x=\delta_1} \quad (108)$$

Visas diferencialines lygtis ir jų sistemas su atitinkamomis kraštinėmis sąlygomis, nusakančiomis nestacionariuosius šilumos mainų procesus patalpoje, ir jų sprendimo būdus galima rasti mokslinės literatūros šaltiniuose.

Vienas iš minėtų lygčių sprendimo būdų ir matematinio modeliavimo metodų yra vadinamųjų perdavimo funkcijų aparatas. Perdavimo funkcijas galima gauti sprendžiant diferencialines lygtis, nusakančias šilumos ir masės mainų procesus Laplaso integralinės transformacijos metodu. Perdavimo funkcijos, pastato ir atskirų patalpų nestacionariuosius šilumos mainų procesus ir apibūdinančias parametrų tarpusavio ryšį yra paskelbtos specialioje literatūroje. Perdavimo funkcijų aparatas plačiai taikomas automatinio reguliavimo teorijoje tyrinėjant reguliuojamojo objekto, visos automatinės reguliavimo sistemos dinamines charakteristikas, lengvai panaudojamas programuojant šiuolaikinius reguliatorius.

Šiame skyriuje pateikiamas tik tiekiamo šilumnešio temperatūros reguliavimo pagal lauko oro temperatūrą nestacionariosiomis sąlygomis matematinis modelis, sukurtas vadovaujantis Laplaso operaciniu transformacijos metodu, panaudojus gautas perdavimo funkcijas bei jų aparato galimybes. Šis metodas nesuteikia galimybės turėti diferencialinę lygtį, tiesiogiai siejančią lauko oro temperatūrą, šilumnešio temperatūrą ir laiką, bet susieja šių dydžių kitimo dinamiką ir rodo, kaip tai gali būti panaudota šilumos tiekimo procesui reguliuoti.

Šilumos ir masės mainus nusakančių pradinų diferencialinių lygčių įvairumas ir sudėtingumas, daugybė veiksnių (ir vidinių, ir išorinių), mažas pradinės informacijos patikimumas ir tikslumas visą matematinį modelį daro gana sudėtingą, netinkamą skaičiavimams analizuoti, taip pat naudoti reguliuojant šilumos tiekimo procesą.

Įvertinus gana mažą pradinės informacijos tikslumą ir atskirų procesų nedidelį poveikį sprendimų rezultatams siūlomas supaprastintas, bet gana tikslus praktiniam naudojimui šiuolaikiniuose reguliavimo prietaisuose tinkantis šilumos tiekimo reguliavimo nestacionariosiomis sąlygomis matematinis modelis:

$$\begin{aligned} T_3' \frac{dt_3(\tau)}{d\tau} + t_3(\tau) &= K(1 - \sigma)t_e(\tau) \\ T_3'' \frac{dt_3(\tau)}{d\tau} + t_3(\tau) &= K\sigma t_e(\tau) \end{aligned} \quad (109)$$

Čia:

σ – pastato įstiklinimo (langu) ir infiltracijos plotų sumos santykis su jo bendru išorės atitvarų plotu.

(109) lygčių sistema buvo gauta išsprendus (102) ir (104)÷(108) lygtis operaciniu metodu esant sąlygai $t_i = const$. Sprendžiant gautos hiperbolinės funkcijos buvo išskleistos eilute ir pasirinkti pirmieji jų nariai.

Koeficientas K skaičiuojamas pagal tokią formulę:

$$K = \frac{\Delta t_3}{\Delta t_e}; \quad (110)$$

Čia:

Δt_3 – tiekiamo šilumnešio temperatūros pokytis, kai lauko oro temperatūros pokytis Δt_e , jie nustatyti pagal (102) formulę.

Koeficientai T_3', T_3'' , atitinkamai nusakančios didelės šiluminės talpos atitvarų (sienų, stogo) ir mažos šiluminės talpos atitvarų (langu, infiltracijos) šiluminę inerciją, skaičiuojami pagal formulę:

$$T_3 = \frac{C}{\alpha_{snl.e} + \alpha_{snl.i} + \alpha_{snl.e} \alpha_{snl.i} R}; \quad (111)$$

Čia:

$\alpha_{snl.e}$ – lauko atitvarų išorinio paviršiaus šilumos atidavimo koeficientas;

R – lauko atitvarų šiluminė varža;

C – lauko atitvarų šilumos imlumo koeficientas.

Lauko atitvarų šiluminė varža ir šilumos imlumo koeficientas skaičiuojami pagal šias formules:

$$R = \delta / \lambda, \quad (112)$$

$$C = \delta c \rho; \quad (113)$$

Čia:

δ – atitvaros storis, m;

λ – atitvaros šilumos perdavimo koeficientas, W/(m·°C);

ρ – atitvaros medžiagos tankis, kg/m³;

c – atitvaros medžiagos šilumos imlumo koeficientas, J/(kg·°C).

Atskirais atvejais (109) diferencialinių lygčių sistemą patogiu pakeisti diferencialinių lygčių sistema, apibrėžiančia momentinės ir menamos lauko oro temperatūrų pokyčių ir laiko τ sąsają:

$$\begin{aligned} T_e' \frac{dt_e'(\tau)}{d\tau} + t_e'(\tau) &= (1 - \sigma) t_e(\tau) \\ T_e'' \frac{dt_e'(\tau)}{d\tau} + t_e'(\tau) &= \sigma t_e(\tau) \end{aligned} \quad (114)$$

Čia:

t_e' – menama lauko oro temperatūra, kurios kitimo laiko atžvilgiu dėsningumas pakitus

t_e atitinka t_3 kitimo dėsningumą ir yra lygi t_e pasibaigus pereinamajam procesui;

T_e', T_e'' – koeficientai atitinkamai nustatomi pagal (111) formulę.

Siūlomas šilumos tiekimo pastatams šildyti reguliavimo matematinis modelis gali būti naudojamas į šildymo sistemą tiekiamo šilumnešio temperatūros pagal lauko oro temperatūrą automatinio reguliavimo sistemose. Automatinis reguliatorius turi palaikyti tiekiamo šilumnešio temperatūrą pagal (53) formulę. Reguliavimo proceso metu pasikeitus lauko oro temperatūrai, tiekiamo šilumnešio temperatūrą reguliatorius turi keisti laiko atžvilgiu pagal (109) formulę arba įvertinti lauko oro temperatūros kitimą pagal (114) formulę. Mažesnio tikslumo automatinio reguliavimo sistemose galima nevertinti mažos šiluminės talpos atitvarų (langu, infiltracijos) šiluminės inercijos ir (109) arba (114) formulėse lygčių atitinkamus koeficientus T'' prilyginti nuliui. Pastatams, kuriuose lauko atitvaros yra daugiasluoksnės, koeficientai C ir R randami naudojant juos atitinkančias vieno sluoksnio atitvaros charakteristikas, apskaičiuotas pagal šiluminės fizikos formules.

Šilumos mainų nestacionariose sąlygose procesai vykstantys pastate, kuriam atjungiamas šilumos tiekimas, šiluminės fizikos požiūriu identiški aukščiau aprašytam matematiniam modeliui,

tik šiuo atveju šilumos mainuose dalyvauja vidinės atitvaros ir kiti šilumai imlūs daiktai bei oro masės mainai dėl infiltracijos.

Šilumos išsaugojimo aspektu (atjungus šilumos tiekimą) šilumos mainų stacionariose sąlygose pagrindinis veiksnys yra atitvėrimų šiluminė varža R (112 formulė), o jų greičio (šiluminės inercijos) nestacionariose sąlygose pagrindinis veiksnys yra atitvarų šilumos imlumo koeficientas C (113 formulė). Šie dydžiai objektyviai charakterizuoja pastato šilumos išsaugojimo trukmę. Teisės aktuose, projektuojant, statant ir naudojant pastatus pagal paskirtį, normuojama yra tik atitvėrimų šiluminė varža R . Tuo tarpu ekstremaliose situacijose svarbus yra atitvarų šilumos imlumo koeficientas C . Šilumos tiekimo sistemų ekonomiškai pagrįsto patikimumo lygio nustatymui tikslinga būtų teisės aktuose (reglamentuojančiuose pastatų projektavimą, statybą ir naudojimą) nustatyti normatyvinį pastato atitvarų visuminį šilumos imlumo koeficientą C .

III. TIEKIAMO ŠILUMNEŠIO IŠ ŠILUMOS ŠALTINIŲ BEI Į PASTATŲ VIDAUS SISTEMAS PARAMETRŲ GRAFIKŲ SKAIČIAVIMO REKOMENDACIJOS

Tiekiamo šilumnešio iš šilumos šaltinių bei į pastato šildymo, karšto vandenstiečio ir vėdinimo sistemas, temperatūrinių grafikų (šilumnešio temperatūrų ir srautų) skaičiavimas naudojamas, nustatant tiekiamo šilumnešio parametrus reikalingus atitinkamų šilumos kiekių bei šilumnešio parametrų pastatų įvaduose apskaičiavimui pagal norminius ir faktinius objekto šildymo ir karšto vandentiekio darbo režimus. Šiame ataskaitos skyriuje pateikiami skaičiavimo algoritmai naudoti sudarant šilumnešio temperatūrinių ir srautų grafikų skaičiavimo ir rezultatų atvaizdavimo grafinėje formoje, pridėdamą prie ataskaitos, Excel versiją. Naudojimosi Excel versija patogumui šiame ir IV ataskaitos skyriuose pateikiami dažniau praktikoje naudojami parametrų žymėjimo simboliai ir jų indeksai, skirtingi nuo kituose ataskaitos skyriuose naudotų (sutinkamų daugiau mokslo ir mokymo šaltiniuose) simbolių ir indeksų.

Šildymo vienaarūšės apkrovos kokybinio reguliavimo tiekiamo šilumnešio temperatūrinis grafikas analitine išraiška paskaičiuojamas pagal formulę:

$$t_{1T\dot{S}} = t_{vid.sk.\dot{S}} + \left(\frac{t_{2i\dot{S}sk} + t_{3i\dot{S}sk} - t_{vid.sk.\dot{S}}}{2} \right) \cdot \left(\frac{t_{vid.sk.\dot{S}} - t_{i\dot{S}.f.}}{t_{vid.sk.\dot{S}} - t_{i\dot{S}.sk.\dot{S}}} \right)^{0,75} + \left[(t_{1T\dot{S}sk} - t_{2i\dot{S}sk}) - 0,5 \cdot (t_{3i\dot{S}sk} - t_{2i\dot{S}sk}) \right] \cdot \frac{t_{vid.sk.\dot{S}} - t_{i\dot{S}.f.}}{t_{vid.sk.\dot{S}} - t_{i\dot{S}.sk.\dot{S}}} \quad ^\circ\text{C} \quad (115)$$

Šioje formulėje naudojami žymėjimai:

- $t_{1T\dot{S}}$ - skaičiuojamoji pagal šildymo apkrovą (grafikinė) tiekiamo šilumnešio temperatūra gamybos apskaitos taške, pagal einamojo momento lauko oro temperatūrą. ($^\circ\text{C}$)
- $t_{1T\dot{S}sk}$ - skaičiuojamoji pagal šildymo apkrovą (grafikinė) tiekiamo šilumnešio temperatūra gamybos apskaitos taške, esant skaičiuojamajai lauko oro temperatūrai šildymo sistemų projektavimui. ($^\circ\text{C}$)
- $t_{3i\dot{S}sk}$ - skaičiuojamoji pagal šildymo apkrovą (grafikinė) tiekiamo šilumnešio temperatūra objekto perdavimo apskaitos taške (pagal srauto tėkmės kryptį po šilumnešio transformavimo mazgo), esant skaičiuojamajai lauko oro temperatūrai šildymo sistemų projektavimui. ($^\circ\text{C}$)
- $t_{2i\dot{S}sk}$ - skaičiuojamoji pagal šildymo apkrovą (grafikinė) gražinamo šilumnešio temperatūra objekto perdavimo apskaitos taške (pagal srauto tėkmės kryptį prieš šilumnešio transformavimo mazgą), esant skaičiuojamajai lauko oro temperatūrai šildymo sistemų projektavimui. ($^\circ\text{C}$)
- $t_{vid.sk.\dot{S}}$ - skaičiuojamoji šildomų patalpų vidaus oro temperatūra. ($^\circ\text{C}$)
- $t_{i\dot{S}.sk.\dot{S}}$ - skaičiuojamoji lauko oro temperatūra šildymo sistemų projektavimui. ($^\circ\text{C}$)
- $t_{i\dot{S}.sk.\dot{S}}$ - skaičiuojamoji einamojo momento lauko oro temperatūra. ($^\circ\text{C}$)

Šildymo vienaarūšės apkrovos kokybinio reguliavimo gražinamo iš priklausomos šildymo sistemos šilumnešio temperatūrinis grafikas analitine išraiška paskaičiuojamas pagal formulę:

$$t_{2i\dot{S}} = t_{vid.sk.\dot{S}} + \left[\frac{(t_{2i\dot{S}sk} + t_{3i\dot{S}sk})}{2} - t_{vid.sk.\dot{S}} \right] \cdot \left(\frac{t_{vid.sk.\dot{S}} - t_{i\dot{S}.f.}}{t_{vid.sk.\dot{S}} - t_{i\dot{S}.sk.\dot{S}}} \right)^{0,75} - \left[0,5 \cdot (t_{3i\dot{S}sk} - t_{2i\dot{S}sk}) \right] \cdot \left(\frac{t_{vid.sk.\dot{S}} - t_{i\dot{S}.f.}}{t_{vid.sk.\dot{S}} - t_{i\dot{S}.sk.\dot{S}}} \right) \quad ^\circ\text{C} \quad (116)$$

Šioje formulėje naudojami žymėjimai:

- $t_{2i\dot{S}}$ - skaičiuojamoji pagal šildymo apkrovą (grafikinė) gražinamo šilumnešio

temperatūra objekto perdavimo apskaitos taške (pagal srauto tėkmės kryptį prieš šilumnešio transformavimo mazgą), pagal einamojo momento lauko oro temperatūrą. (°C)

Pastaba: Priklausomos šildymo sistemos atveju: $t_{2i\dot{s}} = t_{2I\dot{s}}$; $t_{2i\dot{s}sk} = t_{2I\dot{s}sk}$ °C

Šildymo vienaarūšės apkrovos kokybinio reguliavimo gražinamo iš nepriklausomos šildymo sistemos šilumnešio temperatūrinis grafikas analitine išraiška paskaičiuojamas pagal formulę:

$$t_{2i\dot{s}} = t_{vid.sk.\dot{s}} + \left(\frac{t_{2i\dot{s}sk} + t_{3i\dot{s}sk} - t_{vid.sk.\dot{s}}}{2} \right) \cdot \left(\frac{t_{vid.sk.\dot{s}} - t_{i\dot{s}.f.}}{t_{vid.sk.\dot{s}} - t_{i\dot{s}.sk.\dot{s}}} \right)^{0,75} + \left[(t_{17\dot{s}sk} - t_{2i\dot{s}sk}) - \left(0,5 + \frac{t_{17\dot{s}sk} - t_{2i\dot{s}sk}}{t_{3i\dot{s}sk} - t_{2i\dot{s}sk}} \right) \cdot (t_{3i\dot{s}sk} - t_{2i\dot{s}sk}) \right] \cdot \frac{t_{vid.sk.\dot{s}} - t_{i\dot{s}.f.}}{t_{vid.sk.\dot{s}} - t_{i\dot{s}.sk.\dot{s}}} \quad \text{°C} \quad (117)$$

Šioje formulėje naudojami žymėjimai:

- $t_{2i\dot{s}}$ - skaičiuojamoji pagal šildymo apkrovą (grafikinė) gražinamo iš nepriklausomo šildymo sistemos šilumnešio temperatūra objekto perdavimo apskaitos taške (pagal srauto tėkmės kryptį po šilumnešio transformavimo mazgo), pagal einamojo momento lauko oro temperatūrą. (°C)
- $t_{2i\dot{s}sk}$ - skaičiuojamoji pagal šildymo apkrovą (grafikinė) gražinamo iš nepriklausomo šildymo sistemos šilumnešio temperatūra objekto perdavimo apskaitos taške (pagal srauto tėkmės kryptį po šilumnešio transformavimo mazgo), esant skaičiuojamajai lauko oro temperatūrai šildymo sistemų projektavimui. (°C)

Skaičiuojamoji pagal šildymo apkrovą (grafikinė) gražinamo iš nepriklausomo šildymo sistemos šilumnešio temperatūra objekto perdavimo apskaitos taške (pagal srauto tėkmės kryptį po šilumnešio transformavimo mazgo), esant skaičiuojamajai lauko oro temperatūrai šildymo sistemų projektavimui - $t_{2I\dot{s}sk}$, nustatoma pagal konkretaus šilumokaičio ir objekto charakteristikas.

Nesant objektyvių duomenų apie šilumokaičio charakteristikas, išskyrūs, kad šilumokaitis suprojektuotas ir įrengtas pagal norminių aktų reikalavimus, $t_{2I\dot{s}sk}$ nustatoma pagal formulę:

$$t_{2I\dot{s}sk} = t_{2i\dot{s}sk} + \Delta t_{\dot{s}sk} \quad \text{°C} \quad (118)$$

Šioje formulėje naudojami žymėjimai:

- $\Delta t_{\dot{s}sk}$ - skaičiuojamas nepriklausomo šildymo sistemos šilumokaičio temperatūrų skirtumas, pagal norminių aktų rekomendacijas arba šilumokaičio pasinius duomenis, esant skaičiuojamajai lauko oro temperatūrai šildymo sistemų projektavimui. (°C)

Pastaba: Neturint šilumokaičio pasinių duomenų rekomenduojama priimti: $\Delta t_{\dot{s}sk} = 10 \text{ °C}$

Karšto vandentiekio vienaarūšės apkrovos atveju kokybinio reguliavimo tiekiamo šilumnešio temperatūrinis grafikas analitine išraiška nustatomas pagal konkretaus šilumokaičio ir objekto charakteristikas ir/arba pagal norminių aktų reikalavimus pagal formulę:

$$t_{1TKv} = t_{1TKvsk} = \text{const.} \quad \text{°C} \quad (119)$$

Pastaba: Jeigu norminiais aktais nenustatyta kitaip priimama: $t_{1TKvsk} = 70 \text{ °C}$

Karšto vandentiekio vienaarūšės apkrovos atveju kokybinio reguliavimo gražinamo šilumnešio temperatūrinis grafikas analitine išraiška nustatomas pagal konkretaus šilumokaičio ir objekto charakteristikas ir/arba pagal norminių aktų reikalavimus pagal formulę:

$$t_{2IKv} = t_{2iKvsk} = \text{const.} \quad ^\circ\text{C} \quad (120)$$

Nuoroda: formulės (119), (120) galioja tik esant vienaarūšei karšto vandentiekio apkrovai šilumos tiekimo sistemoje ir tik esant q_{IKvsk} . Kitokioms q_{IKv} reikšmėms t_{2IKv} nustatomas pagal konkretaus šilumokaičio ir objekto charakteristikas. Nevienarūšės šilumos tinklo apkrovos atvejis išnagrinėtas kituose punktuose.

Pastaba: Jeigu norminiai aktai nenustatyta kitaip priimama: $t_{2iKvsk} = 41.6 \text{ } ^\circ\text{C}$

Vėdinimo vienaarūšės apkrovos atveju kokybinio reguliavimo tiekiamo šilumnešio temperatūrinis grafikas analitine išraiška nustatomas dviems lauko oro temperatūros intervalams atskirai:

- esant lauko temperatūrai $t_{iš} > t_{išskV}$ pagal (115) formulę, priimant, kad $t_{1TV} = t_{1Tš}$
- esant lauko temperatūrai $t_{iš} < t_{išskV}$ pagal formulę:

$$t_{1TV} = t_{1TVsk} = \text{const.} \quad ^\circ\text{C} \quad (121)$$

Šioje formulėje naudojami žymėjimai:

t_{1TVsk} - skaičiuojama tiekiamo šilumnešio temperatūra, paskaičiuota pagal (115) formulę, esant skaičiuojamajai lauko oro temperatūrai vėdinimo sistemų projektavimui. ($^\circ\text{C}$)

Vėdinimo vienaarūšės apkrovos atveju kokybinio reguliavimo gražinamo šilumnešio temperatūrinis grafikas analitine išraiška nustatomas dviems lauko oro temperatūros intervalams atskirai:

- esant lauko temperatūrai $t_{iš} > t_{išskV}$ pagal (116) formulę, priimant, kad $t_{2TV} = t_{2Tš}$
- esant lauko temperatūrai $t_{iš} < t_{išskV}$ pagal formulę:

$$t_{2TV} = t_{2TVsk} = \text{const.} \quad ^\circ\text{C} \quad (122)$$

Šioje formulėje naudojami žymėjimai:

t_{2TVsk} - skaičiuojama gražinamo šilumnešio temperatūra, paskaičiuota pagal (116) formulę, esant skaičiuojamajai lauko oro temperatūrai vėdinimo sistemų projektavimui. ($^\circ\text{C}$)

Nuoroda: formulės (121), (122) galioja tik esant vienaarūšei vėdinimo apkrovai šilumos tiekimo sistemoje ir tik esant q_{IVsk} . Kitokioms q_{IV} reikšmėms t_{2IV} nustatomas pagal konkretaus šilumokaičio ir objekto charakteristikas. Nevienarūšės šilumos tinklo apkrovos atvejis išnagrinėtas kituose punktuose.

Šildymo, vėdinimo ir karšto vandentiekio nevienarūšės apkrovos atveju kokybinio reguliavimo tiekiamo šilumnešio temperatūrinis grafikas gamybos apskaitos taške analitine išraiška nustatomas dviems lauko oro temperatūros intervalams atskirai:

- esant lauko temperatūrai $t_{išgr} > t_{išskKv}$ pagal (119) formulę, priimant, kad $t_{1TšKv} = t_{1TKv}$;
- esant lauko temperatūrai $t_{išgr} < t_{išskKv}$ pagal (115) formulę, priimant, kad $t_{1TšKv} = t_{1Tš}$.

Čia: $t_{išskKv}$ nustatoma priartėjimo būdu iš (115) formulės, priimant sąlygą, kada $t_{1Tš} = t_{1TKvsk}$

Šiame punkte naudojami žymėjimai:

- $t_{iškKv}$ - skaičiuojamoji pagal šildymo ir karšto vandentiekio apkrovą lauko oro temperatūra, kuriai esant $t_{ITŠ} = t_{ITKvsk}$. (°C)
- $t_{ITŠKv}$ - skaičiuojamoji pagal šildymo ir karšto vandentiekio apkrovą (grafikinė) tiekiamo šilumnešio temperatūra gamybos apskaitos taške, pagal einamojo momento lauko oro temperatūrą. (°C)

Šildymo ir karšto vandentiekio nevienarūšės apkrovos atveju kokybinio reguliavimo gražinamo šilumnešio iš šildymo sistemų temperatūrinis grafikas perdavimo apskaitos taške analitine išraiška nustatomas dviems lauko oro temperatūros intervalams atskirai:

1. esant lauko temperatūrai $t_{iškgr} > t_{iškKv}$

- automatizuotoms priklausomo jungimo šildymo sistemoms $t_{2išk}$ skaičiuojama pagal (116) formulę;
- automatizuotoms priklausomo jungimo šildymo sistemoms $g_{išk}$ skaičiuojama pagal formulę:

$$g_{išk} = g_{išk} (t_{ITŠ} - t_{2išk}) / (t_{ITŠKv} - t_{2išk}) \quad m^3/z \quad (123)$$

- automatizuotoms nepriklausomo jungimo šildymo sistemoms $t_{2išk}$ skaičiuojama pagal (117) formulę;
- automatizuotoms nepriklausomo jungimo šildymo sistemoms $g_{išk}$ skaičiuojama pagal formulę:

$$g_{išk} = g_{išk} (t_{ITŠ} - t_{2išk}) / (t_{ITŠKv} - t_{2išk}) \quad m^3/z \quad (124)$$

- neautomatizuotoms priklausomo jungimo šildymo sistemoms, naudojant periodišką šildymo sistemos atjungimą, kurio trukmė z_{at} , pagal formulę:

$$t_{2išk} = t_{2iškKvsk} = \text{const.} \quad ^\circ\text{C} \quad (125)$$

Šioje formulėje naudojami žymėjimai:

- z_{at} - šildymo sistemos darbo trukmė per parą pereinamuoju laikotarpiu. val.(z)
- $t_{2iškKvsk}$ - skaičiuojama gražinamo šilumnešio temperatūra, paskaičiuota pagal (1.2) formulę, esant skaičiuojamajai lauko oro temperatūrai $t_{iškKv}$. (°C)

Šildymo trukmė per parą z_{at} paskaičiuojama pagal formulę:

$$z_{at} = 24 (t_{vid.sk.š} - t_{iš.f.}) / (t_{vid.sk.š} - t_{iš.sk.Kv}) \quad ^\circ\text{C} \quad (126)$$

- neautomatizuotoms priklausomo jungimo šildymo sistemoms vidutinis per parą $g_{iškvid}$ skaičiuojama pagal formulę:

$$g_{iškvid} = g_{išk} (t_{ITŠ} - t_{2išk}) / (t_{ITŠKv} - t_{2išk}) \quad m^3/z \quad (127)$$

- neautomatizuotoms nepriklausomo jungimo šildymo sistemoms, naudojant periodišką šildymo sistemos atjungimą, kurio trukmė z_{at} , pagal formulę:

$$t_{2išk} = t_{2iškKvsk} = \text{const.} \quad ^\circ\text{C} \quad (128)$$

Šioje formulėje naudojami žymėjimai:

- $t_{2iškKvsk}$ - skaičiuojama gražinamo šilumnešio temperatūra, paskaičiuota pagal (117)

formulę, esant skaičiuojamajai lauko oro temperatūrai $t_{iškKv}$. (°C)

- neautomatizuotoms nepriklausomo jungimo šildymo sistemoms vidutinis per parą $g_{Išvid}$ skaičiuojamas pagal formulę:

$$g_{Išvid} = g_{Išsk} (t_{1Tš} - t_{2Iš}) / (t_{1TšKv} - t_{2Iš}) \quad m^3/z \quad (129)$$

- neautomatizuotoms priklausomo ir nepriklausomo jungimo šildymo sistemoms, nenaudojant periodiško šildymo sistemos atjungimo, didėjant $t_{iš}$ peršildomos patalpos, ko pasekoje didėja $t_{vid.sk.š}$ ir $t_{2Iš}$, $t_{2Iš}$. Šioje situacijoje $t_{2Iš}$ ir $t_{vid.f.š}$ galima nustatyti pasinaudojant lygčių sistema:

$$t_{1TšKvsk} = t_{vid.sk.š} + [(t_{2Išsk} + t_{3Išsk})/2 - t_{vid.sk.š}] [(t_{vid.f.š} - t_{iš.f.š}) / (t_{vid.sk.š} - t_{iš.sk.š})]^{0.75} + [(t_{1Tšsk} - t_{2Išsk}) - 0.5 (t_{3Išsk} - t_{2Išsk})] [(t_{vid.f.š} - t_{iš.f.š}) / (t_{vid.sk.š} - t_{iš.sk.š})] \quad ^\circ C \quad (130)$$

priklausomo jungimo šildymo sistemoms ir

$$t_{2IšKv} = t_{vid.sk.š} + [(t_{2Išsk} + t_{3Išsk})/2 - t_{vid.sk.š}] [(t_{vid.f.š} - t_{iš.f.š}) / (t_{vid.sk.š} - t_{iš.sk.š})]^{0.75} - [0.5 (t_{3Išsk} - t_{2Išsk})] [(t_{vid.f.š} - t_{iš.f.š}) / (t_{vid.sk.š} - t_{iš.sk.š})] \quad ^\circ C \quad (131)$$

nepriklausomo jungimo šildymo sistemoms ir

$$t_{2Iš} = t_{vid.sk.š} + [(t_{2Išsk} + t_{3Išsk})/2 - t_{vid.sk.š}] [(t_{vid.f.š} - t_{iš.f.š}) / (t_{vid.sk.š} - t_{iš.sk.š})]^{0.75} + \{(t_{1Tšsk} - t_{2Išsk}) - [0.5 + (t_{1Tšsk} - t_{2Išsk}) / (t_{3Išsk} - t_{2Išsk})] (t_{3Išsk} - t_{2Išsk})\} [(t_{vid.f.š} - t_{iš.f.š}) / (t_{vid.sk.š} - t_{iš.sk.š})] \quad ^\circ C \quad (132)$$

Šiose lygčių sistemose nežinomieji yra $t_{2IšKv}$ ir $t_{vid.f.š}$, iš lygčių sistemos surandami bendra tvarka.

- neautomatizuotoms priklausomo ir nepriklausomo jungimo šildymo sistemoms, nenaudojant periodiško šildymo sistemos atjungimo, $g_{Iš}$ skaičiuojamas pagal formulę:

$$g_{Iš} = g_{Išsk} = \text{const} \quad m^3/z \quad (133)$$

2. esant lauko temperatūrai $t_{išgr} < t_{iškKv}$

- automatizuotoms ir neautomatizuotoms priklausomo jungimo šildymo sistemoms pagal (116) formulę;
- automatizuotoms ir neautomatizuotoms nepriklausomo jungimo šildymo sistemoms pagal (117) formulę;

Šiame punkte naudojami žymėjimai:

- $t_{iškKv}$ - skaičiuojamoji pagal šildymo ir karšto vandentiekio apkrovą lauko oro temperatūra, kuriai esant $t_{1Tš} = t_{1TKvsk}$. (°C)
- $t_{1TšKv}$ - skaičiuojamoji pagal šildymo ir karšto vandentiekio apkrovą (grafikinė) tiekiamo šilumnešio temperatūra gamybos apskaitos taške, pagal einamojo momento lauko oro temperatūrą. (°C)

Čia: $t_{iškKv}$ nustatoma priartėjimo būdu iš (115) formulės, priimant sąlygą, kada $t_{1Tš} = t_{1TKvsk}$

- automatizuotoms ir neautomatizuotoms nepriklausomo ir priklausomo jungimo šildymo sistemoms, $g_{Iš}$ skaičiuojamas pagal formulę:

$$g_{Iš} = g_{Išsk} = \text{const} \quad m^3/z \quad (134)$$

3. Šildymo ir karšto vandentiekio nevienarūšės apkrovos atveju kokybinio reguliavimo gražinamo šilumnešio iš karšto vandentiekio sistemų temperatūrinis grafikas perdavimo apskaitos

taške analitine išraiška nustatomas priklausomai nuo šilumokaičio jungimo schemos (lygiagretus, mišrus ar nuoseklus) dviems lauko oro temperatūros intervalams atskirai:

- esant lauko temperatūrai $t_{išgr} > t_{išskKv}$, bei vasaros sezonui lygiagretaus ir mišraus šilumokaičių jungimo atveju:
 - gražinamo šilumnešio iš karšto vandentiekio sistemų temperatūra t_{2IKv} nustatoma pagal konkretaus šilumokaičio ir objekto charakteristikas ir/arba pagal norminių aktų reikalavimus pagal formulę:

$$t_{2IKv} = t_{2iKvsk} = \text{const.} \quad ^\circ\text{C} \quad (135)$$

Pastaba: Jeigu norminiais aktais nenustatyta kitaip priimama: $t_{2iKvsk} = 41.6 \text{ }^\circ\text{C}$, šilumnešio srautas, skaičiuojamas pagal formulę:

$$g_{IKv} = g_{iKvsk} = \text{const} \quad \text{m}^3/\text{z} \quad (136)$$

Pastabos:

Pagal konkretaus šilumokaičio ir objekto charakteristikas ir/arba pagal norminių aktų reikalavimus g_{IKv} , g_{iKvsk} , t_{2IKv} ir t_{2iKvsk} skaičiavimo algoritmai duoti specialioje literatūroje.

Nuoroda: formulės (135) ir (136) galioja tik esant q_{iKvsk} . Kitokioms q_{iKv} reikšmėms t_{2IKv} ir g_{IKv} nustatomi pagal konkretaus šilumokaičio ir objekto charakteristikas. Šis atvejis nagrinėjamas kituose šio skyriaus punktuose.

- esant lauko temperatūrai $t_{išgr} < t_{išskKv}$ lygiagretaus šilumokaičių jungimo atveju:
 - gražinamo šilumnešio iš karšto vandentiekio sistemų temperatūra t_{2IKv} nustatoma pagal konkretaus šilumokaičio ir objekto charakteristikas ir/arba pagal norminių aktų reikalavimus pagal formulę:

$$t_{2IKv} = t_{1TŠKv} - \Delta t_{šsk} \quad ^\circ\text{C} \quad (137)$$

Šiame punkte naudojami žymėjimai:

$\Delta t_{šsk}$ - skaičiuojamas normatyvinis temperatūrų skirtumas šilumokaityje, esant $t_{1TŠKv}$ ($^\circ\text{C}$)

- šilumnešio srautas, skaičiuojamas pagal formulę:

$$g_{IKv} = g_{iKvsk} [(t_{1TŠKvsk} - t_{2TŠKvsk}) / (t_{1TŠKv} - t_{2TŠKv})] \quad \text{m}^3/\text{z} \quad (138)$$

Pastabos:

Pagal konkretaus šilumokaičio ir objekto charakteristikas ir/arba norminių aktų reikalavimus g_{iKvsk} ir $\Delta t_{šsk}$ skaičiavimo algoritmai duoti specialioje literatūroje.

Nuoroda: formulės (137) ir (138) galioja tik esant q_{iKvsk} . Kitokioms q_{iKv} reikšmėms t_{2IKv} ir g_{IKv} nustatomi pagal konkretaus šilumokaičio ir objekto charakteristikas, skaičiavimo algoritmai duoti specialioje literatūroje.

- esant lauko temperatūrai $t_{išgr} > t_{išskKv}$, bei vasaros sezonui mišraus šilumokaičių jungimo atveju:
 - gražinamo šilumnešio iš karšto vandentiekio sistemų temperatūra t_{2IKv} nustatoma pagal konkretaus šilumokaičio ir objekto charakteristikas ir/arba pagal norminių aktų reikalavimus pagal formulę:

$$t_{2IKv} = t_{2iKvsk} = \text{const.} \quad ^\circ\text{C} \quad (139)$$

- šilumnešio srautas, skaičiuojamas pagal formulę:

$$g_{IKV} = g_{IKVsk} = \text{const} \quad \text{m}^3/\text{z} \quad (140)$$

Pastabos:

Pagal konkretaus šilumokaičio ir objekto charakteristikas ir/arba pagal norminių aktų reikalavimus g_{IKV} , g_{IKVsk} , t_{2IKV} ir t_{2IKVsk} skaičiavimo algoritmai duodami specialioje literatūroje.

Jeigu norminiais aktais nenustatyta kitaip priimama: $t_{2IKVsk} = 41.6 \text{ }^\circ\text{C}$

Nuoroda: formulės (139) ir (140) galioja tik esant q_{IKVsk} . Kitokioms q_{IKV} reikšmėms t_{2IKV} ir g_{IKV} nustatomi pagal konkretaus šilumokaičio ir objekto charakteristikas, skaičiavimo algoritmai duodami specialioje literatūroje.

- esant lauko temperatūrai $t_{išgr} < t_{išskKv}$ mišraus šilumokaičių jungimo atveju:
 - gražinamo šilumnešio iš karšto vandentiekio sistemų temperatūra t_{2IKV} nustatoma pagal konkretaus šilumokaičio ir objekto charakteristikas ir/arba pagal norminių aktų reikalavimus pagal formulę:

$$t_{2IKV} = t_{1TŠKv} - \Delta t_{šsk} \quad \text{ }^\circ\text{C} \quad (141)$$

Šiame punkte naudojami žymėjimai:

$\Delta t_{šsk}$ - skaičiuojamas normatyvinis temperatūrų skirtumas šilumokaityje, esant $t_{1TŠKv}$ ($^\circ\text{C}$)

- šilumnešio srautas, skaičiuojamas pagal formulę:

$$g_{IKV} = g_{IKVsk} [(t_{1TŠKvsk} - t_{2TŠKvsk}) / (t_{1TŠKv} - t_{2TŠKv})] \quad \text{m}^3/\text{z} \quad (142)$$

Pagal konkretaus šilumokaičio ir objekto charakteristikas ir/arba pagal norminių aktų reikalavimus g_{IKVsk} , ir $\Delta t_{šsk}$ skaičiavimo algoritmai duodami specialioje literatūroje.

Nuoroda: formulės (141) ir (142) galioja tik esant q_{IKVsk} . Kitokioms q_{IKV} reikšmėms t_{2IKV} ir g_{IKV} nustatomi pagal konkretaus šilumokaičio ir objekto charakteristikas, skaičiavimo algoritmai duodami specialioje literatūroje.

[vertinus, kad nuoseklaus jungimo schema mūsų šalyje praktiškai nenaudojama, šiame darbe ji nenagrinėjama.

4. Šildymo, vėdinimo ir karšto vandentiekio nevienarūšės apkrovos atveju kokybinio reguliavimo gražinamo šilumnešio iš vėdinimo sistemų temperatūrinis grafikas perdavimo apskaitos taške analitine išraiška nustatomas priklausomai nuo šilumokaičio (kaloriferio) jungimo schemas trims lauko oro temperatūros intervalams atskirai:

- esant lauko temperatūrai $t_{išgr} > t_{išskKv}$,
- esant lauko temperatūrai $t_{išskKv} > t_{išgr} > t_{išskV}$,
- esant lauko temperatūrai $t_{išgr} < t_{išskV}$,

Pagal konkretaus šilumokaičio (kaloriferio) ir objekto charakteristikas ir/arba pagal norminių aktų reikalavimus g_{IV} , g_{IVsk} , t_{2IV} ir t_{2IVsk} nustatomi kiekvienam lauko oro temperatūrų diapazonui atskirai, jų skaičiavimo algoritmai duodami specialioje literatūroje.

5. Šildymo, karšto vandentiekio ir vėdinimo nevienarūšės apkrovos kokybinio reguliavimo šilumnešio temperatūrinio grafiko gražinamo į šilumos tinklus iš šildymo, vėdinimo ir karšto vandentiekio šilumnešio suminė temperatūra $t_{2IŠKv}$ paskaičiuojama pagal formulę:

$$t_{2IŠKvV} = (g_{IŠ} t_{2IŠ} + g_{IKv} t_{2IKv} + g_{IV} t_{2IV}) / (g_{IŠ} + g_{IKv} + g_{IV}) \quad ^\circ\text{C} \quad (143)$$

6. Koeficiento $K_{TŠ}$ apskaičiavimui temperatūrų t_{1Tsk} ir $t_{2Išk}$, reikšmių, priklausomai nuo ataskaitinio laikotarpio vidutinės lauko oro temperatūros $t_{iš.f}$ ir tiekiamo šilumnešio temperatūrinio grafiko skaičiuojamųjų temperatūrų t_1 ir t_2 , skaičiavimo pavyzdys, esant skaičiuojamajai vidaus patalpų temperatūrai $+18 \text{ }^\circ\text{C}$ ir skaičiuojamajai lauko oro temperatūrai $-20 \text{ }^\circ\text{C}$ paskaičiuotas pagal temperatūrinio grafiko skaičiavimo formules, pateikiamas III.1. lentelėje.

1. lentelė. Šildymo temperatūriniai grafikai (iki "lūžio taško")

Lauko oro temperatūra $^\circ\text{C}$	Skaičiuojamosios šilumnešio temperatūros $^\circ\text{C}$							
	$t_1 = 95$ $t_2 = 70$		$t_1 = 130$ $t_2 = 70$		$t_1 = 150$ $t_2 = 70$		$t_1 = 170$ $t_2 = 70$	
	Tiekiamo ir gražinamo šilumnešio temperatūros $^\circ\text{C}$							
$t_{iš.f}$	t_{1Tsk}	$t_{2Išk}$	t_{1Tsk}	$t_{2Išk}$	t_{1Tsk}	$t_{2Išk}$	t_{1Tsk}	$t_{2Išk}$
15	25.5	24.0	29.2	24.4	29.2	24.2	30.3	24.0
14	27.6	25.5	31.1	26.1	32.5	25.8	33.9	25.5
13	29.5	26.9	33.8	27.6	35.6	27.3	37.4	26.9
12	31.4	28.3	36.5	29.0	38.7	28.7	40.8	28.3
11	33.3	29.6	39.2	30.5	41.7	30.0	44.1	29.5
10	35.1	30.9	41.8	31.8	44.6	31.3	47.4	30.8
9	36.9	32.2	44.4	33.1	47.6	32.6	50.7	32.0
8	38.6	33.4	46.9	34.4	50.5	33.8	54.0	33.1
7	40.4	34.6	49.4	35.7	53.3	35.0	57.2	34.3
6	42.1	35.8	51.9	36.9	56.2	36.2	60.4	35.4
5	43.6	37.0	54.4	38.1	59.0	37.3	63.5	36.5
4	45.4	38.1	56.8	39.3	61.8	38.4	66.7	37.5
3	47.1	39.3	59.3	40.5	64.5	39.5	69.8	38.6
2	48.7	40.4	61.7	41.7	67.3	40.6	72.9	39.6
1	50.3	41.5	64.0	42.8	70.0	41.7	-	-
0	51.9	42.5	66.4	43.9	-	-	-	-
-1	53.5	43.6	68.8	45.0	-	-	-	-
-2	55.1	44.7	71.1	46.1	-	-	-	-
-3	56.6	45.7	-	-	-	-	-	-
-4	58.2	46.7	-	-	-	-	-	-
-5	59.7	47.8	-	-	-	-	-	-
-6	61.3	48.8	-	-	-	-	-	-
-7	62.8	49.8	-	-	-	-	-	-
-8	64.3	50.8	-	-	-	-	-	-
-9	65.8	51.8	-	-	-	-	-	-
-10	67.3	52.8	-	-	-	-	-	-
-11	68.8	53.7	-	-	-	-	-	-
-12	70.3	54.7	-	-	-	-	-	-

Pastaba. Tarpinės reikšmės surandamos pagal interpoliavimo taisykles

7. Šilumnešio parametrai po transformavimo šildymui įrenginių nustatomi skaičiavimo būdu.

- Priklausomoms šildymo sistemoms su sroviniu siurbliu (elevatoriumi) bei siurbliu sumaišymu nustatomas šilumnešio parametrų transformavimo įrenginio sumaišymo koeficientas.

- jeigu yra žinomi šilumnešio srautai prieš transformavimo įrenginį ir už jo, sumaišymo koeficientas nustatomas pagal formulę:

$$u_{fi} = (g_{iš} - g_{iš})/g_{iš} \quad (144)$$

- jeigu yra žinomos šilumnešio temperatūros prieš transformavimo įrenginį ir už jo, sumaišymo koeficientas nustatomas pagal formulę:

$$u_{fi} = (t_{1š} - t_{3š})/(t_{3š} - t_{2š}) \quad (145)$$

Nuoroda: Jeigu apskaičiuojant sumaišymo koeficientą naudojami skaičiuojamieji parametrai tai ir nustatomas skaičiuojamasis sumaišymo koeficientas u_{Iisk} , jeigu faktiniai – faktinis sumaišymo koeficientas u_{Iisk} ir pan.

- Nepriklausomoms šildymo sistemoms su šilumokaičiu nustatomas šilumnešio parametų transformavimo įrenginio perdavimo koeficientas.
- jeigu yra žinomi šilumnešio srautai prieš transformavimo įrenginį ir už jo, perdavimo koeficientas nustatomas pagal formulę:

$$k_{fi} = g_{iš}/g_{iš} \quad (146)$$

- jeigu yra žinomos šilumnešio temperatūros prieš transformavimo įrenginį ir už jo, perdavimo koeficientas nustatomas pagal formulę:

$$k_{fi} = (t_{1š} - t_{2š})/(t_{3š} - t_{2š}) \quad (147)$$

Nuoroda: Jeigu apskaičiuojant sumaišymo koeficientą naudojami skaičiuojamieji parametrai tai ir nustatomas skaičiuojamasis sumaišymo koeficientas k_{Iisk} , jeigu faktiniai – faktinis sumaišymo koeficientas k_{Iisk} ir pan.

- Šildymo apkrovos kokybinio reguliavimo tiekiamo šilumnešio po transformavimo įrenginio temperatūrinis grafikas analitine išraiška paskaičiuojamas pagal formulę:

$$t_{3iš} = t_{vid.sk.š} + \left(\frac{t_{2išsk} - t_{3išsk} - t}{2} \right) \cdot \left(\frac{t_{vid.sk.š} - t_{iš.f.}}{t_{vid.sk.š} - t_{iš.sk.š}} \right)^{0,75} + \quad ^{\circ}\text{C} \quad (148)$$

$$+ 0,5 \cdot (t_{3išsk} - t_{2išsk}) \cdot \frac{t_{vid.sk.š} - t_{iš.f.}}{t_{vid.sk.š} - t_{iš.sk.š}}$$

Nuoroda: Ši išraiška taikoma vienaarūšės šildymo apkrovos atveju bei nevienarūšės apkrovos atveju automatizuotoms priklausomo ir nepriklausomo jungimo šildymo sistemoms.

- Nevienarūšės šildymo ir karšto vandentiekio apkrovos atveju neautomatizuotoms priklausomo ir nepriklausomo jungimo šildymo sistemoms kokybinio reguliavimo tiekiamo šilumnešio temperatūrinis grafikas perdavimo apskaitos taške (po transformavimo įrenginio) analitine išraiška nustatomas dviems lauko oro temperatūros intervalams atskirai:

- esant lauko temperatūrai $t_{išgr} > t_{išskKv}$:

* pagal (145) formulę priklausomo jungimo šildymo sistemoms, priimant, kad $t_{1TŠKvsk} = t_{1š}$, $u_{fi} = u_{fišk}$, $t_{2š}$ priimant pagal (117) formulę;

* pagal (147) formulę nepriklausomo jungimo šildymo sistemoms, priimant, kad $t_{1TŠKvsk} = t_{1š}$, $k_{fi} = k_{fišk}$, $t_{2š}$ priimant pagal (117) formulę;

- esant lauko temperatūrai $t_{išgr} < t_{išskKv}$ pagal (148) formulę, priimant, kad $t_{3išKv} = t_{3iš}$

Čia: $t_{išskKv}$ nustatoma priartėjimo būdu iš (148) formulės, priimant sąlygą, kada $t_{3iš} = t_{3išKvsk}$

Šildymo vienaarūšės apkrovos kiekybinio reguliavimo tiekiamo šilumnešio santykinio srauto ir gražinamo šilumnešio temperatūrinis grafikas, esant pastoviai tiekiamo šilumnešio temperatūrai, priklausomai nuo lauko oro temperatūros, analitine išraiška paskaičiuojamas pagal formules:

$$t_{2iš}(t_{iš.f}) = t_{1išsk} - \frac{t_{1išsk} - t_{2išsk}}{g_{Iš}(t_{iš.f})} \cdot \frac{t_{vid.sk.š} - t_{iš.f}}{t_{vid.sk.š} - t_{iš.sk.š}} \quad ^\circ\text{C} \quad (149)$$

kur:

$$g_{Iš}(t_{iš.f}) = \frac{g_{Iš}(t_{iš.sk.š})}{g_{Išsk}} = \frac{\frac{t_{vid.sk.š} - t_{iš.f}}{t_{vid.sk.š} - t_{iš.sk.š}}}{1 + \left(\frac{t_{2išsk} - t_{3išsk}}{2} - t_{vid.sk.š} \right) \cdot \frac{1 - \left(\frac{t_{vid.sk.š} - t_{iš.f}}{t_{vid.sk.š} - t_{iš.sk.š}} \right)^{0.75}}{\left[(t_{1išsk} - t_{2išsk}) - 0.5 \cdot (t_{3išsk} - t_{2išsk}) \right]}} \quad (150)$$

Šildymo apkrovos kokybinio reguliavimo tiekiamo šilumnešio po transformavimo įrenginio į vidaus šildymo sistemą temperatūrinis grafikas analitine išraiška paskaičiuojamas pagal (148) formulę

Šildymo apkrovos kokybinio reguliavimo gražinamo šilumnešio po transformavimo įrenginio iš vidaus šildymo sistemos temperatūrinis grafikas analitine išraiška paskaičiuojamas pagal (116) formulę

IV. ŠILUMOS PERDAVIMO TINKLŲ IR PASTATŲ VIDAUS ŠILDYMO, KARŠTO VANDENS SISTEMŲ DARBO REŽIMŲ SKAIČIAVIMO REKOMENDACIJOS

1. Šilumos šaltinio šilumos kiekių balansas.

Šilumos šaltinio gamybos apskaitos taške šilumos kiekiai per bet kuri ataskaitinį laikotarpį aprašomi jų balanso lygtimi:

$$Q_T = \Sigma Q_{I\dot{S}S} + \Sigma Q_{IVS} + \Sigma Q_{IKvS} + \Sigma Q_{ITchS} + \Sigma Q_{IRS} + \Sigma Q_{I\dot{S}P} + \Sigma Q_{IVP} + \Sigma Q_{IKvP} + \Sigma Q_{ITchP} + \Sigma Q_{IRP} + \Sigma Q_{IP} + \Sigma Q_{INL} + \Sigma Q_{NS} + \Sigma Q_{NGS} \quad \text{kWh} \quad (151)$$

Šioje formulėje naudojami žymėjimai:

- Q_T - šilumos kiekis per ataskaitinį laikotarpį nustatytas šilumos šaltinio gamybos apskaitos taške (kWh)
- $\Sigma Q_{I\dot{S}S}$ - šilumos kiekis per ataskaitinį laikotarpį nustatytas skaičiavimo būdu šildymui visų objektų be apskaitos prietaisų perdavimo apskaitos taškuose (kWh)
- ΣQ_{IVS} - šilumos kiekis per ataskaitinį laikotarpį nustatytas skaičiavimo būdu vėdinimui visų objektų be apskaitos prietaisų perdavimo apskaitos taškuose (kWh)
- ΣQ_{IKvS} - šilumos kiekis per ataskaitinį laikotarpį nustatytas skaičiavimo būdu karštam vandentiekiiui visų objektų be apskaitos prietaisų perdavimo apskaitos taškuose (kWh)
- ΣQ_{ITchS} - šilumos kiekis per ataskaitinį laikotarpį nustatytas skaičiavimo būdu technologijai visų objektų be apskaitos prietaisų perdavimo apskaitos taškuose (kWh)
- ΣQ_{IRS} - šilumos kiekis per ataskaitinį laikotarpį nustatytas skaičiavimo būdu vonių šildytuvuose visų objektų be apskaitos prietaisų perdavimo apskaitos taškuose (kWh)
- $\Sigma Q_{I\dot{S}P}$ - šilumos kiekis per ataskaitinį laikotarpį nustatytas pagal šilumos apskaitos prietaisų rodmenų ataskaitas visų objektų šildymo sistemų įvadų perdavimo apskaitos taškuose (kWh)
- ΣQ_{IVP} - šilumos kiekis per ataskaitinį laikotarpį nustatytas pagal šilumos apskaitos prietaisų rodmenų ataskaitas visų objektų vėdinimo sistemų perdavimo apskaitos taškuose (kWh)
- ΣQ_{IKvP} - šilumos kiekis per ataskaitinį laikotarpį nustatytas pagal šilumos apskaitos prietaisų rodmenų ataskaitas visų objektų karšto vandentiekio perdavimo apskaitos taškuose (kWh)
- ΣQ_{ITchP} - šilumos kiekis per ataskaitinį laikotarpį nustatytas pagal šilumos apskaitos prietaisų rodmenų ataskaitas visų objektų technologijos perdavimo apskaitos taškuose (kWh)
- ΣQ_{IRP} - šilumos kiekis per ataskaitinį laikotarpį nustatytas pagal šilumos apskaitos prietaisų rodmenų ataskaitas visų objektų vonių šildytuvų perdavimo apskaitos taškuose (kWh)
- ΣQ_{IP} - šilumos kiekis per ataskaitinį laikotarpį nustatytas pagal šilumos apskaitos prietaisų rodmenų ataskaitas visų objektų perdavimo apskaitos taškuose, kuriuose sunaudotas šilumos energijos kiekis matuojamas vienu bendru šilumos kiekio apskaitos prietaisu (kWh)
- ΣQ_{NL} - šilumos nuostoliai susidarantys visose autonominėse šilumos sistemose

- ataskaitiniu laikotarpiu dėl šilumos energijos kiekių nustatymo pagal apskaitos prietaisų rodmenų ataskaitas ir skaičiavimo būdu (pagal norminių aktų reikalavimus) neatitikimo ir/ar prietaisų matavimo paklaidų (kWh)
- ΣQ_{NS} - šilumos nuostoliai per paviršius susidarantys visose šilumos teikimo sistemos vamzdynų atkarpose ataskaitiniu laikotarpiu. (kWh)
- ΣQ_{NGS} - šilumos nuostoliai dėl nutekėjimų susidarantys visose šilumos teikimo sistemos vamzdynų atkarpose ir vartotojų vidaus sistemose (jeigu taip priimta atsiskaitymuose) ataskaitiniu laikotarpiu. (kWh)

Šilumos šaltinio gamybos apskaitos taške patiekto į tinklą ir suvartoto šilumos kiekio balanso dedamosios nustatomos analitiniu būdu.

Objektų, kurių perdavimo apskaitos taškuose įrengti šilumos apskaitos prietaisai atskiroms tiekimo ir vartojimo įrenginių sistemoms, šilumos kiekiai $Q_{I\dot{S}P}$, Q_{IKvP} , Q_{IVP} , Q_{ITchP} , Q_{IRP} , Q_{IP} nustatomi pagal apskaitos prietaisų rodmenų ataskaitas (deklaracijas) ir/arba iš nuotolinio nuskaitymo prietaisų. Šilumos kiekiai $\Sigma Q_{I\dot{S}P}$, ΣQ_{IKvP} , ΣQ_{IVP} , ΣQ_{ITchP} , ΣQ_{IRP} , ΣQ_{IP} nustatomi sumuojant už tą patį laikotarpį visų objektų atitinkamus šilumos kiekius $Q_{I\dot{S}P}$, Q_{IKvP} , Q_{IVP} , Q_{ITchP} , Q_{IRP} , Q_{IP}

Objektų, kurių perdavimo apskaitos taškuose įrengti šilumos apskaitos prietaisai atskiroms tiekimo ir vartojimo įrenginių sistemoms, šilumos kiekiams $\Sigma Q_{I\dot{S}P}$, ΣQ_{IKvP} , ΣQ_{IVP} , ΣQ_{ITchP} , ΣQ_{IRP} , ΣQ_{IP} visada nustatoma ir juos atitinkantys šilumos kiekiai $\Sigma Q_{I\dot{S}S}$, ΣQ_{IVS} , ΣQ_{IKvS} , ΣQ_{ITchS} , ΣQ_{IRS} , ΣQ_{IS} , bei $\Sigma Q_{I\dot{S}Sn}$, ΣQ_{IKvSn} , ΣQ_{IRSn} skaičiavimo būdu, sumuojant už tą patį laikotarpį visų objektų atitinkamus šilumos kiekius $Q_{I\dot{S}S}$, Q_{IVS} , Q_{IKvS} , Q_{ITchS} , Q_{IRS} , Q_{IS} , bei $Q_{I\dot{S}Sn}$, Q_{IKvSn} , Q_{IRSn} paskaičiuotus pagal įrenginių galią, galios išnaudojimo koeficientą ir darbo laiką.

Objektų, kurių perdavimo apskaitos taškuose neįrengti šilumos apskaitos prietaisai atskiroms tiekimo ir vartojimo įrenginių sistemoms arba jie yra sugedę arba pasibaigęs metrologinės patikros galiojimo laikas arba nepristatytos jų rodmenų ataskaitos ir/arba negauti iš nuotolinio nuskaitymo prietaisų, šilumos kiekiai $\Sigma Q_{I\dot{S}S}$, ΣQ_{IVS} , ΣQ_{IKvS} , ΣQ_{ITchS} , ΣQ_{IRS} , ΣQ_{IS} nustatomi skaičiavimo būdu, sumuojant už tą patį laikotarpį visų objektų atitinkamus šilumos kiekius $Q_{I\dot{S}S}$, Q_{IVS} , Q_{IKvS} , Q_{ITchS} , Q_{IRS} , Q_{IS} , bei $Q_{I\dot{S}Sn}$, Q_{IKvSn} , Q_{IRSn} paskaičiuotus pagal įrenginių galią, galios išnaudojimo koeficientą arba normas ir darbo laiką.

Šilumos šaltinių, kurių gamybos apskaitos taške įrengti šilumos apskaitos prietaisai nustatantys bendrą tiekiamos šilumos kiekį Q_T , patiekto į tinklą už tam tikrą laikotarpį šilumos kiekis Q_{TP} šilumos šaltinio gamybos apskaitos taške nustatomas pagal apskaitos prietaisų rodmenų ataskaitas (deklaracijas) ir/arba iš nuotolinio nuskaitymo prietaisų.

Šilumos šaltinių, kurių gamybos apskaitos taške įrengti šilumos apskaitos prietaisai nustatantys bendrą tiekiamos šilumos kiekį Q_{TP} , visada nustatomas ir patiekto į tinklą už tam tikrą laikotarpį šilumos kiekis Q_{TS} bei Q_{TSn} šilumos šaltinio gamybos apskaitos taške pagal formules:

$$Q_{TS} = \Sigma Q_{I\dot{S}S} + \Sigma Q_{IVS} + \Sigma Q_{IKvS} + \Sigma Q_{ITchS} + \Sigma Q_{IRS} + \Sigma Q_{I\dot{S}P} + \Sigma Q_{IVP} + \Sigma Q_{IKvP} + \Sigma Q_{ITchP} + \Sigma Q_{IRP} + \Sigma Q_{IP} + \Sigma Q_{INL} + \Sigma Q_{NS} + \Sigma Q_{NGS} \quad (152.)$$

$$Q_{TSn} = \Sigma Q_{I\dot{S}Sn} + \Sigma Q_{IVSn} + \Sigma Q_{IKvSn} + \Sigma Q_{ITchSn} + \Sigma Q_{IRSn} + \Sigma Q_{INLn} + \Sigma Q_{NSn} + \Sigma Q_{NGSn} \quad (153.)$$

Šilumos šaltinių, kurių gamybos apskaitos taške neįrengti šilumos apskaitos prietaisai nustatantys bendrą tiekiamos šilumos kiekį Q_T , arba jie yra sugedę arba pasibaigęs metrologinės patikros galiojimo laikas arba nepristatytos jų rodmenų ataskaitos ir/arba negauti iš nuotolinio nuskaitymo prietaisų, patiekto į tinklą už tam tikrą laikotarpį šilumos kiekis Q_{TS} bei Q_{TSn} šilumos šaltinio gamybos apskaitos taške nustatomas taip:

- pagal (152.) ir (153.) formules.
- pagal sunaudoto kuro kiekį už tam tikrą laikotarpį pagal formules:

$$Q_{TS} = G_k q_k \eta_{\xi} \quad \text{kWh} \quad (154.)$$

$$Q_{TSn} = G_k q_{kn} \eta_{\xi n} \quad \text{kWh} \quad (155.)$$

Šiose formulėse naudojami žymėjimai:

- G_k - šilumos šaltinyje per skaičiuojamąjį laikotarpį suvartotas kuro kiekis. kg
- q_k, q_{kn} - atitinkamai faktinis ir norminis kuro kaloringumas. kJ/kg
- $\eta_{\xi}, \eta_{\xi n}$ - atitinkamai faktinis ir norminis šilumos šaltinio naudingo veikimo koeficientas gamybos apskaitos taške.

- pagal pagamintos šilumos generatoriuose šilumos kiekį pagal formules:

$$Q_{TS} = Q_{TSS(P)} - Q_{TNS(P)} \quad \text{kWh} \quad (156.)$$

$$Q_{TSn} = Q_{TSSn} - Q_{TNSn} \quad \text{kWh} \quad (157)$$

Šiose formulėse naudojami žymėjimai:

- $Q_{TSS(P)}$ - šilumos šaltinio šilumos generatoriuose per skaičiuojamąjį laikotarpį pagamintas faktinis šilumos kiekis, nustatytas skaičiavimo būdu (indeksas S) arba pagal šilumos apskaitos ir/ar Nuotolinio nuskaitymo prietaisų rodmenų ataskaitas (indeksas P). kWh
- $Q_{TNS(P)}$ - šilumos šaltinio šilumos perdavimo ir vartojimo įrenginiuose per skaičiuojamąjį laikotarpį faktiškai suvartotas šilumos kiekis (šilumos nuostoliai plus "savi reikalai"), nustatytas skaičiavimo būdu (indeksas S) arba pagal šilumos apskaitos ir/ar Nuotolinio nuskaitymo prietaisų rodmenų ataskaitas (indeksas P). kWh
- Q_{TSSn} - šilumos šaltinio šilumos generatoriuose per skaičiuojamąjį laikotarpį pagamintas norminis šilumos kiekis (pvz. pagal kuro suvartojimo normas), nustatytas skaičiavimo būdu. kWh
- Q_{TNSn} - šilumos šaltinio šilumos perdavimo ir vartojimo įrenginiuose per skaičiuojamąjį laikotarpį suvartotas norminis šilumos kiekis (šilumos nuostoliai plus "savi reikalai"), nustatytas skaičiavimo būdu. kWh

Šilumos nuostoliai Q_{NL} bei Q_{NLn} susidarantys atskirose autonominėse šilumos sistemose ataskaitiniu laikotarpiu dėl šilumos energijos kiekių nustatymo pagal apskaitos prietaisų rodmenų ataskaitas ir skaičiavimo būdu (pagal norminių aktų reikalavimus) neatitikimo ir/ar prietaisų matavimo paklaidų nustatomi skaičiavimo būdu teisės aktuose nustatyta tvarka. Šilumos nuostoliai ΣQ_{NL} bei ΣQ_{NLn} nustatomi sumuojant visų objektų atitinkamus šilumos nuostolius už tą patį laikotarpį.

Šilumos nuostoliai Q_{NS} bei Q_{NSn} susidarantys atskirose šilumos perdavimo (tiekim) sistemos atkarpose per vamzdynų paviršius ataskaitiniu laikotarpiu nustatomi skaičiavimo būdu teisės aktuose nustatyta tvarka. Šilumos nuostoliai ΣQ_{NS} bei ΣQ_{NSn} nustatomi sumuojant visų atkarpų atitinkamus šilumos nuostolius už tą patį laikotarpį.

Šilumos nuostoliai Q_{NGS} bei Q_{NGSn} susidarantys atskirose šilumos perdavimo (tiekim) sistemos atkarpose per vamzdynų paviršius ataskaitiniu laikotarpiu nustatomi skaičiavimo būdu teisės aktuose nustatyta tvarka. Šilumos nuostoliai ΣQ_{NGS} bei ΣQ_{NGSn} nustatomi sumuojant visų atkarpų atitinkamus šilumos nuostolius už tą patį laikotarpį.

Šilumos šaltinio gamybos apskaitos taške šilumos kiekis nustatytas pagal apskaitos prietaiso rodmenų ataskaitas Q_{TP} ir šilumos kiekiai nustatyti skaičiavimo būdu Q_{TS} bei Q_{TSn} bendru atveju nesutampa. Skirtumas ΔQ_T , išreiškiamas priklausomybėmis:

$$\Delta Q_{TP} = Q_{TP} - Q_{TS} \quad \text{kWh} \quad (158)$$

$$\Delta Q_{TPn} = Q_{TP} - Q_{TSn} \quad \text{kWh} \quad (159)$$

$$\Delta Q_{TSn} = Q_{TS} - Q_{TSn} \quad \text{kWh} \quad (160)$$

Šilumos kiekio skirtumai ΔQ_T bendru atveju nusako šilumos tiekimo sistemos darbo valdymo ir kontrolės prietaisų bei duomenų banke sukauptų charakteristikų teisingumą, tikslumą ir visos kontrolės sistemos efektyvumą. Šio dydžio dinamikos analizė sudaro prielaidas nustatyti šilumos energijos vogimo atvejus, šilumos tiekimo sistemos ir atskirų grandžių sutrikimų atsiradimą ir jų lokalizavimą.

2. Šilumos šaltinio šilumos srautų balansas.

Šilumos šaltinio gamybos apskaitos taške šilumos srautai bet kuriuo momentu aprašomi jų balanso lygtimi:

$$q_T = \Sigma q_{I\dot{S}S} + \Sigma q_{IVS} + \Sigma q_{IKvS} + \Sigma q_{ITchs} + \Sigma q_{IRS} + \Sigma q_{I\dot{S}P} + \Sigma q_{IVP} + \Sigma q_{IKvP} + \Sigma q_{ITchP} + \Sigma q_{IRP} + \Sigma q_{IP} + \Sigma q_{INL} + \Sigma q_{NS} + \Sigma q_{NGS} \quad (161)$$

Šioje formulėje naudojami žymėjimai:

- q_T - šilumos srautas skaičiuojamu laiko momentu nustatytas šilumos šaltinio gamybos apskaitos taške (kW)
- $\Sigma q_{I\dot{S}S}$ - šilumos srautas tuo pačiu skaičiuojamu laiko momentu nustatytas skaičiavimo būdu šildymui visų objektų be apskaitos prietaisų perdavimo apskaitos taškuose (kW)
- Σq_{IVS} - šilumos srautas tuo pačiu skaičiuojamu laiko momentu nustatytas skaičiavimo būdu vėdinimui visų objektų be apskaitos prietaisų perdavimo apskaitos taškuose (kW)
- Σq_{IKvS} - šilumos srautas tuo pačiu skaičiuojamu laiko momentu nustatytas skaičiavimo būdu karštam vandentiekiiui visų objektų be apskaitos prietaisų perdavimo apskaitos taškuose (kW)
- Σq_{ITchs} - šilumos srautas tuo pačiu skaičiuojamu laiko momentu nustatytas skaičiavimo būdu technologijai visų objektų be apskaitos prietaisų perdavimo apskaitos taškuose (kW)
- Σq_{IRS} - šilumos srautas tuo pačiu skaičiuojamu laiko momentu nustatytas skaičiavimo būdu vonių šildytuvuose visų objektų be apskaitos prietaisų perdavimo apskaitos taškuose (kW)
- $\Sigma q_{I\dot{S}P}$ - šilumos srautas tuo pačiu skaičiuojamu laiko momentu nustatytas pagal šilumos apskaitos prietaisų rodmenų ataskaitas visų objektų šildymo sistemų įvadų perdavimo apskaitos taškuose (kW)
- Σq_{IVP} - šilumos srautas tuo pačiu skaičiuojamu laiko momentu nustatytas pagal šilumos apskaitos prietaisų rodmenų ataskaitas visų objektų vėdinimo sistemų perdavimo apskaitos taškuose (kW)
- Σq_{IKvP} - šilumos srautas tuo pačiu skaičiuojamu laiko momentu nustatytas pagal šilumos apskaitos prietaisų rodmenų ataskaitas visų objektų karšto vandentiekio perdavimo apskaitos taškuose (kW)
- Σq_{ITchP} - šilumos srautas tuo pačiu skaičiuojamu laiko momentu nustatytas pagal šilumos apskaitos prietaisų rodmenų ataskaitas visų objektų technologijos perdavimo apskaitos taškuose (kW)

- Σq_{IRP} - šilumos srautas tuo pačiu skaičiuojamu laiko momentu nustatytas pagal šilumos apskaitos prietaisų rodmenų ataskaitas visų objektų vonių šildytuvų perdavimo apskaitos taškuose (kW)
- Σq_{IP} - šilumos srautas tuo pačiu skaičiuojamu laiko momentu nustatytas pagal šilumos apskaitos prietaisų rodmenų ataskaitas visų objektų perdavimo apskaitos taškuose, kuriuose sunaudotas šilumos energijos kiekis matuojamas vienu bendru šilumos kiekio apskaitos prietaisu (kW)
- Σq_{NL} - šilumos nuostolių srautas tuo pačiu skaičiuojamu laiko momentu susidarantis visose autonominėse šilumos sistemose atskaitiniu laikotarpiu dėl šilumos energijos kiekių nustatymo pagal apskaitos prietaisų rodmenų ataskaitas ir skaičiavimo būdu (pagal norminių aktų reikalavimus) neatitikimo ir/ar prietaisų matavimo paklaidų (kW)
- Σq_{NS} - šilumos nuostolių srautas tuo pačiu skaičiuojamu laiko momentu per paviršius susidarantis visose šilumos teikimo sistemos vamzdynų atkarpose. (kW)
- Σq_{NGS} - šilumos nuostolių srautas tuo pačiu skaičiuojamu laiko momentu dėl nutekėjimų susidarantis visose šilumos teikimo sistemos vamzdynų atkarpose ir vartotojų vidaus sistemose (jeigu taip priimta atsiskaitymuose). (kW)

Šilumos šaltinio gamybos apskaitos taške patiekiamo į tinklą šilumos srauto ir suvartoto šilumos srauto balanso dedamosios nustatomos analitiniu būdu:

Objektų, kurių perdavimo apskaitos taškuose įrengti šilumos apskaitos prietaisai atskiroms tiekimo ir vartojimo įrenginių sistemoms, šilumos srautai tuo pačiu skaičiuojamu laiko momentu $q_{I\dot{S}P}$, q_{IKvP} , q_{IVP} , q_{ITchP} , q_{IRP} , q_{IP} nustatomi pagal apskaitos prietaisų rodmenų ataskaitas (deklaracijas) ir/arba iš nuotolinio nuskaitymo prietaisų. Šilumos srautai tuo pačiu skaičiuojamu laiko momentu $\Sigma q_{I\dot{S}P}$, Σq_{IKvP} , Σq_{IVP} , Σq_{ITchP} , Σq_{IRP} , Σq_{IP} nustatomi sumuojant tuo pačiu skaičiuojamu laiko momentu visų objektų atitinkamus šilumos srautus $q_{I\dot{S}P}$, q_{IKvP} , q_{IVP} , q_{ITchP} , q_{IRP} , q_{IP}

Objektų, kurių perdavimo apskaitos taškuose įrengti šilumos apskaitos prietaisai atskiroms tiekimo ir vartojimo įrenginių sistemoms, šilumos srautams tuo pačiu skaičiuojamu laiko momentu $\Sigma q_{I\dot{S}P}$, Σq_{IKvP} , Σq_{IVP} , Σq_{ITchP} , Σq_{IRP} , Σq_{IP} visada nustatoma ir juos atitinkantys šilumos srautai $\Sigma q_{I\dot{S}S}$, Σq_{IVS} , Σq_{IKvS} , Σq_{ITchS} , Σq_{IRS} , Σq_{IS} , bei $\Sigma q_{I\dot{S}Sn}$, Σq_{IKvSn} , Σq_{IRSn} skaičiavimo būdu, sumuojant tuo pačiu skaičiuojamu laiko momentu visų objektų atitinkamus šilumos srautus $q_{I\dot{S}S}$, q_{IVS} , q_{IKvS} , q_{ITchS} , q_{IRS} , q_{IS} , bei $q_{I\dot{S}Sn}$, q_{IKvSn} , q_{IRSn} paskaičiuotus pagal įrenginių galią ir galios išnaudojimo koeficientą.

Objektų, kurių perdavimo apskaitos taškuose neįrengti šilumos apskaitos prietaisai atskiroms tiekimo ir vartojimo įrenginių sistemoms arba jie yra sugedę arba pasibaigęs metrologinės patikros galiojimo laikas arba nepristatytos jų rodmenų ataskaitos ir/arba negauti iš Nuotolinio nuskaitymo prietaisų, šilumos srautai tuo pačiu skaičiuojamu laiko momentu $\Sigma q_{I\dot{S}S}$, Σq_{IVS} , Σq_{IKvS} , Σq_{ITchS} , Σq_{IRS} , Σq_{IS} nustatomi skaičiavimo būdu, sumuojant tuo pačiu skaičiuojamu laiko momentu visų objektų atitinkamus šilumos srautus $q_{I\dot{S}S}$, q_{IVS} , q_{IKvS} , q_{ITchS} , q_{IRS} , q_{IS} , bei $q_{I\dot{S}Sn}$, q_{IKvSn} , q_{IRSn} paskaičiuotus pagal įrenginių galią ir galios išnaudojimo koeficientą.

Šilumos šaltinių, kurių gamybos apskaitos taške įrengti šilumos apskaitos prietaisai nustatantys bendrą patiekiamos šilumos srautą q_T , patiektos į tinklą tuo pačiu skaičiuojamu laiko momentu šilumos srautas q_{TP} šilumos šaltinio gamybos apskaitos taške nustatomas pagal apskaitos prietaisų rodmenų ataskaitas (deklaracijas) ir/arba iš nuotolinio nuskaitymo prietaisų

Šilumos šaltinių, kurių gamybos apskaitos taške įrengti šilumos apskaitos prietaisai nustatantys bendrą tiekiamos šilumos srautą tuo pačiu skaičiuojamu laiko momentu q_{TP} , visada nustatomas ir patiektos į tinklą tuo pačiu skaičiuojamu laiko momentu šilumos srautas q_{TS} bei q_{TSn} šilumos šaltinio gamybos apskaitos taške pagal formules:

$$q_{TS} = \Sigma q_{IšS} + \Sigma q_{IVS} + \Sigma q_{IKvS} + \Sigma q_{ITchS} + \Sigma q_{IRS} + \Sigma q_{IšP} + \Sigma q_{IVP} + \Sigma q_{IKvP} + \Sigma q_{ITchP} + \Sigma q_{IRP} + \Sigma q_{IP} + \Sigma q_{INL} + \Sigma q_{NS} + \Sigma q_{NGS} \quad (162.)$$

$$q_{TSn} = \Sigma q_{IšSn} + \Sigma q_{IVSn} + \Sigma q_{IKvSn} + \Sigma q_{ITchSn} + \Sigma q_{IRSn} + \Sigma q_{INLn} + \Sigma q_{NSn} + \Sigma q_{NGSn} \quad (163)$$

Šilumos šaltinių, kurių gamybos apskaitos taške neįrengti šilumos apskaitos prietaisai nustatantys bendrą tiekiamos šilumos srautą tuo pačiu skaičiuojamu laiko momentu q_T , arba jie yra sugedę arba pasibaigęs metrologinės patikros galiojimo laikas arba nepristatytos jų rodmenų ataskaitos ir/arba negauti iš nuotolinio nuskaitymo prietaisų, patiektos į tinklą už tam tikrą laikotarpį šilumos srautas tuo pačiu skaičiuojamu laiko momentu q_{TS} bei q_{TSn} šilumos šaltinio gamybos apskaitos taške nustatomas taip:

- pagal (162.) ir (163.) formules.
- pagal sunaudojamo kuro srautą tuo pačiu skaičiuojamu laiko momentu pagal formules:

$$q_{TS} = g_k q_k \eta_s \quad \text{kW} \quad (164)$$

$$q_{TSn} = g_k q_{kn} \eta_{šn} \quad \text{kW} \quad (165)$$

Šiose formulėse naudojami žymėjimai:

- g_k - šilumos šaltinyje skaičiuojamu laiko momentu nustatytas suvartojamo kuro srautas. kg/s
- q_k, q_{kn} - atitinkamai faktinis ir norminis kuro kaloringumas. kJ/kg
- $\eta_s, \eta_{šn}$ - atitinkamai faktinis ir norminis šilumos šaltinio naudingo veikimo koeficientas gamybos apskaitos taške.

- vidutiniai bet kuriuo skaičiuojamu laiko momentu per skaičiuojamąjį laikotarpį q_{TSvid} ir q_{TSnvid} pagal pagamintos šilumos generatoriuose šilumos kiekį pagal formules:

$$q_{TSvid} = Q_{TšS(P)}/Z - Q_{TšNS(P)}/Z \quad \text{kW} \quad (166)$$

$$q_{TSnvid} = Q_{TšSn}/Z - Q_{TšNSn}/Z \quad \text{kW} \quad (167)$$

Šiose formulėse naudojami žymėjimai:

- $Q_{TšS(P)}$ - šilumos šaltinio šilumos generatoriuose per skaičiuojamąjį laikotarpį pagamintas faktinis šilumos kiekis, nustatytas skaičiavimo būdu (indeksas S) arba pagal šilumos apskaitos ir/ar Nuotolinio nuskaitymo prietaisų rodmenų ataskaitas (indeksas P). kWh
- $Q_{TšNS(P)}$ - šilumos šaltinio šilumos perdavimo ir vartojimo įrenginiuose per skaičiuojamąjį laikotarpį faktiškai suvartotas šilumos kiekis (šilumos nuostoliai plius "savi reikalai"), nustatytas skaičiavimo būdu (indeksas S) arba pagal šilumos apskaitos ir/ar Nuotolinio nuskaitymo prietaisų rodmenų ataskaitas (indeksas P). kWh
- $Q_{TšSn}$ - šilumos šaltinio šilumos generatoriuose per skaičiuojamąjį laikotarpį pagamintas norminis šilumos kiekis (pvz. pagal kuro suvartojimo normas), nustatytas skaičiavimo būdu. kWh
- $Q_{TšNSn}$ - šilumos šaltinio šilumos perdavimo ir vartojimo įrenginiuose per skaičiuojamąjį laikotarpį suvartotas norminis šilumos kiekis (šilumos nuostoliai plius "savi reikalai"), nustatytas skaičiavimo būdu. kWh
- Z - skaičiuojamo laikotarpio laikas. val (h)

Šilumos nuostolių šilumos srautai q_{NL} bei q_{NLn} susidarantys atskirose autonominėse šilumos sistemose ataskaitiniu laikotarpiu dėl šilumos energijos kiekių nustatymo pagal apskaitos prietaisų rodmenų ataskaitas ir skaičiavimo būdu (pagal norminių aktų reikalavimus) neatitikimo ir/ar prietaisų matavimo paklaidų nustatomi skaičiavimo būdu teisės aktuose nustatyta tvarka. Šilumos nuostolių šilumos srautai skaičiuojamuoju momentu Σq_{NL} bei Σq_{NLn} nustatomi sumuojant visų objektų atitinkamus šilumos nuostolius šilumos srautus tuo pačiu skaičiuojamuoju momentu.

Šilumos nuostolių šilumos srautai q_{NS} bei q_{NSn} susidarantys atskirose šilumos perdavimo (tiekimu) sistemos atkarpose per vamzdynų paviršius skaičiuojamuoju momentu nustatomi skaičiavimo būdu teisės aktuose nustatyta tvarka. Šilumos nuostolių šilumos srautai Σq_{NS} bei Σq_{NSn} nustatomi sumuojant visų atkarpų atitinkamus šilumos nuostolių šilumos srautus tuo pačiu skaičiuojamuoju momentu.

Šilumos nuostolių šilumos srautai q_{NGS} bei q_{NGSn} susidarantys atskirose šilumos perdavimo (tiekimu) sistemos atkarpose dėl nutekėjimų skaičiuojamuoju momentu nustatomi skaičiavimo būdu teisės aktuose nustatyta tvarka. Šilumos nuostolių šilumos srautai Σq_{NGS} bei Σq_{NGSn} nustatomi sumuojant visų atkarpų atitinkamus šilumos nuostolių šilumos srautus tuo pačiu skaičiuojamuoju momentu.

Šilumos šaltinio gamybos apskaitos taške šilumos srautas nustatytas pagal apskaitos prietaiso rodmenų ataskaitas q_{TP} ir šilumos srautai nustatyti skaičiavimo būdu q_{TS} bei q_{TSn} bendru atveju nesutampa. Skirtumas Δq_T , išreiškiamas priklausomybėmis:

$$\Delta q_{TP} = q_{TP} - q_{TS} \quad \text{kW} \quad (168)$$

$$\Delta q_{TPn} = q_{TP} - q_{TSn} \quad \text{kW} \quad (169)$$

$$\Delta q_{TSn} = q_{TS} - q_{TSn} \quad \text{kW} \quad (170)$$

Šilumos srautų skirtumai Δq_T bendru atveju nusako šilumos tiekimo sistemos darbo valdymo ir kontrolės prietaisų bei duomenų banke sukauptų charakteristikų teisingumą, tikslumą ir visos kontrolės sistemos efektyvumą. Šio dydžio dinamikos analizė sudaro prielaidas nustatyti šilumos energijos vogimo atvejus, šilumos tiekimo sistemos ir atskirų grandžių sutrikimų atsiradimą ir jų lokalizavimą.

3. Šilumos šaltinio šilumnešio srautų balansas.

Šilumos tiekimo sistemoje šilumnešio srautai (momentiniai kiekiai) nustatomi šilumos šaltinio gamybos apskaitos taške aprašomi jų balanso lygtimi:

$$g_{T2S(P)} + g_{TNS(P)t} = \Sigma g_{I\dot{S}S} + \Sigma g_{IVS} + \Sigma g_{IKvS} + \Sigma g_{ITchS} + \Sigma g_{IRS} + \Sigma g_{I\dot{S}P} + \Sigma g_{IVP} + \Sigma g_{IKvP} + \Sigma g_{ITchP} + \Sigma g_{IRP} + \Sigma g_{IP} + \Sigma g_{INGL} + \Sigma g_{INGP} + \Sigma g_{INGS} + \Sigma g_{TNGS} \quad (171)$$

Šioje formulėje naudojami žymėjimai:

- $g_{T2S(P)}$ - šilumnešio srautas nustatytas šilumos šaltinio grąžinimo linijose gamybos apskaitos taške (m^3/h)
- $g_{TNS(P)t}$ - technologiniai šilumnešio srauto nuostoliai šilumos tiekimo sistemoje skaičiuojamuoju momentu (papildymo srautas). (m^3/h)
- $\Sigma g_{I\dot{S}S}$ - šilumnešio srautas skaičiuojamuoju momentu nustatytas skaičiavimo būdu šildymui visų objektų be apskaitos prietaisų perdavimo apskaitos taškuose (m^3/h)
- Σg_{IVS} - šilumnešio srautas skaičiuojamuoju momentu nustatytas skaičiavimo būdu vėdinimui visų objektų be apskaitos prietaisų perdavimo apskaitos taškuose (m^3/h)

-
- Σg_{IKvS} - šilumnešio srautas skaičiuojamuoju momentu nustatytas skaičiavimo būdu karštam vandentiekiiui visų objektų be apskaitos prietaisų perdavimo apskaitos taškuose (m^3/h)
- Σg_{ITchS} - šilumnešio srautas skaičiuojamuoju momentu nustatytas skaičiavimo būdu technologijai visų objektų be apskaitos prietaisų perdavimo apskaitos taškuose (m^3/h)
- Σg_{IRS} - šilumnešio srautas skaičiuojamuoju momentu nustatytas skaičiavimo būdu vonių šildytuvuose visų objektų be apskaitos prietaisų perdavimo apskaitos taškuose (m^3/h)
- $\Sigma g_{IšP}$ - šilumnešio srautas skaičiuojamuoju momentu nustatytas pagal šilumos apskaitos prietaisų rodmenų ataskaitas visų objektų šildymo sistemų įvadų perdavimo apskaitos taškuose (m^3/h)
- Σg_{IVP} - šilumnešio srautas skaičiuojamuoju momentu nustatytas pagal šilumos apskaitos prietaisų rodmenų ataskaitas visų objektų vėdinimo sistemų perdavimo apskaitos taškuose (m^3/h)
- Σg_{IKvP} - šilumnešio srautas skaičiuojamuoju momentu nustatytas pagal šilumos apskaitos prietaisų rodmenų ataskaitas visų objektų karšto vandentiekio perdavimo apskaitos taškuose (m^3/h)
- Σg_{ITchP} - šilumnešio srautas skaičiuojamuoju momentu nustatytas pagal šilumos apskaitos prietaisų rodmenų ataskaitas visų objektų technologijos perdavimo apskaitos taškuose (m^3/h)
- Σg_{IRP} - šilumnešio srautas skaičiuojamuoju momentu nustatytas pagal šilumos apskaitos prietaisų rodmenų ataskaitas visų objektų vonių šildytuvų perdavimo apskaitos taškuose (m^3/h)
- Σg_{IP} - šilumnešio srautas skaičiuojamuoju momentu nustatytas pagal šilumos apskaitos prietaisų rodmenų ataskaitas visų objektų perdavimo apskaitos taškuose, kuriuose sunaudotas šilumos energijos kiekis matuojamas vienu bendru šilumos kiekio apskaitos prietaisu (m^3/h)
- Σg_{INGL} - šilumnešio srauto nuostoliai skaičiuojamuoju momentu susidarantys autonominėse visų objektų šilumos sistemoje dėl šilumnešio srauto nustatymo pagal apskaitos prietaisų rodmenų ataskaitas ir skaičiavimo būdu paklaidų (m^3/h)
- Σg_{INGP} - šilumnešio srauto nuostoliai skaičiuojamuoju momentu susidarantys autonominėse visų objektų šilumos sistemose dėl sistemų užpildymo ir/ar papildymo nustatytas pagal apskaitos prietaisų rodmenų ataskaitas ir/ar Nuotolinio nuskaitymo prietaisų sistemos duomenis visų objektų perdavimo apskaitos taškuose, kuriuose šilumnešio srautas nustatymas pagal apskaitos prietaisų rodmenis. (m^3/h)
- Σg_{INGS} - šilumnešio srauto nuostoliai skaičiuojamuoju momentu susidarantys autonominėse visų objektų šilumos sistemose ir šilumos perdavimo sistemoje dėl sistemų užpildymo ir/ar papildymo nustatyti skaičiavimo būdu pagal Nuotolinio nuskaitymo prietaisų sistemos turimus visų objektų ir perdavimo sistemos duomenis, kuriuose šilumnešio srautas nenustatomas pagal apskaitos prietaisų rodmenis. (m^3/h)
- Σg_{TNGS} - šilumnešio srauto nuostoliai skaičiuojamuoju momentu susidarantys šilumos perdavimo sistemoje dėl sistemos užpildymo ir/ar papildymo nustatyti skaičiavimo būdu pagal Nuotolinio nuskaitymo prietaisų sistemos turimus perdavimo sistemos duomenis, kuriuose šilumnešio srautas nenustatomas pagal apskaitos prietaisų rodmenis. (m^3/h)
-

Šilumos šaltinio šilumnešio srautų balanso dedamosios nustatomos analitiniu būdu.

Objektų, kurių perdavimo apskaitos taškuose įrengti šilumos apskaitos prietaisai tuo pačiu matuojantys šilumnešio srautus atskiroms tiekimo ir vartojimo įrenginių sistemoms, šilumnešio srautai $g_{IŠP}$, g_{IKvP} , g_{IVP} , g_{ITchP} , g_{IRP} , g_{IP} nustatomi pagal apskaitos prietaisų rodmenų ataskaitas (deklaracijas) ir/ar Nuotolinio nuskaitymo prietaisų sistemos duomenis. Šilumnešio srautai tuo pačiu skaičiuojamu laiko momentu $\Sigma g_{IŠP}$, Σg_{IKvP} , Σg_{IVP} , Σg_{ITchP} , Σg_{IRP} , Σg_{IP} nustatomi sumuojant tuo pačiu skaičiuojamu laiko momentu visų objektų atitinkamus šilumnešio srautus $g_{IŠP}$, g_{IKvP} , g_{IVP} , g_{ITchP} , g_{IRP} , g_{IP}

Objektų, kurių perdavimo apskaitos taškuose įrengti šilumos apskaitos prietaisai atskiroms tiekimo ir vartojimo įrenginių sistemoms, šilumnešio srautams $\Sigma g_{IŠP}$, Σg_{IKvP} , Σg_{IVP} , Σg_{ITchP} , Σg_{IRP} , Σg_{IP} visada nustatoma ir juos atitinkantys šilumnešio srautai $\Sigma g_{IŠS}$, Σg_{IVS} , Σg_{IKvS} , Σg_{ITchS} , Σg_{IRS} , Σg_{IS} , bei $\Sigma g_{IŠSn}$, Σg_{IKvSn} , Σg_{IRSn} skaičiavimo būdu.

Objektų, kurių perdavimo apskaitos taškuose neįrengti šilumos apskaitos prietaisai atskiroms tiekimo ir vartojimo įrenginių sistemoms kartu nustatantys ir šilumnešio srautus arba jie yra sugedę arba pasibaigęs metrologinės patikros galiojimo laikas arba nepristatytos jų rodmenų ataskaitos ir/arba negauti iš nuotolinio nuskaitymo prietaisų, šilumnešio srautai tuo pačiu skaičiuojamu laiko momentu $\Sigma g_{IŠS}$, Σg_{IVS} , Σg_{IKvS} , Σg_{ITchS} , Σg_{IRS} , Σg_{IS} nustatomi skaičiavimo būdu, sumuojant tuo pačiu skaičiuojamu laiko momentu visų objektų atitinkamus šilumnešio srautus $g_{IŠS}$, g_{IVS} , g_{IKvS} , g_{ITchS} , g_{IRS} , g_{IS} , bei $g_{IŠSn}$, g_{IKvSn} , g_{IRSn} paskaičiuotus teisės aktuose nustatyta tvarka.

Šilumos šaltinių, kurių gamybos apskaitos taške įrengti šilumos apskaitos prietaisai nustatantys bendrą patiekiamo šilumnešio srautą g_{T1} , patiektas į tinklą tuo pačiu skaičiuojamu laiko momentu šilumnešio srautas g_{T1P} šilumos šaltinio gamybos apskaitos taške nustatomas pagal apskaitos prietaisų rodmenų ataskaitas (deklaracijas) ir/arba iš nuotolinio nuskaitymo prietaisų

Šilumos šaltinių, kurių gamybos apskaitos taške įrengti šilumos apskaitos prietaisai nustatantys bendrą tiekiamo šilumnešio srautą tuo pačiu skaičiuojamu laiko momentu g_{T1P} , visada nustatomas ir patiekto į tinklą tuo pačiu skaičiuojamu laiko momentu šilumnešio srautas g_{T1S} bei g_{T1Sn} šilumos šaltinio tiekimo linijos gamybos apskaitos taške pagal formules:

$$g_{T1S} = \Sigma g_{IŠS} + \Sigma g_{IVS} + \Sigma g_{IKvS} + \Sigma g_{ITchS} + \Sigma g_{IRS} + \Sigma g_{IŠP} + \Sigma g_{IVP} + \Sigma g_{IKvP} + \Sigma g_{ITchP} + \Sigma g_{IRP} + \Sigma g_{IP} + \Sigma g_{INGL} + \Sigma g_{INGS} + \Sigma g_{INGP} + \Sigma g_{TNGS} \quad (172)$$

$$q_{T1Sn} = \Sigma q_{IŠSn} + \Sigma q_{IVSn} + \Sigma q_{IKvSn} + \Sigma q_{ITchSn} + \Sigma q_{IRSn} + \Sigma q_{INGLn} + \Sigma q_{INGSn} + \Sigma q_{TNGSn} \quad (173)$$

Šilumos šaltinių, kurių gamybos apskaitos taške neįrengti šilumos apskaitos prietaisai nustatantys bendrą tiekiamo šilumnešio srautą tuo pačiu skaičiuojamu laiko momentu g_{T1} , arba jie yra sugedę arba pasibaigęs metrologinės patikros galiojimo laikas arba nepristatytos jų rodmenų ataskaitos ir/arba negauti iš nuotolinio nuskaitymo prietaisų, patiekto į tinklą skaičiuojamu laiko momentu šilumnešio srautas tuo pačiu skaičiuojamu laiko momentu g_{TS} bei g_{TSn} šilumos šaltinio gamybos apskaitos taške nustatomas taip:

- pagal (IV.3.f).22.) ir (IV.3.f).23.) formules.
- pagal suminį tinklo siurblių našumą ir naudingo veikimo koeficientą, esant skaičiuotam šilumos tiekimo sistemos hidrauliniam pasipriešinimui pagal formules:

$$g_{TS} = g_{sn} \eta_{sTf} \quad m^3/h \quad (174)$$

$$g_{TSn} = g_{sn} \eta_{sTn} \quad m^3/h \quad (175)$$

Šiose formulėse naudojami žymėjimai:

g_{sn} - nominalus tinklo siurblių našumas. m^3/h

η_{sTf}, η_{sTn} - atitinkamai tinklo siurblių našumo koeficientas esant faktiniam ir norminiam šilumos tiekimo sistemos hidrauliniams pasipriešinimui gamybos apskaitos taške.

- vidutiniai bet kuriuo skaičiuojamu laiko momentu per skaičiuojamąjį laikotarpį g_{TSvid} ir g_{TNSvid} pagal patiekto šilumnešio kiekį pagal formules:

$$g_{TSvid} = G_{TS(P)/Z} - G_{TNS(P)/Z} \quad m^3/h \quad (176)$$

$$g_{TNSvid} = G_{TNSn/Z} - G_{TNSn/Z} \quad m^3/h \quad (177)$$

Šiose formulėse naudojami žymėjimai:

- $G_{TS(P)}$ - šilumos šaltinio per skaičiuojamąjį laikotarpį patiekta faktinis šilumnešio kiekis, nustatytas skaičiavimo būdu (indeksas S) arba pagal šilumos apskaitos ir/ar Nuotolinio nuskaitymo prietaisų prietaisų rodmenų ataskaitas (indeksas P). m^3
- $G_{TNS(P)}$ - šilumos perdavimo ir vartojimo įrenginiuose per skaičiuojamąjį laikotarpį faktiškai suvartotas šilumnešio kiekis (šilumnešio nuostoliai plus "savi reikalai"), nustatytas skaičiavimo būdu (indeksas S) arba pagal šilumos apskaitos ir/ar Nuotolinio nuskaitymo prietaisų prietaisų rodmenų ataskaitas (indeksas P). m^3
- G_{TNSn} - šilumos šaltinio per skaičiuojamąjį laikotarpį patiekta norminis šilumnešio kiekis (pvz. pagal suvartojimo normas), nustatytas skaičiavimo būdu. m^3
- G_{TNSn} - šilumos perdavimo ir vartojimo įrenginiuose per skaičiuojamąjį laikotarpį suvartotas norminis šilumnešio kiekis (šilumnešio nuostoliai plus "savi reikalai"), nustatytas skaičiavimo būdu. m^3
- Z - skaičiuojamo laikotarpio laikas. val (h)

Šilumnešio nuostolių srautai g_{INGL} bei g_{INGLn} susidarantys atskirose autonominėse šilumos sistemose atskaitiniu laikotarpiu dėl šilumnešio srautų nustatymo pagal apskaitos prietaisų rodmenų ataskaitas ir skaičiavimo būdu (pagal norminių aktų reikalavimus) neatitikimo ir/ar prietaisų matavimo paklaidų nustatomi teisės aktuose nustatyta tvarka. Šilumnešio nuostolių srautai skaičiuojamuoju momentu Σg_{INGL} bei Σg_{INGLn} nustatomi sumuojant visų objektų atitinkamus šilumnešio nuostolių srautus tuo pačiu skaičiuojamuoju momentu.

Šilumnešio nuostolių srautai g_{TNGS} bei g_{TNGSn} susidarantys atskirose šilumos perdavimo (tiekimo) sistemos atkarpose dėl nutekėjimų skaičiuojamuoju momentu nustatomi teisės aktuose nustatyta tvarka. Šilumnešio nuostolių srautai Σg_{TNGS} bei Σg_{TNGSn} nustatomi sumuojant visų atkarpų atitinkamus šilumnešio nuostolių srautus tuo pačiu skaičiuojamuoju momentu.

Šilumnešio nuostolių srautai g_{INGS} bei g_{INGSn} susidarantys atskirose objektų šilumos sistemose dėl nutekėjimų skaičiuojamuoju momentu nustatomi teisės aktuose nustatyta tvarka. Šilumnešio nuostolių srautai Σg_{INGS} bei Σg_{INGSn} nustatomi sumuojant visų objektų atitinkamus šilumnešio nuostolių srautus tuo pačiu skaičiuojamuoju momentu.

Šilumnešio nuostolių srautai g_{INGP} susidarantys atskirose objektų šilumos sistemose dėl nutekėjimų skaičiuojamuoju momentu nustatomi pagal apskaitos prietaisų rodmenų ataskaitas arba iš nuotolinio nuskaitymo prietaisų. Šilumnešio nuostolių srautai Σg_{INGP} nustatomi sumuojant visų objektų atitinkamus šilumnešio nuostolių srautus tuo pačiu skaičiuojamuoju momentu.

Šilumos šaltinio gamybos apskaitos taške šilumnešio srautas nustatytas pagal apskaitos prietaiso rodmenų ataskaitas g_{TIP} ir šilumnešio srautai nustatyti skaičiavimo būdu g_{TIS} bei g_{TISn} bendru atveju nesutampa. Skirtumas Δg_T , išreiškiamas priklausomybėmis:

$$\Delta g_{TIP} = g_{TIP} - g_{TIS} \quad m^3/h \quad (178)$$

$$\Delta g_{T1Pn} = g_{T1P} - g_{T1Sn} \quad m^3/h \quad (179)$$

$$\Delta g_{T1Sn} = g_{T1S} - g_{T1Sn} \quad m^3/h \quad (180)$$

Šilumnešio srautų skirtumai Δg_T bendru atveju nusako šilumos tiekimo sistemos darbo valdymo ir kontrolės prietaisų bei duomenų banke sukauptų charakteristikų teisingumą, tikslumą ir visos kontrolės sistemos efektyvumą. Šio dydžio dinamikos analizė sudaro prielaidas nustatyti šilumos energijos ir šilumnešio vogimo atvejus, šilumos tiekimo sistemos ir atskirų grandžių sutrikimų atsiradimą ir jų lokalizavimą.

4. Šilumos šaltinio gamybos apskaitos taške tiekiamos šilumos ir šilumnešio parametrų kontrolės bei reguliavimo būdai ir algoritmai.

Šilumos šaltinio gamybos apskaitos taške tiekiamo šilumnešio ir šilumos energijos srautas bei kiekis reguliuojamas priklausomai nuo visų šilumos vartotojų ir šilumos vartojimo sistemų poreikių. Bendru atveju šilumos tiekimo režimas turi atitikti šiame ataskaitos skyriuje aptartas balansų lygtis ir jų dedamųjų nustatymo algoritmus.

Jeigu šilumos tiekimo sistema aprūpinta nuotolinio nuskaitymo prietaisų sistema, jai gali būti keliamas uždavinys šilumos šaltinio gamybos apskaitos taške tiekiamos šilumos ir šilumnešio parametrų reguliavimo srityje - realiame laike modeliuoti visos šilumos tiekimo sistemos darbo režimą, vykdyti skaičiuojamojo ir faktinio režimo monitoringą ir formuoti tiekiamo šilumnešio parametrų reguliavimo ir valdymo komandas tokiu būdu, kad bet kuriuo momentu ar bent užsiduotu minimaliu laikotarpiu (pvz. vidutiniškai per valandą, parą ir pan.) skyriuose aptartos balansų lygtys būtų teisingos (lygčių kairė ir dešinės pusės lygios) arba, kad būtų įvykdytos tokios užduotos sąlygos:

$$\Delta Q_T = \min. \quad kWh \quad (181)$$

$$\Delta q_T = \min. \quad kW \quad (182)$$

$$\Delta g_{T1} = \min. \quad m^3/h \quad (183)$$

Šiose formulėse naudojami žymėjimai:

- ΔQ_T - šios dalies 3.2.7.p. aptarti parametrai
- Δq_T - šios dalies 3.4.7.p. aptarti parametrai
- Δg_{T1} - šios dalies 3.4.8.p. aptarti parametrai
- min. - užsakovo užsiduodamas (pageidaujamas) dydis

5. Šilumnešis iš šilumos šaltinio gali būti tiekiamas:

- 1) atskirai (skirtingais vamzdynais ir parametrais) kiekvienai šilumos vartojimo sistemų grupei: šildymas, vėdinimas, karštas vandentiekis, technologija – vienaarūšės apkrovos atvejis;
- 2) bendrai (tais pačiais vamzdynais ir parametrais) kiekvienai šilumos vartojimo sistemų grupei: šildymas, vėdinimas, karštas vandentiekis, technologija – nevienarūšės apkrovos atvejis;

6. Tiekiamo iš šilumos šaltinio šilumnešio ir šilumos srautas bei kiekis bendru atveju gali būti reguliuojamas tokiais būdais:

- 1) tolygiai keičiant šilumnešio temperatūrą ir palaikant pastovų šilumnešio srautą – kokybinio reguliavimo būdas;

-
- 2) tolygiai keičiant šilumnešio srautą ir palaikant pastovią šilumnešio temperatūrą – kiekybinio reguliavimo būdas;
 - 3) tolygiai keičiant šilumnešio temperatūrą ir srautą – kokybinio-kiekybinio reguliavimo būdas;
 - 4) netolygiai (laiptuotai) keičiant šilumnešio srautą ir atskiruose diapazonuose (šilumnešio srauto lygio) tolygiai keičiant šilumnešio temperatūrą – netolygaus kokybinio reguliavimo būdas;
 - 5) netolygiai (laiptuotai) keičiant šilumnešio temperatūrą ir atskiruose diapazonuose (šilumnešio temperatūros lygio) tolygiai keičiant šilumnešio srautą – netolygaus kiekybinio reguliavimo būdas;
 - 6) netolygiai keičiant šilumnešio temperatūrą ir srautą – netolygaus kokybinio-kiekybinio reguliavimo būdas;

IŠVADOS

Ataskaitoje šilumos perdavimo tinklų ir pastatų vidaus šildymo, karšto vandens tiekimo sistemų optimalių, saugių, efektyvių darbo režimų užtikrinimo kompleksinė ekstremalių situacijų problema gali būti išskaidyta taip:

1. šilumos tiekimo vamzdynų ir šilumos tiekimo patikimumas priklausomai nuo jų darbo režimo;
2. pastatų inžinerinių sistemų darbo efektyvumas ir patikimumas priklausomai nuo jų darbo režimo;
3. teisės aktų, reglamentuojančių optimalių, saugių ir efektyvių darbo režimų sudarymo metodų taikymą, valstybės ir savivaldos institucijų, tiekėjų ir pastatų savininkų pareigas ir atsakomybę, harmonizavimas ir tobulinimas.

Konstatuota, kad nėra pakankamai norminės, metodinės medžiagos, kuri padėtų kvalifikuotai įmonėms parengti šilumos perdavimo tinklų ir pastatų vidaus šildymo, karšto vandens tiekimo sistemų darbo režimų ir teisės aktuose nustatytų dokumentų (derinamus su Savivaldybe temperatūrinius grafikus) projektus pagal šilumos tiekimo ir vartojimo taisyklių ir kitų teisės aktų reikalavimus atlikimo instrukcijas. Įmonės naudojami senomis šilumos tinklų eksploatavimo instrukcijomis, kurios neatitinka šiuolaikinių technologijų ir teisės aktų reikalavimų.

Atsižvelgiant į šilumos perdavimo tinklų ir pastatų vidaus šildymo, karšto vandens tiekimo sistemų optimalių, saugių, efektyvių darbo režimų užtikrinimo problemų analizės išvadas, parengta ir ataskaitoje pateikiama:

- šilumos perdavimo tinklų ir pastatų vidaus šildymo, karšto vandens tiekimo sistemų reguliavimo režimų sudarymo metodų analizė
- tiekiamo šilumnešio iš šilumos šaltinių bei į pastatų vidaus sistemas parametru grafiku skaičiavimo rekomendacijos
- praktinė šilumnešio temperatūrinių ir srautų grafiku skaičiavimo ir rezultatų atvaizdavimo grafinėje formoje Excel versija
- šilumos perdavimo tinklų ir pastatų vidaus šildymo, karšto vandens sistemų darbo režimų skaičiavimo rekomendacijos

Ataskaitos priede pateikiama šilumnešio temperatūrų ir srautų grafiku skaičiavimo ir rezultatų atvaizdavimo grafinėje formoje, taikant praktinę Excel versiją, skaičiavimo pavyzdžiai.

LITERATŪRA

1. Statybos techninis reglamentas STR 1.12.05:2002 „Gyvenamųjų namų naudojimo ir priežiūros privalomieji reikalavimai ir jų įgyvendinimo tvarka“, patvirtintas Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2002 m. liepos 1 d. įsakymu Nr. 351 (Žin., 2002, Nr. 81-3504);
 2. Statybos techninis reglamentas STR 1.07.01:2002 „Statybos leidimas“, patvirtintas Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2002 m. balandžio 30 d. įsakymu Nr. 218 (Žin., 2002, Nr. 55-2203);
 3. Statybos techninis reglamentas STR 1.11.01:2002 „Statinių pripažinimo tinkamais naudoti tvarka“, patvirtintas Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2002 m. gegužės 14 d. įsakymu Nr. 242 (Žin., 2002, Nr. 60-2475; 2003, Nr. 122-5551);
 4. Šilumos tiekimo tinklų ir šilumos punktų įrengimo taisyklės, patvirtintos Lietuvos Respublikos ūkio ministro 2005 m. vasario 24 d. įsakymu Nr. 4-80 (Žin., 2005, Nr. 30-945);
 5. Statybos techninis reglamentas STR 2.09.03:1999 „Šilumos tiekimo tinklų šiluminė izoliacija“, patvirtintas Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 1999 m. lapkričio 12 d. įsakymu Nr. 365 (Žin., 1999, Nr. 98-2833);
 6. Statybos techninis reglamentas STR 2.09.02:1998 „Šildymas, vėdinimas ir oro kondicionavimas“, patvirtintas Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 1999 m. sausio 18 d. įsakymu Nr. 19 (Žin., 1999, Nr. 13-333);
 7. Respublikinės statybos normos RSN 26-90 „Vandens vartojimo normos“;
 8. Respublikinės statybos normos RSN 156-94 „Statybinė klimatologija“, patvirtintos Lietuvos Respublikos statybos ir urbanistikos ministro 1994 m. kovo 18 d. įsakymu Nr. 76 (Žin., 1994, Nr. 24-394);
 9. Statybos techninis reglamentas STR 2.05.01:1999 „Pastatų atitvarų šiluminė technika“, patvirtintas Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 1999 m. balandžio 29 d. įsakymu Nr. 117 (Žin., 1999, Nr. 41-1297);
 10. Statybos techninis reglamentas STR 2.09.04:2002 „Pastato šildymo sistemos galia. Energijos sąnaudos šildymui“, patvirtintas Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2002 m. spalio 22 d. įsakymu Nr. 552 (Žin., 2002, Nr. 118-5326);
 11. Lietuvos higienos normos HN 24: 2003 „Geriamojo vandens saugos ir kokybės reikalavimai“, patvirtintos Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministro 2003 m. liepos 23 d. įsakymu Nr. V-455 (Žin., 2003, Nr. 79-3606);
 12. Lietuvos higienos normos HN 42:2004 „Gyvenamųjų ir viešojo naudojimo pastatų mikroklimatas“, patvirtintos Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministro 2004 m. birželio 29 d. įsakymu Nr. V-479 (Žin., 2004, Nr. 105-3911);
 13. Statybos techninis reglamentas STR 1.05.06:2002 „Statinio projektavimas“, patvirtintas Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2002 m. balandžio 23 d. įsakymu Nr. 199 (Žin., 2002, Nr. 54-2144, Nr. 89-3814);
 14. Statybos techninis reglamentas STR2.02.01:2004 „Gyvenamieji pastatai“, patvirtintas Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2003 m. gruodžio 24 d. įsakymu Nr. 705 (Žin., 2004, Nr. 23-721);
 15. Slėginių indų naudojimo taisyklės, patvirtintos Lietuvos Respublikos ūkio ministro 2002 m. lapkričio 15 d. įsakymu Nr. 403 (Žin., 2002, Nr. 115-5165);
 16. Slėginių vamzdinių naudojimo taisyklės, patvirtintos Lietuvos Respublikos ūkio ministro 2003 m. spalio 3 d. įsakymu Nr. 4-366 (Žin., 2003, Nr. 97-4363);
 17. Bendrosios priešgaisrinės taisyklės, patvirtintos Lietuvos Respublikos vidaus reikalų ministro 1997 m. vasario 14 d. įsakymu Nr. 59 (BPST 01-97) (Žin., 1997, Nr. 16-358; 1997, Nr. 102-2577; 1998, Nr. 26-701; 1999, Nr. 67-2170; 2000, Nr. 70-2088; 2001, Nr. 105-3782; 2002, Nr. 80-3489);
 18. Energetikos objektų priešgaisrinės taisyklės, patvirtintos Lietuvos Respublikos vidaus reikalų ministro 1999 m. vasario 26 d. įsakymu Nr. 80 (Žin., 1999, Nr. 22-631);
 19. Elektros įrenginių įrengimo taisyklių, patvirtintų Lietuvos Respublikos ūkio ministro 1999 m. vasario 13 d. įsakymu Nr. 63/47, 1, 2, 3, 4 skyriai (Žin., 1999, Nr. 18-483; 2001, Nr. 3-59, Nr. 67-2454);
 20. Elektros įrenginių įrengimo taisyklės, patvirtintos Lietuvos Respublikos energetikos ministro 1996 m. gegužės 6 d. įsakymu Nr. 114, išskyrus I, II, III, IV skyrius (Žin., 1996, Nr. 44-1086; 2000, Nr. 1-19; „Informaciniai pranešimai“, 2001, Nr. 16-110);
 21. Elektrinių ir elektros tinklų eksploatavimo taisyklės, patvirtintos Lietuvos Respublikos ūkio ministro 2001 m. gruodžio 21 d. įsakymu Nr. 389 (Žin., 2002, Nr. 6-252);
 22. Pastato šildymo ir karšto vandens sistemų priežiūros tvarka, patvirtinta Lietuvos Respublikos ūkio ministro 2003 m. birželio 30 d. įsakymu Nr. 4-259 (Žin., 2003, Nr. 70-3194);
-

23. Daugiabučio namo šildymo ir karšto vandens sistemos privalomieji reikalavimai, patvirtinti Lietuvos Respublikos aplinkos ministro ir Lietuvos Respublikos ūkio ministro 2003 m. birželio 30 d. įsakymu Nr. 326/4-253 (Žin., 2003, Nr. 65-2975);
24. Namų šildymo ir (ar) karšto vandens sistemos rekonstravimo pagal privalomuosius reikalavimus ir šių darbų rėmimo tvarka, patvirtinta Lietuvos Respublikos Vyriausybės 2003 m. liepos 25 d. nutarimu Nr. 982 (Žin., 2003, Nr. 75-3481);
25. Saugos taisyklės eksploatuojant šilumos vartojimo įrenginius, patvirtintos Lietuvos Respublikos ūkio ministro 1999 m. rugsėjo 21 d. įsakymu Nr. 316 (Žin., 1999, Nr. 80-2372);
26. Energetikos objektų, vamzdynų ir elektros perdavimo linijų apsaugos taisyklės, patvirtintos Lietuvos Respublikos ūkio ministro 1998 m. balandžio 24 d. įsakymu Nr. 151 (Žin., 1998, Nr. 41-1119);
27. Pereinamųjų kolektorių ir techninių koridorių eksploatavimo taisyklės, patvirtintos Komunalinio ūkio ir paslaugų departamento prie Lietuvos Respublikos statybos ir urbanistikos ministerijos 1996 m. birželio 26 d. įsakymu Nr. 35 (Žin., 1996, Nr. 63-1493);
28. Šilumos energijos ir šilumnešio kiekio apskaitos taisyklės, patvirtintos Lietuvos Respublikos ūkio ministro 1999 m. gruodžio 21 d. įsakymu Nr. 424 (Žin., 1999, Nr. 112-3270);
29. Šilumos perdavimo vamzdynų nuostolių nustatymo metodika, patvirtinta Lietuvos Respublikos ūkio ministro 2001 m. rugpjūčio 23 d. įsakymu Nr. 262 (Žin., 2001, Nr. 74-2613);
30. Skirstomųjų ir pastatų dujų sistemų eksploatavimo taisyklės, patvirtintos Lietuvos Respublikos ūkio ministro 2004 m. vasario 19 d. įsakymu Nr. 4-43 (Žin., 2004, Nr. 33-1067);
31. Dujų sistema. Pavojingi darbai su dujomis. Funkciniai ir saugos reikalavimai, patvirtinti Lietuvos Respublikos ūkio ministro 1999 m. birželio 7 d. įsakymu Nr. 207 (Žin., 1999, Nr. 60-1965);
32. Statybos techninis reglamentas STR 2.01.04:2004 „Gaisrinė sauga. Pagrindiniai reikalavimai“, patvirtintas Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2003 m. gruodžio 24 d. įsakymu Nr. 704 (Žin., 2004, Nr. 23-720);
33. Pastatų šildymo ir karšto vandens sistemų priežiūros sutarčių standartinės sąlygos, patvirtintos Lietuvos Respublikos ūkio ministro 2003 m. birželio 30 d. įsakymu Nr. 4-260 (Žin., 2003, Nr. 70-3195);
34. Šilumos tiekimo ir vartojimo taisyklės, patvirtintos Lietuvos Respublikos ūkio ministro 2003 m. birželio 30 d. įsakymu Nr. 4-258 (Žin., 2003, Nr. 70-3193);
35. Įmonių, turinčių teisę eksploatuoti energetikos įrenginius, atestavimo tvarka ir sąlygos, patvirtintos Lietuvos Respublikos ūkio ministro 2003 m. gruodžio 22 d. įsakymu Nr. 4-482 (Žin., 2004, Nr. 9-246);
36. Energetikos įrenginių avarijų ir sutrikimų tyrimo ir apskaitos nuostatai, patvirtinti Lietuvos Respublikos ūkio ministro 2006 m. balandžio 11 d. įsakymu Nr. 4-116 (Žin., 2006, Nr. 42-1535);
37. Darbuotojų, eksploatuojančių šilumos ir elektros įrenginius, priešavarinių treniruočių taisyklės, patvirtintos Lietuvos Respublikos ūkio ministro 1999 m. gegužės 14 d. įsakymu Nr. 183 (Žin., 1999, Nr. 44-1421);
38. Darbuotojų, atliekančių darbus veikiančiuose elektros ir šilumos vartojimo įrenginiuose, lavinimo ir atestavimo nuostatai, patvirtinti Lietuvos Respublikos energetikos ministro 1996 m. balandžio 23 d. įsakymu Nr. 102 (Žin., 1996, Nr. 39-972).
39. Atestatų eksploatuoti energetikos (elektros, šilumos, gamtinių dujų, suskystintų naftos dujų, naftos ir naftos produktų) įrenginius išdavimo tvarka. Valstybinės energetikos inspekcijos prie Ūkio ministerijos viršininko 2004 m. sausio 20 d. įsakymas Nr. 5 (Energetikos priežiūra Nr. 49, Vilnius, 2004).
40. LST EN ISO 16484-2. Pastatų automatizavimo ir valdymo sistemos. 2 dalis. Techninė įranga (ISO 16484-2:2004)
41. LST EN 12098-2. Šildymo sistemų valdytuvai. 2 dalis. Karšto vandens šildymo sistemų optimalaus įjungimo ir išjungimo valdymo įranga
42. LST EN 14336. Pastatų šildymo sistemos. Vandeninių šildymo sistemų įrengimas ir priėmimas eksploatuoti
43. LST EN 12828. Pastatų šildymo sistemos. Vandeninių šildymo sistemų projektavimas
44. LST EN 253:2004/A1:2006. Centralizuoto šildymo sistemos vamzdžiai. Požeminių karšto vandens tinklų iš anksto izoliuotų ir sujungtų vamzdžių sistemos. Atšakinių plieninių vamzdžių sąrankos, poliuretalinė šilumos izoliacija ir išorinis polietileninis apvalkalas
45. LST EN 448:2004. Centralizuoto šilumos tiekimo vamzdžiai. Bekanalių karšto vandens tinklų iš anksto neardomai izoliuotų vamzdžių sistemos. Plieninių vamzdžių fasoninės dalys, poliuretalinė šilumos izoliacija ir išorinis polietileninis apvalkalas

46. LST EN 488:2004. Centralizuoto šilumos tiekimo vamzdžiai. Bekanalių karšto vandens tinklų iš anksto neardomai izoliuotų vamzdžių sistemos. Plieninių vamzdžių plieniniai uždarymo ir reguliavimo įtaisai, poliuretaninė šilumos izoliacija ir išorinis polietileninis apvalkalas

47. LST EN 489:2004. Centralizuoto šilumos tiekimo vamzdžiai. Bekanalių karšto vandens tinklų iš anksto neardomai izoliuotų vamzdžių sistemos. Plieninių vamzdžių jungtys, poliuretaninė šilumos izoliacija ir išorinis polietileninis apvalkalas

48. LST EN 13480-1:2003/A1:2005. Metaliniai pramoniniai vamzdynai. 1 dalis. Bendrieji dalykai

49. LST EN 13480-2:2005. Metaliniai pramoniniai vamzdynai. 2 dalis. Medžiagos

50. LST EN 13480-3:2003/A1:2005. Metaliniai pramoniniai vamzdynai. 3 dalis. Projektavimas ir skaičiavimas

51. LST EN 13480-4:2005. Metaliniai pramoniniai vamzdynai. 4 dalis. Gamyba ir montavimas

52. LST EN 13480-5:2003. Metaliniai pramoniniai vamzdynai. 5 dalis. Tikrinimas ir bandymai

53. LST EN 13480-6:2004/A1:2006. Metaliniai pramoniniai vamzdynai. 6 dalis. Požeminių vamzdynų papildomieji reikalavimai

54. CEOC. Rekomendacijos. R 55/CEOC/CP 84 dEf. Periodinis vamzdynų sistemų dujoms ir skysčiams inspektavimas

PRIEDAI

1 PRIEDAS

**Šilumnešio temperatūrinių ir srautų grafikų skaičiavimo ir rezultatų
atvaizdavimo grafinėje formoje Excel versija**
(skaičiavimo pavyzdžiai)

1. Išėties duomenų pateikimo skaičiavimui lentelė

Duomenys		Paaiškinimai
$t_{1Tšk}$	150	Skaičiuojamoji pagal šildymo apkrovą (grafikinė) tiekiamo šilumnešio temperatūra gamybos apskaitos taške, esant skaičiuojamajai lauko oro temperatūrai šildymo sistemų projektavimui. (oC)
$t_{3išk}$	95	Skaičiuojamoji pagal šildymo apkrovą (grafikinė) tiekiamo šilumnešio temperatūra objekto perdavimo apskaitos taške (pagal srauto tėkmės kryptį po šilumnešio transformavimo mazgą), esant skaičiuojamajai lauko oro temperatūrai šildymo sistemų projektavimui. (oC)
$t_{2išk}$	70	Skaičiuojamoji pagal šildymo apkrovą (grafikinė) grąžinamo šilumnešio temperatūra objekto perdavimo apskaitos taške (pagal srauto tėkmės kryptį prieš šilumnešio transformavimo mazgą), esant skaičiuojamajai lauko oro temperatūrai šildymo sistemų projektavimui. (oC)
$t_{vid.sk.š}$	18	Skaičiuojamoji šildomų patalpų vidaus oro temperatūra. (oC)
$t_{iš.sk.š}$	-20	Skaičiuojamoji lauko oro temperatūra šildymo sistemų projektavimui. (oC)
$t_{iš.f.}$	18	Faktinė temperatūra (oC)
Laipsnio rodiklis	0,75	Laipsnio rodiklis naudojamas skaičiavimams, jei nenurodoma kitaip, tai lygus 0,75
$t_{2Išk}$	0	Nesant objektyvių duomenų apie šilumokaičio charakteristikas, išskyrus, kad šilumokaitis suprojektuotas ir įrengtas pagal norminių aktų reikalavimus, įrašyti 0.
$\Delta t_{šksk}$	10	Skaičiuojamas nepriklausomo šildymo sistemos šilumokaičio temperatūrų skirtumas, pagal norminių aktų rekomendacijas arba šilumokaičio pasinius duomenis, esant skaičiuojamajai lauko oro temperatūrai šildymo sistemų projektavimui. (oC). Neturint šilumokaičio pasinių duomenų rekomenduojama priimti: $\Delta t_{šksk} = 10$ oC
t	70	

2. Visų galimų skaičiavimo rezultatų suvestinės lentelės

kokybinis

kiekybiniai priklausomos sistemos

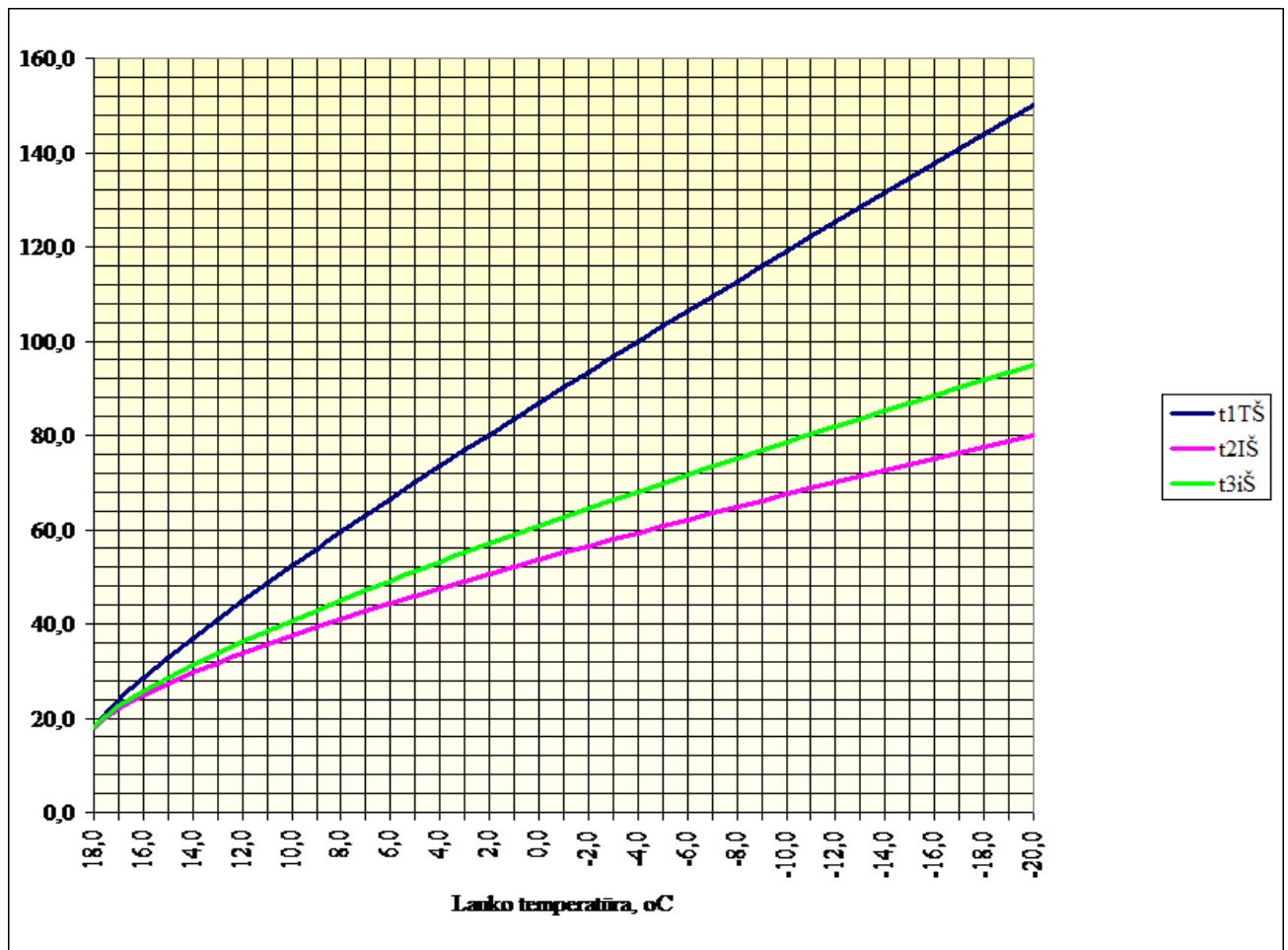
Rezultatai								
$t_{i,f}$	$t_{1TŠ}$	$t_{2iŠ}$	$t_{2jŠ}$	$t_{3iŠ}$	$t_{i,f}$	$t_{1TŠ}$	$\hat{g}_{iŠ}(t_{i,f})$	$t_{2iŠ}(t_{i,f})$
18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	150	0	18,0
17,0	24,0	21,9	22,1	22,5	17,0	150	0,013901	18,0
16,0	28,6	24,4	25,0	25,7	16,0	150	0,028441	18,0
15,0	32,9	26,6	27,4	28,6	15,0	150	0,043539	18,0
14,0	37,0	28,6	29,7	31,2	14,0	150	0,059171	18,0
13,0	41,0	30,4	31,8	33,7	13,0	150	0,075326	18,0
12,0	44,8	32,2	33,8	36,1	12,0	150	0,092002	18,0
11,0	48,6	33,8	35,7	38,4	11,0	150	0,109202	18,0
10,0	52,3	35,4	37,5	40,7	10,0	150	0,126932	18,0
9,0	55,9	36,9	39,3	42,9	9,0	150	0,1452	19,5
8,0	59,5	38,4	41,0	45,0	8,0	150	0,164016	21,6
7,0	63,0	39,8	42,7	47,1	7,0	150	0,183391	23,7
6,0	66,5	41,2	44,4	49,1	6,0	150	0,203339	25,8
5,0	69,9	42,6	46,0	51,1	5,0	150	0,223874	27,8
4,0	73,4	43,9	47,6	53,1	4,0	150	0,245012	29,7
3,0	76,8	45,2	49,1	55,1	3,0	150	0,26677	31,6
2,0	80,1	46,5	50,7	57,0	2,0	150	0,289167	33,5
1,0	83,5	47,7	52,2	58,9	1,0	150	0,312222	35,4
0,0	86,8	48,9	53,6	60,7	0,0	150	0,335956	37,2
-1,0	90,1	50,1	55,1	62,6	-1,0	150	0,360392	39,0
-2,0	93,4	51,3	56,5	64,4	-2,0	150	0,385552	40,8
-3,0	96,6	52,4	58,0	66,2	-3,0	150	0,411463	42,6
-4,0	99,9	53,6	59,4	68,0	-4,0	150	0,438151	44,3
-5,0	103,1	54,7	60,7	69,8	-5,0	150	0,465644	46,0
-6,0	106,3	55,8	62,1	71,6	-6,0	150	0,493971	47,7
-7,0	109,5	56,9	63,5	73,3	-7,0	150	0,523166	49,4
-8,0	112,7	58,0	64,8	75,1	-8,0	150	0,55326	51,1
-9,0	115,9	59,0	66,1	76,8	-9,0	150	0,58429	52,7
-10,0	119,0	60,1	67,5	78,5	-10,0	150	0,616294	54,4
-11,0	122,2	61,1	68,8	80,2	-11,0	150	0,64931	56,0
-12,0	125,3	62,2	70,0	81,9	-12,0	150	0,683383	57,6
-13,0	128,4	63,2	71,3	83,6	-13,0	150	0,718556	59,2
-14,0	131,5	64,2	72,6	85,2	-14,0	150	0,754877	60,8
-15,0	134,6	65,2	73,9	86,9	-15,0	150	0,792398	62,3
-16,0	137,7	66,2	75,1	88,5	-16,0	150	0,831171	63,9
-17,0	140,8	67,1	76,3	90,2	-17,0	150	0,871255	65,4
-18,0	143,9	68,1	77,6	91,8	-18,0	150	0,91271	67,0
-19,0	146,9	69,1	78,8	93,4	-19,0	150	0,955602	68,5
-20,0	150,0	70,0	80,0	95,0	-20,0	150	1	70,0

t _{iš.f.}	t _{1TŠ}	t _{2iŠ}	t _{2iŠ}	t _{3iŠ}
18,0	70,0	42,6	46,0	51,1
17,0	70,0	42,6	46,0	51,1
16,0	70,0	42,6	46,0	51,1
15,0	70,0	42,6	46,0	51,1
14,0	70,0	42,6	46,0	51,1
13,0	70,0	42,6	46,0	51,1
12,0	70,0	42,6	46,0	51,1
11,0	70,0	42,6	46,0	51,1
10,0	70,0	42,6	46,0	51,1
9,0	70,0	42,6	46,0	51,1
8,0	70,0	42,6	46,0	51,1
7,0	70,0	42,6	46,0	51,1
6,0	70,0	42,6	46,0	51,1
5,0	70,0	42,6	46,0	51,1
4,0	73,4	43,9	47,6	53,1
3,0	76,8	45,2	49,1	55,1
2,0	80,1	46,5	50,7	57,0
1,0	83,5	47,7	52,2	58,9
0,0	86,8	48,9	53,6	60,7
-1,0	90,1	50,1	55,1	62,6
-2,0	93,4	51,3	56,5	64,4
-3,0	96,6	52,4	58,0	66,2
-4,0	99,9	53,6	59,4	68,0
-5,0	103,1	54,7	60,7	69,8
-6,0	106,3	55,8	62,1	71,6
-7,0	109,5	56,9	63,5	73,3
-8,0	112,7	58,0	64,8	75,1
-9,0	115,9	59,0	66,1	76,8
-10,0	119,0	60,1	67,5	78,5
-11,0	122,2	61,1	68,8	80,2
-12,0	125,3	62,2	70,0	81,9
-13,0	128,4	63,2	71,3	83,6
-14,0	131,5	64,2	72,6	85,2
-15,0	134,6	65,2	73,9	86,9
-16,0	137,7	66,2	75,1	88,5
-17,0	140,8	67,1	76,3	90,2
-18,0	143,9	68,1	77,6	91,8
-19,0	146,9	69,1	78,8	93,4
-20,0	150,0	70,0	80,0	95,0

3. Vienarūšės šildymo apkrovos kokybinio reguliavimo tiesioginio jungimo šildymo sistemoms temperatūrinio grafiko skaičiavimo rezultatų lentelė

Rezultatai			
tiš.f.	t1TŠ	t2IŠ	t3iŠ
18,0	18,0	18,0	18,0
17,0	24,0	22,1	22,5
16,0	28,6	25,0	25,7
15,0	32,9	27,4	28,6
14,0	37,0	29,7	31,2
13,0	41,0	31,8	33,7
12,0	44,8	33,8	36,1
11,0	48,6	35,7	38,4
10,0	52,3	37,5	40,7
9,0	55,9	39,3	42,9
8,0	59,5	41,0	45,0
7,0	63,0	42,7	47,1
6,0	66,5	44,4	49,1
5,0	69,9	46,0	51,1
4,0	73,4	47,6	53,1
3,0	76,8	49,1	55,1
2,0	80,1	50,7	57,0
1,0	83,5	52,2	58,9
0,0	86,8	53,6	60,7
-1,0	90,1	55,1	62,6
-2,0	93,4	56,5	64,4
-3,0	96,6	58,0	66,2
-4,0	99,9	59,4	68,0
-5,0	103,1	60,7	69,8
-6,0	106,3	62,1	71,6
-7,0	109,5	63,5	73,3
-8,0	112,7	64,8	75,1
-9,0	115,9	66,1	76,8
-10,0	119,0	67,5	78,5
-11,0	122,2	68,8	80,2
-12,0	125,3	70,0	81,9
-13,0	128,4	71,3	83,6
-14,0	131,5	72,6	85,2
-15,0	134,6	73,9	86,9
-16,0	137,7	75,1	88,5
-17,0	140,8	76,3	90,2
-18,0	143,9	77,6	91,8
-19,0	146,9	78,8	93,4
-20,0	150,0	80,0	95,0

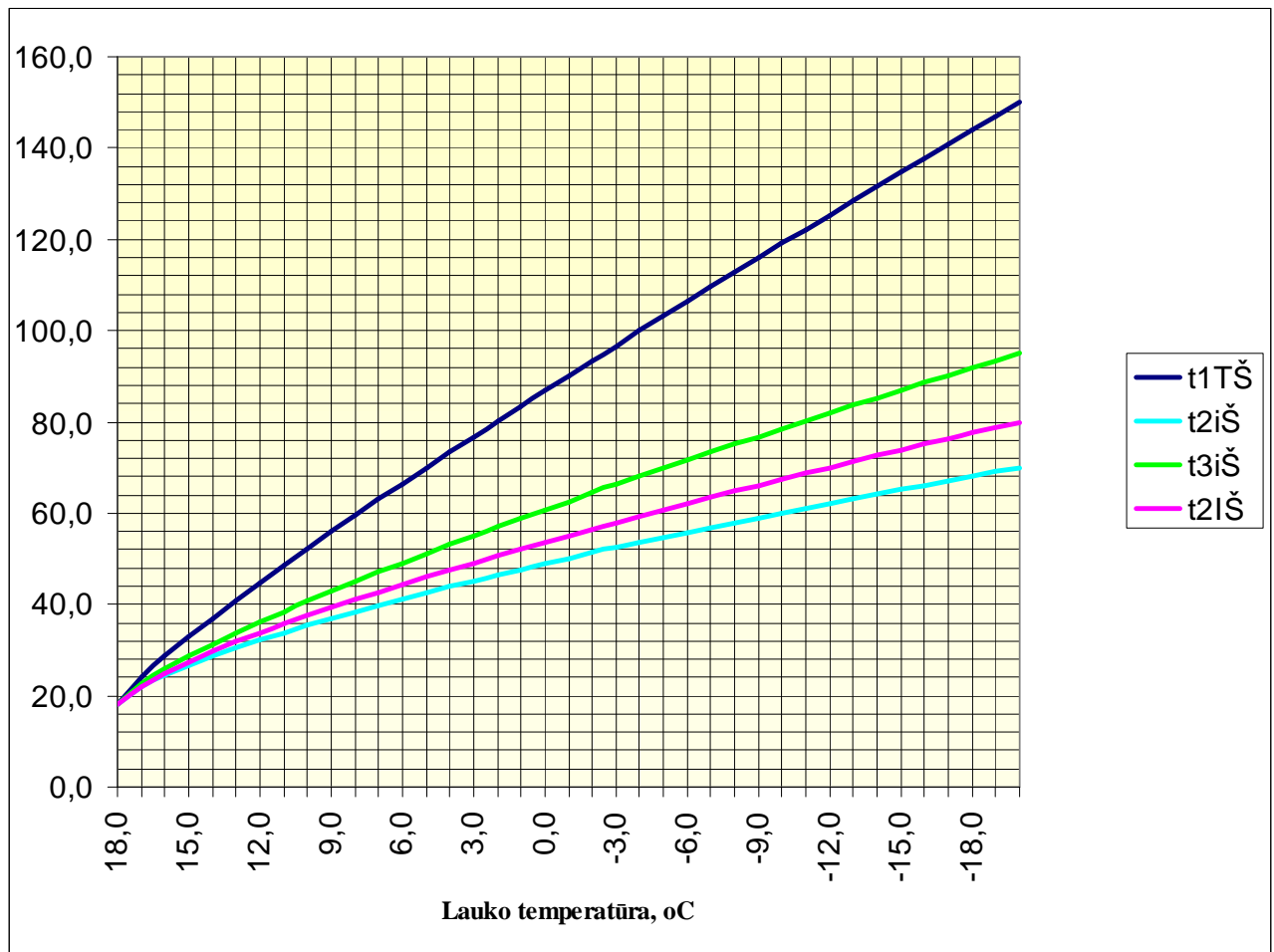
4. Vienarūšės šildymo apkrovos kokybinio reguliavimo tiesioginio jungimo šildymo sistemoms temperatūrinis grafikas



5. Vienarūšės šildymo apkrovos kokybinio reguliavimo netiesioginio (nepriklausomo) jungimo šildymo sistemoms temperatūrinio grafiko skaičiavimo rezultatų lentelė

Rezultatai				
tiš.f.	t1TŠ	t2iŠ	t2IŠ	t3iŠ
18,0	18,0	18,0	18,0	18,0
17,0	24,0	21,9	22,1	22,5
16,0	28,6	24,4	25,0	25,7
15,0	32,9	26,6	27,4	28,6
14,0	37,0	28,6	29,7	31,2
13,0	41,0	30,4	31,8	33,7
12,0	44,8	32,2	33,8	36,1
11,0	48,6	33,8	35,7	38,4
10,0	52,3	35,4	37,5	40,7
9,0	55,9	36,9	39,3	42,9
8,0	59,5	38,4	41,0	45,0
7,0	63,0	39,8	42,7	47,1
6,0	66,5	41,2	44,4	49,1
5,0	69,9	42,6	46,0	51,1
4,0	73,4	43,9	47,6	53,1
3,0	76,8	45,2	49,1	55,1
2,0	80,1	46,5	50,7	57,0
1,0	83,5	47,7	52,2	58,9
0,0	86,8	48,9	53,6	60,7
-1,0	90,1	50,1	55,1	62,6
-2,0	93,4	51,3	56,5	64,4
-3,0	96,6	52,4	58,0	66,2
-4,0	99,9	53,6	59,4	68,0
-5,0	103,1	54,7	60,7	69,8
-6,0	106,3	55,8	62,1	71,6
-7,0	109,5	56,9	63,5	73,3
-8,0	112,7	58,0	64,8	75,1
-9,0	115,9	59,0	66,1	76,8
-10,0	119,0	60,1	67,5	78,5
-11,0	122,2	61,1	68,8	80,2
-12,0	125,3	62,2	70,0	81,9
-13,0	128,4	63,2	71,3	83,6
-14,0	131,5	64,2	72,6	85,2
-15,0	134,6	65,2	73,9	86,9
-16,0	137,7	66,2	75,1	88,5
-17,0	140,8	67,1	76,3	90,2
-18,0	143,9	68,1	77,6	91,8
-19,0	146,9	69,1	78,8	93,4
-20,0	150,0	70,0	80,0	95,0

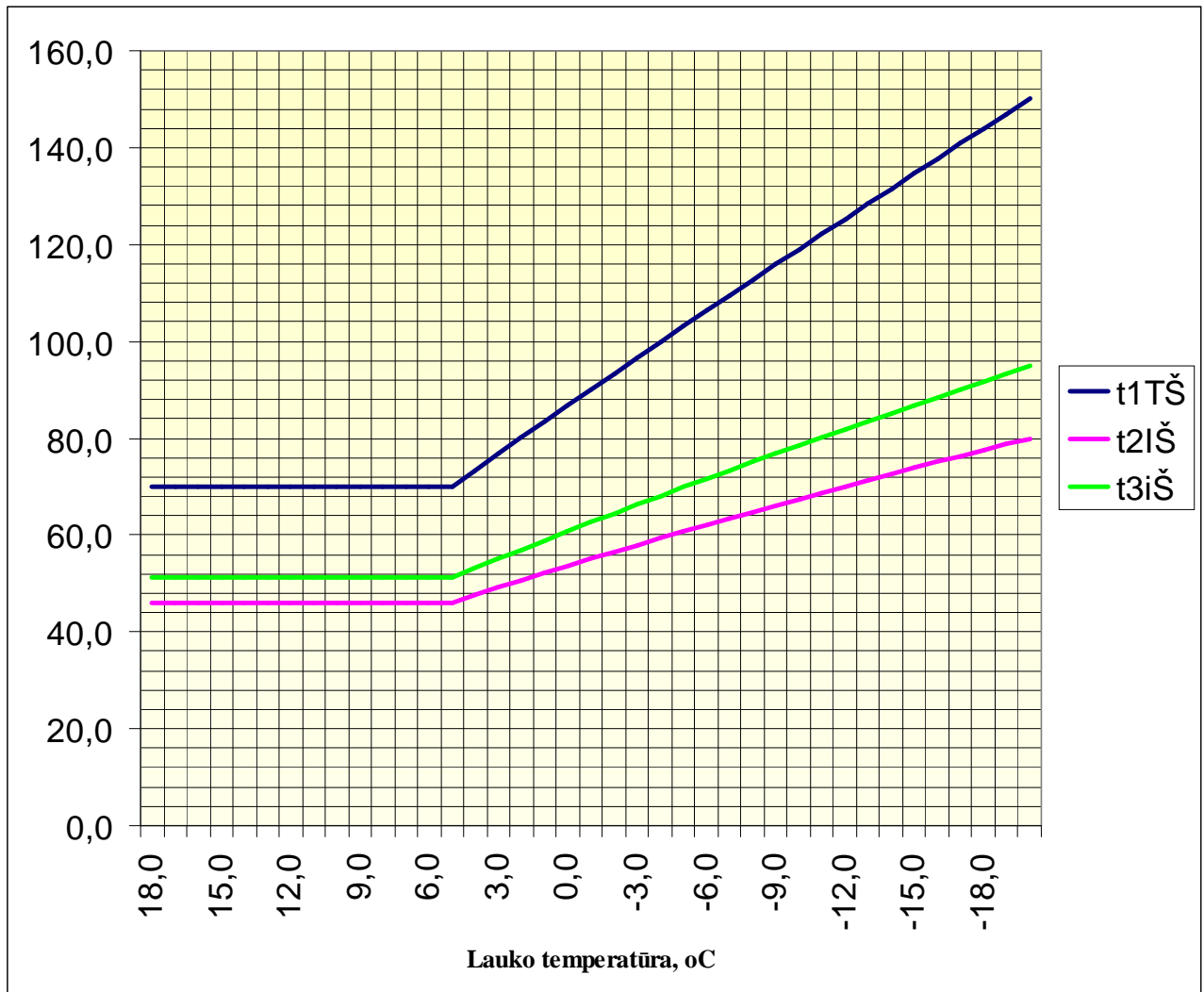
6. Vienarūšės šildymo apkrovos kokybinio reguliavimo netiesioginio (nepriklausomo) jungimo šildymo sistemoms temperatūrinis grafikas



7. Nevienarūšės (šildymo ir karšto vandentiekio) apkrovos kokybinio reguliavimo tiesioginio jungimo neautomatizuotoms šildymo sistemoms temperatūrinio grafiko skaičiavimo rezultatų lentelė

Rezultatai			
tiš.f.	t1TŠ	t2IŠ	t3iŠ
18,0	70,0	46,0	51,1
17,0	70,0	46,0	51,1
16,0	70,0	46,0	51,1
15,0	70,0	46,0	51,1
14,0	70,0	46,0	51,1
13,0	70,0	46,0	51,1
12,0	70,0	46,0	51,1
11,0	70,0	46,0	51,1
10,0	70,0	46,0	51,1
9,0	70,0	46,0	51,1
8,0	70,0	46,0	51,1
7,0	70,0	46,0	51,1
6,0	70,0	46,0	51,1
5,0	70,0	46,0	51,1
4,0	73,4	47,6	53,1
3,0	76,8	49,1	55,1
2,0	80,1	50,7	57,0
1,0	83,5	52,2	58,9
0,0	86,8	53,6	60,7
-1,0	90,1	55,1	62,6
-2,0	93,4	56,5	64,4
-3,0	96,6	58,0	66,2
-4,0	99,9	59,4	68,0
-5,0	103,1	60,7	69,8
-6,0	106,3	62,1	71,6
-7,0	109,5	63,5	73,3
-8,0	112,7	64,8	75,1
-9,0	115,9	66,1	76,8
-10,0	119,0	67,5	78,5
-11,0	122,2	68,8	80,2
-12,0	125,3	70,0	81,9
-13,0	128,4	71,3	83,6
-14,0	131,5	72,6	85,2
-15,0	134,6	73,9	86,9
-16,0	137,7	75,1	88,5
-17,0	140,8	76,3	90,2
-18,0	143,9	77,6	91,8
-19,0	146,9	78,8	93,4
-20,0	150,0	80,0	95,0

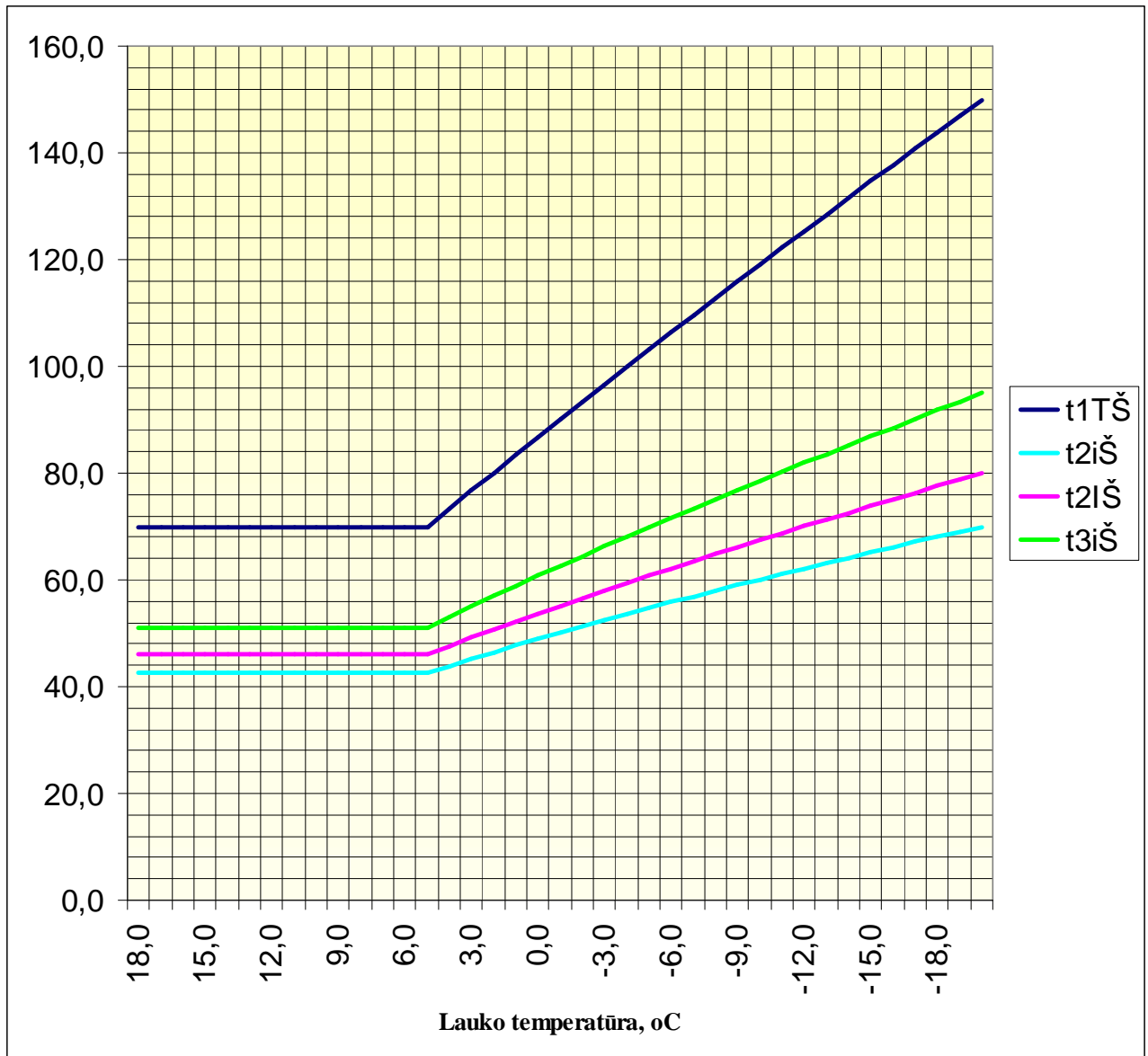
8. Nevienarūšės (šildymo ir karšto vandentiekio) apkrovos kokybinio reguliavimo tiesioginio jungimo neautomatizuotoms šildymo sistemoms temperatūrinis grafikas



9. Nevienarūšės (šildymo ir karšto vandentiekio) apkrovos kokybinio reguliavimo netiesioginio (nepriklausomo) jungimo neautomatizuotoms šildymo sistemoms temperatūrinio grafiko skaičiavimo rezultatų lentelė

Rezultatai				
tiš.f.	t1TŠ	t2iŠ	t2IŠ	t3iŠ
18,0	70,0	42,6	46,0	51,1
17,0	70,0	42,6	46,0	51,1
16,0	70,0	42,6	46,0	51,1
15,0	70,0	42,6	46,0	51,1
14,0	70,0	42,6	46,0	51,1
13,0	70,0	42,6	46,0	51,1
12,0	70,0	42,6	46,0	51,1
11,0	70,0	42,6	46,0	51,1
10,0	70,0	42,6	46,0	51,1
9,0	70,0	42,6	46,0	51,1
8,0	70,0	42,6	46,0	51,1
7,0	70,0	42,6	46,0	51,1
6,0	70,0	42,6	46,0	51,1
5,0	70,0	42,6	46,0	51,1
4,0	73,4	43,9	47,6	53,1
3,0	76,8	45,2	49,1	55,1
2,0	80,1	46,5	50,7	57,0
1,0	83,5	47,7	52,2	58,9
0,0	86,8	48,9	53,6	60,7
-1,0	90,1	50,1	55,1	62,6
-2,0	93,4	51,3	56,5	64,4
-3,0	96,6	52,4	58,0	66,2
-4,0	99,9	53,6	59,4	68,0
-5,0	103,1	54,7	60,7	69,8
-6,0	106,3	55,8	62,1	71,6
-7,0	109,5	56,9	63,5	73,3
-8,0	112,7	58,0	64,8	75,1
-9,0	115,9	59,0	66,1	76,8
-10,0	119,0	60,1	67,5	78,5
-11,0	122,2	61,1	68,8	80,2
-12,0	125,3	62,2	70,0	81,9
-13,0	128,4	63,2	71,3	83,6
-14,0	131,5	64,2	72,6	85,2
-15,0	134,6	65,2	73,9	86,9
-16,0	137,7	66,2	75,1	88,5
-17,0	140,8	67,1	76,3	90,2
-18,0	143,9	68,1	77,6	91,8
-19,0	146,9	69,1	78,8	93,4
-20,0	150,0	70,0	80,0	95,0

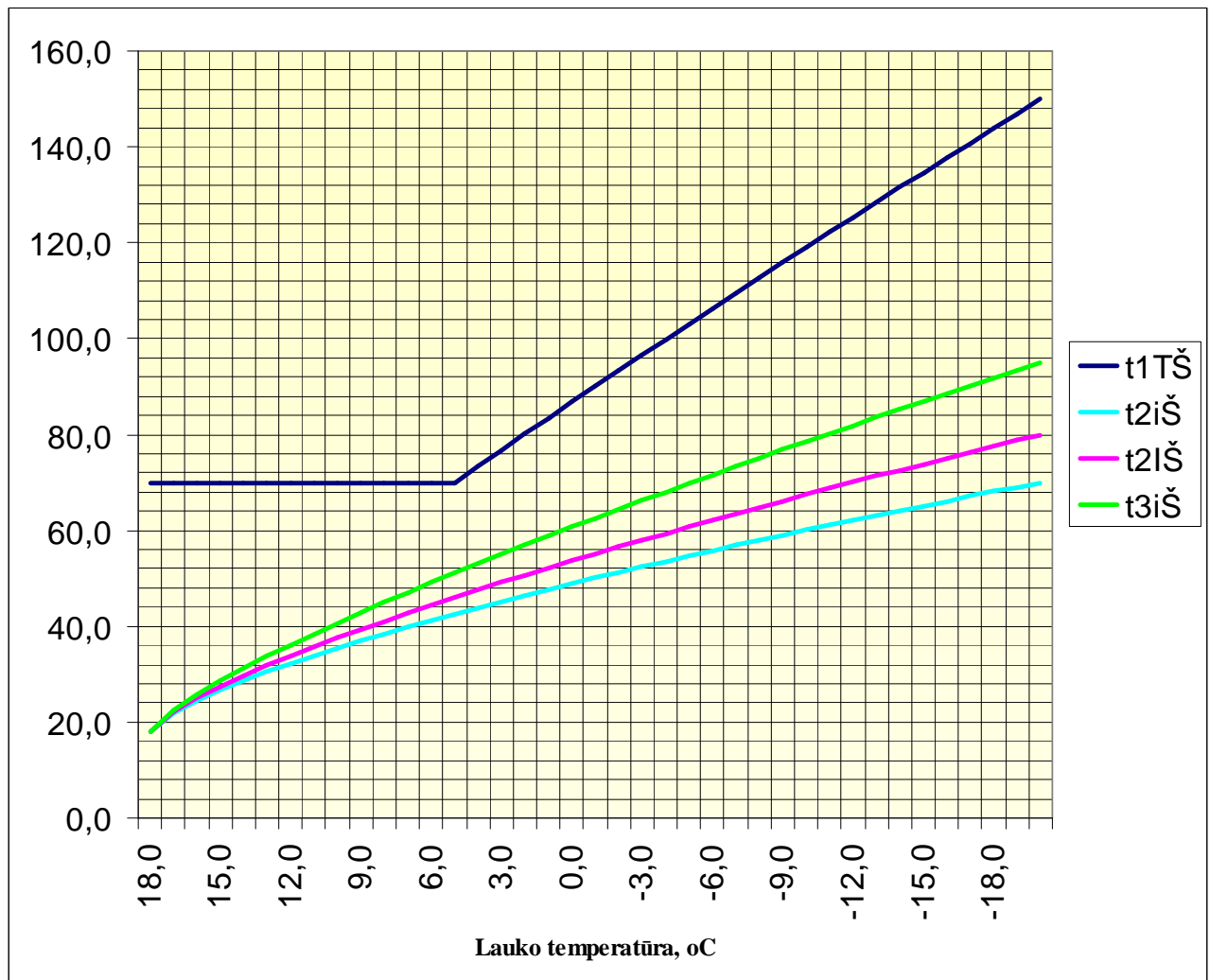
10. Nevienarūšės (šildymo ir karšto vandentiekio) apkrovos kokybinio reguliavimo netiesioginio (nepriklausomo) jungimo neautomatizuotoms šildymo sistemoms temperatūrinis grafikas



11. Nevienarūšės (šildymo ir karšto vandentiekio) apkrovos kokybinio reguliavimo netiesioginio (nepriklausomo) jungimo automatizuotoms šildymo sistemoms temperatūrinio grafiko skaičiavimo rezultatų lentelė

Rezultatai				
tiš.f.	t1TŠ	t2iŠ	t2IŠ	t3iŠ
18,0	70,0	18,0	18,0	18,0
17,0	70,0	21,9	22,1	22,5
16,0	70,0	24,4	25,0	25,7
15,0	70,0	26,6	27,4	28,6
14,0	70,0	28,6	29,7	31,2
13,0	70,0	30,4	31,8	33,7
12,0	70,0	32,2	33,8	36,1
11,0	70,0	33,8	35,7	38,4
10,0	70,0	35,4	37,5	40,7
9,0	70,0	36,9	39,3	42,9
8,0	70,0	38,4	41,0	45,0
7,0	70,0	39,8	42,7	47,1
6,0	70,0	41,2	44,4	49,1
5,0	70,0	42,6	46,0	51,1
4,0	73,4	43,9	47,6	53,1
3,0	76,8	45,2	49,1	55,1
2,0	80,1	46,5	50,7	57,0
1,0	83,5	47,7	52,2	58,9
0,0	86,8	48,9	53,6	60,7
-1,0	90,1	50,1	55,1	62,6
-2,0	93,4	51,3	56,5	64,4
-3,0	96,6	52,4	58,0	66,2
-4,0	99,9	53,6	59,4	68,0
-5,0	103,1	54,7	60,7	69,8
-6,0	106,3	55,8	62,1	71,6
-7,0	109,5	56,9	63,5	73,3
-8,0	112,7	58,0	64,8	75,1
-9,0	115,9	59,0	66,1	76,8
-10,0	119,0	60,1	67,5	78,5
-11,0	122,2	61,1	68,8	80,2
-12,0	125,3	62,2	70,0	81,9
-13,0	128,4	63,2	71,3	83,6
-14,0	131,5	64,2	72,6	85,2
-15,0	134,6	65,2	73,9	86,9
-16,0	137,7	66,2	75,1	88,5
-17,0	140,8	67,1	76,3	90,2
-18,0	143,9	68,1	77,6	91,8
-19,0	146,9	69,1	78,8	93,4
-20,0	150,0	70,0	80,0	95,0

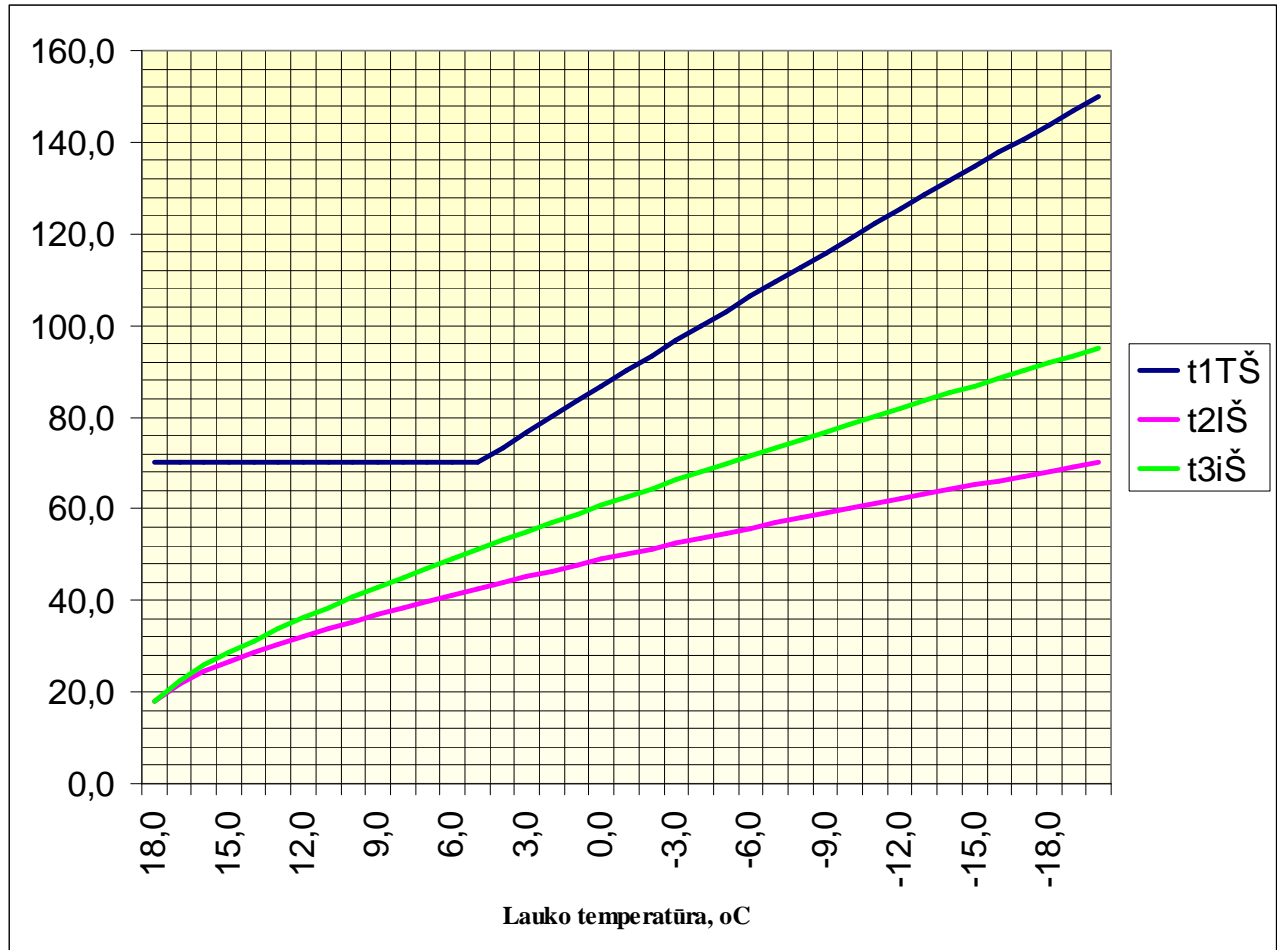
12. Nevienarūšės (šildymo ir karšto vandentiekio) apkrovos kokybinio reguliavimo netiesioginio (nepriklausomo) jungimo automatizuotoms šildymo sistemoms temperatūrinis grafikas



13. Nevienarūšės (šildymo ir karšto vandentiekio) apkrovos kokybinio reguliavimo tiesioginio jungimo automatizuotoms šildymo sistemoms temperatūrinio grafiko skaičiavimo rezultatų lentelė

Rezultatai			
t_{iš.f.}	t_{1TŠ}	t_{2IŠ}	t_{3iŠ}
18,0	70,0	18,0	18,0
17,0	70,0	21,9	22,5
16,0	70,0	24,4	25,7
15,0	70,0	26,6	28,6
14,0	70,0	28,6	31,2
13,0	70,0	30,4	33,7
12,0	70,0	32,2	36,1
11,0	70,0	33,8	38,4
10,0	70,0	35,4	40,7
9,0	70,0	36,9	42,9
8,0	70,0	38,4	45,0
7,0	70,0	39,8	47,1
6,0	70,0	41,2	49,1
5,0	70,0	42,6	51,1
4,0	73,4	43,9	53,1
3,0	76,8	45,2	55,1
2,0	80,1	46,5	57,0
1,0	83,5	47,7	58,9
0,0	86,8	48,9	60,7
-1,0	90,1	50,1	62,6
-2,0	93,4	51,3	64,4
-3,0	96,6	52,4	66,2
-4,0	99,9	53,6	68,0
-5,0	103,1	54,7	69,8
-6,0	106,3	55,8	71,6
-7,0	109,5	56,9	73,3
-8,0	112,7	58,0	75,1
-9,0	115,9	59,0	76,8
-10,0	119,0	60,1	78,5
-11,0	122,2	61,1	80,2
-12,0	125,3	62,2	81,9
-13,0	128,4	63,2	83,6
-14,0	131,5	64,2	85,2
-15,0	134,6	65,2	86,9
-16,0	137,7	66,2	88,5
-17,0	140,8	67,1	90,2
-18,0	143,9	68,1	91,8
-19,0	146,9	69,1	93,4
-20,0	150,0	70,0	95,0

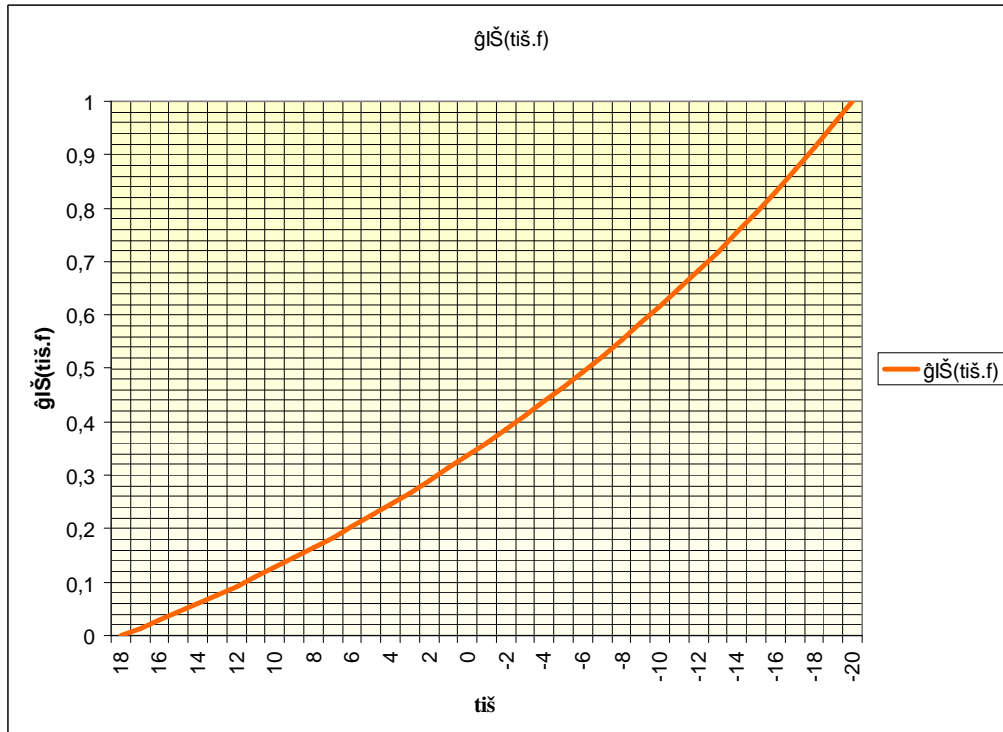
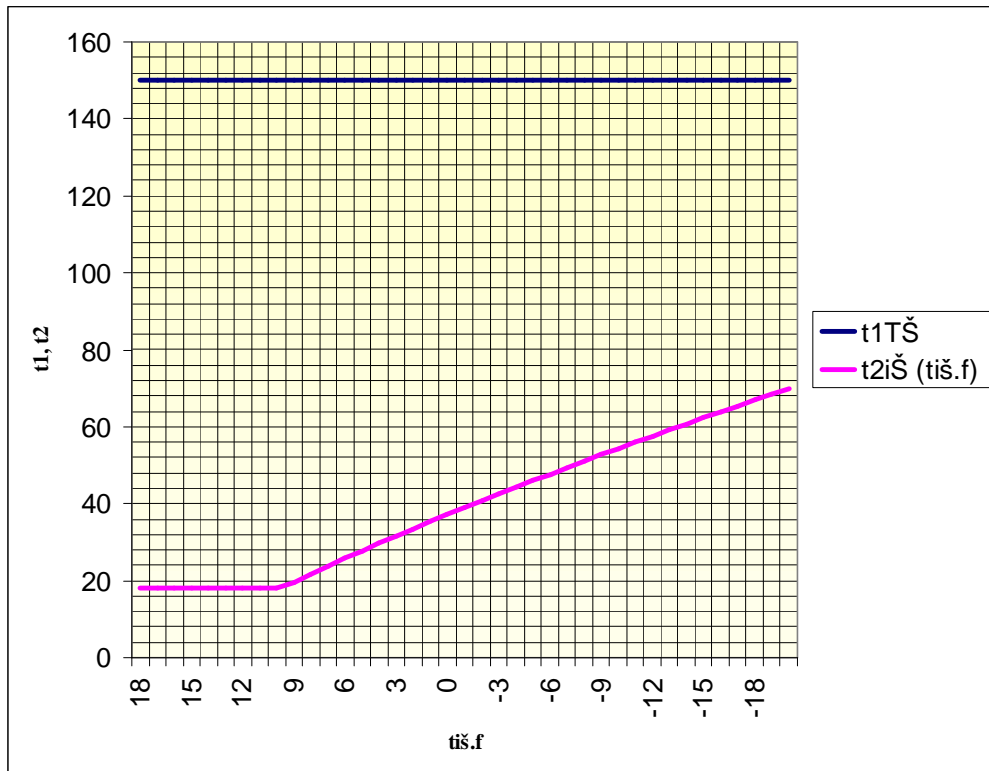
14. Nevienarūšės (šildymo ir karšto vandentiekio) apkrovos kokybinio reguliavimo tiesioginio jungimo automatizuotoms šildymo sistemoms temperatūrinis grafikas



15. Vienarūšės šildymo apkrovos kiekybinio reguliavimo šilumnešio santykinų srautų ir temperatūrinio grafiko skaičiavimo rezultatų lentelė

Rezultatai			
tiš.f.	t1TŠ	t2iŠ (tiš.f)	ĝIŠ(tiš.f)
18	150	18,0	0
17	150	18,0	0,013901
16	150	18,0	0,028441
15	150	18,0	0,043539
14	150	18,0	0,059171
13	150	18,0	0,075326
12	150	18,0	0,092002
11	150	18,0	0,109202
10	150	18,0	0,126932
9	150	19,5	0,1452
8	150	21,6	0,164016
7	150	23,7	0,183391
6	150	25,8	0,203339
5	150	27,8	0,223874
4	150	29,7	0,245012
3	150	31,6	0,26677
2	150	33,5	0,289167
1	150	35,4	0,312222
0	150	37,2	0,335956
-1	150	39,0	0,360392
-2	150	40,8	0,385552
-3	150	42,6	0,411463
-4	150	44,3	0,438151
-5	150	46,0	0,465644
-6	150	47,7	0,493971
-7	150	49,4	0,523166
-8	150	51,1	0,55326
-9	150	52,7	0,58429
-10	150	54,4	0,616294
-11	150	56,0	0,64931
-12	150	57,6	0,683383
-13	150	59,2	0,718556
-14	150	60,8	0,754877
-15	150	62,3	0,792398
-16	150	63,9	0,831171
-17	150	65,4	0,871255
-18	150	67,0	0,91271
-19	150	68,5	0,955602
-20	150	70,0	1

16. Vienarūšės šildymo apkrovos kiekybinio reguliavimo šilumnešio santykinų srautų ir temperatūriniai grafikai



17. Vienarūšės šildymo apkrovos kiekybinio reguliavimo netiesioginio (nepriklausomo) jungimo šildymo sistemoms šilumnešio santykinų srautų ir temperatūrinio grafiko skaičiavimo rezultatų lentelė

Rezultatai					
tiš.f.	t1TŠ	t2iŠ	t3iŠ	t2iŠ (tiš.f)	ĝiŠ(tiš.f)
18,0	150,0	18,0	18,0	18	0
17,0	150,0	21,9	22,5	18,0	0,013901
16,0	150,0	24,4	25,7	18,0	0,028441
15,0	150,0	26,6	28,6	18,0	0,043539
14,0	150,0	28,6	31,2	18,0	0,059171
13,0	150,0	30,4	33,7	18,0	0,075326
12,0	150,0	32,2	36,1	18,0	0,092002
11,0	150,0	33,8	38,4	18,0	0,109202
10,0	150,0	35,4	40,7	18,0	0,126932
9,0	150,0	36,9	42,9	19,5	0,1452
8,0	150,0	38,4	45,0	21,6	0,164016
7,0	150,0	39,8	47,1	23,7	0,183391
6,0	150,0	41,2	49,1	25,8	0,203339
5,0	150,0	42,6	51,1	27,8	0,223874
4,0	150,0	43,9	53,1	29,7	0,245012
3,0	150,0	45,2	55,1	31,6	0,26677
2,0	150,0	46,5	57,0	33,5	0,289167
1,0	150,0	47,7	58,9	35,4	0,312222
0,0	150,0	48,9	60,7	37,2	0,335956
-1,0	150,0	50,1	62,6	39,0	0,360392
-2,0	150,0	51,3	64,4	40,8	0,385552
-3,0	150,0	52,4	66,2	42,6	0,411463
-4,0	150,0	53,6	68,0	44,3	0,438151
-5,0	150,0	54,7	69,8	46,0	0,465644
-6,0	150,0	55,8	71,6	47,7	0,493971
-7,0	150,0	56,9	73,3	49,4	0,523166
-8,0	150,0	58,0	75,1	51,1	0,55326
-9,0	150,0	59,0	76,8	52,7	0,58429
-10,0	150,0	60,1	78,5	54,4	0,616294
-11,0	150,0	61,1	80,2	56,0	0,64931
-12,0	150,0	62,2	81,9	57,6	0,683383
-13,0	150,0	63,2	83,6	59,2	0,718556
-14,0	150,0	64,2	85,2	60,8	0,754877
-15,0	150,0	65,2	86,9	62,3	0,792398
-16,0	150,0	66,2	88,5	63,9	0,831171
-17,0	150,0	67,1	90,2	65,4	0,871255
-18,0	150,0	68,1	91,8	67,0	0,91271
-19,0	150,0	69,1	93,4	68,5	0,955602
-20,0	150,0	70,0	95,0	70,0	1

17. Vienarūšės šildymo apkrovos kiekybinio reguliavimo netiesioginio (nepriklausomo) jungimo šildymo sistemoms šilumnešio santykinų srautų ir temperatūrinių grafikai

