

TAIKOMASIS MOKSLINIS TIRIAMASIS DARBAS

**TERMOFIKACINIO VANDENS PARUOŠIMO
ŠILUMOS TIEKIMO SISTEMOSE BŪKLĖS
ANALIZĖ IR ĮVERTINIMAS BEI
REKOMENDACIJŲ DĖL BŪKLĖS GERINIMO
PARENGIMAS**

Parengė UAB “EKOTERMIJOS“ servisas
Adresas: Karo ligoninės g. 19-2, Kaunas
Telefonas +370 5 277 3777
El. paštas servisas@ekotermija.lt

Kaunas 2007

TURINYS

1. ĮVADAS.....	4
2. PAGRINDINĖS SAŲOKOS	5
3. TEORINĖ DALIS	6
3.1. Pagrindiniai cheminiai – technologiniai rodikliai, įtakoiantys nuosėdų susidarymą ir termofikacinio vandens tinklo koroziją.....	6
3.1.1. Vandėnilinis rodiklis (pH).....	6
3.1.2. Vandens kietumas	7
3.1.3. Kalcio kietumas.....	7
3.1.4. Vandens šarmingumas.....	8
3.1.5. Geležis.....	8
3.1.6. Chloridai ir sulfatai.....	8
3.1.7. Dujų tirpumas vandenyje.	8
3.2. Termofikacinio vandens tinklų papildymui naudojamo vandens charakteristika.....	9
3.3. Termofikacinio vandens tinklų papildymui naudojamo vandens paruošimas	9
3.4. Cheminiai reagentai.....	12
3.4.1. Ištirpusio deguonies surišimui naudojamos medžiagos	12
3.4.2. Medžiagos, skirtos termofikacinio vandens sistemų apsaugai nuo nuovirų susidarymo ir korozijos.....	13
3.4.3. Priemonės, naudojamos deaeroto vandens apsaugai nuo aeracijos bakuose–akumulatoriuose ir bakų–akumuliatorių apsauga nuo vidinės korozijos	14
3.4.4. Termofikacinio vandens filtravimas.....	15
3.4.5. Korozijos greičio matavimas.....	16
4. LIETUVOS IR EUROPOS SAJUNGOS ŠALIŲ TEISĖS AKTAI, REGLAMENTUOJANTYS SISTEMŲ TERMOFIKACINIO VANDENS KOKYBĖS RODIKLIUS, VANDENS PARUOŠIMO ĮRENGIMŲ, TECHNOLOGIJŲ IR CHEMINIŲ REAGENTŲ PARINKIMĄ, ĮRENGIMĄ, SAUGŲ EKSPLOATAVIMĄ, PRIEŽIŪROS IR KONTROLĖS ORGANIZAVIMĄ.....	21
4.1. Lietuvos teisės aktai, reglamentuojantys Sistemų termofikacinio vandens kokybės rodiklius, vandens paruošimo įrengimų, technologijų ir cheminių reagentų parinkimą, įrengimą, saugų eksploatavimą, priežiūros ir kontrolės organizavimą.	21
4.1.1. Reikalavimai vandens chemijos režimui.....	21
4.1.2. Vandens cheminės kontrolės organizavimas.....	22
4.1.3. Reikalavimai šilumos tinklų pamaitinimo ir tinklo vandens kokybei.....	22
4.1.4. Įrenginių eksploatacija	24
4.2. Užsienio šalyse taikomi pamaitinimo ir tinklo vandens kokybei reikalavimai.....	25
4.2.1. Danijoje, Norvegijoje, Islandijoje, Suomijoje ir Švedijoje (Šiaurės šalyse) taikomi reikalavimai tinklo vandens kokybei (4.3 lentelė)	25
4.2.2. Danijoje, Norvegijoje, Islandijoje, Suomijoje ir Švedijoje (Šiaurės šalyse) termofikacinio vandens paruošimui naudojamos technologijos.....	26
4.2.3. Reikalavimai pamaitinimo ir tinklo vandens kokybei rekomenduojami Vamzdžių gamintojų Asociacijos (4.4 lentelė).....	26
4.2.4. Reikalavimai tinklo vandens kokybei Vokietijoje (4.5 lentelė).....	27
4.3. Lietuvoje ir užsienio šalyse naudojamų termofikacinio vandens sistemų pamaitinimo vandens paruošimo technologijų palyginimas	27
4.4. Lietuvoje ir užsienio šalyse taikomų reikalavimų termofikacinio vandens pamaitinimo ir tinklo vandens kokybės rodikliams palyginimas	28
4.4.1. Reikalavimų, taikomų tinklų pamaitinimo vandeniui palyginimas	28

4.4.2. Reikalavimų, taikomų tinklų vandeniui palyginimas.....	29
5. SURINKTŲ DUOMENŲ ANALIZĖ.....	29
6. REKOMENDACIJOS IR IŠVADOS	44
6.1. Rekomendacijos įmonėms, kurios pamaitinimo vandens paruošimui nuolatos naudoja terminę deaeraciją	45
6.2. Rekomendacijos įmonėms, kurios pamaitinimo vandens paruošimui periodiškai (šildymo sezono metu) naudoja terminę deaeraciją	46
6.3. Įmonės, kurios pamaitinimo vandens paruošimui naudoja tik cheminius reagentus	48
6.4. Įmonės, kurios pamaitinimo vandens paruošimui nenaudoja nei terminės deaeracijos, nei cheminių reagentų	49
6.5. Įmonės, kurios eksploatuoja atviras termofikacinio vandens sistemas	50
6.6. Valstybinės energetikos inspekcijos veiklą, kontroliuojant tinklo ir pamaitinimo vandens kokybę.....	51
7. LITERATŪROS SĄRAŠAS.....	52

1. ĮVADAS

Centralizuoto šilumos tiekimo sistemų (toliau Sistemų) patikimumo ir ilgaamžiškumo užtikrinimas yra vienas svarbiausių uždavinių eksploatuojant šias Sistemas. Vienas pagrindinių veiksnių, lemiančių Sistemų patikimumą ir ilgaamžiškumą, yra termofikacinio vandens kokybė, kuri priklauso nuo naudojamų vandens paruošimo technologijų bei įrangos, priežiūros ir kontrolės tinklo efektyvumo. Termofikacinis vanduo patekdamas į šilumos vartotojų sistemas ženkliai įtakoja ir jų ilgaamžiškumą bei avarijų riziką.

Lietuvos nepriklausomybės laikotarpiu įvyko eilė pokyčių Lietuvos CŠT sektoriuje, kurie, mūsų nuomone, pablogino termofikacinio vandens ruošimą ir kontrolę. Pagrindinės priežastys, įtakančios šią problemą:

1. Perdavus CŠT sektorių savivaldybėms, susikūrusios smulkios įmonės dažnai stokoja techninio inžinerinio potencialo ir supratimo apie šių problemų svarbą bei jų sprendimo kelius;
2. nutraukus garo gamybą nebevykdoma terminė tinklų pamaitinimo vandens deaeracija;
3. nevykdoma vandens kokybės kontrolė, o įrangos bei reagentų tiekėjų rekomendacijos bei priežiūra dažnai subjektyvi;
4. draudimo kompanijos neatlieka savarankiškos priežiūros (įprasta Vakarų šalyse), o valstybinė inspekcinė priežiūra formali ir epizodiška;
5. taupydamos sąnaudas CŠT bendrovės mažina brangaus turto patikimumą, bei trumpina ilgaamžiškumą.

Darbo tikslas: Atlikti Lietuvoje veikiančių centralizuoto šilumos tiekimo sistemų, realizuojančių virš 5 GWh šilumos energijos per metus, kurias eksploatuoja šilumos tiekėjo licenziją turintys juridiniai asmenys, termofikacinio vandens paruošimo būklės įvertinimą, apžvelgiant naudojamus technologijas bei įrangą, pasiekiamus kokybės rodiklius, išnagrinėjant priežiūros bei kontrolės sistemos efektyvumą bei pateikti rekomendacijas dėl šilumos tiekimo sistemų tobulinimo, mažinant avaringumo galimybę ir siekiant užtikrinti sistemų ilgaamžiškumą ir patikimumą.

2. PAGRINDINĖS SĄVOKOS

CŠT – centralizuota šilumos tiekimo sistema.

Šilumos įrenginių modernizavimas – visi darbai, atliekami įrenginyje, kuriuos atliekant keičiami visi ar atskiri seni jo mazgai šiuolaikiniais naujais arba našesniais.

Šilumos įrenginių rekonstravimas – visi darbai, atliekami įrenginyje, tarp jų ir atskirų įrenginio mazgų keitimas, kuriuos atlikus, keičiamas jų tipas, sukuriama jo nauja kokybė ir pakinta pradinės, įrenginio pase nurodytos, charakteristikos našumas, pralaidumas, slėgio ar temperatūros parametrai, energijos ar žaliavos sąnaudos, keičiama šilumos tiekimo schema ir kita.

Šilumos įrenginių remontas – visi darbai, atliekami įrenginyje (tarp jų ir atskirų įrenginio mazgų keitimas ar rekonstravimas), kuriuos atlikus nepakinta pradinės, įrenginio pase nurodytos, charakteristikos, našumas, slėgio ar temperatūros parametrai, energijos ar žaliavos sąnaudos, pagerinama šilumos ir karšto vandens tiekimo schema ir kita.

Karbonatinis indeksas I_k - ribinė vandens bendrojo šarmingumo ir kalcinio kietumo sandaugos reikšmė $(\text{mg-ekv}/\text{dm}^3)^2$, aukščiau kurios karbonatinių nuovirų susidarymo intensyvumas yra didesnis kaip $0,1 \text{ g}/(\text{m}^2 \text{ h})$.

3. TEORINĖ DALIS

3.1. Pagrindiniai cheminiai – technologiniai rodikliai, įtakoiantys nuosėdų susidarymą ir termofikacinio vandens tinklo koroziją.

3.1.1. Vandenilinis rodiklis (pH)

Vanduo yra silpnas elektrolitas ir labai silpnai disocijuoja į H^+ ir OH^- jonus [1]:



Kadangi vandens molekulių disociacijos laipsnis labai mažas, pagal veikiančių masių dėsnį galima parašyti:

$$[H^+] \cdot [OH^-] = K_w \quad (3.2),$$

kur: $[H^+]$ ir $[OH^-]$ vandenilio ir hidroksido jonų aktyvumas. Jono aktyvumas yra lygus jono koncentracijos ir aktyvumo koeficiento sandaugai. Aktyvumo koeficientas priklauso nuo temperatūros ir tirpalo joninės jėgos.

K_w – vandens joninė sandauga, priklausanti nuo vandens temperatūros.

pH reikšmė apskaičiuojama pagal 3.3 lygtį:

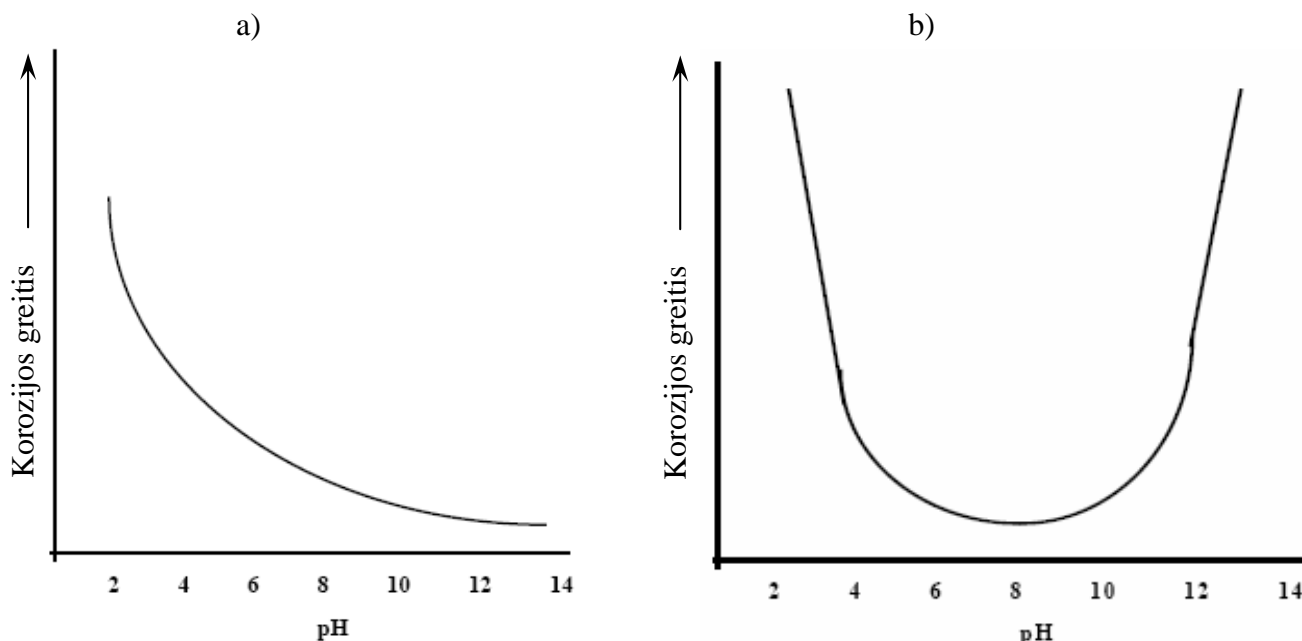
$$pH = -\lg[H^+] \quad (3.3)$$

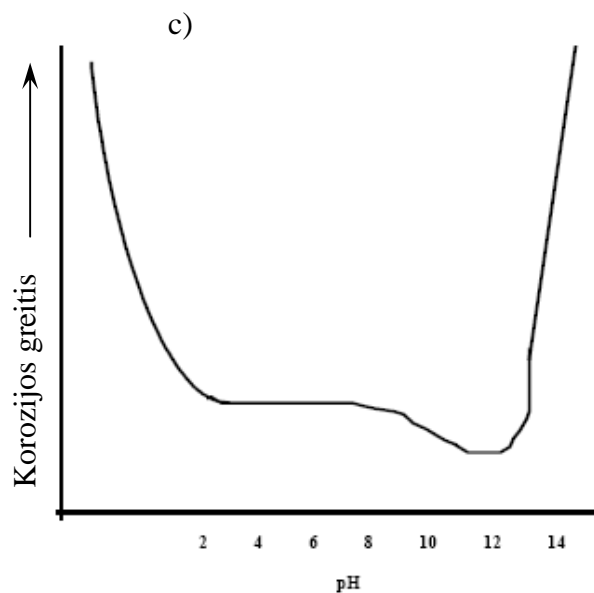
22°C temperatūroje vandens joninė sandauga $K_w = 1 \cdot 10^{-14}$. Kadangi chemiškai švaraus vandens disocijavimo metu susidaro vienodas H^+ ir OH^- jonų skaičius, todėl jonų aktyvumas 22°C temperatūroje yra lygus $1 \cdot 10^{-7}$, o neutralaus tirpalo pH reikšmė yra 7.

Kai vandens $pH < 7$, kambario temperatūroje vanduo pasižymi rūgštinėmis savybėmis. Kai vandens $pH > 7$ – šarminėmis savybėmis. Gamtinio vandens $pH = 6 \div 8$.

Vandens vandenilinio rodiklio pH reikšmė turi didelę įtaką metalų korozijai.

Kaip matyti iš 3.1 paveiksle pateiktų kreivių, rūgštinėje terpėje visų metalų korozijos greitis yra didžiausias ir mažėja, didėjant vandens pH. Mažiausiais metalų korozijos greitis yra, kai vandens $pH = 8,5 \div 10,5$.





3.1 pav. Įvairių metalų korozijos greičio nuo vandens pH [2]: a) Rūgščių veikiami metalai (Ni, Cu, Mn, Co, Cr, Cd); b) Amfoteriniai metalai (Al, Zn, Sn); c) plienas.

3.1.2. Vandens kietumas

Bendruoju vandens kietumu vadinamas vandenyje esančių kalcio ir magnio jonų koncentracijų suma [1]. Šie elementai patenka į vandenį, angliarūgštei veikiant karbonatinius mineralus, dėl dirvoje vykstančių biologinių procesų arba su įvairių pramonės šakų nuotekomis. Vandens kietumas reiškiamas miligramekvivalentais, moliais, milimoliais viename litre vandens.

Bendrasis vandens kietumas turi didelę įtaką nuovirų susidarymui ant šilumokaitos paviršių.

3.1.3. Kalcio kietumas

Kalcis yra pagrindinis paviršinių vandenų katijonais [1]. Jo pagrindiniai atsiradimo vandenyje šaltiniai – uolienuų dūlėjimas ir tirpimas. Kalcis jonų pavidalu egzistuoja tik mažai mineralizuotuose hidrokarbonatinės kilmės vandenyse. Didėjant vandens mineralizacijai, kalcio jonai sudaro neutralias arba turinčias krūvį jonų poras.

Kalcio koncentracija termofikacinio vandens sistemų pamaitinimo ir sistemų vandenyje nėra normuojama, tačiau nuo jos priklauso normuojamas rodiklis I_K . Tyrimais nustatyta, kad Lietuvos vandenyse kalcio kietumas sudaro 60–100% bendrojo vandens kietumo, todėl turi didelę įtaką nuosėdų ant šilumokaitos paviršių susidarymui. Ypač svarbus kalcio junginys yra kalcio karbonatas (CaCO_3). Kadangi kalcio karbonato tirpumas vandenyje, kylant vandens temperatūrai, mažėja, todėl ant šilumokaitos paviršių dažniausiai susidaro kalcio karbonato nuosėdos, kurios smarkiai blogina šilumos perdavimą. 3.1. lentelėje pateikta šilumos perdavimo priklausomybė nuo nuovirų storio ant šilumokaitos paviršiaus.

3.1. lentelė. Šilumos perdavimo priklausomybė nuo nuovirų storio ant šilumokaitos paviršiaus [3].

Nuovirų storis, mm	Šilumos perdavimo sumažėjimas (%)
0,1	1,0
0,3	2,9
0,5	4,7
1	9,0

3.1.4. Vandens šarmingumas

Vandens šarmingumą sudaro silpnų rūgščių anijonų koncentracijų suma [1]. Šarmingumas nustatomas titruojant vandens mėginį stipria rūgštimi. Yra 3 šarmingumo rūšys: laisvasis, karbonatinis ir bendrasis.

Laisvąjį šarmingumą sudaro hidroksido ir karbonato jonai. Jį rodo stiprios rūgšties tūris, reikalingas nutitruoti mėginį iki $\text{pH} = 8,3$ (p-šarmingumas).

Karbonatinį šarmingumą sudaro tik anglirūgštės disociacijos produktai, t.y. hidrokarbonato ir karbonato jonų koncentracijų suma. Karbonatinį šarmingumą rodo stiprios rūgšties tūris, reikalingas nutitruoti mėginį nuo $\text{pH} = 8,3$ iki $\text{pH} = 4,3$.

Bendrąjį vandens šarmingumą sudaro silpnų organinių ir neorganinių rūgščių anijonų ir hidroksido koncentracijų suma.

Dauguma paviršinių vandenų priskiriama hidrokarbonatų klasei, nes pagrindinių jonų sudėtyje vyrauja hidrokarbonato jonai. Tokių vandenų karbonatinis šarmingumas būna toks didelis, palyginus su kitų anijonų sudaromu šarmingumu, kad jį galima laikyti bendruoju šarmingumu.

Vandenyje hidrokarbonato ir karbonato jonai yra ištirpę. Tarp šių jonų egzistuoja pusiausvyra. Hidrokarbonato ir karbonato jonų koncentracijų santykis vandenyje priklauso nuo vandens vandenilinio rodiklio pH .

Vandens šarmingumas termofikacinio vandens sistemų pamaitinimo ir sistemų vandenyje nėra ribojamas, tačiau nuo jo priklauso normuojamas rodiklis I_K .

3.1.5. Geležis

Geležis – pastovus paviršinių ir požeminių vandenų komponentas. Jos koncentracija šiuose vandenyse priklauso nuo geologinės baseino sandaros ir hidrologinių sąlygų [1]. Nemažai geležies į paviršinius vandenis patenka su kai kurių pramonės šakų nuotekomis.

Geležis vandenyje gali būti ištirpusi, koloidų ir suspenduotų dalelių pavidalu, be to, divalentė ir trivalentė. Geležies junginių pusiausvyra priklauso nuo vandens pH , ir temperatūros.

Kai vandens $\text{pH} > 3,5$, trivalentė geležis gali būti tik komplekso pavidalu, o kai $\text{pH} > 8$, negali egzistuoti laisvų jonų pavidalu ir divalentė geležis. Taip pat reikia žinoti, kad aerobinėmis sąlygomis divalentė geležis lengvai suoksiduojama į trivalentę, o pastaroji hidrolizuojasi ir iškrenta nuosėdomis hidroksido ($\text{Fe}(\text{OH})_3$) pavidalu. Divalentė geležis vandenyje yra patvari tik stipriai rūgščioje aplinkoje.

3.1.6. Chloridai ir sulfatai

Chlorido (Cl^-) jonai su gamtiniame vandenyje esančiais katijonais sudaro vandenyje tirpius junginius [1]. Sulfato (SO_4^{2-}) jonai gamtiniuose vandenyse sudaro taip pat tirpius junginius, išskyrus CaSO_4 , kurio tirpumas aukštesnėje nei 120°C temperatūroje smarkiai sumažėja. Chloridų ir sulfatų koncentracijos vandenyje įtraukimas į pagrindinių – techninių rodiklių sąrašą sąlygojamas tuo, kad šie jonai aktyvina anglinio plieno korozijos procesus.

3.1.7. Dujų tirpumas vandenyje.

Kontaktuojant vandeniui su aplinkos oru, vandenyje pradeda tirpti oro deguonis (O_2). Vandenyje ištirpusių dujų koncentracija priklauso nuo vandens temperatūros. Dujų tirpumo priklausomybė nuo vandens temperatūros atmosferiniame slėgyje pateikta 3.2 lentelėje [4].

Iš 3.2. lentelėje pateiktų duomenų matyti, kad didėjant vandens temperatūrai, mažėja dujų tirpumas vandenyje. Šiuo principu yra pagrįstas terminų deaeratorių veikimas.

3.2. lentelė. Dujų tirpumo priklausomybė nuo vandens temperatūros atmosferiniame slėgyje

Temperatūra, °C	O ₂ tirpumas vandenyje, µg/kg	CO ₂ tirpumas vandenyje, µg/kg
20	9080	500
40	6400	300
60	4700	190
70	3700	140
80	1500	100

Gamtiniuose vandenyse visada randama ir anglirūgštės (CO₂). Anglirūgštė į vandenį patenka ne tik kontakto su aplinkos oru metu, bet ir dėl vandenyje ir dirvožemyje vykstančių biocheminių procesų. CO₂ pusiausvyrinė koncentracija vandenyje, kylant vandens temperatūrai taip pat mažėja (3.2. lentelė). Todėl terminės deaeracijos metu anglirūgštės koncentracija žymiai sumažėja.

3.2. Termofikacinio vandens tinklų papildymui naudojamo vandens charakteristika

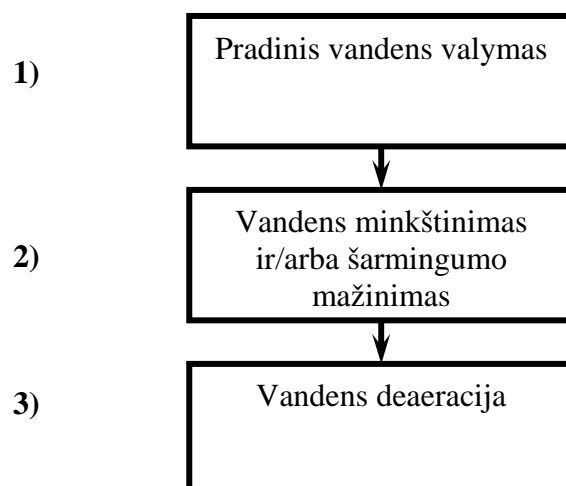
Termofikacinio vandens tinklų papildymui naudojamas paviršinis (iš upių, ežerų, tvenkinių) ir požeminis (gręžinių) vanduo. Papildymui naudojamo vandens cheminė sudėtis priklauso nuo grunto ir dirvožemio sudėties. Paviršinių vandenų cheminiai sudėčiai didelę įtaką turi meteorologinės sąlygos ir metų laikai. Pavasarį, tirpstant sniegui ir ledui, vandens druskingumas sumažėja, tačiau vandenyje atsiranda daug suspenduotųjų medžiagų. Žiemą – vandens druskingumas padidėja, kadangi vandens telkiniai pasipildo tik požeminiu vandeniu.

Atsižvelgiant į termofikacinio vandens tinklų papildymui naudojamo vandens šaltinį, ir vandens cheminę sudėtį parenkama vandens paruošimo technologija.

3.3. Termofikacinio vandens tinklų papildymui naudojamo vandens paruošimas

Vandens ruošimo įrenginių eksploatavimą ir vandens chemijos režimą reikia tvarkyti taip, kad nebūtų gadinami katilų ir šilumos tinklų įrenginiai ir nesumažėtų jų ekonomiškumas dėl vandens ruošimo, įrenginių vidinių paviršių korozijos, susidarius nuoviroms ir nuoguloms ant katilo šilumą perduodančiųjų paviršių, dumbliui katilų ir šilumos tinklų įrenginiuose ir vamzdynuose.

Termofikacinio vandens tinklų pamaitinimui naudojamo vandens paruošimo užduotis – pradinio vandens fizikinius – cheminius rodiklius pakeisti taip, kad jie atitiktų reikalavimus, keliamus pamaitinimo vandeniui. Pradinio vandens paruošimą galima suskirstyti į tris stadijas:



1) Pradinis vandens valymas, priklausomai nuo pradinio vandens kokybės, vykdomas įvairiais metodais. Jeigu suspenduotųjų medžiagų koncentracija vandenyje neviršija 100 mg/kg ir permanganatinė oksidacija (ChDS_{Mn}) neviršija 15 mg O_2/kg , galima naudoti tik vandens filtravimą mechaniniais filtrais.

Mechaninis vandens filtravimas. Mechaniniuose filtruose vanduo filtruojamas per skaldyto antracito, kurio dalelių dydis 0,5–1,8 mm, arba kvarcinio smėlio įkrovą. Mechaniniam vandens filtravimui taip pat gali būti naudojami kasetiniai arba rankoviniai filurai.

Jeigu suspenduotųjų medžiagų koncentracija vandenyje viršija 100 mg/kg ir permanganatinė oksidacija (ChDS_{Mn}) viršija 15 mg O_2/kg , rekomenduojama naudoti vandens koaguliavimą koaguliantais. Kaip koaguliantai dažniausiai naudojamos aliuminio (aliuminio sulfatas, aliuminio oksichloridas) arba geležies (geležies (III) chloridas, geležies sulfatas) druskos. Po to vanduo filtruojamas skaidrintuvuose arba mechaniniais smėliniais filtrais.

Vandens koaguliavimas. Vandens koaguliavimo metu į vandenį įdozuotos aliuminio druskos hidrolizuojasi iki mažai tirpus $\text{Al}(\text{OH})_3$, kuris kartu su vandenyje esančiomis stambiadiispersinėmis ir koloidinėmis priemaišomis nufiltruojamas filtrais arba nusodinamas skaidrintuvuose. Koaguliavimo efektyvumo padidinimui greta koagulianto į vandenį dozuojamas ir flokuliantas. Kaip flokuliantas dažniausiai yra naudojamas poliakrilamidas. Poliakrilamido dozavimas paprastai būna 0,1–1,0 mg/kg vandens.

Kai kuriais atvejais pirminiam vandens paruošimui naudojamas cheminis vandens minkštinimas. Cheminio vandens minkštinimo metu vanduo ne tik dalinai suminkštinamas, bet ir sumažinamas jo šarmingumas, pašalinamos stambiadiispersinės ir koloidinės nuosėdos, geležis bei silikatai. Vandens cheminiam minkštinimui naudojamos gesintos kalkės ir koaguliantas arba koaguliantas ir flokuliantas. Cheminis vandens minkštinimas geriausiai vyksta kai vandens $\text{pH}=10\div 10,2$. Proceso pagreitinimui, vanduo iš pradžių gali būti pašildomas iki 60°C.

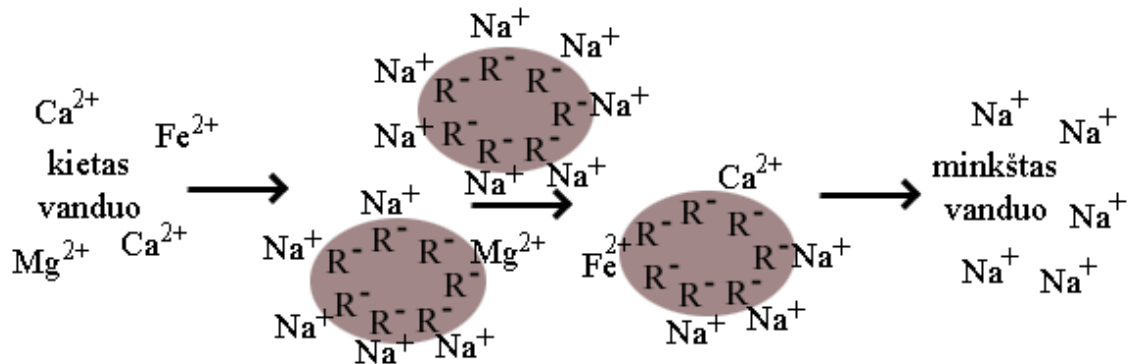
Geležies šalinimas. Geležis vandenyje gali būti divalentė (ištirpusi) arba trivalentė (suspenduotų dalelių pavidalu). Divalentė geležis oksidatoriais lengvai suoksiduojama į trivalentę, o pastaroji hidrolizuojasi ir iškrenta nuosėdomis geležies hidroksido pavidalu. Šiuo principu pagrįsta geležies pašalinimo iš vandens technologija. Geležies oksidavimui iki trivalentės geležies daugiausiai naudojamas oro deguonis arba kalio permanganato tirpalas. Atskirais atvejais gali būti naudojamas natrio hipochloritas arba natrio hipochloritas ir kalio permanganatas.

Geležies pašalinimo iš vandens įranga paprastai būna sudaryta iš oksidatoriaus įvedimo mazgo, statinės maišyklės ir specialia įkrova užpildyto mechaninio filtro.

Prieš filtravimo įrenginį, į paduodamo vandens linija per oksidatoriaus įvedimo mazgą paduodamas oras arba kalio permanganato tirpalas. Statinėje maišyklėje oksidatorius gerai sumaišomas su vandeniu. Vandenyje esantys divalentės geležies junginiai veikiami oksidatoriaus oksiduojasi iki trivalentės geležies junginių. Jeigu geležies oksidacijai naudojamas oro deguonis, tai geresniam geležies oksidavimui būna sumontuota tarpinė oksidacinė talpa. Jeigu geležies oksidavimui naudojamas kalio permanganatas ar natrio hipochloritas, oksidacinės talpos nereikia. Dauguma trivalentės geležies junginių yra netirpūs ir po oksidacijos iškrenta nuosėdų pavidalu. Vandeniui tekant per filtruojančią įkrovą yra sulaikomos trivalentės geležies nuosėdos ir kitos vandenyje esančios kietos dalelės. Šiame filtre nėra pašalinamos vandens kietumą sudarančios druskos, nesumažėja bendrasis vandens druskingumas. Filtre susikaupus pakankamai kietų dalelių, jis yra regeneruojamas. Regeneracijos metu vandens srautas paduodamas į apatinę filtro dalį, kuris supurena filtruojančią įkrovą ir kietos dalelės išplaunamos į kanalizaciją. Filtro regeneracija yra atliekama pasibaigus nustatytam filtro darbo laikui. Atlikus filtro regeneraciją jis vėl pajungiamas į darbinį režimą.

2) Vandens minkštinimas vykdomas Na-katijonitiniiais filtrais, H-katijonitiniiais filtrais su „alkana“ regeneracija arba lygiagrečiai dirbančiais H-Na-katijonitiniiais filtrais, kai dalis vandens filtruojama per Na-katijonitinius filurus, kita dalis – per H-katijonitinius filurus, o po to abu srautai sumaišomi [5].

Katijonitinių filtrų veikimas pagrįstas jonų mainų reakcijomis. 3.2. pav. pavaizduota katijonitinė derva, kurią sudaro nejudrūs polimeriniai anijonai R^- ir judrūs katijonai Na^+ . Kietam vandeniui tekant per katijonitinę dervą užpildytą filtrą, vandenyje esantys vandens kietumą sudarantys kalcio ir magnio jonai pakeičiami natrio (Na-katijonitinė derva) arba vandenilio (H-katijonitinė derva) jonais.



3.2 pav. Vandens minkštinimas jonitais

3.2 pav. pavaizduota katijonus pakeičianti derva - katijonitas. Dvivalenčiai jonai pakeičiami Na^+ jonais. Pakeitimo reakciją galima pavaizduoti tokia lygtimi: $2 NaR + M^{2+} \rightleftharpoons MR_2 + 2 Na^+$. Minkštinant vandenį vyksta tiesioginė reakcija. Sutinkamai su Le Šatelje principu padidinus NaCl koncentraciją pusiausvyra perstumoma į kairę - derva regeneruojama.

Na-katijonitinė derva regeneruojama NaCl tirpalu. Regeneracijos tirpale didelė Na^+ jonų koncentracija sugeba išstumti dvivalenčius kalcio ir magnio jonus ir padaryti jonitą vėl tinkamu naudojimui. Jonitai gali būti regeneruojami daug kartų. Vienintelė cheminė medžiaga, kuri sunaudojama minkštinant vandenį jonitais, yra NaCl.

H-katijonitinės dervos darbo principas yra lygiai toks pats kaip Na-katijonitinės dervos. Skirtumas tik tas, kad ji regeneruojama druskos (HCl) arba sieros rūgšties (H_2SO_4) tirpalu.

Vandens, kurio šarminumas didesnis už chloridų ir sulfatų koncentraciją vandenyje, minkštinimui geriau tinka H-katijonitinės dervos. Naudojant „alkanos“ regeneracijos (1 g-ekv rūgšties – vienam g-ekv filtre sulaikomų katijonų) filtro darbo režimą, filtro regeneracijos metu regeneruojamas t.y. pervedamas į H-formą, tik viršutinis katijonito sluoksnis. Apatiniai katijonito sluoksniai lieka neregeneruoti ir turi Ca^{2+} , Mg^{2+} ir Na^+ jonų. Šiuo atveju filtrai dirba iki kietumo druskų prašokimo, ir tada regeneruojami.

Vandens minkštinimo H-katijonitiniais filtrais didžiausias privalumas, lyginant su Na-katijonitiniais filtrais, yra tas, kad kartu su vandens kietumu sumažinamas vandens šarminumas ir vanduo parūgštėja. Tai ypač patogu, jeigu po vandens minkštinimo vykdoma vandens dekarbonizacija.

Lygiagrečiai dirbantys H-Na-katijonitiniai filtrai naudojami tada, kai dėl pradinio vandens sudėties negalima naudoti H-katijonitinių filtrų, bet būtina sumažinti vandens šarminumą iki 0,3 – 0,4 mg-ekv/l.

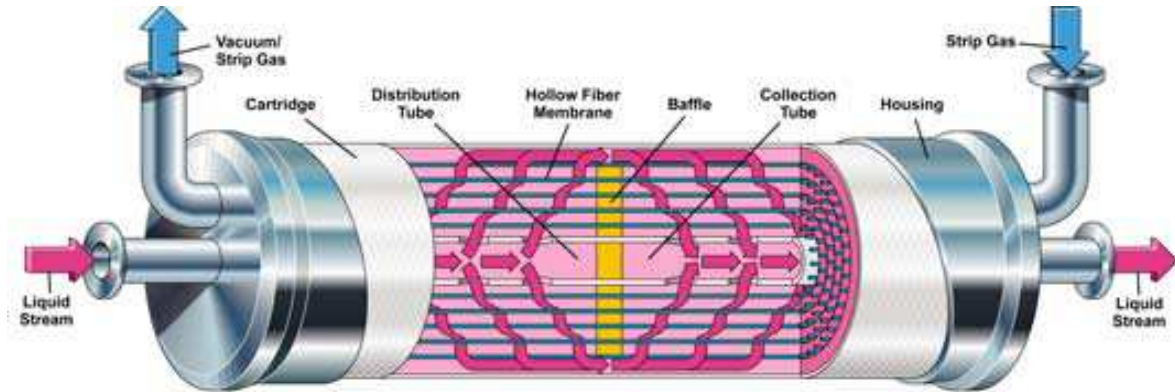
3) Vandens deaeracija. Jeigu yra naudojami tik H-katijonitiniai filtrai, prieš vandens deaeraciją yra naudojama vandens dekarbonizacija.

Dekarbonizacija. Suminkštinus vandenį tik H-katijonitiniais filtrais, vandenyje yra didelė laisvos anglirūgštės koncentracija. Anglirūgštė susidaro rūgščiame vandenyje skylant esantiems karbonatams ir hidrokarbonatams. Laisva anglirūgštė iš vandens pašalinama dekarbonizacijos metu dekarbonizatoriuje. Dekarbonizacijos metu per ruošiamą vandenį pučiamas oras, kuris pašalina iš vandens anglirūgštės perteklių. Po dekarbonizacijos vandenyje lieka 3–5 mg/kg laisvos anglirūgštės.

Vandens deaeracija. Deguonies ir anglirūgštės pašalinimui, vanduo deaeruojamas atmosferiniuose arba vakuuminiuose deaeratoriuose. Deguonies koncentracija vandenyje po deaeracijos, pagal reikalavimus, keliamus termofikacinio vandens sistemų pamaitinimo vandeniui, turi neviršyti 50

µg/kg, o anglirūgštės visiškai negali būti. Dėl anglirūgštės pašalinimo iš vandens, bei dalinio hidrokarbonato skilimo deaeratoriuje, padidėja pamaitinimo vandens pH. Kuo didesnis vandens šarminumas, tuo pH padidėjimas yra didesnis.

Vandens deaeracija ir dekarbonizacija gali būti vykdoma membraniniais deaeratoriais. Membraninio deaeratoriaus schema pateikta 3.3 pav.



3.3 pav. Membraninio deaeratoriaus schema

Membraninio deaeratoriaus pagrindinė dalis yra vamzdelio formos polimerinės membranos. Šių membranų skersmuo tik 300 µm. Membranų sienelės yra porėtos, tačiau poros tokios mažos, kad praleidžia tik dujų molekules. Vandens molekulės per jas nepraeina. Visų membranų galai sujungti bendru kolektoriumi. Galimi dviejų tipų membraniniai deaeratoriai:

- membraniniai deaeratoriai, kurių darbui reikia vakuuminio siurblio ir inertinių dujų;
- vakuuminiai membraniniai deaeratoriai.

Membraninio deaeratoriaus veikimo principas: šaltas ar šiltas (iki 60°C temperatūros) vanduo siurbliu paduodamas į deaeratorių. Deaeratoriaus viduje vanduo teka membranų paviršiumi. Vienas membranų kolektorius prijungtas prie vakuuminio siurblio, o į kitą kolektorių paduodamos inertinės azoto dujos. Kadangi azoto dujų tirpumas vandenyje yra didesnis nei deguonies, azotas iš vandens išstumia deguonies molekules, kurios per membranų vidurį pašalinamos iš deaeratoriaus. Membraninio deaeratoriaus darbui naudojamos labai švarios 99,995 % azoto dujos.

Vakuuminio membraninio deaeratoriaus veikimo principas yra analogiškas, tik vietoje inertinių dujų naudojamas vakuumas, ir vandens deaeracija vyksta tik vakuumo pagalba.

3.4. Cheminiai reagentai

Termofikacinio vandens apdirbimui naudojamus cheminius reagentus galima suskirstyti į dvi pagrindines grupes:

- medžiagos, skirtos vandenyje ištirpusio deguonies surišimui
- medžiagos, skirtos sistemų apsaugai nuo nuovirų susidarymo ir korozijos.

3.4.1. Ištirpusio deguonies surišimui naudojamos medžiagos

Ištirpusio deguonies surišimui naudojamos medžiagos: natrio sulfitas, hidrazinas, taninai ir kt.

Natrio sulfitas. Ištirpusio deguonies surišimui naudojant natrio sulfitą, deguonies surišimas vyksta pagal sekančią lygtį [6]:



Pagal 3.4 reakcijos lygtį galima apskaičiuoti, kad 1 g deguonies surišti reikia 7,88 g natrio sulfito. Naudojant šį reagentą, termofikacinio vandens sistemoje turi būti palaikomas 30–50 mg/l natrio sulfito perteklius. Pagrindinis šio reagento trūkumas yra padidėjusi vario ir kitų spalvotųjų metalų

sulfidinės korozijos tikimybė. Be to, termofikacinio vandens tinklo papildymui naudojant nedeaeruatą vandenį, tinklo vandenyje smarkiai padidėja, plieno koroziją skatinančių, sulfatų koncentracija.

Hidrazinas. Hidrazinas yra puikus deguonies surišėjas ir metalo paviršių pagyvuojujantis reagentas, tačiau dėl toksiškumo, jo naudojimo galimybės yra labai ribotos. Deguonies surišimui termofikacinio vandens tinkle hidraziną galima naudoti tik pirmame kontūre, trijų kontūrų sistemoje.

Taninai. Taninai yra organiniai aromatiniai polifenoliniai junginiai, kurių molekulinė masė 60-2000. Jie efektyviai veikia šarminėje terpėje, kurioje susidaro natrio tanatai. 1 mg deguonies surišti reikia 2 g natrio tanato. Taninai ne tik suriša vandenyje ištirpusį deguonį, bet ir ant plieno paviršiaus suformuoja apsauginę trivalentės geležies tanato plėvelę, kuri apsaugo plieną nuo korozijos. Taninai – ekologiškai švarūs reagentai.

3.4.2. Medžiagos, skirtos termofikacinio vandens sistemų apsaugai nuo nuovirų susidarymo ir korozijos

Korozijos stabdymui termofikacinio vandens tinkluose naudojamos įvairios medžiagos: kaustikinė soda (NaOH), chromatai, boratai, nitritai, silikatai, molibdatai, morfolinas, aminai, askorbo rūgštis, karbohidrazidas, dietilhidroksilaminas, hidrochinonas, metiletiketoksimai ir jų mišiniai.

Kaustikinė soda (NaOH). Kaustikinė soda naudojama termofikacinio vandens pH padidinimui iki reikiamos 8,5–9,5 reikšmės. Pakėlus termofikacinio vandens pH iki nurodytos reikšmės, surišama visa laisva anglirūgštė ir taip sustabdoma anglirūgštinė plieno korozija.

Chromatai. Termofikacinio vandens apdirbimas chromatais vykdomas palaikant termofikacinio vandens $pH = 9 \div 9,5$. Tinklo apsaugai nuo korozijos naudojamos didelės chromatų koncentracijos 700 mg/l ir daugiau. Esant chromatų koncentracijai iki 700 mg/l, bakterijų augimas tinklo vandenyje yra sustabdytas. Kai chromatų koncentracija yra virš 700 mg/l, termofikacinio vandens sistemoje pradeda vystytis bakterijos, kurios sukelia mikrobiologinę tinklo koroziją. Pagrindinis chromatinės technologijos trūkumas – yra chromatų toksiškumas, todėl juos galima naudoti tik pirmame kontūre, trijų kontūrų sistemoje. Be to vandenyje atsiradus organinių medžiagų (etilenglikolio, tepalo ar alyvos), chromatai suskyla, sudarydami netirpų $Cr(OH)_3$.

Boratai ir nitritai. Korozijos inhibitoriai pagaminti boratų ir nitritų pagrindu, skirtingai nei chromatai, neteršia aplinkos, bei nekeičia vandens spalvos. Dozuojant šiuos korozijos inhibitorius, uždaroje termofikacinio vandens sistemoje rekomenduojama palaikyti vandens $pH = 9 \div 9,5$. Nitritai yra maisto medžiaga bakterijoms, todėl ant vamzdžių paviršių susidaro mikrobiologinė plėvelė ir vanduo įgauna blogą kvapą. Sistemų apsaugai nuo korozijos reikalinga didelė inhibitoriaus koncentracija.

Silikatai. Silikatai yra netoksiški, neteršia aplinkos, nekeičia vandens spalvos, nėra maistinė medžiaga bakterijoms. Silikatai ant vamzdžių sienelių sudaro apsauginę plėvelę, taip apsaugodami tinklo vamzdžius nuo korozijos. Termofikacinio vandens apdirbimas silikatais yra žymiai pigesnis negu kitais korozijos inhibitoriais. Be to, tai vienas iš nedaugelio reagentų, kuriuos leidžiama naudoti atvirose termofikacinio vandens sistemose. Pagrindinis vandens apdirbimo silikatais trūkumas yra žemas efektyvumas nejudančiame vandenyje, bei kristalinių $CaSiO_3$ ir $MgSiO_3$ nuosėdų susidarymas, silikatus dozuojant į kietą vandenį.

Fosfatai. Termofikacinio vandens apdirbimui dažniausiai naudojamas natrio polifosfatas. Polifosfatų, kaip korozijos inhibitorių veikimo principas pagrįstas apsauginės plėvelės ant vamzdinių paviršiaus sudarymu. Pirmiausiai ant vamzdžių sienelių susidaro apsauginė plėvelė iš geležies oksido ir geležies fosfato. Vėliau, jie reaguoja su vandenyje esančiais kalcio jonais ir suformuoja antrą apsauginę plėvelę iš kalcio fosfato. Atlikti tyrimai parodė, kad šių susidariusių sluoksnių apsauginis veikimas yra skirtingas. Pirmasis apsauginis sluoksnis, sudarytas iš geležies oksido ir geležies fosfato padidina anglinio plieno elektrodingą potencialą iki pasyvuojančio lygmens ir apsaugo vamzdinę nuo geležies tirpinimo. Viršutinis apsauginės plėvelės sluoksnis, sudarytas iš

calcio fosfato, užkerta kelią deguonies, bei agresyvių chlorido ir sulfato jonų difuzijai prie anglinio plieno paviršiaus, taip apsaugodamas anglinį plieną nuo korozijos[6].

Be to tai vienas iš nedaugelio reagentų kuriuos leidžiama naudoti atvirose termofikacinio vandens sistemoje.

Kaip korozijos inhibitoriai termofikacinio vandens apdirbimui taip pat naudojami reagentai, pagaminti molibdatų, aminų ir polimerų pagrindu. Molibdatai, kaip ir chromatai, ant vamzdyno vidinių paviršių sudaro apsauginę plėvelę, taip apsaugodami sistemą nuo korozijos. Aminai naudojami termofikacinio vandens pH padidinimui iki 9÷9,5. Polimerai apsaugo sistemą nuo nuovirų susidarymo. Tokia kompozicija nekenksminga, neteršia aplinkos, nekeičia vandens spalvos, tačiau yra brangi.

Be jau išvardintų cheminių reagentų, termofikacinio vandens paruošimui naudojami įvairūs kompleksiniai reagentai, kurie atlieka daug funkcijų: šarmina termofikacinį vandenį, suriša ištirpusį deguonį, apsaugo sistemas nuo korozijos sudarydami apsaugines plėveles ir t.t.

3.4.3. Priemonės, naudojamos deaeroto vandens apsaugai nuo aeracijos bakuose–akumulatoriuose ir bakų–akumuliatorių apsauga nuo vidinės korozijos

Svarbiu centralizuoto šilumos tiekimo sistemų elementu yra atvirų sistemų bakai-akumulatoriai, bei pamaitinimo vandens atsargos talpos uždaroje CŠT tinkluose [4]. Bakai naudojami užtikrinti reikalingą CŠT tinklo papildymui reikalingą vandens kiekį, kintant jo poreikiui. Todėl vandens bakai turi būti apsaugoti nuo vidinės korozijos bei paruoštą vandenį nuo pakartotinos aeracijos. Nuo to priklauso deguonies ir angliarūgštės koncentracijos tinklo vandenyje.

Vandens apsaugai nuo aeracijos, bei pačių bakų apsaugai nuo vidinės korozijos naudojamos priemonės skirstomos į dvi grupes:

- 1) kombinuotos priemonės, kai abiejų tikslų pasiekimui naudojamos tos pačios priemonės;
- 2) atskiros priemonės, kai tikslų pasiekimui naudojamos skirtingos priemonės.

Pirmuoju atveju yra naudojami specialūs hermetikai. Hermetikų panaudojimas turi eilę privalumų, lyginant su kitomis priemonėmis:

- a) vienos medžiagos naudojimas užtikrina metalinių vidinių bakų paviršių apsaugą nuo korozijos, bei apsaugo bako esantį vandenį nuo pakartotinos aeracijos;
- b) nereikalauja bako vidinio paviršiaus papildomo paruošimo prieš naudojimą naujuose bakuose ir bakuose, kurie buvo eksploatuoti ne daugiau 2 metus;
- c) paprasta padengimo technologija;
- d) trumpas antikorozinės dangos sudarymo laikas ant bako paviršių;
- e) ilgesnis bakų eksploatavimo laikas be periodinio dangos remonto;

Be minėtų privalumų, hermetikai turi ir keletą trūkumų:

- a) bako turi būti įrengtas kontrolinis-įspėjamasis įrenginys (automatinis ar mechaninis), kuris neleidžia hermetikui patekti į sistemą (vamzdžius, garo generatorius ir t.t.);
- b) bakas turi turėti persipylimo įrenginį, kuris neleis hermetiko išpilti į kanalizaciją.

Antruoju atveju – paruoštas bakų vidinis paviršius padengiamas apsauginiu grunto ir specialių dangų sluoksniu. Vandens apsaugai nuo aeracijos, ant vandens paviršiaus sudaromas izoliuojantis barjeras: dujų nepraleidžiančios plėvelės, specialūs plūdurai, plaukiojantys rutuliukai iš įvairių medžiagų, garo ir azoto pagalvės. Dauguma iš šių būdų praktinio naudojimo metu pasirodė neefektyvūs ir neužtikrino patikimos apsaugos nuo deguonies ir angliarūgštės difuzijos iš oro į deaeruatą vandenį. Pavyzdžiui: specialūs plūdurai dėl jų dydžio ir gamybos sudėtingumo neužtikrino patikimo hermetiškumo. Vandenį nuo aeracijos taip pat galima apsaugoti virš vandens sukūriant nulinį parcialinį deguonies slėgį arba ant fazių skiriamąjį paviršiaus sudarant dujų nepraleidžiantį sluoksnį. Pirmuoju atveju virš vandens esantis oras pakeičiamas vandens garais arba inertinėmis dujomis (pavyzdžiui azotu). Šis būdas nėra plačiai naudojamas, kadangi bako būtina palaikyti 4,9–9,8 kPa viršslėgį, taip pat būtina naudoti slėgio reguliatorių, kuris užtikrintų, kad bako

nesusidarytų vakuumas arba per didelis slėgis. Be to gaunami papildomi garo nuostoliai, dėl garavimo per išgarų vamzdį. Vandens šildymo katilinėse šio būdo naudojimas yra neįmanomas, kadangi šiose katilinėse garas negaminamas. Azoto pagalvės naudojimas taip pat nesulaukė plataus pritaikymo dėl ekonominių rodiklių susijusių su šių dujų nuostoliais.

Perspektyvus vandens apsaugos nuo aeracijos metodas yra plaukiojančių medžiagų panaudojimas. Rusijos institute ВТИ buvo išbandyta eilė plaukiojančių medžiagų: polipropileningieji rutuliukai, putų polistireno rutuliukai, miltelių pavidalo medžiagos (krezosferos ir hidrofobinė kreida). Bandymų metu buvo nustatyta, kad geriausiai vandenį nuo pakartotinos aeracijos apsaugo putų polistireno rutuliukai, kurių skersmuo 2,5 mm, o rutuliukų sluoksnio storis sudarė 80 mm. Putų polistireno rutuliukus galima naudoti iki 75 °C temperatūros.

Labai geri rezultatai buvo gauti naudojant krezosferas (kieto kuro pelenus) ir hidrofobinę kreidą. Lemiamą reikšmę aukštam efektyvumui turėjo šių medžiagų dalelių dydis, kuris sudarė 1–15 μm, o sluoksnio aukštis buvo 25 mm. Tačiau šių medžiagų naudojimo galimybes dar reikia toliau tirti, ilgalaikės eksploatacijos metu.

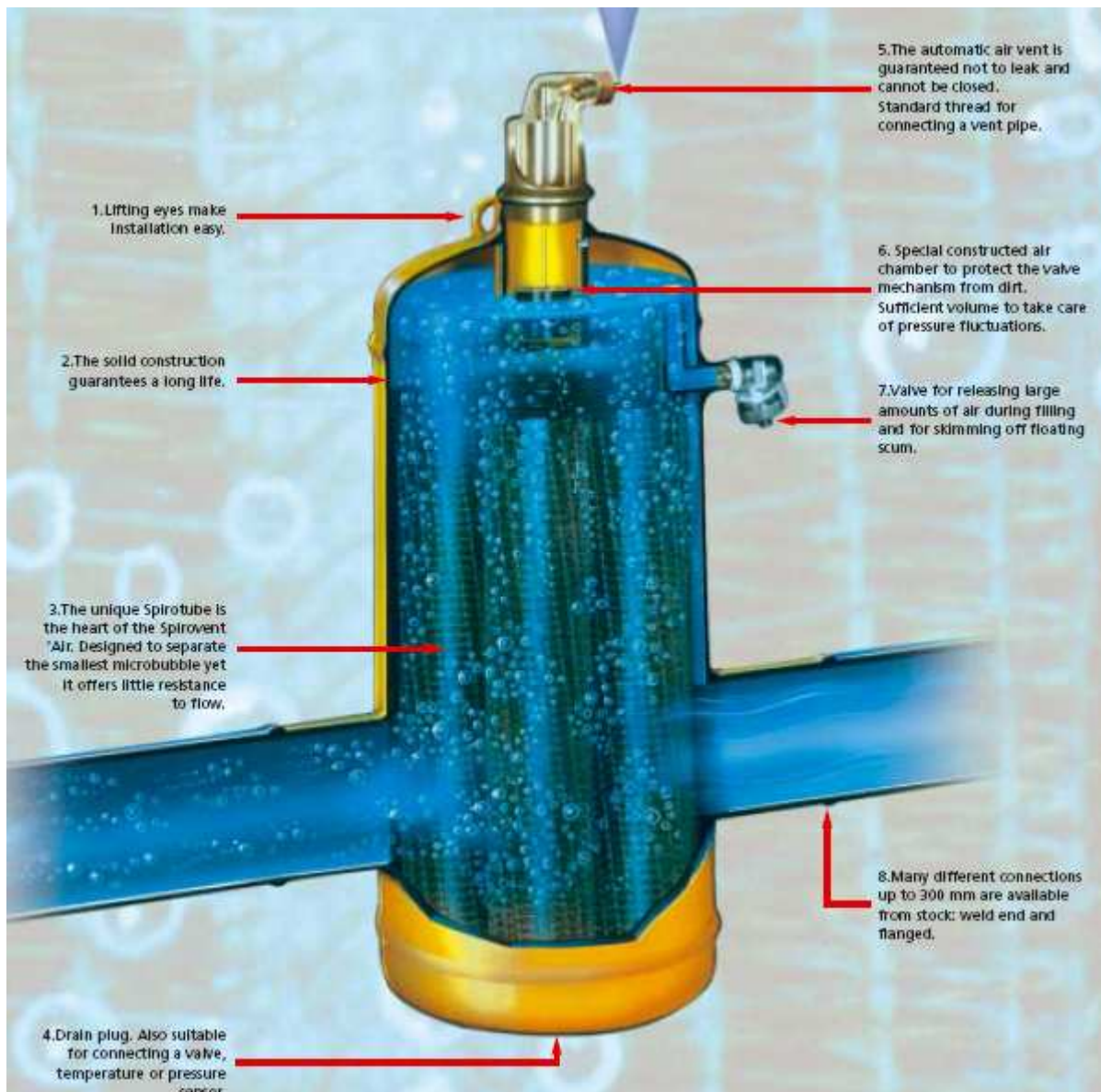
3.4.4. Termofikacinio vandens filtravimas

Prie termofikacinio vandens kokybės gerinimo taip pat priskiriamas grįžtamo termofikacinio vandens mechaninis filtravimas kasetiniais arba rankovinėmis filtrais. Šio filtravimo tikslas - iš termofikacinio vandens pašalinti korozijos produktus ir kitas suspenduotąsias medžiagas. Rekomenduojama filtruoti 1–3% cirkuliuojančio vandens. Į termofikacinio vandens filtrą vanduo, papildomo siurblio pagalba, paduodamas iš grįžtamo vandens magistralinio vamzdžio apačios, kadangi būtent vamzdžio apačioje susikoncentruoja didžioji šlamo dalis. Suspenduotųjų medžiagų šalinimas iš termofikacinio vandens tinklo padeda apsaugoti sistemą nuo pošlaminės korozijos, kuri vyksta po nusėdusio šlamo sluoksniu. Eksploatacijos pradžioje termofikacinio vandens filtravimui naudojamos kasetės arba rankovės, kurių porų dydis 20–40 μm, kad pašalinti iš tinklo vandens stambias suspenduotąsias medžiagas. Eksploatuojant sistemą ilgesnį laiką ir nusistovėjus stabiliam tinklo darbo režimui, naudojamos kasetės ir rankovės, kurių porų dydis yra 2–5 μm.

Užsienyje naudojamas ne tik termofikacinio vandens filtravimas, bet ir tinklo vandens deaeracija. Tam naudojami specialūs deaeratoriai, kurie gali būti montuojami ant paduodamo vandens vamzdžio iš karto už katilo arba ant grįžtamo vamzdžio. Tokio deaeratoriaus pavyzdys pateiktas 3.4 pav. Deaeratorių sudaro korpusas, kurio viduje sumontuoti specialūs reto tinklo elementai. Deaeratoriaus viršuje sumontuotas automatinis nuorintojas, kuris išleidžia į aplinką deaeratoriuje susikaupusį orą.

Deaeratoriaus veikimo principas: vandenį šildant katile, vandenyje ištirpusių dujų tirpumas mažėja ir jos pradeda formuoti mikroburbuliukus. Dėl padidinto slėgio katile, šios dujos negali išsiskirti iš vandens. Patekę į deaeratorių, dujų burbuliukai, dėl nedidelio deaeratoriaus hidraulinio pasipriešinimo, pradeda skirtis iš vandens ir susikaupia deaeratoriaus viršuje, iš kur pašalinamos automatinio nuorintojo pagalba.

Tokios konstrukcijos įrenginiai gali atlikti keletą funkcijų: dirbti kaip deaeratoriai, kaip mechaniniai filtrai, kaip mechaniniai filtrai ir deaeratoriai.



3.4 pav. Deaeratorius.

3.4.5. Korozijos greičio matavimas

Vandens šilumos tinklo ir kondensato vamzdynų vidinių paviršių korozija turi būti nuolat kontroliuojama atliekant tinklo vandens ir kondensato analizes, taip pat statant būdingiausiose vietose vidinės korozijos indikatorius (šilumos šaltinio išvaduose, galiniuose ruožuose, dviejose trijose magistralės tarpinėse vietose) [7–10].

Korozijos greičio matavimui CŠT tinkle gali būti naudojami įvairūs metodai:

- 1) korozijos indikatoriai;
- 2) metalo elektrinės varžos matavimas;
- 3) metalo indukcinės varžos matavimas;
- 4) linijinės poliarizacinės varžos matavimas;

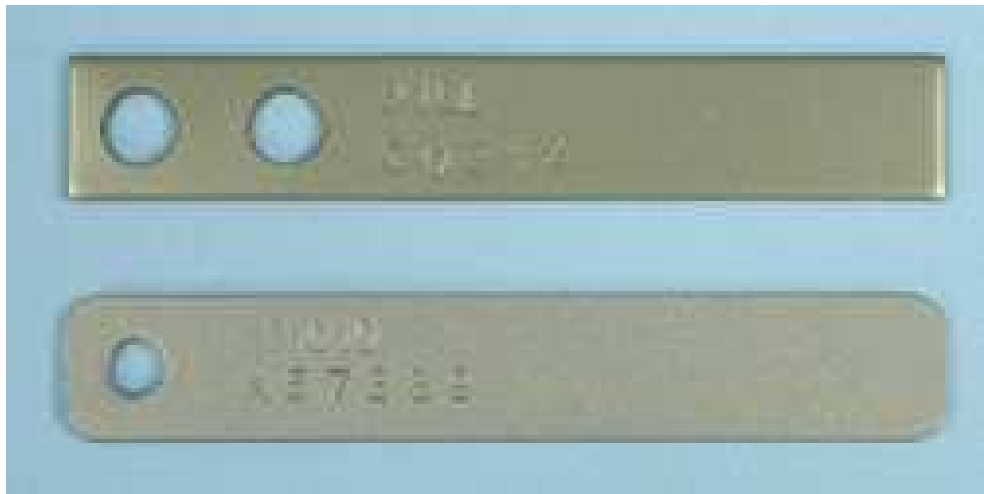
Pats paprasčiausias ir plačiausiai naudojamas korozijos greičio matavimo būdas yra korozijos indikatoriai. Kiti trys būdai yra gana sudėtingi, jiems reikia specialios aparatūros.

Vizualinę vidinių tinklo paviršių kontrolę galima atlikti tik tinklo sustabdymo metu. Korozijos stendas su jame įstatytais korozijos indikatoriais leidžia reguliariai stebėti medžiagų būklę tinklo darbo metu bei įsitikinti naudojamų korozijos inhibitorių efektyvumu. Korozijos greičio matavimas

korozijos indikatorių metodu atliekamas pagal ASTM G1-G4 standartus (ASTM tai American Society for Testing and Materials) [11].

Metodo esmė

Metalų korozijos greitis apskaičiuojamas, remiantis metalinių plokštelių (korozijos indikatorių) svorio pakitimu po jų sąveikos su vandeniu. Korozijos greičio matavimui naudojami įvairių formų standartiniai korozijos indikatoriai. Naudojamų indikatorių pavyzdžiai pateikti 3.5–3.7 pav.



3.5 pav. Plokšti korozijos indikatoriai

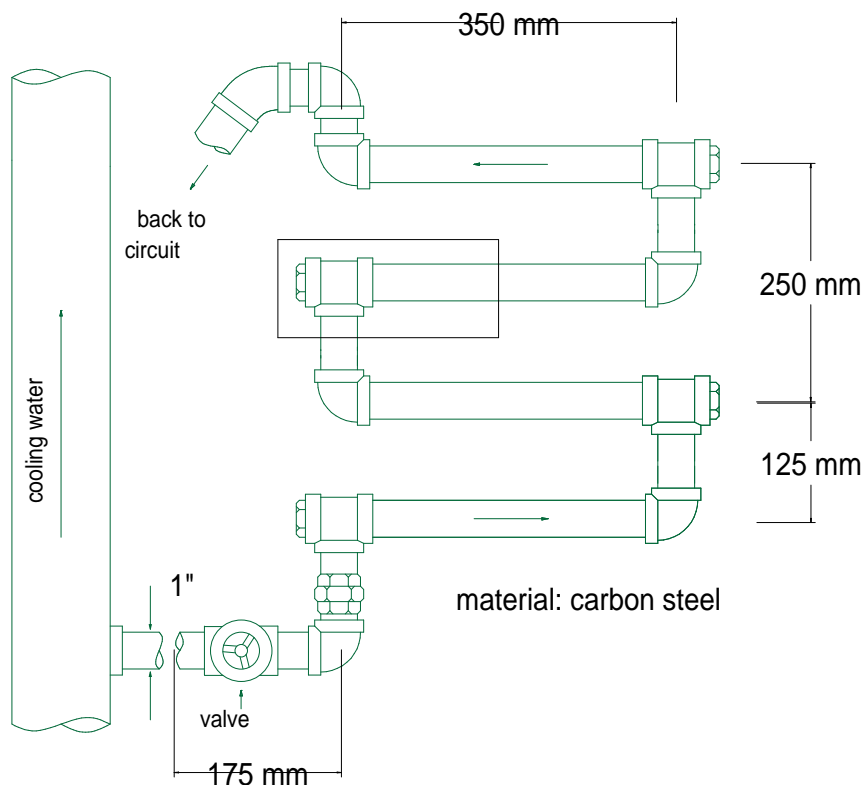


3.6 pav. Apvalūs korozijos indikatoriai



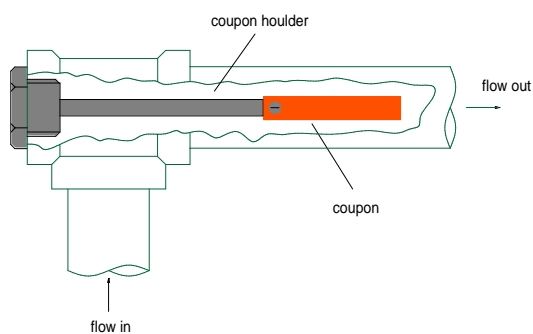
3.7 pav. Korozijos ir nuovirų susidarymo indikatoriai

Korozijos indikatoriai tvirtinami specialiuose stenduose taip, kaip parodyta 3.8 pav.



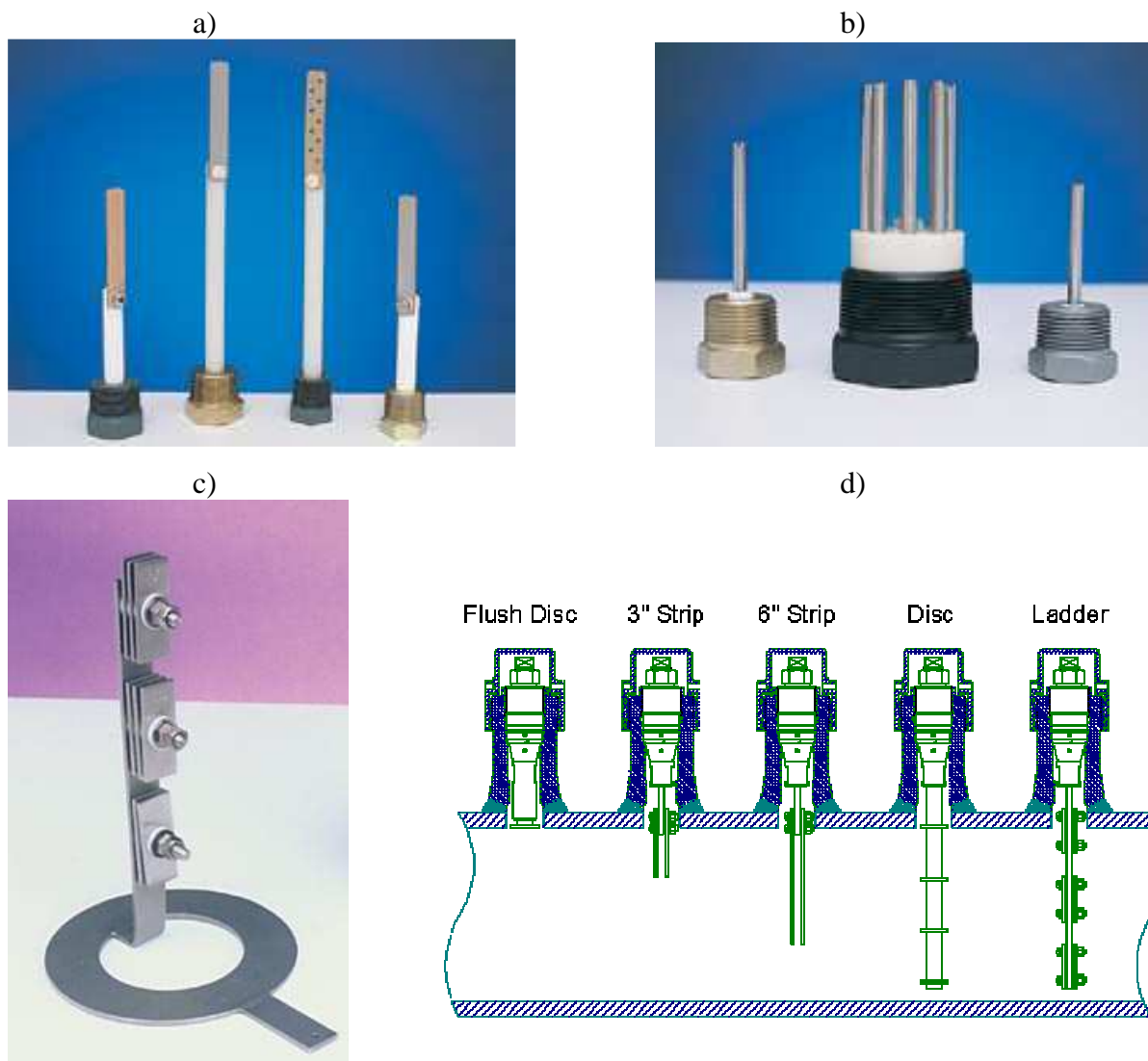
3.8 pav. Korozijos indikatorių tvirtinimo stendas

3.9 pav. parodytas korozijos indikatorių tvirtinimas ant specialaus laikiklio korozijos greičio matavimo stende. Korozijos indikatorių dydis bei paviršiaus plotas yra standartiniai.



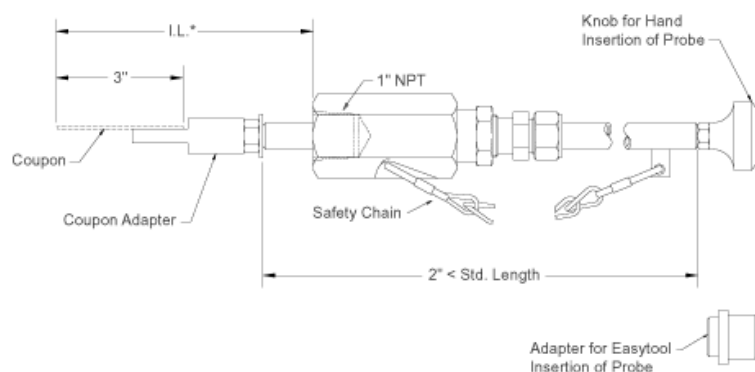
3.9 pav. Korozijos indikatorių tvirtinimas ant laikiklio

Korozijos indikatoriai ant laikiklio tvirtinami plastikiniu arba metaliniu varžtu. Tvirtinimui naudojant metalinį varžtą, korozijos indikatorius apačioje ir viršuje turi būti įdėtos plastikinės (geriausiai tefloninės) tarpinės, kad indikatorius tiesiogiai nesiliestų su laikikliu. Naudojami korozijos indikatoriai ir jų laikikliai parodyti 3.10 pav.



3.10 pav. Korozijos indikatoriai ir jų laikikliai: a) plokšti korozijos indikatoriai ir jų laikikliai; b) apvalūs korozijos indikatoriai ir jų laikikliai; c) į vamzdyną įkišamas korozijos indikatorių laikiklis su plokščiais korozijos indikatoriais; d) įvairių korozijos indikatorių tvirtinimas vamzdyje.

Tiksliausi korozijos greičio nustatymo rezultatai gaunami korozijos indikatorius įdėjus tiesiai į tinklo vamzdyną. Tuo tikslu naudojami specialūs korozijos indikatorių laikikliai 3.11 pav. kurie leidžia įdėti ir išimti korozijos indikatorius tinklo darbo metu.



3.11 pav. Korozijos indikatorių laikiklis

3.11 pav. parodytas laikiklis užsukamas ant termofikacinio vandens vamzdžio privirinto atvamzdžio su rutuliniu ventiliu. Atidarius ventilių, korozijos indikatorius įkišamas į vamzdį ir užfiksuojamas.

Iš karto po įstatymo blizgantys korozijos bandiniai rodo didelį korozijos greitį, kuris, susiformavus apsauginiam sluoksniui, vėliau sumažėja ir atitinka tinklo korozijos greitį. Dėl šios priežasties kontaktinis laikas turi būti mažiausiai 2 savaitės.

Po sąveikos su vandeniu korozijos indikatoriai vizualiai apžiūrimi, nufotografuojami, nuvalomi ir pasveriami. Korozijos produktų, kalcio karbonato bei kitų nuosėdų pašalinimui bandiniai merkami į indą su nuėsdinimo tirpalu. Plokštelės lėtai judinamos nuėsdinimo tirpale tol, kol nuosėdos visiškai pašalinamos. Procesą galima pagreitinti, naudojant ultragarsinę techniką. Nuėsdinimo tirpalai ruošiami, remiantis atitinkamomis instrukcijomis [11].

Nuvalyti blizgantys bandiniai plaunami šaltu tekančiu vandeniu ir perplaunami nudruskintu vandeniu. Vandens likučiai skubiai pašalinami pirmaisiai izopropanoliu, po to - acetonu. Bandiniai džiovinami kaitinimo krosnelėje 105°C temperatūroje. Po to 10–15 min aušinami eksikatoriuje.

Korozijos greitis, mm/metus, apskaičiuojamas, įvertinant korozijos indikatoriaus svorio nuostolius, sąveikos su vandeniu laiką bei faktorių, kurio reikšmė priklauso nuo metalo, iš kurio pagamintas korozijos indikatorius bei indikatoriaus paviršiaus ploto.

Rezultatų skaičiavimas

Rezultatai skaičiuojami pagal 3.5 formulę:

$$CR = \frac{\Delta m \times 365}{A \times \rho \times t} = \frac{\Delta m \times f}{t} \quad (3.5), \text{ čia:}$$

CR- korozijos reitis g [mm/metus]

Δm - svorio nuostoliai [mg]

A - plokštelės paviršiaus plotas [mm²]

ρ - medžiagos, iš kurios pagamintas korozijos bandinys, tankis [g/cm³]

t - sąveikos su vandeniu laikas [dienomis]

f - faktorius = 365/(A × ρ)

Šiuo metu galima įsigyti įvairių standartinių korozijos indikatorių, pagamintų iš įvairių metalų, bei jų laikiklių. Korozijos indikatorių ir jų laikiklių gama pateikta 3.12 pav.



3.12 pav. Korozijos indikatorių ir jų laikiklių gama

4. LIETUVOS IR EUROPOS SĄJUNGOS ŠALIŲ TEISĖS AKTAI, REGLAMENTUOJANTYS SISTEMŲ TERMOFIKACINIO VANDENS KOKYBĖS RODIKLIUS, VANDENS PARUOŠIMO ĮRENGIMŲ, TECHNOLOGIJŲ IR CHEMINIŲ REAGENTŲ PARINKIMĄ, ĮRENGIMĄ, SAUGŲ EKSPLOATAVIMĄ, PRIEŽIŪROS IR KONTROLĖS ORGANIZAVIMĄ

4.1. Lietuvos teisės aktai, reglamentuojantys Sistemų termofikacinio vandens kokybės rodiklius, vandens paruošimo įrengimų, technologijų ir cheminių reagentų parinkimą, įrengimą, saugų eksploatavimą, priežiūros ir kontrolės organizavimą.

Pagrindinis teisės aktas, reglamentuojantis Sistemų termofikacinio vandens kokybės rodiklius, vandens paruošimo įrengimų, technologijų ir cheminių reagentų parinkimą, įrengimą, saugų eksploatavimą, priežiūros ir kontrolės organizavimą yra „ELEKTRINIŲ IR ELEKTROS TINKLŲ EKSPLOATAVIMO TAISYKLĖS“ patvirtintos Lietuvos Respublikos ūkio ministro 2001 m. gruodžio 21 d. įsakymu Nr. 389 (Lietuvos Respublikos ūkio ministro 2004 M. sausio 6 d. įsakymo Nr. 4-2 redakcija). Šiose taisyklėse yra išdėstyti pagrindiniai techniniai ir organizaciniai energetikos įrenginių ir statinių eksploatavimo reikalavimai. Taisyklės nurodo:

4.1.1. Reikalavimai vandens chemijos režimui

1. Vandens ruošimas katilams maitinti ir vandens chemijos režimas turi atitikti katilo gamintojo ir projekte nurodytų sprendimų reikalavimus.
2. Autonominėse katilinėse galima nemontuoti vandens paruošimo įrenginių, jei katilų ir šildymo sistemų cirkuliacijos kontūrų pirminis ir avarinis užpildymas atliekamas chemiškai valytu vandeniu ar kondensatu. Tam katilinėje turi būti įrengta pildymo įranga.
3. Jei atitinkamų katilams keliamų reikalavimų gamintojai ar projektuotojai nepateikia, reikia vadovautis Taisyklėse nurodytais reikalavimais.
4. Vandens ruošimo įrenginių eksploatavimą ir vandens chemijos režimą reikia tvarkyti taip, kad nebūtų gadinami katilų ir šilumos tinklų įrenginiai ir nesumažėtų jų ekonomiškumas dėl vandens ruošimo, įrenginių vidinių paviršių korozijos, susidarius nuovioms ir nuoguloms ant katilo šilumą perduodančiųjų paviršių, dumbliui katilų ir šilumos tinklų įrenginiuose ir vamzdynuose.
5. Garo katilų garo ir maitinimo vandens chemijos režimas turi atitikti katilų gamintojų ir projekte nurodytų sprendimų reikalavimus. Jei gamintojai ar projektuotojai katilų garo ir maitinimo vandens chemijos režimų nepateikė, reikia vadovautis Elektrinių ir elektros tinklų eksploatavimo taisyklių (Taisyklių 1 priedo 10 punktas) ir Lietuvos standarto LST EN 12953-10:2004 „Kaitravamzdžiai katilai. 10 dalis. Tiekiamo vandens ir katilo vandens kokybės reikalavimai“ reikalavimais (Taisyklių 1 priedo 19 punktas).
6. Vandens šildymo katilų ir šilumos tinklų vandens chemijos režimas turi atitikti katilų ir šilumos tinklų įrenginių gamintojų, projekte nurodytų sprendimų reikalavimus. Jei gamintojai ar projektuotojai katilų ir šilumos tinklų įrenginių vandens chemijos režimų nepateikė, reikia vadovautis Elektrinių ir elektros tinklų eksploatavimo taisyklių (Taisyklių 1 priedo 10 punktas) ir Lietuvos standarto LST EN 12953-10:2004 „Kaitravamzdžiai katilai. 10 dalis. Tiekiamo vandens ir katilo vandens kokybės reikalavimai“ reikalavimais (Taisyklių 1 priedo 19 punktas).
7. Naujų vandens ruošimo metodų ir vandens chemijos režimų naudojimas turi būti suderintas su įrenginius projektavusiu ar leidimą (licenciją) vykdyti šią veiklą turinčiu juridiniu asmeniu.

8. Vandens ruošimo, kondensato valymo ir vandens kokybės koregavimo įrenginių planinį remontą reikia atlikti kartą per 3 metus, filtruojančiųjų medžiagų lygį veikiant filtrams reikia matuoti kartą per metus papildant įkrovą iki projekte numatyto aukščio.

4.1.2. Vandens cheminės kontrolės organizavimas

1. Vandens cheminė kontrolė turi užtikrinti, kad būtų:

1.1. laiku išaiškinti vandens ruošimo, katilų veikimo režimo sutrikimai, lemiantys korozijos, nuovirų ir nuogulų susidarymą;

1.2. nustatyta vandens, garo, kondensato, nuogulų, reagentų, konservuojančiųjų ir cheminio valymo tirpalų, kuro, šlako, pelenų, dujų, alyvų ir nutekamojo vandens kokybė ar sudėtis;

1.3. nustatytas į atmosferą išmetamų kenksmingųjų medžiagų kiekis;

1.4. nustatyta rezerve esančių įrenginių korozinė būklė.

2. Katilinę (katilą) leidžiama eksploatuoti tik tinkamai aprūpinus aptarnaujantį personalą įrenginiais ir prietaisais, leidžiančiais užtikrinti visapusę cheminę kontrolę, nurodytą Taisyklių 191 punkte.

3. Visuose kontroliuojamuose garo/vandens ruožuose turi būti įrengtos vandens ir garo bandinių ėmimo vietos su aušintuvais bandiniams ataušinti iki +20–+40 °C temperatūros. Bandinių ėmimo linijos ir šaldytuvų aušinantieji paviršiai turi būti pagaminti iš nerūdijančio plieno.

4. Katilinėse ir šilumos tinkluose turi būti parengtas eksploatavimo sąlygas atitinkantis ir katilo savininko patvirtintas vandens chemijos režimo cheminės kontrolės grafikas.

5. Cheminės kontrolės grafike reikia nurodyti:

5.1. kontroliuojamų srautų pavadinimus ir vandens kokybės normas;

5.2. automatinių cheminės kontrolės prietaisų rodmenų registracijos tvarką ir jų teisingumo tikrinimo periodiškumą;

5.3. laboratorinės kontrolės metodus, periodiškumą.

6. Cheminės kontrolės grafiką reikia peržiūrėti ne rečiau kaip kartą per 3 metus, įvertinti pakitusias eksploatavimo sąlygas, įrenginių būklę, įdiegti naujus kontrolės metodus ir prietaisus.

7. Be katilų vidinės apžiūros, papildomai iš šildymo paviršių turi būti išpjaunami vamzdžių pavyzdžiai. Vamzdžių pavyzdžių išpjovimo vietą ir periodiškumą reikia nustatyti vadovaujantis galiojančiais norminiais teisės aktais.

8. Pagal įrenginių vidinės apžiūros, nuogulų kiekio ir cheminės sudėties tyrimo rezultatus turi būti surašomas įrenginių vidinių paviršių būklės, būtinumo atlikti cheminį valymą ir naudoti kitas priemones, silpninančias katilų koroziją ir nuogulų susidarymą, aktas. [7]

4.1.3. Reikalavimai šilumos tinklų pamaitinimo ir tinklo vandens kokybei

Šilumos tinklų pamaitinimo vandens kokybė turi atitikti šias normas: [7]

1. laisvosios anglirūgštės	turi nebūti
2. pH šilumos tiekimo sistemoje:	
2.1. atviroje	8,5-9,0**
2.2. uždaroje	8,5-9,5**
3. ištirpusio deguonies, $\mu\text{g}/\text{dm}^3$, ne daugiau kaip	50
4. suspenduotųjų medžiagų, mg/dm^3 , ne daugiau kaip	5
5. naftos produktų, mg/dm^3 , ne daugiau kaip	1

*** Karbonatinio indekso I_k vertė turi būti ne didesnė, kaip nurodyta 4.1 lentelėje.

** Viršutinė pH riba leidžiama tik labai minkštam vandeniui, kai vandens kietumas ne didesnis kaip $300\mu\text{g-ekv}/\text{dm}^3$, apatinė - specializuotos organizacijos/įmonės leidimu gali būti koreguojama priklausomai nuo įrenginių ir šilumos tinklų tinklo vamzdžių vidinės korozijos intensyvumo. Uždaroje šilumos tiekimo tinkluose, specializuotos organizacijos/įmonės leidimu viršutinė pH riba leidžiama ne daugiau kaip 10,5 (vykdant vandens silikatinimą - ne daugiau kaip 9,5). Padidinus šilumos tinklų pamaitinimo vandens pH iki 9,0 ir daugiau, 4.1 lentelėje pateiktos I_k reikšmės 70–150 °C temperatūros intervale turi būti sumažintos ne mažiau kaip 50%.

4.1 lentelė. Šilumos tinklų pamaitinimo vandens I_k norminė reikšmė

Įrenginių tipas	Tinklo vandens temperatūra, °C	$I_k(\text{mg-ekv/dm}^3)^2$ šilumos tiekimo sistemoje	
		atviroje	uždaroje
Elektrinių ir šildymo katilinių vandens šildymo katilai*	70-100	3,2	3,0
	101-120	2,0	1,8
	121-130	1,5	1,2
	131-140	1,2	1,0
	141-150	0,8	0,5
Tinklų šildytuvai	70-100	4,0	3,5
	101-120	3,0	2,5
	121-140	2,5	2,0
	141-150	2,0	2,0
	151-200	1,0	0,5

*** Karbonatinis indeksas I_k - ribinė vandens bendrojo šarmingumo ir kalcinio kietumo sandaugos reikšmė (mg-ekv/dm^3)², aukščiau kurios karbonatinių nuovirų susidarymo intensyvumas yra didesnis kaip 0,1 g/(m² h).

* Pramoninėse katilinėse sumontuotųjų vandens šildymo katilų pamaitinimo ir tinklo vandens kokybė turi atitikti galiojančio standarto reikalavimus.

Atviroms šilumos tiekimo sistemoms (iš kurių tiesiogiai imamas vanduo) pamaitinimo vandens kokybė taip pat turi atitikti geriamo vandens normų standarto (HN 24:1998 Geriamasis vanduo. Kokybės reikalavimai ir programinė priežiūra, patvirtinta Sveikatos apsaugos ministro 1998 m. lapkričio 25 d. įsakymu Nr.684 „Dėl Lietuvos higienos normos HN 24:1998 „Geriamasis vanduo. Kokybės reikalavimai ir programinė priežiūra“ tvirtinimo“ (Žin., 1998, Nr.105-2926)) reikalavimus. Jeigu vandens, skirto atviroms šilumos tiekimo sistemoms pamaitinti, 20 minučių pavirinto mėginio spalvotumas padidėja daugiau, nei leidžia standarte nurodytos normos (HN 24:1998), organinėms priemaišoms šalinti reikia atlikti pirminio vandens koaguliaciją.

Silikatinant šilumos tinklų su atvirąja karštojo vandens tiekimo sistema pamaitinimo vandenį, silikato kiekis jame, perskaičiuotas į SiO_2 , neturi viršyti 40 mg/dm³.

Silikatinant pamaitinimo vandenį, ribinė kalcio koncentracija nustatoma įvertinant ne tik sulfatų (CaSO_4 iškritimui išvengti), bet ir silikatų (CaSiO_3 iškritimui išvengti) suminę koncentraciją nustatytajai tinklo vandens šildymo temperatūrai, įvertinant tai, kad prie katilo vamzdžių sienelės ji pakyla dar 40 °C.

Dėti hidrazino ir kitų toksiškų (nuodingųjų) medžiagų priedus tiesiai į pamaitinimo ir tinklo vandenį draudžiama.

Tinklo vandens kokybė turi atitikti šias normas: [7]

1. laisvosios anglirūgštės	neturi būti
2. pH šilumos tiekimo sistemoje:	
2.1. atviroje	8,5-9,0**
2.2. uždaroje	8,5-9,5**
3. geležies junginių šilumos tiekimo sistemoje, mg/dm ³ :	
3.1. atviroje, ne daugiau kaip	0,2***
3.2. uždaroje, ne daugiau kaip	0,5
4. ištirpusio deguonies, $\mu\text{g/dm}^3$, ne daugiau kaip	20
5. suspenduotųjų medžiagų, mg/dm ³ , ne daugiau kaip	5
6. naftos produktų šilumos tiekimo sistemoje, mg/dm ³ :	
6.1. atviroje, ne daugiau kaip	0,3
6.2. uždaroje, ne daugiau kaip	1

Šildymo sezono pradžioje ir po remonto per 4 savaites uždaroje šilumos tiekimo sistemoje ir per 2 savaites atviroje šilumos tiekimo sistemoje leidžiama viršyti šias normas: [1]

- | | |
|-------------------------|----------------------------|
| 1. geležies junginių | iki 1,0 mg/dm ³ |
| 2. ištirpusio deguonies | iki 30 µg/dm ³ |
| 3. pakibusių dalelių | iki 15 mg/dm ³ |

Karbonatinio indekso I_k reikšmės turi būti ne didesnės už nurodytas 4.2 lentelėje.

** Viršutinė pH riba leidžiama tik labai minkštam vandeniui, kai vandens kietumas ne didesnis kaip 300 µg-ekv/dm³. Uždaroje šilumos tiekimo tinkle, specializuotos organizacijos/įmonės leidimu viršutinė pH riba leidžiama ne daugiau kaip 10,5 (vykdant vandens silikatinimą – ne daugiau kaip 9,5). Padidinus tinklo vandens pH iki 9,0 ir daugiau 11 lentelėje pateiktos I_k reikšmės 70-150 °C temperatūros intervale turi būti sumažintos ne mažiau kaip 50%.

*** Suderinus su Lietuvos Respublikos sanitarijos institucijomis, leidžiama 0,5 mg/dm³.

4.2 lentelė. Tinklo vandens I_k norminė reikšmė

Įrenginiai	Tinklo vandens temperatūra, °C	I_k (mg-ekv/dm ³) ²
Elektrinių ir šildymo katilinių vandens šildymo katilai	70-100	3,2
	101-120	2,0
	121-130	1,5
	131-140	1,2
	141-150	0,8
Tinklų šildytuvai	70-100	4,0
	101-120	3,0
	121-140	2,5
	141-150	2,0
	151-200	1,0

Suderinus su Lietuvos Respublikos higienos centrais, atvirose šilumos tiekimo tinkle per 14 dienų leidžiami šių rodiklių nukrypimai nuo standarto (HN 24:1998): spalva iki 70⁰, geležies junginių iki 1,2 mg/dm³, kai šilumos tiekimo tinklo įjungiamos, prijungus naujas sistemas, taip pat po jų remonto.

Baigus šildymo sezoną arba išjungus įrenginius, vandens šildymo katilus ir šilumos tinklus, reikia panaudoti įrenginių koroziją mažinančias priemones.

4.1.4. Įrenginių eksploatacija

1. Šilumos tinklų papildymo įrenginiai turi užtikrinti šilumos tinklų papildymą chemiškai išvalytu, deaeruoju vandeniu, taip pat avariniu atveju papildymą nevalytu vandeniu iš ūkinio geriamojo arba gamybinio vandens vandentiekio sistemų. [7]

2. Apie kiekvieną nevalyto vandens padavimo atvejį šilumos tinklams papildyti reikia įrašyti į operatyvinį žurnalą, nurodyti papildyto vandens kiekį ir vandens tiekimo šaltinį.

Tinklo vandens kokybės kontrolei kiekviename termofikaciniame, tiekiamajame ir grįžtamajame vamzdyne reikia įrengti specialias mėginių ėmimo vietas. Papildymo įtaisų vamzdinių sujungimuose su techninio vandens vamzdiniais arba vandentikiu tarp dviejų uždarų sklendžių turi būti kontrolinis čiaupas (vožtuvas). Šilumos tinklams veikiant kontrolinis čiaupas (vožtuvas) turi būti atidarytas, o sklendės užplombuotos. [7]

3. Bakus akumulatorius reikia pripildyti tik deaeruoju ne aukštesnės kaip +95 °C temperatūros vandeniu. Bakų pripildymo greitis turi atitikti alsuoklio pralaidumą.

4. Bakus akumulatorius be vidinio paviršiaus antikorozinės apsaugos eksploatuoti draudžiama.

Kasmet išjungus karšto vandens tiekimo įrenginius reikia įvertinti bakų akumulatorių būklę ir nustatyti jų tinkamumą tolesniam eksploatavimui. Vizualiai reikia apžiūrėti bako konstrukcijas ir

vamzdynų kompensacijos įtaisus, alsuoklius ir surašyti apžiūros aktą. Bakai, apsaugoti nuo korozijos sandarikliu, apžiūrimi keičiant sandariklį. [8]

Ne rečiau kaip kartą per 3 metus reikia atlikti bakų akumuliatorių konstrukcijų instrumentinį tyrimą, nustatyti sienelių storį.[9]

Jei sienelių arba dugno storis sumažėjo lyginant su projekte nurodytu 20% ir daugiau, nepriklausomai nuo susidėvėjimo pobūdžio ir korozijos pakenkto ploto baką eksploatuoti draudžiama.

5. Šilumos tinklus eksploatuojančios įmonės personalas privalo nuolat kontroliuoti tinklo grįžtamojo vandens kokybę.

6. Vandens šilumos tinklo ir kondensato vamzdynų vidinių paviršių korozija turi būti nuolat kontroliuojama atliekant tinklo vandens ir kondensato analizes, taip pat statant būdingiausiose vietose vidinės korozijos indikatorius (šilumos šaltinio išvaduose, galiniuose ruožuose, dviejose trijose magistralės tarpinėse vietose).

Neveikiantį šilumos tinklą reikia užpildyti deaeruoju vandeniu arba panaudoti kitus būdus korozijai sumažinti.

7. Vidutinis metinis vandens nuotėkis iš šilumos tinklo turi būti ne didesnis kaip 0,25% vidutinio metinio vandens tūrio šilumos tinkle ir prie jo prijungtose šilumos naudojimo tinkle per valandą nepriklausomai nuo jų prijungimo schemas (išskyrus karšto vandens tiekimo sistemas, kurios prijungtos per vandens šildytuvus).

Nustatant šilumos agento nuotėkį neįskaitomas vandens debitas, kuris reikalingas užpildyti šilumos vamzdynus ir šilumos vartojimo sistemas juos remontuojant, taip pat prijungiant naujus tinklų ruožus ir vartotojų tinklus.

Naujai įrengtų šilumos tinklų vamzdynų nuotėkiai turi atitikti statybos techninių dokumentų reikalavimus.

4.2. Užsienio šalyse taikomi pamaitinimo ir tinklo vandens kokybei reikalavimai

4.2.1. Danijoje, Norvegijoje, Islandijoje, Suomijoje ir Švedijoje (Šiaurės šalyse) taikomi reikalavimai tinklo vandens kokybei (4.3 lentelė)

4.3. lentelė. Danijoje, Norvegijoje, Islandijoje, Suomijoje ir Švedijoje (Šiaurės šalyse) taikomi reikalavimai tinklo vandens kokybei

Eil. Nr.	Rodiklio pavadinimas	Matavimo vienetas	Tinklo vandens pašildymo metodas	
			Tinklų šildytuvai	Vandens šildymo katilai
1	pH		9,5–10	9,5–10
2.	Vandens kietumas	µg-ekv/l	ne daugiau 360	ne daugiau 36
3.	Deguonies koncentracija,	µg/kg	ne daugiau 20	ne daugiau 20
4.	Amoniako (NH ₃) koncentracija	mg/kg	ne daugiau 10	ne daugiau 10
5.	Geležies koncentracija	µg/kg	ne daugiau 100	ne daugiau 100
6.	Vario koncentracija	µg/kg	ne daugiau 20	ne daugiau 20
7.	Naftos produktų koncentracija	mg/kg	ne daugiau 1	ne daugiau 1

Pastaba:

1. Sistemoms, kurių šiluminė apkrova mažiau 10 MW, normuojamas tik pH ir vandens kietumas. Kitus vandens rodiklius rekomenduojama palaikyti kuo mažesnius.
2. Islandijoje leidžiama deguonies koncentracija pamaitinimo vandenyje yra 10 µg/kg.
3. Vandens elektrinis laidis nenormuojamas. Rekomenduojama jį palaikyti kuo mažesni.

4. Suspenduotųjų medžiagų kiekis nenormuojamas. Rekomenduojama jį palaikyti kuo mažesni.

4.2.2. Danijoje, Norvegijoje, Islandijoje, Suomijoje ir Švedijoje (Šiaurės šalyse) termofikacinio vandens paruošimui naudojamos technologijos

Danijoje, Norvegijoje, Islandijoje, Suomijoje ir Švedijoje termofikacinio vandens paruošimui naudojamos technologijos:

1. Mechaninis filtravimas
 2. Vandens minkštinimas arba nudruskinimas
 3. Deaeracija
 4. Apdirbimas cheminiais reagentais.
1. Pradinis vanduo filtruojamas smėliniais arba kasetiniais filtrais, kurių porų diametras 2–50 µm. Be to vykdomas dalinis termofikacinio vandens filtravimas (apie 1–3% cirkuliacinio srauto), siekiant iš tinklo vandens pašalinti korozijos produktus.
 2. Vandens minkštinimas vykdomas Na-katijoniniais filtrais. Minkštinto vandens likutinis kietumas neturi viršyti 36 µg-ekv/kg. Lygiagrečiai su minkštinimu, naudojamas ir vandens nudruskinimas joniniais filtrais arba atvirkštinės osmozės įrenginiais.
 3. Ištirpusių dujų iš vandens šalinimas vykdomas atmosferiniais ir vakuuminiais dearatoriais arba vykdomas ištirpusio deguonies surišimas cheminiais reagentais.
 4. Termofikacinio vandens paruošimui naudojama visa eilė cheminių medžiagų: natrio sulfitas, hidrazinas, taninai, kaustikinė soda ir kt.

4.2.3. Reikalavimai pamaitinimo ir tinklo vandens kokybei rekomenduojami Vamzdžių gamintojų Asociacijos (4.4 lentelė)

4.4. lentelė. Reikalavimai pamaitinimo ir tinklo vandens kokybei rekomenduojami Vamzdžių gamintojų Asociacijos

Eil. Nr.	Rodiklio pavadinimas	Matavimo vienetas	Pamaitinimo vanduo	Tinklo vanduo
1.	El. laidis 25 °C temperatūroje	µS/cm	Kaip pradinio vandens	Kaip pradinio vandens
2.	pH		9,5–10	9,5–10
3.	Vandens kietumas	µg-ekv./kg	< 36	< 180
4.	Deguonies koncentracija,	µg/kg	< 20	Nėra
5.	Laisva anglirūgštė	mg/kg	-	Nėra
6.	Naftos produktai	mg/kg	-	Nėra
7.	Suspenduotosios medžiagos	mg/kg	Vanduo švarus, be nuosėdų	Vanduo švarus, be nuosėdų

4.2.4. Reikalavimai tinklo vandens kokybei Vokietijoje (4.5 lentelė)

4.5. lentelė. Reikalavimai tinklo vandens kokybei Vokietijoje

Eil. Nr.	Rodiklio pavadinimas	Matavimo vienetas	Tinklo vanduo
1.	El. laidis 25 °C temperatūroje,	μS/cm	100–1500
2.	pH		9–10,5*
3.	Vandens kietumas,	μg-ekv./kg	< 40
4.	Deguonies koncentracija,	μg/kg	< 20**
5.	Fosfatai,	mg/kg	< 15
6.	Hidrazinas***	mg/kg	0,3–3

* dviejų kontūrų sistemose turi būti išlaikyti reikalavimai, keliami geriamam vandeniui: pH turi būti ne didesnis 9,5, o fosfatų koncentracija ne didesnė kaip 7 mg/kg.

** naudojant korozijos inhibitorius, deguonies koncentracija tinklo vandenyje gali būti iki 100 μg/kg

*** hidrazino naudojimas leidžiamas tik pirmame kontūre, trijų kontūrų sistemoje.

4.3. Lietuvoje ir užsienio šalyse naudojamų termofikacinio vandens sistemų pamaitinimo vandens paruošimo technologijų palyginimas

Lietuvoje ir Šiaurės šalyse naudojamų termofikacinio vandens sistemų pamaitinimo vandens paruošimo technologijų palyginimas pateiktas 4.6 lentelėje.

4.6 lentelė. Lietuvoje ir Šiaurės šalyse naudojamų termofikacinio vandens sistemų pamaitinimo vandens paruošimo technologijų palyginimas

Šiaurės šalyse naudojamos termofikacinio vandens sistemų pamaitinimo vandens ruošimo technologijos	Lietuvoje naudojamos termofikacinio vandens sistemų pamaitinimo vandens ruošimo technologijos
1	2
<i>1. Mechaninis filtravimas</i>	
Pradinis vanduo filtruojamas smėliniais arba kasetiniais filtrais, kurių porų diametras 2 – 50 μm. Be to vykdomas dalinis termofikacinio vandens filtravimas kasetiniais arba mechaniniais filtrais (apie 1 – 3% cirkuliacinio srauto), siekiant iš tinklo vandens pašalinti korozijos produktus.	Pradinis vanduo filtruojamas smėliniais arba kasetiniais filtrais, kurių porų diametras 20 – 50 μm. Kai kuriose įmonėse vykdomas dalinis termofikacinio vandens filtravimas kasetiniais arba mechaniniais filtrais, siekiant iš tinklo vandens pašalinti korozijos produktus.
<i>2. Vandens minkštinimas</i>	
Vandens minkštinimas vykdomas N-katijoniniais filtrais. Minkštinto vandens likutinis kietumas neturi viršyti 36 μg-ekv./kg. Lygiagrečiai su minkštinimu, naudojamas ir vandens nudruskinimas joniniais filtrais arba atvirkštinės osmozės įrenginiais.	Vandens minkštinimas vykdomas N-katijoniniais, H-katijoniniais filtrais. Minkštinto vandens likutinis kietumas neregamentuojamas.

1	2
3. Deaeracija	
Ištirpusių dujų iš vandens šalinimas vykdomas atmosferiniais ir vakuuminiais deaeratoriais arba vykdomas ištirpusio deguonies surišimas cheminiais reagentais.	Ištirpusių dujų iš vandens šalinimas vykdomas atmosferiniais ir vakuuminiais deaeratoriais arba vykdomas ištirpusio deguonies surišimas cheminiais reagentais.
4. Apdirbimas cheminiais reagentais	
Termofikacinio vandens paruošimui naudojama visa eilė cheminių medžiagų: natrio sulfitas, hidrazinas, taninai, kaustikinė soda ir kt.	Termofikacinio vandens paruošimui naudojama visa eilė cheminių medžiagų: natrio sulfitas, taninai, kaustikinė soda, silikatai, fosfatai ir kt.

Iš 4.6 lentelėje pateikto naudojamų technologijų palyginimo, galime daryti sekančias išvadas:

1. Užsienyje ir Lietuvoje tinklo pamaitinimo vandens paruošimo technologijos, bei naudojami įrenginiai yra analogiški.
2. Šiaurės šalyse ribojamas pamaitinimo vandens kietumas, Lietuvoje bendrasis pamaitinimo vandens kietumas tiesiogiai neribojamas. Lietuvoje ribojamas karbonatinis indeksas I_K , kurio reikšmė netiesiogiai priklauso vandens kietumo.
3. Ištirpusių dujų iš vandens šalinimas Lietuvoje ir užsienyje vykdomas deaeratoriais arba vykdomas ištirpusio deguonies surišimas cheminiais reagentais.
4. Termofikacinio vandens apdirbimui naudojami reagentai į Lietuvą dažniausiai atvežami iš užsienio šalių (pvz. plačiausiai Lietuvoje naudojamos cheminis reagentas Hydro-X gaminamas Danijoje). Todėl vandens apdirbimui naudojami tie patys cheminiai reagentai.

4.4. Lietuvoje ir užsienio šalyse taikomų reikalavimų termofikacinio vandens pamaitinimo ir tinklo vandens kokybės rodikliams palyginimas

4.4.1. Reikalavimų, taikomų tinklų pamaitinimo vandeniui palyginimas

Reikalavimų, taikomų tinklų pamaitinimo vandeniui palyginimas pateiktas 4.7 lentelėje.

4.7 lentelė. Reikalavimų, taikomų tinklų pamaitinimo vandeniui palyginimas

Eil. Nr.	Rodiklio pavadinimas	Matavimo vienetas	Reikšmė		
			Lietuvoje ir Rusijoje	Šiaurės šalyse	Vamzdžių gamintojų asociacijos
1.	pH		8,5-9,5	9,5-10	9,5-10
2.	Laisvos anglirūgštės		Neturi būti		-
3.	Ištirpusio deguonies	$\mu\text{g}/\text{dm}^3$	< 50	< 20	< 20
4.	Suspenduotųjų medžiagų	mg/dm^3	< 5	kuo mažiau	švarus, be nuosėdų
5.	Naftos produktų,	mg/dm^3	< 1	< 1	
6.	Kietumas	$\mu\text{g-ekv.}/\text{l}$	-	< 36	< 36
7.	Amoniako (NH_3) koncentracija	mg/kg	-	< 10	-
8.	Geležies koncentracija	$\mu\text{g}/\text{kg}$	-	< 100	-
9.	Vario koncentracija	$\mu\text{g}/\text{kg}$	-	< 20	-

Iš 4.7 lentelėje pateiktų vandens kokybės rodiklių palyginimo, galime daryti sekančias išvadas:

1. Pagal Šiaurės šalių ir Vamzdžių gamintojų asociacijos reikalavimus, pamaitinimo vandens pH turi būti didesnis, negu pagal reikalavimus taikomus Lietuvoje.
2. Reikalavimai ištirpusio deguonies koncentracijai Šiaurės šalyse yra griežtesni negu Lietuvoje.
3. Šiaurės šalyse ribojama geležies koncentracija pamaitinimo vandenyje

4.4.2. Reikalavimų, taikomų tinklų vandeniui palyginimas

Reikalavimų, taikomų tinklų vandeniui palyginimas pateiktas 4.8 lentelėje.

4.8 lentelė. Reikalavimų, taikomų tinklų pamaitinimo vandeniui palyginimas

Eil. Nr.	Rodiklio pavadinimas	Matavimo vienetas	Reikšmė		
			Lietuvoje	Vokietijoje	Vamzdžių gamintojų asociacijos
1.	pH		8,5-9,5	9-10,5	9,5-10
2.	Laisvos anglirūgštės		Neturi būti	Neturi būti	Neturi būti
3.	Ištirpusio deguonies	μg/dm ³	< 20	< 20	Neturi būti
4.	Suspenduotųjų medžiagų	mg/dm ³	< 5	švarus, be nuosėdų	švarus, be nuosėdų
5.	Naftos produktų,	mg/dm ³	< 1	Neturi būti	Neturi būti
6.	Kietumas	μg-ekv./l	-	< 40	< 180
7.	Amoniako (NH ₃) koncentracija	mg/kg	-	-	-
8.	Geležies koncentracija	μg/kg	< 50	-	-
9.	Vario koncentracija	μg/kg	-	-	-
10.	Fosfatai	mg/kg	-	< 15	-

Iš 4.8 lentelėje pateiktų vandens kokybės rodiklių palyginimo, galime daryti sekančias išvadas:

1. Tinklo vandens pH rekomenduojama palaikyti didesnę negu Lietuvos standartuose.
2. Kiti reikalavimai tinklo vandens kokybei yra tokie patys.

5. SURINKTŲ DUOMENŲ ANALIZĖ

Siekiant surinkti duomenis apie šilumos tiekimo licenzijas turinčių juridinių asmenų, kitų institucijų ir organizacijų turimų duomenų apie termofikacinio vandens paruošimo sistemas, jų techninius – ekonominius rodiklius, įrengimą, esamą techninę būklę, eksploatavimą, termofikacinio vandens kokybę, parametrus, priežiūrą ir kontrolę, įvykusias avarijas ir sutrikimus, sukeltus korozijos procesų surinkimui buvo paruošti apklausos lapai, kurie buvo išsiųsti juridiniams asmenims, kurie eksploatuoja 106 centralizuoto šilumos sistemas, realizuojančias virš 5 GWh šilumos energijos per metus. Rezultatai buvo gauti apie 76 centralizuoto šilumos tiekimo sistemas.

Atlikus įmonių apklausą, nustatyta:

1. Vidutinė centralizuotos šilumos tiekimo tinklo darbo trukmė 2006 metais buvo 321 diena per metus. Per tą laiką vidutiniškai pagaminta 59224 MWh šilumos. Vidutinė paduodamo termofikacinio vandens temperatūra buvo 83 °C, grįžtamo – 66 °C. Vidutinis tinklo papildymas sudarė 4,6 m³/h.
2. Pagal šilumos tiekimo patikimumą 12% šilumos gamybos šaltinių priskiriama I kategorijai, 84% - II kategorijai, 4% apklaustųjų duomenų nepateikė.

Pirmos kategorijos vartotojai – neturi rezervinių šilumos šaltinių, o sutrikus šilumos tiekimui kyla pavojus žmonių gyvybei arba ūkyje patiriama didelių materialinių nuostolių;

Antros kategorijos vartotojai – kiti šilumos vartotojai.

Šilumos vartotojų, priskiriamų pirmai kategorijai, sąrašą tvirtina savivaldybės.[12]

Iš surinktų duomenų matyti, kad Lietuvos energetikos ūkyje vyrauja II kategorijai priskiriami šilumos gamybos šaltiniai.

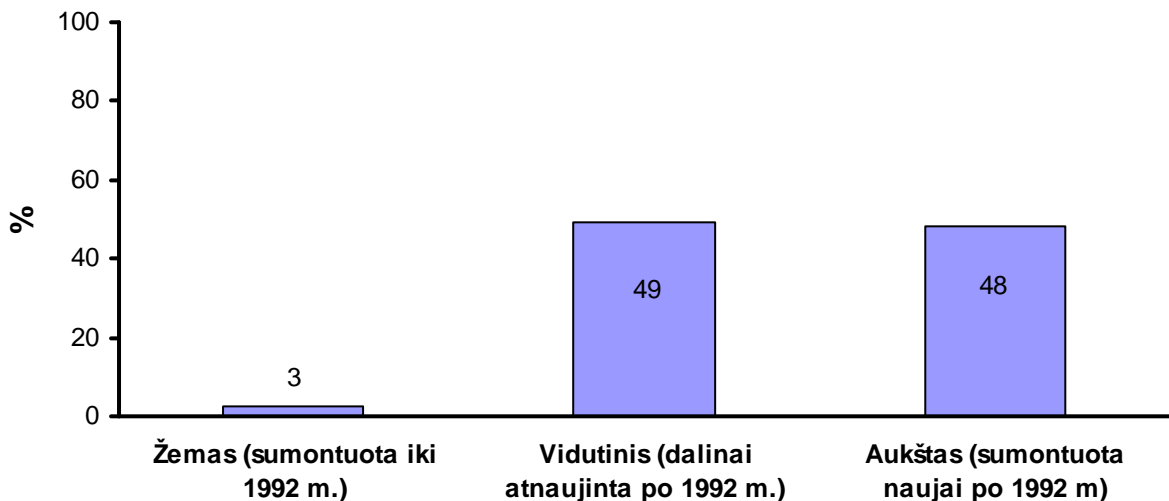
3. Pagal termofikacinio vandens paskirtį CŠT tinklo skirstomos į du tipus:

a) **Atvira šilumos tiekimo sistema** – sistema, kurioje dalis termofikacinio vandens iš šilumos tiekimo tinklų tiesiogiai naudojama kaip karštas vanduo buitiniams reikalams ir į šilumos šaltinį negražinama.

b) **Uždaroji šilumos tiekimo sistema** – sistema, kurioje visas termofikacinis vanduo, išskyrus nuotėkį šilumos tiekimo tinkluose, atidavęs šilumą vartotojų tinkle, gražinamas į šilumos šaltinį [10].

Lietuvoje dominuoja uždaros šilumos tiekimo sistemos. Atviros šilumos tiekimo sistemos yra tik dvi. Nuo šilumos tiekimo sistemos tipo priklauso cheminių reagentų panaudojimo galimybė. Atvirų CŠT sistemų vandens cheminiam apdirbimui galima naudoti tik reagentus, leidžiamus naudoti geriamo vandens apdirbimui.

4. Per paskutinius 15 metų, katilinės buvo intensyviai rekonstruojamos ir automatizuojamos. Katilinių pasiskirstymas pagal automatizavimo lygį pateiktas 5.1 paveiksle.

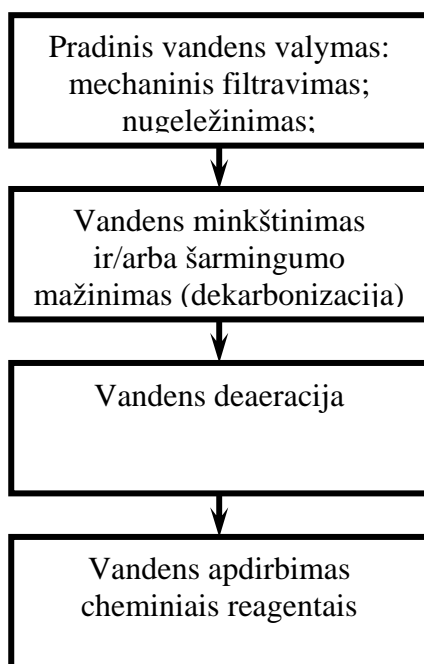


5.1 pav. Katilinių automatizacijos lygis

Kaip matyti iš 5.1 pav. pateiktų duomenų, Lietuvos energetikos sistemoje vyrauja vidutinio ir aukšto automatizacijos lygio katilinės.

5. Pastaruoju metu dauguma įmonių, kurių technologiniams gamybos procesams reikalingas garas, pasistatė nuosavas garo katilines, todėl centralizuota garo gamyba nuolatos mažėja. Šiuo metu garą gamina tik 40% apklaustų įmonių. Likusios 60% garo negamina. Tai rodo, kad tik 40% įmonių galima terminė CŠT tinklus papildančio vandens deaeracija.

6. Lietuvoje termofikacinio vandens paruošimas vykdomas pagal šią technologinę schemą:



5.2 pav. Lietuvoje vykdomo termofikacinio vandens paruošimo technologinė schema

Kadangi pradinio vandens šaltiniai gali būti įvairūs (paviršinis vanduo iš atviro vandens telkinio, geriamo vandens vandentiekis, ar gręžinys), pradinio vandens valymas priklauso nuo pradinio vandens cheminės sudėties.

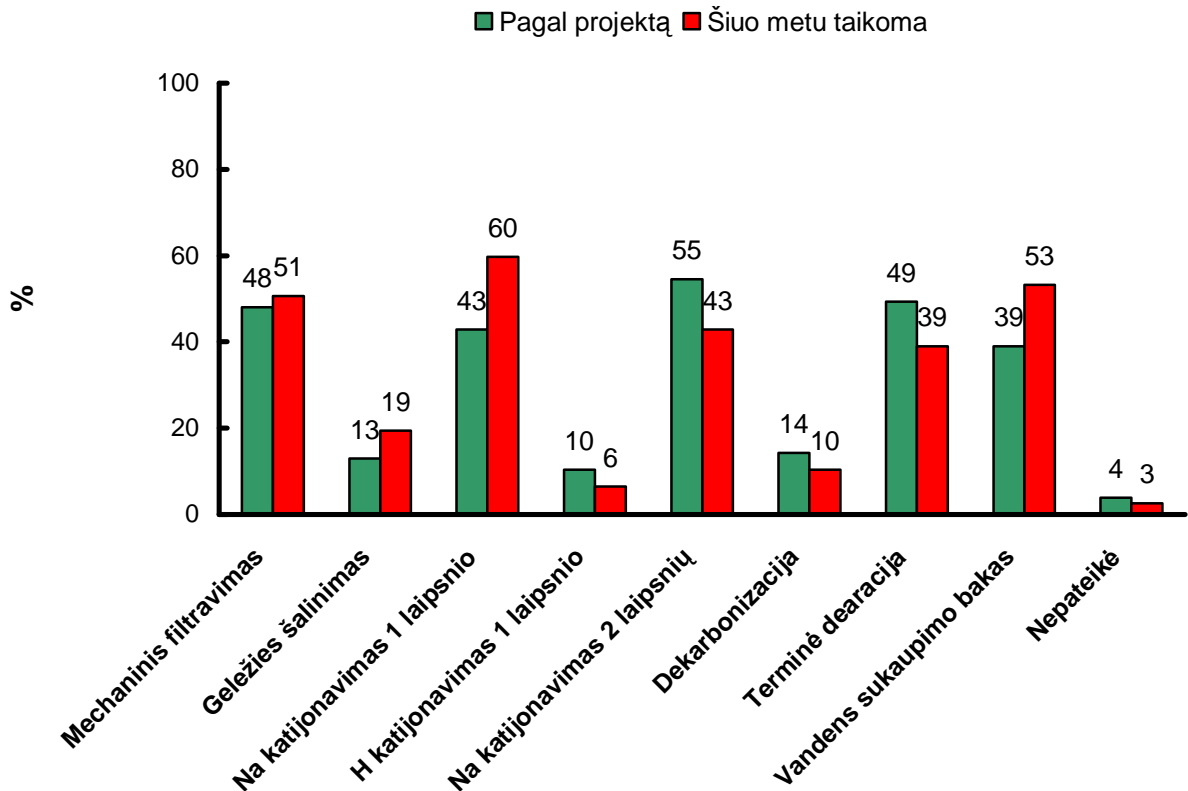
Dažniausiai naudojamas pradinio vandens filtravimas mechaniniais filtrais. Jeigu vandenyje yra padidinta geležies koncentracija, naudojamas vandens nugeležinimas. Esant padidintai organinių medžiagų koncentracijai, naudojamas vandens koaguliavimas koaguliantais ar koaguliantais ir flokuliantais.

Vandens minkštinimas vykdomas vieno ar dviejų laipsnių Na- ar/ir H- katijoniniais vandens minkštinimo filtrais. Kad užtikrinti nepertraukiamą minkštinto vandens tiekimą, vandens paruošimo stotyje sumontuoti mažiausiai du vandens minkštinimo filtrai, kurie dirba paeiliui. Vienas filtras dirba, kitas – regeneruojamas arba stovi parengties būsenoje.

Vandens deaeravimas vykdomas terminiuose deaeratoriuose, kuriuose iš vandens pašalinamas ištirpęs deguonis ir dalis laisvos angliarūgštės. Atskirais atvejais prieš terminę deaeraciją vykdomas laisvos angliarūgštės pašalinimas dekarbonizatoriuose.

Paruoštas vanduo sukaupiamas bakuose-akumuliatoriuose. Dažniausiai tai būna atskiri bakai, kurie naudojami paruošto vandens sukaupimui, kad kompensuoti pamaitinimo vandens poreikio svyravimus. Kai kuriais atvejais kaip bakai-akumuliatoriai naudojami deaeratoriai.

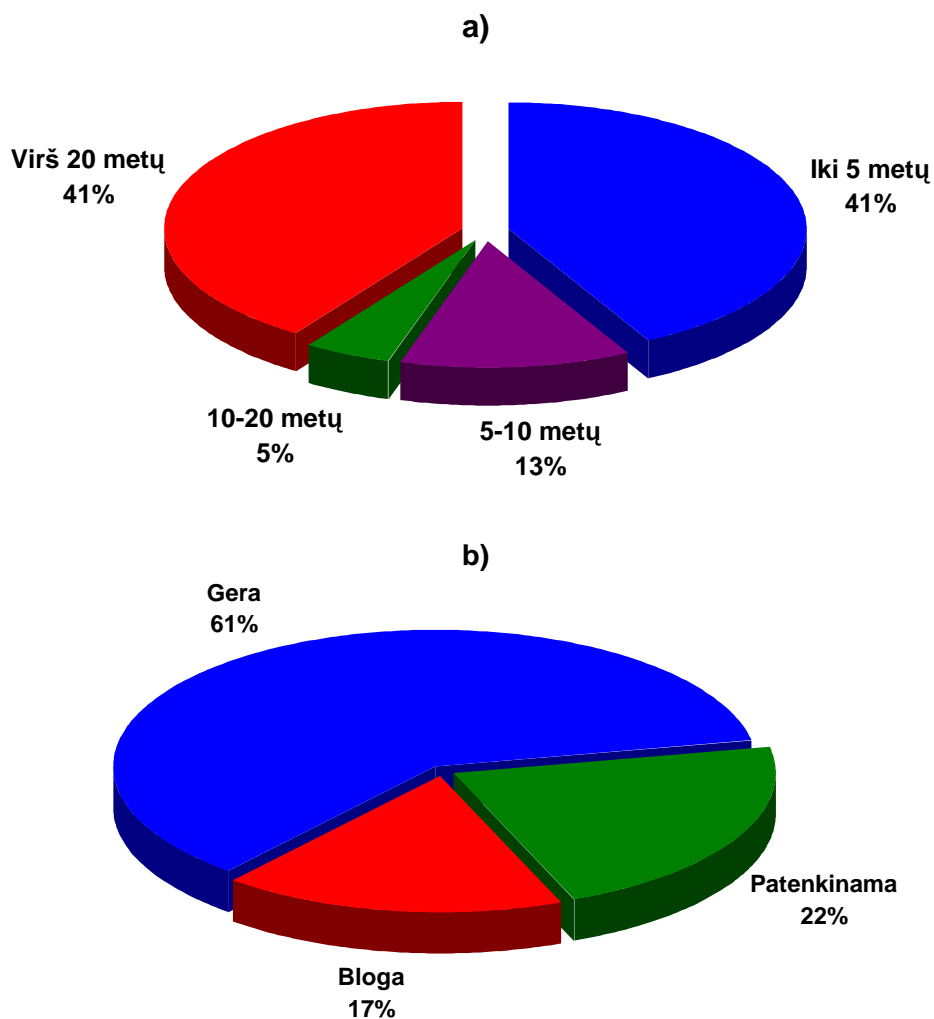
Siekiant įvertinti katilinių rekonstrukcijos metu įvykusius pasikeitimus pamaitinimo vandens paruošimo srityje, 5.3 pav. pateiktas šiuo metu naudojamų technologinių procesų palyginimas su pirminiu projektiniu.



5.3 pav. Pamaitinimo vandens paruošimo technologinių procesų palyginimas

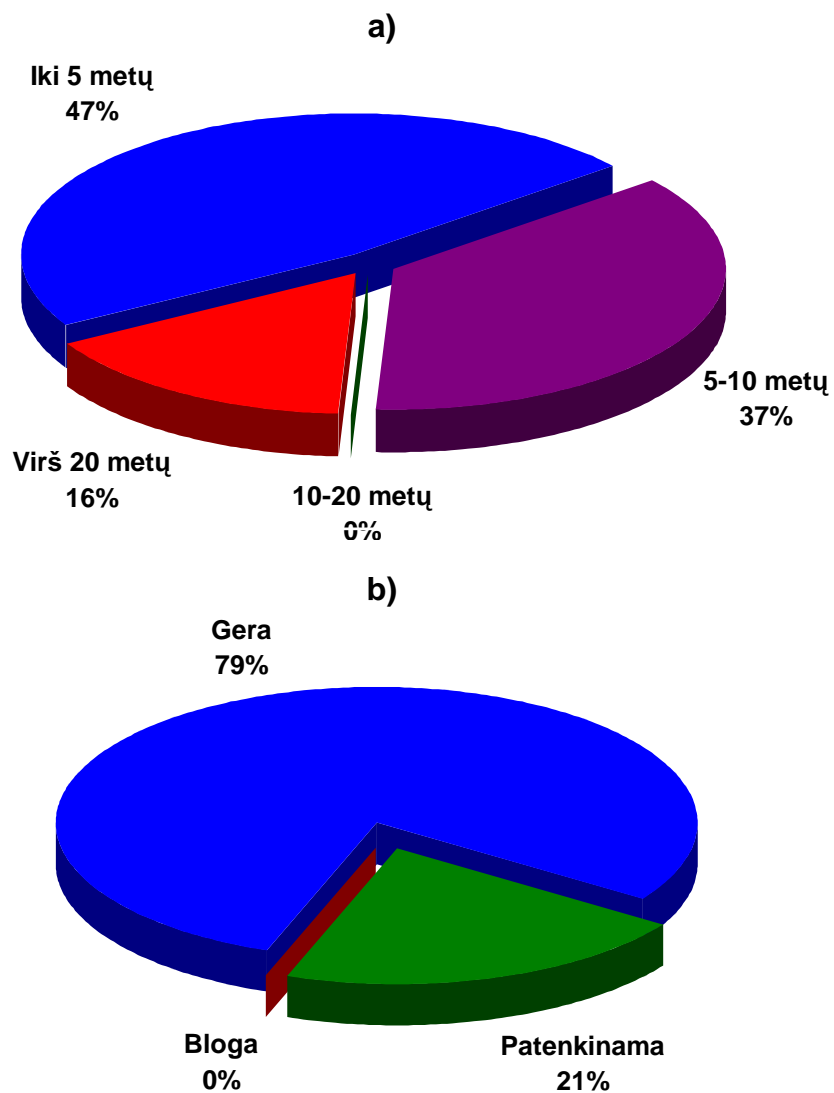
Iš 5.3 pav. pateiktų duomenų matyti, kad:

1. Mechaninio vandens filtravimo atvejų padaugėjo. Pagal senus rusiškus standartus, kaip pradinį vandenį naudojant vandentiekio vandenį, mechaninis filtravimas naudojamas nebuvo. Pradėjus naudoti šiuolaikinius vandens paruošimo įrengimus, padidėjo reikalavimai vandens kokybei, todėl mechaninis pradinio vandens filtravimas yra būtinas.
2. Padidėjus reikalavimams geriamo vandens kokybei (leidžiama geležies koncentracija vandenyje anksčiau buvo 0,5 mg/kg, pagal šiuo metu galiojantį geriamo vandens standartą maksimali geležies koncentracija vandenyje turi neviršyti 0,2 mg/kg), atsirado būtinybė įrengti geležies šalinimo įrenginius.
3. Rekonstruojant vandens paruošimo ūkį, vietoje dviejų laipsnių minkštinimo, ar H-katijonavimo ir dekarbonizacijos, dažniausiai įrengiami vieno laipsnio Na-katijoniniai filtrai. Todėl H-katijonavimo ir dviejų laipsnių vandens minkštinimo įrenginių nuolatos mažėja.
4. Mažėjant garo poreikiams, mažėja ir katilinių, gaminančių garą, skaičius. Todėl mažėja galimybės terminę deaeracija naudoti termofikacinio vandens paruošime. Dėl šios priežasties didėja katilinių skaičius, kuriose naudojami tik bakai-akumulatoriai.
5. Nuo pamaitinimo vandens paruošimo įrengimų darbo labai priklauso termofikacinio vandens kokybė. Siekiant įvertinti pamaitinimo vandens paruošimo įrenginių eksploatacijos laiką bei techninę būklę, apklausos lape buvo prašoma nurodyti įrenginių instaliacijos metus, bei įvertinti jų techninę būklę. Apibendrinti rezultatai pateikti 5.4-5.9 paveiksluose, kiekvienai įrengimų grupei atskirai.



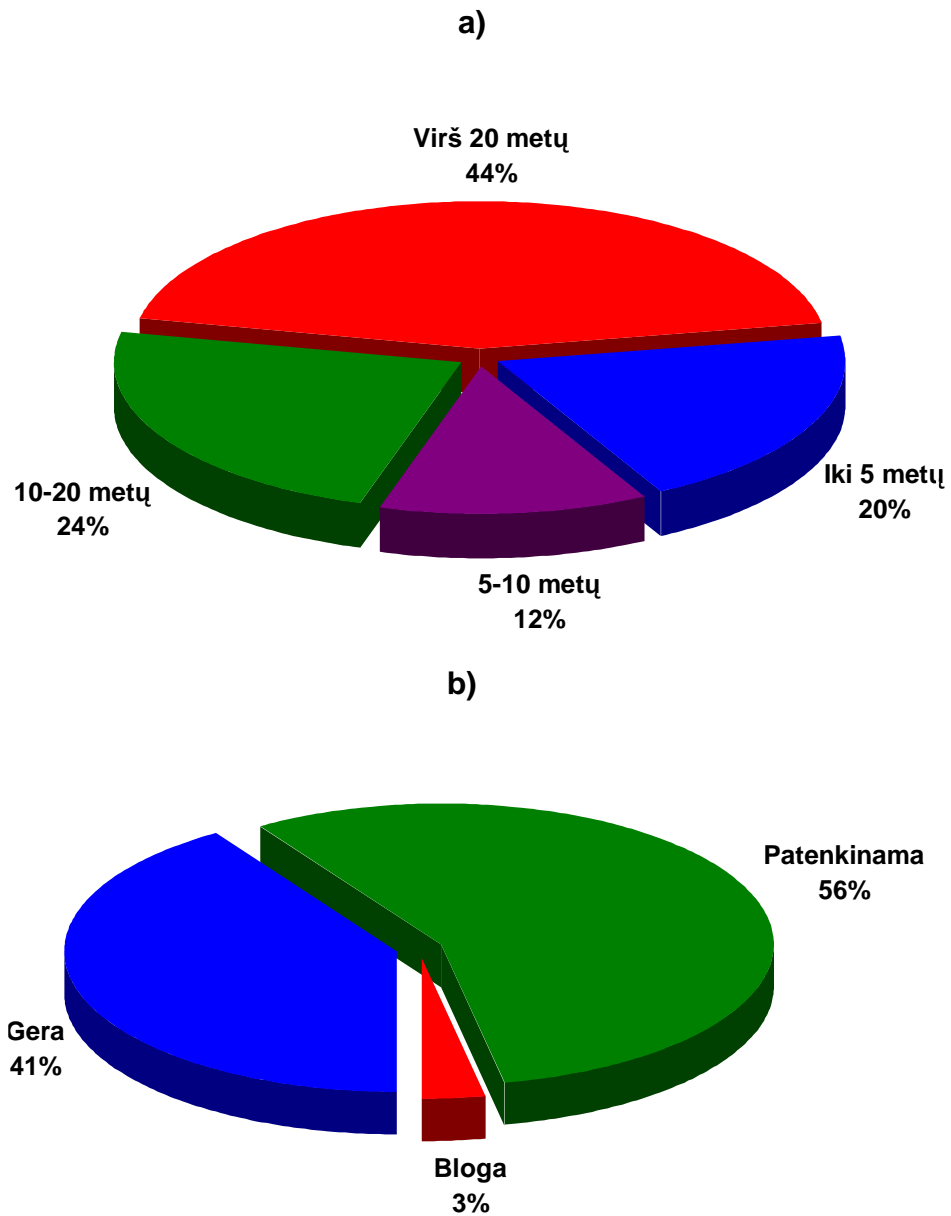
5.4 pav. Mechaniniai filtrai: a) pagal eksploatacijos laiką; b) pagal techninę būklę

Vidutinis mechaninių filtrų eksploatavimo laikas yra 12 metų. Iš 5.4 pav. pateiktų duomenų matyti 41% mechaninių filtrų yra nauji, eksploatuojami ne ilgiau kaip 5 metus. Tačiau lygiai tiek pat mechaninių filtrų, kurie eksploatuojami daugiau nei 20 metų. Vertinant jų techninę būklę tik 61% mechaninių filtrų techninė būklė įvertinta gerai. Likę – blogos (17%) arba patenkinamos techninės būklės.



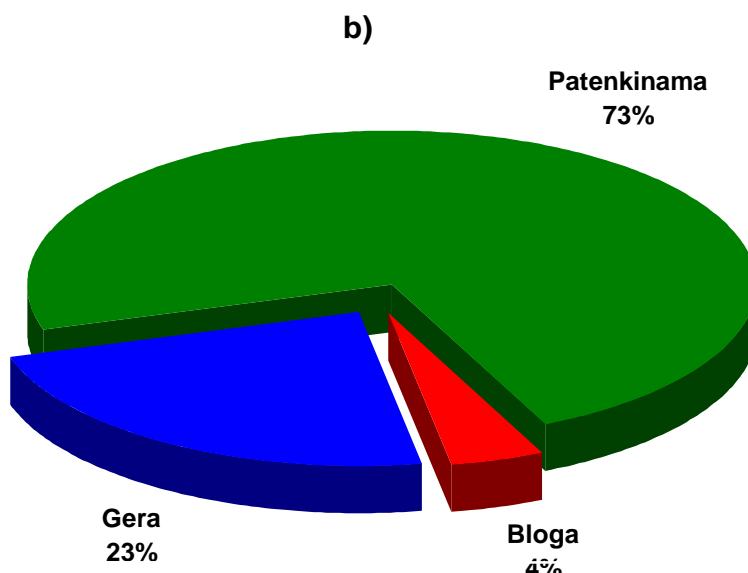
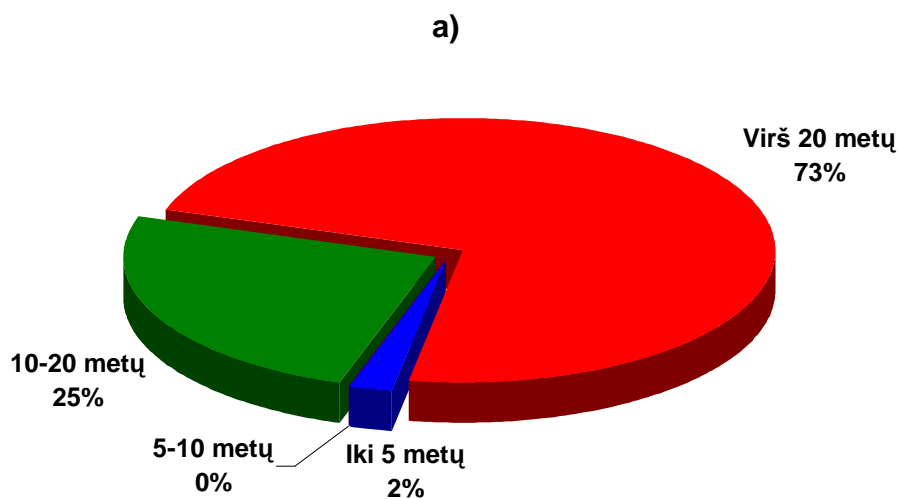
5.5 pav. Nugeležinimo filtrai: a) pagal eksploatacijos laiką; b) pagal techninę būklę

Naudojami nugeležinimo filtrai yra žymiai naujesni. Net 47% filtrų eksploatuojami ne ilgiau kaip 5 metus, o jų techninė būklė yra žymiai geresnė.



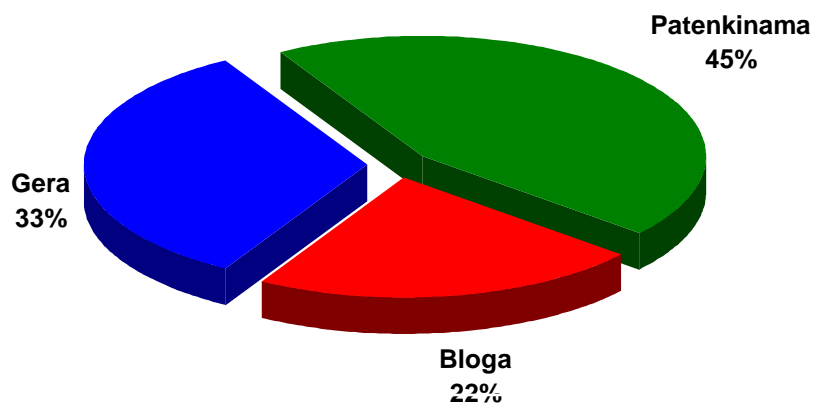
5.6 pav. Vandens minkštinimo filtrai: a) pagal eksploatacijos laiką; b) pagal techninę būklę

Vandens minkštinimo filtrų vidutinis eksploatacijos laikas 18 metų. Net 44% vandens minkštinimo filtrų eksploatuojami 20 ir daugiau metų. Techninė jų būklė nėra labai gera. Vandens minkštinimo techninę būklę gerai įvertino 41% apklaustų įmonių. 56% įmonių minkštinimo filtrų techninę būklę įvertino patenkinamai ir tik 3% - blogai.



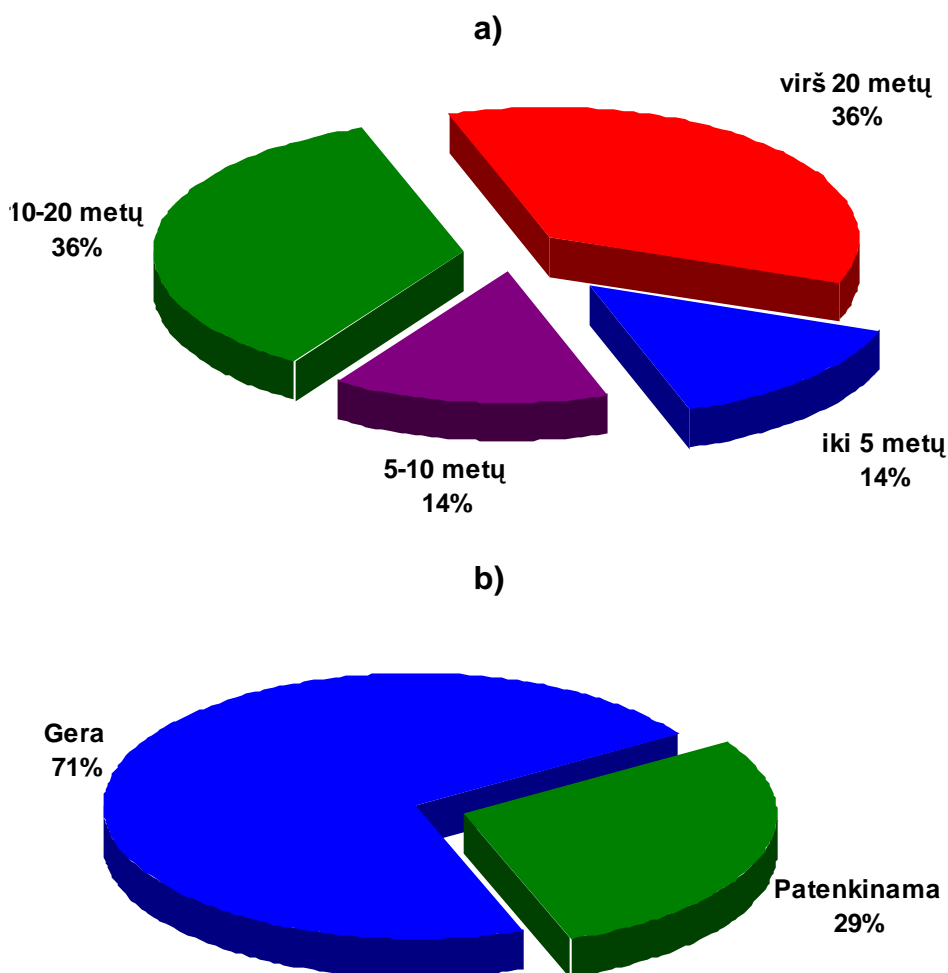
5.7 pav. Deaeratoriai: a) pagal eksploatacijos laiką; b) pagal techninę būklę

Deaeratoriai yra vieni iš ilgiausiai eksploatuojamų vandens paruošimo įrengimų. Daugiau kaip 70% deaeratorių eksploatuojami 20 ir daugiau metų. Atitinkamas yra ir jų techninės būklės įvertinimas. 73% deaeratorių techninė būklė įvertinta patenkinamai ir tik 23% deaeratorių geros techninės būklės.



5.8 pav. Dekarbonizatorių techninė būklė

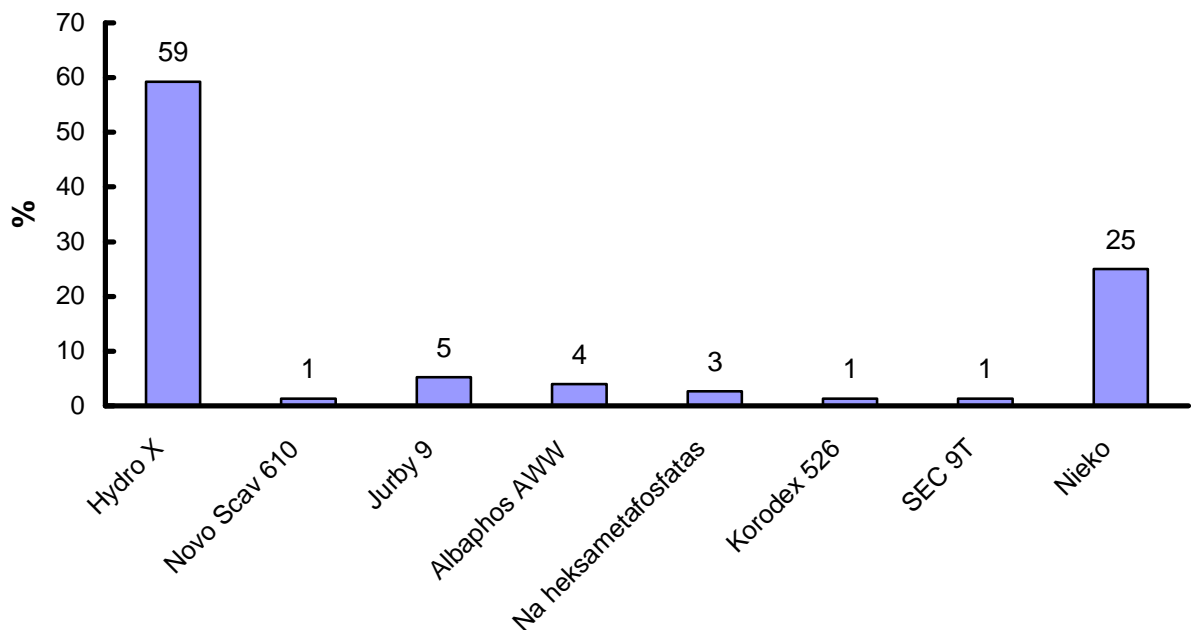
Dekarbonizatoriai yra ilgiausiai eksploatuojami įrengimai. Vidutinis jų eksploatacijos laikas yra 29 metai, visi eksploatuojami daugiau nei 20 metų. Tik 33% dekarbonizatorių yra geros techninės būklės ir net 22% - blogos.



5.9 pav. Bakai-akumuliatoriai: a) pagal eksploatacijos laiką; b) pagal techninę būklę

Patys naujausi eksploatuojami įrengimai yra bakai-akumulatoriai. Virš 60% bakų-akumuliatorių eksploatuojami mažiau nei 20 metų ir net 71% bakų geros techninės būklės.

6. CŠT sistemų apsaugai nuo korozijos ir nuovirų susidarymo naudojama eilė cheminių reagentų, pateiktų 5.10 pav.

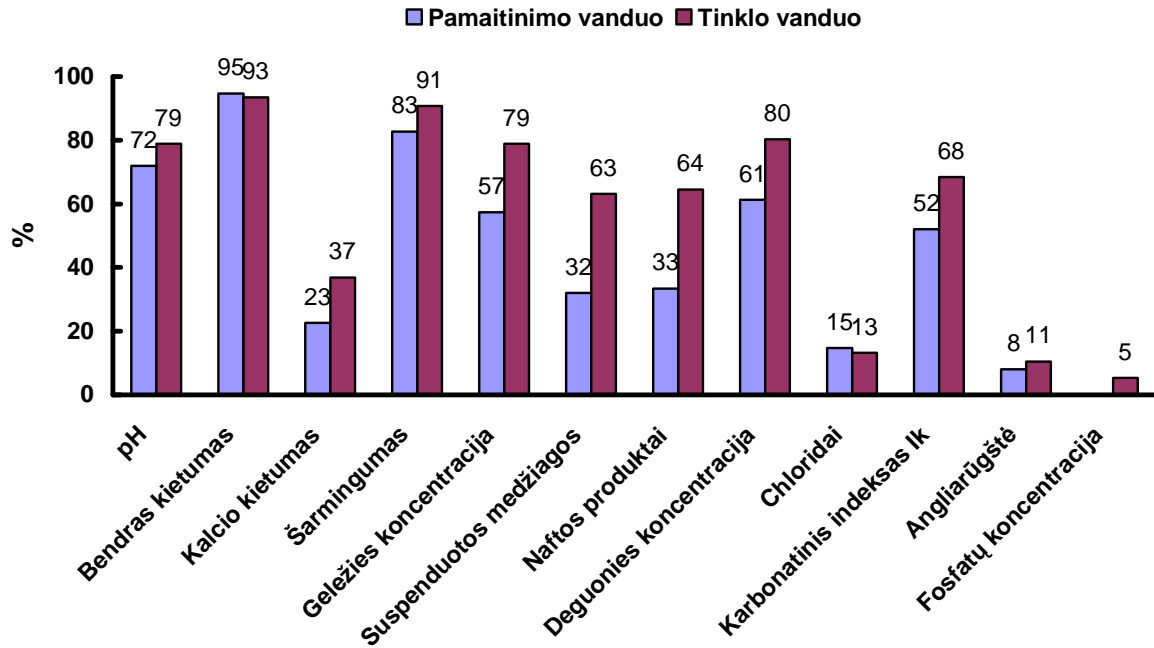


5.

5.10 pav. Naudojami cheminiai reagentai

Iš 5.10 pav. pateiktų duomenų matyti, kad termofikacinio vandens apdirbimui plačiausiai (59%) naudojamas cheminis reagentas Hydro-X. Kitų reagentų naudojimas nėra labai platus. 25% apklaustų įmonių termofikacinio vandens apdirbimui cheminių reagentų nenaudoja.

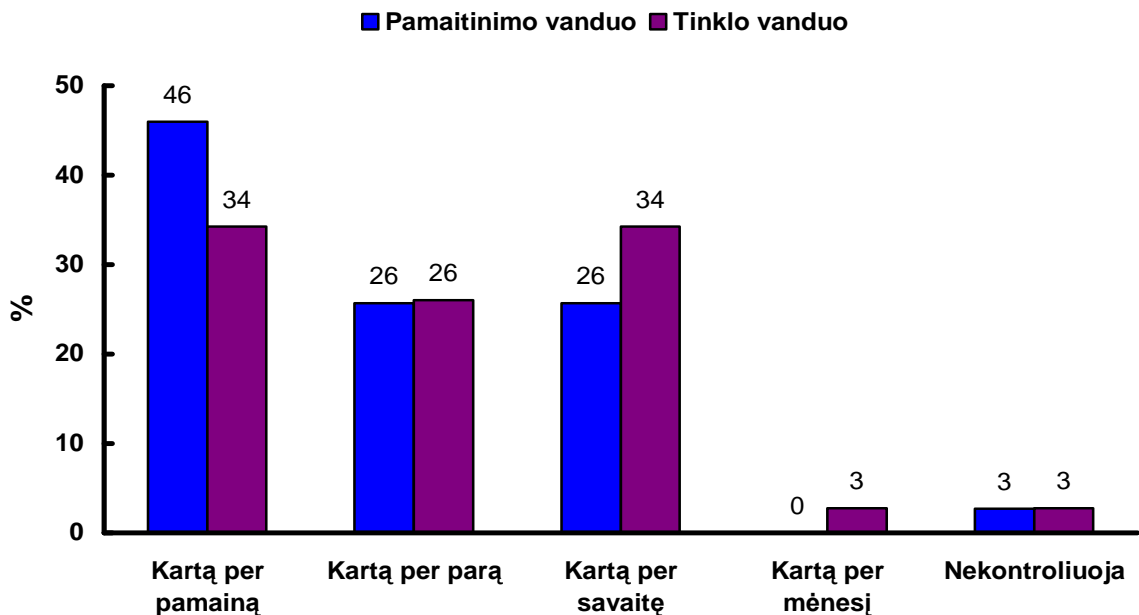
7. Siekiant užtikrinti termofikacinio vandens kokybę, būtina nuolatinė vandens kokybės rodiklių kontrolė. Apklausus įmones nustatyta, kad 97% įmonių nuolatos kontroliuoja pamaitinimo ir termofikacinio vandens kokybės rodiklius. Pamaitinimo ir termofikacinio vandens kontrolės apimtis pateiktas 5.11 pav.



5.11 pav. Vandens kokybės kontrolės apimtis

Iš 5.11 pav. pateiktų duomenų matyti, kad beveik visose įmonėse kontroliuojamas pamaitinimo ir tinklo vandens bendrasis kietumas, šarmingumas, pH, geležies bei deguonies koncentracijos. Mažai dėmesio kreipiama į angliarūgštės ir chloridų koncentracijų nustatymą. Įmonės nurodo, kad kontroliuoja karbonatinį indeksą I_K (52% pamaitinimo vandenyje ir 68% tinklo vandenyje), tačiau kalcio koncentraciją vandenyje kontroliuoja tik 37% įmonių. Nors kalcio koncentracija vandenyje neregamentuojama, tačiau ji reikalinga karbonatinio indekso I_K apskaičiavimui.

5.12 pav. pateiktas vandens kokybės kontrolės periodiškumas.



5.12 pav. Vandens kokybės kontrolės periodiškumas.

Iš 5.12 pav. pateiktų duomenų matyti, kad tik 3% apklaustų įmonių visiškai nekontroliuoja vandens kokybės rodiklių. 46% įmonių pamaitinimo vandens kokybę tikrina mažiausiai kartą per pamainą, 26% - mažiausiai kartą per parą.

Vandens kokybės kontrolę dažniausiai atlieka įmonės personalas. Tik retais atvejais vandens kokybės kontrolei yra samdomos kitos firmos.

8. Apklausos duomenų analizės metu, sudaryta palaikomų pamaitinimo ir tinklo vandens kokybės rodiklių reikšmių lentelė.

5.1 lentelė. Palaikomi pamaitinimo vandens rodikliai

Eil. Nr.	Rodiklio pavadinimas	Matavimo vienetas	Palaikomi pamaitinimo vandens rodikliai	Šilumos tinklų pamaitinimo vandens kokybės normos
1.	pH		7-10*	8,5 – 9,5
2.	Bendras kietumas	µg-ekv/l	3-500	nereglamentuojamas
3.	Kalcio kietumas	mg-ekv/l	0,02-0,25	nereglamentuojamas
4.	Šarmingumas	mg-ekv/l	0,3-8	nereglamentuojamas
5.	Geležies junginių	mg/kg	0,01-0,6	nereglamentuojamas
6.	Suspenduotosios medžiagos	mg/kg	0-5	< 5
7.	Naftos produktai	mg/kg	0-1	< 1
8.	Deguonies koncentracija	µg/kg	5-50	< 50
9.	Karbonatinis indeksas I _K	(mg-ekv/kg) ²	0,02-3	Pagal vandens temperatūrą
10.	Laisvos angliarūgštės	mg/kg	0	Neturi būti
11.	Fosfatų koncentracija	mg/kg P-PO ₄	0-3,5	nereglamentuojamas
12.	Savitasis elektrinis laidis	µS/cm	480-820	nereglamentuojamas
13.	Silikatai	mg/kg SiO ₂	0-15	nereglamentuojamas

* Pamaitinimo vandens pH matavimas atliekamas tik 53 katilinėse, iš jų 6 pH reikšmė yra žemesnė negu reikalaujama. Kitose pamaitinimo vandens pH reikšmė yra nustatytose 8,5-9,5 ribose.

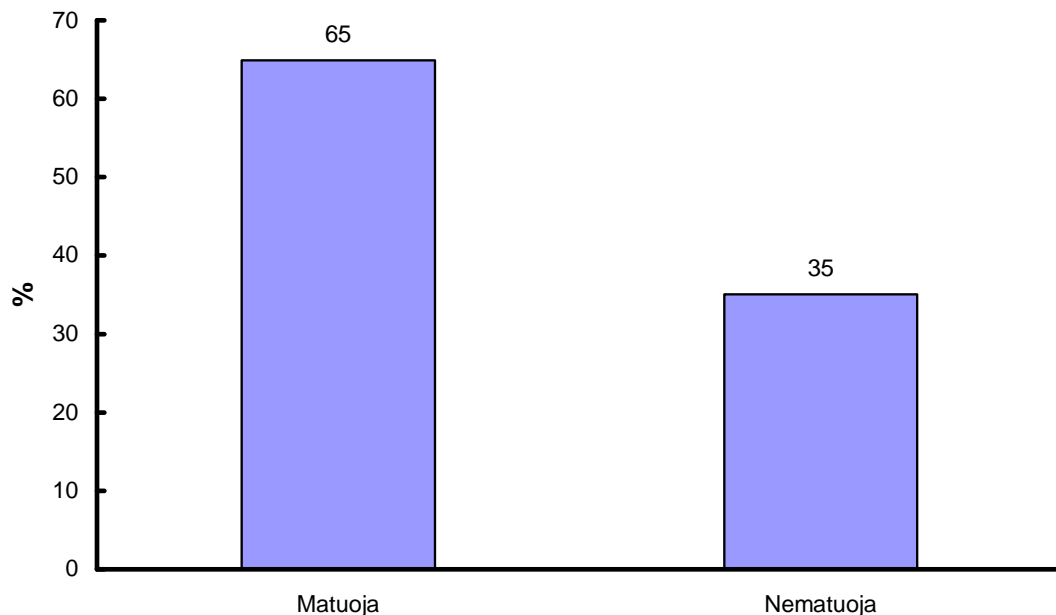
Kaip matyti iš 5.1 lentelėje pateiktų duomenų, įmonės kontroliuoja daugiau vandens kokybės rodiklių, negu reikalaujama galiojančiame standarte. Pagal įmonių pateiktus palaikomus pamaitinimo vandens kokybės rodiklius, vandens kokybės rodikliai atitinka galiojančio standarto reikalavimus. Tačiau reikėtų atkreipti dėmesį į tai, kad jeigu pamaitinimo vandens paruošimui terminė deaeracija nenaudojama, praktiškai nėra techninių galimybių užtikrinti deguonies koncentraciją pamaitinimo vandenyje mažiau 50 µg/kg.

5.2 lentelė. Palaikomi tinklo vandens rodikliai

Eil. Nr.	Rodiklio pavadinimas	Matavimo vienetas	Palaikomi tinklo vandens rodikliai	Šilumos tinklų tinklo vandens kokybės normos
1.	pH		8,3-10	8,5–9,5
2.	Bendras kietumas	μg-ekv/l	20-500	nereglamentuojamas
3.	Kalcio kietumas	mg-ekv/l	0,02-0,2	nereglamentuojamas
4.	Šarmingumas	mg-ekv/l	0,3-8	nereglamentuojamas
5.	Geležies junginių	mg/kg	0,02-0,98	< 0,5
6.	Suspenduotosios medžiagos	mg/kg	0-5	< 5
7.	Naftos produktai	mg/kg	0-1	< 1
8.	Deguonies koncentracija	μg/kg	5-20	< 20
9.	Karbonatinis indeksas I _K	(mg-ekv/kg) ²	0,1-3,2	Pagal vandens temperatūrą
10.	Laisvos anglirūgštės	mg/kg	0	Neturi būti
11.	Fosfatų koncentracija	mg/kg PO ₄	0,2-3,5	nereglamentuojamas
12.	Savitasis elektrinis laidis	μS/cm	725-950	nereglamentuojamas
13.	Silikatai	mg/kg SiO ₂	0-15	nereglamentuojamas

Iš 5.2 lentelėje pateiktų duomenų matyti, kad pagal įmonių pateiktus palaikomus pamaitinimo vandens kokybės rodiklius, vandens kokybės rodikliai atitinka galiojančio standarto reikalavimus.

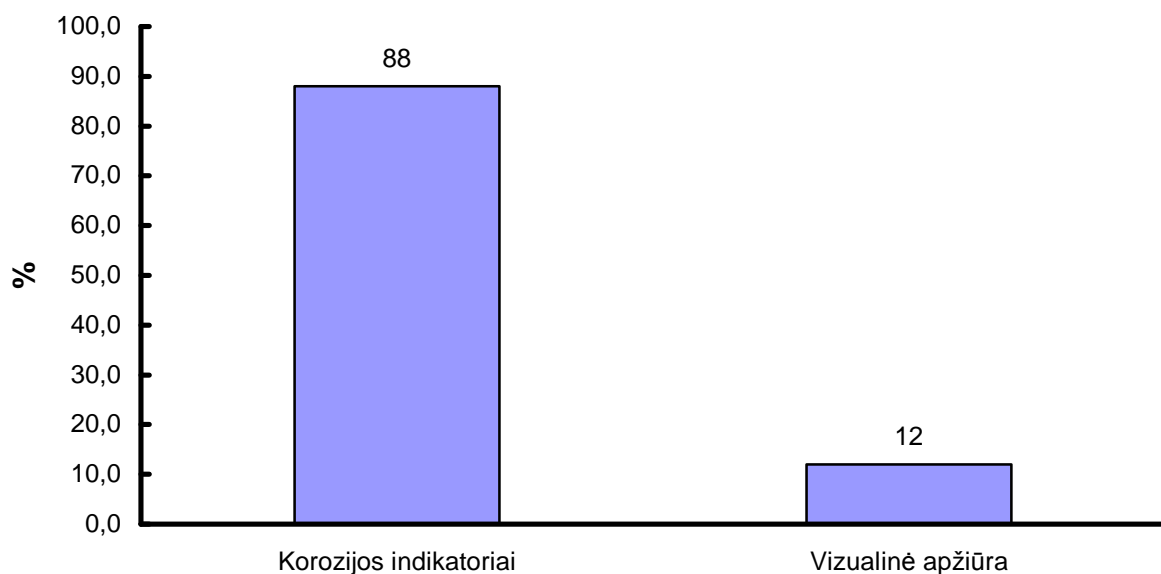
9. Pagrindinis pamaitinimo vandens paruošimo tikslas yra išvengti tinklo įrenginių korozijos bei nuovirų susidarymo ant šilumokaitos paviršių. Todėl labai svarbus rodiklis, įvertinantis pamaitinimo ir tinklo vandens paruošimo kokybę yra korozijos greitis.



5.13 pav. Korozijos greičio matavimas termofikacinio vandens sistemose.

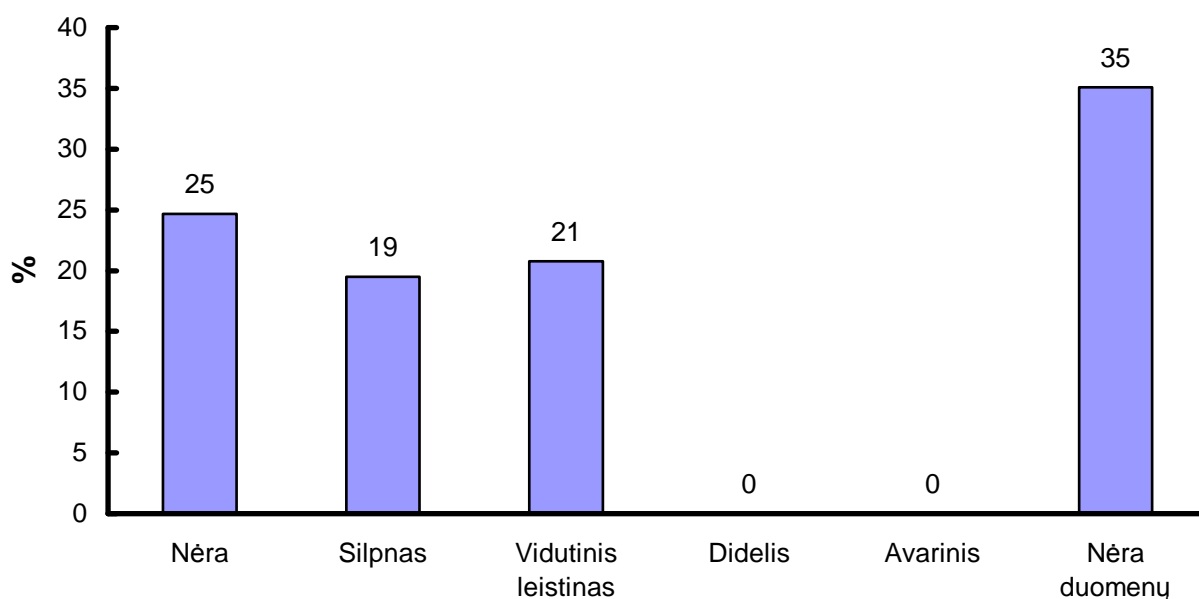
Iš 5.13 pav. pateiktų duomenų matyti, kad korozijos greitį matuoja tik 65% apklaustų įmonių. 35% įmonių korozijos greitis nekontroliuojamas. Dažniausiai korozijos greitį matuoja įmonės specialistai. Tik 6% įmonių, matuojančių korozijos greitį, šiam darbui samdo kitos įmonės specialistus.

Korozijos greičio matavimui įmonių naudojami metodai pateikti 5.14 pav.



5.14 pav. Korozijos greičio matavimo metodas.

Kaip matyti iš 5.14 pav. pateiktų duomenų, korozijos greičio matavimui naudojami korozijos indikatoriai. Šiuo metodu galima kiekybiškai įvertinti korozijos greitį termofikacinio vandens sistemoje. Tuo tarpu vizualine apžiūra kiekybinio įvertinimo neduoda. Korozijos greitis termofikacinio vandens sistemose pateiktas 5.15 pav.



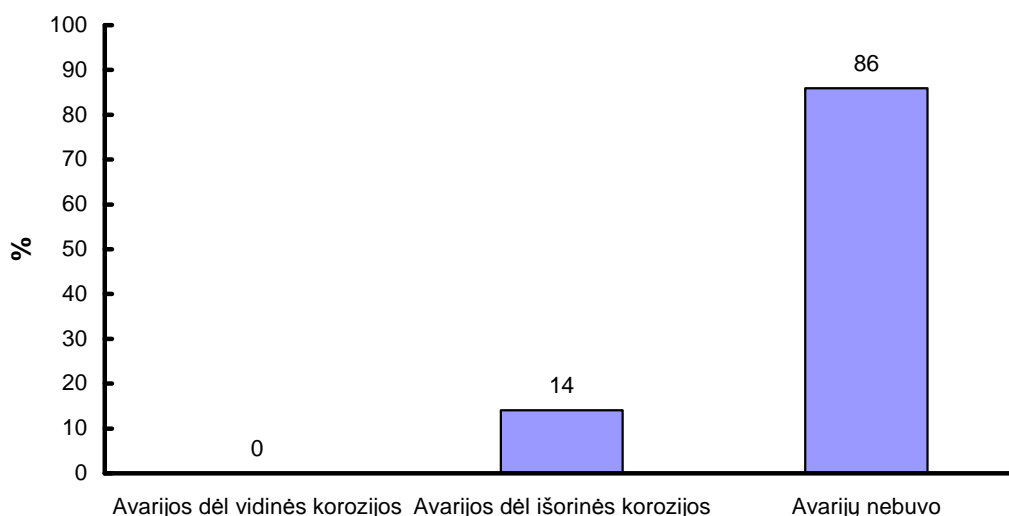
5.15 pav. Korozijos greitis CŠT sistemose.

Kaip matyti iš 5.15 pav. pateiktų duomenų, korozijos greitis termofikacinio vandens sistemose svyruoja nuo įvertinimo „nėra“ iki „vidutinio leistino“. Apie korozijos greitį termofikacinio vandens sistemoje 35% apklaustų įmonių duomenų nepateikė, kadangi korozijos greičio nematuoja. 5.3 lentelėje pateikti korozijos greičio įvertinimo kriterijai.

5.3 lentelė. Korozijos greičio įvertinimo kriterijai.

Įvertinimas	Korozijos greitis mm/metus
Nėra	0 – 0,02
Silpnas	0,02 – 0,04
Vidutinis leistinas	0,04 – 0,05
Didelis	0,05 – 0,2
Avarinis	> 0,2

Pagrindiniai sutrikimai ir avarijos, sukeltos korozijos procesų, įvykusios termofikacinio vandens sistemose per paskutinius 3 metus pateiktos 5.16 pav.



5.16 pav. Per paskutinius 3 metus įvykę sutrikimai ir avarijos termofikacinio vandens sistemose

Iš 5.16 pav. paveiksle pateiktų duomenų matyti, kad avarių dėl vidinės šilumos tinklų korozijos per paskutinius 3 metus nebuvo.

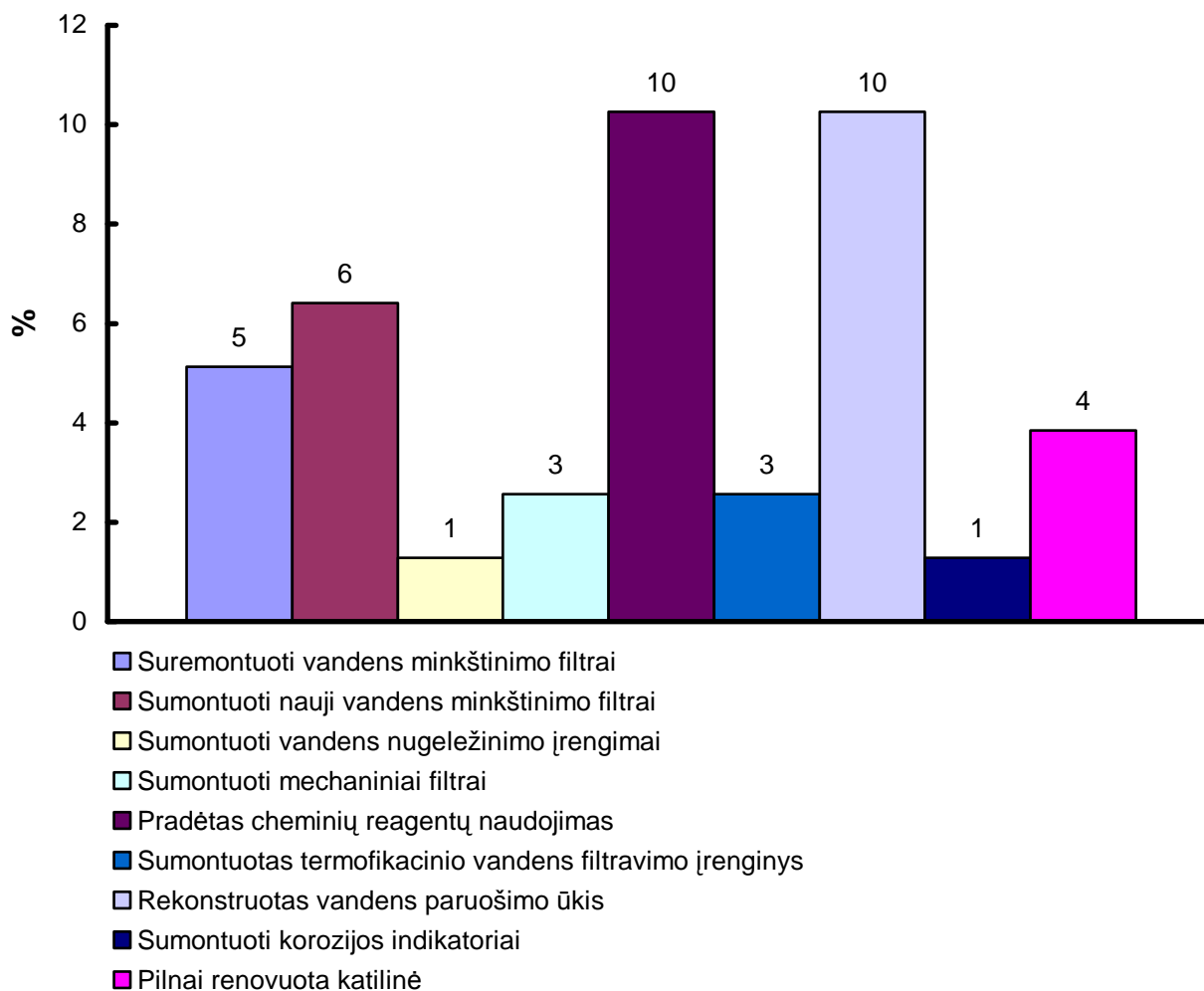
10. Valstybinių institucijų ir draudimo kompanijų veikla kontroliuojant pamaitinimo ir tinklo vandens kokybę.

Įmonių apklausa parodė, kad valstybinės energetikos inspektoriai, planinių įmonių patikrinimo metu, tikrina žurnalus, kuriuose registruojami pamaitinimo ir tinklo vandens kokybės rodikliai. Tačiau neatkreipia dėmesio į korozijos greičio kontrolę termofikacinio vandens sistemoje. Net 35% apklaustų įmonių korozijos greičio termofikacinio vandens sistemoje nematuoja.

11. 13% apklaustų įmonių nurodė, kad draudimo kompanija, kurioje apdraustos šios įmonės, kartą per metus reikalauja pateikti duomenis apie pamaitinimo ir tinklo vandens kokybę, bei išmatuotą korozijos greitį termofikacinio vandens sistemoje. 87% įmonių nurodė, kad draudimo kompanijos nesidomi vandens kokybės rodikliais, bei korozijos greičiu.

12. Įmonių veikla siekiant pagerinti pamaitinimo ir tinklo vandens kokybę.

Tik 31% apklaustų įmonių nurodė, kad per paskutinius 3 metus buvo įgyvendintos priemonės, kurių tikslas pagerinti pamaitinimo ir tinklo vandens kokybę. 5.17 pav. pateiktas trumpas įgyvendintų priemonių aprašymas.



5.17 pav. Įmonių įgyvendintos priemonės

Iš 5.17 pav. pateiktų duomenų matyti, kad pamaitinimo vandens paruošimo ūkio atnaujinimas vyksta gana vangiai. Per paskutinius 3 metus tik 10% apklaustų įmonių rekonstravo vandens paruošimo ūkį, pilnai renovuotos tik 4% katilinių. Apie 10% įmonių tinklo vandens apdirbimui pradėjo naudoti cheminius reagentus.

6. REKOMENDACIJOS IR IŠVADOS

Pateiktų pamaitinimo ir tinklo duomenų analizė parodė, kad visose įmonėse vandens kietumas yra mažesnis negu 300 $\mu\text{g-ekv/l}$, todėl rekomenduoju padidinti tinklo vandens pH iki 9÷10, išskyrus atviras CŠT sistemas. Šiose sistemose tinklo vandens pH neturi viršyti 9.

Įstatyminė bazė, reglamentuojanti pamaitinimo ir tinklo vandens kokybės rodiklius, jų kontrolę yra pakankama. Tačiau trūksta kontroliuojančių institucijų priežiūros šių rodiklių užtikrinimui.

Įstatymuose reikalaujama matuoti korozijos greitį CŠT sistemose, tačiau nėra nurodyta koks jis turėtų būti. Todėl rekomenduoju įstatymuose nurodyti CŠT sistemų korozijos greitį.

Įmonių apklausa parodė, kad visos įmonės tinklo pamaitinimo vandens paruošimui naudoja mechaninį filtravimą, bei vandens minkštinimą jonitinais filtrais. Todėl pagal tinklo pamaitinimo vandens paruošimą įmonės galima suskirstyti pagal įmonėse naudojamą deguonies iš vandens šalinimo būdą, į atskirą grupę išskiriant įmones, eksploatuojančias atviras CŠT sistemas, kadangi šių sistemų vandeniui taikomi reikalavimai, keliami geriamam vandeniui.

Pagal naudojamą pamaitinimo vandens paruošimo technologiją, CŠT bendroves galima suskirstyti į 5 grupes:

1. Įmonės, kurios pamaitinimo vandens paruošimui nuolatos naudoja terminę deaeraciją.
2. Įmonės, kurios pamaitinimo vandens paruošimui periodiškai (šildymo sezono metu) naudoja terminę deaeraciją
3. Įmonės, kurios pamaitinimo vandens paruošimui naudoja tik cheminius reagentus.
4. Įmonės, kurios pamaitinimo vandens paruošimui nenaudoja nei terminės deaeracijos, nei cheminių reagentų.
5. Įmonės, eksploatuojančios atviras CŠT sistemas.

6.1. Rekomendacijos įmonėms, kurios pamaitinimo vandens paruošimui nuolatos naudoja terminę deaeraciją

1. Prieš parenkant tinklo pamaitinimo vandens paruošimo technologiją ir įrengimus būtina atlikti išsamią pradinio vandens cheminę analizę, atkreipiant dėmesį į sekančius kokybės rodiklius:
 - a) vandens kietumą;
 - b) vandens šarmingumą;
 - c) geležies koncentraciją;
 - d) suspenduotųjų medžiagų koncentraciją;
 - e) organinių medžiagų koncentraciją.
2. Pamaitinimo vandens ruošimą vykdyti nepertraukiamo veikimo įrenginiais, kad būtų nuolatos užtikrinta reikiama pamaitinimo vandens kokybė.
3. Jeigu įmonė eksploatuoja neautomatinius vandens minkštinimo filtrus, po minkštinimo filtrų rekomenduotina sumontuoti automatinį vandens kietumo kontrolės įrenginį, kuris nuolatos kontroliuotų minkštinto vandens kietumą.
4. Ištirpusių dujų iš vandens šalinimui naudoti deaeratorius, kad užtikrinti žemą deguonies koncentraciją pamaitinimo ir tinklo vandenyje.
5. Bakų-akumuliatorių apsaugai nuo korozijos, bei deaeroto vandens apsaugai nuo pakartotinos aeracijos naudoti specialų hermetiką „Antiaeracinis hermetikas“. Šiuo metu Lietuvoje tik viena UAB „HERMEDA“ gamina ir tiekia į rinką šiam tikslui naudojamą „Antiaeracinį hermetiką“. Šis hermetikas pagamintas pagal TS 2007921-03-91, atitinkantį rusišką analogą TY 2513-002-00153241-2000.
6. Tinklo vandens pH palaikyti 9÷10.
7. Pamaitinimo ir tinklo vandens kontrolės bandinius imti šiuose taškuose:
 - 1) Iš karto po minkštinimo filtro
 - 2) Po deaatoriaus
 - 3) Iš paduodamo vandens linijos.
 - 4) Iš grįžtamo vandens linijos po dalinio filtravimo.
8. Pamaitinimo ir tinklo vandens kokybę rekomenduoju tikrinti ne rečiau kaip nurodyta 6.1 lentelėje.

6.1 lentelė. Vandens kokybės tikrinimo periodiškumas.

Eil. Nr.	Rodiklio pavadinimas	Pradinis vanduo	Pamaitinimo vanduo		Tinklo vanduo	
			Po filtrų	Po deaeratoriaus	Paduodamas	Grįžtamas
1.	pH	D	-	-	B	B
2.	Bendrasis kietumas	D	A	B	B	B
3.	Šarmingumas		B	B	B	B
4.	Kalcio kietumas		B	B	B	B
5.	O ₂	-	-	B	B	B
6.	Fe	C	-	C	C	C
7.	Naftos produktai	-	-	-	C	C
8.	Suspenduotosios medžiagos	D	-	-	B	B
9.	Chloridai*	D	C			C
10.	Naudojami reagentai	-	-	-	B	B

A – kasdien

B – kartą per savaitę

C – kartą per mėnesį

D – Kartą per metus, arba esant reikalui

* chloridai aktyvina anglinio plieno korozijos procesus, todėl būtina kontroliuoti jų koncentraciją. Be to NaCl regeneruojami vandens minkštinimo filtrai. Jeigu po regeneracijos filtrai gerai neišplaunami, į tinklo vandenį patenka vanduo, turintis didelę chloridų koncentraciją.

9. Tinklo vandens kokybės rodiklių koregavimui naudoti atitinkamus cheminius reagentus. Šiuo atveju geriausiai tinka kompleksiniai cheminiai reagentai, kurie šarmina tinklo vandenį, suriša vandenyje ištirpusį deguonį, bei apsaugo termofikacinio vandens sistemą nuo nuovirų susidarymo.

10. Tinklo vandens apdirbimui naudojant deguonį surišančius reagentus, reagentai į vandenį turi būti įvedami arba į pamaitinimo vandenį prieš pamaitinimo vandens siurblius, arba tiesiai į grįžtamą vandenį.

11. Filtruoti grįžtamą tinklo vandenį mechaniniais filtrais.

12. Išsiskiriančių dujų šalinimui naudoti specialius deaeratorius.

13. Vandens šilumos tinklo vamzdinių vidinių paviršių korozija turi būti nuolat kontroliuojama atliekant tinklo vandens analizes, taip pat statant būdingiausiose vietose vidinės korozijos indikatorius (šilumos šaltinio išvaduose, galiniuose ruožuose, dviejose trijose magistralės tarpinėse vietose)

14. Atsižvelgiant į ilgą vandens paruošimo eksploatacijos laiką, bei įrengimų techninę būklę, numatyti vandens paruošimo įrenginių keitimą.

6.2. Rekomendacijos įmonėms, kurios pamaitinimo vandens paruošimui periodiškai (šildymo sezono metu) naudoja terminę deaeraciją

1. Prieš parenkant tinklo pamaitinimo vandens paruošimo technologiją ir įrengimus būtina atlikti išsamią pradinio vandens cheminę analizę, atkreipiant dėmesį į sekančius kokybės rodiklius:

- vandens kietumą;
- vandens šarmingumą;
- geležies koncentraciją;
- suspenduotųjų medžiagų koncentraciją;
- organinių medžiagų koncentraciją.

2. Pamaitinimo vandens ruošimą vykdyti nepertraukiamo veikimo įrenginiais, kad būtų nuolatos užtikrinta reikiama pamaitinimo vandens kokybė.
3. Jeigu įmonė eksploatuoja neautomatinius vandens minkštinimo filtrus, po minkštinimo filtrų rekomenduotina sumontuoti automatinį vandens kietumo kontrolės įrenginį, kuris nuolatos kontroliuotų minkštinto vandens kietumą.
4. Ištirpusių dujų iš vandens šalinimui naudoti deaeratorius, kad užtikrinti žemą deguonies koncentraciją pamaitinimo ir tinklo vandenyje.
5. Bakų-akumuliatorių apsaugai nuo korozijos, bei deaeruo to vandens apsaugai nuo pakartotinos aeracijos naudoti specialų hermetiką „Antiaeracinis hermetikas“. Šiuo metu Lietuvoje tik viena UAB „HERMEDA“ gamina ir tiekia į rinką šiam tikslui naudojamą „Antiaeracinį hermetiką“. Šis hermetikas pagamintas pagal TS 2007921-03-91, atitinkantį rusišką analogą TY 2513-002-00153241-2000.
6. Tinklo vandens pH palaikyti 9÷10.
7. Pamaitinimo ir tinklo vandens kontrolės bandinius imti šiuose taškuose:
 - 1) Iš karto po minkštinimo filtro;
 - 2) Po deaeratoriaus
 - 3) Iš paduodamo vandens linijos.
 - 4) Iš grįžtamo vandens linijos po dalinio filtravimo.
8. Pamaitinimo ir tinklo vandens kokybę rekomenduojame tikrinti ne rečiau kaip nurodyta 6.2 lentelėje.

6.2 lentelė. Vandens kokybės tikrinimo periodiškumas

Eil. Nr.	Rodiklio pavadinimas	Pradinis vanduo	Pamaitinimo vanduo		Tinklo vanduo	
			Po filtrų	Po deaeratoriaus	Paduodamas	Grįžtamas
1.	pH	D	-	-	B	B
2.	Bendrasis kietumas	D	A	B	B	B
3.	Šarmingumas		B	B	B	B
4.	Kalcio kietumas		B	B	B	B
5.	O ₂	-	-	B	B	B
6.	Fe	C	-	C	C	C
7.	Naftos produktai	-	-	-	C	C
8.	Suspenduotosios medžiagos	D	-	-	B	B
9.	Chloridai*	D	C			C
10.	Naudojami reagentai	-	-	-	B	B

A – kasdien

B – kartą per savaitę

C – kartą per mėnesį

D – Kartą per metus, arba esant reikalui

* chloridai aktyvina anglinio plieno korozijos procesus, todėl būtina kontroliuoti jų koncentraciją. Be to NaCl regeneruojami vandens minkštinimo filtrai. Jeigu po regeneracijos filtrai gerai neišplaunami, į tinklo vandenį patenka vanduo, turintis didelę chloridų koncentraciją.

9. Tinklo vandens kokybės rodiklių koregavimui naudoti atitinkamus cheminius reagentus. Šiuo atveju geriausiai tinka kompleksiniai cheminiai reagentai, kurie šarmina tinklo vandenį, suriša vandenyje ištirpusią deguonį, bei apsaugo termofikacinio vandens sistemą nuo nuovirų susidarymo.

10. Kai nevyksta terminė deaeracija, deguonies surišimui tinklo vandenyje naudoti tinkamus reagentus. Taip pat atkreipti dėmesį į geležies koncentraciją tinklo vandenyje. Geležies koncentracijos padidėjimas tinklo vandenyje rodo prasidėjusią tinklo įrengimų koroziją.

Tinklo įrenginių apsaugai nuo korozijos taip pat galima naudoti apsauginę plėvelę formuojančius cheminius reagentus (fosfatus, silikatus, molibdatos).

11. Tinklo vandens paruošimui naudojant deguonį surišančius reagentus, reagentai į vandenį turi būti įvedami arba į pamaitinimo vandenį prieš pamaitinimo vandens siurblius, arba tiesiai į grįžtamą vandenį. Tinklo vandens paruošimui naudojant apsauginę plėvelę formuojančius reagentus, reagentų įvedimo į vandenį vieta nėra tokia svarbi.

12. Filtruoti grįžtamą tinklo vandenį mechaniniais filtrais.

13. Išsiskiriančių dujų šalinimui naudoti specialius deaeratorius.

14. Vandens šilumos tinklo vamzdinių vidinių paviršių korozija turi būti nuolat kontroliuojama atliekant tinklo vandens analizes, taip pat statant būdingiausiose vietose vidinės korozijos indikatorius (šilumos šaltinio išvaduose, galiniuose ruožuose, dviejose trijose magistralės tarpinėse vietose)

15. Atsižvelgiant į ilgą vandens paruošimo eksploatacijos laiką, bei įrengimų techninę būklę, numatyti vandens paruošimo įrenginių keitimą.

6.3. Įmonės, kurios pamaitinimo vandens paruošimui naudoja tik cheminius reagentus

1. Prieš parenkant tinklo pamaitinimo vandens paruošimo technologiją ir įrengimus būtina atlikti išsamią pradinio vandens cheminę analizę, atkreipiant dėmesį į sekančius kokybės rodiklius:

- a) vandens kietumą;
- b) vandens šarmingumą;
- c) geležies koncentraciją;
- d) suspenduotųjų medžiagų koncentraciją;
- e) organinių medžiagų koncentraciją.

2. Pamaitinimo vandens ruošimą vykdyti nepertraukiamo veikimo įrenginiais, kad būtų nuolatos užtikrinta reikiama pamaitinimo vandens kokybė.

3. Jeigu įmonė eksploatuoja neautomatinius vandens minkštinimo filtrus, po minkštinimo filtrų rekomenduotina sumontuoti automatinį vandens kietumo kontrolės įrenginį, kuris nuolatos kontroliuotų minkštinto vandens kietumą.

4. Bakų-akumuliatorių apsaugai nuo korozijos, naudoti specialias dangas, kurios ilgą laiką apsaugotų bakus nuo korozijos. Šiam tikslui taip pat galima naudoti ir „Antiaeracinį hermetiką“. Šiuo metu Lietuvoje tik viena UAB „HERMEDA“ gamina ir tiekia į rinką šiam tikslui naudojamą „Antiaeracinį hermetiką“. Šis hermetikas pagamintas pagal TS 2007921-03-91, atitinkantį rusišką analogą TY 2513-002-00153241-2000.

5. Kadangi tokiose katilinėse garas negaminamas, todėl terminė vandens deaeracija negalima. Tokiu atveju deguonies pašalinimui iš vandens galima naudoti membraninius deaeratorius, kuriems garas nereikalingas.

6. Tinklo vandens pH palaikyti 9÷10.

7. Pamaitinimo ir tinklo vandens kontrolės bandinius imti šiuose taškuose:

- 1) Iš karto po minkštinimo filtro.
- 2) Iš paduodamo vandens linijos.
- 3) Iš grįžtamo vandens linijos po dalinio filtravimo.

8. Pamaitinimo ir tinklo vandens kokybę rekomenduoju tikrinti ne rečiau kaip nurodyta 6.3 lentelėje.

6.3 lentelė. Vandens kokybės tikrinimo periodiškumas.

Eil. Nr.	Rodiklio pavadinimas	Pradinis vanduo	Pamaitinimo vanduo	Tinklo vanduo	
			Po filtrų	Paduodamas	Grižtamas
1.	pH	D	-	B	B
2.	Bendrasis kietumas	D	A	B	B
3.	Šarmingumas		B	B	B
4.	Kalcio kietumas		B	B	B
5.	O ₂	-	-	B	B
6.	Fe	C	-	B	B
7.	Naftos produktai	-	-	C	C
8.	Suspenduotosios medžiagos	D	-	B	B
9.	Chloridai*	D	C		C
10.	Naudojami reagentai	-	-	B	B

A – kasdien

B – kartą per savaitę

C – kartą per mėnesį

D – Kartą per metus, arba esant reikalui

* chloridai aktyvina anglinio plieno korozijos procesus, todėl būtina kontroliuoti jų koncentraciją. Be to NaCl regeneruojami vandens minkštinimo filtrai. Jeigu po regeneracijos filtrai gerai neišplaunami, į tinklo vandenį patenka vanduo, turintis didelę chloridų koncentraciją.

9. Tinklo vandens kokybės rodiklių koregavimui naudoti atitinkamus cheminius reagentus. Šiuo atveju geriausiai tinka kompleksiniai cheminiai reagentai, kurie šarmina tinklo vandenį, suriša vandenyje ištirpusį deguonį, bei apsaugo termofikacinio vandens sistemą nuo nuovirų susidarymo.

Tinklo įrenginių apsaugai nuo korozijos taip pat galima naudoti apsauginę plėvelę formuojančius cheminius reagentus (fosfatus, silikatus, molibdatus).

10. Tinklo vandens apdirbimui naudojant deguonį surišančius reagentus, reagentai į vandenį turi būti įvedami arba į pamaitinimo vandenį prieš pamaitinimo vandens siurblius, arba tiesiai į grįžtamą vandenį.

11. Filtruoti grįžtamą tinklo vandenį mechaniniais filtrais.

12. Išsiskiriančių dujų šalinimui naudoti specialius deaeratorius.

13. Vandens šilumos tinklo vamzdynų vidinių paviršių korozija turi būti nuolat kontroliuojama atliekant tinklo vandens analizes, taip pat statant būdingiausiose vietose vidinės korozijos indikatorius (šilumos šaltinio išvaduose, galiniuose ruožuose, dviejose trijose magistralės tarpinėse vietose)

14. Atsižvelgiant į ilgą vandens paruošimo eksploatacijos laiką, bei įrengimų techninę būklę, numatyti vandens paruošimo įrenginių keitimą.

6.4. Įmonės, kurios pamaitinimo vandens paruošimui nenaudoja nei terminės deaeracijos, nei cheminių reagentų

Pamaitinimo vandens ruošimui naudojant tik vandens mechaninį filtravimą ir vandens minkštinimą, nėra galimybių užtikrinti tinkamą vandens paruošimą. Taip paruoštas vanduo neatitinka reikalavimų, keliamų papildymo ir tinklo vandens kokybei. Todėl būtina įdiegti papildomas priemones (membraninius deaeratorius ar cheminius reagentus) vandens paruošimo tobulinimui.

6.5. Įmonės, kurios eksploatuoja atviras termofikacinio vandens sistemas

1. Atviroms šilumos tiekimo sistemoms (iš kurių tiesiogiai imamas vanduo) pamaitinimo vandens kokybė taip pat turi atitikti geriamo vandens normų standarto (HN 24:1998 Geriamasis vanduo. Kokybės reikalavimai ir programinė priežiūra, patvirtinta Sveikatos apsaugos ministro 1998 m. lapkričio 25 d. įsakymu Nr.684 „Dėl Lietuvos higienos normos HN 24:1998 „Geriamasis vanduo. Kokybės reikalavimai ir programinė priežiūra“ tvirtinimo“ (Žin., 1998, Nr.105-2926) reikalavimus. Todėl, prieš parenkant tinklo pamaitinimo vandens paruošimo technologiją ir įrengimus būtina atlikti išsamią pradinio vandens cheminę analizę, atkreipiant dėmesį į sekančius kokybės rodiklius:

- a) vandens kietumą;
 - b) vandens šarmingumą;
 - c) geležies koncentraciją;
 - d) suspenduotųjų medžiagų koncentraciją;
 - e) organinių medžiagų koncentraciją.
2. Pamaitinimo vandens ruošimą vykdyti nepertraukiamo veikimo įrenginiais, kad būtų nuolatos užtikrinta reikiama pamaitinimo vandens kokybė.
3. Jeigu įmonė eksploatuoja neautomatinius vandens minkštinimo filtrus, po minkštinimo filtrų rekomenduotina sumontuoti automatinį vandens kietumo kontrolės įrenginį, kuris nuolatos kontroliuotų minkštinto vandens kietumą.
4. Ištirpusių dujų iš vandens šalinimui naudoti deaeratorius, kad užtikrinti žemą deguonies koncentraciją pamaitinimo ir tinklo vandenyje.
5. Bakų-akumuliatorių apsaugai nuo korozijos naudojamos medžiagos turi atitikti reikalavimus, keliamus medžiagoms, turinčioms tiesioginį kontaktą su maisto produktais reikalavimus.
6. Tinklo vandens pH palaikyti ne daugiau 9 [13].
7. Pamaitinimo ir tinklo vandens kontrolės bandinius imti šiuose taškuose:
- 1) Iš karto po minkštinimo filtro
 - 2) Po deaatoriaus
 - 3) Iš paduodamo vandens linijos.
 - 4) Iš grįžtamo vandens linijos po dalinio filtravimo.
8. Pamaitinimo ir tinklo vandens kokybę rekomenduoju tikrinti ne rečiau kaip kaip nurodyta 6.4 lentelėje.

6.4 lentelė. Vandens kokybės tikrinimo periodiškumas

Eil. Nr.	Rodiklio pavadinimas	Pradinis vanduo	Pamaitinimo vanduo		Tinklo vanduo	
			Po filtrų	Po deaatoriaus	Paduodamas	Grįžtamas
1.	pH	D	A	A-	A	A
2.	Bendrasis kietumas	D	A	A	A	A
3.	Šarmingumas		A	A	A	A
4.	O ₂	-	-	A	A	A
5.	Fe	C	-	A	A	A
6.	Naftos produktai	-	-	A	A	A
7.	Suspenduotosios medžiagos	D	-	A	A	A
8.	Naudojami reagentai	-	-	-	A	A

A – kasdien

B – kartą per savaitę

C – kartą per mėnesį

D – Kartą per metus, arba esant reikalui

9. Tinklo vandens kokybės rodiklių koregavimui naudoti atitinkamus cheminius reagentus. Šiuo atveju galima naudoti tik apsauginę plėvelę formuojančius neorganinius reagentus (fosfatus, silikatus), kurie leidžiami naudoti geriamo vandens paruošimui.

10. Filtruoti grįžtamą tinklo vandenį mechaniniais filtrais.

11. Išsiskiriančių dujų šalinimui naudoti specialius deaeratorius.

12. Vandens šilumos tinklo vamzdynų vidinių paviršių korozija turi būti nuolat kontroliuojama atliekant tinklo vandens analizes, taip pat statant būdingiausiose vietose vidinės korozijos indikatorius (šilumos šaltinio išvaduose, galiniuose ruožuose, dviejose trijose magistralės tarpinėse vietose)

13. Atsižvelgiant į ilgą vandens paruošimo eksploatacijos laiką, bei įrengimų techninę būklę, numatyti vandens paruošimo įrenginių keitimą.

6.6. Valstybinės energetikos inspekcijos veiklą, kontroliuojant tinklo ir pamaitinimo vandens kokybę

Valstybinės energetikos inspekcijos inspektoriams, įmonių planinių patikrinimų metu reikėtų atkreipti didesnę dėmesį į:

- 1) pamaitinimo vandens kokybės rodiklius
- 2) tinklo vandens kokybės rodiklius
- 3) vandens kokybės rodiklių nustatymo periodiškumą
- 4) korozijos greičio tinklo vandenyje kontrolę
- 5) Kitų, taisyklėse nurodytų reikalavimų laikymąsi.

7. LITERATŪROS SĄRAŠAS

1. Unifikuoti nuotekų ir paviršinių vandens kokybės tyrimų metodai. -Vilnius, 1994.
2. Technical Topics. The Effect of ph on the Corrosion rates of Various Metals. TT-002-1286.
3. Integrated Pollution Prevention and Control. Draft Referente Document on Energy Efficiency techniques (Draft April 2006)
4. Ю. В. Балабан-Ирменин и др. Защита от внутренней коррозии трубопроводов водяных тепловых сетей. -Москва, 1999.
5. А. С. Копылов и др. Водоподготовка в энергетике. –Москва, 2003
6. Kurita Handbook of water treatment. Second English Edition. 1999.
7. Elektrinių ir elektros tinklų eksploatavimo taisyklės.
8. Garo ir vandens šildymo katilų įrengimo ir saugaus eksploatavimo taisyklės, Patvirtintos Lietuvos Respublikos ūkio ministro 2007 m. sausio 9 d. įsakymu Nr. 4-6.
9. Šilumos tinklų ir šilumos vartojimo įrenginių priežiūros (eksploatavimo) taisyklės, patvirtintos Lietuvos Respublikos ūkio ministro 2005 m. rugpjūčio 5 d. įsakymu Nr. 4-291
10. Statybos techninis reglamentas STR 2.09.01:1998 Šilumos tiekimo tinklai ir šilumos punktai.
11. ASTM G1-G4.
12. Katilinių įrenginių įrengimo taisyklės VŽ 2006 Nr. 12-428
13. HN 24:1998 Geriamasis vanduo. Kokybės reikalavimai ir programinė priežiūra, patvirtinta Sveikatos apsaugos ministro 1998 m. lapkričio 25 d. įsakymu Nr.684 „Dėl Lietuvos higienos normos HN 24:1998 „Geriamasis vanduo. Kokybės reikalavimai ir programinė priežiūra“ tvirtinimo“ (Žin., 1998, Nr.105-2926)