

**UTENOS KOLEGIJOS
VERSLO IR TECHNOLOGIJŲ FAKULTETO
APLINKOS APSAUGOS KATEDROS
APLINKOS APSAUGOS INŽINERIJOS STUDIJŲ PROGRAMA**

TVIRTINU

Dekanė

Regina Bagdonavičienė

2016-06-09

VANDENS GERINIMO ĮRENGINIO PARINKIMAS NAUJAMIESČIO KAIMUI

BAIGIAMASIS DARBAS

Recenzentė

lektorė

Sigita Steiblytė

2016-06-07

Darbo autorius

AAI-12I gr. studentas

Marius Stacevičius

2016-06-02

Darbo vadovė

lektorė

Loreta Jovaišienė

2016-06-07

TURINYS

SANTRAUKA.....	4
SUMMARY.....	5
ĮVADAS.....	6
1. VANDENS KOKYBĖS RODIKLIAI IR JŲ GERINIMO BŪDAI.....	8
1.1.Reikalavimai geriamojo vandens kokybei	8
1.2.Fizikiniai, cheminiai ir mikrobiologiniai vandens kokybės rodikliai	13
1.3. Vandens gerinimo metodai ir įrenginiai.....	18
1.4. Pagrindiniai teisės aktai reglamentuojantys vandens kokybę	23
2. BENDRA INFORMACIJA APIE NAUJAMIESČIO KAIMĄ BEI GERIAMOJO VANDENS SAUGOS IR KOKYBĖS RODIKLIAI JAME.....	24
3. VANDENS GERINIMO ĮRENGINIŲ KOMPLEKSO SKAIČIUOJAMOJO NAŠUMO NUSTATYMAS IR NUGELIAŽINIMO FILTRO PARINKIMAS NAUJAMIESČIO KAIMUI	28
4. NUGELIŽINIMO ĮRENGINIO EKONOMINIAI SKAIČIAVIMAI	38
IŠVADOS	39
LITERATŪROS SĄRAŠAS.....	40
PRIEDAI	42
1 Priedas. Geriamojo vandens saugos ir kokybės rodikliai Naujamiesčio kaime.....	43
PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS	
1 pav. Geriamojo vandens neatitikę tyrimai pagal tiriamus rodiklius 2014 m., %	10
2 pav. Požeminiame vandenyje aptinkamų geležies formų schema	12
3 pav. Skaidrumo nustatymas, naudojant Sneleno šriftą.....	14
4 pav. Naujamiesčio kaimas.....	24
5 pav. Naujamiesčio kaimo grėžinys.....	26
6 pav. Nugeležinimo filtras su oru	33
7 pav. Nugeležinimo filtras su kalio permanganatu	33
8 pav. Principinė nugeležinimo filtro su oru veikimo schema	34
9 pav. Technologinio proceso principinė schema	35
10 pav. CB – 220 nugeležinimo filtras.....	36
11 pav. CLACK CORPORACION JAV kompiuterinis filtro valdiklis.....	37
12 pav. Oro kompresorius TOP 350 50 (Vokietija).....	37

LENTELIŲ SĄRAŠAS

1 lentelė. Geriamo vandens tiekimas 2012m.	10
2 lentelė. Vandens kvapo vertinimas penkiabale sistema	15
3 lentelė. Gamtinio vandens mikrobiologinis švarumas	17
4 lentelė. UAB „Aukštaitijos vandenys“ tiekiamo vartotojams geriamojo vandens saugos ir kokybės rodikliai 2014m.	27
5 lentelė. Vandens debitas gaisrams.....	30
6 lentelė. Nugeležinimo filtro CB – 220 parametrai	35
7 lentelė. Nugeležinimo filtras CB – 220 ir jo įrengimas.....	39

Marius Stacevičius. Vandens gerinimo įrenginio parinkimas Naujamiesčio kaimui. Aplinkos apsaugos studijų programos studento baigiamasis darbas. Vadovė: lektorė Loreta Jovaišienė, Utenos kolegija, Verslo ir technologijų fakultetas, Aplinkos apsaugos katedra – Utena, 2016.

SANTRAUKA

Darbo aktualumas. Naujamiesčio kaime geriamasis vanduo nėra visiškai tinkamos kokybės. Mūsų šalyje geriamojo vandens kokybę nustato Lietuvos higienos norma HN 24 : 2003 „Geriamojo vandens saugos ir kokybės reikalavimai“. Įrengus vandens gerinimo įrenginius (nugeležinimo filtrus) Naujamiesčio kaime, būtų išspręsta svarbiausia problema – pašalinamas geležies perteklius vandenyje, o pašalinus geležies perteklių susinormalizuotų ir mangano bei drumstumo pertekliai. Vandens kokybės skirtumą pajustų visi 172 Naujamiesčio kaimo gyventojai, geriamasis vanduo atitiktų saugos ir kokybės rodiklius.

Darbo problema. 2014 metų duomenimis Naujamiesčio kaimo vandens saugos ir kokybės indikatoriniai rodikliai (geležis, manganas, drumstumas) ženkliai viršija leistinas normas. To pasekoje vanduo tampa nemalonaus kvapo, rudos spalvos ir nemalonius gerti. Įrenginiai kalkėja, dėl to greičiau genda. Ant vonios, kriauklės, unitazo, indų, puodų vidinių sienelių atsiranda rudų dėmių. Atsukus čiaupą po ilgesnio laiko, bėga rudas vanduo. Skalbiniai išmarginami rudomis arba geltonomis dėmėmis.

Darbo objektas. Vandens gerinimo įrenginių parinkimas Naujamiesčio kaimui.

Darbo tikslas. Parinkti vandens gerinimo įrenginius Naujamiesčio kaimui.

Uždaviniai:

1. Išanalizuoti vandens kokybės rodiklius ir jų gerinimo būdus;
2. Išanalizuoti Naujamiesčio kaimą, jo vandens kokybę ir įrenginių komplekso skaičiuojamąjį našumą;
3. Parinkti vandens gerinimo įrenginį Naujamiesčio kaimui;
4. Atlikti įrenginio ekonominius skaičiavimus.

Baigiamojo darbo teorinėje dalyje išanalizuota reikalavimai geriamojo vandens kokybei, vandens kokybės rodikliai, vandens gerinimo metodai ir įrenginiai, bei pagrindiniai teisės aktai reglamentuojantys vandens kokybę. Atsižvelgus į Naujamiesčio kaimo dydį, žmonių skaičių ir geriamojo vandens suvartojimo kiekį, parinktas nugeležinimo filtras CB – 220. Nugeležinimo filtro ir jo įrengimo bendra kaina 9720 eurų.

Reikšminiai žodžiai: vanduo, filtras, geležis.

Marius Stacevičius. Selection of water treatment plant for Naujamiestis village Thesis of Environmental Engineering study program student. Supervisor: Lecturer Loreta Jovaišienė, Utena University of Applied Sciences, Faculty of Business and Technology, Department of Environmental Protection. – Utena, 2016.

SUMMARY

Relevance of thesis. Drinking water in Naujamiestis village is not of completely satisfactory quality. In our country, the quality of drinking water is established by the Lithuanian hygiene norm HN 24 : 2003 “in the water would be removed, and after the removal of excess iron, the manganese and turbidity excesses would become normal as well. All 172 residents from Naujamiestis village would feel the difference of water quality, and drinking water would meet safety and quality rates.

Problem of thesis. According to data of the year 2014, water safety and quality indicator rates (iron, manganese, turbidity) in Naujamiestis village significantly exceed the permissible norms. As a result, the water Safety and quality requirements of drinking-water”. After the installation of water treatment plants (iron removal filters) in Naujamiestis village, the main problem would be solved there: excess iron becomes of unpleasant odour, brown and unpleasant to drink. Plants calcify and therefore break down. Brown spots appear on the inner walls of bath, sink, toilet bowl, dishes and pots. If you turn on the tap after a longer period, brown water runs out of it. The laundry is dotted with brown or yellow spots.

Object of thesis. Selection of water treatment plants for Naujamiestis village.

Objective of thesis. To select water treatment plantsfor Naujamiestis village.

Goals:

1. To analyse the water quality indicators and ways for its improvement;
2. To analyse Naujamiestis village, water quality there and estimated performance of complex of plants;
3. To select the water treatment plant for Naujamiestis village;
4. To perform economic calculations of the plant.

The theoretical part of thesis presents the analysis of the requirements for drinking water quality, water quality rates, water treatment methods and equipment, as well as the main legislation regulating the water quality. Taking into account the size of Naujamiestis village, the number of people and drinking water consumption rate, iron removal filter CB – 220 was selected. The total price for iron removal filter and its installation is EUR 9,720.

Keywords: water, filter, iron.

IVADAS

Lietuvoje reikalavimai vandens kokybei ir programinei priežiūrai nurodyti Higienos normoje 24 : 2003 „Geriamojo vandens saugos ir kokybės reikalavimai. Pagrindinis geriamojo vandens kokybę reglamentuojančių dokumentų tikslas – visuomenės sveikatos sauga“ (toliau HN 24 : 2003). HN 24 : 2003 parengta atsižvelgiant į Europos ekonominės bendrijos (EEB) Tarybos direktyvų reikalavimus. Ši higienos norma nusako, kokie rodikliai turi būti nustatinėjami geriamajame vandenyje. Rodikliai suskirstyti į mikrobiologinius, indikatorinius ir toksinius. Taip pat šiame dokumente pateiktos visų rodiklių leistinos vertės. Be rodiklių yra reglamentuojama, kiek kartų per metus turi būti imami vandens mėginiai, o tai priklauso nuo aptarnaujamų gyventojų skaičiaus ir tiekiamo vandens kiekio.

Darbo aktualumas. Naujamiesčio kaime geriamasis vanduo nėra visiškai tinkamos kokybės. Mūsų šalyje geriamojo vandens kokybę nustato Lietuvos higienos norma HN 24 : 2003 „geriamojo vandens saugos ir kokybės reikalavimai“. Įrengus vandens gerinimo įrenginius (nugeležinimo filtrus) Naujamiesčio kaime, būtų išspręsta svarbiausia problema – pašalinamas geležies perteklius vandenyje, o pašalinus geležies perteklių susinormalizuotų ir mangano bei drumstumo pertekliai. Vandens kokybės skirtumą pajustų visi 172 Naujamiesčio kaimo gyventojai, geriamasis vanduo atitiktų saugos ir kokybės rodiklius.

Darbo problema. 2014 metų duomenimis Naujamiesčio kaimo vandens saugos ir kokybės indikatoriniai rodikliai (geležis, manganas, drumstumas) ženkliai viršija leistinas normas. To pasekoje vanduo tampa nemalonaus kvapo, rudos spalvos ir nemalonus gerti. Įrenginiai kalkėja, dėl to greičiau genda. Ant vonios, kriauklės, unitazo, indų, puodų vidinių sienelių atsiranda rudų dėmių. Atsukus čiaupą po ilgesnio laiko, bėga rudas vanduo. Skalbiniai išmarginami rudomis arba geltonomis dėmėmis.

Darbo objektas. Vandens gerinimo įrenginio parinkimas Naujamiesčio kaimui.

Darbo tikslas. Parinkti vandens gerinimo įrenginį Naujamiesčio kaimui.

Uždaviniai:

1. Išanalizuoti vandens kokybės rodiklius ir jų gerinimo būdus;
2. Išanalizuoti Naujamiesčio kaimą, jo vandens kokybę ir įrenginių komplekso skaičiuojamąjį našumą;
3. Parinkti vandens gerinimo įrenginį Naujamiesčio kaimui;
4. Atlikti įrenginio ekonominius skaičiavimus.

Darbą sudaro santrauka (lietuvių ir anglų kalbomis), įvadas, 4 dalys, išvados, 22 pozicijų literatūros sąrašas. Darbo apimtis be priedų 41 puslapiai.

Diplomantas baigiamajame darbe pasiekė šiuos rezultatus:

- Nustatys aplinkos apsaugos aspektus ūkinėje veikloje;
- Parinks aplinkosauginiu požiūriu veiksmingą technologinę įrangą, užtikrinančią geriausių prieinamų gamybos būdų įgyvendinimą;
- Planuos organizacines ir technologines aplinkosaugines priemones vykdant ūkinę veiklą pagal darniosios plėtros principus;
- Rengs aplinkosauginės veiklos dokumentus;
- Informuos visuomenę aplinkosaugos klausimais.

1. VANDENS KOKYBĖS RODIKLIAI IR JŲ GERINIMO BŪDAI

Vanduo yra viena iš svarbiausių mūsų gyvybę palaikančių medžiagų. Geriausios kokybės yra gėlas požeminis vanduo, nedaug pasaulio šalių tiekia gyventojams tokį vandenį. Dažniausiai naudojamas valytas ir cheminiu būdu apdorotas paviršinis upių ir ežerų vanduo, kuris niekada neprilygsta požeminiam.

Vanduo sudaro 60 – 70 % suaugusio žmogaus kūno masės. Visi gyvybiškai svarbūs procesai vyksta vandeniniuose organinių medžiagų tirpaluose. Vanduo svarbus kraujo gamybai, maisto virškinimui ir pasisavinimui, organizmo šilumos balanso palaikymui, medžiagų apykaitos produktų pašalinimui ir t.t. Fiziologiniams procesams palaikyti būtina nuolat atstatyti iš organizmo pašalintą vandens kiekį. Sumažėjus organizme vandens 1 – 2 %, jaučiamas troškulys, netekus 5% vandens, aptemsta sąmonė, o netekus 12 – 20 % , organizmas žūva (1).

Geriamojo vandens kokybė turi tiesioginės įtakos žmogaus sveikatai, todėl jame neturi būti patogeniškų mikroorganizmų (bakterijų, virusų), helmintų kiaušinėlių. Vanduo turi būti bespalvis, bekvapis, skaidrus, be nemalonaus prieskonio, jame negali būti toksinių medžiagų ir druskų daugiau už leidžiamas koncentracijas. Spalvą vandeniui suteikia įvairios priemaišos: planktonas – žalsvą, humusinės medžiagos – gelsvą, geležies junginiai – rusvą. Vandens kvapas ir skonis priklauso nuo jame esančių priemaišų: amoniako, sieros vandenilio, chloro, fenolių, geležies ir mangano druskų ir t.t. Vandens kietumą lemia kalcio ir magnio druskų koncentracija (1).

Vandens kokybė priklauso nuo jame ištirpusių, suspenduotų ir pakibusių medžiagų, bakterijų ir kitų priemaišų. Ją apibūdina fiziniai, cheminiai ir sanitariniai - bakteriologiniai rodikliai, kurie nustatomi laboratorijose tiriant vandens pavyzdžius. Kiekvienas žmogus turi žinoti, kokį vandenį geria – juk nuo to tiesiogiai priklauso jo sveikata (1).

Gėlo požeminio vandens gavyba šalyje jau ne vienerius metus sparčiai auga. Lietuvos geologijos tarnybos duomenimis 2007 metais buvo išgauta 389,82 tūkst. m³/d požeminio gėlo geriamo vandens, t. y. apie 9,2 % daugiau nei 2006 metais (1).

1.1. Reikalavimai geriamojo vandens kokybei

Gamtoje gausu skanaus vandens, bet idealiai švaraus nėra ir negali būti. Nereikia užmiršti, kad vanduo - vienas iš geriausių tirpiklių. Netgi atrodo idealiai švarus lietaus lašas arba skaidri snaigė, kol nukrinta ant žemės, įsisodrina azotu, deguonimi, anglies dioksidu, dulkėmis.

Vandens skonis pirmiausia priklauso nuo jo cheminių priemaišų, kurios gali būti naudingos arba kenksmingos. Nemalonaus skonio vanduo sukelia neigiamą fiziologinę reakciją net ir tada, kai nėra tiesioginės grėsmės sveikatai (2).

Geriamasis vanduo turi atitikti reikalavimus: jame neturi būti mikroorganizmų, parazitų ir medžiagų, savo skaičiais ar koncentracijomis galinčių kelti potencialų pavojų žmonių sveikatai. Lietuvoje reikalavimai vandens saugai ir kokybei bei programinei priežiūrai nurodyti Lietuvos higienos normoje HN 24:2003 „Geriamojo vandens saugos ir kokybės reikalavimai“ (toliau HN:2003). Geriamasis vanduo turi atitikti šios higienos normos nustatytus minimalius mikrobinius ir toksinius (cheminius) rodiklius. Į šią higienos normą perkeltos nuostatos iš Europos Sąjungos teisės aktų. Pagrindinis geriamojo vandens kokybę reglamentuojančių dokumentų tikslas - visuomenės sveikatos sauga (3).

Valstybinė maisto ir veterinarijos tarnyba (toliau - VMVT) atlieka valstybinę geriamojo vandens saugos ir kokybės kontrolę. Valstybinė geriamojo vandens kontrolė atliekama vadovaujantis teisės aktais be išankstinio įspėjimo, reguliariai pagal iš anksto sudarytas programas, taip pat įtarus, kad gali būti pažeisti įstatymų bei kitų teisės aktų reikalavimai. Į valstybinę geriamojo vandens kontrolę įeina visi geriamojo vandens saugos ir kokybės užtikrinimo etapai: vandenviečių sanitarinių apsaugos zonų tikrinimas; vandenviečių, vandens tiekimo įrenginių, vandens ruošimo procesų tikrinimas; geriamojo ir maistui tvarkyti naudojamo vandens saugos ir kokybės rodiklių kontrolė; geriamojo vandens programinės priežiūros planų vykdymo kontrolė ir kt. (3).

2013 m. VMVT kontroliavo 293 (2012 m. – 327) geriamojo vandens tiekėjus, kurie aptarnavo 1909 geriamojo vandens tiekimo subjektus (2012 m. – 1946), iš jų: 62 (3 %) didieji geriamojo vandens tiekimo subjektai (tiekia geriamojo vandens daugiau kaip 1000 m³ per dieną ar aprūpina geriamuoju vandeniu daugiau kaip 5000 gyventojų), 1842 (97 %) mažieji (tiekia geriamojo vandens iki 1000 m³ per dieną) (3).

2013 m. atlikta 1043 patikrinimų (2012 m. – 1450 patikrinimų), iš jų, 546 (52 %) patikrinimų be nustatytų pažeidimų (2012 m. – (53 %), 2011 m. – 45 %), 2010 m. – 42 %) patikrinimų be nustatytų pažeidimų (4).

Palyginti, 2012 m. VMVT kontroliavo 67 (3 %) didžiuosius geriamojo vandens tiekimo subjektus ir 1879 (97 %) mažuosius geriamojo vandens tiekimo subjektus. 2012 m. viešai tiekiamą geriamąjį vandenį vartojo apie 2 mln. 400 tūkstančių (80 %) Lietuvos gyventojų: 65 % didžiųjų vandens tiekimo subjektų tiekiamą vandenį, 15 % mažųjų vandens tiekimo subjektų tiekiamą vandenį. Virš 600 tūkst. (20 %) gyventojų apsirūpino geriamuoju vandeniu individualiai (1 lentelė).

Geriamojo vandens tiekimas 2014 m. (4)

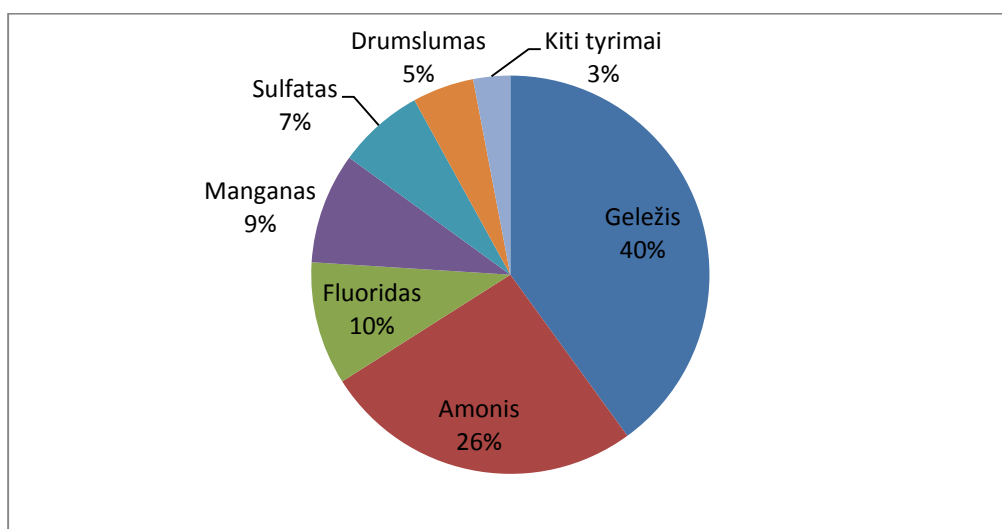
Geriamojo vandens tiekimo sistemos	Subjektų skaičius	Vartotojų skaičius, %
Didieji geriamojo vandens tiekimo subjektai	67	65
Mažieji geriamojo vandens tiekimo subjektai	1879	15
Individualios geriamojo vandens tiekimo sistemos	-	20

Išanalizavus kontrolės duomenis, pastebima geriamojo vandens tiekimo subjektų patikrinimų be nustatytų pažeidimų didėjimo tendencija. Per pastaruosius ketverius metus patikrinimų be nustatytų pažeidimų padidėjo 10 proc. (4).

Atitinkamai mažėja geriamojo vandens tiekimo subjektuose nustatytų pažeidimų skaičius, lyginant su 2010 m. nustatytų pažeidimų skaičius sumažėjo 1,7 karto.

Nustatyta, kad HN 24:2003 reikalavimų 2008-2010 m. neatitiko (daugiau kaip 1 tyrimas) 9 rodikliai: toksiniai (cheminiai) rodikliai – fluoridas, nitritai; indikatoriniai – amonis, geležis, manganas, sulfatas, koliforminės bakterijos, kvapas skonis, drumstumas (Valstybinės maisto ir veterinarijos tarnybos 2014 m. ataskaitos duomenys). (4).

Didžiausias skaičius neatitikusių tyrimų yra dėl padidinto geležies (40%), amonio (26 %) kiekio (1pav.). Pažymėtina, kad 2010 m. padidintas geležies kiekis nustatytas didžiausiame skaičiuje GVTOT (geriamojo vandens tiekimo objektų teritorija) –17 (2010 m.), amonio – 9 GVTOT, manganas – 9 GVTOT, drumstumas – 6 GVTOT. (4).



1 pav. Geriamojo vandens neatitikę tyrimai pagal tiriamus rodiklius 2014 m., % (4)

Remiantis geriamojo vandens tiekėjų pateiktomis geriamojo vandens programinės priežiūros ataskaitomis, darytina išvada, kad didžiosiose GVTOT tiekiamas geriamasis vanduo atitinka HN 24:2003 reikalavimus, neatitikę tyrimai sudaro tik 0,5%. Didžiąją dalį neatitikimų sudaro geležies perteklius.

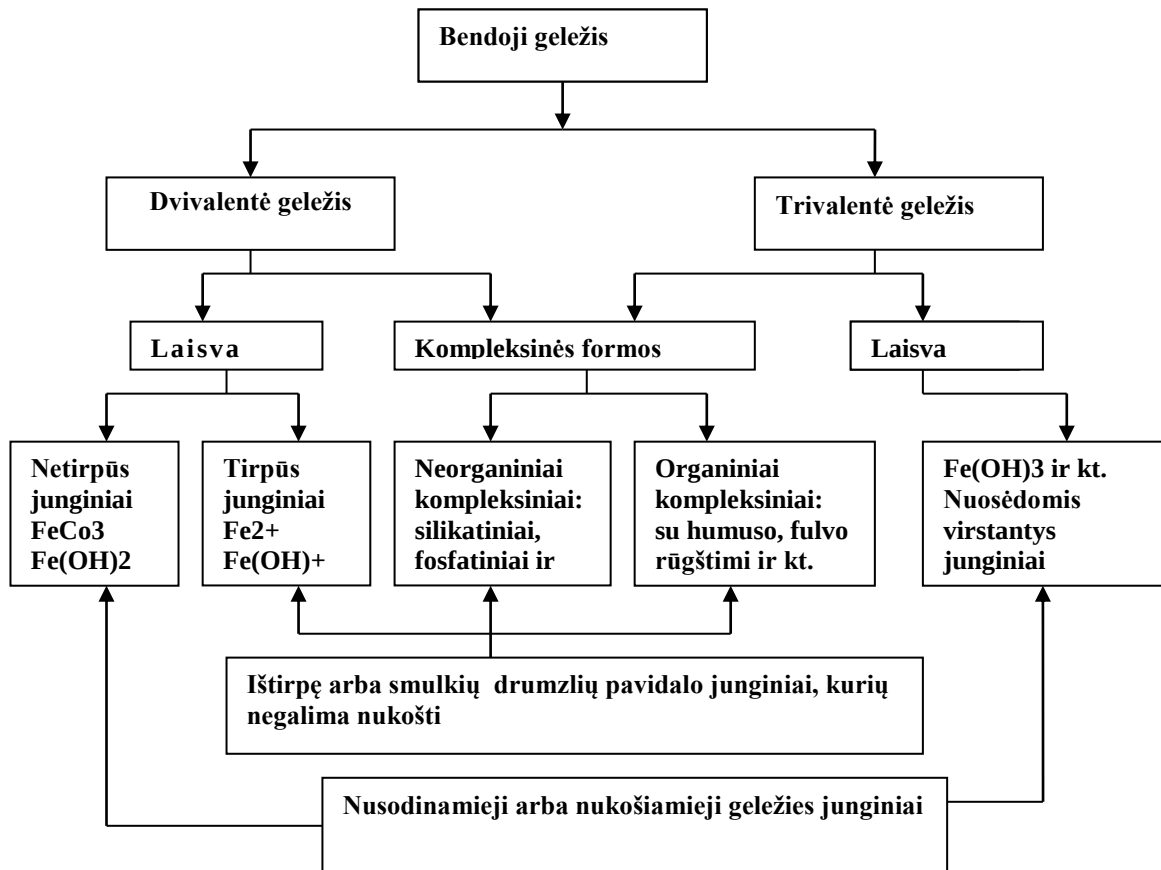
Gamtiniuose vandenyse geležies junginiai atsiranda dūlant ir tirpstant kalnų uolienoms. Geležis reaguoja su gamtiniuose vandenyse esančiomis mineralinėmis ir organinėmis medžiagomis, sudarydama sudėtingą ištirpusių, koloidinės būklės ar apkibusių junginių kompleksą. Didelis geležies kiekis patenka su požeminiu vandeniu ir su metalurgijos, metalo apdirbimo, tekstilės, lakų ir dažų pramonės įmonių nuotekomis, o taip pat su žemės ūkio nuotekomis (5).

Geležingas vanduo žmogaus sveikatai nekenksmingas. Dėl blogesnio tokio vandens skonio, dažančių savybių, nuosėdų atsiradimo daugelis vartotojų pageidauja, kad vandenyje geležies būtų labai mažai. Lietuvos požeminiame vandenyje geležies randama iki 6 mg/l, paviršinių telkinių vandenyje – iki 0,5 mg/l (5).

Geležingumas yra dažniausiai pasitaikantis gamtinių vandenų trūkumas. Jį sukelia įvairūs geležies junginiai. Geležies net ir maži kiekiai, turi neigiamą poveikį geriamojo vandens kokybei. Tai sukelia tam tikrą kvapą, skonį, rudą spalvą ir padidina koncentraciją suspenduotų kietųjų dalelių. Šis koncentracijos geležies geriamasis vanduo yra naudojamas kaip rodiklis, kuris negali būti neįvertintas (5).

Labiausiai paplitęs yra geležies hidrokarbonatas $\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$, kiek rečiau aptinkama geležies sulfato FeSO_4 ir geležies kompleksiniuose humusiniuose junginiuose.

Požeminiame vandenyje daugiausia geležies būna jonų Fe^{2+} ir $\text{Fe}(\text{OH})^+$ pavidalo. Šarmingesniame požeminiame vandenyje geležis dažnai esti kaip geležies hidrokarbonatas, o esant vandenyje vandenilio sulfido – kaip divalentės geležies sulfidas. Be to, divalentė ir trivalentė geležis aptinkama ir kompleksinių junginių su neorganinės (sulfatai, silikatai, fosfatai ir kt.) ir organinės (humuso, fulvo ar tanino rūgštys) kilmės forma (2 pav.).



2 pav. Požeminiame vandenyje aptinkamų geležies formų schema (5)

Vandens gerinimas – valymo procesas, kurio metu iš vandens pašalinami teršalai. Vandens gerinimo tikslas yra gauti vandenį, kurio kokybė tinkama numatytam panaudojimui. Daugiausiai vandens gerinimo atliekama žmonių vartojimui (geriamam vandeniui gauti), likusi dalis – mediciniam, farmakologiniam, cheminiam ir pramoniniam pritaikymui (5).

Kai kurie metodai yra: švitinimas ultravioletine spinduliuote, filtravimas, vandens minkštinimas, atvirkštinis osmosas, ultrafiltravimas, dejonizacija ir kt.

Vandens gerinimo proceso metu iš vandens gali būti šalinamos šios medžiagos:

- kietosios dalelės – smėlis, suspenduotosios kietosios organinės dalelės, dumblas
- organizmai:
 - pirmuonys (Giardia, Cryptosporidium)
 - bakterijos
 - dumbliai
 - virusai

- grybeliai
- mineralinės medžiagos - cheminiai elementai:
 - mineralinės druskos (kalcio, silicio, magnio ir kt.)
 - nuodingųjų metalų jonai ar junginiai (švino, vario, chromo ir kt.)

1.2. Fizikiniai, cheminiai ir mikrobiologiniai vandens kokybės rodikliai

Vandens kokybė vertinama trimis kokybės rodikliais: fizikiniais, cheminiais ir mikrobiologiniais.

Fizikiniai vandens kokybės rodikliai. Jiems priskiriama: temperatūra, drumzlinumas, skaidrumas, spalvotumas, savitasis elektrinis laidis, kvapas ir skonis.

Temperatūra. Paviršinių telkinių, tam tikru mastu ir grunto, vandens temperatūra priklauso nuo vidutinės oro temperatūros. Lietuvos, kaip ir kitų vidutinio klimato juostos šalių, paviršinių telkinių vandens temperatūra būna nuo 0,1 °C iki 25 °C.

Iki 200 metrų gylyje slūgstančių Lietuvos požeminių vandenų temperatūra per metų ciklą pakinta nuo 8 °C iki 12 °C.

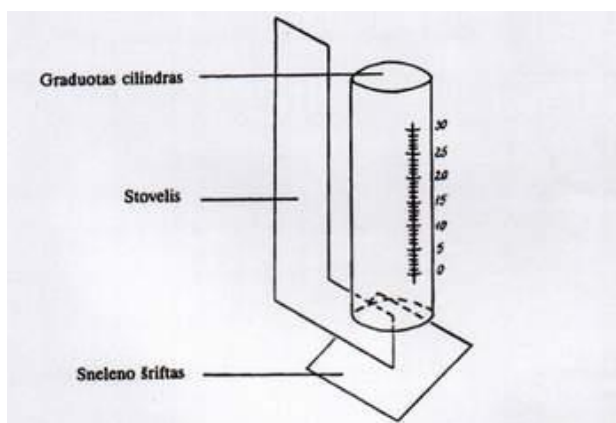
Temperatūra turi daug reikšmės vandens ruošimo vyksmams; nuo jos priklauso priemaišų tirpumas, reakcijų sparta, krekiolio dribsniavimasis, sėdimo sparta ir kt. Žemesnės kaip 4 °C temperatūros vandenyje biologiniai procesai nevyksta.

Daugeliui vartotojų nesvarbu, kokia vandens temperatūra, tačiau yra tam tikrų reikalavimų. Gerti yra tinkamiausias 7 – 10 °C temperatūros vanduo (6).

Drumzlinumas. Tam tikromis sąlygomis nukoštų, centrifuguotų ir vėliau išdžiovintų kietųjų medžiagų koncentracija vandenyje. Tiesioginis drumzlinumo nustatymas labai nespirtus, tai dažnai ši savybė vertinama pagal vandens optines savybes – drumstumą ir skaidrumą, kurias galima nustatyti iškart. Tai labai patogu vertinant požeminį ar komunalinio vandentiekio vandenį, kurio drumzlinumas yra labai mažas (7).

Drumstumas. Vandens sklaidančių ir sugeriančių šviesos srautą savybių išraiška. Tiriamojo vandens drumstumas matuojamas fotometrais arba nefelometrais. Šiuo metu kaip drumstumo etalonas naudojama formazino suspensija (susidaranti tam tikromis sąlygomis hidrazino sulfatui sąveikaujant su urotropinu). Vandens drumstumas reiškiamas nefelometriniais drumstumo vienetais (NDV). (7).

Skaidrumas. Vandens sluoksnio storis (cm), pro kurį dar galima perskaityti tam tikro stambumo raides (standartinį Sneleno šriftą) (3 pav.).



3 pav. Skaidrumo nustatymas, naudojant Sneleno šriftą (6)

Daugelis vartotojų nepageidauja, kad vandenyje būtų pastebima drumzlių. Be to, drumzlinumas susijęs su kitais vandens kokybės rodikliais; drumstame vandenyje geresnės sąlygos veistis mikroorganizmams, smulkios drumzlės didina vandens spalvotumą ir, kai jos yra organinės kilmės, teikia galimybę susidaryti haloformams dezinfekuojuojant vandenį chloru. Todėl tiekiamo vandens drumstumas ribojamas (7).

Spalvotumas. Vandenį gali nudažyti įvairios priemonės: humusinės medžiagos vandenį gelsvai rusvina, geležies junginių koloidai suteikia jam rausvai rudą spalvą, mangano oksidai – juodą, dumbliai – žalsvą arba melsvą atspalvį. Spalvotas vanduo nemalonus akiai, o vartojamas technologiniams tikslams gali pakenkti produkcijos kokybei.

Spalvotumas nustatomas lyginant tiriamąjį vandenį su tam tikros koncentracijos etaloninių tirpalų spalvotumu. Etalonu naudojama kalio chlorplatinato ir kobalto chlorido tirpalas, jo spalvotumas, kai platinos koncentracija yra 1,0 mg/l ir kobalto – 0,5 mg/l, laikomas tikrojo spalvotumo vienetu (TSV). Spalvotumas matuojamas spalvotmačiais (fotokolorimetrais), suderintais su etaloninio tirpalo spalvotumu (7).

Savitasis elektrinis laidis. Chimiškai grynas vanduo elektros srovės nepraleidžia; laidumą vandeniui suteikia ištirpusių druskų jonai. Kuo didesnis druskingumas, tuo geriau vanduo praleidžia elektros srovę. Būdamas fizikine savybe savitasis elektrinis laidis leidžia spręsti ir apie tam tikras vandens savybes – druskingumą, kietumą.

Savitasis elektrinis laidis matuojamas laidumo matuokliais ir vertinamas mikrosimensais centimetrui ($\mu\text{S}/\text{cm}$) arba milisimensais centimetrui (mS/cm). Kartu turi būti matuojama temperatūra, nes ji turi įtakos laidžiui (7).

Vandens kvapas ir skonis. Jis priklauso nuo jame esančių priemaišų. Vanduo gali atsiduoti žeme, žole, žuvimi, pelėsiomis, srutomis. Savitą kvapą jam suteikia kai kurie cheminiai jungi-

niai: vandenilio sulfidas (supuvusio kiaušinio), chloras, amoniakas, fenolis (medicininį) ir kt. Žalieji dumbliai suteikia vandeniui žemės kvapą. Dezinfekuojuojant vandenį chloru, silpni kvapo junginiai (aminai, fenolis) gali virsti stiprų nemalonų kvapą turinčiomis medžiagomis (chloraminais, chlorfenoliu). Kvapai vertinami penkių balų sistema (2 lentelė).

2 lentelė

Vandens kvapo vertinimas penkiabale sistema (7)

Kvapo stiprumas balais	Apibūdinimas
0	Kvapo nėra
1	Vos juntamas kvapas
2	Silpnas kvapas
3	Aiškiai juntamas kvapas
4	Stiprus kvapas
5	Labai stiprus kvapas

Vandens skonis ir kvapas nustatomi organo leptiškai, t.y. tyrėjų jutimo organais. Silpniausias kvapas, kurį pajunta vandens degustatoriai, vadinamas kvapo slenksčiu (7).

Cheminiai vandens kokybės rodikliai. Vandenruošai rūpi ne gryno vandens – junginio H_2O reakcinės ar katalitinės savybės, o homogeninio junginio (joninio, molekulinio įskaitant didelės masės molekules) ir koloidinio mineralinių ir organinių medžiagų komplekso, kurį paprastai sudaro gamtinis vanduo, cheminės savybės, lemiančios jo tinkamumą vartoti ar ruošimą tam. Gamtinio vandens chemines savybes lemiančius komponentus galima suskirstyti į 5 grupes: makrokomponentai, dujos, biogeniniai komponentai, mikrokomponentai ir organinės medžiagos.

Komponentų visuma suteikia vandeniui tam tikras bendrąsias chemines savybes: druskingumą, kietumą, šarmingumą, vandenilio jonų koncentracijos rodiklį pH, oksidacijos – redukcijos potencialą (8).

Druskingumas. Taip vadinama vandenyje ištirpusių kietųjų medžiagų koncentracija, dar vadinama tirpinio koncentracija. Jis nustatomas iki sausumo išgarinant tam tikromis sąlygomis nukoštą vandens mėginį. Kietųjų medžiagų likutis, pagal kurį apskaičiuojamas druskingumas vadinamas sausa liekana. Norint nustatyti apytiksliai mineralinę arba organinę tirpinio dalį, likutis kaitinamas $800\text{ }^{\circ}\text{C}$ temperatūroje. Taip gauta vadinamoji kaitinta liekana, kurioje nėra organinės kilmės priemaišų.

Kietumas. Nesisteminis vandens rodiklis, reiškiantis suminę kalcio ir magnio ekvivalentų koncentraciją vandenyje. Kietumas paprastai reiškiamas mili ekvivalentais litrai (mekv/l) arba milimoliais litrai (mmol/l).

Vandens kietumas yra skirstomas : karbonatinis, nekarbonatinis ir bendrasis vandens kietumas. Karbonatiniu kietumu vadinama molinė hidrokarbonatų koncentracija vandenyje. Šios kalcio ir magnio druskos kaitinamos skyla ir išsiskiria iš vandens ir vanduo suminkštėja. Dėl išnykimo virinant, karbonatinis kietumas dar vadinamas laikinuoju vandens kietumu. Ne karbonatinį kietumą sudaro kalcio ir magnio karbonatai, sulfatai, chloridai ir kiti junginiai. Bendrasis kietumas yra karbonatinio ir nekarbonatinio kietumų suma. Paprastai nustatomas bendrasis ir karbonatinis kietumas, o nekarbonatinis apskaičiuojamas atimant karbonatinį iš bendrojo kietumo (8).

Šarmingumas. Vandens šarmingumu vadinama suminė hidroksilo jonų (OH^-), silpnų rūgščių anijonų (HCO_3^- , CO_3^{2-} , HS^- , H_2PO_4^- ir kt) ir humatų molinė ekvivalentų koncentracija vandenyje. Šarmingumas nusakomas mili ekvivalentais litrai (mekv/L) arba milimoliais litrai (mmol/L). Nustatomas titravimo metodu, titrantu vartojant stiprią rūgštį (paprastai decinormalinį druskos rūgšties tirpalą), o indikatoriais – fenoftaleiną ir metiloranžą. Pagal pavartotą indikatorių šarmingumas yra skirstomas į p – šarmingumą ir m – šarmingumą. Vandens p – šarmingumas rodo hidratų ir karbonatų koncentraciją, kai šių medžiagų yra vandenyje bent kiek didesni kiekiai, jo pH pakyla daugiau nei 8,3. vandens m – šarmingumą sudaro hidrokarbonatai, nors jiems hidrolizuojantis ir atsipalaiduoja hidroksilo jonų, tačiau net gana dideli šių anijonų kiekiai negali pakelti vandens pH aukščiau negu 8,3 – 8,4. abiejų šarmingumų – p ir m – suma vadinama bendruoju vandens šarmingumu (8).

Vandenilio jonų koncentracijos rodiklis pH. Neigiamas dešimtainis vandenilio jonų molinės koncentracijos logaritmas. Jis nusako terpių reakcijos pobūdį – rūgštinę, šarminę ar neutrali – ir gali būti nuo 0 iki 14. terpė, kurios pH mažesnis už 7, yra rūgšti, kurios pH didesnis už 7 – šarminė, o kurios pH lygus 7 – neutrali. Gamtinio vandens pH vertės retai išeina už intervalo 6,5 – 8,5 ribų. Vandens pH dydį lemia ištirpusios ir galinčios hidrolizuotis druskos ir dujos. Ypatingą reikšmę turi CO_3 , $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ir CO_2 , sudarantys vadinamąją karbonatinę buferinę sistemą, neleidžiančią staiga pasikeisti pH, patekus į vandenį nedideliems kiekiams stiprių rūgščių ir šarmų. Geriamasis vanduo neturi viršyti 6,5 - 8,5 pH intervalo (8)

Oksidacijos – redukcijos potencialas E. Dydis, apibūdinantis intensyvumą tirpalo elektrinio lauko, susidariusio dėl įvykusių oksidacijos – redukcijos reakcijų (jose vienos medžiagos, vadinamieji reduktoriai, atiduoda elektronus – oksiduojasi, kitos, vadinamieji oksidatoriai, tuos elektronus prisijungia – redukuojasi). Išskyrus deguonį, kuris gali būti tik oksidatorius, ir vandenilį, kuris gali būti tik reduktorius, kitos medžiagos gali būti ir oksidatoriais ir reduktoriais. Tai priklauso

nuo sąlygų, kurios ir lemia, kokios oksiduotos ar redukuotos – formos medžiagų tirpale yra daugiau. Kaip tik nuo to ir priklauso potencialo E dydis. Dėl mažo dydžio, potencialas paprastai išreiškiamas milivoltais (mV). Jo tiesiogiai išmatuoti negalima, todėl nustatomas lyginant dviejų elektrodų – inertinio metalo (paprasti platinos, kartais aukso) ir vandenilio – potencialus ir tariant, kad vandenilio elektrodo potencialas lygus nuliui. Taigi oksidacijos – redukcijos potencialas yra tarsi indikatorius, parodantis vieno ar kito reduktoriaus buvimą ar nebuvimą vandenyje (8).

Mikrobiologiniai vandens kokybės rodikliai. Gamtinis vanduo yra daugelio mikroorganizmų buveinė. Dauguma iš jų yra vadinami saprobiontai, t. y. mikroorganizmai, sudarantys natūralią organinių medžiagų skaidymo sistemą. Tačiau vandenyje gali tam tikrą laiką išgyventi ir patogeniniai – ligas sukeliantys mikroorganizmai, nors jų gyvavimo terpė yra gyvi organizmai. Esant nepalankioms gyvenimo sąlygoms bakterijos gali sudaryti sporas, išlaikančias gyvybingumą dešimtis metų. Iš tokių sporų, patekusių į joms palankias sąlygas, vėl išsivysto galinčios daugintis bakterijos. Per vandenį plinta pavojingos užkrečiamos ligos – cholera, vidurių šiltinė, dizenterija ir kt. (8).

Saprobiontų kiekis vandenyje vertinamas kolonijas sudarančių vienetų skaičiumi, reiškiančiu gyvybingų bakterijų skaičių paimtame vandens ėminyje (100 ml). Požeminis vanduo yra priskiriamas švarių ir labai švarių vandenų grupei.

Patogeninių mikroorganizmų buvimo vandenyje galimybė vertinama ne ieškant jų tiesiogiai, o tiriant, ar nėra vadinamųjų indikatorinių mikroorganizmų, gyvenančių toje pačioje aplinkoje kaip ir patogeniniai. Aptikus indikatorinių mikroorganizmų, galima numanyti, kad į vandenį galėjo patekti ir patogeninių mikroorganizmų. Vanduo dažniausiai užteršiamas žarnyno ligų sukėlėjais. Tai žmonių ir gyvūnų organizme aptinkamos bakterijos: kaliforminės bakterijos – žarninės lazdelės ir žarniniai enterokokai, klastridijos, žaliamešės pseudomonos (3 lentelė) (8).

3 lentelė

Gamtinio vandens mikrobiologinis švarumas (8)

Vandens kokybė	Saprobiontų skaičius 1 cm ³ vandens
Labai švarus	10
Švarus	10-100
Sąlygiškai švarus	100-1000
Vidutinis	1000-10000
Nešvarus	Daugiau kaip 100000

Geriamajame vandenyje neturi būti aptikta nė vieno vieneto bet kurio iš indikatorinių mikroorganizmų.

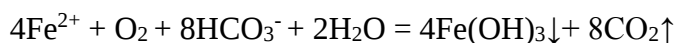
1.3 Vandens gerinimo metodai ir įrenginiai

Svarbiausi vandens savybių rodikliai, apibūdinantys geležies būklę požeminiame vandenyje, yra vandens pH ir oksidacijos-redukcijos potencialas E.

Kai vandens $\text{pH} < 4,5$, geležis vandenyje būna Fe^{3+} , Fe^{2+} ir $\text{Fe}(\text{OH})^{2+}$ jonų pavidalo. Kai $\text{pH} > 4,5$, $\text{Fe}(\text{II})$ oksiduojasi iki $\text{Fe}(\text{III})$, kuriai hidrolizuojantis iškrenta $\text{Fe}(\text{OH})_3$ drumzlės. Kai $E_H < -0,2$ V ir vandenyje yra sulfidų, gali išsiskirti netirpus FeS . Redukcinėje aplinkoje, kai $\text{pH} > 8,4$, iš hidrokarbonatinio vandens gali išsiskirti geležies karbonato drumzlės, kai $\text{pH} > 11,5$ – divalentės geležies hidroksido drumzlės (9).

Kai vandenyje yra katalizatorių – Cu^{2+} , Mn^{2+} , PO_4^{3-} jonų, taip pat vandeniui liečiantis su anksčiau iškritusiomis $\text{Fe}(\text{OH})_3$ nuosėdomis, Fe^{2+} oksidacija oro deguonimi gerokai paspartėja. Didėjant vandens pH, divalentės geležies junginių oksidacijos sparta taip pat didėja.

Divalentės geležies jonus oro deguonis oksiduoja pagal lygtį:



Kai yra hidrokarbonatų, gamtinio vandens divalentės geležies junginiai visiškai hidrolizuojasi. Teorinė ištirpusio oro deguonies reikmė 1 g $\text{Fe}(\text{II})$ suoksidinti yra 0,143 g; dėl hidrokarbonatų suardymo oksiduojantis geležiai, vandens šarmingumas sumažėja 0,036 mekv/l. (9).

Prireikus šalinti iš vandens geležį, maža žinoti tik šių priemonių koncentracijas. Šalinimo sėkmė priklauso nuo daugelio vandens savybių. Be tokių vandens kokybės rodiklių kaip E_H ir pH, geležiai šalinti iš vandens turi įtakos tiesiogiai ar veikiant E_H ir pH vertės, toliau nurodyti požeminio vandens kokybės rodikliai (9).

Hidrokarbonatinis vandens šarmingumas, priklausantis nuo vandenyje esančių HCO_3^- jonų, yra viena iš pagrindinių požeminio vandens savybių, lemiančių geležies šalinimo iš požeminio vandens technologiją. Didėjant vandens hidrokarbonatiniam šarmingumui, geležies šalinimo sąlygos gerėja; kai jis didesnis kaip 2,0 mekv/l, šalinimo technologija būna daug paprastesnė. Hidrokarbonatinis vandens šarmingumas yra susijęs su anglies dioksido kiekiu vandenyje, pastarąjį galima reguliuoti šalinant iš vandens laisvąjį, pirmiausia agresyvųjį, anglies dioksidą (9).

Laisvojo anglies dioksido (CO_2) aptinkama visuose gamtiniuose vandenyse. Požeminiame vandenyje jo koncentracija siekia 15 – 40 mg/l, ypač tose srityse, kur organinės medžiagos skaido mikroorganizmai. Dėl dinaminės karbonatinių junginių pusiausvyros vandenyje ištirpusio anglies dioksido santykis su hidrokarbonatų ir karbonatų jonais, esant pastoviai vandens temperatūrai, priklauso nuo vandens pH. Vandens pH vertei didėjant, CO_2 mažėja, kartu atitinkamai gausėja hidrokarbonato jonų. Hidrokarbonatai yra ne tik tirpūs vandenyje, bet ir palaiko tirpius vandenyje geležies junginius. Šalinant iš vandens anglies dioksidą, vandens pH didėja. Dideli laisvojo CO_2 kiekiai vandenyje rūgština vandenį (žemina jo pH) ir gerokai sulėtina geležies oksidacijos reakciją

greitį, taip pat sumažina jų šalinimo efektyvumą; ši įtaka pastebima, kai koncentracija viršija 40 mg/l (9).

Deguois, kaip veiklus oksidatorius, plačiai naudojamas geležiai šalinti iš vandens. Jo paprastai įterpiama aeruojant vandenį. Oksidacijos proceso veiksmingumas priklauso nuo vandens hidrokarbonatinio šarmingumo ir pH.

Vandenilio sulfido įtaka šalinant geležį iš požeminio vandens pasireiškia tuo, kad košiant aerotą sulfidinį vandenį, košiamojo užpildo grūdelių paviršių dengianti katalitinė geležies junginių plėvelė sugeria iš vandens ne tik geležies jonus, bet ir šį sulfidą, dėl to mažėja geležies gertis. Esant vandenilio sulfido koncentracijai vandenyje 1,5 mg/l, užpildo veiklumas geležies atžvilgiu sumažėja per pusę. Kai sulfidinio vandens $E_H < -0,2$ V ir $pH > 4,5$, gali išsiskirti geležies sulfido nuosėdos.

Karbonatinį vandens kietumą lemiantys kalcio ir magnio hidrokarbonatai esant sąlyčiui su oro deguonimi suyra; susidaro kalcio ir magnio karbonatų nuosėdos ir išsiskiria anglies dioksido dujos. Pastarosios daro vidutinio karbonatinio kietumo vandenį korozingą, kai koncentracija viršija 15 mg/l. Mažas vandens karbonatinis kietumas (iki 2,16 mekv/l), ypač esant mažesnėms pH reikšmėms, didina geležies junginių tirpumą vandenyje. Pagal karbonatinio kietumo, pH ir CO_2 koncentracijos santykį galima spręsti, kiek agresyviojo anglies dioksido reikia pašalinti iš vandens, kad susidarytų netirpūs vandenyje geležies junginiai (9).

Organinės medžiagos vandenyje (kai organinės anglies kiekis arba permanganato skaičius pernelyg dideli) neigiamai veikia geležies šalinimo veiksmus. Dėl šių medžiagų ant košiamojo užpildo galimybę. Vertinant organinių junginių koncentraciją pagal permanganato skaičių (PS), geležies oksidavimo procesas lėtėja, kai $PS > 3 + 0,15 \cdot (Fe^{2+})$ mg/l O_2 esant vandenyje daugiau organinių priemaišų, jos ardamos chloru, kalio permanganatu, ozonu ir kt.

Vandens temperatūra turi įtakos jo įsotinimui dujomis (CO_2 , O_2 , H_2S ir kt.), lemiančiomis geležies šalinimą. Temperatūra turi įtakos vandens aeravimui; kylant vandens temperatūrai, anglies dioksido ir deguonies tirpumas vandenyje mažėja, taip pat mažėja ir oksidacijos – redukcijos potencialas (9).

Požeminio vandens organinės kilmės geležies humusiniai kompleksiniai junginiai sunkina geležies šalinimą, nes technologijų, pagrįstų paprastu vandens aeravimu ir košimu, naudojimas šiuo atveju teigiamų rezultatų neduoda. Iš tokio vandens geležį galima šalinti tik sudėtingomis vandens aeravimo, apdorojimo reagentais, košimo įprastais ar specialios paskirties koštuvais technologijomis (9).

Yra mikroorganizmų, kurių gyvybinė veikla susijusi su kai kurių, metalų oksidavimu. Tarp jų vadinamosios gelžbakterės – *Leptothrix*, *Gallionella*, *Metallogenium* genčių bakterijos, var-

tojančios geležį savo gyvybinei veiklai. Jų gausu gamtiniame vandenyje bei vandentiekio tinkle. Gelžbakterių reikšmė požeminio vandens kokybės gerinimo ir jo tiekimo požiūriu yra ir pozityvi, ir negatyvi: vandens biologinio ruošimo technologijos gali padėti geriau išvalyti vandenį, tačiau produkuojama biomasė greitina vandens gręžinių kostuvų bei vandentiekio tinklų akimą (9).

Geležies šalinimas iš požeminio vandens grindžiamas Fe^{2+} pavertimu (oksiduojant) netirpiais Fe^{3+} junginiais, atskiriamais nuo vandens. Geležis oksiduojama deguonimi arba kitais oksidatoriais (kalio permanganatu, ozonu, chloru) bei naudojant geležį oksiduojančias bakterijas. Oksiduoti reikalingo deguonies gaunama aeruojant ruošiamą vandenį arba maišant su deguonies prisotintu vandeniu. Geležis gerai oksiduojasi katalizatoriaus (geležies hidroksidų, fermentų) aplinkoje, kai vandenyje nėra redukuojančių priemonių (organinių medžiagų, sulfidų, amonio). Ji gali būti oksiduojama savarankiškame reaktoriuje arba oksidacijos produktus atskiriančioje terpėje. Oksidavimo produktai nukošiami apdorotam vandeniui tekant pro košimo terpę (9).

Geležies šalinimui gali būti taikomi slėginiai ir atvirieji filtrai. Mažo ir vidutinio našumo vandens ruošyklose dažniausiai naudojami slėginiai filtrai. Atvirieji filtrai naudojami didesnio našumo vandens ruošyklose ir kai iš vandens būtina šalinti vandenilio sulfidą. Geriamajam vandeniui paruošti naudojami greitieji filtrai, žemesnės kokybės technologiniam vandeniui super greitieji.

Atvirieji greitieji filtrai charakterizuojami taip:

- didelis filtravimo paviršius;
- mažesnės energijos sąnaudos, lyginant su slėginiais filtrais;
- vizualinė filtracijos ir praplovimo operacijų kontrolė;
- paprastas vandens aeravimas;
- galimybė šalinti nedidelius vandenilio sulfido kiekius be papildomos įrangos;
- ilgaamžiškumas;
- didesnė projektavimo ir statybos kaina, lyginant su slėginiais filtrais.

Slėginiai greitieji filtrai charakterizuojami:

- didesnis filtravimo greitis, mažesnis filtracijos paviršius,
- didesnis energijos poreikis dėl aukštų filtravimo nuostolių;
- ilgesnis filtro darbo ciklas, mažesnės vandens sąnaudos filtrams praplauti.
- galimybė atsisakyti papildomo vandens pumpavimo;
- nesudėtingas filtrų darbo automatizavimas,
- trumpesnis projektavimo ir statybos laikas;
- mažesnė projektavimo ir statybos kaina;

- geresnė sanitarinė vandens sauga ir kokybė;
- galimybė įrangą perkelti į kitą vietą.

Vandens problemos Lietuvoje:

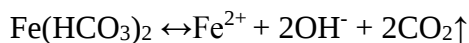
1. Vandenyje esančių kalkių bei geležies kiekiai - pavojai;
2. Vandenyje esančių sunkiųjų metalų kiekiai - pavojai;
3. Vandens įstatymų spragos- leidžiamas tiekti normas viršijantį vandenį;
4. Vandens sąvoka bei normų palyginimai.

Nugeležinimo filtrai geriamą vandenį padaro nekenksmingą ir sveiką:

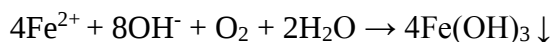
- Kenksmingi geležies ir mangano junginiai paverčiami netirpiomis medžiagomis, kurios atskiriamos ir visiškai pašalinamos iš vandens;
- Sistema pašalina sulfidus, paversdama juos žmogui nekenksmingais junginiais - sulfatais;
- Siera yra vienas iš nuodingų elementų, esančių vandenyje ir ji sukelia nemalonų kvapą, šis filtras visiškai pašalina sierą iš vandens.
- Mechaniškai valo vandenį iki aukščiausio maksimalaus mechaninio lygio.

Geležies perteklius vandenyje gali būti šalinamas naudojant fizikinius, cheminius ar biologinius metodus.

Fizikiniai geležies šalinimo metodai. Tai metodai, kuriuos taikant sudaromos sąlygos netirpiems, nukošiamiems geležies junginiams susidaryti vandenyje. Šiuo būdu šalinant geležį požeminis vanduo aeruojamas, o geležies oksidacijos ir hidrolizės produktai nukošiami. Iš aeruojamo vandens išsiskiria dalis laisvojo anglies dioksido, kartu vandenyje ištirpsta oro deguonies. Dėl to geležies hidrokarbonatas disocijuoja į jonus:



o susidarę divalentės geležies jonai, oksiduojami vandenyje ištirpusio deguonies, virsta trivalentės geležies hidroksidais:

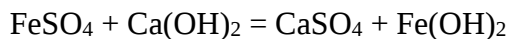


Fe^{2+} oksidavimosi greitis priklauso nuo vandens temperatūros, pH, šarmingumo, vandenilio sulfido kiekio ir kitų vandens savybių. Kuo didesnis šarmingumas, pH, ir kuo mažiau vandenyje yra organinių medžiagų, tuo greičiau Fe^{2+} oksiduojasi ir susidaro geležies hidroksido dribsniai. Kad Fe^{2+} oksiduojantis į Fe^{3+} ir jai hidrolizuojantis susidarytų $\text{Fe}(\text{OH})_3$ dribsniai, vanduo laikomas 30 – 40 minučių reakcijos rezervuare ir tada košiamas.

Cheminiai geležies šalinimo metodai, kai paveikus vandenį reagentais, susidaro netirpūs nukošiamieji geležies junginiai. Reagentinis geležies oksidavimas taikomas, kai ji yra patvuriuose organiniuose junginiuose ir požeminio vandens permanganato skaičius yra didesnis kaip 5 – 7 mg O₂/l, humuso ir fulvo rūgščių yra daugiau kaip 0,5 mg/l bei amonio azoto – daugiau kaip 1,5 mg/l. Divalentei geležei oksiduoti gali būti naudojami: chloras, chloro dioksidas, kalio permanganatas, ozonas ir kiti oksidatoriai. Oksidatoriais apdorotas vanduo krekinamas ir skaidrinamas. Korekcinis reagentinis geležies šalinimas taikytinas, kai žaliame požeminiame vandenyje yra daugiau kaip 10 mg/l. Aeruotą požeminį vandenį pašarminus, deguonis (net jeigu ir pH labai mažas) oksiduoja divalentę geležį į trivalentę, kuri hidrolizuoja. Fe(OH)₃ dribsniai būna labai smulkūs ir tiesiogiai nenukošiami. Įpylus krekiklio, iki 80 – 90 % jų galima nusodinti. Dribsnių likučiai nukošiami.

Kai geležiai nukošti vanduo aeruojamas ir apdorojamas oksidatoriais, iš jo pasišalina anglies dioksido perteklius, vandenyje gausėja deguonies, didėja jo pH ir vyksta pirminė organinių geležies junginių oksidacija. Divalentės geležies kompleksiniai junginiai visiškai suardomi ir iš dalies oksiduojami chloru, ozonu kalio permanganatu. Susidarę divalentės ir trivalentės geležies junginiai nukošiami iš vandens grūdėtaisiais košiamais užpildais, 7 – 10 m/h košimo greičiu.

Šalinant FeSO₄ pavidalo geležį, vanduo iš pradžių kalkinamas:



Susidaręs Fe(OH)₂ oksiduoja iki Fe(OH)₃. jei vyksti oksidacijai yra per mažai deguonies, vanduo aeruojamas.

Biologiniu vadinamas metodas, kai netirpiems košiamiesiems geležies junginiams susidaryti naudojama bakterijų veikla. Taikant biologinį požeminio vandens geležies šalinimo būdą, žalias vanduo aeruojamas ir košiamas pro slėginių ar atvirųjų koštuvų grūdėtąjį užpildą, turintį geležį gyvybinei veiklai naudojančių bakterijų. Procesas yra pagrįstas trijų bakterijų grupių veikla: siūlinių (pvz., *Leptothrixachracea*, *Crenothrixpolyspora*), stiebinių (pvz., *Gallionellaferuginea*) ir tikrųjų (*Eubacterialae*, pvz., *Siderocapsa*, *Siderobacter*). Jų gausu gamtiniame vandenyje bei vandentiekio tinkle. Gelžbakterės gali būti autotrofinės, heterotrofinės ir prisitaikančios prie aplinkos. Visos jos greitina geležies oksidavimą. Gyvavimo sąlygos įvairios: vandens temperatūra yra nuo 10 °C iki 25 °C ir didesnė, pH=6 – 8, E_H=100 – 400mV, druskingumas – iki 1 g/l, biologinio divalentės geležies oksidavimo mechanizmas dvejopas: vidinis – veikiant fermentams ir išorinis – katalitiškai veikiant bakterijų išskyroms. Susidarančios nuokošos yra kristalinės, mažai hidratuotos. Jų tankis gerokai didesnis už nuokošų, susidarančių įprastinėse technologijose, tankį, ypač kai vandenyje yra silicio junginių.

Pagal UAB „Aukštaitijos vandenys“ Naujamiesčio kaimui tiekiamo geriamojo vandens saugos ir kokybės rodiklius (2014 m.) geležis, neatitinka higienos normos reikalavimų.

1.4. Pagrindiniai teisės aktai reglamentuojantys geriamojo vandens kokybę

Vienas iš svarbiausių vandenį saugojančių įstatymų yra Lietuvos Respublikos vandens įstatymas (1997 m. spalio 21 d. Nr. VIII-474). Šis įstatymas reglamentuoja santykius, atsirandančius naudojant, valdant ir saugant gamtinėje aplinkoje esantį vandenį. Įstatymo tikslas - apsaugoti ir pagerinti vandens būklę. Taip pat gerinti vandens kokybę įgyvendinant priemones, skirtas mažinti pavojingų medžiagų patekimą į vandenį, bei racionaliai ir subalansuotai naudoti vandenį.

Lietuvos Respublikos geriamojo vandens įstatymas (2001 m. liepos 10 d. Nr. IX-433) nustato į rinką tiekiamo, maisto įmonėse ir individualiai asmeniniame namų ūkyje naudojamo geriamojo vandens saugos ir kokybės užtikrinimo sąlygas įgyvendinant Lietuvos Respublikos gyventojų teisę vartoti sveiką ir švarų geriamąjį vandenį bei gauti informaciją apie jo saugą ir kokybę. Šis įstatymas reglamentuoja pagrindines valstybės, savivaldybės institucijų, vandens tiekėjų ir vandens vartotojų funkcijas ir santykius, susijusius su geriamojo vandens gavyba, tiekimu, naudojimu, individualiu apsirūpinimu juo bei geriamojo vandens saugos ir kokybės kontrole.

Geriamojo vandens, kaip ir bet kurio kito komercinio produkto, kokybės reikalavimai pateikiami tam tikrame teisiniame dokumente – direktyvoje, standarte ar kt. Mūsų šalyje geriamojo vandens kokybę nustato Lietuvos higienos norma HN 24 : 2003 „Geriamojo vandens saugos ir kokybės reikalavimai“. Tai valstybės ir savivaldybių institucijoms, geriamojo vandens tiekėjams privalomas dokumentas, nustatantis gamtinio ir atitinkamai paruošto vandens, skirto gerti, gaminti maistui ir naudoti kitoms namų ūkio reikmėms, kokybės reikalavimus. Higienos norma teikia vandens savybių ir potencialiai kenksmingų priemaišų koncentracijų ribines vertes, kurios garantuoja, kad įprastinis ilgalaikis geriamojo vandens vartojimas nesukels jokios grėsmės vartotojų sveikatai (10).

2. BENDRA INFORMACIJA APIE NAUJAMIESČIO KAIMĄ BEI GERIAMOJO VANDENS SAUGOS IR KOKYBĖS RODIKLIAI JAME

Naujamiestis - kaimas Panevėžio rajone, į rytus nuo Naujamiesčio miestelio, kairiajame Nevėžio krante. Yra paminklinis kryžius, gretimame šile – Naujamiesčio karaimų kapinės, laukuose – Naujamiesčio akmuo. Visai šalia Naujamiesčio kaimo apie 300 metrų, įsikūręs Naujamiesčio miestelis.



4 pav. **Naujamiesčio kaimas** (nuotrauka autoriaus)

Naujamiesčio kaime gyvena 172 gyventojai, o Naujamiesčio miestelyje 832 gyventojai. Tiek Naujamiesčio miestelio, tiek Naujamiesčio kaimo geriamojo vandens tiekimas ir kontrolė priklauso Panevėžio rajonui. Jį prižiūri „Aukštaitijos vandenys“. Naujamiesčio kaime vanduo išgaunamas iš gręžinio, o nuotekų tvarkymo sistemos nėra. Naujamiesčio kaimo vandentiekio tinklus buvo planuota prijungti prie Naujamiesčio miestelio vandentiekio, o nuotekų tinklus prijungti prie Panevėžio miesto nuotekų valymo įrenginių. Naujamiesčio miestelio vartotojams geriamasis vanduo patiekiamas iš vandenvietės, o kaimui iš vieno gręžinio.

Panevėžio miesto ir priemiesčių nuotekų surinkimo sistemoje veikia 88 nuotekų perpumpavimo siurblynės. Nuotekos šalinamos maždaug 789 km ilgio nuotakyno tinklu. Iš pagrindinės nuotekų perpumpavimo stoties dviem slėginiais magistraliniais vamzdynais (ilgis – 8 km) nuotekos perpumpuojamos į Panevėžio miesto nuotekų valyklą. Ramygalos, Naujamiesčio ir

Uliūnų nuotekų tvarkymo ūkį sudaro 44,6 km nuotakyno tinklų, 11 nuotekų perpumpavimo siurblių, 2 biologinio nuotekų valymo valyklos Ramygaloje ir Uliūnuose („Aukštaitijos vandenys“).

Vandens tyrimų laboratorijoje atliekama nuolatinė geriamojo vandens mikrobiologinės taršos ir cheminės vandens sudėties stebėseną. UAB „Aukštaitijos vandenys“ panevėžiečiams ir rajono gyventojams tiekiamo geriamojo vandens kokybė atitinka tiek HN 24 : 2003, tiek ES geriamojo vandens direktyvų reikalavimus.

Projektuojamų vandens gerinimo įrenginių komplekso našumą nustato vandens kiekio poreikis ir būtina vandens kiekio atsarga. Vandentiekis turi būti projektuojamas tokio patikimumo, kad atitiktų miesto, kaimo arba konkretaus vandens vartotojo reikalavimus. Pagal vandens tiekimo patikimumą vandentiekiai gali būti trijų kategorijų.

Pirmajai kategorijai priskiriami komunaliniai vandentiekiai, tiekiantieji vandenį ir gaisrams gesinti. Jie turi būti įrengti taip patikimai, kad vandens tiekimas dėl avarijos sustotų ne ilgiau kaip 10 min. Pirmos kategorijos vandens vartotojų siurblinė turi turėti mažiausiai du darbo ir vieną atsarginį siurblius, įrengtus žemiau vandens lygio rezervuare paleidimo metu, dvi siurbimo ir dvi slėgines susietas linijas, kiekviena 100 % pralaidumo, ir žiedinį vandentiekio tinklą. Miesto gyvenamiesiems rajonams ir įmonėms leidžiama tam tikram laikotarpiui, bet ne ilgiau kaip 3 paroms, sumažinti vandens tiekimą (abonentinėje sutartyje numatytais aprūpinimo vandeniu sąlygomis).

Antrajai kategorijai priskirtini komunaliniai ir pramoniniai vandentiekiai, kuriuose dėl gedimų vandens tiekimas atskirose vietovėse, bet ne gaisrui gesinti, gali būti nutrauktas 2,5 valandoms. Miesto gyventojams ir įmonėms leidžiama tam tikram laikotarpiui, bet ne ilgiau kaip 10 parų, sumažinti vandens tiekimą (abonentinėje sutartyje numatytais aprūpinimo vandeniu sąlygomis). Gaisrams gesinti įrengiamos talpyklos ar tvenkiniai. Antros kategorijos vandens vartotojų siurblinė turi turėti vieną atsarginį siurblių, dvi siurbimo ir dvi slėgines susietas linijas, kiekviena 100 % pralaidumo, ir žiedinį vandentiekio tinklą.

Trečiajai kategorijai priklauso miesteliai ir pavieniai vandens ėmėjai. Jiems dėl vandentiekio gedimų vandens teikimas gali būti nutrauktas 24 valandoms. Gyventojams ir įmonėms leidžiama tam tikram laikotarpiui, bet ne ilgiau kaip 15 parų, sumažinti vandens tiekimą (abonentinėje sutartyje numatytais aprūpinimo vandeniu sąlygomis). Trečios kategorijos vandens vartotojų siurblinė turi turėti vieną atsarginį siurblių, vieną siurbimo ir vieną slėginę atitinkamo pralaidumo liniją bei šakotinį vandentiekio tinklą.

Tikrąjį vandens poreikį rodo dabartinis vandens suvartojimas. Būtina įvertinti perspektyvinį vandens poreikį. Jis gali keistis dėl vartotojų skaičiaus didėjimo, dėl gamybos ar paslaugų

sektoriaus plėtimosi. Pastačius vandens kokybės gerinimo įrenginius galima prognozuoti padidėjusį vandens suvartojimą, nes bus tiekiamas geresnės kokybės vanduo.



5 pav. Naujamiesčio kaimo gręžinys (nuotrauka autoriaus)

Naujamiesčio kaimo geriamasis vanduo nėra tinkamos kokybės. Lentelėje matyti, kad dauguma geriamojo vandens saugos ir kokybės rodiklių normos ribose, tačiau pastebėta, kad vandens drumstumas keturis kartus viršija normos ribą, o bendroji geležis net trylika kartų. Nors Naujamiesčio kaimą nuo miestelio skiria vos 300 metrų, tačiau geležies kiekis miestelyje yra normos ribose. Naujamiesčio kaimo ir miestelio geriamo vandens sistemos yra skirtingos. Kaimas turi savo gręžinį iš kurio gaunamas vanduo, o jo kokybės rodikliai pateikiami (4 lentelėje).

Valstybinę geriamojo vandens saugos ir kokybės kontrolę atlieka Panevėžio valstybinė maisto ir veterinarijos tarnyba. Į valstybinę geriamojo vandens kontrolę įeina visi geriamojo vandens saugos ir kokybės užtikrinimo etapai: vandenviečių sanitarinių apsaugos zonų tikrinimas; vandenviečių, vandens tiekimo įrenginių, vandens ruošimo procesų tikrinimas; geriamojo ir maistui tvarkyti naudojamo vandens saugos ir kokybės rodiklių kontrolė; geriamojo vandens programinės priežiūros planų vykdymo kontrolė ir kt. 2011 m. Valstybinės maisto ir veterinarijos tarnybos duomenimis šalyje veikė 324 geriamojo vandens tiekėjai, kurie aptarnavo 1811 geriamojo vandens tiekimo subjektų. Valstybinė maisto ir veterinarijos tarnyba 2011 m. atliko pusantro tūkstančio patikrinimų ir patikrino daugiau kaip 80% geriamojo vandens tiekėjų. Daugiau kaip 98 % patikrinimų

metu nenustatyta reikšmingų pažeidimų, dėl kurių geriamojo vandens tiekėjams būtų skirtos sankcijos. 2010 m. Valstybinė maisto ir veterinarijos tarnyba gavo ir išnagrinėjo 28 vartotojų skundus dėl viešai tiekiamo geriamojo vandens. Pagrįstais pripažinta apie 50% skundų dėl netinkamos geriamojo vandens kokybės (vartotojams buvo nepriimtina geriamojo vandens spalva, skonis, kvapas). Tiriant vartotojų skundus ar esant įtarimui 2011 m. laboratorijose ištirti 148 (2010 m. – 189) valstybiniai mėginiai mikrobiologiniams geriamojo vandens parametrams įvertinti, iš jų 9,5% mėginių neatitiko nustatytų normų. Tuo tarpu iš 184 cheminių mėginių tyrimų (2010 m. – 150), teisės aktų reikalavimų neatitiko 36 % mėginių. Nustatyti padidinti geležies, mangano, amonio kiekiai, drumstumas.

4 lentelė

UAB „Aukštaitijos vandenys“ tiekiamo vartotojams geriamojo vandens saugos ir kokybės rodikliai 2014 m. (18)

INDIKATORINIAI RODIKLIAI			
Rodiklio pavadinimas	Mato vienetas	Ribinė rodiklio vertė, ne daugiau kaip	Nustatyta
Spalva	mg/l Pt	30	< 3
Drumstumas	DV	4	17
Amonis	mg/l	0,50	0,23
Aliuminis	µg/l	200	< 1,7
Sulfatas	mg/l	250	56
Chloridas	mg/l	250	49
Bendroji geležis	µg/l	200	2750
Manganas	µg/l	50	65
Permanganato indeksas	mg/l	5,0	1,3
Vandenilio jonų koncentracija	pHvnt	6,5-9,5	7,8
Savitasis elektros laidis (20°C)	µS/cm	2500	659

Padidėjusį geležies kiekį rodo šie požymiai:

- Vanduo yra nemalonaus skonio ir kvapo.
- Ant vonios, kriauklės, unitazo, indų, puodų vidinių sienelių atsiranda rudų dėmių.
- Atsukus čiaupą po ilgesnio laiko, bėga rudas vanduo.
- Skalbiniai išmarginami rudomis arba geltonomis dėmėmis.
- Grafinuose ar kituose induose, kuriuose laikomas vanduo, susidaro rudos spalvos nuosėdos.

- Dėl nuosėdų nesandariai užsidaro sklendės ir vožtuvai, jos užkemša slėgio matavimo prietaisus.

Dėl aukščiau išvardintų priežasčių būtina imtis priemonių vandens kokybei pagerinti mažinant geležies kiekį vandenyje, tam bus naudojami vandens gerinimo įrenginiai – nugeležinimo filtrai.

3. VANDENS GERINIMO ĮRENGINIŲ KOMPLEKSO SKAIČIUOJAMOJO NAŠUMO NUSTATYMAS IR NUGELIAŽINIMO FILTRO PARINKIMAS NAUJAMIESČIO KAIMUI

Vandens atsarga būtina gaisrų gesinimui, technologinės įrangos išjungimo atveju dėl remonto, profilaktikos ar filtrų plovimo, vandens suvartojimo netolygumui kompensuoti ir avariniais atvejais, kai reikalingas didesnis vandens kiekis dėl gedimo skirstomajame tinkle.

Jei žinomi kelių metų suvartojamo vandens kiekiai, reikia atkreipti dėmesį į pagrindinius duomenis: minimalus vandens poreikis (m^3/h , m^3/d); vidutinis metų vandens poreikis (m^3/h , m^3/d); maksimalus vandens poreikis (m^3/h , m^3/d). Remiantis šiais skaičiais galima rasti reikalingą vandens gerinimo įrenginių komplekso našumą. Šiuo atveju bus atliekami skaičiavimai, nes duomenų apie vandens suvartojimą nėra.

Skaičiuojama III kategorijos vandens tiekimo sistema, kadangi Naujamiesčio kaimui dėl vandentiekio gedimų vandens tiekimas gali būti nutrauktas 24 valandoms.

Įrenginių komplekso skaičiuojamasis našumas (m^3/d) apskaičiuojamas pagal formulę:

$$Q_{SK} = \alpha \cdot Q_{maks.d.} + Q_g; \quad (1)$$

čia: Q_{SK} – skaičiuojamasis našumas, m^3/d ;

α – koeficientas, įvertinantis vandentiekos objektų vandens poreikį saviems reikalams. Jis priklauso nuo vandens tiekimo ir gerinimo technologijos. Kai vandentiekos sistemą sudaro tik siurblynės, talpyklos ir geležies šalinimo įrenginiai su plovimo vandens antriniu panaudojimu, $\alpha = 1,02$. Kai sistema yra su požeminio vandens gerinimo įrenginiais, $\alpha = 1,05$. Kai sistema yra su požeminio vandens gerinimo įrenginiais, bet be antrinio vandens panaudojimo, $\alpha = 1,07$. Parenkama $\alpha = 1,02$.

$Q_{maks.d.}$ – didžiausias paros vandens kiekis, kuris turi būti patiektas vartotojams, m^3/d ;

Q_g – vandens reikmė gaisrams gesinti, m^3/d .

Vandens reikmė gaisrams gesinti skaičiuojama pagal formulę:

$$Q_g = \frac{86,4 \cdot q_g \cdot n_g \cdot t_g}{T_g}; \quad (2)$$

Čia: q_g – vandens debitas gaisrui gesinti, parenkamas pagal 6 lentelės siūlymus, l/s: priimama, kad $q_g = 10 \text{ l/s}$.

n_g – vienu metu galinčių kilti gaisrų skaičius, parenkamas pagal 6 lentelės siūlymus: priimama, kad $n_g = 1$.

t_g – gaisro gesinimo trukmė, val. Pagal priešgaisrinės saugos reikalavimus gaisro gesinimo trukmė – 3 val. Jei vandentiekis skirtas objektams, kurie yra I atsparumo ugniai laipsnio pastatuose, gaisro gesinimo trukmė gali būti 2 val: priimama, kad $t_g = 3$.

T_g – gaisrui gesinti panaudotos vandens atsargos sukaupimo trukmė, val. Gyvenvietėse ir A_{sg} , B_{sg} , C_g gamybos kategorijos pramonės įmonėse vandens atsargos sukaupimo trukmė – 24 val. D_g ir E_g gamybos kategorijos pramonės įmonėse vandens atsargos sukaupimo trukmė – 36 val. Kaimo tipo gyvenvietėse ir žemės ūkio įmonėse vandens atsargos sukaupimo trukmė – 72 val. Vandens debitas gaisrui gesinti iš lauko ir vienu metu kilusių gaisrų skaičius gyvenvietėje nustatomi pagal 6 lentelę.

5 lentelė

Vandens debitas gaisrams

Gyventojų skaičius gyvenvietėje (tūkst. žm.)	Vienu metu kilusių gaisrų skaičius	Vandens debitas vienam gaisrui gesinti l/s	
		Užstatymas žemesniais nei trijų aukštų pastatais	Užstatymas trijų aukštų ir aukštesniais pastatais
Iki 5	1	10	10
Nuo 5 iki 10	1	10	15
Nuo 10 iki 25	2	10	15

$$Q_g = \frac{86,4 \cdot 10 \cdot 1 \cdot 3}{72} = 36 \text{ m}^3/\text{d}$$

Dalinama iš 72, nes gyvenvietėse sukaupimo trukmė – 72 val. Tai laikas per kurį susikaupia panaudotos vandens atsargos gaisrų atvejams.

Kadangi nėra tikslios Naujamiesčio kaimui tiekiamo geriamojo vandens kiekio gręžinyje apskaitos, todėl suvartojamo vandens debitai apskaičiuojami, atsižvelgiant į kaimo gyventojų skaičių, santechninės įrangos tipą, miestelio kategoriją.

Skaičiuojamasis našumas yra vandens kiekis per parą, kuris turės būti paruoštas gerinimo įrenginiuose ir patiektas į vandentiekio tinklą. Darbo tikslas šiam skaičiuojamajam našumui sudaryti vandens gerinimo įrenginių kompleksą.

$$Q_{maks.d.} = 57,6 \text{ m}^3/\text{d};$$

$$Q_g = 36 \text{ m}^3/\text{d};$$

Vandens vartojimo skaičiavimas:

Gyventojai: 172

4 Santechninės įrangos tipas: 28%

Miestelio kategorija: V

Vidutinė paros vandens reikmė:

$$Q_{d.gyv.vid.} = q_{sqgvid.} \cdot U \cdot \frac{k_{išt}}{1000} \text{ (m}^3/\text{d)} \quad (3)$$

Čia: U – rajono, su atitinkama santechnine trobesių įranga, gyventojų skaičius;

$q_{sqgvid.}$ – sąlyginė buitinio vandens vartojimo norma (l/d.gyv.);

$k_{išt.}$ – vandens ištėkio (netekties) koeficientas, $k_{išt} = 1,12$.

$$Q_{d.gyv.vid.} = 230 \cdot 172 \cdot \frac{1,12}{1000} = 44,3 \text{ (m}^3/\text{d)}$$

Maksimali paros vandens reikmė:

$$Q_{d.gyv.max} = Q_{d.gyv.vid} \cdot k_{d.max} \text{ (m}^3/\text{d)} \quad (4)$$

Čia: $k_{d.max}$ – vandens vartojimo netolygumo paros koeficientas, $k_{d.max} = 1,3$.

$$Q_{d.gyv.max} = 44,3 \cdot 1,3 = 57,6 \text{ (m}^3/\text{d)}$$

Didžiausias suvartojamo buitinio vandens valandos debitas:

$$Q_{h.gyv.max} = \frac{Q_{d.gyv.max}}{24} \cdot k_{h.max} \text{ (m}^3/\text{h)} \quad (5)$$

$$Q_{h.gyv.max} = \frac{57,6}{24} \cdot 1,3 = 3,1 \text{ (m}^3/\text{h)}$$

Mažiausias valandos debitas:

$$Q_{h.gyv.min} = \frac{Q_{d.gyv.vid} \cdot k_{d.min}}{24} \cdot k_{h.min} \text{ (m}^3/\text{h)} \quad (6)$$

Čia: $k_{h.min}$ – vandens suvartojimo minimalus valandų netolygumo koeficientas, $k_{h.min} = 0,72$;

$k_{d.min.} = 0,59$.

$$Q_{h.gyv.min} = \frac{44,3 \cdot 0,59}{24} \cdot 0,72 = 0,8 \text{ (m}^3/\text{h)}$$

Sekundės debitas, laikant, kad valandos metu vandens vartojimas tolygus:

$$Q_{gyv.max} = \frac{Q_{h.gyv.max}}{3,6} \text{ (l/s)} \quad (7)$$

$$Q_{gyv.max} = \frac{3,1}{3,6} = 0,9 \text{ (l/s)}$$

$$Q_{SK} = \alpha \cdot Q_{maks. d.} + Q_g = 1,07 \cdot 57,6 + 36 = 97,6 \text{ m}^3/\text{d} ;$$

čia: Q_{SK} – skaičiuojamasis našumas, m^3/d ;

Atsižvelgiant į apskaičiuotą didžiausio ir mažiausio suvartojamo buitinio vandens valandos našumo debitus bus parenkami vandens gerinimo įrenginiai.

NUGELEŽINIMO FILTRO PARINKIMAS NAUJAMIESČIO KAIMUI

Naujamiečio kaimo vandenyje geležies kiekis viršija normas. Nedidelis kiekis geležies junginių organizmui neturi didesnės įtakos, tačiau žmogus, vartodamas vandenį, kuriame gausu (per 0,3 mg/l) geležies, gali susirgti kepenų ligomis, padidėja infarkto tikimybė, blogėja reprodukcinės funkcijos. Vanduo, turintis savyje geležies, sukelia nemažai nepatogumų – ruduoja vonios ir virtuvės įranga, skalbiniai, tokį vandenį nemalonu gerti ar juo praustis. Investavę į kokybišką nugeležinimo sistemą – pasikeitimus pajus Naujamiesčio kaimo vandens vartotojai, kadangi vanduo taps bekvapis, skaidrus ir skanus gerti.

Nugeležinimo filtrai:

- Nugeležinimo filtrus su oru (6 pav.).
- Nugeležinimo filtrus su kalio permanganatu (7 pav.).



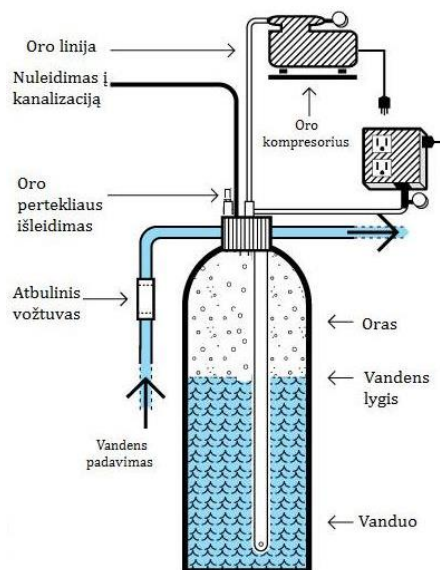
6 pav. **Nugeležinimo filtras su oru** (21)

Nugeležinimo filtro su oru filtravimo procesas yra visiškai automatizuotas, nes yra įdiegtas valdymo blokas, kuris kontroliuoja visą mechanizmą. Oksidacinės talpos viduje oras susimaišo su vandeniu, mišinys paduodamas į filtrą.



7 pav. Nugeležinimo filtras su kalio permanganatu (21)

Visiškai automatizuotas filtras. Vienintelis skirtumas, neturi oksidacinės talpos. Vietoj jos yra kalio permanganato talpa, kuri turi būti papildomas kas 6 mėnesius.



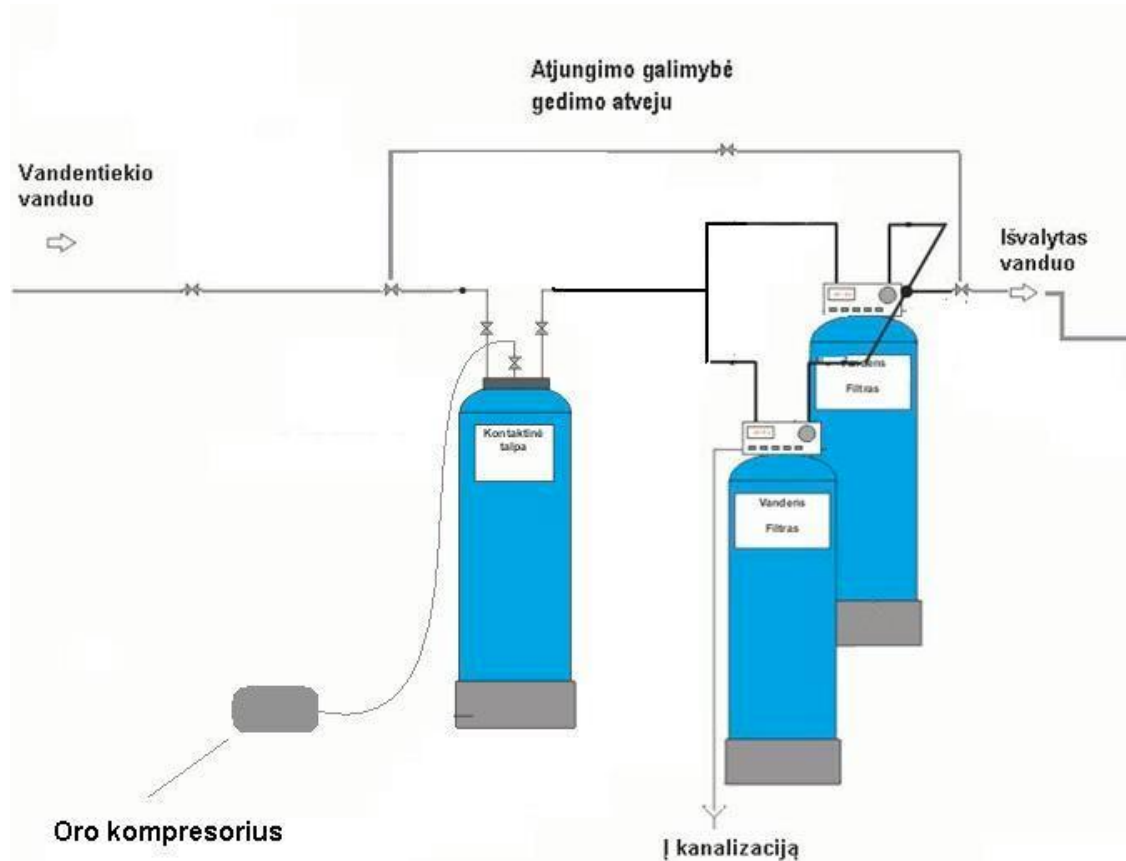
8 pav. Principinė nugeležinimo filtro su oru veikimo schema (21)

Nugeležino filtrų su oru - filtravimo ir geležies (t.p mangano ir sulfidų) šalinimo funkciją atlieka speciali gamtinės kilmės ceolito įkrova. Geležies (t.p. mangano ir sulfidų) junginiai įkrovos dėka yra oksiduojami iki netirpių junginių (geležies ir mangano atvejais) arba oksiduojami iki sulfatų (sulfidų atveju) – nepavojingų žmogaus sveikatai junginių. Susidarantys netirpūs junginiai yra sulaikomi pačiame filtre.

Filtruose naudojama ceolitinė įkrova yra maistinės švarumo klasės, ilgaamžė, padidinto atsparumo sudilimui ir suyrimui, chemiškai atspari. Ceolitinėje įkrovoje sukaupti nešvarumai iš filt-

ro yra pašalinami nukreipiant vandens srautą priešinga nei filtravimo kryptimi. Oksiduojant minėtus junginius ceolitinė įkrova ilginiui "išsieikvoja" ir tolesnis vandens nugeležinimas tampa neefektyvus.

Filtro ceolitinės (nugeležinimo) įkrovos savybių atstatymui yra vykdomos filtro "regeneravimo" operacijos. Regeneracijos operacijos susideda iš kelių stadijų - supurenimo, tikrosios regeneracijos ir atplovimo nuo regeneracijos produktų. Pabaigus regeneracijos operacijas ceolitinės įkrovos nugeležinimo savybės yra atstatomos ir filtras gali būti toliau naudojamas. Regeneracijos operacijų metu susidarantis vandens yra kanalizuojami. Regeneracijų operacijų periodiškumas, paruošiamo vandens kiekis priklauso nuo vandens užterštumo. Filtro regeneracijos operacijų, įjungimo/atjungimo vykdymas yra automatizuotas - valdymą atlieka mikro procesorinis (kompiuterinis) vožtuvų valdymo blokas 8 pav.



9 pav. Technologinio proceso principinė schema (21)

Nugeležinimo filtrai tuo pat metu atlieka ir mechaninio filtravimo funkciją. Vykdomas papildomas geležies (t.p. mangano ir sulfidų) oksidavimas ore esančiu deguonimi. Oro pasiurbimui iš aplinkos yra naudojamas oro inžektorius (arba oro padavimui panaudojamas oro kompresorius). Tam, kad prailginti vandenyje ištirpusių geležies (t.p. mangano ir sulfidų) junginių kontakto laiką su oro deguonimi yra naudojama speciali kontaktinė talpa 9 pav.. Šioje talpoje vyksta ir oro atskyrimas

nuo vandens (nuorinimo sistema). Naudojant tokio tipo nugeležinimo filtrus tikrosios regeneracijos operacijos (kurių metu naudojamos specialios cheminės medžiagos) yra nevykdomos. Filto supurenimo metu yra pašalinamos sukaupotos mechaninės priemaišos, oksiduoti ir netirpūs junginiai geležies ir mangano junginiai.

6 lentelė

Nugeležinimo filtro CB-220 parametrai (21)

Modelis	Gamintojas	Max našumas	Kolonų kiekis	Diametras: (m)	Aukštis: (m)	Naudojama oro pasiurbimui	Užpildas
CB-220	CLACK CORP	5,10	2	0,46	1,85	Kompresorius	Uolienu įvairios frakcijos

Apskaičiavus Naujamiesčio kaimui reikalingą suvartojamo buitinio vandens valandos debitą, kuris yra 3,1 (m³/h). Parenkamas nugeležinimo filtras su oru CB-220 (10 pav.), kurio našumas yra didžiausias 5,1 (m³/h), kadangi jis pigesnis ir mažiau reikalaujantis priežiūros, nei nugeležinimo filtras su kalio permanganatu.

Nugeležinimo būdas su oru yra vienas optimaliausių Naujamiesčio kaimui. Šis vandens valymo būdas yra vienas patikimiausių. Ceolito įkrova pašalina perteklinį geležies kiekį vandenyje. Todėl išlieka nepavojinga žmogaus sveikatai vandens kokybė.

Kitos filtro charakteristikos:

- Išėjimas: 12V ~500mA 6VA;
- Vandens temperatūros amplitudė: 1-25 °C;
- Maksimalus leistinas vandens slėgis barais: 8;
- Elektros įtampa: 230 V ~ 50 Hz.



10 pav. CB-220 nugeležinimo filtras (21)

Šiam filtrui parinktos filtravimo medžiagos:

- Nevtraco CaCo₃ (natūralus) 100 kg;
- Kvarcinis smėlis 75 kg 0,8:1,2mm / gravelis;
- Kvarcinis smėlis 75 kg 1:3mm;
- Kvarcinis smėlis 40 kg 3:5mm (arba kita įkrova pagal pageidavimą).

Filtravimo kiekis, iš viso: 220,0 Kg viename filtre.

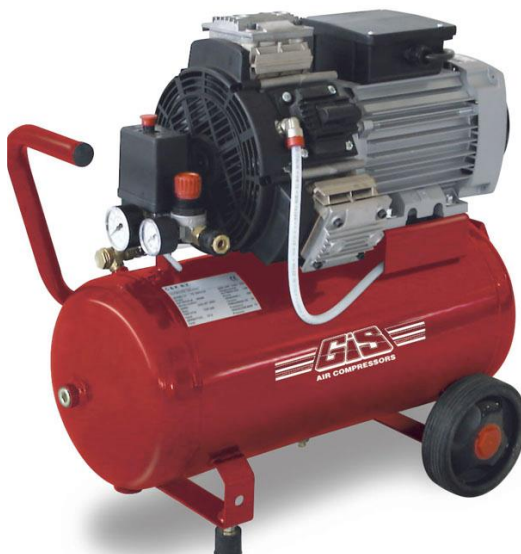
Įrangai gamintojas siūlo naudoti kompiuterinį valdiklį su 5 mygtukais 11 pav.



11 pav. **CLACK CORPORATION JAV kompiuterinis filtro valdiklis (21)**

Šiame kompiuteriniame valdiklyje sumontuotas valdymo vožtuvas, kuris perduoda signalą į dispečerinę. Šis signalas skirtas filtro paleidimui –regeneracijai. Taipogi šis valdiklis turi pilnai automatinius vožtuvus, kurių dėka galima reguliuoti prasiplovimo intervalus.

Tam, kad į sistemą paduoti oro, naudojami oro kompresoriai. Siūloma naudoti oro kompresorių TOP 350 50 (Vokietija) 12 pav.



12 pav. **Oro kompresorius TOP 350 50 (Vokietija) (21)**

Šio kompresoriaus duomenys:

- Elektros variklis 380 V trifazis;
- Svoris (kg): 46;
- Maksimalus oro slėgis (bar): 8;
- Bakas (l): 50;
- Galia (W): 2200
- Elektrinis kompresorius suspausto oro. Išmatavimai: 860 x 395 x 815 mm

Bendras įrenginių žiniaraštis:

1. CB-220 filtras;
2. Oro kompresorius TOP 350 50;
3. Valdymo automatika kai oras paduodamas pagal vandens sąnaudas;
4. Impulsinis skaitiklis vandens padavime prieš filtrus, valdymo dėžutė;

Įrengus nugeležinimo sistemą Naujamiesčio kaimo vartotojai bus aprūpinami nugeležintu vandeniu, o geležies kiekį sumažinus iki normos ribų, kartu ir sumažės mangano, bei druskingumo kiekiai vandenyje.

4. NUGELEŽINIMO ĮRENGINIO EKONOMINIAI SKAIČIAVIMAI

Naujamiesčio kaimo gyventojams yra parenkamas nugeležinimo filtras CB – 220, nes jis yra optimaliausias ir patikimiausias variantas šiam kaimui. Filtrui nereikalinga pastovi priežiūra, jis valosi pats, nustatytu laiku ir valymosi metu paduoda tik valytą vandenį.

7 lentelė

Nugeležinimo filtras CB – 220 ir jo įrengimas

Eil. nr.	Pavadinimas ir modelis	Kiekis	Mato vienetas	Kaina (eurais)
1.	CB - 220 vandens nugeležinimo sistema, plovimasis pagal dienas.	1	Kompl.	4545
2.	Oro kompresorius TOP 350 50	1	Vnt.	620
3.	Medžiagos su apėjimo sistema nugeležinimui ir mechaninio filtro montavimas.	1	Kompl.	1240
4.	Darbai – nugeležinimo filtro montavimas, mechaninio filtro montavimas.	1	Kompl.	826
5.	Valdymo automatika kai oras paduodamas pagal vandens sąnaudas	1	Kompl.	165
6.	Impulsinis skaitiklis vandens padavime prieš filtrus, valdymo dėžutė	1	Vnt.	224
7.	Sistema, kai filtras plaunasi, vanduo paduodamas valytas (sistema nepaduodanti nevalyto vandens)	1	Kompl.	313
8.	Oro padavimas į filtrą filtro plovimosi metu, geresniam filtro išskalavimui	1	Vnt.	100
Viso:		8033		
PVM:		1687		
Suma su PVM:		9720		

Vandens valymo įrenginiams gamintojas suteikia 3 metų garantiją. Įrenginių ir atskirų detalių gedimai, garantinio laikotarpio metu yra remontuojami arba nemokamai pakeičiami naujais. Garantija netaikoma, jei įrangos gedimai atsiranda dėl vartotojo kaltės arba dėl stichinės nelaimės.

Naujamiesčio kaimo gyventojams visas filtro įrengimas (įtraukiant įrenginius ir darbą) kainuotų 9720 eurų. Kiekvienam kaimo gyventojui susirūpinus dėl savo geriamojo vandens, reikėtų investuoti tik po 57 eurus, ir jie turėtų nugeležintą vandenį. Sumažinus geležies kiekį, kuris viršija net 13 kartų normos ribą, sumažės ir mangano kiekis, bei drumstumas. Vanduo taps skaidrus ir malonus gerti.

IŠVADOS

1. Tiekiamas geriamasis vanduo turi atitikti teisės aktų nustatytus saugos ir kokybės reikalavimus: jame neturi būti mikroorganizmų, parazitų ir medžiagų, savo skaičiais ar koncentracijomis galinčių kelti potencialų pavojų žmonių sveikatai. Jei yra pastebimi netinkami rodikliai, vandens kokybę reikia gerinti. Gerinimo būdai gali būti: švitinimas ultravioletine spinduliuote, filtravimas, vandens minkštinimas, atvirkštinis osmosas, ultra filtravimas, dejonizacija.

2. Naujamiesčio kaimui tiekiamas geriamasis vanduo nėra tinkamos kokybės. Dauguma geriamojo vandens saugos ir kokybės rodiklių normos ribose, tačiau nustatyta, kad vandens drumstumas keturis kartus viršija normos ribą, o bendroji geležis net trylika kartų. Šio kaimo skaičiuojamasis našumas yra 97,3 m³/d.

3. Geležies, mangano ir vandenilio sulfido šalinimui parenkamas nugeležinimo filtras CB – 220, atsižvelgiant į apskaičiuotą tiekiamo vandens debitą. Šis filtras yra optimaliausias kainos ir kokybės atžvilgiu tokio dydžio kaimui.

4. Nugeležinimo filtro CB – 220 ir jo įrengimo bendra kaina 9720 eurų. Jeigu visą sumą išdalint kaimo žmonėms, tai jiems reiktų tik po 57 eurus kiekvienam ir kiekvienas galėtų džiaugtis švariu, skaniu ir be kenksmingų medžiagų vandeniu, kuris malonus tiek kvapu, tiek skoniu.

NAUDOTA LITERATŪRA

1. Januškis, V. (1990). Gamta ir mes. Vilnius: Mokslas.
2. Juknys, R. (2002). Aplinkotyros pagrindai. Kaunas: VDU leidykla.
3. UAB „Aukštaitijos vandenys“. 2015m. Ataskaitos duomenys. Panevėžys.
4. Valstybinė maisto ir veterinarijos tarnyba. (2014). Geriamojo vandens kontrolė. Ataskaita apie geriamojo vandens saugą ir kokybę Lietuvoje. Prieiga internetu:
<http://vmvt.lt/lt/maisto.sauga.ir.kokybe/valstybine.maisto.kontrole/geriamojo.vandens.kontrole/>,
žiūrėta 2016 – 01 – 19.
5. Sakalauskas A., Šulga V., Jankauskas J. (2008). Vandentieka. Vandens ruošimas. Vilnius: Technika.
6. LR Kultūros ir švietimo ministerija. (1994). Aplinkotyra: mokomoji knyga jaunimui. Vilnius: Leidybos centras.
7. Juknys, R. (2005). Aplinkotyra. Kaunas: VDU leidykla.
8. Ozolinčius, R. (2005). Aplinkos ištekliai: oras, dirvožemis, vanduo. Kaunas: VDU leidykla.
9. UAB R. O. Optimalūs sprendimai (2007). Geležis vandenyje. Prieiga internetu:
http://www.efiltrai.lt/lt/duomenu_baze/gelezis_vandenyje, žiūrėta 2016 – 01 – 21.
10. Lietuvos higienos norma HN 24 : 2003 „Geriamojo vandens saugos ir kokybės reikalavimai“. Prieiga internetu: http://www.am.lt/VI/article.php3?article_id=8252 žiūrėta 2016-04-16.
11. Albrektienė, R. (2013). Geriamojo vandens kokybės tyrimai ir gerinimo priemonės: daktaro disertacija. Vilnius: Technika.
12. Baltrėnas. P., Butkus. D., Oškinis. V. ir kt. (2008). Aplinkos apsauga. Vilnius: Technika.
13. LR Kultūros ir švietimo ministerija. (1994). Aplinkotyra: mokomoji knyga jaunimui. Vilnius: Leidybos centras.
14. Sakalauskas S., Valentukevičienė M. (2009). Vandens ruošyklos įrenginių komplekso projektavimas. Vilnius: Technika.
15. Tumas R., (2003). Vandens ekologija. Kaunas: Naujasis lankas.
16. Gėlo vandens gavyba požeminio vandens baseinuose (PVB). Prieiga internetu:
<http://www.lgt.lt/old/index.php?page=67>, žiūrėta 2015 – 12 – 19.
17. UAB „Aukštaitijos vandenys“ (2013). Vandens gavyba ir tiekimas. Prieiga internetu:
<http://www.avandenys.lt/lt/veikla/vandens-gavyba-ir-tiekimas/>, žiūrėta 2016 – 01 – 17.
18. UAB „Aukštaitijos vandenys“ (2013). Geriamojo vandens kokybė. Prieiga internetu:
http://www.avandenys.lt/lt/veikla/geriamojo_vandens_kokybe/, žiūrėta 2016 – 02 – 17.

19. Vandens tyrimo atlikimo metodika (2004). Prieiga internetu:
http://www.zidinio.vilnius.lm.lt/projektas/metodai_pr.html, žiūrėta 2016 – 02 – 19.
20. UAB „Ukmergės vandenys“. Prieiga internetu: <http://www.ukvand.lt/index.php?id=normos> ,
žiūrėta 2016 – 03 – 15.
21. Vandens nugeležinimo filtras. Prieiga internetu: <http://www.vandens-filtrai.lt/nugelezinimo-filtrai/nugelezinimo-filtrai-su-oru-rekomenduojame-clack>, žiūrėta 2016-05-20.

PRIEDAI

1 PRIEDAS. Geriamojo vandens saugos ir kokybės rodikliai Naujamiesčio kaime

NAUJAMIESČIO KAIMAS			
MIKROBINIAI RODIKLIAI			
Rodiklio pavadinimas	Tiriamas vandens kiekis	Leidžiamas kiekis pagal HN 24:2003	Nustatyta
Žarninės lazdelės (E. coli)	100 ml	0	0
Žarniniai enterokokai	100 ml	0	0
Koliforminės bakterijos	100 ml	0	0
Kolonijas sudarančių vienetų sk. 22°C	1 ml	Be nebūdingų pokyčių	8
INDIKATORINIAI RODIKLIAI			
Rodiklio pavadinimas	Mato vienetas	Ribinė rodiklio vertė, ne daugiau kaip	Nustatyta
Spalva	mg/l Pt	30	< 3
Drumstumas	DV	4	17
Amonis	mg/l	0,50	0,21
Aliuminis	µg/l	200	< 1,7
Sulfatas	mg/l	250	58
Chloridas	mg/l	250	50
Bendroji geležis	µg/l	200	2750
Manganas	µg/l	50	65
Permanganato indeksas	mg/l	5,0	1,3
Vandenilio jonų koncentracija	pHvnt	6,5-9,5	7,8
Savitasis elektros laidis (20°C)	µS/cm	2500	667
Kvapo slenkstis	-	Priimtinas vartotojams	Priimtinas vartotojams
Skonio slenkstis	-	Priimtinas vartotojams	Priimtinas vartotojams
Bendras kietumas	mmol/l	-	2,8
Natris	mg/l	200	37,5
Bendroji organinė anglis	mg/l	Be nebūdingų pokyčių	Be nebūdingų pokyčių
TOKSINIAI (CHEMINIAI) RODIKLIAI			
Nitritas	mg/l	0,50	< 0,04
Nitratas	mg/l	50	0,1
Fluoridas	mg/l	1,5	0,31
Cianidai	µg/l	50	-
Boras	mg/l	1,0	-
Bromatas	µg/l	10	-
Selenas	µg/l	10	-
Nikelis	µg/l	20	< 2,1
Gyvsidabris	µg/l	1,0	-
Chromas	µg/l	50	< 0,50
Kadmis	µg/l	5,0	< 0,03
Arsenas	µg/l	10	-
Varis	mg/l	2,0	0,0009
Švinas	µg/l	25	< 2,0
Stibis	µg/l	5,0	-
1,2-dichlorešanas	µg/l	3,0	-
Tetrachlorešanas ir trichlorešanas	µg/l	10	-
Benzenas	µg/l	1,0	-
Benzpirenas	µg/l	0,010	-
Daugiacikliniai aromatiniai angliavandeniliai	µg/l	0,01	-
Haloformų suma	µg/l	100	-
PESTICIDAI			
Aldrinas	µg/l	0,030	-
Dieldrinas	µg/l	0,030	-

Heptachloras	µg/l	0,030	-
Heptachlor-epoksidas	µg/l	0,030	-
Kiti pesticidai	µg/l	0,10	-
Pesticidų suma	µg/l	0,50	-