

# Vanden TVARKA



Nr. 55  
2019  
SPALIS

LIETUVOS VANDENS TIEKĖJŲ ASOCIACIJOS INFORMACINIS LEIDINYS



# POŽEMINIO VANDENS IŠTEKLIUS FORMUOJANTYS VEIKSNIAI

**Infiltracinė mityba**<sup>1</sup> yra viena iš svarbiausių požeminio vandens režimą formuojančių sąlygų ir esminis vandens dinamikos balanso elementas. Šis dydis reikšmingas skaičiuojant požeminio (gruntinio) vandens išteklius, vertinant taršiųjų medžiagų migraciją per aeracijos zoną. Šiuo metu tampa aktualus hidrogeoterminio potencialo įvertinimas, kuris be infiltracinės mitybos (infiltracijos ir garavimo santykio) duomenų taip pat neišsivaizduojamas. Pažvelgus į infiltracinės mitybos, evapotranspiracijos ir nuotėkio žemėlapius, galima susidaryti vaizdą apie juos formuojančias gamtos sąlygas.

**Infiltracinė mityba** – natūralus ar dirbtinis požeminio vandens išteklių papildymo (papildymo) procesas. Kiekybiniu požūriu tai atmosferinio ar kito paviršinio vandens kiekis ( $l/s$ ,  $l/s \cdot km^2$ ,  $mm$  per metus), persifiltravęs pro aeracijos zoną ir papildęs gruntinio vandeningojo sluoksnio išteklius:  $W_{in} = W - Z$  ( $W_{in}$  – infiltracinė mityba,  $W$  – pro aeracijos zoną į gruntinį sluoksnį patekęs bendras vandens kiekis,  $Z$  – gruntinio vandens paviršiaus garavimas). Baltijos arteziniame baseine infiltracinės mitybos modulis būna nuo 0,5–1,0 iki 2–3, kai kur iki 7–8  $l/s km^2$ . Plg. infiltracija.

Požeminio vandens infiltracinę mitybą lemia procesai, kuriuos apibendrintai galima suskirstyti į dvi grupes: susiję su kritulių transformacija aukščiau žemės paviršiaus ir drėgmės migracija aeracijos zonoje. Pirmą procesų grupę sudaro: augalijos dangos garavimas, sniego dangos garavimas, vandens nuotėkis žemės paviršiumi, drėgmės kiekis ant augalijos dangos ir sniego tirpsmo drėgmės kiekis. Antra grupė: dirvožemio garavimas, augalų transpiracija, gruntinio vandens paviršiaus garavimas ir infiltracija į gruntinio vandens sluoksnį. Požeminio vandens infiltracinė mityba prilyginama infiltracijai, jeigu vidutinis gruntinio vandens gylis yra  $>5$  m, tariant, kad gruntinio vandens paviršiaus garavimas nevyksta. Kitu atveju atsižvelgiama į gruntinio vandens paviršiaus garavimą.

Sudarant infiltracinės mitybos žemėlapi, Lietuvos teritorija tipizuota pagal gamtines sąlygas, savo ruožtu sugrupuotas pagal gamtines vandens apytakos ciklą: meteorologines sąlygas (lemia kritulių kiekį, garavimą), kraštovaizdžio sąlygas (lemia garavimą, nuotėkį), dirvožemio mechaninę sudėtį (lemia nuotėkį, vandens įsigėrimą į dirvožemio paviršius), hidrogeologines sąlygas (lemia garavimą, infiltraciją).

Taip pat Lietuvos teritorija suskirstyta į 8 klimato regionus, 11 kraštovaizdžio tipų (lauko, miško, jūros paplūdimio, salpžemio, mažai ir gerai drenuotos aukštapelkės (oligotrofinės), žemapelkės (eutrofinės) ir pereinamojo tipo (mezotrofinės), eksploatuojamos aukštapelkės ir žemapelkės durpyno), 17 dirvožemio mechaninės sudėties tipų.

Pagrindiniai vandens dinamikos balanso elementai, kurių reikšmės apskaičiuotos ir pavaizduotos atitinkamuose žemėlapiuose, yra šie: infiltracinė mityba, suminė evapotranspiracija ir nuotėkis žemės paviršiumi. Suminę evapotranspiraciją savo ruožtu sudaro augalijos dangos garavimas, sniego dangos garavimas, dirvožemio paviršiaus garavimas (aeraci-

jos zonos ir gruntinio vandens paviršiaus) ir augalų transpiracija.

Nustatyta, kad 1993–2012 metais neurbanizuotuose Lietuvos teritorijos plotuose vidutinis kritulių kiekis buvo 685,8 mm per metus. Iš jų požeminio vandens infiltracinė mityba sudaro 82,4 mm/metus (12,0 proc.), suminė evapotranspiracija – 460,7 mm/metus (67,2 proc.) ir nuotėkis žemės paviršiumi – 142,7 mm/metus (20,8 proc.). Bendru atveju (neatsižvelgiant į sezoniskumą ir teritorinį pasiskirstymą) infiltracijos, suminės evapotranspiracijos ir nuotėkio reikšmės labiausiai priklauso nuo gruntinio vandens paviršiaus gylio, dirvožemio (ypač viršutinių jo horizontų) mechaninės sudėties; kiek mažiau – nuo kraštovaizdžio tipo ir šlaito nuolydžio kampo. Mažiausios infiltracinės mitybos reikšmės ir atitinkamai didesnės evapotranspiracijos bei nuotėkio reikšmės būdingos molingoms, didesnio tankio nuoguloms (ypač lauko kraštovaizdžio tipui), kuriose gruntinio vandens gylis neviršija 1 metro. Ir, atvirkščiai, gerai drenuotose smėliuose (ypač miško) infiltracinė mityba didžiausia, o garavimas ir nuotėkis yra mažiausi. Pelkių kraštovaizdžiui reikšmingiausias yra vidutinis gruntinio vandens lygis (priklausančias nuo drenuotumo) ir pelkės mitybos tipas (aukštapelkės ar žemapelkės).

Visų trijų minėtų elementų reikšmių dinamika paklūsta sezoniniams dėsningumams. Sąlygiškai išskirti žiemos, pavasario, vėlyvojo pavasario–vasaros ir rudens sezonai.

Žiemos sezonui būdinga tai, kad visų trijų elementų kreivės artėja prie nulinės reikšmės. Infiltracija ir dirvožemio paviršiaus garavimas šiuo metu yra mažiausias arba nevyksta visai dėl įšalo, kuris susidaro esant neigiamai temperatūrai. Nuotėkis žemės paviršiumi įmanomas tik atlydžių periodais, šiek tiek žymesnė augalų transpiracija gali vykti vien tik miško arba raistinės pelkės kraštovaizdyje.

Pavasario polaidžio metu labai padidėja nuotėkis ir infiltracija, vėliau (nutirpus sniegui) kreivė išsilygina. O mažai drenuotose žemapelkėse pavasario infiltracijos piko nėra, nes viršutinis durpių sluoksnis greitai įsisotina ir vandens perteklius nuteka. Suminės evapotranspiracijos šiame sezone visada sparčiai kyla į viršų.

Vėlyvasis pavasaris paprastai būna sausesnis, infiltracija sumažėja, nuotėkis nevyksta, tačiau evapotranspiracijos kreivė išlaiko bendrą kilimo tendenciją, nes temperatūra didėja ir augalų vegetacija intensyvėja. Vasaros sezonui būdingi nuotėkio „šuoliai“ liūčių laikotarpiu – ypač priemolio tipo dirvožemyje. Infiltracijai šiuo metu taip pat būdingi šuoliai, tačiau labiau smėlio tipo dirvožemyje; priemoliuose dėl lėtos filtracijos ir intensyvaus garavimo gruntinio vandens sluoksnio infiltracija yra nedidelė. Žemapelkėse tokiu metu nuotėkis yra neigiamas dėl prietakos kompensacijos.

Rudens laikotarpiu, sumažėjus garavimui ir transpiracijai, pagausėjus bendram kritulių kiekiui, infiltracija visada padidėja. Nuotėkio pikai jau ne tokie ryškūs, nes liūtys šiuo metu yra retos.

Teritorinis infiltracinės mitybos pasiskirstymas labai ryškus. Didžiausios mitybos reikšmės (daugiau kaip 200 mm per metus) būna Žemaičių aukštumose (didžiausias kritulių kiekis), Kuršių nerijos kopose,

kituose eoliniuose dariniuose (Smalininkų, Kazlų Rūdos ir kt.). Mitybos reikšmės didelės (100–200 mm) ir Baltijos moreninių aukštumų ruože, Ašmenos aukštumoje, Rytų–Pietryčių Lietuvos fluvioglacialinių lygumų smėlingų ir žvirgždingų nuogulų išplitimo srityje, kur kritulių kiekis didelis, o gruntinio vandens gylis viršija 5, dažnai ir 10 metrų.

Didelė Lietuvos teritorijos dalis – plotai, kuriuose infiltracinė mityba yra nedidelė teigiama arba svyruoja apie nulinę reikšmę: Žemgalės, Vakarų Žemaičių, Užnemunės lygumos, didelė dalis Vidurio Lietuvos. Šioms sritims būdingas menkas gruntinio vandens drenuotumas, aeracijos zoną formuoja molingos nuogulos, o kritulių kiekis palyginti nedidelis. Neigiamos reikšmės būdingos Pasvalio, Saločių, Karšuvos limnoglacialinėms lygumoms, kur gausus ir garavimas, ir nuotėkis. Labai įvairuoja pelkių kraštovaizdžio infiltracinė mityba – nuo ypač didelių reikšmių ( $>250$  mm per metus) drenuotuose eksploatuojamuose durpynuose iki neigiamų reikšmių ( $<50$  mm) mažai drenuotose aukštapelkėse Šiaurės Rytų Lietuvoje.

Suminės evapotranspiracijos pasiskirstymas daugeliu atvejų yra atvirkščiai proporcingas infiltracinei mitybai. Išimtis – molingų nuogulų ruožai. Pasiskirstymo diapazonas yra nuo 350 iki 650 mm per metus. Kai kur (pvz., Nemuno deltoje) garavimas beveik prilygsta vidutiniam daugiamečiam kritulių kiekiui. Nuotėkio žemės paviršiumi pasiskirstymas pasižymi ryškia teigiama asimetrija, pikas pasiekiamas 75–100 mm intervale, tai rodo, kad Lietuvoje vyrauja gerų filtracinių savybių dirvožemiai. Didžiausias nuotėkis vyksta Vakarų Lietuvoje (250–350 mm), kur didesnis liūtinių kritulių kiekis. Jis būdingas ir limnoglacialinėms lygumoms. Mažiausias nuotėkis būdingas eolinių smėlių masyvams, iš jų ir Kuršių nerijos kopoms (iki 50 mm).

Lietuvos **gruntinio vandens lygio (slūgsojimo gylio) žemėlapi** M 1:200 000<sup>2</sup> sudaryti 2007–2008 metais. Sudaryti trys skaitmeniniai M 1:200 000 – prognozuojamo aukščiausio gruntinio vandens slūgsojimo lygio ir prognozuojamo minimalaus gylio 5 proc. tikimybės bei gruntinio vandens paviršiaus vidutinio lygio 50 proc. tikimybės žemėlapi. Sudarant gruntinio vandens prognozuojamo didžiausio lygio 5 proc. tikimybės – žemėlapi, panaudoti 2004 metais vykdyto projekto „Lietuvos gruntinio vandens gamtinės saugos vertinimas ir kartografavimas M 1:200 000“ metu šuliniuose nustatyti ir apskaičiuoti aukščiausio gruntinio vandens slūgsojimo gylio duomenys. Iš topografinio žemėlapi M 1:200 000 paimti upių, ežerų ir Baltijos jūros kontūrai. Šie linijiniai objektai paversti taškiniais ir pridėta atributinė informacija su sąlyga, kad didžiausias gruntinio vandens slūgsojimo gylis šiuose taškuose yra 0 m nuo žemės paviršiaus. Remiantis matematine interpoliacija, iš šių taškų buvo sudarytas gruntinio vandens minimalaus prognozuojamo gylio žemėlapi modelis. Vėliau, iš jo atėmus Lietuvos teritorijos reljefo modelį, buvo gautas gruntinio vandens prognozuojamo maksimalaus lygio modelis ir parengti gruntinio vandens minimalaus prognozuojamo gylio 5 proc. tikimybės (jame hidroizohipsės brėžtos kas 0,5 m) ir gruntinio vandens maksimalaus prognozuojamo lygio (jame

<sup>1</sup> Pūtys P. Požeminio vandens infiltracinės mitybos žemėlapi M 1:200 000 sudarymas. 2015, Geologijos fondas, inv. Nr. 18624

<sup>2</sup> Giedraitienė J., Minkevičius V. Lietuvos gruntinio vandens lygio (slūgsojimo gylio) žemėlapiai masteliu 1:200 000, LGT, 2009.

hidroizohipsės brėžtos kas 5 m) žemėlapiai. Gruntinio vandens vidutinio (50 proc. tikimybės) slūsojimo lygio hidroizohipsių žemėlapiui sudaryti naudoti valstybinio monitoringo ilgamečių stebėjimų duomenys, topografinio žemėlapiu M 1:200 000 reljefo sluoksnis ir Lietuvos kosminio vaizdo žemėlapiu M 1:50 000 skaitmeninių duomenų bazės LTDB50000 izohipsių sluoksnis, kur izohipsės nubrėžtos kas 10 metrų. Hidroizohipsėms brėžti taikytas interpoliacijos metodas. Žemėlapis kalibruotas pagal gręžinių (>6 000) į gruntinį vandenį, esančių LGT kompiuteriniais duomenų sistemoje „Grėžinys“, ir minėto žulinių katalogo duomenis. Gruntinio vandens hidroizohipsės nubrėžtos kas 10 metrų, prie valstybinio monitoringo posto stebėjimo gręžinio dešinėje pusėje skaitiklyje pateikiamas 50 proc. tikimybės gruntinio vandens lygis (abs. a.), vardiaklyje – slūsojimo gylis, m. Kairėje pusėje pateikiama 50 proc. tikimybės lygio svyravimų amplitudė. Šis skaitmeninių žemėlapių kompleksas 1:200 000 masteliu sudaro sąlygas plačiai juos naudoti, sudarant išvestinius upių ir požeminio vandens baseinų žemėlapius, vertinant atsinaujinančius administracinių rajonų požeminio vandens išteklius, nustatant taršos migracijos kryptis ir pritaikant juos įvairiems taikomiesiems projektams, teritorijoms planuoti, statybai, vandentiekiai ir pan. Sudarytus modelius nesunkiai galima papildyti naujais gruntinio vandens slūsojimo gylio duomenimis, o sudarytus skaitmeninius žemėlapius atnaujinti ir patikslinti.

2011–2014 metais Lietuvos teritorijoje išskirtos rizikos zonos, kuriose tikėtinas požeminio vandens proveržis iš gręžinių<sup>3</sup>. Didžiausios ir didelės rizikos zonos – taisritys, kuriose prognozuojamas didžiausias pjezometrinis spūdis gali viršyti žemės paviršių. Jos užima atitinkamai 3,8–6,4 proc. ir 7,3–11 proc. Lietuvos sausumos (neskaitant vandens telkinių) ploto. Tokios rizikos zonos dažniausiai išsidėsčiusios staigiuose reljefo pažemėjimuose: upių slėniuose ir klониuose, ežerų dubakloniuose. Esama jų ir kai kuriose lygumose, ypač prieledyninių ežerų (limnoglacialinėse) nuogulų srityse. Hidrogeologiniu požiūriu rizikingiausi yra Nemuno, Neries, Šventosios, Minijos, Dubysos, Ventos, Vokės ir kitų upių slėniai. Nemažai proveržio atvejų fiksuota ir Šiaurės bei Vidurio Lietuvos srityse – Nevėžio, Mūšos ir Lėvens pabaseiniuose. Taip pat galimas didelis santykinis aukštis kai kurių ežerų (Dusios, Žuvinto, Dysnų, Kretuono ir kt.) duburiuose. Ypač gausu rizikos zonų Suvalkijos (Užnemunės) lygumose, kur virš žemės paviršiaus daugiausia pakyla kreidos sistemos sluoksnių požeminio vandens spūdis. Nedidelis (iki 1 m) pjezometrinio lygio pakilimas virš žemės paviršiaus galimas ir Nemuno deltos bei Pamario žemumų srityje, taip pat Dysnos lygumose. Minimalios rizikos zonos – tai sritys, kuriose prognozuojamas didžiausias pjezometrinis lygis neviršija 10 m gylio. Tai Lietuvos aukštumos (Sūduvos, Medininkų, Žemaičių ir kt.), taip pat tos sritys, kur požeminio spūdinio vandens srautas išsikrauna artėdamas link giliųjų upių slėnių. Tuo ypač pasižymi plotai prie Dubysos ir Nevėžio bei Nemuno santakų. Čia daugelio požeminio vandens sluoksnių spūdis gerokai sumažėja ir proveržio rizika taip pat yra nedidelė.

Kartografuojant požeminio vandens proveržio rizikos zonų žemėlapij, taikyta žemės paviršiaus reljefo ir jungtinio pjezometrinio spūdinio paviršiaus lyginamoji analizė. Šis paviršius suformuotas iš keturių požeminio vandens megakompleksų (viršutinio–vidurinio pleistoceno, vidurinio pleistoceno–jūros, triaso–viršutinio devono ir viršutinio devono–ordoviko) pjezometrinio lygio reikšmių. Kartografuojant naudotasi pjezometrinio paviršiaus gylio priklausomybės nuo santykinio reljefo aukščio regresijos lygtimis.

Iš viso projektui panaudota 14 384 gręžinių (15 474 informatyvių vandeningųjų sluoksnių) duomenys. Didžiausias nagrinėjamas vandeningųjų sluoksnių gylis yra 230 metrų. Jis atitinka vandeningųjų sluoksnių kraigo gylio 95 proc. procentilį reikšmę. Nustatyta, kad kai kuriose gręžiniuose įvairių vandeningųjų kompleksų pjezometrinio spūdinio reikšmė itin maža, gerokai mažesnė nei jūros lygis; tai rodo esant jų didesnę ar mažesnę hidraulinę izoliaciją nuo mitybos zonų žemės paviršiuje. Kai kuriose Vakarų Lietuvos srityse tokie gręžiniai formuoja atskirus plotus (daugiausia apatinės kreidos, viršutinio permio, viršutinio devono vandeninguosiuose sluoksniuose).

Nustatytos rizikos zonos gali būti svarbios kaip orientacinė medžiaga gręžybos ir kasybos darbams. Didesniam požeminio vandens proveržio rizikos vertinimo patikimumui reikia papildomų tyrimų – atlikti gręžimo darbus upių slėnių ir ežerų dubaklonių bei kai kurių lygumų srityse. Ypač tai svarbu šaltiniuotoms sritims ir trykštančių gręžinių, įvykusių vandens proveržių apylinkėms. Šie darbai turėtų būti vykdomi laikantis saugumo reikalavimų: naudotini apsauginiai vamzdžiai, užvamzdinės ermės izoliacija ir kt.

**Vandenvietės išteklių formavimosi zonos<sup>4</sup>** sampratą atitinka jos mitybos srities apibrėžtis. Tai teritorija, iš kurios vandenvietės link eksploatuojamam ir su juo hidrodinamiškai susijusiais vandeningaisiais sluoksniais judančios požeminio

*Vandenvietės įtakos sritis – teritorija, kurioje aplink vandenvietę pažemėja vandens lygis eksploatuojamame ir su juo hidrodinamiškai susijusiuose vandeninguosiuose sluoksniuose.*

*Vandenvietės kaptazo sritis – teritorija, iš kurios vandenvietės link judančios požeminio vandens srauto dalelės per tam tikrą laiką pasiekia vandenvietę. Kaptazo sritis paprastai yra nustatoma, įvertinant vandenvietės apsaugos zonos (VAZ) juostas. Vandenvietės kaptazo sritis, susiformuojanti per 25 metus, yra jos VAZ 3-ioji (cheminės taršos apribojimo) juosta, o kaptazo sritis, susiformuojanti per 200 parų, – jos VAZ 2-oji (mikrobinės taršos apribojimo) juosta.*

*Vandenvietės mitybos sritis – teritorija, iš kurios vandenvietės link judančios požeminio vandens srauto dalelės anksčiau ar vėliau pasiekia vandenvietę. Vandenvietės kaptazo sritis yra jos mitybos srities dalis.*

**Požeminio vandens išteklius formuojantys veiksniai** 2 psl.

**Gėlo požeminio vandens ištekliai** 4 psl.

**Kaip fluoras ir boras, esantys geriamajame vandenyje, veikia dantis?**  
E. Šermukšnytė, E. Paulikaitė, dr. prof. V. Žalgevičienė, dr. doc. G. Skujienė, dr. V. Bukelskienė, V. Šimčikas 5 psl.

**Vandens netekties Jonavos miesto vandentiekyje mažinimas**  
dr. M. Rimeika, R. Keliauskas 7 psl.

**Požeminio vandens monitoringas Lietuvoje** 11 psl.

**Dirbtinis intelektas vandentvarkoje**  
A. Brazauskas 13 psl.

**Naujienos, įvykiai, faktai** 15 psl.

**Nusipelnusio Lietuvos vandentvarkos ūkio darbuotojo garbės ženklas** 15 psl.

<sup>3</sup> Pūtys P. Lietuvos teritorijos rajonavimas požeminio vandens iškrovų pasekmių ir hidrogeologinių pavojų (rizikų) vertinimui. 2015, Geologijos fondas.

<sup>4</sup> Gregoras M., Štuopis A. Vandenviečių išteklių formavimosi Lietuvos požeminio vandens baseinuose zonų žemėlapiai. Galutinė ataskaita, Vilnius, 2012. Geologijos fondo inv. Nr. 16818.

**Reklama:**

**UAB „Blue solutions“** 13 psl.  
**UAB „Guradis“** 16 psl.

Lentelė. Vandenviečių turimų išteklių formavimosi zonų plotai

Požeminio vandens baseinas (PVB)	PVB plotas	Išteklių formavimosi zonų plotas spūdiniuose sluoksniuose		Išteklių formavimosi zonų plotas gruntiniame sluoksnyje	
	km <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>	PVB ploto %	km <sup>2</sup>	PVB ploto %
<b>Pietryčių Lietuvos kvartero (Nemuno), iš viso:</b>	<b>19 818,35</b>	<b>9380</b>	<b>47,3</b>	<b>8699</b>	<b>43,9</b>
iš jų Smėlingosios Pietryčių lygumos	3384,52	1302	38,5	1252	37,0
Neries vidurupio (Vilniaus)	798,71	538	67,4	497	62,2
Nemuno ir Neries, Nevėžio žemupio (Kauno)	332,18	124	37,4	117	35,1
likusi Pietryčių Lietuvos kvartero (Nemuno) baseino dalis	15 302,94	7415	48,5	6834	44,7
<b>Viršutinio-vidurinio devono (Nemuno), iš viso:</b>	<b>11 089,08</b>	<b>7500</b>	<b>67,6</b>	<b>7029</b>	<b>63,4</b>
iš jų Kėdainių-Dotnuvos	1112,98	445	40,0	433	38,9
likusi viršutinio-vidurinio devono (Nemuno) baseino dalis	9976,1	7055	70,7	6596	66,1
<b>Viršutinės-apatinės kreidos, iš viso:</b>	<b>8388,32</b>	<b>6093,67</b>	<b>72,6</b>	<b>5391</b>	<b>64,3</b>
iš jų Suvalkijos	1518,98	1117	73,5	1009	66,4
Kuršių nerijos ir Pamario	486,67	486,67	100	384	78,9
likusi viršutinės-apatinės kreidos baseino dalis	6382,67	4490	70,3	3998	62,6
<b>Vakarų Žemaičių kvartero</b>	<b>4082,63</b>	<b>2824</b>	<b>69,2</b>	<b>2519</b>	<b>61,7</b>
Viršutinio devono Stipinų (Nemuno)	<b>3425,42</b>	<b>2726</b>	<b>79,6</b>	<b>2523</b>	<b>73,6</b>
Permo-viršutinio devono (Nemuno)	<b>1010,58</b>	<b>1010,58</b>	<b>100</b>	<b>1010,58</b>	<b>100</b>
Viršutinio-vidurinio devono (Lielupės)	<b>4448,323</b>	<b>3497</b>	<b>78,6</b>	<b>2800</b>	<b>62,9</b>
Viršutinio devono Stipinų (Lielupės)	<b>1879,2853</b>	<b>1732</b>	<b>92,2</b>	<b>1659</b>	<b>88,3</b>
Permo-viršutinio devono (Lielupės)	<b>1063,3776</b>	<b>939</b>	<b>88,3</b>	<b>939</b>	<b>88,3</b>
Biržų-Pasvalio	<b>1048,4758</b>	<b>687</b>	<b>65,5</b>	<b>495</b>	<b>47,2</b>
Joniškio	<b>508,3169</b>	<b>346</b>	<b>68,1</b>	<b>308</b>	<b>65,1</b>
Permo-viršutinio devono (Ventos)	<b>6276,0798</b>	<b>6276,0798</b>	<b>100</b>	<b>6110,08</b>	<b>97,3</b>

vandens srauto dalelės anksčiau ar vėliau pasiekia vandenvietę. Kartu vandenvietės išteklių formavimosi zona yra didžiausia teritorija, kurioje reikia vykdyti požeminio vandens išteklių apsaugą. Nesudėtingomis hidrogeologinėmis sąlygomis esančių pavienių vandenviečių išteklių formavimosi zonos (mitybos sritys) nustatomos analitiniais skaičiavimais. Tačiau išskiriant šias sritis regioniniu mastu, t. y. daugiasluoksnyje vandeningųjų, vandeniui mažai laidžių darinių stovymėje, užimančioje tūkstančių km<sup>2</sup> teritorijas, kurioje hidrodinamiškai sąveikauja šimtai vandenviečių, taikomi matematinio modeliavimo metodai. Būtent toks elementarių vandens dalelių migracijos modeliavimo metodas buvo panaudotas darbe, nustatant visų požeminio vandens baseinų vandenviečių mitybos sritis (išteklių formavimosi zonas). Tam panaudoti 2003–2012 metais sudaryti regioniniai erdviniai Lietuvos hidrodinaminės sistemos matematiniai modeliai. Aplinkosauginiu (ūkinės veiklos ribojimo) po-

žiūriu svarbiausios yra išteklių formavimosi zonos gruntiniame sluoksnyje. Jos rodo, iš kokios teritorijos gruntinis vanduo, vertikaliaja srūva migruodamas žemyn, anksčiau ar vėliau gali pasiekti požeminio vandens baseinų vandenvietes. Jų plotai yra kiek mažesni nei išteklių formavimosi zonų spūdiniuose sluoksniuose plotai, nes net didžiausio vandens kiekio išgavimo iš jų metu gali būti išlikusi viršutinių spūdinų sluoksnių požeminio vandens ištaka į gruntinį vandenį ir paviršinio vandens telkinius. Iš tokių plotų gruntinis vanduo neturi hidrodinaminės galimybių migruoti žemyn ir patekti į eksploatuojamus spūdinius sluoksnius. Didžiojoje šalies dalyje išteklių formavimosi zonos gruntiniame sluoksnyje, išgaunant turimus išteklius, užima 60–70 proc. teritorijos, jų dydis priklauso nuo konkrečių tos teritorijos geologinių ir hidrogeologinių sąlygų bei išteklių formavimosi dėsningumų. Mažiausias išteklių formavimosi zonų plotas yra

Pietryčių Lietuvos kvartero hidrogeologinėje sistemoje. Joje yra geras eksploatuojamų spūdinų sluoksnių hidrodinaminis ryšys su gruntiniu vandeniu ir paviršinio vandens telkiniais, daug požeminių vandenskyrų, palyginti nedideli požeminio vandens lygio pažemėjimai, o tai riboja vandenviečių mitybos (kaptazho) sričių išplitimą didesnėse teritorijose. Didžiausios išteklių formavimosi zonos yra Vakarų Lietuvoje plytinčios viršutinio paleozojaus hidrodinaminės sistemos požeminio vandens baseinuose – permo-viršutinio devono, viršutinio devono Stipinų. Kaip žinoma, požeminio vandens ištekliams čia yra gana riboti, jie formuojasi esant dideliems pažemėjimams sluoksniuose (iki 100 m ir daugiau), todėl beveik visa šios hidrodinaminės sistemos teritorija tampa mitybos sritimi ir jos vandenviečių išteklių formavimosi zona.

*Informacija paimta iš hidrogeologijos atlaso „Lietuvos požeminis vanduo“, 2018 m.*

## GĖLO POŽEMINIO VANDENS IŠTEKLIAI

Lietuvoje geriamajam vandeniui tiekti yra naudojamas tik požeminis vanduo, siurbiamas iš įvairaus amžiaus ir litologinės sudėties vandeningųjų sluoksnių. Hidrogeologiniu požiūriu Lietuvos teritorija priklauso centrinei Baltijos artezinio baseino daliai, kurios geologinė sandara gana sudėtinga. Gėlo požeminio vandens, naudojamo individualiai ir centralizuotai aprūpinti gyventojus geriamuoju vandeniu, sluoksniai slūgso nuo keleto (gruntinis) iki kelių šimtų (spūdinis) metrų gylyje. Pirmasis nuo žemės paviršiaus negiliai

slūgsantis gruntinio vandens sluoksnis paprastai blogiau apsaugotas nuo žmogaus ūkinės veiklos poveikio, todėl jo kokybė dažnai būna prasta. Gruntinis vanduo daugiausia naudojamas kaimo vietovėse, išgaunant jį šachtiniais (kastiniais) šuliniais. Spūdinis (artezinis) vanduo slūgso giliau nuo žemės paviršiaus ir jį sunkiau pasiekia ūkinės veiklos nulemta tarša. Todėl artezinio vandens kokybė dažniausiai yra gera ir jis naudojamas viešajam vandens tiekimui, išgaunant vandenį gręžtiniais šuliniais ir įrengiant centralizuoto

vandens tiekimo vandenvietes. Įgyvendinant Bendrosios vandens politikos direktyvos nuostatas, buvo vertinti tam tikrų požeminio vandens baseinų ištekliai.

Požeminio vandens baseino ribos buvo nustatytos, grupuojant požeminio vandens telkinius, naudojančius plačiausiai toje vietovėje išplitusį produktyvų vandeningąjį sluoksnį, ir vadovaujantis principu, kad:

- jį gali sudaryti keli hidrodinamiškai glaudžiai

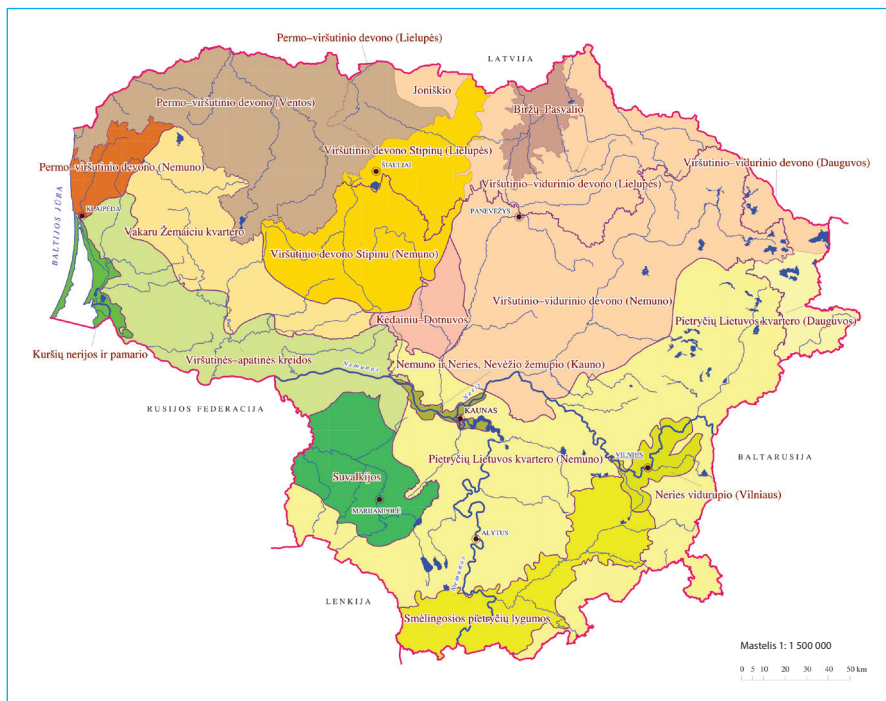
**Požeminio vandens baseinas** – požeminio vandens sanauja įvairaus tipo ir rango hidrogeologinėse sistemose, turinti šiuolaikines mitybos, spūdzio susidarymo ir iškrovos sritis. Baseinai skiriami pagal geostuktūrinius, hidrogeodinaminčius ir kitus požymius, atsižvelgiant į tikslinę hidrogeologinio rajonavimo paskirtį. Sin. hidrogeologinis baseinas. Plg. artezinis baseinas, hidrogeologinis rajonavimas.

**Vandens spūdinė sistema** – hidrauliškai susijusių vandeningųjų horizontų sistema, turinti bendras mitybos ir drenažo sritis bei požeminio vandens režimą. Jos apimtis dažnai sutampa su hidrogeologiniu artezinio baseino aukštu.

susieti vandeningieji sluoksniai, sudarantys vientisą hidrodinaminę sistemą;

- juos skiria ryškesnės sąlyginės vandensparos, menkai vandeniui laidžios litologinės ribos ir / ar hidrocheminių anomalijų (sūraus vandens) kontūrai;
- baseinų ribose požeminis vanduo naudojamas geriamajam vandeniui viešai tiekti;
- išskiriamas baseinas yra arčiausiai žemės paviršiaus, todėl yra aktualiausia jo būklės apsauga;
- jeigu baseine esančių kitų vandeningųjų sluoksnių / sluoksnio vanduo nenaudojamas arba naudojamas sudaro 30 proc. ir mažiau naudojamo baseine vandens kiekio, šie sluoksniai / sluoksnis neišskiriami į savarankišką požeminio vandens baseiną, o apibūdinami kaip baseino dalis;
- požeminio vandens baseino kaip atskiri po-baseiniai išskiriami telkiniai ar jų grupės, naudojantys gruntinį ar tarpmoreninį požeminį vandenį, esantį upių slėniuose, terasose ir zandrinėse lygumose, jei jų naudojimas turi ar gali turėti įtakos paviršinio vandens ar sausumos ekosistemos ir teritorijoms, priskirtoms „NATURA 2000“.

Lietuvoje buvo išskirti šeši požeminio vandens baseinai (hidrogeologinių sistemų dalys, iš kurių išgaunamas geriamasis vanduo)<sup>1</sup>. Vandens išteklių valdymo tikslais požeminio vandens baseinai buvo „suskaityti“ ir priderinti prie artimiausių upių baseinų rajonų. Dėl to Lietuvoje išskirta 20 požeminio vandens baseinų, iš kurių į Nemuno baseiną patenka 12, į Lielupės – 5, į Ventos – 1, į



Požeminio vandens baseinai

Dauguvos – 2 požeminio vandens baseinai. Vartojamo vandens atžvilgiu visi požeminio vandens baseinai yra vienodai svarbūs, nes jų vanduo naudojamas gyventojams ir pramonės įmonėms aprūpinti geriamuoju vandeniu. 2008–2012 metais išskirtuose šešiuose gėlo požeminio vandens baseinuose vertintas turimų (galimų naudoti) požeminio vandens išteklių kiekis ir jų naudojimo prognozė. Požeminio vandens ištekliai, skirti geriamajam vandeniui viešai tiekti, vertinti 2007–2025 metais. Ištekliams vertinti buvo taikomi matematinio modeliavimo ir analitiniai skaičiavimo metodai. Įvertinus išteklius nustatyta, kad šalies turimi požeminio vandens ištekliai sudaro 3,72 mln. m<sup>3</sup>/parą.

2006–2008 metais atlikta Valstybinių hidrogeologinių žemėlapių M 1:200 000 revizija ir atnaujinimas<sup>2</sup>. Tuo laiku buvo sudaryti hidrogeologiniai žemėlapiai. Žemėlapuose pateiktos ne tik bendros eksploatuojamo požeminio vandens hidrogeologinės savybės (vandeningųjų sluoksnių ir vandensparų išplitimas, pjezometrinis lygis,

bendra požeminio vandens cheminė sudėtis gręžinyje), bet ir detalesnių duomenų apie teritorijų vandeningumą ir išteklių naudojimą (gręžinių našumas, vandens pratakumas, cheminės sudėties tipas).

Apibendrinant „Požeminio vandens išteklių įvertinimo ir naudojimo geriamajam vandeniui tiekti 2007–2025 m.“ programos atliktus projektus, sudaryti požeminio vandens išteklių pasiskirstymo ir naudojimo žemėlapiai<sup>3</sup>. Tuo tikslu sudaryti požeminio vandens išteklių ir eksploatacinių galimybių žemėlapiai dešimčiai Lietuvos apskričių. Sudarant žemėlapius susisteminta informacija apie įvertintą turimą ir aprobuotą požeminio vandens išteklių kiekį, atlikta Žemės gelmių registre esančių vandenviečių ir gavybos gręžinių duomenų analizė, kartografuotas gėlo požeminio vandens gavybos gręžinių našumas arba debitas bei gręžinių gylis tiek apskirtyse, tiek jas sudarančiose rajonų savivaldybėse.

Informacija paimta iš hidrogeologijos atlaso „Lietuvos požeminis vanduo“, 2018 m.

<sup>1</sup> Arustienė J., Giedraitienė J., Giedraitis R., Kriukaitė J., Marcinkevičienė G., Radienė R. Gėlo požeminio vandens išteklių būklės įvertinimas baseininio valdymo tikslais, LGT, 2005. Geologijos fondo inv. Nr. 7895.  
<sup>2</sup> Radzevičienė D. Valstybinių hidrogeologinių žemėlapių M 1:200 000 revizija ir atnaujinimas. LGT, 2006, Geologijos fondo inv. Nr. 9286; 2007, Geologijos fondo inv. Nr. 10542; 2009, Geologijos fondo inv. Nr. 12773.  
<sup>3</sup> Radzevičienė D. Gėlo požeminio vandens ištekliai teritorijų planavimui ir vandentvarkos planams rengti. LGT, 2012, Geologijos fondo inv. Nr. 17004.

## KAIP FLUORAS IR BORAS, ESANTYS GERIAMAJAME VANDENYJE, VEIKIA DANTIS?

Visi žinome vandens svarbą kiekvieno organizmo ląstelės funkcionavimui. Svarbiausia, kad vanduo būtų švarus ir kokybiškas, o jame esančios medžiagos nekeltų pavojaus sveikatai. Tačiau ar užtektinai turime žinių apie mikroelementus vandenyje ir jų poveikį įvairioms organizmo sistemoms? Ar žinome, koks mikroelementų

kiekis rekomenduojamas, o koks jau yra žalingas organizmui?

Mūsų šalyje vartojamas požeminis vanduo yra gausiai papildytas mikroelementų, kurie atsiranda jam pratekant pro įvairias uolienas ar jose susitelkiant. Vieni tokių mikroelementų – fluoras ir boras. Šių mikroelementų, į organizmą paten-

kančių su vandeniu, poveikis yra gerai mokslininkų ištyrinėtas. Yra sukurtos normos, kurios paaikškina saugų kiekvieno elemento kiekį geriamajame vandenyje. Štai, pavyzdžiui, pagal Lietuvos higienos normas fluoro ribinė koncentracija geriamajame vandenyje turi atitikti 1,5 mg/L, o mineraliniame vandenyje fluoridų turėtų būti ne



1 pav. Žiurkės apatinio žandikaulio kandžiai

daugiau kaip 5 mg/L. Boro ribinė koncentracija geriamajame vandenyje – 1,0 mg/L, tačiau mineraliniame vandenyje boro koncentracijos normos nėra apibrėžtos, todėl mūsų šalies prekybos centruose galima aptikti mineralinio vandens, kuriame mūsų tirtų mikroelementų kiekis viršija geriamojo vandens normą net iki 12 kartų. Nors yra nustatytos normos, tačiau Vakarų Lietuvoje kai kuriose vandenvietėse, pvz., Tauragės, Šventosios, Klaipėdos, fluoro ir boro normos viršijamos net iki 2–2,5 karto [6]. Normų viršijimas gali turėti įtakos tokį vandenį vartojančių žmonių dantims. Kai kurie mokslininkai savo tyrimais įrodė, kad mūsų tirtieji mikroelementai vienaip ar kitaip veikia dantis.

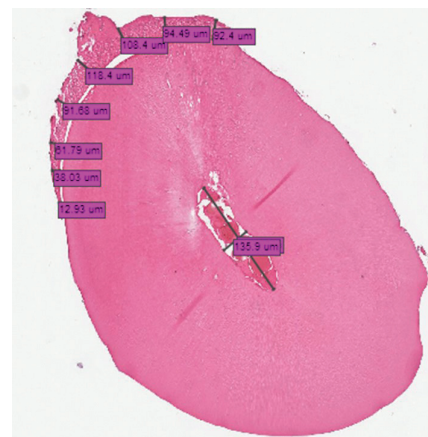
Clare Death su bendraautoriais ištyrė, kad, esant didelei fluoridų koncentracijai kauluose, dantyse pasireiškia fluoroziniai pažeidimai, didesni vėliau dygstančiuose dantyse ir toliau dantų lanke esančiuose krūminiuose dantyse nei arčiau esančiuose [3]. Kliniškai fluorozė dantyse pasireiškia kaip baltos, opakiškos dėmės emalyje. Jei fluorozė didelio laipsnio, emalis dažnai aprupa, jame atsiranda rudų dėmių [11]. Tokį fluorozės paveikto emalio vaizdą kuria popaviršinis emalio išporėjimas ir įvairaus laipsnio (hiper- ir hipo-) mineralizuotos juostos besiformuojančiame emalyje [12]. Toks poveikis susietas su ląstelių, matricos, mineralų sąveika emalio formavimosi metu. Simon su bendraautoriais nustatė, kad fluoridų, gerokai viršijančių rekomenduojamą koncentraciją, vartojimas kartu su maža kalcio koncentracija lemia dantų pažeidimus, atsirandančius dėl dantų trynimosi, ir sumažėjusių apatinio žandikaulio kaulo kokybę [9].

Boras gerai žinomas kaip mikroelementas, naudingai veikiantis kaulų augimą, kaulų ir žaizdų

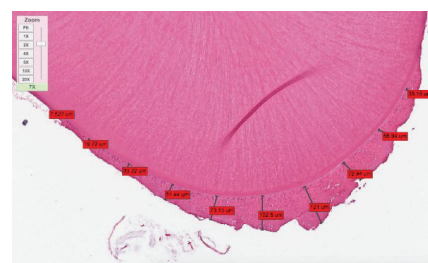
gijimą, centrinės nervų sistemos funkcionavimą, palengvinantis artrito simptomus, hormonų veiklą, turintis poveikį nuo uždegimų [4]. Gorustovich su bendraautoriais, stebėję žiurkių žandikaulio alveolės gijimą išrovus dantis, nustatė, kad, organizme trūkstant boro, labai suprastėja kaulų gijimas, nes sulėtėja osteogenezė [1]. Tačiau boro poveikis danties struktūroms ištyrinėtas kur kas mažiau. 1962 m. Kruger nustatė, kad boro vartojimas amelogenozės metu gali paveikti dantų morfologiją – krūminių dantų vagelės susidaro sklesnės ir platesnės. Taip sumažėja kariozinių pažeidimų tikimybė išdygus [7]. Shashikiran taip pat tyrimais patvirtino, kad boras pasižymi vidutinišku kariesostatiniu poveikiu [10]. Haro Durand su bendraautoriais histomorfometriniu būdu nustatė, kad, esant mažai boro koncentracijai, mityboje įvyksta emalio hipoplazija ir jis suplonėja [8]. Hakki su bendraautoriais išsiaiškino, kad įvairios boro koncentracijos vandenyje dantims įtakos neturi: danties mikrokietumas, mineralinis tankis ir atsparumas gniuždymo jėgoms nesikeičia, tačiau dantyse sumažėja fosforo [5].

Kad geriau suprastume, kokią įtaką dantų emalio kiekiui turi fluoras ir boras vandenyje, atlikome tyrimą su *Long-evans* kamieno žiurkėmis. Siekėme nustatyti, kaip pasikeičia emalio storis žiurkėms geriant vandenį su įvairiomis fluoro ir boro koncentracijomis.

Tyrimui naudojome 25 žiurkes. Jos buvo suskirstytos po penkias narvelyje, nakčiai suporuotos su patiniais. Nustačiusi nęstumą, vaikingos patelės buvo išskirstytos į 5 grupes, kurioms 3 mėnesius buvo girdomas skirtingas vanduo: I grupė gėrė kontrolinį, t. y. vandentiekio vandenį, kuriame boro ir fluoro yra norma, t.y. mažiau nei 1 mg/L; II grupė gėrė vandenį, kuris buvo prisotintas 3 mg/L fluoro; III grupė gėrė 12 mg/L fluoro prisotintą vandenį; IV grupė gėrė vandenį, kuris buvo prisotintas 3 mg/L boro; V grupė gėrė 12 mg/L boro prisotintą vandenį. Kiekvienos grupės puisei žiurkių buvo leista gimdyti ir auginti vaikus, o likusios žiurkės buvo užmigdytos, jų apatinio žandikaulio kandžiai buvo paimti tyrimui. Tokia pati procedūra buvo atlikta ir su antrosios kartos žiurkėmis ir jų dantimis. Tiriameji apatinio žandikaulio kandžiai buvo fiksuoti epoksidiniais klijais, perpjauti pusiau ir išsiųsti į Vilniaus patologijos centro histologijos laboratoriją histologiniams



2 pav. Histologinis danties pjūvio preparatas

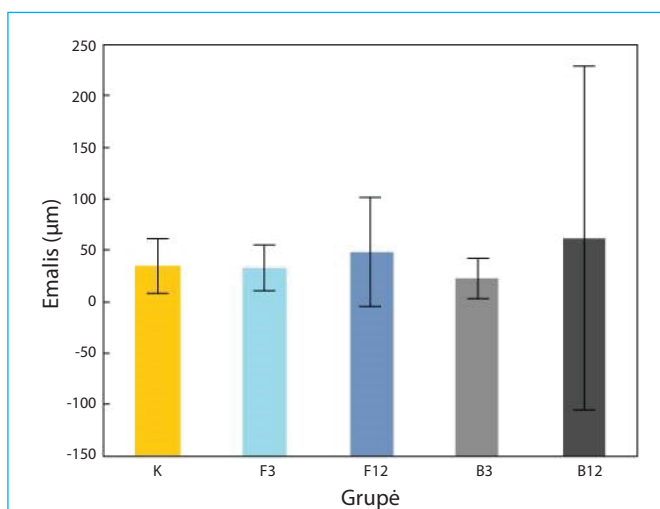


3 pav. Emalio storio matavimai

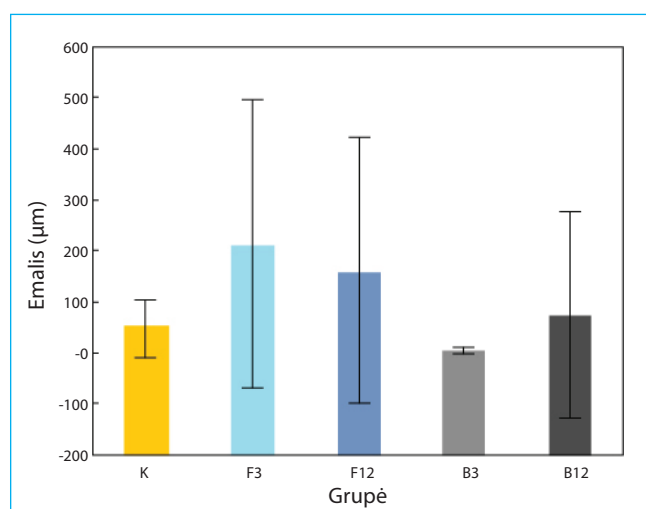
preparatams paruošti. Gauti preparatai buvo nukenuoti, o vaizdai įkelti į aperio.vpc.lt sistemą. Vaizduose išmatuotas emalio storis kas 120 μm. Iš viso buvo išmatuoti 135 mėginiai (2 ir 3 pav.).

### Rezultatai

Lyginant dantų emalio storį tarp fluoro grupių, pastebėta, kad antrosios kartos jis yra storesnis nei pirmosios. Tokie rezultatai paaiškintų sisteminį ir vietinį fluoro veikimą. Pirmosios kartos žiurkės vandenį su didesne fluoro doze pradėjo gerti jau susiformavus dantims, jos buvo girdytos 1 mėnesį ir visą nęstumo laikotarpį. Taigi fluoras vandenyje jų dantims turėjo tik vietinį poveikį. Vandenyje esant pakankamai fluoro, aktyviai vyksta dantų emalio remineralizacija, t. y. prie aptirpusių hidroksiapatitų jungiasi fluoro joniai, sudarydami fluorapatitus. Todėl F12 žiurkių



4 pav. Pirmosios kartos emalio storis: K – kontrolinė grupė; F3 – vanduo, kuriame fluoro koncentracija 3 mg/l; F12 – vanduo, kuriame fluoro koncentracija 12 mg/l; B3 – vanduo, kuriame boro koncentracija 3 mg/l; B12 – vanduo, kuriame boro koncentracija 12 mg/l



5 pav. Antrosios kartos emalio storis: K – kontrolinė grupė; F3 – vanduo, kuriame fluoro koncentracija 3 mg/l; F12 – vanduo, kuriame fluoro koncentracija 12 mg/l; B3 – vanduo, kuriame boro koncentracija 3 mg/l; B12 – vanduo, kuriame boro koncentracija 12 mg/l

grupės dantų emalis buvo kiek storesnis nei kontrolinių. Antrosios kartos žiurkės fluoro jau gavo iš mamų, gėrusių dideles fluoro dozes, vėliau dar buvo girdytos didesnes fluoro dozes turinčiu vandeniu. Tokiu būdu nuo pat gimimo jos fluoro gavo formuojantis visiems dantims. Todėl jų dantis fluoras veikia ir sistemškai, ir vietinai. Fluoro perteklius, vartojamas sistemškai formuojantis dantims, sukelia dantų fluorozę. Todėl antrosios kartos žiurkių dantų emalis buvo gerokai storesnis ir už pirmosios kartos, ir už kontrolinių. Nors fluorozės metu nukentė emalio kokybė, atsiranda hipomineralizuotų emalio sričių, tačiau kiekybiškai emalio storis padidėja. Tai galėtų būti dėl išporėjusio hipomineralizuoto emalio, kuriame dideli kristalai išsidėsto ne taip tankiai kaip sveikame emalyje. Tačiau šie tyrimo duomenys nėra statistiškai patikimi, bet duomenų tendencija ryškėja.

Analizuodami boru paveiktus dantis, nustatėme, kad tiek pirmosios, tiek antrosios kartos žiurkių dantų emalis pakito: B3 grupėje jis buvo patikimai plonesnis ( $p < 0,05$ ), o B12 grupėje – patikimai storesnis ( $p < 0,05$ ) už kontrolinių grupių. Mažos boro dozės geriamajame vandenyje sukelia emalio hipoplaziją – boras kaip ir fluoras, vartojamas formuojantis emaliui, veikia danties mineralizacijos procesą ir sumažina danties jautrumą karioziniais pažeidimams, tad dėl nepakankamo boro kiekio organizme emalis plonėja. Vanduo, kuriame gerokai viršijamos boro normos, skatina mineralizacijos procesus dantyse ir emalio sluoksnis susiformuoja storesnis. Nors emalio storiui didelės boro koncentracijos turi teigiamą įtaką, tačiau kitas organizmo sistemos boro perteklius veikia toksiškai – neigiamai veikia vyriškos lyties reprodukcinę sistemą, yra pavojingas nėščiosioms ir kūdikiams [2].

**Išvada**

Žiurkių patelių dantų emalio storiui reikšmingą įtaką turėjo tik boras. Dėl vandenyje kelis kartus normą viršijančio boro (3 mg/L) žiurkių dantų emalis suplonėjo, o dėl keliolika kartų normą viršijančio boro (12 mg/L) dantų emalis buvo patikimai storesnis už kontrolinių. Fluoras dantų emalio storiui didelės įtakos neturėjo, tačiau matomos tendencijos, kad kai fluoras veikia besiformuojančius dantis, emalis yra storesnis, nei kai fluoras veikia jau susiformavusius dantis.

Emilija Šermukšnytė,  
Edita Paulikaitė,  
prof. dr. Violeta Žalgevičienė,  
doc. dr. Grita Skujienė,  
dr. Virginija Bukelskienė,  
Valdas Šimčikas

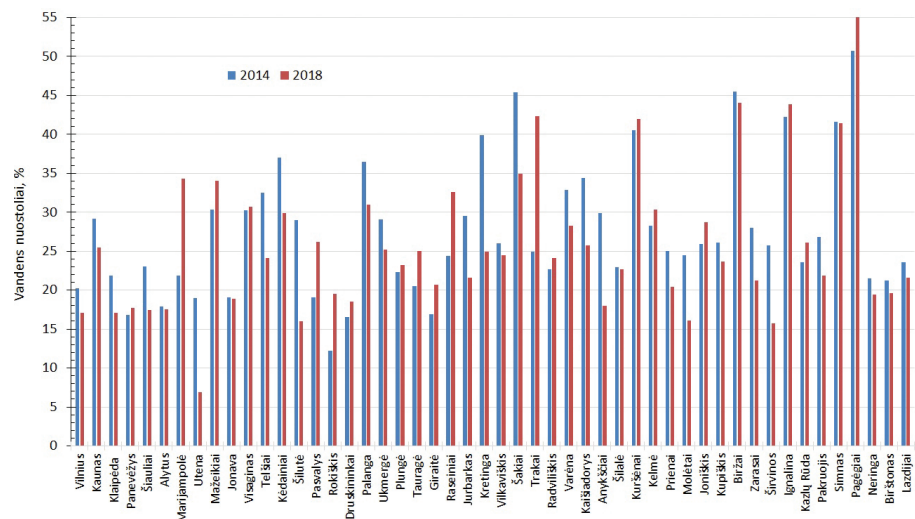
**Literatūra:**

- Gorustovich, A. A.; Steimetz, T.; Nielsen, H. F.; Guglielmotti, M. B. 2008. Histomorphometric Study of Alveolar Bone Healing in Rats Fed a Boron-Deficient Diet, *The Anatomical Record*, 291(4): 441–447.
- Scialli, A. R.; Bonde, J. P.; Brüske-Hohlfeld, I.; Culver, B. D; Li, Y.; Sullivan, F. M. 2010. An overview of male reproductive studies of boron with an emphasis on studies of highly exposed Chinese workers, *Reproductive Toxicology*, 29(1): 10–24.
- Death, C.; Coulson, G.; Kierdorf, U.; Kierdorf, H.; Morris, E. K.; Hufschmid, J. 2015. Dental fluorosis and skeletal fluoride content as biomarkers of excess fluoride exposure in marsupials, *Science of The Total Environment*, 533(15): 528–541.
- Nielsen, F. H. 2014. Update on human health effects of boron, *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 28(4): 383–387.
- Hakki, S. S.; SiddikMalkoc, S.; Dunder, N.; Kayis, S. A.; Hakki, E. E.; Hamurcu, M.; Baspinar, N.; Basoglu, A.; Nielsen, F. H.; Götz, W. 2015. Dietary boron does not affect tooth strength, micro-hardness, and density, but affects tooth mineral composition and alveolar bone mineral density in rabbits fed a high-energy diet, *J Trace Elem Med Biol.*, 29: 208–215.
- Klimas, A.; Mališauskas, A. 2007. *Retieji mikroelementai požeminiame geriamajame vandenyje*. UAB „Vilniaus hidrogeologija“.
- König, K. G. 1965. Caries resistance in experimental animals. In *Ciba Foundation Symposium. Caries resistant teeth*, p. 106–114.
- Haro Durand, L. A.; Mesones, R. V.; Nielsen, F. H.; Gorustovich, A. A. 2010. Histomorphometric and Microchemical Characterization of Maturing Dental Enamel in Rats Fed a Boron-Deficient Diet, *Biological Trace Element Research*, 135(1–3): 242–252.
- Simon, M. J. K.; Beil, F. T.; Riedel, C.; Lau, G.; Tomsia, A.; Zimmermann, E. A.; Koehne, T.; Ueblacker, P.; Rüter, W.; Pogoda, P.; Ignatius, A.; Amling, M.; Oheim, R. 2016. Deterioration of teeth and alveolar bone loss due to chronic environmental high-level fluoride and low calcium exposure, *Clinical Oral Investigations*, 20(9): 2361–2370.
- Shashikiran, N. D.; Subba Reddy, V. V.; Hiremath, M. C. 2007. Estimation of trace elements in sound and carious enamel of primary and permanent teeth by atomic absorption spectrophotometry: *An in Vitro Study*, 18(4): 157–162.
- Den Besten P.; Li, W. 2011. Chronic Fluoride Toxicity: Dental Fluorosis, *Monogr Oral Sci*. 22: 81–96.
- DenBesten, P. K. 2007. *Biological mechanisms of dental fluorosis relevant to the use of fluoride supplements*. Community Dentistry and Oral Epidemiology.

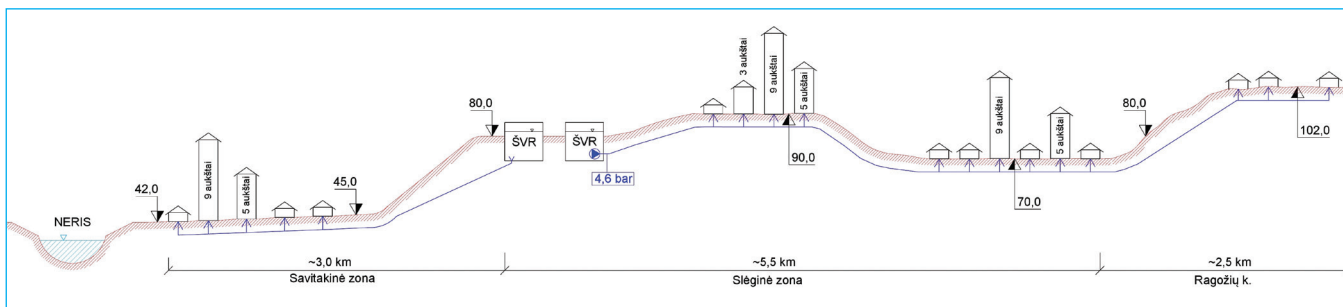
# VANDENS NETEKTIES JONAVOS MIESTO VANDENTIEKYJE MAŽINIMAS

Vandens nuostoliai – svarbus vandens tiekimo sistemos rodiklis, rodantis ne tik prarandamo vandens kiekį, bet ir požiūrį į vandens išteklių taupymą bei įmonės valdymą. Per penkerius metus nuo 2014 iki 2018 m. vandens nuostoliai šalies vandentiekio įmonėse sumažėjo 2,2 % – nuo 24,9 % iki 22,7 % (1 pav.). Absoliučiais skaičiais nuostoliai sudaro apie 28,9 mln. m<sup>3</sup> vandens per metus, o tai atitinka per metus parduodamo vandens kiekį Kaune ir Klaipėdoje kartu sudėjus. Galima pasidžiaugti, kad nuostoliai šalies ūkyje nuosekliai mažėja nuo 2009 m., nors mažėjimas labai lėtas, bet stabilus. Didesnė dalis įmonių sumažino vandens nuostolius, tačiau apie 40 % įmonių vandens nuostoliai per šį laikotarpį padidėjo. Tai parodo, kad dalyje įmonių nėra motyvacijos skirti daugiau išteklių ir pastangų šiai problemai spręsti bei išlietka išankstinė nuostata, kad vandens nuostolių mažinimas yra nuostoliniga veikla.

Jonavos mieste 2018 metų viduryje labai išaugo netektys tinkle. Įvertinusi susidariusią situaciją UAB „Jonavos vandenys“ nusprendė pradėti ak-



1 pav. Vandens nuostoliai Lietuvos vandens tiekimo įmonėse 2014 ir 2018 m. (LVTA duomenys)



2 pav. Slėginė ir savitakė vandens tiekimo zonos Jonavoje

tyvių vandens nuostolių paiešką, nes senais metodais nepavyko surasti skylių miesto vandentiekio tinkle.

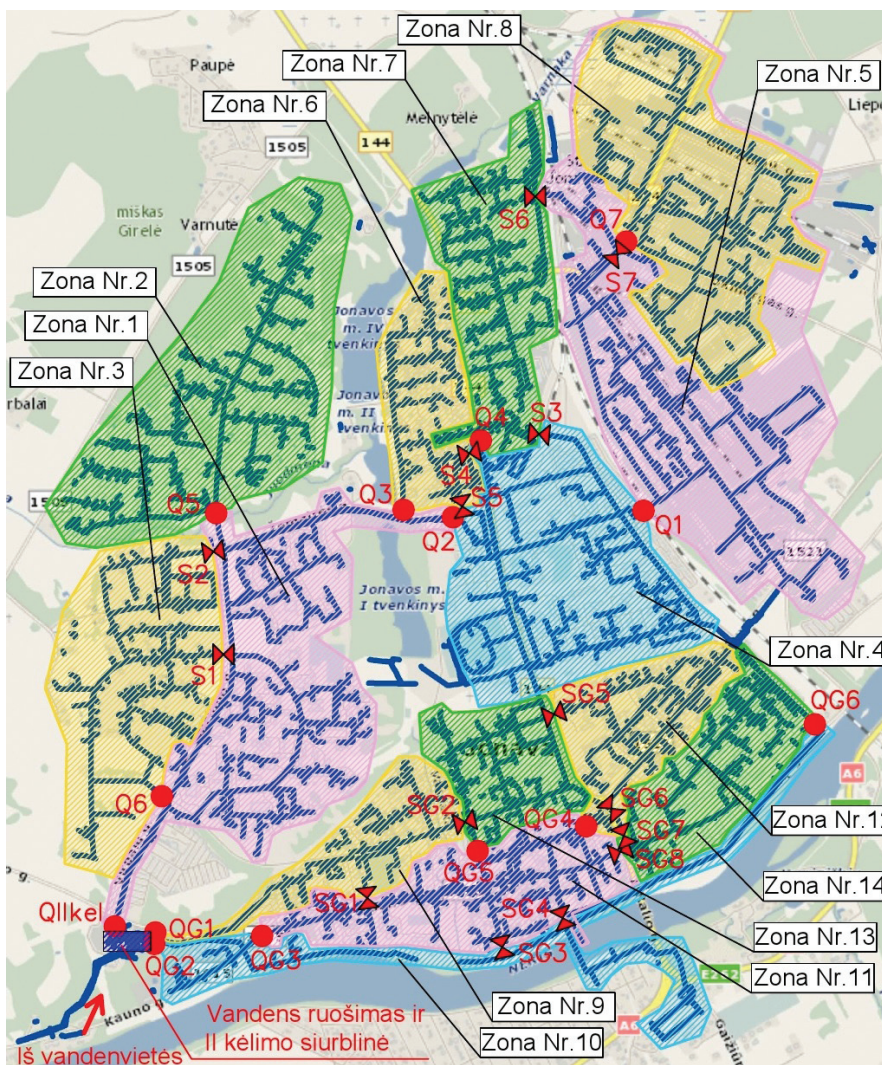
Lietuva yra lygumų šalis, tačiau yra vietų, kur vartotojai vandenį gali gauti savitaka, nenaudojant siurblių. Vandens tiekimas iš bokšto yra įprastas ir dažnas sprendimas, nors naujų bokštų šalyje nėra statoma. Jonavoje yra vienas vandens bokštas, tačiau jau seniai nenaudojamas pagal paskirtį. Jis dabar tinkamas alpinizmo treniruotėms, ant jo įrengtos laipiojimo trasos. 2 pav. pateikta Jonavos miesto vandens tiekimo principinė schema. Vanduo miestui tiekiamas iš vienos vandenvietės, kuri įrengta prie Nėries upės apie 5 km už miesto. Vanduo tiekiamas į vandens ruošimo įrenginius, iš jų teka į du švaraus vandens rezervuarus. Iš rezervuarų dalis miesto gauna vandenį savitaka (apie 30 % vartotojų), vanduo iš požeminio rezervuaro išteka ir nuteka vartotojams. Ši miesto dalis yra Nėries upės slėnyje, o vandens ruošimo įrenginiai ir rezervuarai įrengti viršutinėje slėnio terasoje. Ledynmečio suformuotas reljefas leidžia dalį miesto aprūpinti vandeniu savitaka. Kita miesto dalis vandenį gauna iš II kėlimo siurblinės (įprastu būdu), siurbliais palaikomas slėgis apie 4,6 bar, slėgio daviklis įrengtas siurblinėje. Didžiausias miesto poreikis siekia 300 m<sup>3</sup>/h, per parą vidutiniškai į miestą patiekiami apie 3630 m<sup>3</sup> geriamojo vandens. Mieste nėra papildomų slėgio kėlimo stotelių.

**Vandentiekio tinklo zonavimas**

Pirmas projekto etapas – Jonavos miesto vandentiekio tinklo zonavimas. Tinklas suzonuotas įvertinus esamo tinklo išdėstymą, magistralinius vamzdžius, sklendes, pagrindinius vartotojus, darbo patikimumą, vietovės reljefą, pastatų aukštingumą ir debito matavimo įrengimo galimybes. Zonų sukūrimas esamame vandentiekio tinkle reikalauja materialinių išteklių, nes reikia pakeisti senas sklendes ir „politinės valios“ užsukti veikiančią žiedinį tinklą. Vandentiekio tinklo zonavimas – geriausias būdas vandens nuostolių lygiui zonoje įvertinti ir nuolatos jį stebėti.

Jonavoje vandentiekio tinklas padalintas į dvi nesusijungtas dalis: savitakė ir slėginės miesto dalys. Į kiekvieną dalį paklota po dvi vandentiekio linijas, kuriose įrengtos apskaitos sistemos.

Mieste suformuota keturiolika zonų, iš jų aštuonios zonos – slėginėje vandentiekio tinklo dalyje ir šešios zonos – savitakėje dalyje (3 pav.). Zonomis suformuoti reikėjo uždaryti keturiolika sklendžių, vienai zonai įrengti buvo uždaryta nuo vienos iki keturių sklendžių. Suformavus zonas, buvo praktiškai išbandyta naujos konfigūracijos vandentiekio sistema, zonos buvo įrengtos projekto metu ir pabaigus projektą tinklo zonavimas išliko. Pagrindinis rodiklis – negauta gyventojų nusiskundimų vandens slėgiu ir kokybe. Į devynias zonas vanduo tiekiamas vienu vamzdžiu, t. y.



3 pav. Jonavos miesto vandentiekio tinklo zonavimo schema

šios zonos yra uždaros. Į penkias zonas vanduo tiekiamas keliais vamzdžiais arba šios zonos yra pratekančios, t. y. vanduo į zoną atiteka vienu vamzdžiu, bet toliau tiekiamas į kitą zoną. Sudėtingiausia zona yra Nr. 1, į kurią vanduo tiekiamas dviem vamzdžiais ir išteka keturiais vamzdžiais, todėl, norint apskaičiuoti zonos vandens balansą, reikia turėti šešių debito matavimo prietaisų duomenis. Iš viso mieste įrengta vienuolika debito ir slėgio matavimo taškų bei papildomai keturi stacionarus debito matavimo prietaisai vandentiekio stotyje.

**Debito ir slėgio matavimas**

Debitui matuoti buvo naudojami invaziniai mobilieji indukciniai debitmatčiai. Slėgiui matuoti

panaudoti slėgio davikliai, prijungti prie debitmatčių. Matavimo rezultatai kaupiami duomenų kaupikliuose (4 pav.). Naudoti duomenų kaupikliai, mobiliuoju ryšiu perduodantys duomenis į viešai prieinamą serverį. Šis sprendimas pasiteisino, nes visi projekto dalyviai galėjo nepriklausomai stebėti ir analizuoti duomenis savo telefonuose ar kompiuteriuose. Tai skatino darbuotojus aktyviau domėtis ir įsitraukti į projektą. Ryte susirinkus į darbą buvo džiugu matyti, kaip darbuotojai dalijasi savo įžvalgomis, kiek vandens naktį bėga į vieną ar kitą zoną. Naudoti debito matavimo prietaisai skirti vandens greičiui matuoti nuo 0,02 m/s iki 5 m/s, matavimo paklaida yra ±2 %. Debitas apskaičiuojamas greitį padauginus iš skerspjūvio. Matuota vamzdžių





4 pav. Sumontuoti indukciniai invaziniai debitmačiai

se nuo DN110 iki DN400. Debitmačiai montuojami įrengiant balnus su DN32 atšaka ir ritulinį ventiliu. Projekte taip pat naudotas ultragarsinis mobilusis debitmatas skylių paieškoms šakotiniame tinkle, kai vanduo teka tik viena kryptimi. Kiekvienai atšakai montuoti po balną nebuvo prasminga, o ultragarsinis debitmatas puikiai tiko laikinam vandens srauto įvertinimui.

Jonavos ir kitų šalies miestų vandentiekio vamzdžiai yra santykiškai didelių skersmenų. Iš dalies tai gerai, nes susidaro labai maži hidrauliniai nuostoliai, tačiau dėl to kyla ir problemų, nes vandens tekėjimas yra labai lėtas, ypač naktį. Suradus skylę, net penkiose zonose naktinis debitas yra ties prietaisų matavimo riba arba net žemiau, t. y. vanduo teka lėčiau kaip 0,02 m/s. Šiose vietose reikės rekonstruoti inžinerinę įrangą šuliniuose, įmontuojant mažesnio skersmens vamzdžių intarpus.

Invaziniai indukciniai debitmačiai visiškai pateisino lūkesčius: lengvai sumontuojami ir perkeliami

į kitą vietą, geras prietaisų matavimo tikslumas, ilgaamžės baterijos ir integruotas slėgio matavimas. Projektui pasibaigus, UAB „Jonavos vandenvy“ įsigijo ir sumontavo vienuolika mobiliųjų debito matavimo prietaisų vandentiekio tinkle. Duomenys iš šulinių mobiliuoju internetu ryšiu perduodami į serverį. Prie jo prisijungę įmonės darbuotojai kiekvieną rytą analizuoja vandens debitus zonose ir operatyviai reaguoja į pokyčius tinkle.

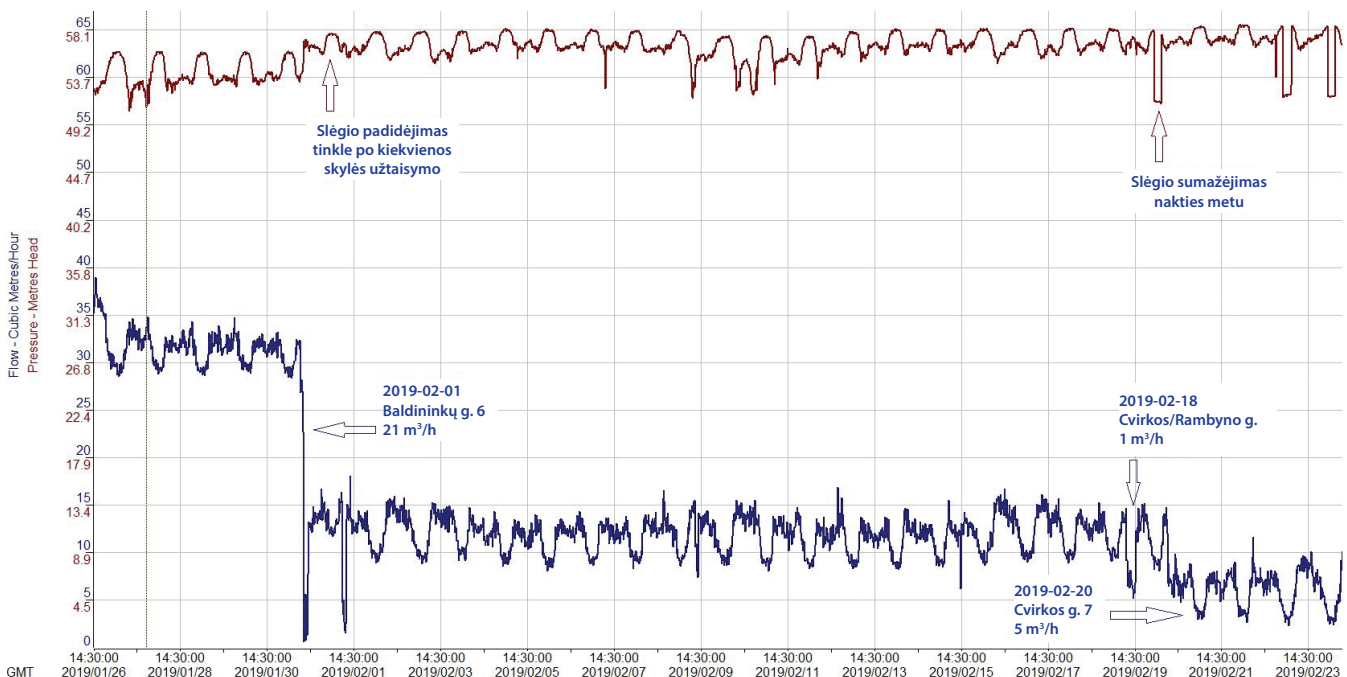
#### Skylių paieška

Surinkta informacija apie kiekvieną zoną: matuotas vandens debitas ir slėgis, suskaičiuotas tinklų ilgis, įvada, privatus ir daugiabučiai namai. Turint šiuos duomenis galima įvertinti, ar tiekiamas į zoną vandens debitas yra normalus, ar zonoje yra skylių. Kiekvienoje zonoje buvo matuojama ne trumpiau kaip dvi savaites, o tai leidžia įvertinti pokyčius zonoje: avarijos, netipinis vandens vartojimas, pramonės įmonių veikla, vandens te-

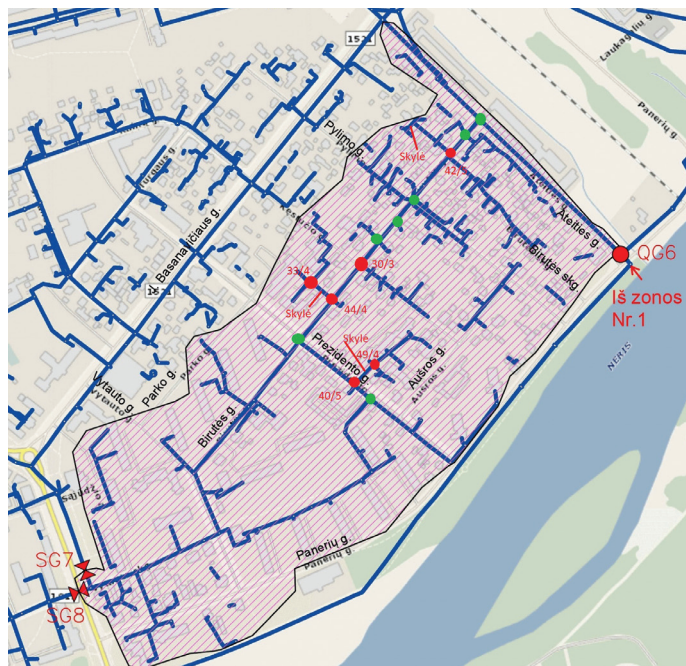


kėjimo krypčių pasikeitimas ir panašiai.

Kitas žingsnis – naktinis laikinas sklendžių uždarymas. Sklendėmis tinklo atkarpos uždaromos viena po kitos, uždarant sklendes debitas sumažėja. Bandymas pradodamas toliausiai nuo debitmačio nutolusios tinklo dalies ir kas žingsnį artėjama link debitmačio. Galima užsukinėti sklendes ir nesuzonavus vandentiekio tinklo. Jeigu ieškoma skylė yra didelė, debitas sumažės vandenvietėje arba II kėlimo siurblinėje. Bet jeigu skylė bus 2–4 m<sup>3</sup>/h dydžio, tokius debito svyravimus sunku pastebėti miesto vandentiekio stotyje. Matuojant debitą kiekvienoje zonoje, galima aiškiai matyti, kiek debitas sumažėja uždarius atšaką su skylė, bei registruojamas debito mažėjimas užtaisius skylę. 5 pav. pateiktas grafikas vandens debito matavimo zonoje Nr. 7, kurioje buvo surastos trys skylės. Skyklės vandentiekio tinkle veikia slėgį, nes kuo daugiau skylių, tuo didesnį slėgį turi pasiekti siurbliai. Užtaisius skylę taupoma elektros energija ir mažinant slėgį tinkle.



5 pav. Debito ir slėgio matavimai zonoje Nr. 7



6 pav. Sklendžių uždarymo schema ir triukšmo matavimo rezultatai zonoje Nr. 14

Nustačius, kurioje tinklo dalyje labiausiai sumažėja debitas, toliau analizuojama tik konkreti tinklo atkarpa, tokiu būdu mažinamos darbo apimtys ir taupomas laikas. Projekte buvo naudojami ir puikiai pasiteisino triukšmamačiai. Prietaisai sustatomi tinkle iš vakaro ir ryte jau gaunami triukšmo matavimo rezultatai: žalia spalva – tinklas sandarus, raudona spalva – didelis pastovus triukšmas tinkle (6 pav.). Tai dar nėra garantuota skylės vieta, nes triukšmas tinkle gali būti dėl hidraulinių kliūčių, vamzdžių skersmens pasikeitimų, cirkuliacinių siurblių ir kitų triukšmo skleidėjų. Triukšmamačiais nenumatoma skylės vieta, o tik tinklo dalis, kurioje yra triukšmas. Skylės vietai nustatyti buvo naudojamas koreliatorius. Žemės mikrofonas buvo naudojamas retai, tik kai kuriais atvejais pavykdavo patvirtinti skylės vietą matuojant triukšmą nuo žemės paviršiaus. Koreliatoriumi nustatomos skylės vieta yra gerokai tikslesnė ir patikimesnė.

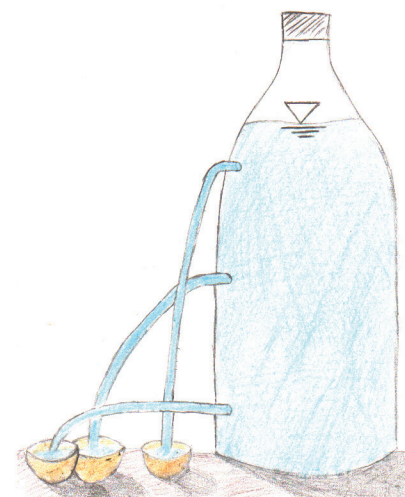
**Slėgio mažinimas**

Slėgis Jonavos II kėlimo siurblynėje buvo palaikomas pastovus visos paros metu. Atliekant slėgio analizę nustatyta, kad naktį slėgis gali būti mažina-

mas, nes nakties metu vandens suvartojama mažiau, o slėgis, priešingai, tinkle padidėja. Akivaizdu, kad kuo didesnis slėgis tinkle, tuo daugiau vandens išteka per skylės. 2019 m. pavasarį buvo eksperimentuojama, kiek galima sumažinti slėgį. Naktį metu nuo 0:00 iki 5:00 val. slėgis sumažintas nuo 4,6 bar iki 4,0 bar. Toliau slėgio nebuvo galima mažinti dėl Ragožių kaimo, kuris yra apie 2,5 km už miesto ir žemės reljefas apie 23 m aukščiau negu II kėlimo siurblynė. Slėgis į miestą sumažintas apie 13 %, į miestą tiekiamo vandens debitas sumažėjo 8 %, arba 3 m<sup>3</sup>/h. Akivaizdu, kad slėgio sumažinimas veikia ištekantį vandens kiekį per skylės. Slėgio mažinimas turi dvigubą naudą: mažėja elektros sąnaudos ir prarandamo vandens kiekis.

**Darbo rezultatai**

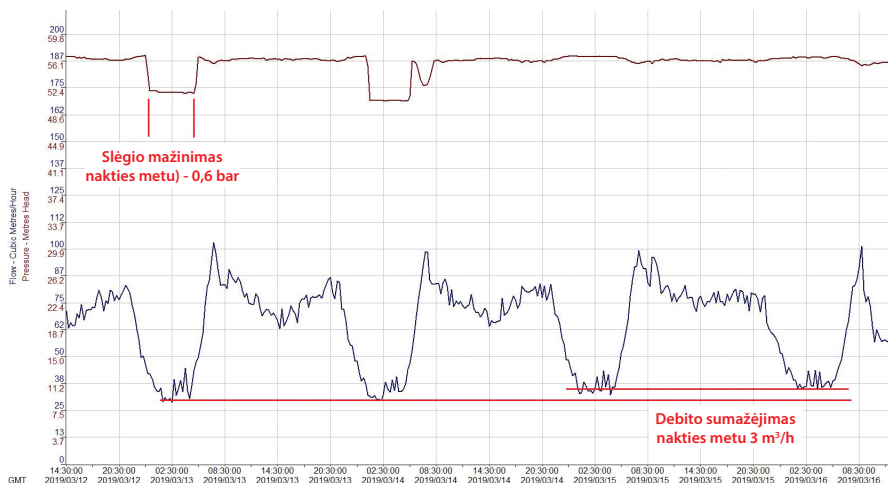
Tinklo zonavimo darbai Jonavos miesto vandentiekio tinkle užtruko apie keturis mėnesius: šulinių apžiūra, sklendžių keitimas, kelių šulinių rekonstrukcija, balnų debitmačiams įrengimas. Aktyvi skylių paieška truko penkis mėnesius. Projekto metu buvo surasta keturiolika skylių vandentiekio tinkle, pro kurias ištekėjo apie 93 m<sup>3</sup>/h



vandens. Vanduo iš surastų skylių neišsiveržė į žemės paviršius, tad nežinia kiek laiko vandentiekio vanduo pildė gruntinius vandenius. Skylių debitai – nuo 21 m<sup>3</sup>/h iki 1,0 m<sup>3</sup>/h, daugiausia – 2–5 m<sup>3</sup>/h. Pusė skylių rasta įvaduose, kita dalis skirstomuosiuose ir magistraliniuose vamzdynuose. Pradėjus aktyvias skylių paieškas, naktinis debitas Jonavos mieste buvo apie 110 m<sup>3</sup>/h (2019 m. sausio mėn.), pabaigus projektą sumažėjo iki 46 m<sup>3</sup>/h (2019 m. birželio mėn.). Aktyvios vandens nuostolių mažinimo priemonės davė akivaizdžių rezultatų. UAB „Jonavos vandenys“ įsigijo visą reikiamą įrangą savarankiškai darbu: debitmačius, triukšmamačius ir koreliatorius. Darbuotojai apmokyti dirbti su naujausia įranga, todėl pradėti aktyvūs vandens nuostolių mažinimo darbai bus sėkmingai tęsiami ateityje.

Vilniaus Gedimino technikos universitetas  
Aplinkos apsaugos ir vandens inžinerijos katedra  
dr. Mindaugas Rimeika

UAB „Jonavos vandenys“  
direktorius pavaduotojas  
Romas Keliauskas



7 pav. Debito ir slėgio matavimai zonoje Nr. 4

# POŽEMINIO VANDENS MONITORINGAS LIETUVOJE

Požeminio vandens režimo ir balanso tyrimų, šiandien tai vadinama monitoringu (stebėseną, priežiūra), pradžia Lietuvoje laikoma 1946 metais. Taigi požeminio vandens monitoringui Lietuvoje daugiau kaip 70 metų – ne kiekviena šalis turi tokias tradicijas. Visus dešimtmečius iki šalies nepriklausomybės atkūrimo požeminio vandens, kaip ir kitų aplinkos komponentų, stebėseną vykdė išimtinai valstybės lėšomis ir buvo vadinama valstybiniu požeminio vandens monitoringu. Pagal būdingas tyrimų kryptis ir sprendžiamus uždavinius požeminio vandens monitoringo raišda Lietuvoje gali būti suskirstyta į keletą periodų. *Pirmasis periodas* apima laikotarpį iki 1952 metų. Tada visi požeminio vandens režimo tyrimai buvo sutelkti vien Vilniaus mieste. Iš pradžių gruntinio vandens lygis matuotas geriamojo vandens šulinuose. Tik 1948–1949 metais prie daugelio šulinių išgręžti stebimieji gręžiniai. Pirmieji trys stebimieji gręžiniai į tarpmoderninį vandeningąjį sluoksnį buvo išgręžti 1947 metais – vienas iš jų, Bernardinų parke, buvo stebimas net iki XXI amžiaus pirmojo dešimtmečio pabaigos.

*Antrajame periode*, kuris truko maždaug iki 1961–1962 metų, požeminio vandens režimo tyrimai išplėsti visoje Lietuvoje. Jau 1953 metais stebėjimo postai buvo įrengti Kaune ir Panevėžyje, šiek tiek vėliau – Nemuno žemupio rajone. Šio periodo pabaigoje šalyje jau įrengta daugiau kaip 20 požeminio vandens režimo stebėjimo postų, kuriuose buvo apie 190 stebėjimo punktų<sup>1</sup>.

Pirmieji du periodai laikytini požeminio vandens tyrimų įtvirtinimo laikotarpiais, o trečiasis periodas – šių tyrimų sėkmingėjimo metais. *Trečiajam periodui* visų pirma būdinga požeminio vandens režimo tyrimo kryptių diferencijavimas. Sparčiai plėtojamos kryptys, kurių užuomazgų jau buvo pirmais dviem periodais, atsiranda ir naujų. Svarbiausios kryptys – regioniniai požeminio vandens režimo tyrimai, vandenviečių hidrodinaminio režimo tyrimai bei antroje praėjusio amžiaus septintojo dešimtmečio pusėje susiformavusi tyrimų kryptis, pavadinta „Regioninio melioracijos darbų poveikio požeminio vandens režimui ir balansui tyrimu“. Visi tyrimai buvo orientuoti į požeminio vandens išteklių formavimosi ypatumus, tačiau požeminio vandens kokybės tyrimai liko antrame plane.

Situacija pradėjo keistis maždaug praėjusio amžiaus aštuntojo dešimtmečio viduryje. Pirmosios kregždėmis tapo žemės ūkio bandymo sklypai Dotnuvoje, Trakų vokėje ir Perlojoje, kuriuose dar 1974 metais buvo įrengti monitoringo postai ir pradėti ilgalaikiai gruntinio vandens cheminės sudėties kaitos stebėjimai. Aštuntojo dešimtmečio pabaigoje – devintojo pradžioje monitoringo postai įrengti stambių gyvulininkystės kompleksų srutomis laistomuose laukuose, kur buvo tipinės hidrogeologinės sąlygos: Širvintų (1977 m.), Valkininkų (1979 m.), Krekenavos (1981 m.), Rokų (1982 m.). Beveik tuo pačiu metu monitoringo tinklas įrengiamas ir pramonės objektų apylinkėse (Vilniaus naftos bazė, Jonavos „Achemos“, Kėdainių chemijos kombinato (dabar „Lifosa“), didžiųjų šalies miestų (Vilniaus, Kauno, Šiaulių)

teritorijose pradėdami reguliarius vandens kokybės tyrimai karstiniame šalies regione.

*Ketvirtasis požeminio vandens monitoringo raidos periodas* susijęs su ekonominių visuomenės santykių pertvarka, ypač po Lietuvos nepriklausomybės atkūrimo.

Atkūrus Lietuvoje nepriklausomybę, pasikeitė monitoringo darbų finansavimo tvarka ir organizacinė jo vykdymo struktūra. Šiandien Lietuvoje yra įteisinta ir veikia trijų lygių požeminio vandens monitoringo sistema – valstybinis, savivaldybių ir ūkio subjektų monitoringas. Lietuvos geologijos tarnyba vykdo valstybinį požeminio vandens monitoringą bei tvirtina ūkio subjektų monitoringo programas, vertina gautus rezultatus, teikia aplinkosaugos priemonių taikymo pasiūlymus. Valstybinis požeminio vandens monitoringas skirtas nuolatiniams požeminio vandens būklės stebėjimams visoje Lietuvos teritorijoje. Valstybinio požeminio vandens monitoringo tinklas yra sudarytas iš skirtingo tipo monitoringo postų, išdėstytų visoje Lietuvos teritorijoje, siekiant kuo visapusiškiau apibūdinti skirtingas Lietuvos požeminio vandens formavimosi sąlygas.

Dauguma postų turi vieną gręžinį. Gruntiniam vandeniui stebėti gręžiniai yra įrengti specialiai, o spūdinųjų vandeningųjų sluoksnių stebėjimams daugiausia naudojami nedidelių vandenviečių eksploataciniai gręžiniai. Žemėnaudos įtakai gruntinio vandens kokybei įvertinti naudojamos gręžinių grupės – nedideliame plote, vienodomis hidrogeologinėmis sąlygomis, tačiau skirtingose naudmenose įrengti gręžiniai. Grupę įprastai sudaro 2–4 gręžiniai. Visų pagrindinių vandeningųjų sluoksnių, sudarančių gėlo vandens storumę, ir jų sąveikos stebėjimams yra skirti gręžinių krūmai – į skirtingame gylyje slūgsančius vandeninguosius sluoksnius specialiai įrengti gręžiniai. Krūmų įprastai sudaro 2–4 gręžiniai. Monitoringo tinklas yra „sutankintas“ Lietuvos–Lenkijos pasienyje, kur vykdomas tarpvalstybinis požeminio vandens monitoringas. Valstybinis monitoringas yra vykdomas pagal kasmet tvirtinamą darbų planą. Valstybinio monitoringo darbų kompleksą sudaro požeminio vandens lygio ir kokybės stebėjimai. Požeminio vandens lygis nuo 2005 metų yra matuojamas 74 gręžiniuose elektroniniais davikliais kartą per dieną. Dar 20 gręžinių įrengtos



1 pav. Prie monitoringo gręžinio

<sup>1</sup> Domaševičius, A. 1996. Pagrindiniai Lietuvos požeminio vandens monitoringo raidos bruožai [The main features of groundwater monitoring development in Lithuania]. // *Požeminio vandens monitoringas Lietuvoje (1946–1996) = Groundwater Monitoring in Lithuania (1946–1996)* / Lietuvos geologijos tarnyba. Vilnius, p. 7–14.

Lentelė. Valstybinio požeminio vandens kokybės ir lygio kaitos monitoringo sistema

Stebimi parametrai	Vieta	Vandeningojo sluoksnio tipas	Skaičius
Cheminė sudėtis	Gręžinys	Gruntinis	82
	Šaltinis	Gruntinis	35
	Gręžinys	Kvartero spūdinis	35
	Gręžinys	Prekvartero spūdinis	28
	<b>Iš viso:</b>		
Požeminio vandens lygis	Gręžinys	Gruntinis	39
	Telemetrinė stotis	Gruntinis	20
	Gręžinys	Kvartero spūdinis	35
	Gręžinys	Prekvartero spūdinis	28
	<b>Iš viso:</b>		

telemetrinės lygio stebėjimo sistemos, iš kurių duomenys perduodami tiesiai į duomenų kaupimo sistemą. Dauguma gręžinių skirta gruntinio vandens, 35 gręžiniai – kvartero tarpmoreninių ir 28 – prekvartero spūdinių vandeningųjų sluoksnių lygio stebėjimams. Iš viso per metus atliekama apie 30 000 vandens lygio matavimų. Požeminio vandens kokybės ir tam tikrų jos rodiklių grupių stebėjimai vykdomi rotacijos principu – dažniau požeminio vandens mėginiai imami iš gruntinio vandeningojo sluoksnio, kurio sudėtis yra kaitesnė, ir rečiau iš spūdinių vandeningųjų sluoksnių. Nuo 2016 metų, atlikus vandens šaltinių ir versmių inventorizaciją, monitoringo tinklas išplėstas ir 35 šaltiniais. Tokie specifiniai cheminiai komponentai, kaip antai

organiniai junginiai, pesticidai, metalai, kurių koncentracija požeminiame vandenyje yra labai maža, tiriami kartą per penkerių metų ciklą pasirinktinai tuose gręžiniuose, kuriuose tikimybė juos rasti yra didesnė. Požeminio vandens mėginiai paprastai imami tik vieną kartą, balandžio–gegužės mėn. Atliekami vandens mėginių chloridų, sulfatų, nitritų, nitratų, fosfatų, natrio, kalio, kalcio, magnio, amonio, bendrojo azoto ir sausosios liekanos tyrimai. Šalyje savivaldybių monitoringas yra vykdomas, kaip nurodyta ir Aplinkos monitoringo įstatyme, vadovaujantis bendraisiais savivaldybių monitoringo nuostatais. Tačiau savivaldybių, vystančių savivaldybės lygmens požeminio vandens monitoringo sistemas, nėra daug. 2015 metais iš 60

šalies savivaldybių tik 5 vykdė monitoringo programas, kuriose numatytas ir požeminio vandens būklės vertinimas.

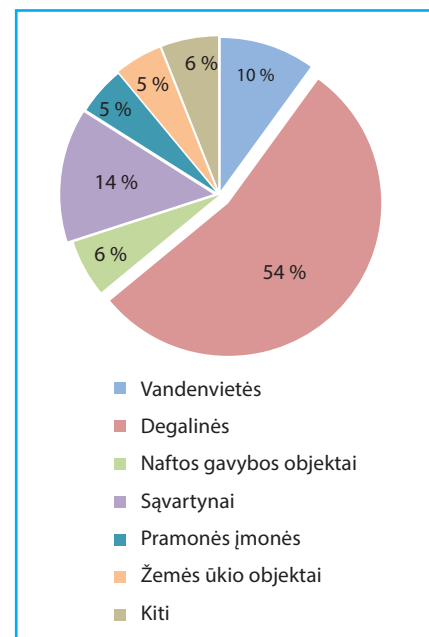
Daug geresnė ūkio subjektų monitoringo padėtis. Per 1000 ūkio subjektų turi įrengtą stebėjimo gręžinių tinklą, kuriame vykdomi požeminio vandens cheminės būklės kaitos stebėjimai, taip pat vykdo paimamo vandens apskaitą.

Ūkio subjektų monitoringas vykdomas, siekiant nustatyti ūkio subjektų taršos šaltinių išmetamų teršalų kiekį ir ūkinės veiklos poveikį gamtinei aplinkai bei užtikrinti jų sukeltos taršos ar kito neigiamo poveikio mažinimą. Požeminio vandens monitoringas yra privalomas požeminio vandens vartotojams (vandenvietėms) ir ūkinės veiklos vykdytojams, kurie patenka į potencialių teršėjų sąrašą. Požeminio vandens monitoringas vykdomas pagal kiekvienam ūkio subjektui 3–5 metams parengtą individualią monitoringo programą. Stebėjimų rezultatai kaupiami Lietuvos geologijos tarnybos duomenų bazėje.

Geriausiai išvystytas potencialių žemės gelmių taršos objektų monitoringo tinklas. Net 54 proc. vykdomo ūkio subjektų monitoringo sudaro požeminio vandens monitoringas degalinėse, 36 proc. vykdomo monitoringo programų tenka tokiems objektams, kaip antai veikiančios regioniniai ir uždaryti sąvartynai, pramonės įmonės, žemės ūkio objektai ir naftos gavybos aikštelės. Lietuvoje visos vandenvietės, išgaunančios daugiau kaip 10 m<sup>3</sup> /d., turi atlikti paimamo vandens kiekio apskaitą, o daugiau kaip 100 m<sup>3</sup> /d. – vykdyti požeminio vandens išteklių kiekio ir kokybės monitoringą.



2 pav. Telemetrinė stotis požeminio vandens lygiui stebėti



3 pav. Ūkio subjektų požeminio vandens monitoringo programos

Išgaunamo vandens apskaitą vykdo per 1000 vandenviečių, iš jų požeminio vandens monitoringą – daugiau kaip 40 ūkio subjektų 254 vandenvietėse.

Ši skirtingų lygių monitoringo sistema leidžia sukaupti išsamią informaciją apie vykstančius pokyčius svarbiausiame geriamojo vandens šaltinyje – požeminiame vandenyje.

Informacija paimta iš hidrogeologijos atlaso „Lietuvos požeminis vanduo“, 2018 m.

# DIRBTINIS INTELEKTAS VANDENTVARKOJE

**Didžiausia Lietuvoje vandentvarkos įmonė „Vilniaus vandenys“ jau gali pasidalyti savo patirtimi, kaip pritaikyti dirbtinį intelektą ir jo kuriamą analitiką kasdienėje veikloje**

Šios įmonės kelionė efektyvumo link prasidėjo nuo konkrečių tikslų. Pavyzdžiui, nutarta, kad atsakingas darbuotojas turi gauti ataskaitas ir rodiklius laiku, o visa jose pateikta informacija turi būti greitai perprantama. Veiklos rezultatai turi būti atvaizduojami teritorijos žemėlapiuose ir sujungti su realia infrastruktūra. Vadovaujantieji darbuotojai turi realiuoju laiku naudoti surašytą duomenis veiklai planuoti ir investicijoms pritraukti. Visa tai – tik dalis didesnių ir mažesnių poreikių, kuriuos, galvodami apie pokyčius, norėjo atliepti „Vilniaus vandenys“ specialistai.

Po šio etapo drauge su mumis, sistemų integratoriais „Blue solutions“, „Vilniaus vandenys“ sukūrė ir įdiegė verslo informacijos analitikos sprendimą „BLUEs Utility Sight“, kuris atitinka visus įmonės keltus tikslus ir bus plečiamas ateityje. Tokios skaitmenizacijos rezultatai kalba patys už save: sutaupoma 80 proc. sąnaudų, anksčiau naudotų informacijai parengti, sprendimų priėmimas paspartėjo dešimt kartų, investicijos atsipirkimo laikotarpis (ROI) – tik vieneri metai, o vartotojų aptarnavimo laikas sutrumpėjo net penkis kartus. Kokias išvadas galime daryti iš šios istorijos? Per frazuosime populiarų posakį: tas, kas efektyviai valdo informaciją, efektyviai valdo viską. Tad kodėl gi detaliam informacijai rinkti ir apdoroti nepasinaudojus efektyviomis ir nebūtinai brangiomis technologijomis, žinomo gamintojo sukurtomis sistemomis, kurios gali padėti tvirtą pagrindą esminiams pokyčiams, kurių vis labiau reikia ir verslui, ir visuomenei?

## Kokias problemas sprendžia „BLUEs Utility Sight“?

### Vandens ir nuotekų nuostolių analizė

Atliekant vandens ir nuotekų nuostolių analizę, galima stebėti patiekto vandens / perpumpuotų

## Kas yra „BLUEs Utility Sight“?

Tai verslo informacijos analitikos paketas, sujungiantis duomenis iš Jūsų skirtingų sistemų operatyviam duomenų apdorojimui, apibendrinimui ir atvaizdavimui. Tai ne ataskaitos, o sistema, kurią galima valdyti atrenkant duomenis norimais aspektais ir per keletą sekundžių gauti sprendimams reikalingą informaciją.

Šiuo metu „BLUEs Utility Sight“ pritaikyta vandentvarkos įmonėms, bet gali būti pritaikyta ir kitokioms komunalinių paslaugų įmonėms. Sistemos įdiegimas užtruks tik keletą mėnesių ir atsipirks greičiau nei per vienerius metus. Jūsų pasiektos naudos atitiks tas, kurias gavo UAB „Vilniaus vandenys“.

nuotekų rodiklius, palyginti su vartotojų deklaruotais vandens / nuotekų kiekiais ir apskaičiuoti nuostolius už įmonę arba atskiras zonas. Šioje analizėje apskaitos duomenys yra sujungiami su geografinių informacinių sistemų (GIS) žemėlapiais. Vandens ir nuotekų nuostolių analitika pateikia tokius duomenis:

- pateikto ir deklaruoto vandens nuostoliams palyginti pagal vandenvietes;
- pateikto ir deklaruoto vandens nuostoliams pasiskirstyti pagal baseinus ir objektų tipus;
- nuotekų filtracijai palyginti pagal nuotekų baseinus;
- nuotekų filtracijai pasiskirstyti pagal nuotekų baseinus ir objektų tipus;
- nuostolių rodikliams stebėti laiko skalėje.

skaičiuoti bei surinkti taršos mokesčius. Savitosios taršos analizės aplikacija leidžia stebėti:

- surinktą savitąją taršą eurais ir kubiniais metrais;
- savitosios taršos pasiskirstymą pagal vežėjus ir stacionarius teršėjus;
- savitosios taršos pasiskirstymą pagal naujus ir ankstesnius teršėjus;
- surinktų taršų pasiskirstymą pagal objektus;
- analizuoti duomenis pagal taršos medžiagas.

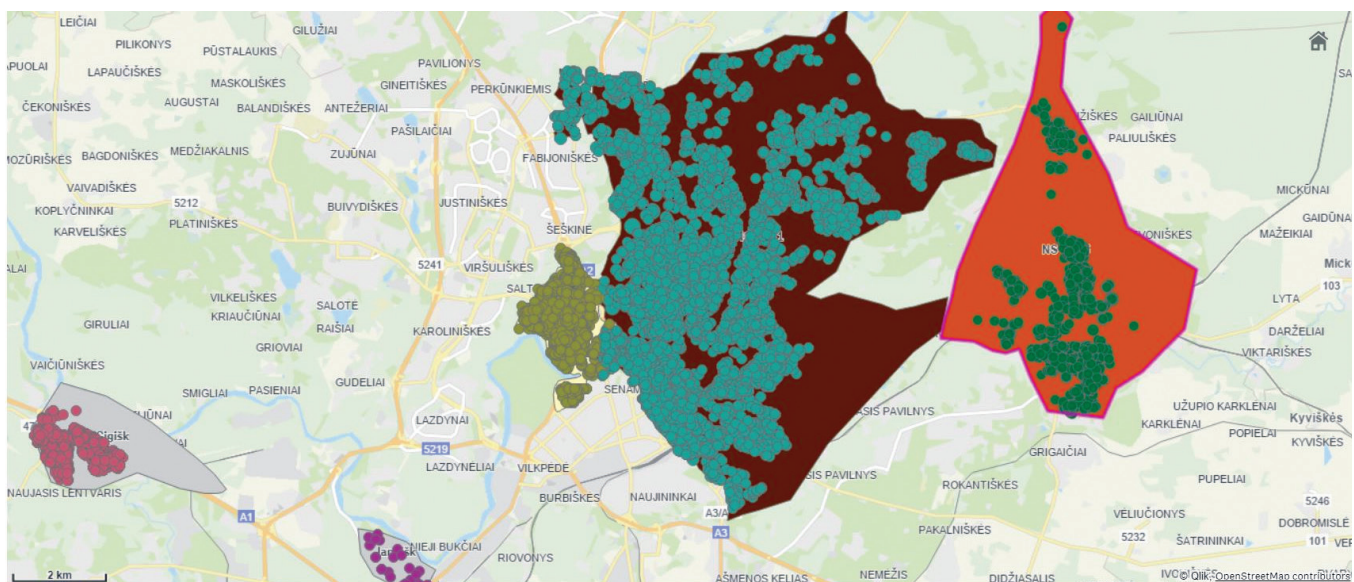
### Nedeklaravusių klientų analizė

Nedeklaravę klientai yra lygu įmonės negautoms pajamoms. Informacijos apie juos valdymas yra itin svarbus veiklos poreikis. Nedeklaravusių klientų analizės metu nagrinėjami klientų duomenys, kai mokėjimas už paslaugas priskaičiuotas pagal vidurkį. Čia galima stebėti:

- nedeklaravusių klientų lygį ir jų kitimą laikui einant;

### Taršos analizė

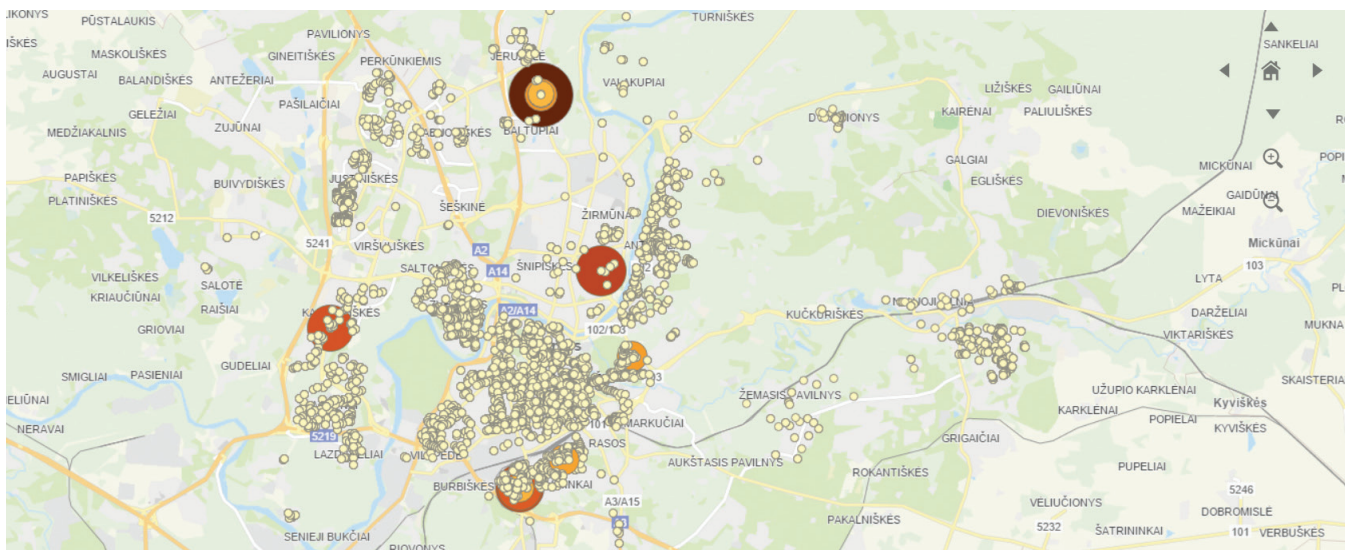
Duomenų apie stebimą taršą nuolatinė kontrolė užtikrina galimybę mažinti taršą ir teisingai ap-



### Nuotekų siurblinė

- Gigišk
- Jankišk
- NS-001
- NS-002
- NS-005

1 pav. Deklaruotų nuotekų kiekio „Žemėlapis“



2 pav. Nedeklaravusių klientų pasiskirstymas regionais

- nedeklaravusių klientų surinktus vandens kiekius;
- nedeklaravusių klientų pasiskirstymą pagal objektus.

### Kliento portretas

Kliento portreto aplikacija skirta operatyviai klientų informacijos paieškai ir analizei. Tai puiki priemonė, padedanti klientus aptarnaujantiems operatoriams greitai, tiksliai ir profesionaliai spręsti problemas. Pasirinkus klientą vienoje vietoje koncentruotai pateikiama visa su juo susijusi informacija:

- kontaktinė informacija;
- sutartys;
- skaitikliai ir jų rodmenys;
- skaitiklių metrologinės patikros (atliktos, planuojamos);
- turimi objektai;
- išrašytos sąskaitos;
- atsiskaitymai;
- sankcijos.

### Sutarčių analitika

Gausybės sutarčių, kurių terminai skirtingi, valdymas ir galiojimo užtikrinimas, nesant tam skirtų sistemų, tampa daug kruopštaus darbo reikalaujančiu procesu, kuris vykdomas diena iš dienos ir gali būti klaidų šaltinis. Sutarčių analizė sudaro sąlygas greitai pateikti sutarčių informaciją, vykdyti sutartis ir stebėti, kaip jos vykdomos. Sutarčių analitikos aplikacija padeda:

- bet kada greitai ir paprastai rasti reikalingą / dominančią sutartį ir informaciją joje;
- stebėti sutarčių ir turimų klientų skaičių;
- sekti klientų skaičių pagal pasirašomas paslaugas, teritorijas;
- matyti klientų skaičiaus / sutarčių kitimą laike;
- matyti naujai pasirašytas sutartis ir naujus klientus;
- valdyti besibaigiančias sutartis ir planuoti darbus dėl jų atnaujinimo / perrašymo.

### Skaitiklių analitika

Skaitiklių pakeitimas laiku, remontas, patikros visų pirma leidžia mažinti „išaldytas lėšas“, optimaliai planuoti prietaisų tiekimą ir užtikrinti jų teisingą veikimą. Skaitiklių analizės aplikacija padeda stebėti esamus skaitiklius, sekti jų įrengimo, priežiūros, tikrinimo istoriją, kontroliuoti patikras.

Aplikacijoje matomas skaitiklių registras ar aktuali skaitiklių informacija:

- skaitiklių registras ir detali skaitiklių informacija;
- atliktos / planuojamos metrologinės skaitiklių patikros;
- atlikti ir numatomi skaitiklių priežiūros / keitimo darbai;
- pateikimas / nepateikimas patikrai ir priežastys;
- nurašyti skaitiklių rodmenys.

Aplikacija padeda sekti atliktus darbus pagal padalinius, darbuotojus, subrangovus, planuoti skaitiklių keitimą bei metrologinių patikrų darbus, atsižvelgiant į teritorijas, kuriose skaitikliai yra.

### Klientų skolų analizė

Klientų skolų analizė ir teisingų sprendimų priėmimas skatina pinigų srauto kokybės augimą, mokėjimų grafiko sutrikimo rizikos mažėjimą. Klientų skolų analizė skirta įmonės skolų portfeliiui ir klientų įsiskolinimui stebėti.

Naudojant klientų skolų analizės aplikaciją galima sekti:

- įmonės klientų skolų lygi, tendencijas
- kiekvieno kliento einamosios skolos rodiklius bei detalią skolų istorijos informaciją;
- pradelstų skolų įsisenėjimo pagal skirtingus pradelavimo intervalus rodiklius.

### Vandens ir nuotekų energinio efektyvumo analizė

Vandens ir nuotekų energinio efektyvumo analizė skirta sekti, kiek elektros energijos suvartojama vandens /nuotekų objektuose, ir apskaičiuoti energinį efektyvumą pagal šiame objekte tiekiamo vandens /perpumpuojamų nuotekų kiekius. Naudojantis ESO duomenimis, nagrinėjama:

- vandens ir nuotekų objektų lyginamosios normos dinamika;
- vandens ir nuotekų objektų energinis efektyvumas;
- energinis efektyvumas / lyginamosios normos dinamika laike.

### Pardavimų analizė

Pardavimų analizės sistema apdoroja išrašytų sąskaitų faktūrų duomenis, apskaičiuoja suteiktų paslaugų kiekius, kainas, sumas, lygina su praėjusiais laikotarpiais ir rodiklių tendencijas. Pardavimų analizė leidžia stebėti:

- pardavimų apyvartos ir susijusių rodiklių;
  - apyvartos dinamiką;
  - apyvartos pasiskirstymą;
  - apyvartos palyginimą;
  - apyvartą pagal klientus ir klientų segmentus.
- Tai tik svarbiausios sistemos savybės, kurios dienos metu naudoja atskleidžiamą sistemą naudojant kasdien ir daugelyje darbo vietų pagal veiklos sritis. Kreipkitės į „Blue solutions“, mielai suteiksime detalesnę informaciją apie dar neatskleistas savybes ir pademonstruosime veikiančią sistemą.

### Apie „Blue solutions“

„Blue solutions“ – verslo ir IT procesų integravimo įmonė, teikianti verslo operacijų optimizavimo ir įgyvendinimo, sistemų palaikymo ir vystymo paslaugas. Tai didžiausias „Microsoft“ partneris Baltijos šalyse, diegiantis „Dynamics“ ir „Qlick Sense“ sistemas. „Blue solutions“ specializuojasi diversifikuoto verslo, gamybos, distribucijos, uosto krovos, grūdų ir maisto pramonės šakose. Įmonės deklaruojamas vertės ratas – verslo poreikiai > verslo operacijos > verslo įžvalgos – sukuria galimybę ilgalaikiai naudingai partnerystei su klientais, nuolatinei sėkmingai jų veiklos skaitmeninei transformacijai ir pažangai.

„Blue solutions“ klientai sudaro daugiau nei 60 proc. visų „Microsoft Dynamics AX“ naudotojų Lietuvoje, tarp kurių – „Aukštaitijos vandenys“, Ignalinos atominė elektrinė, „Kauno energija“ ir kitos įmonės. „Blue solutions“ yra įvykdžiusi didžiausius VVS diegimo projektus Baltijos šalyse, visi įvykdyti projektai yra sėkmingi, atitinka numatytus tikslus, realizuoti laiku ir už adekvacią kainą.

Direktorius  
Algimantas Brazauskas



UAB „Blue solutions“  
Jonavos g. 7, Kaunas  
request@blue-s.lt  
+370 37 428 488  
www.blue-s.lt

# NAUJIENOS, ĮVYKIAI, FAKTAI

## Prezidiumo posėdžiai

### 2019 06 27 Prezidiumo posėdis

Išklausyta prezidento B. Miežutavičiaus informacija apie Aplinkos ministerijos užsakyamu vykdomo projekto „Geriamojo vandens tiekimo ir nuotekų tvarkymo įmonių valdymo tobulinimo plano rengimas“ eigą ir LVTA atstovų įtraukimą į projekto priežiūros komitetą. Aptarti projekte analizuojami vandentvarkos sektoriaus plėtros ir įmonių stambinimo klausimai.

Išklausyta LVTA prezidento B. Miežutavičiaus informacija apie planuojamą Asociacijos atstovų susitikimą su aplinkos ministru K. Mažeika. Susitikime numatoma aptarti vandentvarkos ūkio aktualijas.

Nuspręsta, remiantis UAB „Šiaulių vandenys“ generalinio direktoriaus J. Matkevičiaus teikimu, Lietuvos vandentvarkos ūkio darbuotojo garbės ženklą skirti UAB „Šiaulių vandenys“ darbuotojams Virginijui Jakuboniui ir Bronislavai Jakieni.

Išklausyta LVTA direktoriaus V. Ramono informacija apie Advokatų Vilio ir partnerių kontorą AVIP įsipareigojimą parengti nacionaliniam saugumui užtikrinti svarbių įmonių saugumo planų šabloną, kuris bus pateiktas vandentvarkos bendrovėms derinti.

## VšĮ Vandentvarkos institutas seminarai

2019 m. balandžio 18 d. įvyko seminaras „Teisės aktų pakeitimai, asmens duomenų apsaugos ypatumai, ginčų sprendimas vandentvarkos įmonėse“.

2019 m. gegužės 16–17 d. įvyko seminaras „Komunikacinė elgsena: gebantis efektyviai bendrauti specialistas – kokybišką paslaugą gaunantis klientas“.

2019 m. gegužės 29–31 d. įvyko seminaras „Kaip pergudrauti stresą ir išvengti perdegimo? Psichologinės savipagalbos priemonių „menu“ kasdienėms situacijoms buhalterio darbe“.

2019 m. birželio 18 d. įvyko seminaras „Aglomeracijos sampratos svarba miesto nuotekų tvarkyme“.

2019 m. rugsėjo 26 d. įvyko seminaras „Viešųjų pirkimų vykdymo aktualijos vandentvarkos sektoriuje“.

2019 m. spalio 17 d. įvyko konsultacinis seminaras – kvalifikacijos kėlimo kursai projektuotojams ir ekspertams pagal Aplinkos ministerijos patvirtintas kvalifikacijos tobulinimo mokymo programas Nr. M-086-19-LVTA ir Nr. M-085-19-LVTA.

## Kiti įvykiai

2019 m. balandžio 25 d. dalyvauta Geologijos įmonių asociacijos organizuotame seminare „Geologinės veiklos realijos ir vizijos“ Vilniuje.

2019 m. gegužės 8 d. dalyvauta pasitarime džiovinto nuotekų dumblo deginimo klausimais AB „Akmenės cementas“ (Naujoji Akmenė).

2019 m. gegužės 22–24 d. dalyvauta tarptautinėje konferencijoje „Baltijos šalių vandentvarka 2019“ Pernu (Estija).

2019 m. birželio 4 d. dalyvauta statybos inžinierius atstovaujančių organizacijų jungtinės veiklos valdymo komiteto posėdyje. Jo metu memorandumą pasirašiusios šalys sutarė dėl Statybos sektoriaus profesinio standarto įgyvendinimo ir statybos inžinieriaus kvalifikacijos suteikimo tvarkos principų. Taip pat sutarta, kaip galima pagerinti organizacijų dalyvavimą dabartiniame statybos inžinierių atestavimo procese suvienodinant sąlygas ir procedūras visiems inžinieriams bei supaprastinant dokumentų ir duomenų pateikimą. Komitetas rinksis keturis kartus per metus, tvirtins svarbiausius dokumentus ir rengs užduotis darbo komitetams ir darbo grupėms.

## NUSIPELNIUSIO LIETUVOS VANDENTVARKOS ŪKIO DARBUOTOJO GARBĖS ŽENKLAS



Lietuvos vandentvarkos ūkio darbuotojo garbės ženklas

Lietuvos vandens tiekėjų asociacijos 2009 m. kovo 12 d. prezidiumo posėdyje buvo priimtas sprendimas įsteigti nusipelnusio Lietuvos vandentvarkos ūkio darbuotojo garbės ženklą, kuriuo būtų apdovanojami asmenys už ypatingus nuopelnus Lietuvos vandentvarkos ūkiui, aukštą profesionalumą, atsidavimą ir ištikimybę profesijai. Lietuvos vandentvarkos ūkio darbuotojų garbės ženklais ir garbės ženklų pažymėjimais 2019 m. apdovanoti:

Ženklo Nr. 60 – Bronislava Jakienė

Ženklo Nr. 61 – Virginijus Jakubonis

# „TURBOMAX“ TURBO ORAPŪTĒS

Pasirinkite ateities technologiją!



## TURBOMAX pranašumai:

- Aukštas efektyvumas
- Mažos techninės priežiūros išlaidos
- Paprasta priežiūra
- Lengvas ir greitas montavimas



UAB GURADIS  
Kareivių g. 6-304, Vilnius



marius@guradis.lt



www.guradis.lt



+370 687 43683



**SANITAIRE**  
a xylem brand