

BALTICA Volume 24 Special Issue 2011 : 47-54

Požeminio vandens tyrimai Geologijos ir geografijos institute 2001–2010 metais

Jonas Diliūnas, Arūnas Jurevičius, Danutė Karvelienė, Algirdas Zuzevičius

(Gamtos tyrimų centro Geologijos ir geografijos institutas)

Diliūnas, J., Jurevičius, A., Karvelienė, D., Zuzevičius, A., 2011. Hydrogeology at the Institute of Geology and Geography in 2001–2010. *Baltica*, Vol. 24, Special Issue // Geosciences in Lithuania: challenges and perspectives, 47–54. Vilnius. ISSN 0067–3064.

Abstract A survey of hydrogeological investigations conducted at the Institute of Geology and Geography in 2001–2010 is presented: reconstructions of hydrogeological development of the Baltic Basin from Palaeozoic until the last glacial, distribution patterns of iron and manganese in the fresh groundwater and their elimination *in situ*, and hydrogeological processes predetermined by recent anthropogenic factors (groundwater and geothermal energy exploitation, urbanized environment, landfills, etc.) and prediction of their outcomes. The research results have been published in about 60 publications.

Keywords groundwater; technogenous, physical–chemical processes, Lithuania.

Jonas Diliūnas [diliunas@geo.lt], Arūnas Jurevičius, Danutė Karvelienė, Algirdas Zuzevičius, Nature Research Centre, Institute of Geology and Geography, 13, T. Ševčenkos Str., 03223 Vilnius, Lithuania. Manuscript submitted 19 May 2011, accepted 15 July 2011.

IVADAS

Hidrogeologija, kaip ir daugumą tyrimų kryptių 2001–2010 m. laikotarpiu palietė vykusio Geologijos ir geografijos instituto reorganizacija ir struktūros kaita. Laikotarpio pradžioje (2001–2002 m.) hidrogeologiniai tyrimai buvo vykdomi Požeminio vandens skyriuje (vadovas dr. Jonas Diliūnas) ir Hidrogeologinių prognozių laboratorijoje (vadovas dr. Algirdas Zuzevičius), vėliau jungtiniame Požeminio vandens skyriuje (vadovai dr. Jonas Diliūnas, dr. Arūnas Jurevičius). Juose be minėtų vadovų dirbo habil. dr. Robert Mokrik, mokslų daktarai Edmundas Jagminas, Rolanas Petkevičius, hidrogeologai Vaclovas Bajorinas, Ana Bakutienė, Aurelija Baublytė, Gediminas Čyžius, Elena Jeriomenkienė, Mykolas Kaminskas, Danutė Karvelienė, Gita Marcinkevičienė, Gintarė Pralgauskaitė (Slavinskienė), Mantas Riauka, Aurimas Slavinskas, Darius Turskis, matematikė Kristina Galčiuvienė, mikrobiologė Marija Valė Usonienė. Be to, specifiniai hidrogeologinės pakraipos darbai vykdomi Radioizotopinių tyrimų laboratorijoje (vadovas habil. dr. Jonas Mažeika).

Hidrogeologiniai tyrimai buvo vystomi tradicinėmis kryptimis, akcentuojant hidrogeologinių sąlygų ir

jų kaitos pažinimą technogeninių aplinkybių poveikyje tiek regioniniame, tiek lokaliniam plane. Regioninių tyrimų plane pabrėžiamas požeminio vandens technogeninio pažeistumo mastas ir jo ypatumai priklausomai nuo vandeninių sluoksnių slūgsojimo pobūdžio, hidrogeodinaminių bei hidrocheminių ryšių su atmosfera bei gretimais sluoksniais. Lokaliame plane tyrimų akcentai buvo skiriami pagal taršos produkuotojus ir jų aplinką (pramonės, transporto ir komunalinio ūkio objektai, sąvartynai ir kt.). Svarbūs uždaviniai buvo sprendžiami požeminio vandens apsaugos srityje (teršalų migracija, apsauginių dangų medžiagos ir jų laidumas, sanitarinių apsaugos zonų pagrindimas bei projektavimas). Aplinkos hidrogeologijos tyrimai glaudžiai siejosi su požeminio vandens cheminės sudėties formavimosi ir kaitos prognozavimo bei geriamojo vandens kokybės gerinimo (geležies ir mangano šalinimas *in situ*) uždavinių sprendimu.

Regioninių hidrogeologinių tyrimų bei požeminio vandens išteklių kryptyje daugiausiai buvo sprendžiami perspektyvinės vandentiekos uždaviniai: regioninių eksploatacinių išteklių vertinimo metodikos tobulinimas ir šių išteklių prognozavimas 2025 metų poreikiui (Kauno regiono pavyzdžiu), taip pat nedidelių vandenviečių išteklių aprobavimas ir sanitarinių apsaugos

zonų projektų parengimas. Hidrogeologinių tyrimų rezultatai paskelbti apie 60 mokslinių publikacijų.

2001–2010 m. laikotarpiu kompiuterizuotos visos hidrogeologinės informacijos kaupimo, apdorojimo, interpretacijos ir pateikimo (vaizdavimo) technologijos. Svarbiu tyrimų instrumentu išliko hidrogeologinių procesų fizikinis ir matematinis modeliavimai. Pastarasis, be tradicinių požeminio vandens išteklių ir kokybės vertinimų, taikytas sudėtingų hidrogeocheminių ir hidrogeoterminių procesų tyrimams.

Baziniai (fundamentiniai) ir taikomieji tyrimai, skirti paleo- ir dabartinių hidrogeologinių procesų pažinimui, vykdyti tiesioginio ir konkursinio biudžetinio finansavimo lėšomis. Svarbiausi pastarųjų lėšų šaltiniai įvairiu metu buvo valstybinė programa „Litofera“, programa „Urbanizuotos aplinkos kokybė ir jos kaita“ ir Lietuvos mokslo ir studijų fondo remiami bei tarptautiniai projektai. Lietuvos ūkio subjektų ir savivaldybių užsakymu vykdyta daugiau nei 100 eksperimentinės plėtros projektų, skirtų įvairių objektų (vandenvietės, sąvartynai, pramonės ir žemės ūkio įmonės) veiklos hidrogeologinėms problemoms. Šių projektų, kurių daugumą priklauso aplinkos hidrogeologijos tematikai, dalis tyrimuose nuolat didėjo. Bendra požeminio vandens padalinių darbų apimtis (be Radioizotopinių tyrimų laboratorijos) paprastai kito nuo 400 iki 600 tūkst. Lt per metus, biudžetinis finansavimas sudarė vidutiniškai apie 35%. Deja, 2010 m. dėl ūkio krizės hidrogeologinių darbų finansinės apimtys sumažėjo iki 200 tūkst. Lt, o biudžetinis finansavimas neviršijo 20%.

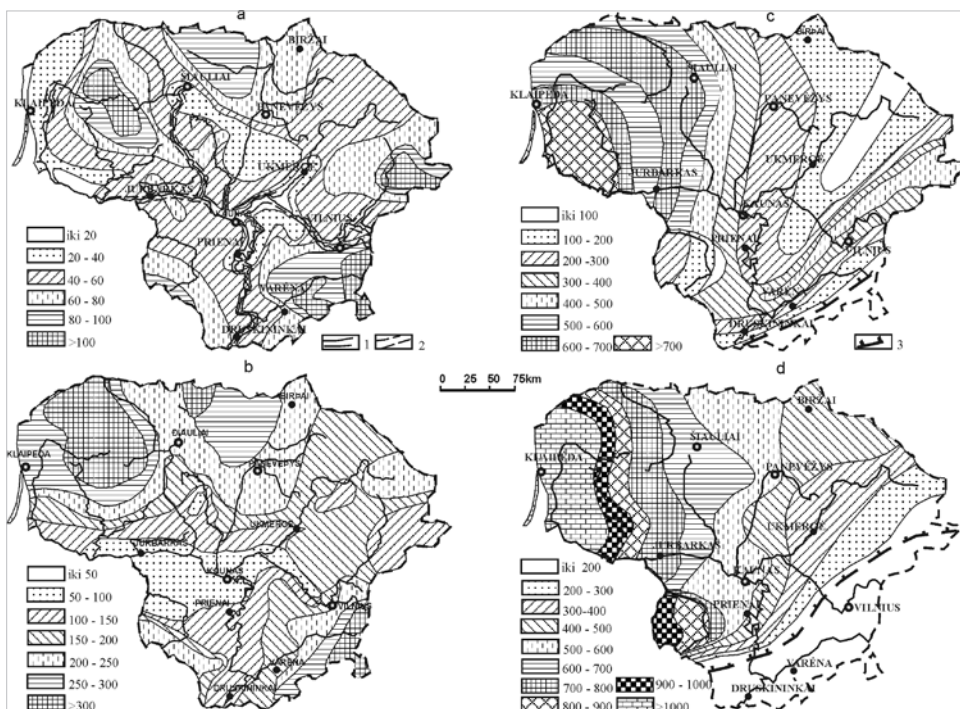
REGIONINIAI TYRIMAI

Valstybinėje mokslo programoje „Litofera“, užbaigtoje 2003 m., net trys iš 11 problemų buvo skirtos hidrogeologijos tematikai. Tyrimai dvejose iš jų vykdyti Geologijos instituto hidrogeologų. Temą „Požeminės hidrosferos evoliucija, požeminio vandens ir fluidų ištekliai bei vandens vaidmuo nuosėdų ir naudingųjų iškasenų formavime“ (koordinavimas dr. A. Zuzevičius) vykdė Hidrogeologinių prognozių laboratorija, o „Hidrogeologinių technogeninių procesų formavimosi įvertinimas ir prognozė“ (koordinavimas dr. J. Diliūnas) – Požeminio vandens skyrius.

Pirmojoje iš jų, pritaikius originalią metodiką,

paremtą paleohidrogeologinių, paleogeografinių, paleotektoninių ir šiuolaikinių geologinių sąlygų analize bei conceptualiais ir matematiniais modeliais, atlikta Baltijos artezinio baseino požeminės hidrosferos formavimosi rekonstrukcija. Ji apėmė visos sedimentacinės stromės požeminio vandens ir jo cheminės sudėties formavimąsi baikalinio, kaledoninio, hercininio, alpinio tektoninių etapų bei kvartero periodo metu. Sedimentacinio–infiltracinio, elizinio ir reinfiltracinio vystymosi etapų analizė ir požeminės cheminės denudacijos ir vertikalios apykaitos greičiai bei iš vandensparų išspausto sedimentacinio vandens kiekiai apskaičiuoti kiekvienam šiuolaikiniam hidrogeologiniam stratonui (Mokrik 2003; Mokrik ir kt. 2004; Zuzevičius 2003). Problemos tyrimų pagrindu R. Petkevičius 2004 m. paruošė ir apgynė mokslo daktaro disertaciją „Baltijos baseino paleozojaus ir viršutinio proterozojaus kompleksų paleohidrogeologinės raidos ypatumai“.

Problemoje *Hidrogeologinių technogeninių procesų formavimosi įvertinimas ir prognozė* daugiausia dėmesio skirta aktyvios požeminio vandens apytakos zonos procesų tyrimui (Diliūnas ir kt. 2004a; Дилунас и др. 2005). Technogenezės aspektu aktyviają požeminio vandens apytakos zoną, atsižvelgiant į nepalyginamai skirtingus apytakos tempus jos viršuje ir apačioje (skirtumas 3–15 kartų) bei antropogeninės apkrovos mastus, tikslinga dalyti į dvi dalis – intensyvios ir ekstensyvios apytakos, t.y. atsižvelgiant ir į nuosėdinės dangos vandeningųjų kompleksų technogeninį pažeidiamumą (1 pav.).



1 pav. Požeminio vandens apytakinių zonų storis (m): a - intensyvios, b – ekstensyvios, c - sulėtintos, d – lėtos; 1 – labai įsirežę upių slėniai, 2 – vidutiniškai įsirežę upių slėniai, 3 – hidrodinaminių zonų paplitimo ribos

Hydrogeologinių vandens apykaitos ir technogeninio pažeidžiamumo lygmens zonų išskyrimas gali būti pagrindu: • diferencijuotai vertinti hidrogeologinės aplinkos tvarumą ir formavimosi ypatumus įvairiomis žmogaus ūkinės veiklos sąlygomis; • atspindėti veiksnių ir procesų raiškos dėsningumus tipinėmis hidrogeologinėmis sąlygomis; • parodyti požeminio vandens dinamikos ir cheminės sudėties kitimo tendencijas ir kokybės išsaugojimo bei gerinimo būdus specifinėmis sąlygomis; • atskleisti hidrogeotecnogenezės procesų vystymosi tendencijas ir jų poveikį aplinkai; • išskirti svarbiausius technogeninius procesus (hidrodinaminius, filtracinius, fizikinius-cheminius), jų raiškos dėsningumus, intensyvumą, vystymosi tendencijas ir parengti prognozavimo principus; • rengti požeminio vandens išteklių ir kitų fluidų nacionalinio valdymo planus ir organizuoti regioninius tyrimus.

Lietuvos teritorijos **požeminio cheminio nuotėkio** regioniniai tyrimai buvo skirti druskų transportavimui požeminėmis tėkmėmis ir jų poveikio paviršinio vandens mineralizacijai palyginamajai analizei (Diliūnas, Karvelienė, Jurevičius 2010). Požeminio nuotėkio modulio dydis Lietuvos teritorijos upių baseinuose kinta nuo 0,4 iki 5,0 l/s km². Nutekancio požemiu į upes vandens bendroji mineralizacija – nuo 180 iki 800 mg/l. Druskų išnešimo moduliai Lietuvos teritorijoje – nuo 3–9 iki 54 t/metus iš km² (2 pav.).

Didžiausias požeminis cheminis nuotėkis yra Baltijos aukštumose bei Dainavos lygumoje. Merkio, Neries ir Žeimenos upių baseinuose, kuriuose žymiai didesni nei kitur požeminio nuotėkio debitai. Šiaurės Lietuvos upėse (Mūšos, Nemunėlio, Ventos baseinai), kur požeminio nuotėkio moduliai yra menki, cheminio

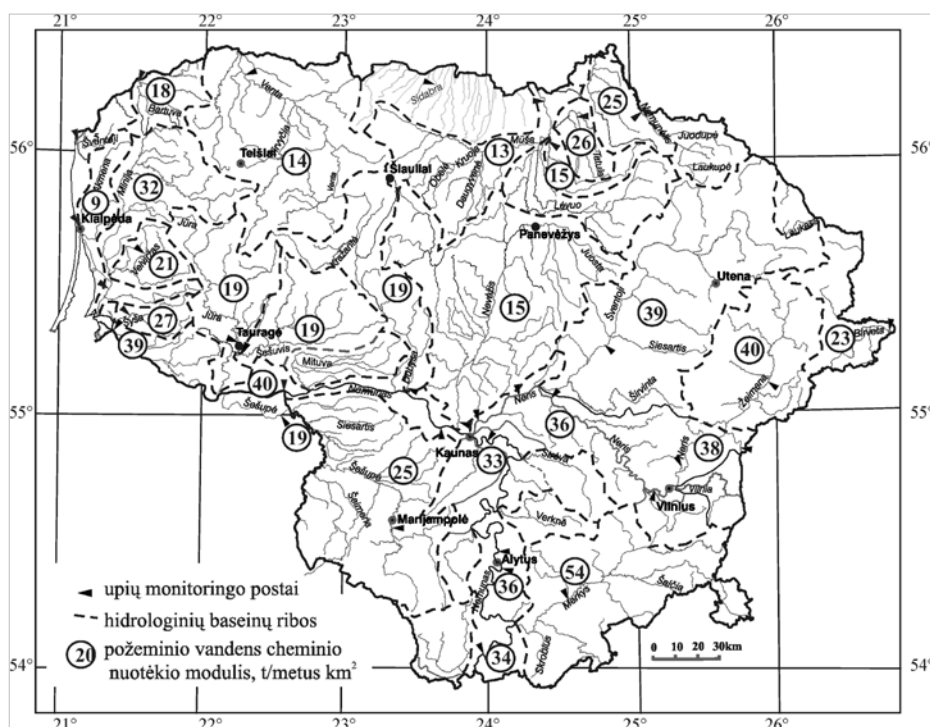
nuotėkio modulių reikšmės (nuo 12 iki 25 t/metus iš km²) padidėja dėl aukštesnės vandens bendrosios mineralizacijos. Palyginus su bendru mineralinių medžiagų kiekiu, nutekancio upėmis, požeminis cheminis nuotėkis gali sudaryti 10–55%. Požeminis cheminis nuotėkis Lietuvos teritorijoje, įvertintas hidrogeologiniu–hidrogeologiniu būdu pagal minimalų daugiamečių nuotėkį ir to periodo upių vandens mineralizaciją, siekia 6,2 mln. t/metus mineralinių medžiagų, iš kurių apie 70% tenka Nemuno baseinui. Upių vandens užterštumo poveikis apskaičiavimų rezultatams vertintas diferencijuotai pagal nuotėkų, išleidžiamų į upes, kiekį ir kokybę aukščiau ir žemiau taršos šaltinių (miestų). Šis poveikis mūsų sąlygomis nedidelis – dažniausiai upės vandens mineralizacijos skirtumas aukščiau ir žemiau miestų neviršija 1–7%. Tokiu dydžiu gali būti vertinamas cheminio nuotėkio padidėjimas dėl upių vandens paviršinio teršimo.

Tarp svarbių hidrocheminių tyrimų kryptių pažymėtinas pagrindinių cheminių komponentų kvartero gėlame požeminiame vandenyje **migracinių formų** nustatymas pasitelkus matematinio modeliavimo metodus (Diliūnas, Jurevičius, Karvelienė 2009). Kvartero nuogulose svarbiausi mineralai, formuojantieji požeminio vandens cheminę sudėtį yra: apatitas, basalumnitas, fluorapatitas, piromorfitas, plumbogumitas, strengitas, feritas, ferihidritas, getitas, hematitas, magnetitas, chalkopiritas, vario feritas. Požeminiame vandenyje jų tirpinimo produktai daugiausia migruoja jonine ir karbonatine formomis. Karbonatinių kompleksų forma migruoja švinas ir nikelis, varis ir geležis – mišrių karbonatinių ir hidrosilinių kompleksų forma, cinkas ir manganas – jonine ir karbonatinių kompleksų

forma, kadmis – daugiausia jonine forma. Iširtos svarbiausios cheminių elementų kvartero nuogulų gėlame požeminiame vandenyje foninės migracinės formos atveria galimybes prognozuoti ir interpretuoti elementų migraciją ir pasiskirstymą sąveikaujant vandeniui su uolienomis bei vertinti šių junginių pokyčius technogenezės poveikyje.

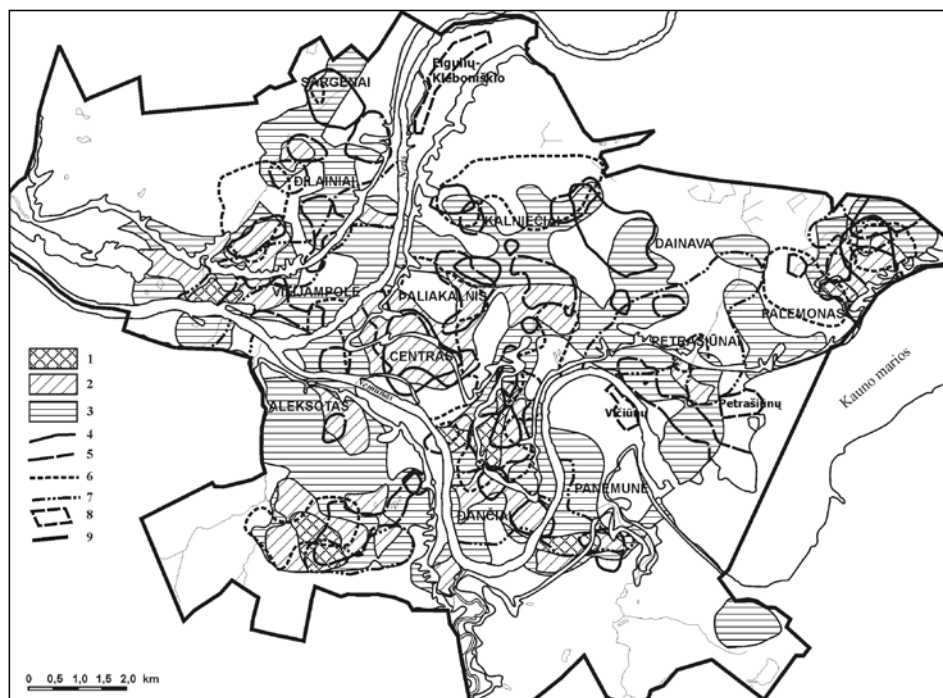
APLINKOS HIDROGEOLOGINIAI TYRIMAI

Svarbią vietą užėmė požeminio vandens kokybės kaitos tyrimai veikiant antropogeniniams faktoriams urbanizuotų teritorijų (miestų), taršos židinių (buitinių sąvartynų, geležinkelio objektų, nuotėkų



2 pav. Požeminio cheminio nuotėkio modulio pasiskirstymas svarbiausiuose Lietuvos upių baseinuose.

valymo įrenginių ir kt. užterštų vietų) aplinkoje. Instituto hidrogeologai 2003 m. pagal tarpinstitutinę programą „Urbanizuotos aplinkos kokybė ir jos kaita“ įvertino dabartinę Lietuvos miestų požeminio vandens būklę ir jos kaitos tendencijas (Klimas ir kt. 2003; Čyžius ir kt. 2005). Tyrimai parodė, kad gruntinis vanduo urbanizuotose teritorijose, lyginant su gamtiniu fonu, dažniausiai užterštas ir netenkina geriamam vandeniui keliamų kokybės reikalavimų. Užteršimo laipsnį ir teršiančių medžiagų sudėtį lemia urbanizacijos pobūdis, mažiau – gamtinės sąlygos (uolienų litologija ir kt.) (3 pav.).



3 pav. Kauno miesto gruntinio vandens pažeistumas. Gruntinio vandens kokybės pažeistumas lyginant su miesto fonu (pagal HCO_3 , SO_4 , Cl, bendrąjį kietumą, permanganatinę oksidaciją, NO_3 , NO_2 , NH_4 , Fe, Mn, Zn, Cu, Pb, Cr, Ni): 1 – labai užterštas (visų komponentų grupių fonas viršijamas 4 kartus), 2 – užterštas (dvejų komponentų grupių fonas viršijamas 4 kartus), 3 – mažai užterštas (vienos komponentų grupės fonas viršijamas 4 kartus), 4 – bendrosios mineralizacijos 1 g/l izolinija (DLK), 5 – sulfatų 200 mg/l izolinija (5 kartus viršijamas fonas), 6 – permanganatinės oksidacijos 8 mgO_2/l izolinija (4 kartus viršijama DLK); 7 – nitratų 50 mg/l izolinija (DLK); 8 – vandenvietė, 9 – miesto riba.

Miestų teritorijoms (Kauno pavyzdžiu) parengta gruntinio vandens cheminės sudėties pažeistumo klasifikavimo metodika. Pažeistumo lygis, naudojantis suminio užterštumo rodikliais, suskirstytas pagal antropogeninio poveikio zonas: suminiai cheminių komponentų koncentracijos koeficientai mažiausi žaliosios (68), didžiausi – pramonės (iki 222) zonų gruntiniame vandenyje (Diliūnas ir kt. 2004). Pramonės zonos gruntinis vanduo daugiausia užterštas metalais (švinas, nikelis, cinkas, kadmis). Antroji pagal užterštumo dydį yra mažaukščių statinių zona, kurios gruntiniame vandenyje išsiskiria teršimas azoto (nitratais, nitritais) ir kai kuriais metalų (cinkas, švinas, kadmis) junginiais. Daugiaaukščiams gyvenamiesiems rajonams būdingi teršimo organinėmis medžiagomis

rodikliai – padidintas permanganato indeksas, amonio, nitratų, nitritų ir hidrokarbonatų vertės (Jurevičius ir kt. 2005). Šių tyrimų rezultatai naudojami miestų centralizuoto vandentiekio plėtrai.

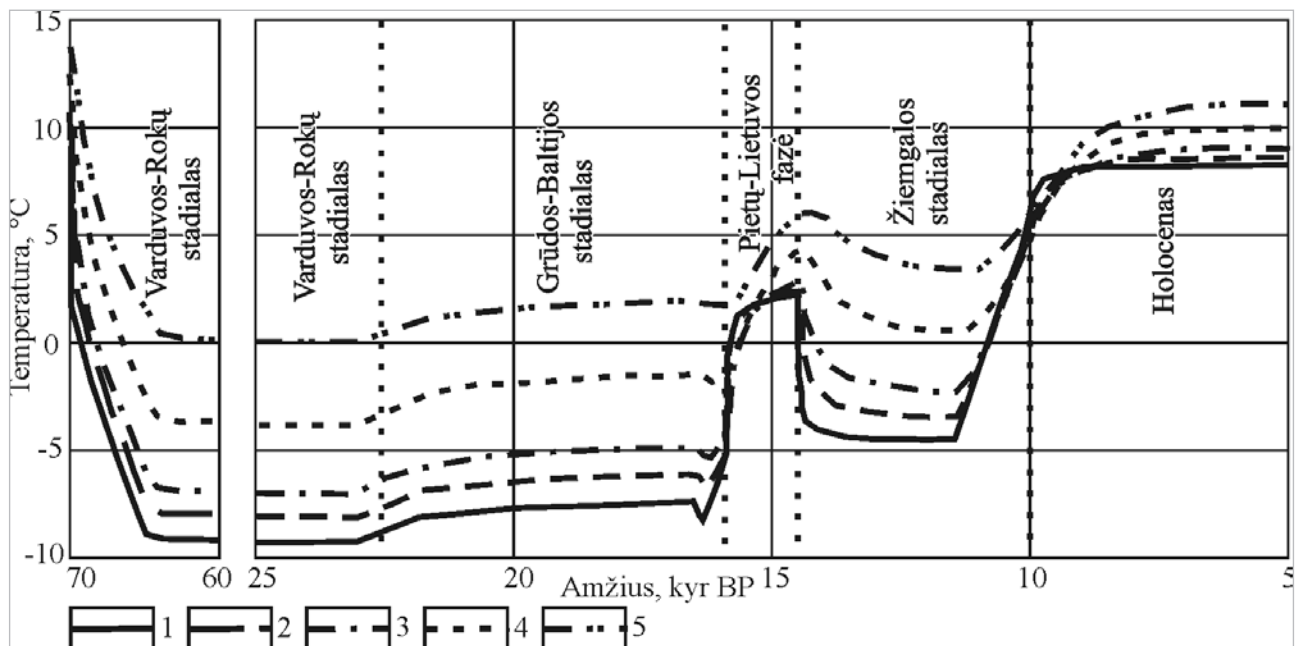
Didžiausi pastovaus gruntinio vandens taršos šaltiniai yra **buitinių ir pramoninių atliekų sąvartynai**. Ypatingai tie iš jų, kurie įrengti be reikiamų apsauginių priemonių. Čia svarbiausias gruntinio vandens cheminės sudėties formavimo veiksnys yra filtratas (Kaminskas ir kt. 2004). Pagrindiniai taršos komponentai – organinės medžiagos, azoto junginiai (amonis) ir metalai. Mūsų sąlygomis didelės cheminių

komponentų koncentracijos filtrate gali formuotis daugiau nei 20–30 metų po sąvartynų uždarymo, o skystų teršalų plitimo kelias siekia 1,5–2,0 km nuo sąvartyno. Daugiamečių stebėjimų, cheminių elementų ir junginių migracinės ir statistinės analizės pagrindu sąvartynų taršos areale išskirtos: intensyvaus teršimo, tiesioginio poveikio ir pažeidimų zonos. Toks sąvartyno taršos arealo zonavimas tarnauja saugos priemonių ir technologijų planavimui (Diliūnas, Kaminskas, Bajorinas 2001).

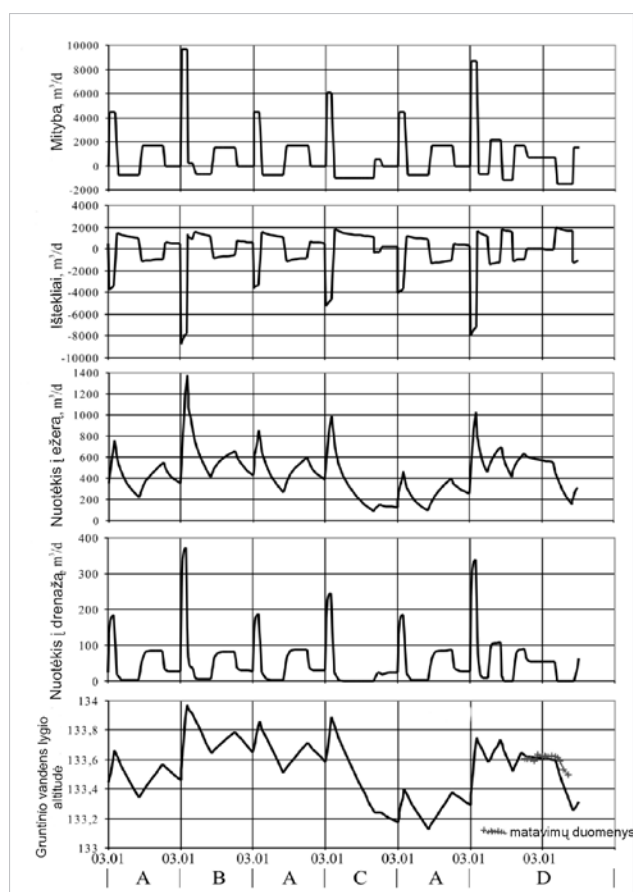
Biodujų tyrimai aprėpė jų formavimosi ir emisijos uždavinių sprendimą tiek veikiančiuose, tiek uždarytuose sąvartynuose (Diliūnas, Kaminskas, Bajorinas 2001). Nustatyta, kad Lietuvos sąlygomis metano biodujų susidarymo procesai dideliuose atliekų kaupuose išlieka aktyviais ilgą laiką (pavyzdžiui, Vilniaus Fabijoniškių, Polocko gatvės,

Lentvario sąvartynuose metano koncentracijos praėjus 18–25 metams po eksploatavimo nutraukimo dar vietomis siekė 40–60 % pradinės vertės. Todėl uždaruose sąvartynuose reikalingos dujų surinkimo ir utilizavimo sistemos, kurių atrankai būtina plėsti tyrimus, įvertinant taršos dujomis mastą ir galimą energijos išteklių gavybos efektyvumą.

Pastarajame dešimtmetyje buvo tęsiami **požeminio vandens taršos tyrimai** pramonės, daugiausiai geležinkelio objektų, aplinkoje (Diliūnas ir kt. 2004b). Čia būdingi gruntinio vandens taršos komponentai yra naftos produktai, organinės medžiagos (pagal permanganatinę oksidaciją), mažiau – metalai (Pb, Ni, Cd, Mn, Fe). Šių teršalų koncentracija ir pasiskirstymas labai priklauso nuo hidrogeodinaminio režimo, kurio



4 pav. Temperatūros kaita Birštono apylinkių vandeninguose sluoksniuose vėlyvojo pleistoceno metu (modelinė rekonstrukcija): 1–viršutinės kreidos; 2–cenomanio-apatinės kreidos; 3–apatinio triaso Tauragės svitos; 4–apatinio triaso Nemuno svitos; 5–viršutinio permio.



5 pav. Rėkyvos pelkės požeminio vandens režimas tipiško vandeningumo laikotarpiams (modeliavimo duomenys) (A - vidutinio vandeningumo metai; B - vandeningi metai; C - sausi metai; D - 2007-2008 metai).



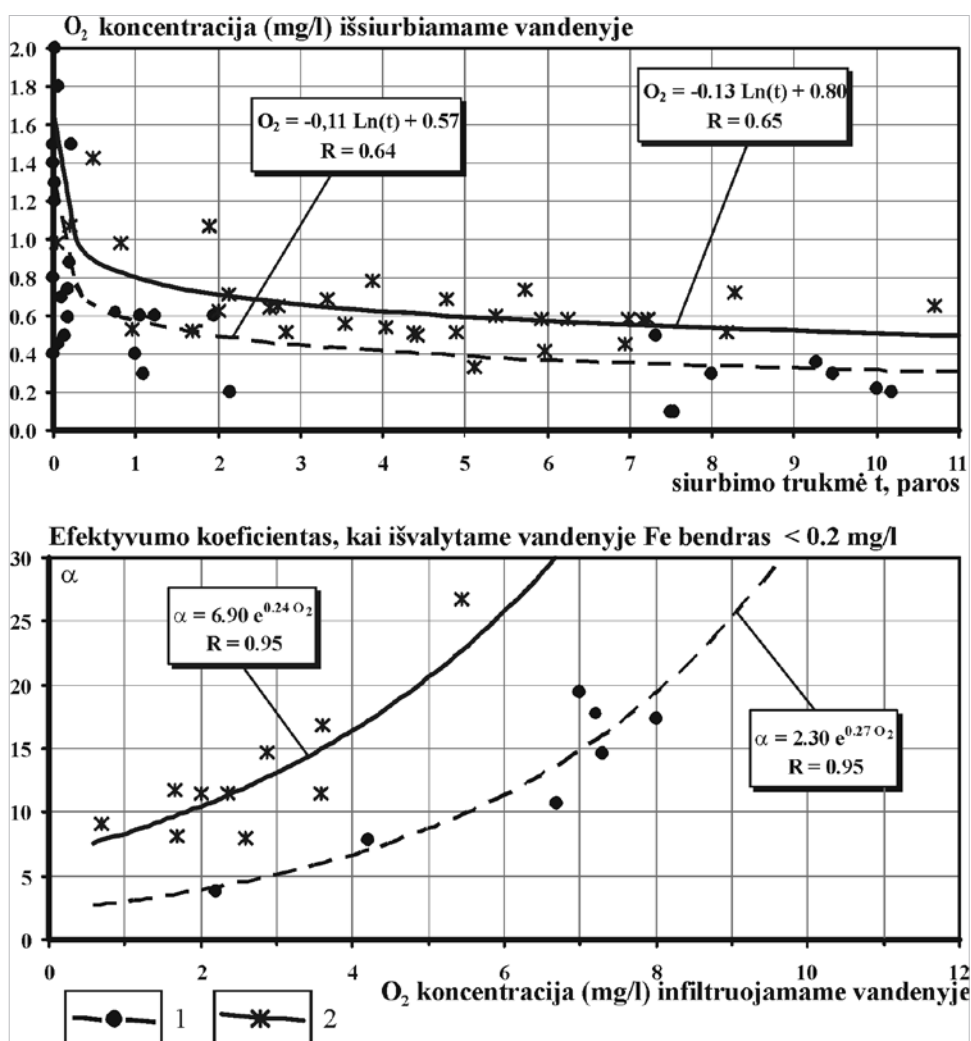
6 pav. Manganas kvartero (a) ir prekvartero (b) uolienu gėlame požeminiame vandenyje: mangano koncentracija (mg/l): 1 – <0,02, 2 – 0,02-0,05, 3 – 0,05-0,1, 4 – 0,1-0,2, 5 – >0,2; 6 – teritorijos, kuriose tinkamam eksploatavimui vandeningųjų horizontų nėra; ribos: 7 – vandeningųjų horizontų, 8 – mangano koncentracijų zonų; 9 – vandenvietė.

detalus ištyrimas būtinas ruošiant ir įgyvendinant užterštų teritorijų valymo projektus ir juos sėkmingai įgyvendinant.

INŽINERINIAI HIDROGEOLOGINIAI TYRIMAI

Tarp **netradicinių matematinio modeliavimo** taikymo atvejų derėtų išskirti pietinės Baltijos artezinio baseino dalies požeminio vandens užšalimo–atitirpimo paskutiniojo ledynmečiu metu atkūrimą bei jo sukurtos hidrodinamikos poveikį dabartinei hidrocheminei regiono situacijai aiškinti (Zuzevičius 2010) (4 pav.). Metodiniu požiūriu įdomus filtracijos dėsnio vandens judėjimui akrotelme modeliuoti panaudojimas sudėtingam Rėkyvos aukštapelkės sezoniniam vandens režimui interpretuoti bei geoterminės energijos naudojimo Klaipėdos jėgainėje įtakos geologinei aplinkai vertinimas (5 pav.).

Pastarasis atliktas modeliuojant terminio vandens gavybos ir grąžinimo į produktyvųjį ir kitus vandeningus sluoksnius įvairias schemas. Modeliniai tyrimai parodė: 1 – išsprendus injekcijos problemą, produktyvaus Viešvilės komplekso šiluminės energijos išteklių yra pakankami 50 metų trukmės jėgainės darbui planuotu 20,8 MW geoterminiu galingumu; 2 – injektuotas vanduo gavybinius grąžinius pasiektų per 10–15 metų, tačiau jo dalis debite po 50 metų neviršytų 10%; per 50 metų produktyviame komplekse temperatūros pažemėtų maždaug 15 km² plote; 3 – panaudoto mineralizuoto (apie 95 g/l) vandens grąžinimas į Šventosios–Upninkų kompleksą esminio neigiamo poveikio pastarojo hidrodinamikai, hidrochemijai ir šiluminiam režimui nedarytų; analogiškos injekcijos į viršutinio permio–Žagarės sluoksnį atveju, gėlo vandens vandenvietes jis pasiektų per 10 metų; 4 – įvairių temperatūrų ir cheminės sudėties požeminio vandens sąveika gali nežymiai padidinti mišinio prisotinimą geležies mineralais (hematitu ir magnetitu) ir sukelti jų iškritimą į nuosėdas sluoksnyje arba grąžinių filtruose; 5–50 metų trukmės injekcijos sukeltas Viešvilės komplekso atšalimas poveikio zonoje nuo 37–39°C iki 11°C yra istoriškai negrįžtamo



7 pav. Deguonies koncentracija ir hidraulinio efektyvumo koeficiento (α) kaita išvalytame “in situ” požeminiame vandenyje aktyvuotame magnetiniu poveikiu: 1 – siurbiamas tik aeruotas vanduo, 2 – siurbiamas aeruotas ir magnetiškai aktyvuotas vanduo

pobūdžio. Sustabdžius injekciją, jis iki pradinės temperatūros išiltų daugiau kaip per 6000 metų.

Požeminio geriamojo vandens kokybė ir jos gerinimas. Organoleptines (skonis, spalva) požeminio geriamojo vandens savybes Lietuvos hidrogeologinėmis sąlygomis dažnai pablogina gamtinės kilmės geležies ir mangano junginiai. Jų koncentracijų formavimuisi, pasiskirstymo migracijos formų kaitai svarbiausiuose vandeninguose sluoksniuose pašvęstas ilgametis projektas, kurio rezultatai paskelbti monografijoje (Diliūnas, Jurevičius, Kaminskas 2002 ir kt.) ir daugelyje straipsnių bei mokslinių konferencijų pranešimuose (6 pav.). Šių tyrimų pagrindu drauge su Vilniaus Gedimino technikos universiteto mokslininkais atliktas požeminio geriamojo vandens kokybės tipizavimas pagal galimus geležies ir mangano šalinimo metodus. Mūsų eksperimentais pagrįstas bene efektyviausias ir ekonomiškiausias geležies ir mangano junginių šalinimo iš vandens metodas – tiesiogiai vandeningajame sluoksnyje (*in situ*). Šis metodas įdiegtas kai kuriose Vilniaus (Tupatiškių, N. Vilnios), N. Akmenės rajono

(Kruopių, Sablauskių) vandenvietėse. Tobulinant *in situ* metodą išbandėme infiltruojamo į vandeningąjį sluoksnį aeruoto vandens magnetinimą. Išvalytame vandenyje geležies ir mangano koncentracijos sumažėjo dar 4–7 kartus, lyginant tik su aeruotu (Diliūnas, Jurevičius, Rinkevičienė 2006) (7 pav.). Šis patobulinimas įdiegtas Kauno Vilijampolės pramoniniame vandentiekyje.

Geležies ir mangano šalinimo *in situ* metodo tolimesnis tobulinimas ir įdiegimo plėtra – vienas svarbiausių Lietuvos hidrogeologijos eksperimentinės plėtos uždavinių.

Sprendžiant **sąvartynų aplinkos apsaugos priemonių konstravimo uždavinius** originalūs lauko eksperimentiniai ir analiziniai tyrimai atlikti vertinant nuotėkų dumblo panaudojimą sąvartynų dangos nelaidžiam sluoksniui įrengti (Kauno Lapių sąvartyne). Nustatyta, kad tai efektyvus ir ekonomišką priešfiltracinės apsaugos būdas. Nuotėkų dumblas turėtų būti ne trumpiau nei 12–18 mėnesių išlaikytas aeracinėje aplinkoje (atvirose saugojimo aikštelėse). Dangoje priešfiltracinis dumblo sluoksnio storis galėtų būti iki 1,0 m storio (Diliūnas ir kt. 2010).

ŽVILGSNIS Į ATEITĮ

Aktualios Lietuvai išlieka bendros hidrogeologinės problemos, tokios kaip požeminio vandens formavimasis technogeninės apkrovos ir galimo klimato kitimo sąlygomis, naujų hidrogeologinių tyrimo metodų ir priemonių kūrimas bei taikymas, Lietuvos ūkio poreikių tenkinimas. Viena svarbiausių Lietuvai hidrogeologinių problemų yra nepagrįstai intensyvaus druskų naudojimo sniegui tirpdyti keliuose poveikio geriamo požeminio vandens ištekliams ištyrimas. Šios ir kitos hidrogeologinės problemos reikalauja valstybės finansuojamų fundamentinių ir taikomųjų tyrimų. Vien eksperimentinės plėtos projektų, finansuojamų ūkio subjektų lėšomis, vykdymas yra nepakankamas hidrogeologijos mokslo Geologijos ir geografijos institute išlikimui.

Literatūra

Čyžius, G., Diliūnas, J., Karvelienė, D., Zuzevičius, A., 2005. The impact of urbanization on the shallow groundwater chemical outflow in the vicinity of the Kaunas city. *Proceedings of the conference "Hydrogeological transboundary problems. West and East European bridge". 22-26 November, 2004 Warsaw, Poland. Polish Geological Institute Special Paper Vol. 18, 2005, Warsaw, 39–44.*

Diliūnas, J., Bajorinas, V., Čyžius, G., Jagminas, E., Jurevičius, A., Kaminskas, M., Karvelienė, D., 2004. Hidrogeologiniai technogeniniai procesai ir jų prognozė. *Lietuvos Žemės gelmių raida ir ištekliai* (atsak. red. V. Baltrūnas). Vilnius, 515–529.

Diliūnas, J., Bajorinas, V., Čyžius, G., Jagminas, E., Jurevičius, A., Kaminskas, M., Karvelienė, D. 2004b., Požeminio vandens technogenezės ypatybės. *Lietuvos Žemės gelmių raida ir ištekliai* (ats. red. V. Baltrūnas). Vilnius, 481–515.

Diliūnas, J., Dundulis, K., Gadeikis, S., Jurevičius, A., Kaminskas, M., 2010. Geotechnical and Hydrochemical Properties of Sewage Sludge. *Bulletin of Engineering Geology and the Environment* 69 (4), 575–582.

Diliūnas, J., Jonaitis, A., Jurevičius, A., Rinkevičienė, E., 2006a. Intensified elimination of iron and other thindispersed compounds from groundwater *in situ* by magnetic activation. *Geologija* 56, 60–66.

Diliūnas, J., Jurevičius, A., Jonaitis, K., Rinkevičienė, E., 2006b. Magnetinio apdorojimo įtaka geležies šalinimui iš požeminio vandens *in situ*. *Cheminė technologija* 3 (41), 52–57.

Diliūnas, J., Jurevičius, A., Kaminskas, M., 2002. *Manganas Lietuvos gėlame požeminiame vandenyje*. Vilnius, Geologijos ir geografijos institutas, Lietuvos geologijos tarnyba, 73 pp.

Diliūnas, J., Jurevičius, A., Karvelienė, D., 2009. Migration forms of main chemical elements in the groundwater of the Quaternary deposits of Lithuania. *Baltica* 22 (2), 123–132

Diliūnas, J., Kaminskas, M., Bajorinas, V., 2001. *Kauno buitinių atliekų sąvartyno Lapėse hidromonitoringas ir dujų tyrimai (1995-2000)*. Kaunas–Vilnius, Kauno savivaldybė, Geologijos institutas, 50 pp.

Diliūnas, J., Karvelienė, D., Čyžius, G., Jagminas, E., 2004. Technogeninių hidrogeologinių veiksnių raiškos aplinka ir jos schematizavimas. *Geologija* 46 (2), 27–39.

Diliūnas, J., Karvelienė, D., Jurevičius, J., 2010. Subsurface chemical runoff in Lithuanian area. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management* 18 (3), 196–206.

Jurevičius, A., Diliūnas, J., Jagminas, E., Bajorinas, V., 2005. Migration forms of chemical elements in shallow groundwater of Lithuania. *Proceedings of the conference "Hydrogeological transboundary problems. West and East European bridge". 22-26 November, 2004 Warsaw, Poland. Polish Geological Institute Special Paper 18, Warsaw, 22–26.*

Kaminskas, M., Diliūnas, J., Čyžius, G., Karvelienė, D., Zuzevičius, A., 2004. Požeminio ir paviršinio vandens apsauga buitinių atliekų sąvartynų aplinkoje. *Vandens ūkio inžinerija, Mokslo darbai* 26 (24), 87–92.

Klimas, A., Plankis, M., Zuzevičius, A., Diliūnas, J., Čyžius, G., 2003. Urbanizuotų teritorijų požeminio vandens formavimosi gamtinė dedamoji. *Geografijos metraštis* 36 (2), 20–33.

Mokrik, R., 2003. *Baltijos baseino paleohidrogeologija. Neoproterozojus ir fanerozojus*. Vilnius, Vilniaus universiteto leidykla, 332 pp.

Mokrik, R., Petkevičius, R., Zuzevičius, A., 2004. Baikalinio tektoninio megaciklo paleohidrogeologija. *Lietuvos Žemės gelmių raida ir ištekliai* (atsak. red. V. Baltrūnas). Vilnius, 337–339.

- Mokrik, R., Petkevičius, R., Zuzevičius, A., 2004. Hercinio tektoninio megaciklo paleohidrogeologija. *Lietuvos Žemės gelmių raida ir ištekliai* (ats. red. V. Baltrūnas). Vilnius, 343–353.
- Zuzevičius, A., 2003. Požeminio vandens dinamikos formavimosi sąlygos Lietuvos teritorijoje pleistoceno metu. *Litosfera* 7, 56–68.
- Zuzevičius, A., 2010. The groundwater dynamics in the southern part of the Baltic Artesian Basin during the Late Pleistocene. *Baltica* 23 (1), 1–12.
- Дилонас, И., Каминскас, М., Карвялене, Д., Зузявичюс, А., 2005. Условия техногенеза подземных вод в гидрогеологической среде Литвы. *Проблемы водных ресурсов, геотермии и геоэкологии. Материалы Международной научной конференции, посвященной 100-летию со дня рождения академика Г.В. Богомолова, Минск, 1–3 июня 2005 г.* Минск, Национальная академия наук Беларуси, Институт геохимии и геофизики, 1, 88–91.