

Kostas Kaušinis, Vilniaus universitetas

LIETUVOS POŽEMINIO VANDENS CHEMINĖS SUDĖTIES FORMAVIMOSI DĖSNINGUMAI*

Viršutinės kreidos vandeningasis sluoksnis

Ivadas

Lietuvos požeminio vandens cheminę sudėtį tyrė daug specialistų (Lietuvos geologija, 1994). Tačiau hidrogeochemijos mokslo pasiekimai skatina detaliau pažvelgti į požeminio vandens susidarymo dėsningumus, visapusiškiau „perskaityti“ informaciją, kuri užkoduota vandens cheminės analizės duomenyse. Siekiant šio tikslo, buvo atlikta detali viršutinės kreidos požeminio vandens duomenų analizė ir išsakytas naujas požiūris dėl kai kurių procesų bei veiksnių, formavusių jo cheminę sudėtį.

Kreidos periodu, prasidėjusiu prieš 135 mln. metų ir trukusiu 70 mln. metų, baigėsi Žemės vystymosi mezozojaus era. Kreidos vandeningas kompleksas, kuriam priklauso ir viršutinės kreidos vandeningasis sluoksnis, sudaro viršutinę kainozojaus-mezozojaus hidrogeologinio aukšto dalį. Jame yra gėlo ir mineralinio požeminio vandens.

Viršutinės kreidos vandeningasis sluoksnis (K_v) slūgso tiesiog po kvartero danga. Daugiausia šis horizontas sudarytas iš karbonatinių kreidos sistemos darinių. Bendras nuogulų storis siekia 150 m. Vandeningiausia – viršutinė sluoksnio dalis (iki 40-60 m). Horizontui būdinga litologinė vandeningų uolienų kaita: pietinėje Lietuvoje vandeningąjį sluoksnį sudaro minkšta kreida, vakarų link didėja nuolaužinės (terigeninės) medžiagos, pjūvyje pasitaiko daugiau kreidos mergelio, molio, kurie yra kompaktiški ir hidraulinio požiūriu gali būti laikomi mažai laidžia vandenspara. Viršutinės kreidos vandeningojo sluoksnio filtracinės savybės nėra geros. Didesniame jo plote vandens pratakumo koeficiento reikšmės ne didesnės kaip 25-50 m^2/d (Juodkazis, 1979). Geresnių filtracinių savybių uolienų iki šiol aptikta tik Marijampolės-Vilkaviškio, Druskininkų ir Pagėgių-Tilžės zonose,

* Baigiamasis magistro darbas – Vilniaus universiteto „Hidrogeologijos ir inžinerinės geologijos“ studijų programa, 2006.

kur vandens pratakumo koeficientas kinta nuo 200 iki 600, o kai kur siekia 800-1200 m^2/d . Tai priklauso nuo uolienų sudėties ir plyšiuotumo (Lietuvos geologija, 1994). Padidėjusio laidumo vietose viršutinės kreidos vandeningasis horizontas eksploatuojamas viešajam geriamojo vandens tiekimui – vandenviečių debitas siekia 15-20 tūkst. m^3/d .

Sluoksnio kraigo slūgsojimo gylis priklauso nuo bendro sluoksnių polinkio pietvakarių link ir nuo šiuolaikinio reljefo: aukštesnėse kraigas slūgso giliau, o žemumose ir upių slėniuose – arčiau žemės paviršiaus. Spūdis virš kraigo kinta nuo 10-20 iki 100-150 m. Mažiausias spūdis nustatytas Nemuno ir Priegliaus žemumose bei Kuršių marių pakrantėje.

Hidrogeologinė situacija, lemianti vandens kokybę ir jo praktinio panaudojimo galimybę, kreidos vandeningame komplekse sudėtinga. Daugiausia ji priklauso nuo dviejų veiksnių. Pirmia, einant gilyn, vertikali vandens apytaka mažėja ir dėsningai didėja požeminio vandens mineralizacija. Antra, tektoninio trupinimo zonose sūrus vanduo veržiasi žemės paviršiaus link ir sudaro židininės hidrogeocheminės anomalijas (Lietuvos geologija, 1994).

Požeminio vandens srauto kryptis priklauso nuo mitybos ir ištakos sričių padėties. Viena srauto dalis formuojasi Dzūkijoje, kur pjezometrinis lygis 150-170 m. Dalis šio srauto suteka į Merkį, o kita pasiekia Nemuną. Analogiška padėtis ir Suvalkijoje. Tik čia požeminis srautas patenka į Nemuną ne iš dešiniojo, o iš kairiojo kranto pusės. Trečia srauto dalis formuojasi Žemaičių aukštumoje, kur pjezometrinio paviršiaus absoliutinis aukštis siekia 100-150 m. Požeminis vanduo teka Nemuno žemupio link, kur srautas, įveikęs mažai laidžių vandeniu uolienų hidraulinį pasipriešinimą, pasiekia Nemuną. Pjezometrinis vandeningojo komplekso lygis Nemuno deltoje artimas jūros lygiui, o jos prieigose 5-15 m aukštesnis (Lietuvos geologija, 1994).

Požeminio vandens cheminės sudėties metamorfizacijos procesai

Siekiant išsiaiškinti skirtingų vandens tipų išplitimo dėsningumus viršutinės kreidos vandeninajame sluoksnyje pagal Baltijos artezinio baseino hidrocheminę klasifikaciją (1 lentelė), buvo atliktas šio sluoksnio hidrocheminis rajonavimas.

Pateikiamos klasifikacijos pagrindą sudaro makrokomponentų – natrio, chloro ir hidrokarbonato – jonų santykio kitimas požeminiame vandenyje. Ši klasifikacija pagrįsta dydžiu $(rNa^+ + rCl^-) / rHCO_3^-$, kuris vadinamas požeminio vandens metamorfizacijos laipsniu. Simbolis „r“, rašomas kartu su jonų simboliu, nurodo, kad jonų koncentracija vandenyje pateikiama mg-ekv/l.

Metamorfizacijos laipsnio reikšmės atitinkamuose diapazonuose gerai atspindi požeminio

vandens metamorfizaciją, todėl galima sudaryti nenutrūkstamą skaitinių reikšmių eilę, kurios atskiri intervalai žymi tam tikrus požeminio vandens hidrocheminius tipus (Mokrik, 2003). Hidrokarbonatų jonai vyrauja meteogeninės kilmės požeminiame vandenyje, o natrio ir chloro jonai – sedimentogeninės, metamorfogeninės ir magmatogeninės, t.y. giluminės kilmės vandenyje (Mokrik, 2003).

Požeminis vanduo pagal cheminę sudėtį skirstomas į tris klases: karbonatinę, sulfatinę ir chloridinę. Riboje tarp jų hidrokarbonatų bei chloridų procentinis kiekis susilygina ir čia metamorfizacijos laipsnis lygus 2,3, o vidutinė mineralizacija – 0,63 g/l.

Karbonatinė klasė smulkiau skirstoma į tris tipus: *kalcio ir kalcio-magnio hidrokarbonatinį* (C_1), kur metamorfizacijos laipsnis mažesnis negu 0,33, mineralizacija vidutiniškai siekia 0,4 g/l,

1 lentelė. Baltijos baseino požeminio vandens hidrocheminė klasifikacija (Mokrik, 2003)
Table 1. Baltic Basin groundwater hydrochemical classification (Mokrik, 2003)

Klasė	Tipas ir indeksas	Polipis	Metamorfizacijos laipsnis $\frac{rNa^+ + rCl^-}{rHCO_3^-}$	Koncentracija, %-ekv.		Mineralizacija nuo-iki ir vidutine, g/l	Vidutinis slūgsojimo gylis, m	Vandens apykaitos zona				
				$rNa^+ + rCl^-$	$rHCO_3^-$							
Karbonatinė	Kalcio hidrokarbonatinis, C_1	a	<0,11	35	>70	<0,7	140	Aktyvios				
		b	0,11-0,22									
		c	0,22-0,33									
	Sulfatinė	Magnio kalcio hidrokarbonatinis	a	0,33-1,0	25-130	>44			0,36			
			b	1,0-1,65								
		Pirmas sulfatinis Antras sulfatinis Trečias sulfatinis	c	1,65-2,3					20-40* 40-60* 60-80* >80*	0,2-1,0		
			a	2,3-5,5								
			b	5,5-8,7								
		Ketvirtas sulfatinis, S_4 S_3 S_2 S_1	a	2,3-5,5					100-170	13-55	0,63	290
			b	5,5-8,7								
Chloridinė	Hidrokarbonatinis-chloridinis, C-Cl	c	8,7-12	120-185	1-15	1,6	360	Sulėtėjusios				
		a	12-56									
	Kalcio natrio chloridinis, Cl_1	b	56-100	155-175	0,52-1,75	7,3						
		a	12-56									
	Natrio chloridinis, Cl_2	Magnio natrio chloridinis (jūrinis), Cl_2	a	100-300	140-185	<0,52			4-40	530		
			b	300-5000								
c			5000-100000									
Natrio chloridinis, Cl_3		a	0,5-1,0**	140-185	<0,52	20->320	1850					
		b	300-5000									
Kalcio chloridinis, D	a	1-2**	110-150	<0,52	80->250	2300	Lėtos					
	b	>2**										

* – sulfatų koncentracija, %-ekv., ** – koeficientas rCa^{2+}/rNa^+

ir natrio hidrokarbonatinį (C_2), kur metamorfizacijos laipsnis kinta nuo 0,33 iki 2,3, o mineralizacija vidutiniškai yra 0,6 g/l.

Sulfatinė klasė daloma į keturis tipus pagal SO_4^{2-} jono %-ekv/l kiekį.

Chloridinė klasė smulkiau daloma į penkis tipus, kurie skiriasi susidarymo sąlygomis ir makrokomponentų sudėtimi.

Hidrokarbonatinis chloridinis (C-Cl). Metamorfizacijos laipsnis kinta nuo 2,3 iki 12, mineralizacija vidutiniškai siekia 1,6 g/l. Toks vanduo pagal katijonų sudėtį yra kaitus ir sudaro apatinią aktyvios apykaitos zonos dalį.

Kalcio-natrio-chloridinis (Cl₁). Metamorfizacijos laipsnis kinta nuo 12 iki 100, mineralizacija – 1,6-7,3 g/l. Vyrauja natrio ir chloro jonai, o hidrokarbonatų jonų kiekis neviršija 15 % (kartais sumažėja iki 1 %). Toks vanduo sudaro viršutinę sulėtėjusios apykaitos zonos dalį.

Magnio-natrio-chloridinis (jūrinis) (Cl₂). Metamorfizacijos laipsnis – 100-300, mineralizacija – 7,3-26 g/l.

Natrio chloridinis (Cl₃). Metamorfizacijos laipsnis kinta nuo 300 iki 100 000, mineralizacija – 26-140 g/l. Toks požeminis vanduo išplitęs apatinėje sulėtėjusios apykaitos zonos dalyje, kur natrio ir chloro jonų bendras kiekis siekia nuo 155 iki 185 %-ekv, o hidrokarbonatų – mažiau kaip 1 %-ekv.

Kalcio-chloridinis (D). Toks vanduo sudaro lėtos apykaitos zoną, kur dėl katagenetinių procesų požeminiame vandenyje padaugėja kalcio jonų ir požeminio vandens metamorfizacijos laipsnis pradeda mažėti. Kadangi itin metamorfizuoto požeminio vandens klasifikavimo pagrindą sudaro kalcio ir natrio jonų santykis, todėl kai $rCa^{2+}/rNa^+ > 0,5$, pagal metamorfizacijos laipsnį neklasifikuojama.

Hydrocheminių zonų išplitimas Lietuvoje priklauso nuo bendros geostruktūrinės padėties ir hidrogeodinaminės situacijos, taip pat nuo uolienų sudėties bei savybių. Išskiriamos trys vandens apykaitos zonos: aktyvios, sulėtėjusios ir lėtos (Lietuvos geologija, 1994).

Aktyvios vandens apykaitos zonos požeminis vanduo yra gėlas, hidrokarbonatinio arba sulfatinio tipo. Sulėtėjusios vandens apykaitos zonai būdinga padidėjusios mineralizacijos požeminis vanduo, kurio cheminė sudėtis kinta nuo hidrokarbonatinio chloridinio iki natrio chloridinio. Lėtai vandens apykaitos zonai būdingas stagnacinis požeminio vandens režimas, kur vanduo labai mineralizuotas (sūrymai) ir yra kalcio chloridinės kilmės (Mokrik, 2003). Priimant domėn aptartus

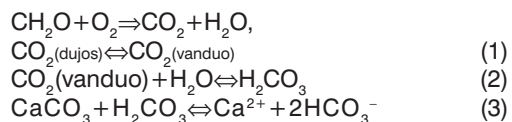
Baltijos arteziniam baseinui būdingus hidrocheminius dėsningumus, buvo atlikta detali viršutinės kreidos požeminio vandens formavimosi analizė.

Požeminio vandens cheminės sudėties formavimosi ypatumai

Remiantis Lietuvos geologinio fondo hidrogeocheminių duomenų bazėje sukauptais duomenimis, viršutinės kreidos vandeningajame sluoksnyje išskirti 5 požeminio vandens tipai: * kalcio magnio hidrokarbonatinis, * natrio hidrokarbonatinis, * hidrokarbonatinis chloridinis, * kalcio natrio chloridinis, * magnio natrio chloridinis (jūrinis).

Viršutinės kreidos vandeningajame sluoksnyje kalcio hidrokarbonatinio tipo vanduo išplitęs rytinėje bei pietrytinėje Lietuvos dalyse. Šio tipo vandens išplitimas viršutinės kreidos nuogulose susijęs su jų laidumu vandeniui bei karbonatinio cemento tirpinimu.

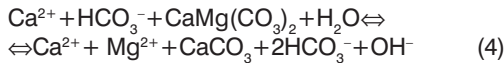
Vandeningąjį sluoksnį sudarančios uolienos yra karbonatingos, todėl vienas svarbiausių grūntinio vandens cheminės sudėties formavimosi procesų yra karbonatų tirpinimas jau aeracijos zonos uolienose. Atmosferinių kritulių vanduo, filtruodamasis per dirvožemį, dėl intensyvios organinės medžiagos degradacijos ir kalcito, esančio dirvožemyje, tirpinimo turtėja anglies dioksido ir tampa agresyvus karbonatinei medžiagai. Angliarūgštės šaltiniu gali būti ne tik atmosfera, bet ir įvairios biocheminės reakcijos, susijusios su organinės taršos destrukcija (Appelo, Postma, 1993).



1 lygtyje CH_2O – supaprastinta organinės medžiagos formulė. Jos destrukcijos metu išsiskyrusios CO_2 dujos tirpsta vandenyje, dalis šių dujų jungiasi su vandeniu ir sudaro anglies rūgštį, tirpinančią karbonatus (Klimas, 2003).

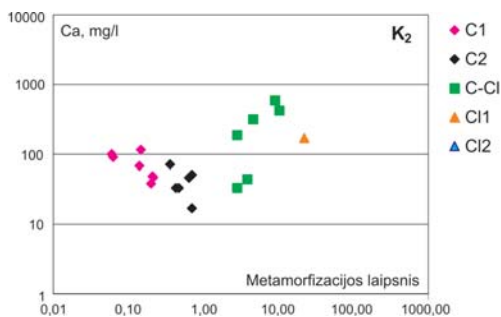
Vienu svarbiausių kalcio magnio hidrokarbonatinio tipo požeminio vandens formavimosi veiksnių yra meteogeninio vandens infiltracija iš aukščiau slūgsančių kvartero nuogulų. Šių procesų metu susidaręs kalcio hidrokarbonatinis požeminis vanduo intensyviai plauna kvartero nuogulų dolomitinį cementą, ko pasekoje įvyksta dedolomitizacijos procesas. Tokiu būdu vanduo papildomai praturtinamas Ca^{2+} , Mg^{2+} ir HCO_3^- jonu. Tokiais atvejais daugiausia formuojasi kalcio magnio hidrokarbonatinis vanduo, kurio

metamorfizacijos laipsnis kinta nuo 0,22 iki 0,33:



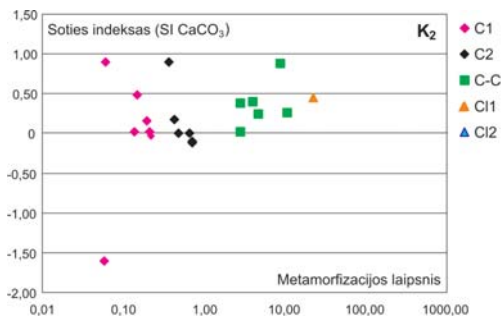
Sudarytoje viršutinės kreidos vandeningojo sluoksnio požeminio vandens prisotinimo kalciu diagramoje matyti, kad Ca^{2+} jonų koncentracija mažėja metamorfizacijos laipsniui didėjant iki 1,0 (1 pav.).

Ši kalčio jonų koncentracijos sumažėjimą galima paaiškinti tuo, kad iš aukščiau slūgsančių kvartero nuogulų Ca^{2+} , Mg^{2+} ir HCO_3^- jonais praturtintam infiltraciniam vandeniui patekus į viršutinės kreidos vandeningąjį horizontą, Ca^{2+} jonų perteklius naudojamas antrinio karbonatinio



1 pav. Viršutinės kreidos požeminio vandens Ca^{2+} koncentracijos priklausomybė nuo metamorfizacijos laipsnio. Požeminio vandens tipai: C₁ – kalcio magnio hidrokarbonatinis; C₂ – natrio hidrokarbonatinis; C-Cl – hidrokarbonatinis-chloridinis; Cl₁ – kalcio natrio chloridinis; Cl₂ – magnio natrio chloridinis (jūrinis).

Fig. 1. Dependence of calcium content in Upper Cretaceous groundwater on metamorphisation. Groundwater types: C₁ – calcium-magnesium hydrocarbonate; C₂ – sodium-hydrocarbonate; C-Cl – hydrocarbonate-chloride; Cl₁ – calcium-sodium-chloride; Cl₂ – magnesium-sodium-chloride (marine).



2 pav. Viršutinės kreidos vandeningojo kompleksio prisotinimo kalciu priklausomybė nuo metamorfizacijos laipsnio. Požeminio vandens tipai nurodyti 1 pav.

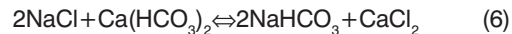
Fig. 2. Dependence of Upper Cretaceous groundwater saturation with calcium on metamorphisation. Groundwater types (see Fig. 1).

cemento formavimui. Dėl šios priežasties požeminio vandens soties kalciu laipsnis sumažėja (2 pav.).

Natrio hidrokarbonatinio tipo požeminis vanduo kreidos vandeningajame komplekse išplitęs Sūduvos ir Dzūkų aukštumose, Žemaičių aukštumos pietinėje dalyje bei Nemuno upės slėnyje. Iš dalies tokios cheminės sudėties vandens susidarymą galima sieti su kreidos vandeningojo kompleksu uolienų litologinėmis ypatybėmis. Kritulių vanduo, filtruodamasis per kreidos nuogulas, metamorfizuojasi dėl katijonų mainų su uolienomis. Viršutinės kreidos molingose nuogulose daug natrio, o infiltraciniame vandenyje gausu kalčio jonų. Kalcio jonai molio dalelėse pakeičia natrį, kuris patenka į tirpalą:



Tokiu būdu natrio hidrokarbonatinis vanduo formuojasi pačiame vandeningame horizonte. Tikėtina, kad įtakos natrio hidrokarbonatiniam vandeniui susidaryti viršutinės kreidos vandeningajame horizonte galėjo turėti ir pleistoceno metu vykusios Butėnų (Holšteino) ir Merkinės (Emio) jūros transgresijos. Maišantis kalcio hidrokarbonatiniam meteogeniniam ir magnio natrio chloridiniam jūriniam vandeniui, taip pat formuojasi natrio hidrokarbonatinis vanduo:

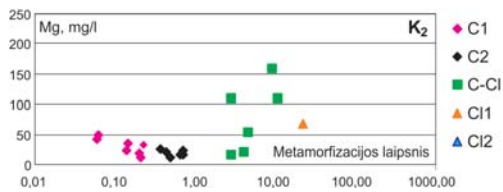


Jūros transgresijų metu vandeningų uolienų poras užpildo antrinis dolomitinis cementas, dėl kurio susidarymo sumažėja magnio jonų koncentracija vandeningame horizonte (3 pav.).

Taigi natrio hidrokarbonatinis vanduo viršutinės kreidos vandeningajame horizonte formavosi dėl dviejų priežasčių: * dėl infiltracinio vandens katijonų mainų su kompleksu uolienomis ir * dėl vandens atskiedimo poledyniniu laikotarpiu dėl pleistocene vykusių Butėnų (Holšteino) bei Merkinės (Emio) jūrų transgresijų.

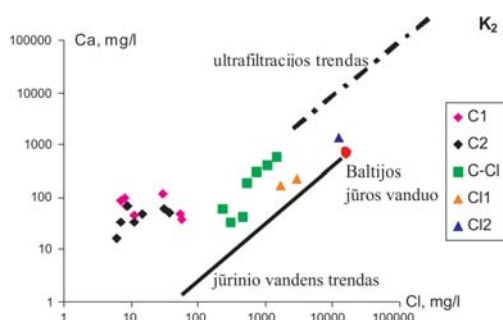
Dvejopą natrio hidrokarbonatinio vandens kilmę kreidos vandeningajame komplekse patvirtina ir sudaryta kalčio bei chloro jonų pasiskirstymo diagrama (4 pav.).

Kaip matyti sudarytoje viršutinės kreidos vandeningojo horizonto diagramoje, natrio hidrokarbonatinio C₂ tipo požeminio vandens taškai sudaro bendrą grupę su kalcio hidrokarbonatinio C₁ tipo požeminio vandens taškais. Iš to galima spręsti apie šių vandens tipų tarpusavio sąveiką, pasireiškiančią katijonų mainais, kai C₁ tipo vandens sudėtyje esantį Ca^{2+} pakeičia iš moliių mineralinės sudėties išstumtas Na^+ ir dėl



3 pav. Viršutinės kreidos požeminio vandens Mg²⁺ koncentracijos priklausomybė nuo metamorfizacijos laipsnio. Požeminio vandens tipai nurodyti 1 pav..

Fig. 3. Dependence of magnesium content in Upper Cretaceous groundwater on metamorphisation. Groundwater types (see Fig. 1).



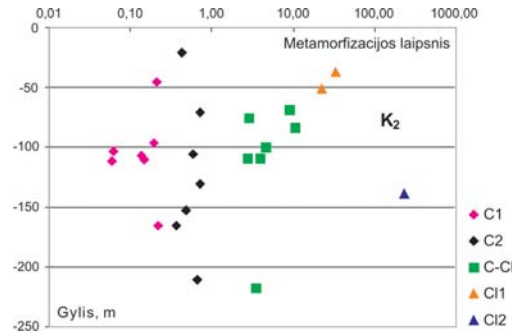
4 pav. Viršutinės kreidos požeminio vandens kalcio ir chloro jonų koncentracijų pasiskirstymas. Požeminio vandens tipai nurodyti 1 pav..

Fig. 4. Distribution of calcium and chloride ions in the Upper Cretaceous groundwater. Groundwater types (see Fig. 1).

šių procesų viršutinės kreidos vandeningajame horizonte susiformuoja natrio hidrokarbonatinis požeminis vanduo. Meteogeninio vandens infiltracija į jūrinio vandens prisotintą sluoksnį taip pat nulemia natrio hidrokarbonatinio ir hidrokarbonatinio chloridinio vandens susidarymą.

Didėjant slūgsojimo gyliui, sluoksnyje atsiranda hidrokarbonatinis chloridinis vanduo. Tai rodo aktyvios vandens apykaitos sąlygų pasikeitimą į sulėtėjusias. Tačiau sudarytose metamorfizacijos laipsnio priklausomybės nuo gylio diagramose matyti, kad požeminio vandens slūgsojimo gylis viršutinės kreidos vandeningajame horizonte neviršija 250 m (5 pav.).

Remiantis Baltijos artezinio baseino hidrochemine klasifikacija, mažiausias vidutinis sulėtėjusios vandens apykaitos zonos išplitimo gylis Baltijos arteziniame baseine yra 360 m. Tai reiškia, kad aktyvios vandens apykaitos zonoje susiformavęs labiau metamorfizuotas bei didesnės mineralizacijos požeminis vanduo nėra aktyvios apykaitos sąlygų pasikeitimo į sulėtėjusias pasekmė. Tokios cheminės sudėties požeminis vanduo kreidos vandeningajame komplekse galėjo formuotis dėl



5 pav. Viršutinės kreidos vandeningojo komplekso požeminio vandens metamorfizacijos laipsnio priklausomybė nuo slūgsojimo gylio. Požeminio vandens tipai nurodyti 1 pav.

Fig. 5. Dependence of Upper Cretaceous water-bearing complex metamorphisation on occurrence depth. Groundwater types (see Fig. 1).

kelių priežasčių. Pirmiausia, dėl kreidos vandeningajame komplekse egzistuojančio hidrocheminio barjero, t.y kuomet iš gilumos migruojantis chloridinės sudėties požeminis vanduo sąveikauja su aktyvios apykaitos zonos gėlu požeminiu vandeniu ir sąveikos zonoje susiformuoja hidrokarbonatinis chloridinis požeminis vanduo. Taip susidaro tarpinė hidrocheminė mažai mineralizuoto požeminio vandens zona. Tokią hidrokarbonatinio chloridinio vandens kilmę gerai atspindi diagrama (žr. 4 pav.), kurioje viršutinės kreidos C-Cl tipo vandens taškai išsidėsto maišymosi zonoje, kur iš vienos pusės nuo mitybos sričių atiteka hidrokarbonatinės klasės vanduo (C₁, C₂), iš kitos – per tektoninius lūžius chloridinės (Cl₁, Cl₂) klasės vanduo. Šių srautų sankirtos zonoje formuojasi hidrokarbonatinis chloridinis požeminio vandens tipas. Be to, diagramoje matyti ir požeminio vandens taškų išsibarstymas, kai vieni jų išsidėstę maišymosi zonoje, o kiti priartėję prie jūrinio vandens zonos. Tokį taškų poslinkį didesnio metamorfizacijos laipsnio jūrinio vandens zonos link lėmė pleistoceno laikotarpio jūrinio vandens praskiedimas meteogeniniu vandeniu (žr. 5 pav.). Šį teiginį taip pat patvirtina didelė kalcio jonų koncentracija vandenyje. Aptarto tipo požeminio vandens yra aptikta Užnemunės žemumoje.

Hidrocheminės anomalijos susijusios ir su kylančiu požeminio vandens srautu iš giliau slūgsojančių vandeningųjų sluoksnių tektoninių lūžių zonose ar per kitos kilmės (pvz., gilius erozinius įrėžius) hidrogeologinius „langus“ (Juodkakis, 2003). Didesnės mineralizacijos vanduo, patekęs į gėlesnio vandens zoną, keičia čia esančio vandens cheminę sudėtį ir fizines savybes. Dėl to židinių hidrocheminių anomalijų vietoje vyrauja

kylanti požeminio vandens filtracija. Mineralizuoto vandens lokalias iškrovos ties Druskininkais ir Birštonu susijusios su kristalinio pamato bei ordoviko-kambro lūžiais, per kuriuos padidėjusio druskingumo ordoviko-kambro požeminis vanduo vertikaliai migruoja į aukščiau slūgsančius vandeningus horizontus.

Didėjant požeminio vandens metamorfizacijos laipsniui ir bendrai mineralizacijai, formuojasi kalcio natrio chloridinis ir magnio natrio chloridinis vanduo. Minėtų tipų požeminio vandens viršutinės kreidos vandeningajame sluoksnyje aptinkama tik židinių hidrocheminių anomalijų išplitimo vietose ties Druskininkais, Birštonu bei Nemuno ir Šešupės upių slėniuose. Šių tipų vandens kilmė viršutinės kreidos vandeningajame sluoksnyje susijusi su kylančios filtracijos reiškiniais, kuomet iš gilumos migruojantis chloridinės sudėties požeminis vanduo sąveikauja su aktyvios apykaitos zonos gėlu požeminiu vandeniu. Požeminio vandens cheminės sudėties tipų išplitimas vandeningojo sluoksnio plote pateiktas žemėlapyje (6 pav.).

Viršutinės kreidos vandeningajame sluoksnyje kalcio magnio hidrokarbonatinio tipo vanduo išplitęs rytinėje bei pietrytinėje Lietuvos dalyse.

Šio tipo vandens išplitimas viršutinės kreidos nuogulose susijęs su jų laidumu vandeniui bei karbonatinio cemento tirpinimu.

Natrio hidrokarbonatinio tipo požeminis vanduo viršutinės kreidos vandeningajame sluoksnyje išplitęs Sūduvos ir Dzūkų aukštumose, Žemaičių aukštumos pietinėje dalyje bei Nemuno upės slėnyje. Šio vandens metamorfizacijos laipsnis didesnis nei kalcio hidrokarbonatinio požeminio vandens.

Sudarytame hidrocheminiame žemėlapyje matyti, kad hidrokarbonatinio chloridinio požeminio vandens išplitimas yra lokalus. Atskirų vandens židinių yra ties Druskininkais, Alytumi ir Birštonu.

Didžiausios metamorfizacijos CaNaCl (Cl_1) ir MgNaCl (Cl_2) požeminio vandens viršutinės kreidos vandeningajame sluoksnyje aptinkama tik vienoje vietoje – ties Druskininkais ir Varėna esančioje hidrocheminėje anomalijoje.

Baigiamosios pastabos

♦ Viršutinės kreidos vandeningojo sluoksnio požeminis vanduo formuojasi išskirtinai aktyvios vandens apykaitos zonoje. Kalcio magnio

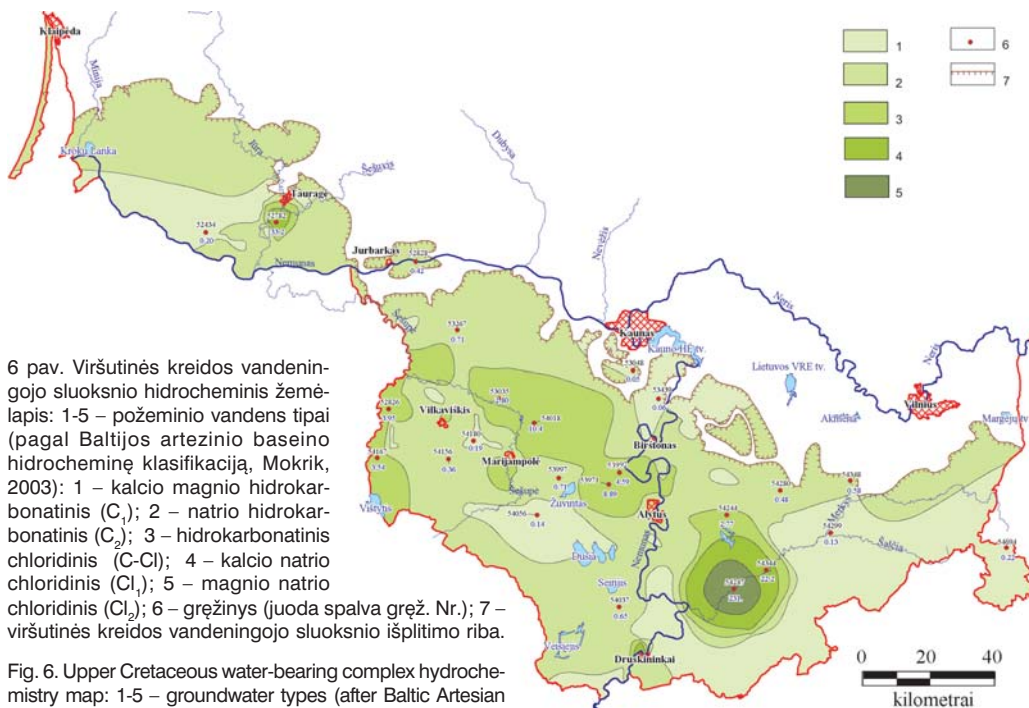


Fig. 6. Upper Cretaceous water-bearing complex hydrochemistry map: 1-5 – groundwater types (after Baltic Artesian Basin hydrochemical classification, Mokrik, 2003): 1 – calcium-magnesium hydrocarbonate (C_1); 2 – sodium-hydrocarbonate (C_2); 3 – hydrocarbonate-chloride (C-Cl); 4 – calcium sodium chloride (Cl_1); 5 – magnesium-sodium-chlo-

ride (Cl_2); 6 – drilled well (No. shown black, metamorphisation degree – blue); 7 – Upper Cretaceous aquifer occurrence boundary.

hidrokarbonatinio tipo požeminis vanduo jame formuojasi dėl intensyvios organinės medžiagos degradacijos ir karbonatų, esančių dirvožemyje, tirpinimo. Tokiu būdu vanduo praturtinamas Ca^{2+} , Mg^{2+} ir HCO_3^- jonais. Natrio hidrokarbonatinio požeminio vandens kilmė viršutinės kreidos vandeningajame sluoksnyje dvejopa: tokios cheminės sudėties vanduo susiformavo dėl katijonų mainų reakcijos ir dėl pleistoceno metu įvykusių Butėnų (Holšteino) ir Merkinės (Emio) jūrų transgresijų, kai natrio magnio chloridinis (jūrinis) vanduo susimaišė su holoceno kalcio hidrokarbonatinio me-teogeniniu vandeniu.

♦ Chloridinis hidrokarbonatinis vanduo viršutinės kreidos vandeningajame sluoksnyje formuojasi židinių hidrocheminių anomalijų vieto-se, kai per tektoninių lūžių zonas dėl kylančios filtracijos padidėjusios mineralizacijos vanduo są-

veikauja su aktyvios apykaitos zonos gėlu požeminiu vandeniu ir šių vandenų sąveikos zonoje formuojasi hidrokarbonatinės chloridinės klasės požeminis vanduo. Taip pat tikėtina, kad šio tipo vandens formavimuisi įtakos turėjo ir Holšteino bei Emio jūrų transgresijos.

♦ Chloridinės klasės požeminio vandens atsiradimas viršutinės kreidos vandeningajame sluoksnyje negali būti siejamas su aktyvios vandens apykaitos sąlygų pasikeitimu į sulėtėjusios, nes tiek kalcio natrio chloridinis, tiek magnio natrio chloridinis (jūrinis) vanduo šiam sluoksnyje aptinkamas tik hidrocheminių anomalijų vietose. Taigi ir šio vandens kilmė turėtų būti susijusi su didelės mineralizacijos požeminio vandens pritekėjimu per tektoninius lūžius. Dėl panašios cheminės sudėties jūriniam vandeniui neatmetama ir jūrinė šio vandens kilmė.

Literatūra

- Appelo C.A.J., Postma D. Geochemistry groundwater and pollution. – Rotterdam, A.Balkema, 1993. – 536 p.
 Grigelis A. Kreida. // Lietuvos geologija. – V., 1994. – P. 153-167.
 Juodkasis V. Pabaltijo hidrogeologijos pagrindai. – V., 1979. – 142 p.
 Juodkasis V. Regioninės hidrogeologijos pagrindai. – V., 2003. – 171 p.
 Klimas A. Geriamojo vandens hidrogeochemija. – V., 2003.
 Mokrik R. Baltijos baseino paleohidrogeologija. Neoproterozojus ir fanerozojus. – V., 2003. – 333 p.

Summary

Regularities in Chemistry of Lithuania's Groundwater: the Upper Cretaceous Aquifer

Many authors have studied Lithuania's groundwater chemistry. Nevertheless, the achievements in hydrochemistry prompt to go deeper into the details of groundwater formation, to read comprehensively the information coded in chemical analysis data. To reach this goal, the detailed analysis of Upper Cretaceous groundwater data has been performed and new views on some processes and factors affecting water chemistry have been expressed.

The hydrochemical map compiled shows that distribution of hydrocarbonate-chloride groundwater is local. Some separate areas of this water are observed at the towns of Druskininkai, Alytus and Birštonas. While the highest metamorphisation of the $\text{CaNaCl}(\text{Cl}_1)$ and $\text{MgNaCl}(\text{Cl}_2)$ water in the Upper Cretaceous aquifer has been observed only in one area, i.e., in a hydrochemical anomaly at Druskininkai.

Groundwater in the Upper Cretaceous water-bearing system is being formed only in the zone of active water exchange. The calcium hydrocarbonate type is formed due to intense degradation of organic matter and dissolution of soil calcite re-

sulting in water that is rich in calcium, magnesium and hydrocarbonate ions. The sodium hydrocarbonate water type in the Upper Cretaceous aquifers is caused by two processes: cation exchange reaction, and conditions formed during Butėnai (Holstein) and Merkinė (Emsian) sea transgression in Pleistocene, when sodium magnesium chloride (marine) water was mixing with Holocene calcium hydrocarbonate meteoric water.

Chloride hydrocarbonate water in the Upper Cretaceous aquifers is formed in the sites of hydrochemical anomalies, when water of increased mineral content due to upward movement via tectonic fractures interacts with fresh groundwater in the active exchange zone. The result is groundwater of hydrocarbonate chloride type. Formation of this type of water likely depends also on Holsteinian and Emsian transgressions.

Chloride type of groundwater in the Upper Cretaceous aquifers should not be related to changes in the conditions of active exchange zone towards slower exchange, since both calcium sodium chloride and magnesium sodium chloride (marine) water is observed in this layer only at the sites of hydrochemical anomalies. Thus, the origin of this water is related to inflow of highly mineralised water via tectonic fractures. Because of close vicinity of sea water, the marine origin of this water could not be rejected either.