

Geologijos ir geografijos institutas

**GRUNTINIO, DIRVOŽEMIO BEI
PAVIRŠINIO VANDENS
IR DIRVOŽEMIO
TYRIMAI PAGAL ICP IM PROGRAMA**

Vilnius – 2008

Geologijos ir geografijos institutas

TVIRTINU:

**Geologijos ir geografijos instituto direktorius
Dr. Petras Šinkūnas**

**GRUNTINIO, DIRVOŽEMIO BEI
PAVIRŠINIO VANDENS IR DIRVOŽEMIO
TYRIMAS PAGAL ICP IM PROGRAMĄ**

**2008 metų darbų ataskaita
(2008 m. liepos mėn 15 d. sutartis Nr. 4F08-96)**

Darbo vadovas:

Dr. Ieva Baužienė

Vilnius – 2008

TURINYS

ĮVADAS	4
1. Objektas ir metodika	5
2. Rezultatai ir jų aptarimas	7
2.1. Kritulių kiekio dinamika monitoringo stotyse 1994–2008 m.	7
2.2. Vandens balansas pagrindinėse geosistemos grandyse	9
2.2.1. Dirvožemio vanduo.....	9
2.2.2. Gruntinis vanduo.....	17
2.2.3. Upelio vanduo	19
2.3. Cheminių vandens savybių kitimas	25
2.3.1. Dirvožemio vandens savybės.....	25
2.3.2. Gruntinio vandens savybės.....	34
2.3.3. Upelio vandens savybės	44
2.4. Medžiagų balanso išnešimo sudedamosios dinamika	48
2.4.1. Azoto ir fosforo bei sieros išnešimas iš dirvožemio	48
2.4.2. Azoto ir fosforo bei sieros išnešimas iš gruntinio vandens.....	52
2.4.3. Medžiagų išnešimas upeliu.....	58
2.5. Santykinai natūralių geosistemų būklės rodikliai	61
IŠVADOS	63
LITERATŪRA	64

IVADAS

Integruoto monitoringo teritorijose Lietuvoje, sąlygiškai natūraliose ekosistemose jau penkiolika stebima ekosistemų būklė. Ekosistemos būklės pokyčiai įvertinami pagal pamatinių ekosistemos elementų dirvožemio, dirvožemio vandens, gruntinio vandens cheminės sudėties dinamiką. Analizuojant šiuos duomenis drauge su kritulių duomenimis, vertinamas su tolimomis pernašomis į Lietuvos teritoriją patenkančių teršalų kaupimasis ir pakitimas dirvožemyje, nustatomas medžiagų išplovimo iš dirvožemių režimas, migracijos keliai ir teršalų patekimas į gruntinį vandenį, bei išnešimas upeliais į paviršinio vandens telkinius.

Šie duomenys naudingi, sudarant balansus ir modelius, pagal kuriuos įvertinamas antropogeninės veiklos poveikis natūralioms ekosistemoms ir prognozuojama jų būklė ateityje. Sąlygiškai natūralių ekosistemų monitoringo duomenis galima naudoti kaip atskaitos tašką, vertinant regioninę taršą, jungti į globalios taršos vertinimo sistemą.

Vykdydamas “Gruntinio, dirvožemio bei paviršinio vandens ir dirvožemių tyrimas pagal ICP IM programą”, Geologijos ir geografijos institutas atliko tokius techninėje užduotyje numatytus darbus:

1. Dirvožemio vandens, gruntinio vandens ir upelių vandens pavyzdžių cheminių analizių 2008 metų duomenų patikimumo tikrinimas. Kartu su Aplinkos apsaugos agentūros Aplinkos tyrimų departamento laboratorijos darbuotojais buvo tikrinami dirvožemio vandens, gruntinio vandens ir upelių vandens pavyzdžių cheminės analizės 2008 metų duomenys. Patikrintas vandenyje ištirpusių jonų balansas.

2. Integruoto monitoringo teritorijose pavasario bei rudens sezonais buvo atlikta stebėjimų įrangos patikra Aukštaitijos ir Žemaitijos nacionaliniuose parkuose. Konsultuoti stebėtojai.

3. Skaičiuojama vandens balanso nuotėkio sudedamoji ir maistinių medžiagų (azoto, fosforo ir sieros), ištirpusių vandenyje balansas.

4. 2008 metų duomenys palyginimami su 2007 metų bei 1993–2007 metų laikotarpio duomenimis. Nustatomos ir įvertinamos vandens ir dirvožemio cheminės sudėties pokyčių priežastys.

5. Pokyčių priežasčių įvertinimas.

1. Objektas ir metodika

Geologijos ir geografijos institutas kompleksinio monitoringo programoje atlieka darbus keturiose paprogramėse: dirvožemio chemijos, dirvožemio vandens chemijos, gruntinio vandens chemijos bei upelių vandens chemijos.

Kompleksiniai dirvožemio vandens, gruntinio vandens bei upelių vandens cheminės sudėties tyrimai atliekami mažų upelių baseinuose, esančiuose Aukštaitijos ir Žemaitijos nacionaliniuose parkuose – tose vietose, kur antropogeninis poveikis yra mažiausias visoje Lietuvoje. Daroma prielaida, kad baseinai hidrologiškai yra uždari. Detalus upelių baseinų fizinis-geografinis, klimatinių rodiklių aprašymas, teminiai žemėlapiai, darbų vykdymo ir cheminių analizių metodikos pateiktos Geografijos instituto ataskaitose (Dirvožemių..., 1993, Dirvožemių..., 1994, Dirvožemių..., 1995). Šioje ataskaitoje daroma prielaida apie Aukštaitijos kompleksinio monitoringo stoties baseino ploto koregavimą (sumažinimą). Sukaupus daugiau duomenų ir atlikus detalesnes analizes vėliau bus galima nustatyti tikrąjį Aukštaitijos kompleksinio monitoringo stoties baseino plotą.

Pastovūs dirvožemio vandens, gruntinio vandens bei upelių vandens cheminės sudėties stebėjimai Aukštaitijos nacionalinio parko integruoto monitoringo teritorijoje (NP IMT) pradėti 1993 metų rudenį, o Žemaitijos NP IMT – 1995-ųjų metų pavasarį.

Dirvožemio vandens mėginiai cheminei analizei imami kas mėnesį šiltuoju metų laikotarpiu. Tuo pačiu apskaičiuojamas ir dirvožemio vandens nuotėkis iš 1 km² 20 cm ir 40 cm gyliuose. Jei žiemą dirvožemis būna neišalęs ir kartojami dažni atlydžiai, vandens pavyzdžiai imami ir dirvožemio vandens nuotėkis skaičiuojamas tuo pačiu periodiškumu. Kas mėnesį nustatomas dirvožemio drėgnumas 20 ir 40 cm gyliuose.

Gruntinio vandens mėginiai imami 6 kartus per metus, gruntinio vandens lygis matuojamas kas 2 savaites.

Upelių vandens mėginiai cheminei analizei imami kas mėnesį visus metus, pagal savirašių duomenis apskaičiuojami kasdieniai upelių debitai. Upelių vandenyje kas mėnesį išmatuojamas ištirpusio deguonies kiekis.

Visose trijose vandens paprogramėse nuo stebėjimų pradžios reguliariai analizuojama SO_4 , NO_3N , NH_4N , Ca, Na, K, Mg, Cl, $\text{P}_{\text{visuminis}}$, Mn, Fe, Si, pH. Nuo 2000 metų matuojamas fosfatų fosforo (PO_4P), ir visuminio azoto ($\text{N}_{\text{visuminis}}$) kiekis, nuo 2002 m. pradėta matuoti visuminį aliuminio kiekį, o nuo 2003 m. – visuminį organinės anglies kiekį. Nuo 2000 metų vidurio visose paprogramėse, 3 kartus per metus, balandžio, liepos ir spalio mėnesiais pradėta matuoti sunkiųjų metalų (Cu, Cr, Cd, Pb, Zn) kiekius gamtiniame vandenyje.

Visi mėginiai imami ir jų cheminės analizės atliekamos vadovaujantis vieninga metodika (The Working..., 1989, Environment..., 1993, ICP IM..., 1998), pagal kurią dirba ir kitos integruoto monitoringo programoje dalyvaujančios šalys.

Duomenys analizuojami rangų ir koreliacijų metodais.

2. Rezultatai ir jų aptarimas

Šioje ataskaitoje nagrinėjami 2008 metų dirvožemio vandens, gruntinio vandens bei upelių vandens stebėjimų rezultatai.

2.1 skyriuje trumpai apibūdinamas kritulių kiekio kitimas per stebėjimo laikotarpį

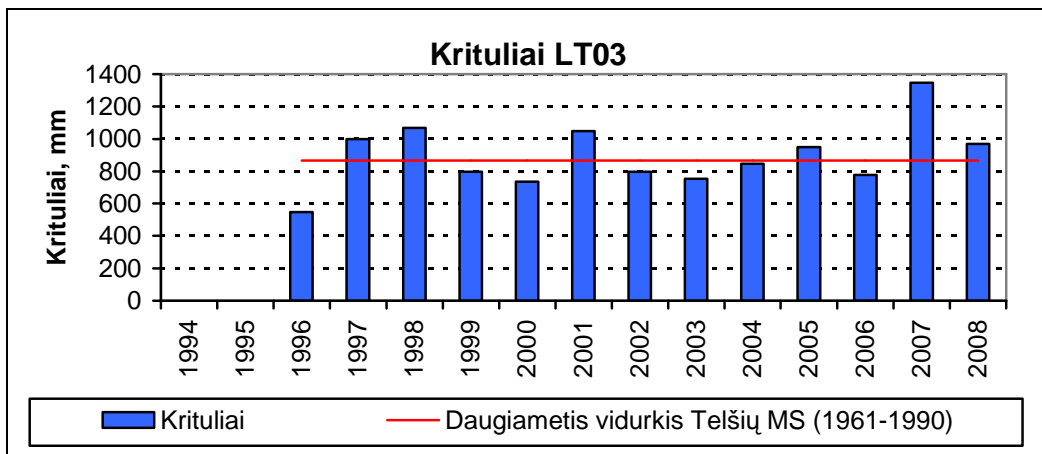
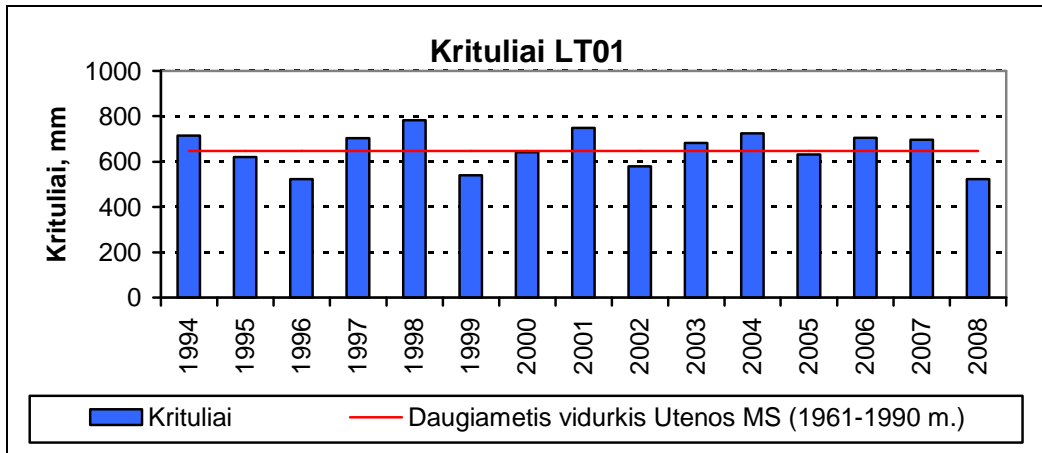
2.2 skyriuje aprašomi dirvožemio, gruntinio ir upelio vandens savybių vidurkiai. Dauguma parametrų stebimi nuo 1993-1995 metų. Vienodas dirvožemio ir gruntinio vandens stebėjimų ritmas nusistovėjo nuo 1998 m., todėl 1998–2007 metų duomenis galima matematiškai patikimai analizuoti. 2.2.3 skyrius užbaigiamas ekosistemos balanso išlaidų grandies tyrimu, nustatomos medžiagų išnešimo upelio vandeniu tendencijos.

2.3 skyriuje analizuojamas augalų mitybos makroelementų ir potencialių teršiančių medžiagų azoto ir fosforo bei sieros balansas dviejose ekosistemos komponentėse: dirvožemio ir gruntiniame vandenyje, nustatoma jų sąsaja su ekosistemos balanso išlaidų grandimi – medžiagų išnešimu upelio vandeniu.

2.1. Kritulių kiekio dinamika monitoringo stotyse 1994–2008 m.

Monitoringo stotyse stebimi kritulių ciklai. Pastarųjų 2005–2007 metų ciklas Aukštaitijoje mažiausiai kontrastingas, lyginant su ankstesniaisiais (1 pav.), kritulių kiekio nukrypimas nuo daugiamečio vidurkio 2005–2007 m. neviršijo 10 %, 2006 ir 2007 m. kritulių kiekis Aukštaitijos stotyje buvo panašus 9 ir 8 % didesnis už klimato normą. 2008 metais kritulių iškrito mažiausiai per visą stebėjimų laikotarpį, net 19 % mažiau už klimatinę normą ir 20% mažiau už 12 metų (trijų trimečių ciklų) vidurkį. Panašus kritulių deficitas buvo prieš dvylika metų, 1996 m.

Žemaitijos stotyje, kitaip negu Aukštaitijos, 2008 m. buvo drėgni, kritulių kiekis viršijo klimato normą 12%, o vidutinę stebėjimo laikotarpio reikšmę 8%. Žemaitijos monitoringo stoties kritulių ciklų ritmas nėra toks ryškus, kaip Aukštaitijoje, bet pastebimas. Išskyrus 2004 m., drėgni metai kartojosi kas tris metus: 1998, 2001, 2007 .



1 pav. Kritulių kiekio palyginimas su daugiamečiu vidurkiu (1961-1990 m. klimato norma).

2.2. Vandens balansas pagrindinėse geosistemos grandyse

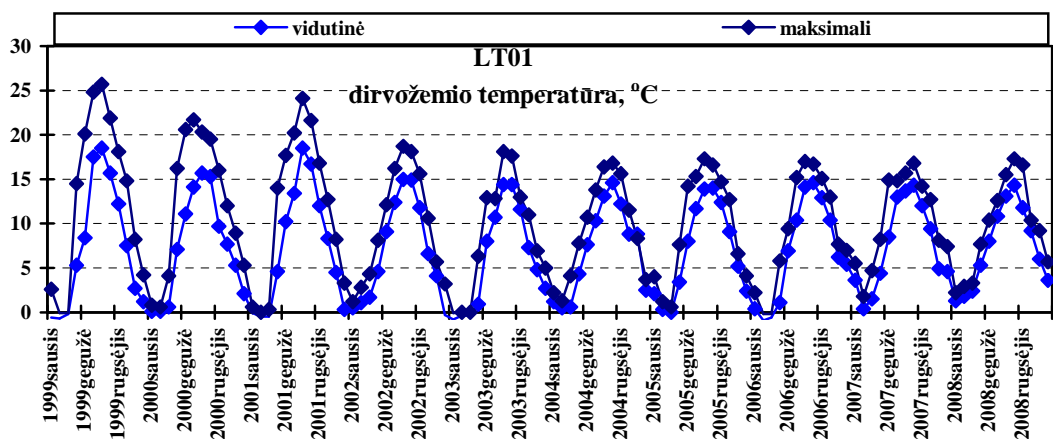
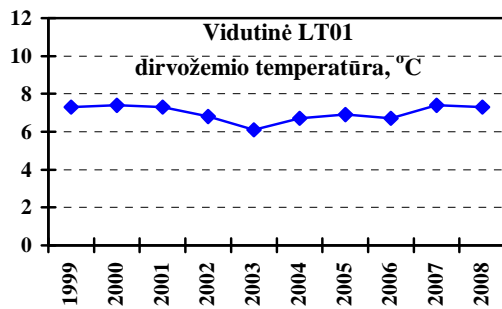
2.2.1 Dirvožemio vanduo

Dirvožemio temperatūros, išsalo, vandens srautų ir atsargų dinamika – tai savybių kompleksas, kuris rodo dirvožemio vandens ir šilumos režimų kaitą, dirvožemio klimato ypatybes – tai vertinga informacija nustatant dirvožemio savybių pokyčių priežastis, cheminių elementų migracijos ekosistemoje ypatybes.

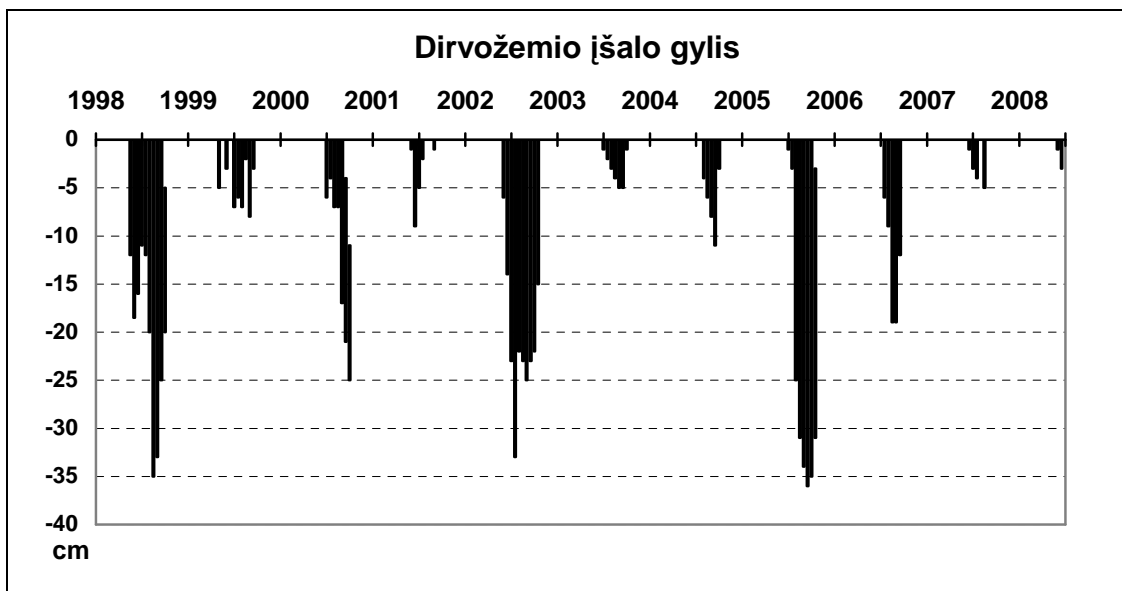
Aukštaitijos KMS dešimt metų (1999-2008) stebint dirvožemio temperatūrą (5, 10 ir 20 cm gyliuose) nustatyta, kad vidutinė reikšmės buvo stabilios, o pagrindinis pokytis buvo temperatūros amplitudės mažėjimas (2 pav.) – tai visos ekosistemos hidroterminio režimo kaitos pasekmė, nes kritulių ciklą kontrastiškumas taip pat mažėjo (1 pav.). Aukštaitijos monitoringo stotyje 2008 m. vidutinė dirvožemio temperatūra 5–20 cm gylyje buvo 7,3°C, artima 1999-2001 ir 2007 m. vidurkiams, bet net 1–1,1°C didesnė už mažiausią reikšmę, 2003 m. vidurkį.

Nuo 1998 m. kas 3–4 metus Aukštaitijos stotyje kartojasi šaltos žiemos, kai dirvožemis išsala giliau, negu 25 cm. Šaltomis žiemomis 1998–1999 m. ir 2002–2003 m. iššalas laikėsi 4,5 mėn., o 2005–2006 m. žiemą trumpiau – 3,5 mėn., bet pasiekė rekordinį 36 cm gylį.

2007–2008 metų žiemą dirvožemis išsalo silpniausiai per pastaruosius 11 metų, išsalo gylis neviršijo 5 cm, o ir truko rekordiškai neilgai: neįskaitant poros savaičių atodrėkio, iššalas tesilaikė 2 mėnesius. Ankstesnėmis šiltomis žiemomis (1999–2000, 2001–2002, 2003–2004, 2005 m.) dirvožemis būdavo išalęs mažiausiai du su puse mėnesio (3 pav.).



2 pav. Aukštaitijos KMS dirvožemio temperatūra (5, 10 ir 20 cm gyliuose).

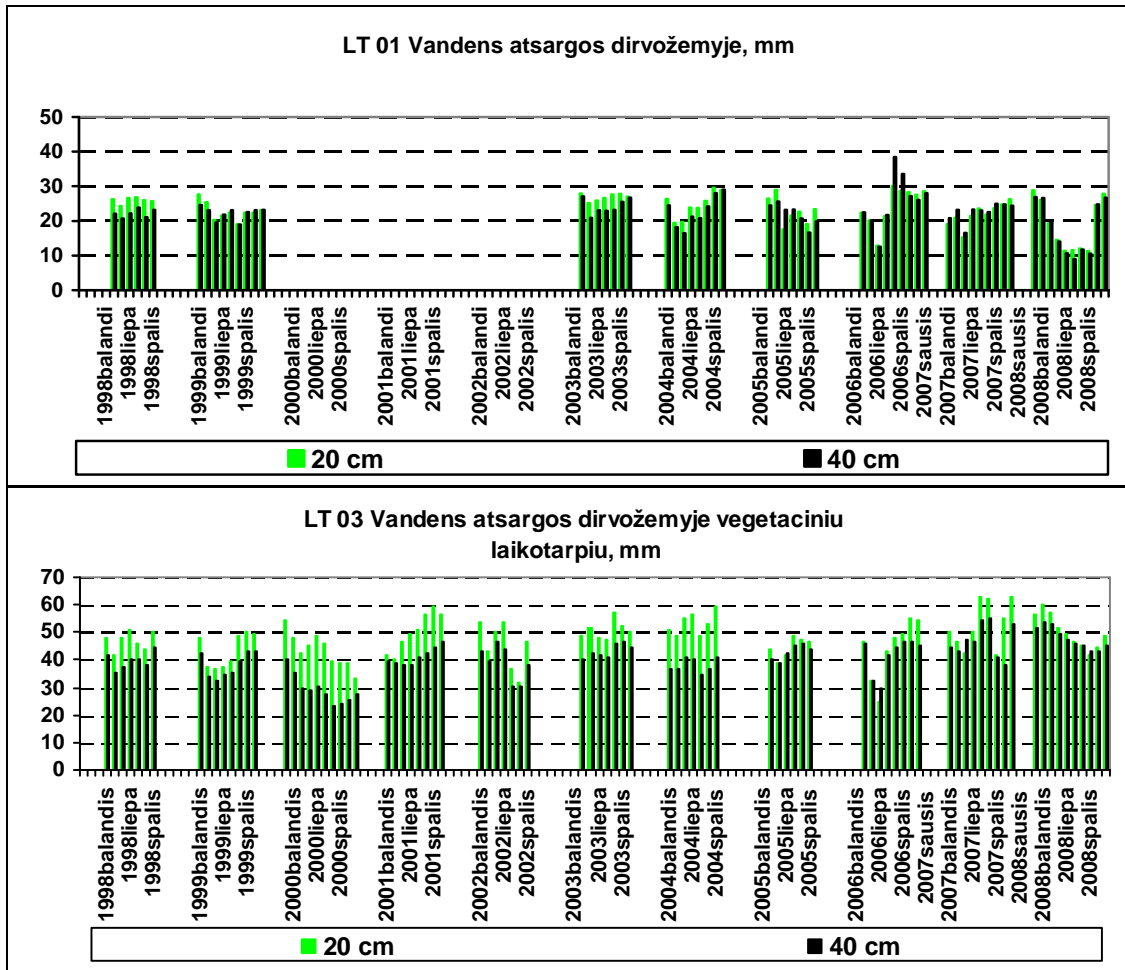


3 pav. Dirvožemio išalo gylio kaita Aukštaitijos KMS šalia pirmojo gręžinio. 1998-2008 m. žiemomis. Stulpelių plotis (matavimo dažnis) – 2 savaitės. „X“ ašyje tarpas tarp brūkšnelių – pusė metų.

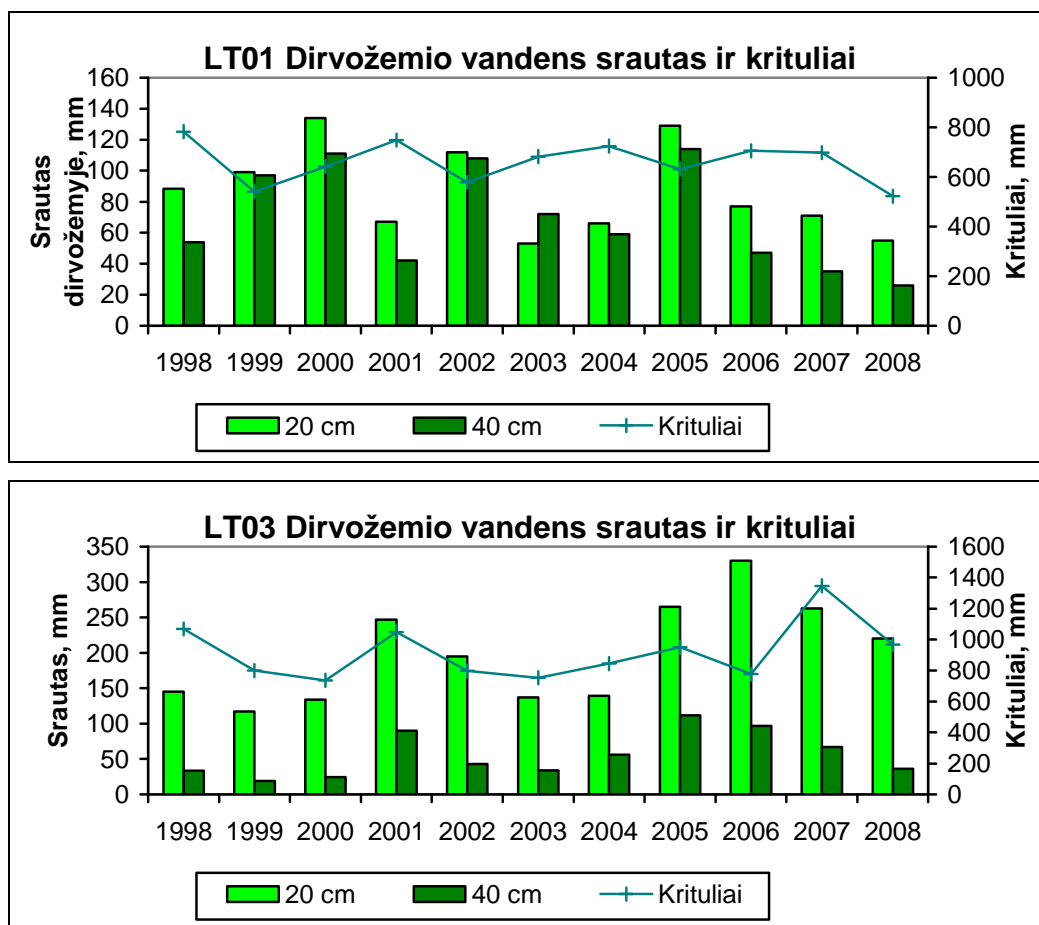
2008 metais dirvožemio vandens atsargos vegetacijos laikotarpiu Aukštaitijoje buvo mažiausios per stebėjimo laikotarpį. Vegetacijos laikotarpio pabaigoje dirvožemis buvo rekordiškai sausas (4 pav., LT01). Pagal mažą kritulių kiekį 2008 m. panašūs į 2005 metus, o bet 2008 m. liepos-spalio mėnesiais 0–20 ir 20–40 cm gylyje tebuvo 8–11 mm vandens atsargų, o tuo tarpu 2005 m. mažiausiai vandens atsargų buvo liepos ir spalio 17–18 mm. Dirvožemio drėgmė vegetacijos laikotarpiu susijusi su dirvožemio išalimo intensyvumu: seklaus ir trumpo išalimo metais, 2004, 2005, 2007 ir 2008 dirvožemis 0–40 cm gylyje kaupė vidutiniškai 37-47 mm vandens (2008 m. mažiausiai, 37 mm), tai gilaus išalimo 2003 ir 2006 – 49-51 mm (3 ir 4 pav., LT01).

Žemaitijos KMS 2008 m. dirvožemyje susikaupė didžiausias per stebėjimo laikotarpį vandens kiekis. Buvo nustatytos didžiausios per stebėjimo laikotarpį vandens atsargos vegetacijos laikotarpio pradžioje 50–60 mm, o vegetacijos laikotarpio pabaigoje vandens atsargos dirvožemyje mažėjo, bet liko aukštame lygyje. Atsižvelgiant į tai, kad kritulių kiekis 2008 m. nedaug viršijo normą ir vidurkį, dideles dirvožemio vandens atsargas galėjo lemti ypač drėgni 2007 m. Pagal dirvožemio vandens atsargų režimą 2008 m. panašiausi į 2000 m., o pagal mažą kontrastingumą, į 2001, 2003 m. (4 pav., LT03).

2008 metais Aukštaitijos IMS dirvožemio vandens srautas buvo mažiausias per stebėjimų laikotarpį, 0–20 cm gylyje panašus į 2003 metų, o 20–40 cm gylyje į 2001 m., tiesioginio ryšio tarp dirvožemio vandens srauto ir kritulių Aukštaitijos IMS nėra (5 pav., LT01). Žemaitijos KMS tarp dirvožemio vandens srauto ir kritulių kiekio buvo tiesioginis ryšys, o 2006-2007 metais ryšys tapo atvirkštiniu, o 2008 m. vėl pasidarė tiesioginis (5 pav., LT03).

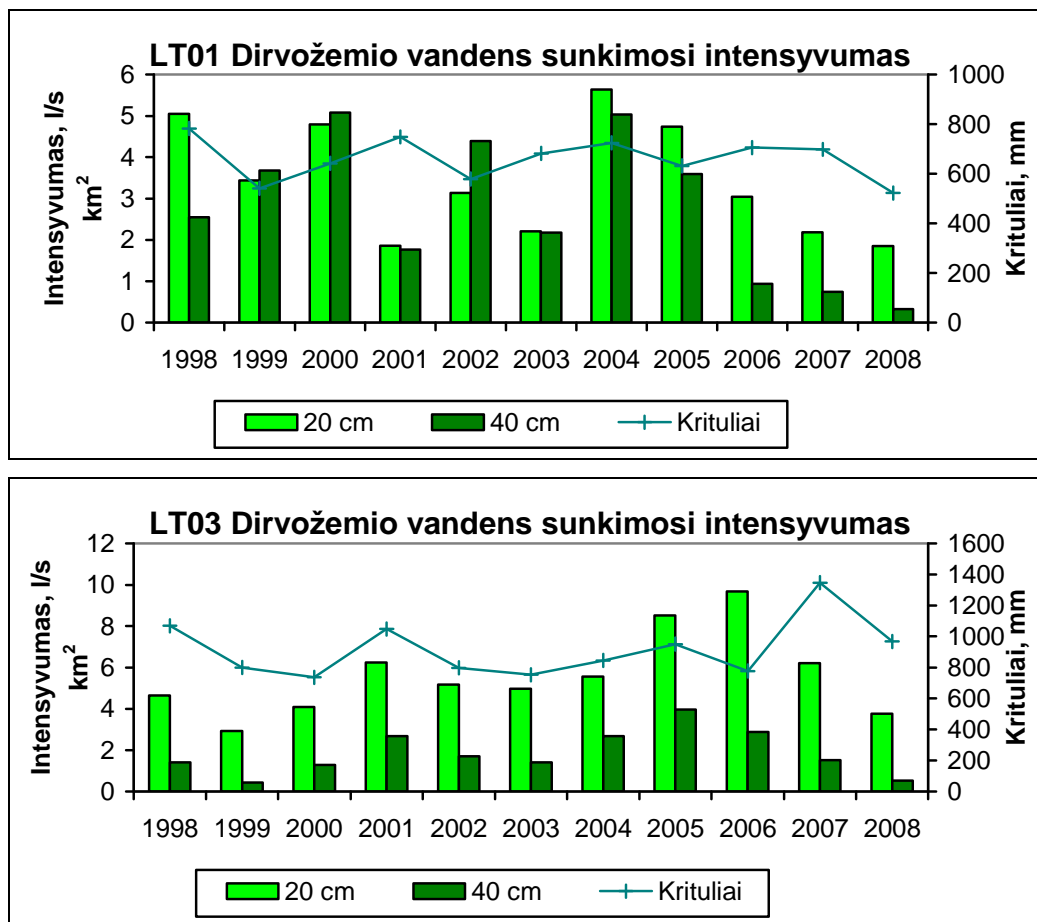


4 pav. Vandens atsargų dinamika 1998–2008 m. Iki 2003 metų LT01 KMS vandens atsargos LT 01 dirvožemyje nustatytos gravimetrijos metodu, vėliau – barometrijos. LT-03 KMS naudotas tik gravimetrijos metodas.



5 pav. Dirvožemio vandens srautai 1998–2008 m.

Atvirkštinio ryšio tarp kritulių kiekio ir dirvožemio vandens srauto pagrindinės priežastys yra pirma, hidroterminis režimas ir didelis kritulių režimo kontrastingumas, pavyzdžiui, dažnesnės liūtys, kada kritulių vanduo nespėja susigerti į dirvožemį, nuteka paviršiumi, antra, vandens atsargos dirvožemyje. Taigi, dėl kontinentalesnio klimato, atvirkštinis ryšys tarp kritulių kiekio ir dirvožemio vandens srauto dažnesnis Aukštaitijos IMS (5 pav.).



6 pav. Dirvožemio vandens sunkimosi intensyvumas 1998–2008 m.

Kitas rodiklis yra dirvožemio vandens sunkimosi intensyvumas. Jo ryšio priklausomybė nuo kritulių dar silpnesnė, negu srauto (6 pav.).

Išplaunamų medžiagų kiekis priklauso nuo hidrologinių ir šiluminių sąlygų. Vandens judėjimo ypatybės (srauto tūris ir intensyvumas) bei šiluminės charakteristikos (nustatytos tik LT01) suranguotos pagal dydį. Sunkimosi blokavimas nustatytas pagal įšalo gylį sumą (kuo didesnis rodiklis tuo mažiau įšalas blokuoja sunkimąsi), padalintą iš laikotarpio, kurio metu laikėsi gilesnis nei 1 cm įšalas (1 ir 2 lentelė).

Dirvožemio vandens atsargų rangavimas lentelėje nepateiktas, bet, tikėtina, kad esant mažam dirvožemio drėgnumui srauto įtaka sumažėja.

1 lentelė. Medžiagų išplovimo iš dirvožemio veiksmų vertinimas Aukštaitijos IMS (LT01).

Metai	Gylis, cm:	Srautas		Intensyvumas		Dirvo- žemio tempe- ratūros vidurkis	Tempera- tūros amplitu- dė	Iššalas (kliūtis srautui)
		0-20	20-40	0-20	20-40			
1998		5	7	2	6	N. d.	N. d.	N. d.
1999		4	4	5	4	3	1	3
2000		1	2	3	1	1	2	8
2001		8	9	10	8	3	3	5
2002		3	3	6	3	7	4	7
2003		11	5	7	7	10	7	2
2004		9	6	1	2	8	9	10
2005		2	1	4	5	6	6	6
2006		6	8	7	9	8	8	1
2007		7	10	9	10	1	5	4
2008		10	11	11	11	3	10	9

Pastabos: *Sunkimasis*: mažiausi rangai reiškia didžiausią srautą ir didžiausią filtracijos intensyvumą. *Šiluminės sąlygos*. Temperatūros rodiklis vertinant medžiagų išplovimą yra nevienareikšmis. Santykinai žema temperatūra (mažos reikšmės lentelėje) gali būti palankesnė koloidinių medžiagų transformacijai, o aukšta – paprastų druskų tirpimui. Maža temperatūrų amplitudė palaiko biocheminius procesus. Maža iššalo rango reikšmė reiškia gilų ir ilgai trukusį dirvožemio iššalimą, trukdžiusį išplovimui.

2 lentelė. Medžiagų išplovimo iš dirvožemio veiksmų vertinimas (rangavimas) Žemaitijos IMS (LT03).

Metai	Gylis, cm:	Srautas		Koncentravimas (filtravimo intensyvumas)	
		0-20	20-40	0-20	20-40
1998		7	9	8	7
1999		11	11	11	11
2000		10	10	9	9
2001		4	3	3	4
2002		6	6	6	5
2003		9	8	7	8
2004		8	5	5	3
2005		2	1	2	1
2006		1	2	1	2
2007		3	4	4	6
2008		5	7	10	10

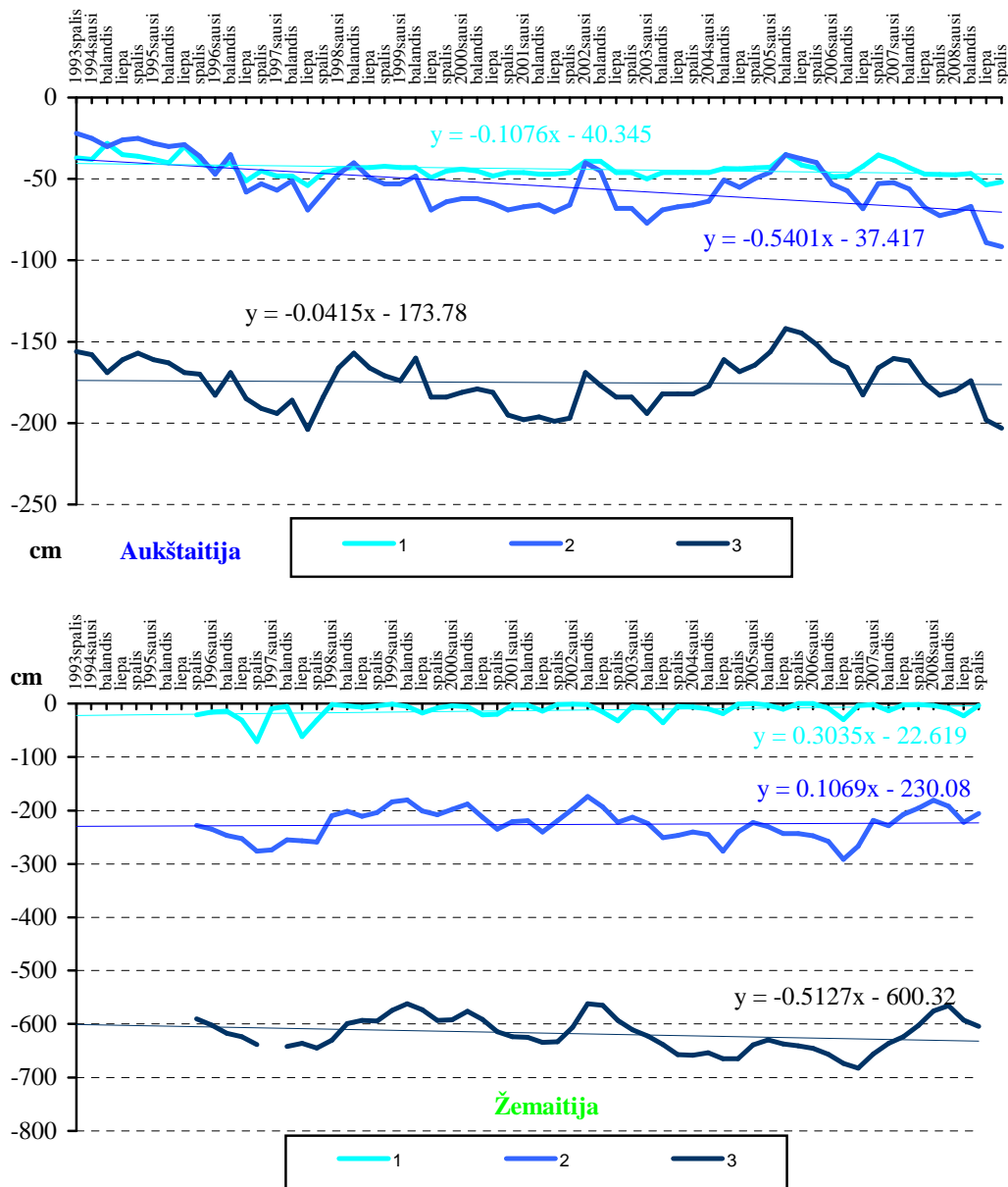
Žemaitijos IMS (2 lentelėje) vandens judėjimo rodikliai susigrupavo vienodai. Išryškėjo, kad 2001 ir 2005–2006 m. laikotarpiai buvo palankiausi medžiagų išplovimui. Aukštaitijos IMS, situacija sudėtingesnė. Pagal dirvožemio vandens srauto tūrį palankiausi išplovimui buvo 2000 ir 2005 m., o pagal intensyvumą – 1998, 2000 ir 2004 m. Įšalo rodiklis rodo, kad palankiausios sąlygos išplovimui buvo 2004 ir 2008 m.

Kiekvienas veiksnys turi skirtingą svorį, kiekvienos medžiagos atžvilgiu.

Išsamiau išplovimo veiksmų poveikis analizuojamas skyriuose apie medžiagų koncentracijas ir balansą dirvožemyje (2.3 ir 2.4).

2.2.2 Gruntinis vanduo

Aukštaitijos ir Žemaitijos KMS per 15 metų stebimi keturi beveik sinchroniški gruntinio vandens lygio svyravimo ciklai, kurių amplitudė, pradžia ir pabaiga priklauso nuo gręžinio gylio: kuo giliau gręžinys, tuo didesnė gruntinio vandens lygio svyravimo amplitudė, o giliausiuose gręžiniuose 2-6 mėnesiais vėluoja ciklo pradžia ir pabaiga (7, 8 pav.).

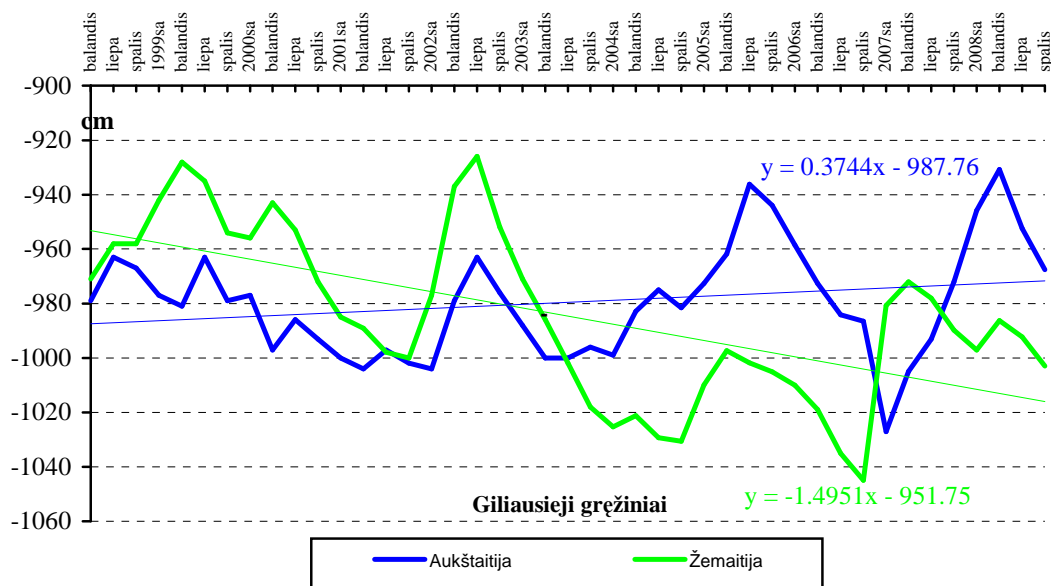


7 pav. Vidutinis gruntinio vandens lygis sekliuosiuose gręžiniuose Nr. 1, 2, 3.

Nustatyta, kad gruntinio vandens gylio svyravimas per dvejus paskutiniuosius ciklus gruntinio vandens lygis krinta trumpiau, o mažiausią gylį pasiekia per ilgesnį laiką, negu dviejų pirmųjų, nors amplitudė mažai keitėsi. Todėl galima teigti, kad gruntinio vandens lygio svyravimo greitis pastaraisiais metais didėja. Gruntinio vandens svyravimo greitis Aukštaitijoje padidėjo nuo 2003 m. pavasario, o Žemaitijoje nuo 2002 pavasario.

2008 metai Aukštaitijoje buvo, palyginti, sausi, gruntinio vandens lygis, o Žemaitijoje – kitaip, 2008 metais kritulių kiekis viršijo klimatinę normą, be to praėjusieji, 2007 buvo drėgniausi per stebėjimo laikotarpį, todėl gruntinio vandens lygis didžiąją metų dalį kilo.

Gruntinio vandens lygio svyravimo ciklų skaičius yra toks pats kaip ir kritulių (1 pav). Gruntinio vandens lygių svyravimo ciklų skaičius ir trukmė matosi gruntinio vandens svyravimo kreivėse antrajame ir trečiajame grėžinyje (8 pav.).



8 pav. Gruntinio vandens lygis giliausiuose grėžiniuose 1998–2008 metais.

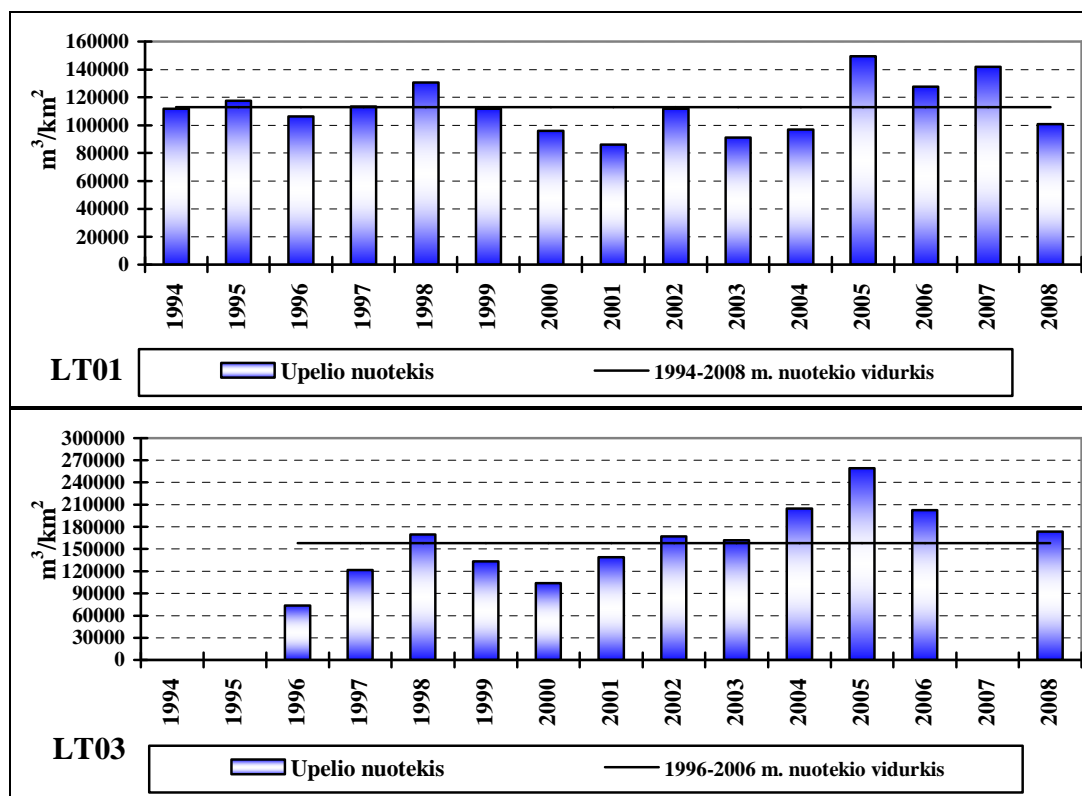
Analizuojant vandens lygio dinamiką giliuosiuose grėžiniuose atmesti stebėjimo laikotarpio pradžios duomenys, iki 1998 m., kol duomenų eilė buvo neišsistinė.

Giliųjų grėžinių vandens lygis 2008 m. abiejose stotyse yra vienas aukštesnių, lygio kritimo tendencija išliko tik Žemaitijos stotyje, bet Aukštaitijoje galutinių išvadų apie tendencijas daryti negalima, nes vandens lygis žemėjo iki 2008 metų pabaigos ir tik 2009

m. duomenys parodys tikrąją vandens lygio kaitos tendenciją Aukštaitijos stotyje. Rekordiniai pagal gruntinio vandens lygio kritimo greitį (kai vasaros sausmečio nuostoliai rudenį neatsistatė) buvo 2002–2003 m. Žemaitijoje ir 2005–2006 m. Aukštaitijoje. 2008 m. Aukštaitijoje, didelis giliojo gruntinio vandens lygio kritimo greitis po vasaros-rudens sausmečio yra panašūs į 2002 ir 2005 m., o skiriasi tuo, kad vandens lygio kritimas prasideda anksti, ne vasarą, o pavasarį (8 pav.).

2.2.3 Upelio vanduo

2008 m. upelio nuotėkis Aukštaitijos IMS buvo 11 % mažesnis, o Žemaitijos IMS 10 % didesnis už stebėjimų laikotarpio vidurkį (10 pav.). Upelių nuotekiai atitinka kritulių kiekį, nes Aukštaitijoje iškrito mažiau už normą kritulių, o Žemaitijoje – daugiau.

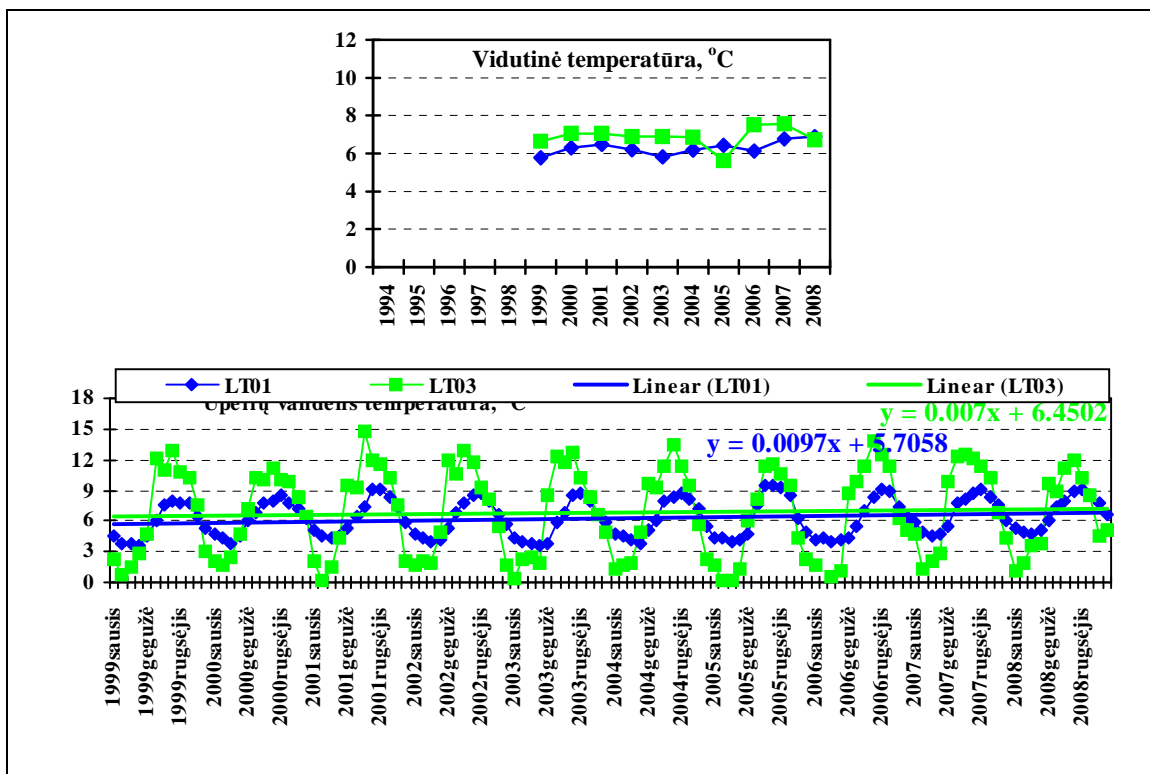


10 pav. Upelių metinis nuotėkis.

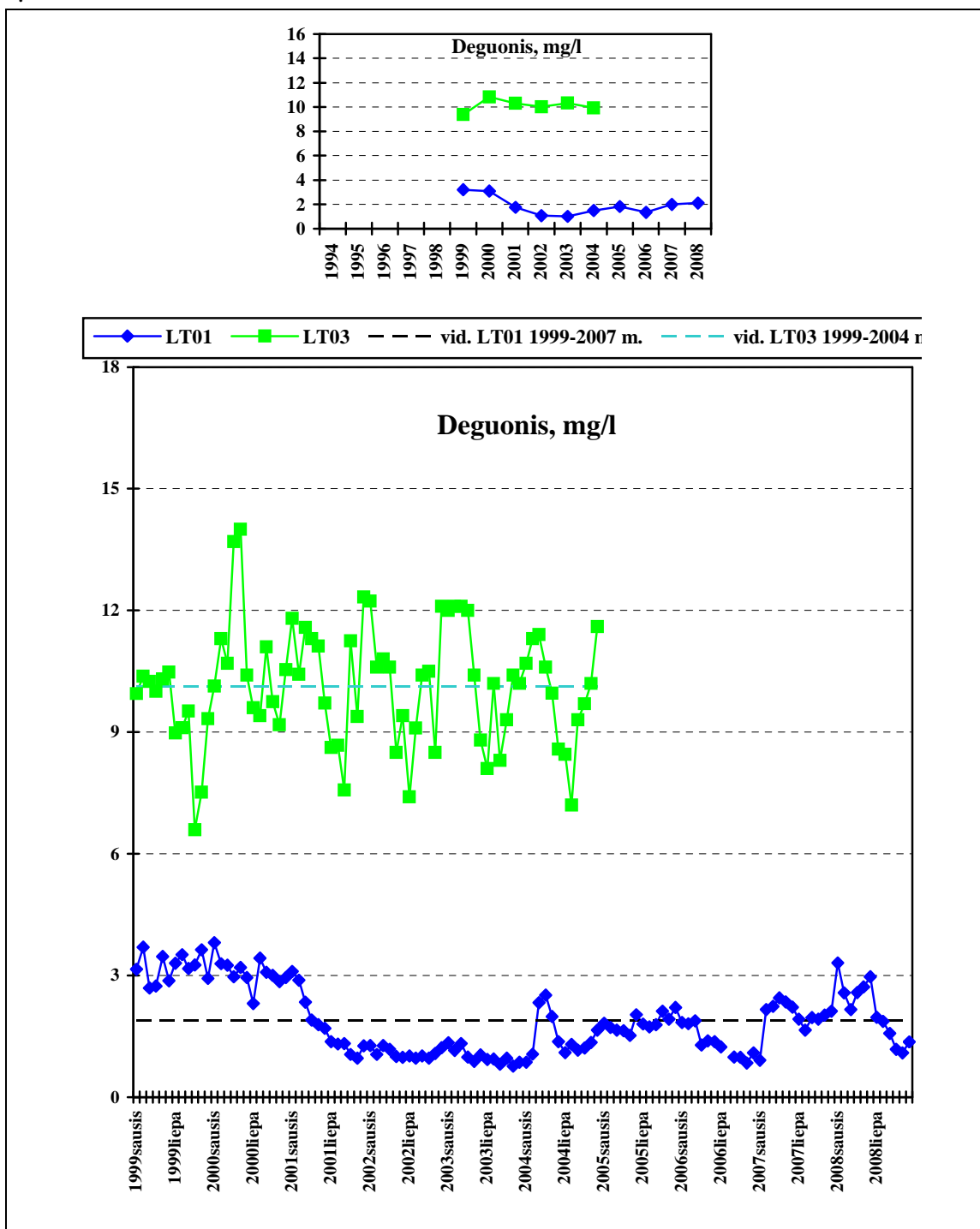
1999–2008 m. periodo upelio vandens vidutinė temperatūra buvo: Aukštaitijos KMS 6,3 °C, o Žemaitijoje 6,9 °C. 2008 m., kaip ir 2007 m. upelio vandens vidutinė temperatūra buvo aukštesnė už 1999–2006 m. vidurkį Aukštaitijos IMS 0,6 °C, o Žemaitijos KMS – žemesnė 0,2 °C. Temperatūros kaitos tendencijos abiejose stotyse yra teigiamos, LT01 temperatūra kyla vidutiniškai 0,0097°C per mėnesį, o LT03 – truputį lėčiau, vidutiniškai 0,007°C per mėnesį (11 pav.).

Aukštaitijos stotyje 2008 m. minimali upelio vandens temperatūra buvo didžiausia per visą matavimų periodą, 4,8 °C. Ir 2007, ir 2008 m. Aukštaitijos stotyje aukštesnė negu 5 °C upelio vandens temperatūra laikėsi 10 mėnesių, ilgiausiai nuo 1999 m.

Žemaitijos stotyje 2008 m. upelio vanduo buvo šaltesnis, negu vidutiniškai. Aukštesnė negu 10 °C vandens temperatūra laikėsi tik 3 mėnesius – tai minimali reikšmė per stebėjimo laikotarpį, o maksimali vandens temperatūra buvo tik trečia pagal dydį per 10 metų.



11 pav. Upelių vandens temperatūra



12 pav. Upelio vandenyje ištirpęs deguonis (dėl techninių kliūčių LT03 nuo 2005 m. nebematuojamas).

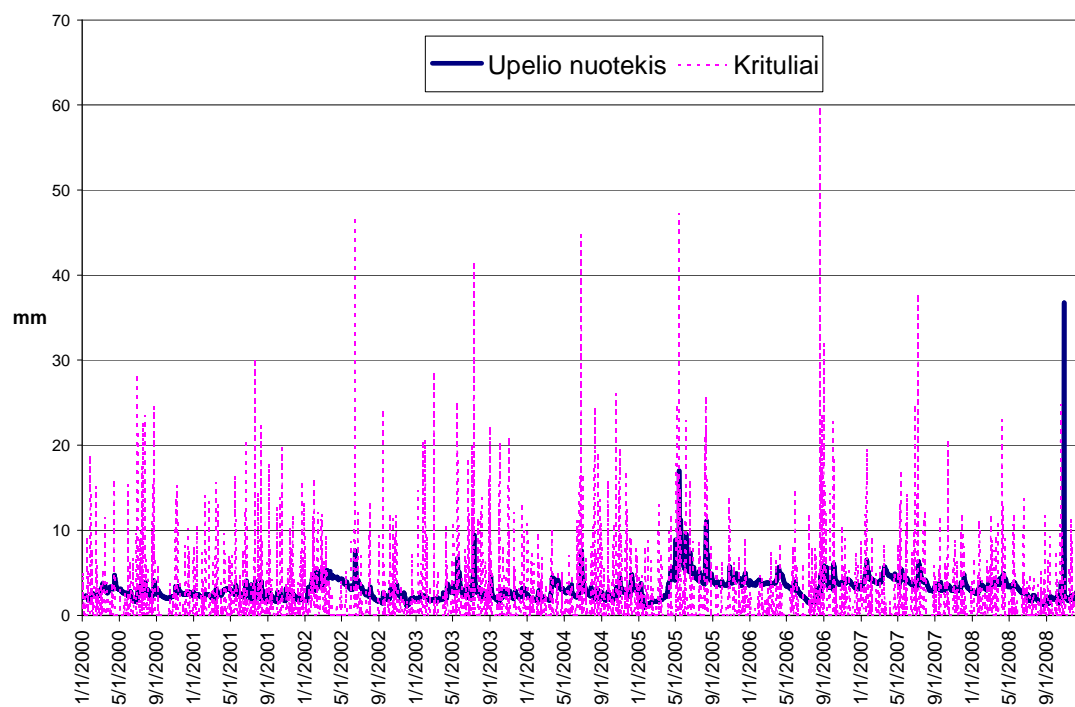
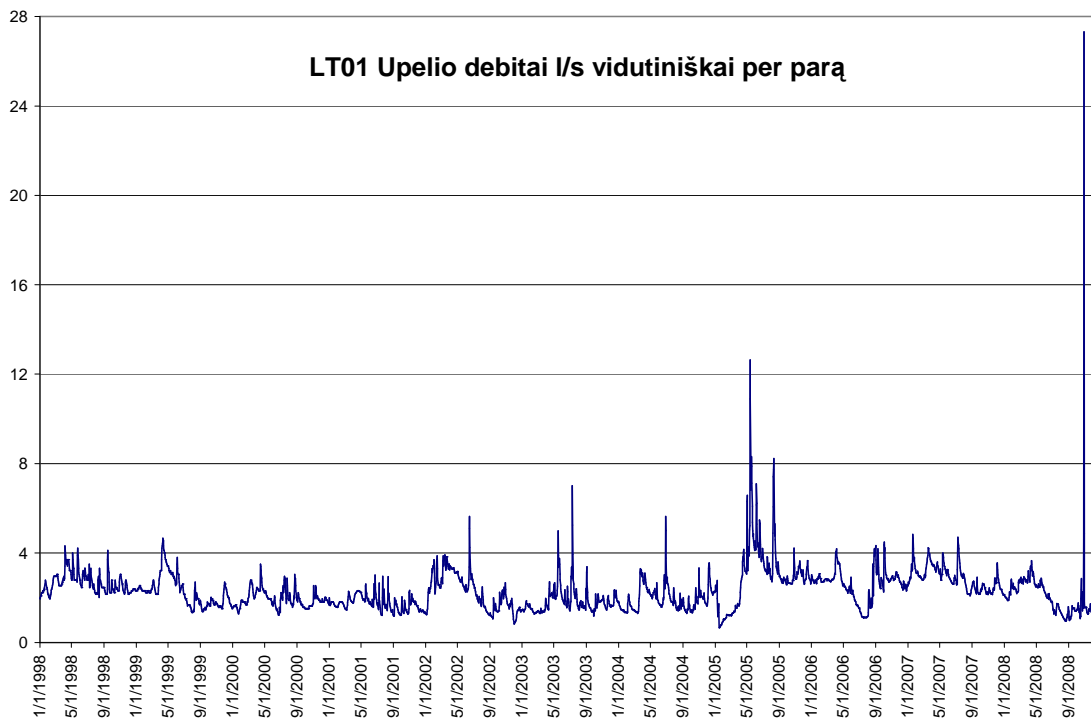
Ištirpusio deguonies kiekis Aukštaitijos stoties upelio vandenyje jau du metus didesnis už vidutinę stebėjimo laikotarpio reikšmę (1,87 mg/l): 2007 m. 1,99 mg/l, o 2008 m. 2,11 mg/l. Lyginant su mažiausiu per stebėjimo laiką deguonies kiekio lygiu 2002–2003 m., ištirpusio deguonies upelio vandenyje daugėja nuo 2004 m. (12 pav.).

2004–2005 ir 2007–2008 metais ištirpusio deguonies kiekis buvo didesnis dėl veiksmų komplekso.

Pirmas veiksnys – nuotekio ir kritulių santykis. Pagal paros nuotekio ir kritulių santykį matyti, kad paviršinis vandens nuotekis vasaros periodu labai išauga dėl liūčių, kai per dieną iškrinta >20 mm kritulių arba kai lyja keletą dienų iš eilės. Tokių įvykių buvo ypač gausu 2001–2003 m. Šiltuoju laikotarpiu, vasaros poplūdžių metu upelio debitas viršydavo net pavasario potvynio bangą (13 pav.). Vanduo, patekęs į upelį nuo dirvožemio paviršiaus yra drumstesnis, negu požeminis, todėl slopina upelio floros chlorofilo aktyvumą, deguonies sintezę.

Antras veiksnys mažinęs deguonies kiekį upelio vandenyje buvo temperatūros kritimas. Aukštaitijos KMS nuo 1999 m. mažesnė, negu 5 °C upelio vandens temperatūra vidutiniškai laikosi 4–5 mėnesius, o 2001 m. tesilaikė 3 mėnesius, tai sutampa su laikotarpiu, kai deguonies upelio vandenyje sumažėjo, pradžia (11, 12 pav.). 2007 m. upelio vanduo buvo rekordiškai šiltas, mažesnė, negu 5 °C upelio vandens temperatūra buvo tik 2 mėnesius, tačiau, palyginti su 2001–2005 m. upelio poplūdžių vasarą buvo nedaug, o išaugęs nuotekis nebesudarė sąlygų sumažėti ištirpusio deguonies koncentracijai.

2008 m. išryškėjo dominavo dar vienas veiksnys lėmęs deguonies koncentracijos svyravimą. Metų pradžioje, deguonies koncentracija ir nuotekis bei temperatūra laikėsi aukštame lygyje, bet viduryje ir pabaigoje, sumažėjus nuotekiui, sumažėjo ir deguonies koncentracija.



13 pav. Aukštaitijos KMS upelio vandens paros nuotekio kaita 1994–2008 metais ir palyginimas su kirtulių intensyvumu, 2000–2008 m..

3 lentelėje upelio vandens fizikiniai duomenys apibendrinti ir naudoti medžiagų koncentracijų ir išplovimo dinamikos interpretacijai. Pavyzdžiui, palankiausi medžiagų išplovimui pagal nuotekį ir debitą buvo Aukštaitijoje 2005, 2007 m., o Žemaitijoje 2004-2006m. Aukšta vidutinė temperatūra derinyje su maža svyravimo amplitude taip pat sudaro sąlygas didesniai išplovimui abiejose stotyse šiluminės sąlygos buvo palankiausios 2007 m. (3 lentelė)

3 lentelė. Medžiagų išplovimo veiksnių upelio vandeniui vertinimas (rangavimas).

Metai	Nuotekis		Vidutinis debitas		Temperatūros vidurkis		Temperatūros amplitudė	
	LT01	LT03	LT01	LT03	LT01	LT03	LT01	LT03
1994	7	N. d.	4	N. d.	N. d.	N. d.	N. d.	N. d.
1995	5	N. d.	3	N. d.	N. d.	N. d.	N. d.	N. d.
1996	10	12	10	12	N. d.	N. d.	N. d.	N. d.
1997	6	10	7	10	N. d.	N. d.	N. d.	N. d.
1998	3	5	6	5	N. d.	N. d.	N. d.	N. d.
1999	9	9	9	9	10	9	9	4
2000	13	11	13	11	5	4	6	10
2001	15	8	15	8	3	3	6	1
2002	8	6	8	6	6	5	5	8
2003	14	7	14	7	9	5	3	3
2004	12	2	12	2	7	7	4	4
2005	1	1	1	1	4	10	1	6
2006	4	3	2	3	8	2	2	2
2007	2		5		2	1	8	7
2008	11	4	11	4	1	8	9	9

2.3. Cheminių vandens savybių kitimas

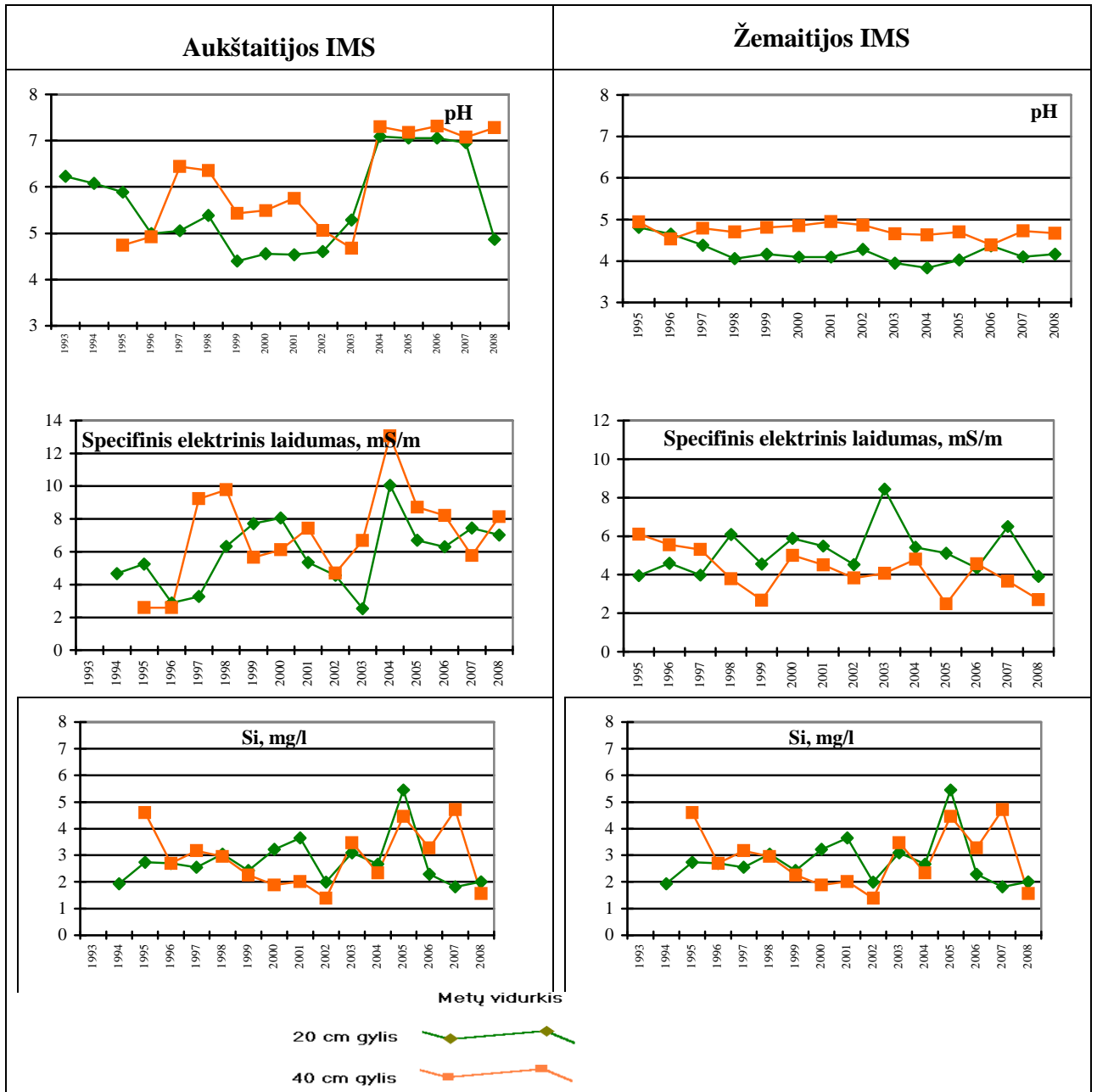
2.3.1 Dirvožemio vandens savybės

2.2.1 skyriuje nustatyta, kad abiejose stotyse dirvožemio vandens sistemoms 2008 m. buvo būdingas mažas srautas ir filtracijos intensyvumas bei aukšta dirvožemio temperatūra, didesnė už 0°C ištisus metus. Su tuo susiję ir cheminės dirvožemio vandens savybės.

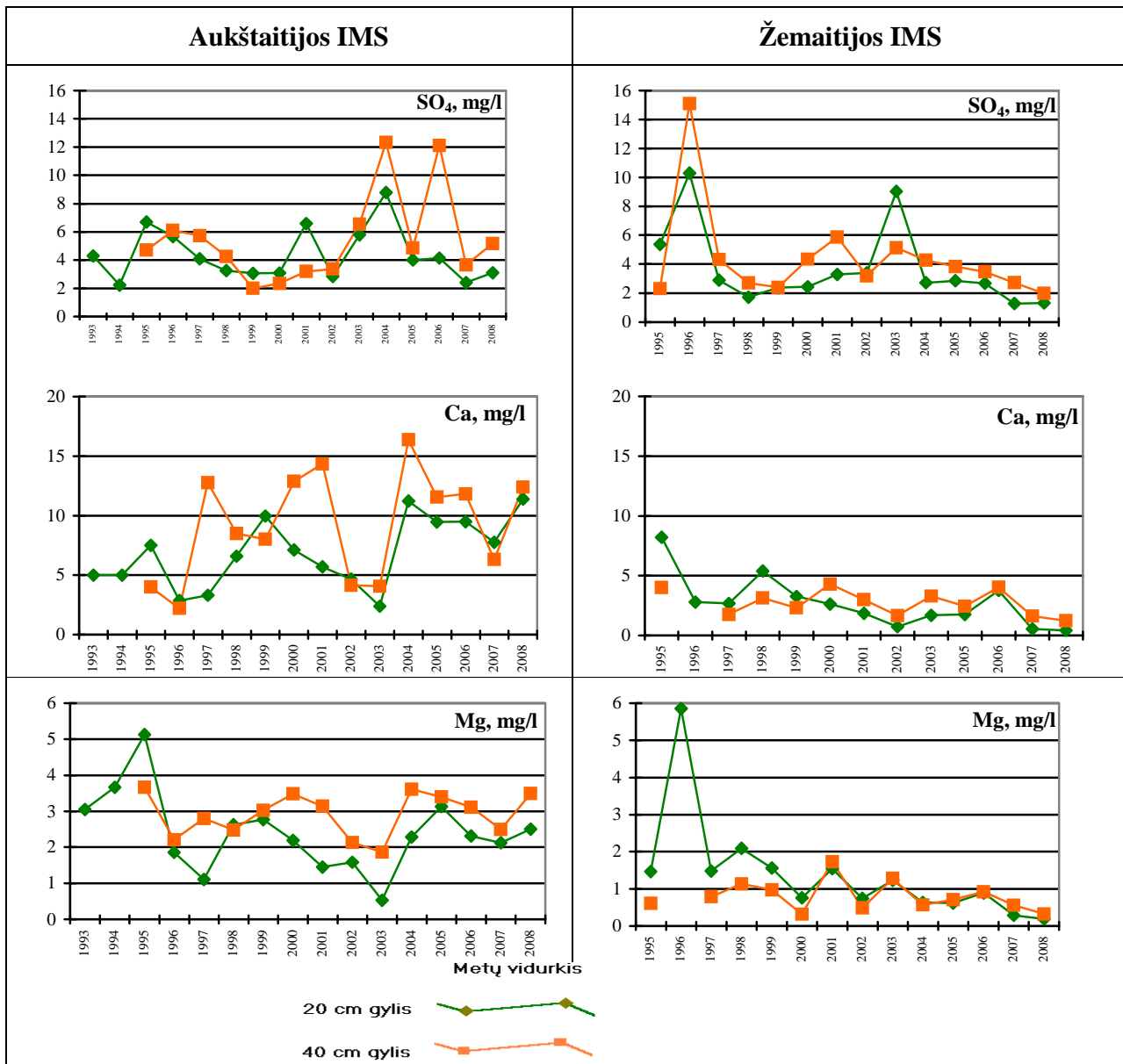
Aukštaitijos stotyje dirvožemio vandens pH 2004-2007 metais laikėsi aukštame lygyje, bet 2008 m., sumažėjus dirvožemio vandens srautui ir atsargoms, nukrito iki 1999–2002 m. lygio. Žemaitijos stotyje dirvožemio vandens srautas pH 20 cm gylyje 2005–2006 m. didėjo, o 2007-2008 m. buvo artimas vidurkiui, o 20-40 cm gylyje, atvirksčiai, pastebima rūgštėjimo tendencija, t.y. mažėja skirtumas tarp gylių (14 pav. 1).

2008 m. specifinis elektrinis laidumas, tirpių elementų (sulfatų, Na, K, Mg, Ca) bei organinės anglies, visuminių nitratų koncentracijos Aukštaitijoje, palyginti su 2007 m. metais išaugo, o Žemaitijoje, atvirksčiai, sumažėjo arba buvo panaši. Tai įvyko todėl, kad nors abiejose stotyse dirvožemio vandens srautas sumažėjo ir turėjo vykti elementų koncentracija, bet Žemaitijos dirvožemis turėjo ypač daug vandens atsargų, todėl tirpių medžiagų išsiplovimas sumažėjo (14 pav.). Al, Fe koncentracijos 2008 m. mažėjo abiejose stotyse dėl mažo rūgštumo ir sunkimosi intensyvumo. 2008 m. toliau mažėjo arba mažai keitėsi visuminio fosforo, fosfatų ir Mn koncentracijos. (14 pav. 1–2).

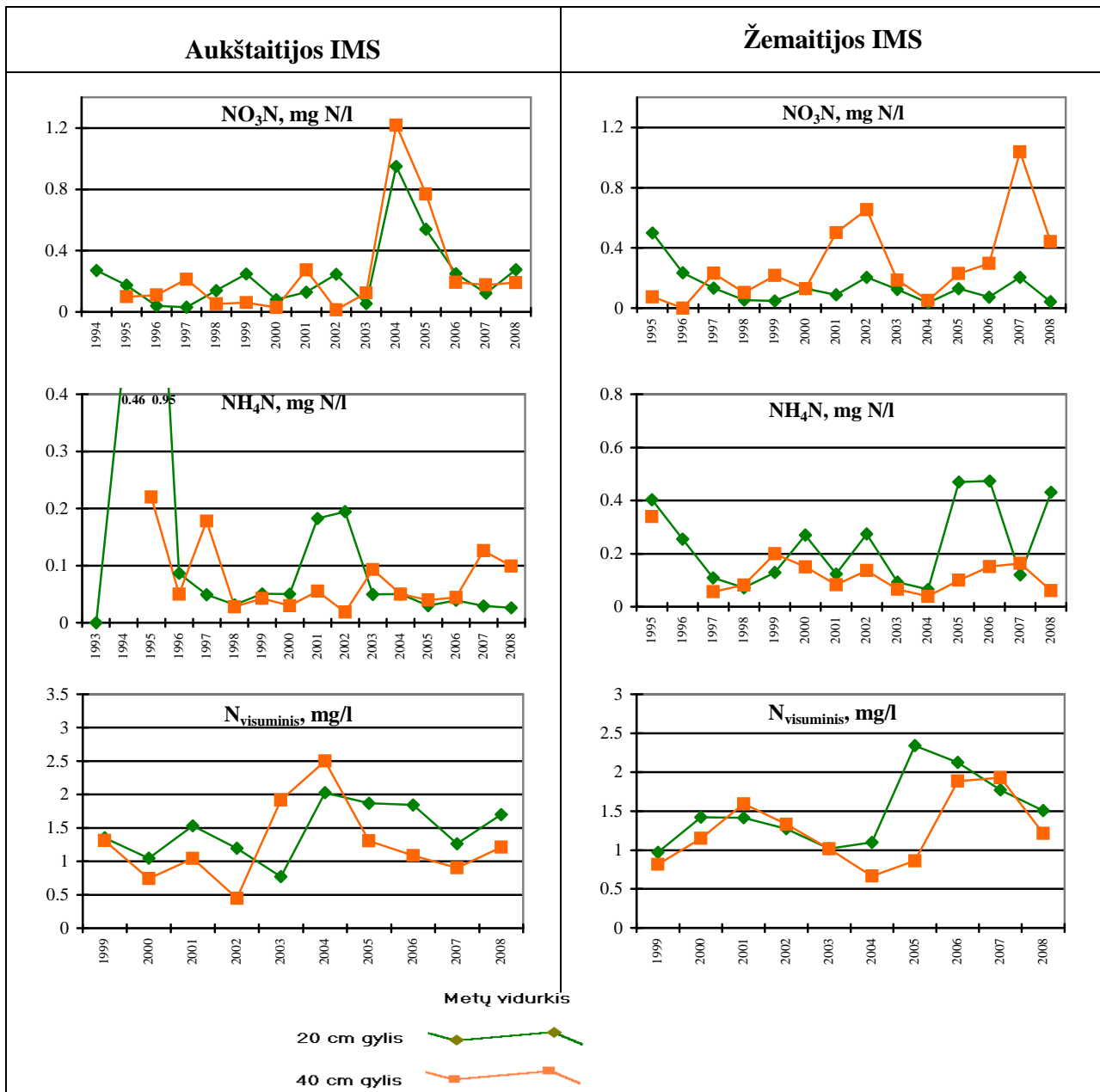
Abiejose stotyse mažėjo arba liko stabili mineralinio azoto koncentracija, iškyrus Žemaitijoje amonio koncentraciją, padidėjusią 0-20 cm gylyje dėl didelių vandens atsargų nulemtu deguonies trūkumu (14 pav. 3).



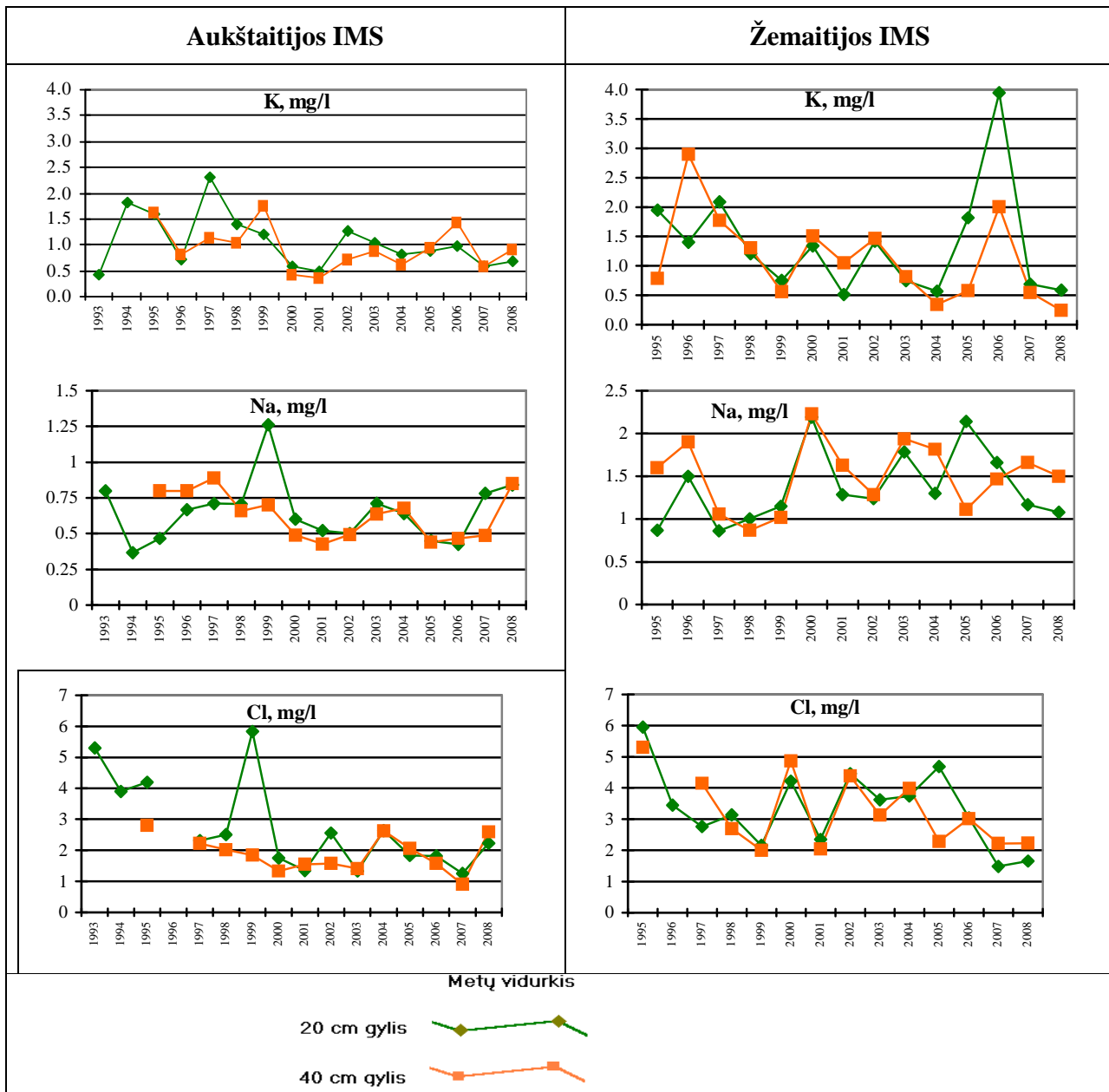
5 pav. Dirvožemio vandens savybių kitimas (1 iš 5, tęsinys kitame puslapyje).



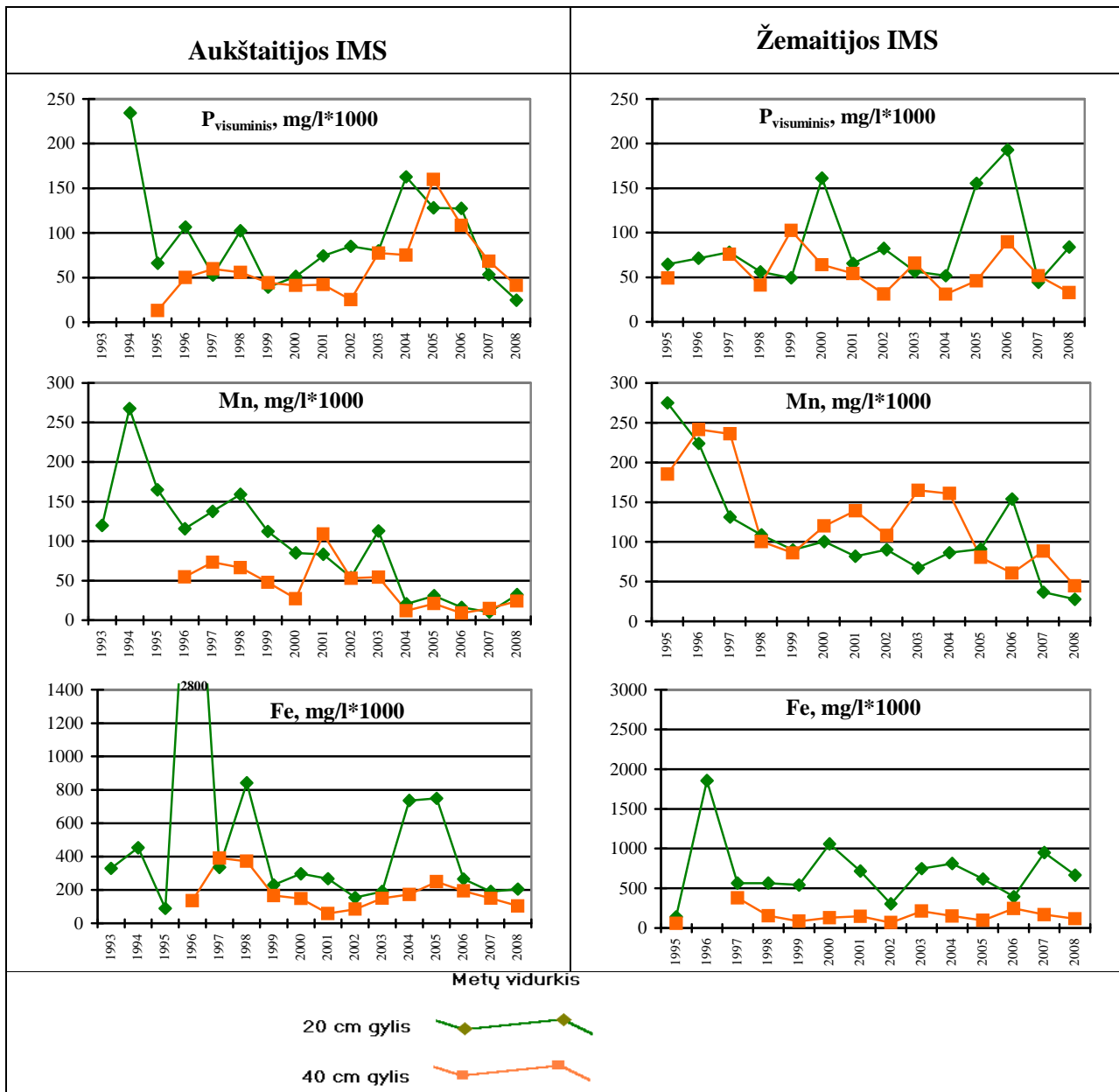
5 pav. Dirvožemio vandens savybių kitimas (2 iš 5, tęsinys kitame puslapyje).



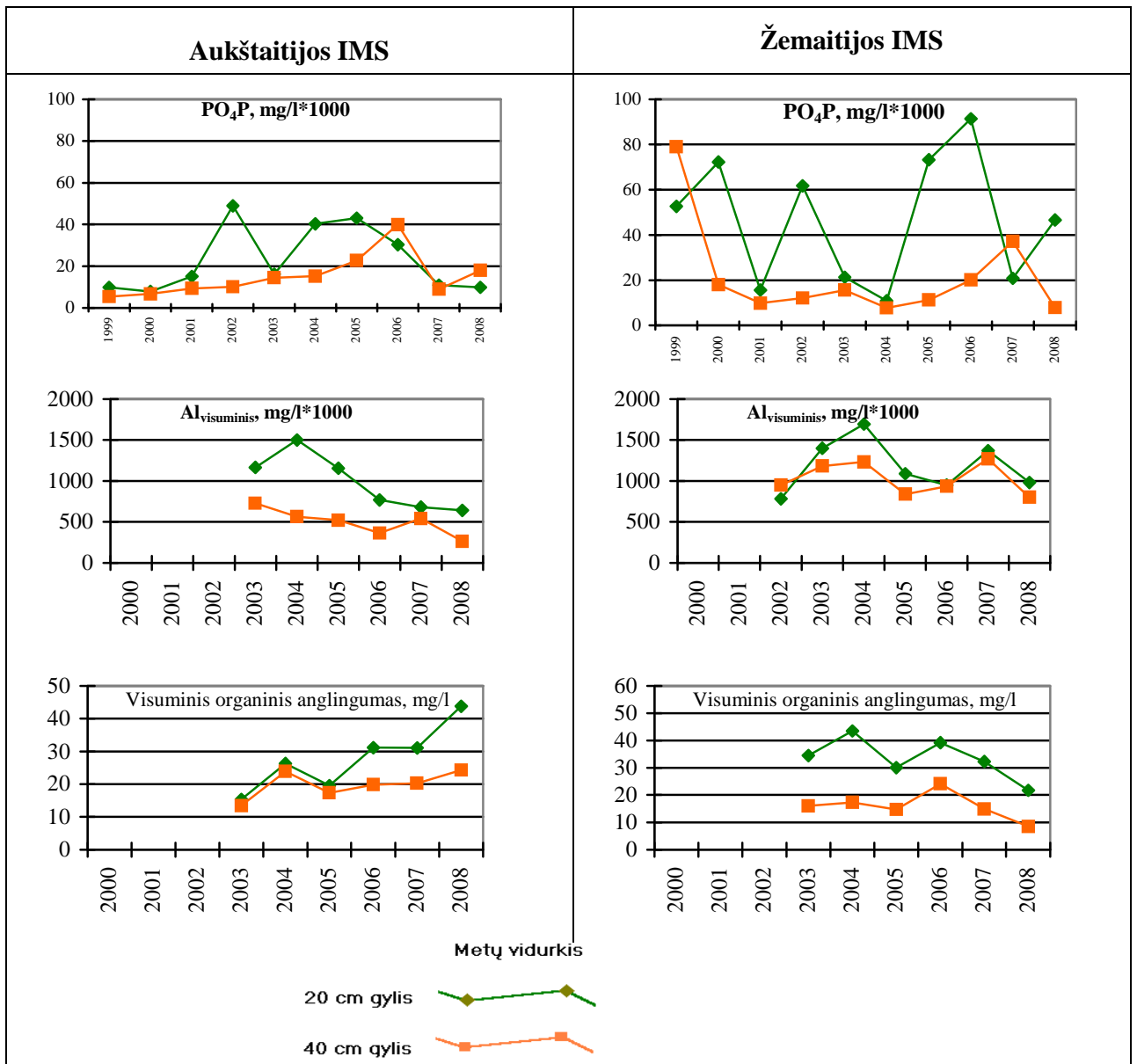
5 pav. Dirvožemio vandens savybių kitimas (3 iš 5, tęsinys kitame puslapyje).



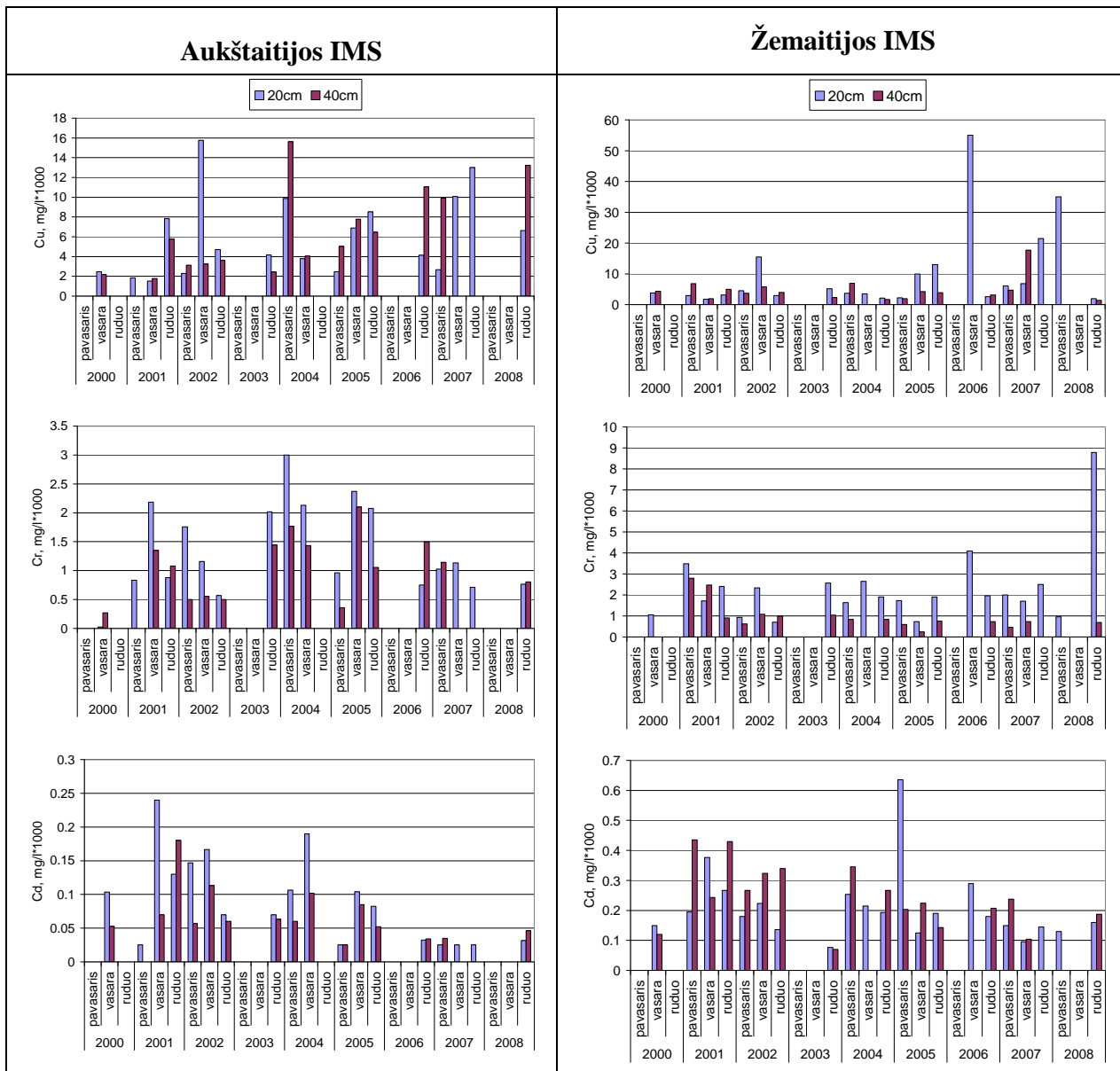
5 pav. Dirvožemio vandens savybių kitimas (4 iš 5, tęsinys kitame puslapyje).



5 pav. Dirvožemio vandens savybių kitimas (5 iš 5, pabaiga).

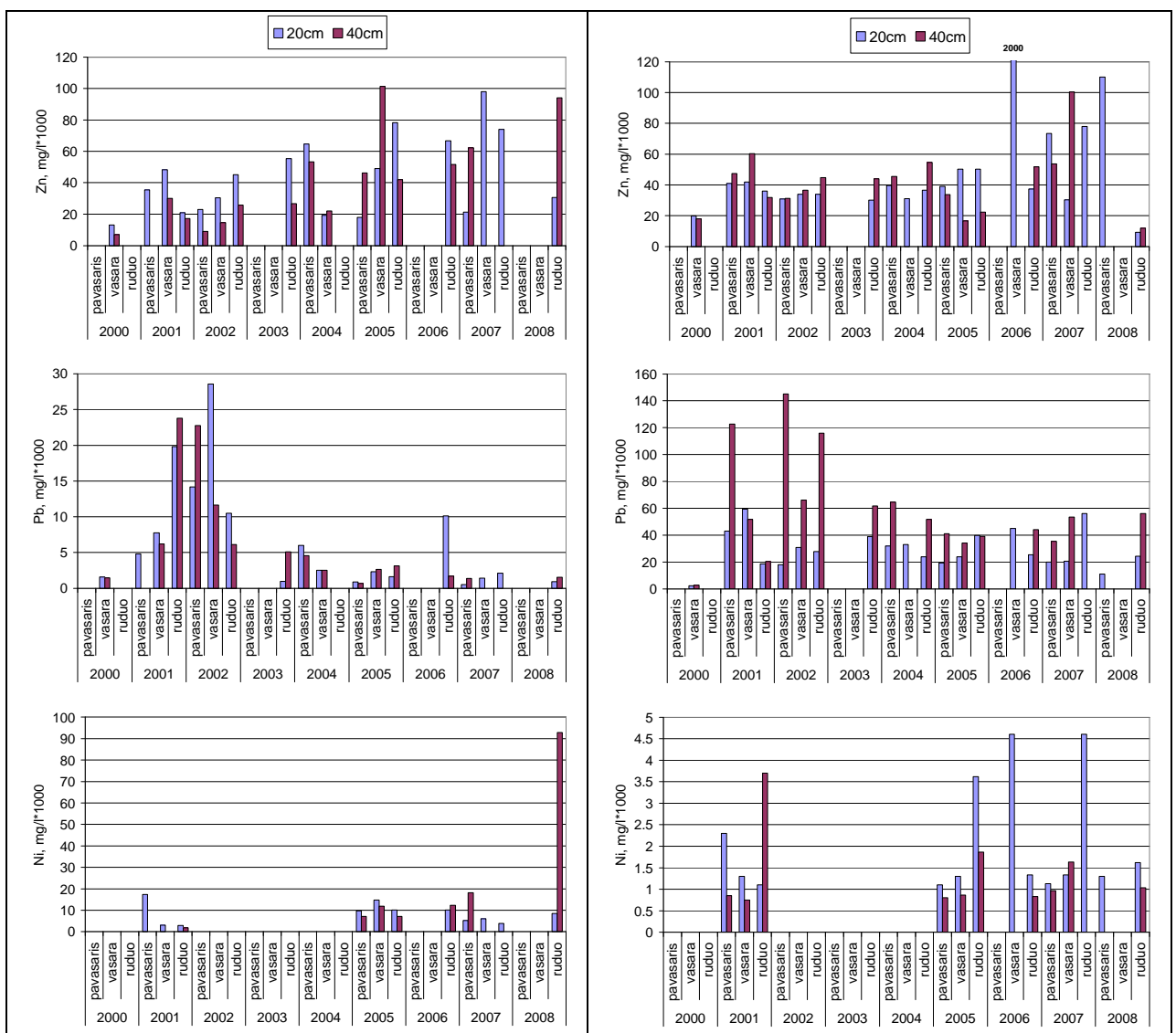


6 pav. Dirvožemio vandens fosfatai, visuminis aliuminis ir organinė anglis.



15 pav. Sunkieji metalai dirvožemio vandenyje 2000-2008 m (1 iš 2).

Sunkiųjų metalų koncentracijos dirvožemio vandenyje yra stebimos nuo 2000 metų, nevienodu režimu, todėl grafikai pateikiami pagal sezonus. 2008 m. daugiausia analizuota metalų koncentracijos rudenį. Dideli nukrypimai nuo vidurkio buvo būdingi Ni koncentracijai dirvožemio vandenyje Aukštaitijos monitoringo stotyje, 20–40 cm gylyje ir Žemaitijoje Cr koncentracijai 0–20 cm gylyje. Cu ir Zn koncentracijos pastaraisiais metais yra didesnės, negu stebėjimo laikotarpio pradžioje (išskyrus Žemaitijos stoties rudens duomenis). Cd ir Pb koncentracijos laikosi žemame lygyje (15 pav.).



15 pav. Sunkieji metalai dirvožemio vandenyje 2000-2008 m. (2 iš 2).

2.3.2. Gruntinio vandens savybės

Tirpių medžiagų koncentracijų kaita gruntiniame vandenyje analizuota atsižvelgiant į vandens lygio kilimo ir kritimo ciklus, kuriems būdingas gruntinio vandens lygio kritimo greičio padidėjimas: Žemaitijoje nuo 2002 m., o Aukštaitijoje nuo 2003 m. (žr. 2.2.2. skyriuje).

Dėl gruntinio vandens lygio kritimo greičio padidėjimo išsiplaunant daugiau medžiagų, pastaraisiais elektrinis laidumas, pH, šarmingumas, Na, K, Ca, Mg vidutinės koncentracijos yra didesnės arba labiau kinta, negu stebėjimų laikotarpio pradžioje. Vandens elektrinis laidumas 2008 metais buvo didesnis, negu 2007 m., Žemaitijos 2 gręžinyje – didžiausias per visą stebėjimų laikotarpį (16 pav.).

Dėl ilgiausiai išsilaikiusio stabilaus vandens lygio, mažai tirpaus visuminio fosforo koncentracija LT01 buvo didžiausia 2001 m. 1 ir 2 gręžiniuose, o LT03, 2004 m., visuose gręžiniuose. 2003–2004 m. didžiausias buvo ir fosfatų kiekis, o 2005–2007 fosfatų koncentracija buvo mažiausia (16 pav.).

Fe ir Si dažniausiai sudaro mažai tirpius junginius, bet jų koncentracija padidėjo, kartu su tirpiausių medžiagų, sudarančių dūlančius mineralus, kurie sparčiau tirpsta svyruojant vandens lygiui. Al koncentracijos matuojamos tik nuo 2003 m., todėl palyginti su stebėjimo laikotarpio pradžioje neįmanoma. Al koncentracijos kitimo tendencija Aukštaitijos ir Žemaitijos stotyse priešinga dėl ciklų ritmo nesutapimo. (16 pav.)

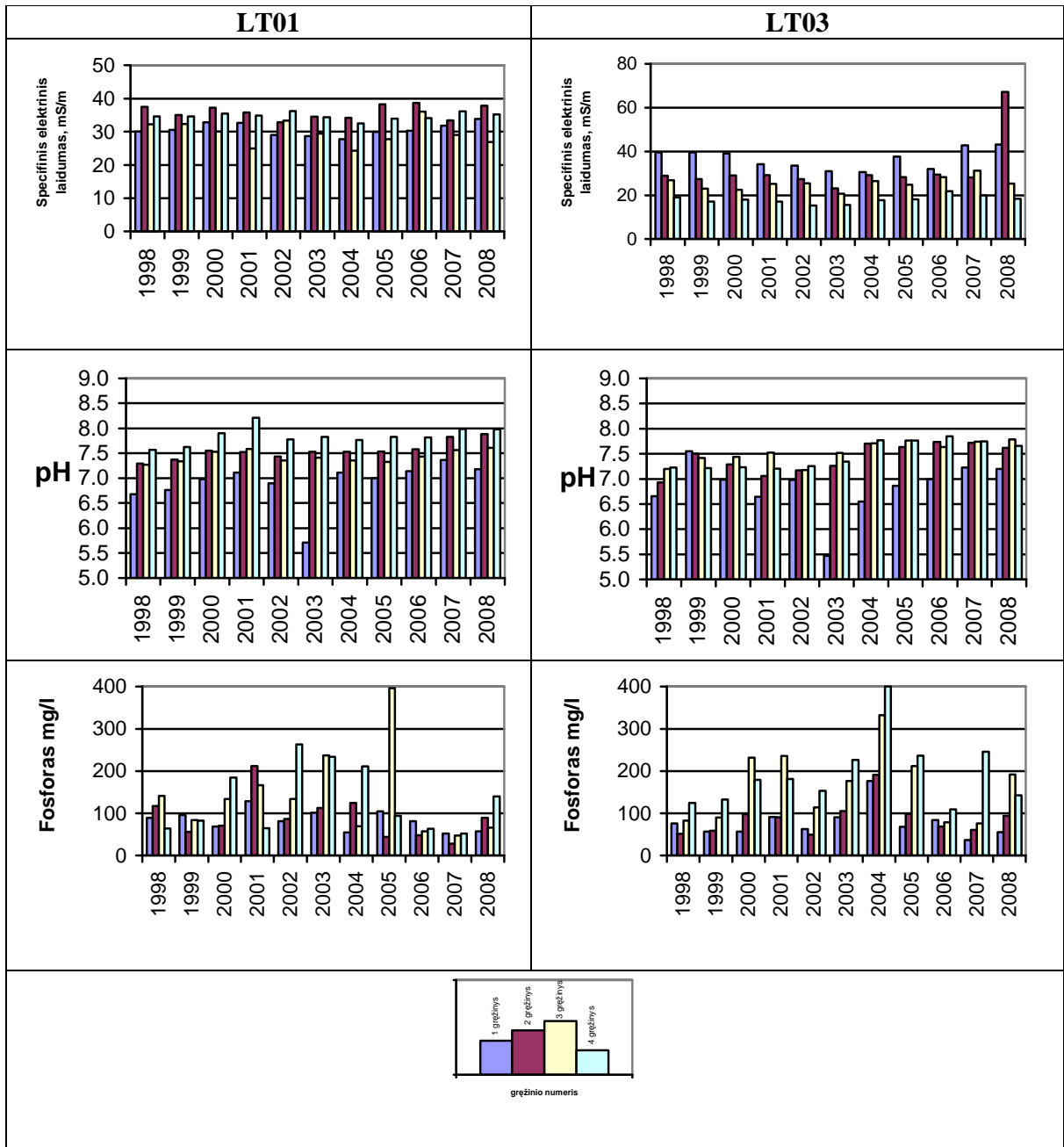
Sulfatų koncentracija Aukštaitijos KMS gruntiniame vandenyje yra stabili trejus metus, padidėjusi tik trečiajame gręžinyje ir sutampa su Si koncentracijos dinamika, tai liudija, kad vyksta ne teršimas siera, o sieros turinčių mineralų dūlėjimas.

2008 m. nitratų bei amonio azoto koncentracija, palyginus su 2007 m. padidėjo, bet neviršijo didžiausių, 2000–2002 m. reikšmių.

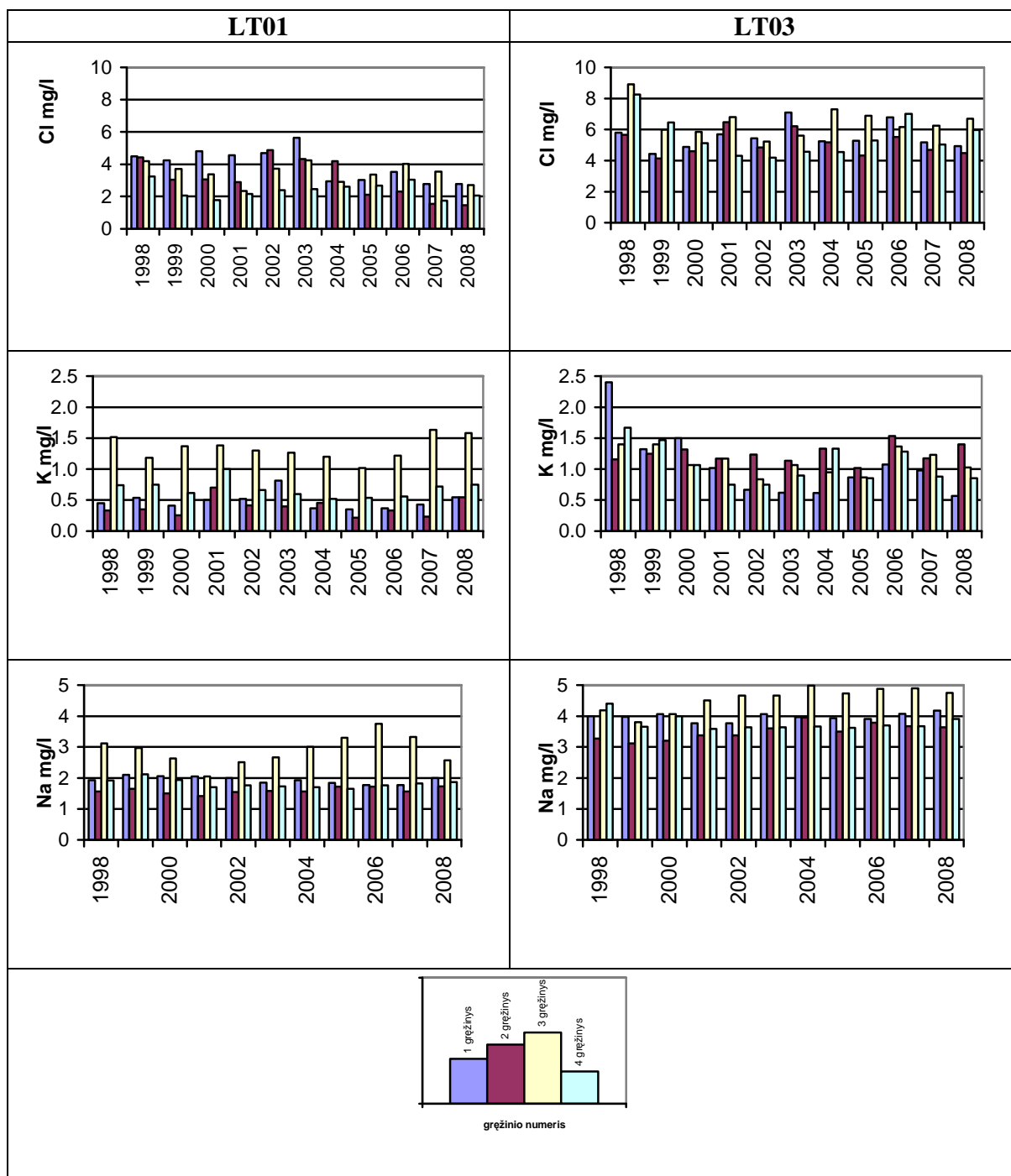
2008 m. Aukštaitijos stotyje giliausiame gręžinyje iki didžiausių reikšmių padidėjo Cu, Cr, Cd Zn, Ni koncentracija, o sekliausiajame, pirmajame, gręžinyje ypač padidėjo Cd koncentracija.

Žemaitijoje sunkiųjų metalų koncentracijos daugiausia mažėjo, Cu ir Zn koncentracija buvo mažiausia per stebėjimų laikotarpį (16 pav. 7-8).

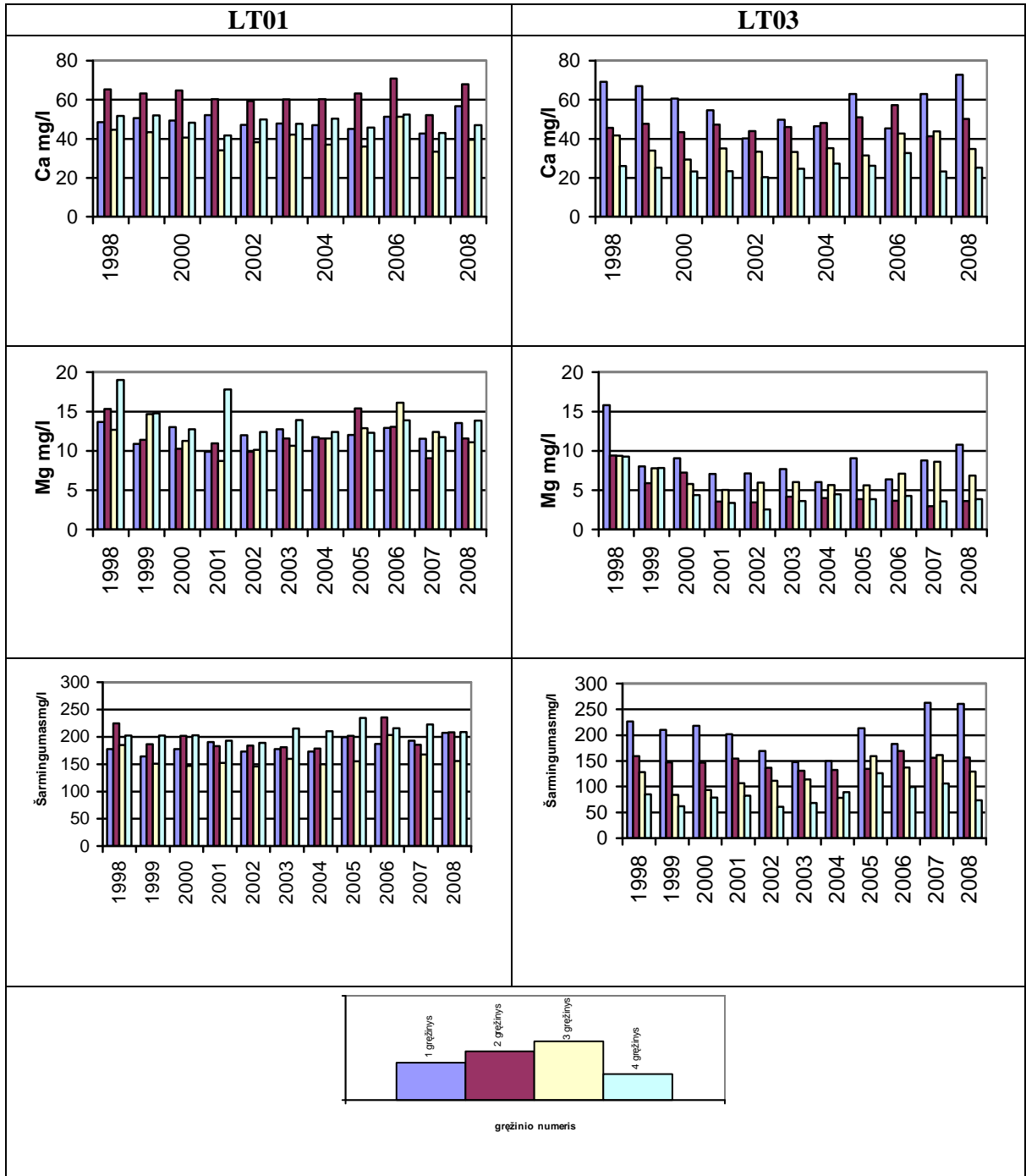
Sunkiųjų metalų koncentracijų augimas Aukštaitijos IMS tolygiai vyksta giliuosiuose gręžiniuose ir tris metus iš eilės ir pasireiškia metalų rinkinio gausėjimu, todėl priežasties reikėtų ieškoti regiono ūkinės veiklos pokyčiuose.



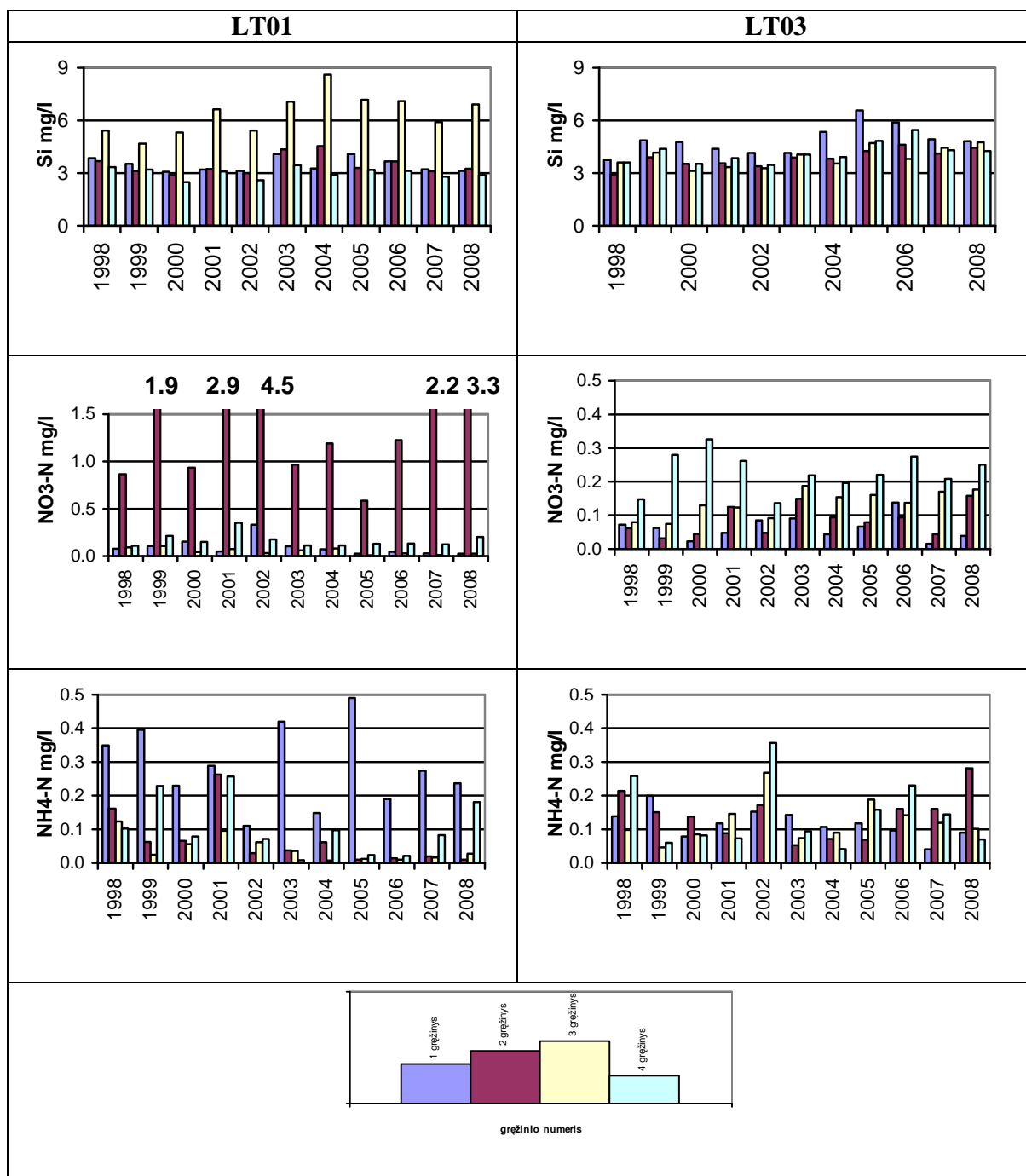
16 pav. Gruntinio vandens cheminė sudėtis (1 iš 8).



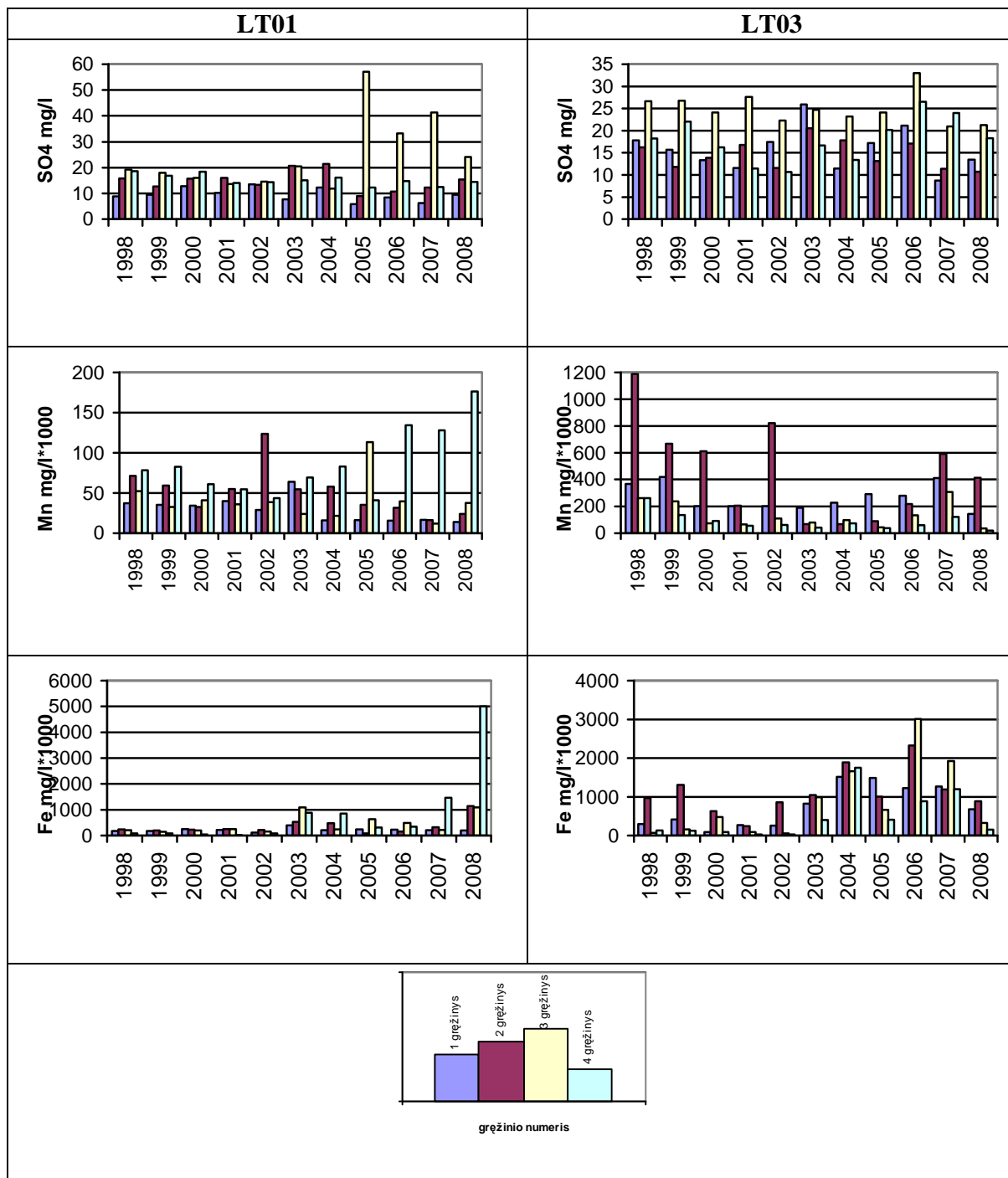
16 pav. Gruntinio vandens cheminė sudėtis (2 iš 8).



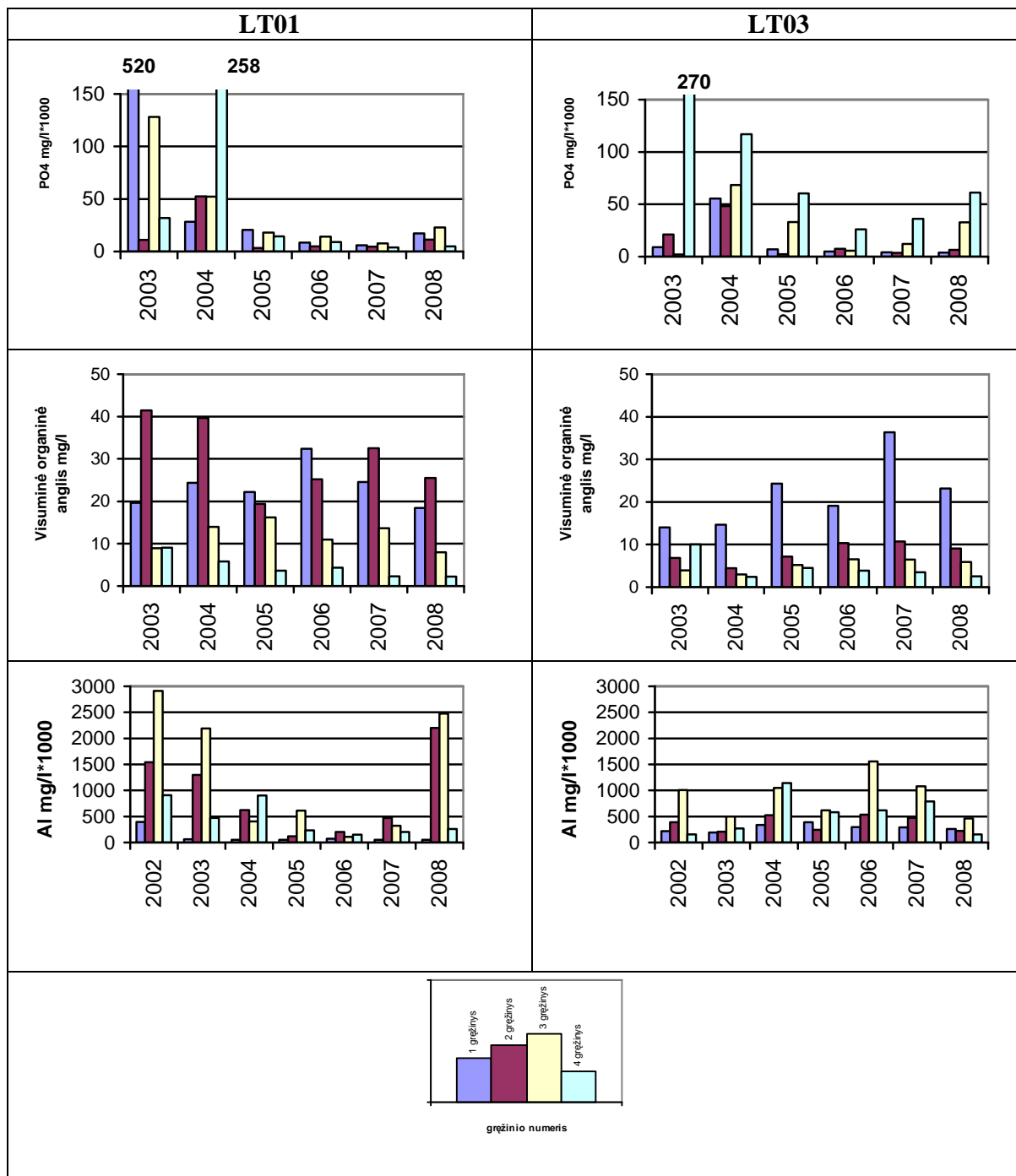
16 pav. Gruntinio vandens cheminė sudėtis (3 iš 8).



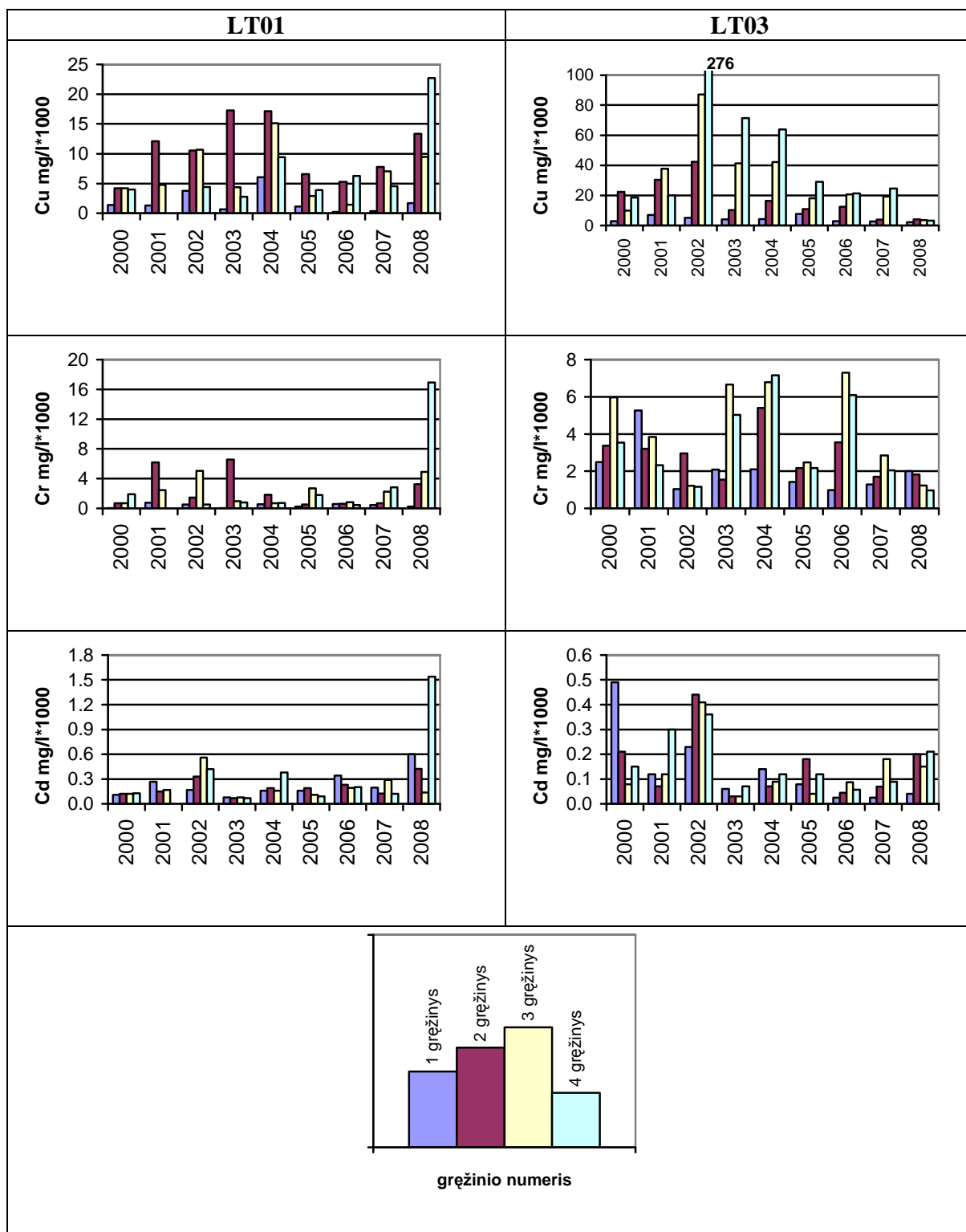
16 pav. Gruntinio vandens cheminė sudėtis (4 iš 8).



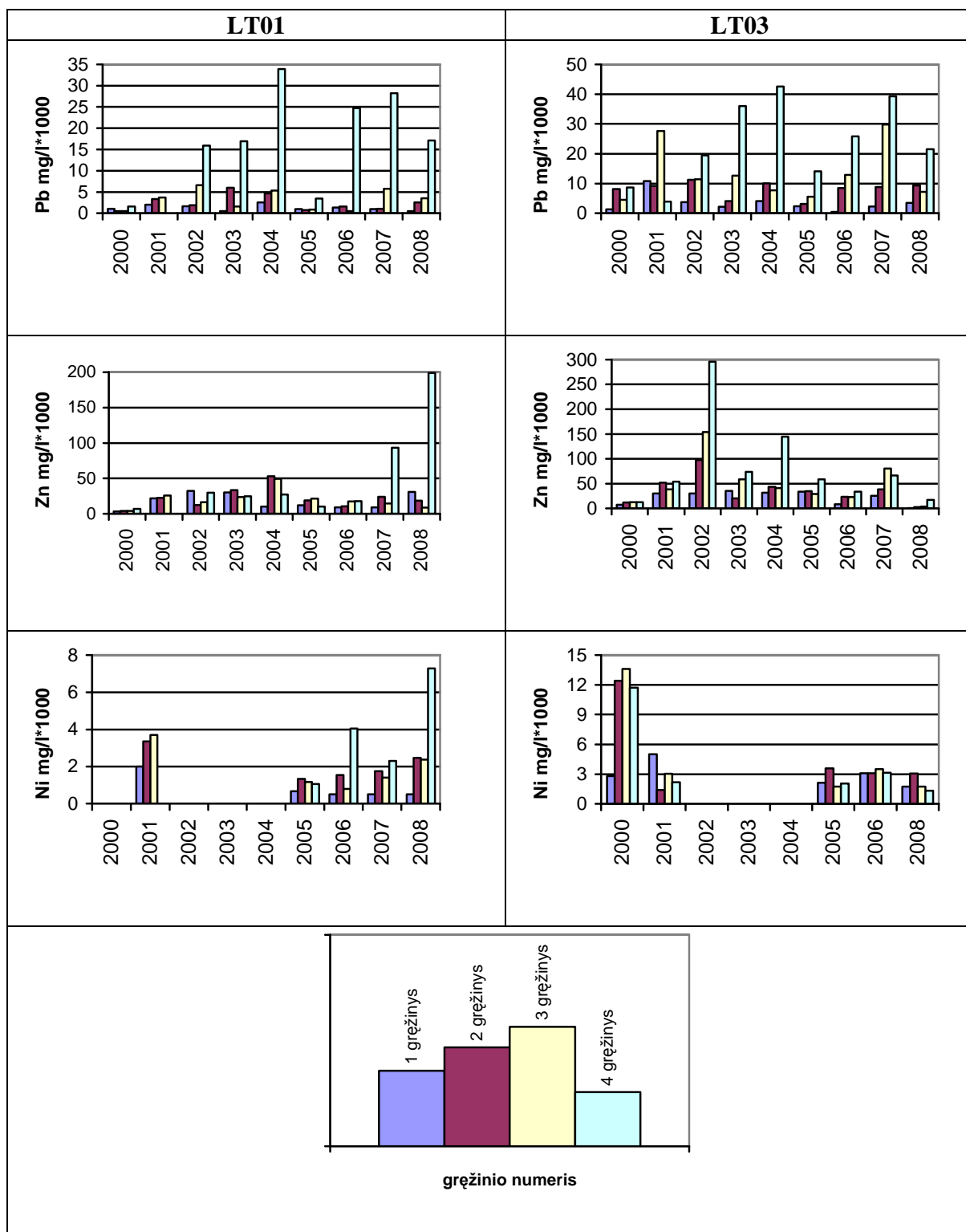
16 pav. Gruntinio vandens cheminė sudėtis (5 iš 8)



16 pav. Gruntinio vandens cheminė sudėtis (6 iš 8).



16 pav. Gruntinio vandens cheminė sudėtis (7 iš 8).



16 pav. Gruntinio vandens cheminė sudėtis (8 iš 8)

2.3.3. *Upelio vandens savybės*

Vidutinis upelio vandens debitas abiejose monitoringo stotyse sumažėjo, palyginti su didžiausiu debitu, 2005 m., bet debito augimo tendencija išliko. Upelio vandens specifinis elektrinis laidumas, šarmingumas ir pH laikosi aukštame lygyje. Mangano koncentracija 2008 m. sumažėjo. Geležies koncentracija Aukštaitijos KMS turi tendenciją mažėti, Žemaitijos KMS – augti (17 pav., 1).

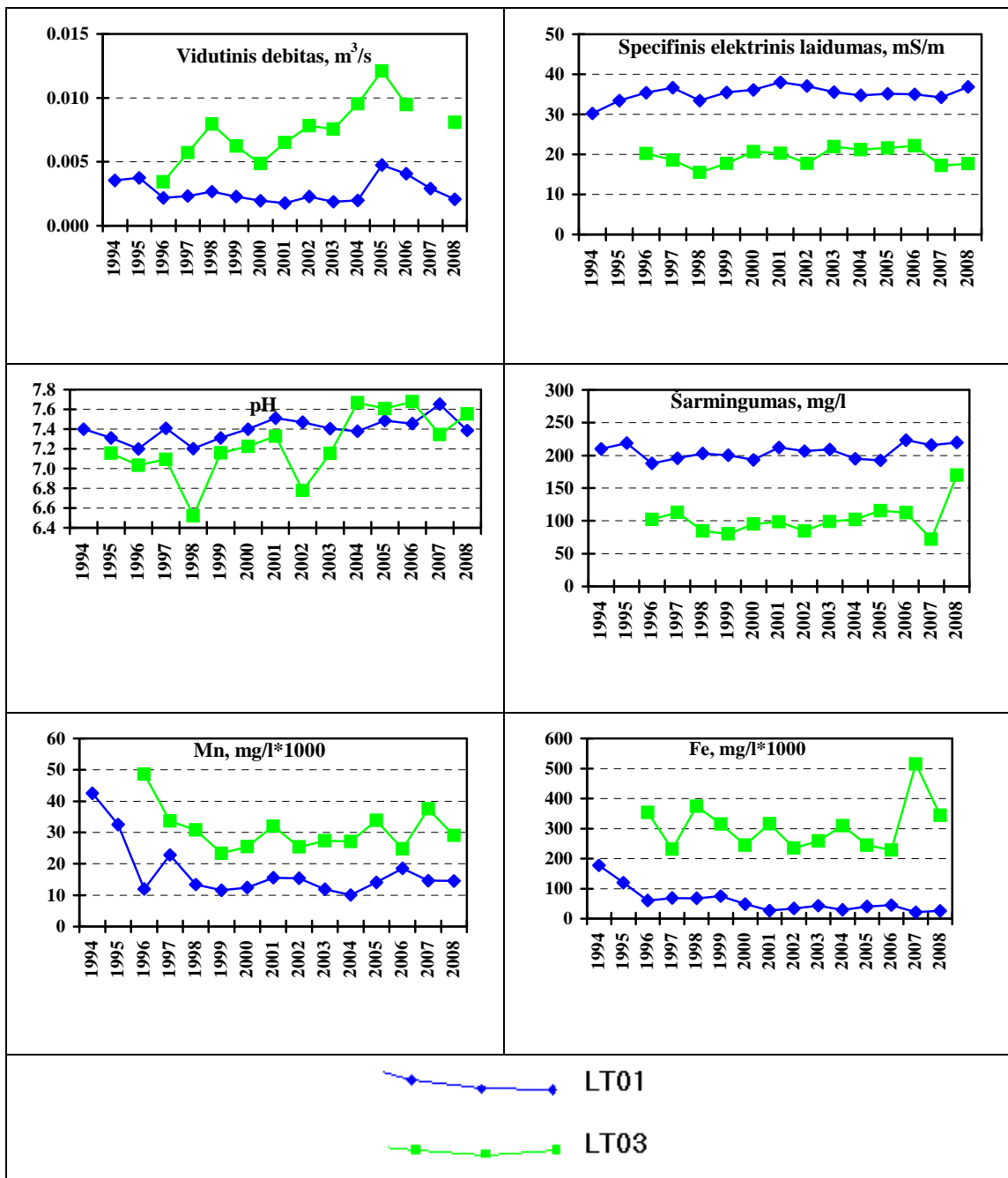
Tirpiausių medžiagų koncentracijos upelio vandenyje 2008 m., palyginti su 2007 m., išaugo, tačiau mažėjimo tendencija išliko (17 pav., 2).

Aukštaitijos KMS 2008 m. išaugo iki didžiausių reikšmių per stebėjimo laikotarpį aliuminio koncentracija. Abiejose stotyse sumažėjo visuminės organinės anglies, amonio koncentracija, o padidėjo fosfatų. (17 pav., 3).

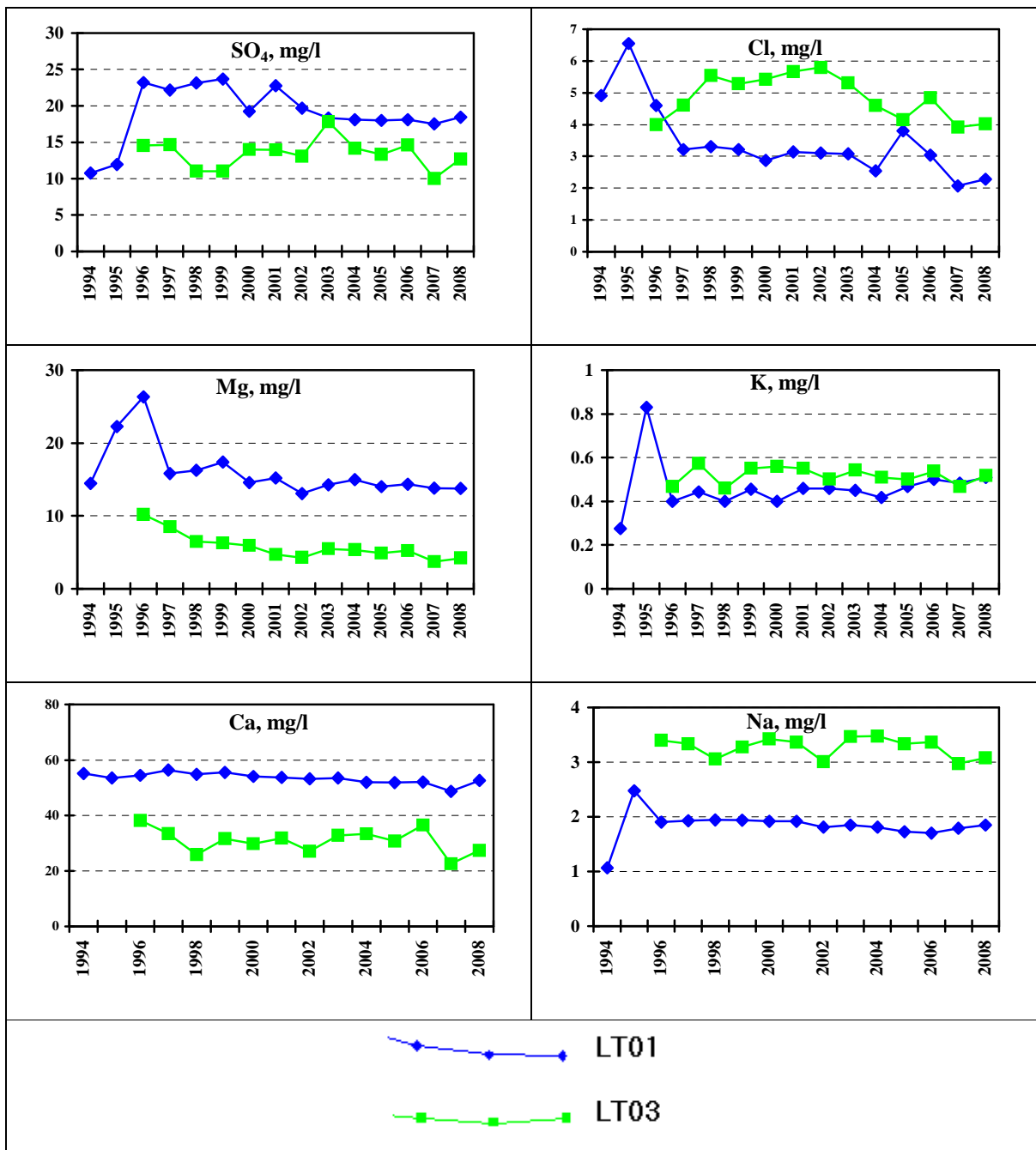
Nitratų azoto ir sulfatų sieros koncentracija upelio vandenyje 2008 m. buvo abiejose KMS didesnė, negu 2007 m, nors debitas (kaip ir nuotekis) mažėjo (17 pav. 2 ir 3). Atvirkštinė priklausomybė tarp debito ir sieros bei nitratų azoto koncentracijų rodo dalinai nenatūralią

Aukštaitijos KMS upelio vandenyje sunkiųjų metalų Cr, Pb, Ni ir Cd koncentracija nuo 2003 metų neturi pastebimų kitimo tendencijų, laikosi žemiausiame lygyje per stebėjimo laikotarpį. 2007 ir 2008 m., palyginti su 2005 ir 2006 m. mažėja Cu ir Zn koncentracija.

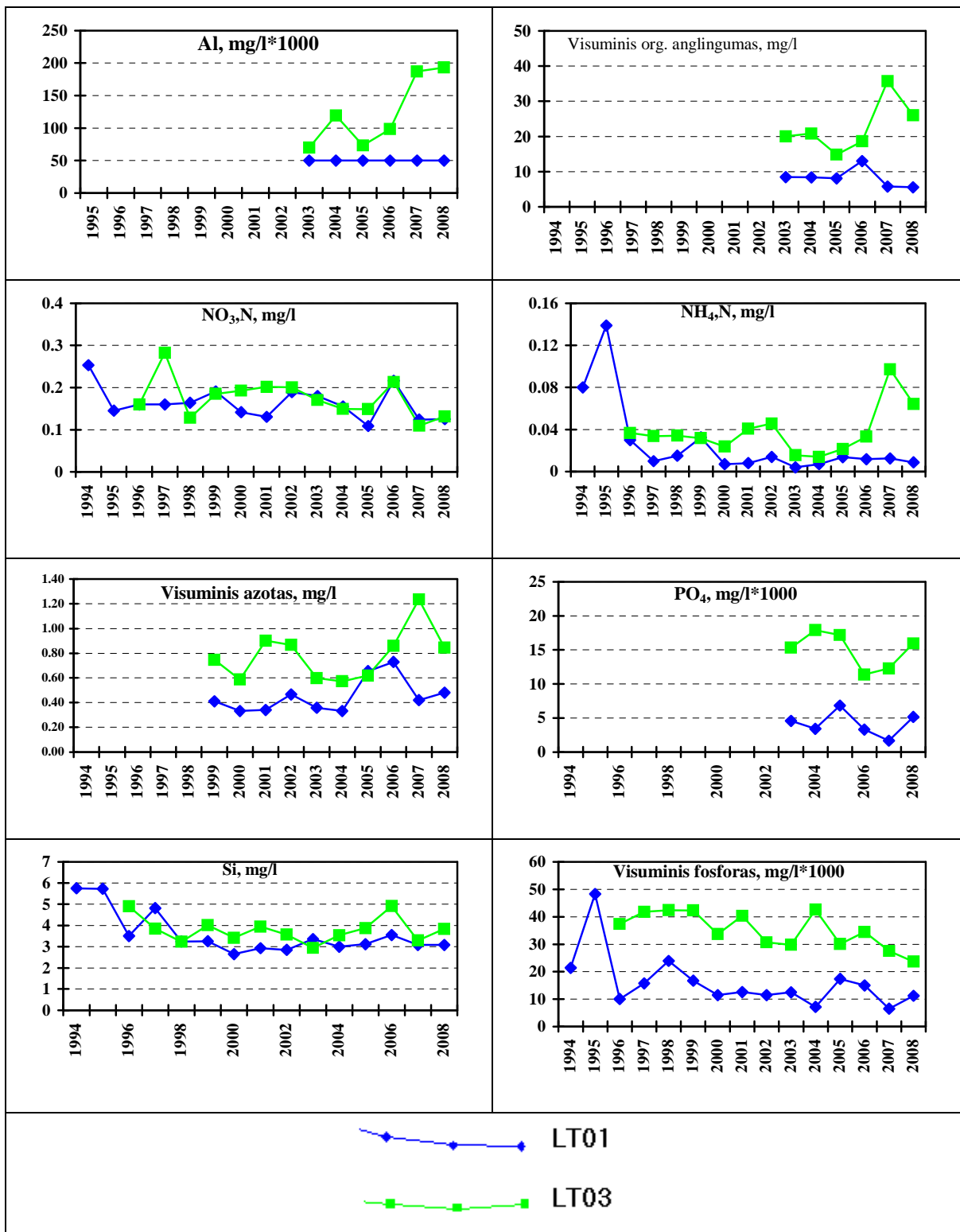
2008 m. Žemaitijos metais iki didžiausių nuo 2000 m. reikšmių padidėjo Cu ir Zn koncentracija. Neviršydami maksimalios stebėjimų laikotarpio reikšmės Cr ir Pb koncentracijos turi tendenciją didėti. Cd ir Ni koncentracija, laikosi minimaliame lygyje (17 pav., 4).



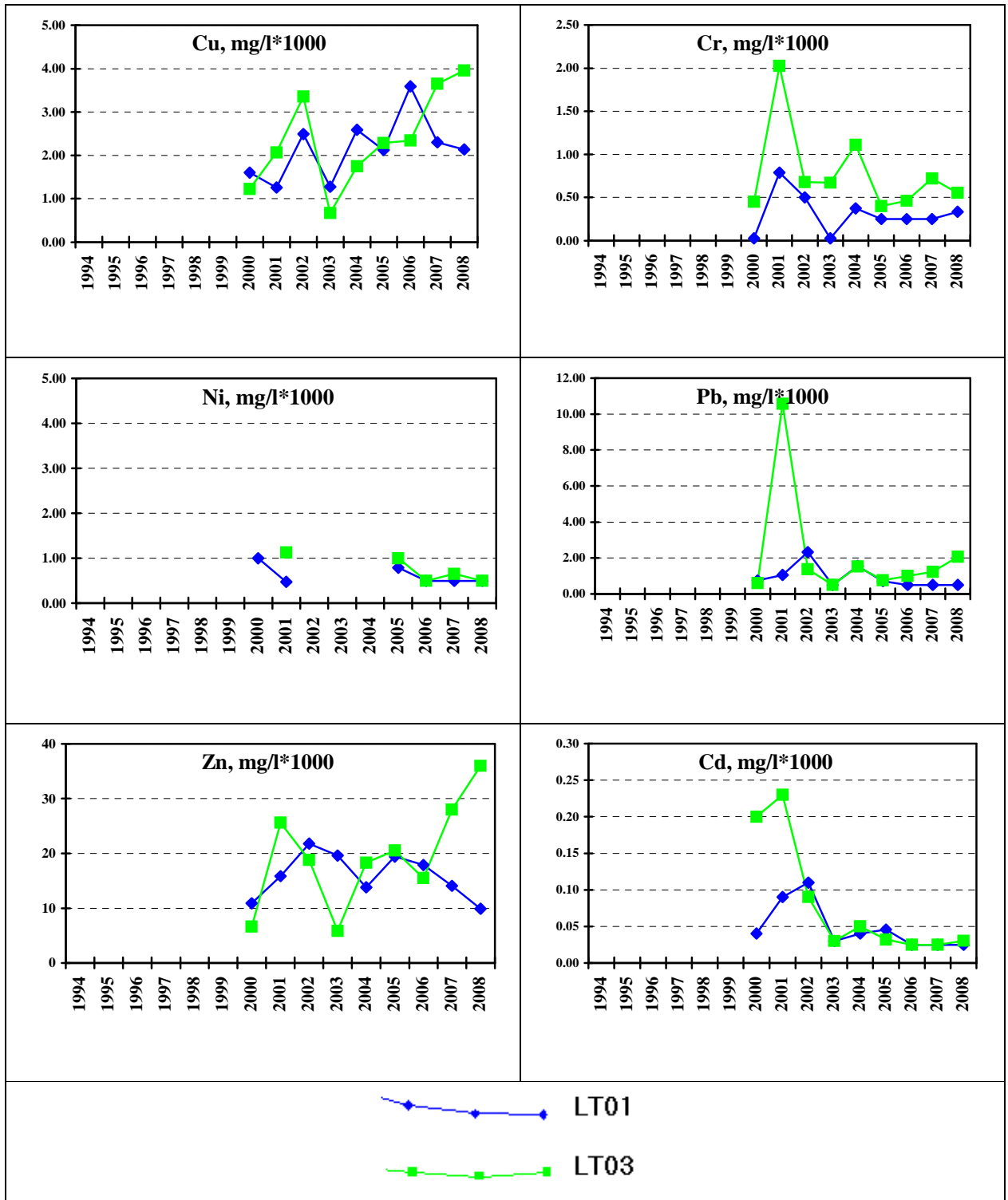
17 pav. Vidutiniai upelio vandens parametrai 1994-2008 metais (1 iš 4).



17 pav. Vidutiniai upelio vandens parametrai 1994-2008 metais (2 iš 4).



17 pav. Vidutiniai upelio vandens parametrai 1994-2008 metais (3 iš 4).

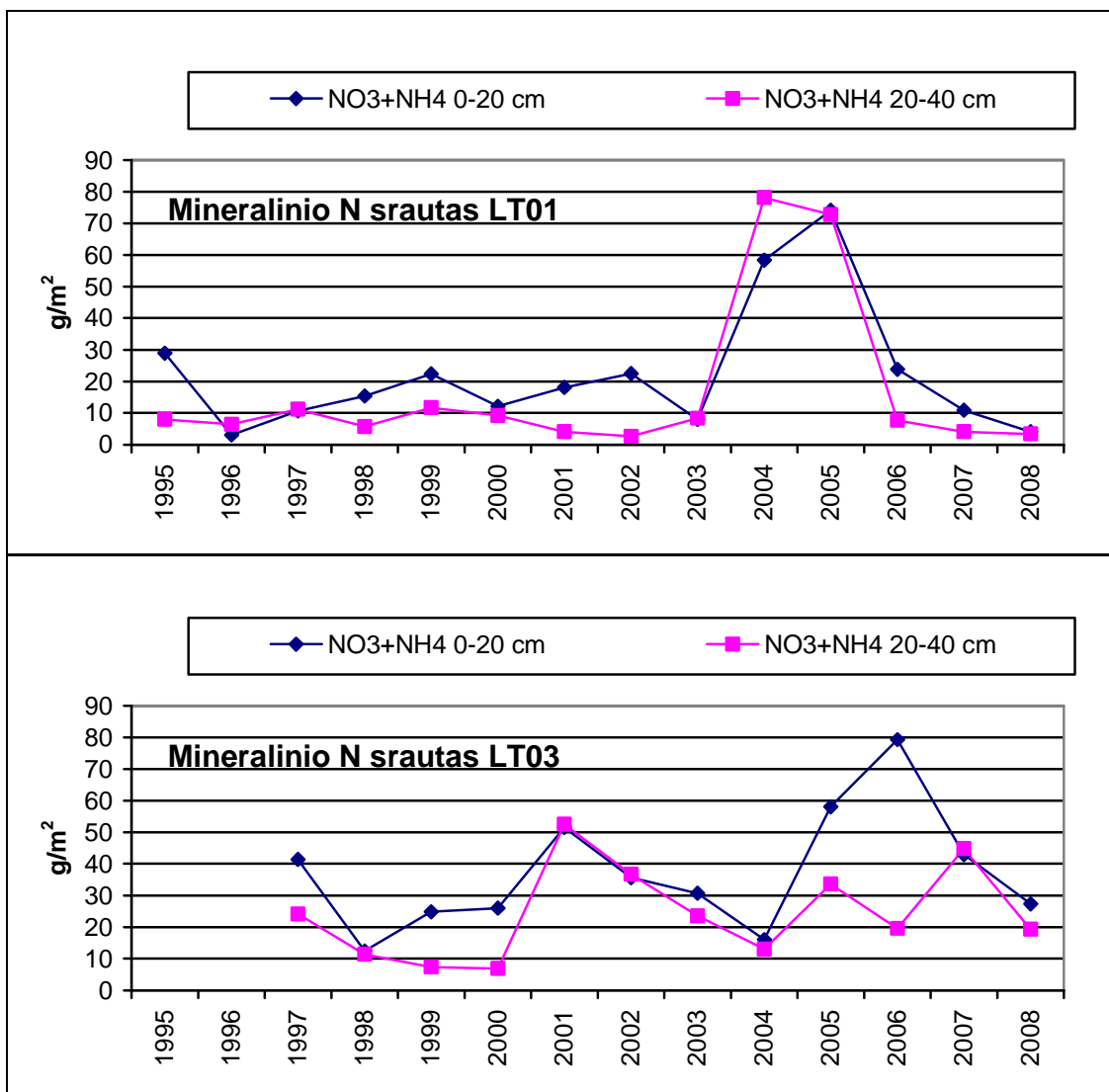


17 pav. Vidutiniai upelio vandens parametrai 2000-2008 metais (4 iš 4)

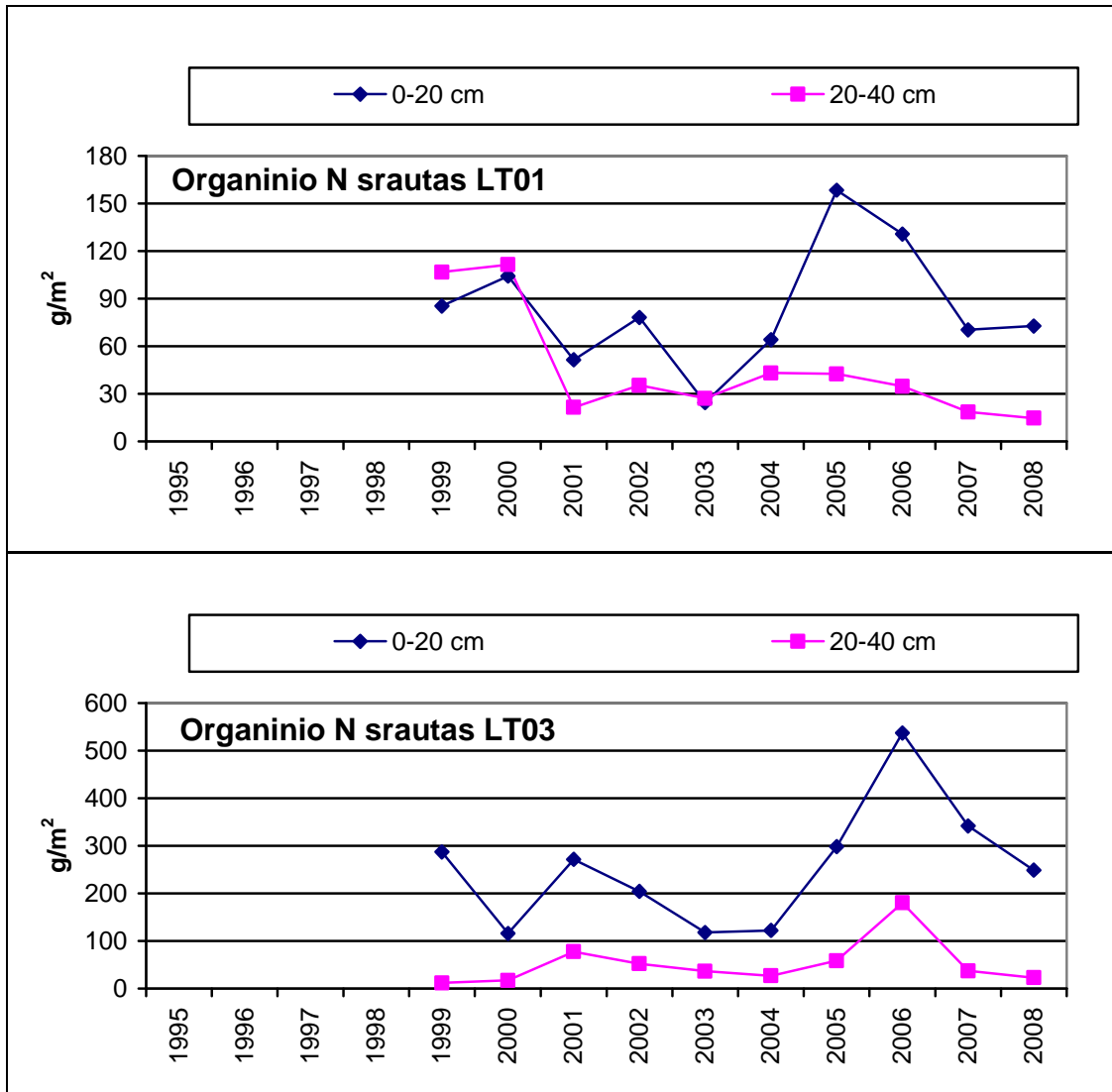
2.4. Medžiagų balanso išnešimo sudedamosios dinamika

2.4.1. Azoto ir fosforo bei sieros išnešimas iš dirvožemio

Cheminių elementų išnešimas dirvožemio vandeniu neatspindi viso baseino medžiagų balanso, bet charakterizuoja automorfinio dirvožemio indėlio į medžiagų išnešimo iš ekosistemos dinamiką. 2008 metais abiejose stotyse iš dirvožemio buvo išnešta nedideli kiekiai pagrindinių augalų mitybos elementų azoto, fosforo ir sieros (18-21 pav.).



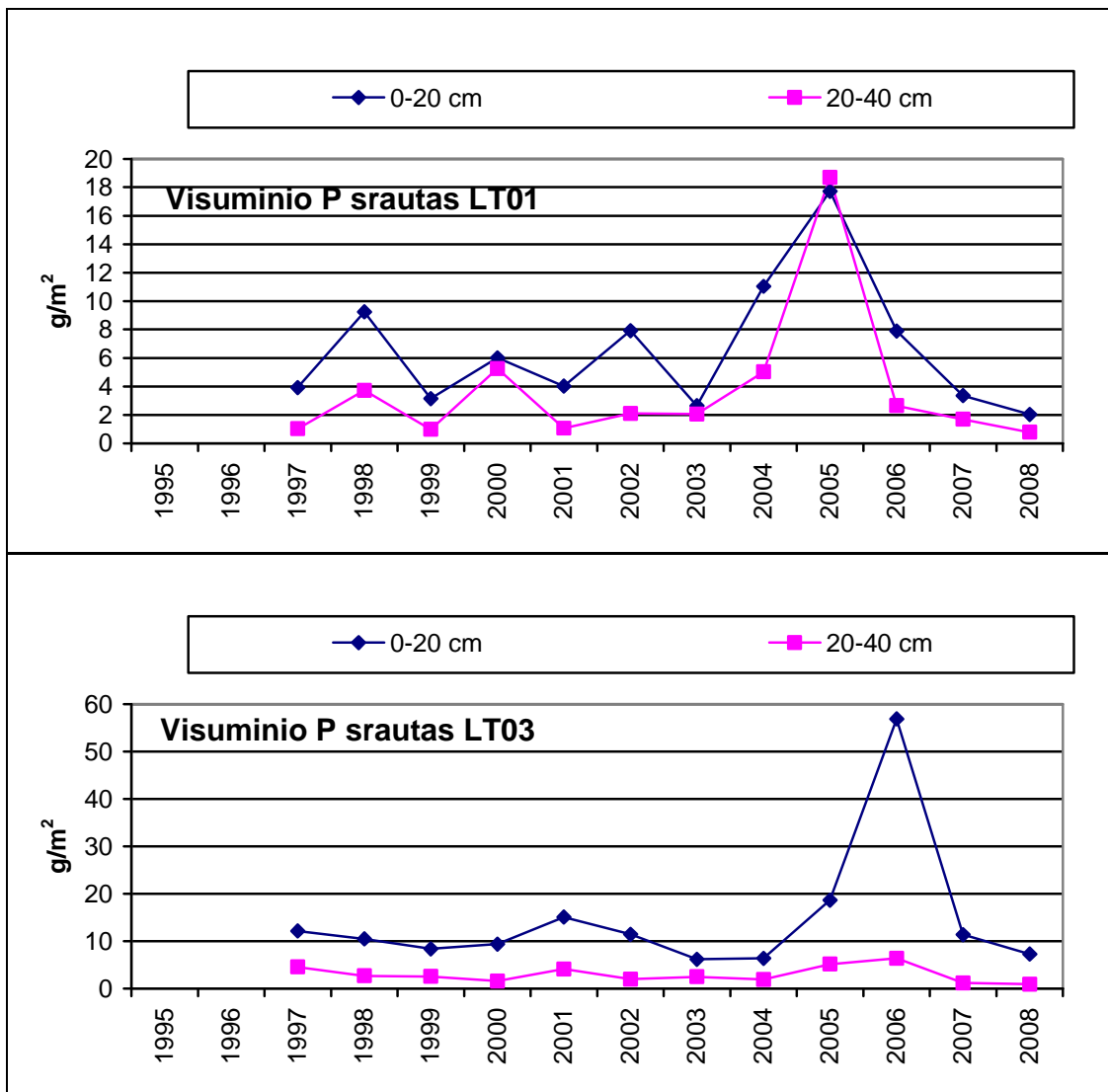
18 pav. Mineralinio azoto išplovimas iš dirvožemio.



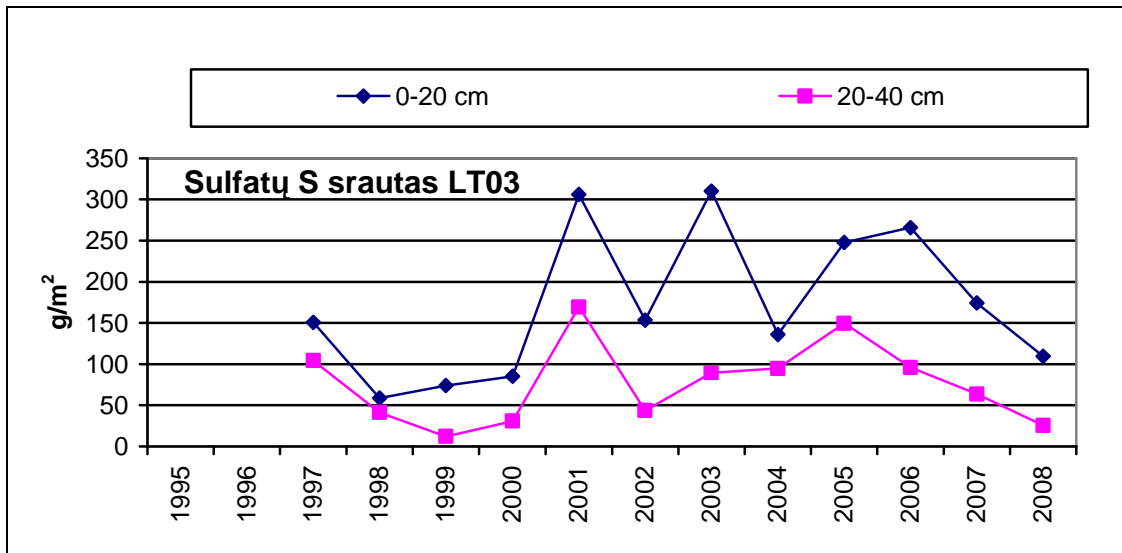
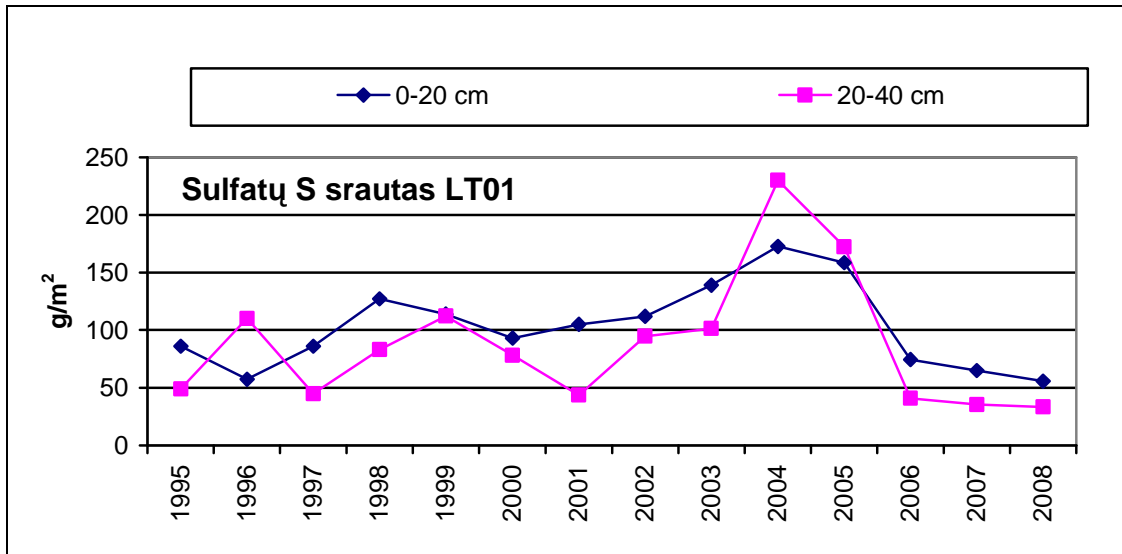
19 pav. Organinio azoto išplovimas iš dirvožemio.

Mineralinio azoto išnešimas 2008 m., palyginti su 2007 m. sumažėjo, o padidėjo tik organinio azoto išnešimas iš 0–20 cm gylio Aukštaitijos IMS. 2008 m. susidarė palankesnės sąlygos migruoti organiniam azotui, nes temperatūros amplitudė buvo mažiausia nuo 1999 m. 2000 m., 2002 m. ir 2005–2006 m. organinio azoto ir visuminio fosforo buvo išplauta daugiau dėl dirvožemio vandens srauto tūrio ir intensyvumo rodiklio (19-20 pav., LT01 ir 1 lentelė). Dirvožemio vandens srauto tūrio ir intensyvumo veiksniai paveikė organinio azoto išplovimą ir Žemaitijoje (19 pav., LT03 ir 2 lentelė). Tik neturint duomenų apie šiluminius veiksnius, negalima atsakyti į klausimą, kodėl 2005

m. didelis dirvožemio vandens srautas ir intensyvumas sudarė blogesnes sąlygas azoto ir fosforo išplovimui, negu 2006 m. (19 -20 pav., LT03 ir 2 lentelė). Sprendžiant iš to, kad upelio vandens temperatūros vidurkis 2005 m. buvo mažiausias, o 2006 m. antras pagal dydį per stebėjimo laikotarpį (3 lentelė), galima numatyti, kad šiluminės sąlygos 2006 m. buvo palankesnės medžiagų išplovimui ir iš dirvožemio.



20 pav. Visuminio fosforo išplovimas iš dirvožemio.



21 pav. Sulfatų sieros išnešimas iš dirvožemio.

Visuminio fosforo išnešimas iš dirvožemio labiausiai koreliuoja su mineralinio azoto išnešimu (koreliacijos koeficientas 0,83–0,89), o sulfatų sieros išnešimas koreliuoja silpniau (koreliacijos koeficientas 0,69–0,73). Sulfatų sieros išnešimas yra labiau veikiamas šiluminių veiksnių, nes sulfatai nėra labai tirpi medžiaga, pavyzdžiui, 1999 m. dirvožemio vandens srautas ir intensyvumas Aukštaitijos stotyje buvo nedideli (1 lentelė), bet aukšta dirvožemio temperatūra ir aža jos amplitudė sudarė palankias sąlygas sulfatų sieros išplovimui (21 pav. LT01).

2003 m. 0–20 cm gylyje Žemaitijos stotyje iš dirvožemio buvo išnešta daugiausia sieros per visą stebėjimų laikotarpį. Dirvožemio vandens srautas ir intensyvumas 2003 m. buvo artimi stebėjimo laikotarpio vidurkui, o apie šilumenes sąlygas informacijos nėra. Gali būti, kad 2003 m. sieros srautas padidėjo dėl teršimo.

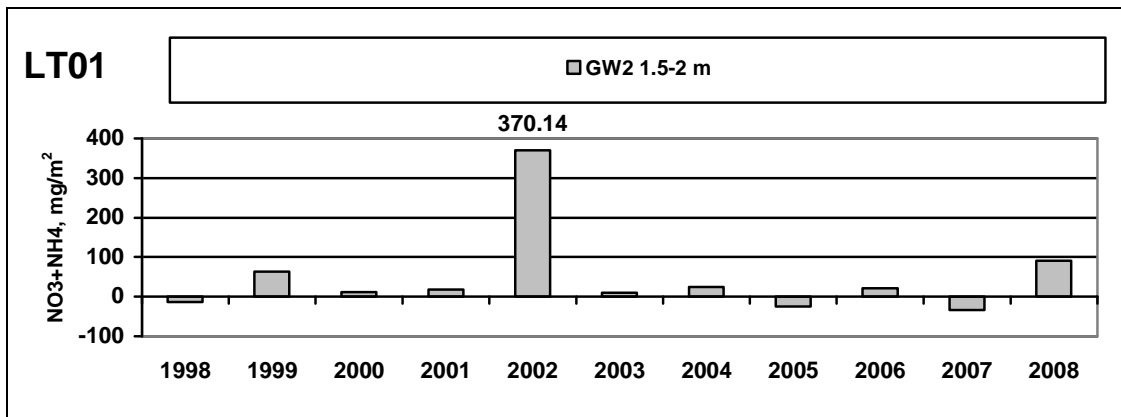
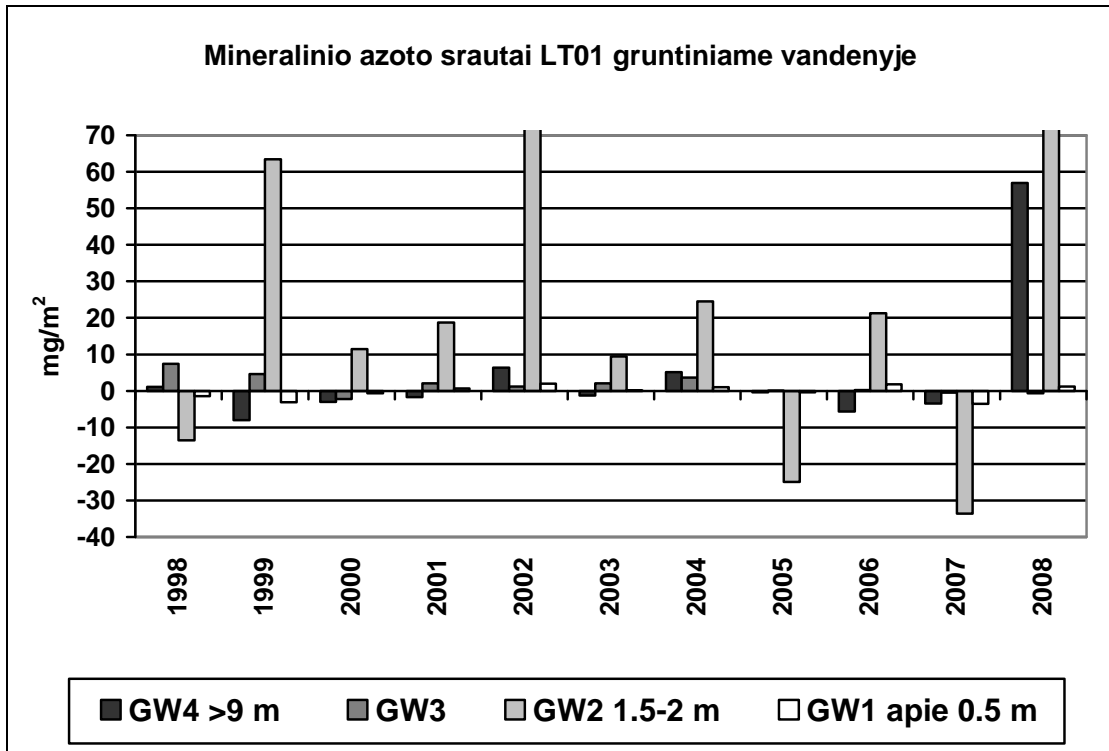
2.4.2 Azoto ir fosforo bei sieros išnešimas iš gruntinio vandens

Medžiagų išnešimo gruntinio vandens zonoje įvertinimas yra nepilnas, nes trūksta duomenų, norint apskaičiuoti visas gruntinio vandens nuotekio sudedamąsias.

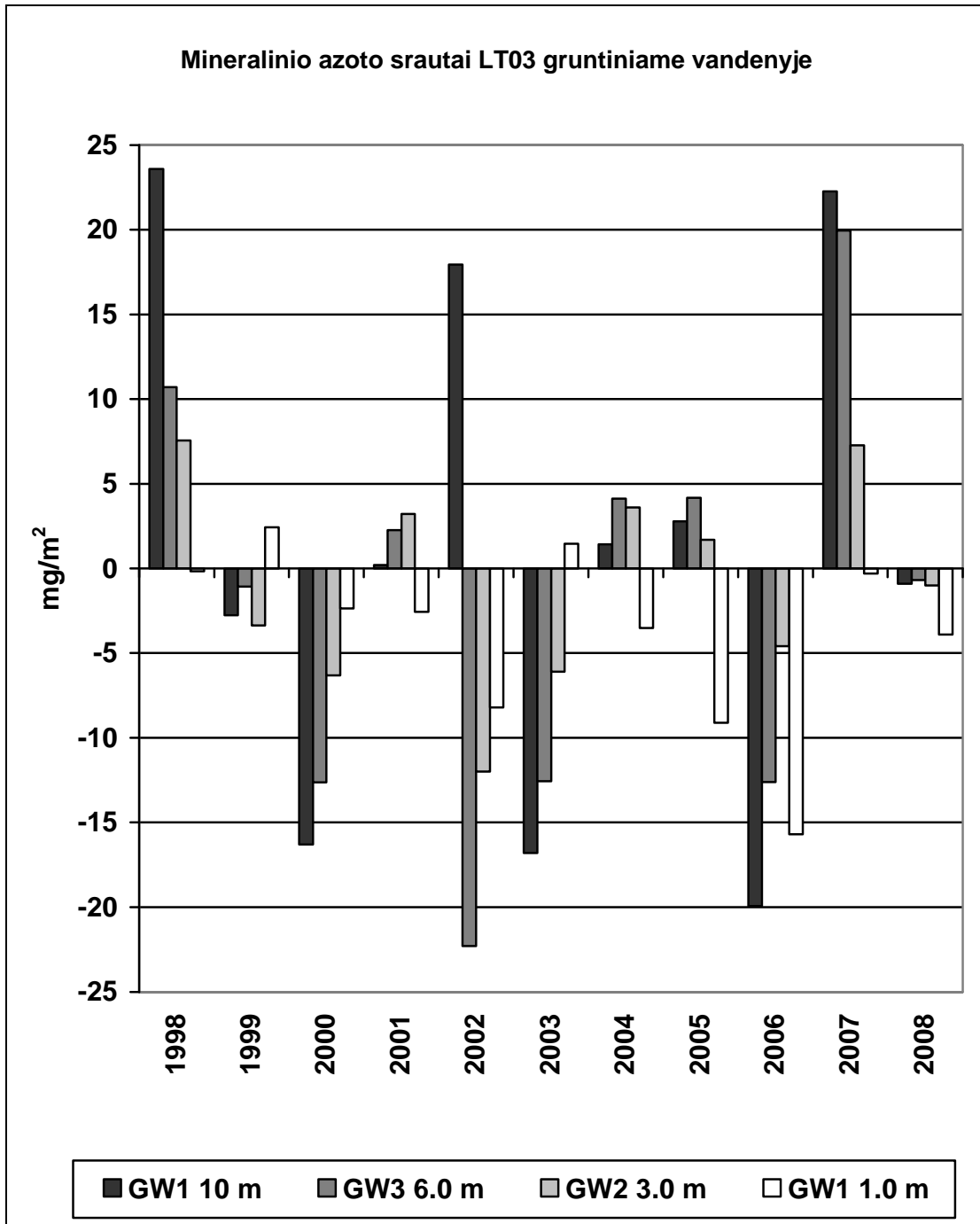
Atsižvelgiant į gruntinio vandens lygio svyravimus, sudarytos medžiagų balanso schemos, kuriose žemiausios neigiamos reikšmės rodo, kad sąlygos medžiagų išnešimui buvo palankiausios.

Aukštaitijos IMS 2008 m., palyginti su 2007 m. buvo palankesni azoto kaupimui gruntinio vandens zonoje, ypač didelis buvo mineralinio azoto kaupimo potencialas 2 ir 4 gręžiniuose (22 pav.). Fosforo ir sieros kaupimas, palyginti su azoto, buvo mažesnis kai kuriuose gręžiniuose buvo sąlygos fosforo ir sieros išnešimui (24, 26 pav.). Pagal dirvožemio ir upelio hifrologinius ir šiluminius rodiklius (1 ir 3 lentelės) galima spręsti, kad mineralinio azoto išnešimui 2008 m. nebuvo palankios hidrologinės sąlygos, o didesnę fosforo ir sieros junginių judrumą lėmė aukšta temperatūra.

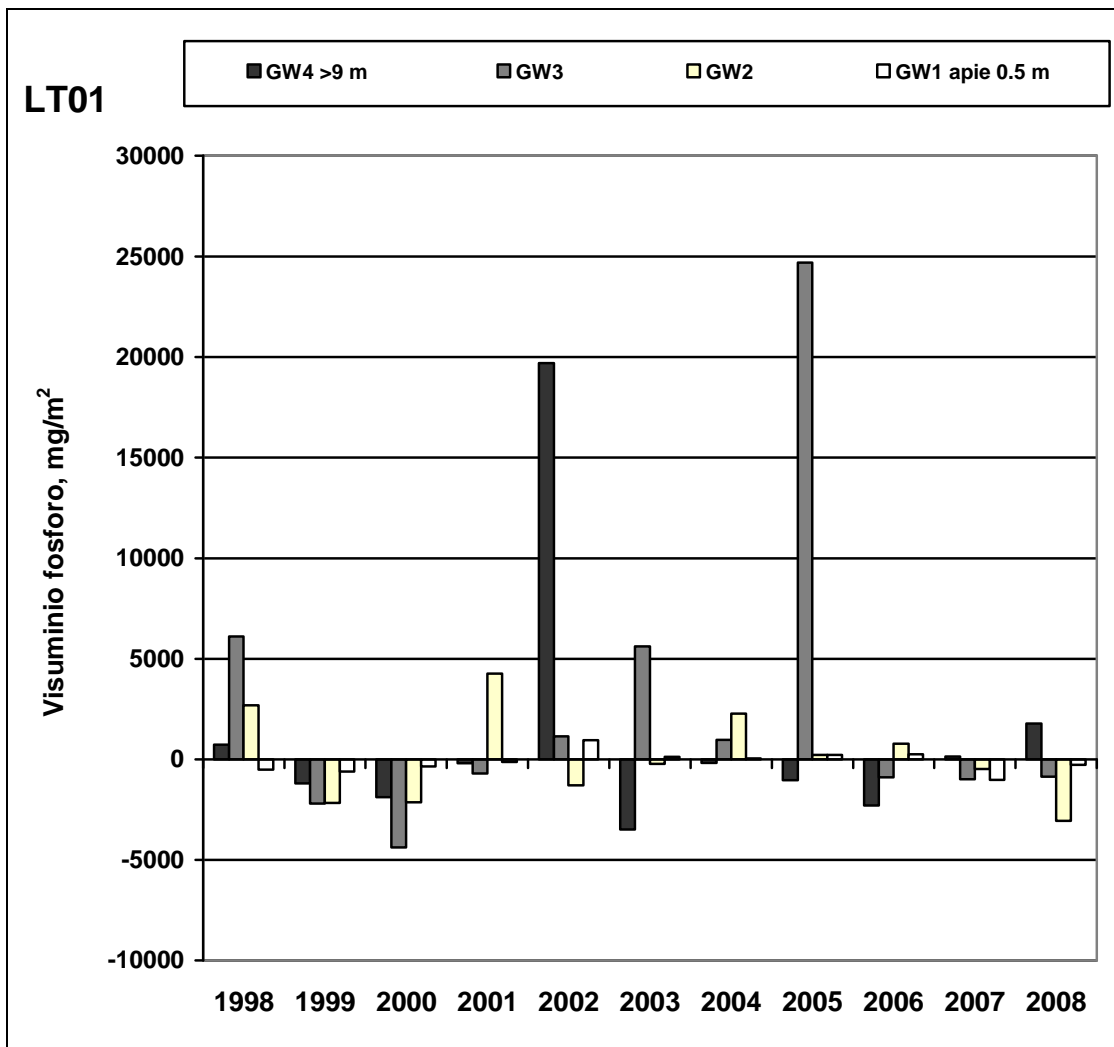
Žemaitijos IMS 2007 m. buvo palankios azoto, sieros ir fosforo kaupimui, o 2008 m. vyravo neigiami fosforo ir sieros suminiai srautai (23, 25, 26 pav.).



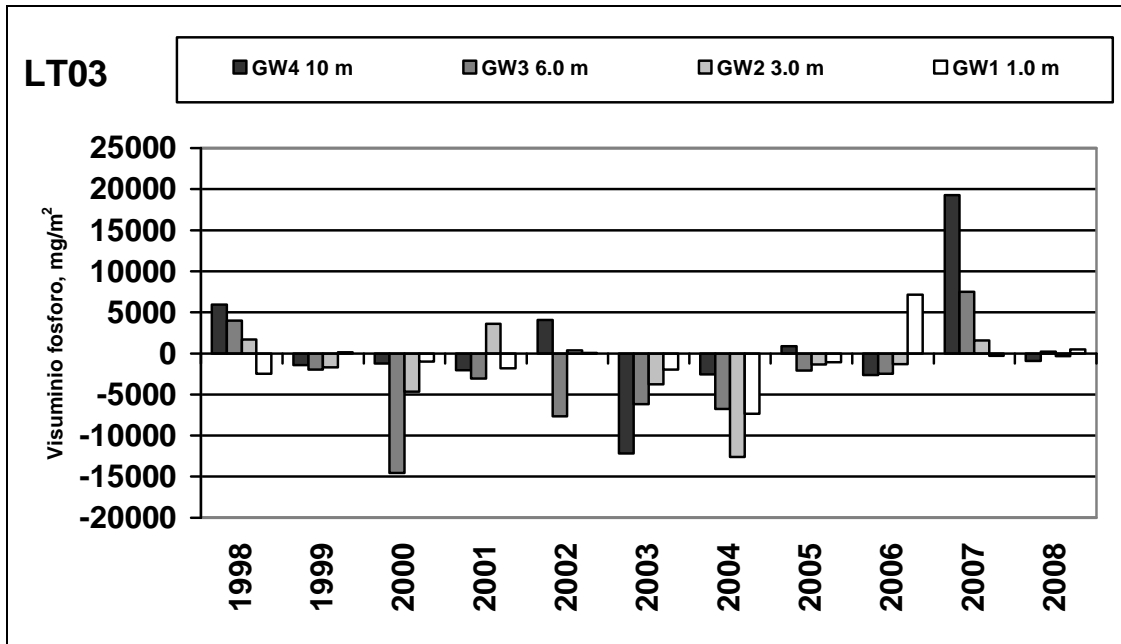
22 pav. Mineralinio azoto atsargos (teigiamos reikšmės) ir išnešimas (neigiamos reikšmės) gruntinio vandens zonoje Aukštaitijos IMS.



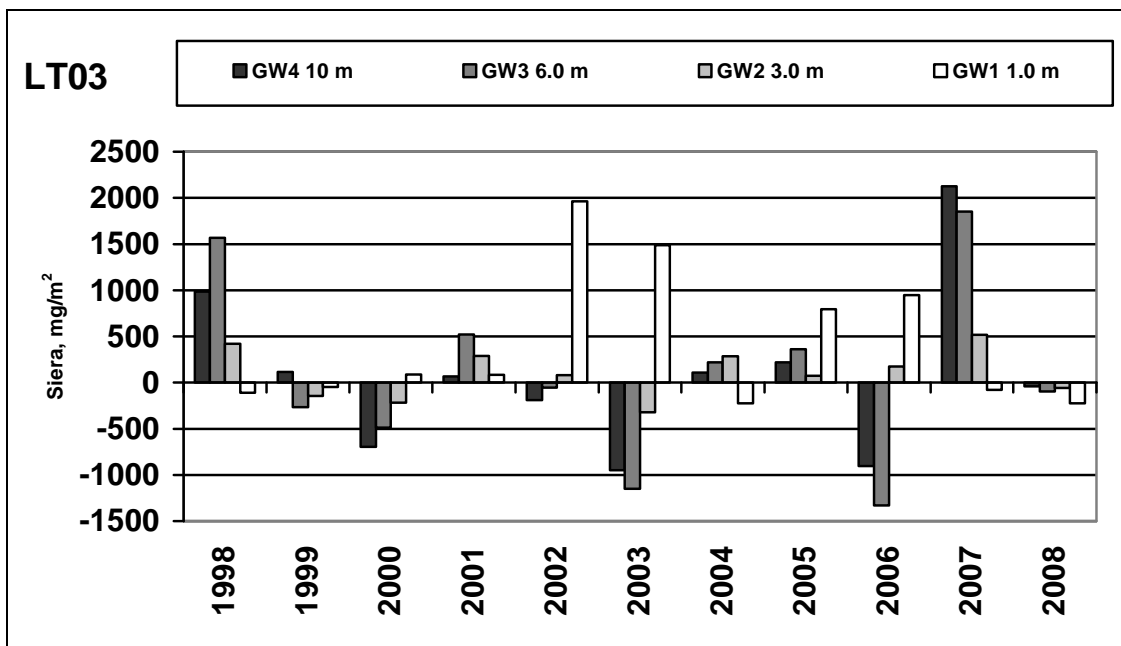
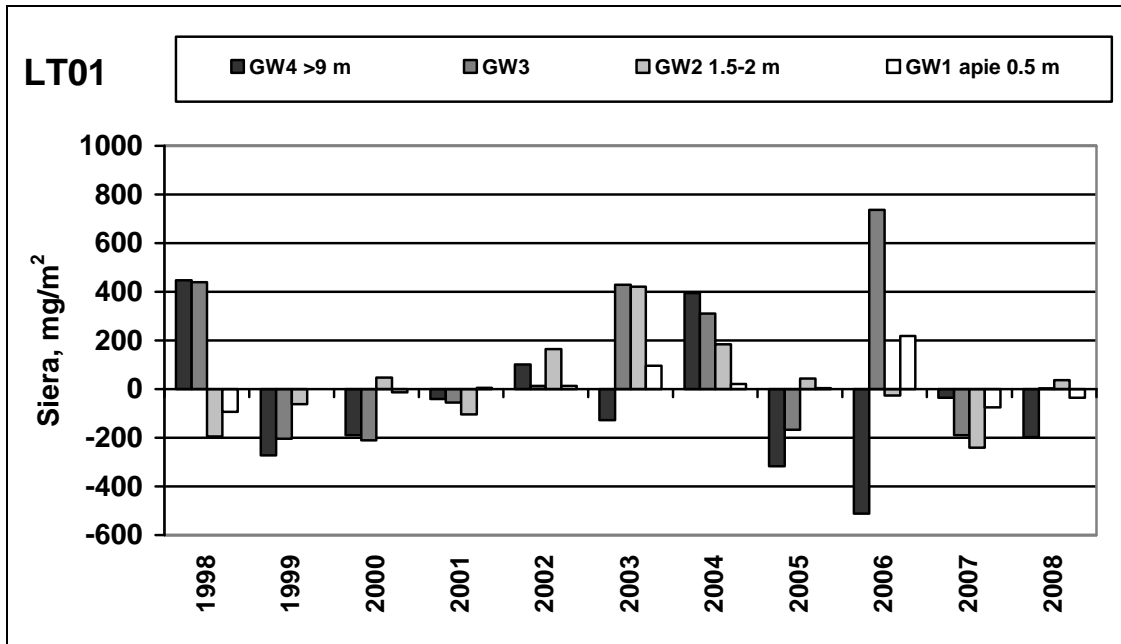
23 pav. Mineralinio azoto atsargos (teigiamos reikšmės) ir išnešimas (neigiamos reikšmės) gruntinio vandens zonoje Žemaitijos IMS.



24 pav. Visuminio fosforo atsargos (teigiamos reikšmės) ir išnešimas (neigiamos reikšmės) gruntinio vandens zonoje Aukštaitijos KMS.



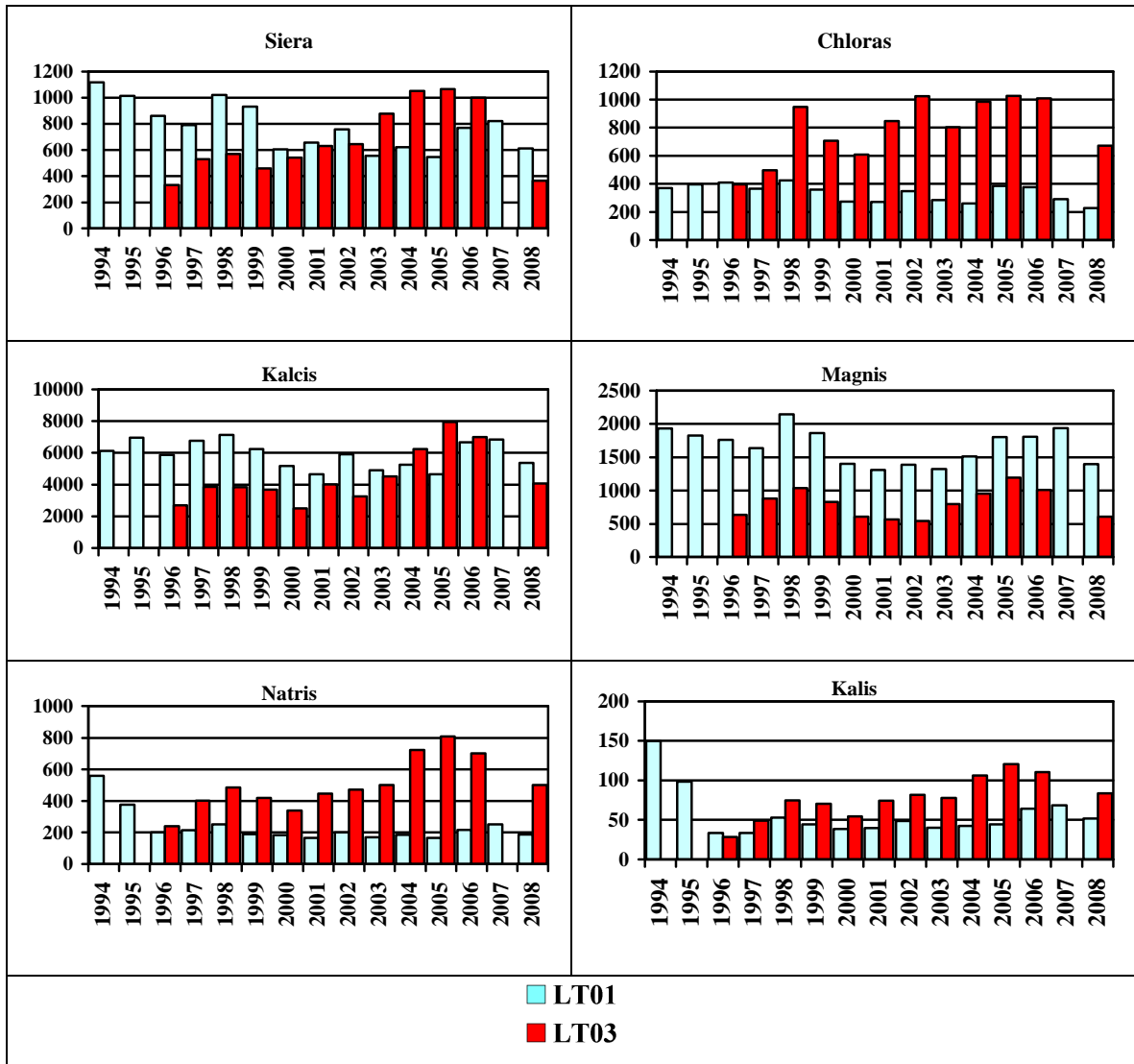
25 pav. Visuminio fosforo atsargos (teigiamos reikšmės) ir išnešimas (neigiamos reikšmės grunto vandens zonoje Žemaitijos IMS).



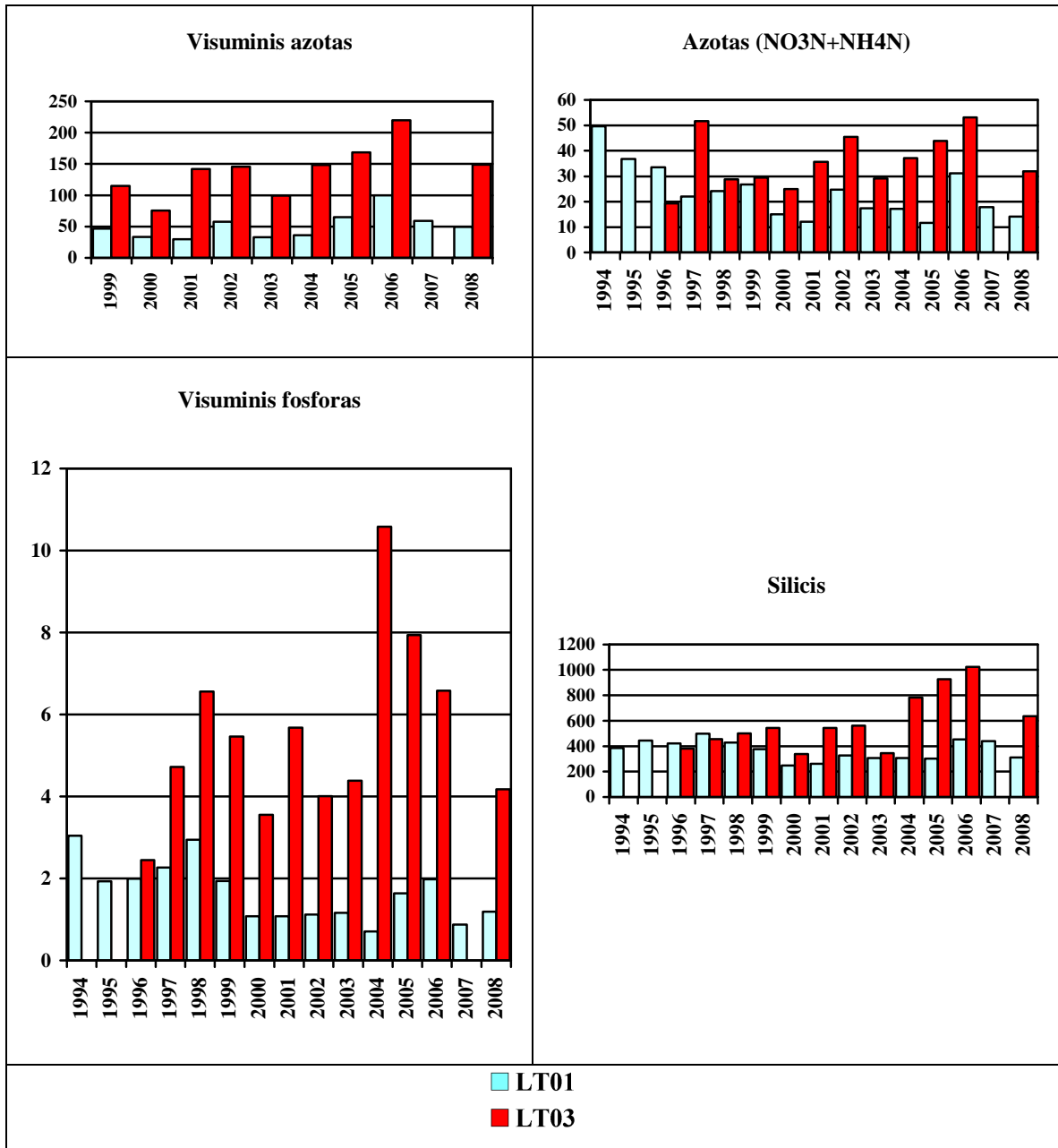
26 pav. Sieros atsargos (teigiamos reikšmės) ir išnešimas (neigiamos reikšmės) gruntinio vandens zonoje.

2.4.2. Medžiagų išnešimas upeliu

Cheminių elementų išnešimas upelio vandeniui gerai atspindi viso baseino medžiagų balanso išlaidų dalį (27–28 pav.).



27 pav. Sieros, Cl, Na, K, Ca ir Mg išnešimas iš upelių baseinų (g/m^2 , per metus).



28 pav. Kai kurių cheminių elementų išnešimas iš upelių baseinų (g/m², per metus).

Upelio nuotėkis abiejose monitoringo stotyse 2008 m. buvo mažesnis, negu 2005-2007 m., todėl sumažėjo išnešamų tirpiųjų bei potencialiai teršiančių medžiagų, azoto, sieros kiekis, išskyrus visuminio fosforo Aukštaitijos KMS (27–28 pav.). Padidėjusį visuminio fosforo išnešimą lėmė ekstremaliai didelė vasario mėnesio koncentracija, nes likusį laiką fosforo koncentracija Aukštaitijos IMS yra artima nustatymo tikslumui.

2.5. Santykinai natūralių geosistemų būklės rodikliai

Gruntinio, dirvožemio bei paviršinio vandens stebėjimo pagal ICP IM programą medžiaga yra tinkama santykinai natūralių geosistemų būklės ir kaitos tendencijų vertinimui.

Geosistema yra ekosistemos dalis, kurią sudaro aplinka kurioje intensyviausiai vyksta vandens apykaita ir gyvųjų organizmų veikla.

Iš visų geosistemos komponentų (dirvožemio, vandens, paviršinio vandens) atrenkant ekosistemos būklę geriausiai charakterizuojantį rodiklį pasirinktas upelio vanduo (paviršinis vanduo), kurio savybės atspindi visos geosistemos vandens balanso išnešimo grandį. Upelio vandeniui būdingas mažiausias buferiškumas (palyginti su dirvožemiu ir uolienomis), todėl upelio vandens savybių pokyčiai yra suminis rezultatas procesų, kurie vyksta visame santykinai natūralios ekosistemos baseine.

Pasirinktas periodas, kai matavimų dažnis tapo reguliarus ir nustatomų parametru rinkinys didžiausias, pastarasis dešimtmetis, 1999–2008 m.

Hidrologiniai ir klimatiniai parametrai buvo suranguoti ir išryškėjo keli vandens savybių (nuotekio ir debito) bei šilumos charakteristikų (vidutinės temperatūros ir metinės temperatūros amplitudės) ciklai. 1999–2003 m. nuotekis ir debitas buvo mažiausi, o 2004–2006 m. (LT01) ir 2005–2007 (LT03) – didžiausi (3lentelė).

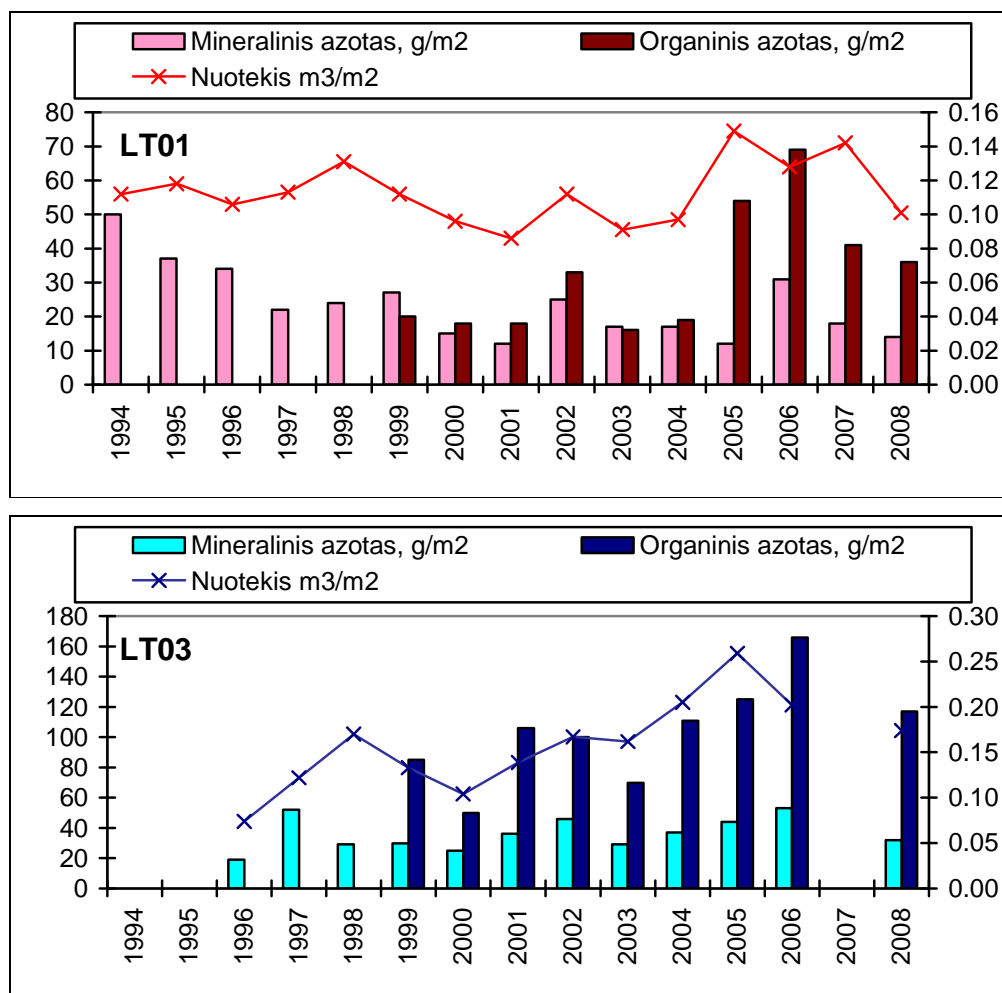
Nustatyta, kad biogeninių medžiagų (mineralinio azoto ir fosforo) išnešimo priklausomybė nuo upių vandeningumo yra svarbus aplinkos antropogenizacijos ir kokybės rodiklis (Grimvall, Stalnacke, Tonderski, 2000, Bagdžiūnaitė-Litvinaitienė, 2004). Pavydžiui, po 2002 m. Strėvos, Merkio ir Šventosios azoto išnešimas ir nuotekio koreliacijos koeficientas pakito nuo 0,3 iki 0,6, todėl buvo padaryta išvada apie antropogenizacijos mažėjimą (Bagdžiūnaitė-Litvinaitienė, 2004).

Pasirinktas organinis ir mineralinis azotas, kurio išnešimo iš upelių baseinų koreliacija su metiniu nuotekiu ir debitu yra stipriausia abiejose stotyse, tuo pačiu 1999–2003 m. laikotarpiu – tai atitinka reikalavimus mažiausiam antropogenizacijos rodikliui. Pastaraisiais metais, 2004–2008 m., koreliacijos koeficientas tarp mineralinio azoto ir nuotekio buvo mažas (0,28) arba, Aukštaitijos IMS, artimas nuliui, o 1994–2002 m. šiek

ties didesnis (0,41), o LT03 neigiamas (-0,41), t.y. antropogenizacija didėjo, natūralių hidrologinių veiksnių įtaka silpnėja, didėja ekosistemos antropogenizacija.

Organinio azoto išnešimas upelio vandeniui turi tendenciją didėti. Organinio azoto išnešimo padidėjimas susijęs su upelio vandens šilimo tendencija. Jei klimatas šils, organinio azoto išnešimas didės.

Artimiausiu metu, jei silpnės ūkinė veikla, galima prognozuoti mineralinio azoto išplovimo ryšio su hidrologiniais parametrais stiprėjimą, antropogenizacijos silpnėjimą. Kita vertus, jei didės atmosferinis teršimas dėl energetikos reformų, ryšys išliks silpnas, o mineralinio azoto išplovimas išaugs.



29 pav. Azoto junginių išnešimo iš santykinai natūralių geosistemų kitimo tendencijos ir ryšys su nuotekiu.

IŠVADOS

1. 2008 metais kritulių iškrito mažiausiai per visą stebėjimų laikotarpį, net 19 % mažiau už klimatinę normą ir 20% mažiau už 12 metų (trijų trimečių ciklą) vidurkį. Panašus kritulių deficitas buvo prieš dvylika metų, 1996 m. Žemaitijos stotyje, kitaip negu Aukštaitijos, 2008 m. buvo drėgni, kritulių kiekis viršijo klimato normą 12%, o vidutinę stebėjimo laikotarpio reikšmę 8%.
2. Surangavus hidrologinius rodiklius išryškėjo, kad 2001 ir 2005–2006 m. laikotarpiai buvo palankiausi medžiagų išplovimui Žemaitijos IMS. Aukštaitijos IMS, pagal dirvožemio vandens srauto tūrį palankiausi išplovimui buvo 2000 ir 2005 m., o pagal intensyvumą – 1998, 2000 ir 2004 m. Įšalo rodiklis rodo, kad palankiausios sąlygos išplovimui buvo 2004 ir 2008 m. Tačiau, 2008 metais išplovimas stipriai neišaugo, dėl nepalankių hidrologinių sąlygų. Ni, Cr, Cu ir Zn koncentracijos pastaraisiais metais yra didesnės, negu stebėjimo laikotarpio pradžioje, o Cd ir Pb koncentracijos laikosi žemame lygyje.
3. Gruntinio vandens lygio svyravimo greitis pastaraisiais metais didėja. 2008 m. nitratų bei amonio azoto koncentracija, palyginus su 2007 m. padidėjo, bet neviršijo didžiausių, 2000–2002 m. reikšmių. 2008 m. Aukštaitijos stotyje giliausiame gręžinyje iki didžiausių reikšmių padidėjo Cu, Cr, Cd Zn, Ni koncentracija, o sekiausiajame, pirmajame, gręžinyje ypač padidėjo Cd koncentracija. Sunkiųjų metalų koncentracijų augimas Aukštaitijos IMS tolygiai vyksta giliuosiuose gręžiniuose ir tris metus iš eilės ir pasireiškia metalų rinkinio gausėjimu, todėl priežasties reikėtų ieškoti regiono ūkinės veiklos pokyčiuose.
4. Palankiausi medžiagų išplovimui pagal upelio nuotekį ir debitą Aukštaitijoje buvo 2005, 2007 m., o Žemaitijoje – 2004–2006 m. Aukšta vidutinė upelio vandens temperatūra derinyje su maža svyravimo amplitude taip pat sudarė sąlygas didesnam išplovimui, abiejose stotyse šiluminės sąlygos buvo palankiausios 2007 m., tai padidino S, Mg, Ca, Si išplovimą iki didžiausių nuo 1999 m. reikšmių. 2008 m. hidrologinės ir šiluminės sąlygos nebuvo palankios, todėl išplauti mažesni medžiagų kiekiai.

LITERATŪRA

Bagdžiūnaitė-Litvinaitienė L. (2004). Change dynamics of biogenic matter in river waters of southeast Lithuania during periods of different waterness. *Journal of environmental Engineering and Landscape Management*, vol. 12, No 4, 146–152.

Dirvožemių, dirvožemio ir gruntinio vandens cheminė sudėtis kompleksinio monitoringo foninėse stotyse, (1995). Geografijos instituto 1995 metų darbų ataskaita (temos vadovas dr. Z. Gulbinas).

Dirvožemių, dirvožemio ir gruntinio vandens cheminės sudėties stebėjimai integruoto monitoringo stotyse, (1993). Geografijos instituto 1993 metų darbų ataskaita (temos vadovas dr. Z. Gulbinas).

Dirvožemių, dirvožemio ir gruntinio vandens monitoringas kompleksinėse foninio monitoringo stotyse, (1994). Geografijos instituto 1994 metų darbų ataskaita (temos vadovas dr. Z. Gulbinas).

Dirvožemių, dirvožemio vandens, gruntinio vandens ir upelių vandens monitoringas foninėse stotyse, (2000). Geografijos instituto 2000 metų darbų ataskaita (temos vadovas dr. Z. Gulbinas).

Dirvožemių, dirvožemio vandens, gruntinio vandens ir upelių vandens monitoringas kompleksinėse monitoringo stotyse, (2001). Geografijos instituto 2001 metų darbų ataskaita (temos vadovas dr. Z. Gulbinas).

Dirvožemių, dirvožemio vandens, gruntinio vandens ir upelių vandens monitoringas kompleksinėse monitoringo stotyse, (2002). Geologijos ir geografijos instituto 2002 metų darbų ataskaita (temos vadovas dr. M. Samuila).

Grimvall A., Stalnacke P., Tonderski A. (2000). Timescale of nutrient losses from land to sea – a European perspective. *Ecological Engineering*, No 14, 363-371.

Manual for Integrated Monitoring. Programme Phase 1993–1996. Environment Data Centre, National Board of Waters and the Environment. Helsinki, (1993).

Manual for integrated monitoring (1998). ICP IM programme centre, Finish environment institute, Helsinki.