

Gamtos tyrimų centras

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

Vilnius – 2009

Gamtos tyrimų centras

TVIRTINU:

Gamtos tyrimų centro direktorius
Habil. dr. Mečislovas Žalakevičius

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

**2009 metų darbų ataskaita
(2009 m. liepos mėn 2 d. sutartis Nr. 4F09-55)**

Darbo vadovas:

Dr. Ieva Baužienė

Vilnius – 2009

TURINYS

ĮVADAS	4
1. Objektas ir metodika	6
2. Rezultatai ir jų aptarimas	8
2.1. Kritulių kiekio dinamika monitoringo stotyse 1994–2008 m.	8
2.2. Vandens balanso sudedamosios geosistemos grandyse	10
2.2.1. Dirvožemio vanduo.....	10
2.2.2. Gruntinis vanduo.....	18
2.2.3. Upelio vandens ir kitų balanso sudedamųjų santykis.....	23
2.3. Cheminių vandens savybių kitimas	31
2.3.1. Dirvožemio vandens savybės.....	31
2.3.2. Gruntinio vandens savybės.....	39
2.3.3. Upelio vandens savybės	48
2.4. Medžiagų balansas	53
2.4.1. Azoto ir fosforo bei sieros išnešimas iš dirvožemio	53
2.4.2. Azoto ir fosforo bei sieros išnešimas iš gruntinio vandens.....	55
2.4.3. Medžiagų išnešimas upeliu.....	61
2.5. Pasiūlymai tyrimų racionalizacijai 2011–2016 m. laikotarpiui	63
IŠVADOS	66
LITERATŪRA	68

IVADAS

Integruoto monitoringo teritorijose Lietuvoje, sąlygiškai natūraliose ekosistemose jau šešiolika 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 2009 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 2009 metų duomenys. Patikrintas vandenyje ištirpusių jonų balansas. Duomenis koreguoti, įskaitinti, apskaičiuoti vidurkiai.

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

3. Nustatytos vandens balanso nuotėkio sudedamosios (vandens srautai dirvožemio ir gruntiniame vandenyje) Aukštaitijos ir Žemaitijos KM stočių baseinuose ir išaiškintos pagrindinės jų kaitos tendencijos bei priežastys. Apskaičiuotas vandenyje ištirpusių medžiagų azoto, fosforo ir sieros balansas.

4. 2009 metų duomenys palyginimami su 2009 metų bei 1993–2008 metų laikotarpio duomenimis. Nustatomos ir įvertinamos vandens cheminės sudėties pokyčių priežastys.

Atliekant 1-4 šios techninės užduoties punktuose nurodytus tyrimus, vadovautasi Tarptautinės bendradarbiavimo programos Kompleksinio monitoringo srityje (ICP IM) reikalavimais. Atsižvelgiant į 2005-2009 m. aplinkos būklės duomenis bei kitus tyrimų rezultatus, išanalizuota Valstybinio aplinkos monitoringo 2005-2010 metų programos dalis, nurodanti minimalias dirvožemių, dirvožemio vandens, gruntinio bei upelių vandens monitoringo sąlygiškai natūraliose ekosistemose apimtis, ir suformuluoti išsamūs siūlymai dėl šios dalies tobulinimo, mokslo tyrimų tęstinumo ir reikalingumo, apimties, struktūros, parametrų sąrašo, stebėjimų dažnumo ir kitų elementų tobulinimo 2011-2016 metų tyrimų laikotarpiui.

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 kartojasi 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 SO₄, NO₃N, NH₄N, Ca, Na, K, Mg, Cl, P_{visuminis}, Mn, Fe, Si, pH. Nuo 2000 metų matuojamas fosfatų fosforo (PO₄P), ir visuminio azoto (N_{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, Ni) kiekius gamtiniame vandenyje. Iš viso, 23 parametrai.

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.

Dirvožemio vandens nuotekis skaičiuojamas pagal lizometro darbinį plotą.

Gruntinio vandens dinaminės atsargos pagal formulę (Сакалаускаене, 1969):

$$Qd = \sum \mu \cdot F \cdot \Delta h$$

Qd dinaminės atsargos, μ – vandens atidavimo koeficientas, F – plotas, Δh – lygio metinė amplitudė. Požeminis nuotekis (Q):

$$Q = \frac{Qd}{365 - t}, \text{ kur } t \text{ laikas, kai gruntinio vandens lygis kyla.}$$

Baseino plotas Aukštaitijos integruoto monitoringo stotyje yra patikslintas pagal inertiško sulfato elemento balansą ekosistemoje (Baužienė, 2005).

Plotas gruntinio vandens dinaminių atsargų skaičiavimui yra nustatytas pagal grėžinių altitudes, darant prielaidą, kad teritorijose, vienodai pakilusiose virš jūros lygio gruntinio vandens lygio svyravimo amplitudės yra panašios.

Viso baseino vandens balansas sudarytas pagal supaprastintą lygtį (Ruseckas, 2008):

$$ET = Pt - qt \pm \Delta S,$$

Čia: ET – bendras garavimas, qt – nuotekis, ΔS - vandens atsargų pokytis dirvožemyje per laikotarpį t .

2. Rezultatai ir jų aptarimas

Šioje ataskaitoje apibendrinami 2009 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 režimas ir srautų tūriai ir intensyvumas. Ranguojant vandens parametrus nustatoma, kurie metai buvo palankiausi medžiagų išsiplovimui. 2.2.3 skyriuje vandens balanso sudedamosios suvedamos kartu.

2.3 skyriuje aprašomos cheminės savybės. 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 skyrius užbaigiamas ekosistemos balanso išlaidų grandies tyrimu, nustatomos medžiagų išnešimo upelio vandeniui tendencijos.

2.4 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 vandeniui.

2.5 skyriuje, atsižvelgiant į 2005-2009 m. aplinkos būklės duomenis bei kitus tyrimų rezultatus, išanalizuota Valstybinio aplinkos monitoringo 2005-2010 metų programos dalis, nurodanti minimalias dirvožemių, dirvožemio vandens, gruntinio bei upelių vandens monitoringo sąlygiškai natūraliose ekosistemose apimtis, ir suformuluoti išsamūs siūlymai dėl šios dalies tobulinimo, mokslo tyrimų tęstinumo ir reikalingumo, apimties, struktūros, parametrų sąrašo, stebėjimų dažnumo ir kitų elementų tobulinimo 2011-2016 metų tyrimų laikotarpiui.

2.1. Kritulių kiekio dinamika monitoringo stotyse 1994–2009 m.

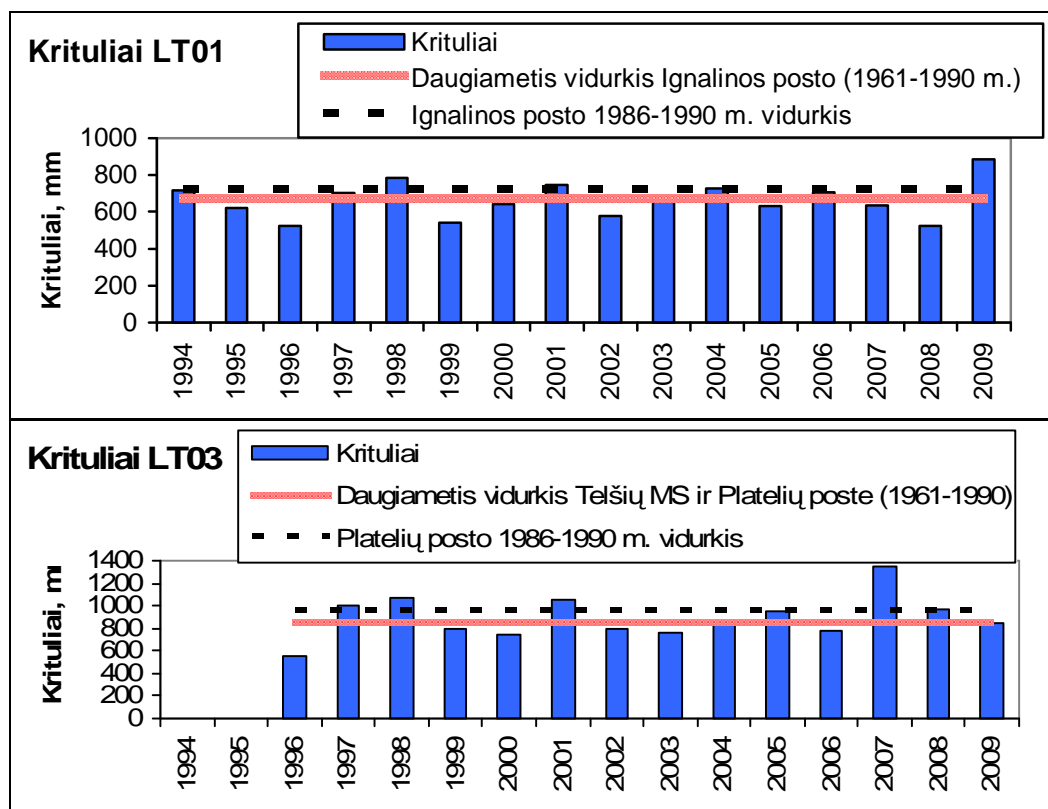
1994–2009 metais kritulių kiekis ir Aukštaitijos, ir Žemaitijos monitoringo stotyse klimatinę normą (daugiametį 1961-1951 m. vidurkį) ir viršija, ir nesiekia vienodą metų skaičių (1 pav.). Tačiau klimatinė norma viršijama didesne dalimi, negu nepasiekama. Didžiausias klimatinės normos viršijimas buvo +32% (LT01, 2009 m.) ir +55% (LT03, 2007

m.), o trūkumas -22% (LT01, 1996 ir 2008 m.) ir -37% (LT03, 1994 m.). Palyginti su klimatinės normos periodu (1961-1990) stebėjimo periodas (1994-2009) yra drėgnesnis.

Palyginti su 1985–1990 metų šlapmečiu, stebėsenos laikotarpis yra sausesnis, bet šlapiais metais, klimatinė norma viršijama didesne dalimi, negu sausaisiais, t.y., sausros, palyginti su stebėjimo laikotarpio pradžia, yra mažesnės.

2009 m. Aukštaitijoje iškrito daugiausiai kritulių per visą stebėjimų laikotarpį, 33% daugiau, negu stebėjimo laikotarpio vidurkis.

Žemaitijos stebėjimų stotyje 2009 metais iškrito vidutinis kritulių kiekis 2% mažiau, negu klimatinė norma ir 5% mažiau už stebėjimo laikotarpio vidurkį.



1 pav. Kritulių kiekio palyginimas su daugiamečiu vidurkiu (1961-1990 m. klimato norma ir artimiausio meteorologinio posto duomenimis 1986-1990).

2.2. Vandens balansas pagrindinėse geosistemos grandyse

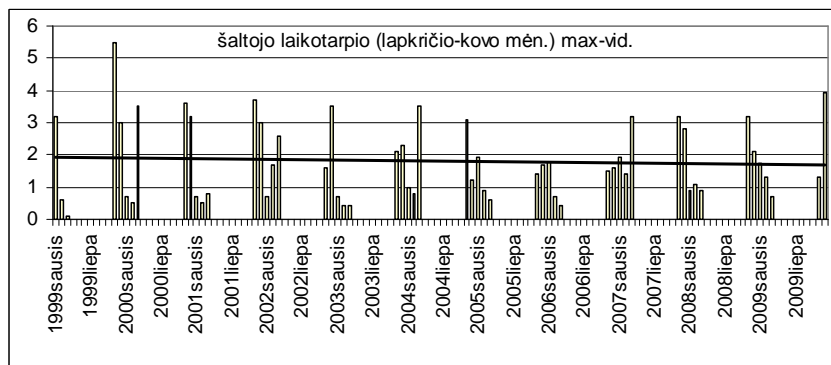
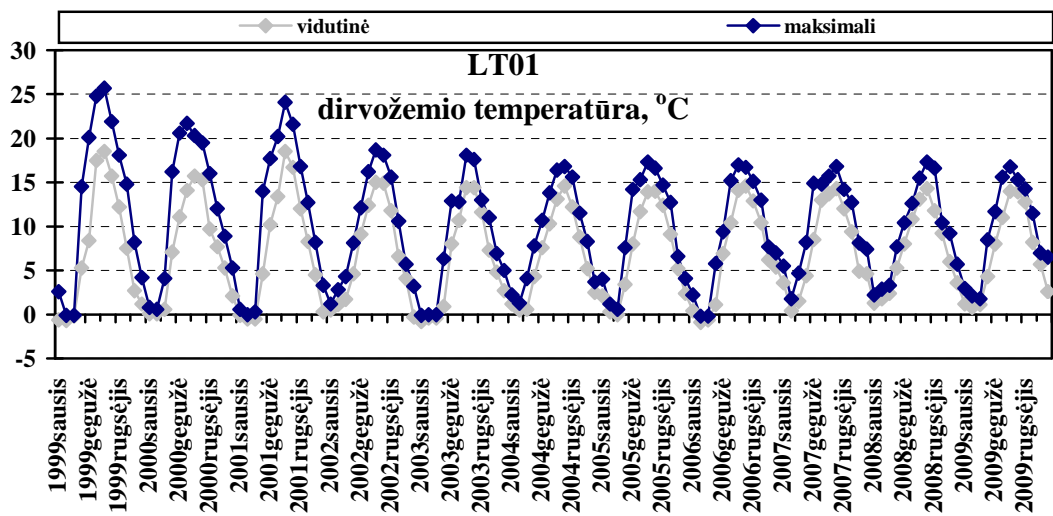
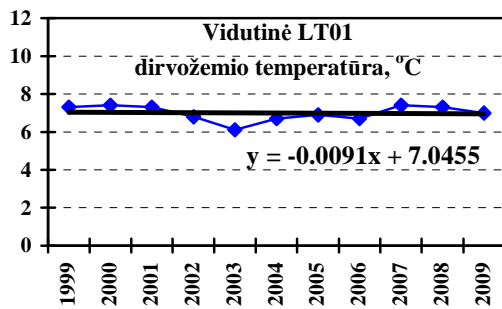
2.2.1 Dirvožemio vanduo

Aukštaitijos KMS per vienuolika metų (1999-2009 m.) dirvožemio temperatūros (5, 10 ir 20 cm gyliuose) vidutinė reikšmė buvo 7,04 °C ir svyravo nuo 6,1 iki 7,4 °C. Vidutinės dirvožemio temperatūros kitimo amplitudė buvo 1,3 °C. Didžiausia vidutinės temperatūros reikšmė, 7,3-7,4 °C, pasikartojo kas 7 metus (2000 ir 2007 m.) – tai atitinka saulės aktyvumo ciklo trukmę. 2009 metais vidutinė dirvožemio temperatūra buvo 6,96°C, t.y., 0,8°C mažesnė už stebėjimo laikotarpio vidurkį. Temperatūros kitimo tendencija per 11 stebėjimo metų yra nereikšminga: lyginant su svyravimo amplitude, vidutinė temperatūra sumažėjo 0,7% (2 pav.).

Ryškesnės dirvožemio temperatūros tendencijos matyti analizuojant svyravimo amplitudes: maksimalios temperatūros ir mėnesio vidurkio skirtumas 1999–2001 metais, buvo didžiausias, o 2002–2009 metais sumažėjo, bet šaltuoju laikotarpiu, kuriam būdingas mažiausias dirvožemio temperatūros svyravimas, tendencija atvirkštinė. Šaltojo periodo pradžioje (lapkritį ir gruodį) skirtumas tarp didžiausios ir mažiausios temperatūrų mažėja, kaip ir šiltojo laikotarpio, bet sausį–vasarį pastaruosius 3 metus (2007-2009 m.) ir (2004–2003) skirtumas tarp didžiausios ir vidutinės dirvožemio temperatūros padidėjo ir būna beveik 1°C ir didesnis.

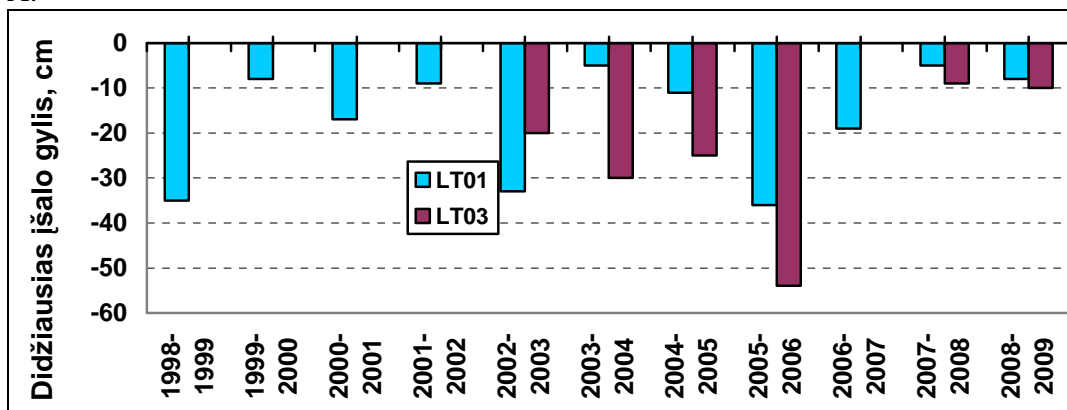
Dirvožemio temperatūros amplitudės kaitos priežastys – drėgmės ir oro temperatūros režimo pokyčiai, kurie taip pat lemia įšalo gylio, dirvožemio vandens filtracijos ir drėgnumo kaitą.

Nuo 1998 m. kas 3–4 metus Aukštaitijos stotyje kartojasi šaltos žiemos, kai dirvožemis įšala giliau, negu 25 cm. Šaltomis žiemomis 1998–1999 m. ir 2002–2003 m. įšalas laikėsi 4,5 mėn., o 2005–2006 m. žiemą trumpiau – 3,5 mėn., bet pasiekė rekordinį 36 cm gylį. Šiltomis žiemomis (1999–2000, 2001–2002, 2003–2004, 2005 m.) dirvožemis būdavo įšalęs mažiausiai du su puse mėnesio. 2008–2009 metų žiema buvo vidutinė: giliausias įšalas tebuvo 8 cm (kaip šiltą žiemą), bet laikėsi palyginus ilgai, daugiau kaip 4 mėnesius, panašiai, kaip šaltą žiemą (3 pav.).

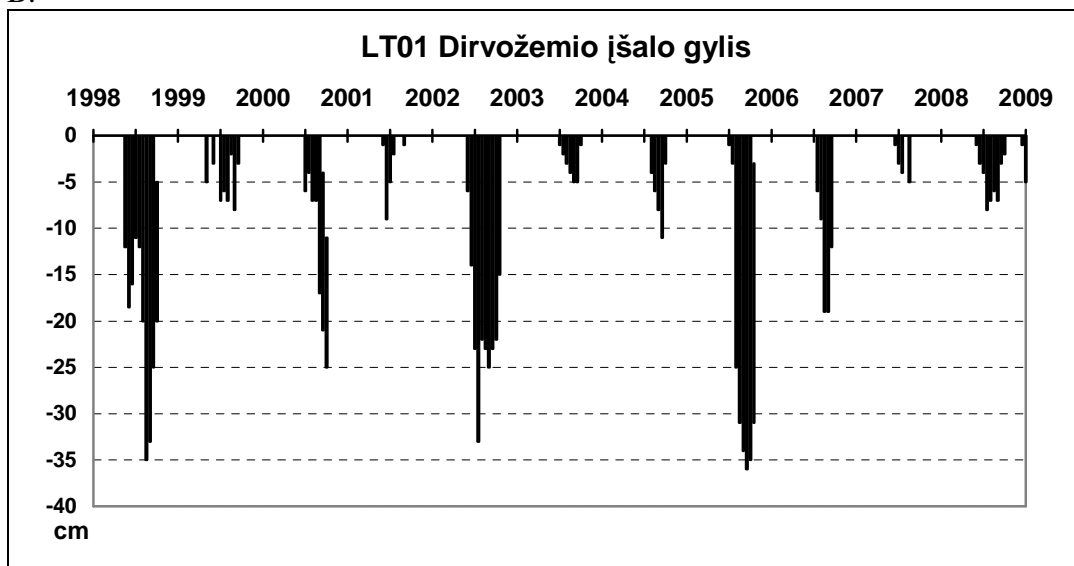


2 pav. Aukštaitijos KMS dirvožemio temperatūra (5, 10 ir 20 cm gyliuose).

A.



B.

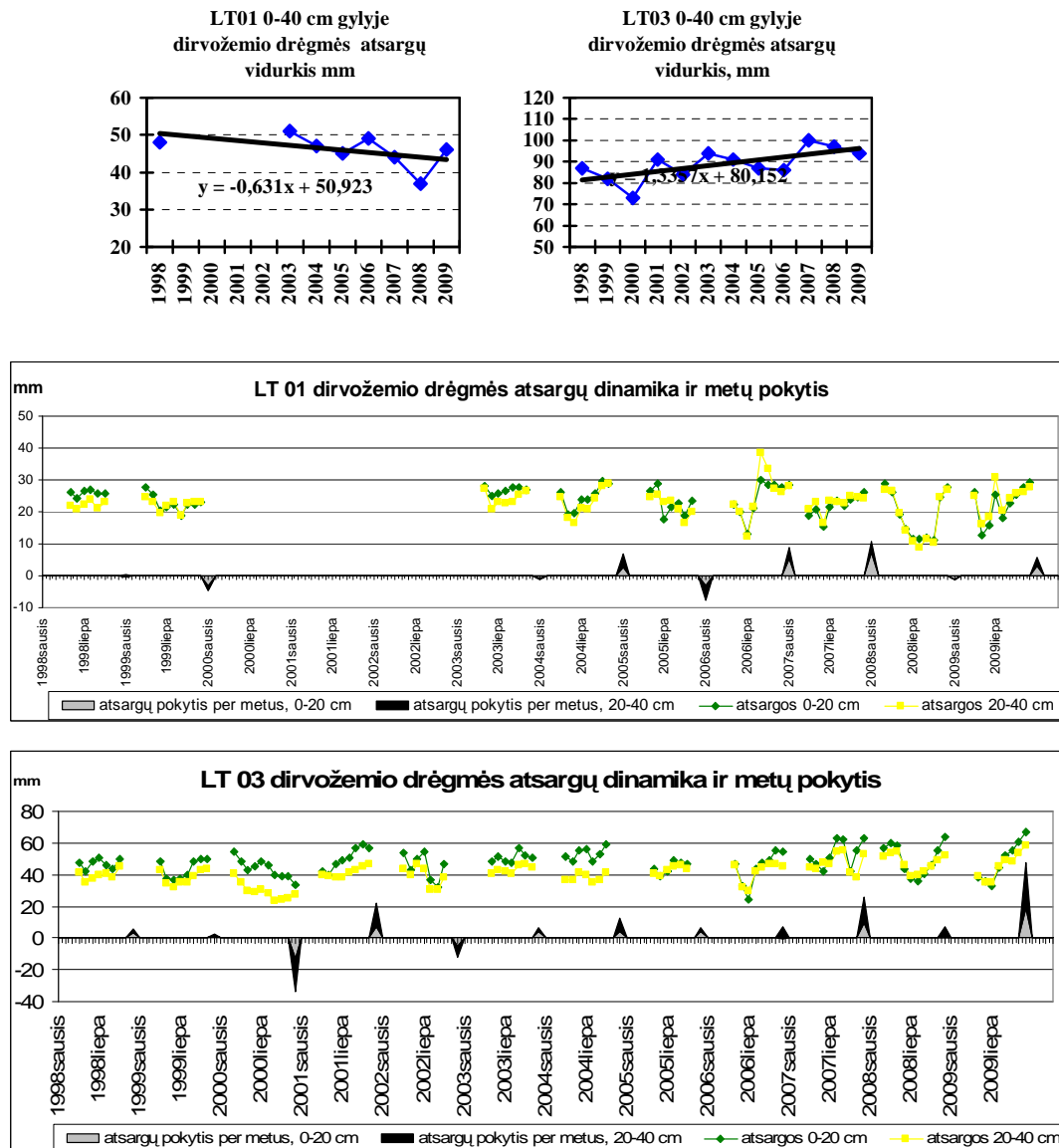


3 pav. Didžiausias dirvožemio įšalo gylis (A) ir dirvožemio įšalo gylio kaita Aukštaitijos KMS šalia pirmojo grėžinio (B).

Dirvožemio drėgmė vegetacijos laikotarpiu sutampa su dirvožemio išalimo intensyvumu: seklaus ir trumpo išalimo metais, 2004, 2005, 2007–2008 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).

Aukštaitijos KMS 2009 metais, kai dirvožemis įšalo negiliai, bet, palyginti, ilgai, 0–40 cm gylyje per metus susikaupė vidutiniškai 45 mm dirvožemio vandens – tai lygu stebėjimų laikotarpio vidurkiui, to ir reikėjo tikėtis atsižvelgiant į vidutinius įšalo parametrus, o 2009 m. didžiausias kritulių kiekis per stebėjimų laikotarpį dirvožemio drėgmei tiesioginės įtakos

nepadarė. Didžiausią vandens kiekį dirvožemis buvo sukaupęs 2003 metais, kai kritulių kiekis buvo artimas klimatinei normai, o įšalo gylis ir trukmė vieni iš didesnių perstebėjimo laikotarpi.



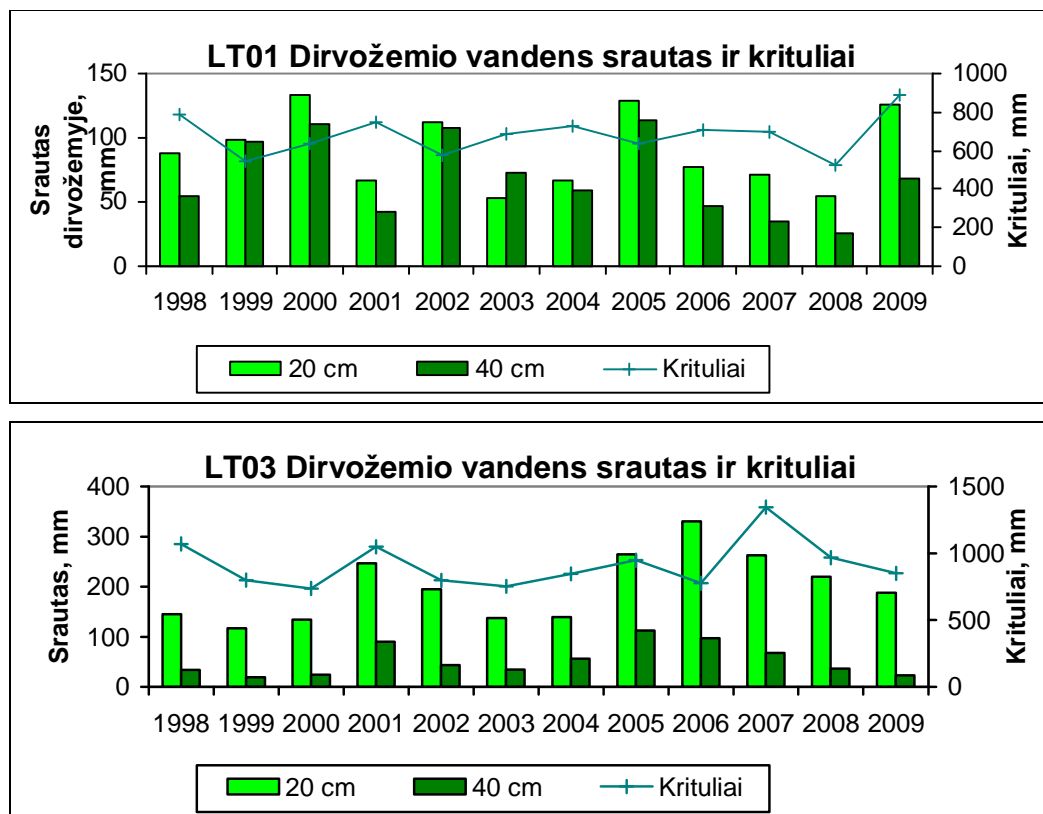
4 pav. Vandens atsargų dinamika vegetacijos laikotarpiu. Iki 2003 metų LT01 KMS vandens atsargos LT 01 dirvožemyje nustatytos gravimetrijos metodu, vėliau – barometrijos. LT–03 KMS naudotas tik gravimetrijos metodas.

Žemaitijos monitoringo stotyje pastaruosius trejus metus dirvožemio vandens atsargos didesnės nei vidutinės (4 pav., LT03). Didelis drėgmės kaupimasis dirvožemyje 1998, 2001 ir 2007–2009 sutampa su metiniu kritulių kiekiu, viršijančiu klimatinę normą, bet 2003

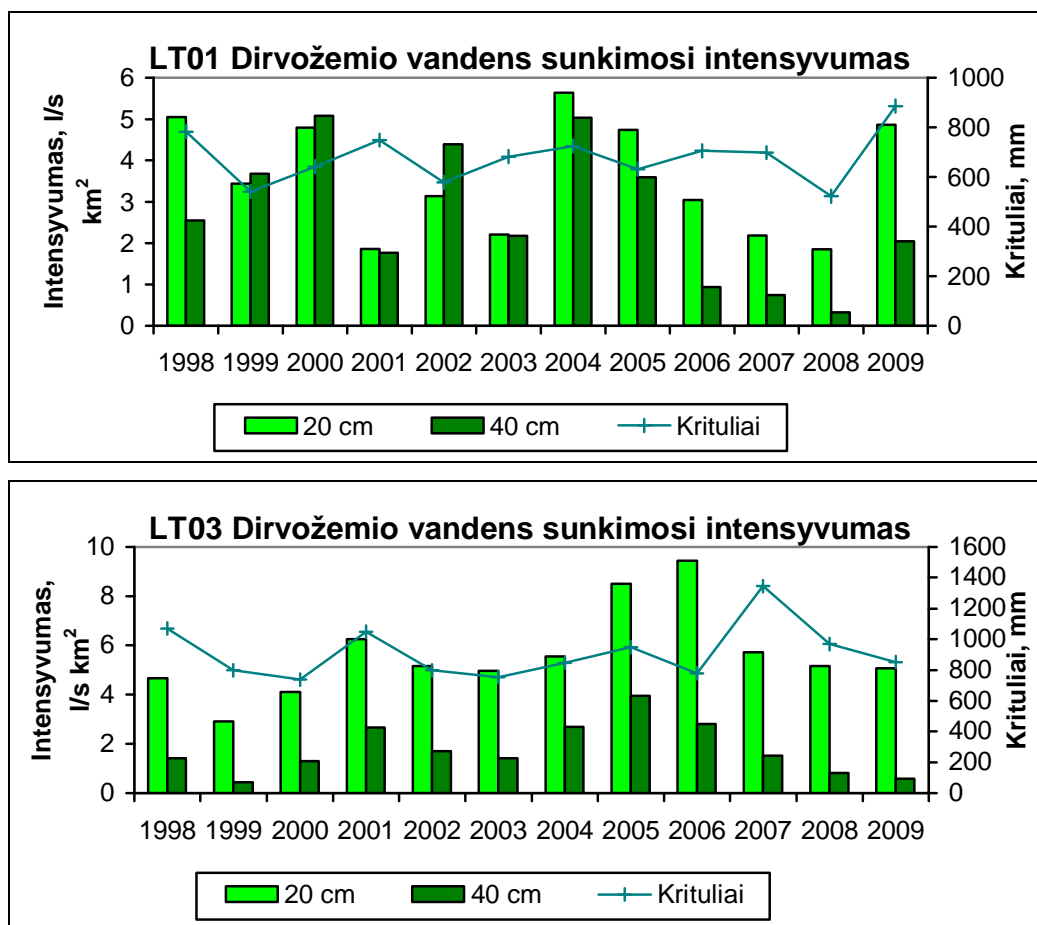
metais dirvožemis sukaupe didelį vandens kiekį, nors kritulių buvo mažai. Žemaitijos monitoringo stotyje duomenys reguliariai nerenkami, fiksuojamas tik giliausias iššalas ir susidarymo bei ištirpimo data. 2002-2003 metų žiemą iššalo gylis nebuvo didžiausias per stebėjimo laikotarpį, o 2006-2007 m. – visai nesusidarė, bet dirvožemis buvo drėgnesnis nei vidutiniškai. Taigi dirvožemio drėgmės atsargos nei su krituliais, nei su iššalu tiesiogiai nesusijęs.

2009 metais Aukštaitijos IMS dirvožemio vandens srautas jo intensyvumas 0–20 cm gylyje buvo trečias pagal dydį per stebėjimų laikotarpį, o 20–40 cm gylyje - vidutiniai, nors kritulių Aukštaitijos IMS buvo rekordinis kiekis (5, 6 pav., LT01).

Žemaitijos KMS tarp dirvožemio vandens srauto ir kritulių kiekio buvo tiesioginis ryšys, 2006 metais ryšys tapo atvirkštiniu, o 2008-2009 m. vėl tapo tiesioginiu (5 pav., LT03). 2006 m. ypatingi tuo, kad jų pradžioje buvo užfiksuotas rekordinis dirvožemio iššalo gylis. Ekstremalus iššalo gylis dirvožemio drėgmės atsargoms nepadarė įtakos, bet dirvožemio vandens srautą ir jo intensyvumą padidino (5, 6 pav., LT03).



5 pav. Dirvožemio vandens srautai.



6 pav. Dirvožemio vandens sunkimosi intensyvumas.

Vertinant medžiagų migraciją geosistemoje neužtenka meteorologinės informacijos apie kritulius, nuotekį, drėgmės atsargas (ekosistemos vandens balanso sudedamąsias). Su elementariais vandens balanso lygties dėmenimis medžiagų srautai nėra susiję. Medžiagų migraciją dirvožemyje tiesiogiai veikia veiksnių kompleksas dirvožemio srautas, jo intensyvumas, dirvožemio temperatūra ir jos amplitudė (Baužienė, Bauža, Pivoras, 2009).

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		6	8	2	6	N. d.	N. d.	N. d.
1999		5	4	6	4	7	11	9
2000		1	2	4	1	10	10	4
2001		9	10	11	9	7	9	7
2002		4	3	7	3	4	8	5
2003		12	5	9	7	1	4	10
2004		10	7	1	2	2	2	1
2005		2	1	5	5	5	6	6
2006		7	9	8	10	2	3	11
2007		8	11	10	11	10	7	8
2008		11	12	12	12	7	1	2
2009		3	6	3	8	6	5	3

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 (mažos reikšmės) palaiko biocheminius procesus. Didelė iššalo rango reikšmė reiškia gilų ir ilgai trukusį dirvožemio iššalimą, trukdžiusį išplovimui.

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

Metai	Gylis, cm:	Srautas		Koncentravimas (filtravimo intensyvumas)	
		0-20	20-40	0-20	20-40
1998		8	9	9	7
1999		12	12	12	12
2000		11	10	11	9
2001		4	3	3	4
2002		6	6	6	5
2003		10	8	7	8
2004		9	5	5	3
2005		2	1	2	1
2006		1	2	1	2
2007		3	4	4	6
2008		5	7	10	11
2009		7	11	8	10

Žemaitijos IMS (2 lentelėje) vandens judėjimo rodikliai, srautas ir jo intensyvumas susigrupavo vienodai. Išryškėjo, kad 2001 ir 2005–2006 m. laikotarpiai buvo palankiausi medžiagų išplovimui, ir pagal srautą, ir pagal jo intensyvumą. 2009 m. palankesni medžiagų išplovimui už praėjusiuosius, bet mažiau palankūs nei 2007 m.

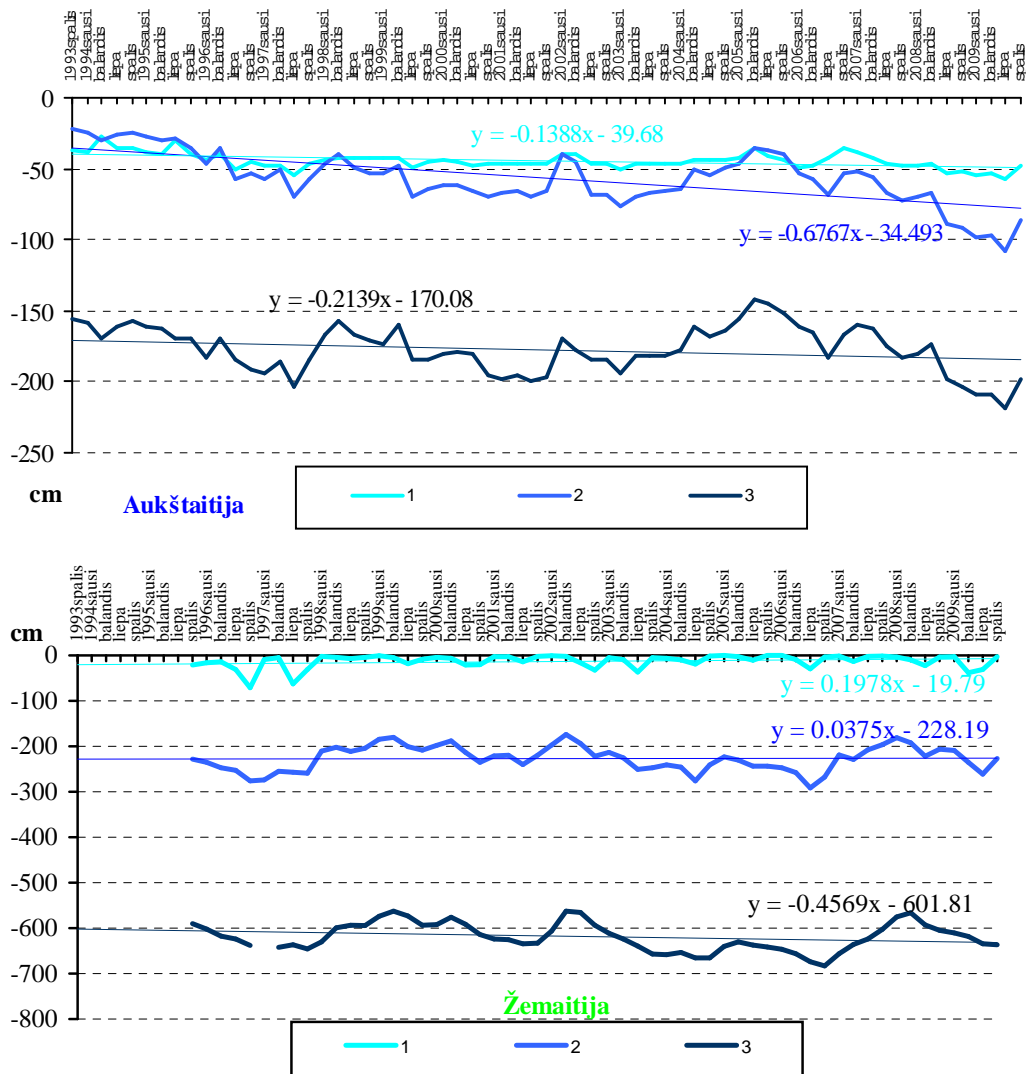
Aukštaitijos IMS, situacija sudėtingesnė. Pagal dirvožemio vandens srauto tūrį palankiausi išplovimui buvo 2000 ir 2005 m., o pagal intensyvumą – 1998, 2000 ir 2004 m. Įšalo rodiklis rodo, kad palankiausios sąlygos išplovimui buvo 2004 ir 2008 m.

Kiekvienas veiksnys turi skirtingą svorį įvairių medžiagų atžvilgiu.

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

2.2.2. Gruntinis vanduo

2009 metais Aukštaitijoje iškrito eksremaliai daug kritulių, bet gruntinio vandens lygis visuose sekliuosiuose gręžiniuose nukrito iki žemiausio lygio per visą stebėjimų laikotarpį, o gilusis gręžinys visai išdžiūvo. Visuose gręžiniuose gruntinio vandens lygio tendencija yra neigiama (7-8 pav.).

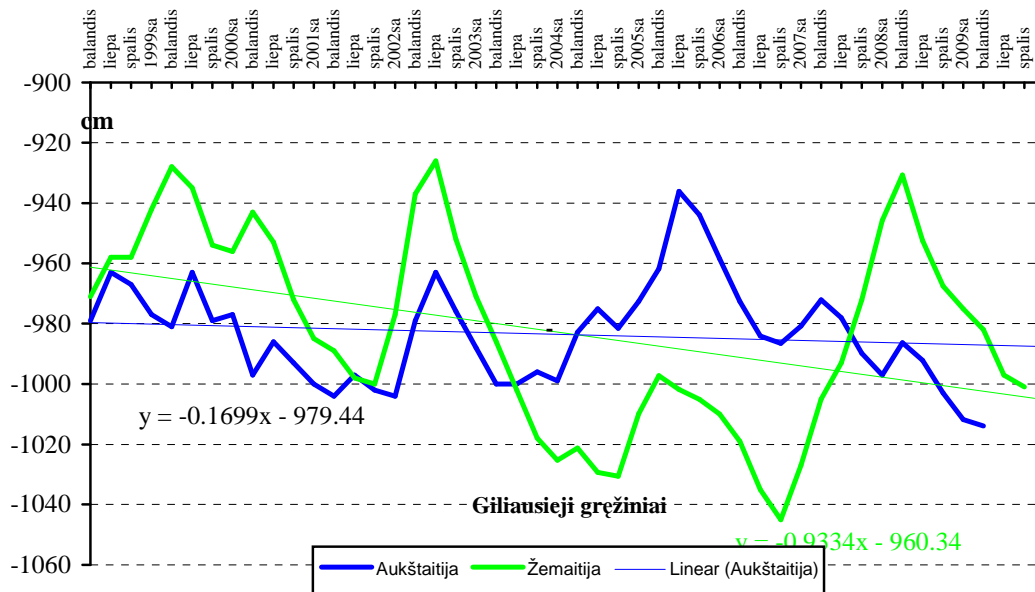


7 pav. Vidutinis gruntinio vandens lygis sekliuosiuose gręžiniuose Nr. 1, 2, 3.

Žemaitijoje 2009 metais kritulių kiekis atitiko klimatinę normą, be to praėjusieji, 2008 ir 2007 m., buvo drėgnesni už normą ir gruntinio vandens lygis giliausiame gręžinyje buvo pakilęs aukščiausiai per stebėjimo laikotarpį, bet visus 2009 metus lygis krito. 1 ir 2

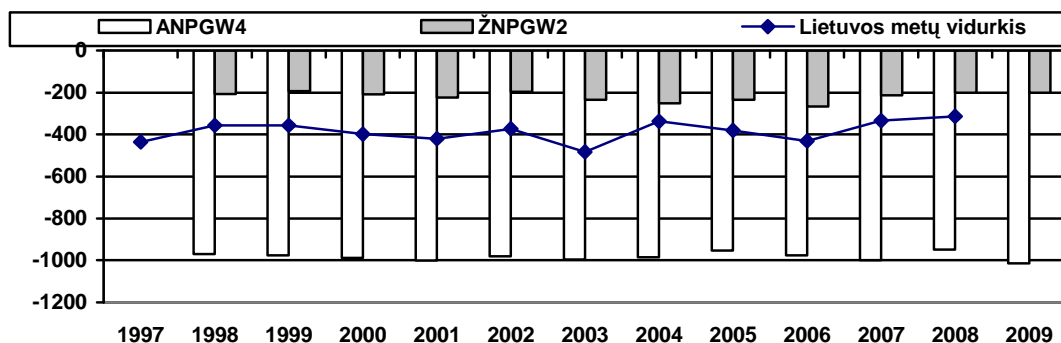
gręžiniuose nuo 1996 metų gruntinio vandens lygio tendencija yra teigiama, 3 gręžinyje, nors ir tendencija neigiama, bet pastaruosius trejus metus lygis artimas vidutiniam (7-8 pav.).

Santykinai natūralių ekosistemų gruntinio vandens lygio kitimo tendencijos yra tokios pačios kaip ir visos Lietuvos, gruntinio vandens lygio balansas yra neigiamas, lygio žemėjimas ilgai trunkantis (Aplinkos būklė 2008, 2009).

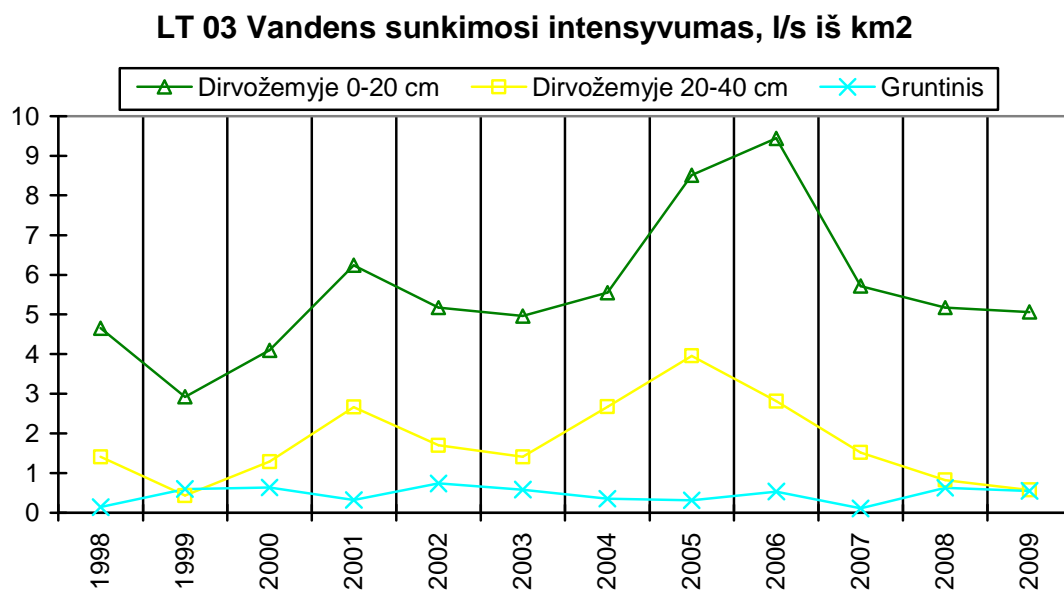
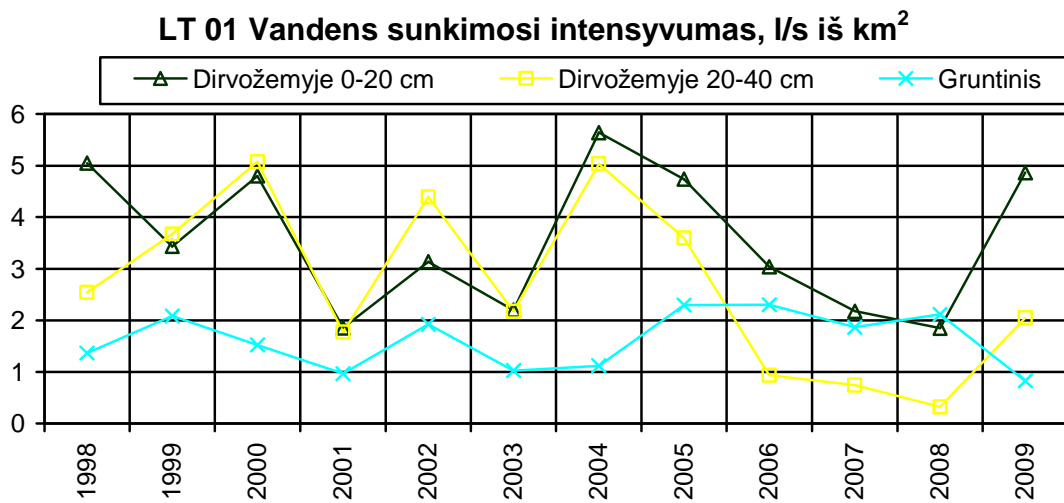


8 pav. Gruntinio vandens lygis giliausiuose gręžiniuose.

Palyginus vidutinius gruntinio vandens gylių pokyčius monitoringo stotyse su visos Lietuvos, didžiausi koreliacijos koeficientai (0,45-0,46) būdingi ketvirtajam (giliausiajam) Aukštaitijos ir antrajam Žemaitijos stočių gręžiniams, Aukštaitijoje gruntinio vandens lygis pasiekia ekstremumus metais vėliau, negu Žemaitijoje (9 pav.). Tai reiškia, kad santykinai natūralių ekosistemų gruntinio vandens sfera atspindi visos Lietuvos tendencijas.

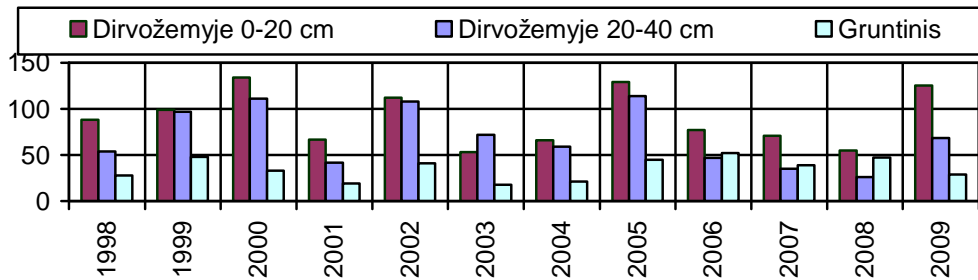


9 pav. Gruntinio vandens lygio pokyčių santykinai natūralių ekosistemų gręžiniuose palyginimas su vidutiniu visos Lietuvos (Aplinkos būklė 2008, 2009).

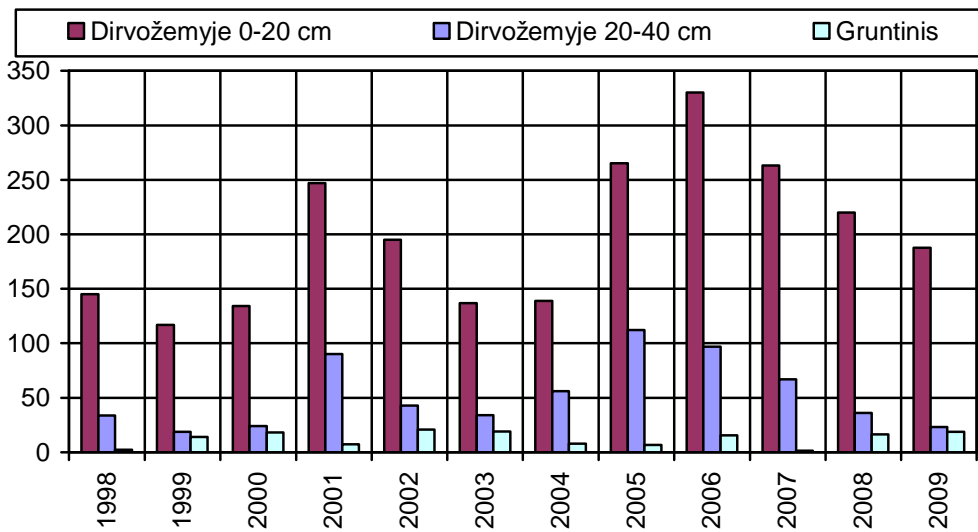


10 pav. Gruntinio vandens nuotekio intensyvumas.

LT 01 Vandens nuotekis, mm



LT 03 Vandens nuotekis, mm



11 pav. Gruntinio vandens nuotekis.

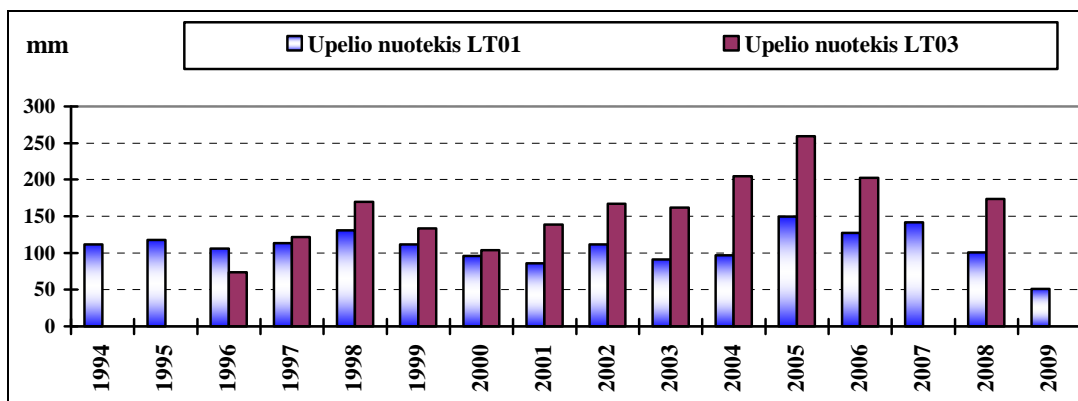
Naudojantis gruntinio vandens nuotekio srautų ir jų intensyvumo charakteristikomis (10 ir 11 pav.), sudaryta 3 lentelė, kuria naudojantis nustatomos medžiagų koncentracijų ir srautų gruntiniame vandenyje kitimo natūralios priežastys (2.3.2 ir 2.4 skyriai).

3 lentelė. Medžiagų išplovimo gruntiniu vandeniu hidrologinių veiksnių vertinimas (rangavimas).

Metai	Srautas (nuotekis)		Nuotekio intensyvumas (vidutinis debitas)	
	LT01	LT03	LT01	LT03
1998	9	11	8	2
1999	2	7	4	6
2000	7	4	7	9
2001	11	9	11	4
2002	5	1	5	12
2003	12	2	10	11
2004	10	8	9	5
2005	4	10	2	3
2006	1	6	1	7
2007	6	12	6	1
2008	3	5	3	8
2009	8	3	12	10

2.2.3 Upelio vandens ir kitų balanso sudedamųjų santykis

2009 m. upelio nuotėkis Aukštaitijos IMS buvo ekstremaliai mažas 55 % mažesnis, už stebėjimų laikotarpio vidurkį ir mažiausias per pastaruosius 16 metų (12 pav.). Upelio nuotėkis nesusijęs su metų kritulių kiekiu, nes Aukštaitijoje iškrito daugiau kritulių už klimatinę normą, daugiausiai per pastaruosius 16 metų.

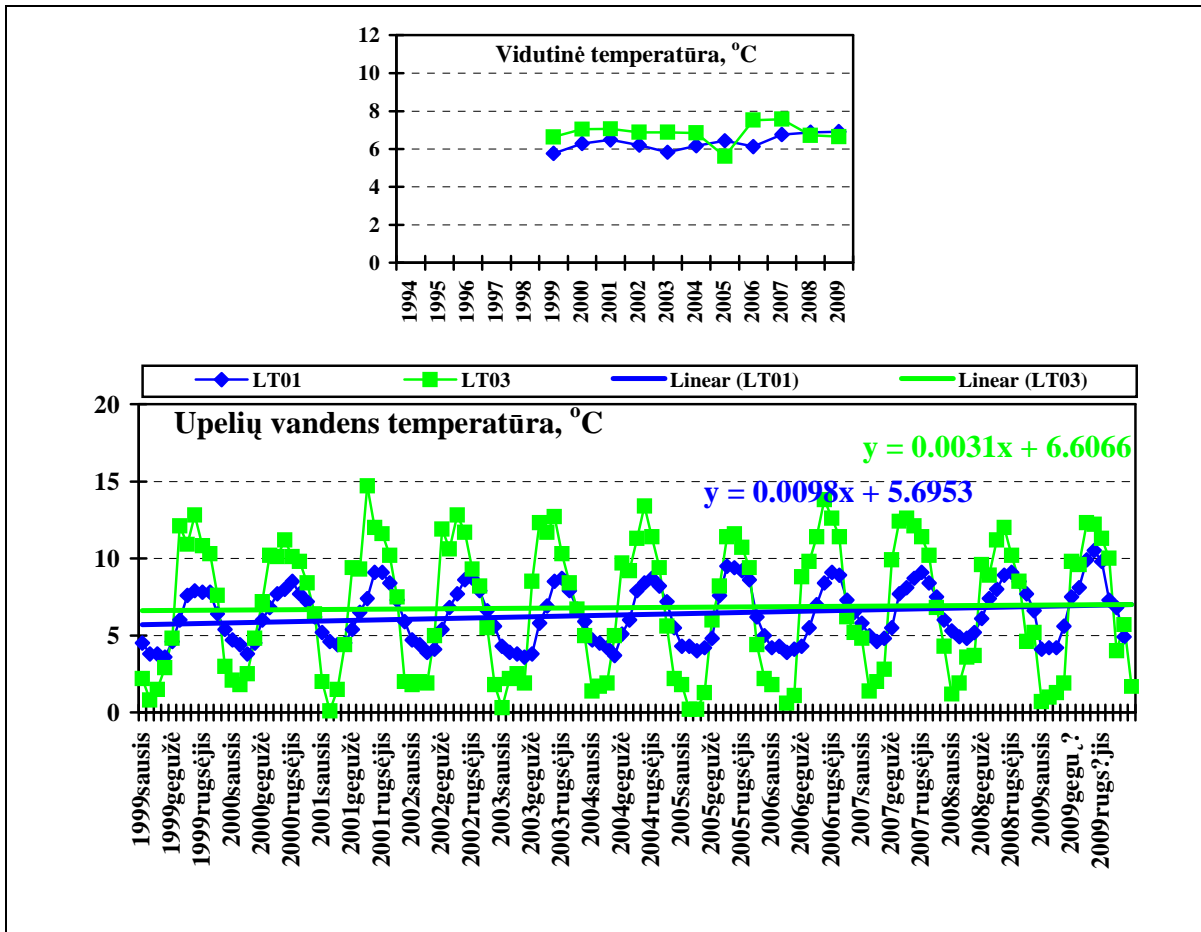


12 pav. Upelių nuotėkio modulis. Žemaitijos stotyje nuotėkis nebuvo išmatuotas, nes sulūžo įranga.

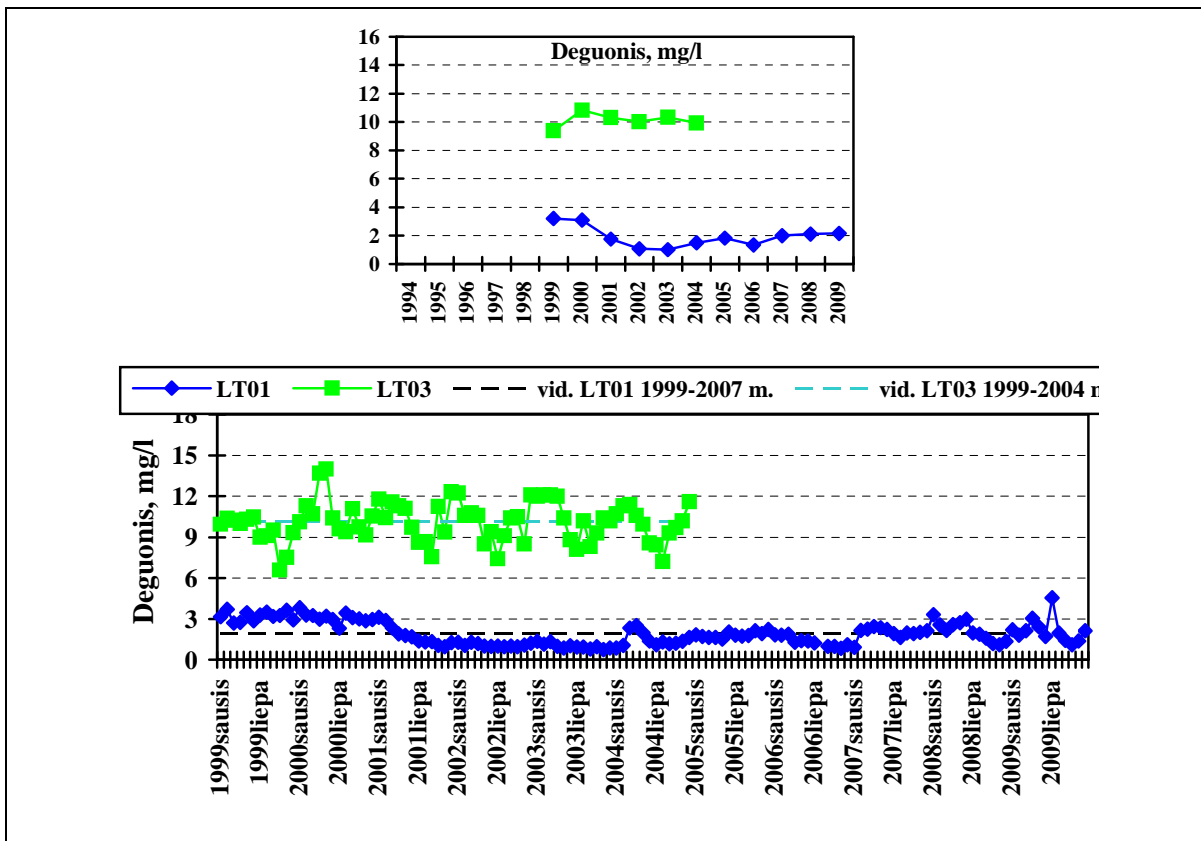
1999–2009 m. periodo upelio vandens vidutinė temperatūra buvo: Aukštaitijos KMS 6,35 °C, o Žemaitijoje 6,85 °C. 2009 m. upelio vandens vidutinė temperatūra buvo aukštesnė už 1999–2008 m. vidurkį Aukštaitijos IMS 0,6 °C, o Žemaitijos KMS – žemesnė 0,2 °C. Temperatūros kaitos trendas abiejose stotyse yra teigiamas, LT01 temperatūra kyla vidutiniškai 0,12°C per metus, o LT03 – triskart lėčiau, vidutiniškai 0,04°C per metus (13 pav.).

Aukštaitijos stotyje 2009 m. rugpjūtį upelio vandens temperatūra buvo didžiausia per visą matavimų periodą, 10,5 °C.

Žemaitijos stotyje 2009 m. upelio vanduo buvo šaltesnis, negu vidutiniškai. 2004–2005 ir 2008–2009 m. metais aukštesnė negu 10 °C vandens temperatūra laikėsi tik 3 mėnesius – tai minimali reikšmė per stebėjimo laikotarpį.



13 pav. Upelių vandens temperatūra



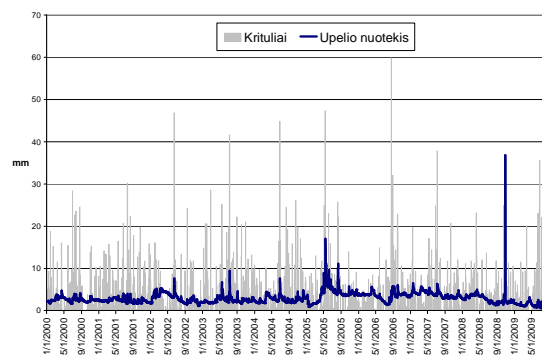
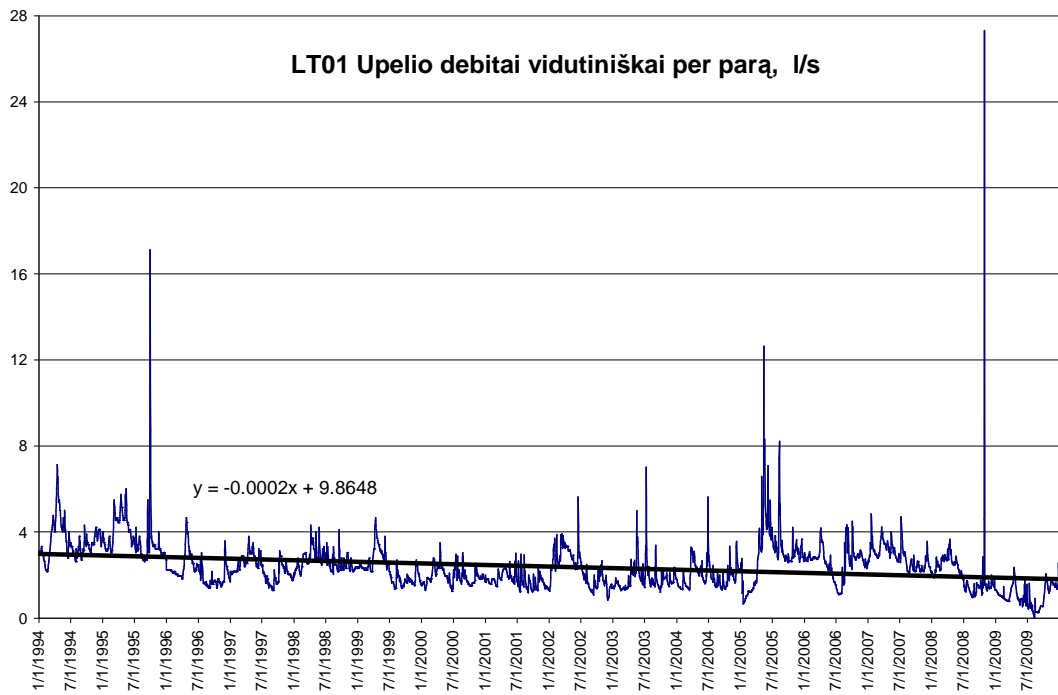
14 pav. Upelio vandenyje ištirpęs deguonis (dėl techninių kliūčių LT03 nuo 2005 m. nebematuojamas).

Ištirpusio deguonies kiekis Aukštaitijos stoties upelio vandenyje jau trečius metus didesnis už vidutinę reikšmę (1999-2008 m. vidurkis 1,89 mg/l). Mažiausiai deguonies upelio vandenyje buvo 2002–2003 m. (14 pav.).

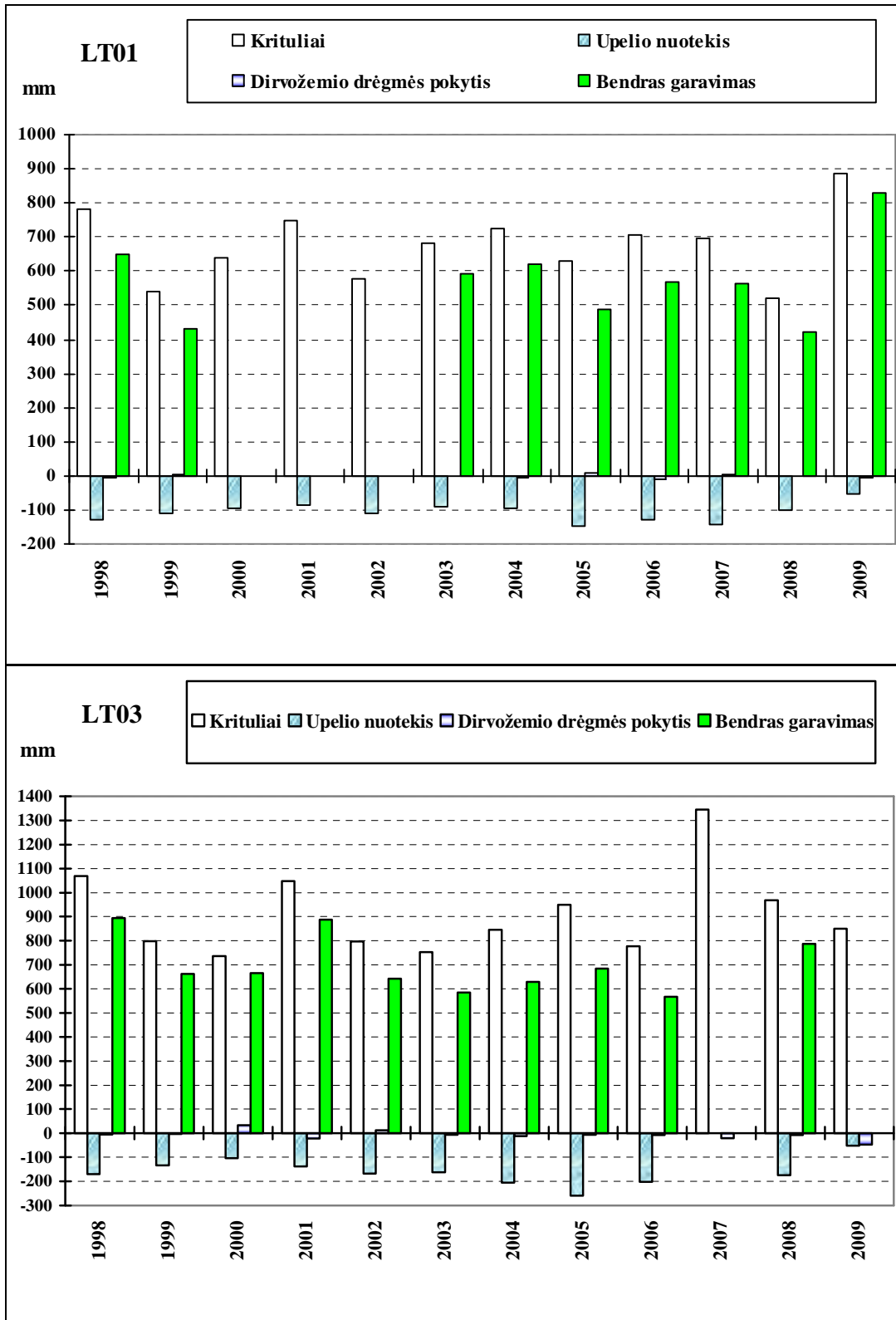
2004–2005 ir 2007–2009 metais ištirpusio deguonies kiekis buvo didesnis dėl upelio temperatūros dydžio ir režimo.

Aukštaitijos KMS 1999–2000 ir 2005–2009 m. mažesnė, negu 5 °C upelio vandens temperatūra (vandens augalų vegetacijos laikotarpis) vidutiniškai laikosi 4–5 mėnesius, o 2001 m. tesilaikė 3 mėnesius, tai sutampa su laikotarpiu, kai deguonies upelio vandenyje sumažėjo, pradžia (13, 14 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.

Deguonies koncentracijos svyravimą lėmė nuotekio, kritulių ir temperatūros veiksnių sąveika ir režimas. 2008 m. pradžioje, deguonies koncentracija ir nuotekis laikėsi aukštame lygyje, o temperatūra 2008 m. balandį pakilo virš 5 °C, pirmą kartą per stebėjimo laikotarpį jau balandį susidarė sąlygos vandens augalų vegetacijai. 2008 m. vasaros viduryje ir pabaigoje, buvo mažai kritulių, sumažėjo nuotekis, sumažėjo ir deguonies koncentracija. 2009 metais veiksnių režimai buvo panašūs į 2008 m.: 2009 metų balandį vandens temperatūra pakilo virš 5 °C, bet, nors 2009 vasara buvo gerokai lietingesnė, nuotekis sumažėjo ypač stipriai – stipriausiai per stebėjimų laikotarpį (13, 14, 15 pav.). Išvada: krituliai nėra vienintelis veiksnys lemiantis upelio nuotekį Aukštaitijos KMS upelio mitybai labai svarbus gruntinio vandens režimas.



15 pav. Aukštaitijos KMS upelio vandens paros nuotekio kaita 1994–2009 metais ir palyginimas su kritulių intensyvumu, 2000–2006–2009 m.



16 pav. Vandens balanso sudedamųjų dinamika.

Turint duomenis apie upelio nuotekį, dirvožemio drėgmės pokyčius (0-40 cm gylyje) ir kritulius pagal elementarią vandens balanso lygtį (Ruseckas, 2008) apskaičiuotas bendras garavimas (16 pav.). Bendro garavimo reikšmės pagal šį skaičiavimą nėra tikslios, nes sudarytos pagal metų sumas ir remiasi keliomis nepatikrintomis prielaidomis: upelių baseinų plotas yra nustatytas pakankamai tiksliai ir jų mityba vyksta tik iš atmosferinių vandens, vandens atsargų pokytis nuo 40 cm gylio iki gruntinio vandens lygio yra lygus nuliui, vandens atsargos nevegetacijos laikotarpiu kinta tolygiai. Pagal šį, supaprastintą skaičiavimą bendro garavimo reikšmė sudaro vidutiniškai LT01 83%, o LT03 – 80%, skaičiuojant nuo viso kritulių kiekio.

Ateityje vandens balanso sudedamųjų skaičiavimas galėtų būti tikslinamas, o duomenų eilės nevientisumas pildomas naudojant įvairius modelius, gretimų meteorologinių postų duomenis bei skaičiuojant inertiškų medžiagų balansą.

4 lentelėje upelio upelių 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 2004-2006 m. Aukšta vidutinė temperatūra (žemas rangas) derinyje su maža svyravimo amplitude (aukštas rangas) taip pat sudaro sąlygas didesniai išplovimui. Abiejose stotyse šiluminės sąlygos buvo palankiausios 2007-2008 m. (3 lentelė).

Aukštaitijos KMS 2009 m. medžiagų išplovimui buvo palankūs dėl šiluminių sąlygų, o sąlygos medžiagų išnešimui, kurį lemia nuotekio modulis ir debitas buvo pačios blogiausios per visą stebėjimų laikotarpį.

Žemaitijos KMS 2009 m. šiluminės sąlygos medžiagų išnešimui buvo nepalankios, o apie nuotekį ir debitą informacijos neturime.

4 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	11	10	10	4
2000	13	11	13	11	6	4	7	11
2001	15	8	15	8	4	3	7	1
2002	8	6	8	6	7	6	6	9
2003	14	7	14	7	10	5	4	3
2004	12	2	12	2	8	7	5	4
2005	1	1	1	1	5	11	2	7
2006	4	3	2	3	9	2	3	2
2007	2	N. d.	5	N. d.	3	1	9	8
2008	11	4	11	4	2	8	10	10
2009	16	N. d.	16	N. d.	1	9	1	6

2.3. Cheminių vandens savybių kitimas

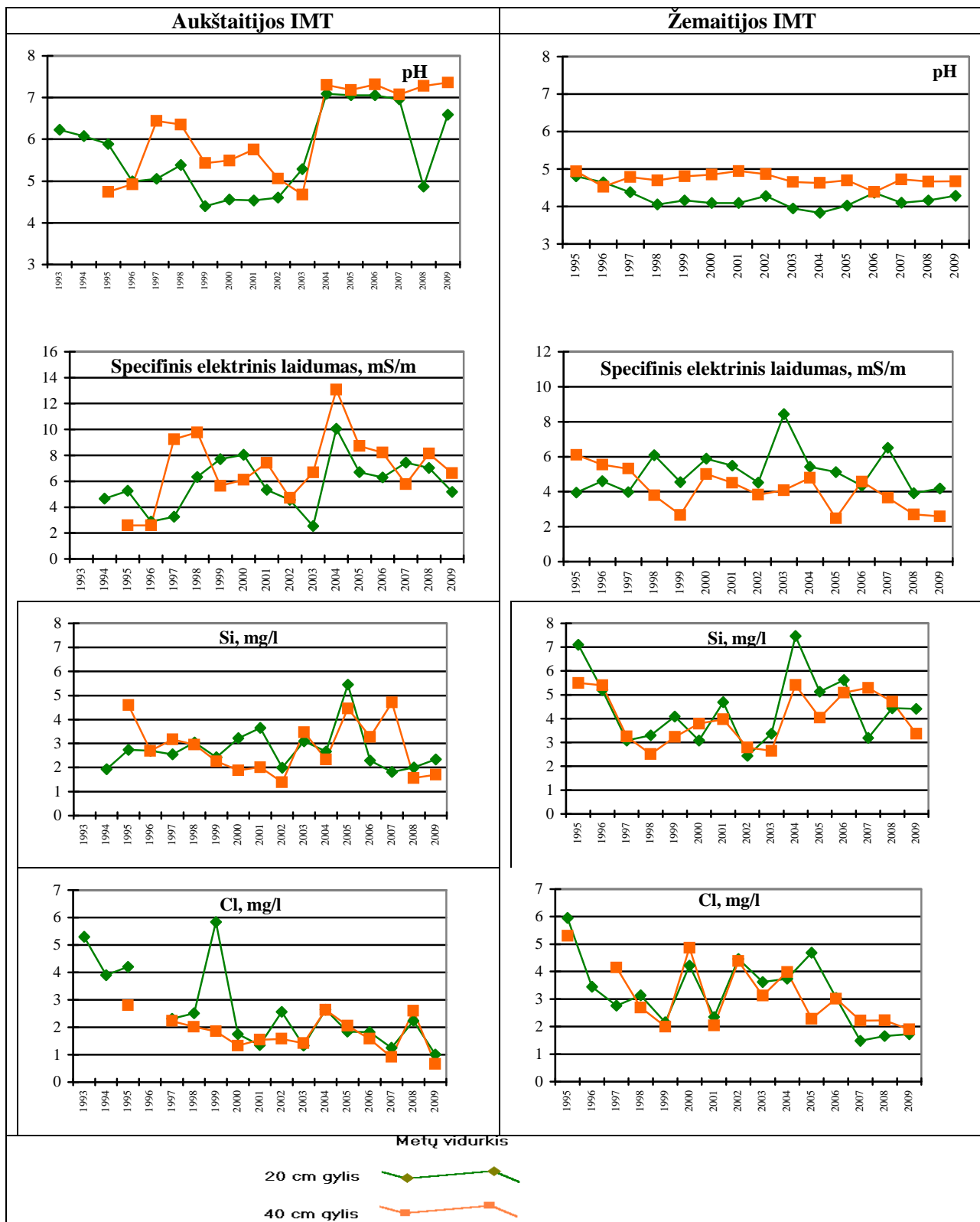
2.3.1 Dirvožemio vandens savybės

2.2.1 skyriuje nustatyta (1 lentelė), kad Aukštaitijos stotyje dirvožemio vandens srautas 2009 m. buvo vienas iš didesnių per stebėjimų laikotarpį (trečias pagal dydį), bet filtracijos intensyvumas ir šiluminės sąlygos – vidutinės.

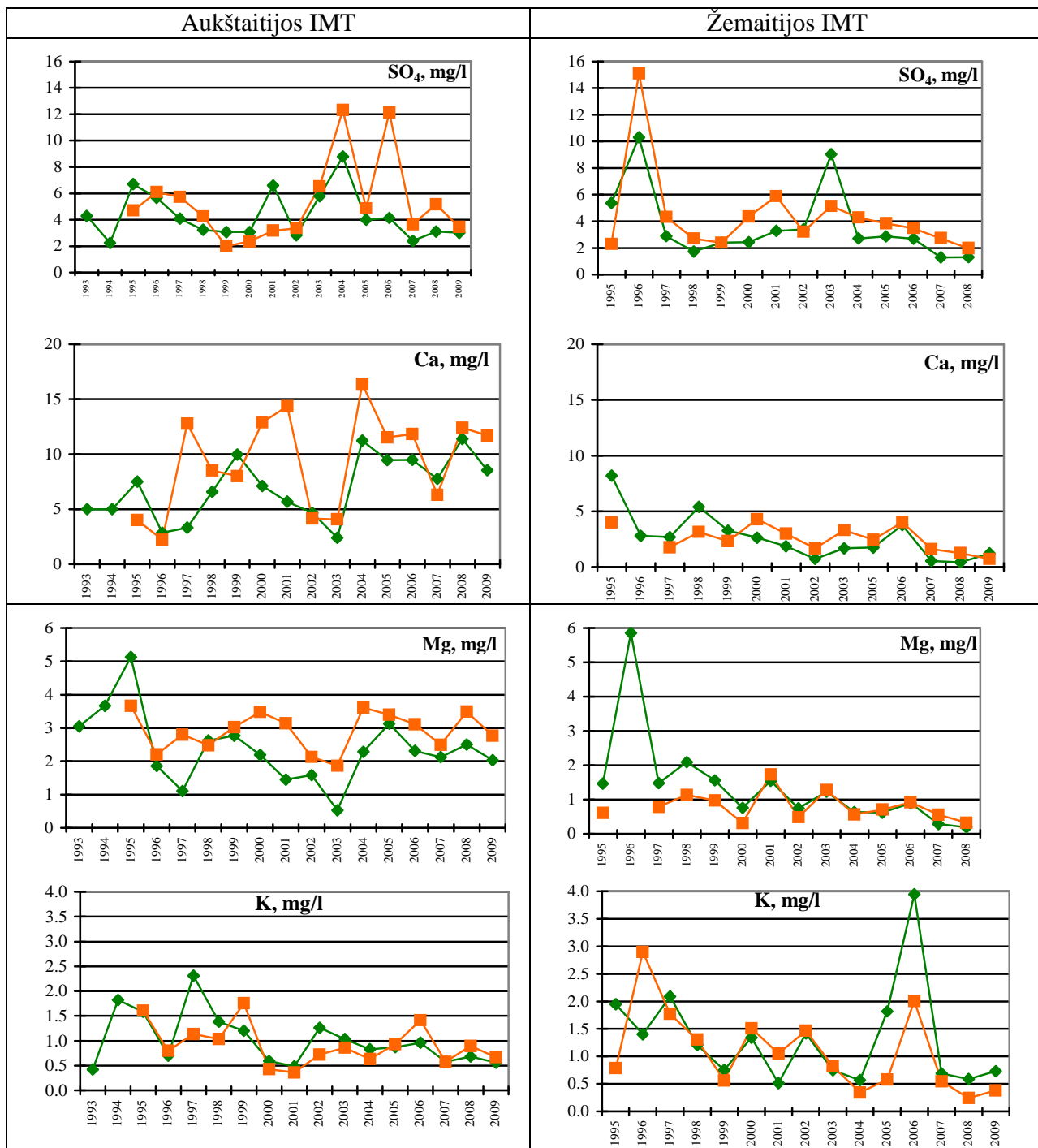
Dirvožemio vandens pH 2004-2007 metais laikėsi aukštame lygyje, 2008 m., sumažėjus dirvožemio vandens srautui ir atsargoms, nukrito iki 1999–2002 m. lygio, o padidėjus vandens srautui 2009 m. vėl išaugo, nors iki 2004-2007 m. lygio negepakilo. Tirpių medžiagų koncentracijos buvo vidutinės. Žemaitijos stotyje 2009 m. dirvožemio vandens srautas ir filtracijos intensyvumas buvo vieni iš mažiausių per stebėjimo laikotarpį (2 lentelė), todėl tirpalo specifinis elektrinis laidumas ir daugumos tirpių medžiagų vidutinės koncentracijos mažiausios per stebėjimo laikotarpį (17 pav. 1-2).

Per stebėjimo laikotarpį Aukštaitijos stotyje daugumos medžiagų koncentracijos turi tendenciją augti (išskyrus sulfatus, K, Cl ir Si), o Žemaitijos – yra stabilios arba mažėja (išskyrus visuminio azoto koncentraciją, kuri didėja) (17 pav. 2-5).

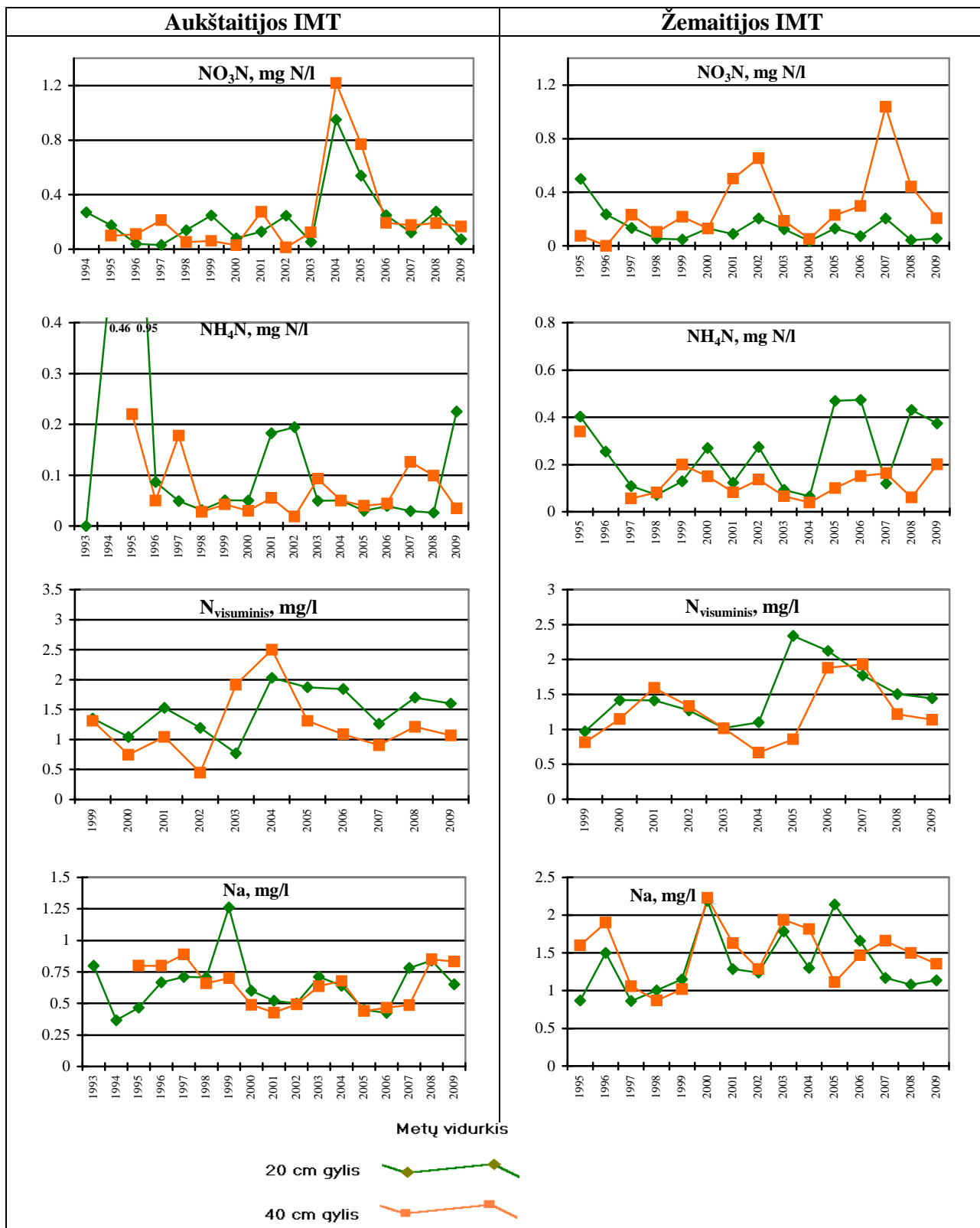
Sunkiųjų metalų koncentracijos dirvožemio vandenyje yra stebimos nuo 2000 metų, nevienodu režimu, todėl grafikai pateikiami pagal sezonus. Aukštaitijos stotyje 2009 m. vidurkį viršijo Zn, Ni ir Cu koncentracija, ypač 20–40 cm gylyje, o Žemaitijoje sunkiųjų metalų koncentracijos dirvožemio vandenyje laikosi vidutiniame ir žemame lygyje (18 pav.).



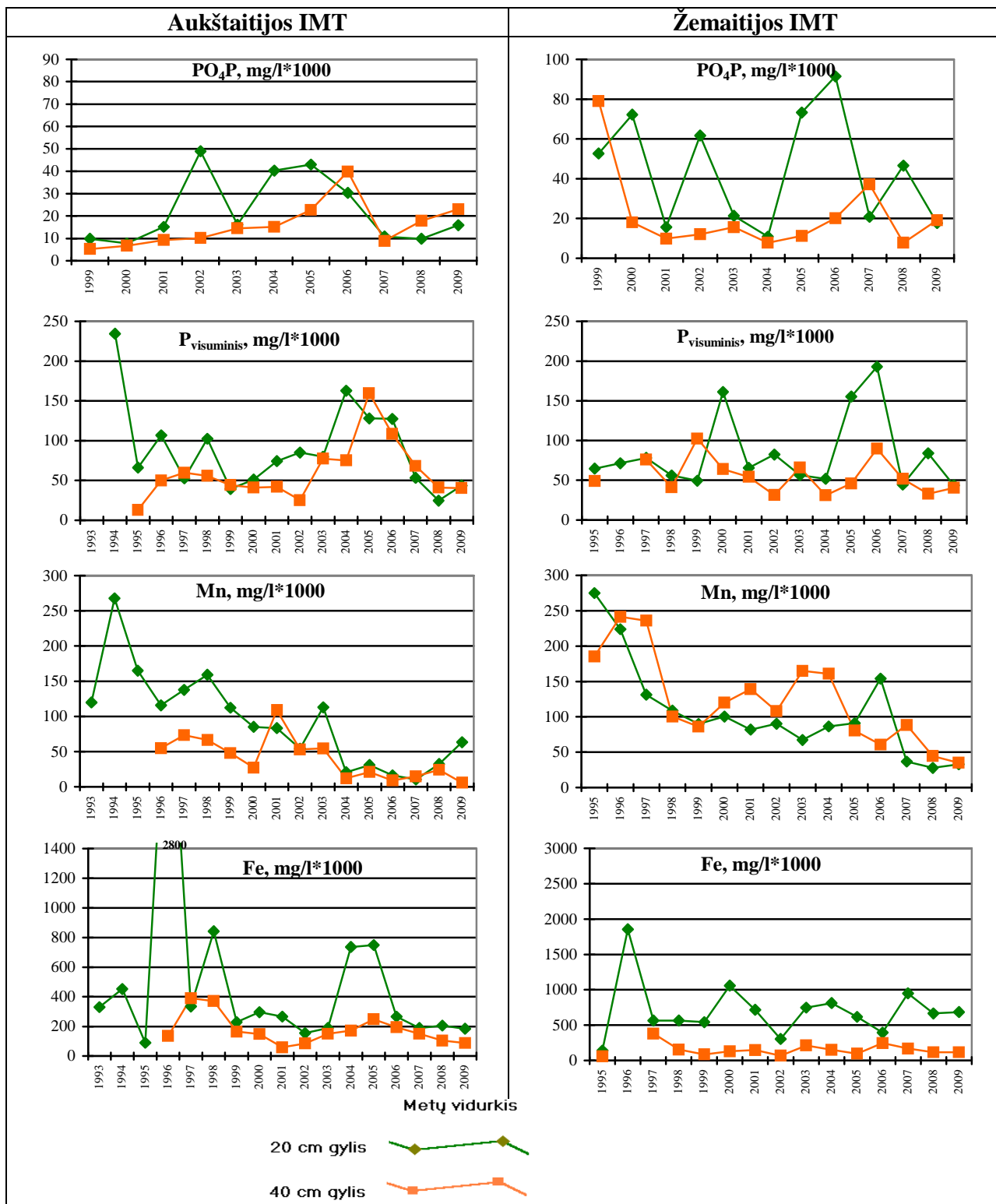
17 pav. Dirvožemio vandens savybių kitimas (1 iš 5, tęsinys kitame puslapyje).



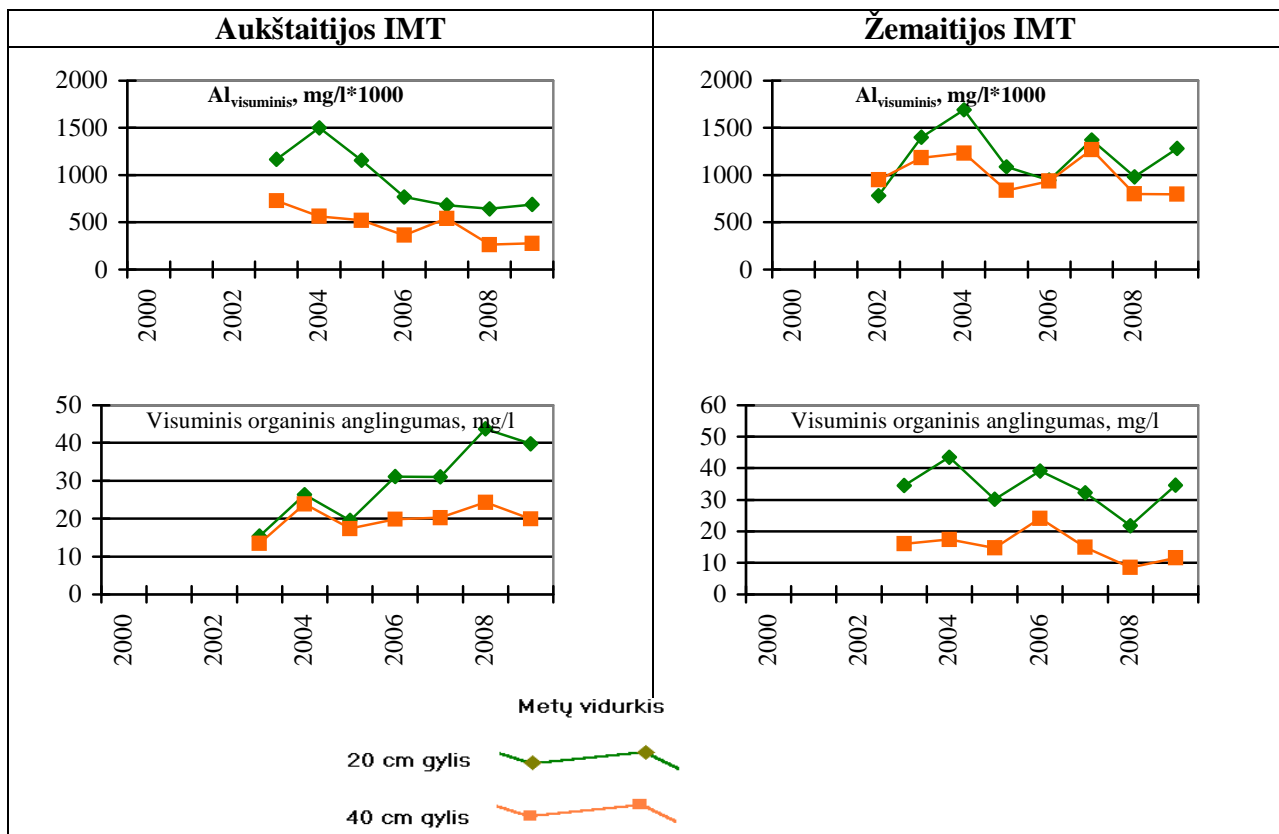
17 pav. Dirvožemio vandens savybių kitimas (2 iš 5, tęsinys kitame puslapyje).



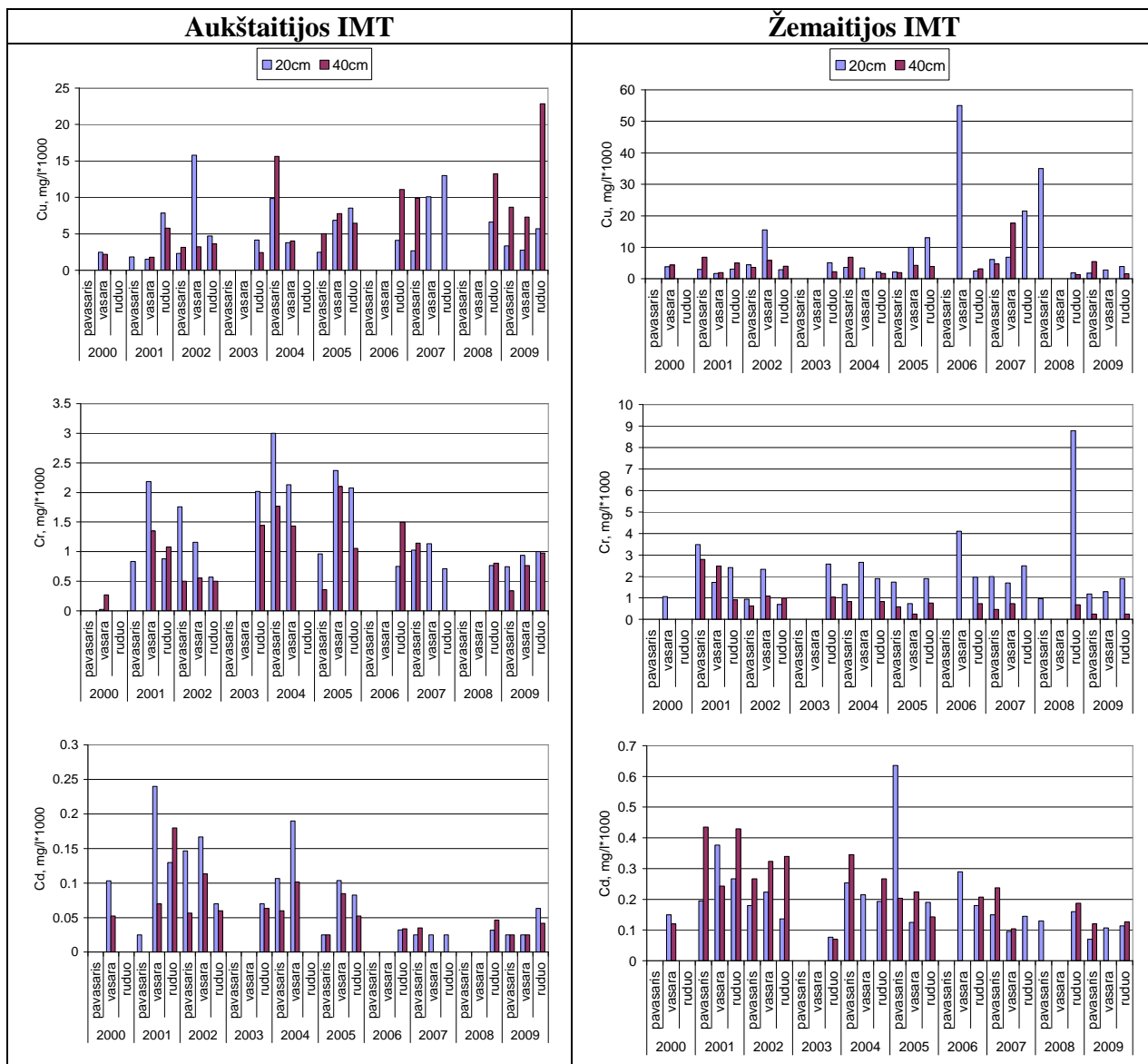
17 pav. Dirvožemio vandens savybių kitimas (3 iš 5, tęsinys kitame puslapyje).



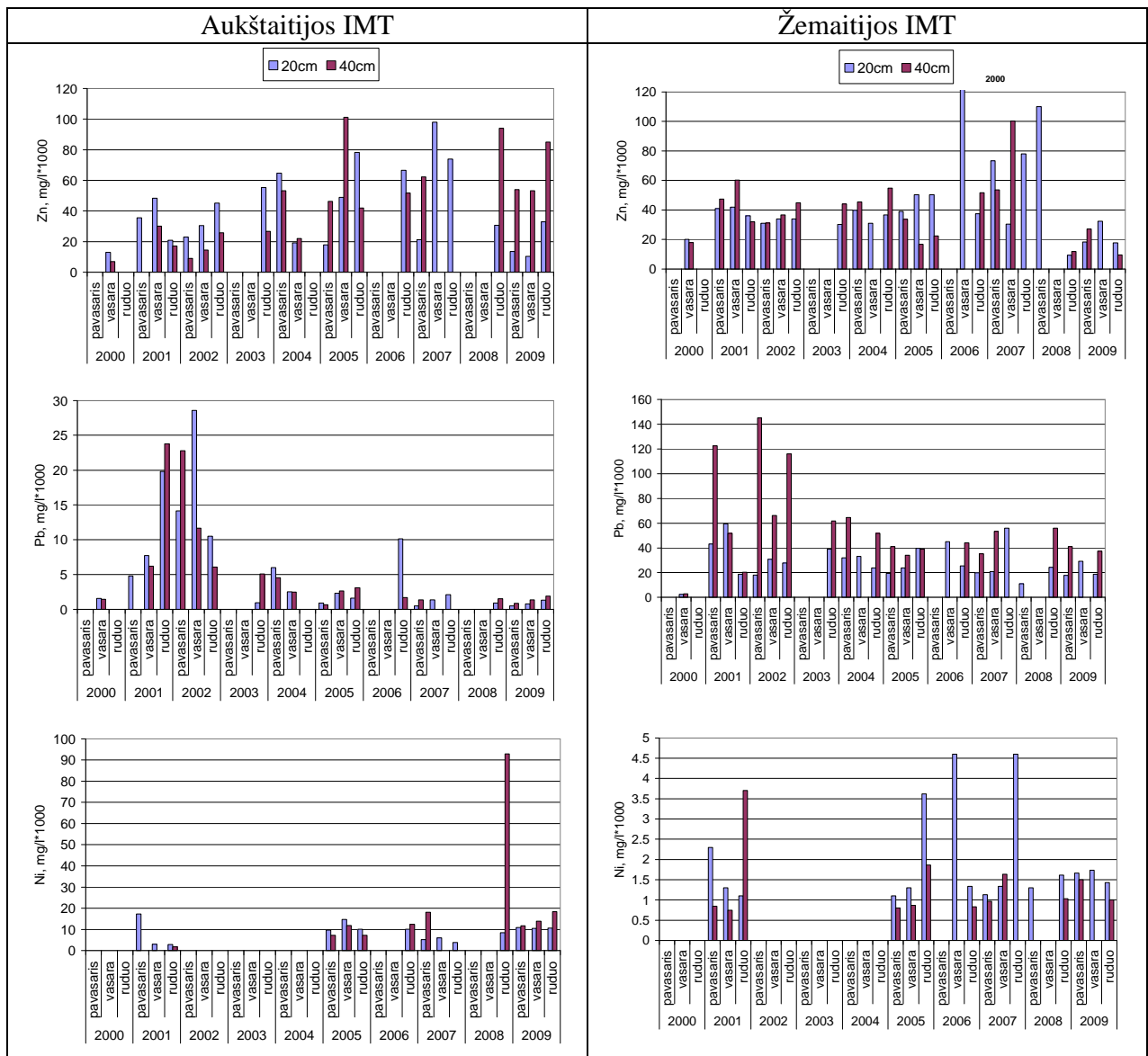
17 pav. Dirvožemio vandens savybių kitimas (4 iš 5, tęsinys kitame puslapyje).



17 pav. Dirvožemio vandens savybių kitimas (5 iš 5).



18 pav. Sunkieji metalai dirvožemio vandenyje (1 iš 2).



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

2.3.2. Gruntinio vandens savybės

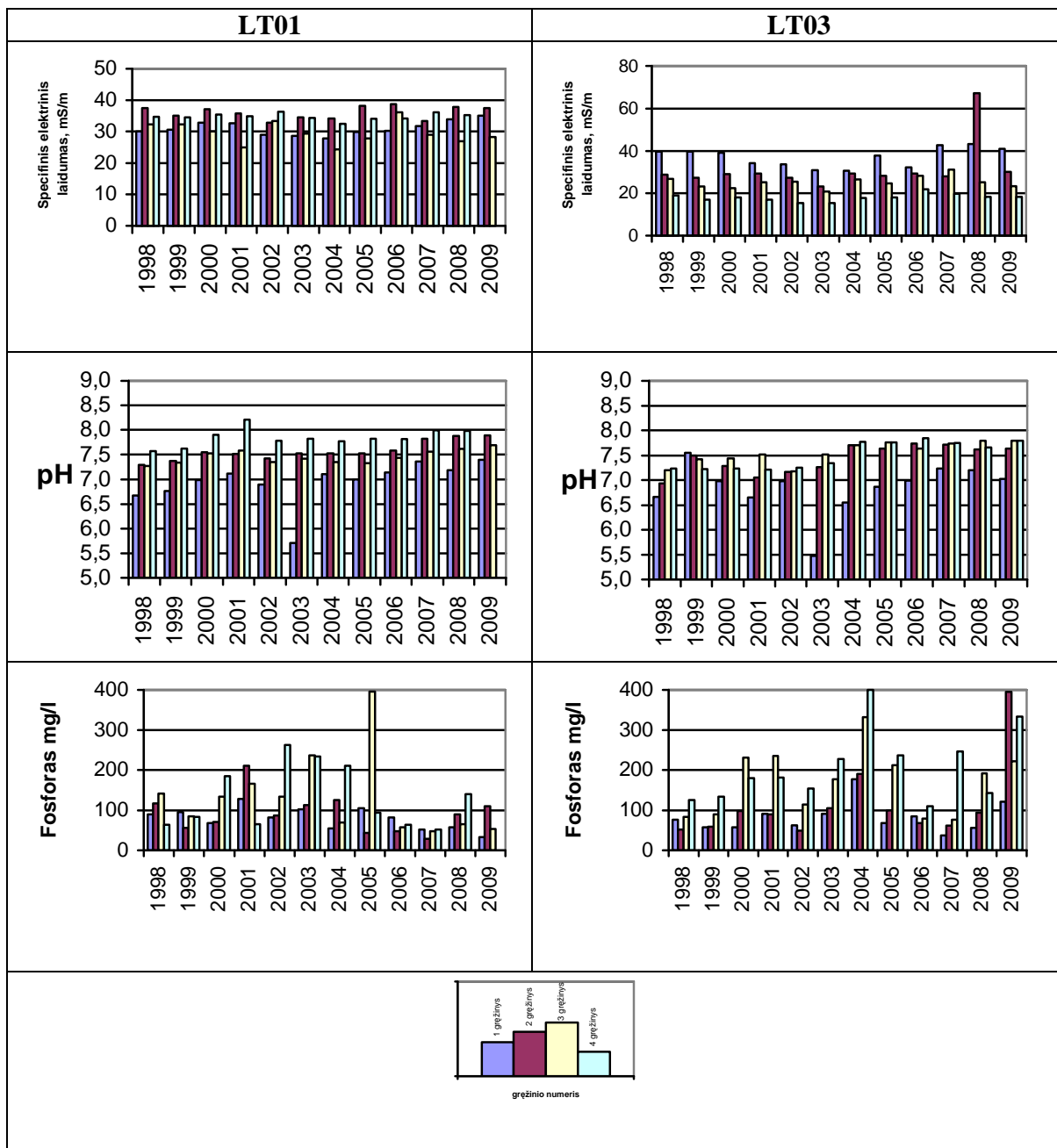
2009 m. gruntinio vandens debitas buvo vidutinis abiejose stotyse, o nuotekio intensyvumas Aukštaitijoje mažiausias, o Žemaitijoje didžiausias nuo 1998 m. (3 lentelė).

2004–2009 m. gruntinio vandens elektrinis laidumas, pH ir šarmingumas mažai keičiasi, Ca, Mg, sulfatų koncentracijos, palyginti su 2008 m. sumažėjo.

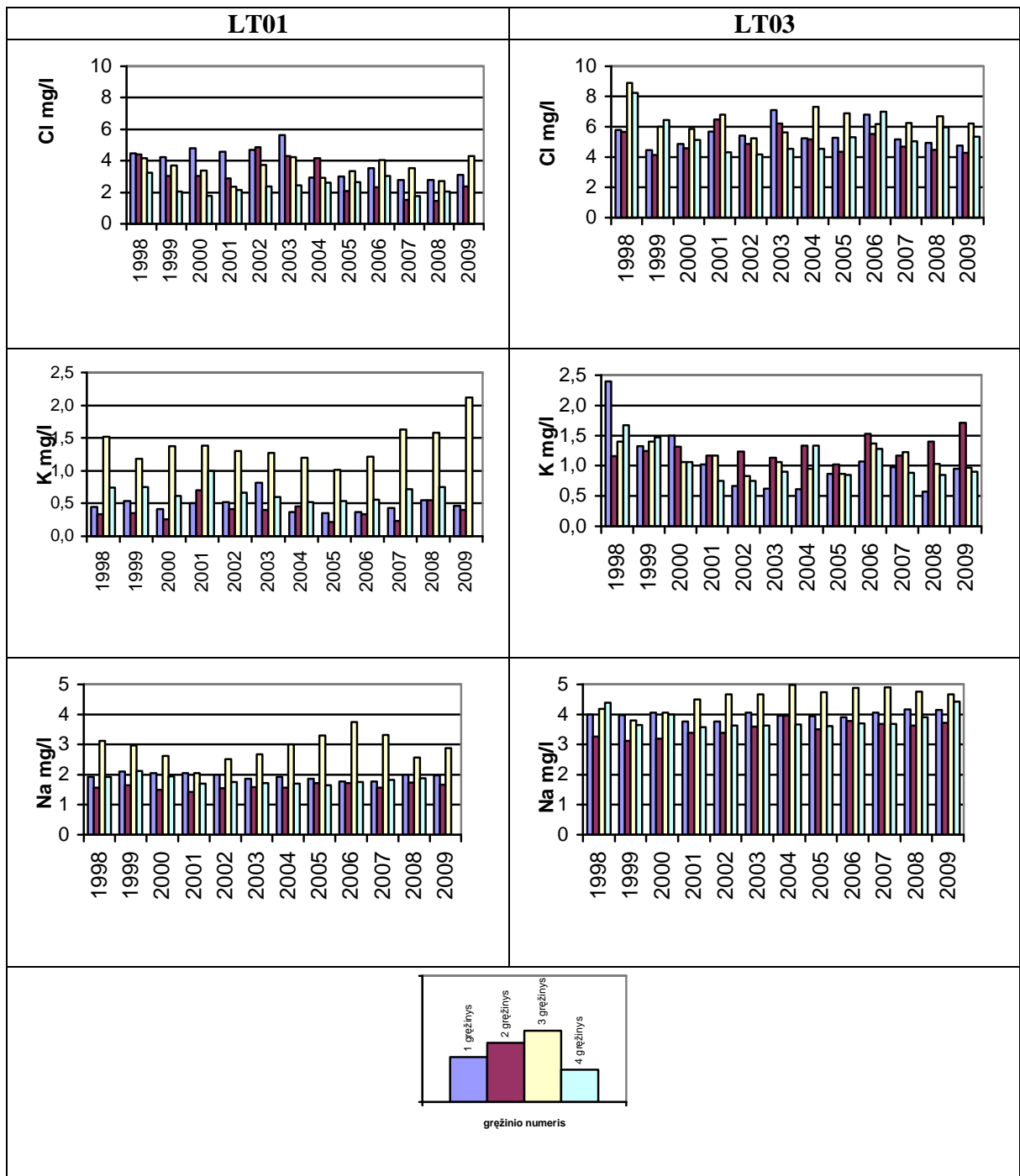
Aukštaitijos stotyje didžiausios per stebėjimo laikotarpį buvo K, Si, Al koncentracijos, o Žemaitijos stoties gruntiniame vandenyje 2009 m. žymiai padidėjo visuminio fosforo, fosfatų azoto junginių koncentracijos (19 pav.).

2009 m. Aukštaitijos stotyje padidėjo Cu ir Cd koncentracija, o sekiausiajame, pirmajame, grėžinyje ypač padidėjo Cd koncentracija.

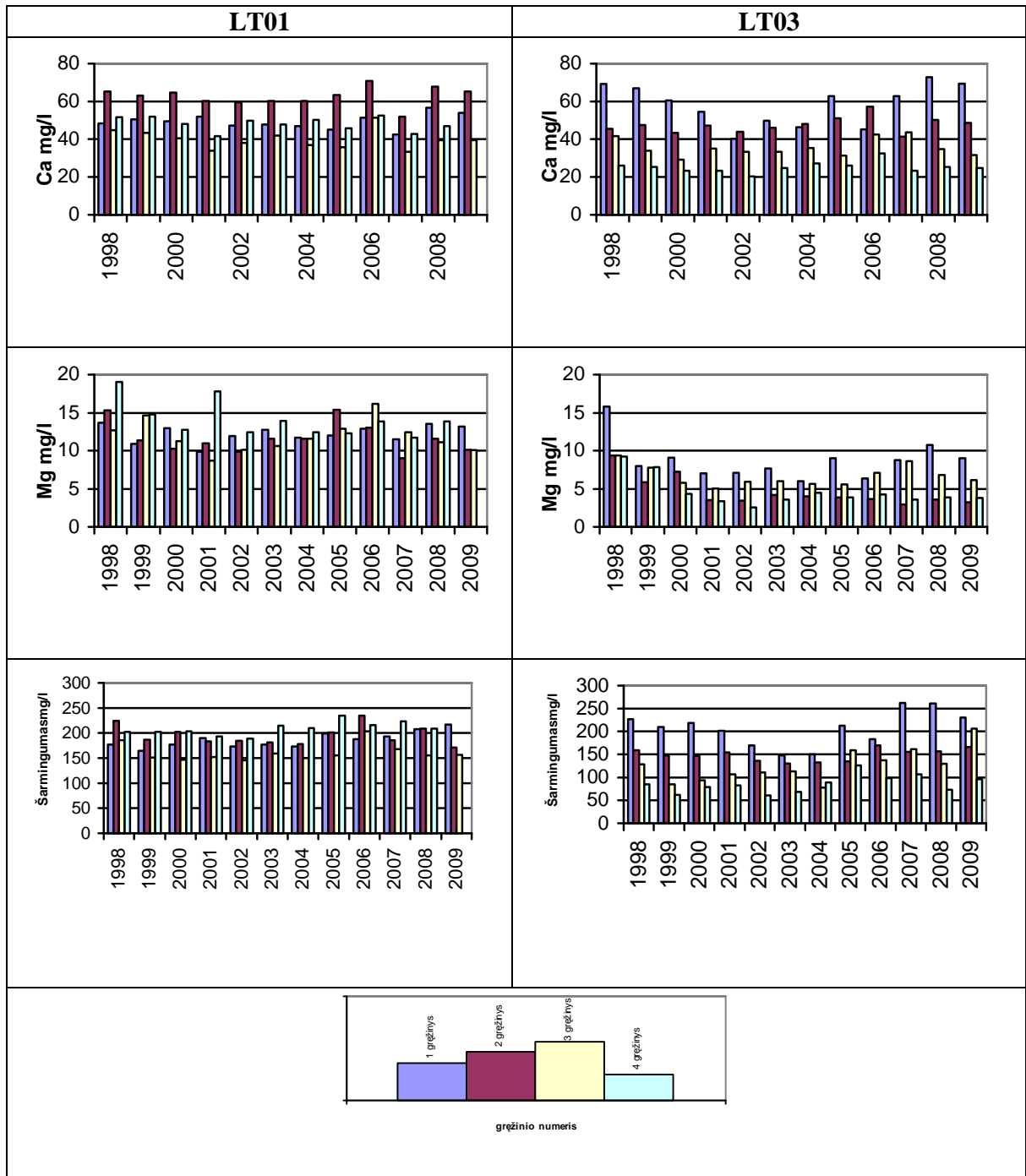
Žemaitijos gruntiniame vandenyje sunkiųjų metalų koncentracijos 2009 m. buvo, palyginti su 2000-2008 m. mažos. Cu ir Zn koncentracija, kaip ir 2008 m., liko mažiausia per stebėjimų laikotarpį (19 pav. 7-8).



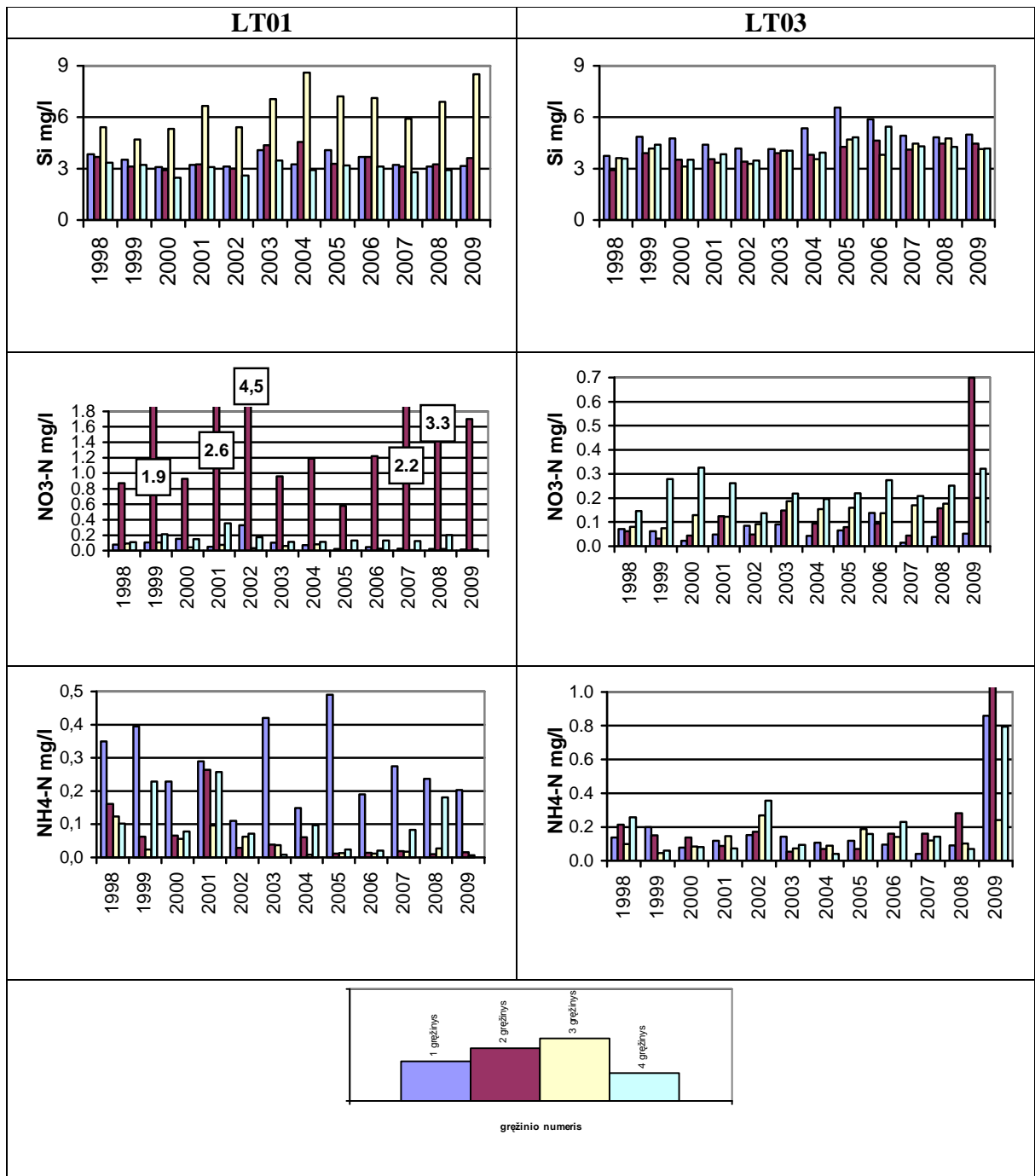
19 pav. Gruntinio vandens cheminė sudėtis (1 iš 8).



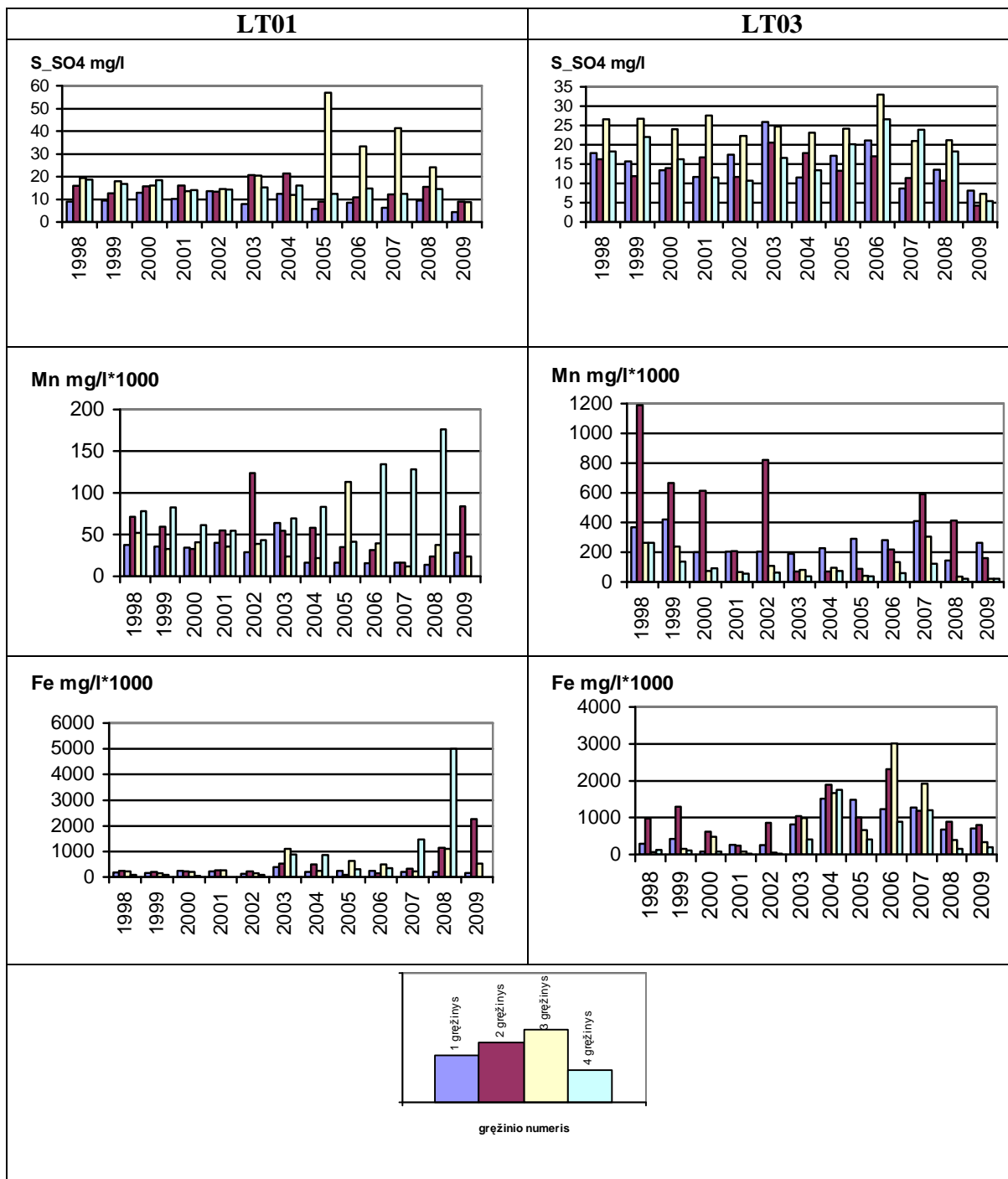
16 pav. Gruntinio vandens cheminė sudėtis (2 iš 8).



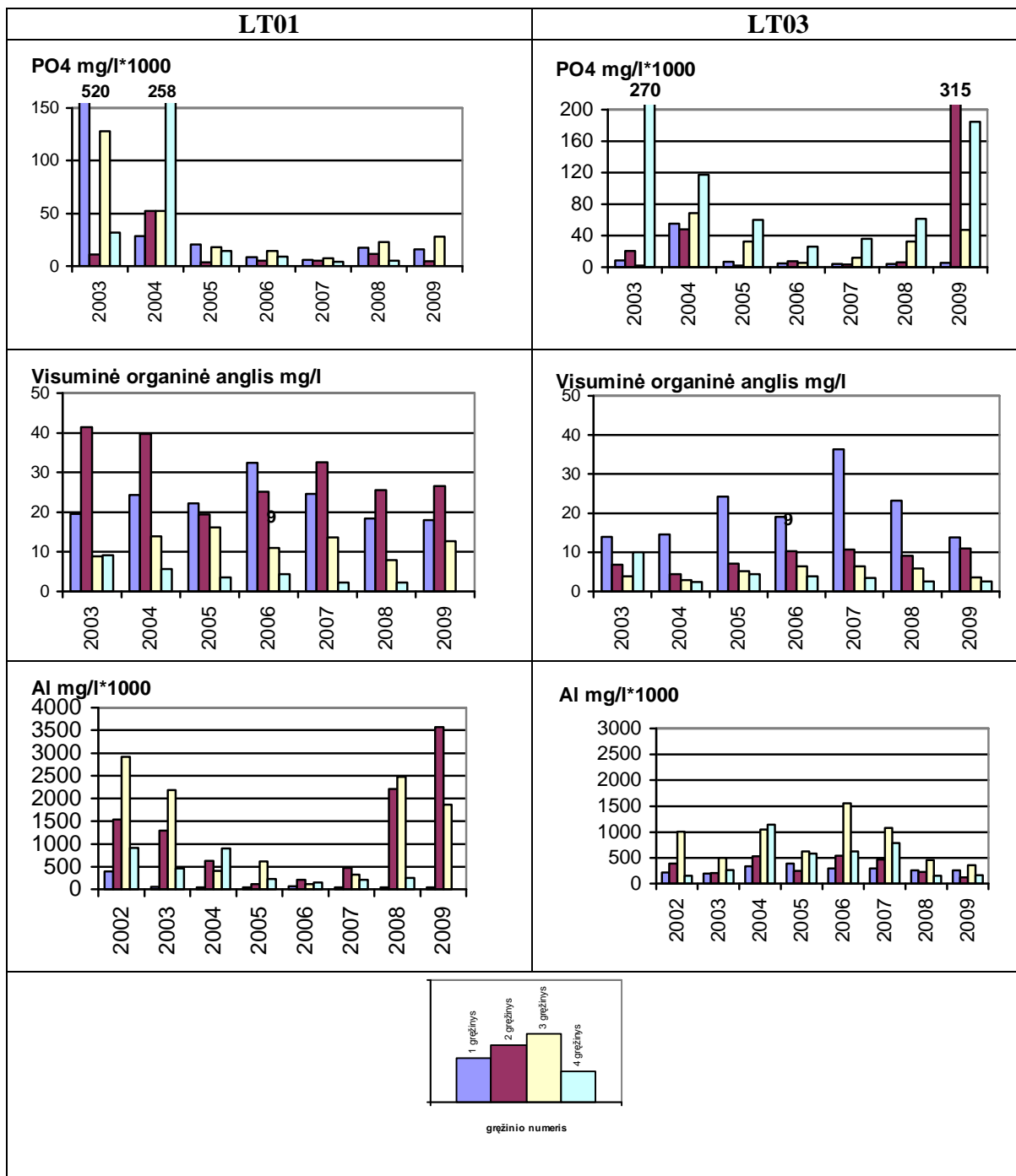
16 pav. Gruntinio vandens cheminė sudėtis (3 iš 8).



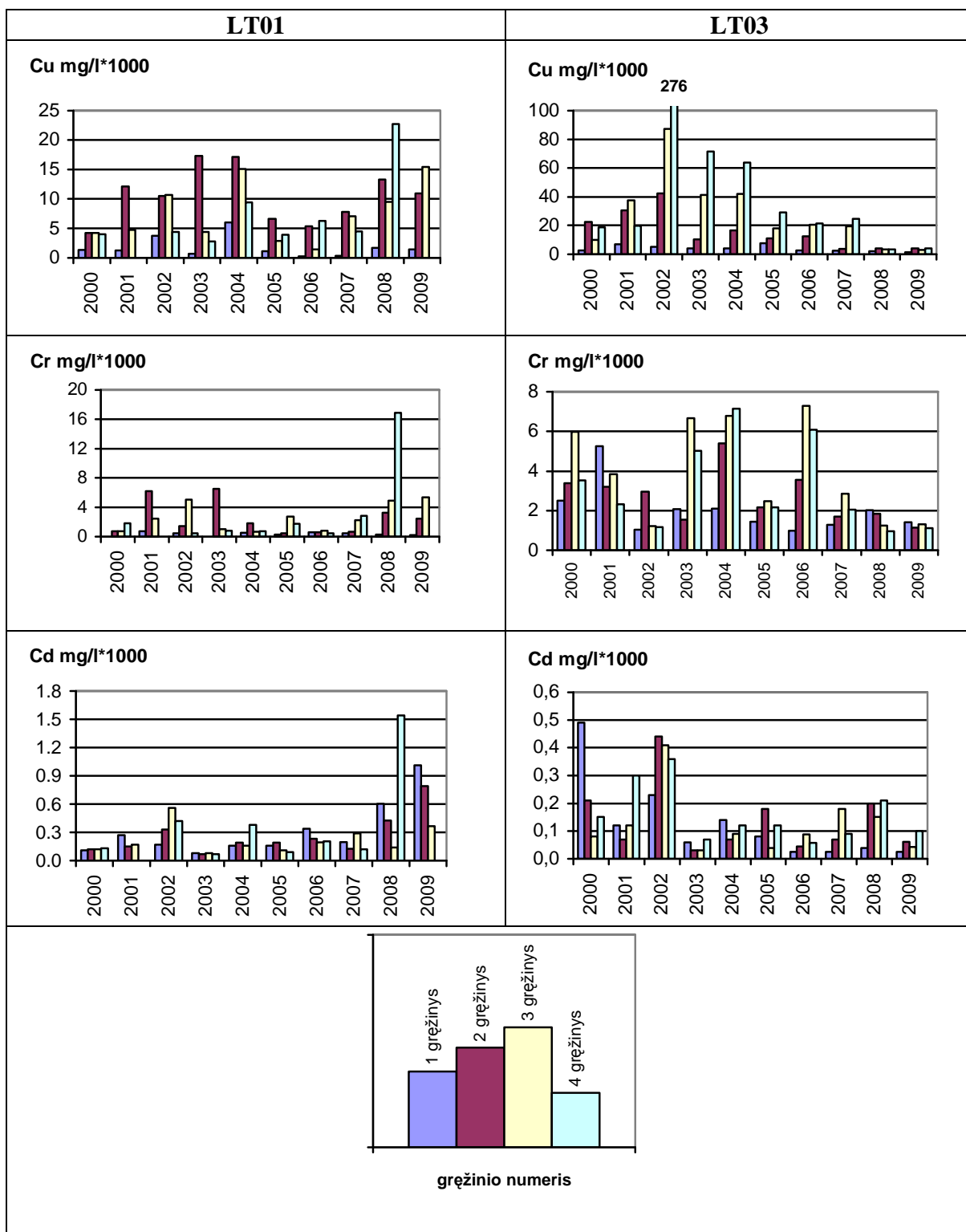
19 pav. Gruntinio vandens cheminė sudėtis (4 iš 8).



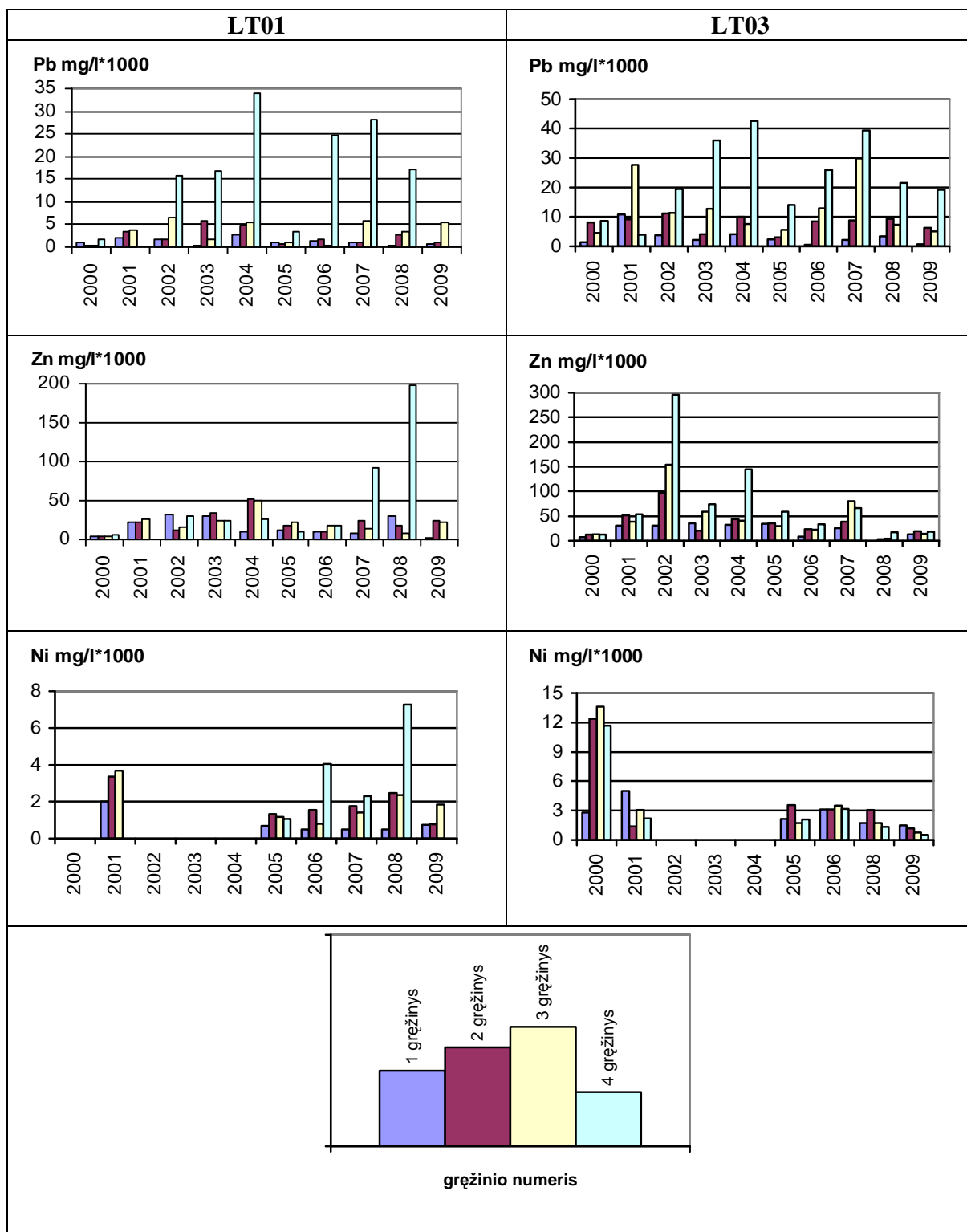
19 pav. Gruntinio vandens cheminė sudėtis (5 iš 8)



19 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 2009 metais Aukštaitijos monitoringo stotyje ypač nedidelis, mažiausias per 16 metų. Upelio vandens debitas mažėja ketvirtus metus iš eilės, nuo 2006 m.

Palyginti su 2008 m. vandens rūgštumas mažėjo, šarmingumas didėjo. Mn ir Fe koncentracijos padidėjo. Aukštaitijos monitoringo stotyje specifinis laidumas ir šarmingumas yra didžiausi per stebėjimų laikotarpį (20 pav., 1).

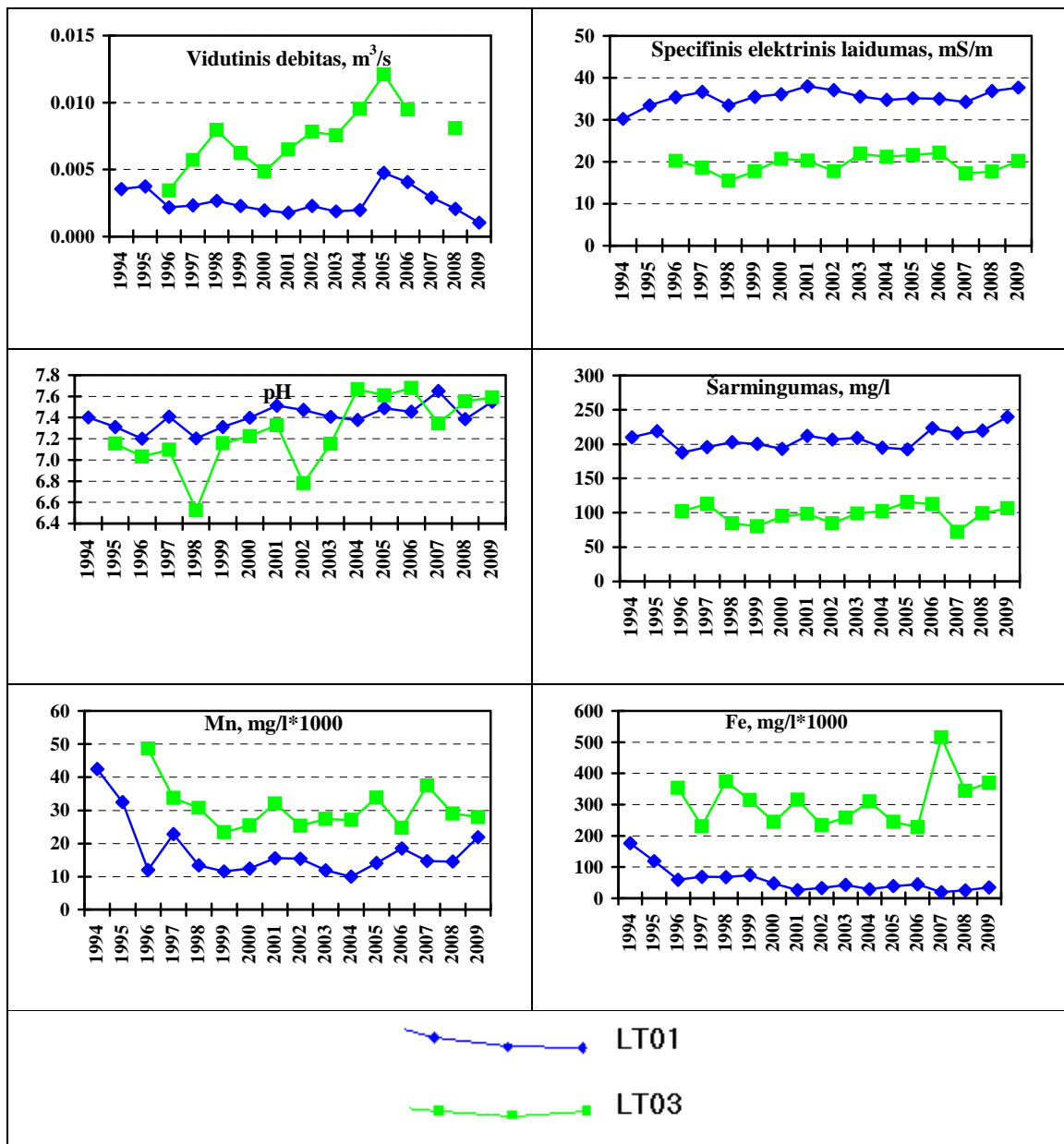
Labiausiai susijusi su debitu yra chloro koncentracija. Kitų tirpiausias medžiagas sudarančių elementų K, Na, Mg, Ca, sulfatų koncentracijos upelio vandenyje 2009 m., palyginti su 2007–2008 m., stabilios (Na) arba išaugo abiejose stotyse (20 pav., 2).

Aukštaitijos upelio vandens šarmingumo, tirpių medžiagų koncentracijų padidėjimą 2009 m. lėmė aukšta temperatūra ir maža jos amplitudė, Žemaitijoje šiluminiai veiksniai buvo santykinai nepalankūs medžiagų tirpumui (4 lentelė). Hidrodinaminių veiksnių įtaka 2009 m. Žemaitijos upelio cheminei sudėčiai nežinoma.

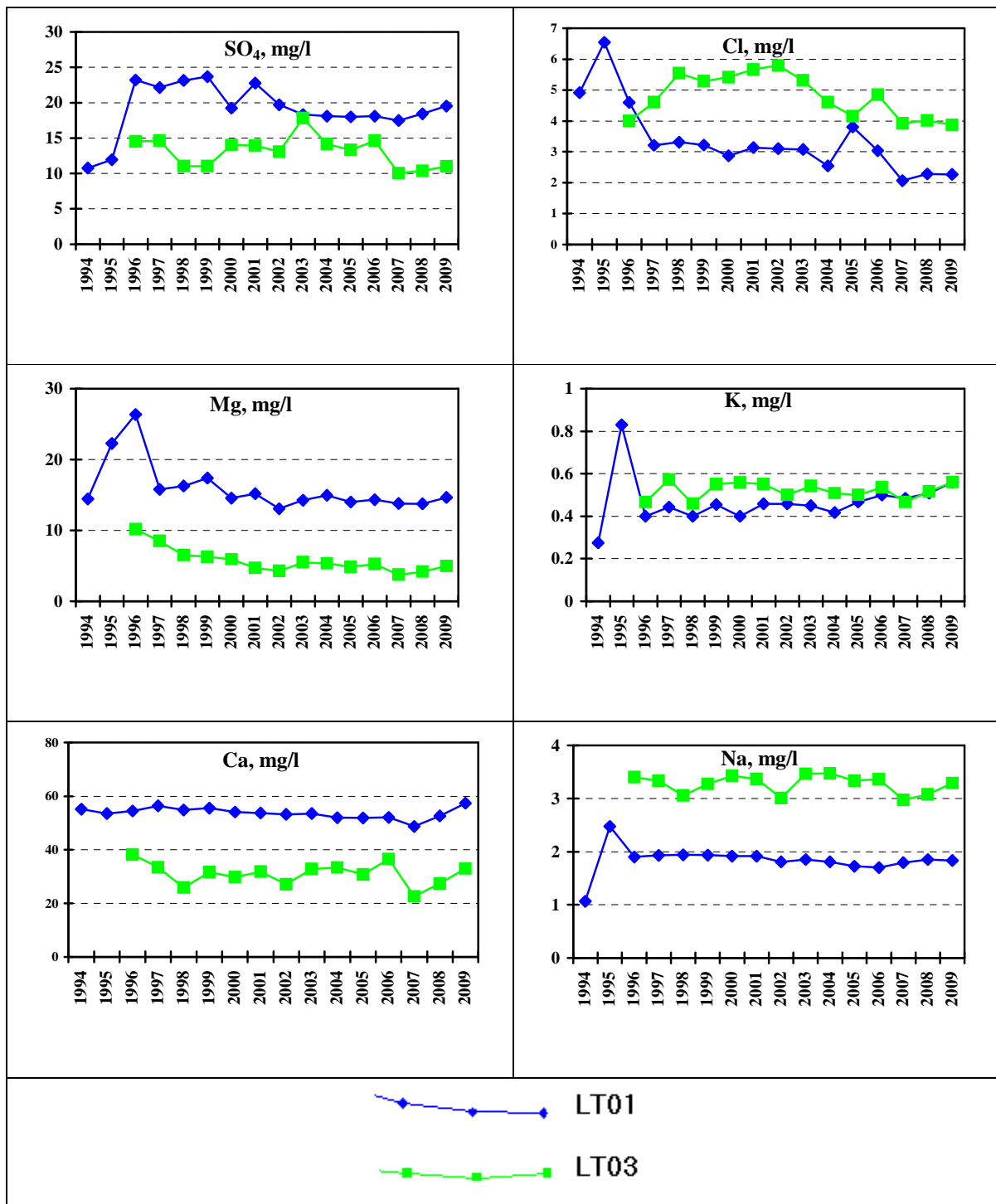
Žemaitijos KMS 2007–2009 m. aukšta aliuminio, 2008–2009 m. fosfatų koncentracija. Abiejose stotyse sumažėjo arba laikėsi žemame lygyje visuminės organinės anglies, amonio koncentracija. Nitratų ir visuminio azoto bei fosforo ir silicio koncentracija 2009 m., palyginti su 2008 m. Aukštaitijos stotyje nepakito, o Žemaitijoje padidėjo (20 pav., 3).

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. 2007–2009 m., palyginti su 2005 ir 2006 m. mažėja Cu ir Zn koncentracija.

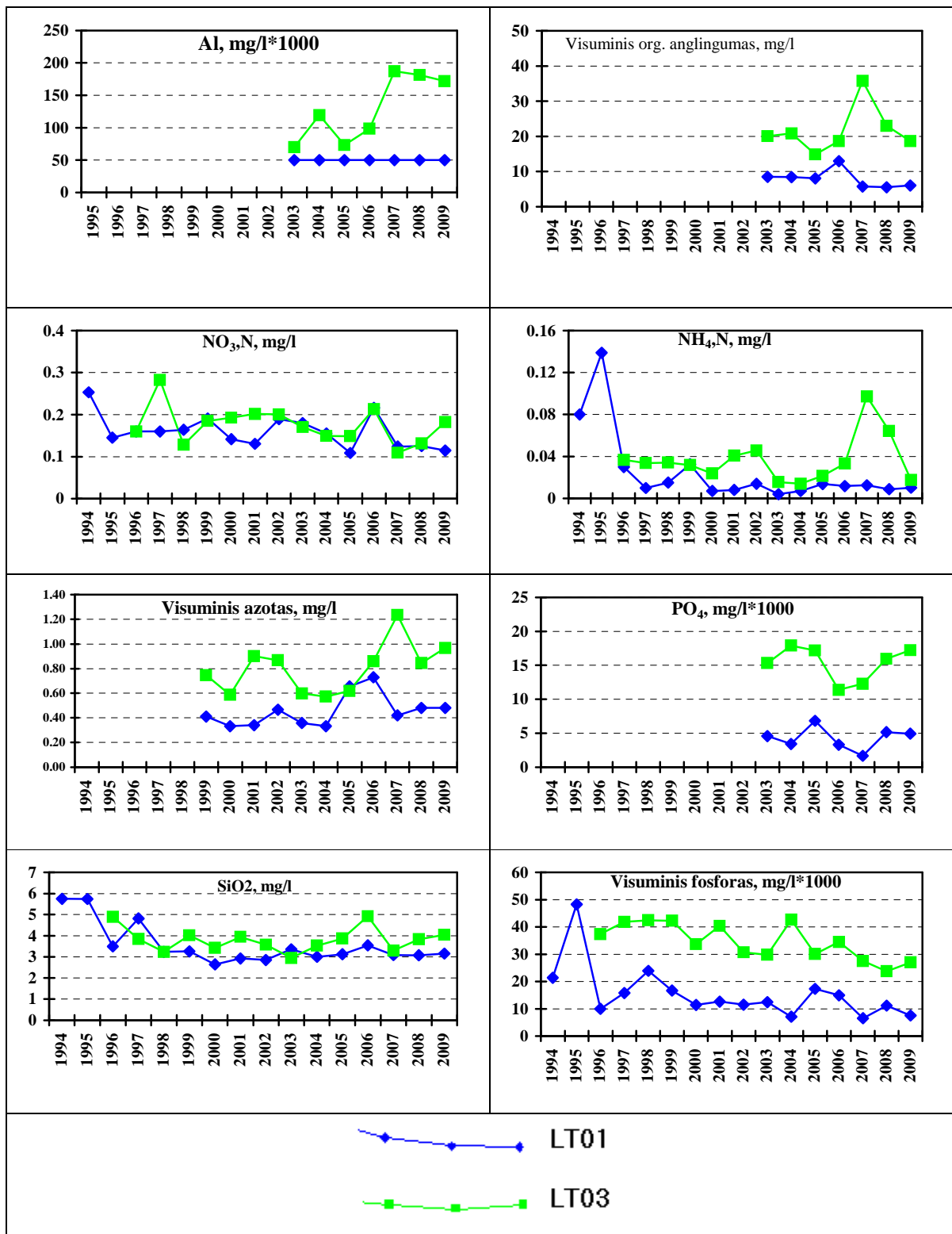
2009 m. Žemaitijos KMS sumažėjo Cu ir Zn koncentracija. Neviršydami maksimalios 2001 m. reikšmės Cr, Pb, Cd koncentracijos turi tendenciją didėti. Ni koncentracija, laikosi minimaliame lygyje (20 pav., 4).



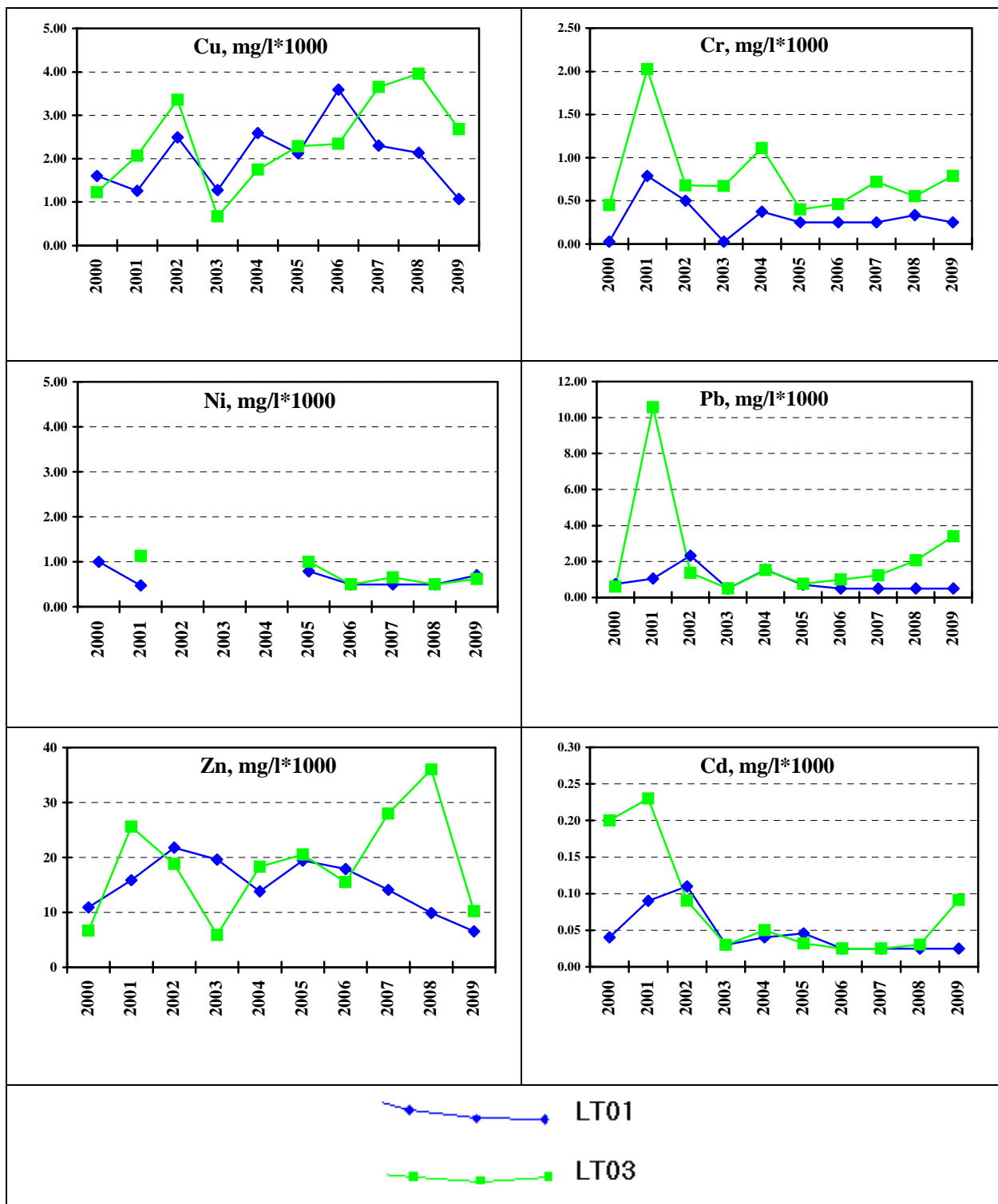
20 pav. Vidutiniai upelio vandens parametrai 1994-2009 metais (1 iš 4).



20 pav. Vidutiniai upelio vandens parametrai 1994-2009 metais (2 iš 4).



20 pav. Vidutiniai upelio vandens parametrai 1994-2009 metais (3 iš 4).



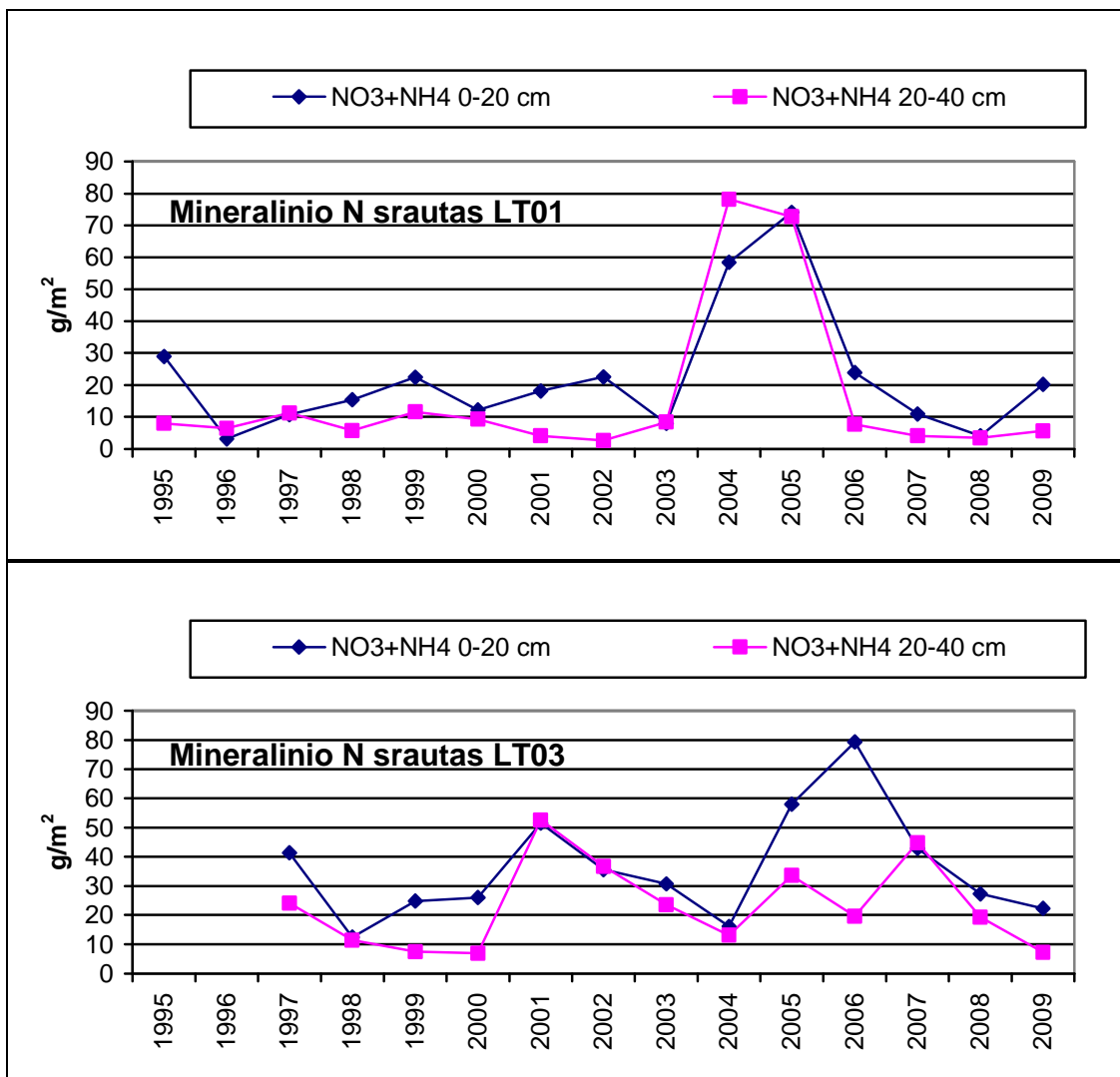
20 pav. Vidutiniai upelio vandens parametrai 2000-2009 metais (4 iš 4)

2.4. Medžiagų balanso išnešimo sudedamosios dinamika

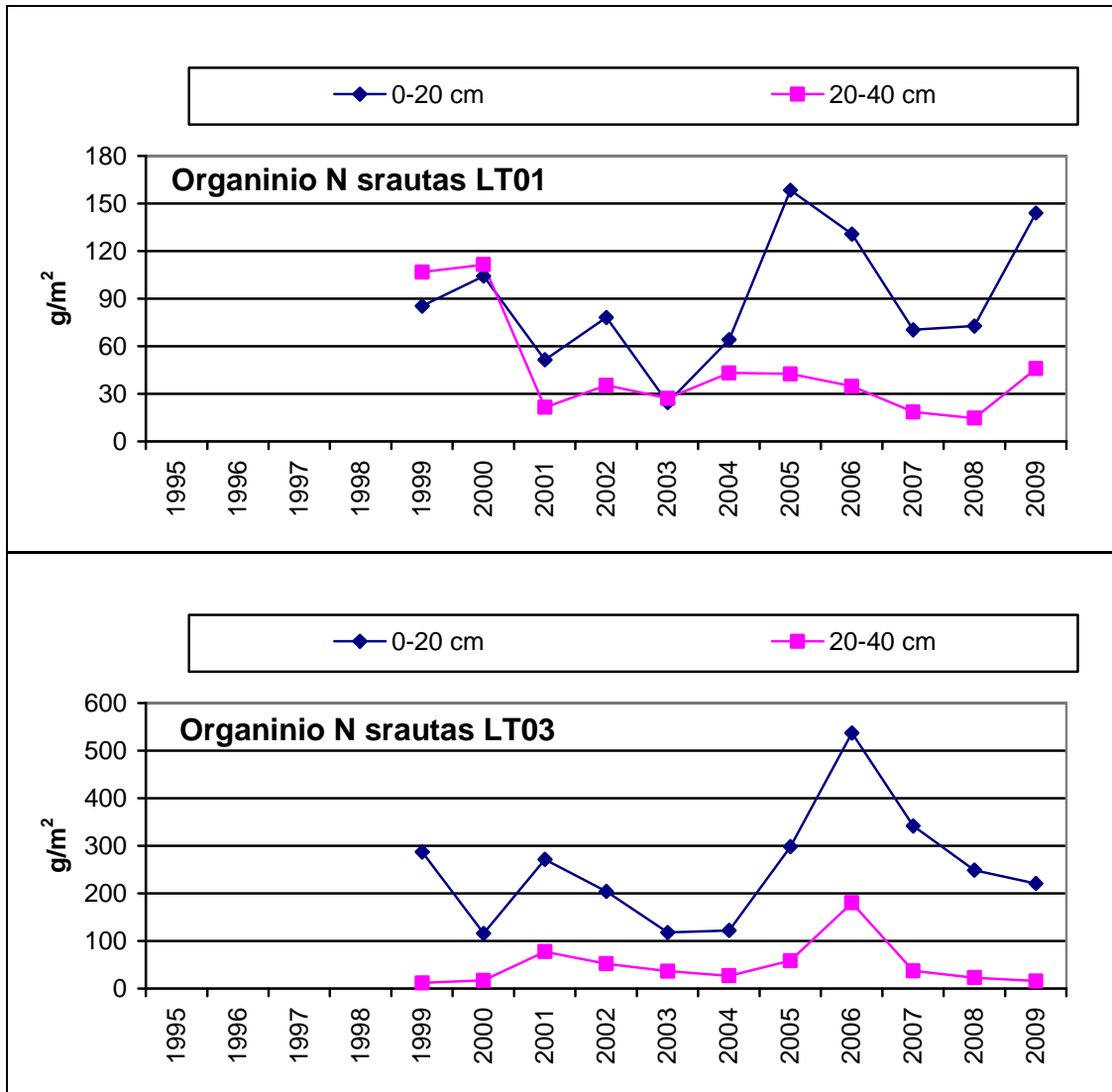
2.4.1. Azoto ir fosforo bei sieros išnešimas iš dirvožemio

Cheminių elementų išnešimas dirvožemio vandeniu neatspindi viso baseino medžiagų balanso, bet charakterizuoja automorfinio dirvožemio indėlio į medžiagų išnešimo iš ekosistemos dinamiką.

2009 metais Aukštaitijos stotyje iš dirvožemio buvo išnešta daugiau pagrindinių augalų mitybos elementų, o Žemaitijoje azoto, fosforo ir sieros išnešimas buvo tarp mažiausių per 15 metų (21-24 pav.).



21 pav. Mineralinio azoto išplovimas iš dirvožemio.

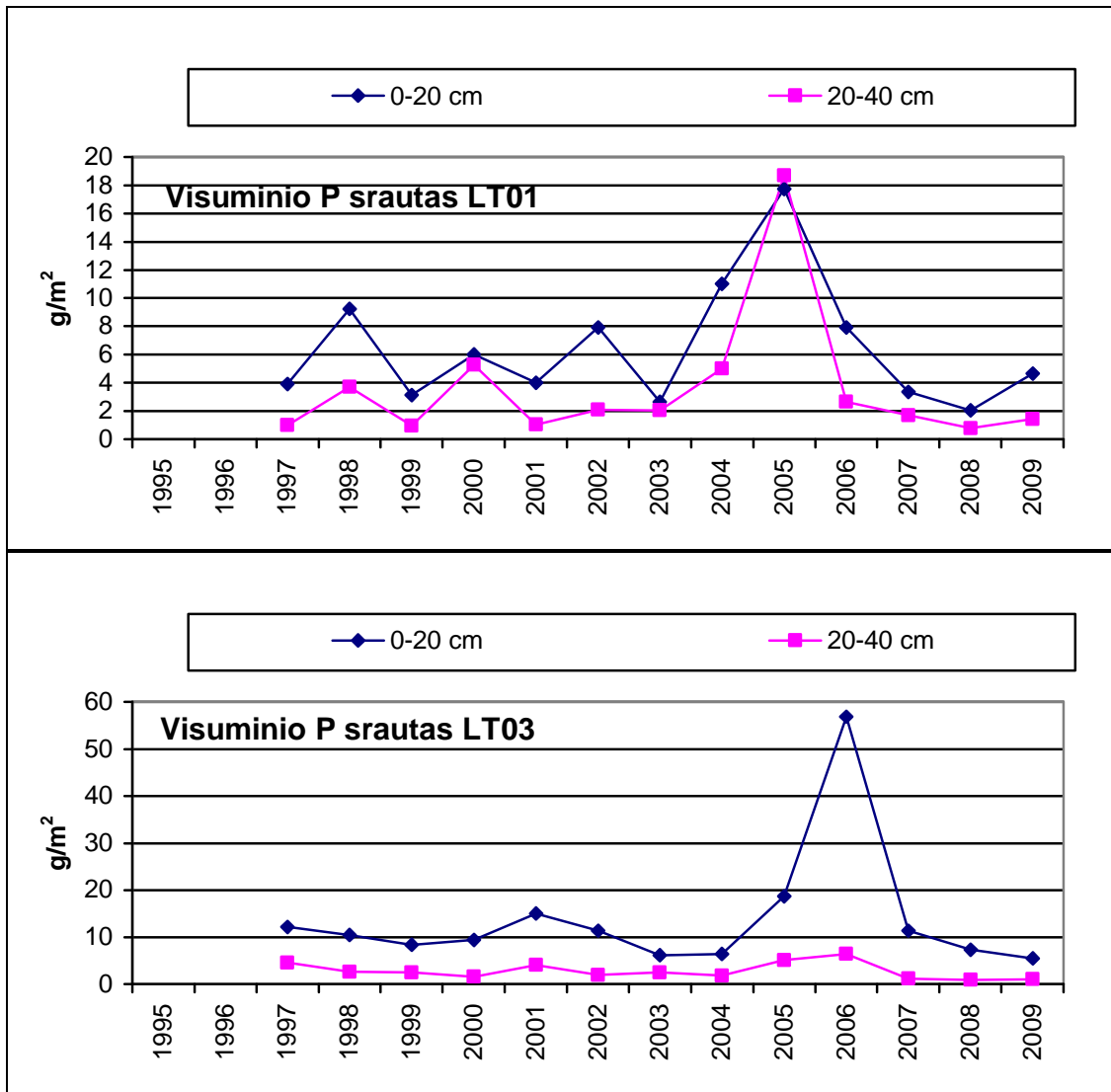


22 pav. Organinio azoto išplovimas iš dirvožemio.

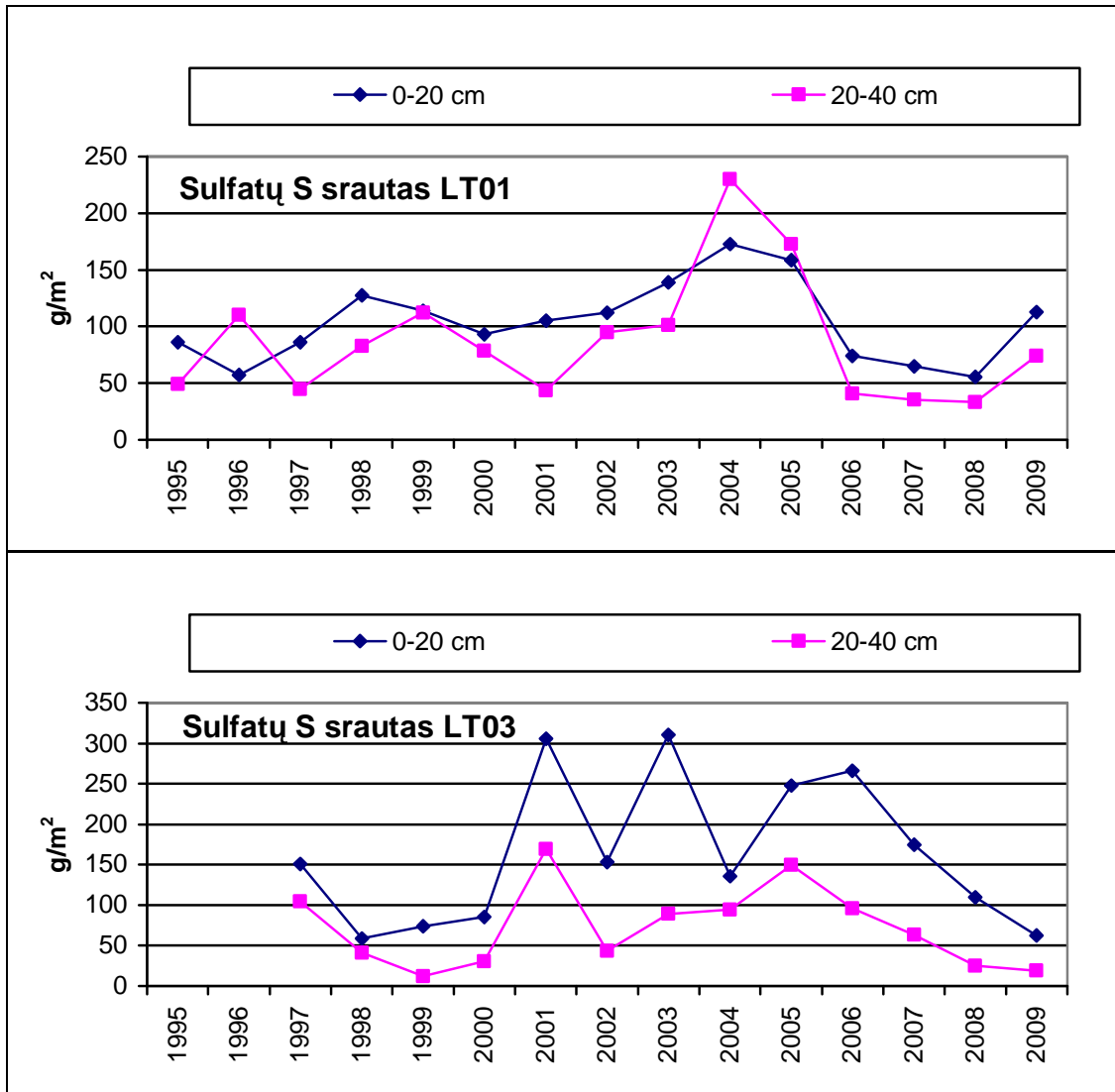
Organinio azoto, visuminio fosforo ir sulfatų sieros išnešimas iš 0–20 cm gylio Aukštaitijos IMS 2009 m. padidėjo, palyginti su 2007–2008 m. (22–24 pav.) Nors temperatūros amplitudė ir vidurkis buvo vidutinio dydžio dirvožemio vandens srautas buvo trečias pagal dydį nuo 1999 m. (1 lentelė).

Dirvožemio vandens srauto tūrio ir intensyvumas Žemaitijoje 2009 m. buvo tarp mažiausių nuo 1998 m., todėl N, P, S išplovimas buvo tarp mažiausių (22–24 pav., LT03 ir 2 lentelė). Neturint duomenų apie šiluminius veiksnius, Žemaitijos stoties dirvožemyje ir naudojantis duomenimis apie upelio vandens temperatūrą, galima daryti prielaidą, kad

šiluminės sąlygos 2009 m., kaip ir hidrologinės, buvo nepalankios medžiagų išplovimui (upelio vandens temperatūra buvo viena iš mažiausių, 3 lentelė).



23 pav. Visuminio fosforo išplovimas iš dirvožemio.



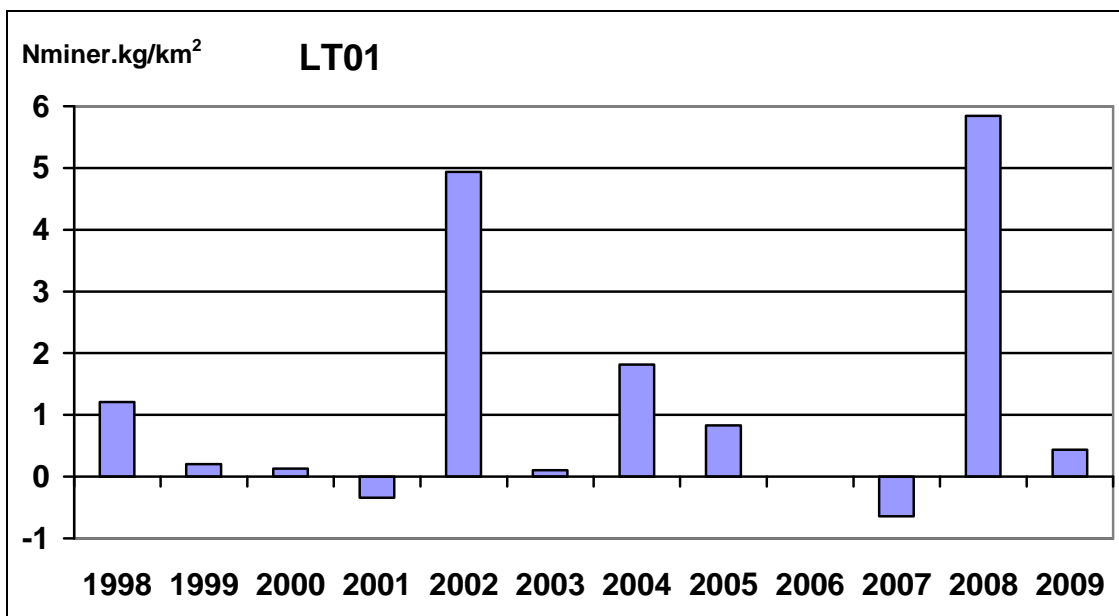
24 pav. Sulfatų sieros išnešimas iš dirvožemio.

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 maža jos amplitudė sudarė palankias sąlygas sulfatų sieros išplovimui (24 pav. LT01).

2.4.2 Azoto ir fosforo bei sieros išnešimas gruntinio vandens sistemoje

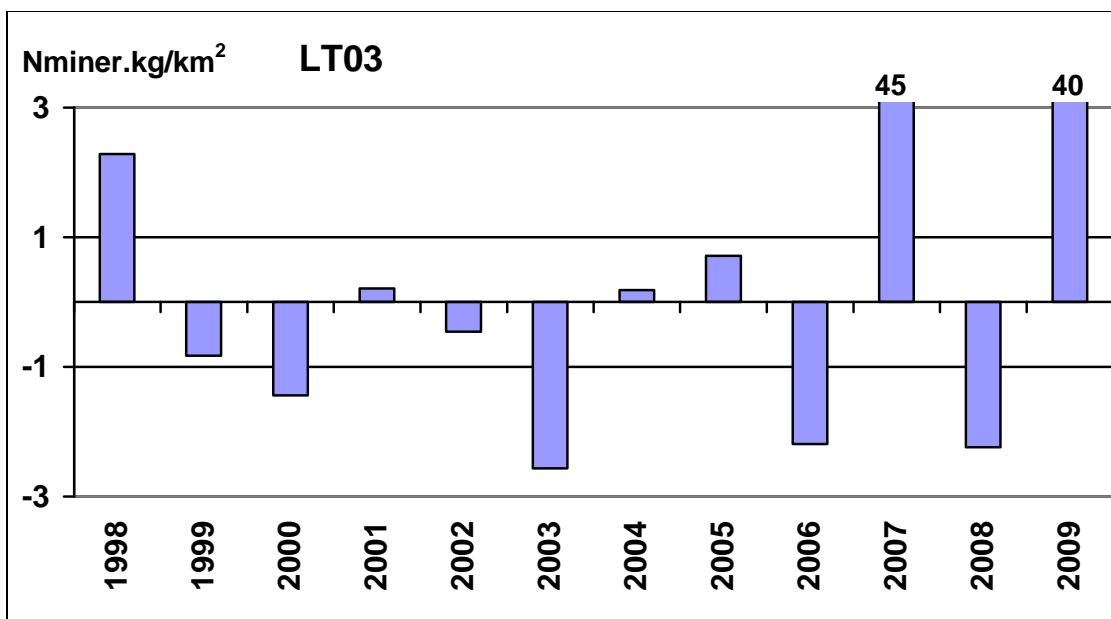
Atsižvelgiant į gruntinio vandens lygio svyravimus, ir medžiagų koncentracijas sudarytos medžiagų balanso schemos gruntinio vandens sistemoje, kuriose žemiausios neigiamos reikšmės rodo medžiagų išnešimą, o teigiamos gruntiniame vandenyje ištirpusių medžiagų panaudojimą ekosistemoje.

Aukštaitijos IMS 2009 m. mineralinio azoto balanso saldo buvo artimas nuliui (25 pav.).



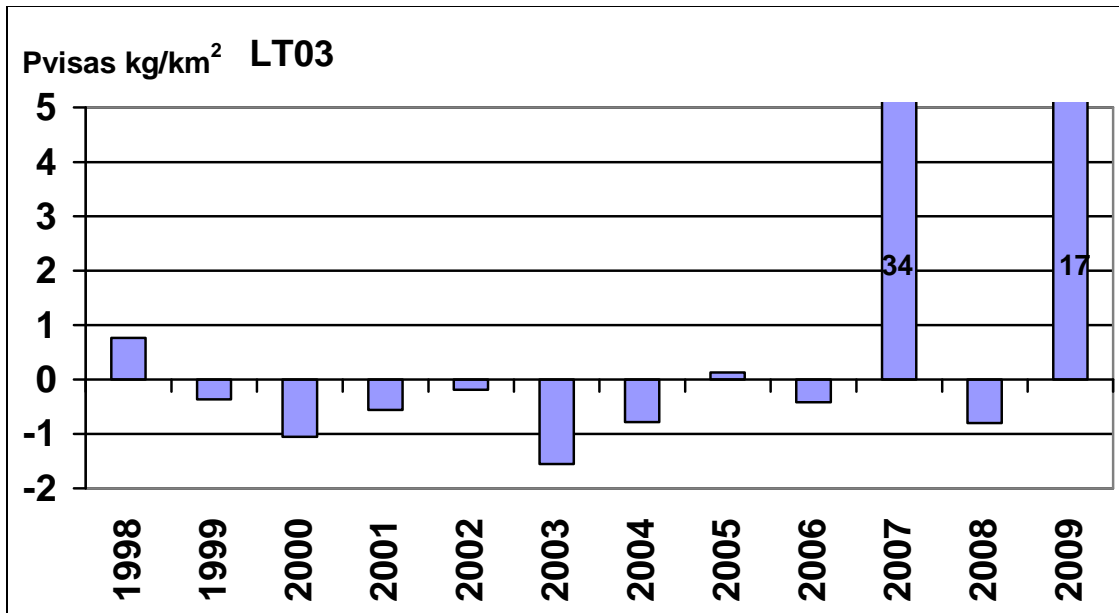
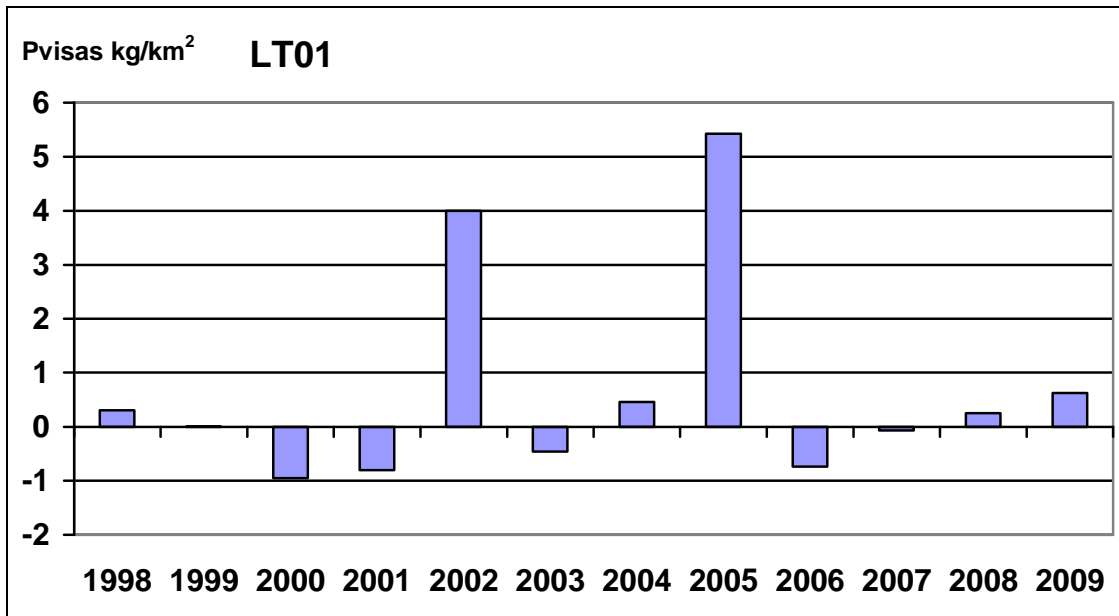
25 pav. Mineralinio azoto atsargos (teigiamos reikšmės) ir išnešimas (neigiamos reikšmės) gruntinio vandens zonoje Aukštaitijos IMS.

Žemaitijos IMS 2009 m. mineralinio azoto balanso saldo išsiskyrė, kaip ir 2007 metais, didele teigiama reikšme (26 pav.), nitratai ir amonis buvo panaudoti, o ne išplauti gruntiniais vandenimis.



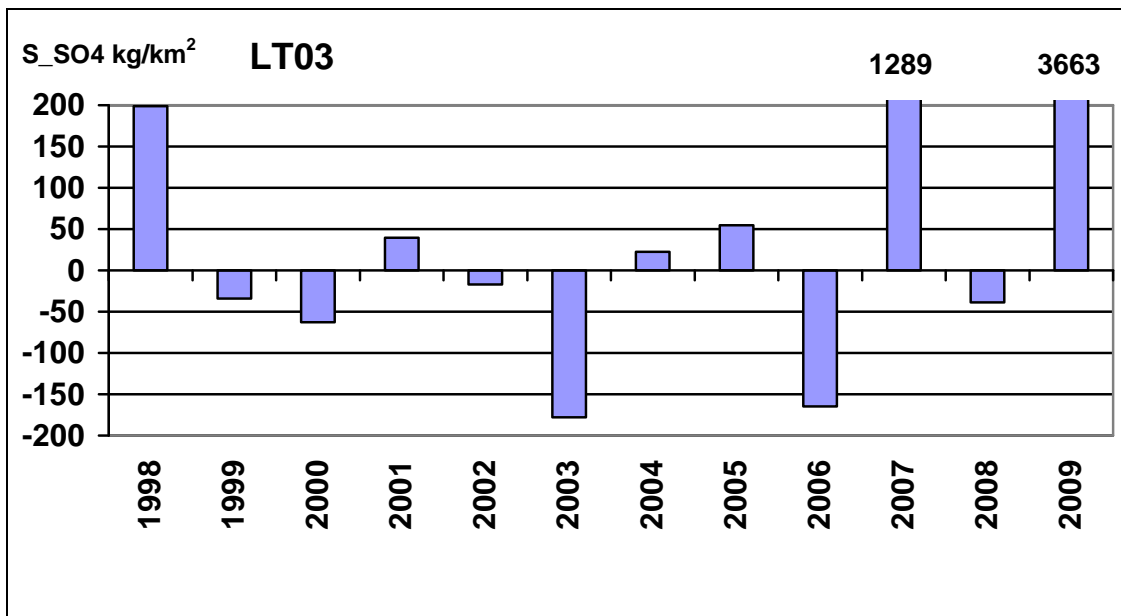
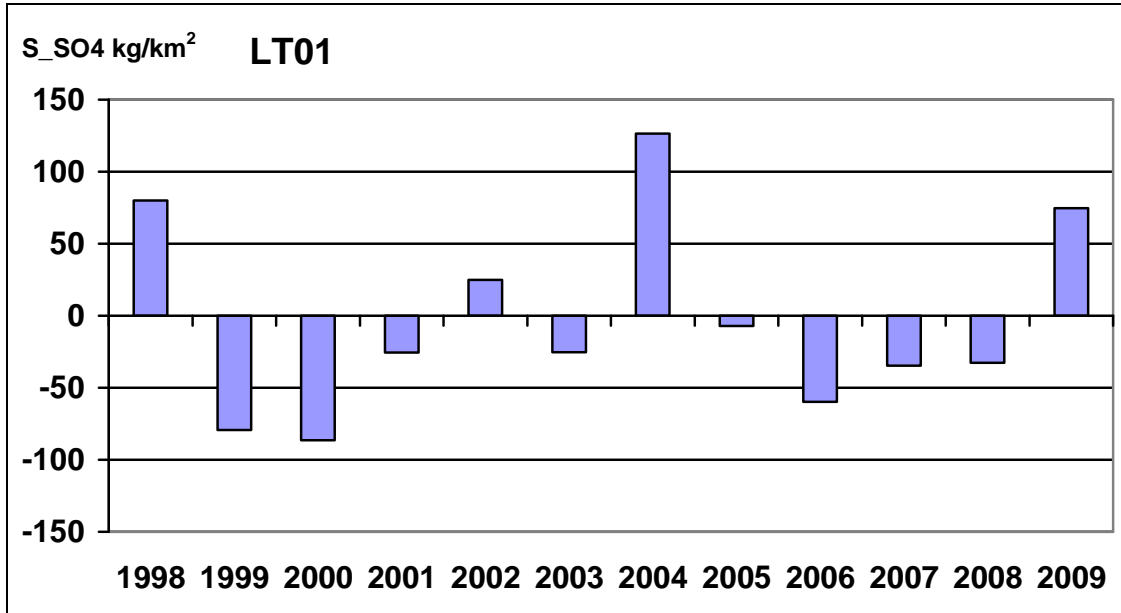
26 pav. Mineralinio azoto atsargos (teigiamos reikšmės) ir išnešimas (neigiamos reikšmės) gruntinio vandens zonoje Žemaitijos IMS.

Aukštaitijos IMS 2009 m. fosforo junginių kaupimasis gruntiniame vandenyje buvo didžiausias nuo 1998 m. (27 pav., LT01).



27 pav. Visuminio fosforo atsargos (teigiamos reikšmės) ir išnešimas (neigiamos reikšmės) gruntinio vandens zonoje zonoje Aukštaitijos IMS ir Žemaitijos IMS.

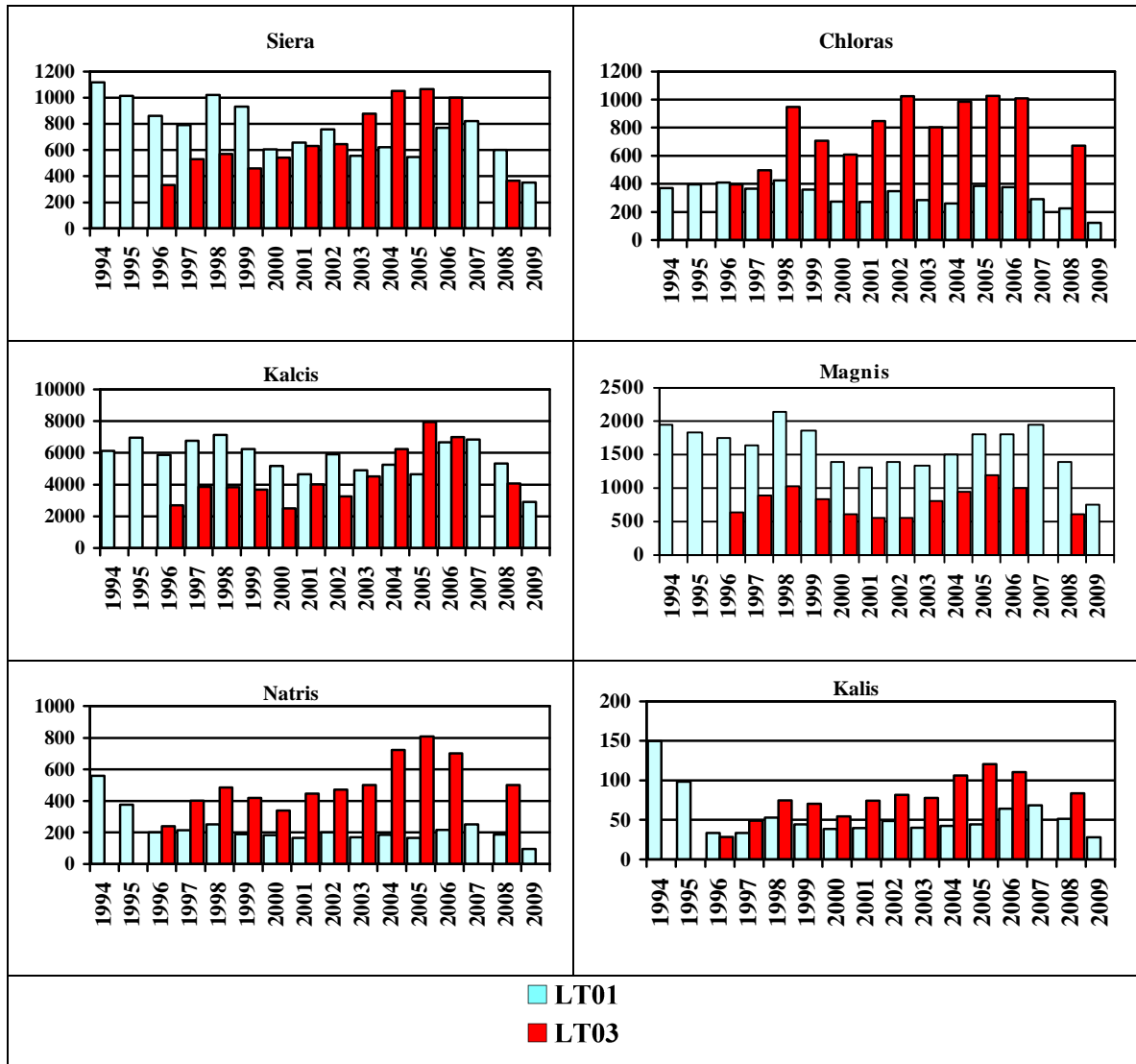
Aukštaitijos IMS 2009 m. sulfatų sieros kaupimasis buvo didesnis nei išnešimas (28 pav., LT01).



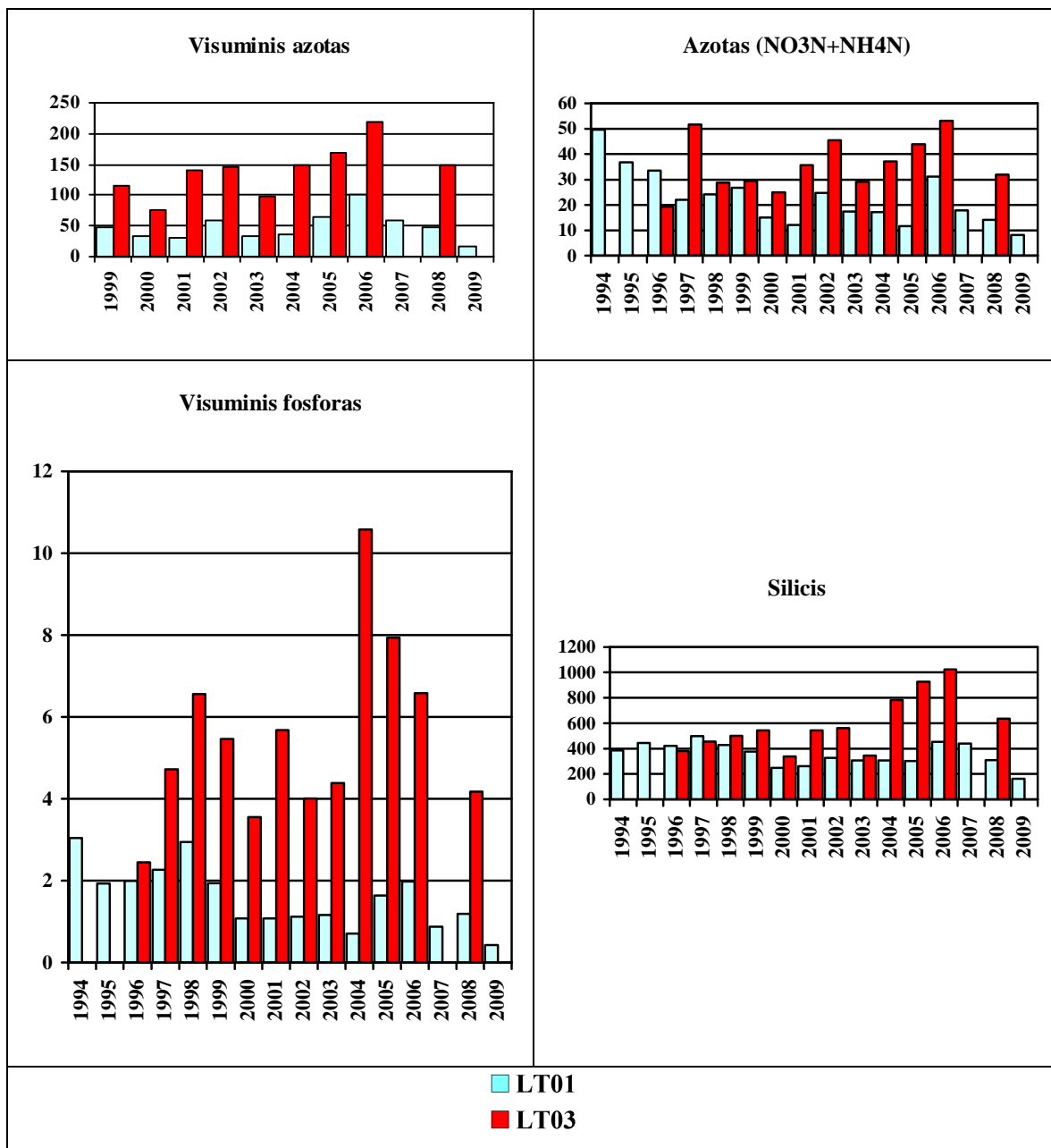
28 pav. Sieros atsargos (teigiamos reikšmės) ir išnešimas (neigiamos reikšmės) gruntinio vandens zonoje Aukštaitijos IMS ir Žemaitijos IMS.

2.4.2. Medžiagų išnešimas upeliu

Cheminių elementų išnešimas upelio vandeniu gerai atspindi viso baseino medžiagų balanso išlaidų dalį (29–30 pav.).



29 pav. Sieros, Cl, Na, K, Ca ir Mg išnešimas iš upelių baseinų (kg/km², per metus).



30 pav. Kai kurių cheminių elementų išnešimas iš upelių baseinų (kg/km^2 , per metus).

Upelio nuotėkis Aukštaitijos KMS 2009 m. buvo mažiausias, per visą stebėjimo laikotarpį. Palyginti su 2008 metais visuminio azoto ir fosforo išnešimas sudarė 34%, Ca, Mg, K, Na, Cl, Si apie 50-54%, o mineralinio azoto ir sulfatų apie 57-58 % (29–30 pav.).

2.5. Pasiūlymai tyrimų racionalizacijai 2011–2016 m. laikotarpiui

Vykdamas septintąjį techninės užduoties punktą, pateikiami pasiūlymai tyrimų racionalizacijai, atsižvelgiant į 2005-2009 m. aplinkos būklės duomenis bei kitus tyrimų rezultatus, analizuota dirvožemio, dirvožemio vandens, gruntinio bei upelio vandens darbų minimalių apimčių planas (5 lentelė).

Formuojant išsamius siūlymus dėl dirvožemio, dirvožemio vandens, gruntinio bei upelių vandens kaitos mokslo tyrimų tęstinumo reikalingumo, apimties, struktūros, parametrų sąrašo, stebėjimų dažnumo ir kitų elementų tobulinimo 2011-2016 metų tyrimų laikotarpiui, vadovautasi šiais kriterijais:

- ✓ Pirminio programos iniciatoriaus Lietuvoje – Suomijos Aplinkos instituto – rekomendacijomis (tinklapis: environment.fi).
- ✓ ICP (miškų) programos metodiniais reikalavimais (icp-forests.org).

Tyrimų racionalizavimas ar tobulinimas, iš esmės, negali būti siejamas su parametrų sąrašo, išlaikant tyrimų kompleksiskumą ir kaičiausių bei informatyviausių parametrų reguliarią stebėseną.

Suomijos Aplinkos institutas sudarydamas nustatomų cheminių elementų sąrašą, kaip papildomus (neprivalomus) elementus nurodo Mn, Fe, Si, sunkiuosius metalus (Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn) (Manual ..., 1998), tačiau atliekant duomenų analizę, nustatant medžiagos kilmę sąsajos su sunkiaisiais metalais gali būti vienas iš požymių, kad medžiagos koncentracijos padidėjimo priežastis yra teršimas, o sąsajos su Si rodo išplovimą iš uolienų.

Kitos gamtinio vandens ir dirvožemio savybės yra privalomos, reikalingos vandens balansų modelių tobulinimui, teršalų (azoto, sieros ir fosforo) migracijos ekosistemoje stebėsenai, ekosistemos raidos kryptiniai nustatyti. Pavyzdžiui, rūgštėjimo–šarmėjimo procesus ir jų pasekmes rodo pH, Al, organinė anglis.

Šiuo metu yra nutrūkusi ištirpusio deguonies stebėsenos Žemaitijos IM stotyje, nes nebėra prietaiso. Reikėtų tyrimus atnaujinti. Ištirpusio deguonies rodiklis yra informatyvus rodiklis upelio biotos aplinkos kokybės kaitos analizei.

5 lentelė. Sąlygiškai natūralių ekosistemų stočių Aukštaitijoje ir Žemaitijoje minimalių apimčių planas ir siūlomi tobulinimai 2011–2016 m. (pastabose).

* Parametru grupės	Parametrai	Matavimo vienetai	Ėminių ėmimo (stebėjimų) dažnumas	Pastabos dėl 2011–2016 m.
5. Dirvožemio vandens cheminiai matavimai	pH	-	Nuo IV iki XI mėn. kas mėnesį	Tuos pačius parametrus ir tuo pačiu dažnumu reikėtų nustatyti įrengtu lizimetrus po dirvožemio paklote.
	Savitasis elektrinis laidis	mS/m		
	Šarmingumas	mmol/l		
	NO ₃ -N, NH ₄ -N, N _{visas} , SO ₄ -S, SiO ₂ , Cl, K, Na, Ca, Mg, ištirpusi organinė C	mg/l		
	Al _{bendras} , Mn, Fe, PO ₄ -P, P _{visas}	µg/l		
	Dirvožemio drėgmė	m ³ /m ³		
	Dirvožemio vandens srautas	l/s×km ²	3 kartus per metus	
Cu, Zn, Pb, Cd, Cr, Ni	µg/l			
6. Gruntinio vandens cheminiai matavimai	Gylis	cm	Kas 2 mėnesius	Nekeisti
	pH			
	Savitasis elektrinis laidis	mS/m		
	Šarmingumas	mmol/l		
	NO ₃ -N, NH ₄ -N, N _{visas} , SO ₄ -S, SiO ₂ , Cl, K, Na, Ca, Mg, ištirpusi organinė C	mg/l		
	Al _{bendras} , Mn, Fe, PO ₄ -P, P _{visas}	µg/l	3 kartus per metus	
Cu, Zn, Pb, Cd, Cr, Ni	µg/l			
7. Paviršinio vandens cheminiai matavimai	Nuotėkis	l/s × km ²	Kas mėnesį	Kas mėnesį matuoti ištirpusio deguonies kiekį
	Vandens temperatūra	°C		
	pH			
	Savitasis elektrinis laidis	mS/m		
	Šarmingumas	mmol/l		
	NO ₃ -N, NH ₄ -N, N _{bendras} , SO ₄ -S, SiO ₂ , Cl, K, Na, Ca, Mg, ištirpusi organinė C, O ₂	mg/l		
	Al _{bendras} , Mn, Fe, PO ₄ -P, P _{visas}	µg/l	4 kartus per metus	
Cu, Zn, Pb, Cd, Cr, Ni	µg/l			
8. Dirvožemio cheminiai matavimai	pH(CaCl ₂), pH(H ₂ O).	-	Kas 5 metus: 1995, 2000, 2005, 2010	Nekeisti
	Visa organinė C; S _{visa} , N _{visa} , P _{visa}	mg/kg		
	mainų K, Na, Ca, Mg, Al, H ⁺ ; mainų rūgštingumas (H+AL), Mn, Fe	meq/kg		
	Cd, Cu, Pb, Ni, Cr, Zn, Mn, Fe (aqua regia)	mg/kg		
	dirvožemio tankis	kg/m ³		
	sorbcinis imlumas	meq/kg		
	pasotėjimo bazėmis laipsnis	%		

* Eilės numeris bendrame plane.

Žemaitijos IM stotyje taip pat trūksta dirvožemio išalo gylio matavimų. Turint tik išalo sunykimo datas, sunku tiksliai prognozuoti ryšius tarp dirvožemio vandens atsargų, srauto charakteristikų ir klimato veiksnių. Tai svarbu nustatant klimato kaitos poveikį dirvožemiams (7 programa ClimSoil).

Ruošiantis 2011–2016 m. stebėsenos etapui, reikėtų įrengti lizimetrus po dirvožemio paklote, stebėti dirvožemio vandens sudėtį, kaip to reikalauja ICP metodika (Submanual, 2002). Duomenys naudojami Framework 4: BIOSOIL programai (Cools, Mikkelsen, De Vos 2008).

IŠVADOS

1. 2009 m. Aukštaitijoje iškrito daugiausiai kritulių per visą stebėjimų laikotarpį, Žemaitijos stebėjimų stotyje – vidutinis kritulių kiekis. Stebėsenos laikotarpis 1994–2009) monitoringo stotyse, palyginti su 1985–1990 metų laikotarpiu, yra sausesnis, vidutinis kritulių kiekis artimas klimatinei normai (1961–1990). Pastebima tendencija, kad sausros, palyginti su stebėjimo laikotarpio pradžia, yra mažesnės.
2. Aukštaitijos stotyje 2009 metais vidutinė dirvožemio temperatūra buvo 6,96°C, t.y., 0,8°C mažesnė už stebėjimo laikotarpio vidurkį. Temperatūros kitimo tendencija per 11 stebėjimo metų yra nereikšminga. Pagal įšalo gylį ir trukmę 2008–2009 metų žiema buvo vidutinė.
3. Vandens atsargos dirvožemyje Aukštaitijoje mažėja nuo 2003 m., o Žemaitijoje didėjo (nuo 1999 m.) 2009 m. dirvožemio srauto tūris Aukštaitijoje buvo trečias pagal dydį, o intensyvumas – vidutinis. Žemaitijoje dirvožemio vandens srautas buvo vidutinis, o intensyvumas vienas iš mažesnių.
4. Aukštaitijoje 2009 m. gruntinio vandens srautas ir debitas mažas (dėl 2008 m. kritulių deficito), o Žemaitijoje 2008-2009 m. nežymus.
5. Aukštaitijos KMS 2009 m. medžiagų išplovimui upeliu buvo palankūs dėl šiluminių sąlygų, o sąlygos medžiagų išnešimui, kuri lemia nuotekio modulis ir debitas buvo pačios blogiausios per visą stebėjimų laikotarpį. Žemaitijos KMS 2009 m. šiluminės sąlygos medžiagų išnešimui buvo nepalankios, o apie nuotekį ir debitą informacijos neturime, nes neveikė upelio limnografas.
6. Dirvožemio vandens pH 2004-2007 metais laikėsi aukštame lygyje, 2008 m., sumažėjus dirvožemio vandens srautui ir atsargoms, nukrito iki 1999–2002 m. lygio, o padidėjus vandens srautui 2009 m. vėl išaugo, nors iki 2004-2007 m. lygio nebepakilo. Tirpių medžiagų koncentracijos buvo vidutinės Žemaitijos stotyje 2009 m. dirvožemio vandens specifinis elektrinis laidumas ir daugumos tirpių medžiagų vidutinės koncentracijos mažiausios per stebėjimo laikotarpį. Per stebėjimo laikotarpį Aukštaitijos stotyje daugumos medžiagų koncentracijos turi tendenciją augti (išskyrus sulfatus, K, Cl ir Si), o Žemaitijos – yra stabilios arba mažėja (išskyrus visuminio azoto koncentraciją, kuri didėja).

7. 2004–2009 m. gruntinio vandens elektrinis laidumas, pH ir šarmingumas mažai keičiasi, Ca, Mg, sulfatų koncentracijos, palyginti su 2008 m. sumažėjo. Aukštaitijos stotyje didžiausios per stebėjimo laikotarpį buvo K, Si, Al koncentracijos, o Žemaitijos stoties gruntiniame vandenyje 2009 m. žymiai padidėjo visuminio fosforo, fosfatų, azoto junginių koncentracijos.
8. Upelio vandenyje Žemaitijos KMS 2007–2009 m. aukšta aliuminio, 2008–2009 m. fosfatų koncentracija. Abiejose stotyse sumažėjo arba laikėsi žemame lygyje visuminės organinės anglies, amonio koncentracija. Nitratų ir visuminio azoto bei fosforo ir silicio koncentracija 2009 m., palyginti su 2008 m. Aukštaitijos stotyje nepakito, o Žemaitijoje padidėjo.
9. Aukštaitijos stotyje 2009 m. vidurkį viršijo Zn, Ni ir Cu koncentracija, ypač 20–40 cm gylyje, o Žemaitijoje sunkiųjų metalų koncentracijos dirvožemio vandenyje laikosi vidutiniame ir žemame lygyje. Gruntiniame vandenyje 2009 m. Aukštaitijos stotyje padidėjo Cu ir Cd koncentracija. Sekliausiuose gręžiniuose Cd koncentracija padidėjo iki ribinių reikšmių: 0,79–1,01 µg/l. Upelio vandenyje Aukštaitijos KMS sunkiųjų metalų laikosi žemiausiame lygyje per stebėjimo laikotarpį. 2009 m. Žemaitijos KMS sumažėjo Cu ir Zn koncentracija. Neviršydamos maksimalios 2001 m. reikšmės Cr, Pb, Cd koncentracijos turi tendenciją didėti. Ni koncentracija, laikosi minimaliame lygyje.
10. 2009 metais sąlygos medžiagų išplovimui iš dirvožemio buvo palankios Aukštaitijos stotyje, o iš gruntinio vandens zonos – Žemaitijos. Pačios palankiausios sąlygos išplovimui per stebėjimo laikotarpį buvo LT01 2004–2005 m., o Žemaitijoje 2005–2006 m.
11. Žemaitijos IM stotyje reikia atlikti tuos pačius tyrimus, kaip ir Aukštaitijos: atnaujinti upelio vandenyje ištirpusio deguonies stebėseną, matuoti dirvožemio išalo gylį ir trukmę.
12. Ruošiantis 2011–2016 m. stebėsenos etapui reikėtų įrengti lizimetrus po dirvožemio paklote, stebėti dirvožemio vandens sudėtį, kaip to reikalauja ICP metodika.

LITERATŪRA

Aplinkos būklė 2008. Tik faktai, Vilnius 2009.

Baužienė I. Aukštaitijos kompleksinio monitoringo stoties geosistemos teršimo siera dinamika. Geografijos metraštis, 2005, 38(1), 73–80

Baužienė I., Bauža D., Pivoras G. Comprehensive assessment of factors influencing the flow of water and substances in soils of natural forest ecosystems. *Ekologija*. 2009, Vol. 55(2), p. 105–111.

ClimSoil: Review of existing information on the interrelations between soil and climate change, Jari Liski, 2008. Wiser: Water bodies in Europe: Integrative Systems to assess Ecological status and Recovery, Anna-Stiina Heiskanen, 2009-2012, WISER 7. Framework programme. <http://www.environment.fi/>

Cools N., Mikkelsen J.H., De Vos B. 2008. F4: BIOSOIL Flanders - Soil Component – FSCC Soil Organic Carbon stocks and stock changes on Flemish Level I and Level II plots. Forest Soil Co-ordinating Centre (FSCC) Research Institute for Nature and Forest (INBO), <http://www.icp-forests.org/>.

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).

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

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

Ruseckas J. (2008). Vandens balansas miške ir jį lemiantys veiksniai. Miškas ir vanduo. Vilnius, “Enciklopedija”. 93-109.

Submanual on Soil Solution Collection and Analysis. <http://www.icp-forests.org/>, updated 2002.

Сакалаускаене Д. И. Динамические запасы и подземный сток грунтовых вод территории Литовской ССР. Вопросы взаимосвязи подземных и поверхностных вод Южной Прибалтики, выпуск 20. Вильнюс, 1969.