

**Gamtos tyrimų centras
Geologijos ir geografijos institutas**

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

Vilnius – 2010

Gamtos tyrimų centras

TVIRTINU:

Gamtos tyrimų centro direktorius

Habil. dr. Mečislovas Žalakevičius

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

2010 metų darbų ataskaita

(2010 m. birželio mėn. 18 d. sutartis Nr. 4F10-78)

Darbo vadovas:

Dr. Ieva Baužienė

Vilnius – 2010

TURINYS

ĮVADAS	
1. Objektas ir metodika	
2. Rezultatai ir jų aptarimas	
2.1. Kritulių kiekio dinamika monitoringo stotyse 1994–2010 m.	
2.2. Vandens balansas pagrindinėse geosistemos grandyse	
2.2.1. Dirvožemio vanduo.....	
2.2.2. Gruntinis vanduo.....	
2.2.3. Upelio vanduo	
2.3. Cheminių vandens savybių kitimas	
2.3.1. Dirvožemio vandens savybės.....	
2.3.2. Gruntinio vandens savybės.....	
2.3.3. Upelio vandens savybės	
2.4. Medžiagų balanso išnešimo sudedamosios dinamika	
2.4.1. Azoto ir fosforo bei sieros išnešimas iš dirvožemio	
2.4.2. Azoto ir fosforo bei sieros išnešimas iš gruntinio vandens.....	
2.4.3. Medžiagų išnešimas upeliu.....	
2.5. Dirvožemio savybės. Pirminiai duomenys.	
IŠVADOS	
LITERATŪRA	

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”, Gamtos tyrimo centro Geologijos ir geografijos institutas atliko tokius techninėje užduotyje numatytus darbus:

1. Koregavo, apdorojo ir kartu su Aplinkos apsaugos agentūros darbuotojais tikrino dirvožemio vandens, gruntinio vandens ir upelių vandens cheminės analizės 2010 metų duomenis.
2. Vykde stebėjimų įrangos patikrą integruoto monitoringo teritorijose pavasario bei rudens sezonais, konsultavo stebėtojus (pavasario bei rudens sezonais) Aukštaitijos bei Žemaitijos KM stotyse.
3. Nustatė vandens balanso nuotėkio sudedamąją (vandens srautai dirvožemio ir gruntiniame vandenyje) Aukštaitijos ir Žemaitijos KM stočių baseinuose ir išaiškino pagrindines jos kaitos tendencijas bei priežastis.
4. Nustatė ištirpusių maistingų medžiagų (azoto ir fosforo) ir sieros balansų nuotėkio sudedamąsias KM stotyse ir išaiškino pagrindines jos kaitos tendencijas bei priežastis.
5. Paėmė dirvožemio pavyzdžius ir juos konservavo tolesniems tyrimams pagal kompleksinio monitoringo metodinius reikalavimus.

6. Atliekant 1-5 šios techninės užduoties punktuose nurodytus tyrimus, buvo vadovautasi Tarptautinės bendradarbiavimo programos Kompleksinio monitoringo srityje (ICP IM) reikalavimais.

7. Palygino 2010 metų duomenis su 2009 metų bei 1993–2008 metų laikotarpio duomenimis, įvertino visų tirtų parametrų pokyčius per 2005-2010 m. laikotarpį, lyginant su 1994-2004 m. laikotarpiu, o taip pat pokyčius per 1994-2010 laikotarpį, išanalizavo ir detalizavo jų priežastis ir pateikė išvadas bei prognozes, bei (jei įmanoma) išsamias rekomendacijas dėl būklės gerinimo.

1. Objektas ir metodika

Gamtos tyrimo centro 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, klimatinis 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, 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 nuotėkis skaičiuojamas pagal lizimetro 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 nuotėkis (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 – nuotėkis, ΔS - vandens atsargų pokytis dirvožemyje per laikotarpį t .

2. Rezultatai ir jų aptarimas

Šioje ataskaitoje apibendrinami 2010 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 1998–2010 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 pateikiami pirminiai duomenys apie dirvožemio pavyzdžius, surinktus 2010 metų rudenį. Dirvožemio monitoringo rezultatų interpretacija yra sudėtingesnė užduotis nei paviršinio, gruntinio ar dirvožemio vandens, nes vandens rinkimas vyksta tame pačiame taške, o kelis kartus to paties dirvožemio mėginio paimti neįmanoma.

Remiantis teoriniu smėlio dirvožemio savybių inertiškumu, monitoringo stotyse cheminių savybių tyrimas yra atliekamas kas 5 metus, o faktiškai, 1993, 2005 ir 2010 metais. 2000 metais buvo nustatyti tik sunkiųjų metalų kiekiai. 2010 metais surinktuose pavydžiuose nustatytas tik tankis. Pavyzdžiai išdžiovinti ir laikomi kambario temperatūroje kol bus galimybės ištirti kitas jų savybes.

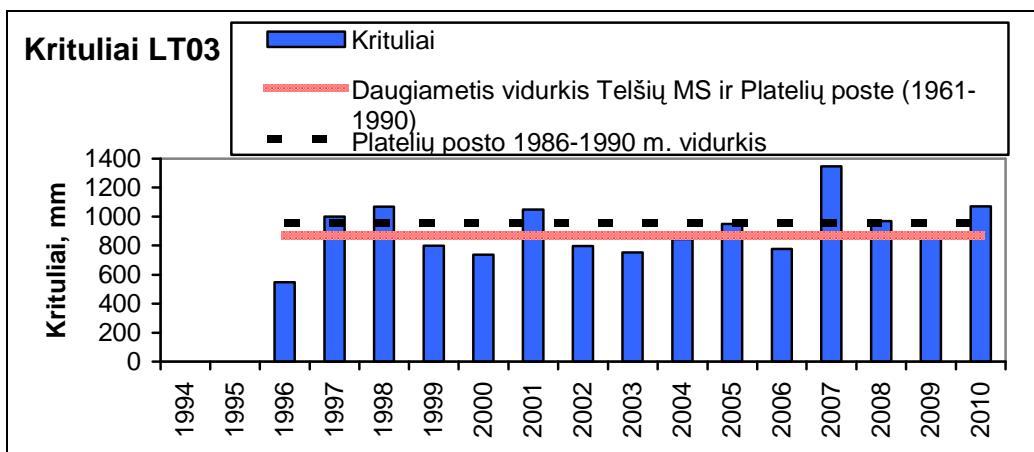
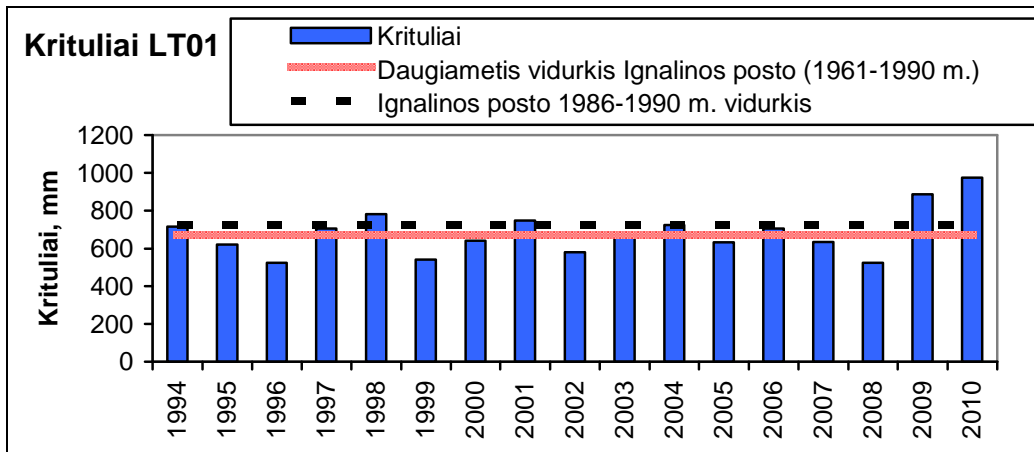
2.1. Kritulių kiekio dinamika monitoringo stotyse 1994–2010 m.

Per septyniolika metų, 1994–2010 metais, kritulių kiekis ir Aukštaitijos, ir Žemaitijos monitoringo stotyse viršijo klimatinę normą (daugiametį 1961-1951 m. vidurkį) (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.).

Kritulių kiekis monitoringo stotyse, lyginant su 1985–1990 m. vidurkiu, yra dažniau mažesnis, tačiau pagal nukrypimą labiau subalansuotas (1 pav.), taigi, palyginti su 1985–1990 metų laikotarpiu, stebėsenos laikotarpis yra sausesnis, bet, pagal nukrypimus nuo vidurkio, t.y., duomenų sklaidą panašesnis į 1985–1990 m., negu į klimatinės normos laikotarpį.

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.



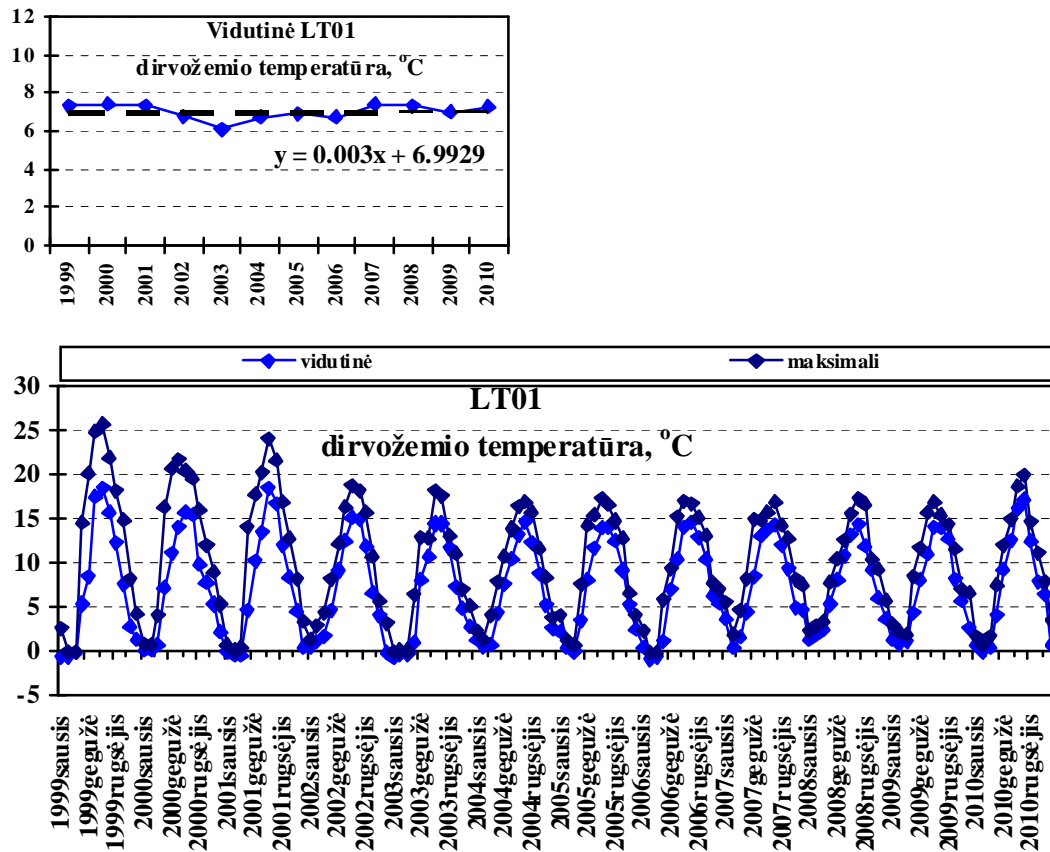
1 pav. Kritulių kiekio palyginimas su daugiamečiu vidurkiu (1961-1990 m. klimato norma ir artimiausio meteorologinio posto duomenimis 1986-1990).

3–4 metų trukmės kritulių ciklai nuo 2003 Aukštaitijoje ir Žemaitijoje nebesinchroniški ir nuo 2006 m. LT01 ir nuo 2007 m. LT03 nebestebimi.

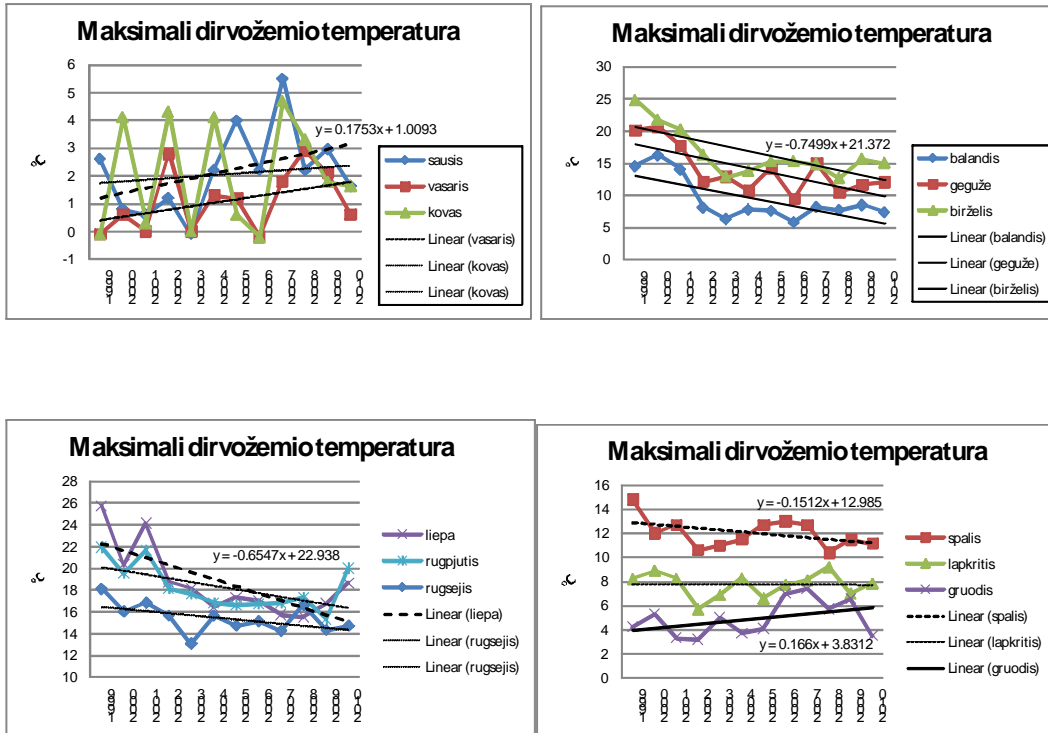
2.2. Vandens balansas pagrindinėse geosistemos grandyse

2.2.1 Dirvožemio vanduo

Aukštaitijos KMS per dvylika metų (1999-2010 m.) dirvožemio temperatūros (5, 10 ir 20 cm gyliuose) vidutinė reikšmė buvo 7 °C, metų vidutinės reikšmės svyravo nuo 6,1 iki 7,4 °C. Didžiausia metų vidutinės temperatūros reikšmė, 7,3-7,4 °C, pasikartojo kas 7 metus (2000 ir 2007 m.) – tai atitinka saulės aktyvumo ciklo trukmę. 2010 metais vidutinė dirvožemio temperatūra buvo 7,25 °C, t.y., 0,25 °C didesnė už stebėjimo laikotarpio vidurkį (2 pav.).



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



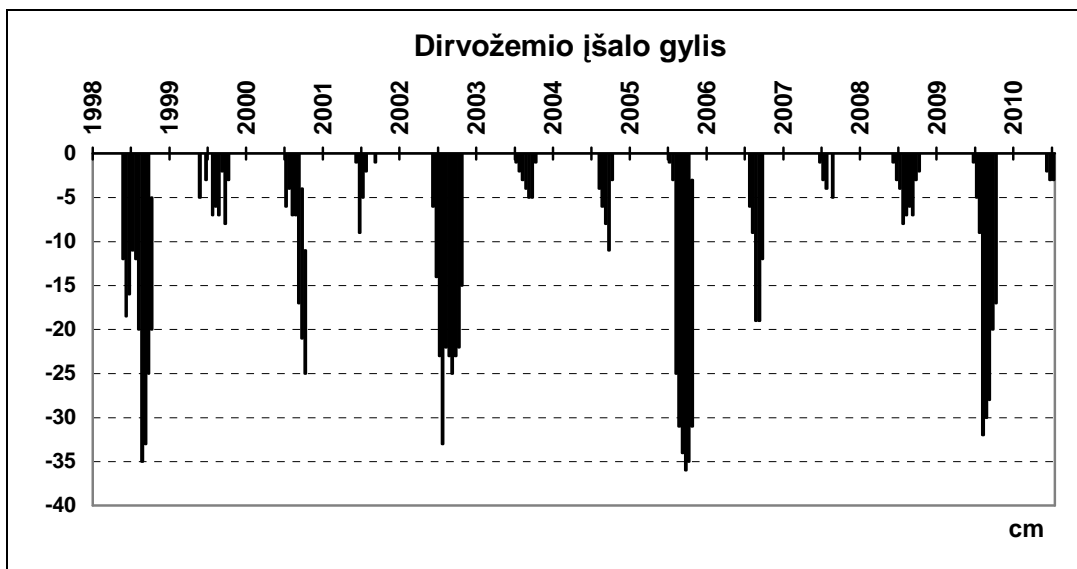
3 pav. Maksimali valandinė dirvožemio temperatūra pagal mėnesius (5, 10 ir 20 cm gyliuose) Aukštaitijos KMS.

Vidutinė metinė dirvožemio temperatūra yra stabili, bet pastebimos skirtingos tendencijos šaltuoju ir šiltuoju laikotarpiu. Per 12 metų 1999-2010 šalčiausiais metų mėnesiais, gruodį-vasarį, pastebimos maksimalių valandinių temperatūrų kilimas, o šilčiausiais (liepą-rugsėji) - kritimas. Didžiausi pokyčiai stebimi šaltuoju metų laikotarpiu. 2010 metais, lyginant su 11 metų trendu (1999-2009 metų) stebimos atvirkštinės tendencijos, ypač šalčiausiais ir šilčiausiais metų mėnesiais (3 pav.)

Dirvožemio temperatūros amplitudės kaitos priežastys – drėgmės ir 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 iššala 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. Šiltomis žiemomis (1999–2000, 2001–2002, 2003–2004, 2005 m.)

dirvožemis būdavo išalęs mažiausiai du su puse mėnesio. 2008–2009 metų žiema buvo vidutinė: giliausias iššalas tebuvo 8 cm (kaip šiltą žiemą), bet laikėsi palyginti ilgai, daugiau kaip 4 mėnesius, panašiai, kaip šaltomis žiemomis. 2009–2010 metų žiema buvo šalta, dirvožemis 4 mėnesius buvo išalęs, iš jų 1,5 mėnesio giliau nei 25 cm, bet pagal dirvožemio išalimo gylio ir trukmės santykį tai buvo pati „minkščiausia“ iš šaltųjų žiemų (4 pav.).



4 pav. Dirvožemio išalo gylio kaita Aukštaitijos KMS (LT01).

Dirvožemio drėgmė vegetacijos laikotarpiu susijusi 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), o gilaus išalimo 2003 ir 2006 – 51 ir 49 mm (4 ir 5 pav., LT01). 1998-1999 metų žiemos iššalas taip pat buvo gilus, bet atodrėkis žiemos viduryje galėjo lemti dirvožemio drėgmės atsargų nuostolius.

Aukštaitijos KMS 2009 metais, kai dirvožemis iššalo negiliai, bet, palyginti ilgai, 0–40 cm gylyje per metus susikaupė 45 mm dirvožemio vandens – tai lygu stebėjimu

laikotarpio vidurkiui, to ir reikėjo tikėtis atsižvelgiant į įšalo parametrus, o 2009 m. didžiausias kritulių kiekis per stebėjimų laikotarpį dirvožemio drėgmei tiesioginės įtakos nepadarė, dar jautėsi 2008 metų drėgmės deficitas. 2010 metais dirvožemio drėgmė buvo tarp didžiausių per stebėjimo laikotarpį, panaši į 2003, 2006 metų reikšmes, 49-51 mm (5 pav.).

Žemaitijos monitoringo stotyje pastaruosius ketverius metus dirvožemio vandens atsargos didesnės nei vidutinės ir per stebėjimų laikotarpį tolygiai didėja. 2010 metais. Žemaitijos monitoringo stoties dirvožemyje daugiausia drėgmės susikaupė 2001 ir 2007–2010 metais (5 pav.).

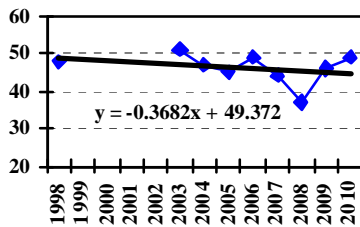
Dirvožemio vandens srautai 2010 metais Aukštaitijos IMS buvo vidutiniai per stebėjimų laikotarpį, nepaisant rekordinio kritulių kiekio (6 pav., LT01).

Žemaitijos KMS tarp dirvožemio vandens srauto ir kritulių kiekio buvo tiesioginis ryšys, o 2006-2007 metais ryšys tapo atvirkštiniu, o 2008-2010 m. vėl tapo tiesioginiu (6 pav., LT03).

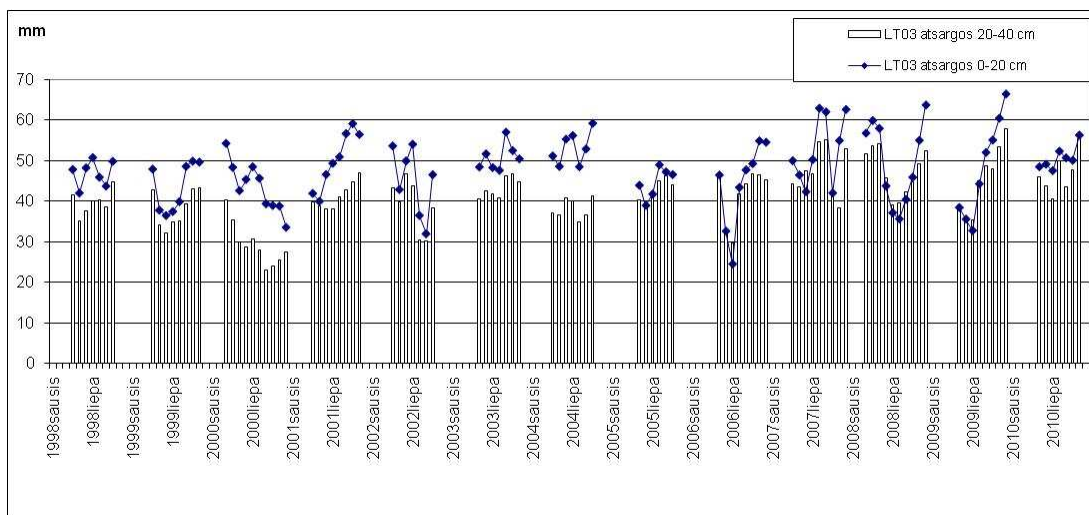
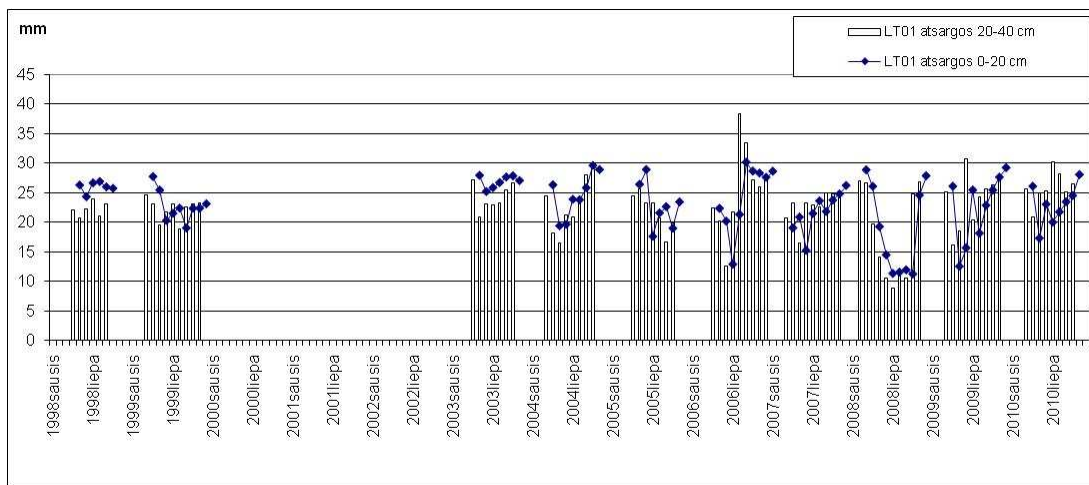
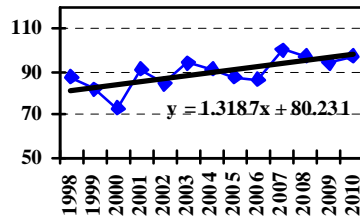
Atvirkštinio ryšio tarp kritulių kiekio ir dirvožemio vandens srauto pagrindinės priežastys yra hidroterminis režimas ir didelis kritulių režimo kontrastingumas, pavyzdžiui, dažnesnės liūtytys, kada kritulių vanduo nespėja susigerti į dirvožemį, nuteka paviršiumi, antra, vandens atsargos dirvožemyje, kai dirvožemis, nepaisant vidutinio kritulių kiekio nesukaupia daug vandens ir dalis kritulių naudojama dirvožemiui sudrėkinti, didelis srautas nesusiformuoja. Taigi, dėl kontinentalesnio klimato, atvirkštinis ryšys tarp kritulių kiekio ir dirvožemio vandens srauto dažnesnis Aukštaitijos IMS (6 pav.).

Dirvožemio vandens sunkimosi intensyvumas abiejose stotyse buvo tarp pačių intensyviausių per stebėjimų laikotarpį (7 pav.).

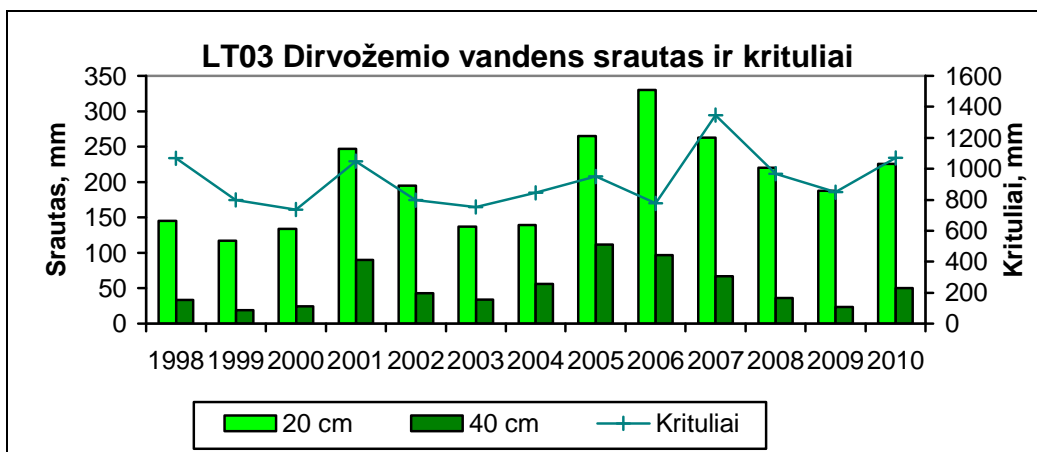
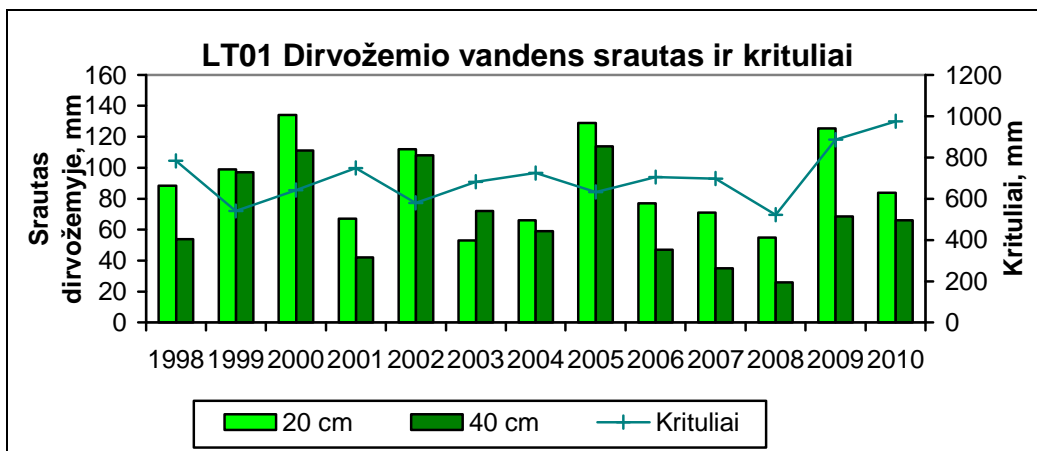
LT01
dirvožemio drėgmės atsargos, mm



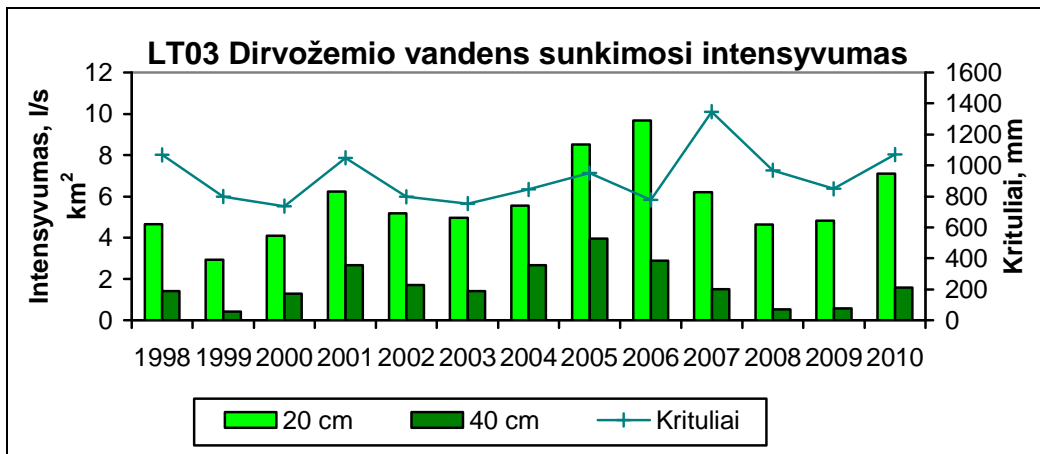
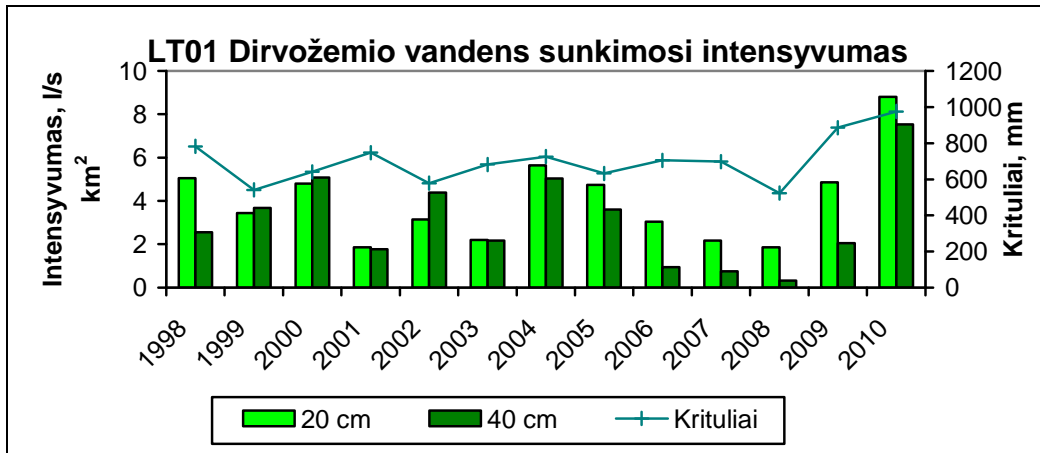
LT03
dirvožemio drėgmės atsargos, mm



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



6 pav. Dirvožemio vandens srautai.



7 pav. Dirvožemio vandens sunkimosi intensyvumas.

1 lentelė. Medžiagų išplovimo iš dirvožemio veiksnių vertinimas Aukštaitijos KMS (LT01).

Metai	Gylis, cm:	Srautas		Intensyvumas		Dirvožemio temperatūros vidurkis	Temperatūros amplitudė	Įšalas (kliūtis srautui)
		0-20	20-40	0-20	20-40			
1998		6	9	3	7	N. d.	N. d.	N. d.
1999		5	4	7	5	8	12	11
2000		1	2	5	2	11	11	6
2001		10	11	12	10	8	10	8
2002		4	3	8	4	4	9	3
2003		13	5	10	8	1	5	12
2004		11	8	2	3	2	3	2
2005		2	1	6	6	5	7	4
2006		8	10	9	11	2	4	9
2007		9	12	11	12	11	8	7
2008		12	13	13	13	8	1	1
2009		3	6	4	6	6	6	5
2010		7	7	1	1	7	2	10

Paryškinta: *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. Maža išalo rango reikšmė (išalo gylio ir trukmės sandauga) yra sekus ir trumpas dirvožemio išalimas, palankus medžiagų išplovimui šaltuoju laikotarpiu.

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

Metai	Gylis, cm:	Srautas		Koncentravimas (filtravimo intensyvumas)	
		0-20	20-40	0-20	20-40
1998		9	10	10	8
1999		13	13	13	13
2000		12	11	12	10
2001		4	3	4	4
2002		7	7	7	5
2003		11	9	8	9
2004		10	5	6	3
2005		2	1	2	1
2006		1	2	1	2
2007		3	4	5	7
2008		6	8	11	12
2009		8	12	9	11
2010		5	6	3	6

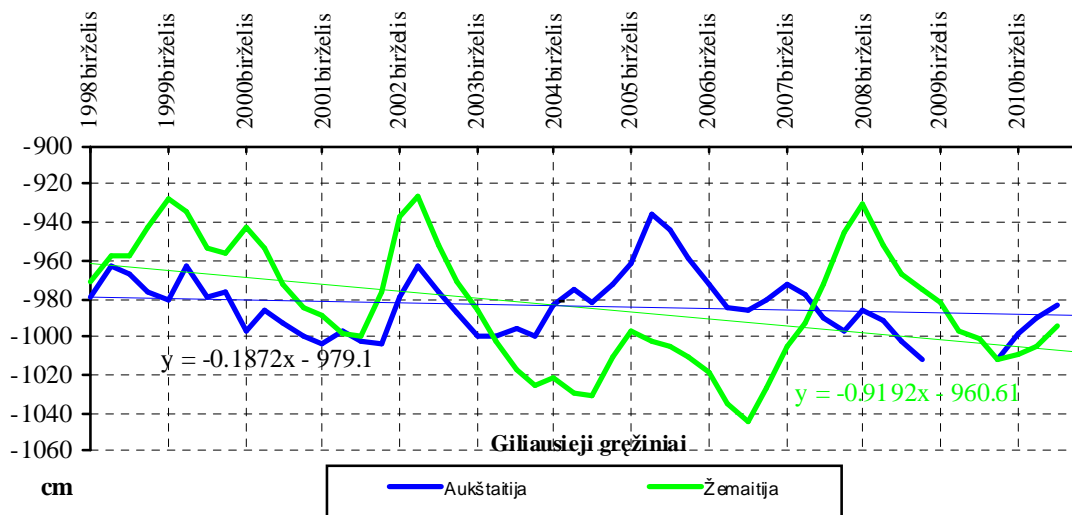
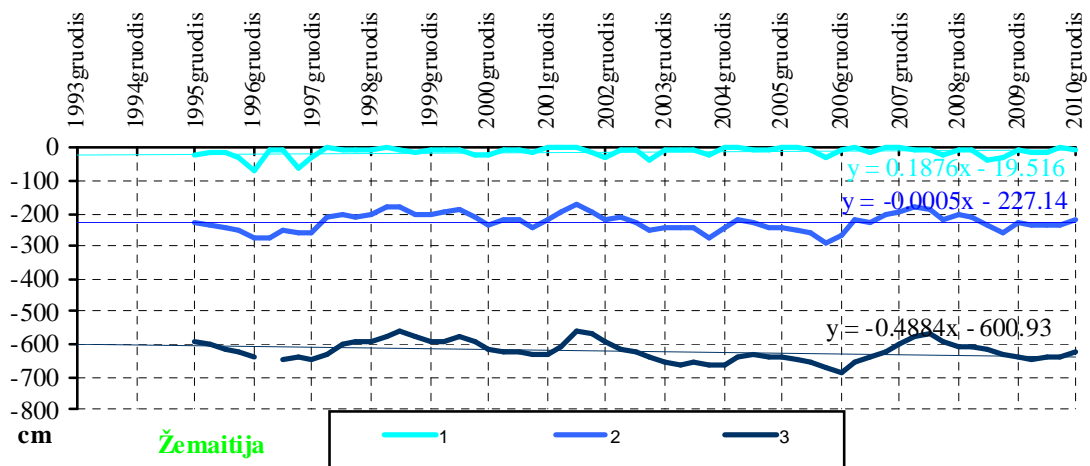
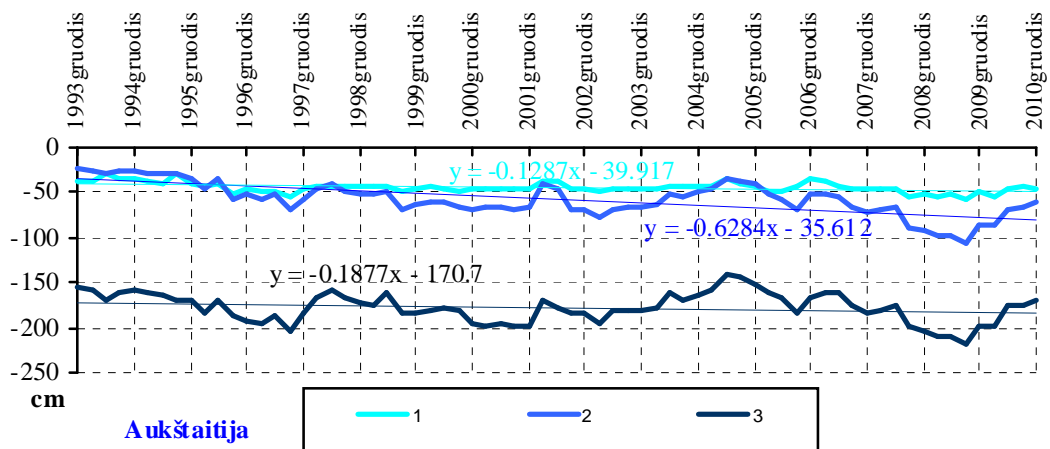
Žemaitijos KMS (2 lentelėje) vandens judėjimo rodikliai susigrupavo vienodai, tiek intensyvumas tiek srauto tūris kito kartu visoje 0–40 cm dirvožemio storumėje. Išryškėjo, kad 2001 ir 2005–2006 m. laikotarpiai buvo palankiausi medžiagų išplovimui. 2010 metais dirvožemio srautas buvo vidutiniškai palankus medžiagų išsiplovimui, išskyrus 0–20 cm dirvožemio horizontą, kur filtravimo intensyvumas buvo trečias pagal dydį per stebėjimo laikotarpį.

Aukštaitijos KMS situacija sudėtingesnė. Pagal dirvožemio vandens srauto tūrį palankiausi išplovimui buvo 2000 ir 2005 m., o pagal intensyvumą – 1998, 2000 2004 ir 2010 m. Įšalo rodiklis rodo, kad palankiausios sąlygos išplovimui buvo 2004 ir 2008 m. (1 lentelė).

Kiekvienas veiksnys turi skirtingą svorį, kiekvienos medžiagos atžvilgiu. Išsamiau išplovimo veiksnių poveikis analizuojamas skyriuose apie medžiagų koncentracijas ir balansą dirvožemyje (2.3 ir 2.4).

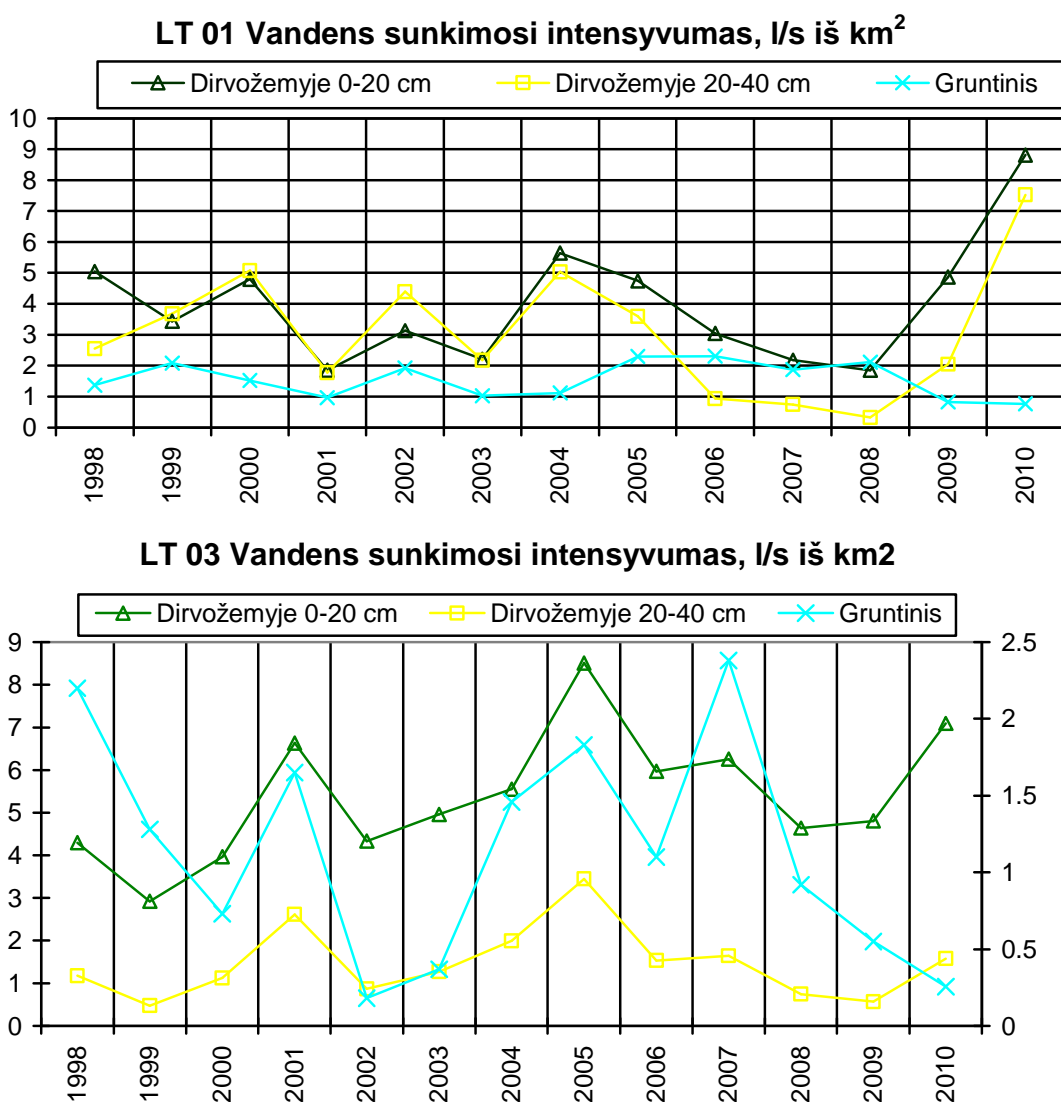
2.2.2. Gruntinis vanduo

2010 metais Aukštaitijoje iškrito ekstremaliai daug kritulių (1 pav.) ir gruntinio vandens lygis visuose gręžiniuose ėmė kilti, nors dar nepasiekė vidutinio stebėjimo laikotarpio lygio (7 pav.).



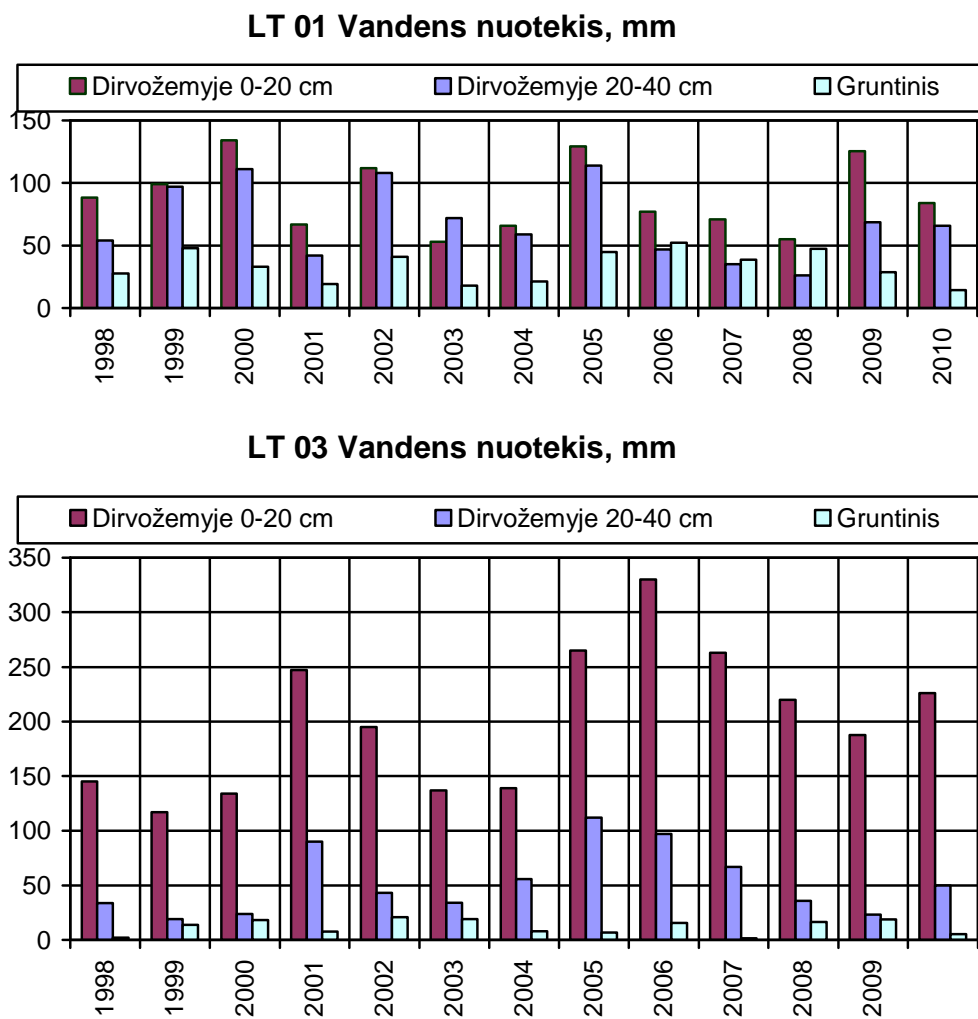
8 pav. Vidutinis gruntinio vandens lygis gręžiniuose Nr. 1, 2, 3 ir 4. Trūkis Aukštaitijos kreivėje – išdžiūvęs gręžinys.

Žemaitijoje 2010 metais kritulių kiekis viršijo ir klimatinę normą ir 1986–1990 metų lygį, 1998 ir 2001 metais, bet ne didesnis nei 2007 metų, gręžinių vandens lygis 1 ir 2 gręžiniuose pakilo iki vidutinio (8 pav.).



9 pav. Gruntinio vandens nuotėkio intensyvumas.

Aukštaitijos KMS gruntinio vandens sunkimosi intensyvumas ir nuotėkis 2010 metais buvo mažiausias per visą stebėjimų laikotarpį tai susiję su nukritusio gruntinio vandens lygio atsikūrimo procesu (9, 10 pav., 3 lentelė).



10 pav. Gruntinio vandens nuotėkis.

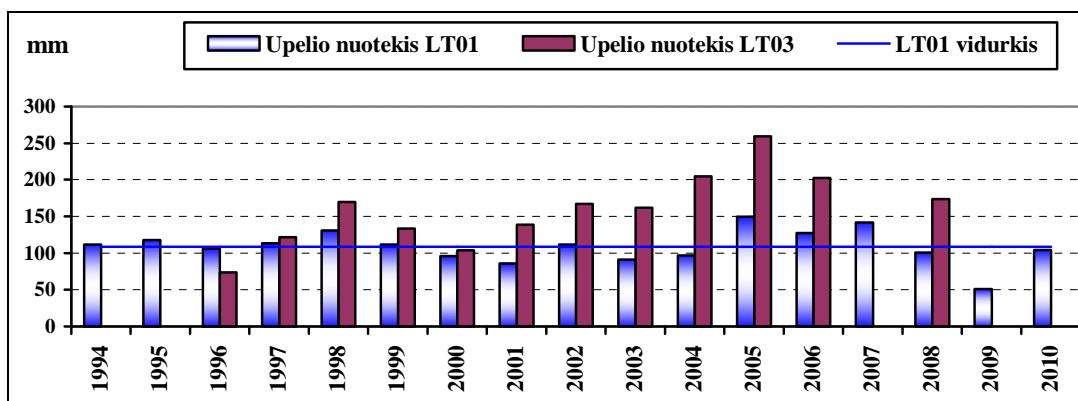
Ranguojant gruntinio vandens nuotėkio srautų ir jų intensyvumo charakteristikomis sudaryta 3 lentelė, kuria naudojantis pagrindžiamos medžiagų koncentracijos ir srautų gruntiniame vandenyje kitimo fizinės priežastys, sąsajos su vandens srauto tūriu ir sunkimosi intensyvumu (2.3.2 ir 2.4 skyriai).

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

Metai	Srautas (nuotėkis)		Nuotėkio intensyvumas (vidutinis debitas)	
	LT01	LT03	LT01	LT03
1998	9	12	8	2
1999	2	7	4	6
2000	7	4	7	9
2001	11	9	11	4
2002	5	1	5	13
2003	12	2	10	11
2004	10	8	9	5
2005	4	10	2	3
2006	1	6	1	7
2007	6	13	6	1
2008	3	5	3	8
2009	8	3	12	10
2010	13	11	13	12

2.2.3 Upelio vandens ir kitos vandens balanso sudedamosios

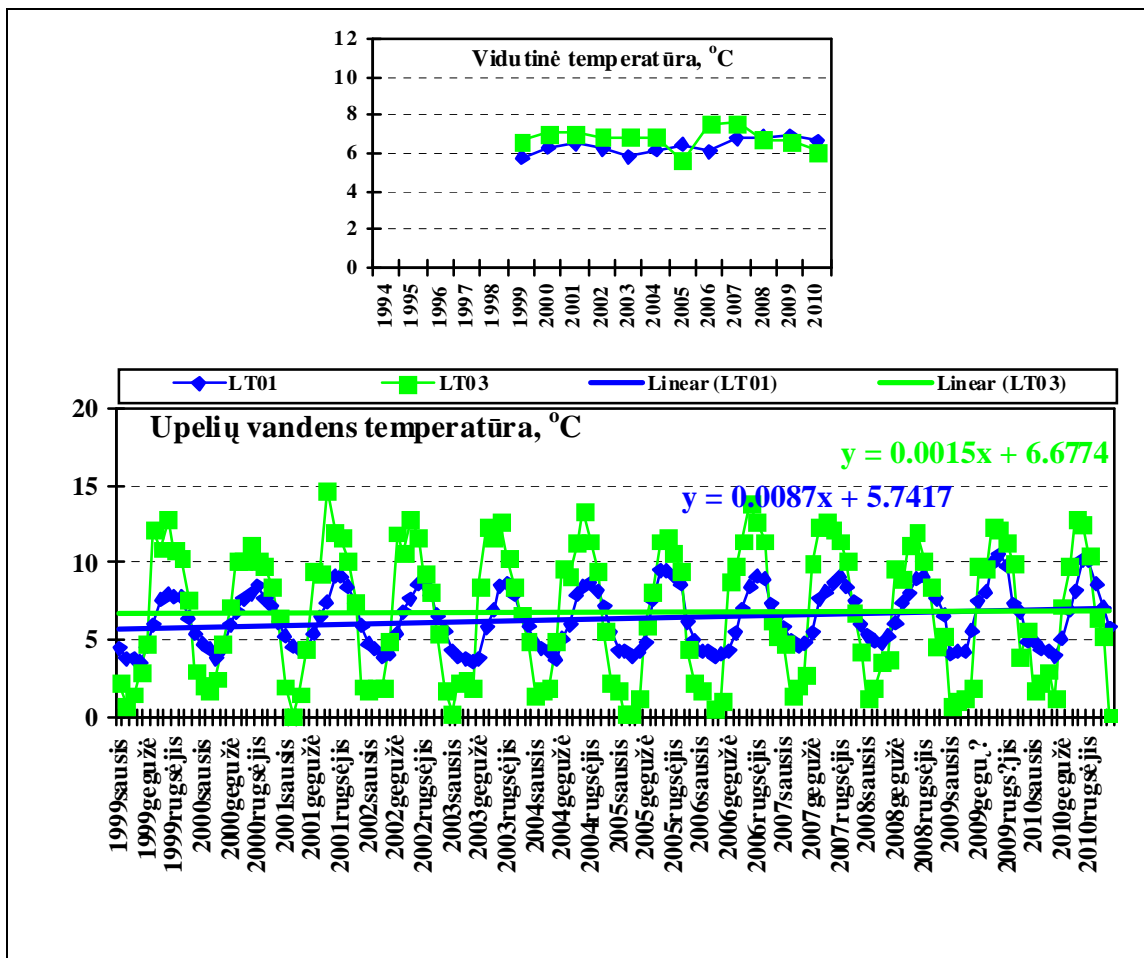
2010 m. upelio nuotėkis Aukštaitijos IMS buvo artimas stebėjimų laikotarpio vidurkiui (11 pav.). Upelio nuotėkis nesusijęs su metų kritulių kiekiu, nes Aukštaitijoje iškrito daugiau kritulių už klimatinę normą.



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

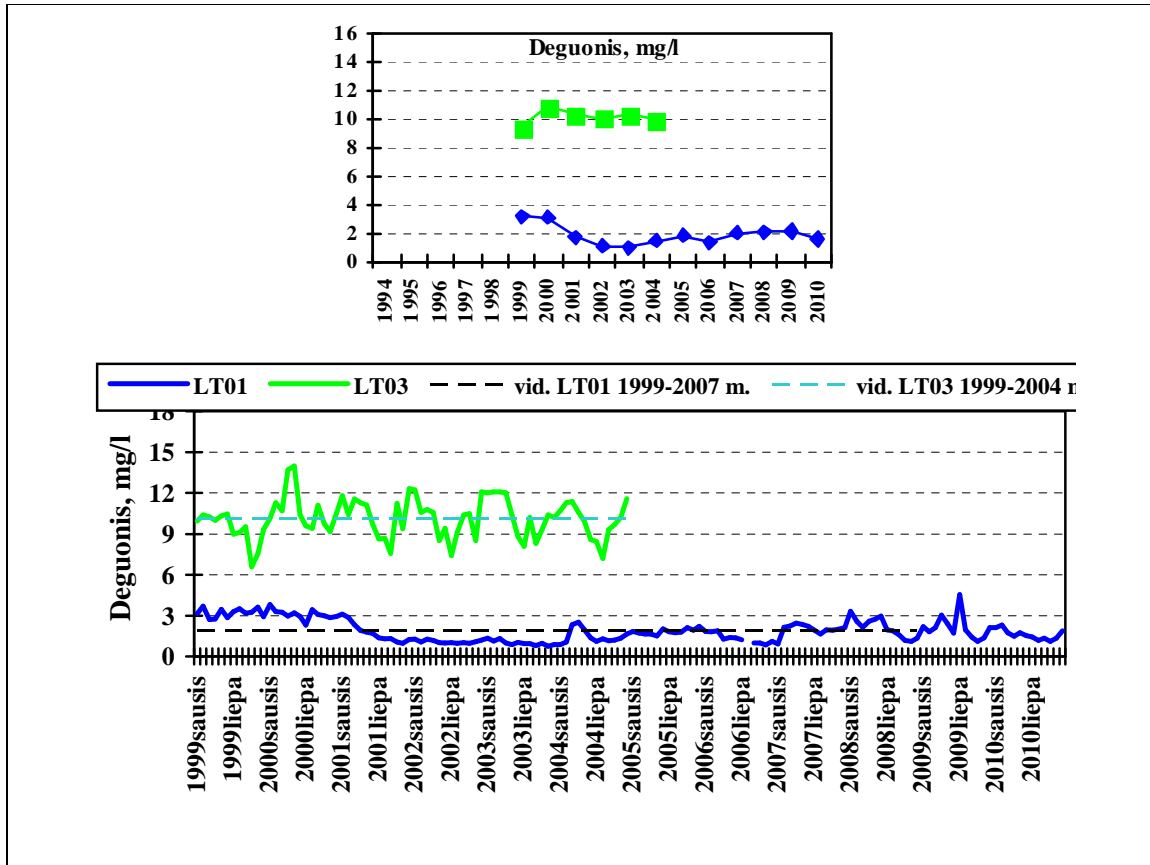
Temperatūros kaitos trendas abiejose stotyse yra teigiamas, LT01 temperatūra kyla vidutiniškai $0,1^{\circ}\text{C}$ per metus, o LT03 – dukart lėčiau, vidutiniškai $0,02^{\circ}\text{C}$ per metus (12 pav.).

Aukštaitijos stotyje 2010 m. didesnė nei 10°C upelio vandens temperatūra buvo fiksuojama net 2 mėnesius - rugpjūtį ir rugsėjį, bet neviršijo 2009 m. rekordinės reikšmės ($10,5^{\circ}\text{C}$) ir amplitudė buvo $6,2^{\circ}\text{C}$, antra po didžiausios 2009 metų ($6,4^{\circ}\text{C}$). Žemaitijos stotyje 2004–2005 ir 2008–2010 m. metais aukštesnė negu 10°C vandens temperatūra laikėsi 3 mėnesius – tai minimali reikšmė per stebėjimo laikotarpį. Upelio temperatūros vidurkis antras mažiausių, amplitudė, kaip ir Aukštaitijoje, buvo viena iš didesnių, (4 lentelė).

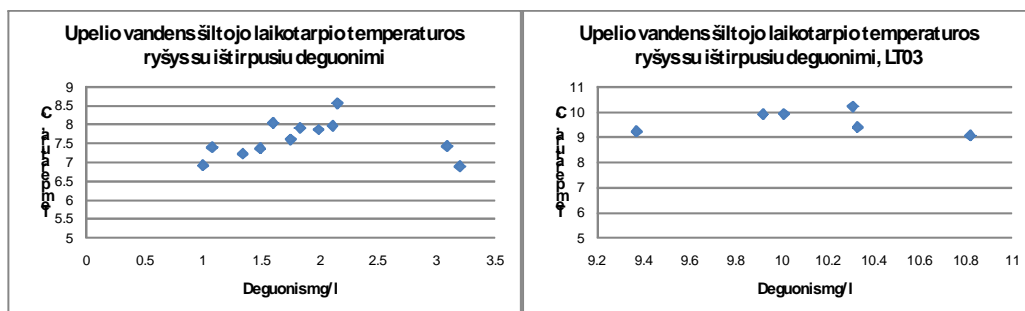


12 pav. Upelių vandens temperatūra.

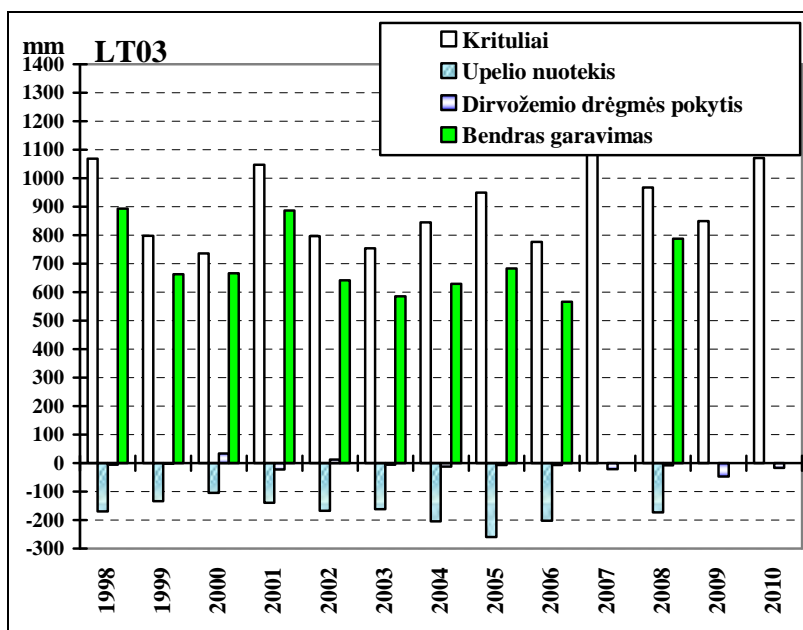
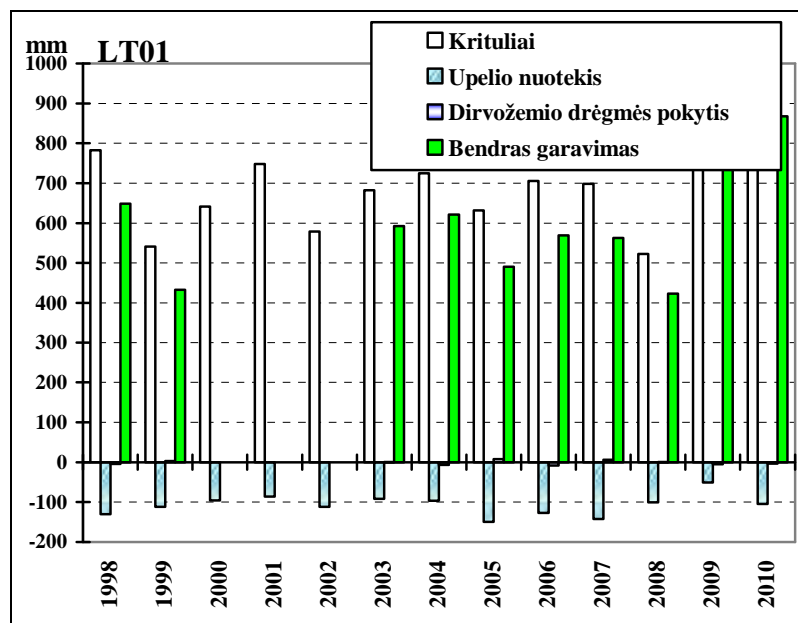
Ištirpusio deguonies kiekis Aukštaitijos stoties upelio vandenyje trejus metus buvo didesnis už vidutinę reikšmę (1999–2008 m. vidurkis 1,89 mg/l), o 2010 metais tapo panašus į vidurkį, 1,60 mg/l. Mažiausiai deguonies upelio vandenyje buvo 2002–2003 m., apie 1 mg/l. 2004–2005 ir 2007–2009 metais ištirpusio deguonies kiekis buvo didesnis už vidurkį dėl upelio vandens temperatūros padidėjimo ir režimo. 2010 metais sumažėjus temperatūrai ir vandens augalų (producentų) vešėjimui, upelio vandenyje deguonies sumažėjo (13 pav.). Aukštaitijos stotyje ryšys tarp upelio vandens temperatūros ir ištirpusio deguonies yra tiesioginis (išimtį sudaro 1999–2000 metai), Žemaitijoje šis ryšys mažiau pastebimas, 2000 ir 2003 metais (14 pav.).



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



14 pav. Vandenyje ištirpusio deguonies ryšys su upelio vandens temperatūra šiltoju laikotarpiu.



15 pav. Vandens balanso sudedamųjų dinamika.

Naudojant duomenis apie upelio nuotėkį, dirvožemio drėgmės pokyčius (0-40 cm gylyje) ir kritulius pagal elementarią vandens balanso lygtį (Ruseckas, 2008) apskaičiuotas bendras garavimas (15 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 vandenių, o vandens atsargų pokytis nuo 40 cm gylio iki gruntinio vandens lygio yra lygus nuliui, vandens atsargos ne vegetacijos laikotarpiu kinta tolygiai. Pagal šį, supaprastintą skaičiavimą, bendro garavimo reikšmė sudaro vidutiniškai LT01 84%, o LT03 – 80%, skaičiuojant nuo viso kritulių kiekio.

Aukštaitijos KMS 2010 metais bendras garavimas buvo didžiausias per visą stebėjimų laikotarpį. Neturėdami upelio nuotėkio duomenų, negalime apskaičiuoti bendro garavimo Žemaitijos KMS.

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.

Upelių vandens fizikiniai duomenys suranguoti 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 m. (4 lentelė).

2010 m. Aukštaitijos KMS susidarė sąlygos, palankesnės tirpių druskų išplovimui, negu 2009 m.

4 lentelė. Medžiagų išplovimo veiksmių upelio vandeniui vertinimas (rangavimas).

Metai	Nuotėkis		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	12	10	11	5
2000	14	11	14	11	7	4	8	12
2001	16	8	16	8	5	3	8	1
2002	8	6	8	6	8	6	7	10
2003	15	7	15	7	11	5	5	4
2004	13	2	13	2	9	7	6	5
2005	1	1	1	1	6	12	3	8
2006	4	3	2	3	10	2	4	2
2007	2	N. d.	5	N. d.	3	1	10	9
2008	12	4	12	4	2	8	11	11
2009	17	N. d.	17	N. d.	1	9	1	7
2010	11	N. d.	11	N. d.	4	11	2	3

2.3. Cheminių vandens savybių kitimas

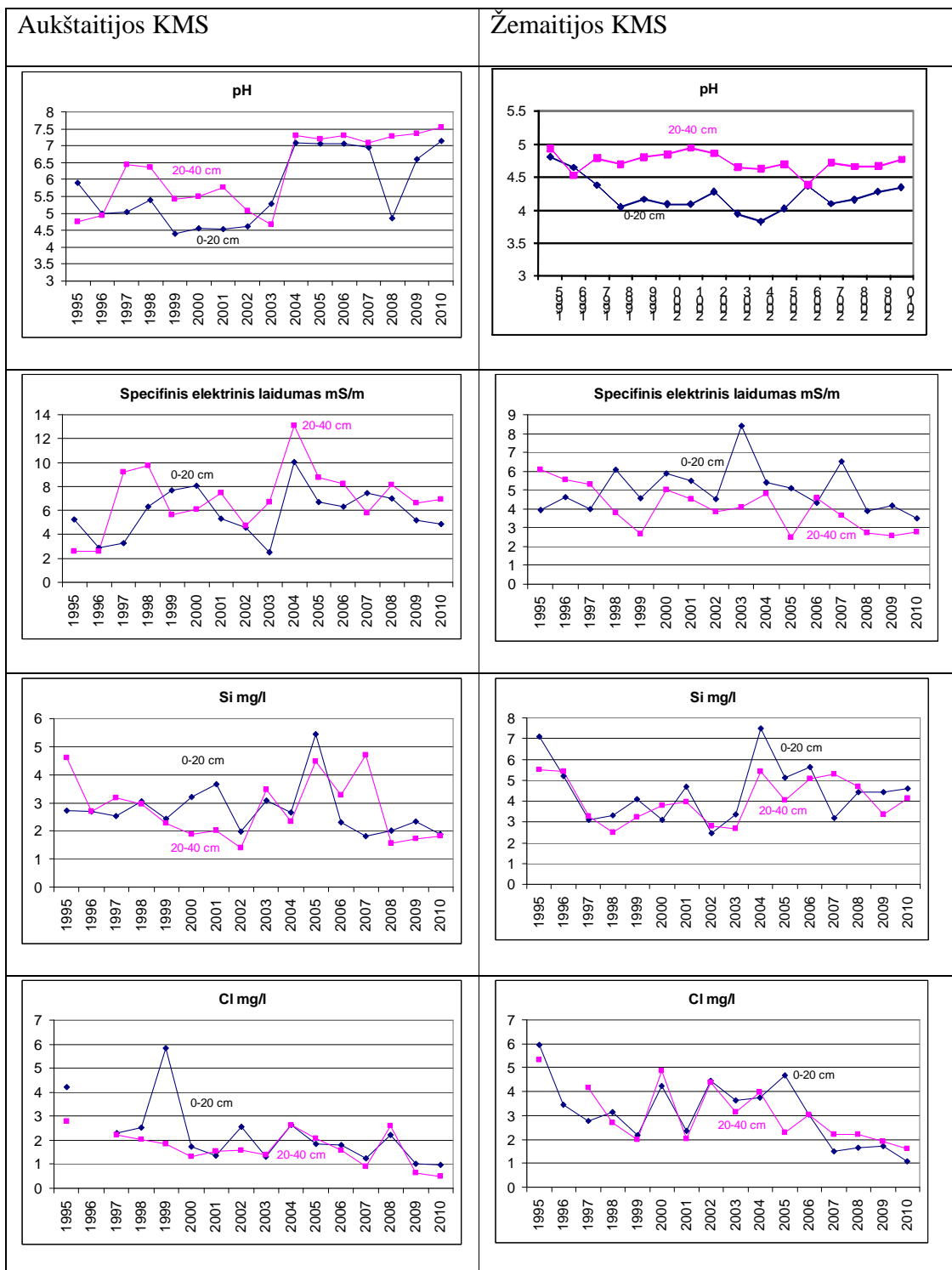
2.3.1 Dirvožemio vandens savybės

2.2.1 skyriuje nustatyta (1 lentelė), kad 2010 metais abiejose stotyse dirvožemio vandens srautas buvo vidutinis. Aukštaitijos stotyje dirvožemio vandens sunkimosi intensyvumas buvo didžiausias per stebėjimų laikotarpį, tą lėmė ypač staigus 2010 metų pavasario polaidis. Žemaitijos stotyje 2010 metų dirvožemio vandens sunkimosi intensyvumas buvo trečias nuo stebėjimų pradžios, 1998 m. Šiluminės sąlygos medžiagų tirpimui buvo vidutiniškai palankios.

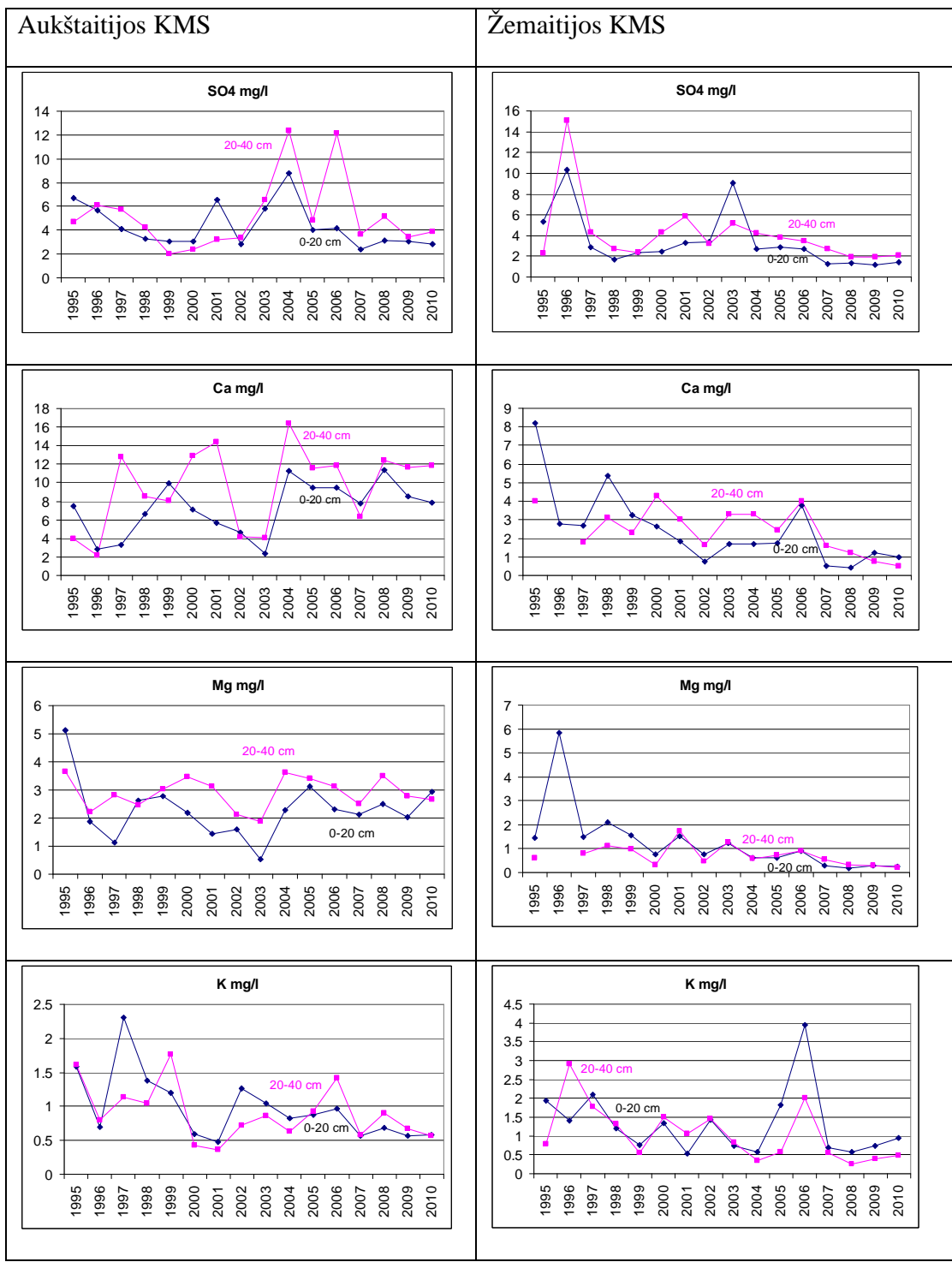
Dirvožemio vandens pH 2004-2007 metais laikėsi aukštame lygyje, o 2008 m., sumažėjus dirvožemio vandens srautui ir atsargoms, nukrito iki 1999–2002 m. lygio, 2009-2010 m. padidėjus vandens srautui vėl išaugo iki 2004-2007 m. lygio.

2010 metais tirpių medžiagų koncentracijos dirvožemio vandenyje daugiausia buvo vidutinės arba mažos. Abiejose stotyse 20-40 cm gylyje padidėjo amonio koncentracija – tai galėjo lemti didesnės drėgmės atsargos ir tolygesnis režimas (5 pav.). Žemaitijos stotyje azoto junginių koncentracija dirvožemio vandenyje 2010 metais buvo viena iš didesnių per stebėjimo laikotarpį (16 pav., 3 iš 5), o Aukštaitijos stotyje dirvožemio vandenyje padidėjo fosforo junginių koncentracijos.

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) (16 pav. 2-5).



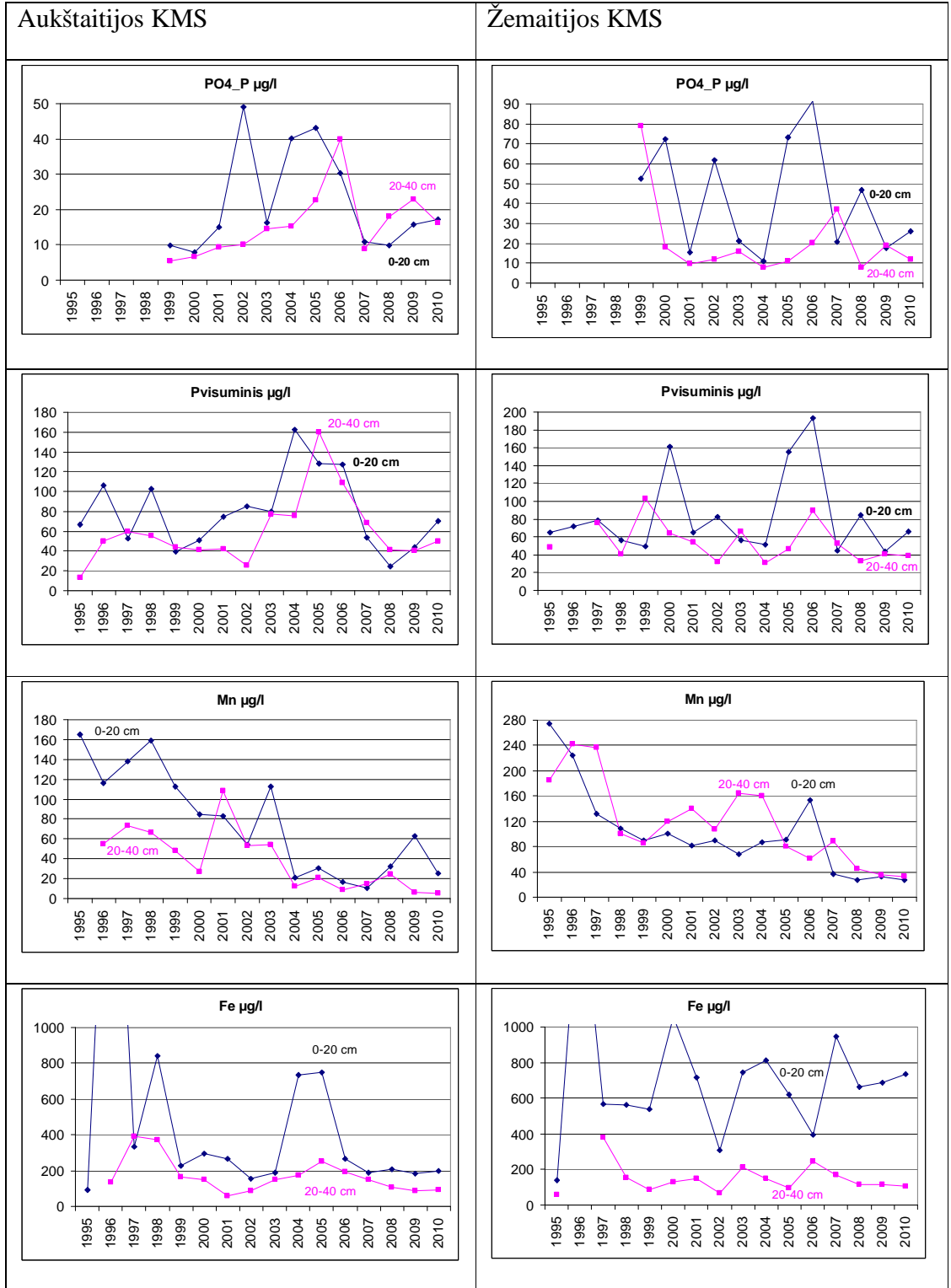
16 pav. Dirvožemio vandens savybių kitimas (1 iš 5).



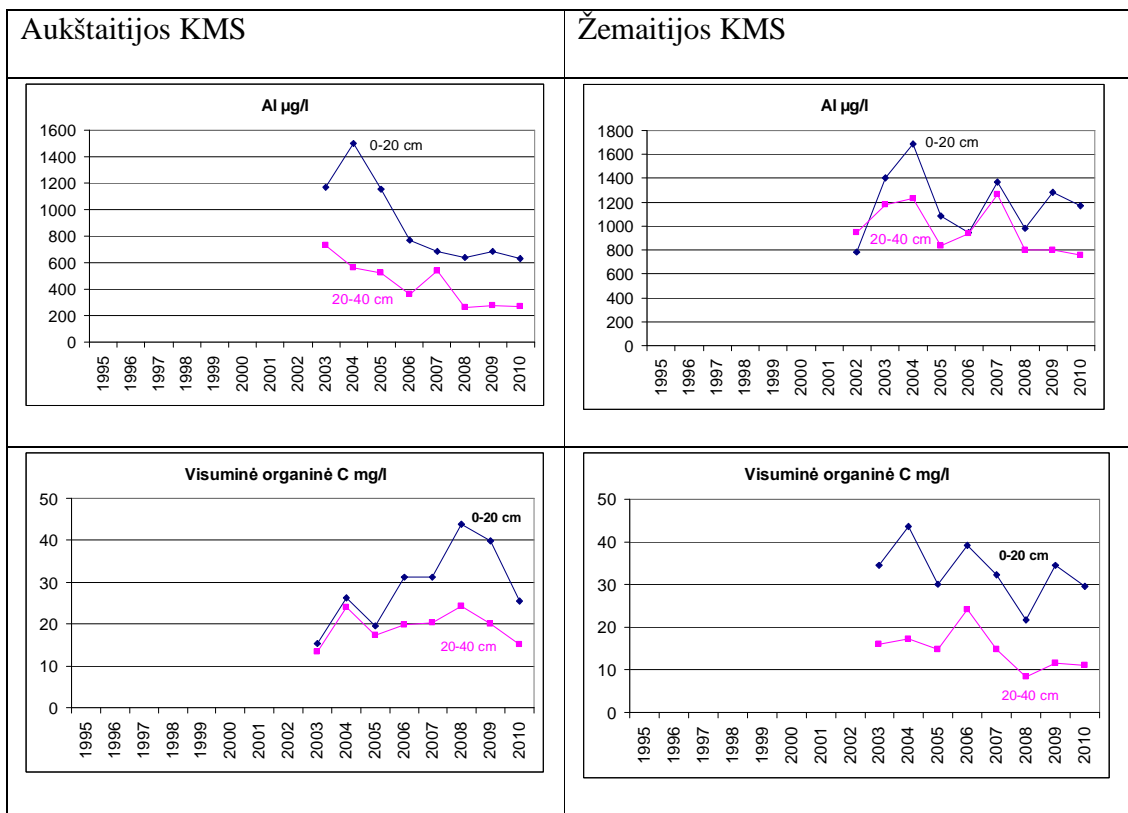
16 pav. Dirvožemio vandens savybių kitimas (2 iš 5).



16 pav. Dirvožemio vandens savybių kitimas (3 iš 5).



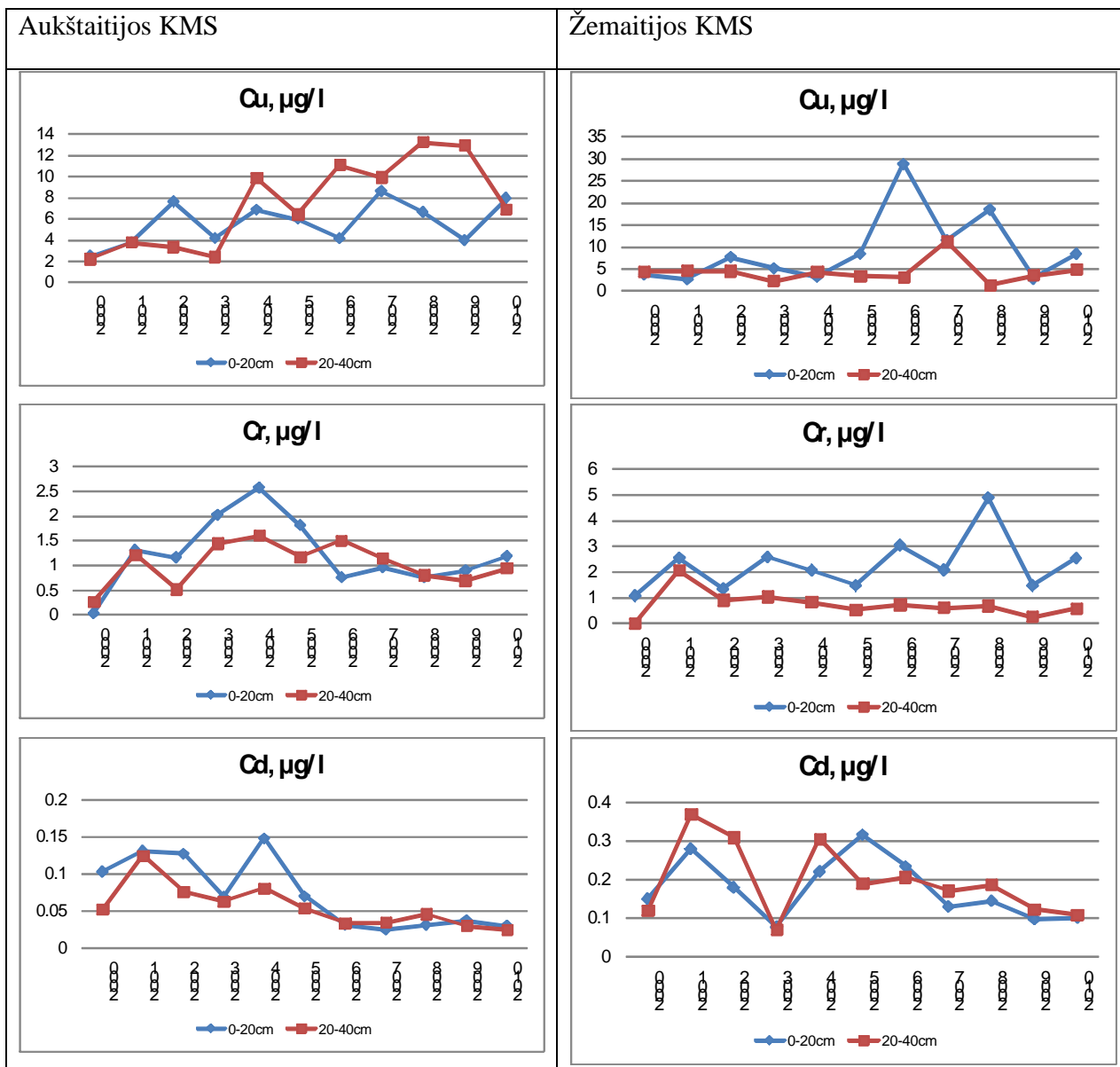
16 pav. Dirvožemio vandens savybių kitimas (4 iš 5).



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

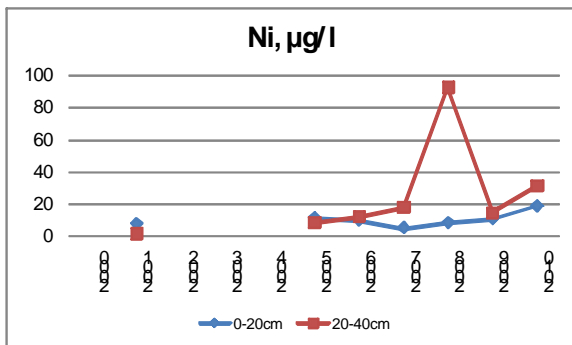
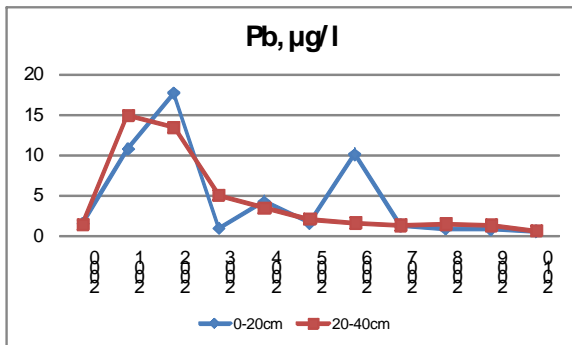
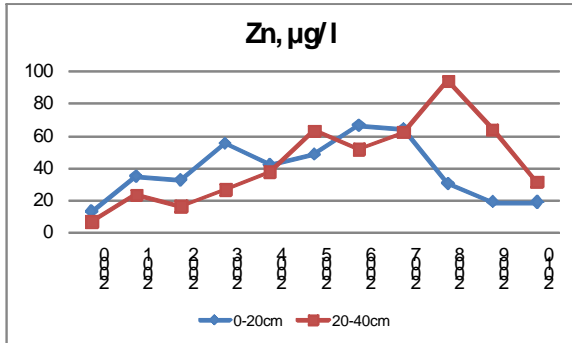
Al, Mn ir Fe koncentracijos dirvožemio vandenyje pastaruosius trejus metus (2008-2010) laikosi žemame lygyje (16 pav. 4 iš 5).

2010 metais sunkiųjų metalų koncentracijos buvo artimos vidurkiui arba tarp žemiausių per stebėjimo laikotarpį. 2010 m. Aukštaitijos stotyje 2000-2009 vidurkį nežymiai viršijo tik Ni koncentracija. Pb, Cd koncentracija dirvožemio vandenyje buvo viena mažiausių, artima mažiausiai nustatamai reikšmei. 2010 m. Žemaitijos stotyje visų sunkiųjų metalų koncentracijos dirvožemio vandenyje laikosi vidutiniame ir žemame lygyje, tik Cr ir Cu koncentracijos 2000-2009 metų vidurkį viršijo (17 pav.). Mažas metalų koncentracijas lemia neutralus (nerūgštus) dirvožemio tirpalas.

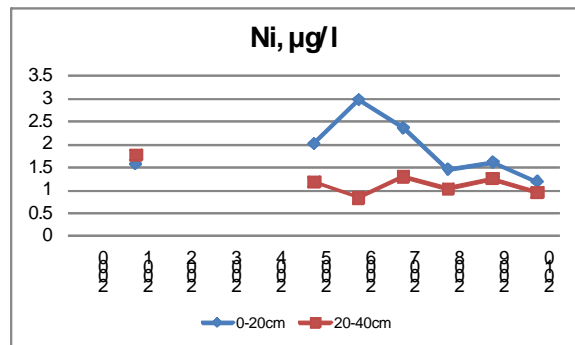
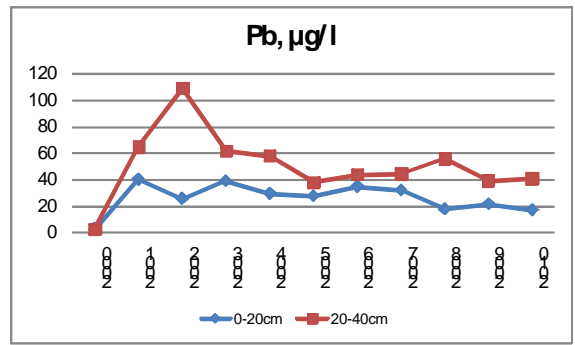
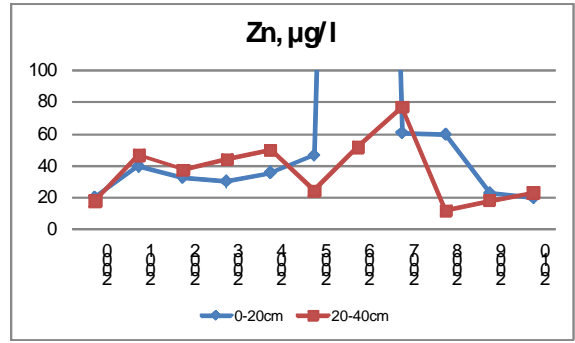


17 pav. Sunkieji metalai dirvožemio vandenyje (1 iš 2).

Aukštaitijos KMS



Žemaitijos KMS

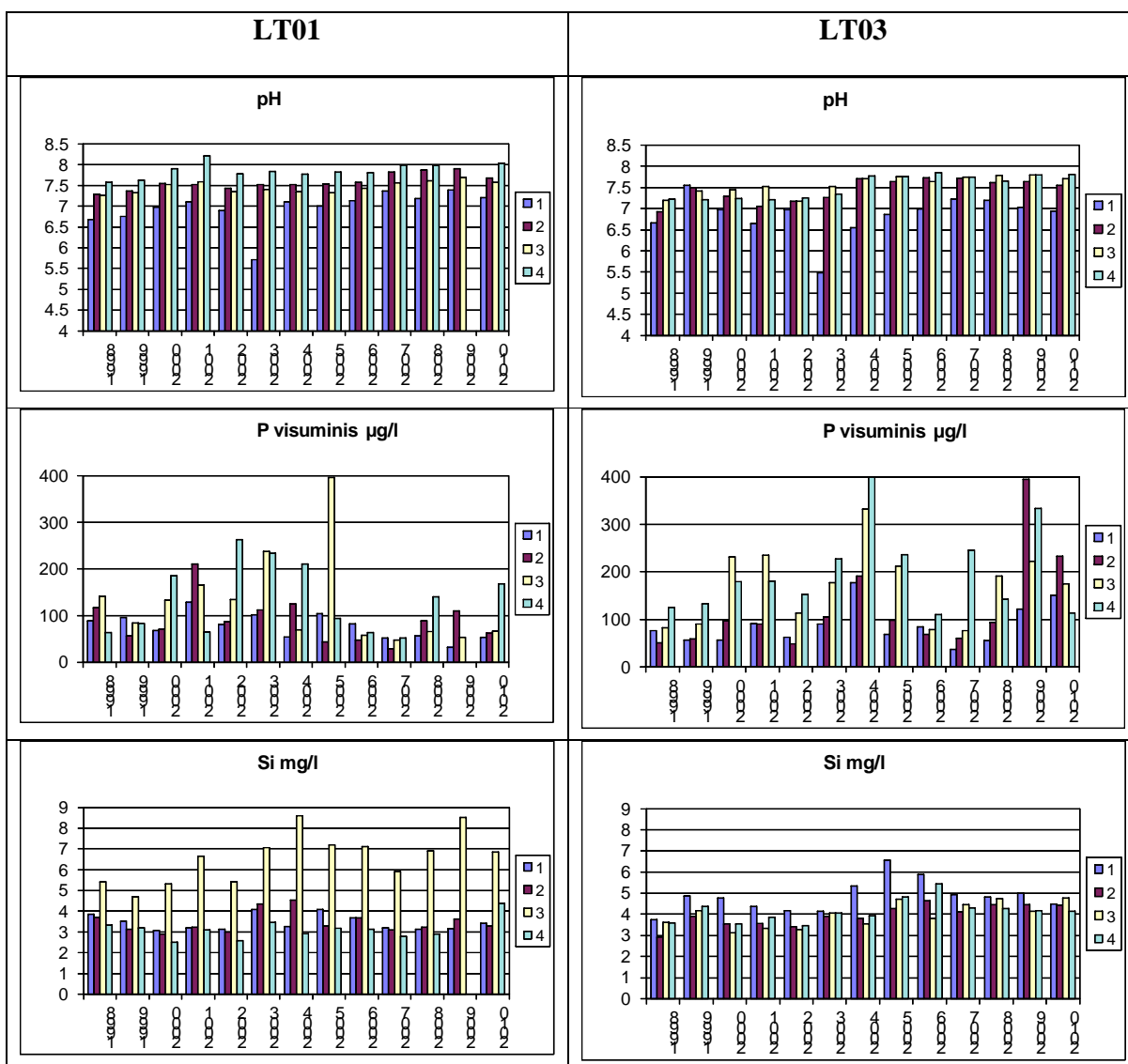


17 pav. Sunkieji metalai dirvožemio vandenyje (2 iš 2).

2.3.2. Gruntinio vandens savybės

2010 m. gruntinio vandens nuotėkis ir jo intensyvumas buvo abiejose stotyse mažiausi. Nedidelis gruntinio vandens nuotėkis buvo stebimas ir prieš 9 ir 7 metus, 2001 ir 2003 metais (3 lentelė).

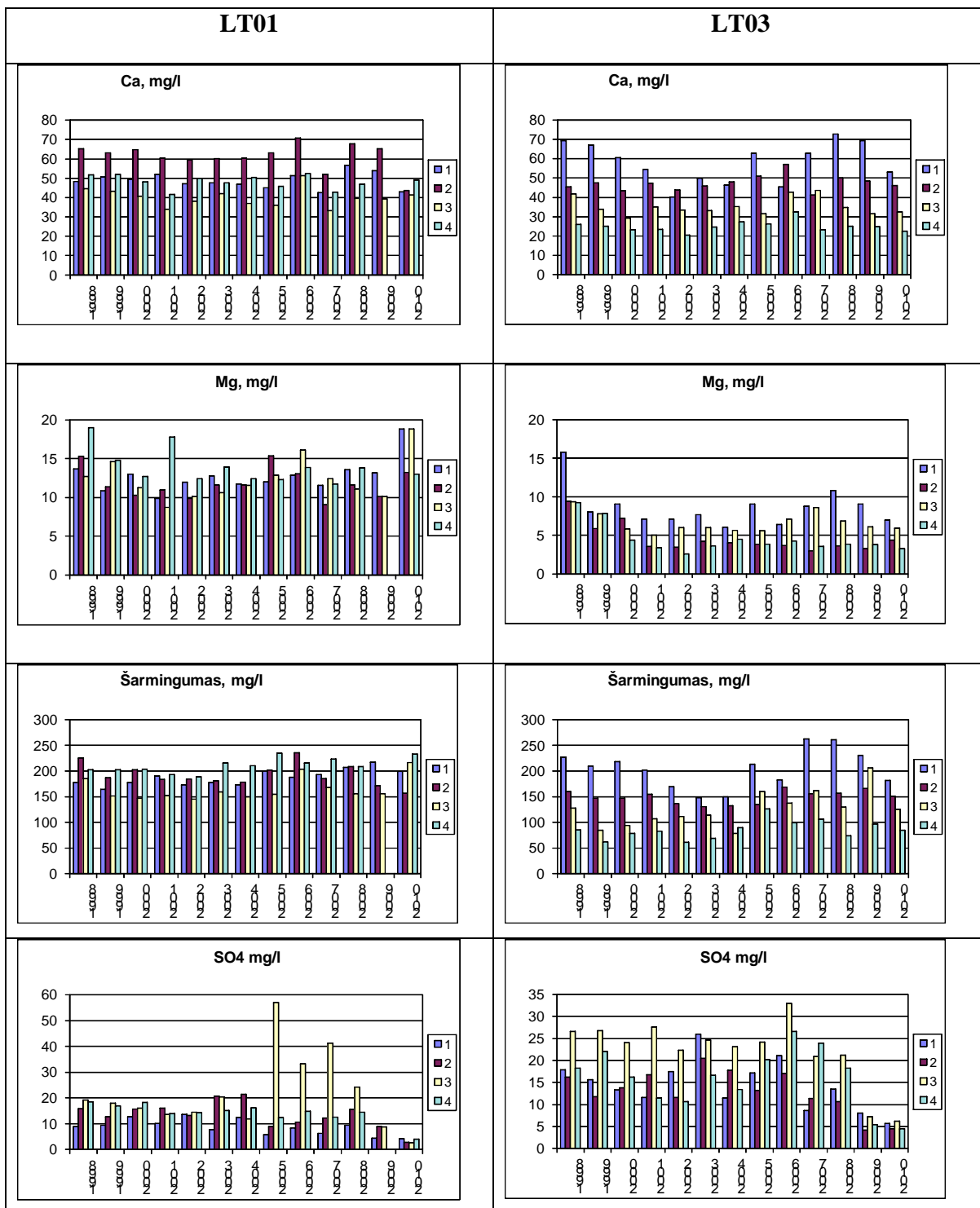
2004–2010 m. pH mažai keičiasi, laikosi aukštame lygyje. Dėl silpno nuotėkio sumažėjo gruntinio vandens šarmingumas (Žemaitijoje) ir specifinis laidumas. Ca, Mg, sulfatų koncentracijos ypač stipriai sumažėjo. Sulfatų koncentracija abiejose stotyse yra žemiausiame lygyje per visą stebėjimų laikotarpį (18 pav., 1-3 iš 7).



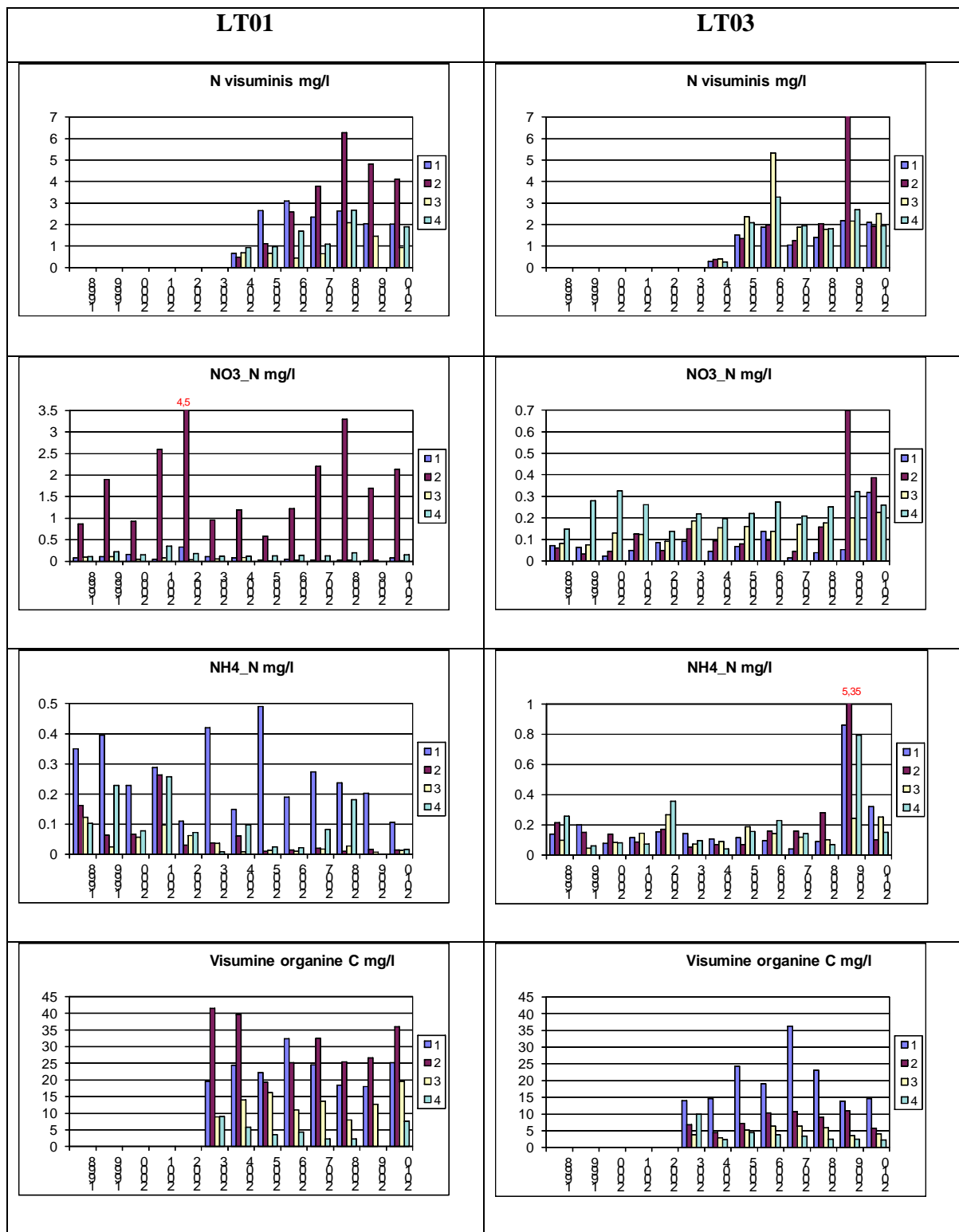
18 pav. Gruntinio vandens cheminė sudėtis (1 iš 7).



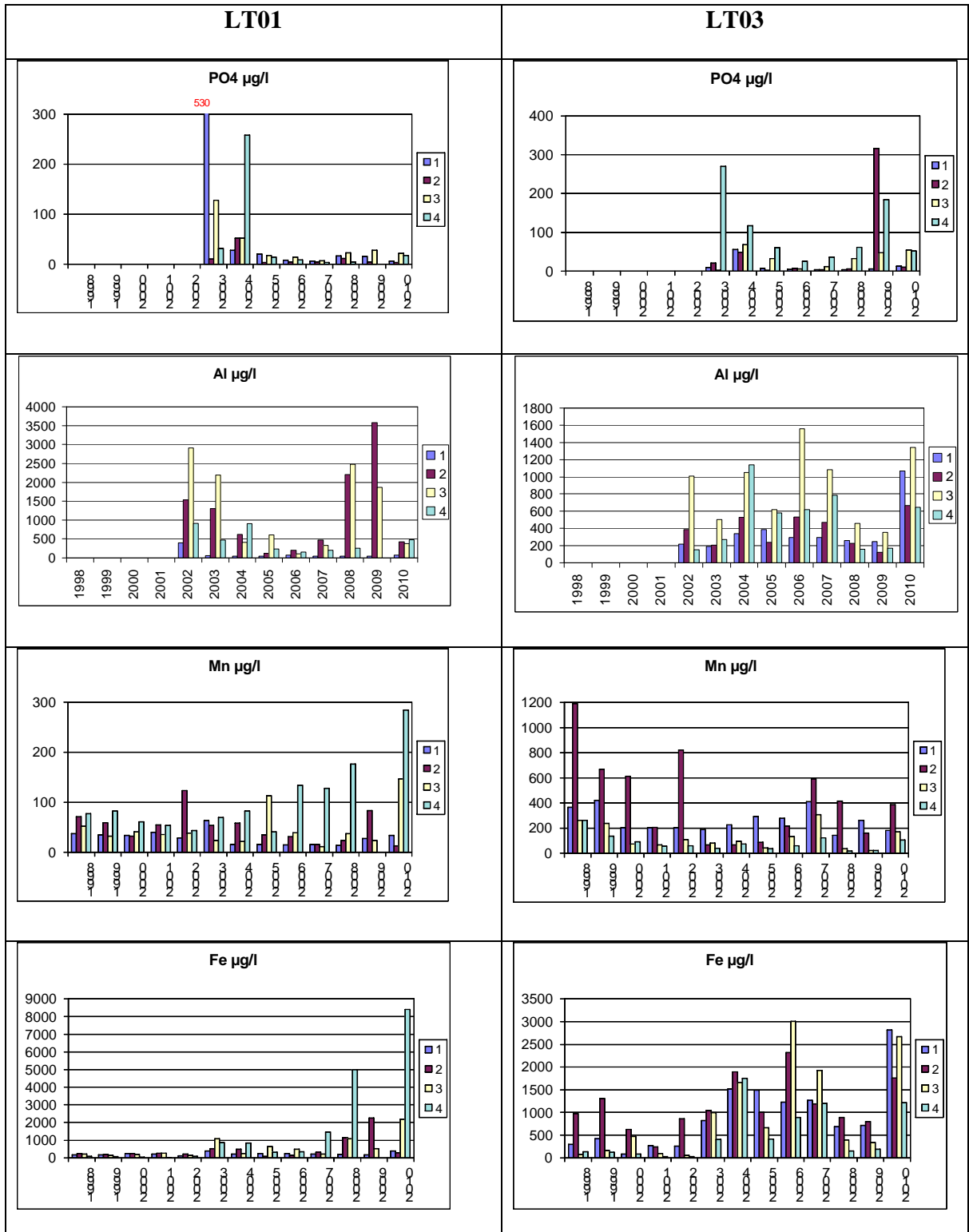
18 pav. Gruntinio vandens cheminė sudėtis (2 iš 7).



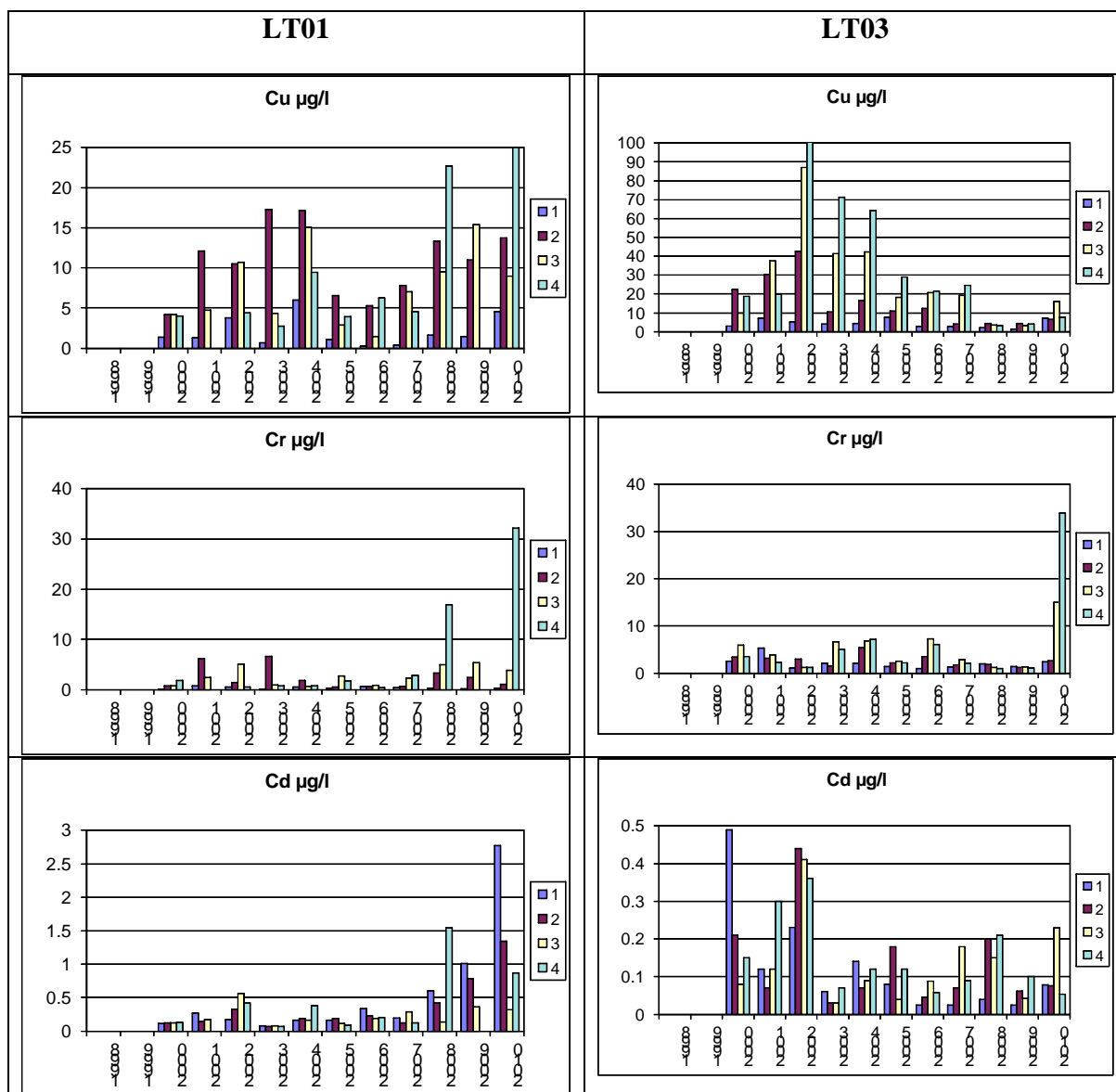
18 pav. Gruntinio vandens cheminė sudėtis (3 iš 7).



18 pav. Gruntinio vandens cheminė sudėtis (4 iš 7).



18 pav. Gruntinio vandens cheminė sudėtis (5 iš 7).

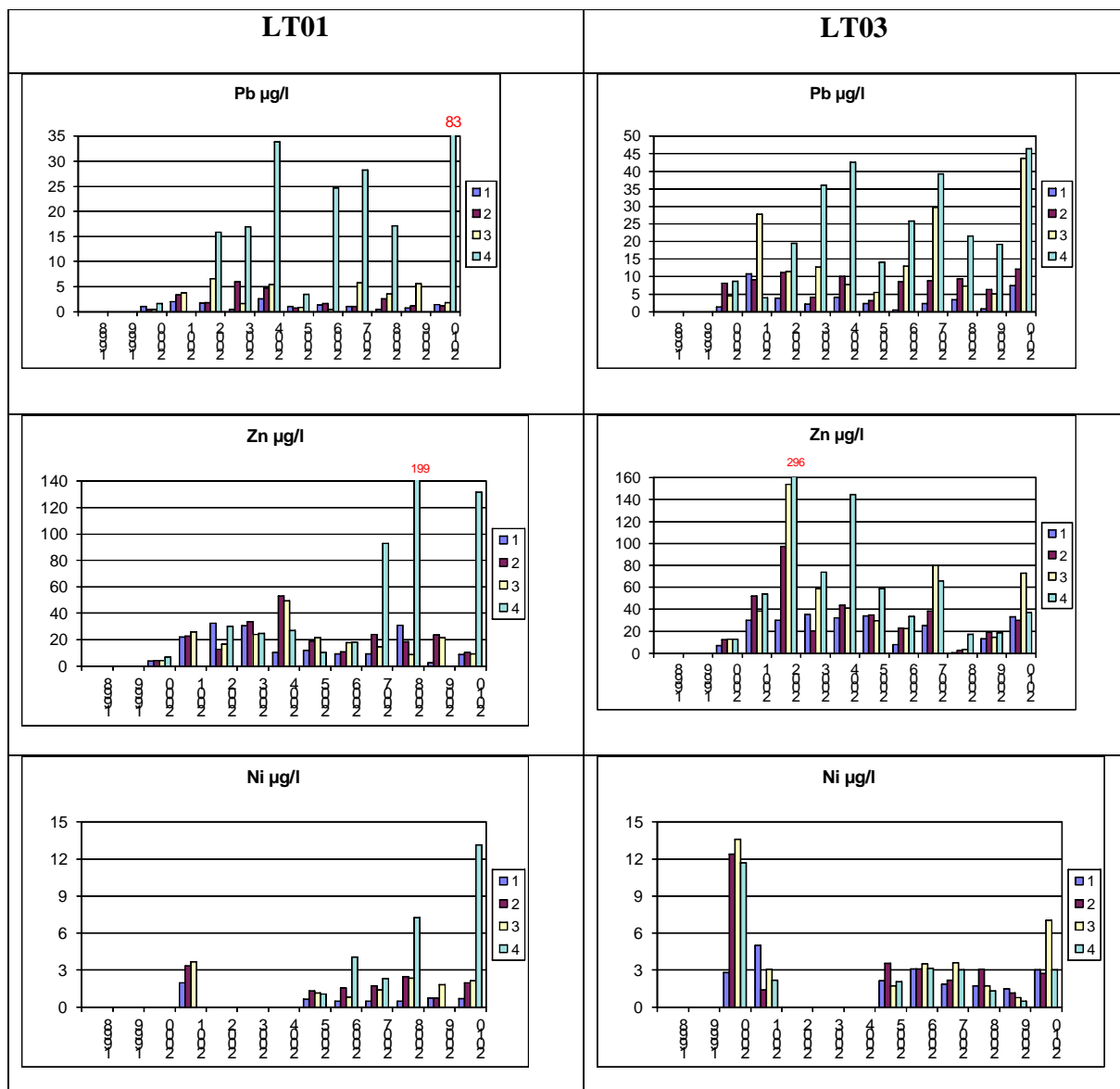


18 pav. Gruntinio vandens cheminė sudėtis (6 iš 7).

Azoto junginių koncentracijos 2-3 metus (nuo 2008 m. Aukštaitijoje ir 2009 m. Žemaitijoje) aukštesnės nei 1998-2007 m. Didelė visuminio fosforo koncentracija Žemaitijos gruntiniame vandenyje laikosi jau antrus metus. Bet gruntiniame vandenyje ištirpusios organinės anglies 2010 metais buvo mažiau negu buvo prieš 7 ar 3-4 metus (18 pav., 4 iš 7). Tikėtina, kad pastaruosius 2 metus augalų mitybos makroelementų

migracija į gruntinius vandenis padidėjo dėl išaugusio bendro garavimo (15 pav.), didelių šiluminių ekstremumų dirvožemyje (3 pav.).

Aukštaitijos stotyje Mn ir Fe koncentracija 2010 m. buvo viena iš didžiausių per stebėjimų laikotarpį, nuo 1998 metų, sinchroniškai išaugo ir sunkiųjų metalų koncentracijos, ypač ketvirtajame, giliausiame gręžinyje. Ryškiausios metalų koncentracijos padidėjimas stebimas Aukštaitijos stotyje, o Žemaitijos gruntiniame vandenyje padidėjo tik Pb ir Zn koncentracijos (18 pav., 5-7 iš 7).



18 pav. Gruntinio vandens cheminė sudėtis (7 iš 7)

2.3.3. *Upelio vandens savybės*

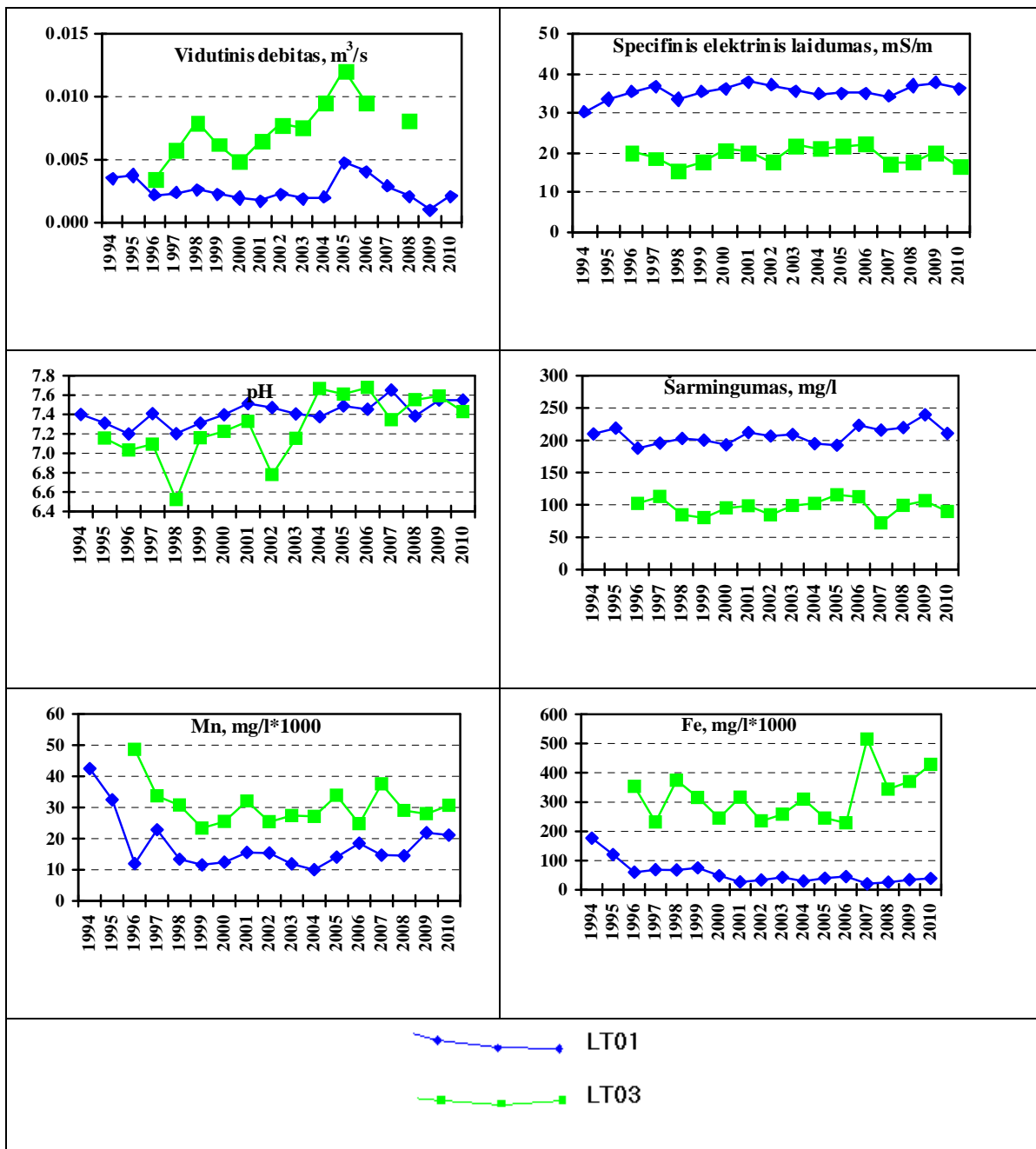
Upelio vandens debitas mažėjo ketvertą metų iš eilės, 2006-2009 m., o 2010 m. vėl pakilo iki stebėjimo laikotarpio vidurkio.

Upelio vandens pH Aukštaitijoje išliko didelis, o Žemaitijoje upelio vanduo parūgštėjo, bet pH reikšmė nenukrito iki stebėjimų laikotarpio vidurkio (19 pav., 1 iš 4).

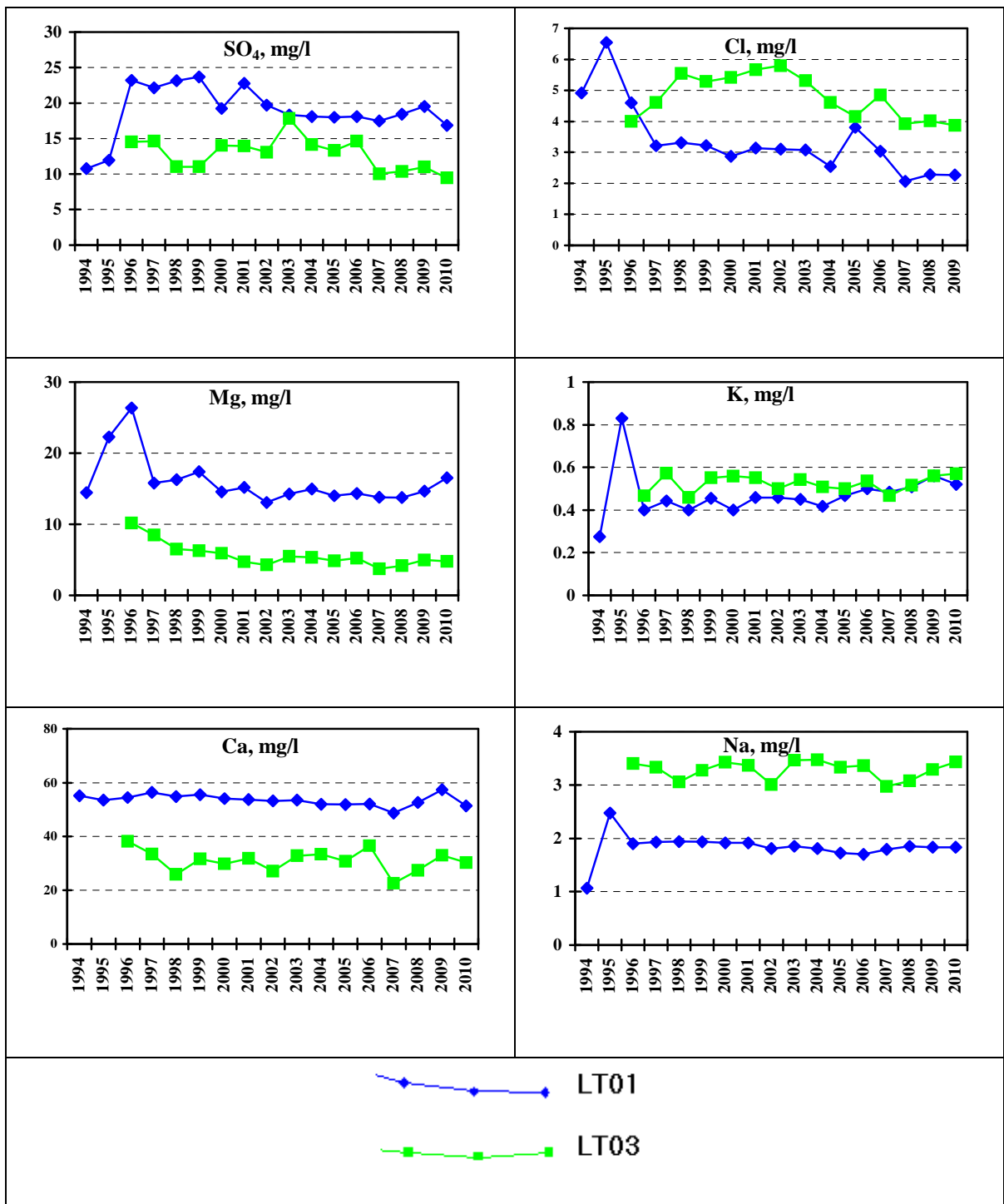
Šarmingumas, specifinis laidumas ir daugumos tirpių medžiagų koncentracijos išliko panašios į praėjusių metų lygį arba sumažėjo. Ypač sumažėjo sulfatų koncentracija. Abiejose stotyse sulfatų koncentracija upelių vandenyje buvo mažiausia nuo 1995 metų. Tirpių medžiagų koncentracijos sumažėjimas yra dėsningas, atsižvelgiant į medžiagų išplovimo hidrologinius veiksnius, įvertintus aukštais balais. Žemi rangai, būdingi šiluminiam veiksniam rodo pagrindines priežastis, kurios lėmė ištirpusios organinės anglies ir biogeninių elementų koncentracijų padidėjimą upelio vandenyje (4 lentelė, 19 pav., 2-3 iš 4).

Aluminio koncentracijos sumažėjimas susijęs su sisteminėmis paklaidomis, mažiausios nustatomos reikšmės sumažėjimu 2010 m. Visą stebėjimo laiką aluminio koncentracija buvo ypač maža.

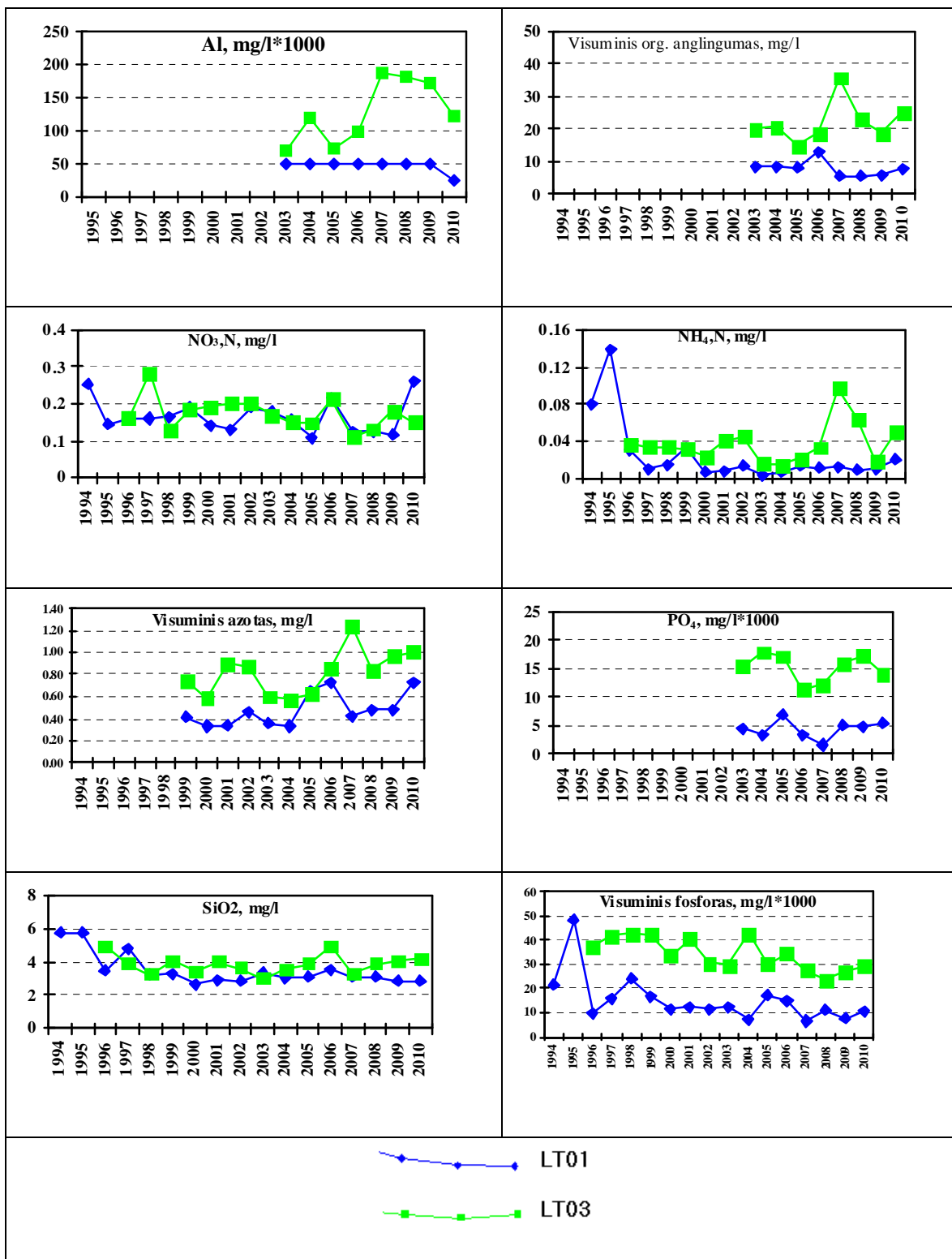
Fe ir Mn koncentracija Aukštaitijos stoties upelyje buvo stabili, o Žemaitijos didesnė, negu praėjusiais metais. Didesnė nei vidutiniškai buvo ir vario bei nikelio koncentracija. Kitų sunkiųjų metalų koncentracija yra tarp mažiausių nuo 2000 m.



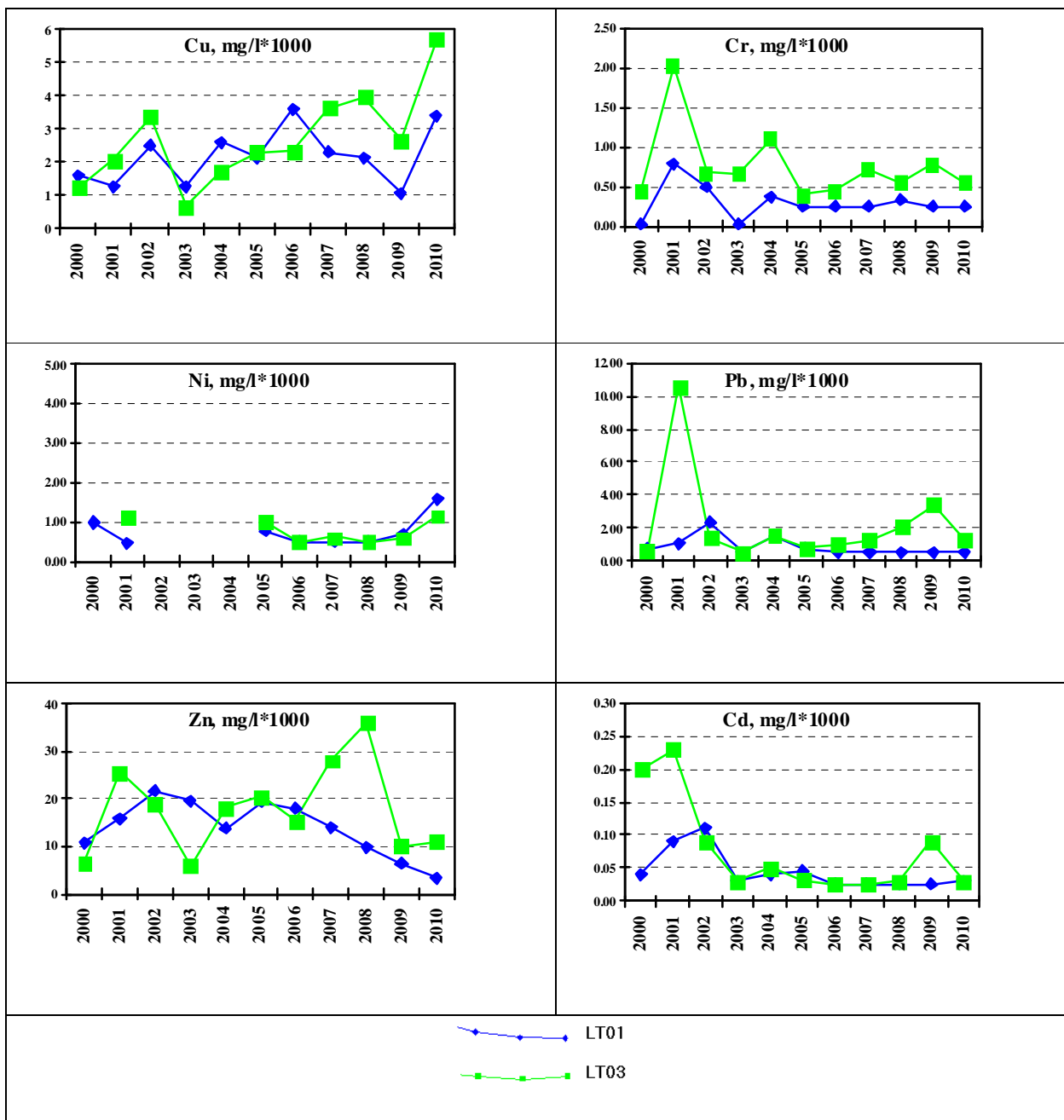
19 pav. Vidutiniai upelio vandens parametrai (1 iš 4).



19 pav. Vidutiniai upelio vandens parametrai (2 iš 4).



19 pav. Vidutiniai upelio vandens parametrai (3 iš 4).



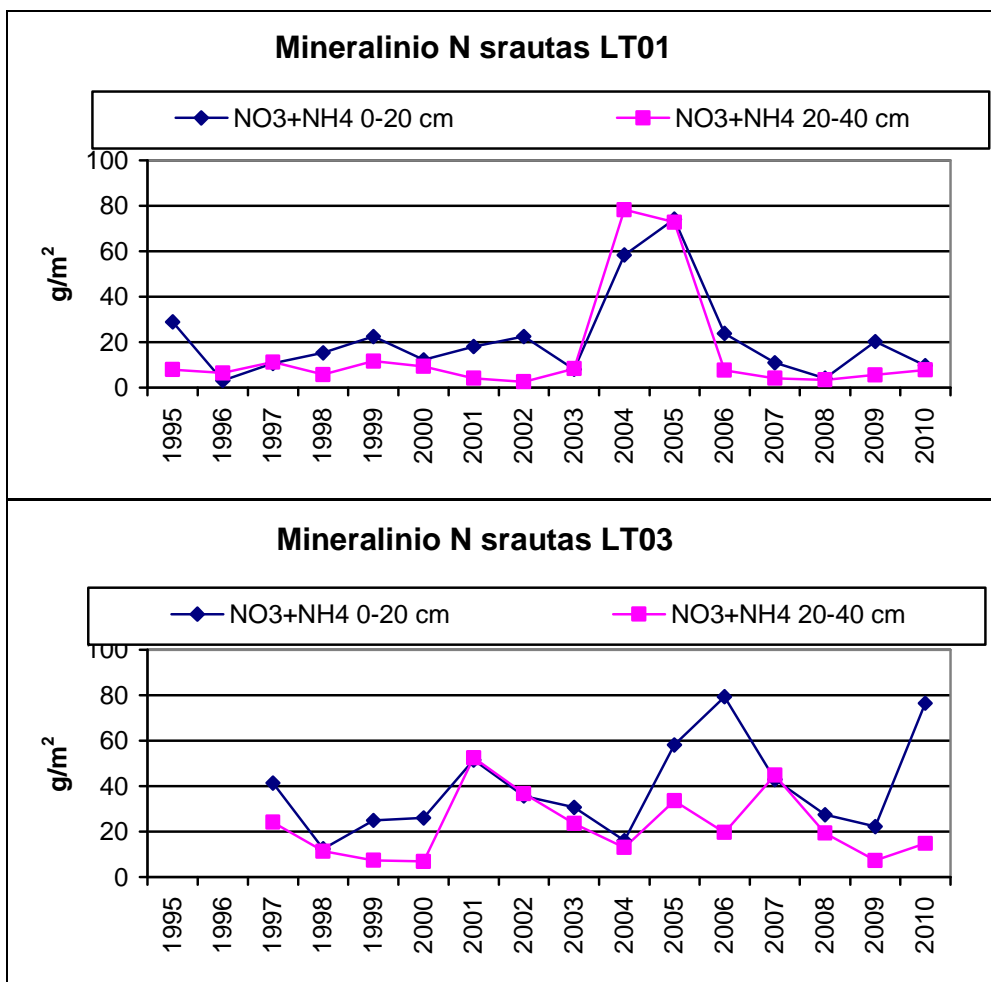
19 pav. Vidutiniai upelio vandens parametrai (4 iš 4)

2.4. Medžiagų balanso išnešimo sudedamosios dinamika

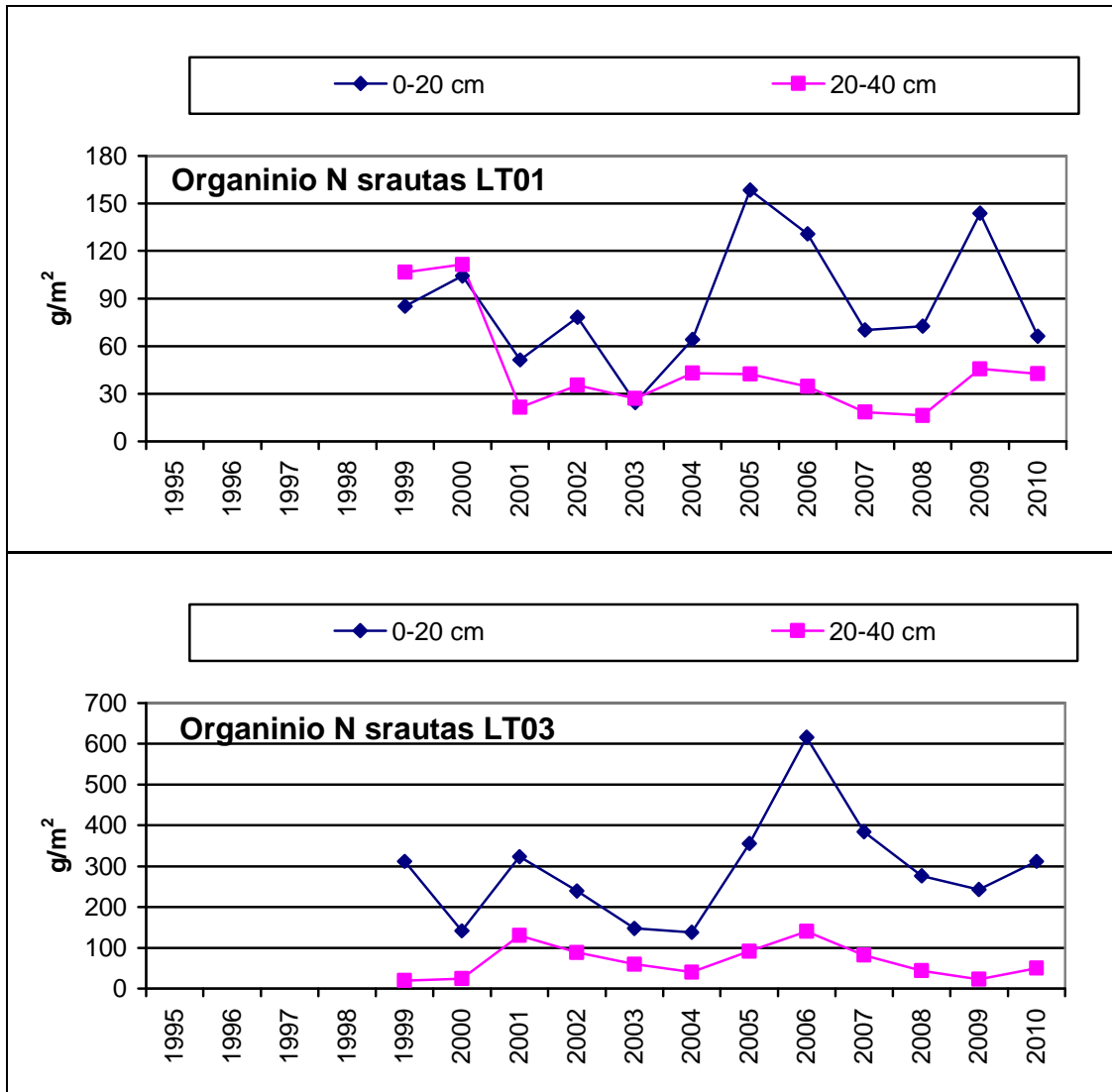
2.4.1. Azoto ir fosforo bei sieros išnešimas iš dirvožemio

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

2010 metais Aukštaitijos stotyje iš dirvožemio pagrindinių augalų mitybos elementų išnešimas, palyginus su 2009 metais, sumažėjo. Žemaitijoje azoto, fosforo ir sieros išnešimas, palyginus su 2009 metais, padidėjo (20-23 pav.).



20 pav. Mineralinio azoto išplovimas iš dirvožemio.

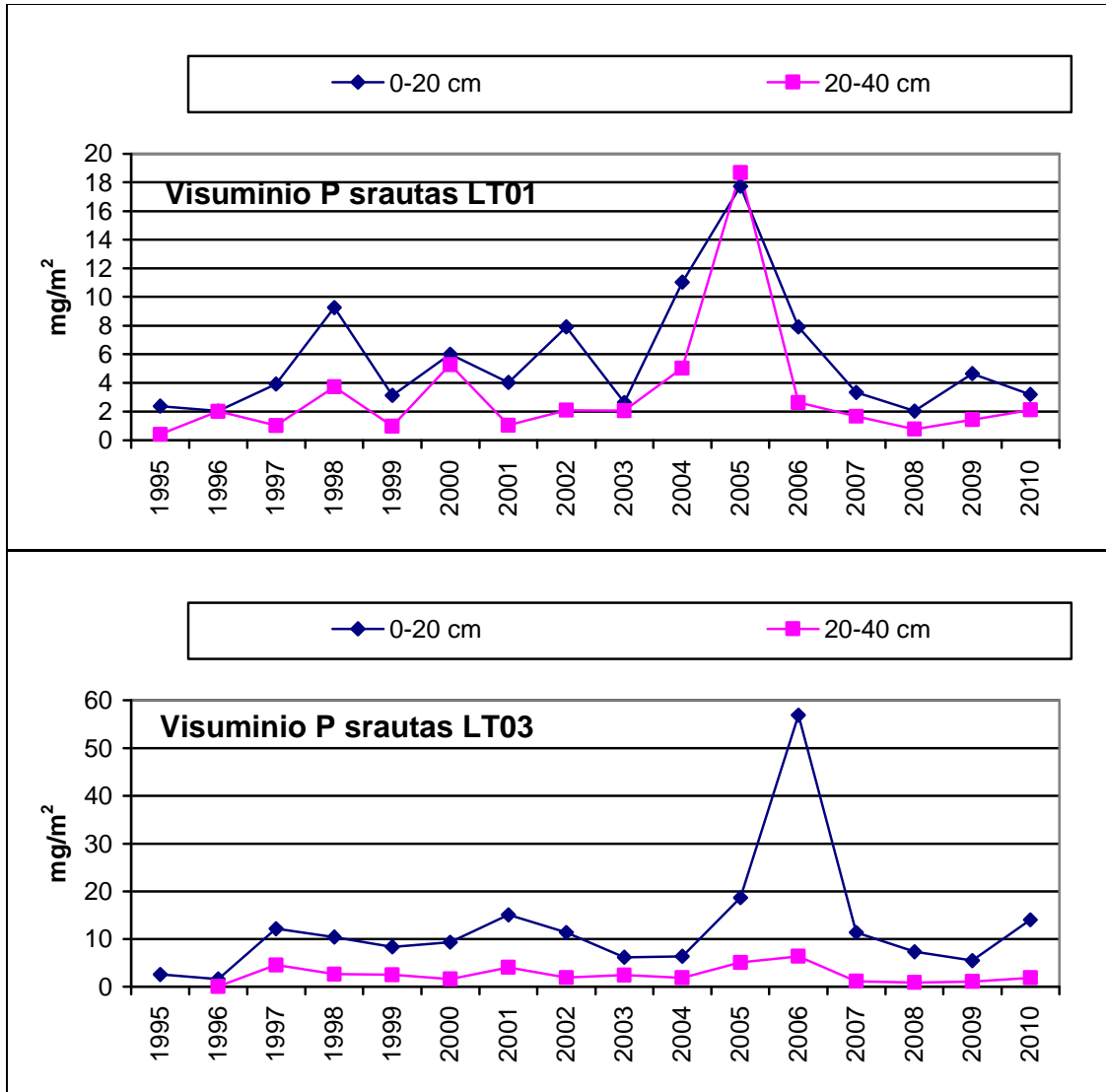


21 pav. Organinio azoto išplovimas iš dirvožemio.

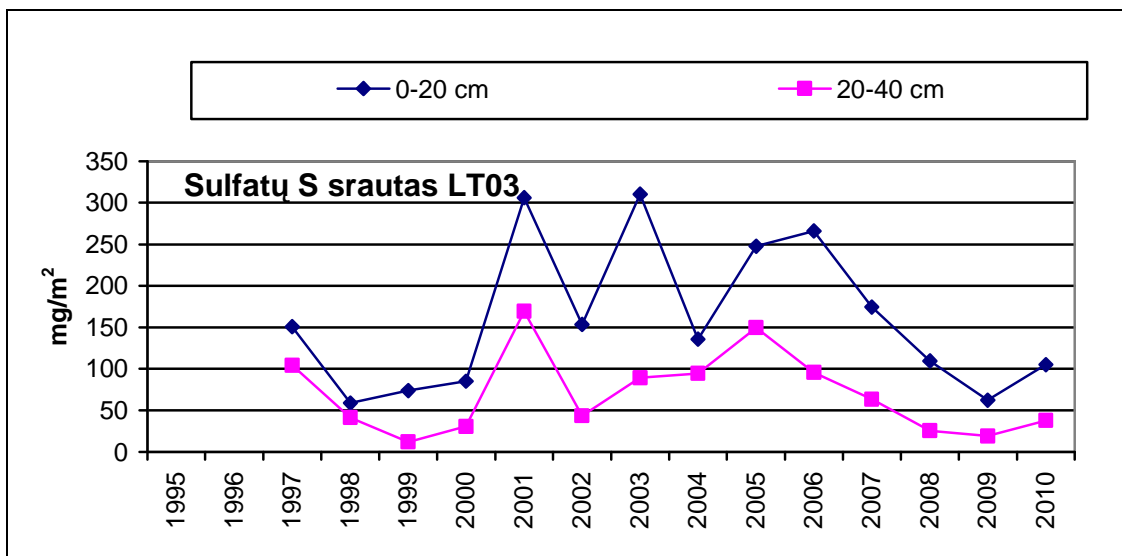
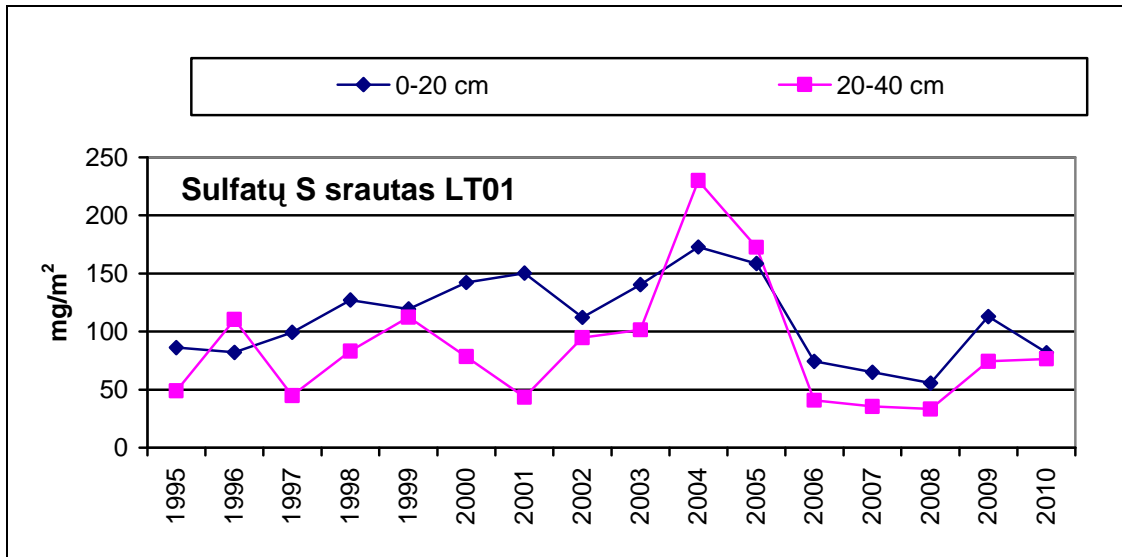
Organinio azoto, visuminio fosforo ir sulfatų sieros išnešimas iš 0–20 cm gylio Aukštaitijos IMS 2009 m. padidėjo, palyginti su 2007–2008 m. (21–23 pav.) Nors temperatūros amplitudė ir vidurkis buvo vidutinio dydžio dirvožemio vandens srautas buvo trečias pagal dydį nuo 1999 m. (1 lentelė).

Dirvožemio vandens srauto tūrio ir intensyvumas Žemaitijoje 2009 m. buvo tarp mažiausių nuo 1998 m., todėl N, P, S išplovimas buvo tarp mažiausių (21–23 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).



22 pav. Visuminio fosforo išplovimas iš dirvožemio.



23 pav. Sulfatų sieros išnešimas iš dirvožemio.

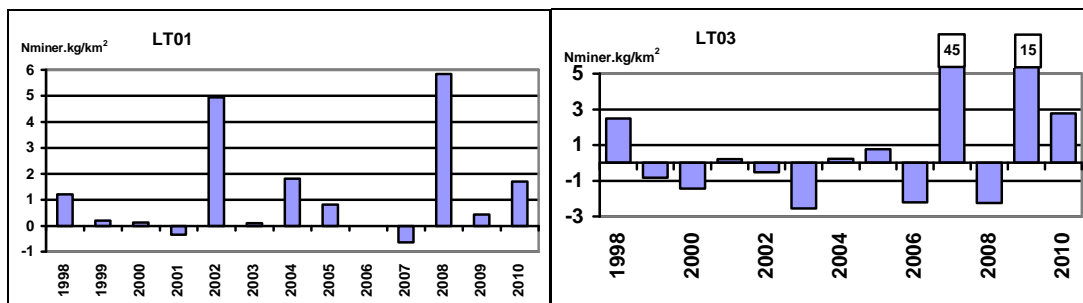
Visuminio fosforo išnešimas iš dirvožemio labiausiai koreliuoja su mineralinio azoto išnešimu (koreliacijos koeficientas 0,83–0,89), o sulfatų sieros išnešimas koreliuoja silpniau (koreliacijos koeficientas 0,69–0,73). Sulfatų sieros išnešimas yra labiau veikiamas šiluminių veiksnių, nes sulfatai nėra 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 (23 pav. LT01).

2.4.2 Azoto ir fosforo bei sieros išnešimas gruntinio vandens sistemoje

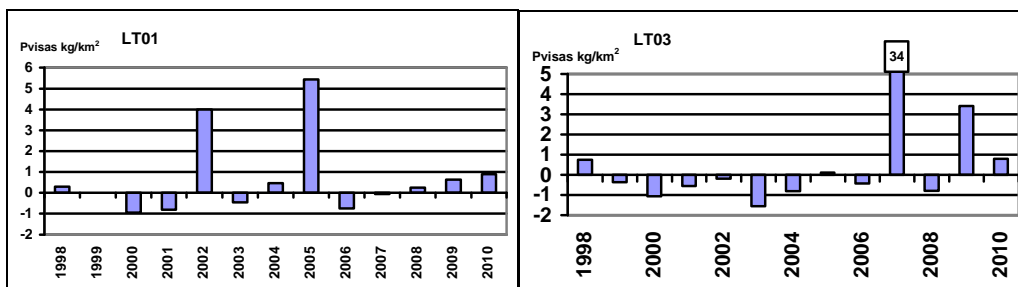
Atsižvelgiant į gruntinio vandens lygio svyravimus, ir medžiagų koncentracijas, sudarytos medžiagų balanso schemos gruntinio vandens sistemoje, kuriose žemiausios neigiamos reikšmės rodo medžiagų išnešimą, o teigiamos gruntiniame vandenyje ištirpusių medžiagų panaudojimą ekosistemoje.

2010 m. mineralinio azoto balansas Aukštaitijos stoties gruntiniame vandenyje buvo didesnis nei 2009 metais. Žemaitijos IMS 2010 m. mineralinio azoto balansas gruntiniame vandenyje buvo teigiamas, bet mažesnis nei 2007 ir 2009 metais (24 pav.), nitratai ir amonis buvo panaudoti, o ne išplauti gruntiniais vandenimis.



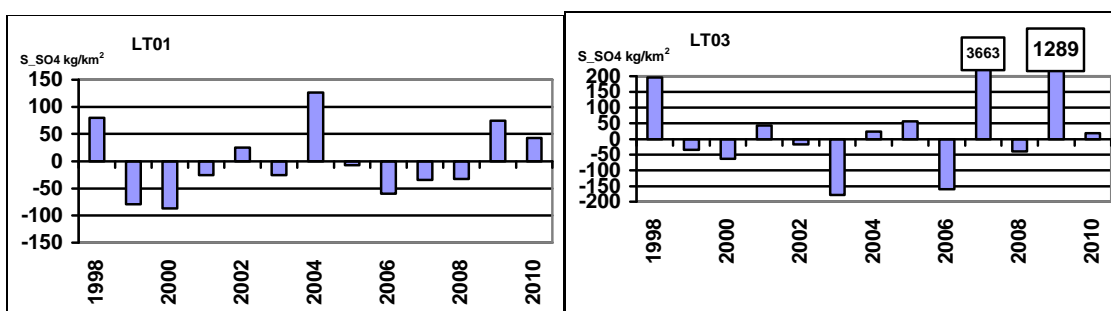
24 pav. Mineralinio azoto atsargos (teigiamos reikšmės) ir išnešimas (neigiamos reikšmės) gruntiniame vandenyje.

Tokie patys dėsningumai būdingi ir fosforo junginių balansui gruntiniame vandenyje (25 pav.).



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

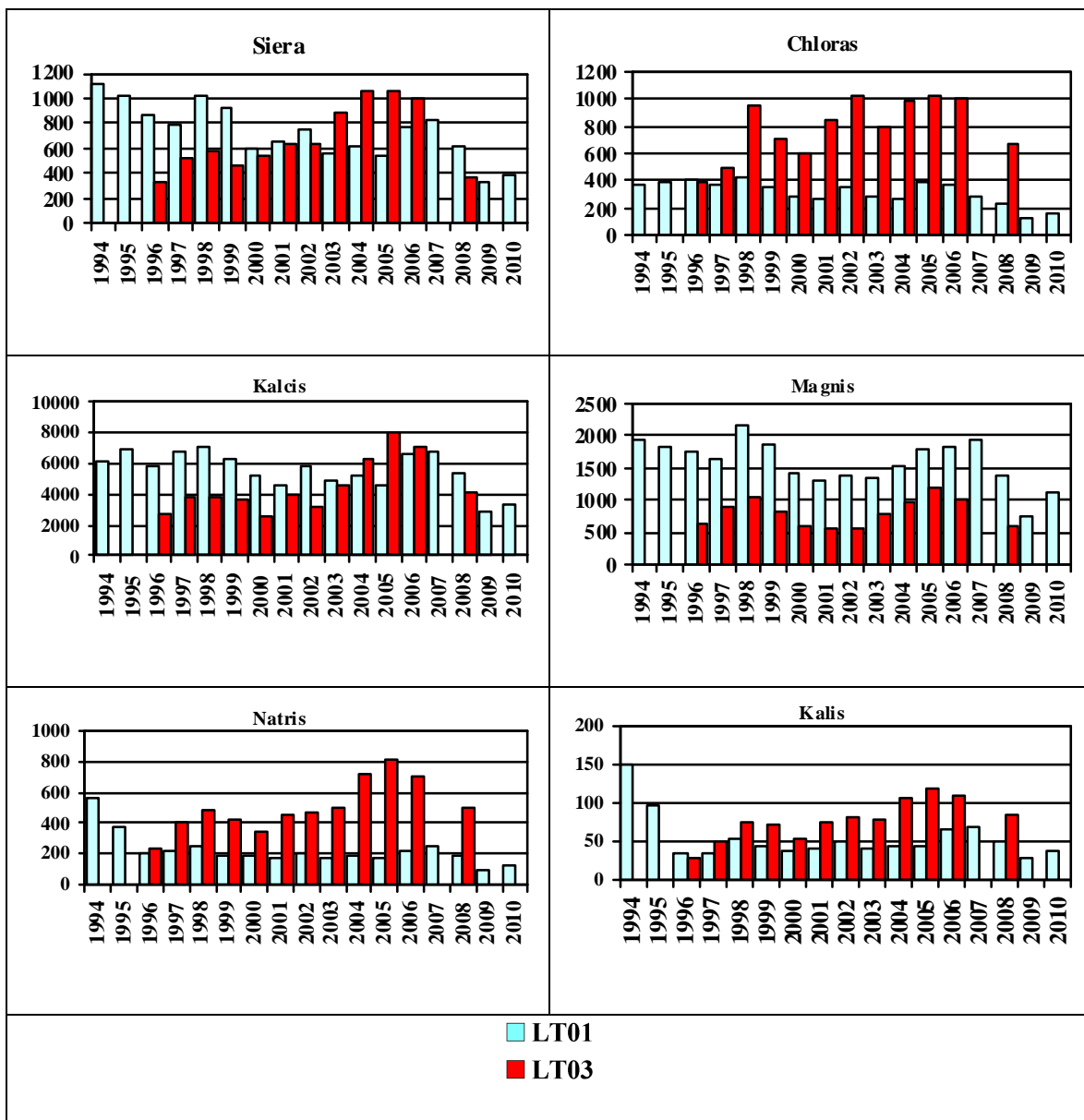
Sulfatų siera 2010 m. gruntiniame vandenyje kaupėsi, bet mažiau negu 2009 metais (26 pav.).



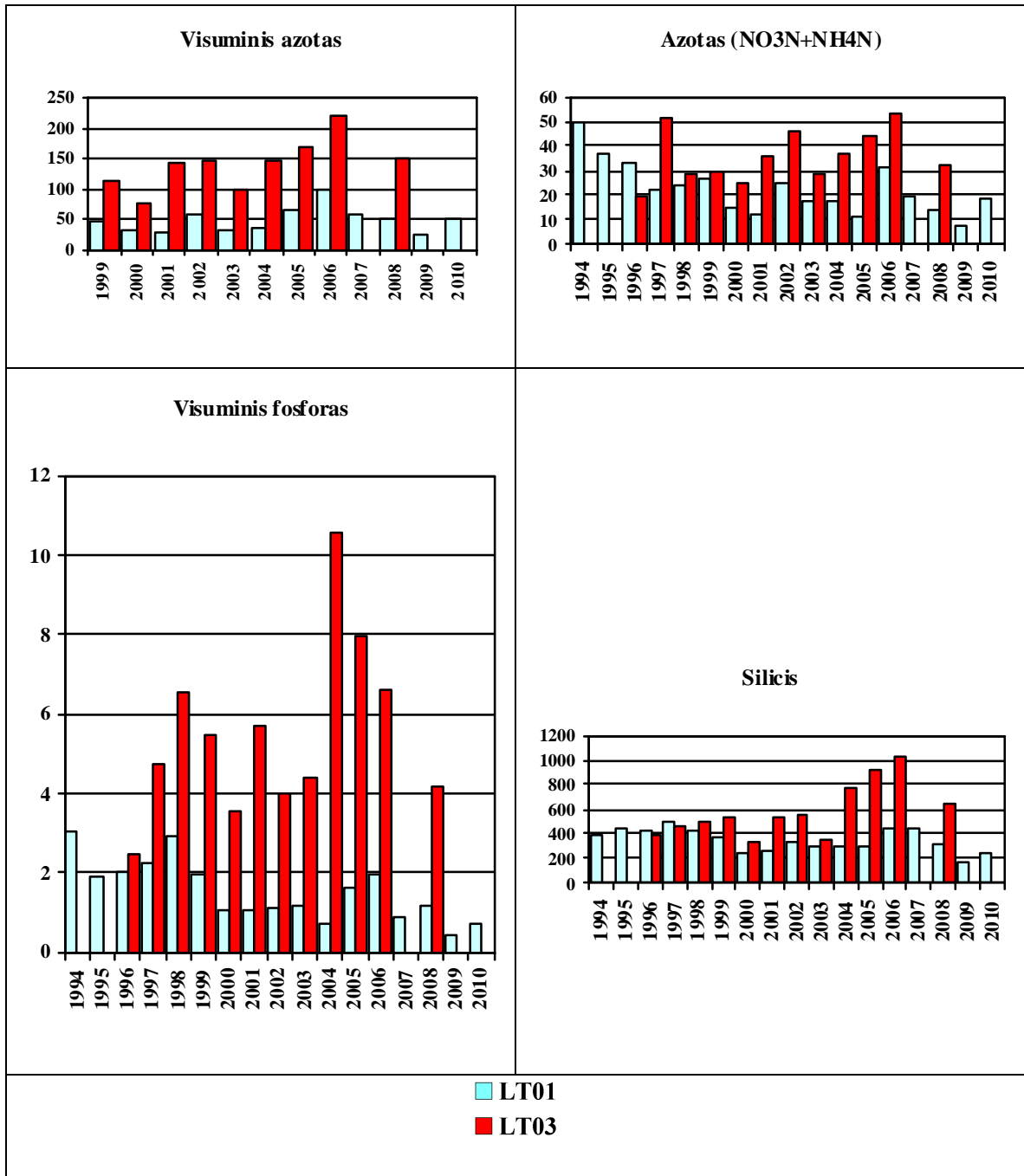
26 pav. Sieros atsargos (teigiamos reikšmės) ir išnešimas (neigiamos reikšmės) gruntinio vandens zonoje Aukštaitijos IMS ir Žemaitijos IMS.

2.4.2. Medžiagų išnešimas upeliu

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



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

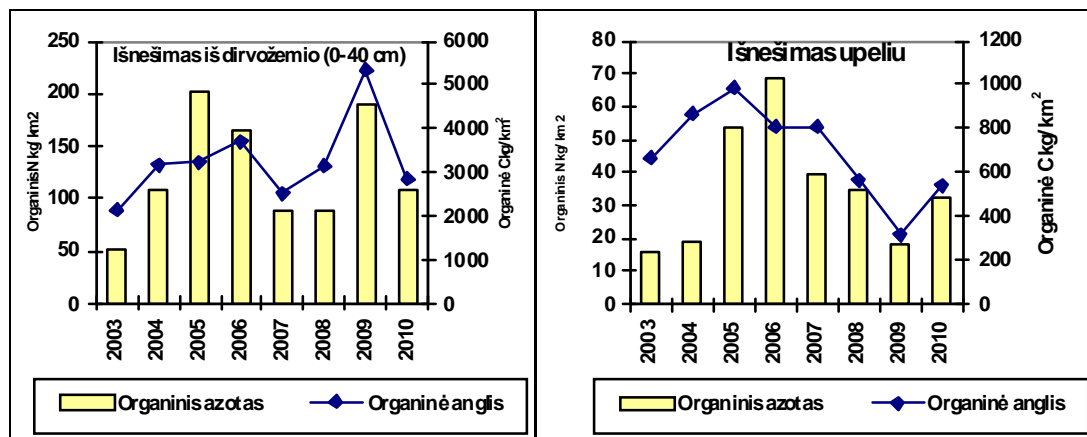


28 pav. Kai kurių cheminių elementų išnešimas iš upelių baseinų (kg/km², per metus).

Upelio nuotėkis Aukštaitijos monitoringo stotyje 2010 m. buvo didesnis, negu 2009 metais, todėl medžiagų išnešimas padidėjo. Palankiausios medžiagų išnešimui sąlygos buvo 2005-2007 m. (4 lentelė). 2010 metais tirpiųjų bei potencialiai teršiančių medžiagų, azoto, sieros buvo išnešta palyginti nedaug (27–28 pav.). 1999–2010 metais visų medžiagų išnešimas mažėja, tik visuminio azoto išnešimas auga.

Nuo 2003 metų nustatomas visuminės anglies kiekis, kuris kartu su organiniu azotu galėtų būti informatyvus rodiklis procesams, vykstantiems ekosistemoje.

29 paveiksle matyti, kad Aukštaitijos KMS 2009-2010 metais organinių junginių išnešimas iš dirvožemio padidėjęs, panašiai, kaip 2005-2006 metais. Organinių junginių išnešimo upelio vandeniui nežymus didėjimas išryškėjo tik 2010 m. Taigi, tikėtina, kad ekosistema organinę medžiagą skaido posistemoje dirvožemis–augalai intensyviau transpiracijos procesams, tą rodo 2009-2010 metais išaugęs bendras garavimas (15 pav.).

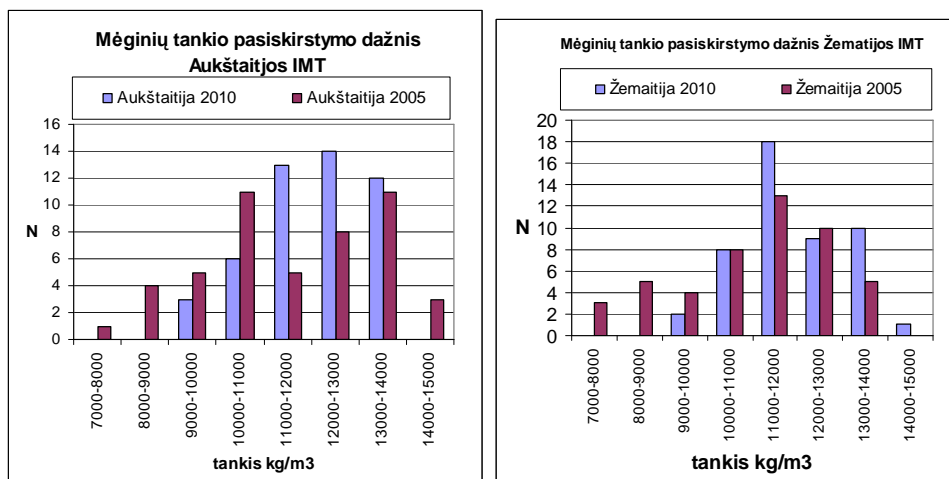


29 pav. Organinių junginių išnešimas Aukštaitijos KMS dirvožemio (0–40cm) ir upelio.

2.5 Dirvožemio savybės. Pirminiai duomenys.

2010 metais buvo surinkti mineralinio dirvožemio pavyzdžiai iš 0-10 cm gylio, intensyvių tyrimų kvadrato ir nustatytas jų tankis (bulk density). Paskutinį kartą tankio pavyzdžiai ir dirvožemio savybės buvo tirtos 2005 metais, tyrimų rezultatai pateikti 2007 metų darbų ataskaitoje (Gruntinio, 2007).

2010 metais paimtų dirvožemio pavyzdžių abiejose stovyse vidutinis tankis buvo didesnis, palyginti su 2005 metais. Sudaryti pasiskirstymo dažnio grafikai rodo, kad 2010 metai paimti pavyzdžiai yra vienodesni (30 pav.), t.y. tikėtinas mažesnis savybių variavimas. Tai yra svarbu tolimesniam stebėsenos duomenų interpretavimui.



30 pav. Dirvožemio tankis 0–10 cm gylyje.

IŠVADOS

1. 2010 m. Aukštaitijoje iškrito daugiausiai kritulių per visą stebėjimų laikotarpį, Žemaitijos stebėjimų stotyje kritulių kiekis nebuvo didžiausias, bet taip pat, kaip ir Aukštaitijoje viršijo klimatinius vidurkius, pirmą kartą po 2001 metų abiejose stotyse kritulių vidurkiai viršyti sinchroniškai. 1994–2008 metais monitoringo stotyse, palyginti su 1985–1990 metų laikotarpiu, buvo sausesnis, vidutinis kritulių kiekis artimas klimatinei normai (1961–1990). Tikėtina, kad prasideda šlapmetis, panašus į 1985–1990 metų.
2. Aukštaitijos stotyje 2010 metais vidutinė dirvožemio temperatūra buvo 7,25°C, t.y., beveik lygi stebėjimo laikotarpio vidurkiui, 0,25°C mažesnė, sezoniniai temperatūrų ekstremumai mažesni. Temperatūros kitimo tendencija per 11 stebėjimo metų yra teigiama, 0,04°C per metus. Pagal dirvožemio išalo gylį ir trukmę 2009–2010 metų žiema buvo gili, bet išalo rodiklis (gylio ir trukmės sandauga) nuo 1998 m. tebuvo trečias (mažiausias) pagal dydį.
3. Vandens atsargos dirvožemyje Aukštaitijoje pasiekė aukščiausią, 2003 metų lygį, o Žemaitijoje didėjo (nuo 1999 m.). 2010 m. dirvožemio srauto tūris Aukštaitijoje buvo vidutinis, o intensyvumas – didžiausias dėl ypatingai stipraus pavasario polaidžio. Žemaitijoje dirvožemio vandens srautas ir sunkimosi intensyvumas buvo vidutiniai, tik viršutiniuose dirvožemio horizontuose (0-20 cm) trečias tarp didžiausių.
4. 2010 m. gruntinio vandens debitas buvo mažas. Gruntinis vanduo visuose gręžiniuose kilo, kompensuodamas sausmečio metu nukritusį gruntinio vandens lygį. Gruntinio vandens dinaminės atsargos stebėjimo laikotarpiu Aukštaitijoje yra stabilios, o Žemaitijoje – linkusios didėti.
5. Sąlygos medžiagų išplovimui upeliu Aukštaitijos KMS 2010 m. buvo vidutiniškai palankios. Žemaitijos KMS 2010 m. šiluminės sąlygos medžiagų išnešimui buvo nepalankios, hidrodinaminių sąlygų negalime vertinti dėl sugedusio limnigrafo.
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 2009-2010 m. vėl išaugo, ir viršijo 2004-2007

- m. lygį. Tirpių medžiagų koncentracijos buvo 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. 2004–2010 m. gruntinio vandens elektrinis laidumas, pH ir šarmingumas stabilus. Gruntiniame vandenyje mažėja tirpių medžiagų, ypač Ca, Mg, sulfatų koncentracijos. Pastaruosius 2 metus augalų mitybos makroelementų N ir P migracija į gruntinius vandenis padidėjo, tikėtina, dėl išaugusio bendro garavimo ir šiluminių ekstremumų dirvožemyje.
 8. Upelių vandens rūgštingumas 2010 metais buvo mažas, šarmingumas, specifinis laidumas ir daugumos tirpių medžiagų koncentracijos išliko panašios į praėjusių metų lygį arba sumažėjo. Ypač sumažėjo sulfatų koncentracija. Šiluminiai veiksniai (aukšta temperatūra ir maža svyravimo amplitudė) lėmė ištirpusios organinės anglies ir biogeninių elementų koncentracijų padidėjimą upelio vandenyje.
 9. Daugumos sunkiųjų metalų koncentracijos santykinai natūralių miško ekosistemų dirvožemio gruntiniame ir upelio vandenyje 2010 metais buvo mažesnės ir lygios vidurkiui. Išimtis – Aukštaitijos stoties giliausiame gruntiniame gręžinyje metalų koncentracija padidėjo dėl atsikuriančio gruntinio vandens lygio, Fe ir lydintys metalai ištirpo, sklėdžiant aeracijos zonai šarminėje aplinkoje esant aukštesnei nei įprastai ištirpusių organinių medžiagų koncentracijai. Upelio vandenyje Žemaitijos stotyje Fe, Cu ir Ni koncentracijos padidėjo dėl analogiškų pokyčių dirvožemio ir gruntiniame vandenyje, kurie gali būti susiję su teršimu.
 10. 2010 metais fizinės sąlygos medžiagų išplovimui iš dirvožemio buvo palankesnės 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.

LITERATŪRA

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.

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).

Gruntinio, dirvožemio bei paviršinio vandens ir dirvožemio tyrimai pagal ICP IM programą, (2007). Geologijos ir geografijos instituto 2007 metų darbų ataskaita (temos vadovė dr. I. Baužienė).

Manual for integrated monitoring (1998). ICP IM programme 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.

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.

Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. http://www.icp-forests.org/pdf/FINAL_soil.pdf.