

**Geologijos ir geografijos institutas**

**GRUNTINIO, DIRVOŽEMIO BEI  
PAVIRŠINIO VANDENS  
IR DIRVOŽEMIO  
TYRIMAI PAGAL ICP IM PROGRAMA  
2006**

**Vilnius – 2006**

**Geologijos ir geografijos institutas**

TVIRTINU:

Geologijos ir geografijos instituto direktorius

Dr. A. Zuzevičius

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

**2006 metų darbų ataskaita  
(2006 m. liepos mėn 14 d. sutartis Nr 4F -16-69)**

Darbo vadovas:

**Dr. D. Bauža**

# **Vilnius – 2006**

## TURINYS

<b>IVADAS</b> .....	<b>4</b>
<b>1. Objektas ir metodika</b> .....	<b>5</b>
<b>2. Rezultatai ir jų aptarimas</b> .....	<b>8</b>
<b>2.1. Kritulių kiekio dinamika monitoringo stotyse 1994-2006 m.</b> .....	<b>8</b>
<b>2.2. Dirvožemio, gruntinio ir upelio vandens savybių kitimas</b> .....	<b>10</b>
2.2.1. Dirvožemio vanduo.....	10
2.2.2 Gruntinis vanduo.....	23
2.2.3 Upelio vanduo.....	35
<b>3. Dirvožemio savybių kitimas 1993-2000-2005 metais</b> .....	<b>42</b>
<b>4. Azoto ir fosforo balansai dirvožemyje, gruntiniame vandenyje ir išnešimas upelio vandeniui</b> .....	<b>48</b>
.....	
<b>IŠVADOS</b> .....	<b>55</b>
<b>LITERATŪRA</b> .....	<b>57</b>

## ***IVADAS***

Integruoto monitoringo teritorijose Lietuvoje, sąlygiškai natūraliose ekosistemose jau daugiau kaip dešimtmetį stebima ekosistemų būklė. Pagal stebėjimų rezultatus nustatomi ekosistemų pokyčiai dėl atmosferos teršalų ir klimato veiksnių.

Ekosistemos būklės pokyčiai įvertinami pagal pamatinių ekosistemos elementų dirvožemio, dirvožemio vandens, gruntinio vandens cheminės sudėties dinamiką. Įvertinami teršalų srautai bei jų pakitimai gamtiniam vandeniui sunkiantis per dirvožemį (aeracijos zona) į gruntinius vandenis ir upeliais patenkant į paviršių. 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 ir globalią taršą.

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 2006 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 2006 metų duomenys. Patikrintas vandenyje ištirpusių jonų balansas. Duomenis koreguoti, įskaičiuoti, apskaičiuoti vidurkiai.

2. Dirvožemio cheminių savybių, jų pokyčių įvertinimas pagal kompleksinio monitoringo metodinius reikalavimus. Kontroluojama dirvožemio pavyzdžių tyrimas laboratorijoje.

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

4. Skaičiuojamas maistinių medžiagų (azoto ir fosforo) vandenyje ištirpusių medžiagų balansas.

5. 2006 metų duomenys palyginimami su 2005 metų bei 1993–2005 metų laikotarpio duomenimis. Nustatomos ir įvertinamos vandens ir dirvožemio cheminės sudėties pokyčių priežastys.

6. Pokyčių priežasčių įvertinimas.

## ***1. Objektas ir metodika***

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

Kompleksiniai dirvožemio vandens, gruntinio vandens bei upelių vandens cheminės sudėties tyrimai atliekami mažų upelių baseinuose, esančiuose Aukštaitijos ir Žemaitijos nacionaliniuose parkuose – tose vietose, kur antropogeninis poveikis yra mažiausias visoje Lietuvoje. Daroma prielaida, kad baseinai hidrologiškai yra uždari. Detalus upelių baseinų fizinis-geografinis, klimatinis rodiklių aprašymas, teminiai žemėlapiai, darbų vykdymo ir cheminių analizų 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 km<sup>2</sup> 20 cm ir

40 cm gyliuose. Jei žiemą dirvožemis būna neįšalęs 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  $\text{SO}_4$ ,  $\text{NO}_3\text{N}$ ,  $\text{NH}_4\text{N}$ , Ca, Na, K, Mg, Cl,  $\text{P}_{\text{visuminis}}$ , Mn, Fe, Si, pH. Nuo 2000 metų matuojamas fosfatų fosforo ( $\text{PO}_4\text{P}$ ), ir visuminio azoto ( $\text{N}_{\text{visuminis}}$ ) kiekis, nuo 2002 m. pradėta matuoti visuminį aliuminio kiekį, o nuo 2003 m. – visuminį organinės anglies kiekį. Nuo 2000 metų vidurio visose paprogramėse, 3 kartus per metus, balandžio, liepos ir spalio mėnesiais pradėta matuoti sunkiųjų metalų (Cu, Cr, Cd, Pb, Zn) kiekius gamtiniame vandenyje. 2005 metais sunkiųjų metalų kiekis buvo matuojamas dažniau, negu ankstesniais metais. 2005 metais žiemos iššalas ištirpo vėliau nei vidutiniškai, ne kovo mėnesį, o balandžio pabaigoje, liepos ir spalio mėnesį Žemaitijos stotyje pakankamai vandens susikaupė tik 20 cm gylyje esančiame lizimetre, todėl papildomi sunkiųjų metalų tyrimai atlikti gegužės, rugpjūčio, rugsėjo ir lapkričio mėnesiais. Pastaruoju metu laboratorijoje įvairiu periodiškumu nustatomi 22 parametrai.

Kompleksinio salygiškai natūralių ekosistemų monitoringo programoje, dirvožemio chemijos paprogramėje vykdomas dirvožemio monitoringas. Detali dirvožemio pavyzdžių rinkimo metodika galima rasti 2000 metų ataskaitoje (Dirvožemių, 2000). Dirvožemio tyrimai atliekami kas 5 metus. Atsižvelgiant į dirvožemio heterogeniškumą, tai didelis laiko tarpas. Be to, 1993 dirvožemio pavyzdžių rinkimo metodika šiek tiek skyrėsi nuo 2000 ir 2005 metų, nes stebėjimų pradžioje, reikėjo išsiaiškinti dirvožemio genezę, todėl dirvožemio pavyzdžiai buvo renkami pagal horizontus, o vėliau, kai duomenys pradėti naudoti modelių kalibravimui, dirvožemio pavyzdžiai parinkti pagal gylį, atstumą nuo mineralinio dirvožemio paviršiaus. Atsižvelgiant patikimas išvadas apie dirvožemio savybių pokyčius bus galima paryti tik 2010 metais, kai bus zinoma trijų (sunkiųjų metalų keturių metų) duomenų eilė.

Siekiant nustatyti, kokios priežastys galėjo sąlygoti dirvožemio savybių pokyčius, buvo detaliau analizuoti dirvožemio vandens režimus ir dinamiką per tuos penkmečius, kurie skiria dirvožemio paprogramės vykdymo metus 1993(1994)-2000-2005.

Pagal dirvožemio vandens srautus ir dirvožemio drėgnumo dinamiką daromos prielaidos apie procesų, vykstančių dirvožemyje kryptis. Be to, dirvožemio vandens srautų bei drėgnumo duomenys naudojami medžiagų balansų skaičiavimams.

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.



## ***2. Rezultatai ir jų aptarimas***

Šioje ataskaitoje nagrinėjami 2006 metų dirvožemio vandens, gruntinio vandens bei upelių vandens ir dirvožemio stebėjimų rezultatai. 2.1 skyriuje trumpai apibūdinamas kritulių kiekio kitimas per stebėjimo laikotarpį

2.2 skyriuje aprašomi dirvožemio, gruntinio ir upelio vandens sudėties metų vidurkiai. Dauguma parametrų stebimi nuo 1993-1995 metų. Vienodas stebėjimų ritmas nusistovėjo nuo 1998 m., todėl 1998–2005 metų duomenis galima matematiškai patikimai analizuoti.

Aliuminio ir sunkiųjų metalų stebėjimų ritmas pradeda nusistovėti tik pastaraisiais metais, todėl metų vidurkių palyginimas nėra matematiškai patikimas. Ieškant dėsningumų dirvožemio vandens ir upelio duomenys pateikiami pagal sezonus.

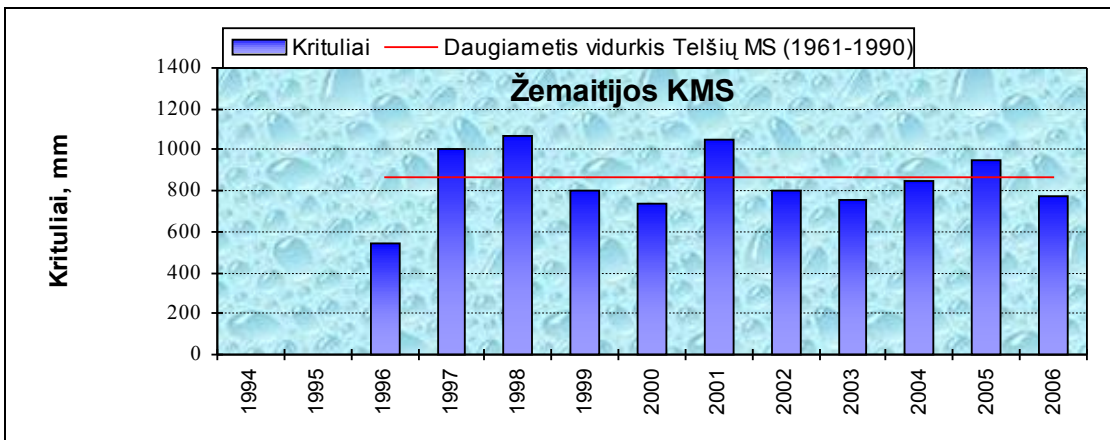
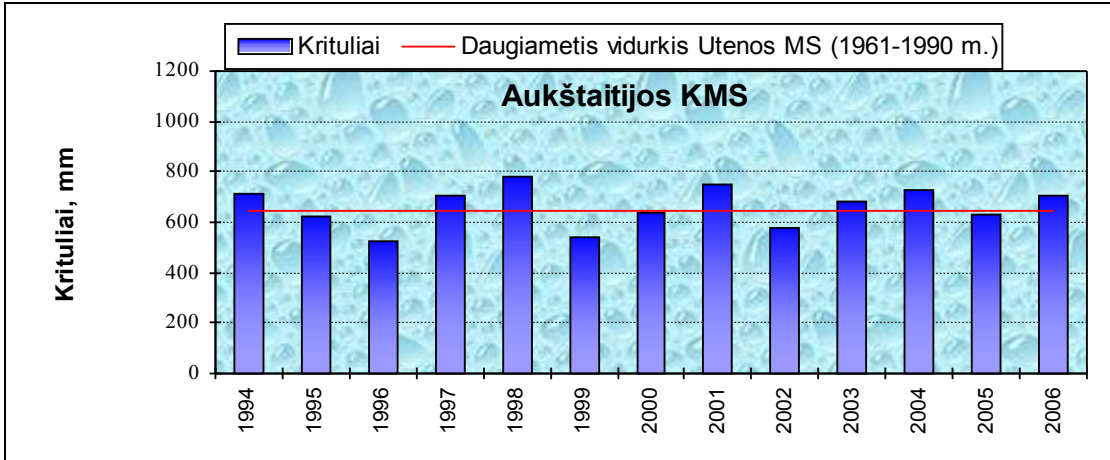
Kompleksinio salygiškai natūralių ekosistemų monitoringo programoje, dirvožemio chemijos paprogramėje 2005 m. buvo vykdomas dirvožemio monitoringas.

### *2.1. Kritulių kiekio dinamika monitoringo stotyse 1994–2006 m.*

Kritulių kiekis ir jo dinamika lemia medžiagų migracijos ekosistemoje ypatybes.

Per 13 metų 1994–2006 m. Aukštaitijos stotyje išsiskiria vienas keturmetis (1994–1997 m.) ir trys trimečiai kritulių ciklai. Paskutiniam, trimečiam ciklui (2004–2006 m.) būdingi mažiausi skirtumai nuo daugiamečio vidurkio (1 pav.).

Žemaitijos stotyje keturmečiai ir trimečiai kritulių ciklai pastraisiais metais ėmė nebesutapti su Aukštaitijos. Jei 2001 metai buvo drėgniausi abiejose stotyse, tai 2005 Aukštaitijoje buvo sausiausi, o Žemaitijoje drėgniausi per pastuosius ketverius metus. Bendra abiejų stočių ypatybė – Žemaitijoje metinio kritulių kiekio svyravimo amplitudė taip pat, kaip ir Aukštaitijoje pastaraisiais metais mažėja (1 pav.).



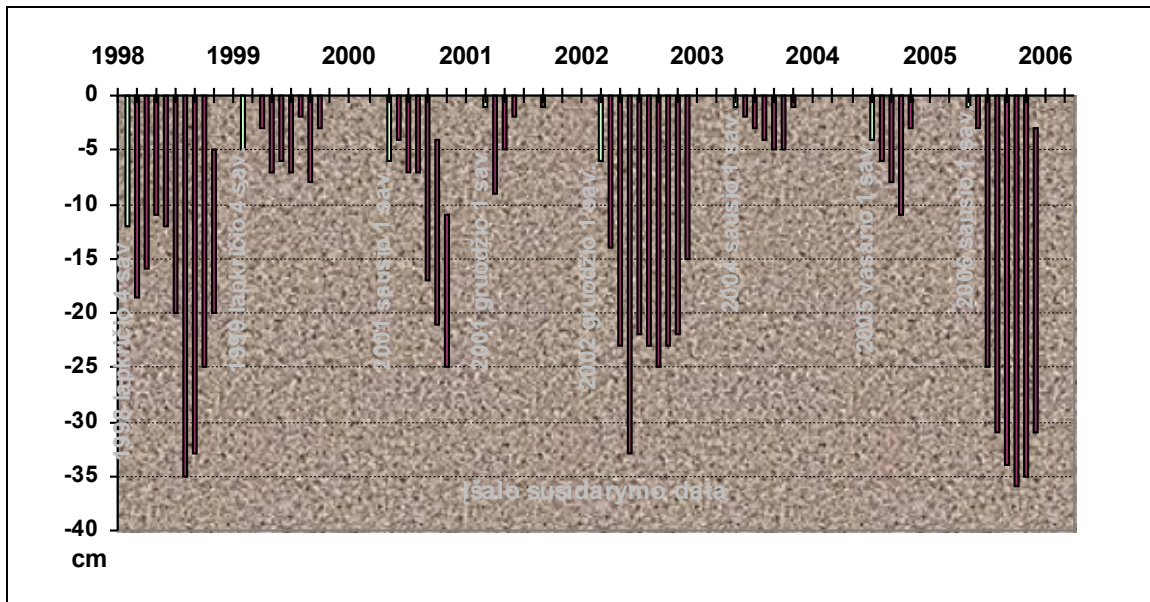
**1 pav.** Kritulių metų kiekio 1994–2005 m. palyginimas su daugiamečiu vidurkiu (1961-1990 m.).

## 2.2. Dirvožemio, gruntinio ir upelio vandens savybių kitimas

### 2.2.1 Dirvožemio vanduo

Dirvožemio išalo, vandens srautų ir atsargų dinamika – tai savybių kompleksas, kuris rodo dirvožemio režimo kaitą, dirvožemio klimato ypatybes – tai vertinga informacija nustatant dirvožemio savybių pokyčių priežastis.

Aukštaitijos KMS 2005 metų pabaigoje dirvožemis nebuvo išalęs, dirvožemio iššalas pradėjo formotis tik 2006 m. sausio pradžioje, dirvožemis šalo iš lėto, per pirmąsias sausio savaites dirvožemis išalo tik iki kelių centimetrų gylio. 2006 m. pavasarį iššalas 20–40 cm gylyje ištirpo balandžio pabaigoje. Išalo tirpimas buvo labai staigus, dar balandžio mėnesio viduryje dirvožemis buvo išalęs iki maždaug 30 cm gylio, o paviršiuje atitirpęs vos kelis centimetrus (2 pav.).



2 pav. Dirvožemio išalo gylio kaita Aukštaitijos KMS. šalia pirmojo gręžinio. 1998-2006 m. žiemomis. Matavimo dažnis – 2 savaitės, matuojama šaltąjį metų pusmetį, lapkričio-balandžio mėnesiais. „X“ ašyje tarpas tarp brūkšnelių – vienas mėnuo (Žemaitijoje išalo gylis reguliariai nematuotas)

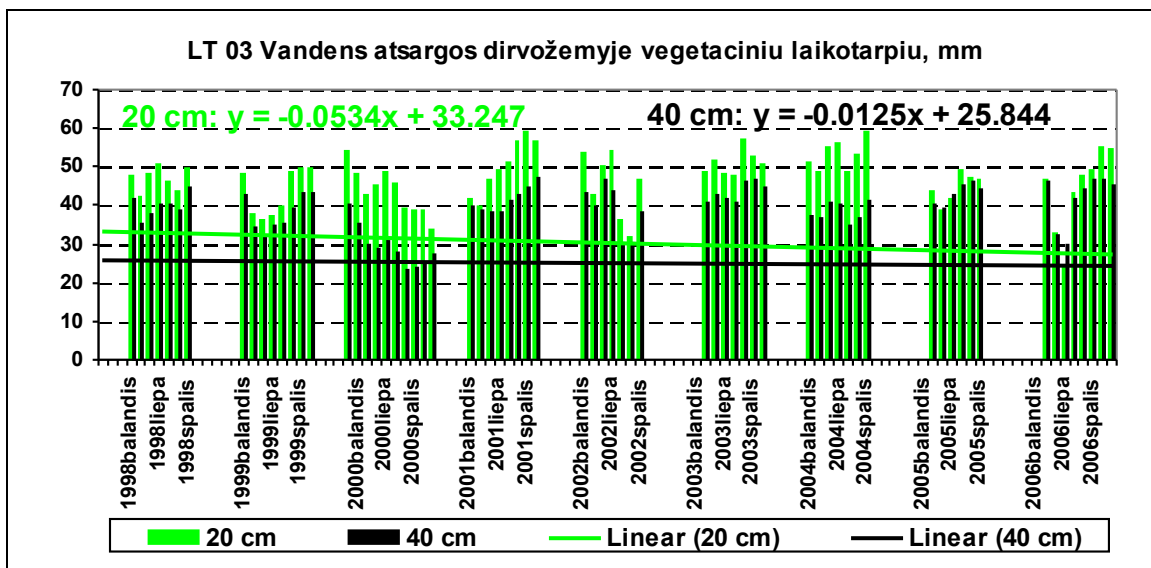
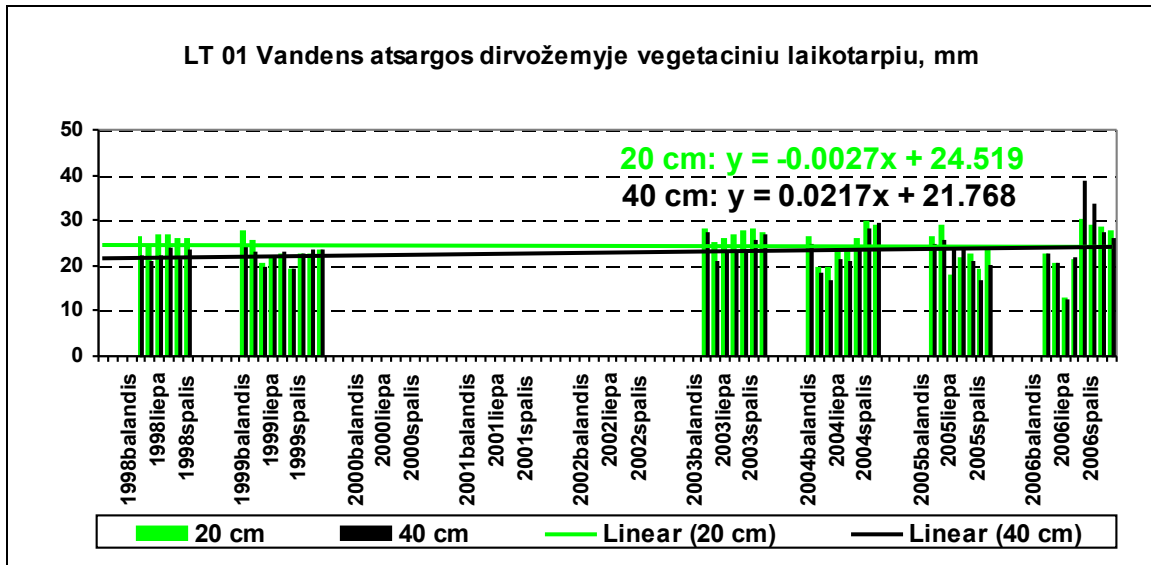
Panaši į 2006 metų išalo kaita buvo 1998–1999 metų žiemą–pavasari. Tačiau 1998 metų rudenį išalas susiformavo anksčiau: ketvirtąją lapkričio savaitę dirvožemis jau buvo išalęs iki 10 cm gylio. Vėliau, 1999–2000, 2000–2001 ir 2001–2002 metų žiemomis, dirvožemio išalas 10 cm gylyje nesusidarydavo arba nesilaikė ilgiau kaip vieną mėnesį. 2002–2003 metų žiemą dirvožemis vėl buvo išalęs giliau 20 cm. Be to, trejus metus, nuo 2004 metų, pastovus išalas susidaro ne anksčiau kaip kalendorinių metų pradžioje (2 pav.).

Pastebėtos dvi pagrindinės pastarųjų aštuonių stebėjimo metų tendencijos: pastovaus dirvožemio išalo formavimosi datos vėlavimas ir pirmojo išalimo gylio mažėjimas.

2006 metais dirvožemio vandens atsargos vasaros pradžioje, birželio-liepos mėnesiais abiejose KMS buvo mažiausios, palyginus su kitomis to paties laikotarpio reikšmėmis (3 pav.). Sausringais 2000 ir 2002 metais Žemaitijos KMS dirvožemyje dėl sausrų buvo dar mažiau vandens, bet ne vasaros pradžioje, o pabaigoje ir ankstyvą rudenį. Tačiau 2006 metai išsiskiria kontrastiškiausiais pokyčiais per 1994-2006 metų laikotarpį. 2006 metais skirtumas tarp sausiausio (liepos mėn.) ir drėgniausio (spalis 40 cm gylyje ir lapkritis 20 cm gylyje) dirvožemio Žemaitijos KMS buvo 17-30 mm. Sausringaisiais 2002 metais skirtumai buvo ne tokie dideli: 16-22 mm (2002 m. rugsėjį dirvožemis buvo sausiausias, o birželį ir liepą drėgniausias).

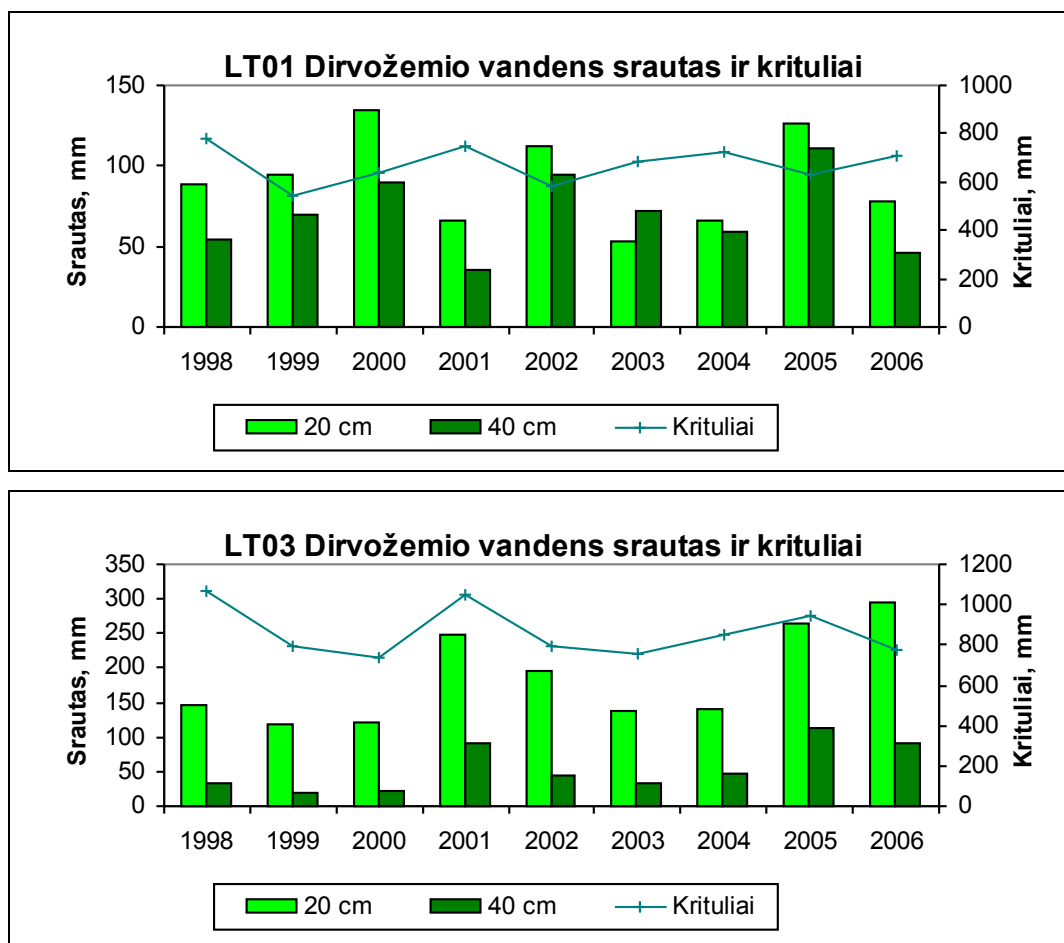
Vandens atsargos Žemaitijos KMS dirvožemyje 1998-2006 metų laikotarpiu turi tendenciją mažėti, 20 cm gylyje mažėjimo greitis didesnis, vidutiniškai 0,05 mm per vegetacijos laikotarpio mėnesį (3 pav.). Kadangi vegetacijos laikotarpio trukmė vidutiniškai yra 6 mėnesiai, galima teigti kad per metus dirvožemio vandens atsargos Žemaitijos KMS mažėjo 0,3 mm.

Aukštaitijos KMS 2006 metais dirvožemio drėgmės atsargų pokyčiai taip pat, kaip ir Žemaitijoje buvo kontrastiškiausi per stebėjimo laikotarpį ir panašūs pagal savo skaitinę vertę, 17-26 mm, bet duomenų eilė nepilna, todėl 2006 metų negalime palyginti su sausringuoju 2000–2002 laikotarpiu. Dėl duomenų trūkumo pokyčių lygtys yra mažiau patikimos, negu Žemaitijos KMS (3 pav.). Aukštaitijos KMS trendų lygtys rodo neryškius pokyčius: vandens atsargų mažėjimą 20 cm gylyje (0,018 mm per metus) ir didėjimą 40 cm gylyje (0,12 mm per metus).



3 pav. Vandens atsargų dinamika 1998–2006 m. Iki 2003 metų LT01 KMS vandens atsargos LT 01 dirvožemyje nustatytos gravimetrijos metodu, vėliau – barometrijos. LT 03 KMS naudotas tik gravimetrijos metodas.

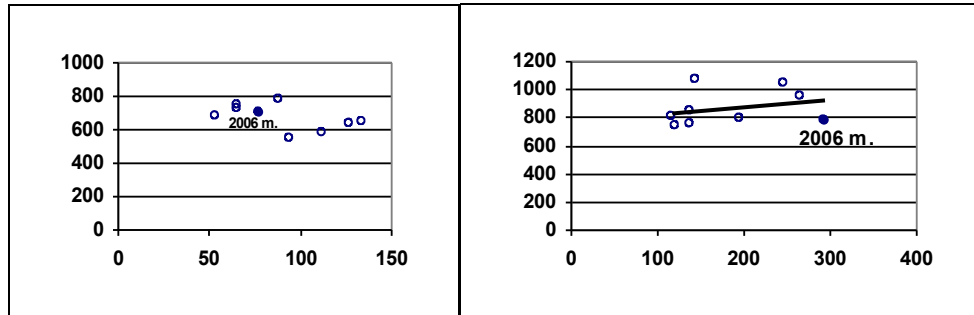
Vandens srautų metinių vidurkių kaita 1998–2006 m. Aukštaitijos KMS neturi ryškių tendencijų. 2006 metais dirvožemio vandens srautas buvo mažesnis, negu 2005 metais, nors kritulių kiekis išaugo. Krituliai nepadidino dirvožemio vandens srauto, nes papildė 2005 metų gale susidriusį dirvožemio vandens atsargų deficitą (3 ir 4 pav.).



4 pav. Vandens srautų metų vidurkių dinamika 1998–2006 m.

Žemaitijos KMS tarp dirvožemio vandens srauto ir kritulių kiekio pastebimas ryšys (4 pav.). Žemaitijos KMS koreliacijos koeficientas tarp dirvožemio vandens srauto ir kritulių kiekio 1998–2005 m. laikotarpiu buvo +0,55, 1998–2005 m. laikotarpiu - +0,27, taigi 2006 metais dirvožemio vandens srautas buvo didesnis, negu nustatytas pagal 1998-2005 metų kritulių ir dirvožemio vandens srauto ryšio tiesę (5 pav.). Galima tokio nukrypimo nuo dėsningumo priežastis yra ta, kad dirvožemyje ėmė atsirasti plyšiai ir padidėjo vandens dalis, kuri nesusigeria į dirvožemį. Plyšių pagausėjimo galimybę patvirtina dirvožemio išdžiūvimo (vandens atsargų sumažėjimo) Žemaitijos KMS tendencija.

Aukštaitijos KMS ryšys tarp kritulių ir dirvožemio srauto 1998-2006 metais buvo dvilypis, o 2006 metai atitinka vieną iš kritulių ir dirvožemio vandens srauto priklausomybės tiesių (5 pav.).



5 pav. Vandens srautų metinių vidurkių priklausomybė nuo kritulių kiekio.

Dirvožemio vandens dinamikos ypatumai atsispindi kai kuriose jo cheminėse savybėse.

Aukštaitijos stotyje 2006 m. dirvožemio vandens pH jai treči metai laikosi aukštame lygyje, aukščiausiame per stebėjimų laikotarpį. Žemaitijos stotyje taip pat kyla dirvožemio vandens pH, tačiau aukščiausias 1999–2002 metų lygis 40 cm gylyje nepasiektas, o 20 cm gylyje dirvožemio vandens pH tapo viena iš didesnių per stebėjimų laikotarpį (6 pav. 1).

Jau treči metai Žemaitijoje dirvožemio tirpale didėja Si kiekis, o Aukštaitijos KMS Si kiekis šiek tiek sumažėjo.

Tirpalo specifinis elektrinis laidumas bei Cl ir Mg (Aukštaitijos KMS) koncentracija, palyginti su 2005 m. mažėjo. Tačiau išaugo Aukštaitijoje sulfatų, K, o Žemaitijoje Ca ir K koncentracija.

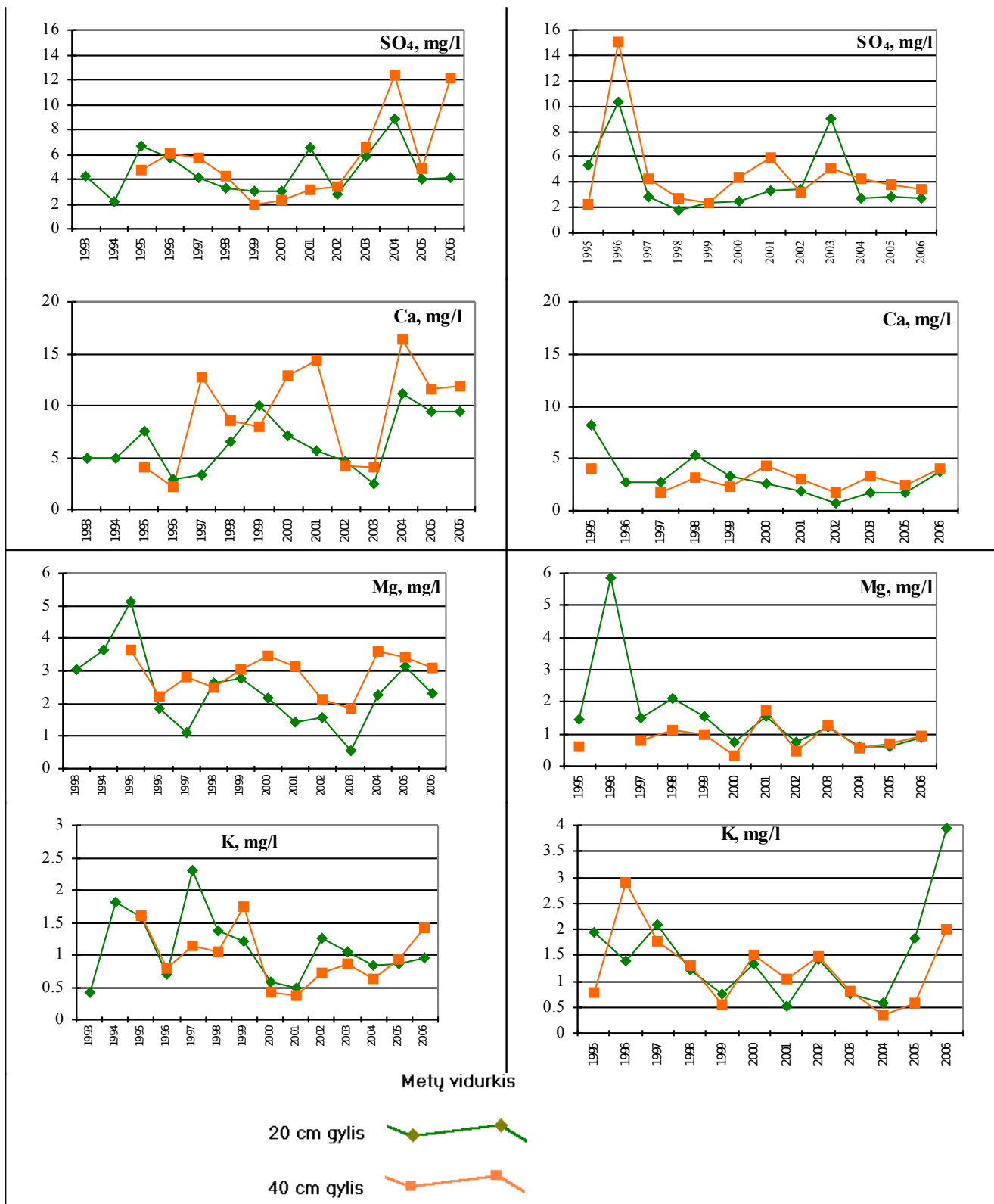
Pagal pH, elektrinio laidumo ir tirpių vandenyje makroelementų dinamiką galima teigti, kad pastuosius tris metus medžiagų išplovimas iš dirvožemio yra, palyginti su kitais stebėjimo laikotarpio metais, intensyvus (6 pav.).

Aukštaitijos KMS palyginti su 2004–2005 metais sumažėjo visuminio fosforo, Fe ir Mn koncentracijos. Žemaitijos stotyje jau antri metai visuminio fosforo, Fe ir Mn koncentracijos kyla. Išimtis Fe 20 cm, o Mn 40 cm koncentracijos yra mažesmės, negu 2005 m.



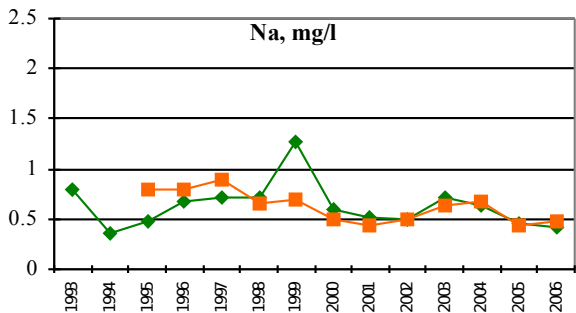
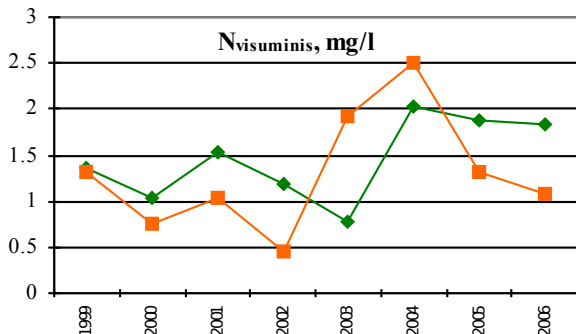
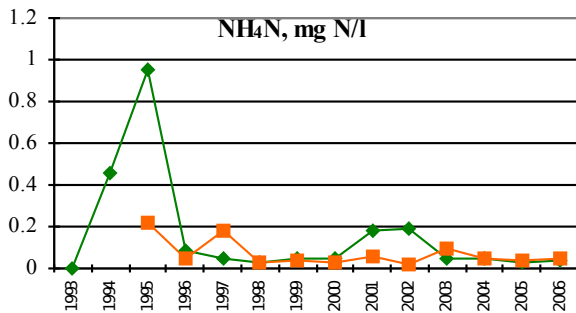
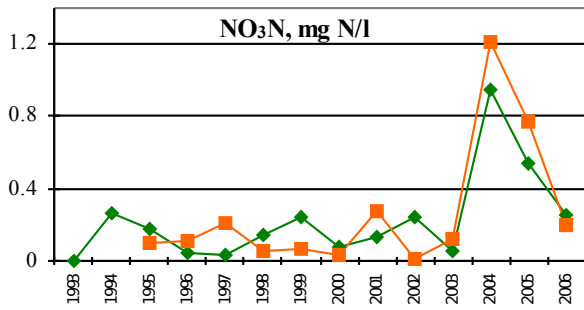


6 pav. Dirvožemio vandens savybių kitimas (1 iš 4, tęsinys kitame puslapyje).



6 pav. Dirvožemio vandens savybių kitimas (2 iš 4, tęsinys kitame puslapyje).

### Aukštaitijos IMT

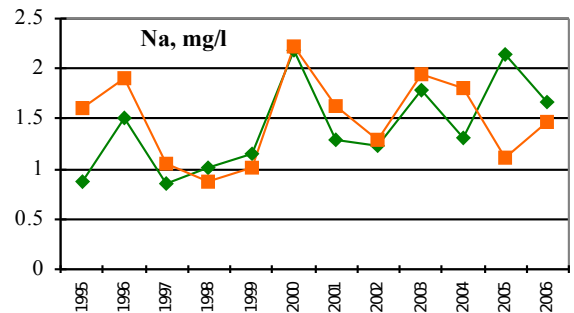
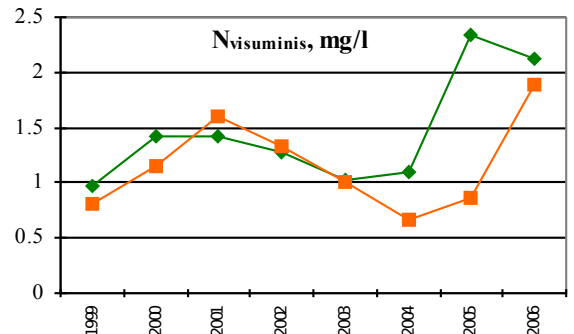
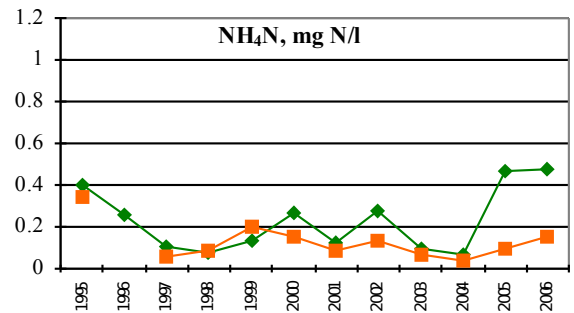
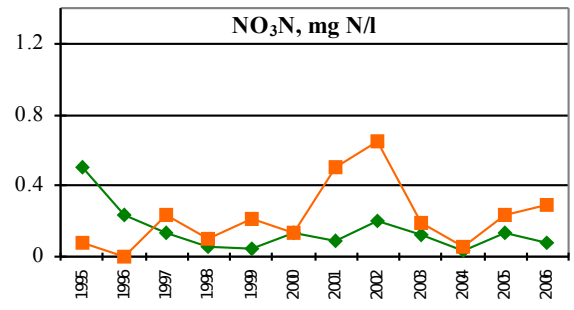


Metų vidurkis

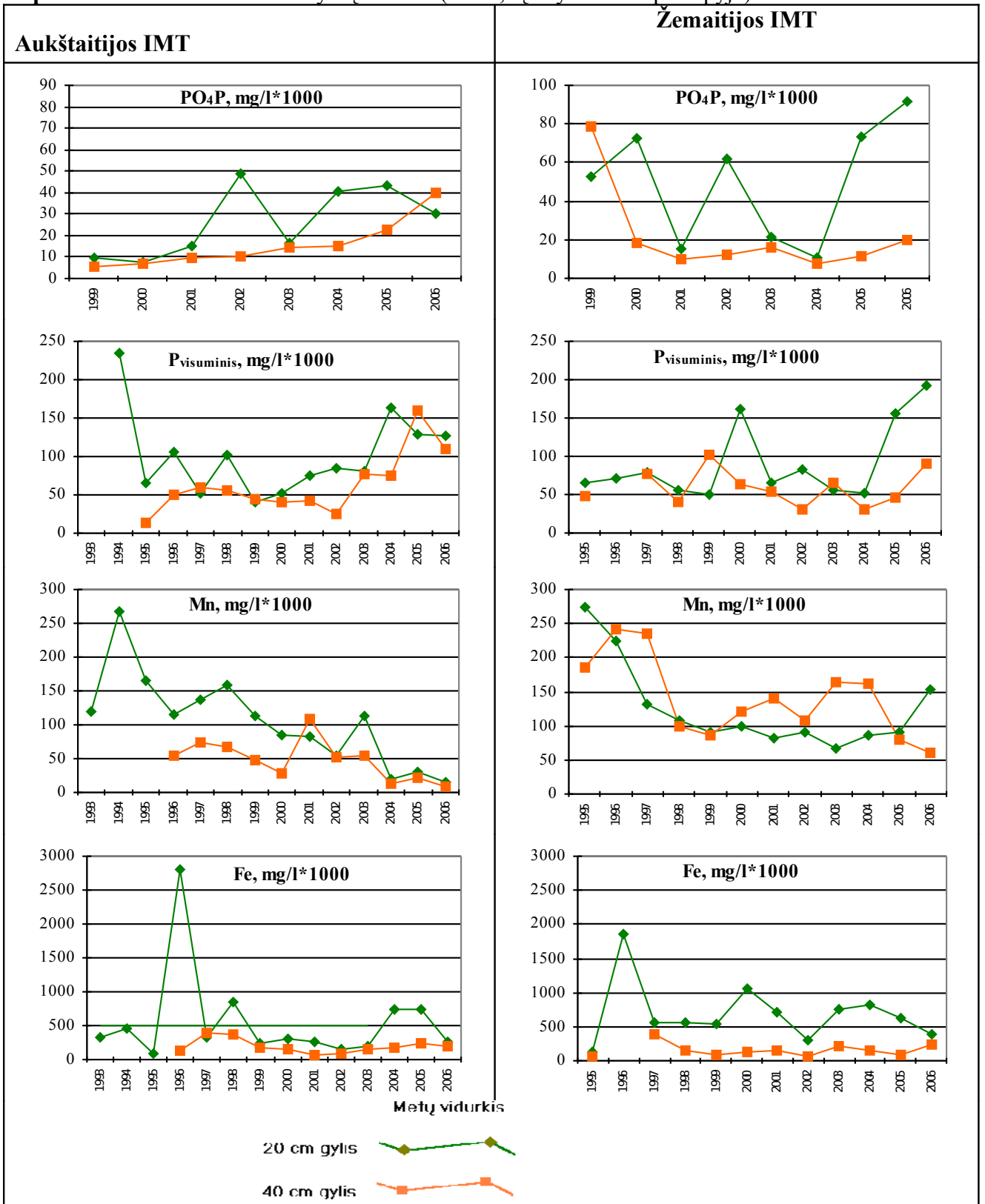
20 cm gylis

40 cm gylis

### Žemaitijos IMT



6 pav. Dirvožemio vandens savybių kitimas (3 iš 4, tęsinys kitame puslapyje).

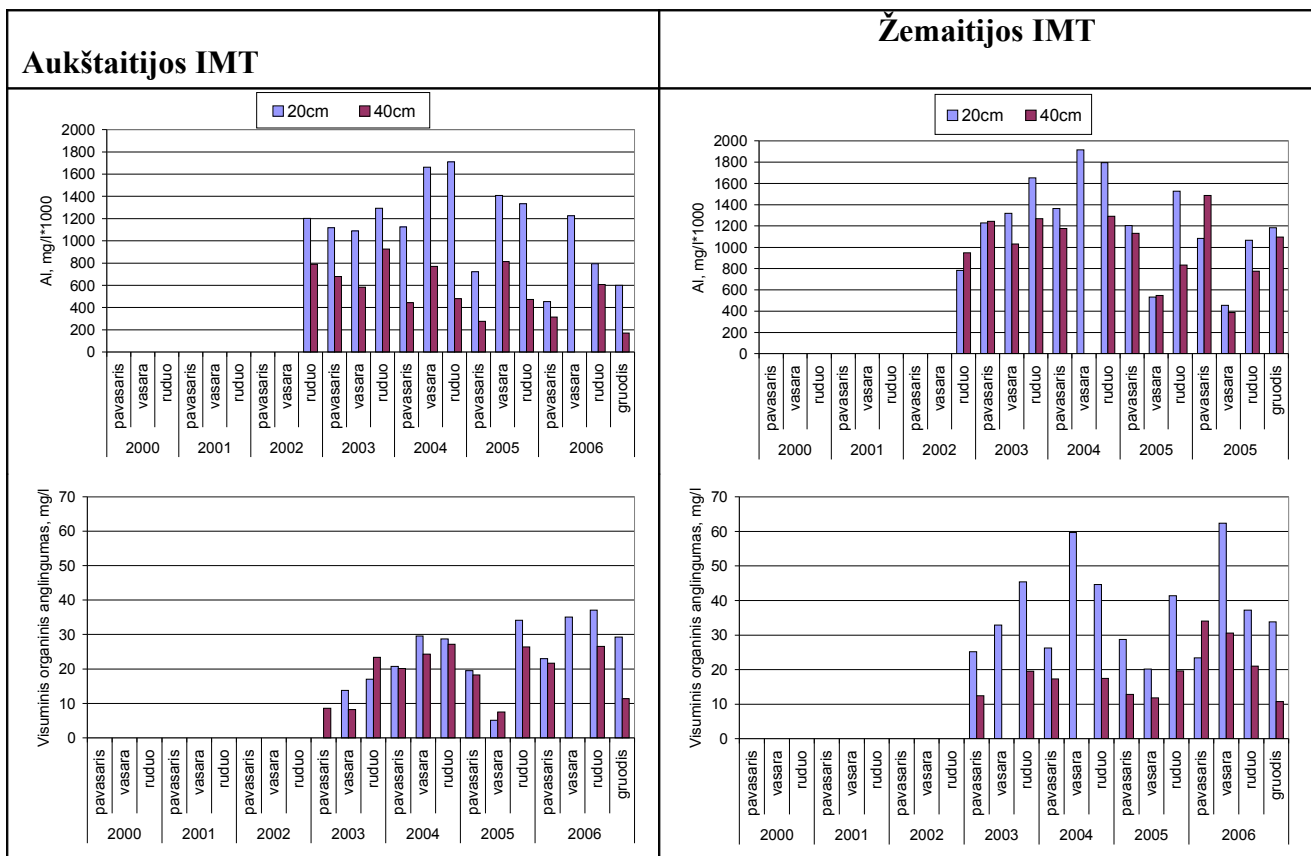


**6 pav.** Dirvožemio vandens savybių kitimas (4 iš 4, pabaiga).

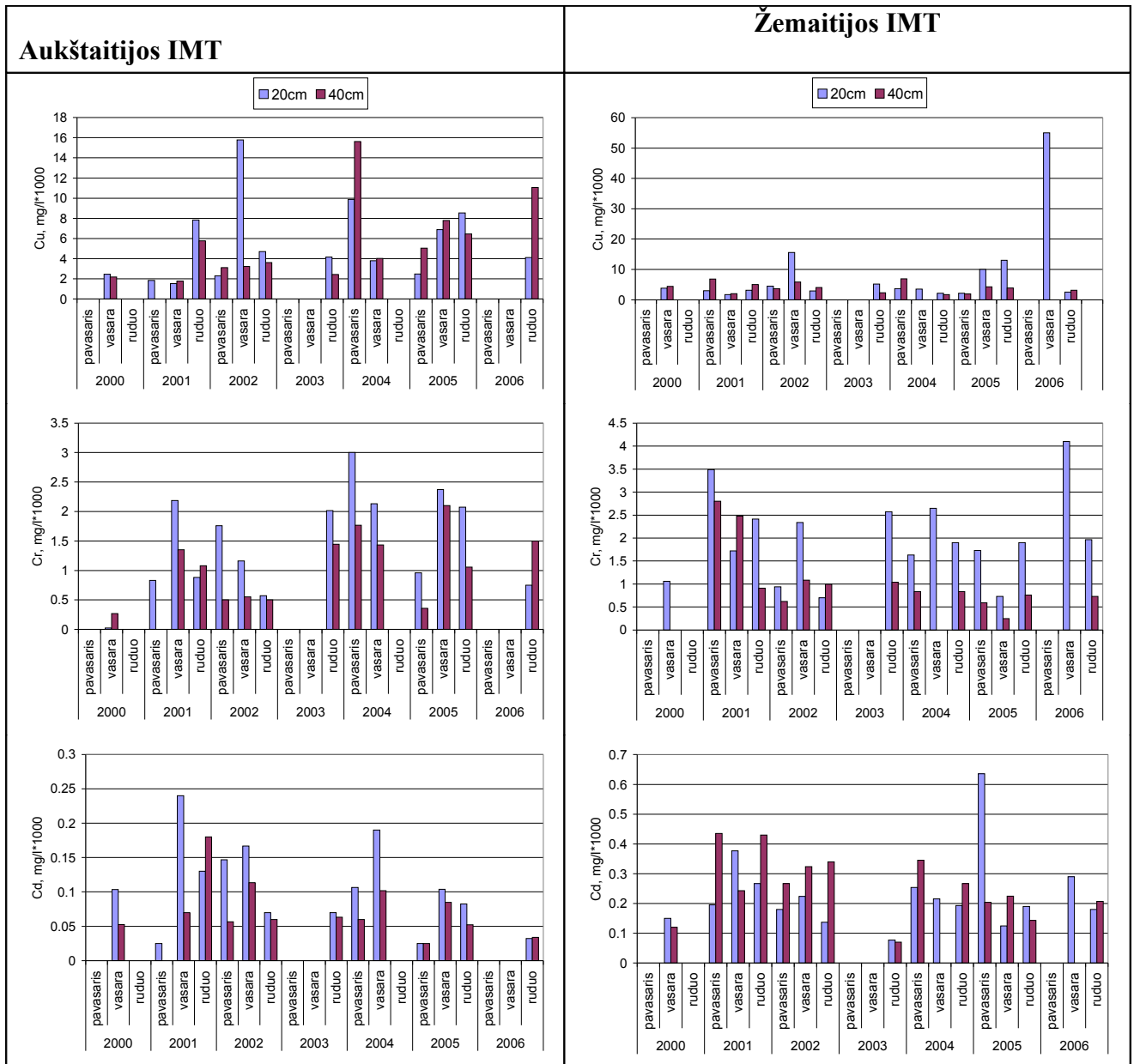
2006 m. fosfatų koncentracija, kaip ir visuminio fosforo, išskyrus 20 cm gylyje, didėja jau antrus metus.

Nitratų ir visuminio azoto koncentracijos dirvožemio vandenyje mažėjo, išskyrus Žemaitijos KMS, 40 cm gylį (6 pav.).

Visuminio aliuminio koncentracija ir visuminis organinis anglingumas yra stebimi nuo 2003 metų. Vienoda aliuminio ir organinės anglies dinamika sietina su dirvožemio vandens ir dirvožemio kietosios fazės sąveikos intensyvumu: esant intensyviai sąveikai ir rūgščiai aplinkai iš dirvožemio išplaunama organinė medžiaga ir aliuminis 2003–2005 m. Žemaitijos stotyje 20 cm gylyje, tarp aliuminio ir organinės anglies koncentracijų buvo stebimas ypač ryškus ryšys, o 2006 metais dėl mažesnės sąveikos tarp dirvožemio vandens ir kietosios fazės, pH padidėjo ir organinės anglies bei aliuminio koncentracijos sumažėjo (7 pav.).



**7 pav.** Dirvožemio vandens visuminis aliuminis ir organinė anglis bei pH 2003-2006 m.



8 pav. Sunkieji metalai dirvožemio vandenyje 2000-2006 m (1 iš 2).

Sunkiųjų metalų koncentracijos yra stebimos nuo 2000 metų, nevienodu periodiškumu, todėl patikimos tendencijų analizės padaryti negalima.

Pastraisiais metais Cu, Cr ir Cd koncentracijos Aukštaitijos KMS nebuvo didžiausios per stebėjimų laikotarpį. Didžiausia Cu koncentracija Aukštaitijoje dirvožemio vandenyje 20 cm gylyje buvo 2002 metų vasarą, o 2006 metų rudenį Cu koncentracija 40 cm gylyje buvo antra pagal dydį tarp matuotų koncentracijų. Didžiausia Cu koncentracija Žemaitijoje buvo nustatyta 20 cm gylyje 2006 metų vasarą (8 pav. 1).

Cu ir Cr koncentracijos Žemaitijos KMS 2006 metų vasarą 20 cm gylyje pasiekė didžiausias per stebėjimų laikotarpį reikšmes. 2005 m. pavasarį Cd koncentracija 20 cm gylyje buvo pasiekusi aukščiausią reikšmę per stebėjimų laikotarpį, bet apie 2006 metų pavasarį duomenų nėra, o vasaros ir rudens koncentracijos buvo didesnės, negu 2005 m., bet mažesnės, negu 2001 m. (8 pav. 1).

Didžiausios Pb koncentracijos būdingos 20 cm gyliui, 2001–2002 metų laikotarpiui. 2006 m. galime lyginti tik rudens reikšmes, Pb koncentracija Aukštaitijos KMS dirvožemio vandenyje iš 20 cm gylio padidėjo, bet nepasiekė 2001–2002 m. lygio, o Žemaitijos – stabili.

Zn koncentracija dirvožemio vandenyje Aukštaitijos stotyje pastaraisiais metais auga. Žemaitijoje 2006 metų liepos mėn. 20 cm gylyje buvo nustatyta 2000 µg/l Zn, t.y. daugiau kaip 10 kartų didesnė Zn koncentracija už stebėjimų laikotarpio vidurkį. Rudenį cinko koncentracija pastebimai nesiskyrė nuo kitų stebėjimo metų. Gruntiniame vandenyje rudenį Zn koncentracijos taip pat nebuvo išskirtinės, o vidurkiai mažiausi nuo 2002 metų. Taigi, nepavyko nustatyti, kodėl 2006 metų liepos mėn. 20 cm gylyje buvo nustatytas didžiulis Zn kiekis, kuris sutapo tik su Cu, Cr ir Ni koncentracijų padidėjimu, bet kol kas neturėjo pasekmių gruntinio vandens sudėčiai.

Ni matuotas tik 2001 ir 2005–2006 m. Duomenų kiekis per mažas tendencijoms nustatyti (8 pav. 2).



8 pav. Sunkieji metalai dirvožemio vandenyje 2000-2006 m. (2 iš 2).



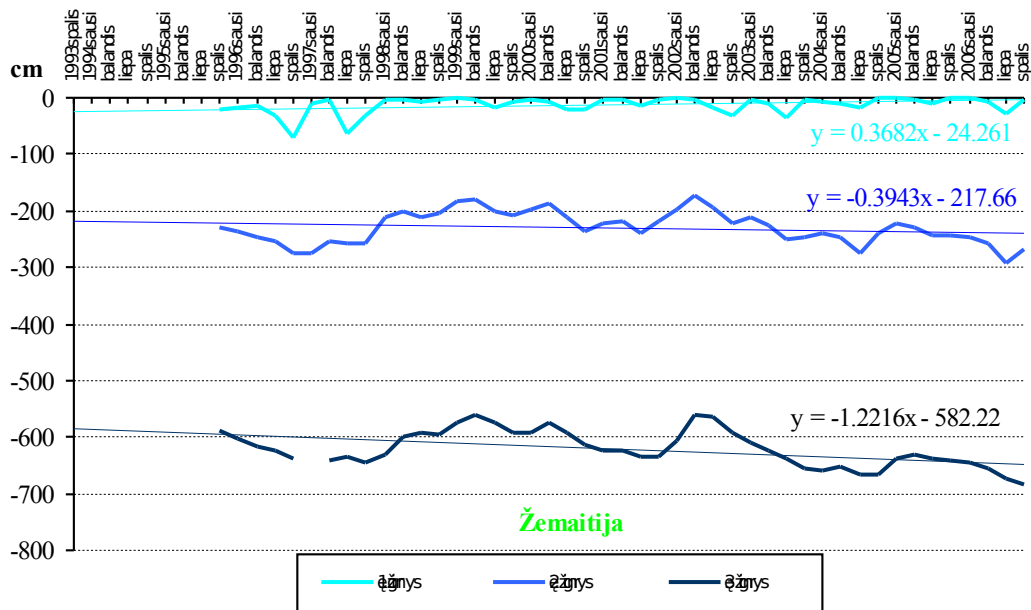
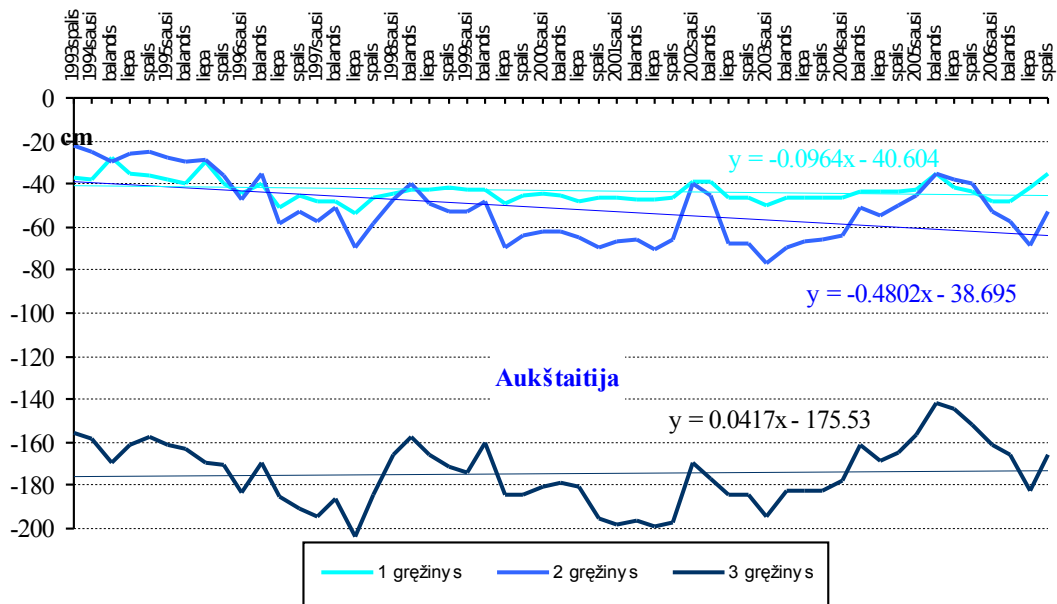
### 2.2.2 Gruntinis vanduo

Nuo monitoringo pradžios iki 2006 m. buvo stebimi 2-3 gruntinio vandens lygio svyravimo ciklai, kurių amplitudė, pradžia ir pabaiga priklauso nuo gręžinio gylio: kuo giliau gręžinys, tuo didesnė gylio svyravimo amplitudė, giliausiuose gręžiniuose 2-6 mėnesiais vėluoja ciklo pradžia ir pabaiga (9, 10 pav).

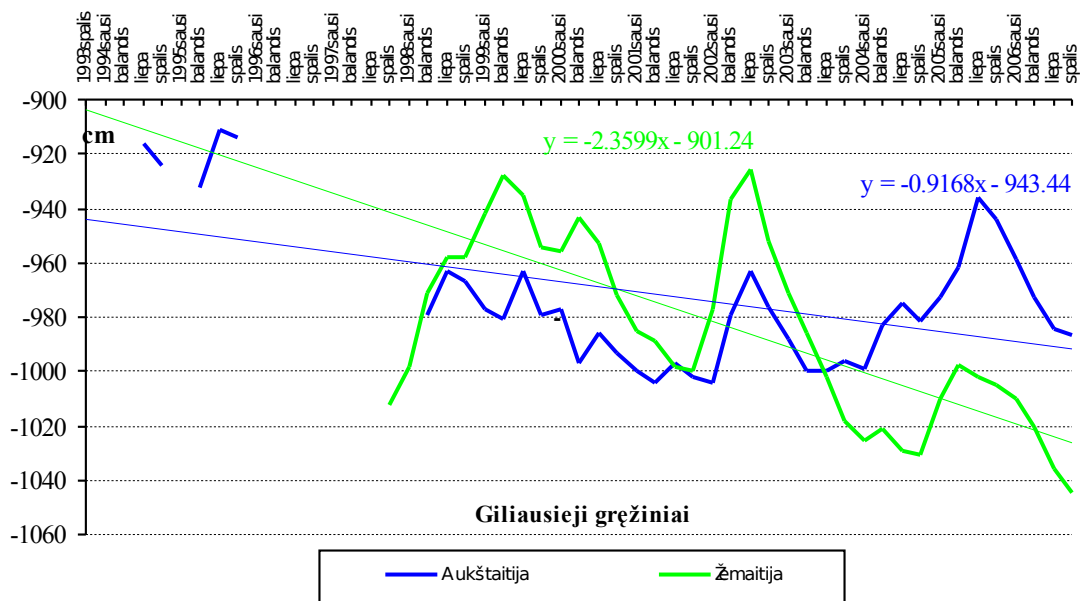
1993(1995)–2006 metais, abiemis monitoringo stotims būdinga gruntinio vandens lygio žemėjimo tendencija. 2006 metais gruntinis vanduo pasiekė trečio per stebėjimo laikotarpį gruntinio vandens svyravimo ciklo minimumą, 2006 m. vasaros pabaigoje-rudenį vandens lygis visiuose gręžiniuose nukrito, lyginant su 2005 metų pradžioje pasiektu piku. 2006 metų pabaigoje, gruodžio mėnesį gruntinio vandens lygio žemėjimo tendencija išliko gilesniuose nei 3 m gręžiniuose, o sekliuosiuose gręžiniuose gruntinio vandens lygis rudens pabaigoje ėmė kilti. Didžiausias gruntinio vandens lygio žemėjimo greitis būdingas Žemaitijos IMS 950 ir 600 cm gylio gręžiniams, juose 2006 metų gruodžio mėnesį užfiksuoti žemiausi lygiai per visą stebėjimų laikotarpį.

Neigiamai gruntinio vandens gylio tendencijai kritulių kiekis nebuvo lemiamas, nes Aukštaitijoje kritulių kiekis normą viršijo, o Žemaitijoje, nors ir buvo žemesnis už normą, bet, didesnis už 1996, 2000 ir 2003 metų kritulių kiekį. Gruntinio vandens lygio kritimas sietinas su kritulių dinamikos pokyčiais, pastraisiais, 2005–2006 metais padaugėjo šiltojo laikotarpio liūtinių kritulių dalis, todėl išaugo paviršinis vandens nuotekis, padidėjo kritulių vandens dalis nepatenkanti nei į dirvožemį, nei į gruntinius vandenis.

Pagal gruntinio vandens lygio dinamiką galima prognozuoti, kad 2006 metais sekliuosiuose gręžiniuose vidutinis medžiagų srauto rodiklis buvo mažesnis nei 2005 m., o giliuosiuose gręžiniuose – didesnis, teigiamas, nes krintant runtinio vandens lygiui tikėtinas medžiagų išplovimas.

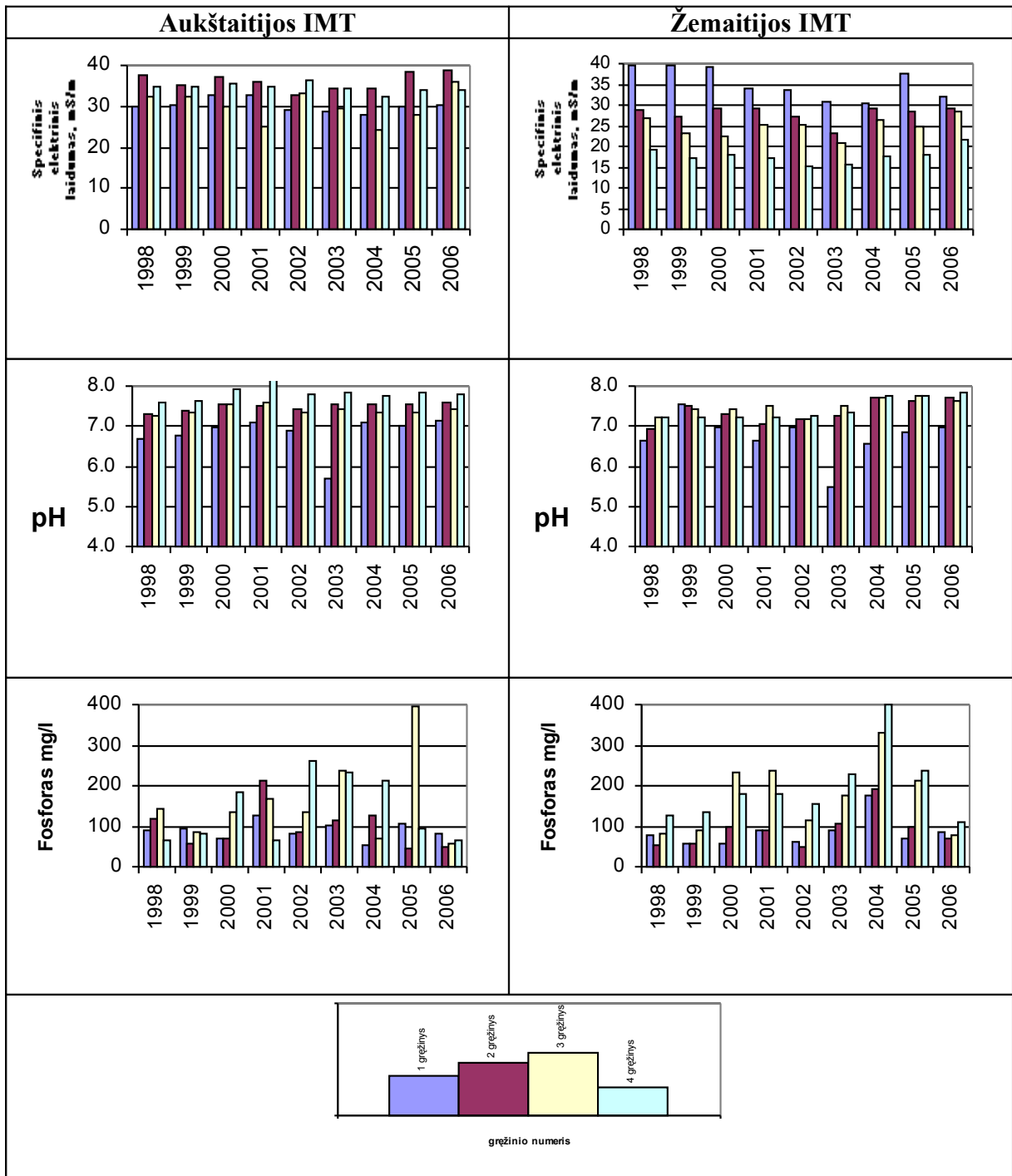


9 pav. Gruntinio vandens lygis sekliuosiuose grežiniuose 1993-2006 metais.

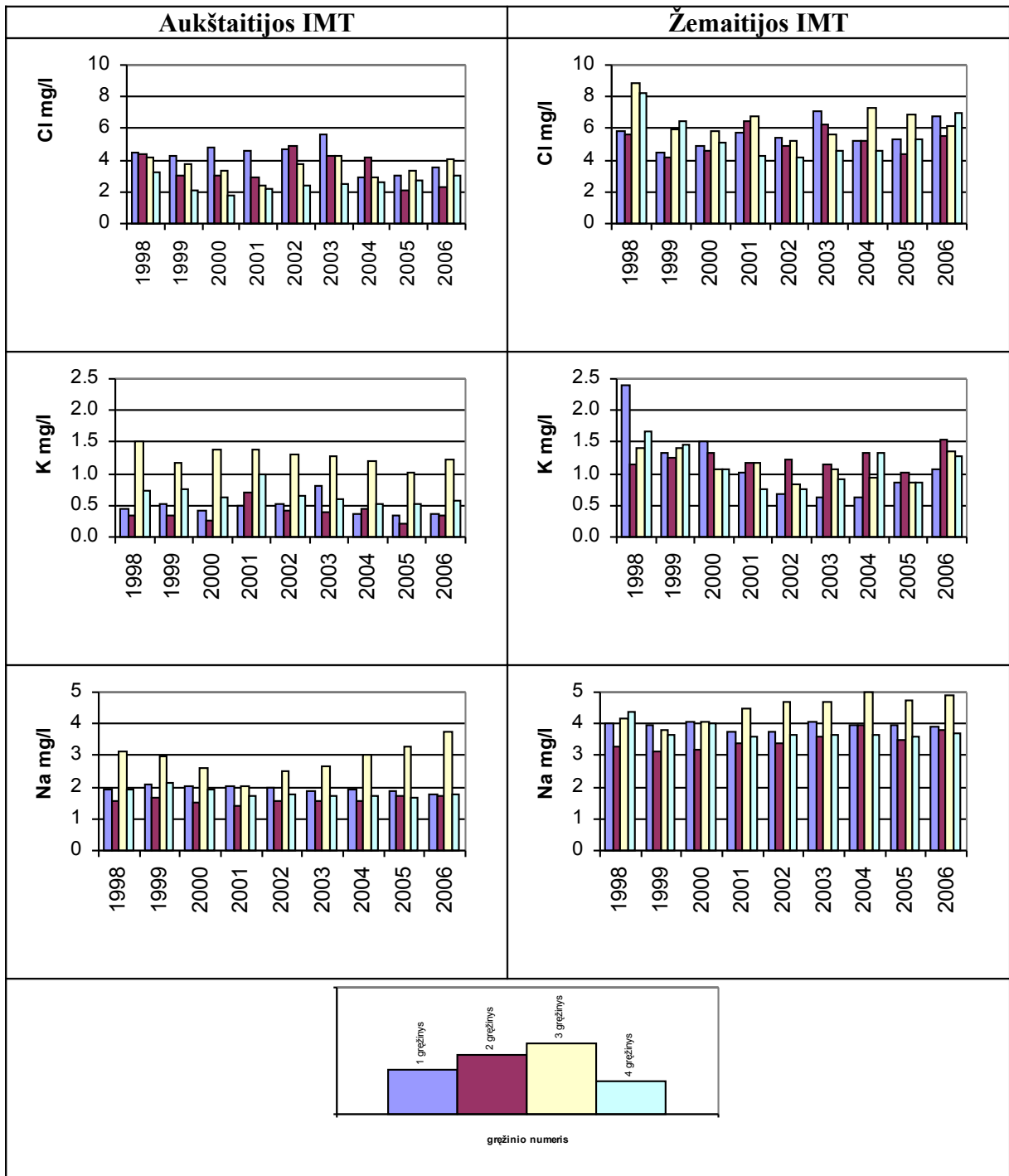


**10 pav.** Gruntinio vandens lygis giliausiuose gręžiniuose 1993-2006 metais.

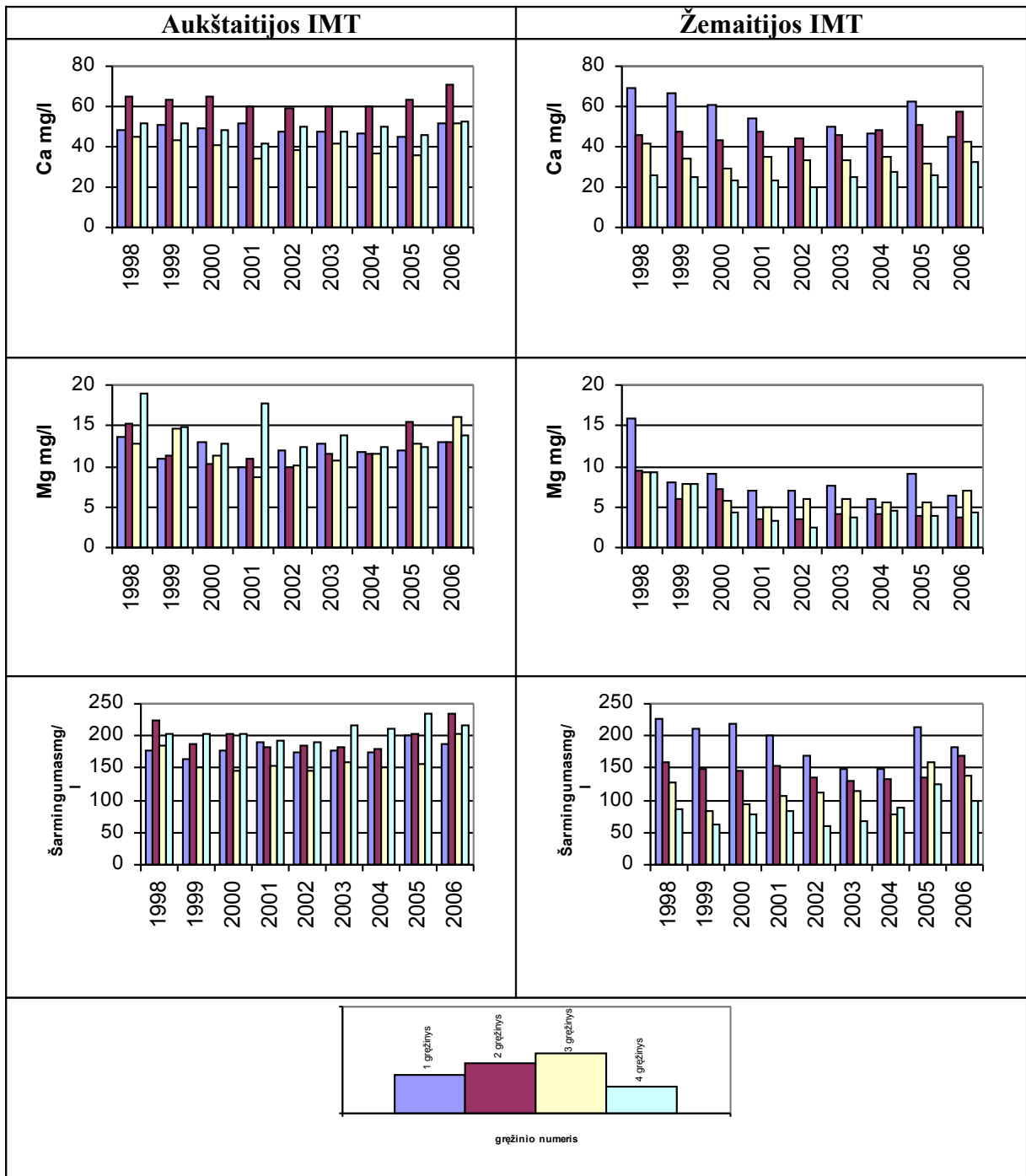
Tirpių medžiagų koncentracijos gruntiniame vandenyje. Elektrinis laidumas 2006 metais, kaip ir 2005 m. buvo didesnis, negu 2004 m. didėjo abiejų monitoringo stočių visuose gręžiniuose, išskyrus Žemaitijos IMS sekliausią gręžinį (7 pav., 1). Elektrinio specifinio laidumo didėjimas 2005 m. buvo susijęs su gruntinio vandens lygio paaukštėjimu ir drenuotų sluoksnių ardymu, o 2006 metais, nepaisant gruntinio vandens lygio kritimo, medžiagų koncentracija išliko stabili. 2006 metams būdingas, palyginti su norma, nedidelis kritulių kiekis (1 pav.) ir mažesnis už vidutinį dirvožemio vandens srautas (Aukštaitijos KMS) (4 pav.) arba dirvožemio vandens ir kietosios fazės sąveikos intensyvumas (Žemaitijos KMS), todėl gruntiniame vandenyje išaugo K, Na ir Cl koncentracijos, o pH nuo 2004 m., yra stabilus (palyginti su 1998–2003 m. laikotarpiu, pH reikšmė yra didesnė).



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



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



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

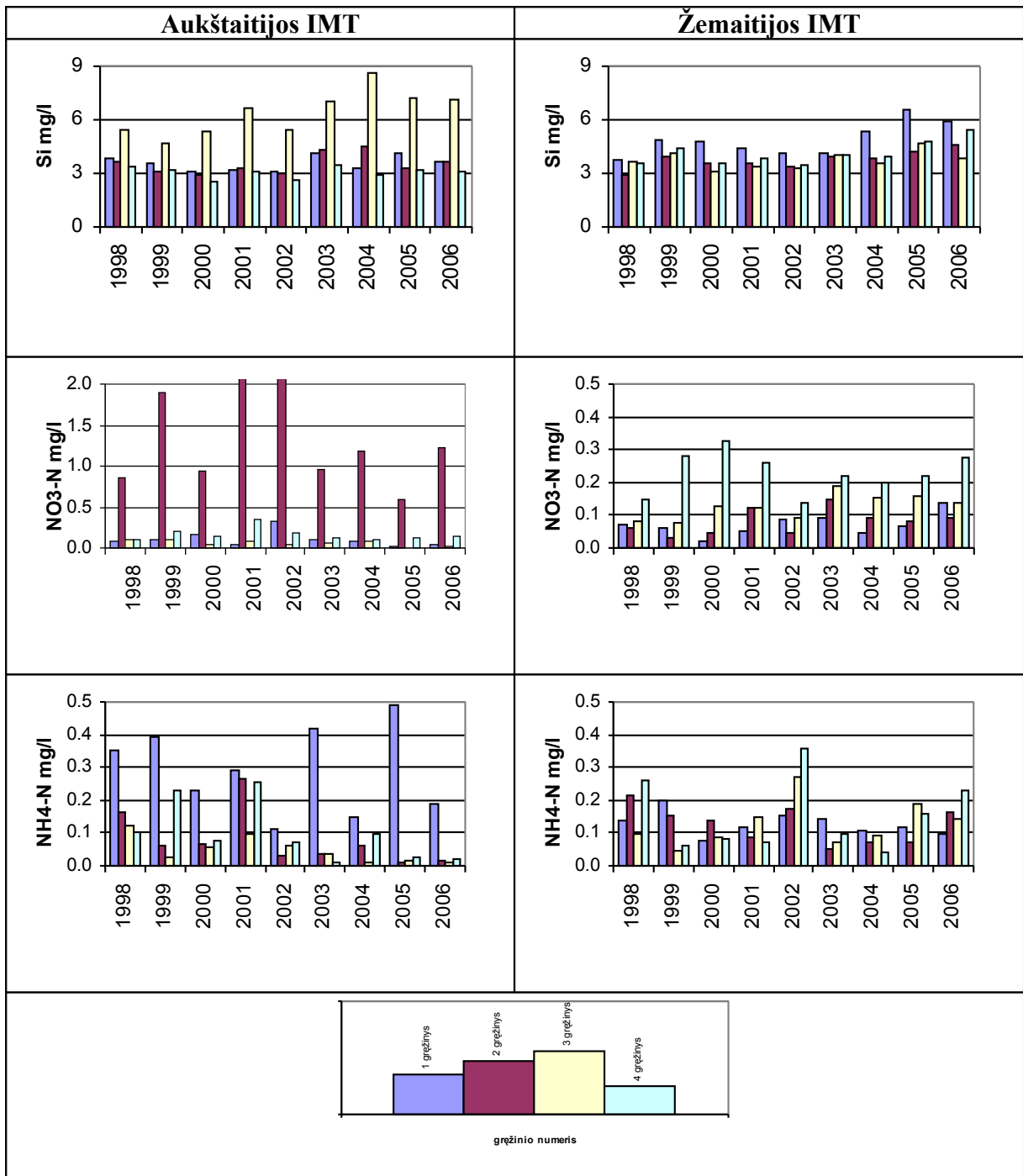
Ca, Mg koncentracijos ir šarmingumas Aukštaitijos KMS didėja nuo 2004 m., o Žemaitijoje, palyginti su 2005 m. tapo mažesni (11 pav.). Sulfatų koncentracija atvirkščiai – Aukštaitijos KMS sumažėjo, o Žemaitijos padidėjo, todėl galima teigti, kad gipso ir dolomito junginiai neturėjo įtakos medžiagų koncentracijų kaitai. Kadangi pokyčiai nėra ilgalaikiai, sunku nustatyti, kokie procesai lėmė šiuos pokyčius.

Aukštaitijos stoties Si kiekis mažesnis, negu 2005 m. Žemaitijos stoties Si koncentracija laikosi, kaip ir 2005 m. aukštesniame negu vidutiniame, lygyje, tikėtina, dėl gruntinio vandens lygio kritimo, intensyvesnio silikatinių uolienu dūlėjimo. Uolienu dūlėjimas galėjo lemti ir geležies bei aliuminio koncentracijų padidėjimą visuose Žemaitijos gręžiniuose (11 pav. 4-5).

Visuminio fosforo ir fosfatų koncentracijos sumažėjo abiejose stotyse dėl aukšto šarmingumo ir pH (fosfatai šarminėje aplinkoje tampa nejudrūs) (11 pav. 1 ir 6).

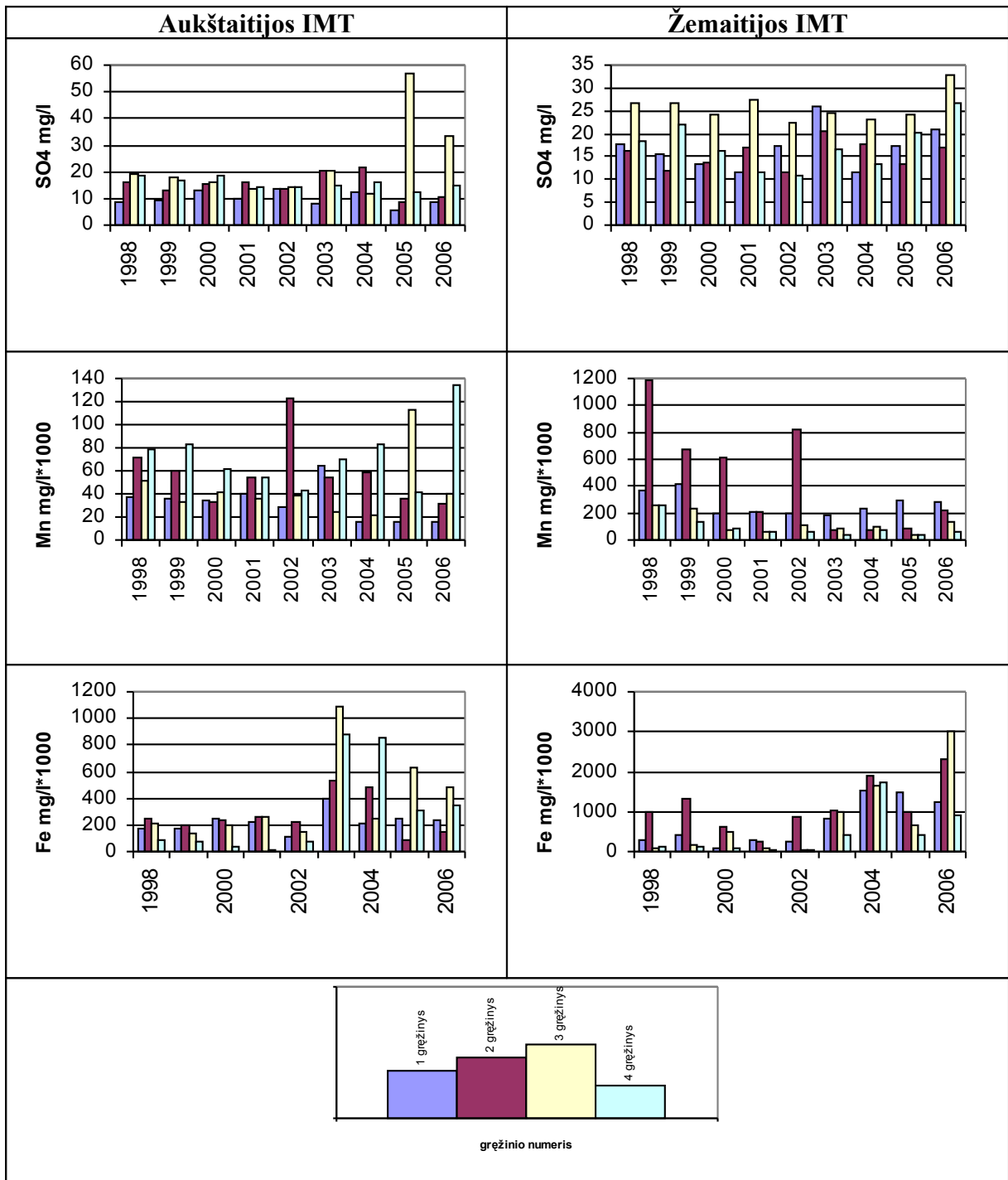
Nitratų ir amonio azoto koncentracija, abiejų stočių gruntiniame vandenyje, palyginus su 2005 m. padidėjo. Išlieka mangano ir visuminės organinės anglies koncentracijų diėjimo tendencija (11 pav.).

Abiejose stotyse išaugo Ni ir Pb koncentracijos, ypač ryškiai giliausiuose gręžiniuose. Aukštaitijoje padidėjo Cd, o Žemaitijoje Cr koncentracija (11 pav. 7-8).

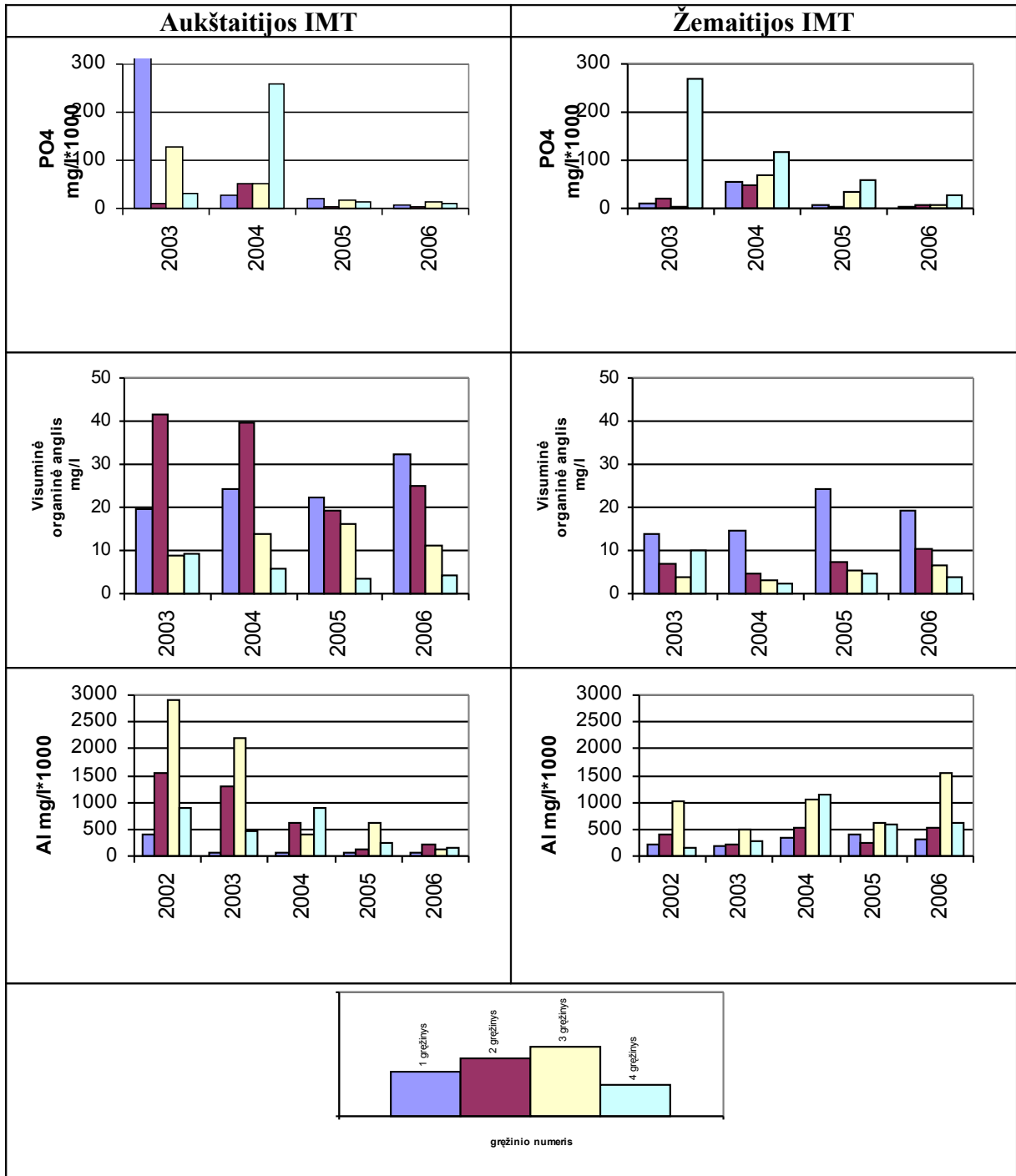


11 pav. Gruntinio vandens cheminė sudėtis (4 iš 8).

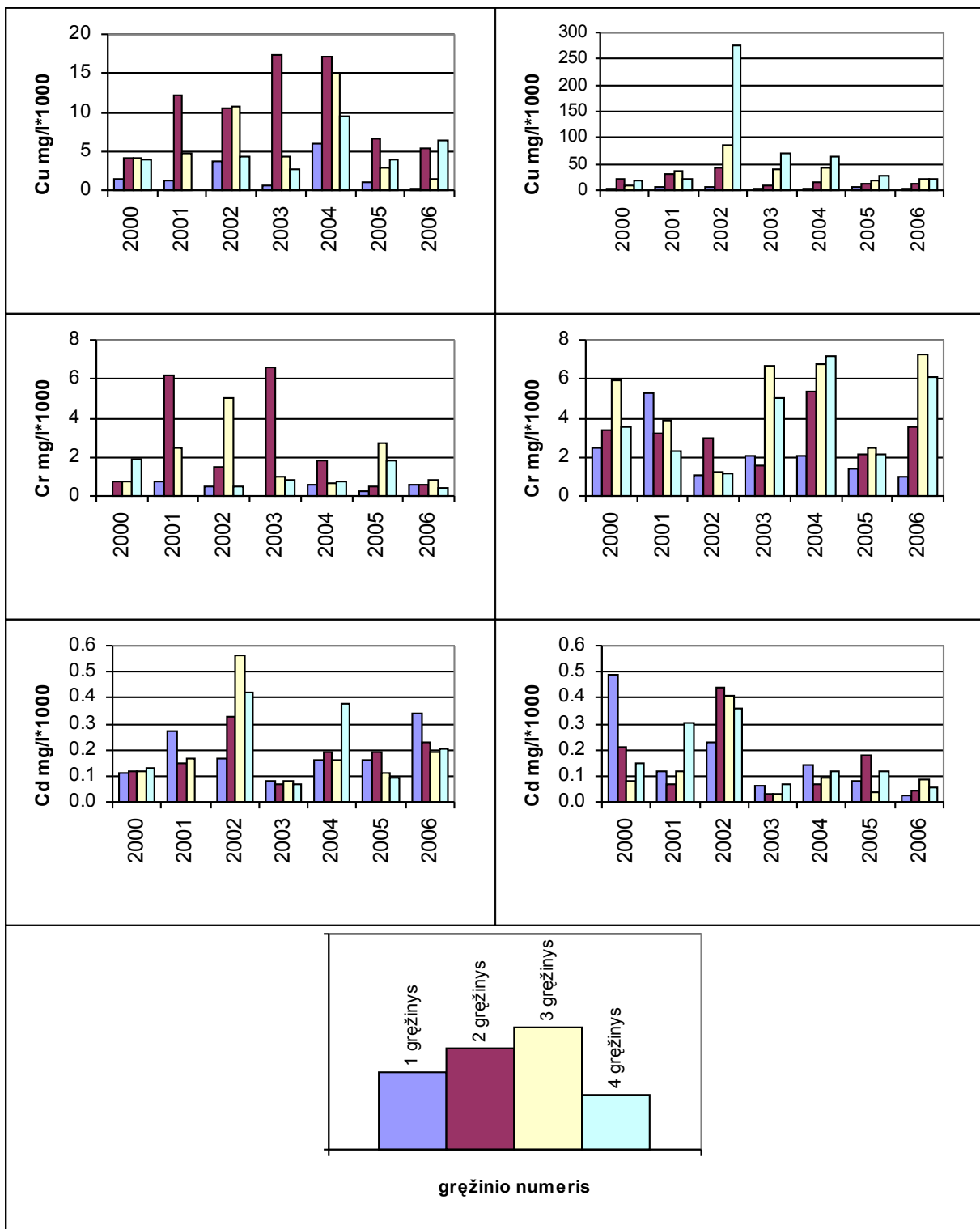




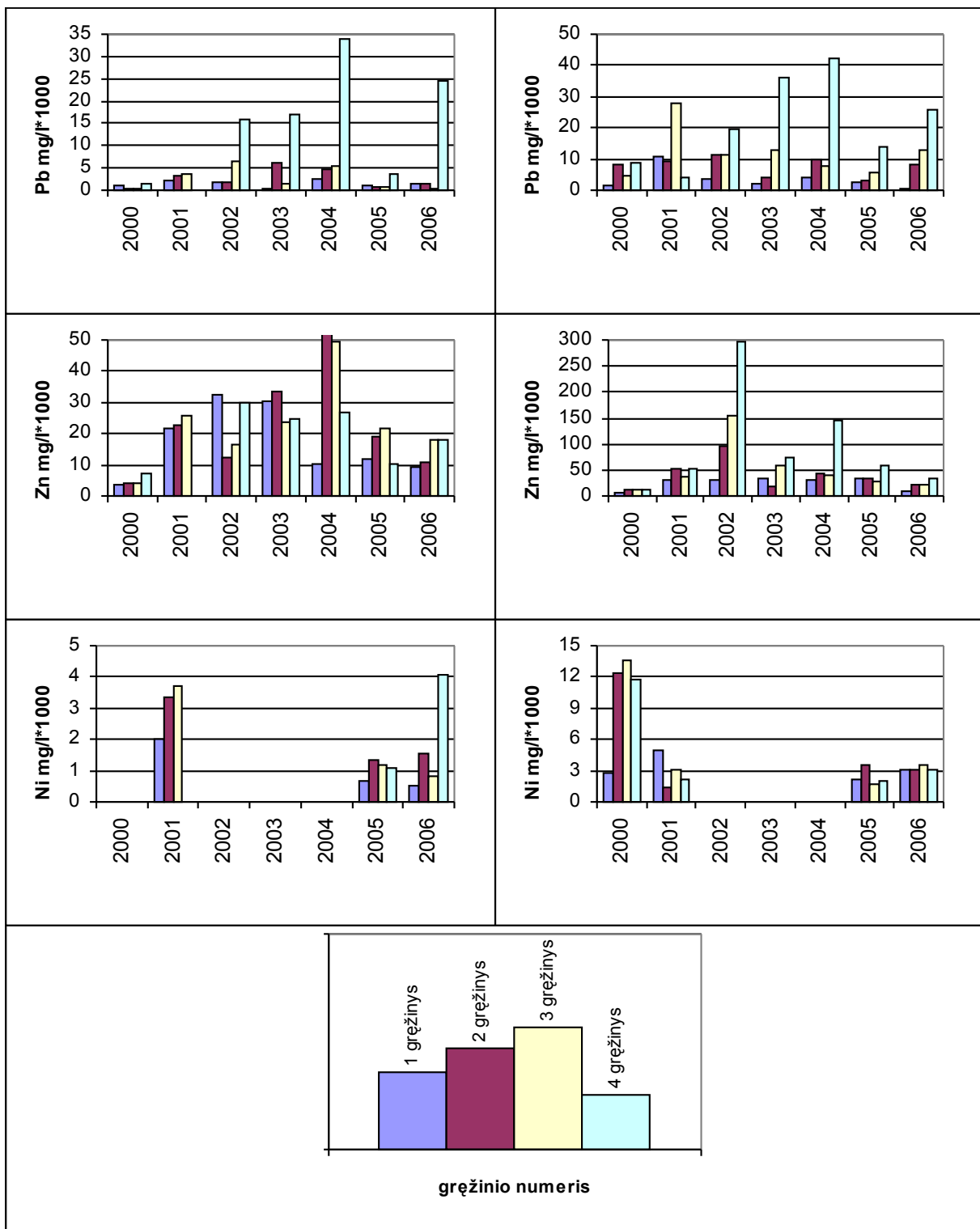
11 pav. Gruntinio vandens cheminė sudėtis (5 iš 8)



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



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



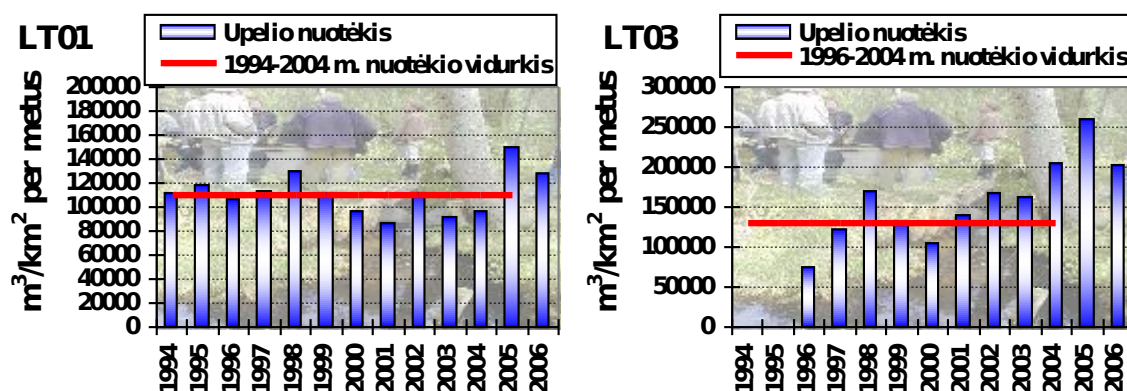
11 pav. Gruntinio vandens cheminė sudėtis (8 iš 8)

2.2.3 Upelio vanduo

2006 metais upelių nuotėkis abiejose monitoringo stotyse išliko aukštame lygyje, viršijančiame 1994-2004 metų vidukį.

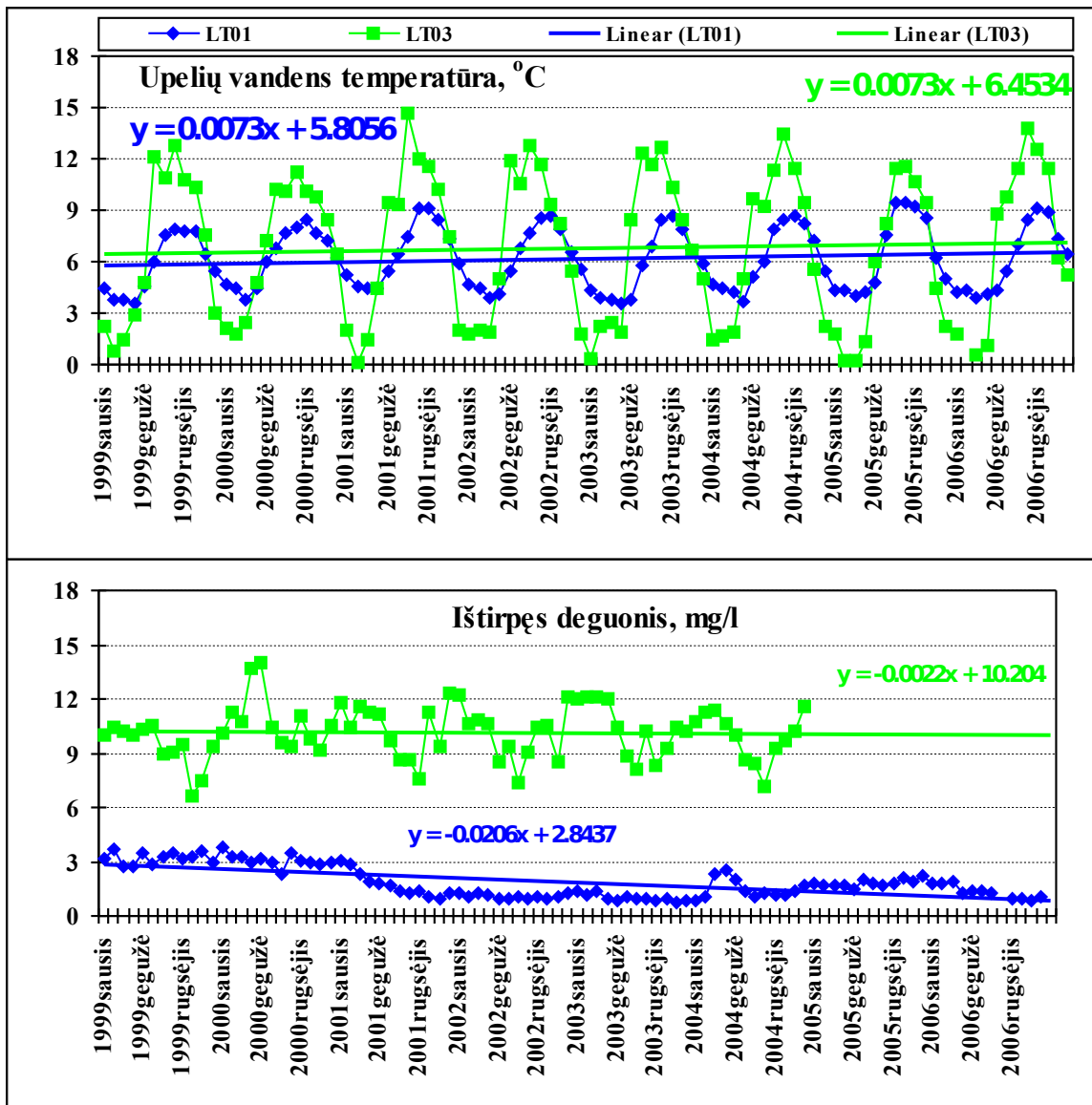
Aukštaitijos stotyje 2006 m. nuotėkis, palyginti su 2005 m. reikšme, sumažėjo 15 %, bet liko 2 % didesnis už 1998 m. nuotėkį (didžiausią 1994–2004 laikotarpį).

Žemaitijos KMS pirmuosius tris 2006 metų mėnesius upelio nuotėkis nebuvo matuojamas, dėl to, kad upelį kaustė ledas, tačiau, metinis 2006 m. nuotėkis visvien buvo didesnis nuo stebėjimo laikotarpio pradžios. Trejus pastaruosius metus, 2004-2006 m. Žemaitijos KMS upelio nuotėkis yra padidėjęs: 2006 metų nuotėkis buvo 12 % mažesnis už 2005 metų ir tik 1 % mažesnis už 2004 m. nuotėkį, kuris buvo didžiausias 1994–2004 laikotarpiu (12 pav.).

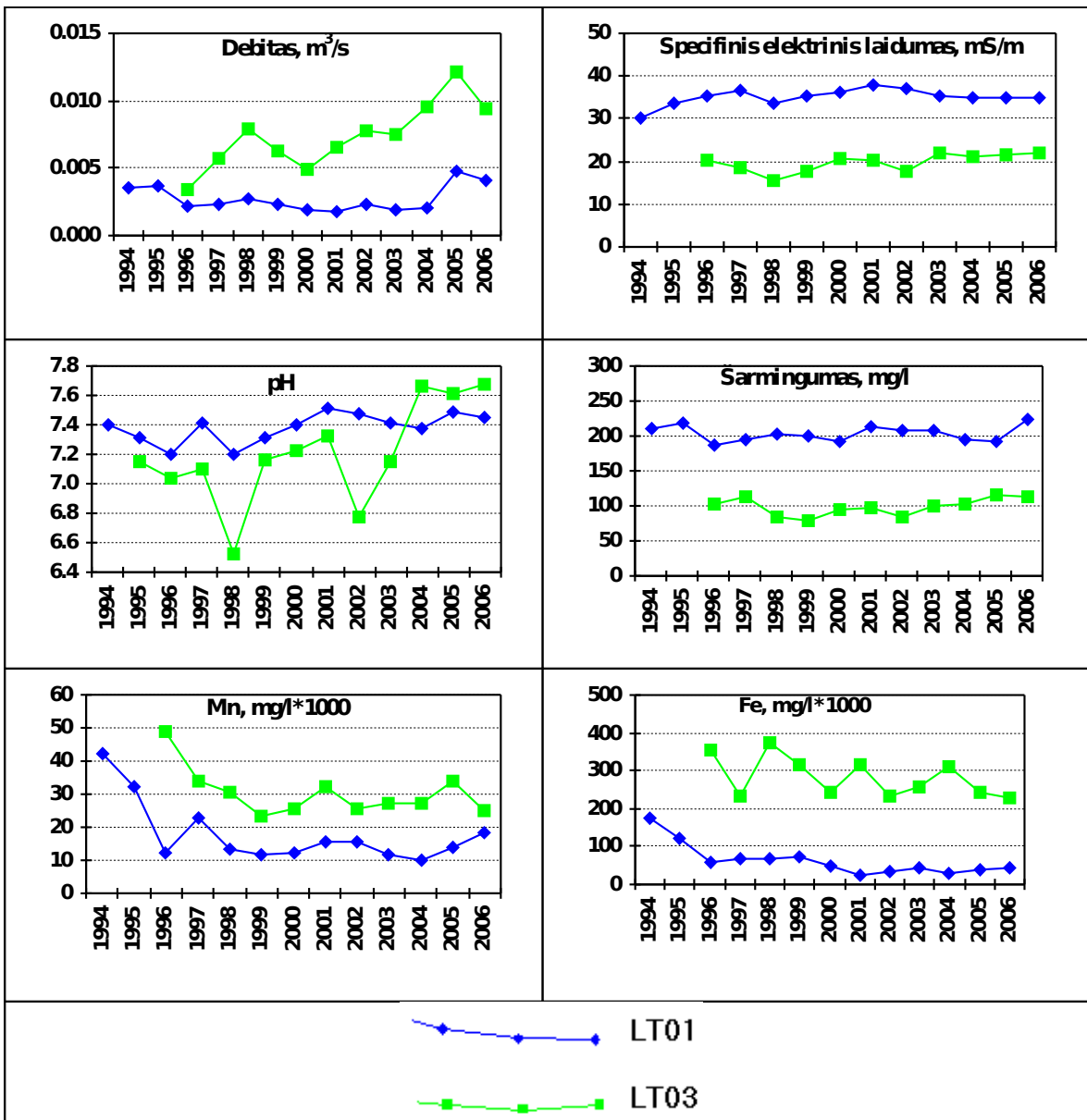


12 pav. Upelių metinis nuotėkis 1994–2006 m.

1999–2004 m. periodo upelio vandens vidutinė temperatūra buvo: Aukštaitijos KMS 6,9 °C, o Žemaitijoje 7,1 °C. 2006 metais upelio vandens vidutinė metų temperatūra Aukštaitijos KMS nukrypo nuo vidurkio daugiau kaip 0,1 °C, o Žemaitijos KMS buvo net 0,6°C. Aukštesnė už vidurkį. 2006 m. susilygino abiejų stočių upelių temperatūros trendų koeficientai (13 pav.).



13 pav. Upelių vandens temperatūra ir ištirpęs deguonis (dėl techninių kliūčių LT03 2005–2006 m. nebuvo matuojamas).



14 pav. Vidutiniai upelio vandens metų parametrai 1994-2006 metais (1 iš 4).

Pagal 1999–2006 metų trendo lygtį upelių temperatūra kilo vienodu greičiu, po 0,0073°C per mėnesį arba 0,0876°C per metus. Temperatūros kilimas gali būti klimato ciklą pasekmė.

Ištirpusio deguonies kiekis išmatuotas tik Aukštaitijoje, nes Žemaitijos stebėtojų matuoklis jau antri metai nesutaisytas. Ištirpusio deguonies trendai abiejose stotyse yra neigiami. 2005 metais Aukštaitijos KMS deguonies trendas dėl išaugusio nuotėkio buvo pakilęs, bet 2006 metais debito vidurkis buvo mažesnis. Metų pabaigoje ištirpusio deguonies kiekis sumažėjo iki 0,84 mg/l – tai viena iš mažiausių reikšmių per stebėjimų laikotarpį – 2003 ir 2004 metais ištirpusio deguonies reikšmės metų pabaigoje buvo nukritusios iki 0,76–0,86 mg/l.

2006 metais stebėtas didžiausias nuo 2003 metų matuojamos organinės anglies kiekis, augo ir visuminio azoto kiekis (13 ir 14 pav. 3).

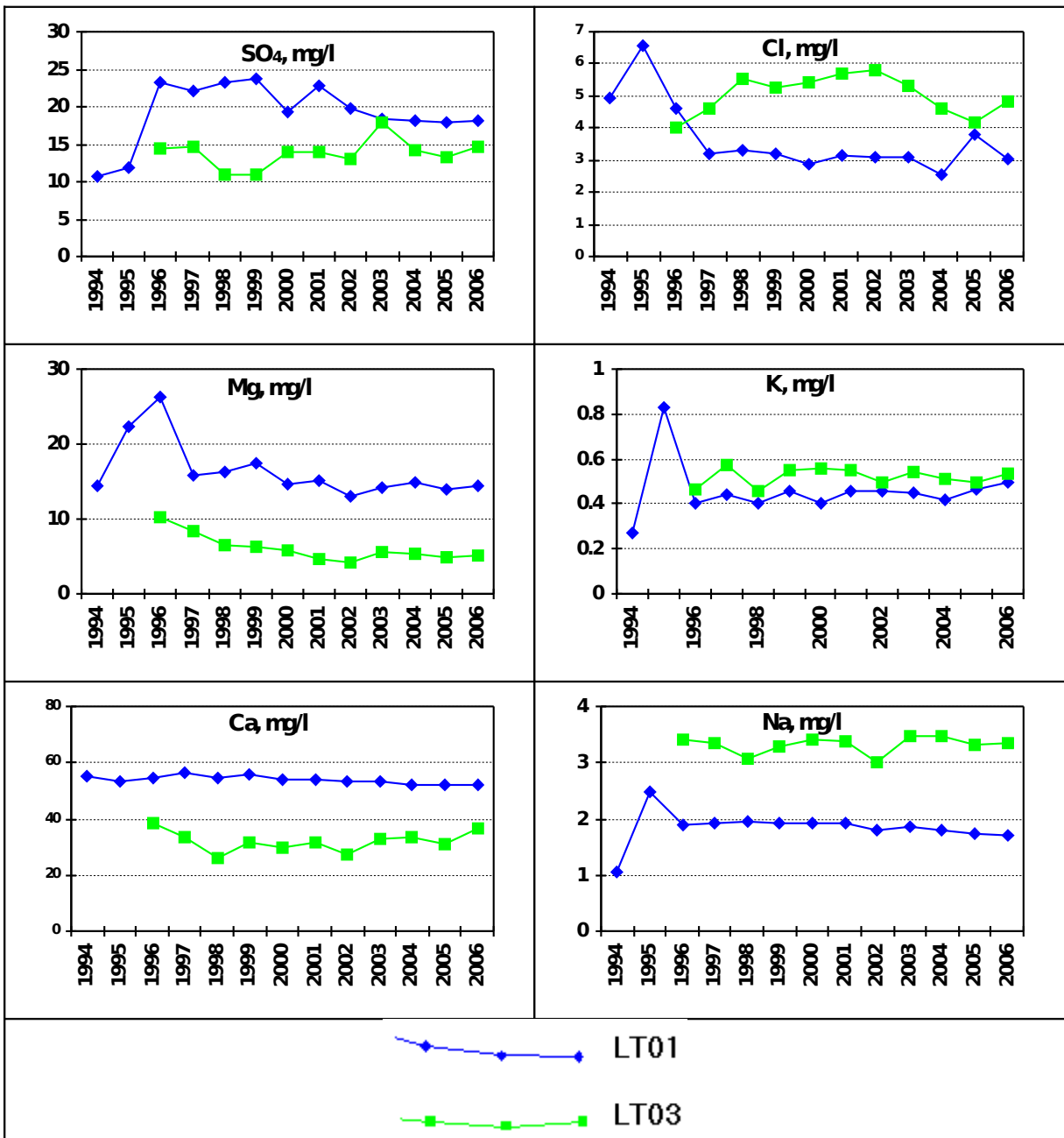
Geležies ir mangano koncentracijos Aukštaitijos upelio vandenyje, palyginus su 2005 metais buvo didesnės. Žemaitijos KMS – ir geležies, ir mangano koncentracijos 2006 metais sumažėjo (14 pav. 1).

Žemaitijos KMS tap pat, kaip ir Aukštaitijos KMS, ištirpusios anglies daugiau, negu 2005 m. Abiejose stotyse padaugėjo ištirpusio Si koncentracija.

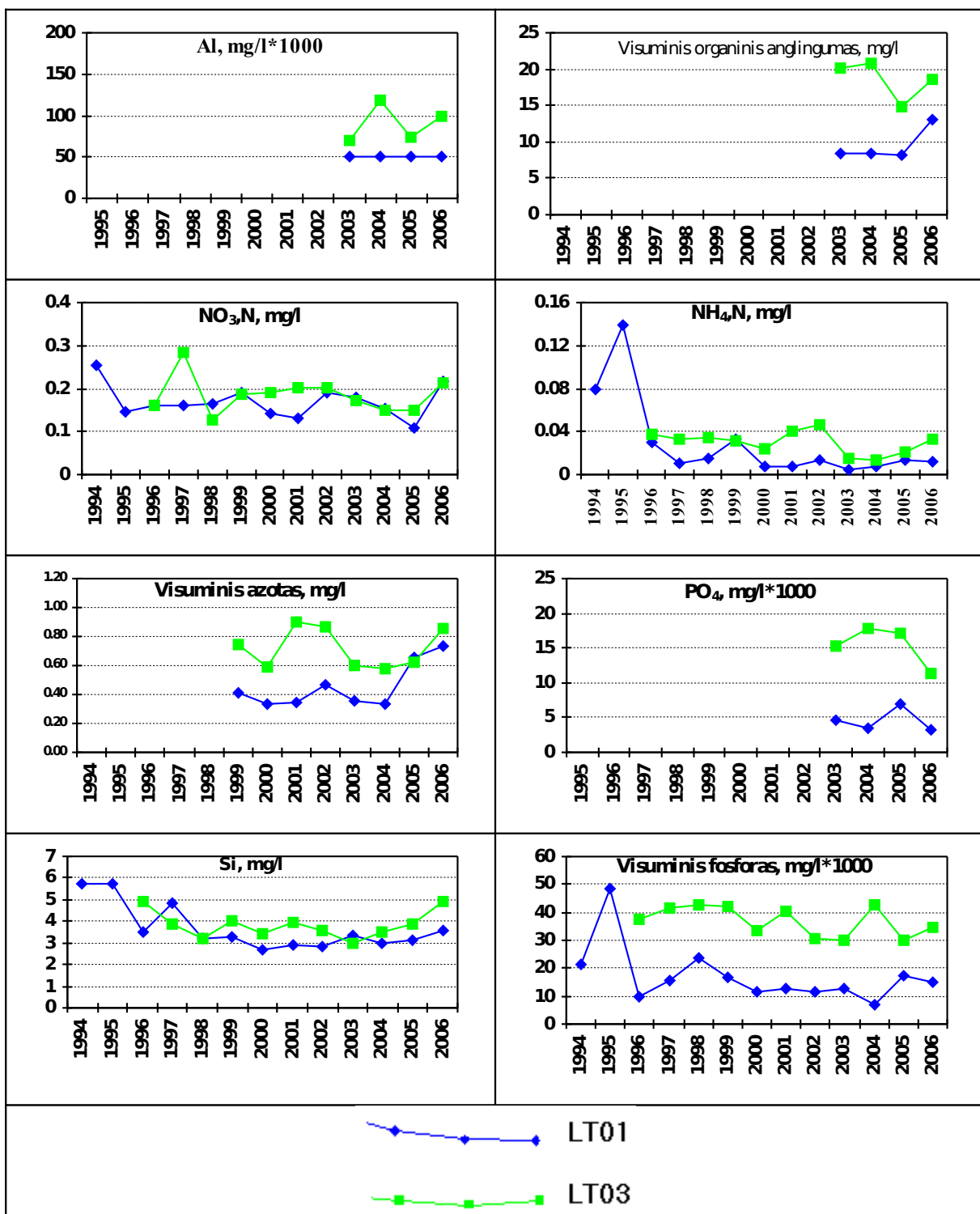
Tirpių medžiagų koncentracijos padidėjo Žemaitijos stotyje, o Aukštaitijos išaugo tik K koncentracija. Upelio vandens vidutinis pH jau tečius metus laikosi aukščiausiam per stebėjimo laikotarpį lygyje: Aukštaitijos KMS >7,4, o Žemaitijos – >7,6. Pažymėtina, kad Žemaitijos KMS upelio vandens pH jau trejus metus didesnis, negu Aukštaitijos, nors dirvožemis Žemaitijoje yra rūgštesnis (14 pav. 1-3).

Sunkiųjų metalų koncentracijos, išskyrus Cu, nuo 2003 metų neturi pastebimų kitimo tendencijų. Abiejose KMS pastaraisiais metais didėja vario koncentracija (14 pav 4).

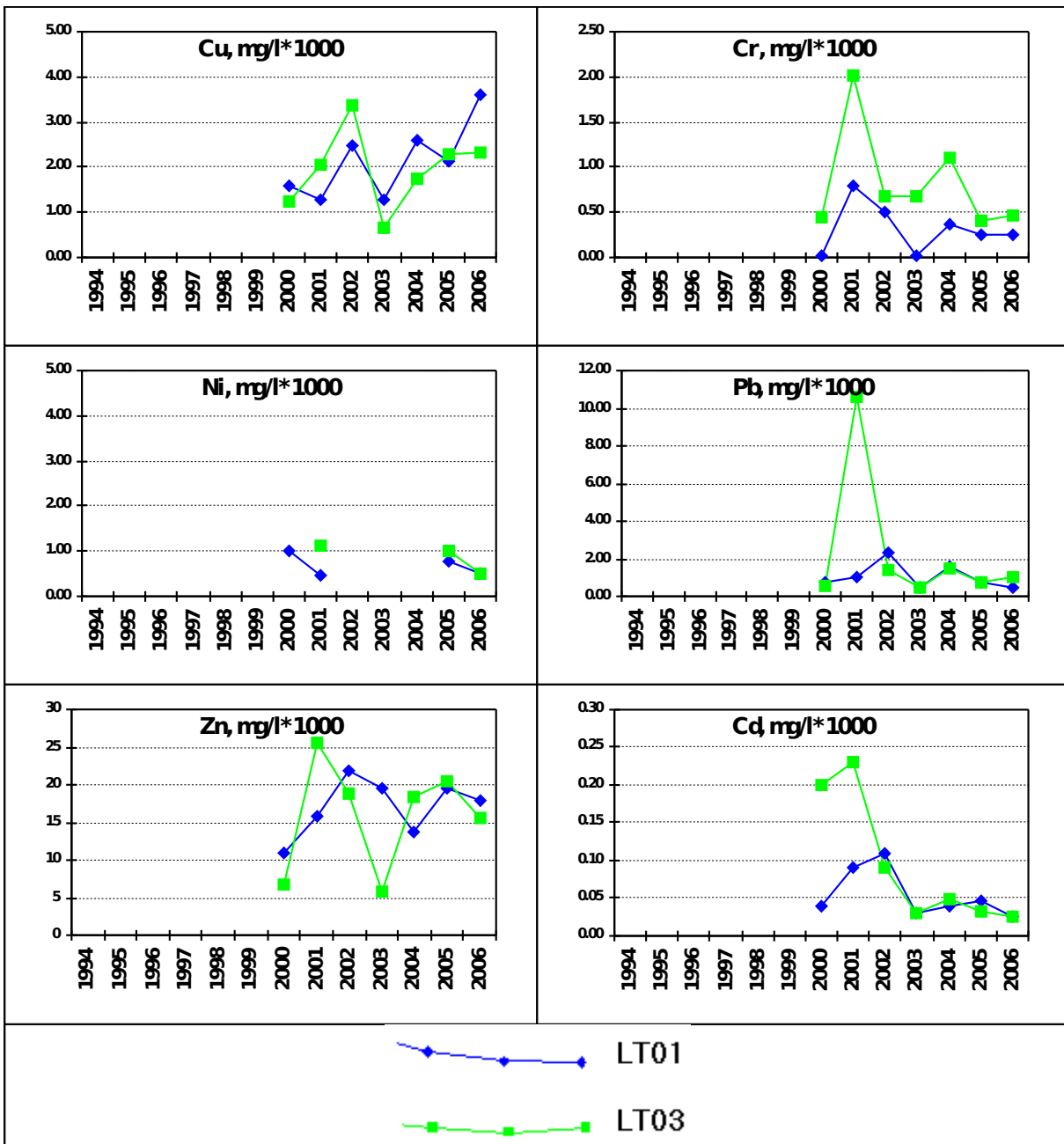




14 pav. Vidutiniai upelio vandens metų parametrai 1994-2005 metais (2 iš 4).



14 pav. Vidutiniai upelio vandens metų parametrai 1994-2006 metais (3 iš 4).



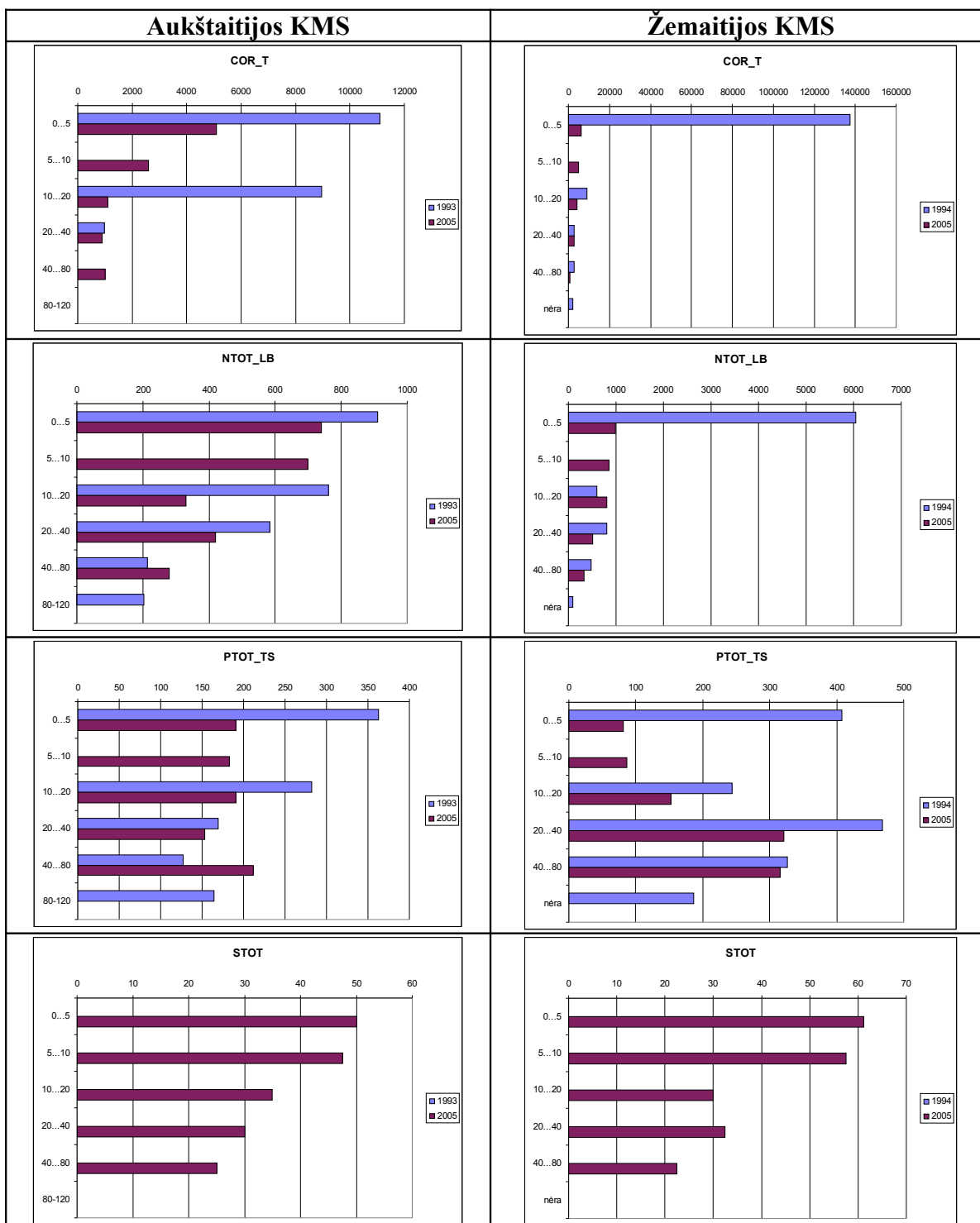
14 pav. Vidutiniai upelio vandens metų parametrai 1994-2006 metais (4 iš 4)

### 3. Dirvožemio savybių kitimas 1993-2000-2005 metais

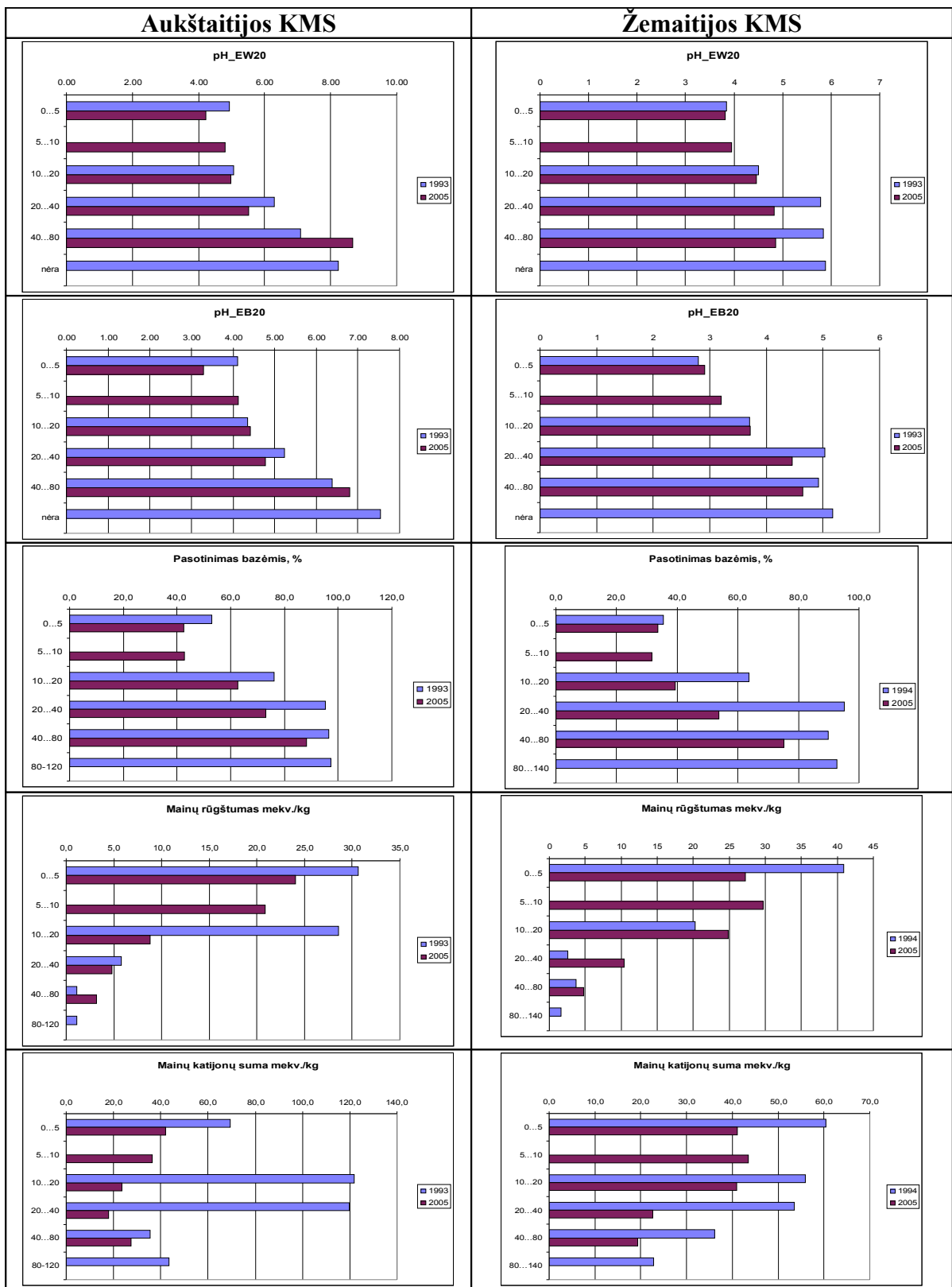
1993 dirvožemio pavyzdžių rinkimo metodika šiek tiek skyrėsi nuo 2000 ir 2005 metų, nes stebėjimų pradžioje, reikėjo išsiaiškinti dirvožemio genezę, todėl dirvožemio pavyzdžiai buvo renkami pagal horizontus, o vėliau, kai duomenys pradėti naudoti modelių kalibravimui, dirvožemio pavyzdžiai parinkti pagal gylį, atstumą nuo mineralinio dirvožemio paviršiaus. Atsižvelgiant į didelę dirvožemio savybių kaitą erdvėje, patikimas išvadas apie dirvožemio savybių pokyčius bus galima paryti tik 2010 metais, kai bus žinoma trijų (sunkiųjų metalų – keturių metų) duomenų eilė. Dabar pateikiame analizę rezultatų ir palyginame su dirvožemio režimo ir hidrologinių stebėjimų rezultatais.

Abiejų monitoringo stočių dirvožemio paviršiniame horizonte per 12 metų 1993-2005 m. labai stipriai sumažėjo organinės anglies kiekis. Taip pat ryškūs biogeninių medžiagų ir makroelementų (azoto ir fosforo) sumažėjimas Aukštaitijoje 0-20 cm, o Žemaitijoje 0-40 cm gylyje. Ypač dideli pokyčiai Žemaitijos KMS (15 pav.). Kadangi turime tikdviejų metų stebėjimų duomenis, kategoriškai teigti, kad vyksta organinių medžiagų degradacija negalime. Turimiems rezultatams įtaką galėjo padaryti pavyzdžių rinkimo būdas ir kitos siteminės savybės. Bus stebima toliau, daromi datalesni režiminiai tyrimai, organinių ir organogeninių medžiagų stebėjimas turi būti dažnesnis, mažiausiai kasmet. Azoto ir fosforo junginių balansas aprašytas šios ataskaitos 4 skyriuje.

Dirvožemio rūgštumas 1993 m. palyginus su 2005 m. padidėjo dirvožemio paviršiniuose horizontuose (0-40 cm gylyje) Aukštaitijos KMS ir popaviršiniuose horizontuose (20-80 cm gylyje) Žemaitijos KMS. Abiejuose stotyse visame profilyje sumažėjo pasotonimas bazėmis (16 pav.). Iš esmės tai patvirtina medžiagų išnešimo augimą dirvožemio, gruntiniame ir upelio vandenyje.



15 pav. Organinės anglies, organogeninių medžiagų ir makroelementų pasiskirstymas dirvožemio profiliuose 1993(1994)-2005 m.



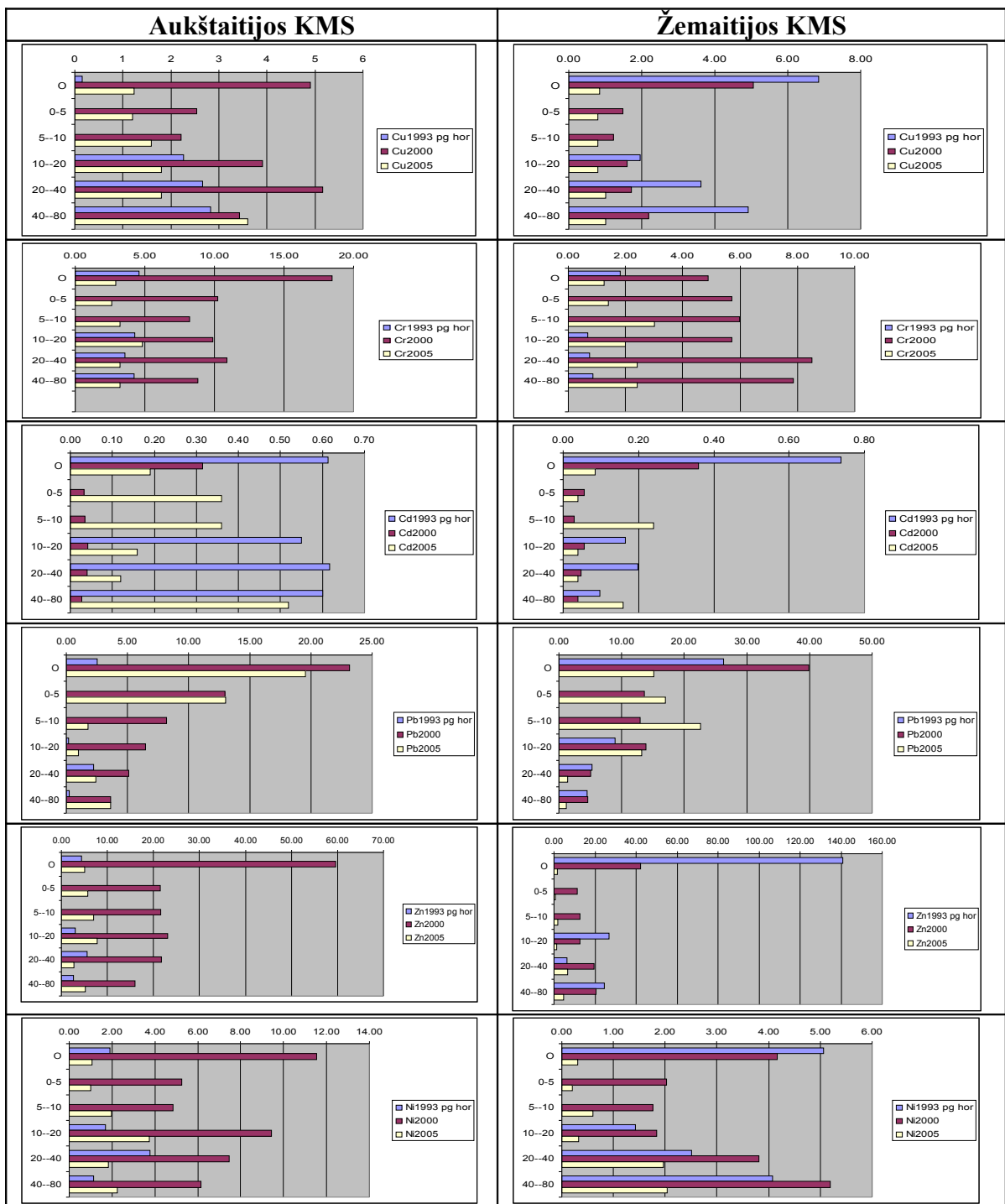
16 pav. Rūgštumo ir jonų mainų komplekso savybių kaita dirvožemio profiliuose 1993(1994)-2005 m.

Sunkiųjų metalų kiekis dirvožemio profilyje nustatytas tris kartus: stebėjimų laikotarpio pradžioje 1993-1994, 2000, 2005 metais.

Didžiausias Cu, Cr, Pb, Zn ir Ni kiekis Aukštaitijos KMS rastas 2000 metais, o daugiausia Cd buvo 1993 ir 2005 metais. Pastaraisiais Cd koncentracijos buvo didžiausios ne dirvožemio paviršiuje, o 40-80 cm gylyje (17 pav.). Cd koncentracija 2005 metais buvo pastebimai padidėjusi ir gruntiniame vandenyje, ypač giliausiuose gręžiniuose. Tokios Cd pokyčių ypatybės leidžia daryti išvadą, kad anksčiau 1993 m. dirvožemyje susikaupęs Cd 2001–2005 metais buvo plaunamas į gilesnius horizontus, tačiau negalima atmesti ir atmosferinio teršimo galimybes.

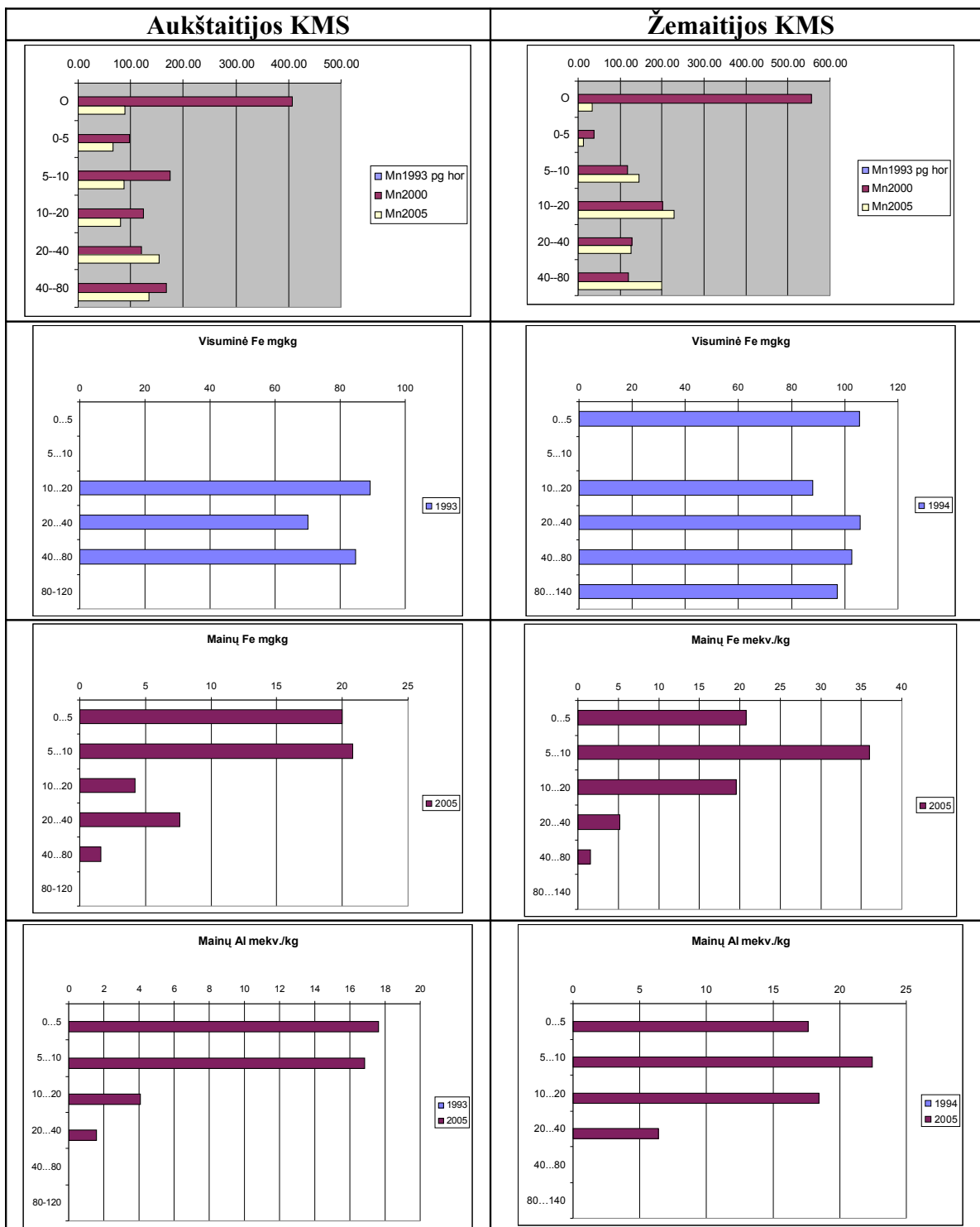
Žemaitijos IMS dirvožemio profilyje 2000 metais sunkiųjų metalų kiekis nebuvo didžiausias, išskyrus Cr bei Pb 0-5 cm gylyje. Pb kiekis pastebimai padidėjo 2005 m. 5-10 cm gylyje.

Informacija apie kitų metalų kiekio dirvožemyje kaitą yra nepilna. Mn kiekis pradėtas matuoti tik 2000 metais, o judrios geležies ir mainų aliuminio tik 2005 m., todėl tirti dinamiką dar per anksti. Galima tik pažymėti, kad 2005 metais abiejose stotyse, paviršiniame dirvožemio horizonte Mn kiekis tapo mažesnis, negu 2000 m. (18 pav.). Šio pokyčio priešastis gali būti organinių medžiagų kiekio sumažėjimas, nustatytas per 1993–2005 m. laikotarpį.



17 pav. Sunkiųjų metalų pasiskirstymo dirvožemio profiliuose kaita 1993, 2000 ir 2005 m..



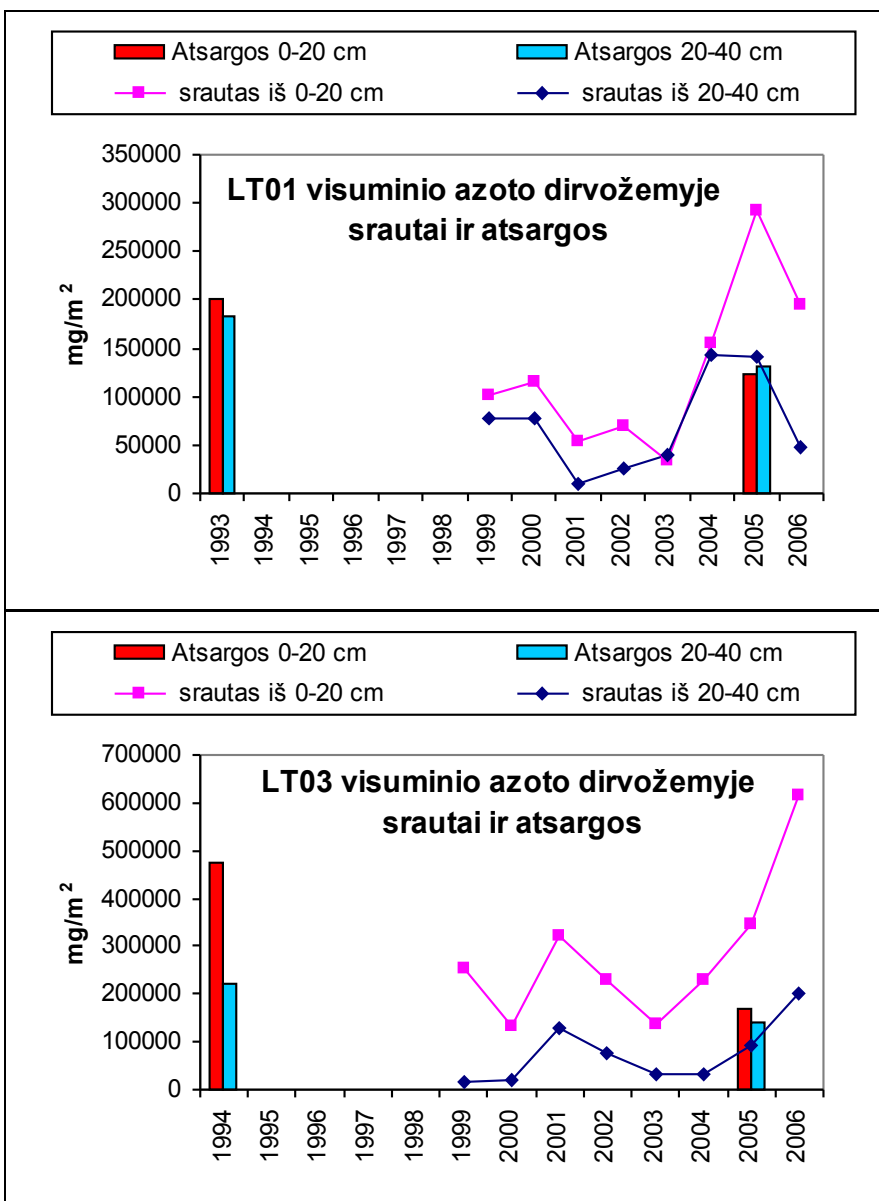


18 pav. Mn, Fe ir Al pasiskirstymas dirvožemio profiliuose (įvairių metų duomenys).

#### 4. Azoto ir fosforo balansai dirvožemyje, gruntiniame vandenyje ir išnešimas upelio vandeniui

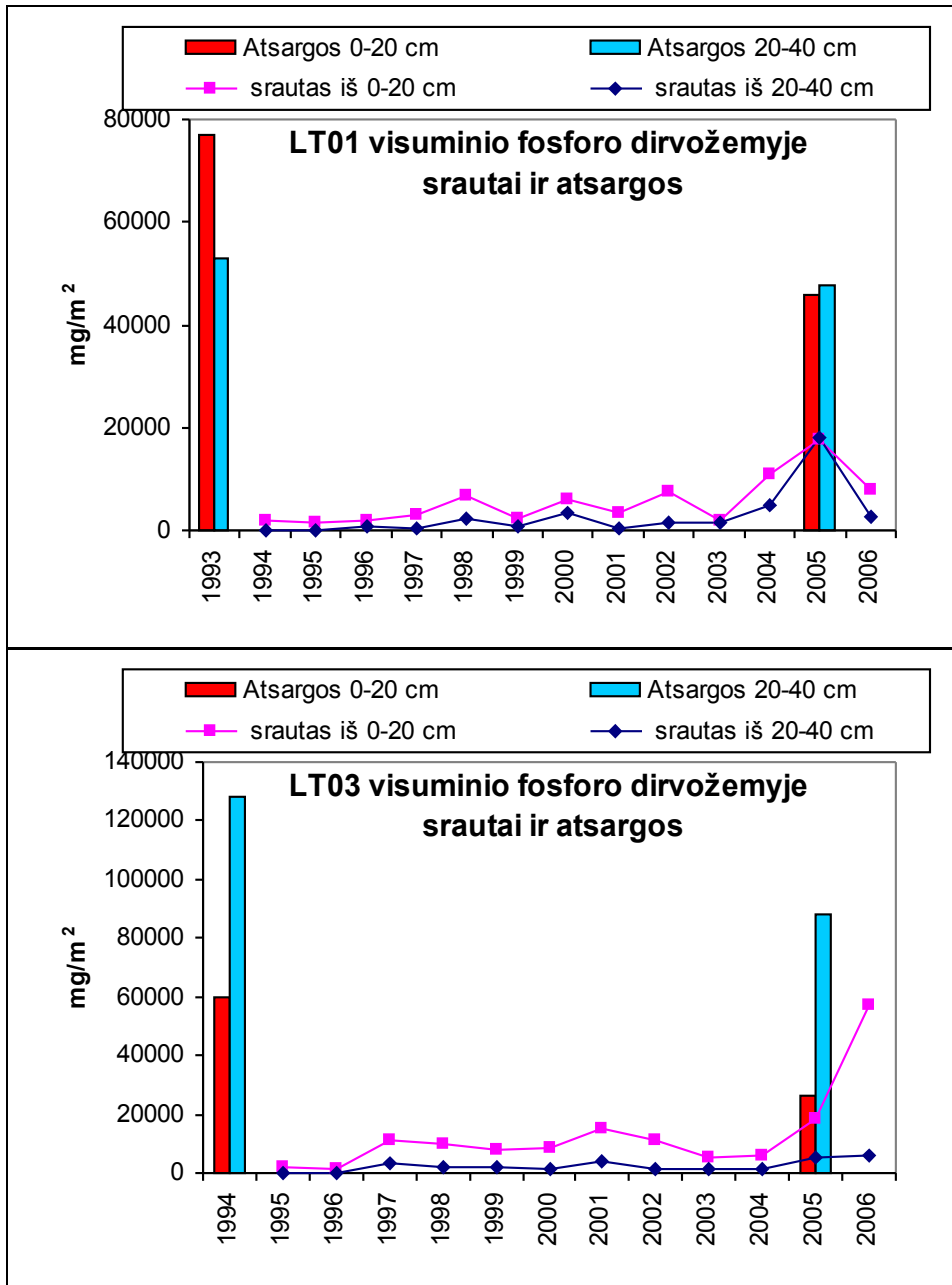
Per stebėjimo laikotarpį nustatyta, kad azoto atsargos dirvožemyje sumažėjo abiejose stotyse, ypač didelis azoto atsargų pokytis 0–20 cm gylyje (19 pav.).

Aukštaitijos KMS dirvožemio 0–20 cm gylyje visuminio azoto sumažėjo 3 % per metus, o Žemaitijoje 5 % per metus. 20–40 cm gylyje visuminio azoto atsargų mažėjimo greitis nežymiai skiriasi: 2–3 % per metus.



19 pav. Visuminio azoto srautai ir atsargos dirvožemyje.

Visuminio fosforo atsargos dirvožemyje taip pat, kaip ir azoto, sumažėjo abiejose stotyse (20 pav.). Abiejose stotyse fosforo atsargų pokytis 0–20 cm gylyje 2 % didesnis, negu 20–40 cm gylyje. Aukštaitijos KMS dirvožemio 0–20 cm gylyje visuminio fosforo sumažėjo 3,4 % per metus, o Žemaitijoje 4,7 % per metus, o 20–40 cm gylyje visuminio fosforo mažėjimo greitis Aukštaitijos KMS 0,8 % , o Žemaitijoje 2,6 % per metus.



20 pav. Visuminio fosforo srautai ir atsargos dirvožemyje.

Visuminio fosforo atsargų pasiskirstymas Aukštaitijos KMS dirvožemio profilyje per 12 metų pasikeitė: 1993 metais 0–20 cm gylyje visuminio fosforo atsargų buvo daugiau, negu 20–40 cm gylyje. 2005 metais 0–20 cm gylyje visuminio fosforo atsargos mažėjo greičiau negu 20–40 cm gylyje ir tapo mažesnės, negu 20–40 cm gylyje. Dabar visuminio fosforo atsargų pasiskirstymas yra vienodas ir Aukštaitijos, ir Žemaitijos KMS dirvožemyje.

Priežastys, galėjusios lemti azoto ir fosforo srautų dirvožemyje didėjimą ir atsargų mažėjimą yra kritulių (dažnesnės liūtys) ir temperatūros kilmas pastaraisiais metais lėmė intensyvesnį dirvožemio vandens judėjimą ir medžiagų irimą. Pavyzdžiui, organinės anglies atsargų 0–20 cm gylyje Aukštaitijos KMS 1993–2005 mažėjo vidutiniškai po 0.01%, o Žemaitijos KMS – po 1,09 % per metus.

Azoto ir fosforo atsargų mažėjimą patvirtima azoto ir fosforo išnešimo su upelio vandeniu didėjimas. Visuminio azoto srautas Aukštaitijos KMS 2004–2005 m. pasiekė didžiausias reikšmes, o Žemaitijos stotyje ir azoto, ir fosforo išplovimas ypač išaugo – 2004–2006 m. (23 pav.).

Pagal stebėjimų duomenis, abiejose monitoringo stotyse nustatyti neigiami gruntinio vandens lygio trendai. Giliuosiuose gręžiniuose vandens gylio kritimas Aukštaitijos KMS lėtėjo: sekliuosiuose gręžiniuose tapo 4 kartus lėtesnis, o giliuosiuose 3 kartus. Per trijų mėnesių periodą, septynerius pirmuosius stebėjimo metus vandens lygis giliajame gręžinyje žemėja vidutiniškai po 3,22 cm, per tris mėnesius, o per dvylika stebėjimo metų – po 0,92 cm per tris mėnesius.

Sekliuosiuose Aukštaitijos KMS gręžiniuose vandens lygis septynis pirmuosius stebėjimo krito, po dvylikos stebėjimo metų trečiajame gręžinyje gruntinio vandens lygis ėmė kilti.

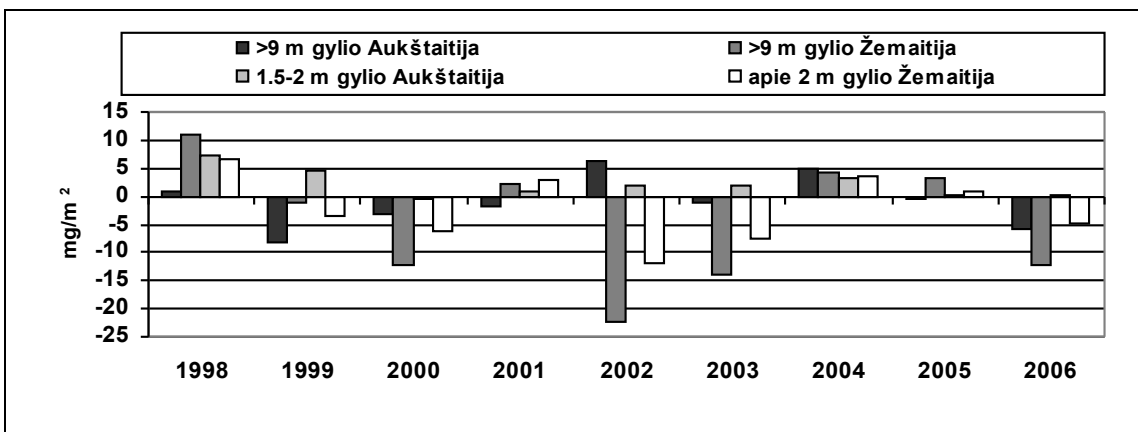
Žemaitijos KMS gręžinių vandens gylio kritimas greitėja. Septynis pirmuosius stebėjimo metus vandens lygis per tris mėnesius pažemėjo giliajame gręžinyje po 1,83 cm, o per dvylika stebėjimo metų, daugiau – po 2,36 cm.

Sekliuosiuose Žemaitijos KMS gręžiniuose vandens lygis septynis pirmuosius stebėjimo kilo, po dvylikos stebėjimo metų antrajame ir trečiajame gręžinyje gruntinio vandens lygis ėmė kristi.

Taigi, sąlygos medžiagų išplovimui ypač palankios LT03 stotyje, o LT01 medžiagų išplovimo tendencija turėtų būti mažesnė.

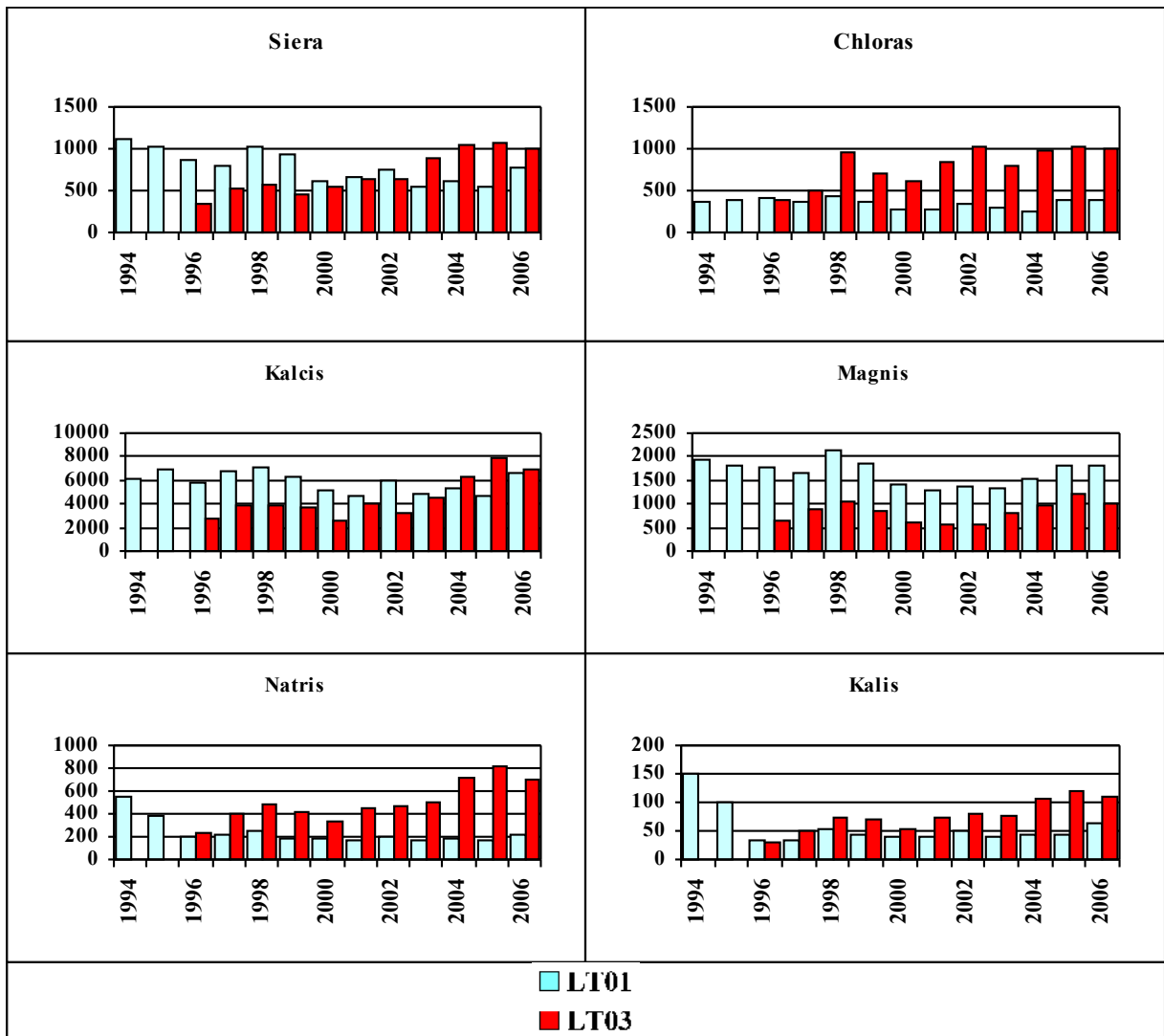
1998–2006 m. mineralinio azoto balansas gilesniuose kaip 6 m gręžiniuose yra Aukštaitijos KMS  $-7,8 \text{ mg/m}^2$ , o Žemaitijos KMS –  $-41,3 \text{ mg/m}^2$ , t.y. Žemaitijoje mineralinio azoto išnešimas iš giliųjų gręžinių, 9 m gylyje yra beveik 6 kartus didesnis, negu Aukštaitijos KMS.

1998–2006 m. mineralinio azoto dinamika gręžiniuose parodyta 21 paveiksle.

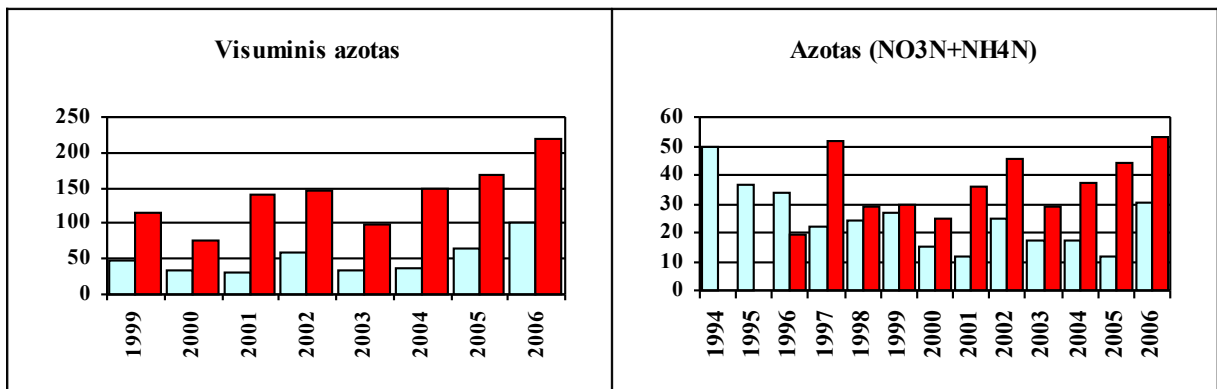


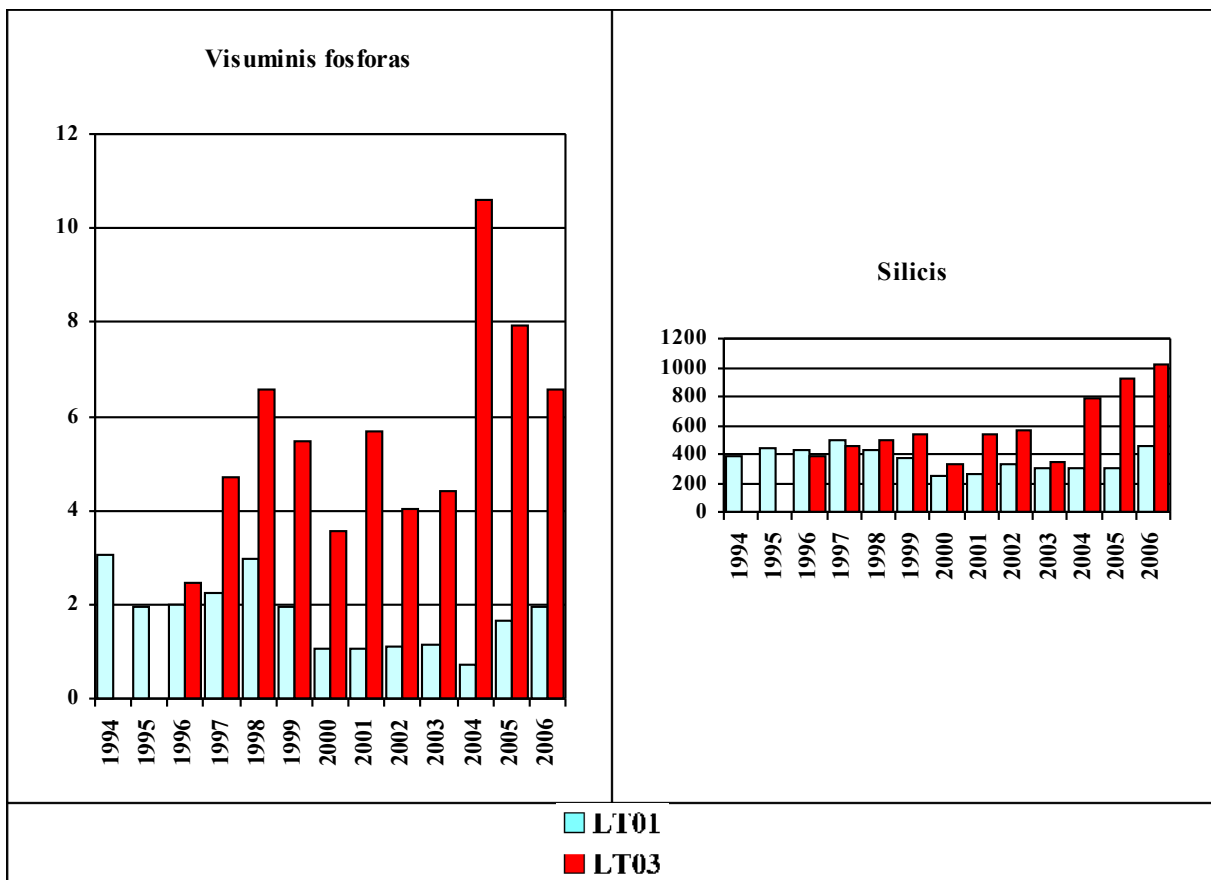
21 pav. Mineralinio azoto atsargos (teigiamos reikšmės) ir išnešimas (teigiamos reikšmės) iš gręžinių 1998–2006 m.

Cheminių elementų išnešimą upelio vandeniui palyginus su medžiagų srautais patenkančiais į baseiną (ekosistemą) su krituliais duoda bendrą medžiagų balansą visoje ekosistemoje. Šioje ataskaitoje dėl duomenų apie kritulių sudėtį trūkumo bendras ekosistemoje migruojančių balansas nėra nustatytas. Cheminių elementų išnešimas upelio vandeniui gerai atspindi viso baseino medžiagų balanso išlaidų dalį,  $\text{kg/km}^2$ , per metus (22 pav.).



22 pav. Sieros, Cl, Na, K, Ca ir Mg išnešimas iš upelių baseinų (kg/km<sup>2</sup>, per metus).





**23 pav.** Kai kurių cheminių elementų išnešimas iš upelių baseinų (kg/km<sup>2</sup>, per metus).

Upelio nuotėkis abiejose stotyse 2006 m. buvo mažesnis, negu 2005 m., bet santykinai tirpių medžiagų natrio, kalio, magnio, kalcio bei chloro ir sulfatų sieros, išnešimo koeficientas sumažėjo tik Žemaitijos stotyje, o Aukštaitijos KMS daugumos medžiagų išnešimas augo. 2006 m. Aukštaitijoje užfiksuotas didžiausias medžiagų išnešimas per pastaruosius septynerius metus, nuo 1999 m. (22–23 pav.).

Nepriklausomai nuo nuotėkio, abiejose stotyse jau ketvirtus metus, nuo 2003 m., auga visuminio azoto išnešimas. Mineralinio (nitratų ir amonio) azoto išnešimas nuo 2003 metų didėja tik Žemaitijos stotyje, o Aukštaitijos KMS 1997–2004 metais metinis mineralinio azoto išnešimo koeficientas kito synchroniškai nuotekiui.

Aukštaitijos KMS 2005 metais, nepaisant padidėjusio nuotekio, mineralinio azoto išnešimas buvo sumažėjęs. 2006 metais mineralinio azoto išnešimo koeficientas buvo

didžiausias nuo 1997 metų, vėl pastebimas ryšys tarp mineralinio azoto ir nuotekio bei debito (12 ir 19 pav.). Nuotekio ir mineralinio azoto išnešimo 1997–2006 m. koreliacijos koeficientas yra labai mažas, 0,27, bet atmetus 2005 metų duomenis pasiekia net 0,88.

Silicio išnešimo ir nuotekio koreliacijos koeficientas, 0,43 (atmetus 2005 metų duomenis 0,82) yra taip pat, kaip ir mineralinio azoto pakankamai aukštas 0,82. Kadangi silicio išnešimas yra tiesiogiai susijęs su gamtiniais procesais, uolienų dūlėjimu, tikėtina, kad ir azoto kiekio dinamika Aukštaitijos KMS ekosistemoje yra gamtinis procesas.

1997–2003 ir 2004 m. visuminio fosforo išnešimo Aukštaitijos KMS ryšys su nuotekio dydžiu yra mažesnis, 0,76

Žemaitijos KMS azoto ir fosforo išnešimo ir nuotekio ryšiai yra silpnesni (0,56 ir 0,36), bet silicio išnešimas ir upelio nuotekis yra susiję tampriau, negu Aukštaitijos KMS, koreliacijos koeficientas lygus 0,82.

Biogeninių medžiagų (mineralinio azoto ir fosforo) išnešimo tiesioginė priklausomybė nuo upių vandeningumo yra nustatyta ir kitų autorių vadinama svarbiu aplinkos antropogenizacijos ir kokybės rodikliu (Grimvall, Stalnacke, Tonderski, 2000, Bagdžiūnaitė-Litvinaitienė, 2004). Pavydžiui, 2002 m. Strėvos, Merkio ir Šventosios azoto išnešimas ir nuotekio koreliacijos koeficientas kito nuo 0,3 iki 0,6 (Bagdžiūnaitė-Litvinaitienė, 2004).

Pagal koreliaciją tarp nuotekio bei mineralinio azoto ir fosforo išnešimo Aukštaitijos KMS nuo 1997 iki 2006 metų būdingas žemas antropogenizacijos laipsnis, o Žemaitijos KMS yra teršiama azoto ir fosforo junginiais.

## ***IŠVADOS***

1. Per 13 metų laikotarpį (1994–2006 m.) monitoringo stotyje išsiskiria keturmetis trimečiai kritulių ciklai. Paskutiniam, trimečiam ciklui (2004–2006 m.) būdingi mažiausi skirtumai nuo daugiamečio vidurkio, metinio kritulių kiekio svyravimo amplitudė pastaraisiais metais mažėja
2. Pastaraisiais aštuoneriems stebėjimo metams būdinga pastovaus įšalo dirvožemyje formavimosi datos vėlavimas ir pirmojo išalimo gylio mažėjimas.



3. Vandens atsargos Žemaitijos KMS dirvožemyje 1998-2006 metų laikotarpiu turi tendenciją mažėti, 20 cm gylyje mažėjimo greitis didesnis, negu 40 cm, vidutiniškai 0,3 mm per metus. Aukštaitijos KMS vandens atsargų kitimo tendencijos ne tokios ryškios, be to duomenų eilė trumpesnė.

4. Vandens srautų metinių vidurkių kaita 1998–2006 m. Aukštaitijos KMS neturi ryškių tendencijų. 2006 metais dirvožemio vandens srautas buvo mažesnis, negu 2005 metais, nors kritulių kiekis išaugo. Krituliai nepadidino dirvožemio vandens srauto, nes papildė 2005 metų gale susidriusį dirvožemio vandens atsargų deficitą. Žemaitijos KMS tarp dirvožemio vandens srauto ir kritulių kiekio pastebimas ryšys, bet 2006 metais dirvožemio vandens srautas buvo didesnis, negu nustatytas pagal 1998-2005 metų kritulių ir dirvožemio vandens srauto ryšio tiesę. Galima tokio nukrypimo nuo dėsningumo priežastis yra ta, kad dirvožemyje ėmė atsirasti plyšiai ir padidėjo vandens dalis, kuri nesusigeria į dirvožemį. Plyšių pagausėjimo galimybę patvirtina dirvožemio išdžiūvimo (vandens atsargų sumažėjimo) Žemaitijos KMS tendencija.

5. Dirvožemio vandens dinamikos ypatumai atsispindi kai kuriose jo cheminėse savybėse. Dirvožemio vandens atsargų deficitas 2005–2006 m. lėmė pH, elektrinio laidumo augimą ir tirpių vandenyje makroelementų koncentracijų padidėjimą. Pastruosius trejus metus medžiagų išplovimas iš dirvožemio yra, palyginti su kitais stebėjimo laikotarpio metais, intensyvus.

6. Nuo monitoringo pradžios iki 2006 m. buvo stebimi 2-3 gruntinio vandens lygio svyravimo ciklai, kurių amplitudė, pradžia ir pabaiga priklauso nuo gręžinio gylio: kuo giliau gręžinys, tuo didesnė gylio svyravimo amplitudė, giliausiuose gręžiniuose 2-6 mėnesiais vėluoja ciklo pradžia ir pabaiga

1993(1995)–2006 metais, abiemis monitoringo stotims būdinga gruntinio vandens lygio žemėjimo tendencija. 2006 metais gruntinis vanduo pasiekė trečio per stebėjimo laikotarpį gruntinio vandens svyravimo ciklo minimumą

7. Neigiamai gruntinio vandens gylio tendencijai kritulių kiekis nebuvo lemiamas, nes Aukštaitijoje kritulių kiekis normą viršijo, o Žemaitijoje, nors ir buvo žemesnis už normą, bet, didesnis už 1996, 2000 ir 2003 metų kritulių kiekį. Gruntinio vandens lygio kritimas sietinas su kritulių dinamikos pokyčiais, pastraisiais, 2005–2006 metais padaugėjo šiltojo

laikotarpio liūtinių kritulių dalis, todėl išaugo paviršinis vandens nuotekis, padidėjo kritulių vandens dalis nepatenkanti nei į dirvožemį, nei į gruntinius vandenis.

8. 2006 metais upelių nuotėkis abiejose monitoringo stotyse išliko aukštame lygyje, viršijančiame 1994-2004 metų vidukį.

9. Stebėjimo laikotarpiu, 1993-2005 m. sunkiųjų metalų kaupimosi geosistemoje nepastebėta.

10. Cd būdingas išsiplovimas ir kaupimasis popaviršiniuose dirvožemio horizontuose ir giliųjų grėžinių vandenyje.

11. 2005 ir 2006 metų vasarą Žemaitijos KMS dirvožemio vandenyje užfiksuotos didžiausios Cu, Cr ir Zn koncentracijos.

12. Per stebėjimo laikotarpį nustatyta, kad azoto atsargos dirvožemyje sumažėjo abiejose stotyse, ypač didelis azoto atsargų pokytis 0–20 cm gylyje. Aukštaitijos KMS dirvožemio 0–20 cm gylyje visuminio azoto sumažėjo 3 % per metus, o Žemaitijoje 5 % per metus. 20–40 cm gylyje visuminio azoto atsargų mažėjimo greitis nežymiai skiriasi: 2–3 % per metus.

13. 1998–2006 m. mineralinio azoto balansas gilesniuose kaip 6 m grėžiniuose yra neigiamas: Aukštaitijos KMS  $-7,8 \text{ mg/m}^2$ , o Žemaitijos KMS  $-41,3 \text{ mg/m}^2$ , t.y. Žemaitijoje mineralinio azoto išnešimas iš giliųjų grėžinių, 9 m gylyje yra beveik 6 kartus didesnis, negu Aukštaitijos KMS.

14. Pagal koreliaciją tarp nuotekio bei mineralinio azoto ir fosforo išnešimo Aukštaitijos KMS nuo 1997 iki 2006 metų būdingas žemas antropogenizacijos laipsnis, o Žemaitijos KMS yra teršiama azoto ir fosforo junginiais.

## LITERATŪRA

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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