

**Gamtos tyrimų centras
Geologijos ir geografijos institutas**

**EUROPOS BENDRIJOS SVARBOS RŪŠIŲ BŪKLĖS, INVAZINIŲ MAŠALŲ IR
ICHTIOFAUNOS TYRIMŲ BEI TOLIMŲJŲ PERNAŠŲ POVEIKIO
EKOSISTEMOMS ĮVERTINIMO**

XII dalis

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

Vilnius –2012

GAMTOS TYRIMŲ CENTRAS

TVIRTINU:

Gamtos tyrimų centro direktorius

Habil. dr. V. Būda

EUROPOS BENDRIJOS SVARBOS RŪŠIŲ BŪKLĖS, INVAZINIŲ
MAŠALŲ IR ICHTIOFAUNOS TYRIMŲ BEI TOLIMŲJŲ PERNAŠŲ
POVEIKIO EKOSISTEMOMS ĮVERTINIMAS

XII dalis

GRUNTINIO, DIRVOŽEMIO BEI PAVIRŠINIO VANDENS
TYRIMAI PAGAL ICP IM PROGRAMA

2012 metų darbų ataskaita

(2012 m. kovo mėn. 12 d. sutartis Nr. PR-4-3)

Darbą atliko:

Dr. Ieva Baužienė

Vilnius – 2012

TURINYS

ĮVADAS	4
1. Objektas ir metodika	5
2. Rezultatai ir jų aptarimas	9
2.1. Kritulių kiekio dinamika monitoringo stotyse 1994–2012 m.	10
2.2. Vandens balansas pagrindinėse geosistemos grandyse	12
2.2.1. <i>Dirvožemio vanduo</i>	12
2.2.2. <i>Gruntinis vanduo</i>	21
2.2.3. <i>Upelio vandens ir kitos vandens balanso sudedamosios</i>	27
2.3. Cheminių vandens savybių kitimas	34
2.3.1. <i>Dirvožemio vandens savybės</i>	34
2.3.2. <i>Gruntinio vandens savybės</i>	42
2.3.3. <i>Upelio vandens savybės</i>	53
2.4. Medžiagų balanso išnešimo sudedamosios dinamika	58
2.4.1. <i>Azoto ir fosforo bei sieros išnešimas iš dirvožemio</i>	58
2.4.2. <i>Azoto ir fosforo bei sieros išnešimas iš gruntinio vandens</i>	62
2.4.3. <i>Medžiagų išnešimas upeliu</i>	64
IŠVADOS	67
LITERATŪRA	69

ĮVADAS

Integruoto monitoringo teritorijose Lietuvoje, dviejose sąlygiškai natūraliose ekosistemose Aukštaitijos nacionalinio parko Ažvinčių girios rezervate (nuo 1993 m.) ir Žemaitijos nacionalinio parko Plokštinės girios rezervate (nuo 1995 metų) 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. Dabartiniu metu dirvožemio sudėties, upelio, dirvožemio vandens ir gruntinio vandens režimo ir sudėties stebėseną rodo ir klimato pokyčių pasekmės.

Šie duomenys naudingi, sudarant balansus ir modelius, pagal kuriuos įvertinamas antropogeninės veiklos ir klimato kaitos 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 2012 metų duomenis;
2. vykdė stebėjimų įrangos patikrą integruoto monitoringo teritorijose bei konsultavo stebėtojus Aukštaitijos bei Žemaitijos IM stotyse;
3. nustatė vandens balanso nuotėkio sudedamąją (vandens srautai dirvožemio ir gruntiniame vandenyje) Aukštaitijos ir Žemaitijos IM stočių baseinuose ir išaiškino pagrindines jos kaitos tendencijas bei priežastis;

4. nustatė ištirpusių maistinių medžiagų (azotas ir fosforas) ir sieros balansų nuotėkio sudedamąsias Aukštaitijos ir Žemaitijos IM stočių baseinuose ir išaiškino pagrindines jos kaitos tendencijas bei priežastis;

5. atliekant tyrimus, vadovautasi ICP IM programos ir ICP IM Vadovo kompleksiniam monitoringui (Manual for Integrated Monitoring. Convention on Long-range Transboundary Air Pollution of the UNECE, International Cooperative Programme on Integrated Monitoring of Air Pollution Effects on Ecosystems. Compiled by the ICP IM Programme Centre Finnish Environment Institute, Helsinki, Finland. Original version August 1998, some minor updates in 2001, 2003 and 2004. Changes in reporting of biological data (subprogrammes: VG, VS) in 2010, toliau - ICP IM Vadovas) reikalavimais;

6. palygino 2012 metų duomenis su turimais 2011 metų bei 1994-2011 metų laikotarpio duomenimis.

1. Objektas ir metodika

Gamtos tyrimo centro Geologijos ir geografijos institutas kompleksinio monitoringo programoje atlieka darbus keturiuose 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 (LT01) ir Žemaitijos (LT03) nacionaliniuose parkuose – tose vietose, kur antropogeninis poveikis yra mažiausias visoje Lietuvoje. Daroma prielaida, kad baseinai hidrologiškai yra uždari. Detalus upelių baseinų fizinis-geografinis, klimatinių rodiklių aprašymas, teminiai žemėlapiai, darbų vykdymo ir cheminių analizių metodikos pateiktos Geografijos instituto ataskaitose (Dirvožemių..., 1993, Dirvožemių..., 1994, Dirvožemių..., 1995).

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

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

Suomių tyrėjai 1997–1998 metais, finansuojant Šiaurės šalių ministrų tarybai (Nordic Council of Ministers), vykdė programą "The Integrated Groundwater Monitoring Network in the Baltic and Nordic Countries" ir įrengė du standartinius, uždaro tipo lizimetrus, kurie Žemaitijos IMT veikia iki šiol ir vadinami didžiuoju ir mažuoju suomių lizimetais. Didysis yra 140 cm skersmens ir 170 cm gylio (pagamintas iš stiklo pluošto) bei skirtas infiltracinio vandens debitui stebėti. Iš lizimetro dugno susikaupęs vanduo plastiko vamzdžiu nuteka į rinktuvą namelin, kur kas savaitę išmatuojamas jo tūris. Debito matavimai atliekami nuo 1998 lapkričio 11 dienos. Krituliu kiekiui, patenkančiam į lizimetrą, stebėti salia jo (už 1 metro įrengtas kritulmatis). Matuojamas per savaitę susikaupęs krituliu kiekis.

Mažasis suomių lizimetras yra plastikinis 56 cm skersmens ir 70 cm gylio vamzdis, įrengtas infiltracinio vandens kiekio ir cheminės sudėties stebėjimui. Kitaip nei sekieji lizimetrai (20 ir 40 cm), mažasis suomių lizimetras stebėjimo laikotarpiu dar nebuvo užšalęs (gylis 70 cm). Jis yra uždaras, sujungtas vamzdžiu su nameliu, kuriame yra indas vandeniui. Kas mėnesį nustatomas prasifiltravusio vandens tūris ir paimamas 1 litro mėginys cheminei analizei laboratorijoje.

Kas mėnesį nustatomas dirvožemio drėgnumas 20 ir 40 cm gyliuose.

Aukštaitijos stebėsenos stotyje (LT01) 1998–2011 metais dirvožemio drėgmės nustatymui buvo naudotas: 01.01 -05.13d. laikotarpiu elektroninis dirvožemio drėgmės matuoklis Watermark ir stacionariai įrengti šeši dirvožemio drėgmės davikliai po tris 20 cm. gylyje ir 40 cm gylyje. Nuo 2011.05.13 buvo instaliuoti nauji, tikslesni Theta Probe ML2x dirvos drėgmės davikliai ir jų nuskaitymui pradėtas naudoti Delta-T firmos HH2 drėgmės matavimo prietaisas. Naudojant Watermark matuoklį dirvožemio drėgnumas buvo matuojamas santykinėje 200 vnt. skalėje, o vėliau perskaičiuojamas į % dirvožemio drėgmę. Pradėjus naudoti naujus Theta Probe ML2x daviklius dirvožemio drėgnumas yra tiesiogiai matuojamas procentinėje išraiškoje. Norint suderinti senųjų ir naujųjų

daviklių parodymus; matavimai senąja ir naująja įranga 2011 balandžio–spalio mėnesiais buvo dubliuojami.

Žemaitijos stebėsenos stotyje (LT01) 1998–2010 metais dirvožemio drėgmė buvo nustatoma gravimetriškai, o nuo 2011 metų, kaip ir Aukštaitijos stotyje, instaliuoti Theta Probe ML2x davikliai. Kontrolė senuoju, gravimetriniu metodu buvo 2011 metų gegužės ir lapkričio mėnesį. Rezultatai, gauti naująja įranga ir 2011, ir 2012 metais Žemaitijos stebėsenos stotyje neatitiko senuoju (gravimetriniu) metodu gautų duomenų, t.y. sudarė apie 70 %. Galimai dirvožemio drėgmės davikliai buvo instaliuoti tokioje vietoje arba gylyje, kuris neatitinka gravimetriniu metodu rinktų duomenų.

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 mėginių rūšyse 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 nustatomi 23 cheminiai 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 lizometro darbinį plotą, kuris Aukštaitijos IMS yra $0,642 \text{ km}^2$, o Žemaitijos IMS $1,473 \text{ km}^2$.

Gruntinio vandens dinaminės atsargos apskaičiuojamos 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) apskaičiuotas:

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

Baseino plotas Aukštaitijos integruoto monitoringo stotyje yra patikslintas pagal santykinai inertiškos medžiagos (sulfatų) balansą ekosistemoje (Baužienė, 2005) Chloridų balanso nebuvo galima apskaičiuoti, nes nebuvo duomenų apie chloridus kritulių vandenyje.

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 šiltajam laikotarpiui, balandžio-lapkričio mėnesiams, nes sniego storio dinamikos duomenų nėra. Bendras garavimas apskaičiuotas 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 .

Dėmens ΔS reikšmės nustatymas yra problematiškas, nes dirvožemio drėgnumas per metus (dažniausiai pavasarį-vasarą) mažėja ne tik dėl nuotėkio į gruntinius vandenis (aeracijos zoną), bet ir dėl transpiracijos (Dobkevičius, 2001). Skaičiuojant bendrą garavimą per mėnesį šiltuoju laikotarpiu, ΔS yra drėgmės skirtumas tarp praėjusio ir einamojo mėnesio vidurkių (atskirai suskaičiuojama dirvožemio drėgmė 20 ir 40 cm gylyje. Jei ΔS teigiamas, vadinasi vanduo išgaravo, o jai neigiamas- kaupėsi.

2. Rezultatai ir jų aptarimas

Šioje ataskaitoje apibendrinami 2012 metų dirvožemio vandens, gruntinio vandens bei upelių vandens stebėjimų rezultatai, atlikta ekosistemos hidrologinių parametru pokyčių analizė.

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 upelio, dirvožemio ir gruntinio vandens cheminės savybės. Cheminės dirvožemio, gruntinio ir upelio vandens charakteristikos pateikiamos kaip aritmetiniai vidurkiai. Tais metais, kai dirvožemio vanduo 20 ir (arba) 40 cm gylyje buvo paimtas sausio mėnesio pradžioje, jo cheminės sudėtis analizuojama kartu su praėjusių metų duomenimis, nes tas vanduo yra surinktas paskutinio praėjusių metų mėnesio, gruodžio, metu. Tokie metai, kai dirvožemio vanduo rinkosi ir gruodžio mėnesį per stebėsenos laikotarpį Aukštaitijos buvo IMS 1996, 1999–2001, 2005–2009 ir 2011 metai, o Žemaitijos IMS – 1995–1997, 1999–2003, 2006–2009 ir 2011 metai.

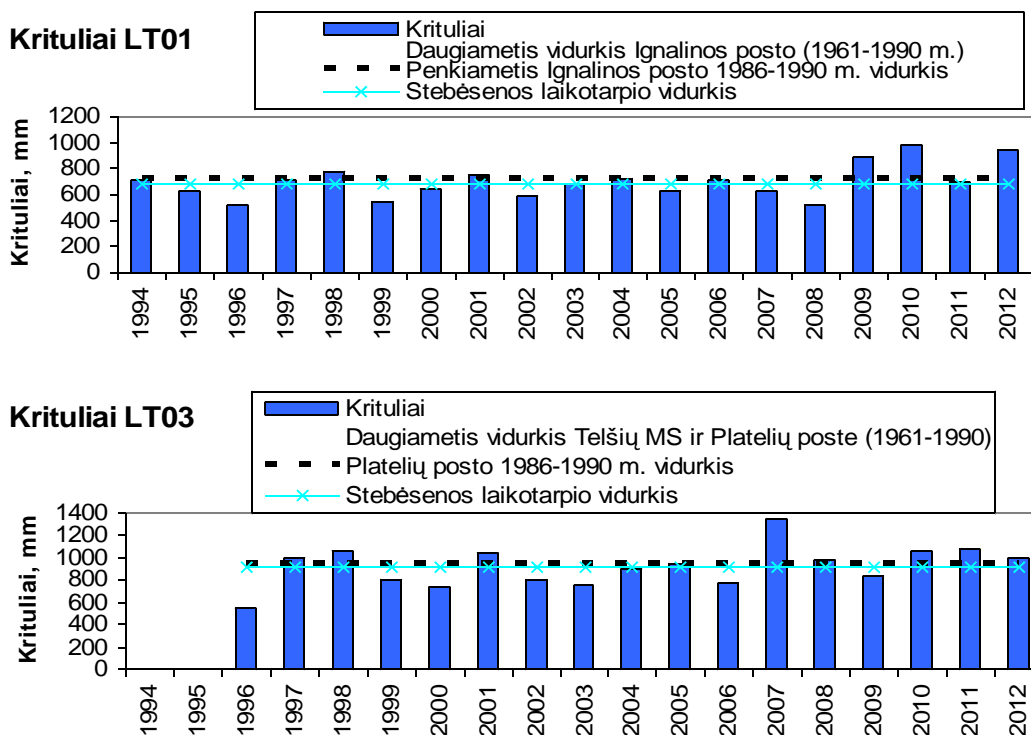
Dauguma parametru stebimi nuo 1993-1995 metų. Vienodas dirvožemio ir gruntinio vandens stebėjimų ritmas nusistovėjo nuo 1998 m., todėl 1998–2012 metų duomenis galima matematiškai patikimai analizuoti. 2.2 skyrius užbaigiamas ekosistemos balanso išlaidų grandies tyrimu, nustatomos medžiagų išnešimo upelio 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.

2.1. Kritulių kiekio dinamika monitoringo stotyse 1994–2012 m.

Kritulių kiekis Aukštaitijos stebėsenos stotyje 4 pastaruosius metus, o Žemaitijos stebėsenos stotyje 6 pastaruosius metus viršijo klimatinę normą, daugiametį 1961-1990 m. vidurkį (1 pav.).

Abiejose stebėsenos stotyse metinis kritulių kiekis 1994-2008 m. būdavo didesnis už penkiametį 1986-1990 metų vidurkį vidutiniškai vieną kartą kas 3-4 metus, o 2009-2010 metais Aukštaitijoje ir 2010-2012 metais Žemaitijoje, net du-tris metus iš eilės (1 pav.). Pastarųjų penkerių metų vidurkis sudaro 111% 1986-1990 m. Ignalinos posto vidurkio.



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

2012 m. Aukštaitijoje iškrito didelis kritulių kiekis, antras pagal dydį per stebėsenos laikotarpį (19 metų) didesnis už klimatinę normą (140% normos) ir 1994-2011 m. vidurkį (134% vidurkio). Devynis 2012 m. mėnesius, išskyrus kovą, gegužę ir gruodį, kritulių iškrito daugiau nei stebėjimo laikotarpio vidurkis, o balandį ir lapkritį iškrito du kartus daugiau nei tų mėnesių stebėjimo laikotarpio vidurkis.

Žemaitijos stebėjimų stotyje 2012 metai taip pat buvo drėgni, iškrito 115% klimatinės normos ir 116% stebėsenos laikotarpio vidurkio kritulių (1 pav.). Ir Aukštaitijoje, ir Žemaitijoje net devynis 2012 m. mėnesius kritulių iškrito daugiau nei stebėjimo laikotarpio vidurkis. Žemaitijoje, skirtingai nei Aukštaitijoje, buvo sausas rugpjūtis, o ne gegužė, dvigubai drėgnesnis buvo spalio, o ne lapkritis.

Pastaraisiais, 2008-2012 metais kritulių kiekis didesnis, nei stebėsenos pradžioje, klimatinė norma viršijama dažniau ir didesne dalimi, negu nepasiekama. Didžiausias klimatinės normos viršijimas buvo +45% (LT01, 2010 m.) ir +55% (LT03, 2007 m.), o trūkumas -22% (LT01, 1996 ir 2008 m.) ir -37% (LT03, 1996 m.). Slankusis penkiametis vidurkis tolygiai auga ir pastarąjį penkmetį viršijo 1986-1990 m. vidurkį, todėl galima kalbėti apie šlapmetį, kuris prasidėjo 2009 metais.

2.2. Vandens balansas pagrindinėse geosistemos grandyse

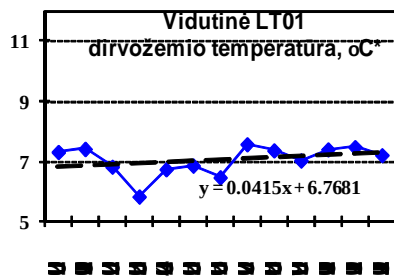
2.2.1 Dirvožemio vanduo

Dirvožemio vandens judėjimą ir medžiagų tirpimą jame lemia ne tik kiekis, bet ir temperatūra. Dirvožemio temperatūra reguliariai stebima tik Aukštaitijos IMS, kur per trylika metų (1999-2012 m.) dirvožemio temperatūros (5, 10 ir 20 cm gyliuose) vidutinė reikšmė buvo 7,1 °C. Vidutinių metinių vidurkių reikšmės svyravo nuo 6,1 iki 7,4 °C. Didžiausios metų vidutinės temperatūros reikšmės buvo 2000, 2007-2008 m.: 7,3 °C ir 7,6 °C ir 7,4 °C, t.y., kas 7 metus – tai atitinka saulės aktyvumo ciklo trukmę. 2012 metų dirvožemio temperatūros vidurkis buvo 7,23 °C, o amplitudė padidėjo iki lygio, buvusio prieš 11 metų, 2000-2001 m. (2 pav.).

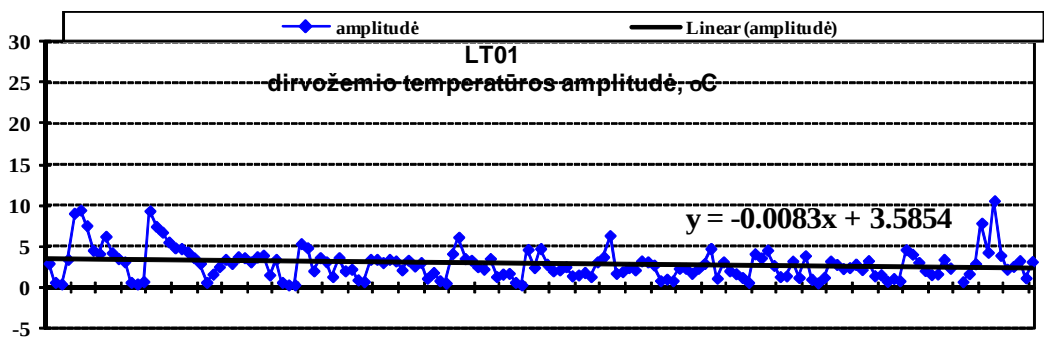
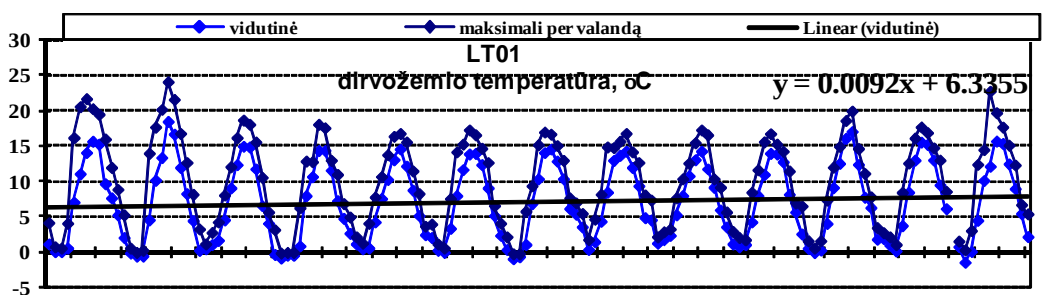
Dirvožemio temperatūros amplitudė Aukštaitijos stotyje (charakterizuojama vidutiniu skirtumu tarp mėnesio vidurkio ir maksimalių valandinių reikšmių) stebėsenos laikotarpiu mažėja, bet 2012 metais buvo viena iš didesnių per stebėsenos laikotarpį (2 pav.).

2012 metais vidutinės žiemos mėnesių dirvožemio temperatūros vidurkis po 5 metų pertraukos vėl tapo neigiamas. 2012 m. žemiausia vidutinė dirvožemio temperatūra buvo vasario mėnesį, taip, kaip ir 8 metus iš 13. Neįprastai žemiausia dirvožemio temperatūra buvo 2005 ir 2011 m. – kovo mėn., o pastoviausia dirvožemio temperatūra 1999-2001, 2003 ir 2008-2009 m. žiemomis (2 ir 3 pav.)

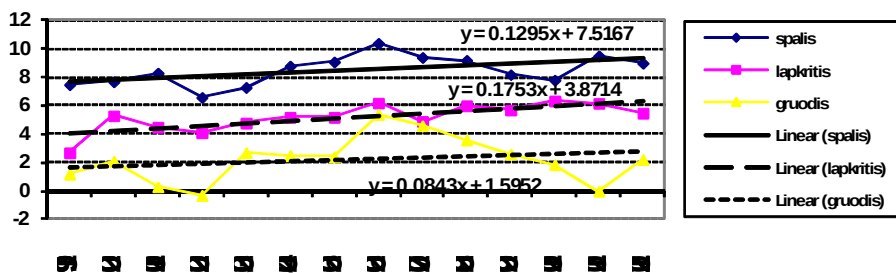
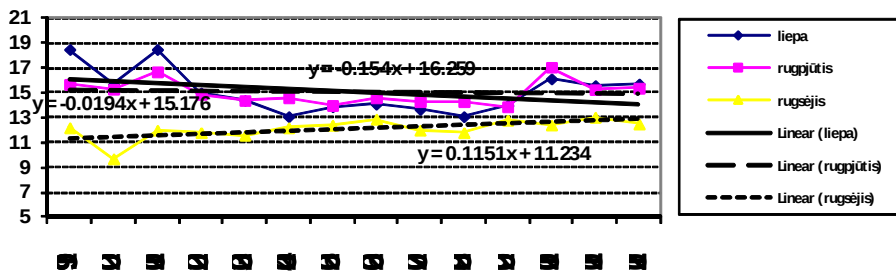
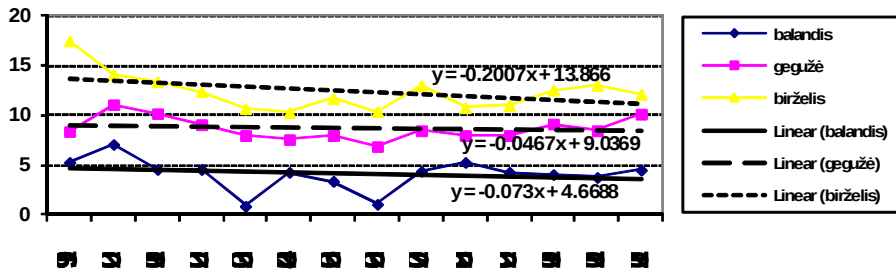
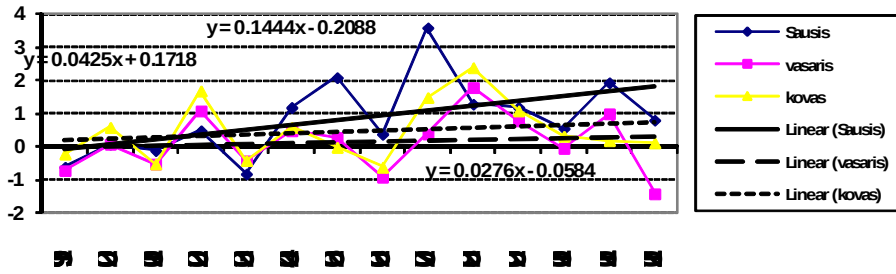
Vidutinės dirvožemio temperatūros šaltuoju ir šiltuoju metų laikotarpiu kinta skirtingai. Per 14 metų (1999-2012 m.) septynis metų mėnesius, rugsėjį-kovą, pastebimas vidutinių mėnesio temperatūrų kilimas, o penkis pavasario ir vasaros mėnesius (balandį-liepą) - kritimas. Per 1999-2012 m. dirvožemis labiausiai atšilo lapkritį, o atvėso birželį, vidutiniškai po 0,2 °C per metus. Mažiausiai dirvožemio temperatūra pakilo vasario ir kovo mėnesiais (3 pav.).



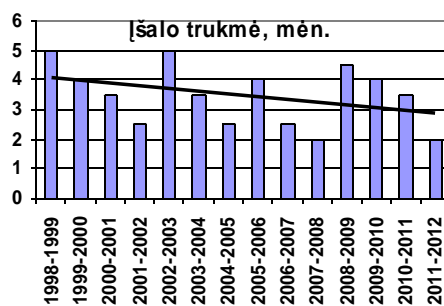
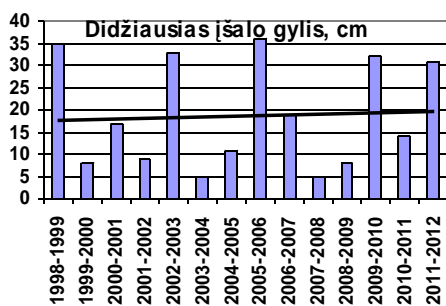
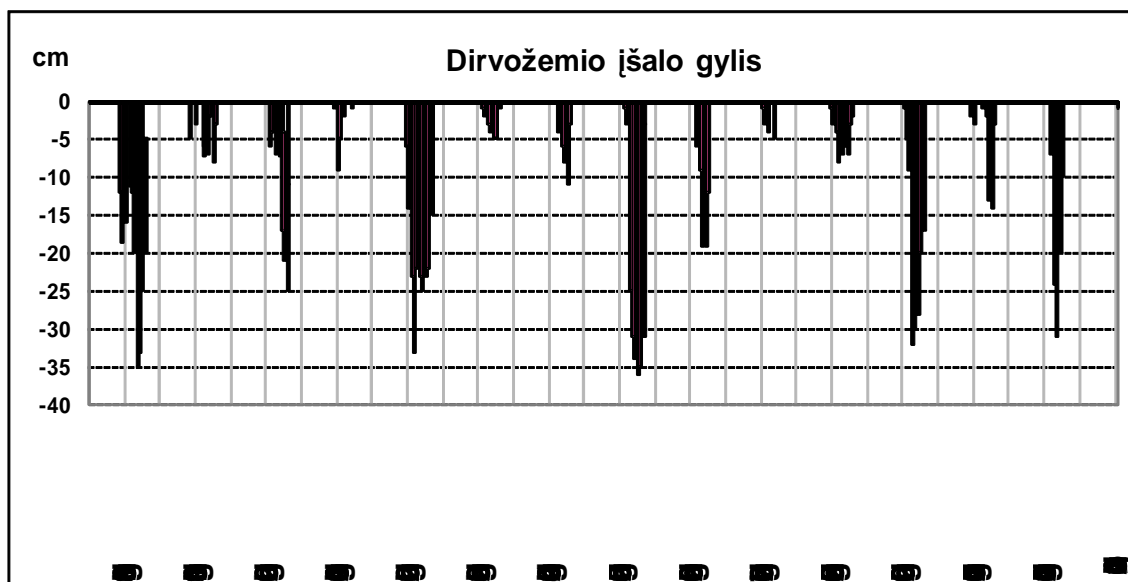
* dėl įrangos gedimo vidutinė 2011 metų temperatūra skaičiuota nuo 2010 metų gruodžio.



pav. Aukštaitijos IMS dirvožemio temperatūra (5, 10 ir 20 cm gyliuose, mėnesio vidurkis ir maksimali valandos) bei amplitudė. 2011 m. Gruodžio mėn. duomenų nėra, nes dėl meteorologinės įrangos gedimo 2011 m. 12 mėn. 6 d. 12 val. duomenų kaupiklis buvo išmontuotas, o 2012 m. meteorologiniai matavimai atliekami nauja įranga.



3 pav. Mėnesio vidutinės dirvožemio temperatūros kaita Aukštaitijos IMS.



4 pav. Dirvožemio įšalo charakteristikos Aukštaitijos IMS (LT01).

Nuo 1998 m. periodiškai, kas 3–4 metus, Aukštaitijos stotyje kartojosi šaltos žiemos, kai dirvožemis išala giliau, negu 30 cm ir išalas trunka 4 ir daugiau mėnesių. Per stebėjimų laikotarpį buvo keturios tokio gilaus ir ilgai trunkančio išalo žiemos: 1998–1999, 2002–2003, 2005–2006 ir 2009–2010 m. Menkiausias išalas buvo susidaręs 2001–2002, 2003–2004, 2007–2008 m., kai dirvožemis išalo sekliu negu 10 cm ir išalas laikėsi trumpiausiai, ne ilgiau kaip du su puse mėnesio. Stebėsenos laikotarpio pradžioje sekus išalas susidarydavo kas antrą žiemą, o pastaruosius 4 metus iš eilės išalas būna gilus, >30 cm arba trunka ilgiau 3 mėnesių.

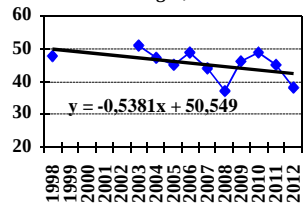
2011–2012 metų žiemą Aukštaitijos stotyje dirvožemis išalo gilokai, iki 31 cm, tai yra penktas pagal gylį išalas per 14 stebėjimo metų, bet išalo trukmė buvo mažiausia per stebėjimo laikotarpį, du mėnesiai. Taigi išalas vertintinas kaip vidutinis.

Išalo gylio ir trukmės tendencija po 14 stebėjimo metų nesutampa, išalo trukmė mažėja, o gylis didėja (4 pav.): gilus išalas arba nesusidaro, nors dirvožemis išalo trukmė viršija 4 mėnesius, arba išalas nebesilaiko ilgai.

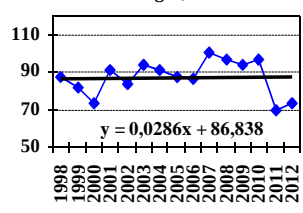
Pakankamas išalo gylis ir trukmė lemia dirvožemio drėgmę vegetacijos laikotarpiu, kurios deficitas smėlžemiuose yra limituojantis veiksnys. Kai išalas laikėsi trumpiausiai, po 2007–2008 ir 2011–2012 m. žiemų, dirvožemio vidutinis drėgnumas vegetacijos laikotarpiu buvo mažiausias (4 ir 5 pav.). 2012 m. dirvožemio drėgmė liepos-rugsėjo mėnesį 0–20 cm gylyje buvo mažesnė už mažiausios drėgmės konstantą, o 20–40 cm gylyje tesiekė tik pusę mažiausios drėgmės konstantos reikšmės.

Žemaitijos monitoringo stotyje ketverius metus (2008–2010 m.) dirvožemio vandens atsargos buvo didesnės nei vidutinės ir per stebėjimų laikotarpį tolygiai didėjo. 2011 m. kritulių kiekis viršijo klimatinę normą, bet dirvožemio drėgmė buvo viena iš mažesnių, o 2012 metais šiek tiek padidėjo, bet drėgmės didėjimo tendencija per stebėsenos laikotarpį išliko (5 pav.).

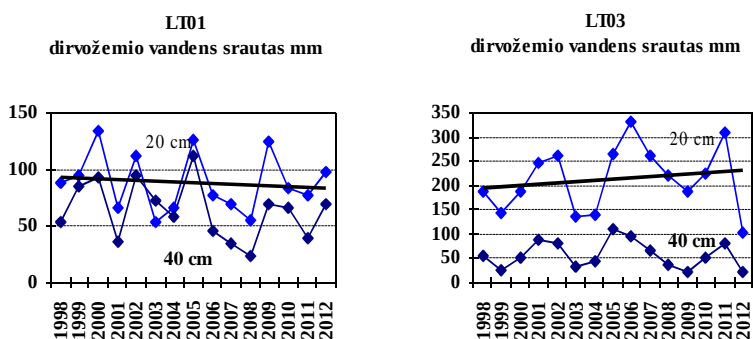
LT01
vidutinės dirvožemio drėgmės
atsargos, mm



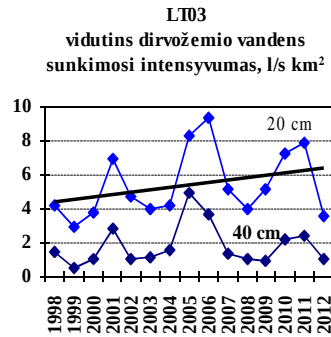
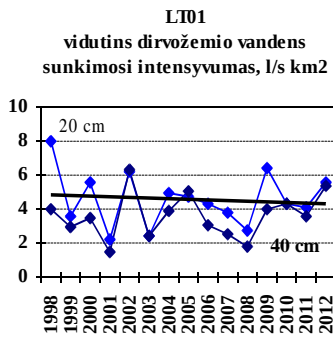
LT03
vidutinės dirvožemio drėgmės
atsargos, mm



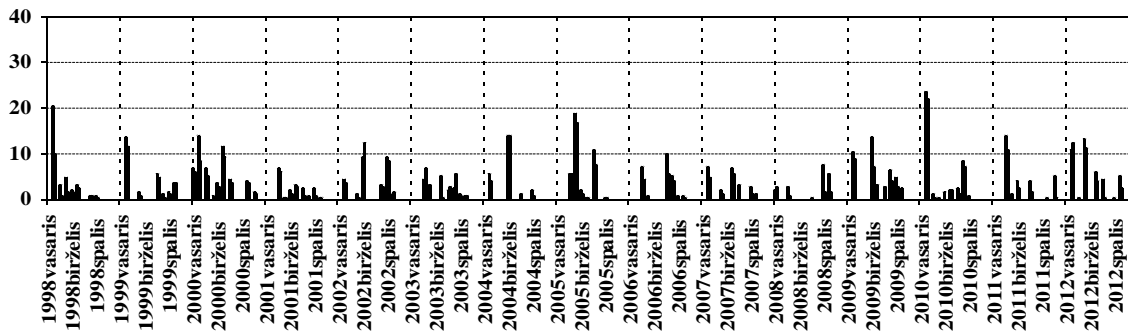
Prasisunkusio vandens kiekis (srautas) dirvožemyje ir debitas (filtravimosi intensyvumas) lemia medžiagų išplovimą iš dirvožemio. Dirvožemio vandens srauto, kaip ir drėgmės atsargų, kaita per stebėjimo laikotarpį skiriasi: Aukštaitijos IMS mažėja, o Žemaitijos IMS didėja (6 ir 7 pav.).



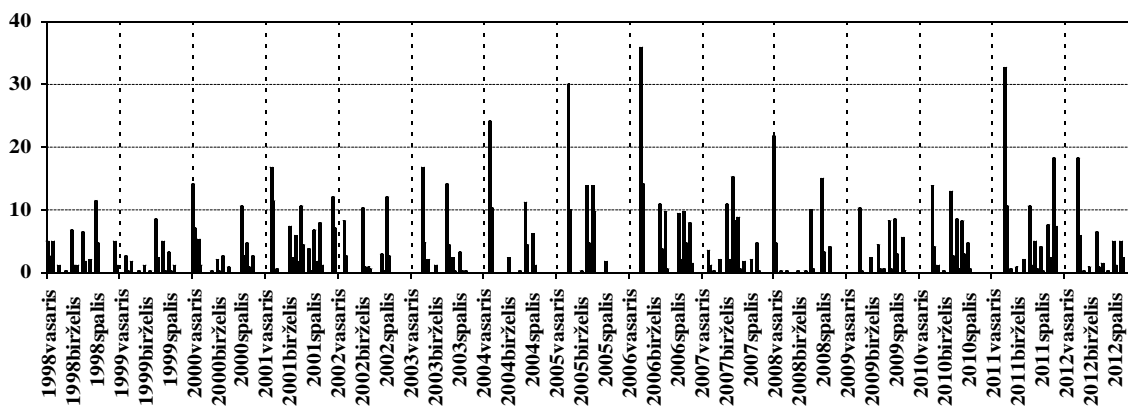
6 pav. Dirvožemio vandens srautas (mm).



LT01 Dirvožemio vandens sunkimosi intensyvumas l/s km²



LT03 Dirvožemio vandens sunkimosi intensyvumas l/s km²



7 pav. Dirvožemio vandens sunkimosi intensyvumas.

Surangavus dirvožemio vandens srautą ir debitą sudarytos 1 ir 2 lentelės, kurios rodo, kad palankiausios sąlygos medžiagų išplovimui buvo Aukštaitijos IMS 2002, 2005, 2009 metais. 2012 metais sąlygos medžiagų išnešimui iš dirvožemio buvo vidutiniškai geros, palyginti su visu stebėsenos laikotarpiu.

Žemaitijos IMS 2005, 2006 ir 2011 metais buvo susidariusio palankiausios sąlygos tirpių medžiagų išplovimui. 2012 metais medžiagų išnešimui iš dirvožemio buvo prasčiausios sąlygos, per visą stebėsenos laikotarpį.

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

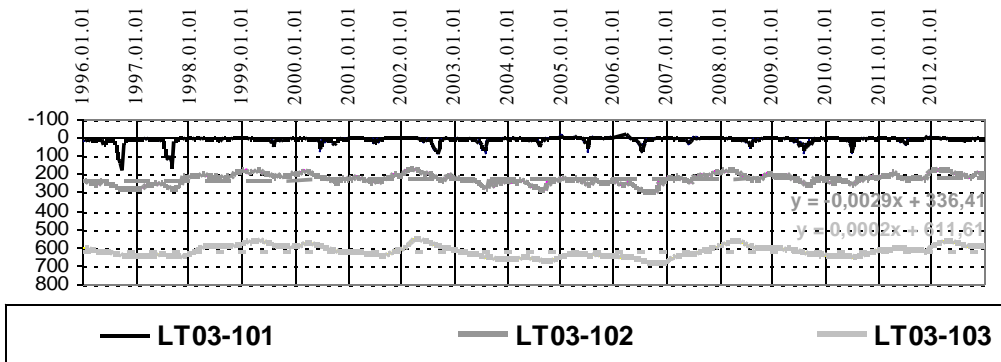
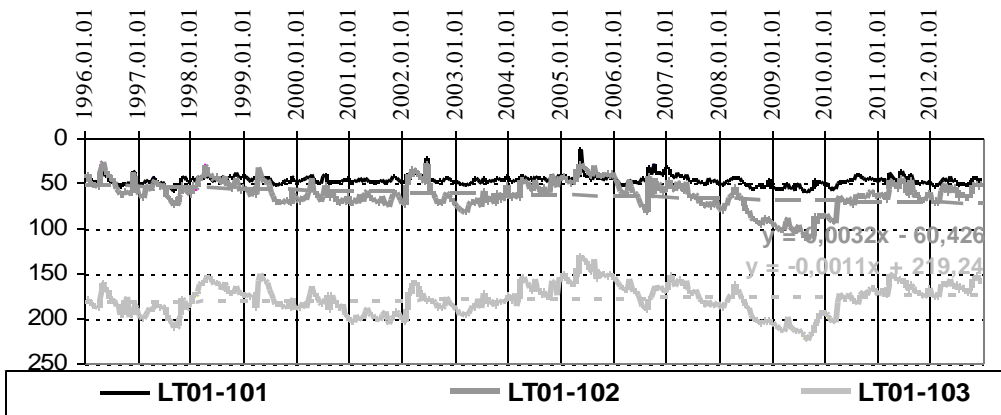
Metai	Gylis, cm:	Srautas		Intensyvumas	
		20	40	20	40
1998		7	10	1	6
1999		6	4	12	11
2000		1	3	5	9
2001		12	13	15	15
2002		4	2	3	2
2003		15	5	14	13
2004		13	9	6	7
2005		2	1	7	3
2006		10	11	8	10
2007		14	14	11	12
2008		14	15	13	14
2009		3	7	2	5
2010		8	8	9	4
2011		9	12	10	8
2012		5	6	4	2

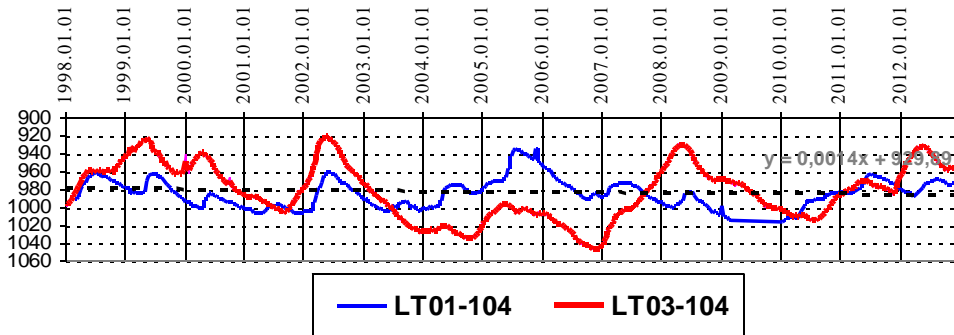
2 lentelė. Medžiagų išplovimo iš dirvožemio veiksmų vertinimas (rangavimas) Žemaitijos IMS (LT03).

Metai	Gylis, cm:	Srautas		Intensyvumas	
		0-20	20-40	0-20	20-40
1998		9	7	9	7
1999		12	13	15	15
2000		11	9	13	10
2001		6	3	5	3
2002		5	4	8	12
2003		14	12	12	9
2004		13	8	10	6
2005		3	1	2	1
2006		1	2	1	2
2007		4	6	7	8
2008		8	11	11	13
2009		10	14	6	14
2010		7	10	4	5
2011		2	5	3	4
2012		15	15	14	11

2.2.2. Gruntinis vanduo

Kritulių kiekis pastaruosius 3-5 metus yra padidėjęs (1 pav.), todėl gruntinio vandens lygis visuose gręžiniuose kyla iki seklausio lygio per stebėsenos laikotarpį (1998 ir 2005 metų). Per 16 stebėsenos metų gruntinio vandens lygis sekliuosiuose gręžiniuose neturi ryškių kitimo tendencijų, sekliausiame gręžinyje vegetacijos laikotarpio vandens nuslūgimas 2012 metais buvo beveik nebepastebimas (8 pav.).





8 pav. Vidutinis gruntinio vandens lygis gręžiniuose Nr. 1, 2, 3 ir 4. Plokštuma LT01-104 kreivėje reiškia, kad 2009.03.19-2009.12.17 giliajame gręžinyje nebuvo vandens.

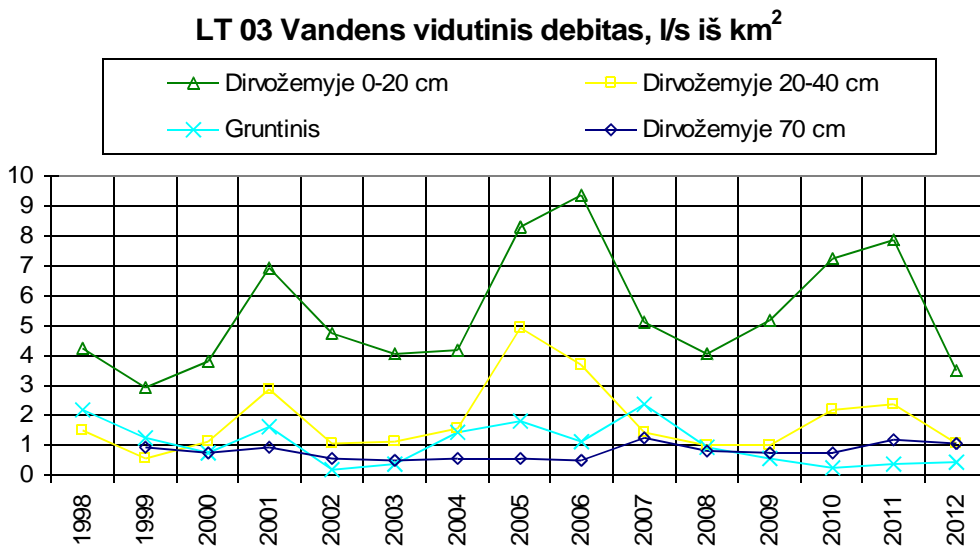
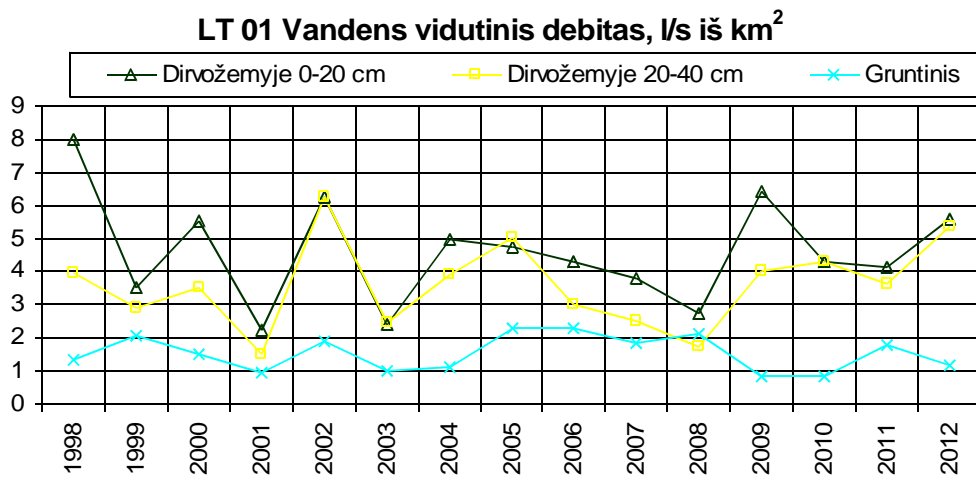
Giliausiuose gręžiniuose (LT01-104 ir LT03-104) gruntinio vandens lygis pakyla maždaug kas tris metus: 1999, 2002, 2005, 2007 ir 2011 metais, t.y. pulsuoja 3 metų ritmu, kaip ir krituliai, bet tiesiogiai su krituliais nesusijęs (8 pav. ir 1 pav.).

Aukščiausias giliojo gręžinio vandens lygis buvo pasiektas Aukštaitijos IMS (LT01) metais vėliau, negu krituliai viršijo normą. Aukštas gruntinio vandens lygis galėjo sušvelninti kritulių trūkumo pasekmes, ypač 1999, 2002 m., bet 2003, 2006 ir 2009 metais žemiausieji gruntinio vandens lygiai sutapo su sausais metais. Ypač sausringi buvo 2009 metai, kai ne tik kritulių trūko, bet ir vandens giliausiame gręžinyje nebeliko. Pastaruosius trejus, 2010-2012 metus, gruntinio vandens lygis Aukštaitijoje IMS yra aukštas (8 pav.).

Žemaitijos IMS žemiausias vandens lygis giliajame gręžinyje buvo pasiektas 2003-2004, 2006 ir 2010 metais. Ir kritulių trūkumas, ir žemiausi 2, 3, 4 gręžinio vandens lygiai buvo 2006 metais, todėl galėjo lemti vandens trūkumą ekosistemos masteliu. 2007 metais, dėl ypač gausių kritulių gruntinio vandens lygis kilo, palyginti su kitais stebėsenos metais, sparčiausiai. Gruntinio vandens lygio sumažėjimas 2010 metų viduryje buvo nedidelis ir laikinas, nes pastaraisiais 2011-2012 metais gruntinis vanduo laikosi aukštame lygyje (8 pav.).

Gruntinio vandens nuotėkis, apskaičiuotas pagal vandens dinaminių atsargų pokyčius 1-4 gręžinių sistemoje pastaruosius 4-5 metus yra žemas (9 pav.). Dirvožemio

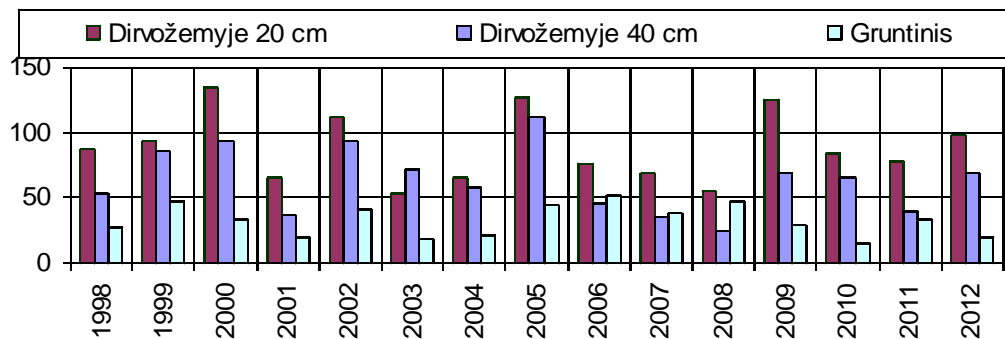
vandens nuotėkio padidėjimas Aukštaitijos IMS 1998, 2000, 2001, 2004-2005 ir 2009-2010 metais nepadidino gruntinio vandens nuotėkio, bet mažo dirvožemio vandens nuotėkio metais (1999, 2002, 2006, 2008 2011 m.), gruntinio vandens nuotėkis buvo didesnis nei vidutinis. Tai galėjo kompensuoti vandens trūkumą ekosistemoje: medžiai, ypač pušys, turinčios gilia šaknų sistemą sausringais metais siurbė vandens atsargas iš gilesnių uolienu sluoksnių. Žemaitijoje skirtumai tarp metinio dirvožemio ir gruntinio vandens debito nepasireiškė, galimai dėl to, kad vandens trūkumo nebuvo, tai rodo drėgmės atsargų dirvožemyje didėjimas.



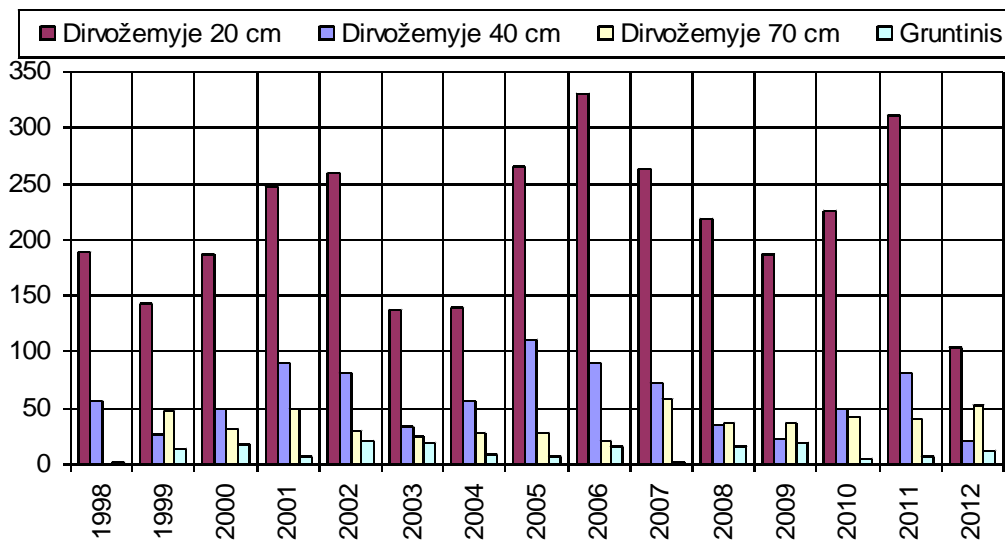
9 pav. Gruntinio ir dirvožemio vandens nuotėkio intensyvumas.

Abiejose stotyse gruntinio vandens sunkimosi intensyvumas ir nuotėkis 2012 metais buvo žemas, panašus į 2003 metų. Nepaisant vandens filtravimosi dirvožemyje nuotėkio ir intensyvumo padidėjimo stebėjimo laikotarpio pradžioje dirvožemio ir gruntinio vandens nuotėkis įvairiuose gyliuose sinchroniškai arba vėluodamas vienerius metus didėdavo ir mažėdavo (9, 10 pav.). Tai reiškia, kad dėl temperatūros kilimo dirvožemio vanduo išgaruoja nebeprisunkdamas giliau iki gruntinio vandens lygio (žr. Bendro garavimo reikšmes 2.2.3 skyriuje). 2007-2008 metais nukritusio iki žemiausio lygio gruntinio vandens atsikūrimo procesas yra ne toks greitas kaip galima būtų tikėtis, kritulių kiekiui 2010–2012 m. viršijant klimatinę normą.

LT 01 Vandens nuotekis, mm



LT 03 Vandens nuotekis, mm



10 pav. Gruntinio ir dirvožemio vandens nuotekis.

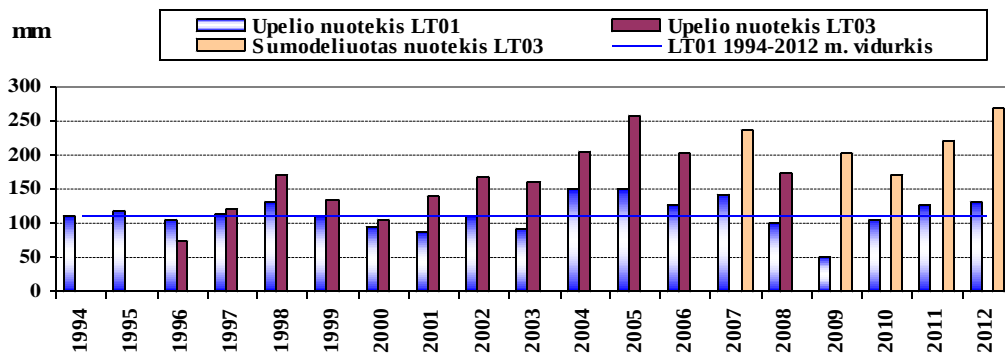
Ranguojant gruntinio vandens nuotėkio srautų ir jų intensyvumo charakteristikas sudaryta 3 lentelė, kuria naudojantis gali būti pagrindžiamos medžiagų koncentracijos ir srautų gruntiniame vandenyje kitimo fizinės priežastys, sąsajos su vandens srauto tūriu ir sunkimosi intensyvumu (2.3.2 ir 2.4 skyriai).

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

Metai	Srautas (nuotekis)		Nuotekio intensyvumas (vidutinis debitas)	
	LT01	LT03	LT01	LT03
1998	10	14	9	14
1999	2	7	4	4
2000	8	4	8	2
2001	13	11	12	11
2002	5	1	5	1
2003	14	2	12	5
2004	11	9	11	10
2005	4	12	2	12
2006	1	6	1	7
2007	6	15	6	15
2008	3	5	3	3
2009	9	3	14	6
2010	15	13	15	13
2011	7	10	7	9
2012	12	8	10	8

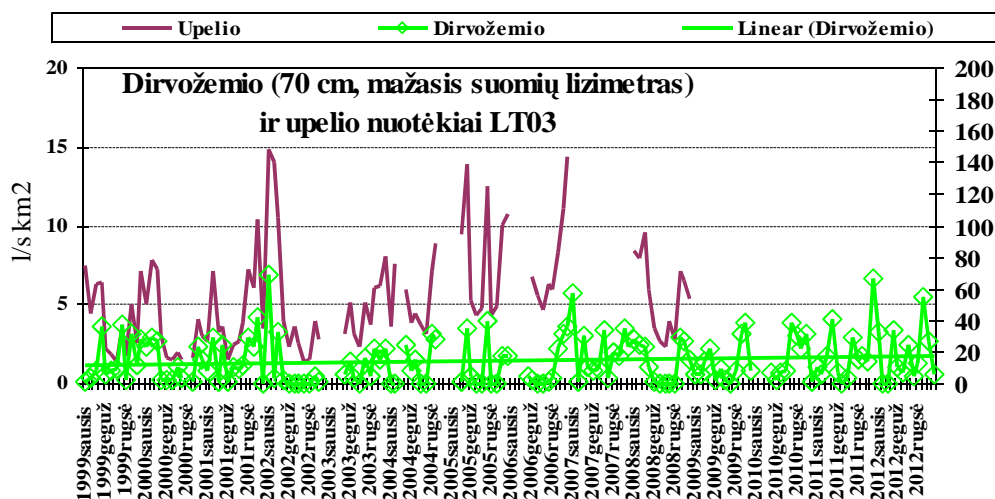
2.2.3 Upelio vandens ir kitos vandens balanso sudedamosios

2012 metais upelio nuotėkis Aukštaitijos IMS (LT01) buvo didesnis už stebėjimų laikotarpio vidurkį, ketvirtas iš didžiausių per 19 matavimo metų. Didesni nei 2012 m. nuotėkiai buvo 2004, 2005 ir 2007 metais (11 pav.).



11 pav. Upelių nuotėkio modulis. Žemaitijos stotyje (LT03) nuotėkis nebuvo išmatuotas, nes neveikė įranga. Pateikiamas sumodeliuotas nuotėkis, naudojant dirvožemio lizimetro duomenis ir 170 cm gylio.

Upelio nuotėkis Žemaitijos IMS (LT03) apytikriai apskaičiuotas pagal vandens nuotėkį dirvožemyje, nes tarp upelio ir dirvožemio nuotėkio 70 cm gylyje stebėtas tamprus ryšys; per 5 sinchroniško stebėjimo metus koreliacijos koeficientai balandžio-gruodžio mėnesį buvo aukšti: 2003 m. $r=0,95$; 2004 m. $r=0,90$; 2005 m. $r=0,89$; 2006 m. $r=0,94$; 2008 m. $r=0,91$. Pasinaudojus tampriu ryšiu tarp vandens nuotėkio upelyje ir dirvožemyje, buvo apskaičiuoti tikėtini upelio nuotėkiai 2007 ir 2009-2012 metais (11, 12 pav.).

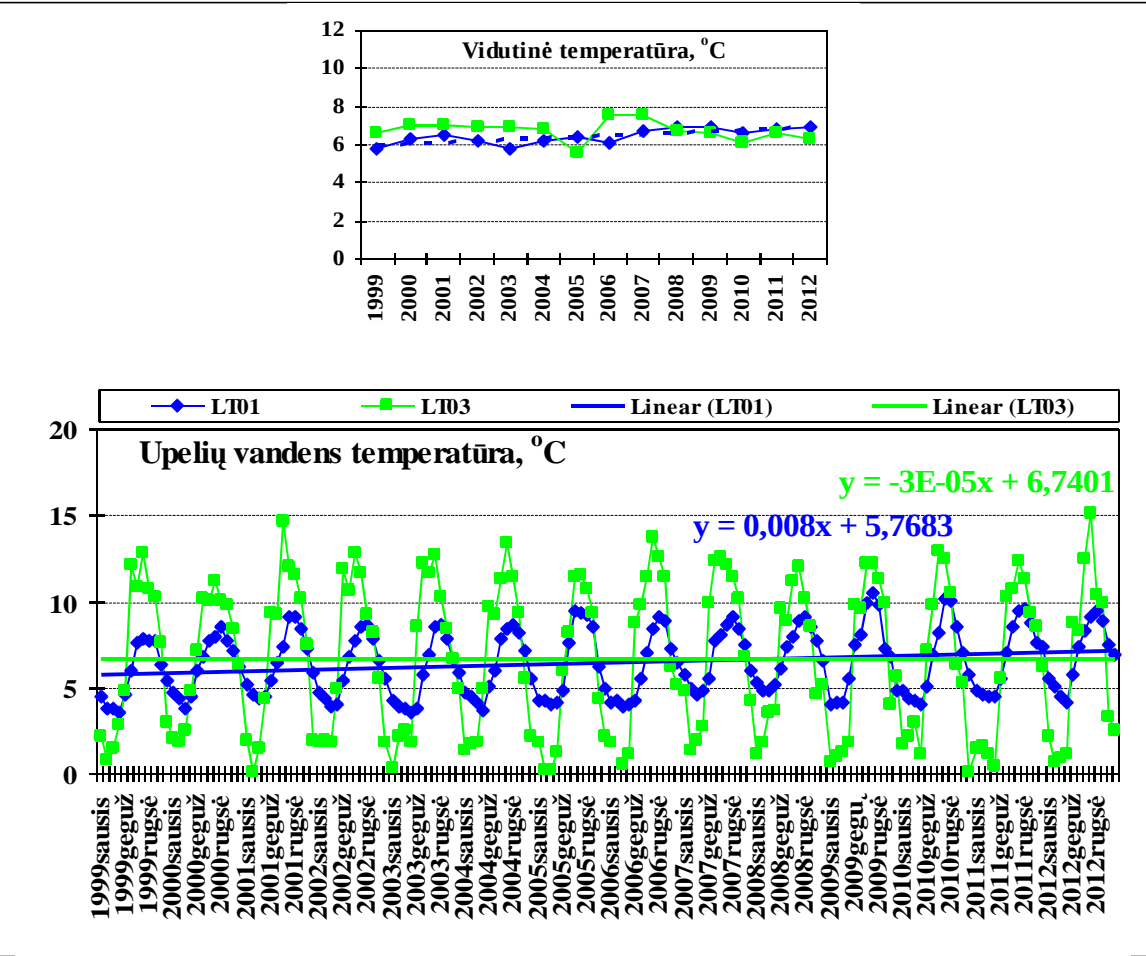


12 pav. Upelio ir dirvožemio vandens (70 cm) nuotėkiai 2003-2012 metais Žemaitijos stotyje (LT03).

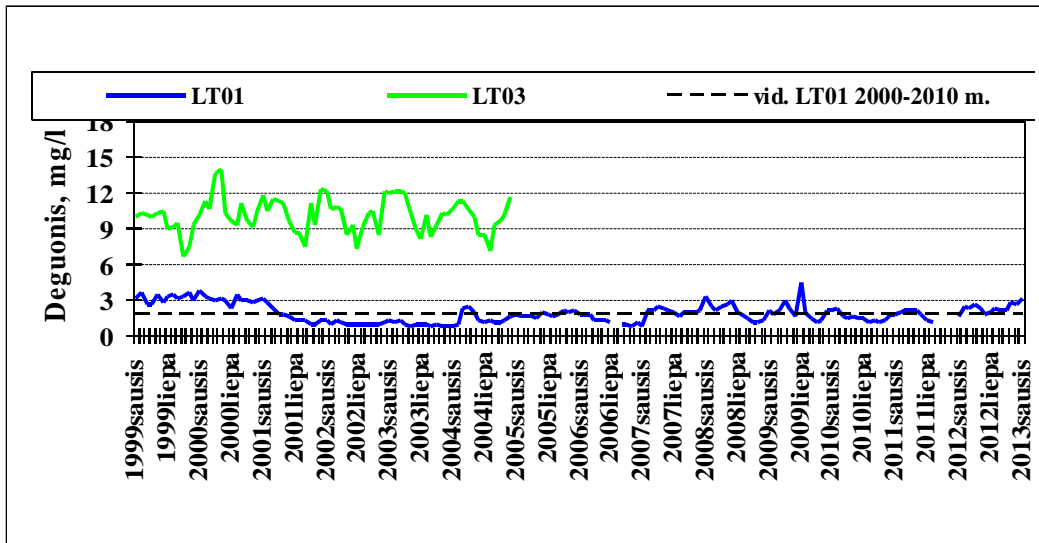
Upelio vandens temperatūros kaitos trendas abiejose stotyse yra teigiamas. LT01 temperatūra kyla vidutiniškai $0,096^{\circ}\text{C}$ per metus, o LT03 – gerokai lėčiau, vidutiniškai $0,008^{\circ}\text{C}$ per metus, tikėtina, kad tai nėra statistiškai patikima tendencija (13 pav.).

Didžiausios ir ilgiausios trukusios upelio vandens temperatūros reikšmės Aukštaitijos stotyje buvo 2009-2010 m. 2010 m. didesnė nei 10°C upelio vandens temperatūra buvo fiksuojama net 2 mėnesius - rugpjūtį ir rugsėjį, bet neviršijo 2009 m. rekordinės reikšmės ($10,5^{\circ}\text{C}$). 2012 m. upelio vandens temperatūra Aukštaitijos stotyje buvo $6,9^{\circ}\text{C}$, šeštus metus iš eilės Aukštaitijos stotyje upelio vandens vidutinė temperatūra yra didesnė už stebėsenos laikotarpio vidurkį (13 pav.).

Žemaitijos stotyje upelio vandens temperatūra buvo aukščiausia 2004–2005 ir 2008–2010 m. metais, o aukštesnė negu 10°C vandens temperatūra laikėsi 3 mėnesius. Upelio temperatūros vidurkis 2012 metais antras tarp mažiausių, bet amplitudė, kaip ir Aukštaitijoje, buvo viena iš didesnių (4 lentelė).



13 pav. Upelių vandens temperatūra.

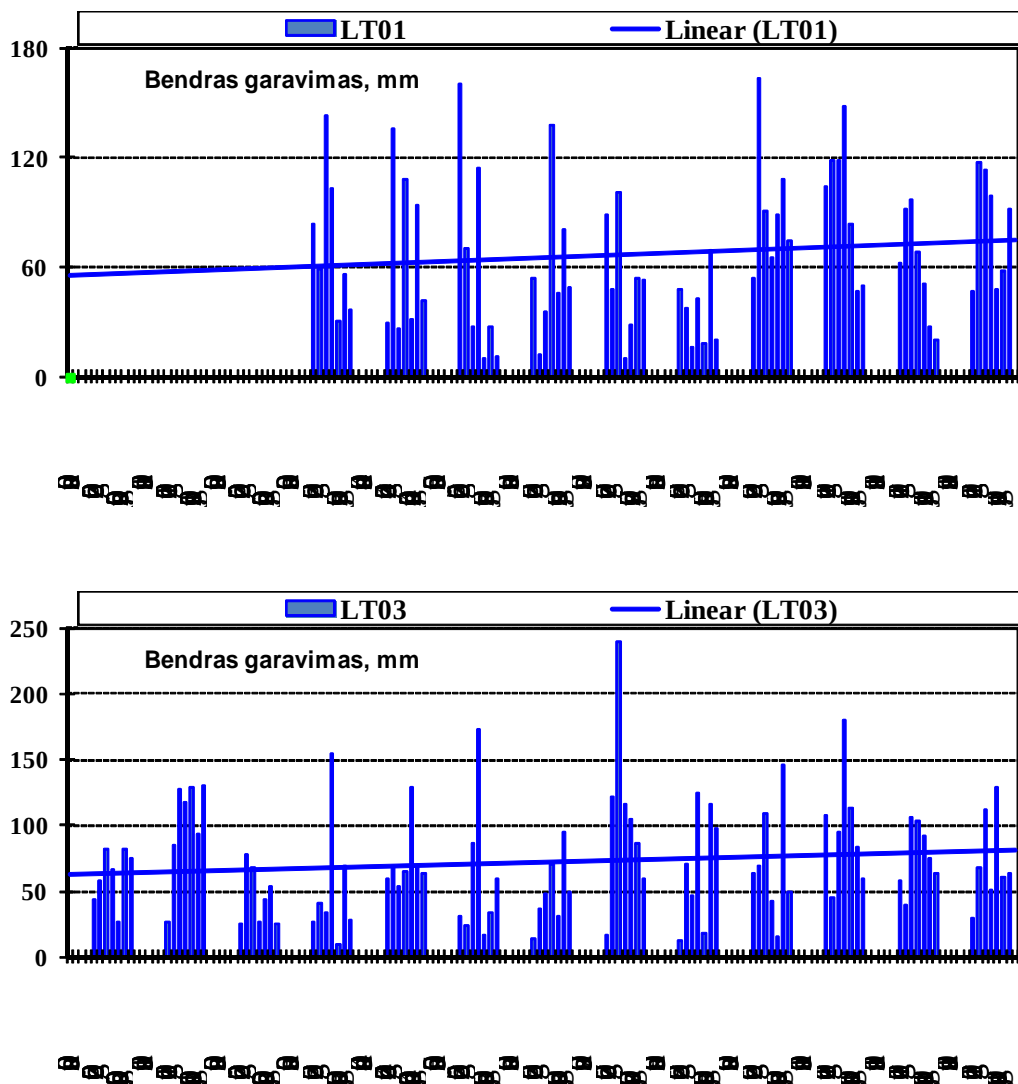


14 pav. Upelio vandenyje ištirpęs deguonis. Dėl techninių kliūčių LT03 nuo 2005 m., o LT01 2011 m. rugsėjį–gruodį neišmatuotas.

2012 metais ištirpusio deguonies kiekis Aukštaitijos stoties upelio vandenyje visus metus, išskyrus birželio mėnesį, buvo didesnis už vidutinę 2000–2010 metų reikšmę 1,77 mg/l, bet viso stebėjimo laikotarpio tendencija išliko neigiama.

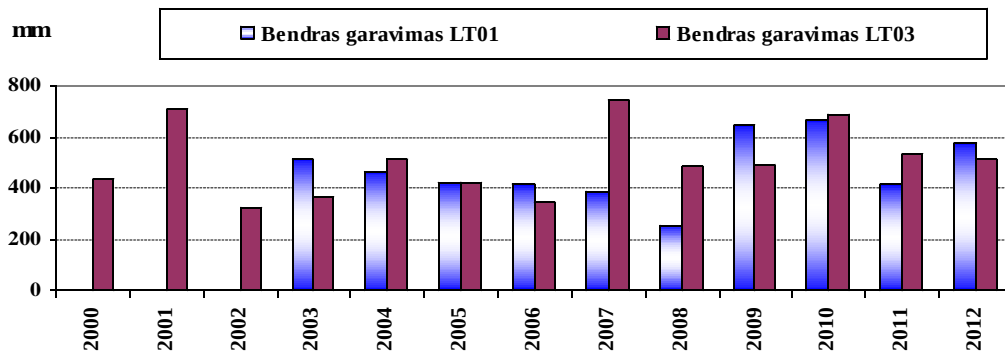
Mažiausiai deguonies upelio vandenyje buvo 2002–2003 m., apie 1 mg/l. 2004–2005 ir 2007–2009 metais, ištirpusio deguonies kiekis buvo didesnis už vidurkį dėl upelio vandens temperatūros padidėjimo ir režimo. 2012 metais Aukštaitijos monitoringo stoties upelio vandens temperatūra ir nuotėkis buvo palankus vandens augalų (producentų) vešėjimui, ir upelio vandenyje deguonies kiekis padidėjo (14 pav.).

Viso stebėsenos laikotarpio duomenys apie kritulius, dirvožemio drėgmę ir upelio vandens nuotėkį yra nepilni. 2000–2003–2012 metų laikotarpiu turime išsamiausių mėnesio duomenis, todėl šiam laikotarpiui apskaičiuotas bendras garavimas šiltuoju laikotarpiu per mėnesį (15 pav.).



15 pav. Bendo garavimo per mėnesį šiltuoju laikotarpiu dinamika.

Šaltuoju laikotarpiu bendro garavimo skaičiavimas nebūtų tikslus, nes nėra sniego dangos duomenų, todėl šioje ataskaitoje metų garavimas apskaičiuotas tik šiltajam laikotarpiui, gegužės-lapkričio mėnesiams (16 pav.). Balandis tradiciškai irgi laikomas šiltuoju metų laikotarpiu, bet dėl upelio potvynio, kuris pastaraisiais metais miške dažnesnis balandžio mėnesį, garavimo reikšmė būna netiksli.



16 pav. Bendras garavimas šiltuoju laikotarpiu. Metų reikšmės.

Bendras garavimas šiltuoju laikotarpiu sudaro vidutiniškai LT01 85%, o LT03 – 84%, skaičiuojant nuo kritulių kiekio.

Aukštaitijos IMS 2009-2010 ir 2012 metais bendras garavimas buvo didžiausias per visą stebėjimų laikotarpį (>800 mm). Bendrą garavimą Žemaitijos IMS apskaičiavome naudodami sumodeliuotas (pagal dirvožemio vandens nuotėkį 70 cm gylyje) upelio nuotėkio reikšmes. Gauta, kad 2001, 2007 ir 2010 metais bendras garavimas buvo 15-20 % didesnis už stebėjimo laikotarpio vidurkį (550 mm), o 2012 metais - artimas vidurkiui (512 ir 505 mm).

Upelio nuotėkio dalis kritulių atžvilgiu (efektyvusis upelio nuotėkis) 2012 metais Aukštaitijos IMS buvo artimas vidurkiui (14%, kai vidurkis 16%), o Žemaitijos IMS buvo gerokai didesnis stebėsenos laikotarpio vidurkį (27%, kai vidurkis 19%) bet reikia atkreipti dėmesį, kad upelio nuotėkis Žemaitijos IMS yra sumodeliuotas.

Upelių vandens fizikiniai duomenys suranguoti ir naudoti medžiagų koncentracijų ir išplovimo dinamikos interpretacijai. Pavyzdžiui, palankiausi medžiagų išplovimui pagal nuotėkį ir debitą buvo Aukštaitijoje 2005, 2007 m., o Žemaitijoje 2004-2006 m.

2012 m. Aukštaitijos IMS nuotėkio sąlygos buvo vidutiniškai palankios tirpių druskų išplovimui, o šiluminės palankios.

Žemaitijos IMS, nors šiluminės sąlygos nebuvo pačios palankiausios per stebėjimo laikotarpį, bet debitas ir nuotėkis vieni iš didesnių, bet reikia atkreipti dėmesį, kad šie parametrai nėra tiesiogiai išmatuoti (žr. Skyriaus pradžioje).

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

Metai	Nuotekis (vandens kiekis)		Vidutinis debitas (intensyvumas)		Temperatūros vidurkis		Temperatūros amplitudė	
	LT01	LT03	LT01	LT03	LT01	LT03	LT01	LT03
1994	10	N. d.	4	N. d.	N. d.	N. d.	N. d.	N. d.
1995	8	N. d.	3	N. d.	N. d.	N. d.	N. d.	N. d.
1996	13	17	12	17	N. d.	N. d.	N. d.	N. d.
1997	9	15	9	14	N. d.	N. d.	N. d.	N. d.
1998	5	10	6	6	N. d.	N. d.	N. d.	N. d.
1999	12	14	11	13	14	10	13	6
2000	16	16	16	16	9	4	10	14
2001	18	13	18	11	7	3	10	1
2002	11	11	10	7	10	6	9	12
2003	17	12	17	8	13	5	6	5
2004	1	5	15	2	11	7	8	6
2005	2	2	1	1	8	14	3	10
2006	6	6	2	3	12	2	5	3
2007	3	3	5	9	5	1	12	11
2008	15	8	14	5	3	8	13	13
2009	19	7	19	12	1	9	1	9
2010	14	9	13	15	6	13	2	4
2011	7	4	8	10	4	11	6	8
2012	4	1	7	4	2	12	4	2

2.3. Cheminių vandens savybių kitimas

2.3.1 Dirvožemio vandens savybės

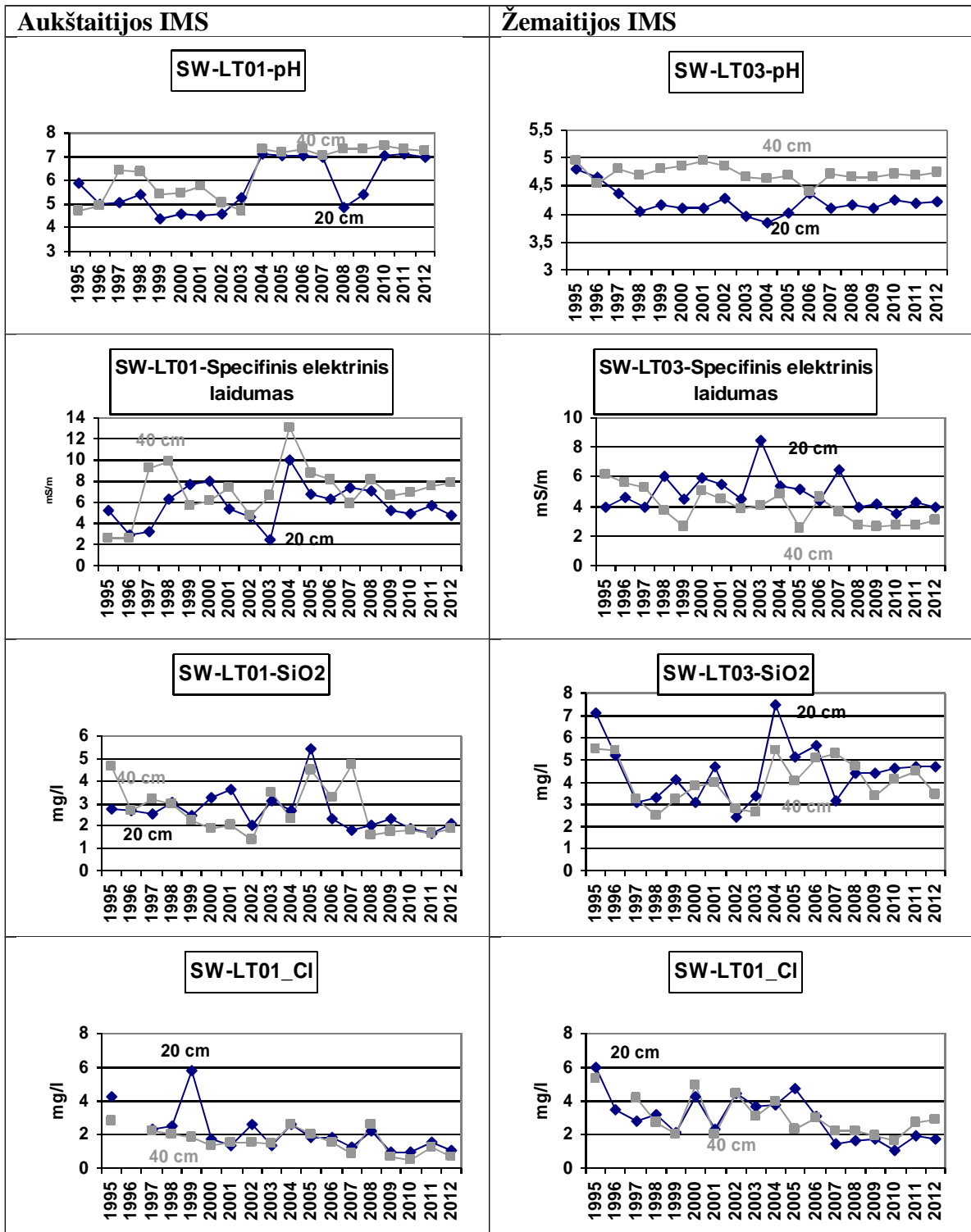
2012 metais dirvožemio vandens srautas Aukštaitijos stotyje buvo didesnis už vidutinį, o jo intensyvumas vienas iš didesnių per 15 stebėsenos metų, ypač 40 cm gylyje (1 lentelė), o Žemaitijos IMS dirvožemio vandens srautas buvo mažiausias per stebėsenos laikotarpį (2 lentelė). Šiluminės sąlygos medžiagų tirpimui buvo vidutiniškai palankios.

Aukštaitijos IMS dirvožemio vandens pH 2004-2012 metais laikosi aukštame lygyje, tik 2008 ir 2009 metais, 20 cm gylyje, kai dirvožemio vandens srautas buvo vienas iš mažiausių dirvožemio vanduo buvo parūgštėjęs, panašus į 1997-2002 metų. Žemaitijos IMS 2007-2012 m. dirvožemio vandens pH vidurkis yra stabilus tai sutampa su prasidėjusiu drėgnesniu laikotarpiu (1 ir 17 pav., 1 iš 5).

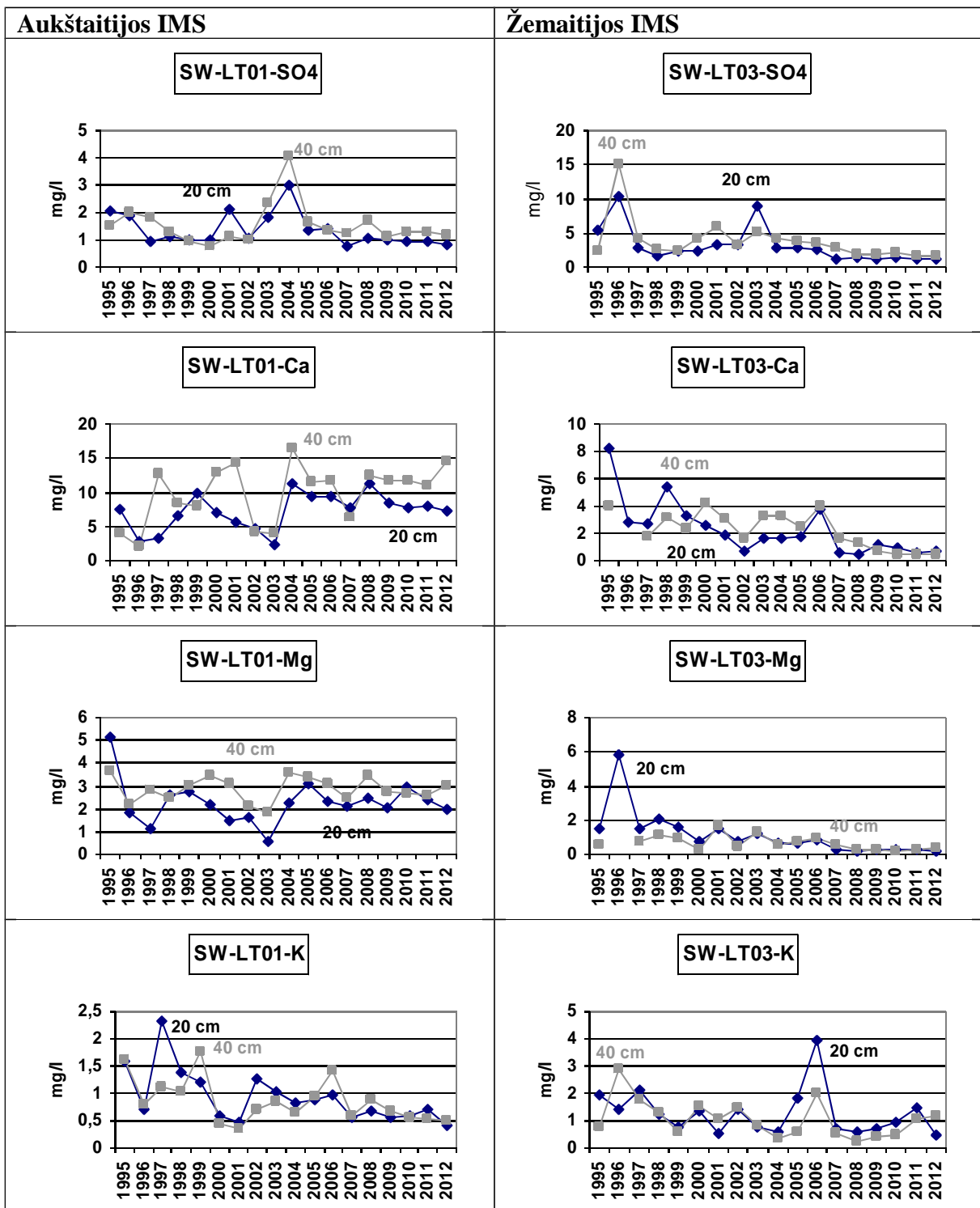
Padidėjęs kritulių kiekis 2009-2012 metais lėmė, kad dirvožemio vandens specifinis elektrinis laidumas, ištirpusio silicio oksido bei daugumos tirpių medžiagų koncentracijos mažai keitėsi ir daugiausia buvo vidutinės arba mažos (17 pav., 1 ir 2 iš 5). Aukštaitijos IMS 2012 m. padidėjo Ca ir Na koncentracija galimai susijusi su fosfatų ir visuminio fosforo judrumo padidėjimu, susiklosčius palankioms šiluminėms ir hidrodinaminėms sąlygoms, aukšta dirvožemio temperatūra (2010-2011 m.) ir santykinai dideliu dirvožemio vandens srautu (2012 m.).

2012 m. dirvožemio vandenyje iš 40 cm gylio iki didesnių už vidutines stebėsenos reikšmes padidėjo nitratų ir visuminio azoto koncentracija (17 pav., 3 iš 5). Šių azoto junginių koncentracijos padidėjimą galėjo lemti dirvožemio drėgmės sumažėjimas vegetacijos laikotarpio pabaigoje, t.y. dirvožemio aeracijos išaugimas (5 pav.), kuris paspartino mineralinių ir organinių azoto junginių oksidacinius procesus.

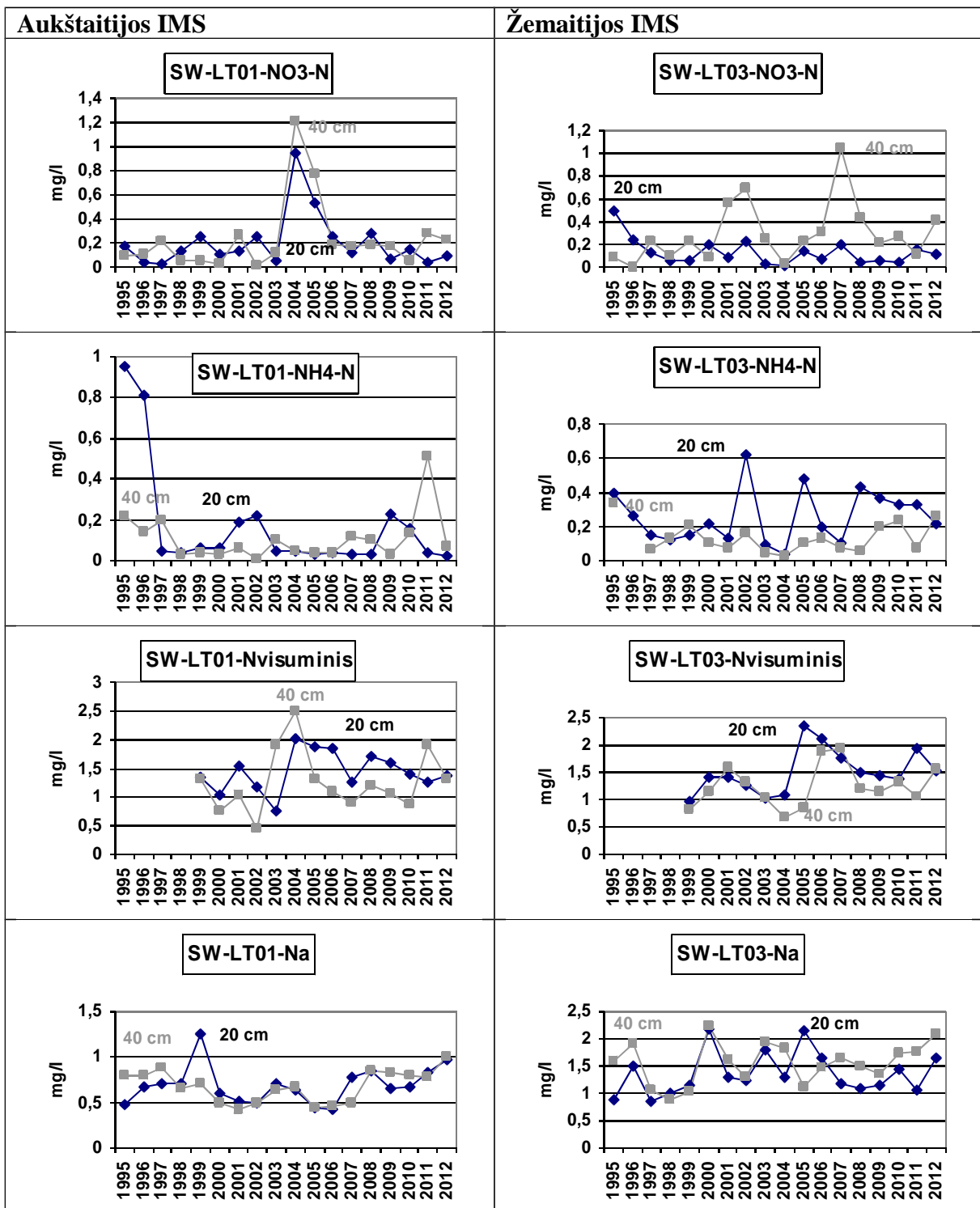
Abiejose stotyse dirvožemio vandenyje stebimos fosforo junginių koncentracijos yra aukštesnės už stebėsenos vidurkį (17 pav., 4 iš 5) – tai susiję su mažu dirvožemio vandens rūgštumu, nes rūgštėjant terpei fosfatų tirpumas mažėja.



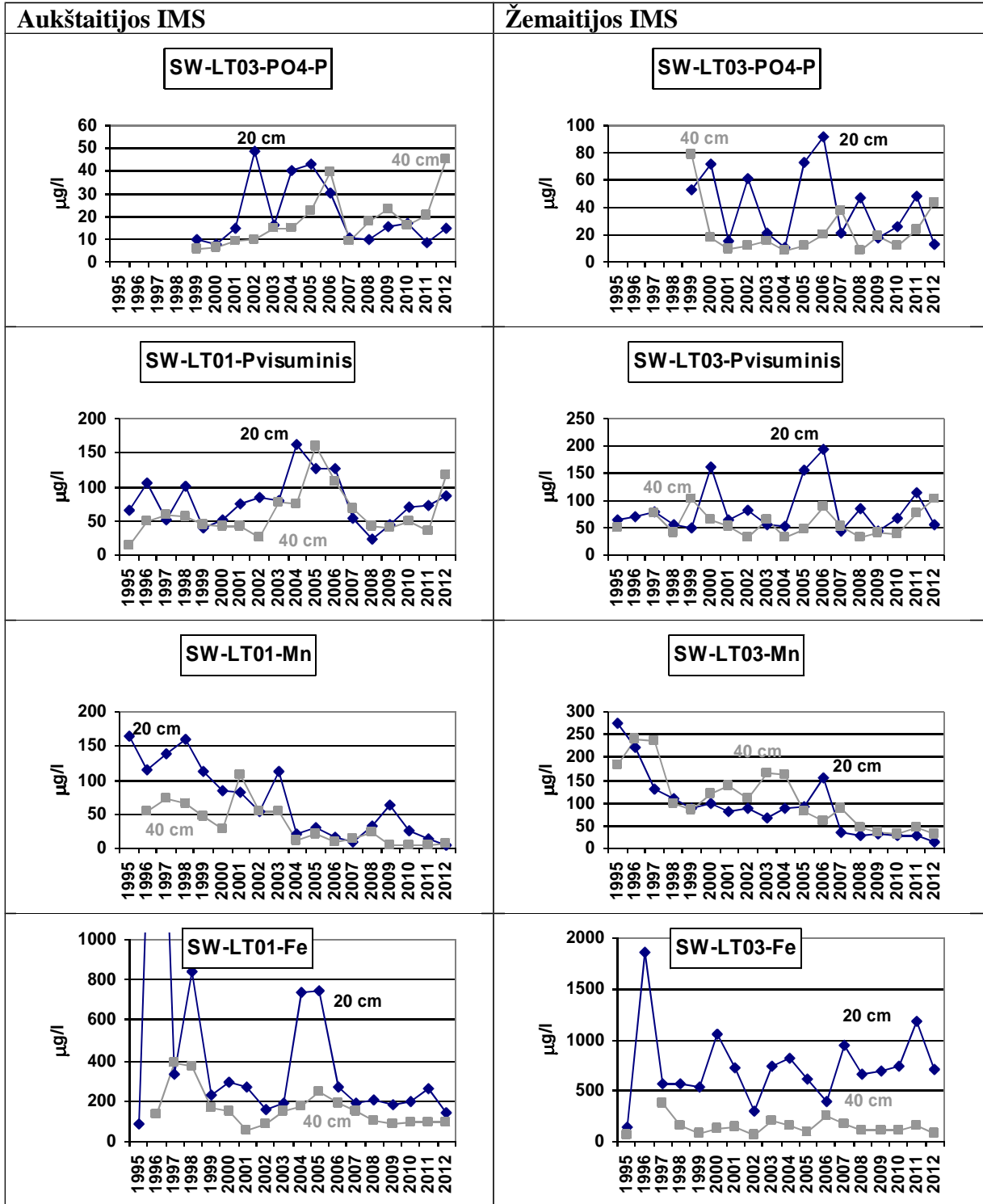
17 pav. Dirvožemio vandens savybių kitimas (1 iš 5).



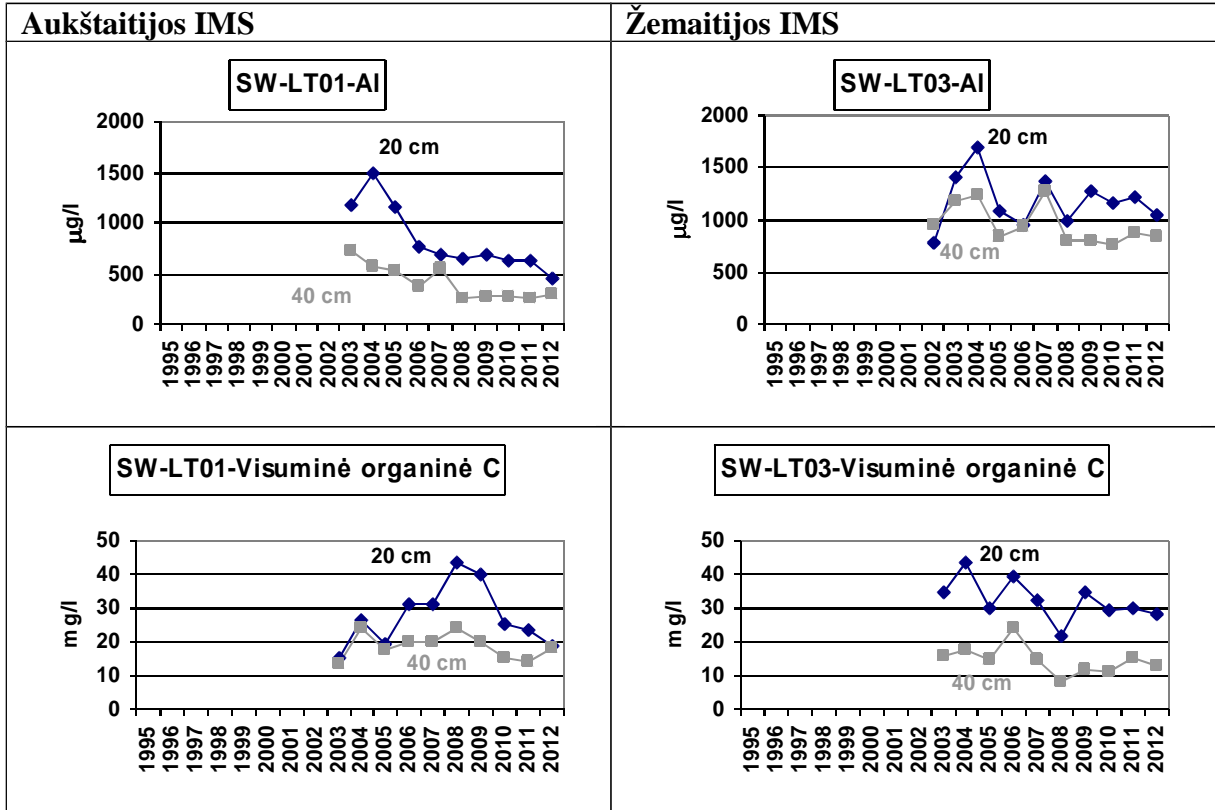
17 pav. Dirvožemio vandens savybių kitimas (2 iš 5).



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



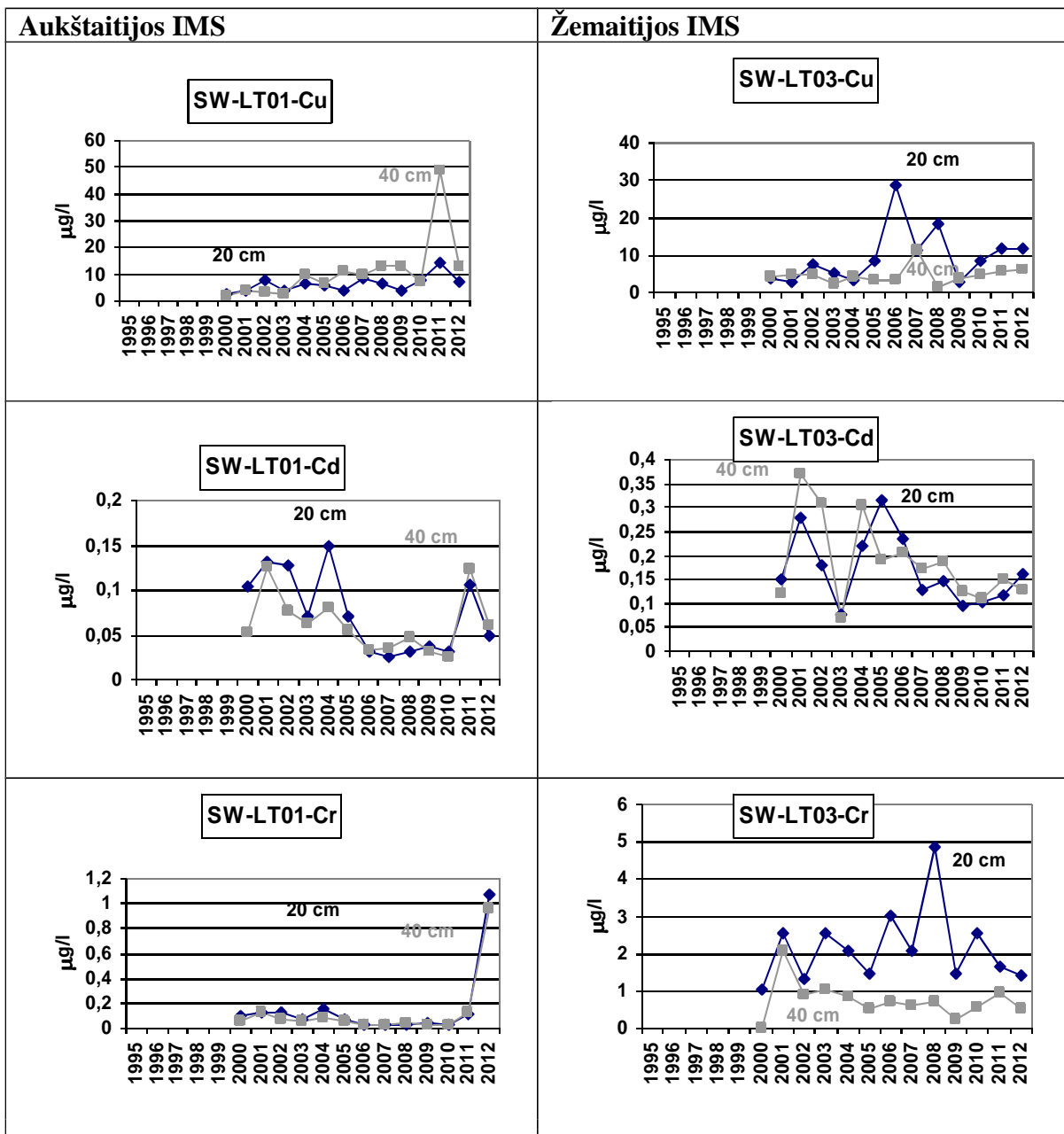
17 pav. Dirvožemio vandens savybių kitimas (4 iš 5).



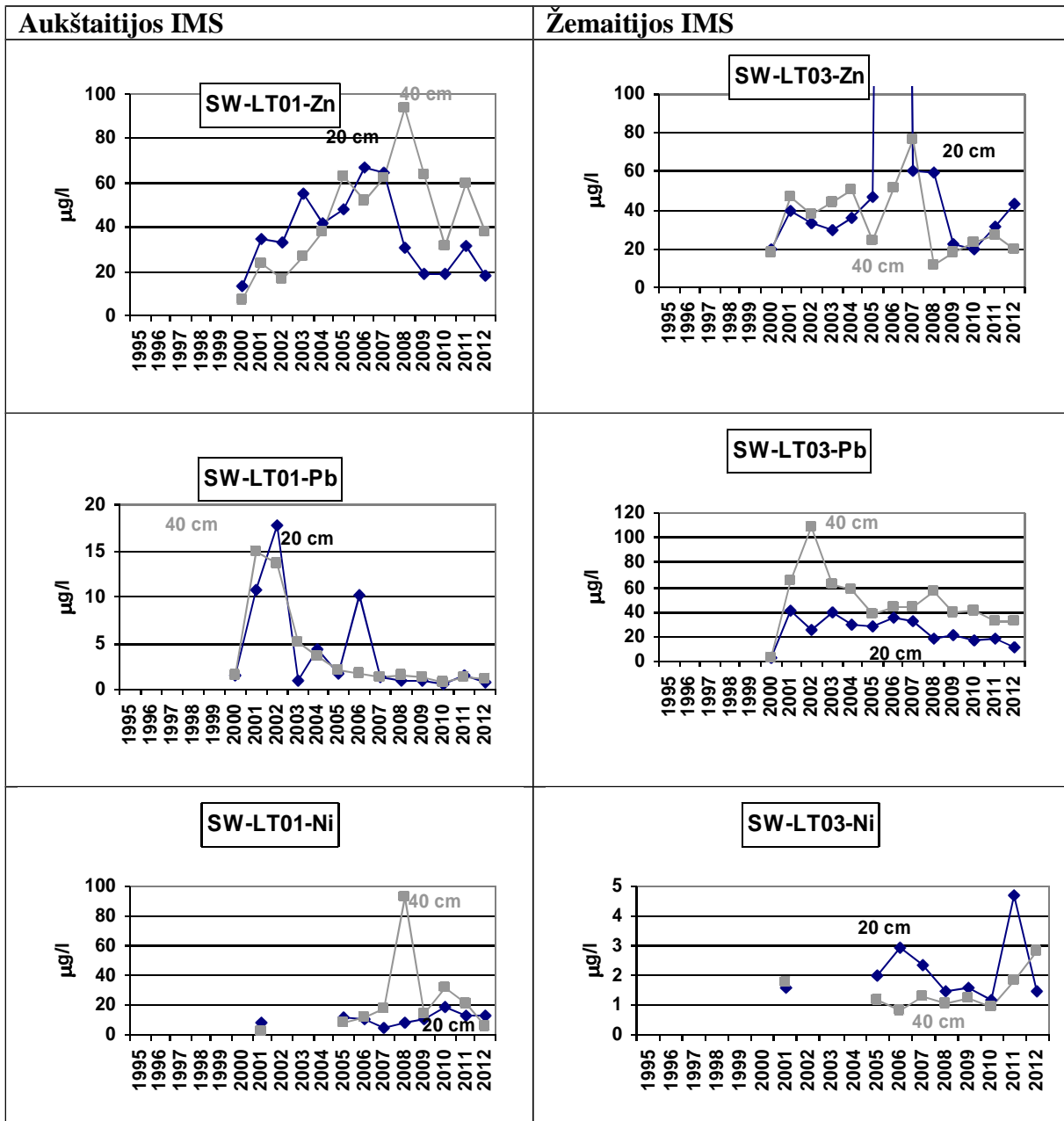
17 pav. Dirvožemio vandens savybių kitimas (5 iš 5).

Al, Mn ir Fe koncentracijos dirvožemio vandenyje 2011 m. padidėjo, o 2012 metais sumažėjo (17 pav. 4 ir 5 iš 5).

2011 m. Aukštaitijos stotyje daugumos sunkiųjų metalų koncentracijos viršijo 2000-2010 m. vidurkį, o 2012 metais daugumos metalų koncentracijos, palyginti su 2011 metais sumažėjo, išskyrus chromą Aukštaitijos IMS ir Cd bei Zn Žemaitijos IMS 40 cm gylyje. Ni koncentracija Žemaitijos IMS 20 cm gylyje buvo aukščiausia per stebėsenos laikotarpį (18 pav.).



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



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

2.3.2. Gruntinio vandens savybės

2012 m. gruntinio vandens nuotėkis ir jo intensyvumas Aukštaitijos stotyje vienas mažesnių per stebėjimų laikotarpį, o Žemaitijos stotyje padidėjo iki vidurkio (9, 10 pav. 3 lentelė, 18 pav., 1 iš 7).

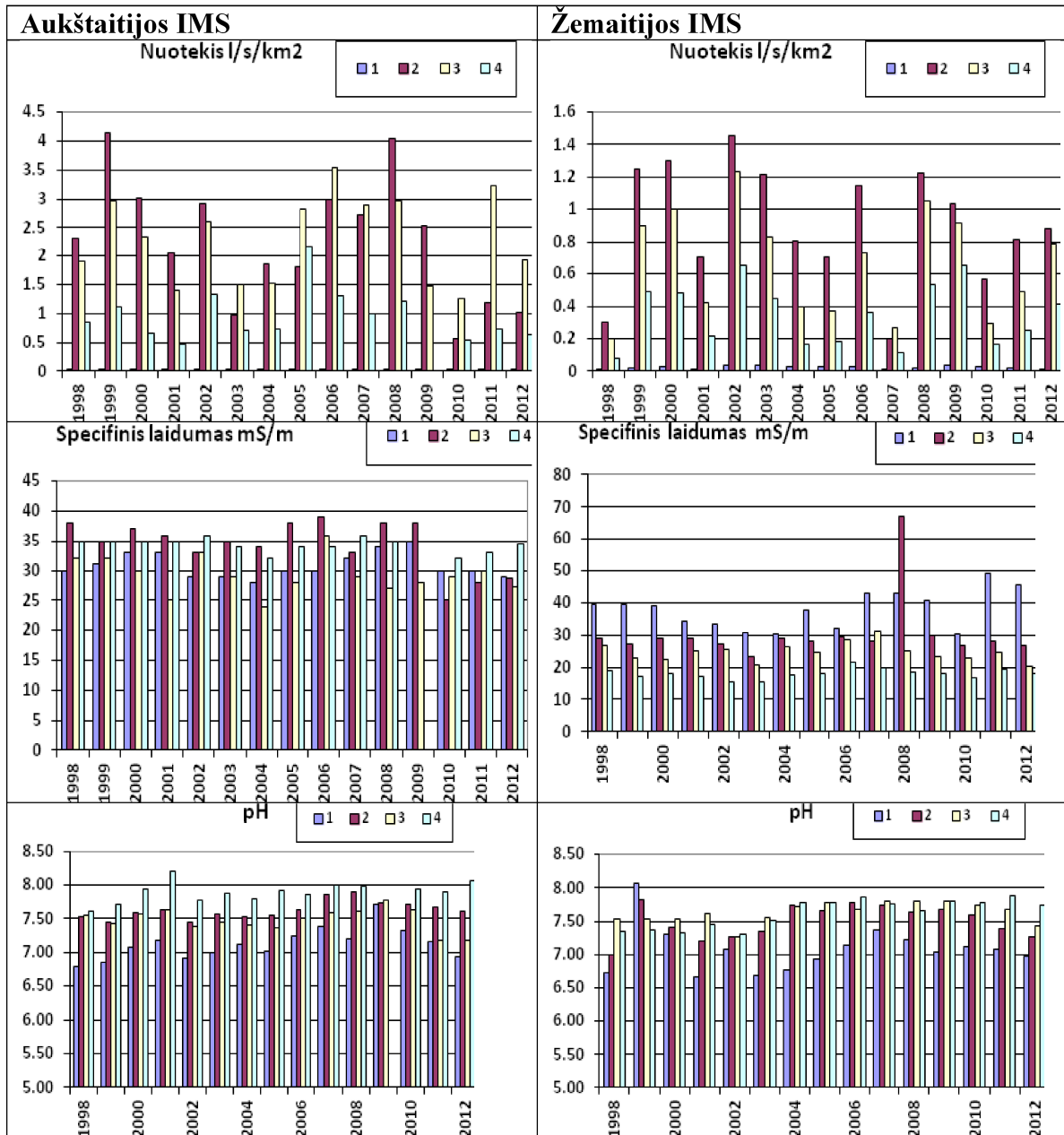
Gruntinio vandens specifinis laidumas stebėjimo laikotarpiu turi skirtingas tendencijas, Aukštaitijos stotyje mažėja, o Žemaitijos didėja. Specifinio laidumo reikšmė susijusi su gruntinio vandens nuotėkio intensyvumu: kuo intensyvesnis nuotėkis tuo didesnis gruntinio vandens laidumas (18 pav., 1 iš 7).

Gruntinio vandens rūgštumas turi tendenciją mažėti abiejose stotyse. Stebėsenos laikotarpiu santykinai stabiliausias pH laikosi Aukštaitijos KMS trečiame (103) ir Žemaitijos KMS pirmajame gręžiniuose (101). Aukštaitijos KMS aukščiausiam lygyje gruntinio vandens pH buvo 2001 ir 2007-2009 m., o 2010-2011 metais gruntinio vandens rūgštumas padidėjo. 2012 metais sekliuosiuose gręžiniuose vandens rūgštumas didėjo o giliuosiuose mažėjo. Žemaitijos IMS gruntinio vandens pH buvo padidėjęs 1999 (101 ir 102) ir 2004-2010 metais, kai pradėdant nuo 101 baigiant gilioju 104. 2011-2012 metais Žemaitijos IMS gruntinio vandens pH tapo artimu stebėjimo laikotarpio vidurkiui visuose gręžiniuose (18 pav., 1 iš 7).

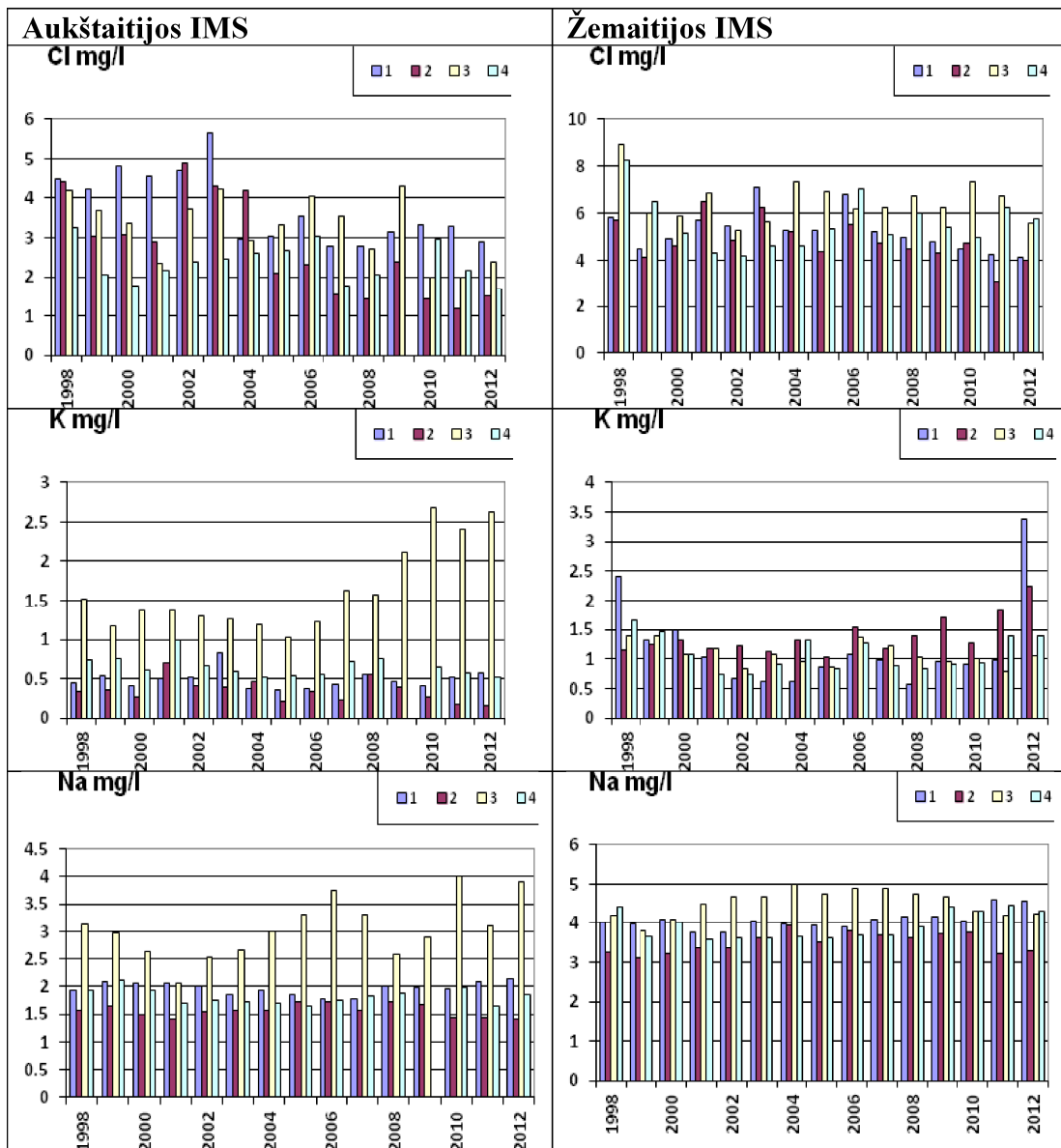
Visuminio fosforo koncentracija Aukštaitijos IMS, atvirkščiai, negu specifinis laidumas, padidėja, kai sumažėja gruntinio vandens nuotėkis. (18 pav., 1 ir 2 iš 8).

Stebėjimo laikotarpiu, Aukštaitijos IMS ypač nuo 2005-2006 metų, stebimas padidėjęs gruntinio vandens šarmingumas, bet pastaraisiais, 2010-2012 metais, sekliuosiuose gręžiniuose sumažėjo, tuo pat metu ryškiai mažesnė tapo ir sulfatų koncentracija, kuri 2012 m. abiejose stotyse buvo mažesnė už stebėjimų laikotarpio vidurkį. Stebėsenos laikotarpiu Ca, Mg koncentracijos turi tendenciją mažėti (18 pav., 3-4 iš 8).

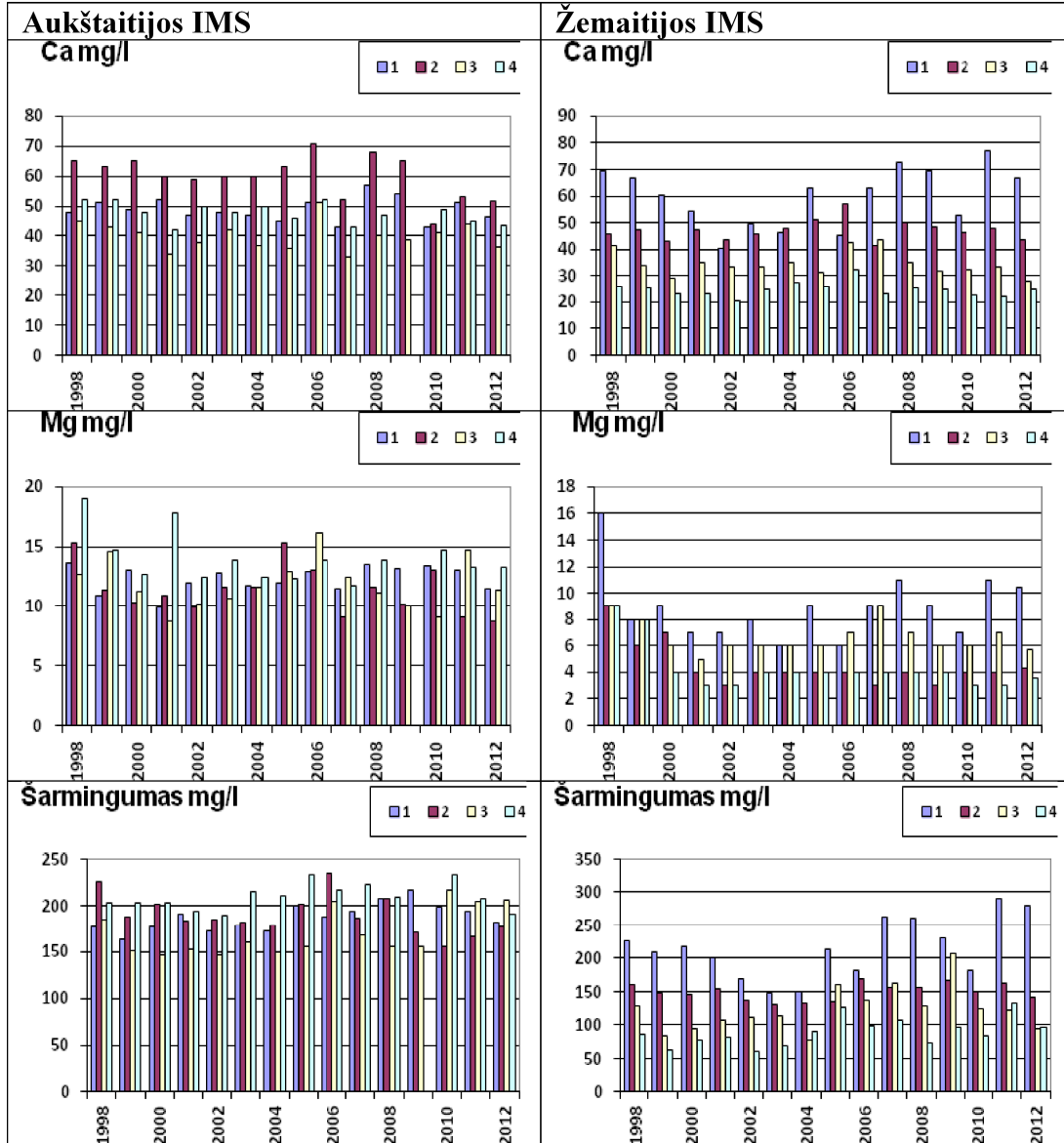
Si koncentracija nuo 2004-2005 metų turi tendenciją didėti, ypač Žemaitijos stotyje visuose, o Aukštaitijos - 103 gręžinyje. Si koncentracijos kaita gali būti susijusi su rūgštingumo mažėjimu (18 pav., 5 iš 8).



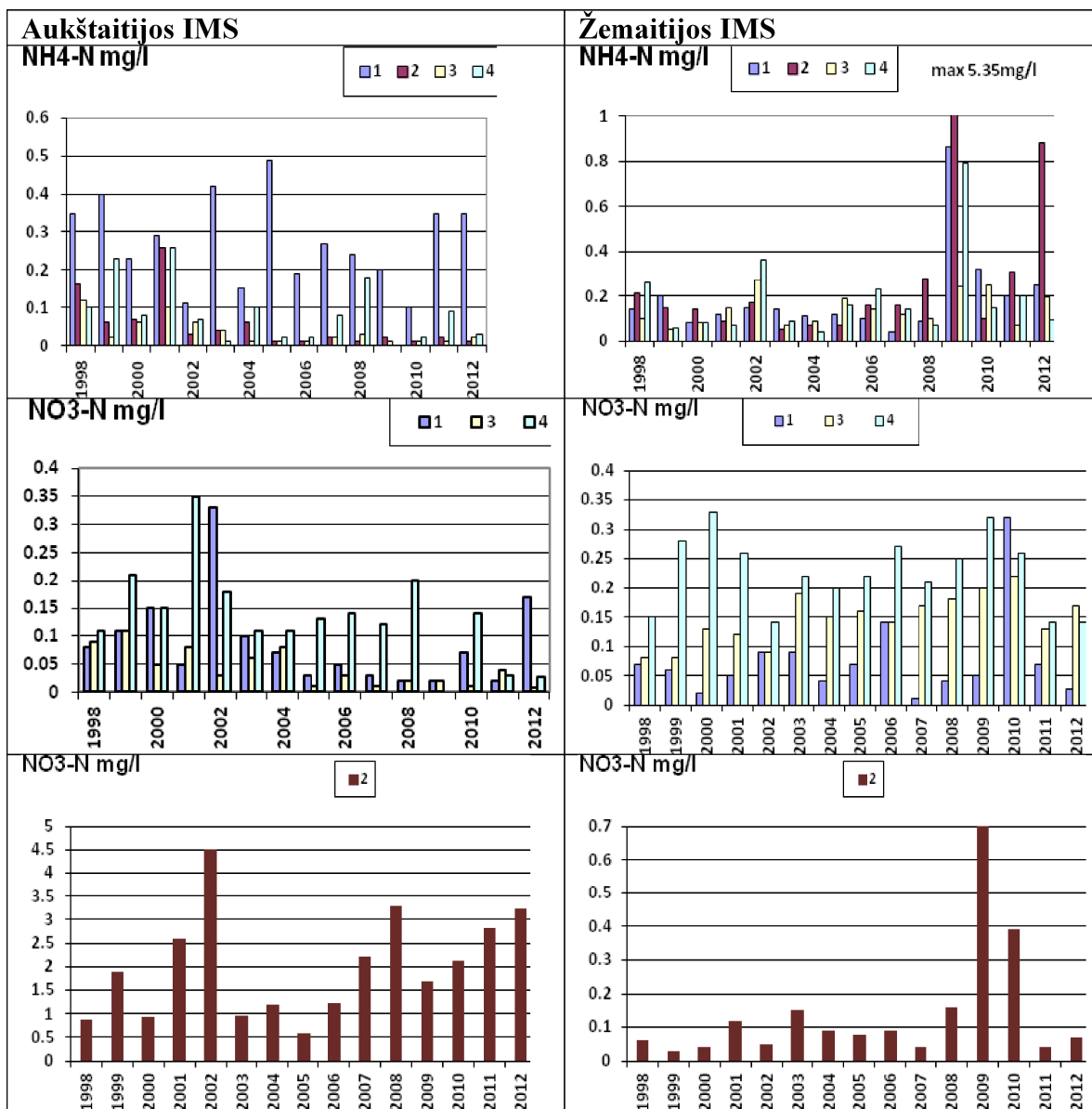
18 pav. Gruntinio vandens cheminė sudėtis (1 iš 9)



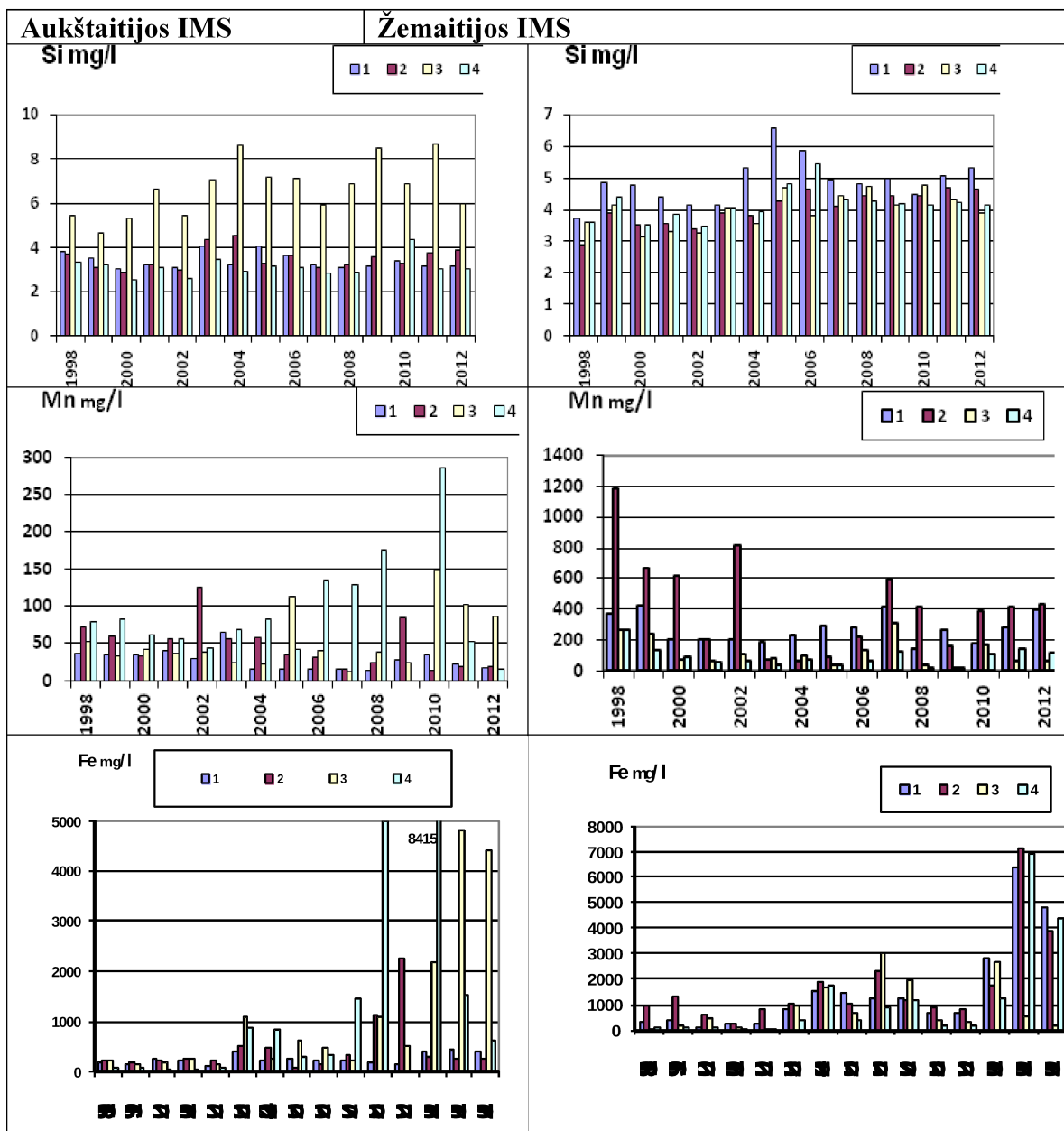
18 pav. Gruntinio vandens cheminė sudėtis (2 iš 9)



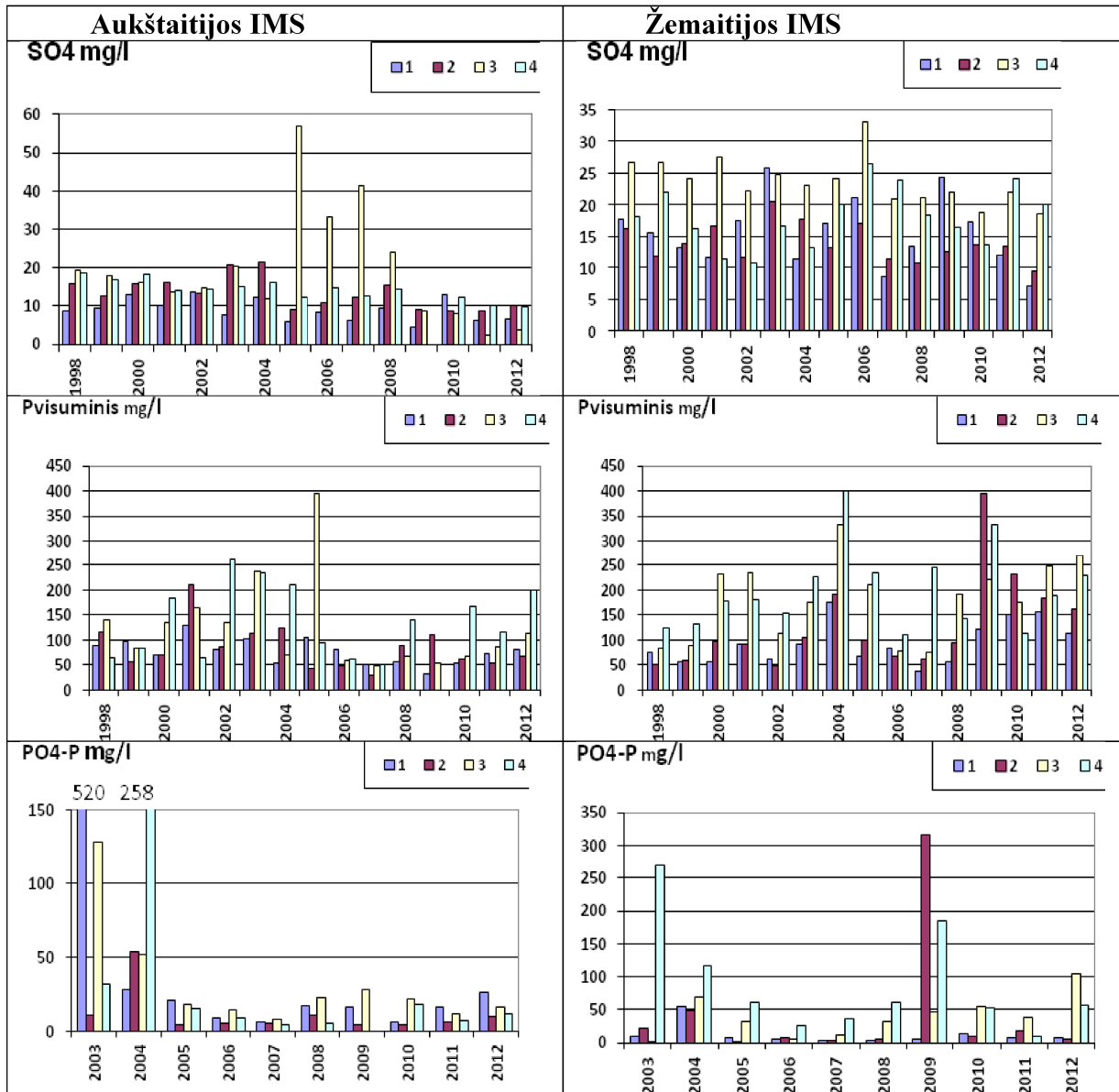
18 pav. Gruntinio vandens cheminė sudėtis (3 iš 9)



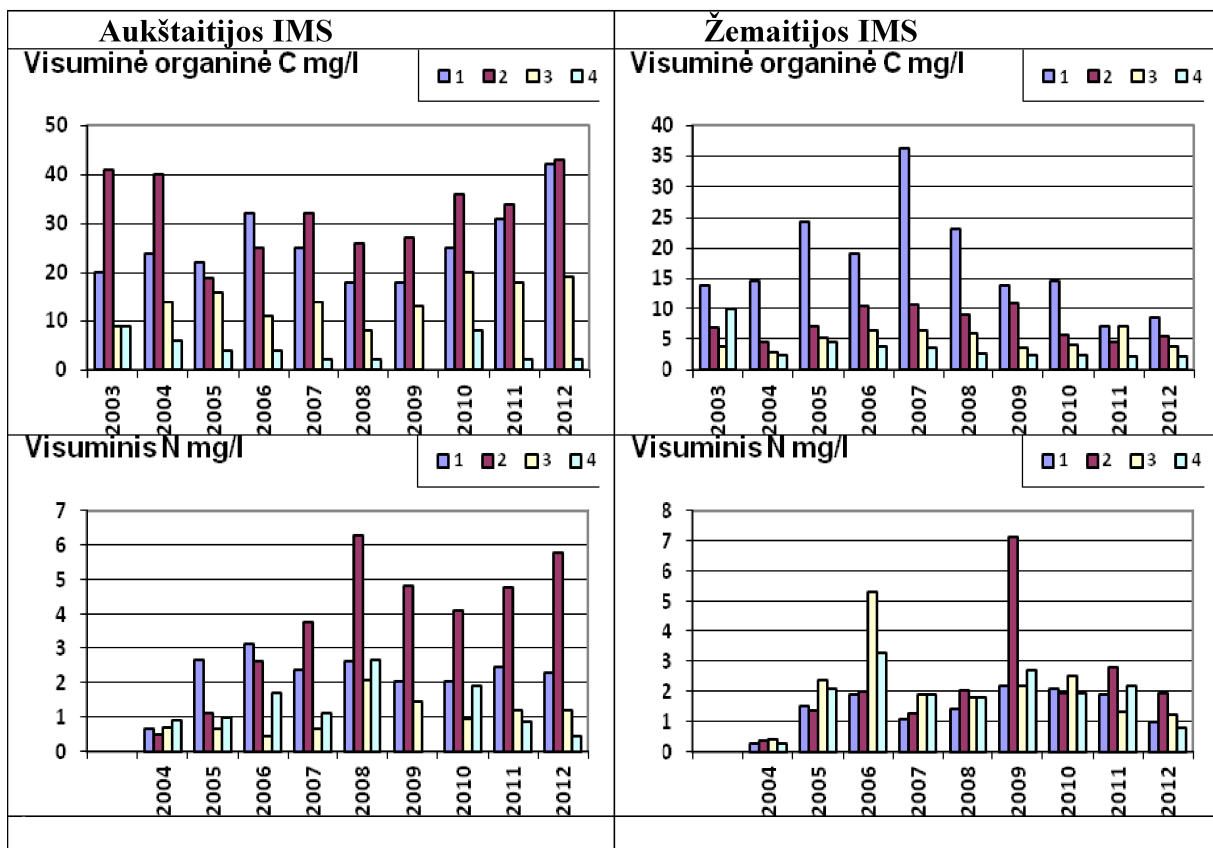
18 pav. Gruntinio vandens cheminė sudėtis (4 iš 9)



18 pav. Gruntinio vandens cheminė sudėtis (5 iš 9)



18 pav. Gruntinio vandens cheminė sudėtis (6 iš 9).



18 pav. Gruntinio vandens cheminė sudėtis (7 iš 9).

Aukštaitijos IMS	Žemaitijos IMS
------------------	----------------

18 pav. Gruntinio vandens cheminė sudėtis (8 iš 9).

Aukštaitijos IMS	Žemaitijos IMS

18 pav. Gruntinio vandens cheminė sudėtis (9 iš 9).

Nitratų koncentracija 2002, 2008 m. Aukštaitijos IMS ir 2009 m. Žemaitijos IMS gruntiniame vandenyje buvo didesnės nei vidutiniškai. Tai sutapo su tais metais sumažėjusiu kritulių kiekiu.

Gruntiniame vandenyje ištirpusios organinės anglies koncentracija Aukštaitijos IMS sekliųjų gręžinių vandenyje 2011-2012 metais tapo didesnė, negu prieš keletą metų, o Žemaitijos IMS, pastaraisiais metais, atvirkščiai, sumažėjo, panaši tendencija būdinga ir visuminiam azotui (18 pav., 4 iš 7). Tikėtina, kad anglies ir azoto koncentraciją gruntiniame vandenyje padidino krituliai (1 pav.).

Stebėsenos laikotarpiu sunkiųjų metalų koncentracijos kinta netendencingai, išskyrus Cu, kurio koncentracija Aukštaitijos IMS gruntiniame vandenyje didėja. 2012 metais nei vieno tirtojo sunkiojo metalo koncentracija gruntiniame vandenyje nepasiekė didžiausių stebėsenos laikotarpio reikšmių. Aukštaitijos stotyje ypač ryškiai sumažėjo Pb, Cr ir Cd koncentracijos, o Žemaitijos IMS pokyčiai buvo neryškūs (18 pav., 5-7 iš 7).

2.3.3. *Upelio vandens savybės*

Aukštaitijos IMS upelio nuotėkio intensyvumas trejus metus iš eilės, 2008–2010 m., buvo tarp mažiausių o 2011-2012 m. padidėjo iki stebėjimo laikotarpio vidurkio, šiluminiai upelio vandens parametrai didesni už stebėjimų laikotarpio vidurkį, išskyrus (4 lentelė).

Žemaitijos IMS upelio nuotėkio intensyvumas buvo apskaičiuotas pagal dirvožemio vandens nuotėkį 170 cm gylyje (žr. 2.3.2). Nustatyta, kad upelio nuotėkis buvo ($p=0.95$) trečias pagal intensyvumą, o termodinaminiai parametrai vieni didžiausių per stebėjimo laikotarpį.

2012 m. upelio vandens pH Žemaitijos IMS buvo artimas vidutinei reikšmei, o Aukštaitijoje stebėjimų laikotarpio vidurkį viršija 4 metus iš eilės. Šarmingumo ir specifinio laidumo reikšmė per stebėjimų laikotarpį turi tendenciją augti Aukštaitijos IMS ir mažėti Žemaitijoje, o daugumos tirpių medžiagų koncentracijos išliko panašios į praėjusių metų lygį, t.y., palyginti su vidurkiu, nepadidėjo.

2012 m. Fe ir Mn koncentracija Aukštaitijos stoties upelyje buvo nesikeičia keletą metų, o Žemaitijos IMS Fe koncentracija laikosi aukštame lygyje nuo 2007 metų, tai susiję su 2007 m. suintensyvėjusia vandens apykaita ekosistemoje (20 pav., 1 iš 4).

Abiejose stotyse sulfatų koncentracija upelių vandenyje 2012 metais buvo mažiausia per stebėjimų laikotarpį.

2012 m. organinės anglies ir visuminio azoto koncentracija upelio vandenyje didėja, o visuminio fosforo kiekis artimas stebėjimų laikotarpio vidurkiui (20 pav., 3 iš 4).

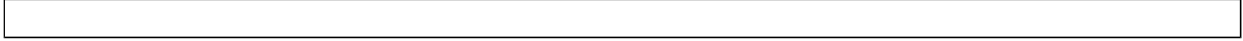
Aliuminio koncentracija Aukštaitijos IMS upelio vandenyje žema, artėja prie mažiausios nustatomos reikšmės, kuri nuo 2010 m. sumažėjo. Žemaitijos IMS aliuminio koncentracija 2012 m. buvo ketvirta pagal didumą, tai susiję su aukšto rango nuotėkio intensyvumu (4 lentelė 20 pav., 3 iš 4).

2012 m. Cd, Ni koncentracija yra tarp mažiausių per stebėjimų laikotarpį, bet Cu koncentracija abiejose stotyse didžiausia per visą stebėjimų laikotarpį, o Žemaitijos stotyje Zn buvo didžiausia, o Cr ir Pb trečia pagal didumą.

--	--

--

20 pav. Vidutiniai upelio vandens parametrai (1 iš 4). LT03 debitai 2007 ir 2009-2012 metais sumodeliuoti pagal dirvožemio vandens nuotėkį 170 cm gylyje.



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

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

20 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. 1998 m. nusistovėjo reguliari dirvožemio vandens srautų fiksacija, todėl ankstesniųjų metų (1995-1997 m.) reikšmės nepatikimos.

2012 metais iš dirvožemio pagrindinių augalų mitybos elementų išnešimas, palyginus su 2011 metais, nežymiai pasikeitė, Aukštaitijos IMS padidėjo, o Žemaitijos IMS sumažėjo (21-24 pav.) – tai atitinka 1 ir 2 lentelėse įvertintas fizikines dirvožemio vandens sunkimosi sąlygas (srautą ir intensyvumą).

21 pav. Mineralinio azoto išplovimas iš dirvožemio.

22 pav. Organinio azoto išplovimas iš dirvožemio.

Dirvožemio vandens srauto tūrio ir intensyvumas Žemaitijoje 2012 m. buvo tarp mažiausių per stebėsenos laikotarpį, todėl N, S ir P junginių išplovimas sumažėjo (22-24 pav., LT03 ir 2 lentelė). (21 pav., 3 lentelė).

EMBED MSGraph.Chart.8 \s

EMBED MSGraph.Chart.8 \s

23 pav. Visuminio fosforo išplovimas iš dirvožemio.

24 pav. Sulfatų sieros išnešimas iš dirvožemio.

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 gruntinio vandens kilimą ir ištirpusių medžiagų galimą panaudojimą ekosistemoje.

2010-2012 m. augalų daugumos pagrindinių makroelementų balansas abiejų stočių gruntiniame vandenyje buvo teigiamas, išskyrus mineralinio N balansą Žemaitijos IMS gruntiniame vandenyje, kuris buvo artimas nuliui (25–27 pav.).

25 pav. Mineralinio azoto atsargos (teigiamos reikšmės) ir išnešimas (neigiamos reikšmės) gruntiniu vandeniu.

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

Sulfatų siera 2012 m. Aukštaitijos IMS gruntiniame vandenyje kaupėsi, panašiam lygyje, kaip 2002 ir 2010 metais, bet 1998 ir 2004 metų lygio nepasiekė. Žemaitijos IMS tai pat kaupėsi, kaip 2001-2004-2005 ir 2010 metais, bet nepasiekė 2011 ir 2012 metų reikšmių (27 pav.).

27 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 geriausiai atspindi viso baseino medžiagų balanso išlaidų dalį.

--	--

--	--

28 pav. Sulfatų S, Cl, Na, K, Ca ir Mg išnešimas iš upelių baseinų. Žemaitijos IMS 2007 bei 2010-2012 m. sumodeliuotas vandens nuotėkis.

Aukštaitijos IMS visų tirpių medžiagų (Sulfatų S, Cl, Na, K, Ca ir Mg) išnešimas stebėsenos laikotarpiu yra stabilus arba mažėja, o Žemaitijos IMS tirpių medžiagų išnešimas didėja (28 pav.).

Skirtingos išnešimo tendencijos (Aukštaitijos IMS mažėjimo, o Žemaitijos IMS didėjimo) būdingos ir visuminio P bei Si srautams, bet organinės C, visuminio azoto srautai yra padidėję (29 pav.).

Aukštaitijos IMS didėja ir nitratų išplovimas, tai galėjo įvykti dėl drėgmės atsargų, srauto ir vandens judėjimo intensyvumo mažėjimo, kai padidėjus dirvožemio aeracijai, aktyvuojasi nitrifikuojantys mikroorganizmai.

Aukštaitijos IMS	Žemaitijos IMS

29 pav. Organinės C, azoto junginių bei visuminio fosforo ir Si išnešimas iš upelių baseinų (kg/km², per metus).

IŠVADOS

1. Kritulių klimatinė norma pastaraisiais, 2008-2012 metais viršijama dažniau ir didesne dalimi, negu nepasiekiami. Slankusis penkiametis vidurkis tolygiai auga ir pastarąjį penkmetį viršijo 1986-1990 m. vidurkį, todėl galima kalbėti apie šlapmetį, kuris prasidėjo 2009 metais.
2. Vidutinės dirvožemio temperatūros šaltuoju ir šiltuoju metų laikotarpiu kinta skirtingai. Per 1999-2012 m. dirvožemis labiausiai atšilo lapkritį, o atvėso birželį, vidutiniškai po 0,2 °C per metus. Mažiausiai dirvožemio temperatūra pakilo vasario ir kovo mėnesiais.
3. Aukštaitijos IMS pagal dirvožemio išalo gylį ir trukmę 2011–2012 metų žiema buvo vidutiniška. Pastarąsias keturias žiemas dirvožemis arba giliai neiššąla arba iššalas nebesilaiko ilgai.
4. Dirvožemio drėgmė pastaruosius du metus yra mažiausia per visą stebėsenos laikotarpį, galimai, ne tik dėl išalo sumenkimo, bet ir dėl drėgmės matuoklių perinstaliavimo.
5. Dirvožemio vandens srautas ir intensyvumas Aukštaitijos IMS turi tendenciją mažėti, o Žemaitijos IMS didėti.
6. Aukštaitijos IMS 2012 m. gruntinio vandens debitas ir sunkimosi intensyvumas buvo tarp mažiausių, o Žemaitijos IMS – mažesnis už vidutinį.
7. Sąlygos medžiagų išplovimui upeliu Aukštaitijos IMS 2012 m. buvo palankios dėl aukštos temperatūros ir nuotėkio. Žemaitijos IMS, nors upelio vidutinė temperatūra buvo nedidelė, bet dėl aukštos temperatūros vasarą ir didelio upelio nuotėkio taip pat susidarė palankios sąlygos medžiagų išplovimui.
8. 2012 metais tirpių medžiagų koncentracijos dirvožemio vandenyje daugiausia buvo vidutinės arba mažos. Aukštaitijos stotyje 20-40 cm gylyje padidėjo azoto junginių koncentracija. Žemaitijos stotyje azoto junginių koncentracija paviršiniame mineraliniame horizonte (0-20 cm) išaugusi galimai dėl didesnio kritulių kiekio arba teršimo. Abiejose stotyse, dėl nedidelio dirvožemio vandens rūgštumo, padidėjo fosforo junginių koncentracija.

9. Gruntinio vandens specifinis laidumas stebėsenos laikotarpiu turi skirtingas tendencijas, Aukštaitijos stotyje mažėja, o Žemaitijos didėja. Pastaraisiais metais gruntiniame vandenyje mažėja tirpių medžiagų, ypač Ca, Mg ir Sulfatų koncentracija. Augalų mitybos elementų koncentracija gruntiniuose vandenyse ryškių tendencijų neturi.
10. 2012 m. upelio vandens pH Žemaitijos IMS buvo artimas vidutinei reikšmei, o Aukštaitijoje stebėjimų laikotarpio vidurkį viršija 4 metus iš eilės. Šarmingumo ir specifinio laidumo reikšmė per stebėjimų laikotarpį turi tendenciją augti Aukštaitijos IMS ir mažėti Žemaitijoje. Ypač sumažėjo sulfatų koncentracija.
11. Daugumos sunkiųjų metalų koncentracijos santykinai natūralių miško ekosistemų dirvožemio gruntiniame ir upelio vandenyje 2012 metais buvo mažesnės už stebėsenos vidurkį. Ryškių tendencijų nestebima.
12. Aukštaitijos ir Žemaitijos IMS ekosistemų dirvožemio gruntinio ir upelio vandens sudėties, srautų bei režimų pokyčiai pastaraisiais metais yra susiję ne su tarša, bet su vandens apykaitos pagreitėjimu. Tą liudija ir bendro garavimo didėjimas abiejose stotyse.
13. Aukštaitijos IMS geosistamai būdingos mažesnės organinės medžiagos atsargos bei didesnis klimato kontinentalumas (kontrastingumas), todėl vandens apykaitos pagreitėjimas lėmė dirvožemio sausėjimo tendenciją, neorganinių medžiagų išnešimo mažėjimą, ypač, upelio vandeniu. Dėl dirvožemio sausėjimo Aukštaitijos IMS padidėjo nitratų išnešimas upelio vandeniu.
14. Žemaitijos IMS dėl vandens apykaitos pagreitėjimo, pastaraisiais metais išaugo daugumos medžiagų išnešimas, išskyrus sulfatų sierą ir neorganinį azotą (nitratus ir amonį). Neorganinio azoto išnešimas Žemaitijos IMS nedidėja dėl didelio vandens srauto intensyvumo dirvožemyje.

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.

Dėl ekstremalių įvykių kriterijų patvirtinimo, Žin., 2006, Nr. 29-1004

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).

Dobkevičius M. 2001. Hidrogeodinamika. Vilnius, Enciklopedija, 358 p.

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.

