

Geologijos ir geografijos institutas

Gruntinio, dirvožemio bei paviršinio vandens ir dirvožemio monitoringas pagal ICP IM programą (IM teritorijos)

Darbo vadovas: Dr. M. Samuila

Vilnius – 2002

IVADAS

Geologijos ir geografijos institutas 2002 metais vykdydamas gruntinio, dirvožemio bei paviršinio vandens ir dirvožemio monitoringą pagal ICP IM programą (IM teritorijose) atliko šiuos darbus:

- dirvožemio vandens, gruntinio vandens ir upelių vandens pavyzdžių cheminės analizės 2002 metų duomenų tikrinimą;
- atlikti stebėjimų įrangos patikrą integruoto monitoringo teritorijose pavasario bei rudens sezonais, metodiškai konsultuoti stebėtojus;
- apskaičiuoti cheminių medžiagų išnešimą iš IM baseinų per 2002 metus;
- sumodeliuoti cheminių medžiagų srautus Dzūkijos integruoto monitoringo teritorijoje geosisteminiais modeliais;
- paruošti metinę darbų ataskaitą, kurioje 2002 metų duomenys turi būti palyginti su 2001 metų bei 1993–2001 metų laikotarpio duomenimis.

REZULTATAI IR JŲ APTARIMAS

Dirvožemio vanduo

2002 metais dirvožemio vandenyje mažėjo Ca, Na, Mg, N_{bendras} , Fe, Si koncentracijos. P_{bendras} koncentracija mažėjo abiejose IMT 40 cm gylyje. 2002 metais sumažėjo ir dirvožemio vandens specifinis elektrinis laidumas.

Tuo tarpu K, Cl, PO_4P koncentracija dirvožemio vandenyje per 2002 metus abiejose IMT padidėjo. Taip pat abiejose IMT padidėjo P_{bendras} koncentracija 20 cm gylyje slūgsančiame dirvožemio vandenyje.

LT01 dirvožemio vandenyje per 2002 metus stipriai sumažėjo Mn koncentracija, o LT03 pakilo NO_3N bei NH_4N koncentracijos.

Kitų medžiagų koncentracijų kitime ryškias tendencijas 2002 metais yra sunku atsekti.

Lyginant medžiagų dirvožemio vandenyje koncentracijas 2002 metais su stebėjimų laikotarpio vidurkiu, pastebima, kad SO_4S , Ca, Mg bei Si koncentracijos visame stebimame dirvožemio vandenyje, o Na LT01 dirvožemio vandenyje ypatingai, 2002 metais buvo nukritę žymiai žemiau stebėjimų laikotarpio vidurkių. Iš esmės 2002 metais pasitvirtino medžiagų koncentracijų mažėjimo dirvožemio vandenyje apskritai tendencija. Antra vertus, tik Cl koncentracija LT03 dirvožemio vandenyje 2002 metais stipriai viršijo stebėjimų laikotarpio vidurkį. Tai rodo, kad 2002 metų klimatinės sąlygos buvo labai palankios Cl skverbimuisi iš jūros į žemyninę Lietuvos dalį. Kitų cheminių medžiagų vidutinės koncentracijos 2002 metais nenutolo nuo daugiamečio stebėjimų vidurkio.

Pastaruosius porą metų labai panašūs K koncentracijos pakitimai stebimi abiejose IMT. 2002 metais šio elemento koncentracija buvo labai sumenkusi, tačiau 2002 metais LT03 vėl grįžo maždaug į 2000 metų lygį, o LT01 netgi stipriai viršijo 2000 metų koncentracijas.

Kartu su Ca mažėjo ir Mg koncentracijos dirvožemio vandenyje. Dėl šios priežasties didėjo dirvožemio vandens rūgštumas, tačiau pH rodiklis ryškaus dirvožemio vandens parūgštėjimo

nerodė. Greičiausiai tam įtaką padarė kitų šarminančių ar rūgštinančių medžiagų pakitimai dirvožemio vandenyje 2002 metais.

Tas pat pasakytina apie specifinio elektrinio laidumo reikšmes dirvožemio vandenyje – abiejose IMT šis parametras mažėja jau antrus metus iš eilės visuose gyliuose stebimame dirvožemio vandenyje.

~~Kalcio, natrio, magnio, fosforo, silicio jonų koncentracija išlieka daugiau mažiau pastovi.~~

~~Lyginant 1999 metų dirvožemio vandens cheminės sudėties vidurkinius ypatumus su 1998 metų duomenimis visų teritorijų tarpe pakitimų nėra (Dirvožemių..., 1998).~~

Gruntinis vanduo

Analizuojant gruntinio vandens lygio kitimo dinamiką skirtingose IMT reikia pastebėti, kad gruntinio vandens lygio stabilizacijos procesai yra ženkliesni LT03. Tai greičiausia yra įtakota to faktoriaus, kad šioje teritorijoje 2001 metais iškrito net 121 % klimatinės normos, o tuo tarpu LT01 – tik 115 % klimatinės normos kritulių, todėl žymiai didesni kritulių kiekiai (turint galvoje ir absoliutinius dydžius) iškrito LT03 teritorijoje.

Kad gausūs 2001 metų kritulių kiekiai turėjo didelę įtaką giliausių horizontų gruntinio vandens lygiams abiejose teritorijose, liudija tas faktas, kad LT03 2002 metais buvo užfiksuotas aukščiausias gruntinio vandens lygis per visą stebėjimų laikotarpį (919 cm), o LT01 buvo pakartotas gruntinio vandens lygio maksimumas – 960 cm.

Gruntinio vandens cheminė sudėtis šioje ataskaitoje buvo nagrinėjama tokiu principu – 2002 metų cheminė sudėtis bei gruntinio vandens fiziniai rodikliai buvo analizuojami daugiamečių vidurkių fone, o be to dar buvo lyginami su 2001 metų rodikliais. Šis metodas padėjo išaiškinti cheminės sudėties ar fizinių parametrų kaitos tendencijas integruoto monitoringo teritorijose slūgsančiame gruntiniame vandenyje.

Analizės metu paaiškėjo, kad nagrinėjamus parametrus abiejose IMT galima skirstyti į tris grupes: a) parametrai, kurių kaita metų eilėje yra labai nežymi (to priežastys gali būti įvairios – jie mažai kinta dėl to, kad apskritai gamtoje svyruoja nedidelėje amplitudėje arba menką kaitą lemia didelis atstumas tarp IMT ir taršos šaltinių); b) parametrai, kurių dydis pastaruosius metus didėja arba mažėja (tai ryšku, kai 2001 bei 2002 metų lyginame su ilgalaikiu parametro vidurkiu); c) parametrai, apie kurių kitimo tendencijas pagal turimus stebėjimų duomenis sunku spręsti (parametrų vertė “šokinėja” apie daugiamečių vidurkį – vienais metais stipriai viršija jį, o kitais labai stipriai sumažėja ir nesiekia vidurkio).

Prie pirmosios grupės abiejose IMT vienareikšmiškai galima priskirti pH, specifinį elektrinį laidumą, šarmingumą. Šie parametrai kinta ypatingai mažame intervale visuose stebimuose gruntinio vandens horizontuose. Šiek tiek didesnis kitimo intervalas stebimas SO₄, Ca, Na, Si. Kalbant apie SO₄ reikia dar pastebėti ir tai, kad šio parametro kitimo amplitudė didesnė yra sekliuose grėžiniuose. Tai greičiausia yra įtakota to faktoriaus, kad ši medžiaga į stebimas geosistemas patenka daugiausia su krituliais, o į seklesnius gruntinio vandens horizontus greičiau patenka nei į giliuosius. Todėl duomenų išsibarstymas stebimas žymiai didesnis nei giliuosiuose gruntinio vandens horizontuose.

Antrai grupei priskirtini K ir Mg, kadangi sistemingas šių medžiagų koncentracijos mažėjimas pastebimas visuose IMT visuose gruntinio vandens horizontuose.

Daugelyje gruntinio vandens horizontų pastebimas ryškus Mn koncentracijos mažėjimas kelintus metus iš eilės. Taip pat labai ryškus Fe koncentracijų mažėjimas visuose grėžiniuose (išskyrus LT01 4 grėžinį, kuriame Fe koncentracija 2001 metais buvo žymiai mažesnė nei daugiamečių vidurkis, tačiau 2002 metais ji labai šoktelėjo ir netgi viršijo daugiamečių reikšmę). Galima kelti hipotezę, kad šiuose grėžiniuose anksčiau nenatūraliai dideli kiekiai šio elemento buvo fiksuojami dėl to, kad instaliuojant grėžinius buvo naudojami metaliniai įrankiai – geležies priemaišos iškreipė natūralų foną. Ar ši hipotezė pasitvirtins, turi parodyti ateinančių kelių metų duomenys – Fe koncentracija gruntiniame vandenyje turi nusistovėti ir ateityje kisti labai nežymiai.

Cl koncentracija kinta labai nežymiai, tačiau galima pastebėti, kad šios medžiagos kiekiai gruntiniame vandenyje pastaraisiais metais buvo arba labai stabili (LT01 1 ir 4 gręžiniai, LT03 1 gręžinys), arba iš lėto mažėjo.

NH₄ LT01 gruntiniame vandenyje pastaraisiais metais gana stipriai mažėja. Ypač tai ryšku 1, 2 bei 4 gręžiniuose. Tuo tarpu LT03 šio parametro vertės labai išsibarsčiusios, todėl konstatuoti kitimo tendenciją yra problematiška.

Trečiajai grupei galima priskirti NO₃ bei P_{bendras}. Šių parametrų duomenyse stebimas didelis ir nesisteminis išsibarstymas. LT01 1 ir 2 gręžiniuose 2002 metais stebimas ženklus NO₃ padidėjimas. Jis stipriai viršija daugiamečius vidurkius, tuo tarpu 2001 metais NO₃ kiekis LT01 1 gręžinyje buvo ryškiai mažesnis nei daugiamečių vidurkis, o LT01 2 gręžinyje galime konstatuoti šios medžiagos kryptingą didėjimą. Tuo tarpu 3 šios IMT gręžinyje galime konstatuoti radikaliai priešingą tendenciją – čia NO₃ kiekiai mažėja kelis metus iš eilės. Panašios mažėjimo tendencijos pastebimos ir LT03 2 bei 4 gręžiniuose, tačiau šie faktai nerodo bendros tendencijos visame stebimame gruntiniame vandenyje.

Upelio vanduo

2002 metais buvo apskaičiuoti 2002 metų upelių vandens nuotėkis stebimose IMT ir po to palyginti su ankstesnių metų upelių nuotėkiu. Iš gautų duomenų matyti, kad 2002 metais nuotėkis abiejose IMT buvo didesnis nei 2001 metais. LT03 jis žymiai viršijo stebimų laikotarpio vidurkį, o LT01 labai priartėjo prie jo. Vandens nuotėkio stebimuose upeliuose dinamikos nesutapimas laike su kritulių metiniu kiekiu akivaizdžiai liudija apie tai, kad upelių vandens nuotėkį lemia visiškai kiti faktoriai, o ne metinis kritulių kiekis. Upelių nuotėkio dydis stebimose teritorijose akivaizdžiai siejasi su požeminiu maitinimu (ypač tai ryšku LT01) bei su sezoniniais potvyniais. LT03 upeliui dar labai būdinga audringa reakcija į staigius kritulius arba atodrėkius šaltuoju metų laiku. Todėl santykinai didelį upelių vandens nuotėkį 2002 metais lėmė didelio masto pavasarinis potvynis, savo ruožtu nulemtas didelių sniego atsargų, sukauptų per 2001-2002 metų žiemą, gausūs krituliai, iškritę birželio mėnesį, o taip pat nemaži kritulių kiekiai iškritę rudens mėnesiais. Taigi sausra, kuri prasidėjo vasaros viduryje ir tęsėsi iki rudens, neturėjo didelės įtakos upelių vandens nuotėkiui.

Upelių vandens cheminės sudėties bei fizinių parametrų kitimo dinamika 2002 metais stebimų upelių vandenyje buvo gana skirtinga skirtingose tyrimo teritorijose. Kaip jau minėta anksčiau, 2002 metais išaugę debitai abiejuose stebimuose upeliuose (LT01 kiek mažiau nei LT03), iššaukė ir padidėjusius upelių vandens nuotėkius, palyginus su 2001 metais.

Per 2002 metus stebimų upelių vandenyje gan ryškiai padidėjo tik NH₄N koncentracijos. Tuo tarpu tokių cheminių medžiagų kaip SO₄, Ca, Na, K, Mg, P_{bendras}, Mn bei ištirpusio deguonies kiekiai upelių vandenyje sumažėjo. Tiesa, tenka pripažinti, kad LT03 upelio vandenyje minėtų medžiagų koncentracijų mažėjimas vyko žymiai didesniais tempais, nei tai darėsi LT01 upelio vandenyje. K ir Mn koncentracijų pakitimai LT01 upelio vandenyje apskritai buvo labai nežymūs. Tik SO₄ kiekiai sparčiau mažėjo LT01, o ne LT03 upelio vandenyje.

NO₃N ir Fe koncentracijos kito skirtingomis kryptimis – LT03 upelio vandenyje šių medžiagų koncentracija mažėjo kaip ir daugelio kitų medžiagų koncentracijos šios IMT upelio vandenyje, tuo tarpu LT01 upelio vandenyje šių medžiagų koncentracijos nežymiai išaugo.

Priešingomis kryptimis kito ir Cl ir Si koncentracijos, tačiau čia skirtingai nuo anksčiau aprašyto NO₃N ir Fe atvejo, medžiagų koncentracijos upelio vandenyje LT03 augo, o LT01 – mažėjo. Cl atvejis čia yra dėsningas, nes jau vykdant tyrimus kitose paprogramėse 2002 metais buvo pastebėta, kad geosistemose buvo juntama didelė Cl prietaka į sistemą iš išorės.

Upelio vandens rūgštumas labai padidėjo LT03. LT01 upelio vandens rūgštėjimo tendencija taip pat buvo stebima 2002 metais, tačiau rūgštėjimo tempai čia buvo kur kas menkesni – LT01 dirvožemio pH rodiklis nukrito per 0,01 pH vieneto (nuo 7,52 2001 metais iki 7,51 2002 metais), o LT03 – net per 0,24 pH vieneto (nuo 7,42 2001 metais iki 7,18 2002 metais).

Upelio vandens specifinis elektrinis laidumas bei šarmingumas 2002 metais, lyginant su 2001 metais, taip pat nežymiai nukrito abiejose IMT.

Upelių vandens nuotėkio dydis labai stipriai įtakoja cheminių medžiagų išnešimą iš baseino, kadangi didesnis vandens kiekis, esant tai pačiai medžiagos koncentracijai jame, su savimi išneša didesnius medžiagos kiekius. Tačiau anksčiau paminėti bei iliustruoti stebėjimų medžiaga faktai (6, 8 pav.) leidžia aprioriškai teigti, kad cheminių medžiagų, išneštų iš baseinų 2002 metais kiekiai neturi radikaliai skirtis nuo 2001 metų duomenų. Taip yra todėl, kad nors 2002 metais upelių vandens nuotėkiai abiejuose parkuose buvo didesni nei 2001 metais, tačiau upelio vandenyje ištirpusių medžiagų koncentracijos daugeliu atvejų yra mažesnės nei 2001 metų upelio vandenyje stebėtos cheminių medžiagų koncentracijos.

Šias prielaidas akivaizdžiai patvirtina S, Na, K, Mg kiekių, išneštų iš baseinų abiejose IMT 2001 ir 2002 metais, palyginimas, taip pat $P_{bendras}$ atvejais LT01 ir $N_{bendras}$ bei Si atvejais LT03.

Gana žymiai 2002 metais, palyginus su 2001 metais, padidėjo $N(N_{NH_4} + N_{NO_3})$ išnešimas. LT01 šis padidėjimas sudarė 205% (nuo 7,63 kg/km²/metus iki 15,61 kg/km²/metus) 2001 metais išnešto kiekio, o LT03 – 130% (nuo 35,64 kg/km²/metus iki 46,32 kg/km²/metus). Taip pat gana stipriai padidėjo $N_{bendras}$ išneštas kiekis LT01. Jis net 194% buvo didesnis už 2001 metais išneštą minėtos medžiagos kiekį. Be šių paminėtų atveju, išnešimo padidėjimas didesnis nei 30% nebuvo pastebėtas nė vienu kitu atveju.

Sumažėjo tik K, Mg bei $P_{bendras}$ išnešimas LT03 teritorijoje. Labiausiai čia sumažėjo $P_{bendras}$ išnešimas – net 26% nuo 2001 metų lygio.

Lyginant išneštų medžiagų kiekius su stebėjimų laikotarpio vidurkiais, tenka pažymėti, kad artimiausi stebėjimų laikotarpio vidurkiui buvo 2002 metais išnešti S, Ca, Si kiekiai abiejose IMT – jie neviršijo arba nebuvo mažesni už stebėjimų laikotarpio vidurkį daugiau nei 30%. Taip pat mažiau nei 30% nuo daugiamečio vidurkio nenukrypo ir išnešti $N(N_{NH_4} + N_{NO_3})$ bei Cl kiekiai LT01 ir Na bei $P_{bendras}$ kiekiai LT03.

Didžiausias skirtumas tarp 2002 metais išneštų kiekių bei daugiamečių vidurkių buvo $N_{bendras}$ atveju LT01 ir Cl atveju LT03. Šiais atvejais 2002 metais išnešti medžiagų kiekiai buvo daugiau nei 1,5 karto didesni už daugiamečius vidurkius.

Mažiausiai 2002 metais, lyginant su daugiamečiu vidurkiu, buvo teišnešta Na bei $P_{bendras}$ LT01 – atitinkamai tik 60% bei 47% daugiamečio vidurkio.

Apibendrinant cheminių medžiagų išnešimo iš baseinų stebėjimo medžiagą, sukaupą 2002 metais, galima daryti išvadą, kad išneštų iš baseinų medžiagų kiekiai daugeliu atvejų padidėjo ir tai buvo daugiausia nulemta 2002 metais išaugusio upelio vandens nuotėkio. Šis veiksnys buvo pagrindinis, nulėmęs santykinai didelius cheminių medžiagų kiekius, išneštus iš stebimų baseinų.

CHEMINIŲ MEDŽIAGŲ SRAUTŲ DŽŪKIJOS INTEGRUOTO MONITORINGO TERITORIJOE MODELIAVIMAS

Pagrindinis 2002 metų tyrimas cheminių medžiagų srautų modeliavimo srityje buvo atliekamas Dzūkijos IMT, kurioje reguliari stebėjimai jau nutraukti, o duomenų modelių kalibravimui ir verifikavimui yra sukaupta pakankamai. Tokiu būdu buvo galima bent iš dalies kompensuoti stebėjimų sustabdymą šioje IMT. Geosisteminiio dinaminio modeliavimo metodu, panaudojant WINSOIL bei MAGIC modelius, buvo sumodeliuotas dirvožemio vandens balansas 1994-2001 metų laikotarpiui (naudoti Lietuvos Hidrometeorologijos tarnybos (HMT) archyviniai klimatiniai duomenys, o tyrimo metu 2002 metų klimatiniai duomenys buvo dar neprieinami), o taip pat 2002-2050 metų kai kurių medžiagų balansų prognozė Dzūkijos IMT. Vadovautasi teiginiu, kad pagrindinis cheminių medžiagų transportavimo agentas yra vanduo.

Šiuo tikslu hidrodinaminis WINSOIL (Simulation Model for Soil Water and Heat Conditions) ir geocheminis MAGIC (Model of Acidification of Groundwater in Catchments) modeliai buvo kalibruoti Dzūkijos IMT.

Kadangi šie modeliai jau yra kalibruoti ir sėkmingai naudojami šiuo metu veikiančioms Aukštaitijos ir Žemaitijos IMT, tai šių modelių patikimumas bei tinkamumas Lietuvos sąlygoms jau yra pakankamai argumentuotas ankstesniame tyrime (Dirvožemių..., 2001). Modeliavimo rezultatai yra statistiškai patikimi, tai nustatyta visuotinai pripažintais statistiniais metodais. Naudoti modeliai

naudojami ir integruoto monitoringo programoje tarptautiniu mastu, todėl modeliavimo metu gauti duomenys yra lengvai palyginami su užsienyje atliktų tyrimų rezultatais.

IŠVADOS

1. 2002 metai Lietuvoje ryškiai išsiskyrė iš kitų metų tarpo savo aukštomis temperatūromis vasarą bei ilgu sausringu laikotarpiu liepos-rugsėjo mėnesiais. Dėl to kritulių kiekis 2002 metais buvo mažesnis nei vidutiniškai būna – LT01 – 89 % klimatinės normos, o LT03 – 92 %.
2. Dirvožemio vandens cheminės sudėties bei fizinių parametų kaitos tendencijos 2002 metais nerodo jokių ženklų, kad vyktų negrįžtami didelio masto pakitimai geosistemose.
3. Gruntinio vandens lygis pastaraisiais metais LT03 yra stabilesnis nei LT01. Pastebima, kad ši tendencija turėtų išlikti ir ateinančius porą metų. Tai lemia kritulių dinamika.
4. Gruntiniame vandenyje stebimus cheminius bei fizinius parametrus 2002 metais galima skirstyti: a) parametrai, kurių kaita metų eilėje yra labai nežymi (pH, specifinis elektrinis laidumas, šarmingumas, SO₄, Ca, Na, Si); b) parametrai, kurių dydis tendencingai pastaruosius metus didėja arba mažėja (K, Mg, Fe, Cl, NH₄); c) parametrai, apie kurių kitimo tendencijas pagal turimus stebėjimų duomenis sunku spręsti (NO₃ bei P_{bendras}).
5. 2002 metais upelio vandens nuotėkis abiejose IMT buvo didesnis nei 2001 metais. Upelių vandens nuotėkį lemia ne metinis kritulių kiekis, o požeminis maitinimas bei sezoniniai potvyniai. 2002 metų sausra neturėjo didelės įtakos upelių vandens nuotėkiui.
6. 2002 metais su upelio vandeniu iš baseinų išneštų medžiagų kiekiai daugeliu atvejų padidėjo. Išaugęs upelio vandens nuotėkis buvo pagrindinis veiksnys, nulėmęs santykinai didelius cheminių medžiagų kiekius, išneštus iš stebimų baseinų.
7. WINSOIL bei MAGIC geosisteminiiais modeliais sumodeliuotas dirvožemio vandens balansas bei prognoziniai medžiagų balansai LT02 teritorijoje sėkmingai ir galutinai užbaigę šių modelių tinkamumo darbui Lietuvos sąlygomis studiją. Įrodyta, kad modeliai šiam tikslui pilnai tinkami. Tolimesnis modelių naudojimas turi būti siejamas su jų perkėlimu į kitas teritorijas bei tyrimų poligonus Lietuvoje, o IMT ir toliau gali tarnauti tik kaip patogi bazė modelių tobulinimui.

LITERATŪRA

- Bukantis A. (1994). Lietuvos klimatas. Vilnius. 187 p.
- Cosby B., Hornberger J., Galloway J., Wright R. (1985). Times scales of catchment acidification. *Environmental Science & Technology*. 19: 1144-1149.
- Čebotariovas A. (1983). Bendroji hidrologija. Vilnius. 461 p.
- Dilys A. (1995). Vandens apytaka kalvotame Rytų Lietuvos agro- ir miško landšafte. *Geografijos metraštis*. 28: 5-40.
- Dirvotyra (1996). Vilnius.
- 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).

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

ICP IM Programme Centre, Finnish Environment Institute. Helsinki, (1998). Manual for Integrated Monitoring.

Ignatavičienė I. (1969). Atmosferinių kritulių cheminės sudėties klausimu Lietuvoje. Geografinis metraštis. 10: 169–179.

Jansson P. E. (1998). Simulating Model for Soil Water and Heat Conditions, Uppsala. Description of the SOIL model.

Khromov S. (1968). Meteorologija i klimatologija. Leningrad.

Lietuvos klimato žinynas. Krituliai (1991). Vilnius.

Lietuvos TSR dirvožemiai (1965). Vilnius. 391 p.

Miliauskas V. (1981). Lietuvos TSR dirvų drėgmės parametrai. Regioninė hidrometeorologija. 10: 124–132.

Molchanov A. (1961). Les i klimat. Moskva.

Molchanov A. (1971). Produktivnost organicheskoy masy v lesakh razlichnykh zon. Moskva.

Ozolinčius R. (1996). Khvoinyje: morphogenez i monitoring. Kaunas.

Ozolinčius R., Stakėnas V. (1996). Lietuvos miškų būklės monitoringas: 1988-1995, Kaunas.

Pauliukevichius G. (1972). Gidrologicheskije i geokhimicheskije svoistva kholmystykh lesnykh landshavtov. AN LSSR. 459 p.

Phiodorov S. (1962). Vlijanije lesa na vodnyj balans malykh vodosborov. Trudy GGI. 95.

Phiodorov S. (1982). O rezultatakh issledovanija gidrologicheskoy roli lesa. Trudy GGI. 176.

Pochvovedenije (1982). Moskva.

Rode A. (1961). K voprose o vodno-phizicheskikh konstantakh pochvy. Pochvovedenije. 6: 26–39.

Samuila M. (1999). Simulation of Some Hydrological Indices in the Aukštaitija Integrated Monitoring Territory, Geografijos metraštis. 32: 260-277.

Samuila M. (2000). Dirvožemio vandens balanso elementų skaičiavimas WATBAL modeliu, Geografijos metraštis. 33: 434-448.

Samuila M. (2001a). Dirvožemio vandens balanso modelių taikymas Žemaitijos integruoto monitoringo teritorijai, Geografijos metraštis. 34(2): 103-120.

Samuila M. (2001b). Medžiagų srautų elementariuose baseinuose modeliavimas. Daktaro disertacija. Geografijos institutas. 143 p.

Samuila M. (2002). SMART modelio taikymas Lietuvos integruoto monitoringo teritorijoms, Geografijos metraštis. 35(1-2): 253-265.

Shopauskiene D., Davidavichiene L. (1987). Phonovoj uroven atmosfernovo vozdukha v Litovskoj SSR. *Knygoje: Biomonitoring lesnykh ekosistem*. Kaunas-Akademija: 186-193.

Smirnov V. (1971). *Organicheskaja masa v nekotorykh lesnykh phitocenzakh evropeiskoj chasti SSSR*. Moskva.

Smoliak L., Petrov E. (1978). *Vodnoje pitanije i produktivnost sosnovykh phitocenzov*. Minsk. 184 p.

Šopauskienė D., Stapčinskaitė S., Juozaitienė A. (1997). Atmosferos kritulių monitoringas integruoto ekosistemų monitoringo stotyse 1997 m. 1997. <http://neris.mii.lt/aa/mon96/io97m.html>

The Working Group for Environmental Monitoring, Nordic Council of Ministers, (1989). *Methods for Integrated Monitoring in the Nordic Countries*.

Torstensson G., Johnsson H. (1996). *Simulation of Water and Nitrogen Dynamics in a Five Year Leaching Experiment with Varying Fertilisation and Manure Treatments*. Department of Soil Sciences, SLU. Uppsala. 62 p.

Vaičys M., Raguotis A., Šleinyš R. (1979). *Miško dirvožemių žinynas*. Vilnius.

Zenin A., Belousova N. (1988). *Gidrokhimicheskij slovar*. Moskva. 240 p.