

ROMUTĒ MIKUČIONIENĒ, INA ŽIVATKAUSKIENĒ

AGRARINĒ APLINKOSAUGA
METODINĒ PRIEMONĒ



Autoriai:

Romutė Mikučionienė
Ina Živatkauskienė

AGRARINĖ APLINKOSAUGA

Mokomoji priemonė pirmosios pakopos studentams

Recenzentas:

Lietuvos sveikatos mokslų Veterinarijos akademijos lektorius dr. Vytautas Ribikauskas

Aprobuota:

Kauno kolegijos Technologijų fakulteto Aplinkos inžinerijos katedros posėdyje 2017 11 30, protokolas Nr. TK11-9

Mokomųjų ir metodinių priemonių konkurso komisijos posėdyje 2017 12 18

Kalbos redaktorius:

Lietuvos agrarinių ir miškų mokslo centro Žemdirbystės instituto vyriausioji mokslo darbuotoja dr. Inga Liaudanskienė

Leido Kauno kolegijos Reklamos ir medijų centras

© Romutė Mikučionienė, Ina Živatkauskienė
© Kauno kolegija

ISBN 978-9955-27-537-4

Kaunas, 2018

TURINYS

| | |
|---|----|
| PRATARMĖ..... | 3 |
| 1. AGRARINĖS APLINKOSAUGOS TEISINIS REGLAMENTAVIMAS..... | 5 |
| 1. PRAKTINIS DARBAS | 8 |
| 2. DIRVOŽEMIŲ IR VANDENS RESURSŲ IŠSAUGOJIMAS..... | 9 |
| 2.1. Lietuvos dirvožemio ištekliai | 9 |
| 2.1.1. Lietuvos dirvožemio grupių apibūdinimas | 11 |
| 2. PRAKTINIS DARBAS | 19 |
| 2.1.2. Dirvožemio reikšmė žemės ūkyje..... | 20 |
| 2.1.3. Tręšimo poveikis dirvožemio cheminėms savybėms | 21 |
| 2.1.4. Dirvožemio tarša ir trąšos mažinimo būdai | 22 |
| 2.1.5. Tręšimo planų sudarymas | 29 |
| 3. PRAKTINIS DARBAS | 32 |
| 2.2. Vanduo ir vandens kokybę lemiantys veiksniai..... | 33 |
| 2.2.1. Agrarinių teritorijų sausinimo įtaka paviršinių ir požeminių vandenų kokybei | 35 |
| 4. PRAKTINIS DARBAS | 47 |
| 2.2.2. Vandens tarša ir trąšos mažinimo būdai | 48 |
| 3. AGROEKOSISTEMŲ TVARUS PANAUDOJIMAS | 56 |
| 5. PRAKTINIS DARBAS | 63 |
| LITERATŪROS ŠALTINIAI | 64 |

PRATARMĖ

<...> „Prieš daugiau nei 10 000 metų žmonės sąmoningai nusprendė pakeisti savo santykius su gamta ir iš rinkėjų tapti kūrėjais – ėmėsi patys užsiauginti maistą bei puoselėti žemės ūkį. Šis, atrodytu, paprastas būdas apsirūpinti maistu tapo lūžio tašku žmonijos istorijoje. Pakeisdami prigimtinius santykius su gamta, patys nesuvokė kokią įtaką padarys visos planetos ekosistemoms.“

Wells Spencer

Nuo neatmenamų laikų Lietuva buvo žemdirbystės kraštas. Anuomet, visos Lietuvos teritorijoje buvo išsibarstę smulkūs šeimų ūkiai. Nuo dirvožemio derlingumo, gamtinių sąlygų, vietos tradicijų, priklausė auginamų augalų pasirinkimas ir ūkininkavimo forma. Produkcijos išauginimo kiekis buvo toks, kad tenkintų šeimos poreikius išgyventi. Žmogaus įtaka aplinkos ekosistemoms buvo minimali – vyravo harmoningas žmogaus ir aplinkos sambūvis.

XX a. antroje pusėje, pasikeitus politinei situacijai Lietuvoje, žemės ūkio veikla suintensyvėjo. Vykdoma planinės ekonomikos politika, skatino dirbamų laukų ploto didinimą – melioruojant šlapžemes ir pelkėtas žemes, ištiesinant mažų upių ir upelių vagas, įrengiant dirvožemio drenažo sistemas. Tikslas buvo išauginti kuo daugiau produkcijos, nepriklausomai nuo to kokia žala bus padaryta dirvožemiams, vandens ekosistemoms, bioįvairovei, aplinkos orui, žmonių sveikatai ir t.t. Intensyvi žemės ūkio veikla nualino dirvožemius, produktyvumui palaikyti laukai buvo tręšiami dideliais kiekiais mineralinių ir organinių trąšų. Apie subalansuotus trąšų kiekius – ekologiškai ir ekonomiškai optimalias trąšų normas, kad būtų minimalūs trąšų nuotekiai į paviršinius ir gruntinius vandenį, tuomet mažai kas kalbėjo.

Dabartinis ekonominės veiklos lygis ardo ekologinį integralumą ir gresia ekosistemų funkcionavimui, todėl suvokiant ekologijos ir gamtinių išteklių kaip ekonominio rodiklio svarbą, vandens ir dirvožemio kiekybės ir kokybės klausimas tampa ypatingai aktualus vykdant žemės ūkio veiklą. Siekiant užtikrinti darnų šalies vystymąsi sudaromos teisinės prielaidos, rengiamos prevencinės priemonės ir veiksmų programos aplinkos taršai mažinti.

Darnaus vystymosi požiūriu prevencija yra visuomet pranašesnė nei padarinių likvidavimas, todėl „vamzdžio galo“ technologija, kai reaguojama į jau susidariusią taršą yra mažiau ekologiškai ir ekonomiškai patraukli. Kita vertus, taršos likvidavimui ir valdymui reikalingos specialios žinios, papildomos sąnaudos ir technologinių procesų išmanymas.

Lietuva – pasaulio kontekste – maža, besivystanti valstybė. Pastaruoju metu darnios plėtros idėjų puoselėjimas įgauna vis didesnę pagreitį, todėl ekologinių, ekonominių, socialinių sprendimų ir prevencinių priemonių derinimas tampa prioritetiniais.

Mokymo metodinė priemonė „Agrarinė aplinkosauga“ skirta aukštojo mokslo studentams, kurie studijuoja žemės ūkio krypties studijų programas. Teorinių ir praktinių žinių pateikimas leis studentams išmanyti ūkininkavimo sistemų poveikį natūraliems aplinkos dirvožemio ir vandens resursams. Išugdyti įgūdžiai skatins atsakingai planuoti, vykdyti ūkinę veiklą, saugoti bei racionaliai naudoti gamtos išteklius. Šiame elektroniniame leidinyje pateikta pagalbinė mokymo priemonė „YouTube“ vaizdo įrašai anglų kalba, kuri leis lavinti studentų specialybines užsienio kalbos gebėjimus. Taip pat leidinyje gausu praktinių užduočių, kurioms atlikti taikomos žemės ūkyje naudojamos kompiuterinės ūkio valdymo programos (e-Geba), kiti įvairūs kūrybiniai sprendimai: kryžiažodių sudarymas, skaičiuoklės ar pan.

1. AGRARINĖS APLINKOSAUGOS TEISINIS REGLAMENTAVIMAS

„<...> Ribotų natūralių resursų išsaugojimo nepaisymas, kad klestėtų, pasmerks mūsų palikuonis ir artimuosius gyventi nualintoje planetoje. Kiekviena sekanti žmonijos karta siekia gyventi geriau, tačiau gebėjimą gyventi geriau riboja du esminiai veiksniai, tai – gamtinių išteklių ribota prigimtis bei nuolat augantis pasaulio gyventojų skaičius“.

Tim Jackson

Aplinkosaugos atsiradimo priežastys siejamos su sparčiu ekonominiu šalies augimu, dirvožemių derlingumo rodiklių mažėjimu, didėjančia paviršinių ir gruntinių vandenų tarša. Taip pat siejama su klimato ir aplinkos problemų pokyčių kaita – nuo vietinio iki globalaus lygmens. Didėjantis žmonių suvokimas apie ribotus planetos išteklius ir ribotą ekologinį talpumą, sudarė prielaidas kurti aplinkosaugos teisinį reguliavimą, kuriuo siekiama užtikrinti aplinkos kaip viešosios gerybės išsaugojimą.

Aplinkosaugos politika pradėjo formotis maždaug prieš 40 metų, kai pasaulis atsidūrė prie ekologinės krizės slenksčio. Tai viena iš dinamiškiausių ir įvairiausių politikos sričių. Pagrindiniai aplinkos apsaugos principai ir esmė yra pateikta Europos Bendrijos aplinkos apsaugos veiksmų programose. Nuo 1973 m. Europos komisija rengia daugiametes aplinkosaugos veiksmų programas (AVP), kuriose nustatomi būsimi Europos Sąjungos (ES) Aplinkos politikos srities teisėkūros pasiūlymai ir tikslai.

2013 m. Taryba ir Parlamentas priėmė 7-ąją AVP laikotarpiui iki 2020 m. pavadinimu „Gyventi gerai pagal mūsų planetos išgales“. Remiantis keletu strateginių iniciatyvų šioje programoje numatyti devyni prioritetiniai tikslai tarp kurių: gamtos apsauga, didesnis ekologinis atsparumas, tvarus, pagrįstas efektyviu išteklių naudojimu ir mažo anglies dioksido kiekio technologijų ekonomikos augimas ir kova su aplinkos keliamais pavojais sveikatai. Programoje taip pat pabrėžtas poreikis geriau įgyvendinti ES aplinkos teisės aktus, remtis naujausiais moksliniais pasiekimais, vykdyti investicijas ir integruoti aplinkos aspektus į kitas politikos kryptis¹.

Pagrindinės aplinkosauginės nuostatos Lietuvoje yra įvardytos Lietuvos Respublikos Konstitucijoje, kur teigiama, kad „Valstybė ir kiekvienas asmuo privalo saugoti aplinką nuo kenksmingų poveikių, valstybė rūpinasi natūralios gamtinės aplinkos, gyvūnijos ir augalijos, atskirų gamtos objektų ir ypač vertingų vietovių apsauga, prižiūri, kad su saiku būtų naudojami, taip pat atkuriami ir gausinami

¹ http://www.europarl.europa.eu/atyourservice/lt/displayFtu.html?ftuId=FTU_5.4.1.html

gamtos ištekliai, draudžiama niokoti žemę, jos gelmes, teršti vandenį ir orą, daryti radiacinį poveikį aplinkai bei skurdinti augaliją ir gyvūniją“.

Aplinkos apsaugos įstatyme (1992) su vėlesniais pakeitimais ir susijusiais poįstatymiais aktais, reglamentuojama valstybinio aplinkos apsaugos valdymo sistema ir aplinkos apsaugą ir gamtos išteklių naudojimą reglamentuojančių teisės aktų įgyvendinimo kontrolė, nustatyti aplinkos apsaugos objektai, teisės ir atsakomybės.

Po daugelį metų trukusio žemės ūkio gamybos intensyvinimo ir dėl to atsiradusio klimato atšilimo, biologinės įvairovės nykimo, dirvožemio bei ekosistemų degradacijos buvo pradėtos diegti agrarinės aplinkosaugos priemonės, kurių įgyvendinimo uždaviniai yra orientuoti į visos aplinkos, ypač vandenų ir dirvožemio geros kokybės palaikymą bei turtingos biologinės įvairovės užtikrinimą.

Aplinkosaugos požiūriu tvarus ūkininkavimas, kuomet apdairiai naudojami gamtos ištekliai, atsakingai vykdoma ūkinė veikla, paisoma žmogaus ir gamtos darnaus sambūvio – viena svarbiausių agrarinės aplinkosaugos priemonių, kuria siekiama užtikrinti gyvenimo kokybę dabartinėms ir būsimoms kartoms. Akivaizdu, jog dėl plačiai įdiegtų šiuolaikinių žemės ūkio technologijų pavyksta patenkinti nuolat gausėjančios žmonių bendruomenės poreikius (ypač aprūpinti ją maistu). Tačiau specialistus, ypač gamtosaugininkus, ekologus, jaudina tai, jog dėl žemės ūkio veiklos sparčiai mažėja svarbiausių gamtos resursų, blogėja jų kokybė (Mikalauskiene, 2014; Štreimikienė ir kt., 2014).

P. Kurlavičius (2010) pastebi, kad pastaraisiais dešimtmečiais pasaulyje daug aplinkosaugos specialistų pasisako už ekosistemų (tarp jų ir agrarinių) kryptingą tvarkymą, valdymą bei darnią, tausojamąją žemės ir miškų ūkio plėtrą. Tuo pat metu dalis ekspertų teigia, kad šis žingsnis yra jau labai pavėluotas. Kalbant apie agrarines Lietuvos ekosistemas, akivaizdu, kad ankstesnė žemės ūkio veikla sparčiai keičiasi. Vienur ji per intensyvi, kitur apskritai nutraukiama. Jau beveik įprasta kone kiekviename lauke naudoti pesticidus, sunkiąją techniką, pamiršta sėjomaina, vis rečiau į dirvą įterpiama mėšlo (Kurlavičius, 2010).

Lietuvos Agrarinės ekonomikos instituto atliktos mokslų studijos duomenimis² (2015), teigiama, kad agrarinės aplinkosaugos priemonių teigiamas poveikis aplinkai yra neabejotinas.

Politikams tenka sunkus uždavinys – formuoti veiksmingą agrarinės aplinkosaugos politiką, o mokslininkams – objektyviai įvertinti jau įgyvendintų ir numatomų įgyvendinti agrarinės aplinkosaugos priemonių poveikį. Pažymima, kad ūkininkai įprastai iš savo veiklos siekia pelno, tačiau agrarinės aplinkosaugos politika numato tam tikrus apribojimus, lemiančius pelno mažėjimą, todėl agrarinės aplinkosaugos priemonių įgyvendinimas nebūtų efektyvus be papildomų kompensavimo įrankių.

² <https://www.laei.lt>

Lietuvoje, kaip ir bet kurioje kitoje Europos Sąjungos (ES) valstybėje, žemės ūkis yra intensyviai finansiškai remiamas ES ir šalies biudžeto lėšomis. Rėmimo tvarką reglamentuoja speciali programavimo laikotarpiui (7 metams) sudaroma vadinamoji nacionalinė kaimo plėtros programa.

[Lietuvos kaimo plėtros 2014-2020 m.](#) programos finansiniame plane³ nurodoma, kad Agrarinės aplinkosaugos ir klimato aplinkosauginių priemonių taikymui, skiriami dideli finansiniai ištekliai - daugiau nei 140 mln. eurų, kurių įsavinimas numatytas iki 2020 metų ir tai 30 mln. eurų daugiau nei praėjusiu Kaimo plėtros 2007-2013 programavimo laikotarpiu.

ES valstybės narės yra įpareigosios stebėti ir vertinti įgyvendinamų agrarinės aplinkosaugos priemonių aplinkosauginį bei socioekonominį poveikį. Šių priemonių poveikis žemės ūkio sektoriaus gamybiniam, ekonominiams ir socialiniams rodikliams yra ekonomistų ir politikos formuotojų dažnai svarstomas klausimas, tačiau svarbu pažymėti, kad šiuos rodiklius vertinančių empirinių tyrimų atlikta nedaug. Galnaitytės (2015), teigimu taip yra dėl to, kad nėra metodikos, leidžiančios kiekybiškai įvertinti agrarinės aplinkosaugos priemonių poveikį žemės ūkio sektoriaus gamybiniam, ekonominiams ir socialiniams rodikliams.

³ <http://zum.lrv.lt>







1. PRAKTINĖ UŽDUOTIS

Užduoties tikslas – susipažinkite su Europos Sąjungos ir Lietuvos teisės aktų duomenų bazėmis, viešai prieinamais duomenimis ir dokumentais.

Uždaviniai:

- Nurodytose duomenų bazėse suraskite dėstytojo nurodytus ES ir nacionalinius dokumentus.
- Atlikite dokumentų turinio analizę pagal individualiai / grupei pateiktą užduotį.
- Naudodami [kryžiažodžių sudarymo programą](#)⁴, sudarykite kryžiažodį, kur būtų pateikta reikšminga informacija iš analizuotų dokumentų.

1. lentelė. Interaktyvios nuorodos teisės aktų dokumentų paieškai

| | |
|--|--|
|  EUR-Lex Prieiga prie Europos Sąjungos teisės | Prieiga prie Europos Sąjungos teisės aktų: galima paieška pagal sritį, dokumento numerį, dokumento pateikimo metus, reikšmingus žodžius ir kategorijas ir pan. |
|  eurostat Your key to European statistics | Prieiga prie Europos statistikos biuras: rubrikoje <i>Statistics</i> galima statistinių duomenų paieška pagal temas. |
|  TEISĖS AKTŲ REGISTRAS | Prieiga prie Lietuvos Respublikos teisės aktų registro: galima Lietuvos ir ES teisės aktų paieška. |
|  NMA Nacionalinė mokėjimo agentūra prie Žemės ūkio ministerijos | Prieiga prie nacionalinės mokėjimo paraiško registro ir statistinių duomenų: dokumentai susiję su paraiškų pateikimu ir išmokų skaičiavimais |

⁴ <http://tools.atozteacherstuff.com/free-printable-crossword-puzzle-maker/>

2. DIRVOŽEMIO IR VANDENS RESURSŲ IŠSAUGOJIMAS

„<...> Žemės ūkis turi tapti nacionalinės sąžinės dalimi, kaip nauja religija [...] tai, ką gamta kuria akiai, lėtai ir negailestingai, žmogus privalo daryti apdairiai, greitai ir gerai“.

Francis Galton

2.1. Lietuvos dirvožemio ištekliai

Dirvožemio ištekliams apibūdinti Lietuvoje naudojama naujoji Lietuvos dirvožemių klasifikacija 1999 (2001), kuri buvo sudaryta remiantis turimais dirvožemių tyrimų duomenimis ir iki 1999 m. šalyje naudotomis dirvožemių klasifikacijomis. Lietuvos dirvožemių klasifikacijoje dirvožemiai suskirstyti į grupes ir sistematinis vienetus (SDV). Dirvožemių grupių ir sistematinis vienetus seka sudaryta pagal dirvožemio drėgnumo ir karbonatingumo kriterijus: nuo sausiausių ir karbonatingiausių dirvožemių iki drėgnų ir mažai karbonatingų.

Lietuvos dirvožemių danga dėl dirvodaros sąlygų nevienodumo yra gana įvairi. Kiekvienai bioklimatinei zonai yra būdingi savitieji dirvodaros procesai, kuriuos sąlygoja mineralų irimas ir sintezė, organinių medžiagų kaupimasis ir mineralizacija, kompleksinių organinių ir mineralinių junginių susidarymas, akumuliacija ir migracija. Sudulėjusios, perneštos ir persiklosčiusios kalnų uolienos įgyja daug naujų, labai svarbių dirvodarai savybių (birumą, poringumą, drėgmės, oro ir šilumos laidumą, antrinius, arba molio mineralus, turinčius mainų sorbcijos gebą bei augalų maisto medžiagų), kurių neturėjo pirminės kietos ir masyvios uolienos. Rusų akademikas V. Volobujevas (1972) nustatė, kad vykstant natūraliai dirvodarai, saulės energijos sunaudojimą iš esmės lemia radiacijos balansas, drėkinimo koeficientas (kritulių kiekio ir išgaravimo nuo atviro vandens santykis) ir ekosistemos biologinis aktyvumas. Žemės ūkio naudmenų dirvožemiuose dirvodaros energetiką taip pat lemia dirvožemio šilumos imlumas, faktinis drėgnumas (ypač drėkinant) ir žemės ūkio augalų derlingumas. Tai lemia ta aplinkybė, kad dirvožemio energetinis balansas priklauso ne tik nuo Saulės energijos patekimo, transformavimosi ir grąžinimo į atmosferą intensyvumo, bet ir nuo biocheminės medžiagų akumuliacijos ir migracijos pobūdžio (Motuzas ir kt., 2009).



Dirvožemyje vyksta sudėtingi medžiagų migracijos, transformacijos bei sorbcijos procesai, kurių intensyvumas priklauso nuo dirvodaros ypatumų bei augalų fiziologinių savybių. Dirvožemio fizikinės ir cheminės savybės turi įtakos augalų derlingumui, vandens, oro ir šilumos režimui dirvožemyje, didele dalimi lemia jame vykstančius procesus, įskaitant biologinį aktyvumą bei maisto medžiagų režimą. Dirvožemio susiklojimas bei struktūra turi esminę reikšmę vandens ir oro režimui. Jo susiklojimas įtakoja ne tik šaknų prasiskverbimą į gilesnius dirvožemio sluoksnius, bet ir erdvinį



mechaninių ir struktūrinių elementų (mikroagregatų ir makroagregatų) išsidėstymą, dydį ir formą, dirvožemio porų, užimamų vandens ir oro, kiekį.

Lietuvos dirvožemių klasifikacijoje pagrindinį sistematinį vienetą sudaro grupė (I lygis) ir Lietuvoje šis lygis išskiriamas pagal dirvodaros procesus, kurie nulemia ir sąlygoja būdingas dirvožemio savybes, išskyrus atvejus, kai ypatingas jo savybes nulemia dirvodarinė uoliena. I lygyje yra išskiriama 12 pagrindinių dirvožemių grupių.

2. lentelė. Pagrindinės Lietuvos dirvožemio grupės

| Lietuviškas (tarptautinis) dirvožemio pavadinimas pagal LTK-99 | Trumpinimas |
|--|-------------|
| Pradžiazemiai (Regosols) | PR (RG) |
| Kalkžemiai (Leptosols) | KD (LP) |
| Rudžemiai (Cambisols) | RD (CM) |
| Išplautžemiai (Luvisols) | ID (LV) |
| Palvažemiai (Planosols) | PL (PL) |
| Balkšvažemiai (Albeluvisols) | JI (AB) |
| Smėlžemiai (Arenosols) | SD (AR) |
| Jaurazemiai (Podzols) | JD (PZ) |
| Šlynžemiai (Gleysols) | GL (GL) |
| Durpžemiai (Histosols) | PD (HS) |
| Saļpžemiai (Fluvisols) | AD (FL) |
| Trąšažemiai (Anthrosols) | TD (AT) |

Lietuvos dirvožemiai ir jų savybės detalios aprašytos monografijoje „Lietuvos dirvožemiai“, išleistoje gausaus autorių kolektyvo 2001 metais. Šiame leidinyje pateikiamas tik labai apibendrintas dirvožemių grupių aprašymas. Su vaizdine dirvožemių susidarymo medžiaga galima susipažinti BodhaGuru komandos sukurtoje vaizdinėje medžiagoje „Mokslas – dirvožemio formavimasis ir sluoksniai – anglų kalba (Science - Soil Formation and soil layers – English) internetiniame vaizdo įrašo nemokamoje svetainėje <http://www.BodhaGuru.com/watch>, paskelbtoje 2012-05-04:  

Dirvožemio makromorfologinių savybių ir horizontų nustatymo pagrindų vaizdinė medžiaga Dirvožemio makromorfologines savybes ir horizontų nustatymo pagrindus rasite Mr. Peter Mwayawa vaizdinėje medžiagoje, paskelbtoje 2013-11-16:  

2.1.1. Lietuvos dirvožemių grupių apibūdinimas

Pradžiažemiai (Regosols) – tai įvairūs mineraliniai pirminės dirvodaros, arba inicialiniai, dirvožemiai, kuriuose negalima išskirti jokių diagnostinių horizontų. FAO dirvožemių klasifikacijoje pradžiažemiai įvardyti 1974 m. Lietuvoje pradžiažemiams priskiriami sąlygiškai jauni, neišsivystę ar menkai išsivystę mineraliniai dirvožemiai, susidarę iš purių nuosėdinių uolienu, išskyrus vidutinio stambumo ir rupius žvyrus, suneštinę medžiagą ir organinės kilmės dirvožemius. Taip pat šiems dirvožemiams priskiriami smarkiai eroduoti, nukasti, rekultyvuoti dirvožemiai. Pradžiažemio profilio sandaroje galima nustatyti tik pilkšvojo A (ochric) diagnostinio horizonto užuomazga, bet ne visada. Retai jų profilyje išskiriami tarpiniai (AB, ABk, BC, BCk) genetiniai horizontai. Juose iki 50 cm nuo mineralinio dirvožemio paviršiaus nėra glėjinių savybių, taip pat šiame gylyje jie neturi kietos paklojinės uolienos. Pradžiažemiai būdingi įvairių klimatinių juostų intensyviai naudojamų žemdirbystei ir eroduojamų kraštovaizdžių dangai, ypač sauringose kalnuotose teritorijose. Jie aptinkami ir jaunų, neseniai susiklosčiusių žvyringų ir smėlinių, perpustytų ar suplautų birių uolienu (išskyrus vidutinio stambumo ir stambius žvyrus) labai skirtingose klimato juostose. Lietuvoje jų yra labai nedaug – tik 0,36 %. Tai žemės ūkyje beveik nenaudojami plotai. Smarkiai arba vidutiniškai nuardytų dirvožemių plotai skiriami ganykloms, paliekami dirvonuoti. Pradžiažemiai pagal karbonatų slūgsojimo gylį yra skiriami į karbonatinguosius (profilis Bk-BCk-Ck), pasotintuosius (profilis B-C(Ck); (A))-(B)-C(Ck)) ir nepasotintuosius (profilis (B)-C-(Ck)).

Kalkžemiai (Leptosols; LP) – tai menkai išsivystę labai seklūs ar seklūs, susiformavę ant kietų arba birių, turinčių daugiau nei 40 proc. kalcio karbonato ar skeletingų uolienu, automorfinio drėkinimo dirvožemiai. Juose kietos nuosėdinės kilmės nuogulos prasideda 25-30 cm ribose ir turi humusinį ar akumuliacinį horizontą be pajaurėjimo požymių A. Tai genetiškai tai jauni, seklaus profilio [A(B)R ar A(B)C] dirvožemiai, kuriuose neskiriamas diagnostinis horizontas. Paviršiuje gali būti pilkšvasis, puveninis, durpiškasis ar dykumos pado horizontai, kuriuose telkiasi dauguma augalų šaknų. Leptosols – iš gr. leptos – plonas; menkai išsivystę seklūs dirvožemiai. Šie dirvožemiai skiriami į uolinius (profilis (O)-Ak-Bk-Rk) ir žvyrinius (profilis (O)-Ak-Bk-Ck).

Šie dirvožemiai azonaliniai. Lietuvoje jų yra labai nedaug ir jie paplitę nedideliais ploteliais Šiaurės Lietuvoje. Tai karbonatingi žvyrai aptinkami įvairiose šalies vietovėse bei iki dolomitų nukasti karjerai Akmenės, Pakruojo, gipsiniai dirvožemiai – Pasvalio ar Biržų rajonuose. Tai žemės ūkyje beveik nenaudojami plotai. Jei dirvožemis ariamas, ariamasis horizontas suformuojamas jau po pirmojo

arimo. Smarkiai arba vidutiniškai nuardytų dirvožemių atveju tokie plotai skiriami ganykloms, paliekami dirvonuoti.

Rudžemiai (Cambisols; CM) – tai vidutiniškai išsivystę dirvožemiai, nediferencijuoto ar menkai diferencijuoto profilio dirvožemiai, turintys diagnostinį rudžeminį Bw (cambic) horizontą ir jį dengiantį puveninį (mollic) ar rečiau pilkšvajį (ochric) A horizontą, bei 50 cm nuo paviršiaus neturi glėjinių savybių (glėjiškųjų gali turėti). Jie susidaro įvairios kilmės ir medžiaginės sudėties menkai ar vidutiniškai sudūlėjusiose dirvodarinėse uolienose, išskyrus rūgščias silikatinės ir grubius kvarcinius smėlius. Tai įvairios spalvos, struktūros ir konsistencijos priemolingi dirvožemiai ir pasotinti bazių (kai kuriuose jų profilių horizontuose pasotinimas bazėmis yra mažesnis negu 50 proc.). Karbonatai šiuose dirvožemiuose gali būti aptinkami per visą profilį, iškart po humusinguoju (A) horizontu jau 20-40 cm gylyje arba gali būti iš šių horizontų gylio išplauti į gilesnius sluoksnius (horizontus). Pagal susidarymo sąlygas ir profilio morfologinę sandarą rudžemiuose vyksta 2 elementarieji dirvodaros procesai: 1) humuso susidarymas ir kaupimasis, 2) molio dalelių kaupimasis visame dirvodaros paveiktame sluoksnyje. Molio dalelės kaupiasi *in situ*, todėl ryškesnio jų išplovimo nėra. Šis dirvožemis turi rausvai rudą spalvą per visą profilį ir ryškiaus perėjimo tarp horizontų nėra dėl jame vykstančių elementariųjų dirvodaros procesų. Šiam dirvožemiui būdingas profilis: (O) – A, Ap – Bw – B1 – B2 – BC – C. Antrame klasifikacijos lygyje rudžemiai gali būti skirstomi pagal karbonatų slūgsojimo gylį į karbonatinguosius, pasotintuosius ir nepasotintuosius, o pagal drėkinimo būdą - glėjiškuosius.

Lietuvoje šie dirvožemiai užima apie 16,8 % visos dirvožemių dangos. Rudžemiai daugiausiai paplitę Vidurio-Šiaurės ir Vidurio Lietuvoje (2 pav.). Lietuvos sąlygomis tokių dirvožemių dažniausiai esama lygiame arba šiek tiek banguotame reljefe. Tai patys derlingiausi ir didžiausią našumo balą turintys dirvožemiai, tinkami žemės ūkio ir miško augalams auginti bei dideliems derliams išauginti.

Palvažemiai (Planosols; PL) – tai dirvožemiai, susidarę dvilytėse dirvodarinėse uolienose, kuriose iki 100 cm nuo paviršiaus yra paklojinis horizontas, ryškiai sunkesnės granuliometrinės sudėties. Jie formuojasi vykstant išmolėjimo ir jaurėjimo procesams dėl išplaunamojo režimo ir sezoninio įšalo. Susidaro drėgno klimato periodiškai šlapiose fliuvioglacialinėse, aviuvinėse lygumose, su šiek tiek įdubusiais paviršiais, kuriuose formuojasi sezoninis paviršinis įmirkimas. Susidaro dvilytės uolienos dirvožemio profilis [A-E-2C-(B)], kurio paklojiniame 2C horizonte yra daug didesnis molio dalelių kiekis nei viršutiniuose horizontuose. Palvažemiai tinkami natūralioms pievoms, auga spygliuočių ir lapuočių miškai. Pagrindinės jų kultūrinimo priemonės – sausavimo ir drėkinimo sistemos drėgmės režimui reguliuoti, gilus purenimas, tinkamas tręšimas organinėmis ir mineralinėmis trąšomis, esant reikalui, – kalkinimas.

Lietuvoje palvažemių yra nedaug – 1,6 proc. dirvožemio dangos, didžiausi plotai Nemuno vidurupio, Neries žemupio plynaukštėje (Kauno apskrityje), Šešupės žemumoje bei priešpaskutinio

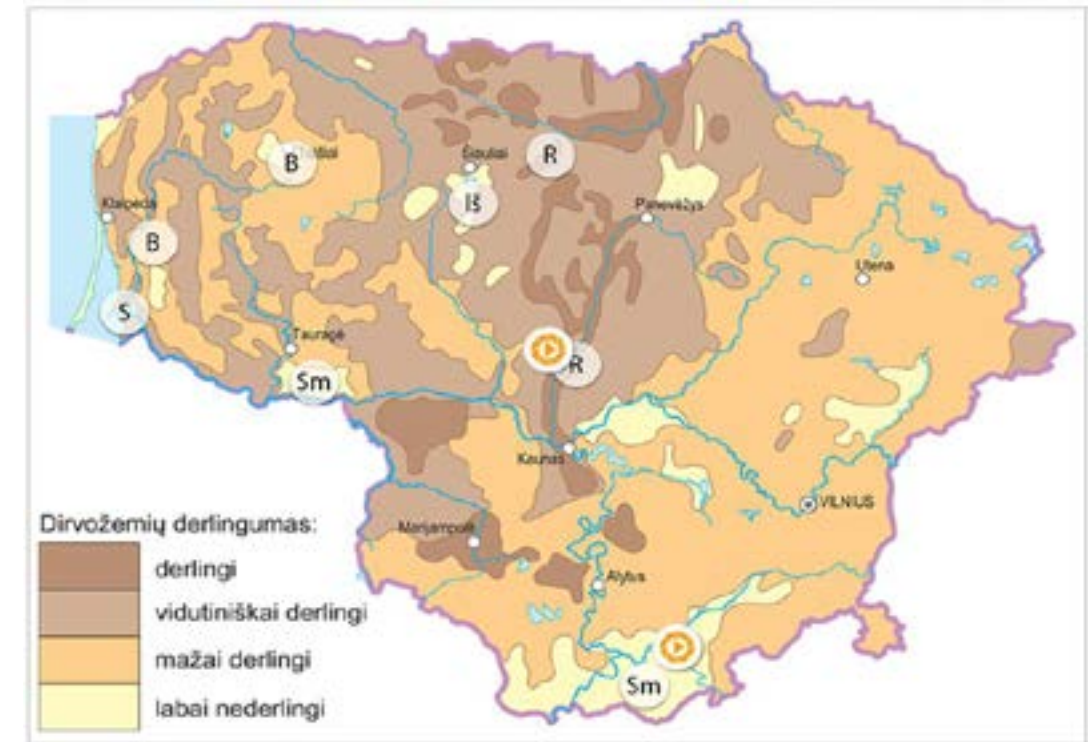
apledėjimo zonoje (Šalčininkų raj). Palvažemių natūralusis derlingumas didesnis už smėlžemių ir jaurazemių, bet mažesnis už rudžemių, išplautžemių ir balkšvažemių.

Išplautžemiai (*Luvissols*) – tai dirvožemiai, iš kurių viršutinių horizontų išplautos dumblo dalelės, dėl ko giliau susidaro sunkesnės granulimetrinės sudėties Bt horizontas. Tokie dirvožemiai susidaro drėgno ir pusiau drėgno klimato, lygesnio reljefo sąlygomis. Išplautžemiai paplitę visoje Lietuvoje. Morfologiškai nuo balkšvažemių išplautžemiai skiriasi tuo, kad juose, tiek El, tiek Bt horizontai neturi balkšvų liežuvių arba balkšvaliežuviškumo diagnostinės savybės. Išplautžemių morfologinės savybės priklauso nuo dirvodarinės uolienos kilmės bei sluoksniuotumo. Intensyviausias molio dalelių išplovimas iš paviršinių horizontų į Bt pastebimas tuomet, kai išplautžemiai formuojasi lygumų puriose, vidutiniškai drėgmei laidžioje ledyninėse, eolinėse, aliuvininėse dulkiškose nuogulose. Išplautžemių formuojasi tiek vidutiniškai šalto žemyninio, tiek drėgno paatogrąžių klimato sąlygomis. Išplautžemiai užima 21 % Lietuvos dirvožemio dangos. Tai vidutiniškai išsivystę, gilaus profilio dirvožemiai, skirstomi į penkis pogrupius: karbonatinguosius, paprastuosius, pajaurėjusius, stagninius ir glėjiškuosius. Išplautžemių profilis: (O)-A-El-Bt-B-C(ck), (O)-A-El-Btj-Bj-Ck, (O)-A-El-Btg-Ckg.

Balkšvažemiai (*Albeluvisols*) – tai dirvožemiai, kurie formuojasi esant išplaunamam režimui ir sezoniniui įšalui. Būtina jų formavimosi sąlyga – periodiškasis viršutinės profilio dalies pasotinimas drėgme (metinis kritulių kiekis – 500–1000 mm), pavasarį, tirpstant sniegui, ir rudenį, prieš susidarant nuolatinei sniego dangai. Jie formuojasi toliau vystantis išplautžemiams, kurių susidarymą lemia du jame vykstantys elementarieji dirvodaros procesai - dumblo dalelių išsiplovimo, arba lesivažo, ir jaurėjimo. Balkšvažemiuose be moliuotojo Bt (*argic*) skiriamas ir eliuvinis El (*eluvic*) diagnostinis horizontas. Nuo dirvožemio paviršiaus 100 cm yra moliuotasis B horizontas, kurio viršutinė riba nelygi dėl balkšvaliežuviškumo – jaurinių liežuvių formos įplovimų, gyslotumo (pirštų ar gyslų, įsiterpiančių į moliuotąjį B horizontą) ar dėl pavienių kongrecijų, didesnių nei 2 cm skersmens, susidarymo. Susidariusių kongrecijų paviršiuje gausu geležies ir/ar mangano, dėl to jis yra nesmarkiai sucementuotas bei sukietėjęs. Pagal tam tikrų profilio horizontų pasotinimo bazėmis laipsnį balkšvažemiai skirstomi į pasotintus ir nepasotintus, o pagal drėkinimo būdą - į glėjiškus ir glėjinius. Kai dirvožemio užmirkimą veikia paviršiniai vandenys, susidaro stagniški balkšvažemiai. Balkšvažemių profilis: (O)-A-El-ElBt-B-C(ck), (O)-A-El-ElBt-B-C, (O)-A-El(Elj)-ElBtg-C(ck).

Balkšvažemiai yra paplitę Vakarų ir Rytų Lietuvoje. Tai vidutiniškai derlingi dirvožemiai, Lietuvoje balkšvažemiai sudaro maždaug 20,4 % dirvožemių dangos, jie labiausiai paplitę Vakarų Lietuvoje (ypač, Žemaitijos aukštumoje), taip pat Rytų Lietuvoje (Baltijos aukštumų pietinėje ir rytinėje dalyse, Medininkų aukštumoje), kur giliai išplauti karbonatai. Balkšvažemiai formuojasi toliau besivystant išplautžemiams. Šio dirvožemio savybės: mažas humuso kiekis, ryškus išplovimo ir įplovimo sluoksniai, didelis viršutinės dalies rūgštingumas.

Šie dirvožemiai yra derlingi, juose gerai auga žemės ūkio ir miško augalai (1 pav.).



Pastaba: B – Balkšvažemiai, R – Rudžemiai, S – Salpžemiai, Sm – Smėlžemiai, Iš – Išplautžemiai


1. pav. Dirvožemių išsidėstymas Lietuvoje (šaltinis:

https://smp2014ge.ugdome.lt/mo/9kl_gamtine_geografija/GE_DE_25/teorine_medziaga_2_2.html#)

Smėlžemiai (*Arenosols*) – tai smėlingo priemolio ir stambesnės granulimetrinės sudėties dirvožemiai, iki 100 cm gylio turintys mažiau kaip 35 % skeleto ar akmenų. Iš tikrųjų, tai smėlio dirvožemiai, kurių profilis susiformavęs menkai ar vidutiniškai. Lietuvoje smėlžemiai yra paplitę Pietų ir Rytų dalyje. Dirvožemiai nederlingi, mažai tinkami žemės ūkio veiklai. Smėlžemiai tai nederlingi dirvožemiai, kurie susidarė tiek senose, tiek jaunose įvairios kilmės kvarcinio smėlio nuogulose, kurių storis ne plonesnis nei 100 cm (smėlio kopos, barchanai, paplūdimiai). Šie dirvožemiai gali turėti ir organinės kilmės O horizontą bei turi mineralinius horizontus: pilkšvajį A ir/ar jaurinį E horizontus. Smėlžemiai gali susidaryti vienalytėse ar dvilytėse uolienose, kai paklojinė uoliena slūgso giliau nei 100 cm, su dideliu smėlio frakcijos kiekiu smulkžemyje (ne mažiau nei 65 proc.) iki 100 cm gylio turintys mažiau kaip 35 % skeleto ar akmenų, todėl jie turi ypatingų išskirtinių savybių. Smėlžemiuose nepastebima ar labai retai pastebima drėgmės perteklius. Jų dirvodarinė uoliena gali būti ir karbonatinga. Klimatinės jų susidarymo sąlygos irgi labai įvairios: nuo sausų, drėgnų bei perteklingai drėgnų iki ekstremaliai šaltų ir ekstremaliai šiltų. Natūraliai susidariusių smėlžemių paviršių dažniausiai dengia

pavieniai žoliniai augalai. Smėlžemiai Lietuvoje paplitę fliuvoglacialinių, senovinių aliuvinių deltu, pajūrio ir žemyninių kopų zonose. Smėlžemiai užima apie 13 % žemės ūkio naudmenų ir 25-30 % yra miško paskirties dirvožemiai. Smėlžemiai antrame dirvožemių klasifikacijos lygyje yra išskiriami į 5 pongrupius: karbonatingieji smėlžemiai (Calcari Arenosols), rudžemiškieji smėlžemiai (Cambic Arenosols), paprastieji smėlžemiai (Haplic Arenosols), pajaurėję smėlžemiai (Albic Arenosols) ir glėjiškieji smėlžemiai (Gleyic Arenosols). Smėlžemių profilis: (O)-A(Ak)-Bk-Ck, (O)-A(AE)-Bw-B-C(Ck), (O)-A-(E)-B(Bt)-C(Ck)(Cg)(Cr), (O)-(AE)-(E)-B-Cg,r(Ckr), (O)-A(AE)-B(Bg)(Bgk)-Cg(Ckr).

Jaurazemiai (Podzols; PZ) – tai labai rūgštūs dirvožemiai, besiformuojantys nemaistingose ir nekarbonatingose smėlingose ir fliuvoglacialinėse nuogulose, kopiniuose smėliuose bei senose aliuvinėse terasose. Esant automorfiniam drėkinimui, kai gruntiniai vandenys giliai, formuojasi tipingi jaurazemiai, kuriems būdinga gerai išsivystęs profilis, kuriame susiformavę aiškūs jaurinis E ir iliuvinis humusinis Bh ir/ar iliuvinis humusinis geležingasis Bhs ir/ar iliuvinis geležingas Bs horizontas, kuriame gausu susitelkusios organinės medžiagos, geležies ir aliuminio. Profilis: 0-(A)-E-Bhs,f,al-C. Jaurazemiai gali formuotis ir žemesnėse vietose, kur gruntiniai vandenys slūgso negiliai, pasireiškia trumpalaikis įmirkimas. Tokiomis sąlygomis susiformuoja geležingieji jaurazemiai, su jiems būdingu storu, kartais gerai sucementuotu iliuviniu humusiniu geležingu horizontu.

Lietuvos teritorijoje daugiausia jaurazemiai yra tik smėliniai. Priklausomai nuo gruntinių vandenų slūgsojimo gylio jaurazemiai gali būti išskiriami 2-ame sistematinyje lygyje į paprastuosius (Haplic Podzols), geležinguosius (Ferric Podzols) ir glėjiškuosius (Gleyic Podzols). Lietuvoje jaurazemių yra 6,74 % dirvožemio dangos. Šie dirvožemiai netinkami žemės ūkio augalams auginti. Šių dirvožemių makromorfologinių savybių, jų formavimasis ir diagnozavimas pateikiamas virtualioje dirvožemio mokslo mokymosi išteklų medžiagoje, kur dr. Maja Krzic pristato dirvožemio profilį per „gyvąją“ dalį (It is Alive - Soil Profile) virtualioje medžiagoje, paskelbtoje 2012 03 23, 

Šlynžemiai (Gleysols; GL) – ištiesai glėjiniai dirvožemiai, turintys glėjinių savybių (dėl sekiai esančio gruntinio vandens), 50 cm nuo žemės paviršiaus ribose. Šlynžemiai formuojasi visose gamtinėse zonose – nuo humidinių iki superaridinių ir nuo poliarinių iki tropinių. Jiems būdingas perteklinis atmosferinis drėkinimas ir negiliai (1-2 m.) esantys gruntiniai (gėlas ir minkštas) vandenys. Dažniausiai susidaro reljefo įdubimuose, slėniuose ir pakrantėse. Dėl negiliai slūgsančio gruntinio vandens dirvožemio genetiniai horizontai dažnai būna neryškūs. Tai hidromorfinių dirvožemių grupė, susiformuojanti perteklinio drėkinimo sąlygomis. Šį per gausų drėkinimą lemia arti paviršiaus esantys arba periodiškai į paviršių dirvožemio kapiliarais pakylantys gruntiniai vandenys. Dėl laikino ar nuolatinio vandens pertekliaus šlynžemiuose pasireiškia įvairaus intensyvumo biocheminis

elementarusis dirvodaros procesas – glėjėjimas. Jo esmę sudaro daugelio mineralinių junginių (ypač geležies) redukcija, jų transformacija ir išplovimas.

Trivalentės geležies oksidų (Fe_2O_3) redukcija į lengvai išplaunamus divalencius oksidus (FeO) vyksta anaerobinėmis sąlygomis ir dalyvaujant mikroorganizmams, ardantiems organinę medžiagą, kai trūksta deguonies. Glėjėjimo procese dirvožemis tampa žalsvai melsvos spalvos, kurios intensyvumas priklauso ne tik nuo Fe^{3+} redukcijos lygio, bet ir nuo dirvožemio pH, granulimetrinės sudėties, karbonatų kiekio (jie lėtina dirvožemio glėjėjimą). Sausringais periodais judrieji redukuoti geležies junginiai vėl oksiduojasi ir susidaro rudų geležies konkretijų dėmių, ortšteinų bei kitų naujadarų.

Pagal lietuvišką klasifikaciją LTDK-99 šlynžemiai antrame klasifikacijos lygyje skiriami į 5 pogrupius: karbonatinguosius (Calc(ar)ic Gleysols), pasotintuosius (Eutric Gleysols), nepasotintuosius (Dystric Gleysols), puveninguosius (Mollic Gleysols) ir durpiškuosius (Umbric Gleysols) šlynžemius. Šlynžemių profilis: (O)-A(Ak)-Bkr(Bkg)-Ck(Ckr)(2Ckr), (O)-A-(Bg)-Br-Cr(2Cr)-2Ckr(2Ckr), (O)-A-(Bg)-Br-Cr(2Cr), (O)-A(H)-Br(Bkr)-Cr(Ckr), (O)-H(A)-Br(Bkr)-Cr(2Cr).

Durpžemiai (Histosols). Pagal dirvožemių klasifikaciją (LTDK-99) organiniai dirvožemiai įvardijami durpžemiai. Nors jie sudaro tik nedidelę dalį visų Lietuvos dirvožemių išteklių (7,87 iki 9 proc.), tačiau vaidina svarbų vaidmenį užtikrinant tvarų agroekosistemų naudojimą bei biologinę įvairovę jose. Jų panaudojimo optimizavimas, per anglies sancaupų ir CO_2 emisijų juose reguliavimą, prisideda prie klimato kaitos padarinių švelninimo. Durpžemiai turi 40 cm ar storesnį gerai bei vidutiniškai susiskaidžiusių arba 60 cm ar storesnį menkai susiskaidžiusių durpių, susidariusių iš kiminių ar samanų, sluoksnį, prasidedantį (jeigu yra užneštas sąnašomis) 30 cm nuo dirvožemio paviršiaus; po durpėmis dažniausiai turi ištiesai glėjinius horizontus. Daugiausiai durpžemių yra Vakarų ir Rytų Lietuvoje, mažiausiai – Vidurio Lietuvoje. Iš viso durpžemiai Lietuvos teritorijoje užima apie 7 % sausumos ploto.

Lietuvoje durpžemių įvairovė priklauso nuo jų formavimosi ir naudojimo ypatumų. Kadangi durpžemiai paplitę tiek žemumose, tiek ir aukštumose, jų guoliams yra būdinga gana didelė paviršiaus reljefo ir dirvodarinių uolienu įvairovė. Kai dėl įvairių priežasčių drėgmė sunkiai filtruojasi į dirvožemį ar labai arti jo paviršiaus esti gruntinis vanduo, dėl sulėtėjusios organinių liekanų mineralizacijos ir humifikacijos susidaro ir kaupiasi durpės (durpėjimas). Vykstant šiam procesui, kai aplinkoje stinga deguonies ir vyrauja anaerobinė mikroflora, iš pusiau susiskaidžiusių augalinių liekanų formuojasi ne plonesnis kaip 30 cm paviršinis durpžemių (Histosols) durpinis (histic) horizontas. Pagal susiskaidymo lygį durpės skirstomos į oligotrofines (aukštapelkės), eutrofines (žemapelkės) ir tarpines. Žemapelkės ir tarpinės pelkės Lietuvoje sudaro 60-70 proc., aukštapelkės – 25-30 proc. sudurpėjusio ploto. Mūsų durpžemiai susidarė borealiniu ir atlantiniu periodu, t. y. prasidėjus sausesniam ir šiltesniam klimatui, 3

būdais: 1) užaugant ežerams (2/3 Lietuvos pelkių yra šios kilmės); 2) užpelkėjant sausumai bei šlaitams; 3) ištekant šaltinių vandeniui. Durpių klodai dažniausiai būna 2-3 m, bet kartais gali būti 5–8 m. Vidutiniškai per metus durpių klodas pastorėja 0,4-1,5 mm, arba 4-15 t ha⁻¹ padaugėja drėgnos jų masės. Pelkes nusauginus ir pakalkinus durpės kaupiasi lėčiau ir sparčiau mineralizuojasi, ypač kai auginami javai ar kaupiamieji augalai.

Durpžemių panaudojimo galimybės. Žemapelkės durpžemiams būdingos diagnostines savybes yra tos pačios, tačiau jų skirtumus lemia jų buvimas skirtingose agroekosistemose. Natūraliausias ir mažiausiai pakitęs durpžemyje vyksta tik organinės medžiagos mineralizacijos procesai ir silpnas melioracijos poveikis (jei melioracija yra). Rėkyvos durpyne, esančiame Šiaulų rajone, kuriame jau buvo aukštapelkės durpžemis susiformavęs ant organinių dirvodarinių uolienų. Rėkyvos durpynas eksploatuojamas ir šiame durpyne pagamintos durpės yra skirtos Lietuvos vartotojui. Įdomu tai, kad durpes išgauti galima tik tam tikrą dienų skaičių ir tik tada jau durpės papuola į gamybos ciklą.

Salpžemiai (Fluvisols; FL). Tai genetiškai jauni, nepriskiriami konkrečiam regionui dirvožemiai, turintys aliuvinės diagnostinės medžiagos, prasidedančios 25 cm nuo dirvožemio paviršiaus ribose. Aliuviniai dirvožemiai yra priskiriami salpžemiams. Salpžemiai (*Fluvisols*) arba aliuviniai dirvožemiai susidaro upių, upelių ir ežerų salpose ir deltose, kur pavasario ar rudens potvynių vanduo kasmet palieka įvairios granulometrinės ir mineralinės sudėties aliuvinių nuogulų sluoksnį. Šių nuogulų sluoksnio storis yra labai nevienodas ir priklauso nuo potvynio dydžio, vandens tekėjimo greičio, trukmės ir kt. Pavaginėje dalyje dažniausiai nusėda lengvesnės granulometinės sudėties nuosėdos - smėlis ir priesmėlis. Dėl to šie plotai dažniausiai būna sausi ir juose susidaro prastos ūkinės veiklos dirvožemiai. Našesni plotai yra centrinėje salpos dalyje, padengtoje sunkesnės granulometrinės sudėties dalelėmis (molio ir dumblo). Lietuvoje salpžemiai sudaro apie 1,5 % bendro dangos ploto. Daugiausia jų yra Nemuno, Neries, Nevėžio ir kitų didesnių upių salpose. (Lietuvos dirvožemiai). Salpžemiai yra išsidėstę įvairaus pločio juostomis (nuo 20–50 metrų iki keleto kilometrų) upių slėnių salpinėse (žemutinėse) terasose ir deltose bei jūros (ežerų) pakrančių žemumose. Dėl periodiško salpinių terasų ir deltų užliejimo potvynių ir poplūdžių vandeniui (*salpinis procesas*) jų paviršiuje kaskart nusėda ir lieka kietųjų dalelių (įvairaus rupumo smėlio, molio, dumblo). Taip ilgainiui susikaupia ganėtinai nevienalyčiai aliuvinių nuosėdų sluoksniai, o pats dirvožemis nuolat storėja. Šie dirvožemiai yra veikiami ir įvairių dirvodaros procesų, tokių kaip humifikacija ir kt. Salpžemių savybėms esminės įtakos turi potvynio vandens paliktų nešmenų sudėtis bei amžius, gruntinio vandens gylis, atskirų salpos dalių slinkimo pobūdis upei kaitaliojant vagą, todėl čia susidaro labai sudėtinga ir nevienalytė dirvožemių danga.

Salpžemiams būdingas A–C menkai diferencijuojamas pagal morfologinę sandarą profilis. Dažniausiai juose išskiriamas tik paviršinis Ah horizontas, o giliau esantys įvairaus storio sąnašų ir nuosėdų sluoksniai žymimi simboliais C₁, C₂, C₃ ir t. t.

Trąšažemiai (*Anthrosols*) – tai labai įvairios kilmės ir sudėties dirvožemių grupė, dėl ypač intensyvios ūkinės veiklos visiškai praradusi natūralias savybes. Pirminiai dirvožemių horizontai gali būti suardyti, nukasti ar pašalinti bei palaidoti po mineralinių ir organinių medžiagų sluoksniais. Trąšažemiai turi 50 cm ar storesnį trąšažeminį ar suslėgtąjį horizontą. Lietuvoje šiems dirvožemiams nėra skiriama pakankamai dėmesio. Jiems gali būti priskiriamos urbanizuotose teritorijose antropogenuoti dirvožemiai. Jiems būdingas rofilio didžiosios dalies permaišymas, sunaikinimas ar antropogeninio sluoksnio suformavimas.

Pagrindinėms Lietuvos dirvožemių grupių aprašyti naudota Lietuvos mokslininkų Eidukevičienės M., Vaičio M., Motuzo A., Buivydaitytės V.V., J. Volungevičiaus, Mažvilos J. irk t. surinkta ir publikuota medžiaga.




2. PRAKTINĖ UŽDUOTIS

Pagal dėstytojo pateiktas dirvožemio makromorfologinius požymius nustatyti dirvožemio grupę pagal I ir II dirvožemio sistematinius vienetus bei nustatyti bazinį našumo balą. Vėliau, pagal pateiktas fizines ir agrochemines savybes paskaičiuoti dirvožemio našumo balą.

Tikslas: išmokti nustatyti dirvožemio grupę pagal dirvožemio išorines savybes, nustatyti bazinį našumo balą ir jį patikslinti pagal dirvožemio agrochemines savybes. Nustatyti savo gyvenamosios vietos dirvožemio charakteristiką.

Uždaviniai:

1. Pagal makromorfologines savybes nustatyti dirvožemio horizontus ir įvardinti dirvožemio pavadinimą pagal I ir II dirvožemio sistematinius vienetus.
2. Surasti bazinį našumo balą
3. Perskaičiuoti bazinį našumo balą įvertinus dirvožemio fizines (akmenuotumas, dirvožemio dangos margumas) ir agrochemines (pH, judrieji fosforas ir kalis, humusingumas) savybes. Skaičiavimo metodiką ir formulę rasite čia: 
4. Surasti nustatyti dirvožemio pavadinimą ir našumo balą pagal gyvenamąją teritoriją. Šią užduotį atlikti naudojantis geoportalo ŽIS statistikos skaičiavimo paslauga:

geoportal.lt

Suformuluotas išvadas bei pasiūlymus pateikite diskusijai.

2.1.2. Dirvožemio reikšmė žemės ūkyje

Žmogaus mityba ir aplinkosauga yra pagrindinės dirvožemio funkcijos. Šios dirvožemio funkcijos susijusios su dirvožemio organinės medžiagos kiekiu ir kokybe. Organinės medžiagos kiekis yra vienas iš pagrindinių dirvožemio kokybės rodiklių, kuris parodo jo atsparumą fizinei ir biologinei degradacijai. Esant ilgesnį laiką augalais užimtam laukui, dirvožemio agrofizikines ir agrochemines savybes mažiau keičia klimatiniai veiksniai. Besikeičiančio klimato sąlygomis svarbu išsaugoti bei gausinti organinės medžiagos kiekį dirvožemyje, nes jis turi esminę reikšmę dirvožemio tausojimui, aplinkos kokybei. Gera ūkininkavimo praktika įgalina išlaikyti reikiamą anglies kiekį dirvožemyje, sumažinant CO₂ išsiskyrimą į aplinką, tuo pačiu didinant dirvožemio derlingumą.

Lietuvoje atlikta nemažai tyrimų, norint nustatyti agrarinės žemėnaudos (skirtingų žemės dirbimo, tręšimo sistemų, intensyvių, ekologiškų ir aplinką tausojančių technologijų) poveikį augalų derlingumui bei dirvožemio potencialiam derlingumo išsaugojimui (Janušienė, 2000; Romanovskaja, 2003; Krikštaponytė, 2005, Tripolskaja 2006, Maikštėnienė ir kt., 2008, Šlepetienė ir kt., 2008, Mikučionienė 2010 ir kt.) . Tačiau, kaip pažymi Dž. G. Kukas ir kiti mokslininkai, tinkamiausiai dirvožemio derlingumo pokyčius galima nustatyti ilgalaikiuose bandymuose. Jie leidžia įvertinti ne tik trąšų, klimato, bet ir kitų veiksnių poveikį augalams, dirvožemiui bei ekosistemos būklei. Todėl svarbu parinkti tokias tręšimo sistemas, kurios ne tik didintų agrocenozių produktyvumą, bet ir atitiktų aplinkosauginius reikalavimus bei užtikrintų dirvožemio našumo parametrų teigiamus pokyčius.

Lietuvos žemdirbystės institute atlikti tyrimai parodė, kad dirvožemio kietumas tiesiogiai veikia vasarinių miežių derlingumą, o dirvožemio tankis bei laidumas orui, miežių derlingumą veikia ne tiesiogiai, bet sąveikoje su kietumu (Cecevičius ir kt., 2005). Teigiamą poveikį dirvožemio tankio pokyčiams, dėl teigiamų humuso pokyčių, turėjo taikytos organinė ir organinė-mineralinė tręšimo sistemos. Dirvožemio aeracinis poringumas taikant mineralinę tręšimo sistemą stipriai priklausė nuo dirvožemio humusingumo ir tankio. Dirvožemio tankis mažėja didėjant organinės medžiagos kiekiui (Krištaponytė, 2005; Maikštėnienė ir kt., 2008, Mikučionienė, 2010).

Nuo skirtingos dirvožemio granulimetrinės sudėties iš dalies priklauso mineralinio azoto kiekio poveikis žemės ūkio augalų derliui. Nustatyta, kad didėjant fizinio molio dalelių kiekiui, grūdų derlius pastoviai didėja, tačiau ne tiek daug kaip didėjant mineralinio azoto kiekiui. Apskaičiavus kviečių grūdų derliaus priklausomumą nuo dirvožemio granulimetrinės sudėties gautas silpnas, tačiau statistiškai patikimas koreliacinis ryšys. Sunkėjant dirvožemio granulimetrinei sudėčiai, labai išryškėja dirvožemio mineralinio azoto reikšmė. Jeigu priesmėlyje, padidėjus mineralinio azoto kiekiui nuo 30 iki 60 kg ha⁻¹, kviečių derlius padidėjo 0,34 t ha⁻¹, tai lengvame priemolyje – 0,89 t ha⁻¹. Didėjant fizinio molio dalelių kiekiui dirvožemyje, mažėja azoto trąšų efektyvumas. Didžiausi derliaus priedai nuo trąšų yra lengvesnės granulimetrinės sudėties dirvožemiuose (Vaišvila, 1996, Lietuvos dirvožemių..., 1998).

Dirvožemio struktūros degradacija yra dažna intensyvioje žemdirbystės sistemoje dėl organinės medžiagos išsekimo. Tačiau norint išlaikyti dirvožemio struktūros patvarumą ir dirvožemio organinės medžiagos (DOM) surišimą su dirvožemio smulkiąja frakcija reikėtų įtraukti į sėjomainą pašarinius augalus. Auginant daugiametes žoles bei nupjautą žolę paliekant lauke patikimas ryšys nustatytas tarp dirvožemio struktūros ir dirvožemio organinės medžiagos. Istant tarpiniams organinės medžiagos produktams susidaręs humusas turi ilgalaikį teigiamą poveikį dirvožemio agregatų patvarumui. Svarbu užtikrinti dirvožemio anglies sujungimą ir išlaikymą dirvožemyje, nes būtent, dirvožemiai yra didžiausias sausumos sistemų organinės anglies fondas.

2.1.3. Tręšimo poveikis dirvožemio cheminėms savybėms

Pagrindinis maisto medžiagų šaltinis augalams yra dirvožemis, trąšos ir atmosfera. Skirtingos augalų rūšys derliaus formavimui nevienodai efektyviai naudoja trąšas. Tinkamai parinkta sėjomaina leidžia efektyviau išnaudoti dirvožemio derlingumą, mažėja dirvožemio degradacijos pavojus, sumažėja maisto medžiagų išplovimas ir gruntinių bei paviršinių vandenų tarša. Šiuo metu griežtėjant reikalavimams gamtosaugai ypač aktualu, išnaudoti visus potencialius veiksnius optimaliam augalų derliui išauginti bei tinkamai sureguliuoti dirvožemio našumą, maisto medžiagų apykaitą ir balansą.

Dirvožemio organinės medžiagos kiekis yra vienas iš pagrindinių dirvožemio kokybės rodiklių, kuris parodo jo atsparumą fizinei ir biologinei degradacijai. Besikeičiančio klimato sąlygomis svarbu išsaugoti bei gausinti organinės medžiagos kiekį dirvožemyje, nes jis turi esminę reikšmę dirvožemio tausojimui, aplinkos kokybei. Dirvožemio organinė medžiaga (DOM), kurios svarbiausias specifinis komponentas yra humusas, atspindi visumą organinių junginių, kurie įvairiai transformuojasi dėl cheminės sudėties, sandaros ir ryšio su mineraline dirvožemio dalimi skirtumų. Vienas iš svarbiausių veiksnių, lemiančių DOM kokybę yra tręšimas. Organinių trąšų poveikį humusui, jo kokybei ir balansui tyrė Lietuvos mokslininkai V. Janušienė, E. Lukošūnienė, D. Romanovskaja, L. Tripolskaja, A. Šlepetienė ir kt. Atliktais tyrimais nustatyta, kad humuso kiekį lėmė mėšlo rūšis bei cheminė sudėtis, dirvožemio granulimetrinė sudėtis, žemėnauda.

Didesnį poveikį DOM balansui lengvos granulimetrinės sudėties (priesmėlis ant priesmėlio su giliau slūgsančiu žvyru) dirvožemyje turėjo mėšlas (30 t ha⁻¹). Dobilų atolo žalioji trąša (4,0 t ha⁻¹) labiau praturtino dirvožemį organine mase. Sunkios granulimetrinės sudėties dirvožemyje taikant organinę, organinę-mineralinę ir mineralinę tręšimo sistemas humuso kiekis reikšmingai didėjo. Dirvožemyje, kur buvo vykdoma sėjomaina su daugiametėmis žolėmis – rasta daugiau humuso, negu be daugiametinių žolių. Daugiametės ankštinės žolės dėl gausių augalinių liekanų, turtingų biologinio azoto bei ilgesnio dirvos ramybės periodo, gerina dirvožemį net kelerius metus, didindamos DOM kiekį. Daugiametės

žolės geba asimiliuoti sunkiai tirpstančių fosfatų fosforą ir įtraukti jį į biologinę apytaką. Žieminiai augalai yra ilgesnės vegetacijos, turi stipresnę šaknų sistemą, geriau išnaudoja dirvos potencialų derlingumą bei atsparesni klimato pokyčiams, negu vasariniai augalai ir po derliaus nuėmimo lieka didesnis augalinių liekanų kiekis. Auginami po gerų tarpinių pasėlių jie gerina dirvos biologines, chemines ir fizikines savybes.

Mineralinės trąšos javų sėjomainose nesąlygojo humuso kaupimosi dirvožemyje ir jo kiekis liko artimas netręšto dirvožemio humuso kiekiui. Rusijoje atliktų daugiametinių tyrimų duomenimis, auginant sėjomainoje vienmečius augalus ir tręšiant juos tik mineralinėmis trąšomis lengvos granulimetrinės sudėties dirvožemyje sunku palaikyti nedeficitinį humuso balansą ((Лыков и др., 2002).

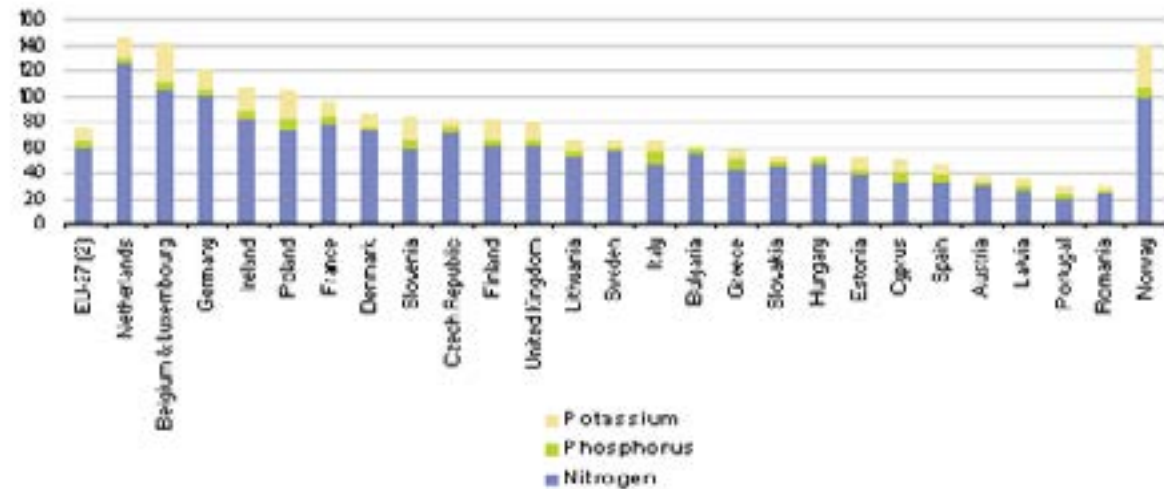
Dirvožemio naudojimas lemia C:N santykį. Organinės C ir suminio N sancaupų santykis C:N leidžia palyginti organinės medžiagos skaidymo intensyvumą (kuo C:N mažesnis, tuo šis intensyvumas didesnis). Jaunos agrarizacijos teritorijų dirvožemiai pasižymi mažesniu C:N santykiu, negu ilgą laiką kultūrinami dirvožemiai, didžiausias šis santykis yra miško dirvožemiuose, ypač natūralaus miško (C:N – 15,9-22,9). Lauko sėjomainoje nuosekliai mažėjant Corg kiekiui ir didėjant suminio N kiekiui, C:N nuo 12-14:1 sumažėjo beveik iki 4:1, kuriam esant intensyviai skaidoma organinė medžiaga ir išsiskiria daug NH₃ (Šlepetienė ir kt., 2007; Feizienė ir kt., 2008; Aleinikovienė, 2009)

Lietuvoje ir užsienyje, atlikta nemažai tyrimų, siekiant įvertinti dirvožemio cheminių savybių pokyčius, tačiau dirvožemių danga yra labai įvairi. O aplinkosaugos klausimai yra pasaulio ir Europos tarptautinių organizacijų dėmesio centre. Derlingam ir švariam dirvožemiui, svarbiausiai sausumos ekosistemos daliai, teikiamas išskirtinis dėmesys, todėl yra svarbu atlikti tyrimus, kurie padėtų sukurti ir įgyvendinti programas, siekiant agroaplinkosaugos ir taršos mažinimo iš žemės ūkio šaltinių.

2.1.4. Dirvožemio tarša ir taršos mažinimo būdai

Pasaulyje produkcijos priaugis gaunamas kuomet yra intensyvinama gamyba. Žemės ūkyje gamybos intensyvinimas vyksta per augalų mitybos grandinę – tręšimas mineralinėmis trąšomis. Žemės ūkio sektoriui naudojamos įvairaus pavidalo trąšos: grynos, antrinių maisto medžiagų trąšos, mikroelementų trąšos, sudėtinės ir skystosios trąšos ir t.t. Atsiranda grunto ar oro teršimas trąšomis arba jų skilimo produktais.

Pagal Europos Sąjungoje suvartojimą pagamintų trąšų taikant kiekvienai žemės ūkio veiklai (2 pav.) galime matyti, jog vidutiniškai 76 kg maistinių medžiagų (azoto, fosforo ir kalio) teko vienam hektarui 2015 metais.



2 pav. Mineralinių trąšų sąnaudos ES šalyse (kg ha⁻¹) (Eurostat, 2015)

Pastaba: Potassium – kalis, phosphorus – fosforas, nitrogen – azotas

Prognozuojama, jog trąšų naudojimas vis labiau augs, nes tik taip galima išspręsti maisto trūkumo problemas. Taip pat pasaulyje intensyvėjant atsinaujinančių išteklių svarbai augalai panaudojami perdirbant į biokurą, biodegalus ir t.t. Reikia pabrėžti ir tai, jog augalams vienu metu yra reikalingi ne tik makroelementai: azotas, fosforas, kalis, kalcis, magnis siera, tačiau ir mikroelementai: geležis, varis, cinkas, manganas, kobaltas, molibdenas ir boras.

Siekiant užtikrinti kokybiškas trąšas rinkoje buvo priimti norminiai dokumentai. Nuostatos susijusios su trąšų sudėtimi, jų tipų pavadinimais, identifikavimu, pakavimu ir galimu poveikiu aplinkai ar žmonių sveikatai. Trąšų gamybą reglamentuoja nemažai teisės aktų ir svarbiausias Europos Parlamento ir Tarybos Reglamentas (EB) Nr. 2003/2003 2003 m. spalio 13 d. ir taip pat cheminės medžiagos turi būti registruojamos, įvertinamos ir autorizuojamos REACH reglamente.

Vertinant mineralines trąšas bei jų efektyvumą, reikia įvertinti ir neigiamą jų žalą. Azotas yra pagrindinis augalų mitybos elementas, tačiau jo didesnis kiekis gali sukelti daug šalutinių veiksnių: pvz.: galimas dirvožemio temperatūros padidėjimas bei sausra. Kuomet yra nitratų ir sulfatų perteklius jų reakcijos su organiniais junginiais metu išsiskiria dujos, kurios teršia aplinkos orą arba keičia dirvožemio rūgštingumą. Žmonės, gyvenantis šalia gali jausti kvapus, o auginami augalai ir daržovės ištįsta, turi pakitusių maistinių medžiagų kiekį.

Azoto trąšoms patekus į gruntinius vandenius šie gali užteršti šachtinius šulinius, kurių vandenį naudoja žmonės ir taip pakenkti jų sveikatai. Kitas šių nitratų patekimas į žmogaus organizmą – tai

daržovės. Nitratų koncentracija daržovėse kinta priklausomai nuo auginimo sąlygų. Didžiausi kiekiai kaupiasi raudonuosiuose burokėliuose, morkose, kopūstuose, agurkuose, bulvėse, lapinėse daržovėse. Nitratams patekus į organizmą šie virsta nitritais, kurie gali apnuodyti organizmą ar sukelti mirtį (Gamtos_fondas.lt, 2016).

Sistemiškai tręšiant mėšlu padidėja azoto junginių ir organinio fosforo migracija. Didžiausia dirvožemio azoto dalis yra organinėje formoje. Į dirvožemio organinę medžiagą azotas patenka iš atmosferos per augalus ir mikroorganizmus, laipsniškai jiems yrant dirvožemyje susikaupia įvairaus patvarumo organiniai junginiai. Didžiausias dirvožemio azoto kiekis yra paviršiniame jo sluoksnyje, kuriame yra didžiausias organinės medžiagos kiekis. R. Tumas (2001) nustatė, kad suminio azoto kiekis Vidurio Lietuvos Nevėžio upės baseine buvo du kart didesnis intensyvioje žemdirbystėje, negu ekstensyvioje, Širvintos upės baseine Rytų Lietuvoje. Įvertinus taršą mažinančių priemonių poveikį paaiškėjo, kad tręšimas, neviršijantis augalų poreikio, ir supaprastintas žemės dirbimas efektyviau sumažina azoto išsiplovimą negu pasėlių struktūros keitimas (Kutra ir kt., 2006; Gaigalis ir kt., 2007).

Žemės ūkio naudmenų monitoringo metu atliktų tyrimų duomenų analizė leido prognozuoti, kad rūgštūs dirvožemiai nekalkinami toliau rūgštės ir sąlygiškai rūgščių ir rūgštųjų dirvožemių plotas didės, o neutralokų mažės ir tai nulemia dirvožemio genezę. Lengvos granulimetrinės sudėties dirvožemiai pasižymi mažesne potencinės sorbcijos galia, todėl iš laidaus podirvio išplaunamos ne tik maisto medžiagos, bet ir mainų katijonai. Miškų ūkio naudmenose atliktais tyrimais nustatyta, kad brandaus miško, esant nevienodoms klimato sąlygomis ir skirtingo tipo bei granulimetrinės sudėties dirvožemiams, viršutinis mineralinio dirvožemio sluoksnis (0–5 cm gylyje) turi daugiau organinių medžiagų, didesnę kiekį suminės anglies ir azoto bei rūgštesnę reakciją, nei gilesni tokio dirvožemio sluoksniai.

Pats dirvožemis – tai sudėtinga, nuolat besikeičianti ekosistema. Kietoje fazėje esančios mineralinės ir organinės medžiagos priklauso nuo uolienu ir jos cheminės sudėties. Organinė dirvožemio dalis susidaro susiskaidant mikroorganizmams dirvožemyje. Po ilgų ir sudėtingų procesų susidaro humusas. Šis produktas gerina dirvožemio struktūrą, oro drėgmės režimą, biologinį aktyvumą ir kitas fizines, chemines bei biologines savybes.

Dirvožemio organinės medžiagos kiekis yra vienas iš pagrindinių dirvožemio kokybės rodiklių, kuris parodo jo atsparumą fizinei ir biologinei degradacijai. Besikeičiančio klimato sąlygomis svarbu išsaugoti bei gausinti organinės medžiagos kiekį dirvožemyje, nes jis turi esminę reikšmę dirvožemio tausojimui, aplinkos kokybei. Dirvožemio organines medžiagas sudaro humusas (80-85 %), nesuirusios augalų liekanos ir šaknys (10-15 %) ir gyvieji organizmai (iki 5%).

Mineralinės ir organinės trąšos daro skirtingą įtaką dirvožemio organinei medžiagai, dėl šios priežasties tręšti neatsižvelgdami į maisto medžiagų kiekį dirvožemyje ir maisto poreikį augalams

galime labai nualinti turimą dirvožemį. Tyrimais nustatyta, kad mineralinės trąšos javų sėjomainose nesąlygoja humuso kaupimosi dirvožemyje ir jo kiekis lieka artimas netręšto dirvožemio humuso kiekiui, tačiau lemia humuso sudėties pokyčius lauko sėjomainoje (Janušienė, 2000). O tręšiant organinėmis trąšomis arba derinant organines trąšas su mineralinėmis sudaro sąlygas humusui kauptis armenyje. Organinės kilmės trąšos, tai yra mėšlas, šiaudai, biohumusas, žalioji trąša dirvožemio organinės medžiagos kiekį įtakoja teigiamai – didina jos kiekį dirvožemyje (Maikštėnienė ir kt., 2008, Mikučionienė, 2010, Mikučionienė ir Aleinikovienė, 2013 ir kt.).

Vienas nepageidaujimų reiškinių, kurių sukelia intensyvių technologijų taikymas – tai dirvožemio organinės medžiagos (organinės anglies – Corg.) mažėjimas: kai į dirvožemį patenka mažesnis organinių medžiagų kiekis nei jos suyra. Taip ūkininkaujant ilgesnį laiką ir siekiant išlaikyti didesnio derlingumo pasėlius, tenka didinti mineralinių trąšų (ypač azoto) ir pesticidų naudojimą. Ilgą laiką organinė dirvožemio medžiaga buvo ignoruojama ir neįvertinta jos reikšmė visos ekosistemos funkcionavimui. Yra žinoma, kad organinės medžiagos (Corg.) kiekio dirvožemyje didėjimą lemia daugiamečių augalų (ypač ankštinių) auginimas, subalansuotas tręšimas organinėmis ir mineralinėmis trąšomis, tarpinių pasėlių auginimas, tausojantis žemės dirbimas, mišri ūkių specializacija (Bučienė, 2003; Arlauskienė ir kt., 2009).

Organinės medžiagos kiekis dirvožemyje yra labai svarbus augalų mitybai, nes yra įvairių maisto medžiagų šaltinis. Vykstant organinių liekanų irimui vyksta ne tik mineralizacijos, bet ir humifikacijos procesai. Humifikacijos proceso metu susidaro humusas, tačiau jo susidarymui įtakos turi dirvožemio granulimetrinė sudėtis, biologinė įvairovė, drėgmės režimas, klimatinės sąlygos ir pan. Įvairiuose dirvožemiuose humuso kiekis dažniausiai svyruoja nuo 2 iki 4 % ir jo kiekis viename ir kitame dirvožemyje gali skirtis keliais kartais. Lietuvos dirvožemiai pagal humuso kiekį suskirstyti į 5 grupes (3 lentelė).

3 lentelė. Dirvožemių humusingumo vertinimas

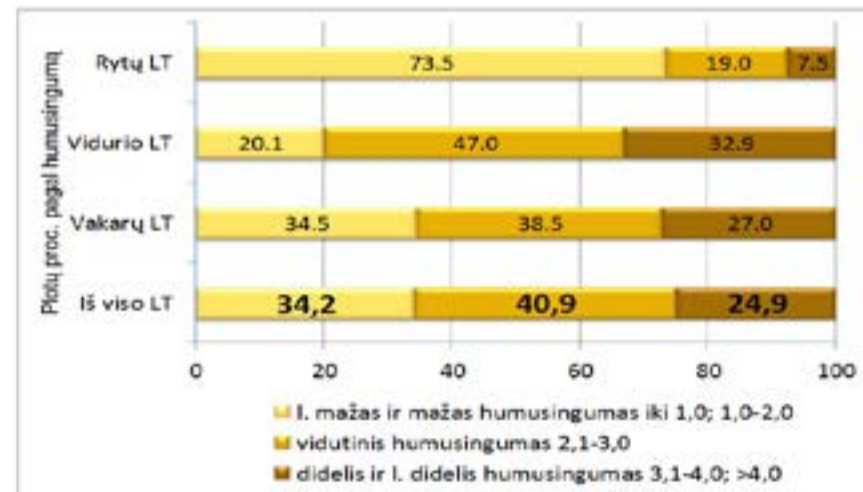
| Dirvožemio humusingumas | Humusas % | | |
|-------------------------|-----------------|--------------------------------|------------------|
| | Smėliai, žvyras | Priesmėliai, priemoliai, molis | Miško dirvožemis |
| Labai mažo humusingumo | <0,5 | <1,0 | <1,0 |
| Mažo humusingumo | 0,5–1,5 | 1,0–2,0 | 1,1–2,0 |
| Vidutinio humusingumo | 1,5–2,5 | 2,0–3,0 | 2,1–4,0 |
| Humusingi | 2,5–3,5 | 3,0–4,0 | 4,1–6,0 |
| Didelio humusingumo | >3,5 | >4,0 | >6,0 |

(Šaltinis: LŽI Agrocheminių tyrimų centras, 1987)

Taigi, Lietuvos klimatinėmis sąlygomis, humuso kiekis priklauso nuo dirvožemio grupės, granulimetrinės sudėties, užmirkimo bei dirvožemių sukultūrinimo laipsnio. Mažiausiai (0,5–1,5%) humuso yra sausuose smėlio, o daugiausiai – sunkesnės mechaninės sudėties užmirkusiuose dirvožemiuose (virš 4 %). Humuso trūkumas – vienas svarbiausių dirvožemio derlingumą, stabilumą, atsparumą nepalankių gamtinių ir antropogeninių veiksnių poveikiui limituojančių rodiklių. Todėl ekosistemose, veikiamose įvairių antropogeninių veiksnių, labai svarbu stabilizuoti arba sumažinti organinės medžiagos degradaciją. Norint žemės ūkio augalus tinkamai tręšti, visų pirma reikia užtikrinti, jog dirvožemio viršutinis sluoksnis būtų humusingas, tai padėtų išlaikyti visas maisto medžiagas. Turint optimalų humuso kiekį dirvožemyje augalai yra aprūpinami maistingosiomis medžiagomis ir taip yra sumažinamos trąšų sąnaudos.

Dirvožemio kokybės rodikliams priskiriama dirvožemio organinė medžiaga (DOM), pH, mitybos elementų kiekis (azotas, fosforas, kalis), dirvožemio struktūra ir jos patvarumas, tankis, suspaudimas, infiltracija, elektrinis laidumas, dirvožemio kvėpavimas, sliekų gausumas, biologinė įvairovė. Visi šie rodikliai atspindi dirvožemio chemines, fizikines ir biologines savybes, kurias siūloma naudoti dirvožemio kokybės vertinimui.

Pats svarbiausias ir pagrindinis dirvožemio kokybės rodiklis yra dirvožemio organinė medžiaga ir jos kiekis, kuris parodo dirvožemio atsparumą fizinei ir biologinei degradacijai. Organinės medžiagos (humuso) kiekis tiesiogiai lemia dirvožemio derlingumą. Humusas yra sudėtingas kompleksinis junginys, glaudžiai susijungęs su dirvožemio mineraline dalimi ir yra vienas svarbiausių dirvožemio sukultūrinimo rodiklių. Dirvožemyje paliktos organinės medžiagos – tai ne atliekos, o žaliava, kuri dalyvauja organinės anglies apytakos cikle, transformuojasi į humusą, kuris gerina dirvožemio fizikines ir chemines savybes, palaiko dirvožemio derlingumą. Dirvožemio humusingumas skirtingose Lietuvos zonose pasiskirsto skirtingai (3 pav.). Humusingiausi dirvožemiai yra vidurio Lietuvos, kiek mažesnio humusingumo dirvožemiai vyrauja Vakarų Lietuvos regione. Skurdžiausi dirvožemiai yra rytų Lietuvoje, kur vyrauja lengvesnės granulimetrinės sudėties dirvožemiai.



3 pav. Dirvožemio humusingumas skirtinguose Lietuvos zonose (T. Adomaitis ir kt.)

Augalinės ir gyvūninės kilmės liekanos (šaknys, ražienojai ir kt.) bei paskleisti susmulkinti šiaudai yra humuso atsargų papildymo šaltiniai. Susikūrus daug augalininkystės krypties ūkių, šiaudus imta plačiai naudoti kaip trąšą, kuri dirvožemį praturtina reikalinga organine medžiaga. Visgi netinkamai susmulkinti ir įterpti šiaudai kelia nemažai problemų, ypač ūkiuose, taikančiuose supaprastintą žemės dirbimą: sunku kokybiškai atlikti sėją, susidaro palankios sąlygos augalų ligų sukėlėjų plitimui. Šios priežastys apsunkina technologinių procesų atlikimą, ko pasekoje šiaudai po derliaus nuėmimo tinkamai nepanaudojami, tampa nepageidaujamomis atliekomis ir taršos šaltiniu, trukdo racionaliai ūkininkauti.

Tyrimai rodo, kad sėjomainoje vyraujant javams, per metus dirvožemyje netenkama apie 40-100 kg ha⁻¹ organinės anglies. Jei šiaudai išvežami iš lauko ir tręšiama vien mineralinėmis trąšomis, šie nuostoliai gali siekti net 200 kg ha⁻¹. Norint atstatyti dirvožemyje suardytą 1 toną humuso, reikia įterpti mažiausiai 12-15 t kokybiško mėšlo arba apie 5 t javų šiaudų, tačiau tręšiant šiaudais turi būti sudarytas mikroorganizmams palankus C:N santykis. Tinkamas šiaudų ir augalinių liekanų paruošimas bei jų įterpimas į dirvą ypač svarbus taikant nearimines žemės dirbimo technologijas. Labai svarbu, kad iki sėjos būtų suardyta kuo daugiau šiaudų. Nuėmus javų derlių ražienojus su paskleistais susmulkintais šiaudais rekomenduojama iš karto (per parą) skusti skutikliais su volais. Volai prispaudžia įdirbtą armens sluoksnį ir susidaro palankesnės sąlygos organikos ardymui, nes šiaudus greičiau pasieks drėgmė ir mikroorganizmai. Ražiena turėtų būti trumpa, o šiaudai susmulkinti 4-5 cm ilgio pjauksniais bei tolygiai paskleisti ir įterpti sekliai 5-7 cm viršutiniame dirvožemio sluoksnyje, kuriame daugiausiai mikroorganizmų ir geriausia aeracija. Šiaudų ir kitų augalinių liekanų mineralizacijai paskatinti įterpimo metu išberiamas kompensacinis azotas. Vienai tonai šiaudų reikėtų skirti maždaug 8 kg azoto. Jei bus sėjami ne žiemkenčiai, o vasarojus, įterpiant šiaudus naudingiau panaudoti tik dalį kompensacinio azoto (trečdalį ar pusę) ir likusią dalį - pavasarį, sėjos metu. Papildomo azoto berti reikėtų tik pirmais-trečiais metais pradėjus taikyti šiaudų įterpimą. Vėlesniais metais mikroorganizmai šviežių šiaudų ardymui ima

naudoti anksčiau mineralizuotų šiaudų azotą, šiaudų ardymo procesas savaime susireguliuoja ir kompensacinis azotas nebebūtinai (Mikučionienė ir Bogužas, 2015; Bogužas ir kt., 2015).

Kitas dirvožemio organinės medžiagos šaltinis yra tarpiniai pasėliai. Lietuvos klimato sąlygomis ilgo rudens ir pavasario laikotarpiu, kai vyrauja teigiamos oro temperatūros ir dirvožemis prisotintas drėgmės, susidaro palankios sąlygos mitybos elementams išsiplauti į gilesnius dirvožemio sluoksnius arba drenažo vandenį. Efektyvu anksti nuimtų javų ražienoje su smulkintais šiaudais auginti tarpinius pasėlius žaliajai trąšai. Tam į javų ražienas su paskleistais šiaudais geriausiai tinka įsėti baltąją garstyčią. Jos rudenį nereikia įterpti, per žiemą likę stagarai pavasarį ruošiant dirvožemį sėjai subyra savaime. Per žiemą paliktas tarpinis pasėlis sumažina azoto išsiplovimą rudens-pavasario laikotarpiu, kai didelis kritulių perteklius. Augalinėje biomasėje išsaugotas azotas mikroorganizmų ardomas ir atpalaiduojamas kaip tik tada, kai augalai intensyviau vystymosi metu jį jau gali panaudoti. ASU atlikti tyrimai rodo, kad tokia baltųjų garstyčių panaudojimo technologija efektyvumu nedaug atsilieka nuo tręšimo mėšlu 30 t ha⁻¹, vienodai gerai tinka tiek dirvas ariant, tiek taikant neariminę žemdirbystę.

Organinės medžiagos šaltinis taip pat gali būti mėšlas, durpės, sapropelis. Mėšlas yra svarbiausia organinė trąša – 4-10 % mėšlo dirvožemyje virsta humusu. Geriausias yra kraikinis mėšlas ir jo vertė priklauso ne tik nuo kraike esančio medžiagų kiekio bet ir nuo gyvulių rūšies, amžiaus, pašarų sudėties. Durpės humuso gausinimui mažai veiksmingos, C:N yra 50:1, jų transformavimuisi į humusą reikia ilgo laiko tarpo ir papildomai azoto. Sapropelis – skystos drebučių pavidalo medžiagos, susidariusios ežerų dugne. Valant vandens telkinius iškastas sapropelis gali būti naudojamas netoliese esančių laukų organinės medžiagos gausinimui, tačiau reikėtų patikrinti ar neužterštas sunkiaisiais metalais (Bogužas ir kt., 2015).

2.1.5. Tręšimo planų sudarymas

Siekiant aplinkos apsaugos tikslų – taršos mažinimui yra taikomos prevencinės priemonės – rengiami tręšų planai, sudaromos teisinės-metodinės prielaidos antropogeninių veiksnių įtakos mažinimui.

Tręšimo planai – tai efektyvi planavimo ir prevencinė priemonė, kuria siekiama sumažinti tręšų išplovą iš žemės ūkio plotų į drenažo sistemas, į upes ir Baltijos jūrą, taip apsaugant vandens ekosistemas nuo neigiamo biogeninių medžiagų pertekliaus poveikio (Aplinkosauga ..., 2009).

Svarbiausi tręšimo planavimo uždaviniai yra išauginti planuojamo dydžio ir geros kokybės derlių naudojant mažiausiai tręšų, išsaugoti dirvožemio derlingumą ir aplinką nuo taršos cheminėmis medžiagomis. Saikingai ir taupiai naudojant organines ir mineralines tręšas jų poveikis būna veiksmingesnis, mažesnė derliaus savikaina ir nekyla pavojus aplinkai. Tačiau naudojant organines tręšas, kaupiant ir laikant mėšlą patiriama nemažai nuostolių, kai biogeninės medžiagos patenka į aplinką (Aplinkosauga ..., 2009).

Priklausomai nuo to, kaip bus maitinami augalai, priklausys derlius, jo kokybė, pelningumas, gamtinės aplinkos būklė. Tręšimo planai – tai efektyvi planavimo ir prevencinė priemonė, kuria siekiama sumažinti tręšų išplovą iš žemės ūkio plotų į drenažo sistemas, į upes ir Baltijos jūrą, taip apsaugant vandens ekosistemas nuo neigiamo biogeninių medžiagų pertekliaus poveikio (Aplinkosauga ..., 2009).

Lietuvos žemdirbystės instituto metų tyrimų duomenimis, 25–35 proc. augalų derliaus padidėjimas priklauso nuo tręšų. Tačiau tręšų veiksmingumą lemia daug veiksnių: dirvožemio fizikinės ir cheminės savybės, tręšimo lygis, maisto elementų santykis, tręšimo laikas, būdai, darbų kokybė ir kt. Todėl vienas iš svarbiausių ir sudėtingiausių žemdirbių uždavinių yra racionalios augalų mitybos užtikrinimas siekiant konkurencingo derliaus, tausojant dirvožemio derlingumą, maisto medžiagų išteklius ir aplinką. Svarbu, kad augalų maisto medžiagos tręšų pavidalu būtų tinkamai panaudojamos atsižvelgiant į sąlygas, padedančias augalams jas pasisavinti. Kai jų daugiau panaudojama, mažiau išplaunama į drenažo ar gruntinius vandenius. Kai yra didelė augalų įvairovė, dirvožemio savybių ir derlingumo skirtumai, tręšų gausa ir kt., labai svarbu tinkamai parengti racionalų tręšimo planą.

Nors didžiausias tręšimo planų poveikis būtų stebimas intensyvios žemdirbystės rajonuose, reikalavimo rengti planus įvedimas tik juose gali būti traktuojamas, kaip lygių konkurencijos sąlygų pažeidimas. Dėl šių priežasčių tręšimo planus rengti ir įgyvendinti siūloma visoje Lietuvoje. Be to, priemonės taikymas vietovėse, kur tarša iš žemės ūkio daro mažesnę poveikį vandens kokybei, veiktų kaip taršos prevencijos priemonė. Tręšimo planų įgyvendinimo sąnaudas patirtų ūkininkai. Pagal šiuo metu galiojančius įkainius, Žemės ūkio konsultavimo tarnybos duomenimis, vidutinė tręšimo plano

parengimo kaina (įtraukiant ir mėginių ėmimą) yra 100 litų laukui. Be to, pradėjus rengti tręšų planus atsirastų atskaitos taškas kitų priemonių taikymui – būtų žinoma, kiek ir kokių medžiagų patenka į dirvožemį (Kriukaitė, 2013).

Remiantis Lietuvos Respublikos žemės ūkio ministro įsakymu „Dėl duomenų apie žemės ūkio valdose naudojamų tręšų teikimo“ nuo 2008 m. sausio 1 d. ūkininkai naudojantys tręšas ir deklaruojantys daugiau kaip 10 ha žemės ūkio naudmenų ir pasėlių, yra įpareigoti kaupti duomenis apie valdoje naudojamų mineralinių ir/ar organinių tręšų kiekius. Tačiau kol kas faktinių duomenų apie mineralinių tręšų sunaudojimą Lietuvoje nėra (Šveikauskaitė, 2011). Įvertinti pasėliams tręšti sunaudojamą mineralinių tręšų kiekį neturint apskaitos duomenų yra labai sudėtinga, nes jį apsprendžia daugybė veiksnių, tokių kaip dirvožemyje esantis maistingųjų medžiagų kiekis, planuojamas išauginti derlius bei pastaraisiais metais smarkiai išaugusios mineralinių tręšų kainos. Paprasčiausias vertinimo metodas remiasi žemės ūkio naudmenų struktūros analize bei žemės ūkio specialistų siūlomomis optimaliomis pasėlių tręšimo normomis (Aplinkos apsaugos agentūra, 2010).

Lietuvos agrarinių ir miškų mokslo centro mokslininkų tyrimų duomenimis (2010) į Lietuvos rinką patiektas metinis azoto tręšų kiekis 2005 m. sudarė 143 tūkst. t. N, o 2009 m. - 211 tūkst. t. N, t.y. per penkerius metus padidėjo 48%. 2006-2008 m. laikotarpiu azoto tręšų rinkoje dominavo amonio salietra, ji užėmė 49,3-59,7% rinkos. Kitos azoto tręšos užėmė po daugumą vienodą rinkos dalį – apie 9-15%. Dr. R. Mažeika ir kt. (2010) pastebi, kad Lietuvoje nėra vientisos tręšų gamybos, prekybos ir naudojimo teisinės, kontrolės ir informacinės sistemos, žinios apie tręšų poveikį šalies gamtinei aplinkai ir žmogaus sveikatai yra fragmentiškos, bendradarbiavimas tarp suinteresuotų institucijų silpnas.

Racionalus išteklių panaudojimas išauginant derlių, taikant prevencines taršos mažinimo priemones, vertinama kaip darni šalies plėtra. Darnaus vystymosi idėjos puoselėjimas – gamtinių išteklių tausojantis vartojimas, švaresnė gamyba, ekologinis gaminių projektavimas, ecoefektyvumas, būvio ciklo vadyba, analitinių ir procedūrinių priemonių įgyvendinimas – tapo prioritetinėmis sritimis kalbant apie darnią plėtrą, o žemės ūkio veikla ir aplinkosauga tapo neatskiriamai susijusios. Todėl XXI amžiuje, suvokiant ekologijos svarbą, reikia analizuoti žemės ūkio veiklos ir aplinkos apsaugos tarpusavio ryšius – detalizuojant pasklidusios ir sutelktosios taršos grėsmes požeminių ir paviršinių vandenų kokybei, įgyvendinant azoto taršos mažinimo prevencines priemones, pagrįstas darnaus vystymosi principais.

Apibendrinant reikia pažymėti, kad kiekvienais metais vykdomo Lietuvos paviršinių ir gruntinių vandenų monitoringo duomenys rodo, kad šalies vandens telkinių ekologinė būklė neprastėja, o kai kuriais atvejais net ir gerėja. Tam įtakos, dalinai galėjo turėti žemės ūkyje taikomos aplinkosauginės priemonės – nuo 2007 metų rengiami tręšimo planai, įgyvendintos „Kaimo plėtros 2007-2013 metų“ priemonės – gyvulininkystės ūkių modernizavimas, ekologinių ūkių steigimosi skatinimas, melioracijos sistemų modernizavimas (išvalant susikaupusį dumblą, kuriame aktyvūs

biogeninių medžiagų sedimentacijos procesai), modernizuotos ir/ar sutvarkytos pramonės ir miestų nuotekų valyklos, darnaus vystymosi idėjos puoselėjimas švietimo sektoriuje.





3. PRAKTINĖ UŽDUOTIS

Paskaičiuoti humuso balansą pagal tikslą dėstytojo pateiktą žemės ūkio naudmenų panaudojimo schemą ir plotą. Sudaryti tręšimo planą ir paskaičiuoti organinių medžiagų poreikį:

Tikslas: Išmokyti sudaryti tręšimo planus ekologiniame ir intensyviame ūkyje, paskaičiuoti humuso balansą ir organinių bei mineralinių trąšų poreikį.

Uždaviniai:

1. Skaičiuoklėje , ir pagal duotas užduotis apskaičiuoti:
 - Humuso balansą
 - Paskaičiuoti mineralinių trąšų poreikį
 - Paskaičiuoti organinių trąšų poreikį

2. Kompiuterine ūkio valdymo programa e-geba augalininkystė (, video „e-GEBA“ augalininkystė) sudaryti augalų tręšimo planą. Prisijungimo duomenis prie programos gausite pas dėstytoją.

3. Palyginkite ekologinio ir intensyvaus ūkio tręšimo planus ir pateikite išvadas.

Suformuluotas išvadas bei pasiūlymus pateikite diskusijai.

2.2. Vanduo ir vandens kokybę lemiantys veiksniai

Vanduo – bespalvis, bekvapis skystis. Dauguma gyvybiškai svarbių reakcijų vyksta vandens terpėje, todėl specifinės vandens savybės sąlygoja ląstelės struktūros ir gyvybinių procesų ypatumus – vyksta medžiagų apytaka tarp organizmų ir jų gyvenamosios aplinkos (Sakalauskas ir kt., 2008).

Vanduo gyvybiškai būtinas žmonėms, gyvūnijai, augalijai ir yra svarbus ekonomikos išteklius. Vandens valdymo problemų aktualumas skirtingose pasaulio vietose priklauso nuo santykio tarp turimų vandens išteklių ir vandens poreikio. Esant skirtingam natūralių vandens išteklių pasiskirstymui laike ir erdvėje, taip pat dėl intensyvios žmonių veiklos ir greito žmonių skaičiaus augimo, daugybėje pasaulio valstybių ir regionų jau dabar jaučiamas ženklus gėlo vandens deficitas (Pocienė, Pocius, 2008).

Akivaizdu, kad XXI-ame amžiuje vandens kiekio ir kokybės problema yra viena svarbiausių žmonijos problemų šalia tokių problemų kaip maistas ir energijos gamyba. Vanduo svarbiausias žmonijos išteklius, padedantis pasiekti ir išlaikyti ekonominį augimą ir gerovę – svarbus klimato kaitos ir gamtos ekosistemų gyvybingumo indikatorius.

Europos Sąjungoje vandens apsauga reglamentuota Vandens Politikos Direktyva 2000/60/EB, Geriamo vandens direktyva 98/83/EB, Nitratų direktyva 91/676/EEB, Taršos ir integruotos prevencijos ir kontrolės direktyva 96/61/EB. Direktyvos 2000/60/EB nuostatomis reikalaujama suderinti įvairias ES politikos sritis ir nustatomas tikslus veiksmų tvarkaraštis, numatant, kad visi Europos vandens telkiniai turi tapti geros būklės iki 2015 metų. Vykdamt veiksmingą ir nuoseklią vandens politiką reikia integruoti kokybinius ir kiekybinius paviršinio ir požeminio vandens aspektus, atsižvelgiant į hidrologiniame cikle esančias natūralias nuotėkio sąlygas (Direktyva, 2000).

2010 metais Europos Sąjungos valstybių narių teritorijose, upių baseinų rajonuose buvo įvertinta visų vandens telkinių būklė. Lietuvos teritorijoje esančiame Lielupės upių baseinų rajone 90% upių, 82% ežerų ir 50% tvenkinių, o Ventos upių baseinų rajone 48% upių, 50% ežerų ir 50% tvenkinių buvo priskirti rizikos vandens telkiniams (4 pav.) (Semėnienė, 2014).



4 pav. Ventos ir Lielupės UBR rizikos vandens telkiniai

Pastaba. Raudona spalva žymima rizikos grupei priskirti vandens telkiniai (Semėnienė, 2014)

Rizikos vandens telkiniais vadinami tokie telkiniai, kuriems yra grėsmė dėl neigiamo žmogaus veiklos poveikio iki 2015 metų, net ir pritaikius privalomas apsaugos priemones, nepasiekti geros būklės. Gera paviršinio vandens telkinio būklė yra tokia, kai jo ekologiniai ir cheminiai rodikliai atitinka teisės aktuose nustatytus kriterijus (Semėnienė, 2014).

Vandens kokybės kriterijai apima vandens savybes, galinčias turėti poveikį žmonių sveikatai ir kitų gyvųjų organizmų egzistencijai. Todėl dauguma pasaulio šalių vandens apsaugą – taršos koncentracijų ribines vertes, reglamentavę teisiškai ir gamtinio vandens kokybę supranta kaip kritinę vertę, kuri turi atitikti tam tikras leistinų normų ribas kiekvienai vandens vartojimo sričiai: gerimui, maudymuisi, buitiniams reikmėms, pramonei (Povilaitis ir kt., 2011).

Antropogeninis poveikis vandens telkiniams yra plačiai tiriamas pasaulyje ir Lietuvoje. Vieni mokslininkai daugiau dėmesio skiria taršos mažinimo problemų sprendimams, kiti analizuoja taršos poveikį vandens ekosistemoms, tretį stengiasi sumodeliuoti optimalias sąlygas, kurioms esant neigiamas žmogaus poveikis būtų minimalus. Tačiau visus mokslininkus, tiriančius vandens apsaugos problemas, jungia vienas tikslas – pasiekti tokį žmogaus ir gamtos santykių balansą, kuris suteiktų galimybę nesumenkinant žmogaus gerbūvio, išsaugoti kuo artimesnę natūraliai vandens ekosistemai aplinką (Lysovienė, 2013).

Vandens kokybę lemia: fizikiniai, cheminiai, biologiniai rodikliai (5 pav.). Biocheminė vandens kokybė priklauso nuo cheminių priemaišų koncentracijų. Cheminių priemaišų kiekis paprastai nusakomas jų koncentracija vandenyje, t.y. sausos priemaišų medžiagos mase (dažniausiai miligramais)

tiriamąjį skysčio tūrio vienetui (dažniausiai litrai). Mikrobinė tarša reiškiamą mikroorganizmų skaičiumi, tenkančiam tam tikram vandens tūriui (Sakalauskas ir kt., 2008).



5 pav. Vandens kokybę lemiantys rodikliai (pagal Vaikąsą, 2007)

S. Pocius ir A. Pocienės (2008) teigimu, paskutiniu metu ekologinė vandens būklė komplikuoja ne vien dėl antropogeninės veikos agrolanšaftuose ir urbanizuojamose teritorijose, tam įtakos turi ir gamtiniai procesai, sąlygojantys klimato atšilimą.

Tenka pripažinti, kad gamtinių procesų globalinis pokytis stebimas visame pasaulyje, mūsų šalyje žiemos sniego kritimo periodas pastebimai kinta, pavasariai pastaruosius keletą metų – šiltėja, o kaip žinia, tai pagerina metų hidrologinio ciklo infiltracinės sąlygas, suaktyvėja biocheminiai procesai, atsiranda galimybės biogeninių medžiagų koncentracijoms padidėti, tiesiogiai veikiant atmosferos kritulių cirkuliacijai.

2.2.1. Agrarinių teritorijų sausinimo įtaka paviršinių ir požeminių vandenų kokybei

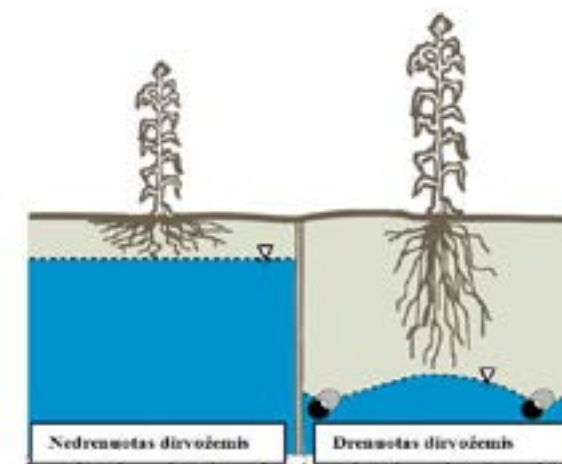
Lietuva – žemdirbių kraštas. Stambieji ūkiai koncentruojasi centrinėje šalies dalyje, kurioje didžiausi plotai derlingų žemių, sąlyginai lygus reljefas, išraižytas upių, upelių bei melioracijos griovių.

Žemės ūkio produkcijos išauginimui reikalingas vanduo, maistingosios medžiagos, šviesa, šiluma ir t.t. Žinoma, kad vanduo dirvožemyje būna skysčio, garų arba ledo pavidalu. Jo būseną keičiasi priklausomai nuo temperatūros, slėgio ir mineralizacijos. Vandens judėjimą dirvožemyje lemia sorbcinės, kapiliarinės, gravitacinės ir kitos jėgos. Vandens judėjimas dirvožemyje priklauso nuo fizinio garavimo, transpiracijos, dirvožemio savybių – porų kiekio, jų dydžio bei išdėstymo, dirvožemio dalelių paviršiaus ir vandens klampio.

Nevisas dirvožemyje esantis vanduo yra prieinamas ir pasisavinamas augalų. Pagal vandens sąveiką su dirvožemio dalelėmis, jėgų laukus, prieinamumą augalams ir kitas sąlygas dirvožemyje

esantis vanduo gali būti *chemiškai sujungtas* – jo kiekis priklauso nuo mineralų sudėties, chemiškai sujungtas vanduo dirvožemyje nejuda iš vienos vietos į kitą; *higroskopinis* – laikosi dirvožemio dalelių paviršiuje, veikiamas adsorbcijos – dalelių paviršiaus įtempimo jėgų; *plėvelinis* – laikosi dirvožemio dalelių paviršiuje virš higroskopinio vandens paviršiaus, juda skysčio pavidalu nuo dirvožemio dalelių su storesne plėvele prie dirvožemio dalelių su plonesne vandens plėvele; *kapiliarinis* vanduo – veikiant kapiliarinėms jėgoms susidaro ir juda dirvožemio porose, tai pagrindinis augalams reikalingo vandens šaltinis; *gravitacinis* – užpildo didesnes ne kapiliarines dirvožemio poras, tuštumas bei plyšius ir juda gravitacinių jėgų veikiamas. Jis kaupiasi virš vandensparos ir sudaro požeminius vandeningus sluoksnius (Urbonas, 1998).

Lietuvos ir užsienio autoriai (Bushman, Sands, 2002; Baigys, Gaigalis, 2012; Eck et al., 2012), detaliai analizavę dirvožemio drėgmės režimo įtaką augalų šaknų išsivystymui, drenažą įvardina kaip optimaliausią priemonę derliaus didinimui (6 pav.).



6 pav. Augalo šaknų sistema drenuotame ir nedrenuotame dirvožemyje

Suprantama, kad dėl užmirkusios aeracijos zonos, augalų šaknys menkai vystosi, prasideda deguonies stygius, kyla grėsmė netekti derliaus. Todėl praeito amžiaus antroje pusėje Lietuvoje ir daugelyje pasaulio valstybių, siekiant optimizuoti sąlygas, kurios tenkintų auginamų kultūrų poreikius, buvo masiškai sausinami dirvožemiai – drenažu, t.y. sukuriama dirbtinis vandens lygio dirvožemyje reguliavimas.

Toks žmogaus įsikišimas į gamtinę aplinką atnešė nemažai sumaišties ir disharmonijos. Priverstinis dirvožemio drėgmės reguliavimas buvo atliktas neatsižvelgiant į aplinkosauginius aspektus, nepakankamai vertinant tai, jog drenažo sistemomis perteklinė dirvožemio drėgmė šalinama, nuvedant vandenį į griovius arba mažus upelius, kurie vėliau įteka į upes bei Baltijos jūrą, kartu išplaudami augalų nepasisavintų biogeninių medžiagų likučius, pesticidų liekanas, kitus aplinkai ir žmonių sveikatai pavojingus cheminius junginius.

Praeitame amžiuje, Lietuvoje vykdant melioracijos darbus buvo ištiesintos kai kurių upelių vagos ir prijungtos į bendrą drenažo sistemą – apie ekologinius klausimus tuo metu niekas nekalbėjo. Analizuojant drenažo valdymą ekologiniu aspektu (Lamsodis et al., 2006) buvo aptartos ir kitos su dirvožemio sausiniu ir žmogaus ūkine veikla susijusios problemos tokios kaip dirvožemio erozija – tai derlingojo dirvožemio sluoksnio netekimas dėl kritulių ar vėjo, nesant miško gojelių padidėja grėsmė dirvožemio nupustymui, nes nėra natūralių kliūčių vėjo sulaikymui. Ypatingai pavojingas laikotarpis nuėmus derlių, paliekant neužsodintas, supurentas dirvas. Taip pat dėl melioruotų upelių krantų erozijos, pakito šlaitų forma – upeliai išplatėjo, įgavo parabolės formą. Krantams apaugus ar apsodinus medžiais ir kita lapine augalija, dėl lapų, šakų patekimo į vandenį, vietomis sulėtėjo vandens tėkmė, prasidėjo sedimentacijos ir uždumblėjimo procesai.

Sedimentacija – vienas svarbiausių savaiminio apsivalymo mechanizmų. Šio proceso metu skendinčios (suspenduotos) medžiagos kartu su jų absorbuotais jonais ir molekulėmis pašalinamos iš tirpios vandens fazės į nuosėdas. Taigi teršalai paprastai lieka priedugninėje zonoje, tačiau gali būti pakelti į vandens stovymą potvynio metu arba dėl vandens turbulencijos (Lysovienė, 2013).

Pavasario potvynio metu vanduo išsilieja į užliejamus slėnius, kuriuose vyksta sudėtingi smulkių nešmenų ir su jais atneštų biogeninių medžiagų pernašos ir sedimentacijos procesai. Pasak A. Adomaičio ir S. Vaikaso (2011), reikia analizuoti sudėtingų tėkmių ir nešmenų tarpusavio sąveikas, vertinti žolinės augalijos ir reljefo įtaką, nevienodas sąlygas įvairaus stambumo nešmenų sedimentacijos procesams, nes šie reiškiniai veikia Nemuno deltos formavimąsi, vandens kokybę bei kitus Nemuno žemupyje vykstančius svarbius ekosistemai procesus.

Anot, L. Bagdžiūnaitės-Litvinaitienės (2002) tiesioginę įtaką paviršinių vandenų kokybei turi, dirvožemiai, biota, ūkinė žmogaus veikla, netiesioginę – klimatas, reljefas, vandens režimas, augalija, hidrologinės bei hidrodinaminės sąlygos ir kt. Biogeninių medžiagų pritekėjimo į paviršinius vandenį klausimas yra vienas svarbiausių, sprendžiant vandens ekosistemos problemas.

Natūralus vandens režimas dirvožemyje labiausiai priklauso nuo kritulių režimo. Vanduo patekęs su krituliais ant dirvožemį infiltruojasi, dalis nuteka reljefo nuolydžio kryptimi į daubas ir žemumas, kartu nuplaudami nuo žemės paviršiaus smulkias grunto daleles, dumblą, trąšų likučius ir kt. Užmirkusiose lomose vyksta sedimentacijos procesai, dalį perneštų biogeninių medžiagų akumuliuoja augalai, vandens mikroorganizmai, dumbliai – vyksta natūralus biologinis vandens apsivalymas.

Biologinio apsivalymo potencialas yra paremtas gamtinių elementų ciklais, kurie priklauso nuo bakterijų metabolizmo aktyvumo. Šie mikrobiologiniai procesai yra labai svarbūs skaidant cheminius junginius vandens telkiniuose (Lysovienė, 2013).

Jei nebūtų žmonių įsikišimo į natūralius gamtoje vykstančius procesus – gamta būtų pati pajėgi apsivalyti nuo biogeninių medžiagų pertekliaus, kuris cikliška pasireiškia dėl vandens pulsacijos

proceso, potvynių, kuomet iš dugninių nuogulų pakeliami įvairių susikaupusių medžiagų kiekiai. Puikus to pavyzdys – bebrų užtvankos (7 pav.).



7 pav. Bebrų patvenktas melioruotas upelis

Siekdami susikurti sau tinkamas gyventi sąlygas, bebrai reguliuoja vandens lygį patvenkdami nedidelius upelius ar melioracijos griovius. Patys nesuvokdami sukuria puikias sąlygas biologiniam vandens apsivalymui – sulėtėjęs tėkmės greitis leidžia vykti biocheminiams procesams, kuomet veikiant mikroorganizmams vyksta azoto junginių transformacijos, taip pat skaidomi fosforo junginiai, dalis neištirpusių mineralinių ir organinių dalelių nusėda ant dugno. Vandenyje ištirpusias maistingąsias medžiagas akumuliuoja vandens augalai, vyksta kiti aktyvūs ir vandens apsivalymui svarbūs procesai. Tačiau tokią bebrų veiklą, kuomet užmirksta pasėliai, miško plotai ir pan., žmonės linkę vertinti neigiamai. Reikia pastebėti, kad bebrų užtvankų skaičių reguliuoti reikia, ypač miškų teritorijose. Kaip žinia, miškų upeliuose ir atvirose tėkmėse (grioviuose), vandens tarša kur kas mažesnė nei intensyviai dirbamuose laukuose, todėl apie neardomas bebrų užtvankas reikėtų pagalvoti tose vietovėse kur vanduo atiteka iš dirbamų laukų.

A. Sakalausko ir V. Šulgos (2005) teigimu, vandens sudėtis ir būseną labai priklauso nuo vietinių vandens susidarymo, tekėjimo ir slūgsojimo aplinkos sąlygų. Todėl bemaž kiekvieno telkinio vanduo pasižymi tam tikru savitumu. Dėl nuolatinės vandens apykaitos tarp hidrosferos, atmosferos ir litosferos gamtinis vanduo patenka į sąlytį su įvairiausia aplinka ir gauna jos priemaišų. Jau lietaus vandenyje yra iš atmosferos patekusių medžiagų, keičiančių vandens savybes. Tekėdamas žemės paviršiumi, upių vagomis ar sunkdamasis per gruntą, vanduo dar labiau praturtėja įvairiomis medžiagomis: jas įgeria, ištirpina, hidrolizuoja ar išskalauja iš geologinių padermių.

Tam tikros teritorijos gamtinės aplinkos būklę bene geriausiai nusako jos vandenų cheminė sudėtis. Natūriniais tyrimais bei modeliuojant nustatyta, kad iš plotų, kur nenaudojamos trąšos vidutiniškai per metus nuo hektaro žemės nuteka 5 kg/ha azoto, t.y. apie pusę to kiekio, kuris gaunamas iš oro su krituliais (10 kg ha⁻¹). Azoto nuostoliai nuo žemės ūkyje naudojamų ir tręšiamų laukų

patenkantys į paviršinius vandenį, didžiausi fiksuojami drenažo vandenyje, tostant nuo taršos šaltinių, vykstant natūraliems biologiniams apšvalymo procesams, vandens tarša azoto junginiais mažėja. Tyrimais nustatyta, kad didžiausia biogeninių medžiagų koncentracija yra vandenyje, patenkančiame iš tvartų teritorijų, tačiau didžiausias šių medžiagų kiekis patenkantis į paviršinius vandenį yra iš pasėlių, ypač iš kaupiamųjų ir grūdinių augalų plotų (Pocius, Pocienė, 2008).

Vandens kokybė labiausiai priklauso nuo į vandens telkinius patenkančių teršalų savybių bei jų kiekių. Pagrindiniai paviršinių ir gruntinių vandenų cheminiai teršalai yra organinės medžiagos ir azoto bei fosforo junginiai, patenkantys iš gamybos, žemės ūkio, buities sektorių dėl nepakankamai valomų, tvarkomų ir kontroliuojamų nuotekų. Dalis nuo paviršiaus nuplauto nevalyto vandens patenka tiesiai į upes ir kelia pavojų žmonių sveikatai bei gamtinėms ekosistemoms (Ruminaitė, 2010).

Atliekant paviršinių vandenų kokybės tyrimus, dažniausiai vertinami rodikliai: BDS₇ – visuminis deguonies suvartojimo kiekis, NO₃⁻ nitratų koncentracijos NH₄-N amonio azoto, N_b, P_b, PO₄⁻ P – fosfatų junginių koncentracijos. Vandens telkinių kokybę turi atspindėti įvertintas konkretaus upės baseino vandens taršos lygis ir numatytos priemonės, padėsiančios pasiekti gerą būklę (Povilaitis ir kt., 2011).

Kadangi, drenažo sistemų vanduo yra sudėtinė upių debitų dalis, tai analizuojant cheminius rodiklius, ribinės vertės nustatomos pagal upės ekologinę būklę (žr. 4 lentelę).

4 lentelė. Upių ekologinės būklės klasės pagal cheminius rodiklius

| Rodiklis | Upių ekologinė būklė | | | | |
|--|----------------------|------------|-------------|------------|-------------|
| | labai gera | gera | vidutinė | bloga | labai bloga |
| NO ₃ -N, mg·l ⁻¹ | <1,30 | 1,30-2,30 | 2,31-4,50 | 4,51-10,0 | >10,0 |
| NH ₄ -N, mg·l ⁻¹ | <0,10 | 0,10-0,20 | 0,21-0,60 | 0,61-1,50 | >1,50 |
| N _b , mg·l ⁻¹ | <2,00 | 2,00-3,00 | 3,01-6,00 | 6,01-12,0 | >12,0 |
| PO ₄ -P, mg·l ⁻¹ | <0,050 | 0,050-0,09 | 0,091-0,180 | 0,181-0,4 | >0,40 |
| P _b , mg·l ⁻¹ | <0,100 | 0,10-0,14 | 0,141-0,230 | 0,231-0,47 | >0,47 |
| BDS ₇ , mg·l ⁻¹ | <2,30 | 2,30-3,30 | 3,31-5,00 | 5,01-7,00 | >7,00 |
| O ₂ , mg·l ⁻¹ | >8,50 | 8,50-7,50 | 7,49-6,00 | 5,99-3,00 | <3,00 |

Šaltinis: Lietuvos Respublikos Aplinkos ministerija

Remiantis Vandens Politikos Direktyva (2000) pateikta paviršinio vandens klasifikavimo schema, „Labai gera būklė“ reiškia, kad žmogaus veiklos poveikio nėra arba jis labai nežymus. „Gera būklė“ reiškia, kad nedaug nukrypstama nuo „labai geros būklės“, „vidutiniška būklė“ reiškia vidutinišką nukrypimą ir t. t.

Lietuvos ir užsienio autoriai (Schmalz et al., 2008; Winston et al., 2012; Misevičienė, 2013 a,b) analizuodami vandens kokybę, vertina pasklidusios ir sutelktosios taršos židinių – gyvulininkystės ūkių kompleksų (žr. 8 pav.), žuvininkystės ūkių, nevalytų kaimiškųjų vietovių gyvenamųjų namų nuotekų

įtaką paviršinių vandenų kokybei, siekiant nustatyti fosforo ir azoto junginių migracijos dinamiką, bakterijų veisimo ir dauginimosi procesus ir koncentracijas.



8 pav. Gyvulininkystės ūkio teritorija

Detalizuojant Lietuvos kiaulininkystės įmonių gamybinėse teritorijose surenkamų paviršinių nuotekų kokybę ir palyginus jas su didžiausiomis leistinomis koncentracijomis (DLK), dr. S. Misevičienė (2010) nustatė, kad kiaulininkystės ūkiuose susidariusių nuotekų koncentracijos neviršina DLK, todėl neigiamo pavojaus aplinkai nėra. Pagrindiniais rodikliais apibūdinančiais paviršines nuotekas įvardina BDS₇, skendinčiųjų medžiagų bei naftos produktų koncentracijas. Anot, minėtos autorės, skendinčios medžiagos, formuodamos nuosėdas paviršiniuose telkiniuose daro bene didžiausią įtaką vandens kokybei. S. Misevičienė taip pat atliko tyrimus, siekiant nustatyti drenažo vandens kokybę, kai gyvulininkystės įmonių laukai yra tręšiami galvijų srutomis (Misevičienė, 2013 b). Nustatyta, kad N_{min} koncentracijos buvo 1,5 karto didesnės nei netręštuose laukuose, o P₂O₅ junginių koncentracijos buvo atitinkamai 2,2 karto didesnės. Tokias koncentracijas lėmė mažas kritulių kiekis ir aukšta temperatūra. Analizuojant koreliacinius ryšius tarp tręšimo ir metų sezoniškumo, nustatyta, kad žiemos metu koncentracijų kiekiai susivienodina tręštuose ir netręštuose laukuose. Nors rezultatai teigia, kad neigiamos įtakos drenažo vandeniui nėra, tręšiant laukus gyvulių srutomis, bet vertinant azoto ir fosforo junginių gebėjimą mobilizuotis dirvožemyje, reikia numatyti, kad dideli kiekiai trąšų patekę į dirvožemį, pavasario atoslūgio, sniego tirpsmo metu gali iš žemesnių dirvožemio sluoksnių būti išplauti ir patekti į paviršinius vandenį, todėl tręšiant organinėmis ar mineralinėmis trąšomis, nustatytas optimalus trąšų kiekis turi būti pagrįstas ir saugus aplinkai (Misevičienė, 2013 b).

Daug įtakos fosforo išplovimui drenažu iš mėšlu tręšiamų laukų turi metų laikas: tręšiant skystuoju mėšlu, daugiausia fosforo drenomis išnešama tręšiant rudenį – vidutiniškai 0,31 kg ha⁻¹. Tręšiant pavasarį, fosforo drenomis išnešama 28,6 % mažiau, o tręšiant puse normos rudenį ir puse normos pavasarį, – 20 % mažiau negu rudenį. Todėl, siekiant sumažinti fosforo išplovimą, skystuoju mėšlu reikia tręšti pavasarį (Misevičienė, 2013 a).

Į atvirus vandens telkinius patekę pertekliniai maistingųjų medžiagų kiekiai skatina eutrofikacijos procesus – tai natūralių biocenozų disbalanso rezultatas, kuomet sparčiai ima augti

vandens augalai ir dumbliai, sunaudodami didelius kiekius vandenyje esančio deguonies. Tai sąlygoja deguonies stygių, dėl kurio ima dusti žuvis ir sutrikdomi įprastiniai vandens ekosistemos trofiniai ryšiai (Lamsodis et al., 2006).

Vandens eutrofikacija, kurią sukelia fosforas, išplaunamas iš tręšiamų žemdirbystės laukų, yra didžiulė aplinkosaugos problema. Įvairiose šalyse buvo atlikta daug dirvožemio erozijos ir fosforo išplovimo iš nuosėdų, ir su paviršiniu nuotėkiu tyrimų. Didelės fosforo atsargos dirvožemyje reiškia, kad, esant tam tikroms hidrologinėms sąlygoms, daug jo bus išplauta, todėl užsienio mokslininkai jau įsitikino, kad reikėtų riboti ir fosforo kiekį, nes daugelyje Europos valstybių dirvožemiai pertręšti šiuo elementu, todėl netenkama daug fosforo dėl išplovimo ir dirvožemio erozijos.

Iš žemdirbystės laukų perteklinė drėgmė šalinama drenažo sistemomis. Vanduo iš drenažo sistemų patenka į atvirus vandens telkinius, nedideles upes ar upelius, kartu išplauna augalų nepasisavintų biogeninių medžiagų perteklių ar ištirpusių cheminių elementų ir augalų cheminės apsaugos medžiagų likučius (Dumbrasukas ir kt., 1997; Gaigalis ir kt., 2003).

Pavasariį sniego tirpsmo metu, kuomet iš dirbamų laukų išplaunama daugiausiai biogeninių medžiagų, nedidelių upelių arba drenažo žiočių patvenkimas leistų reguliuoti hidrodinamines sąlygas – vandens sulaikymą ir išsiliejimą į reljefo žemumas. Nuo vandens sulaikymo laiko, oro temperatūros, šviesos priklauso ištirpusio vandenyje azoto transformacijos aktyvumas ir/arba pasišalinimas. Drenažo žiočių patvenkimas sustabdytų azoto ir fosforo išplovimą ir patekimą į vandens telkinius. Nusėdusios maistingos medžiagos praturtintų užlietus žemės plotus, sumažėjus vandens nuotėkiui, dalis galimai nuplukdytų medžiagų, būtų pasisavintos augalų ir taip sumažėtų trąšų nuostoliai (Ramoška, Morkūnas, 2006).

Plačiai tirtas drenažo nuotėkis šiltuoju ir šaltuoju metų laiku, drenažo patvenkimo įtaka pasėliams ir dirvožemio vandens režimui. Drenažo tvėnkimo režimas buvo nustatomas atsižvelgiant į auginamus augalus, klimato sąlygas ir tyrimų tikslus. Detalizuoti nuotėkį lemiantys veiksniai: drenavimo laipsnis, meteorologinės sąlygos, dirvožemio kilmė, auginami augalai ir t.t. Nustatyta, kad drenažo veikimo pobūdis dažniausiai neturėjo lemiamos įtakos dirvožemio vandens lygiui tarpdrenyje ekstremaliomis šalčio laikotarpio sąlygomis, o pavasarinio nuotėkio sulaikymas pagerino augalų apsirūpinimą drėgme ir sumažino biogeninių medžiagų patekimą į griovius (Ramoška, Morkūnas, 2006).

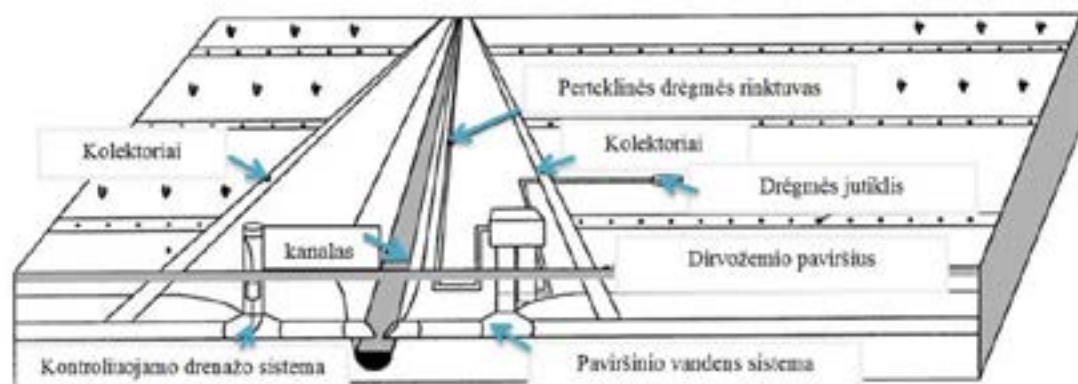
H.P. Ritzema (1994) teigia, kad drenažas tiesiogiai ar netiesiogiai veikia fizikinius, cheminius, biologinius ir/arba hidrologinius procesus ir gali jiems turėti teigiamą arba neigiamą įtaką. Taip pat pastebi, kad drenažo vamzdžiai, kanalai ir kiti integruoti į aplinką įrenginiai daro žalą kraštovaizdžio struktūrai, sudaro sąlygas plisti vandens taršai, išplaunant maistingąsias medžiagas į atvirus paviršinius vandenis. Anot minėto autoriaus, nėra pilnai išnaudota vandens iš drenažo sistemų pritaikomumo kitiems tikslams galimybė, pvz. laistymui (Ritzema, 1994).

Reikia pažymėti, kad toks drenuoto vandens panaudojimas gali turėti ir neigiamos įtakos dirvožemiams, dėl iš gimtosios uolienos išplautų druskų, kurios drenažo sistemomis su drenuotu vandeniu patekusios ant dirvožemio gali sukelti dirvožemio druskėjimą.

Europos Bendrijos „Tvari žemdirbystė ir dirvožemio apsauga“ informaciniame leidinyje (2009) dirvožemio druskėjimas įvardijamas, kaip vienas labiausiai pasaulyje paplitusių dirvožemio degradavimo procesų, kuris skatina dirvožemio eroziją, sukelia ekosistemoms fiziologines grėsmes. Taip pat druskėjimas arba natrėjimas, turi įtakos derliaus kiekiui. Dėl per didelio druskos kiekio, augalai negali įsisavinti maistingųjų medžiagų, ko pasekoje, mažėja išauginama produkcija, jos kokybė.

E. Ramoška ir V. Morkūnas (2006) teigia, kad „<...> Sausinimo sistemos turėtų būti tobulinamos siekiant ne kuo daugiau pašalinti dirvožemio vandens, o prilaikyti ir iš dalies išvalyti vandenį.“ Įvardina, kaip drenažo nuotėkio poveikio aplinkai mažinimo priemonę – *reguliuojamąjį drenažą*. Esminis šios technologijos privalumas tai, kad pavasarinio nuotėkio sulaikymas pagerintų augalų apsirūpinimą drėgme sausuoju periodu ir sumažintų biogeninių medžiagų patekimą į griovius (Ramoška, Morkūnas, 2006). Automatizuotas technologijos veikimas – ekonomiškai brangus sprendimas, savaiminis veikimas vis dar nevyksta be žmogaus įsikišimo – esant liūtims ar susikaupus pertekliniam vandens kiekiui, neišspręstas vandens nuleidimo ar šliuzo pakėlimo klausimas, todėl nėra plačiai taikomas.

Žemdirbystės laukų drenavimas yra vienpusis ir nevaldomas, todėl vis daugiau mokslininkų diskutuoja apie dvipusį drenažo veikimą t.y. kontroliuojamojo drenažo pritaikymo galimybes žemės ūkyje. Pastaruoju metu Lietuvoje ir pasaulyje plačiai analizuojama kontroliuojamo drenažo teikiama nauda, numatant šios technologijos dvipusį veikimą, t.y. perteklinės drėgmės iš dirbamų laukų šalinimas, veikiant automatizuotai sistemai. Sistemai prisipildžius vandens – perteklinis kiekis nuleidžiamas į griovius. Sausmečiu – sistemoje sukauptas vanduo tarnautų kaip papildomas drėgmės šaltinis. Pirmiausiai krituliai būtų surenkami į vandens talpyklą, esant pertekliui nuleidžiami į griovius. Sulaikytame vandenyje, dėl sulėtėjusios tėkmės ir tinkamų aplinkos sąlygų vyksta biocheminiai procesai. Taip į griovius išleidžiamas apsivalęs ir biologiškai švaresnis vanduo (Westrom, Messing, 2007).

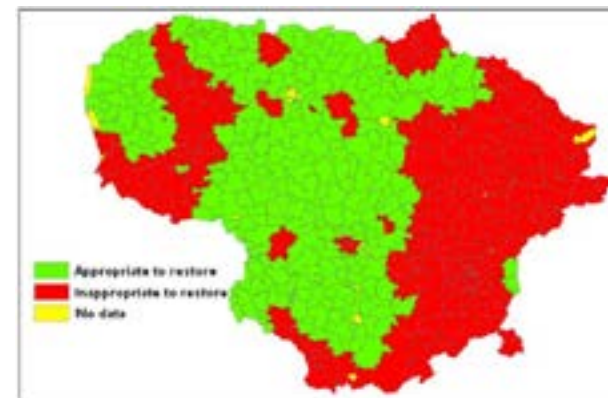


9 pav. Kontroliuojamo drenažo sistema (pagal Westrom, Messing, 2007)

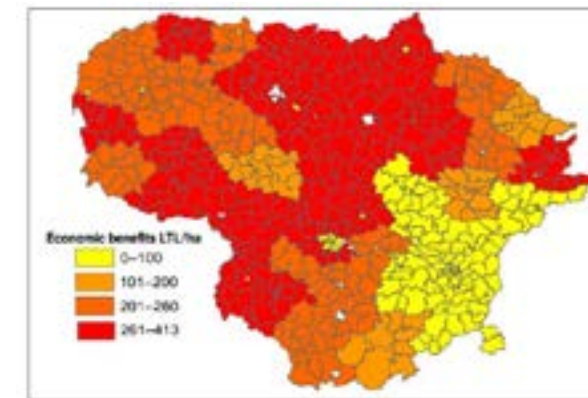
Tokiu principu veikianti sistema (9 pav.) prisidėtų prie aplinkos vandens, dirvožemio ir oro taršos mažinimo. Įprastai technologiniai sprendimai nėra pigūs, tačiau kalbant apie drenažo sistemų modernizavimą tikslingiau įrengti optimaliai veikiančias ir „draugiškas“ aplinkai sistemas, nei kartoti praeito amžiaus melioracijos bumo metu padarytas klaidas t.y. melioruojant maksimalius teritorijos plotus, neįvertinant drenažo įtakos abiotiniams ir biotiniams veiksniams, gamtosauginiu aspektu.

Lietuva yra tarp daugiausia melioruotų žemių turinčių valstybių – pagal melioruotų žemių santykį su dirbamų žemių plotais mūsų šalis yra viena iš pirmaujančių. Melioracija Lietuvoje yra labai svarbi žemės ūkio gamybos ir kaimo infrastruktūros dalis, nes apie 90 proc. visos žemės ūkio produkcijos išauginama nusausintose žemėse. Pernelyg drėgnų ir užpelkėjusių žemių, kurias reikia sausinti, Lietuvoje yra 3,4 mln. ha arba 85,9 proc. bendro žemės ūkio paskirties žemės ploto. Be šių žemių sausinimo efektyvi žemdirbystė šalyje negalima. Dabartiniu metu bendras sausinamos žemės plotas šalyje siekia 2,98 mln. ha, daugiausia sausinama drenažu – 2,58 mln. ha. Iš jų 2,50 mln. ha sudaro žemės ūkio naudmenos. Šalyje melioruota 42 proc. didelio palankumo ūkininkavimui plotų, 28 proc. – vidutinio palankumo, 23 proc. – mažo palankumo, 7 proc. – labai mažo palankumo žemės plotų (Petkevičius, 2013).

V. Gurklys ir A. Kvaraciejus (2013) analizuodami rekonstruojamų drenažo sistemų tikslingumą ir renovavimo prioritetus nustatė, kad restauravimas sausinimo sistemų yra tinkamas tose vietose (žr. 10 pav.), kuriose vykdomas arba planuojamas (pagal Nacionalinę kaimo plėtros strategiją) intensyvus arba pusiau intensyvus žemės ūkio paskirties žemės naudojimas ir ekonominė nauda, dėl drenažų sistemų restauravimo, sieks daugiau nei 50 Eur/ha (žr. 11 pav.).



10 pav. Teritorijos, kuriose tikslinga/ netikslinga sausinimo sistemų restauracija (Gurklys ir Kvaraciejus, 2013)



11 pav. Teritorijos, kurių sausinimo sistemų restauracija vertinama pagal ekonominę naudą (Gurklys ir Kvaraciejus, 2013)

Anot autorių, vertinant sausinimo sistemų restauracijos tinkamumą, privalu atsižvelgti ir į žemės naudotojų poreikius bei finansinius išteklius. Dėl socialinių, demografinių ir ekonominių priežasčių pastaruoju metu šalyje daug apleistų, žemės ūkio gamyboje nebenaudojamų nusausintų žemės plotų, neprižiūrimos sausinimo sistemos. Apie 7 % sausinamų plotų yra blogos melioracinės būklės. Jų atkūrimui reikalingos didelės investicijos, todėl aktualu įvertinti ar tikslinga pradėti atstatymo darbus (Gurklys, Kvaraciejus, 2013).

Sausinant žemes veikiama natūrali aplinka, sutrikdoma natūrali vandens apytaka ir tai daro neigiamą įtaką vandenų taršai maistingomis medžiagomis. Todėl reguliuojant vandens režimą labai svarbu apsaugoti gruntinį ir paviršinį vandenį nuo užteršimo. Aplinkosaugos ir žemės ūkio restruktūrizavimo tikslais naujos sausinimo sistemos toliau masiškai nebestatomos, tik rekonstruojamos jau esamos. Dabartiniu metu dėmesys ypač kreipiamas į sausinimo sistemų eksploataciją, užkertant kelią pasklidusios taršos plitimui (Baigys, Gaigalis, 2012).

R. Urbono (1998) teigimu, jei drenuojami nedideli dirbamos žemės plotai, ženkliai neigiamą įtaką aplinkai nestebima, tačiau teigiama įtaka žemės ūkio veiklai yra įrodyta ir pagrįsta moksliskai, pagrindiniai kokybiniai aspektai: Lietuvoje drenuotų plotų normalios drėgmės režimo sąlygos pavasarį dirvožemyje susidaro 1-3 savaitėmis anksčiau negu nedrenuotų, rudenį žemę įdirbti drenuotuose gerai sukultūrintuose plotuose galima net ir esant palyginti gausiems krituliams; sudaro geras sąlygas našiai mechanizmams dirbti; padidėja dirbamų laukų plotas; kai sausa, drenuotame dirvožemyje drėgmės būna daugiau negu nedrenuotame: įrengiant drenažą, dirvožemis susisluoksniuoja, apie drenas susidaro kapiliarinė zona, trukdanti vandeniui nutekėti gilyn arba išgaruoti; sumažėja vandens erozija (drenažas pašalina dalį paviršinio vandens, todėl sumažėja paviršinis nuotėkis); sudaromos geros sąlygos dirvožemio faunos, aerobinių mikroorganizmų veiklai, pagausėja augalams prieinamų maisto medžiagų, pagerėja dirvožemio laidumas vandeniui; pagerėja dirvožemio struktūra, padidinamas tręšimo

efektyvumas (augalai pasisavina maisto medžiagas tik esant dirvožemyje tam tikram vandens kiekiui, kurį drenažas gana gerai reguliuoja; drenuotame dirvožemyje augalų šaknų sistema vystosi geriau, šaknys gali prasiskverbti į gilesnius sluoksnius, augalai geriau apsirūpina maisto medžiagomis; drenuotas dirvožemis pavasarį išyla greičiau, todėl galima paankstinti sėją ir pailginti vegetacijos laikotarpį, taip padidinant žemės ūkio kultūrų derliaus kiekį ir sumažinant produkcijos savikainą (Urbonas, 1998).

Įvairių šalių mokslininkai plačiai tiria žemės ūkio gamybos poveikį vandeniui kokybei. Gauti labai įvairūs rezultatai priklausomai nuo gamtinių sąlygų, dirvožemių, trąšų naudojimo, auginamų kultūrų, derliaus, kritulių kiekio ir pasiskirstymo, reljefo ir t.t. Jau minėta, kad Lietuvoje didžiausią dalį išplaunamų medžiagų iš drenažo sistemų sudaro azoto ir fosforo junginiai, todėl drenuoto vandens kiekybinės charakteristikos – drenažo nuotėkis – taip pat labai svarbios. Iš vietovės klimatinių sąlygų drenažo nuotėkiui didžiausią įtaką turi krituliai ir garavimas. Į drenažo sistemą patekę krituliai praskiedžia paviršinius ir požeminius vandenius taip sumažindami teršalų koncentracijas. Didelę reikšmę drenažo nuotėkiui turi dirvožemio savybės, jo sudėtis ir ypač laidumas vandeniui, taip pat drenažo nuotėkis priklauso nuo dirvožemio sluoksniuotumo ir vandensparos gylio (Vaikasas, 2007). Kalbant apie vandens kokybę iš drenažo sistemų, reikia prisiminti, kad vykstant potvyniams ar drenažo žiočių patvenkimui, sedimentacijos procesų metu nešmenys sukibę su įvairiais cheminiais elementais nusėda dugno nuogulose arba patenka į atviras tēkmes.

Reikia paminėti ir dirvožemio infiltracinius procesus, kuomet azoto, fosforo kiti cheminiai junginiai infiltruojasi į dirvožemį ir nugula kelių ar keliolikos metrų gylyje, veikdami požeminių vandenių kokybę. Gruntinių vandenių kokybė taip pat labai svarbi, nes vykstant hidrogeologiniams procesams, šie vandenys patenka į upes, melioruotus upelius ar šachtinius šulinius. Anot Tumo (2003), gruntinių vandenių kokybė labai įvairi, dėl šio vandens formavimosi ypatybių – greito drėgmės ir teršalų skverbimosi iš pavasarinių balų per aeracijos zoną, be jokio valymosi. Bei lėtos neprisotintos filtracijos pro uolienas iki gruntinio vandens lygio, kurios metu infiltratas gerokai išsivalo (Tumas, 2003).

Vandens kokybė išsamiai išanalizuota Lietuvos ir užsienio autorių, ypatingas dėmesys skiriamas fosforo, azoto junginių migracijai dirvožemyje ir vandenyje, šių junginių koncentracijų pokyčių sezoniškumui, žemės įdirbimo būdų pritaikymo pasklidusios taršos mažinimo klausimais. Akivaizdu, kad vandens tarša yra labiausiai susijusi su naudojamų trąšų kiekiais, auginamais augalais ir bendra ūkininkavimo kultūra bei pagrindiniai drenuoto vandens ir mažų melioruotų upelių taršos židiniai – pasklidoji tarša.

Praėjusio šimtmečio antroje pusėje Lietuvoje vykdyta masinė žemės ūkio plotų melioracija, upelių vagų tiesinimas ir prijungimas prie bendros drenažo sistemos (Povilaitis et al., 2007) smarkiai pakeitė Lietuvos kraštovaizdį ir nusistovėjusią ekologinę darną. Lietuvos žemių sausinimą drenažu

įvardijamas, kaip racionalus sprendimas žemės ūkio produkcijai didinti. Tačiau pažymėtina, kad nusausingi dideli žemių plotai sutrikdė natūralų hidrologinį režimą, sukėlė grėsmes pievų, upelių pakrančių paukščių, augalų išlikimui bei vandens ekosistemoms.



4. PRAKTINĖ UŽDUOTIS

1. *Užduoties tikslas:* nustatyti vandens kokybę pagal fizikinius rodiklius.

2. *Uždaviniai:*

- Aprašyti ir išanalizuoti vandens mėginių paėmimo vietą, atsakant į klausimus:
a) Kokiam upių baseinui priklauso analizuojama vietovė? b) Kas galimi vandens telkinio taršos objektai ir kokių atstumu stebimi potencialūs taršos šaltiniai (pvz. gamyklos, tvartai ir kt.)? c) Ar mėginio paėmimo vietą maitina grūtiniai / paviršiniai vandenys?



- Nustatyti vandens fizikines savybes vizualiniu būdu: drumzlėtumas, spalva, kvapas, skonis (jei tai šulinio vanduo), įvertinant pagal kokybines charakteristikas: nuo silpnai išreikšto požymio (1 balas) iki stipriai išreikšto požymio (5 balai).

5. lentelė. Paviršinio vandens telkinio vandens mėginio vertinimas

| Mėginys | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---------|--------------|---|---|---|---|---|
| 1. | Drumzlėtumas | | | | | |
| | Spalva | | | | | |
| | Kvapapas | | | | | |
| | Skonis | | | | | |
| 2. | Drumzlėtumas | | | | | |
| | Spalva | | | | | |
| | Kvapapas | | | | | |
| | Skonis | | | | | |

- Blogą vandens kokybę lemia eutrofikacijos proceso aktyvumas. Šio proceso priešastys ir pasekmės pateikiamos vaizdinėje medžiagoje – peržiūra paspaudus and aktyvios nuorodos:



2.2.2. Vandens taršos mažinimo būdai

Antropogeninė tarša, didžiuliai atliekų kiekiai ir kasmet didėjantis žmonių populiacijos skaičius – 90 milijonų individų per metus – kelia susirūpinimą ne tik ekologiniu, ekonominiu, socialiniu aspektu, bet ir žmonijos išlikimo klausimu. Gamtinių išteklių tausojantis vartojimas, ekologinio ūkininkavimo ir žmonių sąmojingumo skatinimas, atliekų perdirbimas ir rūšiavimas, derlingų dirvožemių plotų išsaugojimas ir gausinimas, gruntinių bei paviršinių vandenų kokybės gerinimas ir apsauga, tapo prioritetinėmis sritimis kalbant apie žmonijos išlikimą.

Kokybiško vandens ištekliai – vienas didžiausių valstybės ir žmonijos turtų. Siekiant apsaugoti gamtinius išteklius nuo išsekimo, mažinti aplinkos taršą, 1992 m. Rio de Žaneire, pasaulio viršūnių susitikime buvo nustatytos pagrindinės darnaus vystymosi nuostatos, darnus vystymasis įteisintas kaip pagrindinė ilgalaikė visuomenės vystymosi ideologija.

Įgyvendinat aplinkos apsaugos uždavinius didžiausias dėmesys turi būti skiriamas prevencinėms priemonėms, mokslo pažangai, visuomenės švietimui ir skatinimui dalyvauti aplinkosauginių problemų formulavimo ir sprendinių įgyvendinimo procesuose – tik taip gali būti garantuota aplinkosauginių projektų įgyvendinimo sėkmė.

Daugelyje pasaulio šalių, taip pat ir Lietuvoje dedama daug pastangų ir finansinių išteklių, kad aplinkos tarša mažėtų, šalies įstatymai sąlygoja teisingas prielaidas vandens apsaugos tikslams įgyvendinti (Povilaitis ir kt., 2011). Lietuvos aplinkos apsaugos strategijoje vienas iš numatytų tikslų – mažinti vandens teršimą pramonės ir žemės ūkio gamybinių objektų nuotekomis, taip pat užtikrinti augalų apsaugos priemonių, trąšų bei kitų cheminių medžiagų saugų vartojimą.

Žemės ūkio veikla ir aplinkos apsauga yra neatskiriamai susijusios. Gamtos išteklių valdymas žemės ūkyje, kai didėjant gamybos mastams kartu gerėja aplinkos kokybė, yra gero ūkininkavimo tikslas. Kuriant agrarinės aplinkosaugos politiką, siekiama sustabdyti biologinės įvairovės nykimą bei ekosistemų degradavimą, saugoti natūralius upių ir ežerų krantus, išsaugoti ir tinkamai naudoti natūralias ir pusiau natūralias pievas bei ekstensyviai naudojamas šlapžemes, rekreacinę aplinką, kraštovaizdį, optimizuoti gamtonaudą, sumažinti neigiamą žemės ūkio poveikį aplinkai (Pocienė, Pocius, 2008).

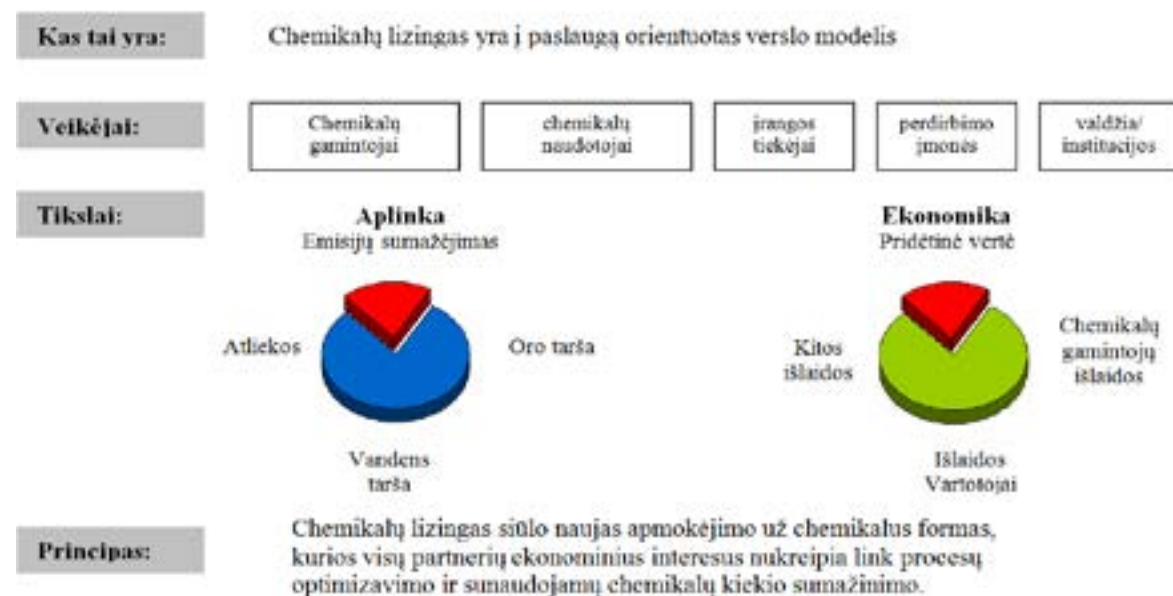
Nors taršos patekimą į vandenį riboja ES Vandens Politikos Direktyva 2000/60/EB, Geriamo vandens direktyva 98/83/EB, Nitratų direktyva 91/676/EEB, Taršos ir integruotos prevencijos ir kontrolės direktyva 96/61/EB, kiti Lietuvos Respublikos teisės aktai, valstybinio vandens monitoringo duomenys rodo, kad Lietuvos upėse vis dar išlieka didelės azoto, fosforo ir organinių junginių koncentracijos. Manoma, kad šių medžiagų prietaką į vandens telkinius sąlygoja praeityje atlikti žemių sausavimo darbai ir su tuo susiję natūralaus kraštovaizdžio pokyčiai. Pasikeitus hidrografinio tinklo

struktūrai ir sumažėjus bioįvairovei, upių baseinuose sumažėjo biogeninių ir organinių medžiagų sulaikymas, padidėjo jų išplovimas ir pernaša (Povilaitis ir kt., 2011).

Nitratų direktyva (1991 m.) siekiama apsaugoti vandens kokybę visoje Europoje neleidžiant nitratais iš žemės ūkio šaltinių teršti gruntinio ir paviršinio vandens ir skatinant vadovautis gerąja ūkininkavimo patirtimi. Nors azotas yra gyvybiškai svarbi maistingoji medžiaga, padedanti augalams ir pasėliams augti, didelė jo koncentracija kenksminga žmonėms ir gamtai. Žemės ūkyje naudojamose organinėse ir cheminėse trąšose esantys nitratai yra vienas pagrindinių vandens taršos šaltinių Europoje.

Mažinant pasklidusios žemės ūkio taršos poveikį darnaus vystymosi požiūriu, pirmiausia siūloma įgyvendinti priemones, kurios padeda įgyvendinti „teršėjas moka principą“ ir yra įprastos daugelyje Europos Sąjungos šalių. Šiandien, aplinkosaugos ir ekonomikos interesų sujungimas veda prie alternatyvių sprendimų ieškojimo. Puoselėjant darnios plėtros idėją, į trąšų ir kitų chemikalų gamybą ir vartojimą, tikslinga žvelgti kitu kampu.

Chemikalų lizingo požiūris ir tikslai



12 pav. Chemikalų lizingo modelio koncepcija (Staniškis, Kriaučionienė, 2012)

Išauginamo derliaus kiekiai, ekonominis efektyvumas priklauso ne tik nuo įsigytų ir išbarstytų trąšų kiekių, bet ir nuo gamybos procesų. Iki šiol kiekvienas pardavėjas buvo suinteresuotas parduoti kuo didesnius kiekius chemikalų, neprisiimant jokios atsakomybės už aplinkai padaromą žalą. Jei situacija nesikeis žmonija artės prie ekologinės krizės, todėl darnaus vystymosi požiūriu chemikalų tiekėjas turi tapti paslaugos tiekėju, t.y. chemikalų tiekėjai gauna pelną už paslaugą, kurią atlieka chemikalai, o ne už pristatytų chemikalų kiekį. Chemikalų lizingo verslo modelio (12 pav.) taikymas veiktų kaip prevencinė priemonė, nes chemikalų tiekėjas stengtųsi, optimizuoti gamybos procesą,

patenkinti ūkininko poreikius ir padaryti chemikalų panaudojimą kaip galima efektyvesnį (Staniškis, Kriaučionienė, 2012).

Taikant chemikalų lizingo modelį, tikėtini minimalūs azoto trąšų nuotekio kiekiai, taip sumažintų azoto taršos poveikį aplinkai. Šiuo atveju „mažiau“ taptų „daugiau“. Mažesnis, bet optimizuotas trąšų kiekis leistų išauginti ūkininko poreikius tenkinantį derlių, nesukeliant ekologinės grėsmės aplinkai. Taigi, žemės ūkio veikla ir aplinkos apsauga yra neatskiriamai susijusios.

Gamtos išteklių valdymas žemės ūkyje, kai didėjant gamybos mastams kartu gerėja aplinkos kokybė, yra gero ūkininkavimo tikslas. Kuriant agrarinės aplinkosaugos politiką, siekiama sustabdyti biologinės įvairovės nykimą bei ekosistemų degradavimą, išsaugoti ir tinkamai naudoti ekstensyviai naudojamas šlapžemes, rekreacinę aplinką, kraštovaizdį, sumažinti neigiamą žemės ūkio poveikį aplinkai (Pocienė, Pocius, 2008).

Žemės ūkio naudmenos užima daugiau kaip pusę Lietuvos teritorijos. Nuo ūkininkavimo priklauso tradicinio kraštovaizdžio išsaugojimas, biologinė įvairovė, aplinkos tarša ir maistingųjų medžiagų balansas reikalingas augalijai ir gyvūnijai (Litvinaitis, 2009).

VĮ Žemės ūkio informacijos ir kaimo verslo centro 2016 metų žemės deklaravimo duomenimis 2,8 tūkst. ha yra žemės ūkio veiklai naudojama žemė. Kasmet deklaruojamas dirbamos žemės plotas didėja, nors pateiktų paraiškų skaičius mažėja, tai leidžia daryti išvadą, kad ūkiai stambėja. Stambių, modernių ūkių kūrimuisi didelę įtaką daro Europos Sąjungos parama, įgyvendinat Kaimo plėtros priemones.

Teritorijų planavimo dokumentų sprendinių įgyvendinimui, atliekama poveikio aplinkai vertinimo procedūra, tai svarbi aplinkosaugos prevencinė priemonė. Vadovaujantis Lietuvos Respublikos Vyriausybės nutarimu Nr. 343 „Dėl specialiųjų žemės ir miško naudojamų sąlygų“, yra nustatomos vandens telkinių apsaugos zonos, juostos, jų pločiai ir užimamas plotas, kuriame ribojama ūkinė veikla. Nutarime nurodoma, kad auginant žemės ūkio kultūras viename hektare žemės ploto, draudžiama naudoti didesnę kaip 80 kilogramų azoto ir 15 kilogramų fosforo veikliosios medžiagos kiekį, jeigu nenustatytos kitos ekologiniu požiūriu pagrįstos normos. Vandens telkinių apsaugos zonose draudžiama lieti srutas arba skystą mėšlą, įrengti gyvulių vasaros ganyto aikšteles, neišsprendus nuotekų surinkimo ir nukenksminimo klausimo, vandens apsaugos juostose draudžiama dirbti žemę, ardyti velėna, ganyti gyvuliu ir t.t. (Lietuvos..., 1992).

Didelė dalis dirvožemio sausinimo sistemų Lietuvoje yra nusidėvėjusios, kritinės būklės arba neveikia. VĮ Valstybės žemės fondo 2013-01-01 duomenimis, Valstybei nuosavybės teise priklausančių melioracijos statinių nusidėvėjimas – 64,50 %, sausinimo sistemų nusidėvėjimas 65,37 %. Drenažo sistemų restauravimo klausimas turėtų būti išsamiai apgalvotas ir pasvertas, numatant aplinkosauginius kaštus, kuriuos reikia įvertinti nepriklausomai nuo melioracijos statinių nuosavybės formos.

Be aukščiau paminėtų teisinių ir prevencinių prielaidų, vandens taršos mažinimas galimas ir taikant jau minėtus biologinio apšvalymo procesus (bebrų užtvankas, šlapynes, drenažo žiočių patvankas, kontroliuojamąjį drenažą ir pan.). Siekiant atkurti pusiausvyrą tarp žmogaus pažeistos ir natūralios gamtinės aplinkos reikia kraštovaizdžio elementų atsikūrimą skatinančių priemonių. Vandens apsaugos požiūriu svarbu atkurti prarastus biotopus – natūralius vandens valymo „filtrus“. Povilaičio ir kitų (2011) teigimu, šiam tikslui ypač tinka įvairių tipų šlapynės (13 pav.).



13 pav. Neveikiantis drenažas, galimos šlapynių susidarymo vietos

Melioracijos griovių renatūralizavimo klausimas paliestas ir analizuotas aplinkosaugininkų. Neefektyviai veikiančias drenuotas teritorijas tikslinga įvertinti gamtosauginiu aspektu ir sudaryti sąlygas šlapynių formavimuisi, kurios tarnautų kaip natūralus „filtras“ apšvalant nuo pasklidusios taršos.

Šlapynės yra svarbios ne tik biogeninių medžiagų sulaikymui, jos daro didelę įtaką kraštovaizdžio stabilumui, taip pat pasižymi didžią oro ir vandens valymo geba. Anot Povilaičio ir kt. šiandien, šlapynių naikinimas ar drastiškas jų pertvarkymas įgavęs didelį pagreitį. Lietuvoje per trumpesnę nei 100 metų laikotarpį buvo sunaikinta apie pusę visoje Lietuvos teritorijoje buvusių natūralių šlapynių, kurios išsiskiria savitu vandens ir cemenių medžiagų apykaitos režimu. Šlapynėse lėta vandens apytaka, periodinis užtvinkimas, nedidelis gylis ir t.t. leidžia formuotis šioms teritorijoms būdingų augalų bei gyvūnų bendrijoms, kurios yra vertingos ir saugotinos Europos Sąjungos mastu (Povilaitis ir kt., 2011).

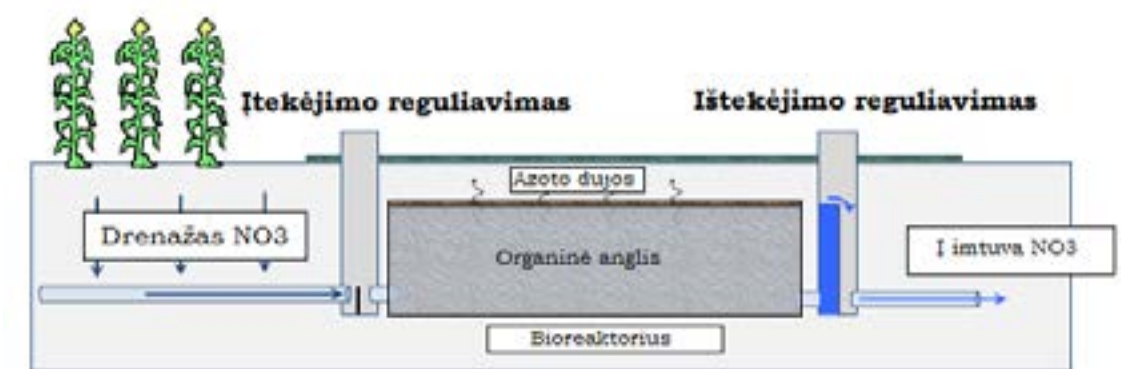
Griežtėjant aplinkosauginiams reikalavimams požiūris į žemių sausinimą pasaulyje keičiasi. Nemaži per drenažą išplaunamų azoto (daugiausia nitratų NO_3) junginių kiekiai ir su tuo susijusi vandens telkinių tarša verčia ieškoti naujų technologinių sprendimų žemių sausinime. Tam tikslui atliekami moksliniai tyrimai, kuriais siekiama surasti tinkamus būdus ir priemones kaip toliau vystyti intensyvią žemės ūkio veiklą ir tuo pačiu sumažinti vandens taršą drenuotuose plotuose.

Įvairių tarptautinių aplinkosaugos organizacijų (pvz.: HELCOM - Helsinkio komisija Baltijos jūros aplinkos apsaugai) vertinimu Lietuva įvardijama kaip viena didžiausių Baltijos jūros teršėjų. Todėl

iki 2021 metų šalis yra įpareigota 11.8 tūkst. tonų sumažinti azoto prietaką į Baltijos jūrą. Tai yra didelis iššūkis, kuris reikalauja naujų sprendimų. Gausūs mokslinių tyrimų rezultatai Lietuvoje rodo, kad azoto prietaka iš žemės ūkio plotų per drenažo sistemas yra šios taršos svarbi sudėtinė dalis. Minėtos problemos sprendimas taikant vien agronomines ar griežtas ūkinės veiklos apribojimo priemones dėl gamtinių veiksnių įvairovės (pvz. staigaus ir didelio kritulių kiekio ir drenažo nuotėkio netolygumo) ir kintančio klimato sąlygų dažnai nepasiekia laukiamo rezultato. Akivaizdu, kad būtini technologiniai pertvarkymai pačiose drenažo sistemose.

Vakarų Europos ir Skandinavijos šalyse, taip pat Jungtinėse Amerikos valstijose pradėta vadovautis taisykle: „...Laukus sausinti tiek, kiek būtina užtikrinti technikos pravažumą ir tinkamą augalų augimą. Nė lašo daugiau...!“. Šios taisyklės įgyvendinimas skatina ieškoti naujų sprendimų. Šiandien didžiausias tyrimų ir praktinių priitaikymų dėmesys sutelktas į patvenkto drenažo technologijas. Jos grindžiamos dviem svarbiais principais: reguliuoti drenažo nuotėkį skirtingais metų laikotarpiais ir padidinti azoto denitrifikaciją (t.y. dujinio azot išsiskyrimą iš vandenyje esančių nitratų deguonies trūkumo dirvožemyje sąlygomis) (Povilaitis, Živatkauskienė, 2016).

Azoto taršos mažinimo klausimas aktualus visame pasaulyje. Amerikiečių mokslininkai S.G. Cameron ir L.A. Schipper (2010), L.E. Christianson, A. Bhandi, M.J. Helmers (2010), A. Ranaivoson, J. Moncriet, R. Venterea, P. Rice, M. Dittrich (2012) ir kt. analizuodami azoto junginių patekimo į paviršinius vandenį iš drenažo sistemų problemą, kaip alternatyvą pateikia denitrifikacijos bioreaktoriaus (14 pav.), kurie veikia mikrobiologiniu principu.



14 pav. Bioreaktoriaus drenažo sistemoje principinė schema (Povilaitis, 2016)

Denitrifikacijos bioreaktoriai Lietuvoje kol kas nėra taikomi, tai pažangi technologija, kurios efektyvumas grįstas negausiais moksliniais tyrimais. Azoto šalinimo efektyvumui tiesioginės reikšmės turi reaktoriaus *konstrukcinės savybės* (ilgis, skersmuo, gylis, paviršiaus plotas, filtrui naudojamų medžiagų rūšis (anglies šaltinis), poringumas bei kiekis), taip pat *hidraulinės ypatybės* (vandens prietakos ir ištakos laikas (vandens sulaikymo trukmė), srovės greitis ir reaktoriaus vandens debitai) ir

biocheminiai rodikliai (azoto koncentracijų kiekiai, biomasės kiekis ir aktyvumas, kurį lemia šie veiksniai: ištirpusio deguonies kiekis vandenyje, maistinės terpės sudėtis, pH, substrato ir organinių junginių kiekis, inhibitorių ir toksinių medžiagų kiekis).

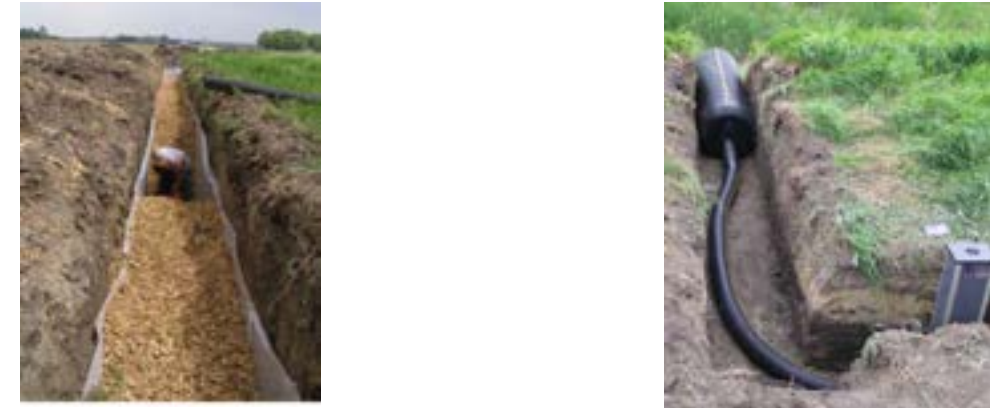
Daugiausiai tyrimų, analizuojant denitrifikacijos bioreaktorių veikimo principus yra atlikta, tyrinėjant biocheminių rodiklių ir hidraulinių ypatybių sąveiką. Nustatyta, kad nuo vandens temperatūros priklauso denitrifikacijos greitis, optimali 14-25 °C temperatūra, tačiau denitrifikacijos bioreaktorių veikimo efektyvumas šaltuoju metu laiku nenustatytas.

Kadangi, mokslinių tyrimų duomenimis, azoto junginių koncentracijos iš drenažo sistemų labai skirtingos nuo 1,2 mg/l iki 64 mg/l, tai esant 23-25 °C vandens temperatūrai, vandens pH 6,8-7,4 denitrifikacijos bioreaktoriuose su medžio skiedrų filtru, NO₃-N šalinimo efektyvumas per 1,5-8 d. ir 4-5 metus svyruoja nuo 2 iki 98 % (Cameron, Schipper, 2010; Moorman, Parkin, Kaspar, Jaynes, 2010).

Vieni pirmųjų eksperimentinių tyrimų susijusių su azoto junginių šalinimu, aktyvinant denitrifikacijos procesą, buvo atliekami S.G. Cameron ir L.A. Schipper (2010). Minėti autoriai eksperimentinius bandymus atliko laboratorijoje, siekiant nustatyti azoto junginių šalinimo efektyvumą, naudojant skirtingas medžiagas, kuriose esantys organiniai junginiai naudojami kaip išorinis anglies šaltinis reikalingas denitrifikuojantiems mikroorganizmams. Eksperimento duomenys parodė, kad nitratų šalinimui, esant anaerobiniam deguonies režimui, vandens pH 6,8-7,2 ir naudojant kukurūzų burbuolių filtrą, per 1-10 mėn. laikotarpį azoto junginių šalinimo efektyvumas, lyginant su kitomis eksperimente naudotomis medžiagomis (skirtingos frakcijos medžio drožlėmis), didesnis 3,0-6,5 karto. Tačiau po 23 mėnesių kukurūzų burbuolėse, žaliuose lapuose, kviečių šiauduose esanti anglis išsieikvojo (Cameron, Schipper, 2010).

Žvelgiant į tolimesnę perspektyvą, aktualu pritaikyti tokias medžiagas bioreaktorių veikimui, kuriose esantis anglies šaltinis, būtų aktyvus ilgesnį periodą nei pora metų, todėl darau išvadą, kad denitrifikacijos azoto taršos mažinimui iš drenažo sistemų, optimaliausiai tinkančios medžiagos – vidutinio stambumo 6 mm ir 15 mm spygliuočių medžių drožlės.

Minesotos žemės ūkio departamento duomenimis, įrengiant denitrifikacijos bioreaktorių lauko sąlygomis 37,5 m ilgio, 1,8 m gylio ir 1,2 m pločio, su medžio drožlių filtru bei vandens kontrolės įranga, savikaina būtų 3200 dolerių, o tarnavimo laikas siekia net 20 metų (15 pav.). Todėl denitrifikacijos bioreaktoriai dėl savo efektyvumo ir patrauklios kainos vis daugiau sulaukia mokslininkų dėmesio.



15 pav. Denitrifikacijos bioreaktorių įrengimo lauko sąlygomis fotografacija (Minesotos, 2014)

Denitrifikacijos bioreaktorių veikimas pagrįstas ne tik biocenozės aktyvumu, bet ir kontroliuojamo drenažo veikimo principu. Iš aukščiau pateiktų paveikslų matoma, kad stabilizavus drenažo vandens tėkmės srautą, biologiniam vandens apsivalymui atsiranda daugiau laiko. Taigi, paviršinio nuotėkio sulaikymui H.L. Leverenz, K. Haunschild et al. (2010) rekomenduoja denitrifikacijos bioreaktorių įrengti skirtingose reljefo vietose, atsižvelgiant į dirvožemių granulimetrinę sudėtį, laidumą vandeniui, vandensparos gylį bei azoto taršos lygį. Pritaikius skirtingose vietose denitrifikacijos bioreaktorių NO₃-N sulaikymo metinis efektyvumas išauga nuo 23 % iki 98 % (Leverenz et al., 2010).

Vertinant tai, jog technologijos veikimo principas yra pagrįstas biologinio azoto šalinimo metodu, kuris natūraliai vyksta gamtoje, galima teigti, kad ekologiniu požiūriu – denitrifikacijos bioreaktoriai – „draugiški“ aplinkai. Azoto taršos mažinimo efektyvumas, taikant denitrifikacijos bioreaktorių įrodytas ir pagrįstas užsienio autorių moksliniais tyrimais, tačiau šaltuoju metų laiku denitrifikacijos potencialas neištirtas. Daroma prielaida, kad ši biotechnologija gali būti pritaikyta ir Lietuvos gamtinėmis sąlygomis, vandens taršai iš drenažo sistemų mažinti, tačiau būtinas vandens sulaikymo mechanizmas (kontroliuojamas drenažas).

Suvokiant, kad aplinkoje nuolat vyksta cikliški procesai, transformacijos, įvairios mutacijos ir pan. formuojama išvada, kad mokslu pagrįstos biologinio vandens valymo technologijos turi tarnauti kaip efektyvi priemonė šalies ekonominis ištekliams kurti. Kuriant naujas „draugiškas“ aplinkai technologijas, puoselėjant saugią ir sveiką aplinką, ekonominių rodiklių augimas vertinamas kaip darnus šalies vystymas. Sprendžiant taršos problemas didžiausias dėmesys turi būti skiriamas prevencinėms priemonėms, mokslo pažangai, visuomenės švietimui ir skatinimui dalyvauti aplinkosauginių problemų formulavimo ir sprendinių įgyvendinimo procesuose – tik taip gali būti garantuota aplinkosauginių projektų įgyvendinimo sėkmė.

Racionalus išteklių panaudojimas išauginant derlių, taikant prevencines taršos mažinimo priemones, vertinama kaip darni šalies plėtra. Darnaus vystymosi idėjos puoselėjimas – gamtinių išteklių

tausojantis vartojimas, švaresnė gamyba, ekologinis gaminių projektavimas, ecoefektyvumas, būvio ciklo vadyba, analitinių ir procedūrinių priemonių įgyvendinimas – tapo prioritetinėmis sritimis kalbant apie darnią plėtrą, o žemės ūkio veikla ir aplinkosauga tapo neatskiriama susijusios. Todėl XXI amžiuje, suvokiant ekologijos svarbą, reikia analizuoti žemės ūkio veiklos ir aplinkos apsaugos tarpusavio ryšius – detalizuojant pasklidusios ir sutelktosios taršos grėsmes požeminių ir paviršinių vandenų kokybei, įgyvendinant azoto taršos mažinimo prevencines priemones, pagrįstas darnaus vystymosi principais.

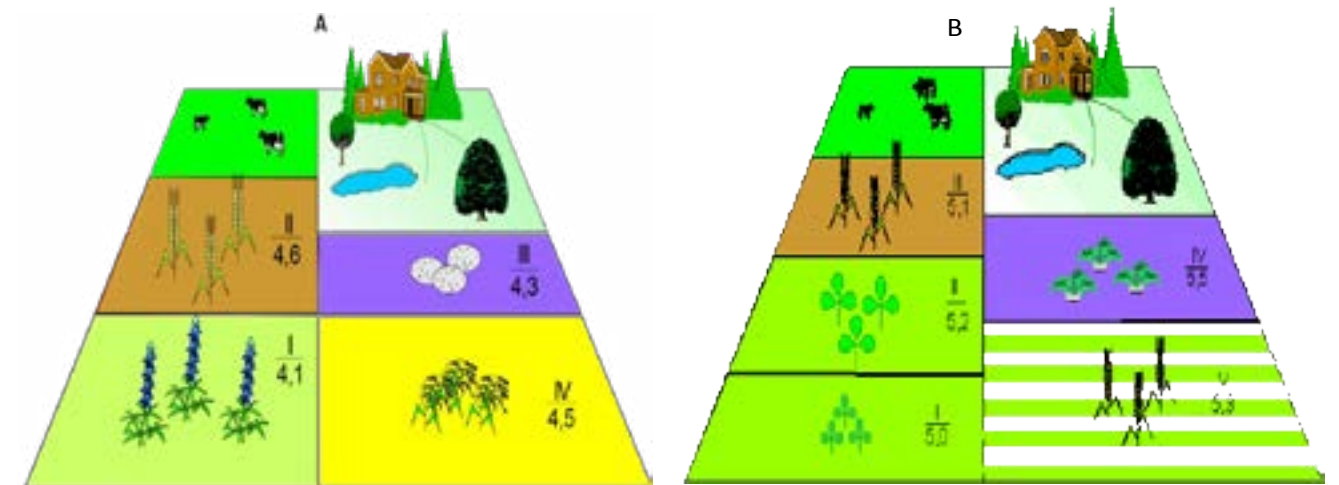
Apibendrinant reikia pažymėti, kad kiekvienais metais vykdomo Lietuvos paviršinių ir gruntinių vandenų monitoringo duomenys rodo, kad šalies vandens telkinių ekologinė būklė neprastėja, o kai kuriais atvejais net ir gerėja. Tam įtakos, dalinai galėjo turėti žemės ūkyje taikomos aplinkosauginės priemonės – nuo 2007 metų rengiami tręšimo planai, įgyvendintos „Kaimo plėtros 2007-2013 metų“ priemonės – gyvulininkystės ūkių modernizavimas, ekologinių ūkių steigimosi skatinimas, melioracijos sistemų modernizavimas (išvalant susikaupusį dumblą, kuriame aktyvūs biogeninių medžiagų sedimentacijos procesai), modernizuotos ir/ar sutvarkytos pramonės ir miestų nuotekų valyklos, darnaus vystymosi idėjos puoselėjimas švietimo sektoriuje.

3. AGROEKOSISTEMŲ TVARUS PANAUDOJIMAS

„Gyventojų skaičiaus augimo galia yra nepalyginamai didesnė nei žemės gebėjimas užtikrinti žmogui pragyvenimą“.

Thomas Malthus

Ilgą laiką toje pačioje vietoje auginamos vienos rūšies augalai iš žemės pasisavina tas pačias maisto medžiagas ir ją nualina: atsiranda kenkėjų, ligų sukėlėjų, padaugėja piktžolių, mažėja augalo derlingumas bei blogėja derliaus kokybė. Todėl augalas į tą pačią vietą augti gali grįžti tik po tam tikro laiko ir tai priklauso nuo augalo. Todėl svarbu planuoti ir siekti pastovios, gerai apgalvotos ir ilgalaikės laukų tvarkos. Suplanuota žemės ūkio augalų auginimo tvarka ariamojoje žemėje pagal tam tikrą seką vadinama *sėjomaina* (16 pav.).



16 pav. Keturlaukės A ir penkialaukės B sėjomainos pavyzdys. (šaltinis: <https://zum.lrv.lt/uploads/>)

Pastaba: **A** – I – lubinai pašarui, II – rugiai, III – bulvės, IV – avižos; **B** – I pirmųjų naudojimo metų dobilai; II – antrųjų naudojimo metų dobilai; III – ziemkenčiai; IV – kaupiamieji; V – vasarojus su įsėliu – rugiai.

Sėjomainos rotacija tai laikotarpis, kai augalas pereina per visus sėjomainos laukus. Rotacijos narių sueiliavimo tvarka vadinasi sėjomainos schema. Priešsėlis – praėjusiais metais auginamas augalas. Posėlis – augalai auginami po pūdyto ar kitų augalų. Antsėlis – dengiamieji žemės ūkio (žiemkenčiai, vasariniai miežiai, vienmečių žolių mišiniai žaliaj pašarui). Įsėlis – žemės ūkio augalai, pasėti jau užsėtame (antsėlio) lauke (dobilai, dobilų – motiejukų mišiniai, gausiažiedė svidrė ir kt.).

Nustatyta, kad priešsėlių tinkamas parinkimas net 10-20 % padidina sėjomainoje auginamų augalų derlingumą praktiškai be jokių papildomų sąnaudų. Miglinių javų atsėliavimas mažina derlingumą: pirmaisiais metais – 7,5-10 %, o antraisiais – 10-15 %. Atsėliuoti žieminius ir vasarinius

rapsus bei cukrinius runkelius visiškai nerekomenduojama. Ilgametė ūkinė patirtis ir bandymų duomenys rodo, kad iš lauko augalų labiausiai jautrūs priešėlio rūšiai yra žieminiai kviečiai, žieminiai rapsai ir vasariniai kviečiai (6 lentelė). Tai - svarbiausios komercinės augalininkystės augalų rūšys, kurios dažniausiai yra pagrindiniai augalai sėjomainos rotacijoje.

6 lentelė. Žemės ūkio augalų priešėlinė vertė kitiems augalams (vertinama 1-9 balų skalėje)

| Priešėlinis augalas | Žieminiams | | Vasariams | | | Pupiniams javams |
|---------------------|------------|---------|-----------|----------|-----------|------------------|
| | Kviečiams | rapsams | rapsams | miežiams | kviečiams | |
| Žieminiai kviečiai | 6,0 | 8,0 | 7,0 | 6,5 | 6,0 | 9,0 |
| Žieminiai rapsai | 9,0 | 1,0 | 1,0 | 8,5 | 8,5 | 7,0 |
| Vasariniai kviečiai | 5,5 | 3,5 | 7,0 | 7,5 | 5,0 | 7,5 |
| Vasariniai rapsai | 8,0 | 1,0 | 1,0 | 8,5 | 8,5 | 7,0 |
| Vasariniai miežiai | 6,0 | 7,0 | 6,5 | 6,0 | 5,5 | 7,5 |
| Žirniai | 9,0 | 9,0 | 8,5 | 9,0 | 9,0 | 1,0 |
| Pupos | 8,0 | 3,0 | 9,0 | 9,0 | 9,0 | 1,0 |
| Bulvės | 7,0 | 6,0 | 8,0 | 8,5 | 8,0 | 7,0 |
| Cukriniai runkeliai | 6,0 | 2,0 | 4,5 | 8,0 | 8,5 | 7,0 |
| Kukurūzai silosui | 7,0 | 3,5 | 8,5 | 7,5 | 8,0 | 7,5 |
| Kukurūzai grūdams | 6,5 | 1,0 | 9,0 | 6,5 | 6,5 | 7,0 |
| Ilgamečiai žolynai | 7,0 | 9,0 | 9,0 | 5,0 | 6,5 | 5,5 |
| Dobilai | 9,0 | 9,0 | 9,0 | 9,0 | 9,0 | 3,0 |
| Liucernos | 9,0 | 9,0 | 9,0 | 9,0 | 9,0 | 3,0 |

*Pastaba. Lentelėje paryškintos maksimaliai didžiausios priešėlinės vertės atitikmenys (modifikuota pagal Šiuliauskas ir kt., 2000)

Tinkamai sudaryta augalų kaita turi:

- Išlaikyti potencialų dirvožemio derlingumą, palaikyti teigiamą maisto medžiagų balansą;
- Mažinti piktžolėtumą, augalų ligų ir kenkėjų išplitimą;
- Saugoti dirvožemį nuo erozijos;
- Ekologinės gamybos ūkyje taikoma šiam gamybos būdai tinkama sėjomaina, kurios būtina griežtai laikytis.

Po atliktų tyrimų buvo parengtos rekomendacijos, kada augalas gali grįžti į tą patį plotą, kitaip dar vadinamos fitosanitarinės pertraukos (7 lentelė).

7 lentelė. Rekomenduojama fitosanitarinė pertrauka žemės ūkio augalams

| Eil. nr. | Augalo rūšis | Rekomenduojama fitosanitarinė pertrauka, metais |
|----------|--------------------------------------|---|
| 1 | Žieminiai ir vasariniai kviečiai | 2 |
| 2 | Žieminiai rugiai | 0-1 |
| 3 | Miežiai | 0 m, po atsėlio 1-2 |
| 4 | Avižos | 3 |
| 5 | Žirniai | 4 |
| 6 | Vikiai grūdams | 3 |
| 7 | Pašarinės pupos | 3 |
| 8 | Linai | 4-6 |
| 9 | Rapsai | 4 |
| 10 | Cukriniai ir pašariniai runkeliai | 0 m, po atsėlio 3 - 4 |
| 11 | Bulvės sėklai | 3-4 |
| 12 | Bulvės maistui, pašarui, pramonei | 0 m, po atsėlio 3 |
| 13 | Kukurūzai | 0 m., po atsėlio 1 |
| 14 | Raudonieji dobilai | 4 |
| 15 | Baltieji ir rausvieji dobilai | 2 |
| 16 | Vikių avižų mišinys žaliajam pašarui | 0-1 |

Tam kad būtų lengviau augalus sudėlioti tinkama tvarka augalai yra suskirstyti į grupes (8 lentelė). Kaip pavyzdžiui avižos ar miežiai – vasarajui, dobilai – daugiamečių žolės, žieminiai kviečiai ar rugiai – žiemkenčiai ir t.t.

8 lentelė. Augalai ir jų grupės

| Augalai | Augalų grupės |
|--|-------------------|
| Vikių - avižų mišinys žaliajam pašarui | Užimtas pūdymas |
| Žieminiai kviečiai | Žiemkenčiai |
| Dobilai I naudojimo metų | Daugiametės žolės |
| Dobilai II naudojimo metų | Daugiametės žolės |
| Žieminiai rugiai | Žiemkenčiai |
| Bulvės ir cukriniai runkeliai | Kaupiamieji |
| Miežiai | Vasarojus |
| Avižos | Vasarojus |

Agroekosistemose dėl intensyvios žemės dirbimo technologijos būtinos papildomos priemonės, siekiant dirvožemyje išsaugoti optimalų organinės medžiagos balansą. Žinoma, kad intensyvių ūkių sėjomainų schemose iki 30 proc. pasėlių gali sudaryti kaupiamieji augalai: cukriniai ir pašariniai runkeliai, bulvės, pašariniai kopūstai ir kukurūzai. Siauros specializacijos ūkiuose pasėlių struktūrai pagerinti, įtraukiami aukštesnės priešėlinės vertės augalai. Jei vasarinių varpinių javų auginama ne daugiau kaip 50 proc. viso pasėlių ploto, jų priešėliai bus geri. Dirvožemio derlingumui didinti ir kaip priešėlių lauko sėjomainoje tinka auginti daugiamečių pašarines žoles.

Sėjomainos gali būti klasifikuojamos pagal įvairius požymius: auginamų augalų skaičių, dirvožemio derlingumo atkūrimą, pagal žemės ūkio augalų sudėtį ar paskirtį (9 lentelė).

9. lentelė. Sėjomainų klasifikacija

| Pagal narių skaičių: | Pagal derlingumo atkūrimą | Pagal žemės ūkio augalų sudėtį |
|----------------------|---------------------------|---|
| Trilaukė | Sideracinė | Lauko (75 proc. javų) |
| Keturlaukė | Vaismaninė | Pašarinė (50 proc.) |
| Penkialaukė | Žalieninė | Pievų-ganyklų |
| Penkialaukė | Pūdyminė | Specialiosios (daigyno, skiepyno, bityno ir t.t.) |
| Norfolko ir kt. | | |

Pagal narių skaičių sėjomainos skirstomos pagal joje auginamų augalų skaičių – trilauke, keturlaukė ir t.t. Pagal dirvožemio derlingumo palaikymą sėjomainos gali būti: *pūdyminės* – su juodoju pūdymu piktžolėms naikinti, drėgmei ir maisto medžiagoms armenyje kaupti; *vaismainės* – varpiniai javai keičiami su ankštiniais javais, žolėmis ir kaupiamaisiais augalais kasmet arba kas dveji metai. Dirvožemio viršutinio sluoksnio derlingumą palaiko ją išnaudojančių ir gerinančių augalų kaita; *žalieninės* – daugiamečių pašarinės žolės auginamos ne trumpiau kaip 2-3 metus, jas išarus – sėjamas vasarojus arba linai. Dirvožemio derlingumą atstato įterpta daugiamečių žolių organinė medžiaga; *sideracinės* – įtraukti pasėliai žaliajai trąšai: lubinas, barkūnas, seradėlė ir kt. (Bogužas ir kt., 2013; Romaneckas, 2011).

Žemės dirbimas yra vienas iš svarbiausių žemdirbystės veiksnių norint sukurti palankias sąlygas žemės ūkio augalams ir mikroorganizmams, žemės dirbimas yra pagrindinė agrotechnikos priemonė Lietuvos teritorijos plotas 6,53 mln. ha, iš jų per 60 % šiuo metu yra žemės ūkio paskirties žemė. Žemės paruošimas sėjai neatsiejamas su žemės dirbimu naudojant žemės ūkio techniką ir padargus. Kuo labiau vystomas žemdirbystės sektorius, tuo labiau modernėja ir atsinaujina naudojama technika. Tai turi įtakos dirvožemio tankiui, kadangi sunkesniais traktoriais yra dirbama žemė ir taip dirvožemis suslūgsta ir suvažinėjamas. Per visą žemės dirbimo sezoną sunkioji technika ne tik pasėja, purškia, tręšia, bet su jos pagalba ir nuimamas derlius. Vadinasi kuo dažniau ant dirvožemio užvažiuoja sunki technika, tuo labiau suspaudžiamos poros, pro kurias sumažėja oro apykaita ir taip susilpnėja mikroorganizmų aktyvumas. Sunkiau pasisavina augalas organines medžiagas ir sumažėja jo derlingumas. Pagrindinės žemės dirbimo technologijos:

- Ariminė – jos metu dirva ariama verstuviniiais plūgais, o vėliau purenama purenimo padargais.
- Neariminė – jos metu dirva neariama, vietoj plūgo naudojami sudėtiniai agregatai iš vertikalių rotorinių kultivatorių ir seklaus purenimo.
- Tiesioginė sėja – jos metu sėjama į neįdirbtą dirvą ar ražienas.

Arimas dažniausiai naudojamas žemės dirbimo būdas, kurio metu apverčiama dirvožemio armuo su verstuviniiais plūgais (17 pav.). Jo metu visiškai yra užariamasi augalų liekanos, naikinamos piktžolės ir supurenamas dirvožemis. Tuo pačiu tai nėra lengviausias ir pigiausias būdas dirbti žemę, kadangi reikalingi įvairūs.



17. pav. Verstuviniu plūgu suartas dirvožemis

Pagal dirbamos žemės savybes galima pasirinkti arimo būdą – lygųjį, varsninį, figūrinį ir lysvinį. Lygiajam arimui naudojami apverčiamieji arba paverčiamieji plūgai. Varsninis arimas naudojamas nusausintose, išlygintose, vandeniui laidžiose dirvose. Figūrinis arimas naudojamas nestačiuose kalvotuose ir lygiuose laukuose. Važiuojama aplink lauką neiškeliant plūgo. Šis arimas mažina vandens ir mechaninę eroziją. Lysvinis arimas naudojamas slėniuose, kur dirvožemis mažai laidus drėgmei.

Skutimas – tai sekus dirvožemio viršutinio sluoksnio dirbimas skutikliais. Jo metu pakirsdamos piktžolių ir kitų augalų šaknys, supurenamas dirvos paviršius. Dažniausiai skutamos ražienos, dobilienos ar kukurūziena (18 pav.). Sekliojo skutimo metu gerai išpurentas dirvos paviršius saugo pasėlių pavėsyje išsilaikiusią drėgmę ir taip sudaro tinkamas sąlygas naujo derliaus sudyginimui. Taip pat purenant ražienines dirvas paviršiniame sluoksnyje yra įterpiamos augalų liekanos.

18 pav. Ražienų skutimas lėkštinėmis akėčiomis. (šaltinis: <https://www.youtube.com/watch?v=ay5dCr3q234>)

Ražienų įdirbimo metu svarbu, jog viršutinis dirvožemio sluoksnis būtų įdirbama vienodu gyliu. Lietuvos agrarinių miškų mokslų centro Joniškėlio bandymų rezultatų duomenimis, nustatyta, jog neariminis žemės dirbimas turi teigiamos įtakos dirvos mikrobiologiniam aktyvumui ir prisideda prie žemės tausojimo.

Priklausomai nuo auginamos augalų kultūros reikia tinkamai parinkti žemės dirbimą. Vieniems augalams reikia dirvos įdirbtos giliau, kitiems – sekliu. Gilaus purenimo tikslas, jog dirvoje vykstantys mikrobiologiniai procesai, dirvos drėgnis ir kitos savybės būtų optimaliausios. Purentuvus galima naudoti ir artoms, ir neartoms dirvoms purenti. Šio žemės dirbimo metu geriau išsiskaido augalų šaknys, drėgmė įsigeria į gilesnius sluoksnius. Taip pagerinamos dirvos fizikinės savybės, sumažinamas tankis ir padidinamas poringumas. Purenimo metu dirvos paviršinis sluoksnis yra suardomas ir sudaromos palankios sąlygos kultūriniais augalams augti ir subrandinti derlių. Gilusis purenimas turi teigiamą poveikį nuo 4 iki 5 metų, priklausomai nuo dirvožemio granulimetrinės sudėties. Svarbu parinkti tinkamą purenimo gylį, pvz.: norėdami įdirbti ganyklų žemę, vėžes siūloma trupinti žemę iki 45 cm gylyje, o ražienoms įdirbti reikėtų rinktis 20 – 25 cm gylį dirvožemiui purenti.

Būdingas šiuolaikinės žemdirbystės bruožas – perėjimas nuo intensyvių technologijų prie aplinką, dirvą ir išteklius tausojančių gamybos būdų. Net ir drėgno klimato šalyse vis dažniau atsisakoma arimo, pasikliaujama ribotu paviršiaus purenimu ir ražienine sėja, terpiant sėklą į ne įdirbtą arba tik į minimaliai įdirbtą dirvą, pvz. nuskustą ražieną.

Tręšimas greta kitų agrotechnikos priemonių – sėjomainos, žemės dirbimo, sėjos, pasėlių priežiūros ir kt. – laikomas veiksmingiausia augalų derlingumo, derliaus kokybės gerinimo priemone. Lietuvos žemdirbystės instituto (LŽI) daugelio metų tyrimų duomenimis, 25–35 proc. augalų derliaus padidėjimo priklauso nuo trąšų. Tačiau trąšų veiksmingumą lemia daug veiksnių: dirvožemio fizikinės ir cheminės savybės, tręšimo lygis, maisto elementų santykis, tręšimo laikas, būdai, darbų kokybė ir kt. Todėl vienas iš svarbiausių ir sudėtingiausių žemdirbių uždavinių yra racionalios augalų mitybos užtikrinimas siekiant konkurencingo derliaus, tausojant dirvožemio derlingumą, maisto medžiagų išteklius ir aplinką. Svarbu, kad augalų maisto medžiagos trąšų pavidalu būtų tinkamai panaudojamos atsižvelgiant į sąlygas, padedančias augalams jas pasisavinti Nepriklausomai nuo ūkininkavimo sistemos (intensyvioji, tausojamoji ar ekologinė) ir augalų mitybos išteklių (organinių, mineralinių trąšų) labai svarbu numatyti naudojimo būdus ūkiniu organizaciniu, ekonominiu ir gamtosaugos požiūriais. Tręšimo planas – tai visuma augalų mitybą reguliuojančių priemonių planuojamam derliui išauginti. Todėl organinių ir mineralinių trąšų naudojimą reglamentuoja HELCOM, Europos Sąjungos (ES) ir Lietuvos Respublikos Vyriausybės teisiniai dokumentai (Mašauskas, 2009). Nuo 2017 metų balandžio 1 dienos įsigalioja reikalavimas asmenims, tręšiantiems srutomis ir mėšlu daugiau kaip 30 ha žemės ūkio

naudmenų per kalendorinius metus, turėti reikalavimus atitinkantį tręšimo planą ir jį vykdyti (Įsakymas 3D-246 2015-04-01). Plane turi būti:

- tręšiamų laukų žemėlapiai su pažymėtomis paviršinių vandens telkinių apsauginėmis zonomis ir pakrančių apsauginėmis juostomis, vandenviečių sanitarinėmis apsauginėmis zonomis, vandens kaptazo įrenginiais;
- tręšimo kalendorinis grafikas (mėnesiais);
- dirvožemio tyrimų arba monitoringo ne senesnių kaip 3 metų duomenys apie azoto ir fosforo sandaugas tręšiamuose laukuose;
- numatomas panaudoti mėšlo ir srutų kiekis;

Mėšlui ir srutomis paskleisti naudojama specialiai tam skirta technika turi būti techniškai tvarkinga ir saugi. Nuo 2014 m. balandžio 1 d. tręšiant laukus skystuoju mėšlu ir srutomis, turi būti naudojamos tik ištaškymo, išlaistymo ar tiesioginio įterpimo į dirvą, technologijos.

Tręšimo plano sudarymo pagrindines nuostatas parengė Lietuvos žemdirbystės institutas ir Lietuvos žemės ūkio konsultavimo tarnyba pagal naują diferencijuoto augalų tręšimo programą, paremtą daugeliu veiksnių, kurie turi įtakos trąšų veiksmingumui ir kuriuos gali reguliuoti agrochemijos mokslas – nuo augalų fiziologinių savybių iki jų poreikio maisto medžiagoms, nuo dirvožemio granulimetrinės sudėties iki jo kompleksinio sukultūrinimo įvertinimo. Augalų maisto medžiagų poreikio normatyvai parengti remiantis lauko bandymų duomenimis ir derliaus cheminėmis analizėmis esant vidutinėms, apibendrintoms dirvožemio ir klimato sąlygoms. Norint numatyti augalų mitybos priemones, reikia apibendrintus normatyvus koreguoti remiantis konkrečiau lauko dirvožemio granulimetrinės sudėties, rūgštumo, azoto, fosforo, kalio kiekio ir kitais parametrais. Reikia atsižvelgti ir į agrotechnines sąlygas: priešėlį, jo tręšimą organinėmis žaliosiomis trąšomis, trąšų panaudojimo būdą, derliaus paskirtį ir daugelį kitų veiksnių (Mašauskas, 2009).



5. PRAKTINĖ UŽDUOTIS

Sudaryti sėjomainą pagal dėstytojo nurodytą klasifikaciją. Sudaryti sėjomainai tręšimo planą.

Tikslas: žinoti sėjomainos sudarymo principus, mokėti parinkti tinkamas augalų grupes dirvožemio derlingumui palaikyti bei piktžolių ir ligų prevencijai.

Įvertinti augalų mitybinius poreikius ir sudaryti tręšimo planą naudojantis „e-Geba“ augalininkystės programos tręšimo planavimo kortelėje naudojamomis priemonėmis.

Uždaviniai:

1. Išmokti sėjomainų klasifikaciją
2. Išmokti sudaryti sėjomainas pagal įvairius sėjomainos požymius (narių skaičių, dirvožemio derlingumo palaikymo ar žemės ūkio augalų sudėtį).
3. Paskaičiuoti dirvožemio humuso balansą pagal taikytas sėjomainas. Paskaičiuoti mėšlo ir šiaudų poreikį humuso balansui palaikyti. Humuso balanso skaičiuoklę rasite čia:



4. [SERTIFIKAVIMAS KONTROLIUI](#) pasirinkti „tręšimo planavimo ir humuso balanso skaičiuoklę“.
5. Sudaryti sėjomainos tręšimo planą pasinaudojant „e-GEBA“ augalininkystės programa:



6. Atliktą užduotį užrašykite į sąsiuvinį ir parašykite išvadas bei pasiūlymus.

4. LITERATŪROS ŠALTINIAI

1. Adomaitis A., Vaikasas S. 2011. „Vandens apšalymo nuo biogeninių medžiagų tyrimai Nemuno žemupyje mažo pavasario potvynio metu“. Kaunas. Vandens ūkio inžinerija. Nr. 39(59). P. 85-92
2. Aleinikoviėnė, J. 2009. Pietų Lietuvos ariamų smėlžemių renatūralizacija: cheminiai ir mikrofloros pokyčiai. Daktaro disertacija. Kaunas, 94 p.
3. Aplinkos ministerijos interaktyvi svetainė. Tarptautiniai ir Lietuvos strateginiai dokumentai. [Interaktyvus] prieiga : <http://www.am.lt/VI/index.php#r/1417>
4. Aplinkosauga ir tręšimo planavimas. 2009. Lietuvos žemės ūkio ministerijos interaktyvi svetainė. [Interaktyvus] prieiga: http://www.zum.lt/popup2.php?ru=bS9tX2FydGJbGUvZmlsZXMvdI9hcnRpY2xIX3ByaW50LnBocA==&tmpl_name=m_article_print_view&article_id=9190
5. Arlauskienė, A., Maikštėnienė, S., Šlepetienė, A. 2009. Tarpinių pasėlių ir šiaudų įtaka vasarinių miežių mitybai azotu bei dirvožemio humuso sudėčiai. Žemdirbystė-Agriculture, t. 96, Nr. 2, p. 53–70
6. Bagdžiūnaitė-Litvinaitienė L. 2005. „Biogeninių medžiagų kaitos upių vandenyje tyrimai ir įvertinimas“. Daktaro disertacija. Vilnius. P.26,34,51
7. Baigys G., Gaigalis K. 2012. „Žemės dirbimo būdų įtaka drenažo nuotėkiui ir azoto migracijai“. Kaunas. Vandens ūkio inžinerija. Nr. 40(60). P. 83-93.
8. Bird, N. R. A., Perrier, E. M. A. 2003. The pore-solid fractal model of soil density scaling. European Journal of Soil Science, vol. 54, iss. 3, p. 467–476.
9. Bogužas V., Arvasas J, Šniauka P. 2013. Žemdirbystė. Vadovėlis. Elektroninis išteklius. Prieiga per internetą: http://dspace.lzuu.lt/bitstream/1/2507/1/Zemdirbyste_vadovelis.pdf
10. Bogužas V., Mikučionienė R. Steponavičienė V., 2015. Šiaudų panaudojimo galimybės dirvožemio ir augalų derlingumui palaikyti. Mokslinė rekomendacija. Akademija, p. 12-18
11. Bogužas V., Mikučionienė R., Šlepetienė A., Sinkevičienė A., Feiza V., Steponavičienė V., Adamavičienė A., 2015. Long-term Effect of Tillage Systems, Straw and Green Manure Combinations on Soil Organic Matter. Žemdirbystė = Agriculture, 102 (3), p. 243-250.
12. Brazienė, Z. 2007. Spring Barley Yield and Productivity Components as Affected by Nitrogen Fertilization and Weather Conditions. Žemdirbystė / Agriculture, vol. 94, No. 1, p. 89–99.

13. Breuning–Madsen, H., Elberling, B., Balstroem, T., Holst, M., Freudenberg, M. A. 2009. Comparison of soil organoc carbon stock in ancient and modern land use systems in Denmark. *European Journal of Soil Science*, vol. 60, p. 55–63.
14. Bučienė, A., Švedas, A. 1997. Spatial Variability of Soil Agrochemical Properties and Crop yield in Lithuania. *Precision Agriculture 97. Spatial Variability in Soil and Crop*, Bios Scientific Publishers Ltd., vol. 1, p. 71–78.
15. Buivydaite, V., Motuzas, A., Vaičys, M. 2001. *Naujoji Lietuvos dirvožemių klasifikacija (1999)*. Kaunas, Akademija, 84 p.
16. Bushman L., Sands G. 2002. „*Agricultural drainage. Issues and answers*“. [Interaktyvus] prieiga : http://www.extension.umn.edu/agriculture/water/publications/pdfs/issues__answers.pdf
17. Cecevičius, G., Feiza, V., Feizienė, D. 2005. Tausojančiųjų žemės dirbimo būdų ir augalinių liekanų įtaka dirvožemio fizikinėms savybėms ir vasarinių miežių derliui. *Vagos. Mokslo darbai*. Nr. 69 (22), p. 7–18.
18. Christensen, B. T. 2001. Physical fractionation of soil and structural and functional complexity in organic matter turnover. *European Journal of Soil Science*, vol. 52, p. 345–353.
19. Christensen, B. T., Rasmussen, J., Eriksen, J., Hansen, E. M. 2009. Soil carbon storage and yields of spring barley following grass leys of different age. *European Journal of Agronomy*, vol. 30, iss. 4, p.1–7.
20. Christianson L.E., Bhandi A., Helmers M.J. 2012., „*A Practice oriented Review of Woodchip Bioreactors for Subsurface Agricultural*“. *Agricultural and Biosystems Engineering*. USA. Iowa.Vol.28(6) P. 861-874
21. Christianson, L.E., Helmers M.J., Bhandi, A., 2010a. „*Bioreactor Design Geometry Effects on Nitrate*“. *Agricultural and Biosystems Engineering*. CIGR XVIIth World Congress – Quebec City, Canada – June 13-17, USA. P.4-9
22. COM 232. Proposal for a directive of the European parliament and of the Council establishing a framework for the protection of soil and amending. Directive 2004/35/EC Commission of the European Communities. Brussel, 2006, 22 09 2006.
23. COM, 2006. Thematic Strategy for Soil Protection [SEC(2006)620, SEC(2006)1165]. 2003 Text with EEA relevance. COM(2006)231 final. 2006, Brussels, 12 p. Prieiga per internetą http://ec.europa.eu/environment/soil/pdf/com_2006_0231_en.pdf. [žiūrėta 2009-04-16]
24. Cook, G. W. 1986. The intercontinental transfer of plant nutrients. In: *Proceedings of the 13th IPI Conference*. Worblaufen-Bern: International Potash Institute, p. 267–287.
25. Dabney, S. M., Delgado, J. A., Rieves, D. W. 2001. Using winter cower to improve soil and water quality. In: *Communication in Soil Science and plant analysis*, vol. 32, p. 1221–1250.

26. Dapkienė M., Kustienė R. 2008. „*Vandens išteklių naudojimas*“, mokomoji knyga. Kaunas. Ardiva. P. 63-69, 79.
27. Dirvožemio organinės medžiagos ir struktūringumo praradimo procesų priežastys ir pasekmės: sėjomainų taikymo praktikos vertinimo studija. 2015. Žemės ūkio, maisto ūkio ir žuvininkystės moksliniai tyrimai ir taikomoji veikla. 2015 m. tarpinė ataskaita. Aleksandro Stulginskio universitetas, Akademija. m.
28. Dumbrasukas A., Larison R. 1997. „*The influence of farming on water quality in the Nevezis basin*“. Kaunas. *Aplinkos tyrimai, inžinerija ir vadyba* 2(5): 48-55.
29. Eck B.J., Winston R.J., Hunt W.F., Barrett M.E. 2012. „*Water quality of Drainage from Permeable Friction Course*“. *Journal of environmental Engineering*. Vol.138. No.2. P. 174-181
30. Eidukevičienė, M., Ožeraitienė, D., Tripolskaja, L., Volungevičius, J. 2007. Change of soil pH in the territory of Lithuania: spatial and temporal analysis. *Žemės ūkio mokslai*. Vilnius, t. 14, Nr. 3, p. 1–8.
31. Eidukevičienė, M., Vaičys, J. 2001. *Dirvodaros procesai*. Lietuvos dirvožemiai. Vilnius: Lietuvos mokslas, kn. 32, p. 210–243.
32. Europos Komisijos interaktyvi svetainė. [Interaktyvus] prieiga per internetą: http://ec.europa.eu/environment/water/water-nitrates/index_en.html
33. Europos parlamento interaktyvi svetainė. [Interaktyvus] prieiga per internetą: http://www.europarl.europa.eu/aboutparliament/lt/displayFtu.html?ftuId=FTU_5.4.5.html
34. FAO-UNESCO. 1990. *Soil Map of the World. Revised Legend*. World Soil Resources Report 60. Fao, Rome, Italy, 120 p.
35. FAO-UNESCO. 1997. *Soil Map of the World. Revised Legend with corrections and updates*. ISRIC Wagenimgen, 140 p.
36. Feiza, V., Feizienė, D., Deveikytė, I. 2006. The influence of reduced spring tillage on soil properties, crop yield and profitability in a rotation. *Žemdirbyste*, vol. 93, no. 4, p. 16–31.
37. Feizienė, D., Feiza, V., Kadžienė, G., Šlepetienė, A. 2008. Glėjiško rudžemio (Endocalcari-Epihypogleyic Cambisol) armens agrocheminių savybių pokyčiai taikant ilgametes žemdirbystės sistemas. *Žemės ūkio mokslai*, Vilnius, p. 1–12.
38. Feizienė, D., Feiza, V., Lazauskas, S., Kadžienė, G., Šimanskaitė, D., Deveikytė, I. 2007. The influence of soil management on soil properties and yield of crop rotation. *Žemdirbyste*, vol. 94, no. 3, p. 129–145
39. Fullen, M. A., Booth, C. A., Brandsma, R. T. 2006. Long-term effects of grass ley set-aside on erosion rates and soil organic matter on sandy soils in east Shropshire, UK. *Soil and Tillage Research*, vol. 89, iss. 1, p. 122–128.

40. Gaigalis K., Marculanienė, J., Šmitienė A. 2003. „*Water quality in diferent Lithuanian geographic zones: comparasion of two watersheds*“. Kaunas. Water Management Engineering 23(45): 69-78.
41. Gaigalis, K., Kutra, G., Šmitienė, A. 2007. Nitrogen load assessment and pollution mitigation measures in the Dovinė watershed. *Ekologija*, t. 53, nr. 2, p. 37–43.
42. Gaigalis, K., Kutra, G., Šmitienė, A. 2007. Nitrogen load assessment and pollution mitigation measures in the Dovinė watershed. *Ekologija*, t. 53, nr. 2, p. 37–43.
43. Gerzabek, M. H., Strebl, F., Tulipan, M., Schwarz, S. 2002. Quantification of carbon pools in agriculturally used soils of Austrian carbon balance model, 2000. In: OECD Expert Meeting on Soil Organic Carbon Indicators for Agricultural Land. Ottawa, Canada, p. 73–78.
44. Grandy, A. S., Porter, G. A., Erich, M. S. 2002. Organic Amendment and Rotation Crop Effects on the Recovery of Soil Organic Matter and Aggregation in Potato Cropping Systems. *Soil Science Society of America Journal*, vol. 66 p. 1311–1319.
45. Greimas, G. 2003. Tręšimo sistemų įtaka skirtingų sėjomainų augalų produktyvumui ir NPK balansui. *Žemdirbystė. Mokslo darbai. Akademija*, nr. 4, p. 49–62
46. Gurklys V., Kvarciejus A. 2013. „*Expedency Expediency of the reconstruction of drainage systems*“. *Žemės ūkio mokslai*. T. 20. Nr. 3. P. 170-178.
47. Gutauskas, J., Mašauskienė, A., Šlepetienė, A. 2003. Kalio trąšų normos ganyklai: žolių botaninės sudėties, derliaus ir dirvožemio kokybės pokyčiai. *Žemdirbystė : mokslo darbai. Dotnuva-Akademija*, nr. 84 (4), p. 104–119.
48. Yang, J. J., Mosby, D. E., Casteel, S. W., Blanchar, R. W. 2001. Microscale pH variability for assessing efficacy of phosphoric acid treatment in lead-contaminated soil. *Soil science*, no. 166, p. 374–381.
49. Jankauskas, B., Jankauskienė, G. 2006. Kiekybiniai eroduojamų dirvožemių organinės medžiagos pokyčiai dėl skirtingo žemės naudojimo. *Žemės ūkio mokslai*. Vilnius, nr. 4, p.1–10.
50. Janušienė, V. 2000. Skirtingų sėjomainų tręšimo sistemų įtaka humuso kiekiui ir jo kokybinei sudėčiai velėniniame jauriniame priesmėlio dirvožemyje. *Žemdirbystė: mokslo darbai. Dotnuva-Akademija*, nr. 72, p. 34–45.
51. Janušienė, V., Tripolskaja, L., Greimas, G. 1996. Tręšimo sistemų įtaka humuso kiekiui ir jo kokybinei sudėčiai velėniniuose jauriniuose priesmėlio dirvožemiuose. *Žemdirbystė: mokslo darbai. Dotnuva-Akademija*, t. 52, p. 57–71.
52. Janušienė, V., Žekonienė, V. 2000. Daugiamečių žolių agrobiologinė vertė. *Soil Science Society of America Journal*, vol. 66 p. 1311–1319.

53. Janušienė, V., Žekonienė, V. 2004. Žaliosios trąšos poveikis humuso bei mineralinio azoto pokyčiams priesmėlio dirvožemyje. *Žemės ūkio mokslai*, nr. 4, p. 1–6.
54. JAV Minesotos universiteto interaktyvi svetainė. [Interaktyvus] prieiga : <http://water.usgs.gov/edu/waterquality.html>
55. Jobbagy, E.G., Jackson, R. B. 2000. The vertical distribution of soil organic carbonand its relation to climate and vegetation. *Ecological Applications*, no. 10, p. 423–436.
56. Kadžienė, G. 2009. Dirvožemio savybių kaitos integruotas vertinimas skirtingose žemės dirbimo–tręšimo sistemose. *Daktaro disertacija. Akademija*, 119 p.
57. Kong, A. Y. Y., Six, J., Bryant, D. C. Denison, R. F. van Kessel, C. The relationships between carbon input, agrregation and soil organic carbonstabilization in sustainable cropping systems. *Soil Sci Soc Am J*. 2005, Vol. 69, p. 1078–1085.
58. Krištaponytė, I. 2003. Sėjomainos augalų derliaus ryšys su dirvožemio agrocheminėmis savybėmis ir tręšimu. *Žemdirbystė: mokslo darbai*, t. 82, nr.2, p. 35–47.
59. Krištaponytė, I., Maikštėnienė, S. 2006. Ilgalaikio įvairaus intensyvumo tręšimo poveikis glėjiškų rudžemių našumui. *Žemės ūkio mokslai*, nr. 3, p. 1–9.
60. Kutra, G. Gaigalas, K., Šmitienė, A. 2006. Land use influence on nitrogen leaching and options for pollution mitigation. *Žemdirbystė: mokslo darbai*, nr. 93 (4), p. 119–129.
61. Lagomarsino, A., Grego, S., Marhan, S., Moscatelli, M. C., Kandeler, E. 2009. Soil management modifies micro-scale abundance and function of soil microorganisms in a Mediterranean ecosystem. *European Journal of Soil Science*, vol. 60, p. 2–12.
62. Lamsodis R., Morkūnas V., Poškus V., Povilaitis A. 2006. „*Ecological approach to management of open dramins*“. *Irrig. and Drain*. 55:479-490.
63. Leverenza H.L., Haunschild K., Hopesa G., Tchobanoglousa G., Darbya J.L., 2010. „*Anoxic treatment wetlands for denitrification*“. *Ecological Engineering* 36. P. 1544–1551.
64. Lietuvos dirvožemiai. 2001. Sudarytojai: Eidukevičienė M., Vasiliauskienė V. Monografija, Vilnius: Lietuvos mokslas, kn. 32, 1223 p.
65. Lietuvos dirvožemių agrocheminės savybės ir jų kaita. 1998. Sudarytojas Mažvila J. Monografija, Kaunas, 195 p.
66. Lietuvos dirvožemių makromorfologinė diagnostika. 2006. Sudarytojas Mažvila J. Monografija. Lietuvos žemdirbystės institutas, 283 p.
67. Lietuvos gamtinė geografija. 2013. Sudarytoja Eidukevičienė M., vadovėlis aukštosioms mokykloms, Klaipėdos universiteto leidykla, psl. 332.
68. Lietuvos Respublikos seimas. Teisės aktai. [Interaktyvus] prieiga: http://www3.lrs.lt/dokpaieska/forma_1.htm

69. Lietuvos žemdirbystės instituto interaktyvi svetainė. [Interaktyvus] prieiga : <http://www.lammczi.lt/>
70. Litvinaitis A. 2009. „Žemėnaudos įtaka upių vandens kokybei“. Vilnius. Aplinkos apsaugos inžinerija. Mokslas – Lietuvos ateitis. Nr. 4. P. 56-66.
71. Lysovienė J., 2013. „Tarša veikiamų vidurio Lietuvos reguliuotų upelių savaiminis apsisvalymas sausmečio laikotarpiu“. Daktaro disertacija. Kaunas. P. 12.
72. Loveland, P., Webb, J. 2003. Is there a critical level of organic matter in agricultural soil of temperate regions: a review. *Soil & Tillage Research*, vol. 66, p. 107–118.
73. LRAM III-IV nacionalinis Jungtinių Tautų Bendrijos klimato kaitos konvencijos įgyvendinimo pranešimas. Vilnius, 2005. Prieiga per internetą: http://www.aplinkosauga.lt/download_file.php?id=94. Žiūrėta 2009–04–24.
74. LRV nutarimas dėl nacionalinės darnaus vystymosi strategijos patvirtinimo ir įgyvendinimo. 2003-09-11 Nr. 1160. Valstybės žinios, 2003, nr. 89–4029.
75. Maikštėnienė, S. Arlauskienė, A. 2004. Effect of preceding crop and green manure on the fertility of clay loam soil. *Agronomy Research*. Tartu, vol. 2, no. 1, p.87–97.
76. Maikštėnienė, S. Arlauskienė, A. 2007. Sustainable cropping system for the solution of environment protection problems. *Ekologija*. Vilnius, vol. 53, nr. 1, p. 89–97.
77. Maikštėnienė, S., Krištaponytė, I., Masilionytė, L. 2008. Ilgalaikių tręšimo sistemų poveikis glėjiškų rudžemių našumo pagrindinių rodiklių pokyčiams. *Žemdirbystė: mokslo darbai*, nr. 95 (1), p. 22–39.
78. Majumder, B., Mandal, B., Bandyopadhyay, P.K., Chaundhury, J. 2007. Soil organic carbon pools and productivity relationships for a 34 year old rice-wheat-jute agroecosystem under different fertilizer treatments. *Plant Soil*, vol. 297, p. 53–67.
79. Marcinkonis, S. 2007. Ariamų žemių renatūralizacija: poveikis dirvožemio armenų agrocheminiams rodikliams. *Žemės ūkio mokslai*, t. 14, nr. 2. p. 18–22
80. Mašauskas, V. 2009. Aplinkosauga ir tręšimo planavimas. *Mokymosi priemonė*, p. 96.
81. Mašauskas, V., Mašauskienė, A. 2005. Superfosfato kaip sieros šaltinio ilgalaikio naudojimo įtaka augalų derliui sėjomainoje. *Žemdirbystė: mokslo darbai*, t. 92, nr. 4, p. 36–51
82. Matuzevičius A., 1998. „Nuotekų valymas aktyviuoju dumbliu“ mokomoji priemonė. Vilnius „Technika“. P. 52
83. Mažeikienė A., Valentukevičienė M. 2012. „Biotechnologijos vandentvarkoje“, mokomoji knyga. Vilnius „Technika“. P. 103.

84. Mažvila, J. Vaišvila, Z., Arbačiauskas, J., Adomaitis, T., Antanaitis, A., Lubytė, J. 2007. Augalų derliaus ir jo kokybės priklausomumas nuo ilgalaikio tręšimo azotu, fosforu ir kalium smėlingame priemolyje. *Žemdirbystė: mokslo darbai*. Akademija, t. 94, nr. 3, p. 3–17.
85. Mažvila, J., Rainys, K., Vaišvila, Z., Arbačiauskas, J., Adomaitis, T. 2006. Lauko sėjomainos produktyvumo ir dirvožemio agrocheminių savybių skirtingo fosforingumo ir kalingumo dirvožemiuose priklausomumas nuo tręšimo sistemų. *Žemdirbystė: mokslo darbai*, t. 93, nr. 3, p. 3–17.
86. Mikalauskiene, A. štreimikienė, D. 2014. „Darnaus vystymosi paradigma ir jos raida“. *Darnus vystymasis: Teorija ir praktika*. Vilnius: Vilniaus universitetas. 10-30 p.
87. Mikučionienė R. 2010. Glėjiškųjų išplautžemių (Gleyic Luvisols) pagrindinių savybių ir našumo, taikant skirtingas tręšimo sistemas, integruotas vertinimas. Daktaro disertacija. Akademija, 83 p.
88. Mikučionienė, R.; Aleinikovienė, J. 2013. Pools of Soil Organic Carbon and Total Nitrogen in Long-term experiment on Gleyic Luvisols // *Rural development 2013 : the sixth international scientific conference*, 28-29 November, Akademija : proceedings. Akademija: Aleksandras Stulginskis University. ISSN 1822-3230. Vol. 6, b. 2 (2013), p. 177-181.
89. Mikučionienė, R.; Bogužas, V. Dirvožemio kokybės indikatoriai // *Mano ūkis*. ISSN 1392-3595. 2015, rugpjūtis, p. 26-28,30.
90. Misevičienė S. 2010. „Organinių medžiagų kaita gruntiniame vandenyje kiaulininkystės įmonės srutomis laistomuose laukuose“. Kaunas. LŽUŪ Mokslo darbai. Nr. 89. P. 42
91. Misevičienė S. 2012. „Paviršinių nuotekų kokybės tyrimai kiaulininkystės įmonių gamybinėse teritorijose“. Kaunas. *Vandens ūkio inžinerija*. Nr. 39(49). P. 23-33.
92. Misevičienė S. 2013 b. „Impact of the fields, fertilized with manure from big livestock companies on drainage water quality“. Kaunas. *Water management*. Volume 2.
93. Misevičienė S. 2013a. „Fosforo kaita drenažo vandenyje laukus tręšiant bekrailiu galvijų mėšlu“. Kaunas. *Vandens ūkio inžinerija*. 42(62) P. 55-60.
94. Moorman T.B., Parkin T.B., Kaspar T.C., Jaynes D.B. 2010. „Denitrification activity, wood loss, and N₂O emissions over 9 years from a wood chip bioreactor“. *Ecological Engineering* 36. P. 1567–1574.
95. Motuzas, A., Buivydaite V., Vaisvalavičius R., Šleinyš R. 2009. *Dirvotyra*, enciklopedija, p. 336.
96. NG H.Y.F., Tan C.S., Drury C.F. Gaynor J.D., 2002. „Controlled drainage and subirrigation influences tile nitrate loss and corn yields in a sandy loam soil in Southwestern Ontario“. *Ontario. Agriculture Ecosystems and Environment*. P. 81-87
97. Pocienė A. 2007. „Preveninės vandens taršos mažinimo priemonės“ metodinės priemonės. Akademija. P. 34.

98. Pocienė A., Pocius S. 2008. „Preveninės vandens taršos mažinimo priemonės“ mokomoji knyga. Kaunas. Ardiva. P. 13-18, 41-62.
99. Poška A., Punys P. 1996. „Inžinerinė hidrologija“, mokomoji knyga. Kaunas. P. 102-103
100. Povilaitis A., Živatkauskienė I. 2016. „Kontroliuojamo drenažo su denitrifikacijos bioreaktoriais pritaikymas dirvožemio drėgmės ir biogeninių medžiagų pernašų sausinamose žemėse optimizavimui“ tarpinė ataskaita. Kaunas-Akademija. P. 39
101. Povilaitis A., Querner E. 2007. „Changes expected in the hydrological regime of the Dovinė river after removal of sluice-gates“. Ekologija. Nr. 53, P. 56-63
102. Povilaitis A., Šileika A., Deelstra J., Gaigalis K., Baigys G. 2013. „Nitrogen losses from small agricultural catchments in Lithuania“. Agriculture, Ecosystems and Environment. P.11.
103. Povilaitis A., Taminskas J., Gulbinas Z., Linkevičienė R., Pileckas M. 2011. „Lietuvos šlapynės ir jų vandensauginė reikšmė“, monografija. Vilnius. P. 87-111.
104. Rainovanson A., Moncriet J., Venterea R., Rice P., Dittrich M. D. 2012., „Report to the Minnesota Department of Agriculture: Anaerobic Woodchip Bioreactor for Denitrification, and Greenhouse Gas Mitigation“. Minnesota. [Interaktyvus] prieiga : www.elsevier.com/locate/ecoleng
105. Ramoška E., Morkūnas, V. 2006. „Drenažo nuotėkio reguliavimo įtaka dirvožemio vandens režimui“, Kaunas, Vandens ūkio inžinerija 30(50): 5–14.
106. Razafimbelo, T. M., Albrecht, A., Oliver, R., Chevallier, T., Chapuis-Lardy, L., Feller, C. 2008. Aggregate associated-C and physical protection in a tropical clayey soil under Malagasy conventional and no-tillage systems. Soil & Tillage Research, vol. 98, iss. 2, p. 140–149.
107. Ritzema H.P. 1994. „Drainage Principles and Applications“. Netherlands. P. 264-265, 659-1050.
108. Romanovskaja, D. 2003. Įvairių organinių trąšų poveikis dirvožemio agrocheminėms savybėms ir mineralinio azoto migracijai. Daktaro disertacija. Akademija, 104 p.
109. Ruminaitė R. 2010. „Antropogeninės veiklos įtakos upių nuotėkui ir vandens kokybei tyrimai ir vertinimas“. Daktaro disertacija. Vilnius „Technika“.
110. Sakalauskas A., Šulga V. 2005. „Vandentiekis. Lauko vandentiekis ir vandens imtuvai“, mokomoji knyga. Vilnius „Technika“. P. 63.
111. Sakalauskas A., Šulga V., Jankauskas J. 2008. „Vandentiekis. Vandens ruošimas“, mokomoji knyga. Vilnius „Technika“. P. 21
112. Schipper L.A., Gold A.J., Davidson E.A., 2010. „Managing denitrification in human-dominated landscapes“. Ecological Engineering 36. P. 1503–1506.

113. Schipper L.A., Robertson W.D., Gold A.J., Jaynes D.B., Camerone A.C. 2010. „Denitrifying bioreactors – An approach for reducing nitrate loads to receiving waters“. Ecological Engineering 36. P. 1532–1543
114. Schmalz B., Bieger K., Foher N. 2008. „A method to assess instream water quality – the role of nitrogen entries in a North Germany rural lowland catchment“, Advances in Geosciences. Kiel, Germany. P. 37-41
115. Semėnienė D. 2014. „Survey of farmers in Latvia and Lithuania. Interim results“. Latvijos-Lietuvos bendradarbiavimo per sieną programos projektas LLIV-230 „Lielupės ir Ventos UBR upių monitoringas ir ūkininkų aplinkosaugos tyrimas“. Ataskaitinės konferencijos medžiaga. [Interaktyvus] prieiga : http://www.aapc.lt/naujienos_vykdomi_projektai.htm
116. Spencer W. 2013. „Pandoros sėkla. Nenuspėta civilizacijos kaina“. Vilnius, „Eugrimas“. P. 38
117. Šaulys V., Bastienė N. 2007. „Ecological and economical aspects of the management of drainage systems in Lithuania“. Proceedings of the International scientific conference „Research for Rural Development 2007“. Jelgava, Latvia, P. 264-270.
118. Šiuliauskas A., Liakas V., Rauckis V., Venskutonienė E., Venskutonis V., 2000. Javų augimo bei derliaus formavimosi ypatumai ir pagrindiniai jų agrotechnikos reikalavimai. – Akademija, 44 p.
119. Šlepetienė, A. 2008. Dirvožemio organinės medžiagos sudėtis ir jos pokyčiai agroaplinkoje. Habilitacijos procedūrai teikiamų mokslo darbų apžvalga. LŽI. Akademija, Kėdainių r., 21 p.
120. Šlepetienė, A., Šlepetys, J., Kavoliutė, F., Liaudanskienė, I., Kadžiulienė, Ž. 2007. Anglies, azoto, fosforo ir sieros pokyčiai vakarų žemaitijos natūraliose bei įvairiose agrarinėse žemėnaudose. Žemdirbystė, t. 94, nr. 3, p. 90–99.
121. Tausojamoji žemdirbystė našiuose dirvožemiuose. 2008. Sudarytojas Maikštėnienė S. Monografija, Lietuvos žemdirbystės institutas, 328 p.
122. Tiškutė D., 2006. „Azoto junginių dinamika skirtinguose šachtinių šulinių vandens gyliuose“. Magistro baigiamasis darbas. Akademija. P.8-12.
123. Tripolskaja, L., Janušienė, V. 1995. Įvairaus mėšlo įtaka pašarinės sėjomainos produktyvumui bei dirvožemio derlingumui. Žemdirbystė: mokslo darbai, t. 47, p. 89–98.
124. Tripolskaja, L., Romanovskaja, D. 2004. The effect of green manure on the migration of nitrogen compounds in fine-texture soils in Lithuania. 4 th International Congress of the ESSC. Proceedings Volume. Budapest, Hungary, p. 82-85.
125. Tumas R. 2003. „Vandens ekologija“, mokomoji knyga. Kaunas „Naujasis lankas“. P. 140-145.
126. Tumas, R. 2001. Water ecology; hydrochemical and hydrobiological evaluation of Lithuanian rivers. Water Management Engineering Transactions, vol. 14, p. 41–47.

127. UNE/WMO/IPCC, 2003; 2006. Good practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry. (Edited by J.Penman, M.Gytarsky, T.Hiraishi, T.Krug, D.Kruger, R.Pipatti, L.Buendia, K.Miwa, T.Ngara, K.Tanable and F.Wagner).
128. Urbonas R. 1998. „Sausinimas – drenažas“, mokomoji knyga. Vilnius „Petro ofsetas“. P. 25-37, 139-144, 229-238.
129. Vaičiukynas V., 2013. „Gruntinio vandens lygio dinamikos tarpdrenyje tyrimai ir modeliavimas“. Daktaro disertacija. Kaunas, P. 6, 26.
130. Vaikasas S. 2007. „Ekologinė hidraulika“, mokomoji knyga. Vilnius „Technika“. P. 50-55, 125-154.
131. Vaišvila, Z. J. 1996. Dirvožemio mineralinio azoto, judriųjų fosforo ir kalio vaidmuo žemės ūkio augalų mityboje: Habilitacinis darbas.-Dotnuva-Akademija, 189 p.
132. Vaišvila, Z., Arbačiauskas, J., Mažvila, J. 2002. Pagrindinės augalų maisto medžiagos skirtingos genezės dirvožemiuose. Žemės ūkio mokslai, Vilnius, nr. 3, p. 3–13.
133. Valstybės įmonė Valstybės žemės fondas, 2013. „Melioruota žemė ir melioracijos statiniai (2013-01-01)“ informacinis leidinys. Vilnius. P. 42.
134. Van der Lee G. M., Venterink H., Asselman N.E., 2004. „Nutrient Retention in Floodplains of the Rhine Tributaries in the Netherlands“. River Res. Applic 20. P. 315-325.
135. Vejre, H., Callesen, I., Vesterdal, L., Raulund-Rasmussen, K. 2003. Carbon and nitrogen in Danish forest soils – contents and distribution determined by soil order. Soil Science Society of America Journal, No. 67, p. 335–343.
136. Vesterdal, L., Ritter, E., Gundersen, P. 2002. Changes in soil organic carbon following afforestation of former arable land. Forestry Ecology and Management, v. 169, iss. 1–2, p. 137–147.
137. Wagner, S., Cattle, S.R., Scholten, T. 2007. Soil–aggregates formation as influenced by clay content and organic-matter amendment. Plant Nutrient and Soil Science, vol. 170, p. 173–180.
138. Westrom, I., Messing I., 2007. „Effects of controlled drainage on N and P losses and N Dynamics in loamy and with spring crops“. Sweden, Uppsala. Agricultural and Watermanagement. P. 229-240
139. Zableckienė, D., Butkutė, B. 2006. Daugiamečių žolių mišinių produktyvumas žemaitijos kalvų šlaitų ganykloje. Žemdirbystė. Mokslo darbai, t. 93, nr. 1, p. 33-46.
140. Žekonienė, V. 1995. Dirvožemio agrocheminių ir biologinių savybių kitimas priklausomai nuo varpinių javų kiekio agrofitocenozeje. Žemės ūkio mokslai. Akademija, nr. 1, p. 11–16.
141. Žekonienė, V., Janušienė, V. 1997. Specializuotų javų sėjomainų poveikis dirvožemio humuso kiekiui ir jo kokybinei sudėčiai. Žemdirbystė: mokslo darbai, t 59, p. 37–48.

142. Лыков, А.М., Сафанов, А. Ф., Полин, В. Ф. 2002. Общие итоги исследование проблем плодородие дерного-подзолистой речвы. Известии Тимирязевской академии. Москва, вып. 1, с. 54–67.