

## STUDIJŲ DALYKO APRAŠAS

Dalyko kodas	Dalyko apimtis kreditais	Institucija	Fakultetas	Katedra
APL8001	8	VDU	GMF	Aplinkotyros

### Pavadinimas

*Mokslinių tyrimų metodologija*

### Pavadinimas anglų kalba

*Research Methodology in Environmental Sciences*

Studijų būdas	Kreditų skaičius
Paskaitos	2
Konsultacijos	1
Seminarai	
Individualus darbas	5

### Dalyko anotacija lietuvių kalba (iki 500 simbolių)

Dalykas skirtas pirmųjų dviejų metų doktorantams, siekiantiems sustiprinti teorinius ir praktinius mokslinių tyrimų ekologijos ir aplinkos mokslų srityje metodologijos pagrindus. Daug dėmesio skiriama praktiniams tyrimų planavimo ir vykdymo aspektams: gebėjimui tinkamai pasirinkti tyrimų temą, suformuluoti tyrimų problemą, hipotezes, tikslus ir uždavinius tikslui pasiekti, suplanuoti tyrimo eigą ir atlikti tyrimus, pasirinkti tam reikiamus instrumentus, matematiškai apdoroti gautus rezultatus ir pateikti tyrimų rezultatus mokslinio straipsnio, ataskaitos ar pranešimo (žodinio, standinio) forma.

### Dalyko anotacija anglų kalba (iki 500 simbolių)

The aim of the course is to cover the gap by providing information in environmental investigation and experimental methodology. It introduces with the main methods of environmental research, experiments, field investigations. During this course, students will get skills in identifying the problem; hypothesis, designing an experiment; sampling (i.e. data collection); obtaining representative samples; observing and measuring the samples to obtain data; objectively analyzing the data; presentation of experimental data graphically; interpreting and drawing conclusions; preparation of a research report, thesis, poster or oral presentations.

### Dalyko poreikis ir aktualumas

Doktorantams labai svarbu sustiprinti teorinius ir praktinius tyrimų ekologijos ir aplinkotyros mokslų srityse pagrindus. Kurse nagrinėjama eksperimentinių laboratorinių ir lauko tyrimų planavimo, vykdymo, duomenų apdorojimo ir analizės metodologija

### Dalyko tikslai

Kursas skiriamas supažindinti su aplinkos mokslinių tyrimų metodologija ir pagrindiniais mokslinių tyrimų vykdymo principais.

### Dalyko turinys, temos ir studijų metodai

Bendra aplinkos tyrimų metodologija. Tyrimų tipai. Tyrimų planavimas. Literatūros (publikacijų šaltinių, informacijos apie publikacijas pasirinkta tema) paieška ir analizė. Problema, tyrimų tikslas ir uždaviniai. Aktualumas, naujumas. Hipotezių formulavimas. Tyrimo objekto ir tipo pasirinkimas. Laboratorinių ir lauko tyrimų metodika. Tyrimų apimtis. Tyrimų vykdymas. Populiariųjų ir bendriųjų tyrimai. Tyrimo duomenų analizės metodai. Rezultatų statistinis apdorojimas. Grafinis rezultatų vaizdavimas. Rezultatų sutvarkymas, duomenų įvertinimas. Literatūros šaltinių citavimas, literatūros sąrašo sudarymas. Mokslinio darbo (ataskaitos, straipsnio) rašymas. Tyrimo rezultatų pristatymas (žodinis, standinis pranešimai).

Metodai: paskaitos, konsultacijos, referatas.

### Studijų pasiekimų vertinimas

Galutinis įvertinimas susideda iš: referato – 30 % ir egzamino – 70 %.

## Literatūra

1. Latwal G. S. 2020. Research Methodology. New Delhi: I. K. International Publishing House. p. 344.
2. Krebs C.J. Ecological methodology. Addison Wesley Longman, 1999. 620 p.
3. Holmes D., Moody P., Dine D. Research methods for the biosciences. Oxford university press, 2006. p. 381.
4. Ader H.J., Mellenbergh G.J. Research methodology in the social, behavioural and life sciences. SAGE publications, 1999. p. 393.
5. Kumar R. Research methodology: A step-by-step for beginners. SAGE Publications, 2014. p. 399.
6. Piegorsch Walter W. Analyzing Environmental Data. John Wiley and Sons, 2005. 496 p.
6. Ruxton G.D., Colegrave N. Experimental design for the life sciences. Oxford university press, 2006. p. 162.

## Dalyko programos rengėjai

Vardas, pavardė	Institucija	Pedagoginis vardas, mokslo laipsnis	Elektroninio pašto adresas
Jūratė Žaltauskaitė	VDU	doc. dr.	jurate.zaltauskaite@vdu.lt
Gintarė Sujetovienė	VDU	doc. dr.	gintare.sujetoviene@vdu.lt

## STUDIJŲ DALYKO APRAŠAS

Dalyko kodas	Dalyko apimtis kreditais	Institucija	Fakultetas	Katedra
APL8006	8	VDU	GMF	Aplinkotyros

### Pavadinimas

**Naujausios ekotoksikologijos kryptys**

### Pavadinimas anglų kalba

**Advances in ecotoxicology**

Studijų būdas	Kreditų skaičius
Paskaitos	2
Konsultacijos	1
Seminarai	
Individualus darbas	5

### Dalyko anotacija lietuvių kalba (iki 500 simbolių)

Dalykas skirtas doktorantams siekiantiems sustiprinti teorinius ir praktinius ekotoksikologijos pagrindus. Kursas nagrinėjamas toksinių medžiagų poveikis skirtinguose biologinės organizacijos lygiuose, supažindinama su pagrindiniais praktiniais ekotoksikologijos eksperimentiniais ir taikomaisiais principais, toksiškumo tyrimų reguliavimo aspektais. Daug dėmesio skiriama praktiniams eksperimentų ir lauko tyrimų planavimo, vykdymo ir rezultatų interpretavimo bei taikymo aspektams. Pagrindinis dėmesys skiriamas cheminių medžiagų poveikio natūralioms ekologinėms sistemoms vertinimui ir ilgalaikio poveikio rizikos vertinimui.

### Dalyko anotacija anglų kalba (iki 500 simbolių)

The course is aimed at analysis and development of advanced theoretical and practical skills in ecotoxicity and effects assessment at different levels of ecological organization. During the course students will get skills in ecotoxicological experimentation, its regulation and results application. Much attention is paid to the practical aspects of planning, conducting, and interpreting and applying the results of experiments and field research. The emphasis is on the ecological dimensions of ecotoxicology. The content covers main principles and methods of hierarchical ecotoxicology. The focus is on chemicals effects on natural ecosystems and long-term risks assessment.

### Dalyko poreikis ir aktualumas

Toksikologinis cheminių medžiagų keliamo poveikio gyviesiems organizmams ir ekosistemoms vertinimas yra ekologinės rizikos vertinimo pagrindas. Cheminių medžiagų (teršalų) keliamos rizikos vertinimas įtrauktas į aplinkos kokybės reguliavimo ir valdymo priemones. Ekotoksikologinių tyrimų teoriniai ir praktiniai pagrindai bei įgūdžiai yra itin aktualūs vykdant ekologijos ir aplinkotyros krypties mokslinius tyrimus.

### Dalyko tikslai

Kursas skirtas supažindinti su cheminių medžiagų ekotoksiškumu, reguliavimu, jų poveikio gyviesiems organizmams ir ekosistemoms nustatymu, taikant ekotoksikologinius tyrimus.

### Dalyko turinys, temos ir studijų metodai

Toksiškumo samprata. Ekologijos dimensija ekotoksikologijoje. Hierarchinė ekotoksikologija. Teršalų mišinio toksiškumas. Bioakumuliacijos modeliai. Dozė – atsakas tarpusavio priklausomybė ir kiti toksikologiniai principai. Ekotoksikologija – aplinkos kokybė reguliavimo priemonė. Toksiškumo testavimas, testų įteisinimas, standartizacijos procedūros. *In vivo*, *In vitro* testai. Biologiniai žymenys ir jų taikymas. Imunotoksikologija. Augalų ir gyvūnų ekotoksikologija. Toksiškumo testavimo duomenų apdorojimas ir taikymas. Netiesioginiai poveikiai: sąveika tarp populiacijų, metapopuliacijos, sąveika tarp bendrijų. Laiko ir erdvės dimensija ekotoksikologijoje. Procesai ekosistemose ir ekosistemų atsako tyrimai. Pagrindinės pasaulinės aplinkos problemos ir jų sąsaja su medžiagų toksiškumu. Metodai: paskaitos, konsultacijos, atvejų analizė.

## Studijų pasiekimų vertinimas

Galutinis įvertinimas susideda iš: individualios užduoties (atvejo analizė) -50%; ir egzamino – 50%.

## Literatūra

1. Newman M. C., Clements W.H. 2008. Ecotoxicology: a comprehensive treatment. Taylor and Francis, 852 p.
2. Risk assessment of chemicals: an introduction. 2007. Eds. C.J.van Leeuwen, T.G. Vermeire. Springer, 686 p.
3. Sparks T. 2000. Statistics in ecotoxicology. John Wiley and Sons, LTD, 320 p.
4. Newman M. C., Unger M.A. 2015. Fundamentals of Ecotoxicology, 4<sup>th</sup> edition. CRC Press, 654 p.
5. Walker C. H., Hopkin S.P., Sibly R.M., Peakall D.B. 2012. Principles of Ecotoxicology, 4<sup>th</sup> edition. Routledge, 360 p.

## Dalyko programos rengėjas/jai

Vardas, pavardė	Institucija	Pedagoginis vardas, mokslo laipsnis	Elektroninio pašto adresas
Jūratė Žaltauskaitė	VDU	doc. dr.	jurate.zaltauskaite@vdu.lt

## STUDIJŲ DALYKO APRAŠAS

Dalyko kodas	Dalyko apimtis kreditais	Institucija	Fakultetas	Katedra
APL8008	8	VDU	GMF	Aplinkotyros

### Pavadinimas

**Statistiniai aplinkos duomenų analizės metodai**

### Pavadinimas anglų kalba

**Statistical analysis of environmental data**

Studijų būdas	Kreditų skaičius
Paskaitos	2
Konsultacijos	3
Seminarai	1
Individualus darbas	2

### Dalyko anotacija lietuvių kalba (iki 500 simbolių)

Šios studijos suteikia žinių apie šiuolaikinius statistikos metodus, taikomus aplinkos duomenų analizėje. Studentai susipažįsta su Bajeso bei pakartotinos atrankos metodais, naudotinais vertinant skirstinio parametrus, apibendrintais tiesiniais modeliais (ATM), rizikos vertinimu, laiko eilutėmis, meta-analize, daugiamačiais statistikos metodais bei jų taikymu. Daug dėmesio skiriama ATM taikymu eksperimentiniuose bei aplinkos epidemiologijos tyrimuose. Studentai įgyja statistinių metodų taikymo ir darbo su statistiniais programų paketais įgūdžius.

### Dalyko anotacija anglų kalba (iki 500 simbolių)

These studies provide knowledge of modern statistical methods for the analysis of environmental data. Students learn about Bayesian and bootstrap methods for assessing of distribution parameters, generalized linear models (GLM), risk assessment, time series, meta-analysis, multidimensional statistical methods, and their application. A lot of attention is paid to the GLM application in environmental epidemiology and experimental studies. Students acquire the application of statistical methods and working with statistical software packages skills.

### Dalyko poreikis ir aktualumas

Pastaraisiais dešimtmečiais duomenų apdorojimui vis plačiau taikomi šiuolaikiniai statistikos metodai: apibendrinti tiesiniai modeliai, išgyvenamumo modeliai bei daugiamačiai statistikos metodai. Šių metodų įsisavinimas yra itin aktualus vykdant ekologijos ir aplinkotyros krypties mokslinius tyrimus ir pateikiant bei interpretuojant gautus rezultatus.

### Dalyko tikslai

Kurso tikslas – suteikti žinių apie šiuolaikinius statistikos metodus, jų taikymą aplinkos duomenų analizėje bei pasirengti savarankiškam šių metodų taikymui.

### Dalyko turinys, temos ir studijų metodai

1. Duomenų statistiniai modeliai. Nežinomų skirstinio parametrų vertinimas. Pakartotinos atrankos bei Bajeso metodai. Paskaitos, konsultacijos, savarankiškas darbas.
2. Parametrinių hipotezių tikrinimas tiriant aplinkos kokybę ir jos pokyčius. Paskaitos, konsultacijos, seminarai, savarankiškas darbas.
3. Neparametrinės hipotezės ir jų taikymas aplinkos duomenų analizei. Paskaitos, konsultacijos, savarankiškas darbas.
4. Koreliacinė analizė ir tiesinė regresija. Kokybinių kintamųjų ryšio vertinimo aspektai. Jų taikymas aplinkos duomenų analizėje. Paskaitos, konsultacijos, savarankiškas darbas.
5. Netiesinė regresija. Neparametrinė regresija. Paskaitos, konsultacijos, seminarai, savarankiškas darbas.
6. Dispersinė analizė, kovariancinė analizė bei taikymas eksperimentiniuose tyrimuose. Paskaitos, konsultacijos, seminarai, savarankiškas darbas.

7. Apibendrinti regresiniai modeliai: tiesinė, logistinė regresija, Puasono regresija. Paskaitos, konsultacijos, savarankiškas darbas.
8. Logistinės ir Puasono regresijos taikymas aplinkos tyrimuose, parametrų interpretacija. Paskaitos, konsultacijos, seminarai, savarankiškas darbas.
9. Išgyvenamumo analizė. Kokso modelis. Paskaitos, konsultacijos, savarankiškas darbas.
10. Meta-analizė. Paskaitos, konsultacijos, savarankiškas darbas.
11. Laiko eilutės, trendo vertinimas, autoregresijos-slenkančio vidurkio metodai. Laiko eilutės klimatologijoje. Paskaitos, konsultacijos, savarankiškas darbas.
12. Daugiamatė statistinė analizė: diskriminantinė, klasterinė, pagrindinių komponentų, faktorinė analizė. Kiti daugiamačiai statistikos metodai.
13. Klasterinės analizės ir klasifikacijos ir regresijos medžio taikymo aspektai aplinkos tyrimuose. Paskaitos, konsultacijos, savarankiškas darbas.
14. Eksperimento planavimas. Imties dydžio nustatymas. Paskaitos, konsultacijos, savarankiškas darbas.

### Studijų pasiekimų vertinimas

Pagrindinis vertinimo kriterijus –sugebėjimas praktiškai taikyti statistinius metodus aplinkos tyrimuose ir tinkamai interpretuoti gautus rezultatus. Svarbus kriterijus – apibendrintų tiesinių modelių bei daugiamačių statistikos metodų taikymo gebėjimai.

Galutinis įvertinimas susideda iš: referato -30%; ir egzamino – 70%;

### Literatūra

Pagrindinė:

1. Vencloviene J. Statistiniai metodai medicinoje. 2010, VDU leidykla, 344 p.
2. Vencloviene J. 2008. Statistiniai metodai aplinkotyroje Kaunas: Vytauto Didžiojo universitetas.
3. Townend J. Practical statistics for environmental and biological scientists (2002), John Wiley and Sons, 286 p.
4. Piegorsch Walter W. Analyzing Environmental Data (2005), John Wiley and Sons, 512 p.

Papildoma:

1. Shaw P. Multivariate statistics for the environmental sciences (2003), LONDON: Arnold, 248 p.
2. Piegorsch W.W., Bailer A.J. Statistics for environmental biology and toxicology (1997), Kluwer Academic Publishers, 600 p.
3. Machin D., Chenung Y., Parman M. Survival analysis. A practical approach. Second ed. 2006, Wiley, 226 p.
4. Higgins JPT, Green S (editors). *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions* Version 5.1.0 [updated March 2011]. The Cochrane Collaboration, 2011. Available from [www.cochrane-handbook.org](http://www.cochrane-handbook.org).
5. **Wassertheil-Smoller**, Sylvia, **Smoller**, Jordan. *Biostatistics and Epidemiology A Primer for Health and Biomedical Professionals*. 4th Edition. Springer 2015.

### Dalyko programos rengėjas/jai

Vardas, pavardė	Institucija	Pedagoginis vardas, mokslo laipsnis	Elektroninio pašto adresas
Jonė Vencloviene	VDU	Prof. Dr.	jone.vencloviene@vdu.lt

## STUDIJŲ DALYKO APRAŠAS

Dalyko kodas	Dalyko apimtis kreditais	Institucija	Fakultetas	Katedra
APL8005	8	VDU	GMF	Aplinkotyros

### Pavadinimas

Molekulinė ekologija ir genetiniai tyrimai

### Pavadinimas anglų kalba

Molecular ecology and genetic analysis

Studijų būdas	Kreditų skaičius
Paskaitos	2
Konsultacijos	
Seminarai	2
Individualus darbas	4

### Dalyko anotacija lietuvių kalba (iki 500 simbolių)

Kursas skirtas suteikti teorinių ir praktinių žinių apie molekulinį metodų panaudojimą šiuolaikinėje ekologijoje. Analizuojamos molekulinės ekologijos idėjos, ištakos ir raida, ryšys su genetika, pagrindiniai molekulinės ekologijos taikymo principai ir prioritetai. Daug dėmesio skiriama molekulinį metodų panaudojimui identifikuojant populiacijas, rūšis, hibridus; vertinant populiacijų genetinę struktūrą ir kintamumą; rūšių genetikai ir išlikimui, filogeografijai. Nagrinėjami augalų ir gyvūnų genetinės įvairovės pokyčiai besikeičiančioje aplinkoje, adaptaciją ir evoliuciją; laukinių rūšių išsaugojimo genetinis valdymas, GMO.

### Dalyko anotacija anglų kalba (iki 500 simbolių)

The course is designed to provide theoretical and practical knowledge on the application of molecular genetic techniques for ecological research. The course covers a wide variety of molecular ecology research areas, including, molecular identification, population genetics, conservation genetics, phylogeography, ecological genetic, hybridization and genetically modified organisms. The application of molecular techniques allows ecologists to gain a deeper understanding of the genetic bases of species formation and evolutionary adaptation as they interact with ever-changing, complex environments.

### Dalyko poreikis ir aktualumas

Per pastaruosius kelis dešimtmečius molekulinė genetika tapo viena iš sparčiausiai augančių gyvybės mokslų sričių. Molekuliniai metodai plačiai naudojami visose šiuolaikinės biologijos srityse, įskaitant ekologiją. Molekulinė ekologija ir populiacijų genetika sudaro pagrindą įvertinant šiuolaikinius procesus vykstančius besikeičiančioje aplinkoje. Sparčiai kintančios gamtinės aplinkos ir klimato sąlygomis tikslus molekulinis organizmų populiacijų struktūros ir pokyčių įvertinimas yra itin aktualus vykdant ekologijos ir aplinkotyros krypties mokslinius tyrimus.

### Dalyko tikslai

Dalykas skirtas ekologijos ir aplinkotyros krypties doktorantams siekiantiems detaliau susipažinti ir įsisavinti pagrindinius metodus leidžiančius įvertinti populiacijų genetinius pokyčius kintant aplinkai ir klimatui.

### Dalyko turinys, temos ir studijų metodai

1. Molekulinės ekologijos vystymosi raida, tyrimo sritis. Molekulinė genetika ekologijoje.
2. Molekulinį žymenų sistemos. Genetinis žymuo. Baltyminiai žymenys (alozymai, izozymai). Imunologiniai žymenys. Molekuliniai DNR žymenys. Dominantiniai ir kodominantiniai žymenys. Neutralūs ir išreikšti žymenys. Molekulinį žymenų genetinės ir technologinės savybės. Pageidautinos žymenų savybės. Molekulinį žymenų panaudojimo sritys ir tinkamumas ekologijos tyrimuose.

3. Genomo tyrimų ypatumai ekologijoje. Molekuliniai žymenis ir paveldėjimas. Genomo tipai: branduolio ir organoidų genomai. Prokariotų genomas. Gyvūnų mitochondrijų DNR (mtDNR) sekų tyrimai. Augalų mitochondrijų DNR ir chloroplastų DNR (cpDNR) sekų tyrimai. Haplotidinės chromosomos. Branduolinės DNR sekų analizę populiacijų genetiniuose tyrimuose.
4. Pavyzdžių rinkimas ir žymenų parinkimas molekulinėje ekologijoje. Medžiagos surinkimo strategijos molekulinėje ekologijoje: *paprastas (vientisas) atsitiktinis* pavyzdžių rinkimas; *sluoksniuotas atsitiktinis* pavyzdžių rinkimas ir *sisteminis (metodiškas)* pavyzdžių rinkimas; *adaptuotas* pavyzdžių rinkimas (tyrimų eigoje). Pavyzdžių kiekis. Pavyzdžių rinkimas vidupopuliaciniams tyrimams: įvertinant alelių dažnius; alelių skaičių; genetinę įvairovę; genetinę distanciją; genų srautą.
5. Baltymų tyrimo metodai. Baltymų polimorfizmas. Izofermentų (alozimų) genetinė kontrolė. Izofermentų (alozimų) analizė. Baltymų elektroforezė. Duomenų interpretavimas. Imunologiniai metodai: Serologiniai antigenų ir antikūnų nustatymo metodai. Imunofermentinės analizės metodas (IFA arba ELISA).
6. DNR tyrimo metodai. DNR, RNR išskyrimas ir gryninimas. RFIP (Restrikcinių fragmentų ilgio polimorfizmas; *angl. RFLP*). Restrikcijos fermentai. DNR-DNR hibridizacija. Southern blotingas. RFIP panaudojimas molekulinės ekologijos tyrimuose. Metodo privalumai ir trūkumai. Duomenų analizė.
7. PGR pagrįsti tyrimo metodai. APPD (Atsitiktinai padaugintos DNR polimorfizmas; *angl. RAPD*). APPD panaudojimas molekulinės ekologijos tyrimuose. APPD tyrimo duomenų analizė. Metodo privalumai ir trūkumai. AFIP (Amplifikuotų fragmentų ilgio polimorfizmas; *angl. AFLP*). AFIP panaudojimas molekulinės ekologijos tyrimuose. AFIP tyrimo duomenų analizė. Metodo privalumai ir trūkumai. AFIL modifikacija – MSAPs (Methylation-Sensitive Amplified Polymorphisms – metilinimui jautrus pagausintų fragment polimorfizmas). Charakteristika; panaudojimas molekulinės ekologijos tyrimuose; privalumai ir trūkumai. VPTK (Varijuojantis pasikartojančių tandemų kiekis; *angl. VNTR*). Branduolio ir mitochondrijos DNR VPTK. Minisatelitai. Minisatelitų panaudojimas molekulinės ekologijos tyrimuose. Tyrimo duomenų analizė. Metodo privalumai ir trūkumai. Mikrosatelitai (*angl. SSR*, ar *STR*). Mikrosatelitų panaudojimas molekulinės ekologijos tyrimuose. Tyrimo duomenų analizė. Metodo privalumai ir trūkumai. Kartotinių paprastų sekų intarpai (ISSR).
8. Išreikštų sekų žymenis (EST; *angl. Expressed sequence tags EST*). Tyrimo duomenų analizė. Pavienių nukleotidų polimorfizmas (SNP). Tyrimo duomenų analizė. Mikrogardelių technologija.
9. DNR sekoskaita (sekvenavimas); Didelio našumo arba naujos kartos sekoskaita. Tyrimo duomenų analizė. DNR mikro gardelių technologija (*angl. DNA microarray*). Tyrimo duomenų analizė.
10. Molekulinių tyrimo metodų panaudojimas populiacijų ir bendrijų ekologijos tyrimuose. Genetinė identifikacija: Rūšies koncepcijos. Rūšių, individų ir lyties molekulinis identifikavimas. Hibridų identifikavimas. Genotipų identifikavimas. Giminingumo analizė. Kilmės nustatymas: palikuonių genotipų tyrimai; palikuonių tėvystės analizė. Neinvazinis identifikavimas. Aplinkos DNR.
11. Barkodingas; sekų parinkimas identifikuojant augalų ir gyvūnų taksonus. Metobarkodingas. Metagenomika.
12. Populiacijų identifikacija. Genetinė įvairovė ir diferenciacija. Populiacijos genetinės įvairovės įvertinimas. Genetinę įvairovę populiacijose lemiantys veiksniai. Populiacijų genetinę struktūrą: genetinę distanciją; populiacijų diferenciacija. F-statistika. Kiti populiacijos struktūros įvertinimo metodai. Migracija ir genų srautas. Genų srauto įvertinimo metodai. Kaštovaizdžio genetika ir genomika. Duomenų analizės metodai kraštovaizdžio genetikoje.
13. Aplinkosauginė genetika. Evoliucijai reikšmingas vienetas (ERV). Kaip genetiniai veiksniai tiesiogiai veikia išnykimo riziką. Genetinę įvairovę ir inbrydingas. Inbrydinė depresija. Autbridinė depresija. Translokacijos. Prisitaikymas prie aplinkos kitimo ateityje.
14. Filogeografija. Molekulinis laikrodis. Bifurkaciniai medžiai. Filogenetiniai tinklai. Ilgalaikiai klimato svyravimai. Išplėtimas ir geografinis populiacijų atsiskirimas. Filogenetinės (gyministės) linijos. Taikomoji filogeografija: biologinės invazijos.

### Studijų pasiekimų vertinimas

Galutinis įvertinimas susideda iš: referato -30%; ir egzamino – 70%

### Literatūra



1. Freeland J. Molecular Ecology. 3rd ed. Wiley-Blackwell. 2019
2. Freeland J., Kirk H., Petersen S. Molecular Ecology. 2nd ed. Wiley-Blackwell. 2011.
3. Graham Rowe, Michael Sweet, and Trevor Beebee. An introduction to Molecular ecology. 3rd ed. Oxford university press. 2017.
4. Beebee T., Rowe G. An introduction to Molecular ecology. Oxford university press. 2nd ed. 2008.
4. Conner J.K., Hartl D.L. Ekologinės genetikos pradmenys Vilnius, 2007.
5. Sruoga A., Paulauskas A., Radzijeuskaja J. Molekulinė ekologija. 2008. Metodinė priemonė. Kaunas.

**Dalyko programos rengėjas/jai**

Vardas, pavardė	Institucija	Pedagoginis vardas, mokslo laipsnis	Elektroninio pašto adresas
Algimantas Paulauskas	VDU	Prof. dr.(hp)	algimantas.paulauskas@vdu.lt
Jana Radzijeuskaja	VDU	Dr.	jana.radzijeuskaja@vdu.lt

## STUDIJŲ DALYKO APRAŠAS

Dalyko kodas	Dalyko apimtis kreditais	Institucija	Fakultetas	Katedra
APL8007	8	VDU	GMF	Aplinkotyros

### Pavadinimas

*Darnaus vystymosi teorija ir praktika*

### Pavadinimas anglų kalba

*Theory and practice of sustainable development*

Studijų būdas	Kreditų skaičius
Paskaitos	2
Konsultacijos	2
Seminarai	
Individualus darbas	4

### Dalyko anotacija lietuvių kalba (iki 500 simbolių)

Analizuojamos darnaus vystymosi idėjos ištakos ir raida, pagrindiniai darnaus vystymosi principai ir prioritetai. Supažindinama su pagrindinėmis darnaus vystymosi sąvokomis, komponentais ir jų sąveika, pagrindinis dėmesys skiriamas aplinkosauginių, ekonominių bei socialinių interesų derinimui. Analizuojamos darnaus vystymosi politikos formavimo ir jos tikslų įgyvendinimo Lietuvoje ir Europos Sąjungoje priemonės. Vertinamos darnaus vystymosi tikslų įgyvendinimo klimato kaitos, bioekonomikos ir žiedinės ekonomikos sąlygomis galimybės.

### Dalyko anotacija anglų kalba (iki 500 simbolių)

The course is aimed at knowledge on the theoretical background and practice of sustainable development. Origins and evolution of sustainability concept and main principles and priorities of sustainability are analyzed, focusing on the reconciliation of environmental, economic and social aspects. The formation of sustainable development policy and the implementation of its goals in the Lithuania and European Union are presented. The implementation of sustainable development goals in the context of climate change, bioeconomy and circular economy policies is also assessed.

### Dalyko poreikis ir aktualumas

Darnaus vystymosi koncepcija sudaro teorinę šiuolaikiškos visuomenės vystymosi pagrindą ir laikoma priimtinausiu tolesnės raidos modeliu, sudarančiu galimybę suderinti ekonominius, socialinius ir ekologinius žmonijos poreikius, integruojant klimato kaitos, bioekonomikos bei žiedinės ekonomikos principus. Sparčiai kintančios gamtinės aplinkos, visuomenės ir globalizacijos procesų kontekste darnaus vystymosi koncepcijos pagrindinių nuostatų ir jų praktinio taikymo galimybių supratimas yra itin aktualus vykdant ekologijos ir aplinkotyros krypties mokslinius tyrimus.

### Dalyko tikslai

Dalykas skirtas pirmųjų dviejų metų doktorantams, siekiantiems sustiprinti teorinius darnaus vystymosi koncepcijos pagrindus ir detaliau susipažinti su šios koncepcijos raidos pagrindinėmis tendencijomis, politikos tikslų formavimu ir įgyvendinimu bei vaidmeniu ekologijos ir aplinkotyros žinių sistemoje.

### Dalyko turinys, temos ir studijų metodai

Dalyko turinys bei temos:  
Darnaus vystymosi koncepcijos ištakos ir raida;  
Darnaus vystymosi koncepcijos esmė. Darnaus vystymosi principai ir prioritetai;  
Pagrindiniai darnaus vystymosi komponentai ir jų sąveika;  
Antropocentriniai ir ekocentriniai požiūriai į darnų vystymąsi: silpno ir stipraus darnumo vertinimas ir įgyvendinimas;  
Darnaus vystymosi tikslų formavimas ir įgyvendinimas;  
Bioekonomika, žiedinė, žaliaji ekonomika;  
Ekonomikos augimo ir darnaus vystymosi sąvokų derinimas;  
Ekologinio efektyvumo koncepcija ir poveikio aplinkai atsiejimo nuo ekonomikos augimo galimybės ir iššūkiai;

Darnios gamybos principai, darnaus vystymosi tikslai skirtinguose ekonomikos sektoriuose;  
 Darnus vartojimas ir aplinkosauginis sąmoningumas;  
 Europos Sąjungos politikos tikslai ir jų įgyvendinimas;  
 Lietuvos darnaus vystymosi strategijos įgyvendinimas ir iššūkiai;  
 Darnaus vystymosi koncepcijos neapibrėžtumas – plusai ir minusai;  
 Ilgalaikė darnaus vystymosi koncepcijos raida.

Studijų metodai:

Paskaitose demonstruojamos prezentacijos; diskusijos pristatoma tema; atvejų analizė; pateikiamų problemų sprendimų siūlymas, remiantis paskaitų ir papildomos naujausios literatūros analize; rašto darbų rengimas ir pristatymas;

### Studijų pasiekimų vertinimas

Galutinis įvertinimas susideda iš: referato -30%; ir egzamino – 70%;

### Literatūra

Pagrindinė:

1. Čiegis R. 2009. Gamtos išteklių ir aplinkos ekonomika. Klaipėda: Klaipėdos universiteto leidykla 740 p.
2. Juknys R. 2008. Darnus vystymasis. Kaunas: Vytauto Didžiojo Universitetas, 236 p.
3. Jackson T. 2009. Prosperity without Growth. Economics for a Finite Planet. Earthscan, London. 264 p.
4. Juknys R. 2012. Aplinka ir vystymasis. 425 p. VDU Intranetas.
5. An Action Agenda for Sustainable Development, 2013. Sustainable Development Solutions. UN Sustainable Development Solution Network.
6. Monkelbaan, J. 2018. Governance for the sustainable development goals. New York NY: Springer Berlin Heidelberg. 214 p.
7. Karlsson, C., Silander, D. (Eds.). 2020. Implementing Sustainable Development Goals in Europe: The Role of Political Entrepreneurship. Edward Elgar Publishing. 203 p.

Papildoma:

1. Neummayer. E. 2003. Weak versus strong sustainability. UK. Edward Elgar. 271 p.
2. Borowy, I. Schmelzer, M. (Eds.). 2017. History of the future of economic growth: Historical roots of current debates on sustainable degrowth. Taylor & Francis. 201 p.
3. Keswani, C. 2020. Bioeconomy for sustainable development. Springer Singapore. 277 p.
4. Ghosh, S. K. (Ed.). 2020. Circular economy: Global perspective. Springer. 452 p.
5. Juknys, R., Liobikienė, G., Dagiliūtė, R. Deceleration of economic growth – the main course seeking sustainability in developed countries. Journal of Cleaner production, 2018, 192, 1-8.
6. Juknys, R., Liobikienė, G., Dagiliūtė, R. Sustainability of Economic Growth and Convergence in Regions of Different Developmental Stages. Sustainable Development, 2017, 25, 276-287.
7. Liobikienė, G., Baležentis, T., Štreimikienė, D. Chen, X. Evaluation of bioeconomy in the context of strong sustainability. Sustainable Development, 2019, 27(5), 955-964.

### Dalyko programos rengėjas/jai

Vardas, pavardė	Institucija	Pedagoginis vardas, mokslo laipsnis	Elektroninio pašto adresas
Romualdas Juknys	VDU	Profesorius, mokslų daktaras	romualdas.juknys@vdu.lt
Genovaitė Liobikienė	VDU	Docentė, mokslų daktarė	Genovaitė.liobikiene@vdu.lt

## STUDIJŲ DALYKO APRAŠAS

Dalyko kodas	Dalyko apimtis kreditais	Institucija	Fakultetas	Katedra
APL 8004	8	VDU	GMF	Aplinkotyros

### Pavadinimas

*Augalų streso fiziologija*

### Pavadinimas anglų kalba

*Plant stress physiology*

Studijų būdas	Kreditų skaičius
Paskaitos	2
Konsultacijos	1
Seminarai	
Individualus darbas	5

### Dalyko anotacija lietuvių kalba (iki 500 simbolių)

Augalų streso fiziologijoje analizuojamos augalų reakcijos į skirtingus streso veiksnius, streso esmė, fiziologiniai ir biocheminiai streso padariniai. Nagrinėjama vandens, deguonies deficito, radiacinis, terminis, druskų poveikio ir antropogeniniai stresai. Gilinamos žinios apie oksidacinį stresą – universalų daugelio stresorių poveikio rezultata; stresinių veiksnių diferencijuotą ir kompleksinį poveikį augalų fiziologiniams ir biocheminiams rodikliams; hormonų vaidmenį augalų reakcijoje į stresinį poveikį; streso baltymus; bei fotosintezės fotosistemų atsaką į stresą.

### Dalyko anotacija anglų kalba (iki 500 simbolių)

Plant reactions to various stress factors, essence of stress, physiological and biochemical effects are analyzed in this course. Students will extend the knowledge of: water, oxygen deficiency, radiation, thermal, salt and other anthropogenic stresses; oxidative stress as common result of different stressors; single and combined effect of stress factors on plant physiological and biochemical indices; the role of plant hormones in reaction to stress; stress proteins; the response of photosystems of photosynthesis to stress.

### Dalyko poreikis ir aktualumas

Dalykas skirtas pirmųjų dviejų metų doktorantams siekiantiems sustiprinti teorinius augalų streso fiziologijos žinių pagrindus.

### Dalyko tikslai

Įgyti žinių apie streso metu vykstančius fiziologinius ir biocheminius procesus augaluose bei augalų atsako pokyčius esant skirtingiems streso veiksniams.

### Dalyko turinys, temos ir studijų metodai

*Turinys:* Bendrieji augalų reakcijos į stresinį poveikį dėsniniai. Augalo fiziologinio atsako dinamika į stresinio veiksnio poveikį. Streso fazių eiga. Streso pažeidimai. Atsparumas ir jo elementai. Adaptacija ir aklimatizacija. Augalų prisitaikymo strategija ir atsparumo tipai. Oksidacinis stresas ir lipidų peroksidacija. Antioksidacinė sistema, antioksidantų ciklai. Hormonų vaidmuo augalų reakcijoje į stresinį poveikį. Streso baltymai. Fotosintezės fotosistemų atsakas į stresą. Augalų fiziologinių rodiklių (dujų apykaitos, chlorofilų fluorescencijos ir kitų) pokyčiai streso sąlygomis. Vandens deficito stresas ir augalų atsparumo sausras mechanizmai. Augalų atsparumas hipoksijai. Fotostresas, UV-B spinduliuotė. Terminis stresas: aukštos ir žemos temperatūrų stresai. Didelės druskų koncentracijos stresas.

Antropogeninės prigimties streso veiksniai: CO<sub>2</sub>, ozonas, sieros ir azoto oksidai, sunkieji metalai, rūgštūs lietūs, kiti veiksniai. Augalai kaip taršos indikatoriai.  
*Studijų metodai*: mokslo šaltinių paieška ir analizavimas, diskusijos; rašto darbo rengimas.

### Studijų pasiekimų vertinimas

*Rašto darbas – 30 %, egzaminas – 70 % galutinio įvertinimo.*

### Pagrindinė literatūra

Eil. Nr.	Autorius, leidinio pavadinimas, leidykla, leidimo metai.
1.	Shabala S., <i>Plant Stress Physiology</i> , CABI; 2 ed., 2017.
2.	Dharmendra K. Gupta, José M. Palma, Francisco J. Corpas, <i>Antioxidants and Antioxidant Enzymes in Higher Plants</i> . Springer International Publishing, 2018.
3.	Larcher W., <i>Physiological Plant Ecology</i> . Springer – Verlag Berlin Heidelberg, 2003.
4.	Šlapakauskas V.A., <i>Augalų ekofiziologija</i> . Lututė, Kaunas, 2006.

### Papildoma literatūra

Eil. Nr.	Autorius, leidinio pavadinimas, leidykla, leidimo metai.
1.	Kupčinsienė E., <i>Aplinkos fitoindikacija</i> . Kaunas, 2011.
2.	Šlapakauskas V., Duchovskis P., <i>Augalų produktyvumas</i> . Kaunas: LŽŪU, 2008.
3.	McKersie B.D, Leshem Y.Y, <i>Stress and Stress Coping in Cultivar Plants</i> . <i>Kluwer Academic Publishers</i> , Dordrecht-Boston-London, 1994.

### Dalyko programos rengėjas/jai

Eil. Nr.	Vardas, pavardė	Institucija	Pedagoginis vardas, mokslo laipsnis	Elektroninio pašto adresas
1.	Pavelas Duchovskis	VDU ŽŪA	Prof. Habil. Dr.	p.duchovskis@lsdi.lt
2.	Irena Januškaitienė	VDU	Doc. Dr.	irena.januskaitiene@vdu.lt

## STUDIJŲ DALYKO APRAŠAS

Dalyko kodas	Dalyko apimtis kreditais	Institucija	Fakultetas	Katedra
APL8009	8	VDU	GMF	Aplinkotyros

### Pavadinimas

**Geografinės informacinės sistemos aplinkos tyrimuose**

### Pavadinimas anglų kalba

**Geographic information systems in environmental research**

Studijų būdas	Kreditų skaičius
Paskaitos	2
Konsultacijos	1
Seminarai	
Individualus darbas	5

### Dalyko anotacija lietuvių kalba (iki 500 simbolių)

Geografinių informacinių sistemų aplinkos tyrimuose dalykas skirtas doktorantams, siekiantiems sustiprinti teorines žinias ir praktinius įgūdžius mokslinių tyrimų ekologijos ir aplinkos mokslų srityje taikant geografines informacines sistemas (GIS). Kurse susipažįstama su GIS esme ir pritaikymu aplinkos ir individualios ekspozicijos nustatymo sveikatai tyrimuose, GIS duomenų bazių sudarymu, geokodavimo ir modeliavimo funkcijomis. Daug dėmesio skiriama praktiniams GIS taikymo aplinkos tyrimuose aspektams.

### Dalyko anotacija anglų kalba (iki 500 simbolių)

The course of Geographic Information Systems in Environmental Research is intended for doctoral students seeking to strengthen their theoretical knowledge and practical skills in the field of ecological research and environmental sciences through the application of geographic information systems (GIS). The course introduces the essence and application of GIS in research on the determination of the environment and individual exposure to health, the creation of GIS databases, geocoding and modelling functions. Much attention is paid to the practical aspects of the application of GIS in environmental research.

### Dalyko poreikis ir aktualumas

Geografinių informacinių sistemų (GIS) taikymas mokslinių tyrimų ekologijos ir aplinkos mokslų srityje yra ypatingai svarbus siekiant analizuoti geografinius duomenis, atlikti aplinkos veiksnių erdvinę analizę, įvertinti jų individualią ekspoziciją ir ryšį su žmonių sveikata. Geografinių informacinių sistemų pritaikymas galimas beveik visose srityse: aplinkosaugoje, miškotvarkoje, žemėtvarkoje, sveikatos moksluose ir kt.

### Dalyko tikslai

Dalykas skirtas pirmųjų dviejų metų doktorantams siekiantiems sustiprinti teorines žinias ir praktinius įgūdžius taikant geografines informacines sistemas aplinkos tyrimuose, kuriant duomenų bazes, atliekant geografinių duomenų analizę ir modeliavimą.

### Dalyko turinys, temos ir studijų metodai

GIS samprata, raida ir panaudojimas. Geografiniai duomenys ir jų atvaizdavimas. GIS naudojami geografinių duomenų modeliai. GIS duomenų rinkimas, duomenų geokodavimas. GIS duomenų bazių sudarymas ir valdymas. Geografinių objektų ir reiškinių atvaizdavimo tikslumas. Geografinių duomenų analizė ir modeliavimas. Geografinių informacinių sistemų diegimo valdymas. Geografinių informacinių sistemų taikymas aplinkos ir individualios ekspozicijos nustatymo tyrimuose.

Metodai: paskaitos, konsultacijos, referatas.

### Studijų pasiekimų vertinimas

Galutinis įvertinimas susideda iš: referato – 50 % ir egzamino – 50 %.

### Literatūra

1. Gadál S., Dédelé A. 2013. Basics of Geographical Information Systems. 86 p.

2. Alam B. M. 2012. Application of Geographic Information Systems. ISBN 978-953-51-0824-5, Publisher: InTech, 384 p.
3. Longley P.A., Goodchild M.F., Maguire D.J., Rhind D.W. 2005. Geographic Information Systems and Science. Wiley, 517 p.
4. Longley P.A., Goodchild M.F., Maguire D.J., Rhind D.W. 2005. Geographical Information Systems: Principles, Techniques, Management, and Applications (Abridged). Wiley, 358 p.
5. Maheswaran R., Craglia M. 2004. GIS in public health practice. CRC Press, 308 p Washington. 462 p.

**Dalyko programos rengėjai**

Vardas, pavardė	Institucija	Pedagoginis vardas, mokslo laipsnis	Elektroninio pašto adresas
Audrius Dėdelė	VDU	prof. dr.	audrius.dedele@vdu.lt
Auksė Miškinytė	VDU	dr.	aukse.miskinyte@vdu.lt

## STUDIJŲ DALYKO APRAŠAS

Dalyko kodas	Dalyko apimtis kreditais	Institucija	Fakultetas	Katedra
APL8010	8	VDU	GMF	Aplinkotyros

### Pavadinimas

*Ekosistemų tvarumas*

### Pavadinimas anglų kalba

*Sustainability of Ecosystems*

Studijų būdas	Kreditų skaičius
Paskaitos	2
Konsultacijos	2
Seminarai	
Individualus darbas	4

### Dalyko anotacija lietuvių kalba (iki 500 simbolių)

Dalykas skirtas suteikti šiuolaikinės žinias ir supažindinti su naujomis teorijomis ekosistemų tvarumo ir jų darnaus vystymosi srityje, ekosistemų tvarumo kertinėmis koncepcijomis - homeostaze, stabilumu, pusiausvyra, atsparumu ir kt. siejant jas su ekosistemų produktyvumu, biologine įvairove ir ekosistemos komponentų būkle, ekosistemų vystymąsi lemiančius endogeninius ir egzogeninius veiksnius. Analizuojami dabartiniai ir prognozuojami miško ir kitų ekosistemų tvarumo pokyčiai keičiantis klimatui bei biologinės įvairovės vaidmuo ekosistemų tvarumui.

### Dalyko anotacija anglų kalba (iki 500 simbolių)

The aim of the course is to provide contemporary knowledge and new theories on sustainability of ecosystems and its dynamic character, understanding sustainability concepts such as homeostasis, stability, equilibrium, resistance, etc. with respect to ecosystem productivity, biodiversity and health condition, endogenic and exogenic factors effecting development of ecosystems. Present and forecasted changes of sustainability of forest and other ecosystems in course of climate change will be discussed as well as the role of biodiversity in sustainability of ecosystems.

### Dalyko poreikis ir aktualumas

Ekosistemų tvarumo problematika tampa ypač aktuali sparčiai kintančios gamtinės aplinkos ir klimato sąlygomis, vystantis ekonomikai ir žemės ūkiui. Ekosistemų tvarumo ir jų darnaus vystymosi šiuolaikinių sampratų ir koncepcijų, pagrindinių nuostatų ir jų praktinio taikymo valdant ekologiškai tvarias ekosistemas galimybių supratimas yra labai aktualus vykdant ekologijos ir aplinkotyros krypties mokslinius tyrimus.

### Dalyko tikslai

Dalykas skirtas pirmųjų dviejų metų doktorantams siekiantiems gilių teorinių žinių apie ekosistemų dinamiško tvarumo koncepciją, jos pagrindinius principus, svarbą ir vaidmenį šiuolaikiniame ekologijoje ir aplinkotyroje.

### Dalyko turinys, temos ir studijų metodai

1. Įvadinės sąvokos.
2. Ekosistemų vystymąsi lemiantys endogeniniai ir egzogeniniai veiksniai.
3. Ekosistemų tvarumas: stabilumas, pusiausvyra, atsparumas ir homeostazė.
4. Augalijos struktūra ir ją lemiantys endogeniniai veiksniai.
5. Ekosistemų struktūra, produktyvumas ir tvarumas.
6. Ekosistemų būklė ir ją charakterizuojantys rodikliai.
7. Ekosistemų digresijos: oro tarša: azoto iškritos, eutrofikacija, priežemio ozonas.
8. Klimato kaita ir miško ekosistemos.
9. Biologinė įvairovė ir ekosistemų tvarumas.



10. Ekosistemų tvarumas - dinaminis procesas.
11. Ekosistemų tvarumo didinimas; darnus, ekologinis ūkininkavimas.

### Studijų pasiekimų vertinimas

Galutinis įvertinimas susideda iš: pasirinktos temos analizė ir pristatymo - 40% ir egzamino - 60%;

### Literatūra

#### Pagrindinė:

1. Abolina E. and Luzadis V.A. 2013. Forest sustainability and social policy: the role of ecosystem services. Chapter 6. In: Wallimann I (ed.), *Environmental Policy is Social Policy - Social Policy is Environmental Policy: Toward Sustainability Policy*, p. 63-78.
2. Andersson O., Feger K-H, Hüttl R.F., Krauchi N., Mattsson L., Šalinas O, Sjöberg K. 2000. Forest ecosystem research - priorities for Europe. *Forest Ecology and Management* 132: 111-119.
3. Bartkevičius E., Juodvalkis A., Kairiūkštis L., Karazija S., Marozas V., Ozolinčius R., Petelis K., Riepšas E., Ruseckas J., Vaičys, M. Žiogas A. 2008. *Miško ekologija*. Vilnius, Enciklopedija, 293 p.
4. Čiegis R. 2009. *Gamtos išteklių ir aplinkos ekonomika*. Klaipėda: Klaipėdos universiteto leidykla. 740 p.
5. Dresner S. 2006. *The principles of sustainability*. Earthscan, London. 200p.
6. *Ecosystem services : concept, methods and case studies* / Karsten Grunewald, Olaf Bastian editors. Berlin : Springer, 2015. xii, 312 p.
7. Fuhrer E. 2000. Forest functions, ecosystem stability and management. *Forest Ecology and Management* 132: 29-38.
8. Juknys R. 2008. *Darnus vystymasis*. Kaunas : Vytauto Didžiojo universitetas, 236 p.
9. Lindenmayer D.B and Cunningham S.A. 2013. Six principles for managing forests as ecologically sustainable ecosystems. *Landscape Ecology*, 28: 1099-1110.
10. Malcolm L., Hunter J. 2002. *Fundamentals of Conservation Biology – Blackwell Science*, 547p.
11. Mizaras, S., Brukas V., Mizaraitė D. 2015. *Miškų tvarkymo darnumo vertinimas: ekonominiai ir socialiniai aspektai* Lututė, Kaunas
12. Ozolinčius R. 2008. *Darni miškininkystė*. Kaunas, VDU, ISBN 978-995512334-7. 236 p.
13. Ruth. N. 2005. *The forest certification handbook* London ; Sterling, Va: Earthscan,

#### Papildoma:

1. Aplet G.H., Johnson N, Olson J.T. and Sample V.A. (eds.) 1993. *Defining Sustainable Forestry. Proc. Sustainable Forestry Congress, 1992. The Wilderness Society*, 320 p.
2. Attivil P.M. 1993. *The disturbance of forest ecosystems: the ecological basis for conservative management. Forest Ecology and Management*, 63: 247-300.
3. Bengtsson J., Nilsson S.G., Franc A., Menozzi P. 2000. *Biodiversity, disturbances, ecosystem function and management of European forests. Forest Ecology and Management* 132: 39-50.
4. Burton P.J. 2003. *Towards Sustainable Management of the Boreal Forest. NRC Research Press*, 1039 p.
5. *Evaluating Climate Change Action for Sustainable Development* / edited by Juha I. Uitto, Jyotsna Puri, Rob D. van den Berg. Cham : Springer International Publishing : Imprint: Springer, 2017. XXIV, 355 p
6. Frelich L.E. 2002. *Forest dynamics and disturbance regimes*. Cambridge University Press, Cambridge, UK. p. 15-43.
7. Hunter M.L. (ed.). 1999. *Maintaining Biodiversity in Forest Ecosystems*. Cambridge University Press, Cambridge, UK. 698 p.
8. Juknys R. 2005. *Aplinkotyra. Bendrasis vadovėlis*. Kaunas: Vytauto Didžiojo universitetas. 332 p.
9. Kairiūkštis L., Rudzikas Z. (red.), 1999. *Lietuvos ekologinis tvarumas istoriniame kontekste*. Vilnius, 757 p.

10. Lindner M., Maroschek M., Netherer S., Kremer A., Barbati A., et al. 2010. *Climate change impacts, adaptive capacity, and vulnerability of European forest ecosystems. Forest Ecology and Management* 259: 698-709
11. *Managing Protected Areas in Central and Eastern Europe Under Climate Change / edited by Sven Rannow, Marco Neubert. Dordrecht : Springer Netherlands : Imprint: Springer, 2014. XXV, 308 p.*
12. Nakashizuka T. (Ed.) 2007. *Sustainability and Diversity of Forest Ecosystems. An Interdisciplinary Approach. ISBN 978-4-431-73237-2 Springer, 22 (3), 86 p.*
13. Oliver C.D. 2003. *Sustainable forestry. What is it? How do we achieve it? Journal of Forestry, July/August: 8-14.*
14. Ozolinčius R. (sud. ir red.), 1999. *Lietuvos miškų būklė ir ją sąlygojantys veiksniai. Kaunas: Lututė, 312 p.*
15. Ozolinčius R. 2005. *Aplinkos ištekliai. ISBN 9955-12-102-5. Kaunas, VDU, 212 p.*
16. Ozolinčius R. 2008. *Miško ekologija ir miškotyra: augalijos tyrimo metodai. Kaunas, VDU, 234 p.*
17. Perry D.A., Oren A., Hart S.C. 2008. *Forest Ecosystems. 2nd edition. JHU Press, Baltimore, Maryland US, 600 p.*
18. Rawat T.S, Dugaya D., Prasad B.K. and Bisht S. 2013. *Sustainable forest management: key to disaster preparedness and mitigation, 536-561.*
19. Sedl et al. 2011. *Modelling natūrai disturbances in forest ecosystems: a review. Ecological Modelling* 222: 903-924.
20. *Urbanization, Biodiversity and Ecosystem Services: Challenges and Opportunities : A Global Assessment / edited by Thomas Elmqvist, Michail Fragkias, Julie Goodness, Burak Güneralp, Peter J. Marcotullio, Robert I. McDonald, Susan Parnell, Maria Schewenius, Marte Sendstad, Karen C. Seto, Cathy Wilkinson. Dordrecht : Springer Netherlands : Imprint: Springer, 2013. XXVIII, 755 p.*

#### **Dalyko programos rengėjas/jai**

Vardas, pavardė	Institucija	Pedagoginis vardas, mokslo laipsnis	Elektroninio pašto adresas
Vitas Marozas	VDU	Dr.	vitas.marozas@vdu.lt
Alfas Pliūra	LAMMC MI	Dr.	alfas.pliura@lammc.lt

## STUDIJŲ DALYKO APRAŠAS

Dalyko kodas	Dalyko apimtis kreditais	Institucija	Fakultetas	Katedra
APL 8003	8	VDU	GMF	Fizikos

### Pavadinimas

*Klimato kaitos priežastys ir pasekmės*

### Pavadinimas anglų kalba

*Causes and Consequences of Climate Change*

Studijų būdas	Kreditų skaičius
Paskaitos	1
Konsultacijos	2
Seminarai	
Individualus darbas	5

### Dalyko anotacija lietuvių kalba (iki 500 simbolių)

Dalykas skirtas pirmųjų dviejų metų doktorantams siekiantiems pagilinti supratimą apie klimato kaitos priežastis ir pasekmes. Analizuojamos fizinės priežastys, kurios apsprendžia netolimos praeities ir dabarties klimatą bei jo svyravimus. Nagrinėjami antropogeninės veiklos sukeltų procesų gamtoje mechanizmai, nulemiantys pastarojo šimtmečio klimato kaitą, pagrindinį dėmesį skiriant atmosferai kaip pagrindinei planetos šiluminio balanso komponentei. Doktorantai susipažįsta su klimato tyrimo instrumentiniais bei skaitiniais metodais, taip pat klimato kaitos vertinimo modeliais bei ateities klimato prognozių tendencijomis. Nagrinėjamos klimato kaitos sukeltos pasekmės gamtai bei žmogui bei prisitaikymo priemonės.

### Dalyko anotacija anglų kalba (iki 500 simbolių)

The course is aimed at first-year doctoral students seeking to develop deeper understanding of the causes and consequences of climate change. The physical causes that determine the climate of the recent past and present and its fluctuations are analyzed. The mechanisms of anthropogenic activities in nature that determine the climate change of the last century are examined, focusing on the atmosphere as a key component of the planet's thermal balance. Introduction to instrumental and numerical methods of climate research, as well as climate change assessment models. The trends of future climate projections are discussed. The effects of climate change on nature and man and adaptation measures are examined.

### Dalyko poreikis ir aktualumas

Klimato kaitos priežasčių analizė ir jų susiejimas su klimato kaitos pasekmėmis yra viena iš svarbiausių sąlygų, kuri padeda surasti racionalius sprendimus, padedančius sumažinti antropogeninės veiklos sukeltą poveikį klimatui, sušvelninti klimato kaitos pasekmes arba prisitaikyti prie sparčiai vykstančių pokyčių. Moksliniai ekologijos aplinkotyros tyrimai neišvengiamai remiasi tiek teorinėmis prielaidomis, aiškinančiomis klimato kaitos priežastis, tiek stebėjimų duomenimis, kurie atskleidžia sparčios klimato kaitos poveikio aplinkai mechanizmus, todėl klimato kaitos priežasčių ir pasekmių supratimas bei pritaikymas moksliniuose tyrimuose yra itin aktualus šios krypties darbuose.

### Dalyko tikslai

Išmokti analizuoti galimą gamtinės kilmės procesų ir antropogeninės veiklos poveikį klimato kaitai, gebėti susieti klimato kaitos pasekmes su priežastimis ir gautas teorines sąsajas pritaikyti stebimų klimato kaitos pasekmių kiekybiniam aiškinimui.

### Dalyko turinys, temos ir studijų metodai

Dalyko turinys ir temos	studijų metodai
-------------------------	-----------------

1.	Klimato sistemos elementai. Fiziniai klimato kaitos veiksniai. Klimato kintamumo samprata.	Probleminis ir aiškinamasis dėstymas, savarankiška literatūros analizė, konsultacijos
2.	Globalus spindulinės ir šiluminės energijos balansas. Energetinė klimato grandžių sąveika.	Probleminis ir aiškinamasis dėstymas, savarankiška literatūros analizė, konsultacijos
3.	Atmosferos vaidmuo klimatinių sąlygų susidarymui. Saulės spinduliuotės persiskirstymas planetos atmosferoje.	Probleminis ir aiškinamasis dėstymas, savarankiška literatūros analizė, konsultacijos
4.	Šiluminis ir spindulinis balansas planetos paviršiniame sluoksnyje ir jo ryšys su klimatu.	Savarankiška literatūros analizė, konsultacijos
5.	Hidrologinio ciklo procesų įtaka šiluminiam procesams troposferoje.	Probleminis ir aiškinamasis dėstymas, savarankiška literatūros analizė, konsultacijos
6.	Bendrosios atmosferos cirkuliacijos ir klimato ryšys.	Savarankiška literatūros analizė, konsultacijos
7.	Vandenynų cirkuliacijos vaidmuo klimato sistemoje.	Savarankiška literatūros analizė, konsultacijos
8.	Natūralios klimato kintamumo priežastys ir geologinės praeities klimato istorija.	Probleminis ir aiškinamasis dėstymas, savarankiška literatūros analizė, konsultacijos
9.	Klimato svyravimo indikacija instrumentinių meteorologinių stebėjimų laikotarpiu.	Savarankiška literatūros analizė, konsultacijos. Individuali užduotis.
10.	Antropogeniniai klimato kaitos veiksniai.	Savarankiška literatūros analizė, konsultacijos. Individuali užduotis.
11.	Globalaus klimato modeliavimas ir grįžtamieji ryšiai, šiltnaminių dujų emisijų scenarijai, klimato kaitos modelių raida.	Probleminis ir aiškinamasis dėstymas, savarankiška literatūros analizė, konsultacijos
12.	Prognozuojamų ateities klimato pokyčių ryšys su visuomenės raidos scenarijais bei galimų pasekmių mastelis.	Probleminis ir aiškinamasis dėstymas, savarankiška literatūros analizė, konsultacijos. Individuali užduotis.
13.	Poveikio klimatui švelninimo priemonės bei prisitaikymo prie kintančių klimato sąlygų būdai.	Savarankiška literatūros analizė, konsultacijos. Individuali užduotis.
		<i>Individuali užduotis</i> (referatas): klimato kaitos veiksnys doktoranto mokslinių tyrimų srityje.

### Studijų pasiekimų vertinimas

Galutinis įvertinimas susideda iš: individuali užduotis (referatas) -30%; ir egzamino – 70%;

### Literatūra

Pagrindinė

1. Climate Change 2014: Synthesis report. <https://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/>
2. Kanapickas A. Klimato kaitos priežastys ir pasekmės. Paskaitų konspektai. [www.moodle.vdu.lt](http://www.moodle.vdu.lt).
3. Wallace, John M., Hobbs, Peter V., 2006. Atmospheric Science: Volume 92. Academic Press, 484 p.
4. Fifth assessment report. Climate Change 2013: The Physical Science Basis. AR5, / <https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/>
5. IPCC special report 2018. Global warming of 1.5°C. <https://www.ipcc.ch/sr15/>

Papildoma

6. Schmittner A. Introduction to Climate Science - 1st Edition. Oregon State University. <https://open.umn.edu/opentextbooks/textbooks/860>.
7. Klimato kaitos įtaka Baltijos jūros regiono vystymosi galimybėms. (2011, 2019 atnaujinta) <http://toolkit.balticclimate.org/lt/apie-klimato-kaita>

8. Kanapickas A. 2008. Atmosferos fizika. Kaunas, VDU, 171 p.
9. Fifth assessment report. Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability, <http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg2/>.
10. Fifth assessment report. Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change, <http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg3/>.
11. The BACC Author Team. (2015) Assessment of Climate Change for the Baltic Sea Basin. <https://www.baltic-earth.eu/publications/bacc/index.php.en>
12. Carbone, G., 2007. Exercises for Weather and climate, 6<sup>th</sup> ed., Prentice Hall, 204 p.
13. John H. Seinfeld, Spyros N. Pandis, 2006. Atmospheric Chemistry and Physics, Wiley and Sons, 1232 p.
14. Fifth assessment report. Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability, <http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg2/>.
15. Fifth assessment report. Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change, <http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg3/>.
16. The BACC Author Team. 2015. Assessment of Climate Change for the Baltic Sea Basin. <https://www.baltic-earth.eu/publications/bacc/index.php.en>.
17. Aguado E., 2007. Understanding weather and climate, Prentice Hall, 558 p.
18. Coley, D.A., 2008. Energy and climate change: creating a sustainable future, Wiley, 672 p.

**Dalyko programos rengėjas/jai**

Vardas, pavardė	Institucija	Pedagoginis vardas, mokslo laipsnis	Elektroninio pašto adresas
Arvydas Kanapickas	VDU	Docentas, daktaras	arvydas.kanapickas@vdu.lt

## STUDIJŲ DALYKO APRAŠAS

Dalyko kodas	Dalyko apimtis kreditais	Institucija	Fakultetas	Katedra
APL8016	7	VDU	GMF	Aplinkotyros

### Pavadinimas

**Modelių integravimas individualios ekspozicijos nustatymo tyrimuose**

### Pavadinimas anglų kalba

**Integration of modelling in individual exposure studies**

Studijų būdas	Kreditų skaičius
Paskaitos	2
Konsultacijos	1
Seminarai	
Individualus darbas	4

### Dalyko anotacija lietuvių kalba (iki 500 simbolių)

Dalykas skirtas doktorantams, siekiantiems sustiprinti teorines žinias ir praktinius įgūdžius aplinkos veiksnių modeliavimo, prognozavimo, valdymo ir kontrolės srityse. Kurso metu susipažįstama su aplinkos veiksnių modeliavimu ir individualios ekspozicijos nustatymu epidemiologiniuose tyrimuose siekiant įvertinti įvairių aplinkos veiksnių poveikį žmonių sveikatai. Pagrindinis dėmesys skiriamas aplinkos veiksnių modeliavimui siekiant įvertinti jų poveikį žmonių sveikatai didelės populiacijos grupėms, susipažįstama su plačiai taikomais modeliais, skirtais modeliuoti įvairius aplinkos veiksnus, sensoriais, skirtais nustatyti individualią aplinkos veiksnių ekspoziciją, ir jų privalumus sveikatos rizikos vertinime.

### Dalyko anotacija anglų kalba (iki 500 simbolių)

The course of Integration of modelling in individual exposure studies is intended for doctoral students seeking to strengthen their theoretical knowledge and practical skills in the areas of modelling, forecasting, management, and control of environmental factors. It introduces the modelling of environmental factors and the assessment of individual exposure in epidemiological studies to assess the impact of various environmental factors on human health. The focus is on modelling environmental factors to assess their impact on human health in large population groups, introducing widely used models to model various environmental factors, sensors to assess individual exposure to environmental factors, and their benefits in health risk assessment.

### Dalyko poreikis ir aktualumas

Vienas iš aplinkos kokybės vertinimo metodų, leidžiantis skaičiuoti arba prognozuoti užterštumo lygį ir tiksliau įvertinti erdvinį aplinkos veiksnių pasiskirstymą visame mieste ir atskirose jo teritorijose, yra aplinkos veiksnių modeliavimas. Modelių integravimas individualios ekspozicijos nustatymo tyrimuose suteikia galimybę įvertinti aplinkos veiksnių sklaidą, jų taršą, naudojantis turimomis žiniomis apie atmosferoje vykstančius procesus ir teršalų emisijas. Modeliavimo metodo taikymas leidžia įvertinti gautus duomenis remiantis geografiniu koncentracijos pasiskirstymu, todėl tai yra pagrindas siekiant tiksliai įvertinti poveikį žmonių sveikatai tam tikroje teritorijoje gyvenantiems gyventojams.

### Dalyko tikslai

Dalykas skirtas pirmųjų dviejų metų doktorantams siekiantiems sustiprinti teorines žinias ir praktinius įgūdžius aplinkos veiksnių modeliavimo srityje ir detaliau susipažinti su modeliu integravimu individualios ekspozicijos tyrimuose.

### Dalyko turinys, temos ir studijų metodai

Aplinkos veiksnių modeliai, jų raida ir pritaikymo galimybės. ADMS-Urban dispersijos modelis. Pagrindinių modelio įvesties parametru nustatymas. Modeliui reikalingų duomenų bazių sudarymas naudojant GIS. Teršalų sklaida ir jos skaičiavimas. Teršalų sklaidos modeliavimas iš mobilių taršos šaltinių. Teršalų sklaidos modeliavimas iš stacionarių taršos šaltinių. Oro taršos žemėlapių sukūrimas. Modelio verifikavimas. Aplinkos veiksnių modeliavimo taikymas individualios ekspozicijos nustatymo tyrimuose.

Metodai: paskaitos, konsultacijos, referatas.

### Studijų pasiekimų vertinimas

Galutinis įvertinimas susideda iš: referato – 50 % ir egzamino – 50 %.

### Literatūra

6. CERC. 2011. ADMS-Urban User Guide. Version 3.1. Cambridge, UK.
7. De Visscher A. 2013. Air Dispersion Modeling: Foundations and Applications. ISBN: 978-1-118-07859-4. Wiley, 664 p.
8. Gadal S., Dédelé A. 2013. Basics of Geographical Information Systems. 86 p.
9. Longley P.A., Goodchild M.F., Maguire D.J., Rhind D.W. 2005. Geographic Information Systems and Science. Wiley, 517 p.
10. Longley P.A., Goodchild M.F., Maguire D.J., Rhind D.W. 2005. Geographical Information Systems: Principles, Techniques, Management, and Applications (Abridged). Wiley, 358 p.
11. Maheswaran R., Craglia M. 2004. GIS in public health practice. CRC Press, 308 p Washington. 462 p.

### Dalyko programos rengėjai

Vardas, pavardė	Institucija	Pedagoginis vardas, mokslo laipsnis	Elektroninio pašto adresas
Audrius Dédelé	VDU	prof. dr.	audrius.dedele@vdu.lt
Auksė Miškinytė	VDU	dr.	aukse.miskinyte@vdu.lt

## STUDIJŲ DALYKO APRAŠAS

Dalyko kodas	Dalyko apimtis kreditais	Institucija	Fakultetas	Katedra
APL8011	7	VDU ŽŪA	MEF	Aplinkos ir ekologijos Institutas

### Pavadinimas

*Aplinkos tarša*

### Pavadinimas anglų kalba

*Environmental pollution*

Studijų būdas	Kreditų skaičius
Paskaitos	2
Konsultacijos	1
Seminarai	
Individualus darbas	4

### Dalyko anotacija lietuvių kalba (iki 500 simbolių)

Studijų dalyko metu įgytos žinios suteikia galimybę ekologiniu požiūriu vertinti aplinkos taršos poveikį aplinkai, ekosistemoms ir žmogui, išvelgti jos problemškumą, disponuoti aktualiąja mokslinė informacija, taikyti modernius aplinkos taršos tyrimų, prognozavimo ir prevencijos metodus, panaudoti klimato kaitos veiksnių stabdymo technologijas.

### Dalyko anotacija anglų kalba (iki 500 simbolių)

The knowledge acquired during the study subject provides an opportunity to assess the impact of environmental pollution on the environment, ecosystems and humans from an ecological point of view, see its problems, dispose of relevant scientific information, apply modern methods of environmental pollution research, forecasting and prevention, use climate change mitigation technologies.

### Dalyko poreikis ir aktualumas

Studijų dalykas yra skirtas ugdyti mokslininkus, turinčius aukšto lygio žinių apie ekosistemų tvarumą, paremtus labai svarbiais įgūdžiais, reikalingais panaudoti su klimato kaita susijusias technologijas. Kiekvienais metais atmosfera šyla, o klimatas keičiasi. Milijonui iš aštuonių milijonų planetos rūšių gresia išnykimas. Miškai ir vandenynai teršiami ir naikinami. Pastaruoju metu pasireiškianti klimato kaita kelia grėsmę aplinkai, ekosistemoms, žemės ūkio veiklai ir ekonomikos vystymuisi. Remiantis geriausia turima mokslinė informacija, pateikta Tarpvyriausybinės klimato kaitos komisijos penktojoje vertinimo ataskaitoje ir kitose paskelbtose mokslinėse studijose, nurodoma, kad didžiausią įtaką klimato sistemai daro antropogeninės kilmės medžiagos. Tik turėdami gilesnių žinių ir norėdami apsaugoti Europos piliečius ir ekosistemas, mokslininkai ES turi stebėti oro, vandens, dirvožemio ir vartojimo prekių taršą, užkirsti jai kelią ir ištaisyti jos padarytą žalą.

### Dalyko tikslai

Studijų dalyko tikslas: Kurse įgytų žinių pagrindu sugebėti ekologiniu požiūriu vertinti aplinkos taršos poveikį aplinkai, ekosistemoms ir žmogui, išvelgti jos problemškumą, disponuoti aktualiąja mokslinė informacija, taikyti modernius aplinkos taršos tyrimų, prognozavimo ir prevencijos metodus

### Dalyko turinys, temos ir studijų metodai

Aplinkos tarša ir kontrolė. Aplinkos sąvoka. Visuomenės vystymasis ir aplinkos tarša. Aplinkos taršos poveikis ekosistemoms, visuomenės sveikatai ir saugai. Socialinės, politinės, ekonominės ir techninės aplinkos taršos kontrolės priemonės.

Aplinkos tarša ir jos šaltiniai. Aplinkos taršos klasifikacija. Natūrali ir antropogeninė tarša, taškinė ir išsklaidytoji tarša, jų mastai, sklaida ir poveikis. Fizikinė, mechaninė, vizualioji, cheminė ir biologinė aplinkos tarša. Transporto tarša. Automobilių keliamas triukšmas, vibracija, elektromagnetiniai laukai. Transporto teršalų susidarymas ir sklaidos mastai. Transporto atliekų susidarymas. Eksploatacinių



transporto medžiagų kokybės gerinimas. Energetikos ir pramonės tarša. Degimo procesų tarša: sieros, azoto ir anglies oksidai, angliavandeniliai, dioksinai ir furanai, suodžių dalelės, šiluminė tarša. Cheminė tarša: patvarios organinės ir neorganinės medžiagos - sunkieji metalai, PCB, nanomedžiagos. Radiacinė tarša. Žemės ūkio tarša. Komunalinio ūkio tarša. Atliekų problema.

Teršalų migracija aplinkoje ir jų poveikis ekosistemoms. Atmosferos teršalų migracija aplinkoje. Vandens teršalų migracija aplinkoje. Dirvožemio teršalų migracija aplinkoje. Teršalų akumuliacija biotoje ir jų poveikis ekosistemoms.

Aplinkos taršos tyrimai ir kontrolė. Aplinkos taršos tyrimo metodai. Aplinkos monitoringas. Lauko eksperimentai. Laboratoriniai tyrimai. Matematinis aplinkos taršos procesų modeliavimas. Poveikio aplinkai vertinimas. Aplinkos taršos rizikos vertinimas. Tarptautinės aplinkos taršos problemos ir jų sprendimo būdai. Aplinkos teisė. Techninės ir technologinės aplinkos teršalų valymo ir taršos kontrolės priemonės. Pramoninė (industrinė) ekologija. Būvio ciklo vertinimas. Neišsenkantys ir atsikuriantys energijos šaltiniai. Atliekų perdirbimas ir aplinkai draugiškos (žaliosios) technologijos. Darnus vystymasis ir aplinkos tarša, jo vertinimas, vadybos sisteminis požiūris.

Individuali užduotis: Individuali užduotis atliekama pagal doktoranto mokslinių tyrimų tematiką.

### Studijų pasiekimų vertinimas

Galutinis įvertinimas susideda iš: individualios užduoties ar referato -40%; ir egzamino – 60%

### Literatūra

Glasson, J., Therivel, R. and Chadwick, A. (2012) *Introduction to Environmental Impact Assessment, 4th edition*, Routledge, London.

[https://www.researchgate.net/publication/335467191\\_Introduction\\_To\\_Environmental\\_Impact\\_Assessment](https://www.researchgate.net/publication/335467191_Introduction_To_Environmental_Impact_Assessment)

M.Rutkoviėnė, N.Sabienė. *Aplinkos tarša. Mokomoji elektroninė knyga*. [http://www.asu.lt/nm/l-projektas/-Aplinkos\\_tarsa/titlas.htm](http://www.asu.lt/nm/l-projektas/-Aplinkos_tarsa/titlas.htm)

Dunnivant F.M., Anders E. (2006) *A basic introduction to pollutant fate and transport: an integrated approach with chemistry, modeling, risk assessment, and environmental legislation*. John Wiley & Sons., 504 p.

*Environmental science (2003) Ed. by Ryden L., Migula P. and Andersson M. The Baltic University Press, Uppsala, 824 p.*

Hill M.K. (2004) *Understanding environmental pollution*. Cambridge University Press, UK, 484 p.

Pepper I.L., Gerba Ch.P., Bruseeau M. L (2006) *Environmental and pollution science*. Academic Press, Elsevier, 552 p.

Wright J. (2003) *Environmental chemistry*. London New York : Routledge, 419 p.

Wright R.T. (2008) *Environmental science: Towards sustainable future, 9-th edition* [http://wps.prenhall.com/esm\\_wright\\_envisci\\_9/](http://wps.prenhall.com/esm_wright_envisci_9/)

Ian L. Pepper, Charles P. Gerba, Mark L. Brusseau (2006). *Environmental and Pollution Science*. Academic Press, p.532.

Marquita K. Hill. (2010) *Understanding Environmental Pollution*. Cambridge university press, 585 p.

Gerard Kiely (2007) *Environmental Engineering*. The Mc Graw Hill Companies, 890 p.

*Environmental Science and Technology: Concepts and Applications*. By Frank R. Spellman, Nancy E. Whiting. Oxford, 2006, 630 p.

*Air, Water and Soil Quality Modelling for Risk and Impact Assessment*. By Adolf Ebel, Teimuraz Davitashvili, Springer, 2007, 370 p.

*Nanotechnology: Environmental Implications and Solutions*. By Louis Theodore, Robert G. Kunz. John Wiley & sons, 370 p.

*Municipal Solid Waste Management: Processing - Energy Recovery - Global Examples (2011)*. By P. Jayarama Reddy, BS publications, 425 p.

### Papildomi mokymosi šaltiniai:

*Geo-spatial technologies in urban environments (2005) Ed. by Jensen R.R., Gat-rell J.D., McLean D. Berlin, Springer, 176 p.*

Landner L., Reuther R. (2004) *Metals in society and in the environment: a critical review of current knowledge on fluxes, speciation, bioavailability and risk for adverse effects of copper, chromium, nickel and zinc. Dordrecht etc., Kluwer academic publishers, 406 p.*

*Landscape simulation modeling: a spatially explicit, dynamic approach (2004) Series: modeling dynamic systems. Ed. by Costanza R., Voinov A. New York : Springer, 2004, 330 p.*

Ludwig C., Hellweg S., Stucki S. (2003) *Municipal Solid Waste Management. Strategies and Technologies for Sustainable Solutions. Springer Verlag, 534 p.*

Staniškis J.K., Stasiškienė Ž., Kliopova I. (2002) *Švaresnė gamyba: sisteminis požiūris. Monografija. Kaunas, 366 p.*

Staniškis J. K., Stasiškienė Ž., Kliopova I. (2004) *Subalansuotos pramonės plėtros strategija: teorija ir praktika. Monografija. Kaunas, 506 p.*

*The European environment – state and Outlook. EEA. <http://www.eea.europa.eu/soer>*

*OECD Environmental Outlook to 2050: The Consequences of Inaction. <http://www.oecd.org/environment/oecdenvironmentaloutlookto2050theconsequencesofinaction.htm>*

Costanza R., Voinov A (2004) *Landscape Simulation Modeling. USA, 330 p.*

Reible DD. (1999) *Fundamentals of Environmental Engineering. CRS Press, 526 p.*

Kammen DM, Hassenzahl DM (2001) *Should we risk it? Princeton university press. 405 p.*

PRISM (Partnership for Regulatory Innovation and Sustainable Manufacturing). *An alternative regulatory system, Model for vehicle manufacturing, 52 p.*

*Industry ecology. US/Japan perspectives. National academy press, Washington, 1994, 55p.*

*Corporate environmental practices. Climbing learning curve. National academy press, Washington, 1994, 28p.*

*Principles for better environmental management. Management practices in industry: examples from French industry. Nollet P. (ed), WICE, 191 p.*

Clayton AMH, Radcliffe NJ (1996) *Sustainability. A system approach. Westview press, 258 p.*

*Industrial ecology and global change. R.Socolow, C.Andrews, F. Berkhout, V.Thomas (eds.), Cambridge university press, 500 p.*

#### **Dalyko programos rengėjas/jai**

Vardas, pavardė	Institucija	Pedagoginis vardas, mokslo laipsnis	Elektroninio pašto adresas
Laima Česonienė	VDU ŽUA	dr.	Laima.cesoniene1@vdu.lt

## STUDIJŲ DALYKO APRAŠAS

Dalyko kodas	Dalyko apimtis kreditais	Institucija	Fakultetas	Katedra
APL8015	7	VDU	GMF	APLINKOTYROS

### Pavadinimas

*Aplinkos sveikata ir gyventojų rizikos įvertinimas*

### Pavadinimas anglų kalba

*Environment health and citizens risk assessment*

Studijų būdas	Kreditų skaičius
Paskaitos	2
Konsultacijos	
Seminarai	1
Individualus darbas	4

### Dalyko anotacija lietuvių kalba (iki 500 simbolių)

Dalykas suteikia žinių apie aplinkos sveikatos tyrimo metodus, naudojamus ryšiu tarp miesto aplinkos kokybės ir žmonių sveikatos rizikos įvertinimui, ekspozicijos lygio, naudojant biologinius žymenis, nustatymą ir biologinių žyminių ryši su sveikatos pažeidimais įvertinimą. Įgyjamos žinios ir įgūdžiai svarbiausių cheminių, fizikinių ir biologinių aplinkos kenksmingų agentų, sukeliančių žmonių sveikatos riziką, įvertinimui, dozė-atsakas nustatymui, aplinkos ir sveikatos indikatorių nustatymui ir pasiūlyti priemonės sveikatos rizikos valdymui.

### Dalyko anotacija anglų kalba (iki 500 simbolių)

The course provide knowledge of the environmental health research methods for estimation of relationship between urban environment and human health, assessment of exposure level using biomarkers and links with health risk. Students will get knowledge and skills in assessing of major chemical, physical, and biological hazards and the properties that govern the hazards' behaviour in the environment and that result in human health risk. Students will get skills in assessing dose-response relationship, environmental health indicators, and suggesting health risk management.

### Dalyko poreikis ir aktualumas

Jungtinių Tautų Darniosios raidos programos tikslų "Gera sveikata ir gerbūvis" ir „Darnūs miestai ir bendruomenės“ įgyvendinimui, sveikatos pažeidimų priežastims išaiškinimui ir sveikatos rizikos mažinimui būtina vertinti aplinkos kokybę, biologinių žyminių teikiamą informaciją, skirtą patirtai ekspozicijai pagrįsti, ir aplinkos ir sveikatos indikatoriams nustatyti. Ekologų ir aplinkotyros specialistų gebėjimas individo ir populiacijos grupės lygmenyje įvertinti kenksmingų aplinkos veiksnių keliamą riziką sveikatai yra svarbiausia prielaida priežastingumui pagrįsti, vykdam aplinkos ir sveikatos mokslinius tyrimus ir pritaikant praktikoje įgytas žinias gyvenimo kokybei gerinti.

### Dalyko tikslai

Dalykas skirtas doktorantams sustiprinti teorines ir praktines žinias apie aplinkos kokybės ir gyventojų sveikatos sąveiką, išugdyti kompetenciją aplinkos kokybei nustatyti, pasitelkiant šiuolaikinius ekspozicijos tyrimo metodus. Kompleksinis dalykas išugdys kompetenciją atlikti kiekybinį rizikos įvertinimą, siekiant nustatyti pagrįstus įrodymus apie kenksmingų aplinkos veiksnių sukeltą sveikatos pažeidimą ir pasiūlyti moksliskai pagrįstas rekomendacijas aplinkos kokybei gerinti ir sveikatos rizikai mažinti.

### Dalyko turinys, temos ir studijų metodai

Mokslinės hipotezės formavimas ir priežastingumo teorijos taikymas ekologiniuose tyrimuose.  
Kenksmingų aplinkos veiksnių sąlygojamų lėtinių neinfekcinių ligų rizikos nustatymas.  
Psichologinės ir socialinės aplinkos ir sveikatos elgsenos poveikio gyventojų sveikatai tyrimo principai.  
Miesto planavimo, transporto srautų ir mobilumo įtakos gyvenimo kokybei ir sveikatai tyrimo principai.

Subjektyvūs ir objektyvūs miesto aplinkos ekspozicijos tyrimo metodai.  
Biologinių ekspozicijos, jautrumo ir atsako žyminių naudojimo ypatumai aplinkotyroje.  
Pirminių duomenų mokslinei hipotezei tirti surinkimo strategija ir duomenų bazių formavimo principai.  
Projekto, skirto kenksmingų aplinkos veiksnių poveikiui sveikatai nustatyti, planavimas ir įgyvendinimas.  
Aplinkos sveikatos intervencija – teorija ir praktika.  
Aplinkos sveikatos gerinimo principai, lėtinių ligų prevencija ir rizikos valdymas.

### Studijų pasiekimų vertinimas

Galutinis įvertinimas susideda iš: referato-30 %; ir egzamino-70 %;

### Literatūra

#### Pagrindinė:

1. Gražulevičienė R. Aplinkos epidemiologija ir rizikos sveikatai įvertinimas. Bendrasis vadovėlis. VDU leidykla, 2005, 291.
2. Public Health. An Introduction to the Science and Practice of Population Health. Shultz, James M., PhD, MS. Sullivan, Lisa M., PhD, MA. Galea, Sandro, MD, DrPH. ISBN: 978-0-8261-7753-7 (Print). 978-0-8261-7754-4 (eBook). DOI: 10.1891/9780826177544. Published: October 2019. <https://connect.springerpub.com/content/book/978-0-8261-7754-4/part/part01/chapter/ch01>
3. Health in the 21st Century. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/5202> Wang Basic Principles and Practical Applications in Epidemiological Research. World Scientific, 2002. 367 p.

#### Papildoma:

1. Assessment and Management of Environmental Risks. Ed. Linkov I., Palma-Oliveira J. Kluwer Academic Publishers. 2000. 440 p.
2. NAP. Exposure Science in the 21st Century: A Vision and a Strategy (2012).
3. EPA. Measurement error estimation and correction methods to minimize exposure misclassification in epidemiological studies. September 2008.
4. EPA. Protecting Children's Environmental Health. <http://www2.epa.gov/children>
5. EPA's Policy on Evaluating Risk to Children. <http://www2.epa.gov/children/epas-policy-evaluating-risk-children>.

### Dalyko programos rengėjas/jai

Vardas, pavardė	Institucija	Pedagoginis vardas, mokslo laipsnis	Elektroninio pašto adresas
Regina Gražulevičienė	VDU	Prof. habil.dr.	<a href="mailto:regina.grazuleviciene@vdu.lt">regina.grazuleviciene@vdu.lt</a>
Sandra Andrusaitytė	VDU	Doc. dr.	<a href="mailto:sandra.andrusaityte@vdu.lt">sandra.andrusaityte@vdu.lt</a>

## STUDIJŲ DALYKO APRAŠAS

Dalyko kodas	Dalyko apimtis kreditais	Institucija	Fakultetas	Katedra
ALP8014	7	VDU	GMF	Fizikos

### Pavadinimas

*ATSINAUJINANTI ENERGIJA*

### Pavadinimas anglų kalba

*RENEWABLE ENERGY*

Studijų būdas	Kreditų skaičius
Paskaitos	1
Konsultacijos	2
Seminarai	
Individualus darbas	4

### Dalyko anotacija lietuvių kalba (iki 500 simbolių)

Kursas skirtas analizuoti tiek natūralios kilmės, tiek antropogeninės veiklos sąlygotus fizikinius reiškinius gamtinėje aplinkoje. Studentai išmoksta identifikuoti klimatą apsprendžiančius veiksniai, kurie grindžiami šiluminiu planetos balansu ir astronominio planetos judėjimo parametrais. Žmogaus veiklos sąlygotos aplinkos problemos nagrinėjamos per energijos gavybos ir naudojimo prizmę, procesų nagrinėjimui taikant termodinamika pagrįstus dėsniumus. Aplinkos fizikiniai veiksniai susiejami su optimalaus energijos gamybos ir transformacijos būdų pasirinkimu.

### Dalyko anotacija anglų kalba (iki 500 simbolių)

The course is designed to study physical parameters that characterizes the environment. The course stresses on climate system description and energy resources physics. After the course students will be able to recognize and compare natural flow of processes in the environment and anthropogenic induced changes. Also experience of quantitative evaluation of the analyzed processes will be given.

### Dalyko poreikis ir aktualumas

Aplinkos tarša, atsinaujinančių energijos šaltinių panaudojimas ir jų diegimas, atsinaujinančių energijos šaltinių integracija į esamas energetines sistemas ir jų stabilumo analizė – tai yra tos problemos, kurių teisingas sprendimas gali turėti didelę įtaką ateities energetikai ir mus supančiai aplinkai.

### Dalyko tikslai

Studijų dalyko tikslas – padėti studentams suprasti atsinaujinančių energijos šaltinių įtaką aplinkai, jų keliamą taršą bei jų panaudojimo galimybes skirtingose klimatinėse zonose.

### Dalyko turinys, temos ir studijų metodai

Atsinaujinančių energijos šaltinių integravimas į esamus energetinius tinklus.  
Išmanieji elektros tinklai.  
Generuojamos energijos kiekių įvertinimas ir modeliavimas.  
Infrastruktūra, reikalinga atsinaujinančių energijos šaltinių eksploatavimui.  
Šilumos ir elektros energijos generavimas naudojant žemos taršos technologijas.  
Rizikos veiksnių energetikoje ir poveikio aplinkai vertinimas.  
Skysčių mechanika ir šilumos perdavimo sistemos.  
Didelės galios elektros energijos perdavimo tinklai

### Studijų pasiekimų vertinimas

Namų darbas – 30 proc. pažymio  
Egzaminas – 70 proc. pažymio.

## Literatūra

1. Lawrence E.Jones. (2014) Renewable Energy Integration. Practical Management of Variability, Uncertainty and Flexibility in Power Grids. ISBN 978-0-12-407910-6.
2. Balandis A., Barauskas I., Eisinis A., Valančius Z. (2012) Srautų dinamika. ISBN 978-609-433-160-2.
3. Pengwei Du and Ning Lu. (2014) Energy Storage for Smart Grids Planning and Operation for Renewable and Variable Energy Resources (VERs). ISBN 978-0-12-410491-4
4. Stephen E.Bechtel, Robert L. Lowe. (2015) Fundamentals of Continuum Mechanics with Applications to Mechanical, Thermomechanical, and Smart MAterials. ISBN: 978-0-12-394600-3.
5. Woodrow Clark, Grant Cooke. (2015) The Green Industrial Revolution Energy, Engineering and Economics. ISBN:978-0-12-802314-3.
6. Power Electronics Hanbdblbook (Third Edition). Devices, Circuits, and Applications. (2011) ISBN:978-0-12-382036-5.
7. Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences. (2013) ISBN: 978-0-12-409548-9.

## Dalyko programos rengėjas/jai

Vardas, pavardė	Institucija	Pedagoginis vardas, mokslo laipsnis	Elektroninio pašto adresas
Prof. Liudas Pranevičius	VDU	Prof. dr.	Liudas.Pranevicius@vdu.lt

## STUDIJŲ DALYKO APRAŠAS

Dalyko kodas	Dalyko apimtis kreditais	Institucija	Fakultetas	Katedra
APL8017	7	VDU	GMF	APLINKOTYROS

### Pavadinimas

*Individualios suminės ekspozicijos (ekspozoma) nustatymas epidemiologiniuose tyrimuose*

### Pavadinimas anglų kalba

*Estimation of individual complex exposure (exposome) in epidemiological research*

Studijų būdas	Kreditų skaičius
Paskaitos	2
Konsultacijos	
Seminarai	1
Individualus darbas	4

### Dalyko anotacija lietuvių kalba (iki 500 simbolių)

Dalykas suteikia žinių apie šiuolaikinius aplinkos epidemiologijos tyrimo metodus, taikomus ryšiiui tarp aplinkos ekspozicijos ir žmonių sveikatos rizikos įvertinimui, ekspozomos tyrimo būdus žmonių populiacijos ir individų lygmenyje, biologinius žymenis ir jų ryšį su sveikatos pažeidimais. Įgyjami įgūdžiai ekspozomo vertinimui, dozė-atsakas nustatymui ir rizikos dydžio įvertinimui, gebėjimai nustatyti aplinkos ir sveikatos indikatorius ir priežastinius ryšius tarp patirtos ekspozicijos ir sveikatos rizikos, ir pasiūlyti priemones sveikatos rizikos valdymui.

### Dalyko anotacija anglų kalba (iki 500 simbolių)

The course provide knowledge of the environmental epidemiology research methods used to the estimation of relationship between environmental exposure and human health risk, methods used for assessment of exposure at the population and at individual level, biomarkers and its links with health risk. Students will get skills in assessing exposome, dose-response relationship, environmental health indicators, and causal links between exposure level and health risk offering measures of the health risk management.

### Dalyko poreikis ir aktualumas

Jungtinių Tautų Darniosios raidos programos tikslų „Gera sveikata ir gerbūvis“ ir „Darnūs miestai ir bendruomenės“ įgyvendinimui, ankstyvam sveikatos pažeidimų išaiškinimui ir sveikatos rizikos mažinimui ir Europos Komisijos Aplinkos ir sveikatos veiklos planui įgyvendinti būtina vertinti suminę aplinkos ekspoziciją (ekspozomą), biologinių žymenų teikiamą informaciją, aplinkos ir sveikatos indikatorius. Ekologų ir aplinkotyros specialistų gebėjimas individo ir populiacijos grupės lygmenyje įvertinti kenksmingų aplinkos veiksnių keliamą riziką sveikatai yra svarbiausia prielaida priežastingumui pagrįsti, vykdant aplinkos ir sveikatos mokslinius tyrimus ir pritaikant įgytas žinias praktikoje.

### Dalyko tikslai

Dalykas skirtas doktorantams sustiprinti teorines ir praktines žinias apie aplinkos kokybės ir gyventojų sveikatos sąveiką, išugdyti kompetenciją individualiai ekspozicijai nustatyti, pasitelkiant šiuolaikinius biostatistikos ir individualios ekspozicijos tyrimo metodus. Kompleksinis dalykas išugdys kompetenciją atlikti kiekybinį rizikos įvertinimą, siekiant nustatyti moksliskai pagrįstus įrodymus apie kompleksinį kenksmingų aplinkos veiksnių sukeltą sveikatos pažeidimą ir pateikti moksliskai pagrįstas rekomendacijas aplinkos ir sveikatos rizikai mažinti.

### Dalyko turinys, temos ir studijų metodai

Mokslinės hipotezės formavimas ir priežastingumo teorijos taikymas moksliniuose tyrimuose. Šiuolaikiniai aplinkos ir sveikatos sąsajų tyrimo principai.

Gamtinės ir socialinės aplinkos poveikis gyventojų sveikatos rizikai.  
Urbanistinės aplinkos sąlygojamų lėtinių ligų rizikos veiksniai.  
Psichologinio ir oksidacinio streso ryšys su sveikatos pažeidimais.  
Kompleksinis gamtinės aplinkos, oro teršalų, psichologinių ir nepalankių socialinių veiksnių tyrimas individo ir populiacijos grupės lygmenyje.  
Subjektyvūs ir objektyvūs gamtinės aplinkos ekspozicijos tyrimo metodai.  
Biologiniai ekspozicijos, jautrumo ir atsako žyminiai aplinkotyroje.  
Mokslinio tyrimo, skirto įvertinti kompleksinės ekspozicijos ir sveikatos riziką, planavimo ypatumai.  
Svarbiausių lėtinių ligų prevencija ir rizikos valdymas populiacijos ir individo lygmenyje.

### Studijų pasiekimų vertinimas

Galutinis įvertinimas susideda iš: referato-30 %; ir egzamino-70 %;

### Literatūra

Pagrindinė:

1. Gražulevičienė R. Aplinkos epidemiologija ir rizikos sveikatai įvertinimas. Bendrasis vadovėlis. VDU leidykla, 2005, 291.
2. Implications for public health research of models and theories of disability: a scoping study and evidence synthesis. Public Health Research, No. 4.8. Berghs M, Atkin K, Graham H, et al. Southampton (UK): NIHR Journals Library; 2016 Jul.

Papildoma:

1. EPA. Guidelines for Exposure Assessment. <https://www.epa.gov/risk/guidelines-exposure-assessment>.
2. Gražulevičienė et al. Environmental Quality Perceptions and Health: A Cross-Sectional Study of Citizens of Kaunas, Lithuania. Int. J. Environ. Res. Public Health 2020, 17, 4420; doi:10.3390/ijerph17124420
3. FP7. The Human Early-Life Exposome – novel tools for integrating early-life environmental exposures and child health across Europe

### Dalyko programos rengėjas/jai

Vardas, pavardė	Institucija	Pedagoginis vardas, mokslo laipsnis	Elektroninio pašto adresas
Regina Gražulevičienė	VDU	Prof. habil. dr.	<a href="mailto:regina.grazuleviciene@vdu.lt">regina.grazuleviciene@vdu.lt</a>
Sandra Andrusaitytė	VDU	Doc. dr.	<a href="mailto:sandra.andrusaityte@vdu.lt">sandra.andrusaityte@vdu.lt</a>



## STUDIJŲ DALYKO APRAŠAS

Dalyko kodas	Dalyko apimtis kreditais	Institucija	Fakultetas	Katedra
APL8013	7	VDU	GMF	Aplinkotyros

### Pavadinimas

Biologinio testavimo principai

### Pavadinimas anglų kalba

Principles of bioassays

Studijų būdas	Kreditų skaičius
Paskaitos	2
Konsultacijos	1
Seminarai	
Individualus darbas	4

### Dalyko anotacija lietuvių kalba (iki 500 simbolių)

Dalykas skirtas doktorantams, siekiantiems įgyti teorinius ir praktinius biologinių tyrimų (biotestavimo) pagrindus. Kursas skiriamas supažindinti su biologinių tyrimų metodologija ir metodų taikymu nustatant aplinkos kokybę ir įvairių cheminių ir fizinių faktorių poveikio organizmams (ląstelėms) vertinimu. Skiriama dėmesio praktiniams biotestų parinkimo, tyrimų planavimo, vykdymo ir rezultatų interpretavimo bei taikymo aspektams.

### Dalyko anotacija anglų kalba (iki 500 simbolių)

The course is aimed at analysis and development of advanced theoretical and practical skills in biological methods in ecotoxicology. The course is designed to introduce with biological research methodology and methods application to determine the quality of the environment and the assessment of the effects of various chemical and physical factors on organisms (cells). The focus is on the practical aspects of bioassay selection, research planning, conduction and results interpretation along with application

### Dalyko poreikis ir aktualumas

Aplinkos kokybės vertinimas atliekamas pasitelkiant fizinius, cheminius ir biologinio tyrimo metodus, kurie gali būti griežtai reglamentuoti įvairių standartų pavidalu. Įgyvendinant tarptautinius ir nacionalinius teisinius aktus, biologiniai tyrimo metodai (biotestavimas) užima lygiavertę fiziniams ir cheminiams metodams poziciją. Biologinio testavimo metu yra įvertinamas bendras visų aplinkoje esančių teršalų poveikis organizmams, todėl nusakant priešasčių-pasekmių grandinės ryšius biologinių tyrimo metodų teoriniai ir praktiniai pagrindai yra svarbūs ekologijos ir aplinkotyros krypties moksliniams tyrimams.

### Dalyko tikslai

Suteikti metodologinių žinių aplinkos būklei tirti ir antropogeninio poveikio aplinkos komponentams vertinti.

### Dalyko turinys, temos ir studijų metodai

Biologinių tyrimų ir biotestavimo terminija, poreikis ir reikalavimai. Biologinio tyrimo procedūros ir charakteristikos, jų klasifikacija. Biologinių tyrimų teisinis reglamentavimas ir įstatyminė bazė. Standartizavimas. Standartizuoti biologinių tyrimų (biotestų) protokolai (OECD, ISO, DIN, AFNOR, USEPA ir kt.), gera laboratorinė praktika ir jos taikymas nacionalinėse aplinkosaugos sistemose. Biologinė etika. Biotestų tipai, reprezentatyvumas. Sąlygos, nulemiančios tinkamo ir reprezentatyvaus biologinio tyrimo (biotesto) pasirinkimą. Veiksniai, nulemiantys biologinio tyrimo (biotestavimo) rezultatus. Trumpalaikiai ir ilgalaikiai bei ūminiai ir lėtiniai biotestai ir jų procedūros. Vienarūšis ir daugiaryšis testavimas. Augalų, dumblių, bestuburių ir stuburinių, bakterijų ir genotoksiškumo biotestai. Testų rinkiniai ir jų integralaus vertinimo rodikliai. Dvinarių ir daugianarių mišinių vertinimo metodai.

Skirtis tarp toksikologinių ir ekotoksikologinių metodų. Biologiniai testai oro, vandens, dugno nuosėdų ir dirvožemio kokybei vertinti. Oksidacinio streso žymenys ir jų taikymas biologiniame testavime.

### Studijų pasiekimų vertinimas

Galutinis įvertinimas susideda lygiomis dalimis iš individualios užduoties (atvejo analizė) (50 %) ir egzamino (50 %).

### Literatūra

5. Newman M. C., Clements W.H. 2008. Ecotoxicology: a comprehensive treatment. Taylor and Francis, 852 p.
6. Calow P. 1997. Handbook of Ecotoxicology. Wiley-Blackwell, 885 p.
7. Small-scale Freshwater Toxicity Investigations.2005. C. Blaise, J.-F. Férard (Eds.), vol. 1-2, Springer, Dordrecht.
8. Fundamentals of Aquatic Toxicology: Effects, Environmental fate, and Risk Assessment. G.M. Rand (Ed.). Taylor and Francis, 1995. – 1125 p.
9. Sparks T. 2000. Statistics in ecotoxicology. John Wiley and Sons, LTD, 320 p.
10. Newman M. C., Unger M.A. 2015. Fundamentals of Ecotoxicology, 4<sup>th</sup> edition. CRC Press, 654 p.
11. Walker C. H., Hopkin S.P., Sibly R.M., Peakall D.B. 2012. Principles of Ecotoxicology, 4<sup>th</sup> edition. Routledge, 360 p.

### Dalyko programos rengėjas/jai

Vardas, pavardė	Institucija	Pedagoginis vardas, mokslo laipsnis	Elektroninio pašto adresas
Levonas Manusadžianas	Gamtos tyrimų centras	dr.	levonas.manusadzianas@gamtc.lt
Jūratė Žaltauskaitė	VDU	Doc.dr.	jurate.zaltauskaite@vdu.lt