

ELTE TTK Környezettudományi Doktori Iskola  
Doctoral School of Environmental Sciences

Képzési Terv / Training Program

érvényes 2021. szeptember 1-től / effective from 1 September, 2021

- KÖR-2/02 A felszín-légkör kölcsönhatások meteorológiai modellezésének története Ács Ferenc  
6 kredit, elmélet, nem kötelező, nem ismételhető
- KÖR-2/03 Izotópok alkalmazása a Környezettudományban Czuppon György  
6 kredit, elmélet, nem kötelező, nem ismételhető
- KÖR-2/03 Application of isotopes in environmental science Czuppon György  
6 credits, theory, optional, no repetition
- KÖR-2/04 Környezeti klimatológia Bartholy Judit  
6 kredit, elmélet, nem kötelező, nem ismételhető
- KÖR-2/04 Environmental climatology Bartholy Judit  
6 credits, theory, optional, no repetition
- KÖR-2/05 Vizek és vizes környezetek mikrobiális ökológiája  
Kériné Borsodi Andrea és Tóth Erika  
6 kredit, elmélet, nem kötelező, nem ismételhető
- KÖR-2/05 Microbial ecology of waters and aquatic habitats  
Kériné Borsodi Andrea and Tóth Erika  
6 credits, theory, optional, no repetition
- KÖR-2/06 A szén-dioxid felszín alatti tárolásának Környezettudományi összefüggései  
Falus György  
6 kredit, elmélet, nem kötelező, nem ismételhető
- KÖR-2/06 Environmental aspects of subsurface carbon dioxide storage Falus György  
6 credits, theory, optional, no repetition
- KÖR-2/07 Az infravörös spektrometria Környezettudományi alkalmazási lehetőségei  
Kovács István János  
6 kredit, elmélet, nem kötelező, nem ismételhető
- KÖR-2/07 The application of infrared spectrometry to Earth Sciences Kovács István János  
6 credits, theory, optional, no repetition
- KÖR-2/08 Writing scientific papers in English Böddi Béla  
6 credits, theory, optional, no repetition
- KÖR-2/09 A talajmagbank ökológia alapjai Csontos Péter  
6 kredit, elmélet, nem kötelező, nem ismételhető
- KÖR-2/09 Ecology of soil seed banks Csontos Péter  
6 credits, theory, optional, no repetition
- KÖR-2/10 Környezeti geokémiai adatok térbeli és időbeli elemzése Jordán Győző  
6 kredit, elmélet, nem kötelező, nem ismételhető
- KÖR-2/10 Spatial and temporal analysis of environmental geochemical data Jordán Győző  
6 credits, theory, optional, no repetition
- KÖR-2/11 Vulkanai természeti értékek és geoturizmus Harangi Szabolcs  
6 kredit, elmélet, nem kötelező, nem ismételhető
- KÖR-2/11 Volcanic heritage and geotourism Harangi Szabolcs  
6 credits, theory, optional, no repetition
- KÖR-2/12 Országhatárokon áterjedő környezeti hatások és a nemzetközi környezetvédelmi együttműködés Faragó Tibor  
6 kredit, elmélet, nem kötelező, nem ismételhető
- KÖR-2/13 Környezeti biofizika Horváth Gábor  
6 kredit, elmélet, nem kötelező, nem ismételhető
- KÖR-2/13 Environmental biophysics Horváth Gábor

6 credits, theory, optional, no repetition  
 KÖR-2/15 General and special aspects of plant mineral nutrition and the nutrient stress  
 Fodor Ferenc  
 6 credits, theory, optional, no repetition  
 KÖR-2/16 Mikrometeorológia Weidinger Tamás  
 6 kredit, elmélet, nem kötelező, nem ismételhető  
 KÖR-2/16 Micrometeorology Weidinger Tamás  
 6 credits, theory, optional, no repetition  
 KÖR-2/17 Az érzékelés biofizikája I.: Polarizációérzékelés és környezetoptikai vonatkozásai  
 Horváth Gábor  
 6 kredit, elmélet, nem kötelező, nem ismételhető  
 KÖR-2/17 Sensory biophysics I.: Polarization sensitivity and its environmental optical aspects  
 Horváth Gábor  
 6 credits, theory, optional, no repetition  
 KÖR-2/18 Trópusi közösségökológia Hufnagel Levente  
 6 kredit, elmélet, nem kötelező, nem ismételhető  
 KÖR-2/18 Community ecology of tropics Hufnagel Levente  
 6 credits, theory, optional, no repetition  
 KÖR-2/19 Időjárási és éghajlati modellek Breuer Hajnalka  
 6 kredit, elmélet, nem kötelező, nem ismételhető  
 KÖR-2/19 Weather and climate models Breuer Hajnalka  
 6 credits, theory, optional, no repetition  
 KÖR-2/20 Nuclear environmental protection Homonnay Zoltán  
 6 credits, theory, optional, no repetition  
 KÖR-2/21 Radon a természetes és mesterséges környezetben Horváth Ákos  
 6 kredit, elmélet, nem kötelező, nem ismételhető  
 KÖR-2/21 Radon in natural and artificial environments Horváth Ákos  
 6 credits, theory, optional, no repetition  
 KÖR-2/22 Bio-geokémiai modellek Grosz Balázs Péter  
 6 kredit, elmélet, nem kötelező, nem ismételhető  
 KÖR-2/22 Biogeochemical models Grosz Balázs Péter  
 6 credits, theory, optional, no repetition  
 KÖR-2/23 Talaj szervesanyag kutatás Szalai Zoltán  
 6 kredit, elmélet, nem kötelező, nem ismételhető  
 KÖR-2/23 Soil organic matter research Szalai Zoltán  
 6 credits, theory, optional, no repetition  
 KÖR-2/25 Környezetszociológia Izsák Éva  
 6 kredit, elmélet, nem kötelező, nem ismételhető  
 KÖR-2/25 Environmental sociology Izsák Éva  
 6 credits, theory, optional, no repetition  
 KÖR-2/26 Környezeti áramlások fizikája Jánosi Imre  
 6 kredit, elmélet, nem kötelező, nem ismételhető  
 KÖR-2/26 Physics of environmental flows Jánosi Imre  
 6 credits, theory, optional, no repetition  
 KÖR-2/28 Természetes gyepek ökológiája Kalapos Tibor  
 6 kredit, elmélet, nem kötelező, nem ismételhető  
 KÖR-2/28 Grassland ecology Kalapos Tibor  
 6 credits, theory, optional, no repetition  
 KÖR-2/34 Vizek környezettana Török Júlia  
 6 kredit, elmélet, nem kötelező, nem ismételhető  
 KÖR-2/34 Hydrobiology Török Júlia  
 6 credits, theory, optional, no repetition

- KÖR-2/36 Geostatisztika a környezettudományokban Kovács József és Hatvani István Gábor  
6 kredit, elmélet, nem kötelező, nem ismételtető
- KÖR-2/36 Geostatistical analysis in environmental science  
Kovács József and Hatvani István Gábor  
6 credits, theory, optional, no repetition
- KÖR-2/39 Karsztrendszer hidrológiája Mádlné Szőnyi Judit  
6 kredit, elmélet, nem kötelező, nem ismételtető
- KÖR-2/39 Hydrogeology of karst systems Mádlné Szőnyi Judit  
6 credits, theory, optional, no repetition
- KÖR-2/40 A környezetvédelem mikrobiológiai alapjai Márialigeti Károly  
6 kredit, elmélet, nem kötelező, nem ismételtető
- KÖR-2/40 Basic microbiological processes for environmental protection Márialigeti Károly  
6 credits, theory, optional, no repetition
- KÖR-2/42 Nyomgáz ülepedés modellezése Mészáros Róbert  
6 kredit, elmélet, nem kötelező, nem ismételtető
- KÖR-2/42 Modelling of deposition of trace gases Mészáros Róbert  
6 credits, theory, optional, no repetition
- KÖR-2/45 Légköri aeroszolok és környezeti hatásaik Salma Imre  
6 kredit, elmélet, nem kötelező, nem ismételtető
- KÖR-2/45 Atmospheric aerosols and environmental impacts Salma Imre  
6 credits, theory, optional, no repetition
- KÖR-2/47 Fenntartható energiagazdálkodás Munkácsy Béla  
6 kredit, elmélet, nem kötelező, nem ismételtető
- KÖR-2/47 Sustainable energy management Munkácsy Béla  
6 credits, theory, optional, no repetition
- KÖR-2/52 Elemek körforgása Szabó Csaba  
6 kredit, elmélet, nem kötelező, nem ismételtető
- KÖR-2/52 Cycling of elements Szabó Csaba  
6 credits, theory, optional, no repetition
- KÖR-2/55 Hogyan mérjük nano-, mikro- és milliméter nagyságú anyagok méret- és alakeloszlását?  
Szalai Zoltán  
6 kredit, elmélet, nem kötelező, nem ismételtető
- KÖR-2/55 How to measure size and shape of nano- and micro size particles? Szalai Zoltán  
6 credits, theory, optional, no repetition
- KÖR-2/56 Talajképződés Szalai Zoltán  
6 kredit, elmélet, nem kötelező, nem ismételtető
- KÖR-2/56 Pedogenesis Szalai Zoltán  
6 credits, theory, optional, no repetition
- KÖR-2/57 Bevezetés a digitális felületmodellezésbe Székely Balázs  
6 kredit, elmélet, nem kötelező, nem ismételtető
- KÖR-2/57 Introduction to digital surface modelling Székely Balázs  
6 credits, theory, optional, no repetition
- KÖR-2/61 Skálafüggő légköri terjedési modellek Weidinger Tamás  
6 kredit, elmélet, nem kötelező, nem ismételtető
- KÖR-2/61 Scale dependent atmospheric dispersion models Weidinger Tamás  
6 credits, theory, optional, no repetition
- KÖR-2/63 Környezetanalitika Záray Gyula  
6 kredit, elmélet, nem kötelező, nem ismételtető
- KÖR-2/63 Environmental analysis Záray Gyula  
6 credits, theory, optional, no repetition
- KÖR-2/65 Termásvizek és geotermikus energia Mádlné Szőnyi Judit  
6 kredit, elmélet, nem kötelező, nem ismételtető

- KÖR-2/65 Thermal waters and geothermal energy Mádlné Szőnyi Judit  
6 credits, theory, optional, no repetition
- KÖR-2/66 Bevezetés a Prokarióta taxonómiába Tóth Erika és Vajna Balázs  
6 kredit, elmélet, nem kötelező, nem ismételtető
- KÖR-2/66 Introduction to Prokaryotic taxonomy Tóth Erika and Vajna Balázs  
6 credits, theory, optional, no repetition
- KÖR-2/72 Üledékes medencék felszínalatti vízáramlási rendszerei Mádlné Szőnyi Judit  
6 kredit, elmélet, nem kötelező, nem ismételtető
- KÖR-2/72 Groundwater flow systems in sedimentary basins Mádlné Szőnyi Judit  
6 credits, theory, optional, no repetition
- KÖR-2/73 Generation of air pollution in combustion systems Turányi Tamás  
6 credits, theory, optional, no repetition
- KÖR-2/75 Elemspeciáció Mihucz Viktor  
6 kredit, elmélet, nem kötelező, nem ismételtető
- KÖR-2/75 Hyphenated techniques for element speciation Mihucz Viktor  
6 credits, theory, optional, no repetition
- KÖR-2/76 Elválasztástechnika haladóknak Eke Zsuzsanna  
6 kredit, elmélet, nem kötelező, nem ismételtető
- KÖR-2/76 Advanced Separation Science Eke Zsuzsanna  
6 credits, theory, optional, no repetition
- KÖR-2/77 Többváltozós adatelemzési módszerek 1 Héberger Károly  
6 kredit, elmélet, nem kötelező, nem ismételtető
- KÖR-2/77 Methods of multivariate data analysis 1 Héberger Károly  
6 credits, theory, optional, no repetition
- KÖR-2/78 Globális szén ciklus Barcza Zoltán  
6 kredit, elmélet, nem kötelező, nem ismételtető
- KÖR-2/82 Sugárbiológia és környezeti sugáregészségtan Turai István  
6 kredit, elmélet, nem kötelező, nem ismételtető
- KÖR-2/82 Radiobiology and environmental radiohygiene Turai István  
6 credits, theory, optional, no repetition
- KÖR-2/83 Talajmikrobiológia Borsodi Andrea és Szili Kovács Tibor  
6 kredit, elmélet, nem kötelező, nem ismételtető
- KÖR-2/83 Soil microbiology Borsodi Andrea and Szili Kovács Tibor  
6 credits, theory, optional, no repetition
- KÖR-2/84 Környezetegészségügy Vargha Márta  
6 kredit, elmélet, nem kötelező, nem ismételtető
- KÖR-2/84 Environmental health Vargha Márta  
6 credits, theory, optional, no repetition
- KÖR-2/89 Környezetvédelmi és természetvédelmi egyezmények Faragó Tibor  
6 kredit, elmélet, nem kötelező, nem ismételtető
- KÖR-2/90 Terepi vizsgálatok a talajvédelem témakörében Jakab Gergely / Farsang Andrea (SZTE) / Barta Károly (SZTE) / Centeri Csaba (SZIE)  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- KÖR-2/90 Soil protection measurements on the field Jakab Gergely / Farsang Andrea (SZTE) / Barta Károly (SZTE) / Centeri Csaba (SZIE)  
6 credits, theory, optional, no repetition
- KÖR-2/91 Environmental science and policy related international cooperation: its development, organisations, fora, programmes and agreements Faragó Tibor  
6 credits, theory, optional, no repetition
- KÖR-2/93 Szerkezetek légköri jegesedése Kollár László  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- KÖR-2/93 Atmospheric icing of structures Kollár László

6 credits, theory, optional, no repetition  
 KÖR-2/94 Humánbiológia és környezettudomány Tóth Gábor Antal  
 6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető  
 KÖR-2/95 Bevezetés a fényszennyezés kutatásába Kolláth Zoltán  
 6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető  
 KÖR-2/95 Introduction to light pollution studies Kolláth Zoltán  
 6 credits, theory, optional, no repetition  
 KÖR-2/96 Sugárzási transzfer a földi légkörben Kolláth Zoltán  
 6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető  
 KÖR-2/96 Radiation transfer in Earth's atmosphere Kolláth Zoltán  
 6 credits, theory, optional, no repetition  
 KÖR-2/100 Túlélőkészlet a tudományos élethez Torma Csaba Zsolt  
 6 kredit, elmélet, választható, ismételtető  
 KÖR-2/100 Survival kit for scientific life Torma Csaba Zsolt  
 6 credits, theory, optional, no repetition  
 KÖR-2/101 A városkutatás új irányzatai Berki Márton  
 6 kredit, elmélet, választható, ismételtető  
 KÖR-2/101 New approaches to urban studies Berki Márton  
 6 credits, theory, optional, no repetition  
 KÖR-2/102 Methods of applied statistics Keszei Ernő  
 6 credits, theory, optional, no repetition  
 KÖR-2/103 Modern reakciókinetika Keszei Ernő  
 6 kredit, elmélet, választható, ismételtető  
 KÖR-2/103 Modern reaction kinetics Keszei Ernő  
 6 credits, theory, optional, no repetition  
 KÖR-2/104 Introduction to Separation Sciences Zsigrainé Vasánits Anikó  
 6 credits, theory, optional, no repetition  
 KÖR-2/105 Basics of reaction kinetics Túri László  
 6 credits, theory, optional, no repetition  
 KÖR-2/106 Kemometria Tóth Gergely  
 6 kredit, elmélet, választható, ismételtető  
 KÖR-2/106 Chemometrics Tóth Gergely  
 6 credits, theory, optional, no repetition  
 KÖR-2/107 Theory of NMR techniques Rohonczy János  
 6 credits, theory, optional, no repetition  
 KÖR-2/108 NMR spectroscopy of solids and solutions Rohonczy János  
 6 credits, theory, optional, no repetition  
 KÖR-2/109 Többváltozós adatelemzési módszerek 2 Héberger Károly  
 6 kredit, elmélet, nem kötelező, nem ismételtető  
 KÖR-2/109 Methods of multivariate data analysis 2 Héberger Károly  
 6 credits, theory, optional, no repetition  
 KÖR-2/110 Karszthidrológia Kovács Attila  
 6 kredit, elmélet, választható, ismételtető  
 KÖR-2/110 Karst hydrogeology Kovács Attila  
 6 credits, theory, optional, no repetition  
 KÖR-2/111 A geokémiai modellezés alapjai Szabó-Krausz Zsuzsanna  
 6 kredit, elmélet, választható, ismételtető  
 KÖR-2/111 The basics of geochemical modeling Szabó-Krausz Zsuzsanna  
 6 credits, theory, optional, no repetition  
 KÖR-2/112 Humán biomonitoring Szigeti Tamás  
 6 kredit, elmélet, választható, ismételtető  
 KÖR-2/112 Human biomonitoring Szigeti Tamás

6 credits, theory, optional, no repetition  
 KÖR-2/113 Regionális klímamodellezési gyakorlatok Európában: EURO-CORDEX és Med-CORDEX Torma Csaba Zsolt  
 6 kredit, elmélet, választható, ismételhető  
 KÖR-2/113 European regional climate modelling practices: EURO-CORDEX and Med-CORDEX Torma Csaba Zsolt  
 6 credits, theory, optional, no repetition  
 KÖR-2/114 Bevezetés a digitális környezeti térképezésbe Pásztor László  
 6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető  
 KÖR-2/115 Geotermikus energiakutatás és -hasznosítás Lenkey László  
 6 kredit, elmélet, választható, ismételhető  
 KÖR-2/115 Exploration and utilization of geothermal energy Lenkey László  
 6 credits, theory, optional, no repetition  
 KÖR-2/116 A kulturális földrajz új irányzatai Berki Márton  
 6 kredit, elmélet, választható, ismételhető  
 KÖR-2/116 New approaches to cultural geography Berki Márton  
 6 credits, theory, optional, no repetition  
 KÖR-2/117 Deep time tengeri környezetrekonstrukciós modellek őslénytani alapjai és alkalmazási lehetőségei Szives Ottilia  
 6 kredit, elmélet, választható, ismételhető  
 KÖR-2/118 Mikrofossziliák szerepe a tavak ökoszisztémái rekonstrukciójában Mohr Emőke  
 6 kredit, elmélet, nem kötelező, nem ismételhető  
 KÖR-2/119 Mikrofossziliák szerepe a paleoceanográfiai kutatásokban Mohr Emőke  
 6 kredit, elmélet, nem kötelező, nem ismételhető  
 KÖR-2/120 Környezetvédelmi technológiák elméleti és gyakorlati megoldásai Kardos Levente  
 6 kredit, elmélet, nem kötelező, nem ismételhető  
 KÖR-2/120 Theoretical and practical solutions of environmental technologies Kardos Levente  
 6 credits, theory, optional, no repetition  
 KÖR-2/121 Globális és regionális klímaszcenáriók Pongrácz Rita  
 6 kredit, elmélet, választható, ismételhető  
 KÖR-2/121 Global and regional climate scenarios Pongrácz Rita  
 6 credits, theory, optional, no repetition  
 KÖR-2/121 Raman-spektroszkópia és környezettudományi alkalmazásai Váczi Tamás  
 6 kredit, elmélet, választható, ismételhető  
 KÖR-2/121 Raman spectroscopy and its applications to environmental science Váczi Tamás  
 6 credits, theory, optional, no repetition  
 KÖR-2/122 Válogatott fejezetek a modern ökológiából  
 Herczeg Gábor, Szentesi Árpád, Török János  
 6 kredit, elmélet, választható, ismételhető  
 KÖR-2/122 New trends and tasks in animal ecology Herczeg Gábor, Szentesi Árpád, Török János  
 6 credits, theory, optional, no repetition  
 KÖR-2/124 Növény-mikroba szimbiotikus együttélések Kaló Péter  
 6 kredit, elmélet, választható, ismételhető  
 KÖR-2/124 Beneficial interactions between legumes and microbes Kaló Péter  
 6 credits, theory, optional, no repetition  
 KÖR-2/125 Növény-gomba kölcsönhatások Barna Balázs  
 6 kredit, elmélet, választható, ismételhető  
 KÖR-2/125 Plant-fungi interactions Barna Balázs  
 6 credits, theory, optional, no repetition  
 KÖR-2/126 Általános ökológia Oborny Beáta  
 6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető  
 KÖR-2/126 General ecology Oborny Beáta

- 6 credits, theory, optional, no repetition  
 KÖR-2/127 Felbukkanó kórokozók járványtana és ökológiája Földvári Gábor  
 6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető
- KÖR-2/127 Eco-epidemiology of emerging infectious diseases Földvári Gábor  
 6 credits, theory, optional, no repetition
- KÖR-2/201 Speciális fejezetek a környezettudományok területéről I.  
 6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető
- KÖR-2/202 Speciális fejezetek a környezettudományok területéről II.  
 6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető
- KÖR-2/203 Speciális fejezetek a környezettudományok területéről III.  
 6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető
- KÖR-2/204 Speciális fejezetek a környezettudományok területéről IV.  
 6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető
- KÖR-2/205 Speciális fejezetek a környezettudományok területéről V.  
 6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető
- KÖR-2/206 Speciális fejezetek a környezettudományok területéről VI.  
 6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető
- KÖR-2/207 Speciális fejezetek a környezettudományok területéről VII.  
 6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető
- KÖR-2/208 Speciális fejezetek a környezettudományok területéről VIII.  
 6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető
- KÖR-2/209 Speciális fejezetek a környezettudományok területéről IX.  
 6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető
- KÖR-2/210 Speciális fejezetek a környezettudományok területéről X.  
 6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető
- KÖR-2/211 Speciális fejezetek a környezettudományok területéről XI.  
 6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető
- KÖR-2/212 Speciális fejezetek a környezettudományok területéről XII.  
 6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető
- KÖR-2/-201 Special topics in environmental science I.  
 6 credits, theory, optional, no repetition
- KÖR-2/202 Special topics in environmental science II.  
 6 credits, theory, optional, no repetition
- KÖR-2/203 Special topics in environmental science III.  
 6 credits, theory, optional, no repetition
- KÖR-2/-204 Special topics in environmental science IV.  
 6 credits, theory, optional, no repetition
- KÖR-2/205 Special topics in environmental science V.  
 6 credits, theory, optional, no repetition
- KÖR-2/206 Special topics in environmental science VI.  
 6 credits, theory, optional, no repetition
- KÖR-2/-207 Special topics in environmental science VII.  
 6 credits, theory, optional, no repetition
- KÖR-2/208 Special topics in environmental science VIII.  
 6 credits, theory, optional, no repetition
- KÖR-2/209 Special topics in environmental science IX.  
 6 credits, theory, optional, no repetition
- KÖR-2/-210 Special topics in environmental science X.  
 6 credits, theory, optional, no repetition
- KÖR-2/211 Special topics in environmental science XI.  
 6 credits, theory, optional, no repetition
- KÖR-2/212 Special topics in environmental science XII.

6 credits, theory, optional, no repetition



## KÖR-2/02 A felszín-légkör kölcsönhatások meteorológiai modellezésének története Ács Ferenc

6 kredit, elmélet, nem kötelező, nem ismételtető

ferenc.acs@ttk.elte.hu

A szárazföldi felszín (csupasz talaj és a vegetációval borított talaj) és a légkör állandó kölcsönhatásban vannak. E kölcsönhatás a légköri és a SVAT (Soil Vegetation Atmosphere Transfer)-modellek csatolt rendszerével jellemezhető. A SVAT-modellek a talaj, a növényzet és a felszín közeli levegő rendszerében zajló transzport-folyamatok (pl. momentum, víz, szén-dioxid, metán, ózon vagy más nyomgáz átvitele) taglalásával foglalkoznak. E kölcsönhatás vizsgálható makroskálán és hosszú időtávon a GCM (Global Circulation Models)-SVAT modellrendszerek futtatásával; így az éghajlat felszínalakító, valamint a felszín éghajlat-alakító szerepe elemezhető. A kölcsönhatás vizsgálható kisebb tér-idő léptékben is, pl. az időjárási folyamatok skáláján az időjárás-SVAT modellrendszerek futtatásával. Ekkor elemezhető mind az időjárásnak a szárazföldi folyamatokra (pl. az N<sub>2</sub>O, vagy a CO<sub>2</sub> kibocsátása esőzés után), mind a szárazföldi folyamatoknak az időjárásra (pl. a párolgás hatása a felhő- és a csapadékképződés folyamataira) gyakorolt hatása.

A meteorológia fejlődése során kiderült, hogy a kölcsönhatási folyamatok időjárás- vagy éghajlat-alakító szerepe nem elhanyagolható. A SVAT-modellek fejlődése az elmúlt 30-40 évben óriási. A fejlődést alapvetően a szárazföldi felszín és ezen belül a vegetáció folyamatainak modellezése határozta meg. Kurzusunk során ismertetném e fejlődés szakaszait, az ezzel kapcsolatos gondolkodás-módot, valamint a további tendenciákat mind külföldi, mind hazai vonatkozásban a legfontosabb tanulmányok elemzésével.

### Irodalom / Literature:

- Ács, F., Rajkai, K., Breuer, H., Mona, T., and Horváth, Á., 2015: Soil-atmosphere relationships: The Hungarian perspective. *Open Geosci.*, **Vol. 7, Issue 1**, 395--406. DOI 10.1515/geo-2015-0036
- Dickinson, R.E., 1995: Land Processes in Climate Models. *Remote Sens. Environ.*, **Vol. 51**, 27-38.
- Seneviratne, S.I., Corti, T., Davin, E.L., Hirschi, M., Jaeger, E.B., Lehner, I., Orlowsky, B., and Teuling, A.J., 2010: Investigating soil moisture-climate interactions in a changing climate: A review. *Earth-Science Reviews*, **99**, 125-161.
- Smith, K.A., Ball, T., Conen, F., Dobbie, K.E., Massheder, J., and Rey, A., 2003: Exchange of greenhouse gases between soil and atmosphere: interactions of soil physical factors and biological processes. *European Journal of Soil Science*, **54**, 779-791.
- Pitman, A.J., 2003: The evolution of, and revolution in, land surface schemes designed for climate models. *International Journal of Climatology*, **Vo. 23, No. 5**, 479-510.

## **KÖR-2/03 Izotópok alkalmazása a környezettudományban Czuppon György**

6 kredit, elmélet, nem kötelező, nem ismételtető

czuppon@geochem.hu

A kurzus célja, hogy a résztvevőket megismertesse a tradicionális stabil (H-1, H-2, C-12, C-13, N-14, N-15, O-16, O-17, O-18, S-32, S-33, S-34, S-36) és egyes, nem tradicionális stabil (He-3, Li-6, Li-7, B-10, B-11, Cl-35 és Cl-37), és radioaktív (H-3, Be-10, C-14, Cl-36, I-129) izotóp alkalmazási lehetőségeivel a környezettudomány területén. A kurzus keretében bemutatnánk az egyes izotóp rendszereket, jelentőségüket különböző környezeti folyamatok kimutatásában, detektálásában és megértésében.

- 1) Tradicionális és nem tradicionális stabilizotópok (H, C, O, N, S, He, Li, B, Cl): jelentőségük, elméleti háttér, mérés technikák.
- 2) Radioaktív (kozmozgén) izotópok (H-3, Be-10, C-14, Cl-36, I-129): keletkezésük (hangsúlyozva az antropogén források lehetőségét is), elméleti háttér, mérés technikák.
- 3) Tradicionális stabilizotópok jelentősége a vízkörforgásban: tenger – párolgás – csapadék – folyók - felszínalatti vizek.
- 4) Tradicionális stabilizotópok jelentősége a környezeti és éghajlati változások detektálásában (pl. paleohőmérséklet becslés): jégmagok, cseppkövek, faévgyűrűk, csontok, fogak.
- 5) Karbon-ciklus: CO<sub>2</sub> forrása, bioszféra jelentősége, antropogén hatás, CO<sub>2</sub> tárolás (karbonátok képződése).
- 6) Nem tradicionális stabil izotópok környezettudományi alkalmazása (szennyezés, mállás)
- 7) Felszínalatti vizek korhatározása: beszivárgási idő jelentősége, vízbázis védelem.
- 8) Kozmozgén izotópok környezettudományi jelentősége az atmoszférában, hidroszférában és litoszférában (lepusztulás, kitétség).
- 9) Gyakorlati óra: különböző mérés technikák bemutatása, kitekintve a minta előkészítésre.

## **KÖR-2/03 Application of isotopes in environmental science Czuppon György**

6 credits, theory, optional, no repetition

The aim of the course to present several possible applications of traditional stable isotopes (H-1, H-2, C-12, C-13, N-14, N-15, O-16, O-17, O-18, S-32, S-33, S-34, S-36) and some non-traditional stable isotopes (He-3, Li-6, Li-7, B-10, B-11, Cl-35, Cl-37) as well as some radiogenic isotopes (H-3, Be-10, C-14, Cl-36, I-129) in the field of environmental science. Within the frame of the course we would present the significance of the certain isotope systems to detect and identify different environmental processes.

- 1) Traditional and non-traditional stable isotopes (H, C, O, N, S, He, Li, B, Cl): significance, theoretical background, methodology.
- 2) Radiogenic (cosmogenic) isotopes (H-3, Be-10, C-14, Cl-36, I-129): theoretical background, natural and anthropogenic sources, methodology.
- 3) Traditional stable isotopes in the water cycle: ocean-evaporation-precipitation-rivers-underground water.
- 4) Significance of traditional stable isotopes in determination of environmental and climate changes: ice core, speleothem, tree rings, bones, teeth.
- 5) Carbon-cycle: source of CO<sub>2</sub>, significance of the biosphere, anthropogenic affect, CO<sub>2</sub> storage (carbonate formation).
- 6) Usage of non-traditional stable isotopes in environmental science (pollution, weathering).
- 7) Dating of underground waters: significance of water recharge, protection of aquifers.
- 8) Significance of cosmogenic isotopes in the atmosphere, hydrosphere and lithosphere (erosion, surface exposure).
- 9) Practical lesson: different analytical technics including sample preparation.

### Irodalom / Literature

Porcelli, D.P., Ballentine, C.J., Wieler, R. (Eds.) 2003: *Noble Gases*, Reviews in Mineralogy and Geochemistry 47.

Clark, I. D. and Fritz, P., 1997. *Environmental Isotopes in Hydrogeology*, Lewis Publishers, New York, 328 pp.

Hoefs, J. 2009: *Stable Isotope Geochemistry*, Springer.

Michener R., Lajtha K. 2007: *Stable Isotopes in Ecology and Environmental Science*, Blackwell.

**KÖR-2/04 Környezeti klimatológia Bartholy Judit**  
6 kredit, elmélet, nem kötelező, nem ismételtető

bartholy@caesar.elte.hu

**KÖR-2/04 Environmental climatology Bartholy Judit**  
6 credits, theory, optional, no repetition

A kurzus sorra veszi az éghajlati rendszer természetes összetevőinek változási tendenciáit, s választ keres azok összefüggéseire a társadalmi-gazdasági rendszerekben indukált módosulásokra. Nem vállalja fel a nagyon szerteágazó téma teljes, szisztematikus tárgyalását, inkább az aktualitások mentén egy-egy téma újabb kutatási eredményeit taglalja. Ennek keretében kerül sor a hidrológiai folyamatok, illetve a víz készletek, a gleccserek, a permafroszt területek, a krioszféra elemeinek tendencia elemzésére, a kritikus folyamatok lokalizálására, s az esetleges jövőre vonatkozó modellszimulációs kísérletek eredményeinek áttekintésére. Ugyancsak érdekes és aktuális témacsoportok a talajban zajló folyamatok, a talaj-degradáció, a növényzet, s az állatvilág populációjának, migrációjának a változó éghajlat hatására végbemenő folyamatai. Az óriási ütemű népességnövekedés, s a nagyvárosi környezet gyors változása egy újabb gócpontja a környezeti változásoknak, problémáknak. A kurzus egy-egy téma közös feldolgozásán alapszik. A hallgatók nagyobb témák kisebb szegmenseinek önálló feldolgozása és az eredmények kiselőadások formájában történő bemutatása révén sajátítják el a módszertant, s ismerik meg a legújabb kutatási eredményeket. A kurzus aktuális tematikája figyelembe veszi és épít a doktorandusz hallgatók kutatási témáira, rugalmasan alkalmazkodik ahhoz, illetve beépíti az előtanulmányaikat is.

### Irodalom

- Ernst, W. G. (2000): Earth Systems: Processes and Issues, Cambridge University Press
- Bonan, G. (2015): Ecological climatology. National Center for Atmospheric Research, Boulder, Colorado, <https://doi.org/10.1017/CBO9781107339200>. Cambridge University Press,
- Glaciers and Ice Sheets in the Climate System: The Karthaus Summer School Lecture Notes (2021), Springer Textbooks in Earth Sciences, Geography and Environment, Kindle Edition

## **KÖR-2/05 Vizek és vizes környezetek mikrobiális ökológiája Kériné Borsodi Andrea és Tóth Erika**

6 kredit, elmélet, nem kötelező, nem ismételtető

borsodi.andrea@ttk.elte.hu

erika.toth@ttk.elte.hu

Mikrobák a természetben. Mikrobák és mikrokörnyezet, mikrobák és makrokörnyezet. Az élőhely hatásai, genom méret és genetikai diverzitás. Mikrobiális ökológiai alapfogalmak, vizsgáló módszerek. Identifikáció, kvantifikáció, anyagcsere intenzitásmérés.

Biogeográfia és a mikrobiális diverzitás kapcsolata. Szabadon élő mikroorganizmusok elterjedése, mikrobiális endemizmus.

Biofilmek szerveződése vizes környezetekben. Sejtek közötti kommunikáció, quorum sensing és evolúció. Populációk térbeli és időbeni stabilitása.

Fajok közötti pozitív, negatív és neutrális kölcsönhatások. Baktérium – vírus kölcsönhatások. Mikrobiális hurok.

Nyíltvízi környezetek (folyók, tavak) mikrobiológiája I.

Nyíltvízi környezetek (tengerek) mikrobiológiája II.

Mikroorganizmusok adaptációja szélsőséges környezeti feltételekhez (hőmérséklet, nyomás, tápanyag koncentráció, pH, szalinitás)

Vízhálózatok (ivóvizek, kórházi vízrendszerek, hűtővizek) mikrobiológiája. Mikrobiális korrózió.

Mikrobiológiai vízminősítés. Higiénés víz mikrobiológia.

Szennyvizek és szennyvíztisztítás (fizikai, kémiai, biológiai). Mesterséges lápok, élőgépek alkalmazása.

Víz által közvetített betegségek.

## **KÖR-2/05 Microbial ecology of waters and aquatic habitats Kériné Borsodi Andrea and Tóth Erika**

6 credits, theory, optional, no repetition

Microorganisms in nature. Microbes and their micro- and macro environments. Genome size, genetical diversity and the effect of habitats.. Basic concepts of microbial ecology, methods used in microbial ecology. Identification, quantification and metabolic intensity.

Connection between biogeography and diversity. Spreading of free living microorganisms, microbial endemism.

Developing of biofilms in aquatic habitats. Communication between cells, quorum sensing and evolution.

Stability of populations.

Interactions between populations (neutral, positive and negative). Interactions between bacteria and viruses.

Microbial loops.

Microbiology of natural waters (rivers, lakes, seas).

Adaptation of microbes to extremophile environments (temperature, pressure, nutrient concentration, pH, salinity).

Microbiology of anthropogenic water distribution systems (drinking waters, industrial waters, etc.). Microbial corrosion.

Microbiological water qualification, hygienic microbiology.

Microbiology of waste waters. Artificial water purification systems (eg. wetlands).

Waterborn diseases.

### Irodalom / Literature

Borsodi, A., Felföldi, T., Jáger, K., Makk, J., Márialigeti, K. (Ed), Romsics, Cs., Tóth, E., Bánfi, R., Pohner, Zs., Vajna, B. 2013. *‘Bevezetés a prokarióták világába’* (Introduction to the world of prokaryotes). ELTE, Budapest. [http://www.eltereader.hu/media/2014/04/Bevezetes\\_a\\_prokariotak\\_vilagaba.pdf](http://www.eltereader.hu/media/2014/04/Bevezetes_a_prokariotak_vilagaba.pdf)

Madigan, M. T., Martinko, J. M., Parker, J. (2019) Brock Biology of Microorganism. Pearson education, Inc., San Francisco, CA USA

## KÖR-2/06 A szén-dioxid felszín alatti tárolásának környezettudományi összefüggései Falus György

6 kredit, elmélet, nem kötelező, nem ismételtető

[falus.gyorgy@mfgi.hu](mailto:falus.gyorgy@mfgi.hu) falus.gyorgy@mbfsz.gov.hu

A kurzus célja, hogy a PhD hallgatók megismerkedjenek a szén-dioxid felszín alatti tárolásának elméleti alapjaival és a legfontosabb gyakorlati elemeivel. A feldolgozott témák segítségével a PhD hallgatók betekintést kapnak abba a tudományos és technológiai láncolatba, amely a szén-dioxid besajtolás előtti kezelésétől a hosszú távú biztonságos elhelyezésig vezet. Hangsúlyos lesz a felszín alatti tárolás környezeti kockázatainak és azok minimalizálási lehetőségeinek bemutatása. Az órák keretében a PhD hallgatók gyakorlatot szereznek az egyik legjelentősebb kockázati elem, a szilárd közeg víz szén-dioxid rendszerben lezajló kölcsönhatások előrejelzésében. Mindezekre a kérdésekre - a nemzetközi kitekintés mellett - hazai példák bemutatásával kerül sor.

1) A szén-dioxid leválasztás és felszín alatti tárolás elméleti alapjai, jelentősége, alkalmazása a világban és hazánkban; 2) A felszín alatti tárolásra alkalmas képződmények (tárolókomplexumok) ; 3) Hogyan és mennyi szén-dioxid csapdázódik a felszín alatt? (csapdázódási típusok); 4) Hogyan és mennyi szén-dioxid csapdázódik a felszín alatt? (számítási/beclsési eljárások); 5) A tároláshoz kapcsolódó kockázatok és ezek lehetséges kezelése 6) Hogyan és milyen eszközökkel lehet és kell vizsgálni a tárolókomplexumokban zajló folyamatokat? (monitoring); 7) Természetes szén-dioxid előfordulások; 8) A szilárd közeg víz szén-dioxid rendszerben lezajló kölcsönhatások (folyamatok és általános ásványreakciók bemutatása); 9) A szilárd közeg víz szén-dioxid rendszerben lezajló kölcsönhatások (PHREEQC alapok, egyszerű modellek futtatása)

## KÖR-2/06 Environmental aspects of subsurface carbon dioxide storage Falus György

6 credits, theory, optional, no repetition

The major goal of the course is to introduce Ph.D. students the main theoretical and practical aspects of subsurface carbon dioxide storage. The topic discussed during the course will provide insight into the scientific and technological value chain from pre-injection processing to long-term safe storage of carbon dioxide. Environmental risks and their minimization related to subsurface storage will be in focus. Ph.D. students will gain experience in predicting interaction in the solid – water – carbon dioxide system. All topics will be discussed using examples worldwide as well as from Hungary.

1) Theoretical basis, significance and application of carbon dioxide capture and subsurface storage worldwide as well as in Hungary; 2) Geological structures appropriate for subsurface storage (storage complexes); 3) How carbon dioxide is trapped in the subsurface and in what amount (trapping mechanisms); 4) How carbon dioxide is trapped in the subsurface and in what amount (estimation procedures); 5) Risk and their mitigation options related to subsurface storage; 6) How features, processes and events should be examined in the storage complexes (monitoring); 7) Natural carbon dioxide occurrences; 8) Interactions in the solid – water – carbon dioxide system (introduction to processes and the most common mineral reactions); 8) Interactions in the solid – water – carbon dioxide system (introduction to PHREEQC, basic model runs)

### Irodalom / Literature

General:

Donald J. DePaolo, David R. Cole, Alexandra Navrotsky, and Ian C. Bourg (eds.) (2013) *Geochemistry of Geologic CO<sub>2</sub> Sequestration*, RiMS Vol. 77

Shelagh, J. Baines and Richard H. Worden (eds.) (2004) *Geological Storage of Carbon Dioxide*, Geol. Soc. Spec. Publ., 233.

### Esettanulmányok/Case studies:

Király Cs, Szabó Zs, Szamosfalvi Á, Kónya P, Szabó Cs, Falus Gy (2017) How much CO<sub>2</sub> is trapped in carbonate minerals of a natural CO<sub>2</sub> occurrence? *En. Proc.* **125**: pp. 527-534.

Király Cs., Sendula E., Szamosfalvi Á, Káldos R, Kónya P, Kovács I.J., Fűri J, Bendő Zs, Falus Gy (2016) The relevance of dawsonite precipitation in CO<sub>2</sub> sequestration in the Mihályi-Répcelak area, *NW Hungary Geol. Soc. Spec. Publ.* **435**: pp. 1-14.

Király Cs, Szamosfalvi Á, Zilahi-Sebess L, Kónya P, Kovács IJ, Sendula E, Szabó Cs, Falus Gy (2016) Caprock analysis from the Mihályi-Répcelak natural CO<sub>2</sub> occurrence, Western Hungary. *Envi. Earth Sci.* **75**:(8) Paper 635.

Szabó Zs, Hellevang H, Király Cs, Sendula E, Kónya P, Falus Gy, Török Sz, Szabó Cs (2016) Experimental-modelling geochemical study of potential CCS caprocks in brine and CO<sub>2</sub>-saturated brine. *IJGGC44*: pp. 262-275.

Szabó Zs., Gál N.E., Kun É, Szőcs T., Falus Gy. (2017) Geochemical modeling possibilities of CO<sub>2</sub> and brine inflow to freshwater aquifers. *CEG* Vol. **60**, Issue 3, pp. 289-298.

## **KÖR-2/07 Az infravörös spektrometria környezettudományi alkalmazási lehetőségei Kovács István János**

6 kredit, elmélet, nem kötelező, nem ismételtető

steve.roman@gmail.com

A kurzus célja, hogy a résztvevőket megismertesse a Fourier-transzformációs infravörös spektrometria elméleti és gyakorlati alapjaival. Gyakorlati kutatási témákon keresztül bemutatásra kerül, hogy a módszer hogyan segítheti környezettudományi szempontból fontos komponensek mennyiségi és minőségi meghatározását, olyan esetekben is ahol talán az FTIR spektrometria az egyetlen célravezető eszköz. A gyakorlati órák keretében a résztvevők valódi gyakorlatot szerezhetnek a minta-előkészítéstől, teljesen a mérési eredmények kiértékeléséig.

- 1) Az FTIR spektrometria elméleti alapjai (infravörös sugárzás, a műszer működési elve, a mérések beállításai, minta-előkészítés, transzmissziós és reflexiós elrendezések)
- 2) Transzmissziós mérések: Izotróp anyagok minőségi és mennyiségi infrája (üveg, gyémánt)
- 3) Transzmissziós mérések: Anizotróp ásványok mennyiségi infravörös elemzése: az abszorbancia indikatrix teória elméleti alapjai és gyakorlati alkalmazása
- 4) Transzmissziós mérések: Anizotróp ásványok a gyakorlatban (agyagásvány, olivin)
- 5) Transzmissziós mérések: Anizotróp ásványok a gyakorlatban (kvarc)
- 6) Reflexiós mérések: A csillapított teljes reflexiós (ATR) mérések elméleti alapjai és a mennyiségi kiértékelés lehetőségei és kihívásai
- 7) Reflexiós mérések: Az ATR FTIR alkalmazása konszolidálatlan üledékek vizsgálatában
- 8) Reflexiós mérések: Az ATR FTIR alkalmazása csontok, borostyán
- 9) Gyakorlati órák: az előadásokon bemutatott anyagok gyakorlati minta-előkészítése, mérése és kiértékelése

## **KÖR-2/07 The application of infrared spectrometry to Earth Sciences Kovács István János**

6 credits, theory, optional, no repetition

The main goal of the course is to introduce the participants to the theoretical and practical principles of infrared spectrometry. Particular attention will be paid to demonstrate how this technique could contribute to identify qualitatively and quantitatively the components which have particular relevance from Environmental Sciences points of view. During practices the participants could real experience from the samples preparation all the way through to the data reduction.

- 1) Theoretical principles of FTIR spectrometry (infrared radiation, operating principles of the instruments, settings of measurements in transmission and reflectance set-ups)
- 2) Measurements in transmission mode: Quantitative and qualitative infrared of isotropic substances (glass and diamond)
- 3) Measurements in transmission mode: Quantitative and qualitative infrared of anisotropic materials: the practical and theoretical application of the absorbance indicatrix theory.
- 4) Measurements in transmission mode: Anisotropic materials in practice (clay minerals and olivine)
- 5) Measurements in transmission mode: Anisotropic materials in practice (quartz)
- 6) Measurements in reflection mode: The theoretical basis of attenuated total reflectance (ATR) FTIR spectrometry with special respect to the qualitative and quantitative potentials and challenges.
- 7) Measurements in reflection mode: The application of ATR FTIR in the investigation of unconsolidated sediments
- 8) Measurements in reflection mode: The application of ATR FTIR in the investigation of bones and ambers
- 9) Practical classes: The samples preparation, measurements and evaluation of materials presented during the lectures.

### Irodalom / Literature

- Beran, A., Libowitzky, E.: Water in natural mantle minerals II: Olivine, garnet and accessory minerals. In: Kepler, H., Smyth, JR (eds), *Water in Nominally Anhydrous Minerals*. Reviews in Mineralogy and Geochemistry 62, Miner. Soc. Amer. (2006), 169-191
- Biró, T., Kovács, I., Karátson, D., Stalder, R., Király, E., Falus, Gy., Fancsik, T., Sándorné Kovács, J. (2017) Systematic decrease of hydroxyl defect concentration in quartz phenocryst fragments within ignimbrites: implications for post-depositional diffusional loss of hydrogen. *American Mineralogist* (accepted for publication)
- Kovács, I., Hermann, J., O'Neill, H. St. C., FitzGerald, J., Sambridge, M., Horváth, G. (2008): Quantitative absorbance spectroscopy with unpolarized light, Part II: Experimental evaluation and development of a protocol for quantitative analysis of mineral IR spectra. *American Mineralogist*, **93**, 765-778.
- Kovács, I., O'Neill H. St. C., Hermann J., Hauri, E. (2010): Site-specific infrared O-H absorption coefficients for water substitution into olivine. *American Mineralogist*, **95**, 292-299.
- Udvardi, B., Kovács, I. J., Kónya, P., Földvári, M., Fűri, J., Budai, F., Falus, Gy., Fancsik, T., Szabó, Cs., Szalai, Z., Mihály, J. (2014) Application of attenuated total reflectance Fourier transform infrared spectroscopy in the mineralogical study of a landslide area, Hungary. *Sedimentary Geology*, **313**, 1-14.

## **KÖR-2/08 Writing scientific papers in English Böddi Béla**

6 credits, theory, optional, no repetition

bela.boddi@ttk.elte.hu

Planning: deciding the subject of the paper (question of originality); choosing the target journal (topics and impact factor); deciding the form of the paper (types of scientific papers).

Writing the paper: collecting material (how to use laboratory notes); writing the first draft (literature, most important results, final conclusion); obtaining instructions for the authors; designing tables, figures and other illustrations, copyright questions; how to write the chapters of a paper: Abstract, Introduction, Material and methods, Results, Discussion (their structures, specialities, grammar, expression to avoid); Reference list, Acknowledgements (contribution, technical assistance, financial support); deciding the final title, the running title, the keywords, and the authorship (questions of the authors' order).

Submitting (uploading) the manuscript, examples for covering letters;

How to answer the remarks of referees;

Correcting the proofs

Open access –advantages and dangers – moral questions, plagiarism, ghost authors, human and animal rights, GMO-questions

Preparing a “model manuscript” - optional.

### Irodalom / Literature

Michael Jay Katz: From Research to Manuscript. A Guide to Scientific Writing. Second edition, Springer 2009, ISBN: 978-1-4020-9466-8, e-ISBN: 978-14020-9467-5

Rowena Murray: Writing for Academic Journals. Open University Press, 2005 ISBN: 0 335 21392 8

Robert Barras: Scientists Must Write. A guide to better writing for scientists, engineers and students Routledge Study Guide Taylor & Francis Group, second edition 2002, ISBN: 10: 0-415-26996-2 (978-0-41526996-4)

<http://www.sfedite.net/newsletters.htm>

## **KÖR-2/09 A talajmagbank ökológia alapjai Csontos Péter**

6 kredit, elmélet, nem kötelező, nem ismételtető

cspeter@mail.iif.hu

A kurzus célja a természetes magbank mintavételi módszereinek áttekintése, kiegészítve a magtúlélési vizsgálatok megismerésével, és a magvak (termések) életképességére utaló egyéb vizsgálatok tárgyalásával. A magbank típusok megismerése, és ezek ökológiai jelentőségének kérdései. A magbankra vonatkozó eddig feltárt mindazon összefüggések megtárgyalása, amelyek a növénytakaróban lejátszódó folyamatokkal (szukcesszió, degradáció, élőhely rekonstrukció) kapcsolatosak. A fentiek megtárgyalását kiegészíti még néhány jelentős magökológiai adatbázis bemutatása, alkalmazási példákkal.

## **KÖR-2/09 Ecology of soil seed banks Csontos Péter**

6 credits, theory, optional, no repetition

Introduces students to definitions and sampling methods of natural seed banks. Discusses seed longevity studies and further issues on seed (fruit) viability, and deals with soil seed bank types, and their classification. A second part of the course offers a comprehensive overview of the recent knowledge on the role and importance of natural seed banks in the dynamic processes of vegetation, e.g. succession, degradation, habitat restoration. At the end of the course seed bank databases, seed ecological databases and their applicability is demonstrated. Additionally, important seed ecological databases will be discussed with application examples.

### Irodalom / Literature

- Baskin, C. C. & Baskin, J. M. 2014. *Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination*. 2nd edition. Academic Press, San Diego, 1600 pp.
- Csontos P. 2001. *A természetes magbank kutatásának módszerei*. Scientia Kiadó, Budapest.
- Csontos P. & Tamás J. 2003. Comparisons of soil seed bank classification systems. *Seed Science Research* 13(2): 101-111.
- Fenner, M. & Thompson, K. 2005. *The ecology of seeds*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Csontos P. 2007. Seed banks: ecological definitions and sampling considerations. *Community Ecology* 8(1): 75-85.
- Csontos P. 2010. A természetes magbank, valamint a hazai flóra magökológiai vizsgálatának új eredményei. *Kanitzia* 17: 77-110.



## **KÖR-2/10 Környezeti geokémiai adatok térbeli és időbeli elemzése Jordán Győző**

6 kredit, elmélet, nem kötelező, nem ismételtető

jordan.gyozo@mkk.szie.hu

gyozo.jordan@gmail.com

A föld- és a környezeti tudományok egyre nagyobb mennyiségben generálnak térbeli és időbeni adatot ahogyan az adatgyűjtési és adatkezelési technológiák rohamosan fejlődnek, mint például a légi- és műholdas távérzékelő platformok, fejlett hordozható terepi eszközök vagy az automatizált laboratóriumi műszerek, környezetvédelmi monitoring rendszerek illetve a webes információs felhők. Ezen a kurzuson a PhD hallgatók megismerik és elsajátítják a hatékony adatbányászati és feltáró adatelemzési módszereket, a térinformatikai és modellezési technikákat, beleértve a digitális képfeldolgozást és a digitális terepmodellezést is, az időszerelemzés technikáit valamint a térbeli-időbeli statisztikai adatok jellemzését és értékelését. A tanfolyam a folyamatban lévő nemzetközi és egyéb kutatási projektekből származó valódi adatokat használ fel, mint például az Európai Geokémiai Atlasz adatállományát, illetve bemutatja a legfrissebb publikációk által dokumentált kutatási eredményekből nyert friss ismereteket és tapasztalatokat. A kurzus alkalmazásorientált, a hallgatók számos gyakorlaton keresztül sajátítják el a módszereket. A kurzusterv rugalmasan alkalmazkodik a résztvevő PhD hallgatók szakmai háttéréhez és igényeihez.

## **KÖR-2/10 Spatial and temporal analysis of environmental geochemical data Jordán Győző**

6 credits, theory, optional, no repetition

Earth and environmental sciences generate increasing number of data with both spatial and temporal dimensions as a result of the massive development of data acquisition and data management technologies such as airborne and satellite remote sensing platforms, advanced portable field devices and automated laboratory instruments, environmental monitoring systems and web-based information clouds. This course provides the PhD students with efficient data mining and exploratory data analysis methods, techniques for spatial data analysis and modelling including digital image processing and digital terrain modelling, techniques of time series analysis, and spatial-temporal statistical data characterisation and evaluation. The course uses real-life data from on-going international and other research projects such as the European Geochemical Atlas dataset and shares new knowledge and experience obtained from current research results documented by recent publications. The course is application oriented and several exercises and on-hand software practices are run by the students. The course design is entailed to the background and needs of the participating PhD students in a flexible manner

### Irodalom / Literature

Davis, J.E. (1986) *Statistics and data analysis in geology*. Chichester, Wiley.

Makridakis, S.G., Wheelwright, S.C., Hyndman, R.J., (1998) *Forecasting: Methods and Applications*, 3rd ed. Wiley Publisher, New York.

Reimann, C., Filzmoser, P., Garrett, R.G. & Dutter, R. (2008) *Statistical Data Analysis Explained*. Applied Environmental Statistics with R. Chichester, Wiley.

## **KÖR-2/11 Vulkanári természeti értékek és geoturizmus Harangi Szabolcs**

6 kredit, elmélet, nem kötelező, nem ismételtető

szabolcs.harangi@geology.elte.hu

A kurzus első fele áttekinti a különböző (bazaltos, andezites-dácitos és riolitos) vulkáni területek nyújtotta fontosabb, a geoturisztikai szolgáltatásban is felhasználható vulkanológiai értékeket: lávaöntő és robbanásos kitörésekhez kapcsolódó fő felszínformák, a vulkáni működést jellemző tipikus képződmények. Ezt követi a természeti értékek kategorizálása turisztikai, oktatási fontosság szerint: szempontok, súlyok, kvantitatív értékelés, promóciós lehetőségek. Geoturisztikai eszközök a 21. században: tanösvények, kiállítások, kirándulásvezetők, oktatási programok és virtuális lehetőségek. Egy kiválasztott esettanulmány kidolgozása

## **KÖR-2/11 Volcanic heritage and geotourism Harangi Szabolcs**

6 credits, theory, optional, no repetition

The first part of the course provides a concise summary about the principal features of various volcanic regions (basaltic, andesitic-dacitic and rhyolitic) that could be used as geotouristic potential: main landscape forms and unique volcanological features formed by effusive and explosive eruptions. This will be followed by an outline how volcanic heritage can be evaluated in terms of touristic and educational importance: classification schemes and presentation of their results. Geotouristic tools in the 21st century: educational paths, exhibitions, field guides and virtual reality perspectives. Case study project.

### Irodalom / Literature

- Bitschene P, Schueller A. (2011) Geo-education and geopark implementation in the Vulkaneifel European Geopark. *GSA Field Guide*; **22**: 29-34.
- Brilha J (2015) Inventory and quantitative assessment of geosites and geodiversity sites: a review. *Geoheritage*. **8**:116 doi:10.1007/s12371-014-0139-3
- Erfurt-Cooper P (2011) Geotourism in volcanic and geothermal environments: playing with fire? *Geoheritage* **3**(3):187–193
- Erfurt-Cooper P ed. (2014) *Volcanic Tourist Destinations*, Springer, 384 pp.
- Erfurt-Cooper, Cooper M eds. (2010) *Volcano and geothermal tourism: Sustainable geo-resources for leisure and recreation*. London: Earthscan, 378 pp.
- Farsani NT, Coelho C, Costa C.(2011): Geotourism and Geoparks as Novel Strategies for Socio-economic Development in Rural Areas. *Int J Tourism Res* **13**: 68-81
- Harangi S (2014) Volcanic heritage of the Carpathian-Pannonian region in eastern-central Europe. In: Erfurt-Cooper P (ed) *Volcanic Tourist Destinations*, Springer, pp. 103-124.
- Henriques MH, dos Reis RP, Brilha J, Mota T. (2011) Geoconservation as an emerging geoscience. *Geoheritage*; 1-12.
- Joyce E. (2010) Australia's Geoheritage: History of Study, A New Inventory of Geosites and Applications to Geotourism and Geoparks. *Geoheritage*; **2**: 39-56
- Moufti MR, Németh K (2013) The Intra-Continental Al Madinah Volcanic Field, Western Saudi Arabia: A Proposal to Establish Harrat Al Madinah as the First Volcanic Geopark in the Kingdom of Saudi Arabia. *Geoheritage* **5**(3):185-206
- Moufti MR, Németh K, Murcia H, Al-Gorry SF, Shawali J (2013a) Scientific Basis of the Geoheritage and Geotouristic Values of the 641 AD Al Madinah Eruption Site in the Al Madinah Volcanic Field, Kingdom of Saudi Arabia. *The Open Geology Journal*, **7**:31-44
- Moufti MR, Németh K, El-Masry N, Qaddah A (2014) Volcanic Geotopes and Their Geosites Preserved in an Arid Climate Related to Landscape and Climate Changes Since the Neogene in Northern Saudi Arabia: Harrat Hutaymah (Hai'il Region). *Geoheritage* **7**(2):103-118
- Szepesi, J.; Harangi, Sz.; Ésik, Zs.; Novák, J.T.; Lukács, R.; Soós, I. (2017): Volcanic Geoheritage and Geotourism Perspectives in Hungary: a Case of an UNESCO World Heritage Site, Tokaj Wine Region Historic Cultural Landscape, Hungary. *Geoheritage* 2017, **9**(3), pp 329–349
- Vujcic MD, Vasiljevic DE, Markovic, SB, Hose TA, Lukic T, Hadzic O, Janicevic S, 2011 Slankamen Villages Preliminary Geosite Assessment Model (GAM) And Its Application On Fruska Gora Mountain, Potential Geotourism Destination Of Serbia, *Acta Geographica Slovenica*, **51**(2):361–377
- Wimbledon WAP, Andersen S, Cleal, CJ, Cowie JW, Erikstad L, Gonggrijp GP, Johansson CE, Karis LO, Suominen V (1999) *Geological World Heritage: GEOSITES—a global comparative site inventory to enable prioritisation for conservation*. Memorie Descrittive della Carta Geologica d'Italia, vol. LIV: pp 45–60.
- Wimbledon WA, Benton MJ, Bevins RE, Black GP, Bridgland DR, Cleal CJ, Cooper RG, May VJ (1995) The development of a methodology for the selection of British Geological sites for geoconservation: part 1. *Mod Geol* **20**:159–202
- Wood C (2009) World Heritage volcanoes: A thematic study. *A global review of volcanic World Heritage properties: present situation, future prospects and management requirements*. IUCN World Heritage Studies 8, Gland, Switzerland, 61 pp.

## KÖR-2/12 Országhatárokon áterjedő környezeti hatások és a nemzetközi környezetvédelmi együttműködés Faragó Tibor

6 kredit, elmélet, nem kötelező, nem ismételtető

tibor\_farago@t-online.hu (TiborFarago@caesar.elte.hu)

A mind átfogóbb környezeti megfigyelésekre és kutatásokra alapozva az 1970-es évektől kezdődően gyors fejlődésnek indult a nemzetközi környezettudományi és környezetpolitikai együttműködés. Az országhatárokon áterjedő, illetve a globális környezeti hatások kezelése érdekében napjainkra rendkívül szerteágazó nemzetközi együttműködési rendszer alakult ki: intézmények, fórumok, programok, megállapodások sokasága. A tudományos és a szakpolitikai folyamatok fejlődésének, összefüggéseinek, kölcsönhatásainak megfelelő ismeretére van szükség ahhoz, hogy helyes válaszokat lehessen kidolgozni az érintett környezeti problémák megoldására, valamint meg lehessen határozni azokat a területeket, ahol további tudományos vizsgálatokra van szükség. Az együttműködés történeti fejlődésének, a környezeti diplomácia kialakulásának áttekintése után a hallgatók összképet kapnak az érintett környezeti problémák felismerése nyomán létrejött nemzetközi környezetvédelmi rendszerről. Jelentős környezettudományi eredményekre alapozott hatékony nemzetközi környezetpolitikai példák is bemutatásra kerülnek.

Az előadások témái: Kezdetek (történelmi természeti csapások és emberi tevékenységek nemzetközi környezeti hatásai); Megfigyelések (környezeti monitoringgal kapcsolatos nemzetközi együttműködés); Globalizáció (társadalmi-gazdasági és környezeti globalizáció, kölcsönhatásai); Világtalálkozók (globális környezetpolitikai fórumok, programok); Régiók (pán-európai és szubregionális környezeti fórumok, programok); Érdekes csoportok (NGO-k és szerepük a nemzetközi környezetpolitikában); Intézmények (nemzetközi környezetpolitikai szervezetek); Megállapodások (multilaterális környezeti megállapodások alapjai); Specifikus együttműködési területek (energia és környezet; klímatudományi és klímapolitikai együttműködés; ágazati tevékenységek és hulladékáramok stb.); Fenntarthatóság (a fenntartható fejlődés nemzetközi programjai); EU (az Európai Unió és tagállamai szerepe a globális környezetpolitikában); Jövő (a nemzetközi környezetvédelmi együttműködés jövője).

### Irodalom

Az ENSZ Környezetvédelmi Programja: <https://www.unep.org/about-un-environment>

Az EU környezetvédelmi tevékenysége: [https://ec.europa.eu/environment/index\\_hu](https://ec.europa.eu/environment/index_hu)

Faragó T., 2016: Világunk 2030-ban: a nemzetközi együttműködés új egyetemes programjának előzményei, lényege és értékelése. Külügyi Szemle, 15:2, 3-24. o.

[http://real.mtak.hu/38257/1/Vilagunk\\_2030.pdf](http://real.mtak.hu/38257/1/Vilagunk_2030.pdf)

Faragó T., 2013: A nemzetközi fejlesztési együttműködés céljai és a fenntartható fejlődési célok. Statisztikai Szemle, 91:8-9, 823-841. o. [http://www.ksh.hu/statszemle\\_archive/2013/2013\\_08-09/2013\\_08-09\\_823.pdf](http://www.ksh.hu/statszemle_archive/2013/2013_08-09/2013_08-09_823.pdf)

Faragó T., 2012: A fenntartható fejlődéssel foglalkozó nemzetközi együttműködés négy évtizede. Külügyi Szemle, 3. szám, 189-211. o. <http://kki.gov.hu/kulugyi-szemle-2012-3>

Faragó T., 2012: International environmental and development policy cooperation and the transition process of the Central and Eastern European countries. Grotius, 17 p.

[http://www.grotius.hu/doc/pub/FKQVGD/2012\\_155\\_farago\\_tibor\\_international\\_environmental.pdf](http://www.grotius.hu/doc/pub/FKQVGD/2012_155_farago_tibor_international_environmental.pdf)

Faragó T., 2011: A társadalmak környezeti sebezhetősége, ellenálló- és alkalmazkodó képessége .. In: "Sebezhetőség és adaptáció" MTA SzKI, 51-64

[https://edit.elte.hu/xmlui/bitstream/handle/10831/30332/FaragoT2011\\_Tarsadalom\\_Kornyezet\\_u.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://edit.elte.hu/xmlui/bitstream/handle/10831/30332/FaragoT2011_Tarsadalom_Kornyezet_u.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Faragó T., 2016: The anthropogenic climate change hazard: role of precedents and the increasing science-policy gap.

Időjárás, 120:1, pp. 1-40. <https://edit.elte.hu/xmlui/handle/10831/30267>, 41. oldal

## KÖR-2/13 Környezeti biofizika Horváth Gábor

6 kredit, elmélet, nem kötelező, nem ismételtető

gh@arago.elte.hu

Kozmikus környezetünk veszélyforrásai. A földi van-Allen övek védő hatása, földi magnetoszféra, sarkifény. Földi ózonpajzs, UV-sugárzás és UV-látás. Perm/triász kihalás egy szupernóvarobbanás miatt? Nukleáris tél és a dinoszauruszok üstökös-beccsapódás miatti kihalása. A villámcsapás kialakulása és fiziológiai hatásai, gömbvillám, vörös lidércek. A polarizációlátás UV-paradoxona, avagy a spektrum melyik tartományában érdemes érzékelni az égbolt-polarizációt. Poláros fényszennyezés, polarizációlátás. Vízceppes növényi levelek napégése, avagy mikor locsoljunk, s keletkezhet-e erdőtüz az esőcseppek fénygyűjtése által? Hallás és zajártalom. Holdillúzió. Miért kelet felé néznek a napraforgóvirágzatok? A vérszívó bögölyök miért a melegebb gazdaállatokat kedvelik? Az úrszemét dinamikája. Hogyan kerültek vízirovarok a borostyánkővekbe? A csíkos testfestés véd a bögölyök ellen. Hűthetik a zebrákat a csíkjaik? Festmények villámainak pszichofizikai vizsgálata. A vikingek égpolarizációs navigációja.

## KÖR-2/13 Environmental biophysics Horváth Gábor

6 credits, theory, optional, no repetition

Threats from our cosmic environment. Protective effect of the van-Allen belts of the Earth, geo-magnetosphere, polar lights (aurora). Ozone shield of the Earth, ultraviolet radiation and UV sensitivity. Perm/Triassic extinction due to a supernova explosion? Nuclear winter and dinosaur extinction because of a comet impact. Physics and meteorology of lightnings, their physiological effects, ball lightning, red sprites. Ultraviolet paradox of polarization sensitivity. Light pollution. Sunburn of plants by sunlit water droplets. Hearing, noise pollution and injury. Moon illusion. Why do sunflower inflorescences face east? Why do biting horseflies prefer warmer hosts? Dynamics of spherical space debris. How did amber get its aquatic insects? Striped bodypainting protects against horseflies. Can stripes cool zebras? Psychophysical study of lightnings in paintings. Sky-polarimetric Viking navigation.

### Irodalom / Literature

- Horváth G. (editor) (2014) *Polarized Light and Polarization Vision in Animal Sciences*. Springer-Verlag: Heidelberg, Berlin, New York (ISBN: 978-3-642-54717-1, doi: 10.1007/978-3-642-54718-8) p. 649
- Kovács Z., Udvarnoki Z., Papp E., Horváth G. (2021) Psychophysical study of the moon illusion in paintings and landscape photos. *Proceedings of the Royal Society A* 477: 20200737
- Horváth G., Slíz-Balogh J., Horváth Á., Egri Á., Virágh B., Horváth D., Jánosi I. M. (2020) Sunflower inflorescences absorb maximum light energy if they face east and afternoons are cloudier than mornings. *Scientific Reports* 10: 21597
- Fritz B., Horváth G., Hünig R., Pereszlényi Á., Egri Á., Guttman M., Schneider M., Lemmer U., Kriska G., Gomard G. (2020) Bioreplicated coatings for photovoltaic solar panels nearly eliminate light pollution that harms polarotactic insects. *Public Library of Science One* 15: e0243296
- Horváth G., Pereszlényi Á., Egri Á., Tóth T., Jánosi I. M. (2020) Why do biting horseflies prefer warmer hosts? Tabanids can escape easier from warmer targets. *Public Library of Science One* 15: e0233038
- Slíz-Balogh J., Horváth D., Szabó R., Horváth G. (2020) Dynamics of spherical space debris of different sizes falling to Earth. *Astronomical Notes (Astronomische Nachrichten)* 341: 245-257
- Horváth G., Egri Á., Meyer-Rochow V. B., Kriska G. (2020) How did amber get its aquatic insects? Water-seeking polarotactic insects trapped by tree resin. *Historical Biology* doi: 10.1080/08912963.2019.1663843
- Horváth G., Pereszlényi Á., Tóth T., Polgár S., Jánosi I. M. (2019) Attractiveness of thermally different uniformly black targets to horseflies: *Tabanus tergustinus* prefers sunlit warm shiny dark targets. *Royal Society Open Science* 6: 191119
- Horváth G., Pereszlényi Á., Åkesson S., Kriska G. (2019) Striped bodypainting protects against horseflies. *Royal Society Open Science* 6: 181325
- Horváth G., Pereszlényi Á., Száz D., Barta A., Jánosi I. M., Gerics B., Åkesson S. (2018) Experimental evidence that stripes do not cool zebras. *Scientific Reports* 8: 9351
- Stromp M., Farkas A., Kretzer B., Száz D., Barta A., Horváth G. (2018) How realistic are painted lightnings? Quantitative comparison of the morphology of painted and real lightnings: a psychophysical approach. *Proceedings of the Royal Society A* 474: 20170859
- Száz D., Horváth G. (2018) Success of sky-polarimetric Viking navigation: Revealing the chance Viking sailors could reach Greenland from Norway. *Royal Society Open Science* 5: 172187
- Egri Á., Horváth Á., Kriska G., Horváth G. (2010) Optics of sunlit water drops on leaves: Conditions under which sunburn is possible. *New Phytologist* 185: 979-987

## **KÖR-2/15 General and special aspects of plant mineral nutrition and the nutrient stress Fodor Ferenc**

6 credits, theory, optional, no repetition

Interactions between plants and soils. Universal physiological aspects of mineral nutrition, mineral deficiency, toxicity. Uptake of essential and toxic elements from the soil, deficiency and toxicity syndromes. Special strategies for mineral uptake. Nutrient uptake in algae, mosses and ferns, non-woody and woody plants. Life strategies based on mineral nutrition. Heavy metal accumulation. Excluder, indicator and accumulator plants. Phytoremediation.

### Irodalom / Literature

Marshner H. (2012) *Marschner's mineral nutrition of higher plants*. (Marshner P. ed). Academic Press

McGrath, S. P., Zhao, F. J., and Lombi, E. 2002. Phytoremediation of metals, metalloids and radionuclides. *Adv. Agron.* 75: 1-56.

Sattelmacher B. (2001) The apoplast and its significance for plant mineral nutrition. *New Phytologist* 149: 167–192.

Taiz, L., Zeiger E. (2010) *Plant Physiology*. Sinauer

## **KÖR-2/16 Mikrometeorológia Weidinger Tamás**

6 kredit, elmélet, nem kötelező, nem ismételtető

weidi@staff.elte.hu

A PhD kurzus célja: megismertetni a hallgatókat a felszínközeli térben lejátszódó mikrometeorológiai folyamatokkal, elemezni a numerikus modellekben alkalmazott különböző parametrizálási módszereket, s megadni tudományterület főbb alkalmazási lehetőségeit

A mikrometeorológia tárgya, felépítése, története. A felszínközeli réteg és a planetáris határréteg (PHR) kormányzó egyenletei, lezárási hipotézisek. A turbulens áramszámítás módszertana. Mikrometeorológiai mérések. Speciális mikroklímák. A PHR modellezése, napi menet, profilok. A mikrometeorológia és mikroklimatológiai ismeretanyag alkalmazási lehetőségei környezeti problémák megoldásában (szél- és naperőművek optimális elhelyezése, levegőkörnyezet elemzés, hatástanulmányok, zárt terek klimatikus viszonyai, stb.)

## **KÖR-2/16 Micrometeorology Weidinger Tamás**

6 credits, theory, optional, no repetition

The main goals of PhD course are introduction to micrometeorological processes in the atmospheric surface layer, analyze the parameterization schemes in the numerical weather prediction models (NWP) and give the practical knowledge for the investigation of the discipline in the planning air quality, human comfort, etc.

Definition, history and methodology of the micrometeorology. Structure and governing equations of the planetary boundary layer (PBL), governing equations, principles of the modeling of momentum energy (latent and sensible heat), and mass (vapor, trace gases, aerosol) fluxes, closure hypothesis. Surface layer measurements (radiation, energy budget components, profiles, fluxes). Special microclimates. PBL models, profiles, daily variations of turbulence characteristics and PBL height. Application of micrometeorology and microclimate in environmental problems as renewable energy potential: wind and solar, air pollution processes, indoor air pollution and climate, impact studies.

### Irodalom / Literature:

Arya, S. P., 2001: Introduction to micrometeorology. Academic Press, 420 p.

Oke, T. R., 1987: Boundary Layer climates, Methuen, 435 p.

Stull, R. B., 2003: An Introduction to Boundary Layer Meteorology. Kluwer Academic Publishers (reprint).

*Unger J., Sümegehy Z, Kántor N, Gulyás Á, 2012: Kisléptékű környezeti klimatológia. JATEPress, Szeged*

Foken, Th., 2014: Micrometeorology. Springer.

## **KÖR-2/17 Az érzékelés biofizikája I.: Polarizációérzékelés és környezetoptikai vonatkozásai Horváth Gábor**

6 kredit, elmélet, nem kötelező, nem ismételtető

gh@arago.elte.hu

A fény polarizációja, a polarimetria fizikai alapjai. A fénypolarizáció érzékelésének biofizikája. Polarizáció-látással bíró állatok és viselkedésük. Az égbolt polarizációs mintázatai légköroptikai és biológiai vonatkozásokkal. Vízfelületek polarizációs mintázatai biológiai alkalmazásokkal. Vízirovarok polarotaktikus vízkeresése. Poláros fényszennyezés. A vikingek égbolt-polarimetrikus navigációja. Cirkuláris polarizáció és érzékelése. Miért és mikor érdemes a fénypolarizációt a spektrum ultraibolya, kék vagy zöld tartományában érzékelni? Polarizációlátás és színlátás, polarizációs hamis színek.

## **KÖR-2/17 Sensory biophysics I.: Polarization sensitivity and its environmental optical aspects Horváth Gábor**

6 credits, theory, optional, no repetition

Light polarization, physical base of polarimetry. Biophysics of polarization sensitivity. Polarization-sensitive animals and their behaviour. Polarization patterns of the sky and their atmospheric optical and biological aspects. Reflection-polarization characteristics of water surfaces with biological applications. Polarotactic water detection by aquatic insects. Polarized light pollution. Sky-polarimetric navigation of the Vikings. Circular polarization and its sensation. Why and when is it worth detecting polarization in the ultraviolet, blue and green spectral range? Polarization and colour sensitivity, polarization-induced false colours.

### Irodalom / Literature

- Horváth Gábor, Farkas Alexandra, Kriska György (2016) *A poláros fény környezetoptikai és biológiai vonatkozásai*. ELTE Eötvös Kiadó, Budapest (ISBN 978 963 312 253 2) 485 oldal
- Gábor Horváth (editor) (2014) *Polarized Light and Polarization Vision in Animal Sciences*. Springer-Verlag: Heidelberg, Berlin, New York (ISBN: 978-3-642-54717-1, doi: 10.1007/978-3-642-54718-8) p. 649
- Gábor Horváth, Dezső Varjú (2004) *Polarized Light in Animal Vision - Polarization Patterns in Nature*. Springer-Verlag: Heidelberg, Berlin, New York (ISBN: 3-540-40457-0) p. 447

## **KÖR-2/18 Trópusi közösségökölógia Hufnagel Levente**

6 kredit, elmélet, nem kötelező, nem ismételtető

leventehufnagel@gmail.com

A tárgy egységes tömbösített szemináriumi keretben tartalmazza az elméleti előadásokat, számítógépes demonstrációkat, csoportmunkán alapuló gyakorlatokat és konzultációkat. A félév során a résztvevőktől elvart az önálló problémamegoldás is, amely egy félévzáró esszében összegződik a képzés végére. A félév első felében törekszünk az elméleti órák és számítógépes demonstrációk tömbösítésére, míg a félév második felét az esettanulmányok kidolgozására és csoportmunkára, valamint konzultációkra szánjuk.

Témakörök:

- Az ökológiai kutatások módszertana és abban a trópusok jelentősége
- Trópusok klímarendszere és biogeográfiai sajátosságai
- A közösségi ökológia strukturális kérdései trópusokon
- A közösségi ökológia funkcionális kérdései trópusokon
- A síkvidéki trópusi perhumid esőerdők
- Montán transekt és ariditási transekt

Esettanulmányok kidolgozása, csoportmunka és közös konzultációk

## **KÖR-2/18 Community ecology of tropics Hufnagel Levente**

6 credits, theory, optional, no repetition

This course is made up of laboratory classes with the combined material of lectures, computer demonstrations, team work practices and consultations. Classes are held in blocks. Students are expected to solve subject-related problems independently, based on which skill they are required to write an essay at the end of the semester. In the first part of the semester students learn the theoretical aspects of the material and have computer demonstrations. During the second half of the semester they work in teams to solve subject-related problems and are also provided the opportunity for personal consultation.

Topics:

- Methodology of ecological researches and the importance of the Tropics.
- Climate system and biogeography of the Tropics
- Structural questions of community ecology in the Tropics
- Functional questions of community ecology in the Tropics
- Perhumid equatorial rainforests
- Montan and aridity transects
- Case studies

### Irodalom / Literature

REGŐS J. (2005): *Introducción a la ecología tropical - Bevezetés a trópusi ökológiába*. ECORENA/UCA Nicaragua, Managua, (magyar fordításban átdolgozott kiadás)

LEVEGUE Ch. (2001): *Ecology from Ecosystem to Biosphere* – Science Publishers, Inc. Plymouth, UK

BALOGH J. (1953): *A zoocönológia alapjai* – Akadémiai Kiadó, Budapest

PÁSZTOR E, OBORNY B. szerk (2007): *Ökológia*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest

REGŐS J. (1996): *Bevezetés a tengeri ökológiába*. EKTF, Eger pp. 242-256



## **KÖR-2/19 Időjárási és éghajlati modellek Breuer Hajnalka**

6 kredit, elmélet, nem kötelező, nem ismételtető

breuer.hajnalka@ttk.elte.hu

A hallgatók betekintést kapnak a modellek elvi és gyakorlati működési elveibe, szó lesz az egyes modell részek fizikai és matematikai háttéréről. A kurzust olyan hallgatók is felvehetik, akik még soha nem dolgoztak numerikus előrejelző modellekkel vagy tanultak volna róluk.

Tematika:

1. Mit takar a modell kifejezés? A modellezés alapvető fogalmai, háttere, fejlődése
2. Modellek felépítése és működési elve
3. Modell dinamika (fizikai és numerikus közelítések)
4. Parametrizációk - sugárzás-átvitel
5. Parametrizációk – felhő-mikrofizika
6. Parametrizációk - gomolyfelhő-képződés
7. Parametrizációk - légköri határreteg
8. Parametrizációk - felszíni folyamatok
9. Kémiai modul (légköri és óceáni)
10. Modellek működése - adatkezelés, inicializáció, technikai háttér
11. Előrejelezhetőség
12. Modelleredmények verifikációja és értelmezése

## **KÖR-2/19 Weather and climate models Breuer Hajnalka**

6 credits, theory, optional, no repetition

During the course of the lectures the students will get an insight to the theoretical and practical principles of the models, the physical and mathematical background of the model components will also be presented. Students who have never worked with or have learned about modelling can also enrol.

Topics:

1. What does the term model mean? Basic concepts, background and development of modelling
2. Structure and operating principle of models
3. Model dynamics (physical and numerical approximations)
4. Parameterizations – radiation transfer
5. Parameterizations – cloud microphysics
6. Parameterizations – convective cloud development
7. Parameterizations – planetary boundary layer
8. Parameterizations – surface processes
9. Chemical module (atmospheric and oceanic)
10. Model operation – data management, initialization, technical background
11. Predictability
12. Verification and interpretation of model results

### Irodalom / Literature:

Coiffier, J., 2012: Numerical Weather and Climate Prediction, Cambridge University Press, 550 p.

Stensrud, D.J., 2007: Parameterization Schemes: Keys to Understanding Numerical Weather Prediction Models, Cambridge University Press, 480 p.

Warner, T.T., 2011: Numerical Weather and Climate Prediction, Cambridge University Press, 550 p.

André K., Balogh M., Baranka Gy., Bozó L., Bölöni G., Grosz B., Gyöngyösi A.Z., Horányi A., Lagzi I.L., Leelőssy Á., Mészáros R., Mile M., Szépszó G., Szűcs M., Tasnádi P., Weidinger T., 2013: Applied Numerical Weather Forecast (Alkalmazott számszerű előrejelzés – numerikus időjárási és csatolt modellek a gyakorlatban). (Szerk.: Gyöngyösi A.Z., Weidinger T.), Budapest: ELTE TTK, 254 p.

## **KÖR-2/20 Nuclear environmental protection Homonnay Zoltán**

6 credits, theory, optional, no repetition

homonnay@caesar.elte.hu

Interaction between radiation and matter. Dose concepts, principles of dosimetry and types of dosimeters. Biological effects of radiation. Basic principles of radiation protection. Determination of internal and external dose. Sources of natural and artificial radiation dose. The nuclear fuel cycle and the operation principles of nuclear reactors. Dynamic behavior of nuclear reactors, the problems of controlling the chain reaction, nuclear accidents. Nuclear waste storage and disposal. Safety of the nuclear energy production, trends in increasing safety and solving nuclear waste problem in the future. Methods and current practice in nuclear environmental control.

### Literature

Compulsory:

Attila Vértes, István Kiss: *Nuclear Chemistry*, Akadémiai Kiadó, Budapest, 1987

Suggested:

Attila Vértes, Sándor Nagy, Zoltán Klencsár: *Handbook of Nuclear Chemistry*, Kluwer, Amsterdam, 2003

Joseph Magill, Jean Galy: *Radioactivity, Radionuclides, Radiation*, Springer, Berlin, 2005

G. Choppin, J.O.Liljenzin, J.Rydberg, *Radiochemistry and Nuclear Chemistry*, Butterworth-Heinemann, 2002

Jozsef Konya Noemi Nagy : *Nuclear and Radiochemistry*, 2nd Edition, Elsevier, 2018

## **KÖR-2/21 Radon a természetes és mesterséges környezetben Horváth Ákos**

6 kredit, elmélet, nem kötelező, nem ismételt

akos.horvath@ttk.elte.hu

A radon környezetfizikai fontossága. Hazai és nemzetközi felmérések eredményei. Radonpotenciál. A radon diffúziója talajban, levegőben, vizekben különböző határfeltételek mellett. Radondetektorok felépítése, működése. Radonexhaláció, gamma-spektroszkópia. A radon földtani eredete, rádium/uránhordozó ásványok, ismert radon- és toronanomáliák elemzése.

Radon az épített környezetben, építőanyagok radonkibocsátása, radonmentesítési eljárások.

A radon egészségügyi hatásai, termálvizek radontartalma, radonfürdők

A radon mint nyomjelző elem: karsztvizekben, határréteg meteorológiában.

## **KÖR-2/21 Radon in natural and artificial environments Horváth Ákos**

6 credits, theory, optional, no repetition

The environmental importance of radon. Radon surveys in the literature. Radon potential, radon maps. The diffusion of radon in the air, soil and water. Setup and operation of radon detectors. Radon exhalation, gamma-spectroscopy. The geological origin of the radon, radium and uranium bearing minerals, known radon and thoron anomalies.

Radon in the building environment, radon exhalation of building materials, radon mitigation processes. The health effects of the radon, thermal waters, radon bath.

The radon as a trace element: karst systems, boundary layer studies.

### Literature

Marx György: Atommag-közelben, 1996, Mozaik Oktatási Stúdió Kft. ISBN 9636970270

William Nazaroff, Anthony Nero: Radon and Its Decay Products in Indoor Air, 1988, Wiley-Interscience, ISBN 978-0471628101

## **KÖR-2/22 Bio-geokémiai modellek Grosz Balázs Péter**

6 kredit, elmélet, nem kötelező, nem ismételtető

balazs.grosz@gmail.com

A talajban lejátszódó folyamatok és az azokat módosító környezeti hatások jelentősen befolyásolják életünket, ezért pontos ismeretük fontos a megfelelő gazdasági, környezetvédelmi és mezőgazdasági eljárások tervezésében, meghatározásában. A szerves anyag változás, a nitrifikációs és denitrifikációs folyamatok, illetve számos más folyamat együttesen, egymásra is hatást gyakorolva játszódnak le a talajokban, amelyek, nagy mértékben befolyásolják – egyebek mellett – a terméshozamot, az alkalmazott műtrágyák hasznosulását, illetve a talajokból felszabaduló üvegház-hatású és egyéb gázok keletkezését (CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub>, NH<sub>3</sub>, N<sub>2</sub> stb.). A mérések, bár sok információval szolgálnak, térbeli korlátaik, magas költségeik miatt nem alkalmasak nagyobb talajterületeken lejátszódó folyamatok jellemzésére. A számítástechnika fejlődésével lehetőség nyílt az egyre pontosabb és nagyobb térbeli felbontású talajfolyamatokat leíró szimulációk futtatására, így olyan területek talajaiban lejátszódó folyamatokról is információt kaphatunk, ahol azelőtt mérések nem folytak. A kurzus célja, hogy megismertesse a környezettudománnyal foglalkozókat a bio-geokémiai modellek felépítésével, a modellek használatához szükséges adatigényekkel és a modelleredmények értelmezésével. Foglalkozunk az egyes modellrészek fizikai, kémiai és biológiai hátterével, a bementi adatok mérésével, illetve a modellkimenet kiértékelésével. A számítógépek alapvető ismerete szükséges a kurzus sikeres teljesítéséhez.

Tematika: 1. Mit jelent és miért fontos a környezetünk leírása, modellezése? Alapvető fogalmak, definíciók. Modellek típusai, felépítésük és működési elvük. 2. Modell dinamika (fizikai, kémiai és biológiai folyamatok). Modellek működése - adatkezelés, inicializáció, technikai háttér. 3. A talajok alapvető környezeti változóinak és szerves széntartalmának modellezése. 4. Nitrifikációs és denitrifikációs folyamatok modellezése. Üvegház-, nyom- és légköri gázok modellezése és meghatározása 5. Agrár talajok modellezése. Művelés figyelembe vétele, terméshozam meghatározása. 6. A modelleredmények statisztikai kiértékelése, értelmezése és összehasonlítása a mérési eredményekkel

## **KÖR-2/22 Biogeochemical models Grosz Balázs Péter**

6 credits, theory, optional, no repetition

The worldwide growing population has an increasing demand for agricultural products, and thus for enhancing productivity of arable land with the need of further increase in the global consumption of nitrogen (N) fertilizers. Losses of soil N and C as emissions of gaseous N and C species (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, NH<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>) impair crop yields and N use efficiency but also contribute to air pollution, global warming, eutrophication and acidification of unmanaged lands. The nitrification, denitrification and decomposition processes of the soils have a big influence on the mentioned effects. The measurements provide detailed and adequate information on plot scale but the financial and spatial limitations reduce their application on larger scale. Biogeochemical models have been developed in the past to describe the soil processes. These models have been widely used to predict e.g. soil CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, NH<sub>3</sub>, N<sub>2</sub> and N<sub>2</sub>O fluxes, soil organic carbon decomposition and the crop yields. The main goal of the course to introduce and acquaint the PhD students with the mechanisms of the soil biogeochemical processes (from physical, chemical and biological aspects) and give a wide overview. The minimal computer knowledge is necessary for the successful exam.

Thematic: 1. Why should we use models to describe our environment. Basic definitions. The types and the principle of operation of the models. 2. Soil biogeochemical processes (from physical, chemical and biological aspects). Model operation: data management, initialization, technical backgrounds. 3. Modeling of the changes of the basic soil properties and the soil organic carbon. 4. Nitrification and denitrification processes. Modeling of the GHG, trace gasses. 5. Arable lands! Management and crop yields. 6. Evaluation of the models. Basic statistical calculations.

### Irodalom / Literature

Del Grosso, S.J., W.J. Parton, A.R. Mosier, D.S. Ojima, A.E. Kulmala, and S. Phongpan. 2000. General model for N<sub>2</sub>O and N<sub>2</sub> gas emissions from soils due to denitrification. *Global Biogeochemical Cycles* 14:1045-1060. 1009

Parton, W.J., B. McKeown, V. Kirchner, and D.S. Ojima. 1992. *CENTURY Users Manual*. Colorado State University, NREL Publication, Fort Collins, Colorado, USA.

DNDC model: <http://www.dndc.sr.unh.edu/model/GuideDNDC95.pdf>

CoupModel: <https://drive.google.com/file/d/0B0-WJKp0fmYJCZ0JVeVgzRWF1bUk/view>

## **KÖR-2/23 Talaj szervesanyag kutatás Szalai Zoltán**

6 kredit, elmélet, nem kötelező, nem ismételtető

szalai.zoltan@csfk.org

A talaj szervesanyag kutatás napjaink egyik intenzíven fejlődő tudományága. A talaj szervesanyag készlete bolygónk egyik jelentős szén raktára. A talaj szervesanyaggal kapcsolatos ismeretek elengedhetetlenek napjaink környezeti változásainak megértéséhez is. A kurzus az alábbi főbb témaköröket tekinti át: nagy földi szénkészletek, biogeokémiai szénkörforgás, SOC frakciók, nem specifikus humuszanyagok, humuszanyagok, SOM stabilizálódás a talajban, környezetpolitikai aspektusok: 4/1000, területhasználat, talajművelés

## **KÖR-2/23 Soil organic matter research Szalai Zoltán**

6 credits, theory, optional, no repetition

Soil organic matter research is an emerging environmental discipline with strong correlation to other earth and life sciences. Soil organic matter is one of the largest active carbon pool in the Earth System. To understand the nature of the soil organic matter is a key issue to knowing environmental processes and the consequences of the environmental change. The course overviews the following topics: carbon pools in earth systems, biogeochemical carbon cycles, SOC fractions, non specific humus, humic substances, OM stabilization in soils; policy issues: 4/1000 initiative, landuse effects, conservation agriculture

### Irodalom / Literature

Hartemink A.E.2014. and McSweeney (eds) Soil carbon. Springer, New York, 506 p.

Bruna Alice Gomes de Melo, Fernanda Lopes Motta, Maria Helena Andrade Santana. Humic acids: Structural properties and multiple functionalities for novel technological developments Materials Science and Engineering C 62 (2016) 967–974

Eldor A. Paul The nature and dynamics of soil organic matter: Plant inputs, microbial transformations, and organic matter stabilization Soil Biology & Biochemistry 98 (2016) 109-216

Jakab, G ; Rieder, Á ; Vancsik, A V ; **Szalai, Z** Soil organic matter characterisation by photometric indices or photon correlation spectroscopy: are they comparable? HUNGARIAN Geographical Bulletin (2009-) 67 : 2 pp. 109-120. , 12 p. (2018)

Zacháry, D ; Filep, T ; Jakab, G ; Varga, G ; Ringer, M ; **Szalai, Z** Kinetic parameters of soil organic matter decomposition in soils under forest in Hungary Geoderma Regional 14 Paper: e00187 (2018)

Martin Wiesmeier et al. Soil organic carbon storage as a key function of soils - A review of drivers and indicators at various scales. Geoderma 333 (2019) 149–162

**KÖR-2/25 Környezetszociológia Izsák Éva**  
6 kredit, elmélet, nem kötelező, nem ismételtető

izsakeva@ludens.elte.hu    eva.izsak@gmail.com

A tárgy a természet és társadalom kapcsolatát elemzi. Vizsgálja a környezeti paradigma változásait, átfogó történelmi elemzést ad a környezet és társadalom viszonyáról, bemutatja a környezeti attitűdök és magatartás viszonyát. Fontosabb folyamatok: urbanizáció, humánökológia, Himalája-kihívás, környezeti migráció, ökológiai érdek és érdekérvényesítés. Politikai ökológia, zöld pártok és mozgalmak története. A környezet transzdiszciplináris vizsgálata..

**KÖR-2/25 Environmental sociology Izsák Éva**  
6 credits, theory, optional, no repetition

The academic subject analyses the connection between nature and society. It examines the changes in environment paradigm., providing a comprehensive historical analysis of the relation of environment and society, focusing on relations of environment attitudes and behaviour.. Major processes: urbanisation, human ecology, Himalaya-challenge, environment-generated migration, ecological interests and their enforcement. Political ecology, the history of green parties and movements. A transdisciplinary examination of environment.

Irodalom / Literature

J. Hannigan: *Environmental sociology: A social constructionist perspective (environment and society)*. Routledge, 3rd edition, 2014.

## KÖR-2/26 Környezeti áramlások fizikája Jánosi Imre

6 kredit, elmélet, nem kötelező, nem ismételtető

[imre.janosi@ttk.elte.hu](mailto:imre.janosi@ttk.elte.hu) [janosi@pks.mpg.de](mailto:janosi@pks.mpg.de)

A környezeti áramlástan (geofizikai hidrodinamika) négy fontos aspektusban különbözik a "mérnöki" áramlástantól: a Föld forgása (tehetetlenségi erők), sűrűség rétegzettség, gömbi geometria, illetve sekélyfolyadék közelítések használhatósága. A tárgy bevezetést nyújt arról, hogy ezen körülmények milyen új jelenségek sorához vezetnek, és milyen módon határozzák meg a legnagyobb skálákon (léggör illetve óceán) történő áramlásokat.

Tartalom: A föld forgásának hatásai (Coriolis- és centrifugális erők), a Navier–Stokes-egyenlet forgó rendszerekben, dimenziótlantítás, Rossby-szám, Froude-szám, dinamikai nyomás, geosztrofikus egyensúly, Taylor–Proudman-tétel, az egyenletek linearizálása, hullámjelenségek forgó rendszerekben, sekély folyadék rendszerek, a potenciális örvényesség megmaradása, a felszín görbültségének hatása, az Ekman-féle határréteg, sűrűség rétegzettség hatásai, termikus szél, Boussinesq-közelítés, a baroklin instabilitás.

## KÖR-2/26 Physics of environmental flows Jánosi Imre

6 credits, theory, optional, no repetition

Environmental hydrodynamics (geophysical fluid dynamics) is different from the "engineering" fluid dynamics in four important aspects: Earth's rotation (inertial forces), density stratification, spherical geometry, and the application of shallow fluid approximation. The course provides an introduction on this subject, namely how these conditions lead to a new line of phenomena and how they determine flows on the largest scales (atmosphere and ocean).

Contents: The effects of Earth's rotation (Coriolis and centrifugal forces), Navier-Stokes equations in rotating reference frames, nondimensional forms, Rossby number, Froude number, dynamic pressure and geostrophic balance, Taylor Proudman theorem, the linearized equations, wave phenomena in rotating systems, shallow fluid systems, conservation of the potential vorticity, effects of curved geometry, Ekman's boundary layer, the effects of density stratification, thermal wind, Boussinesq approximation, the baroclin instability.

### Irodalom / Literature

Jánosi Imre, Tél Tamás (2012): *Bevezetés a környezeti áramlások fizikájába*. (Typotex Elektronikus Kiadó Kft., Budapest).

[http://etananyag.ttk.elte.hu/FiLeS/downloads/EJ-Janosi-Tel\\_kornyaram.pdf](http://etananyag.ttk.elte.hu/FiLeS/downloads/EJ-Janosi-Tel_kornyaram.pdf)

B. Cushman–Roisin, J.-M. Beckers (2011): *Introduction to Geophysical Fluid Dynamics*. 2nd edition, (Academic Press, Boston, USA).

J. Marshall, R. A. Plumb (2008): *Atmosphere, Ocean, and Climate Dynamics*. (Elsevier Academic Press, Burlington, USA).

J. C. McWilliams (2006): *Fundamentals of Geophysical Fluid Dynamics*. (Cambridge University Press, Cambridge, UK).

G. K. Vallis (2006): *Atmospheric and Oceanic Fluid Dynamics*. (Cambridge University Press, Cambridge, UK).

## KÖR-2/28 Természetes gyepek ökológiája Kalapos Tibor

6 kredit, elmélet, nem kötelező, nem ismételtető

tibor.kalapos@ttk.elte.hu

A gyepevegetáció kiterjedése bolygónkon. A Föld jelentős gyepek formációi: sztyepp, préri, pampa, campos, veld. Trópusi füves területek: szavannák és a llanos. Hazánk fő gyeptípusai. A pázsitfűfélék (*Poaceae*) családja, mint a gyepevegetáció domináns alkotója: evolúciójuk, sokféleségük. Milyen sajátágaik révén válhattak a fűnemek a gyepek tömeges komponenseivé? Az éghajlat szerepe a gyepek kialakulásában: csapadék- és hőellátottság, a csapadék mennyiségének, eloszlásának és rendszerességének jelentősége. Időszakos szárazság, hőmérsékleti évszakosság: a markáns szezonális jellegűség. Talaj-gyep kölcsönhatások, gyepekre jellemző fizikai, kémiai és biológiai talajsajátóságok. A talaj vízgazdálkodása, mint a gyepek éghajlati meghatározottságát módosító tényező. Gomba-növény kapcsolatok gyepekben: endofiton gombák és arbuskuláris mikorrhiza. A növényevők általános és specifikus hatásai: fogyasztás, szelektív legelés és fajösszetétel, taposás, az éghető anyag eltávolítása, új mikroökolóhelyek kialakítása, a talaj tápanyag-gazdálkodásának módosítása: az anyagáramlás felgyorsítása. A nagytestű legelők és a gyepek (ill. fűvek) koevolúciója. A nagytestű legelő állatok fogyasztási mintázata és a gyepek növényzeti mintázata, földdinamikája. Kistestű (gerinctelen) növényevők speciális hatásai. Az ásványi tápanyagok eloszlása a talajban gyepekben. Fűvek gyökérzetének speciális sajátosságai a tápanyag felvételére. A pillangósok különleges szerepe: légköri nitrogén kötés. Ásványi tápanyagban gazdag szigetek a gyepekben felnövő cserjék és fák alatt. Tápanyagellátottság és fajgazdagság kapcsolata gyepek közösségeiben. Bolygatások hatása a tápanyaggazdálkodásra. A tűz szerepe a gyepekben, a gyepegés és az erdőtüzek eltérő vonásai. A tűz hatása a gyepek fajgazdagságára, hő-, víz- és ásványi tápanyaggazdálkodására, a tűz növényzeti mintázatokat homogenizáló hatása. A növényi élő anyag (fitomassza) mennyiségének és újratermelődésének (produkciónak) jellemző vonásai gyepekben. Globális adatok, a gyepek produktivitása hazánkban. Vegetációdinamika gyepekben, a globális környezeti változások várható hatásai gyepekre. Tömegesen terjedő idegenhonos (inváziós) fajok gyepekben. Természetközeli gyepek közösségek természetvédelme és helyreállítása.

## KÖR-2/28 Grassland ecology Kalapos Tibor

6 credits, theory, optional, no repetition

The distribution of grassland vegetation on the Earth. Major grassland biomes: savanna, llanos, cerrado, pampa, campos, prairie, steppe, grassveld. Grassland vegetation in Hungary. The grasses (*Poaceae*) as the most important constituents of grasslands: evolution and diversity. Which traits of grasses made these plants the dominant components of grasslands? The climatic determination of grasslands: precipitation and temperature, the role of the amount, timing and predictability of precipitation. Temporary droughts, temperature seasonality: the role of contrasting seasons. Grassland-soil relationships, the physical, chemical and biological properties of grassland soils. Soil water relations in grasslands as prime factors in modification of climatic influences on grasslands. Plant-fungus interactions in grasslands: fungal endophytes and arbuscular mycorrhizae. General and specific effects of herbivores in grasslands: biomass consumption, selective grazing; the coevolution of large herbivores and grasslands (and grasses). Trampling, fuel removal, creation of new microhabitats, alteration of soil mineral nutrient turnover: the acceleration of cycles. Specific effects of invertebrate herbivores in grasslands. Spatial distribution of mineral nutrients in grassland soil. Specialization of grass roots for the uptake of nutrients. The role of legumes in grasslands: fixation of atmospheric nitrogen. Mineral-nutrient-rich islands under shrubs and trees in grasslands. Relationship between nutrient supply and species richness in grasslands. Influence of disturbance on grassland mineral nutrition. Role of fire in shaping grasslands, differences between grassland and forest fires. The effect of fires on the species composition, mineral nutrition, microclimate and water relations of grasslands. Phytomass and its production in grasslands: global data and values for Hungary. Vegetation dynamics and global change effects in grasslands. Invasive plant species in grasslands. Nature conservation and restoration of seminatural grasslands.

### Irodalom / Literature

- Gibson, D. J. 2009: Grasses and grassland ecology. Oxford University Press, New York.
- Illyés E. & Bölöni J. (szerk.) 2007: Lejtősztyepek, löszgyepek és erdősztyeprétek Magyarországon. Budapest. 236p.
- Rév, Sz., Marticsek, J. and Fülöp, Gy. (2008) Természetvédelmi szempontú gyephasznosítás. Duna-Ipoly Nemzeti Park, Budapest.
- Scholes, R.J. & Archer, S.R. (1997): Tree-grass interactions in savannas. *Annual Review of Ecology and Systematics* 28: 517-544.
- Török, P., Dembicz, I., Dajic-Stevanovic, Z., Kuzemko, A. (2020): Grasslands of Eastern Europe. Reference module in earth systems and environmental sciences/encyclopedia of the world's biomes. Elsevier, Oxford. pp. 703-7013. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.12042-1>



## **KÖR-2/34 Vizek környezettana Török Júlia**

6 kredit, elmélet, nem kötelező, nem ismételtető

julia.katalin.torok@ttk.elte.hu

A hidrobiológia ill. limnológia tárgya. Vízyűjtőterület, tavak, áramlódvizek, kisvízes területek. A földi vízkészlet megoszlása. A globális vízciklus. A vízmérleg alakulása és összefüggése az élőlények elterjedésével. A víz biológiai szempontból releváns fizikai (fajhő, sűrűség, viszkozitás) és kémiai (szalinitás, pH, alkalinitás, vízben oldott gázok: CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>S; redoxpotenciál) tulajdonságai. A hő és a fény sorsa a vízben. Tavak hőrétegződése. Vízi anyagforgalom, makro- és nyomelemek, Redfield arányok, tápanyaglimitáció, a foszfor, a nitrogén és a kén jelentősége; tavak trofikus helyzete és produktivitása; A foszforforgalom klasszikus és modern modellje. A tavak külső és belső foszforterhelése. A vízi élettájak és élőlényközösségek, plankton, benton, nekton, neuston, pleuston. Alkalmazott hidrobiológia, biológiai szennyvíztisztítás, víztározók.

## **KÖR-2/34 Hydrobiology Török Júlia**

6 credits, theory, optional, no repetition

Hydrobiology and limnology, the state of art. Drainage basin, lakes, running waters, and wetlands. Water resources and distribution. Global water cycle. Water balance, its relationship with area of living organisms. Physical and chemical characteristics of water, relevant for the living organisms (specific heat, density, viscosity; and salinity, pH, alkalinity, dissolved gases: CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>S, redoxpotential). Distribution of heat and light in the water column. Thermal stratification of water. Nutrient cycling, macro and trace elements in the aquatic realm; Redfield ratio, nutrient limitation, role of P, N and S as nutrients; biological productivity of lakes; classical and modern modelling of phosphorus cycle in water; internal and external load of phosphorus in lakes. Aquatic biotopes and communities, plankton, benthon, nekton, neuston, pleuston. Applied hydrobiology, biological waste water treatment, manmade lakes: reservoirs.

### Irodalom / Literature:

- Dussart, B. 1992. *Limnologie. L'étude des eaux continentales*. – N. Boubée c Cie. Paris. pp. 681.
- Felföldy, L. 1981. *A vizek környezettana. Általános hidrobiológia*. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest. pp. 290.
- Felföldy, L. 1984. *Hidrobiológia – szavakban. Hidrobiológiai értelmező szótár*. – In: Felföldy, L. (szerk). *Vízügyi Hidrobiológia*. VGI. Budapest. pp. 250.
- Felföldy L., 1987. *A biológiai vízminőség*. 4. Javított és bővített kiadás. - In: Felföldy (szerk.) *Vízügyi Hidrobiológia* 13. VGI. Budapest. pp. 258.
- Padisák, J. 2005. *Általános limnológia*. - ELTE Eötvös Kiadó, Budapest. pp. 310.
- Wetzel, R.G. 2001. *Limnology. Lake and river ecosystem*. Third edition. Academic Press. New York. pp. 1006.

## KÖR-2/36 Geostatistika a környezettudományokban Kovács József és Hatvani István Gábor

6 kredit, elmélet, nem kötelező, nem ismételtető

[kovacs.jozsef@ttk.elte.hu](mailto:kovacs.jozsef@ttk.elte.hu)

[hatvaniig@gmail.com](mailto:hatvaniig@gmail.com)

[istvan.hatvani@csfk.org](mailto:istvan.hatvani@csfk.org)

[hatvaniig@elte.hu](mailto:hatvaniig@elte.hu)

A kurzus célja:

- Mélyebb betekintést nyújtani a geostatistika alapjaiba és kitekintést adni a környezettudományi felhasználási területekre.
- A diákok statisztikai szemléletének kialakítása, különös tekintettel arra, hogy az adatok valószínűségi változók realizációi, és ezek térbeli tulajdonságai (pl. adatsűrűség, térbeli sztochasztikus kapcsolatok) meghatározzák adott változó térbeli becslését.

Tematika:

Adatelőkészítés Excelben (pl. trendeltávolítás többváltozós regresszióval), mintavételi pontok térképre helyezése, gyors áttekinthetőség végett.

Adathalmaz geostatistikai alkalmazhatóságának vizsgálata Global és Local Moran-i vizsgálattal R programcsomagban.

A GS+ és Golden Software Surfer programcsomagok használatának megismertetése, amely magában foglalja a szintaktikai alapfogalmakat, az adatbevitel, adattárolás és adatkezelés lehetőségeit, valamint a interpolálási technikák alapjait (pl. krigelés, távolság hatványával fordított interpoláció, háromszögelési módszerek stb.).

Ezen bevezetést követő cél a geostatistika alapjainak elsajátítása és alkalmazása a következő témakörökkel:

- félvariogram vizsgálat
  - térbeli reprezentativitás kérdésköre; elegendő-e egy adott mintavételi háló sűrűsége?
  - kitekintés időbeli mintavételezési gyakoriság becslésére
- interpolációs "hibák", pl. "bikaszem effektus"
  - értelmezése és kiküszöbölése
- különböző interpolációs eljárások hatékonyságának összevetése/validálása

## KÖR-2/36 Geostatistical analysis in environmental science Kovács József and Hatvani István Gábor

6 credits, theory, optional, no repetition

Goals of the course:

- To provide a deeper insight into the fundamentals of geostatistics and an overview on its application in environmental science.
- To form an attitude toward geostatistics. In particular that data are realizations of random variables and their spatial properties (e.g. data availability, spatial stochastic relationships) determine the spatial estimation of a given variables.

Syllabus:

Data preparation in MS Excel (e.g. trend removal with multivariate regression), mapping of sampling points to get a quick overview.

Investigation of the applicability of a data set for geostatistical analysis with Global- and Local Moran-i analysis in R.

Introduction to the use of GS + and Golden Software Surfer software packages, which includes basic syntactic concepts, data entry, data storage and data management options, and the basic interpolation techniques (e.g. kriging, inverse distance to a power, triangulation, etc.).

Following this introduction, the aim is to teach the basics of geostatistics related to the following topics:

- semi-variogram
  - the issue of spatial representativity; is the density of a given sampling mesh sufficient?
  - Outlook on temporal sampling frequency estimation
- Interpolation "errors", e.g. "Bull's eye-, butterfly effect"
  - Interpretation and evasion
- Comparing / validating the efficiency of different interpolation approaches

### Irodalom / Literature

Chilès, J.-P.; Delfiner, P. *Geostatistics*; Wiley: New York, NY, USA, 2012.

Oliver, M.A.; Webster, R. A tutorial guide to geostatistics: Computing and modelling variograms and kriging. *CATENA* **2014**, *113*, 56–69.

W. John Braun and Duncan J. Murdoch: *A First Course in Statistical Programming with R*, 2007, Cambridge University Press, ISBN-13 978-0-521-87265-2

## **KÖR-2/39 Karsztrendszerek hidrogeológiája Mádlné Szőnyi Judit**

6 kredit, elmélet, nem kötelező, nem ismételtető

judit.szonyi@ttk.elte.hu

A karsztok sajátos viselkedése, a karszt, mint geomorfológiai és hidrológiai fogalom. Az epigén- és hipogén karsztok értelmezése. A karsztrendszerek vizsgálatának sajátos módszerei és megközelítései. A sérülékenység fogalomköre. A karsztsérülékenység jelentősége. Esettanulmányok a világ karsztrendszereinek hidrogeológiájából.

## **KÖR-2/39 Hydrogeology of karst systems Mádlné Szőnyi Judit**

6 credits, theory, optional, no repetition

Unique behaviour of karst. Karst as geomorphological and hydrogeological term. Interpretation of epigenic and hypogenic karst. Specific methods and approaches in karst studies. Terms of karst vulnerability. Importance of karst vulnerability. Case studies from the karst systems of the world.

### Irodalom / Literature

Zwahlen (ed) (2004). COST-620 Final report, special papers.

Alexander Klimchouk Arthur N. Palmer Jo De Waele Augusto S. Auler Philippe Audra (eds.) (2017): *Hypogene Karst Regions and Caves of the World*. Springer.

Ph. Renard and C. Bertrand (2016): *Advances in the Hydrogeology of Karst and Carbonate Reservoirs*. Springer

## **KÖR-2/40 A környezetvédelem mikrobiológiai alapjai MáriaIigeti Károly**

6 kredit, elmélet, nem kötelező, nem ismételtető

marialigeti.karoly@ttk.elte.hu

A tárgy foglalkozásai során a hallgatóság megismerkedik a mikroorganizmusok azon anyagcsere folyamataival, egyéb aktivitásaival, hatásaival, amelyek révén részt vehetnek a környezet-állapot megváltoztatásában. Ezt követően tárgyaljuk a környezet-állapot befolyásoló biotechnológiai eljárások elvi módszereit (biostimuláció, bioaugmentáció, bioakkumuláció, immobilizált enzim-, és sejttechnikák) és a két klasszikus környezeti biotechnológiát, a komposztálást és a biológiai (víz, ill.) szennyvíztisztítást. Végül, pedig esettanulmányok ismertetésén és elemzésén keresztül vizsgáljuk az „in situ”, „on site”, „ex situ”, ill kombinált remediációs beavatkozások feltételeit, a biológiai biztonság kérdéskörét. Megkerülhetetlen része a kurzusnak a környezeti (bio)analitika alapvető módszereinek tárgyalása.

## **KÖR-2/40 Basic microbiological processes for environmental protection MáriaIigeti Károly**

6 credits, theory, optional, no repetition

The lectures familiarize the audience with the metabolic processes and other activities and effects of microbes, which exert an influence on the status of the environment. This is followed by the review of the principles of environmental (microbial) biotechnological processes (bio stimulation, bio augmentation, bio accumulation, immobilized enzyme- and cell technologies), and the two fundamental and classical environmental biotechnologies, namely composting, and biological water/sewage/sludge treatment. At the end, the conditions, and (biological) safety issues of the „in situ”, „on site”, „ex situ” and combined remediation processes are discussed based on case studies. The environmental (bio)analytical techniques frequently used in the pollution assessment and are required to help planning, control, and follow-up of remediation processes will evidently be covered.

### Irodalom / Literature:

Barton. L.L., Northup, D.E. 2011. *Microbial Ecology*. Wiley, Hoboken, pp. 420.

Borsodi, A., MáriaIigeti, K. 2015. *Mire képesek a baktériumok? A prokarióták vilkágáról tanároknak*. ELTE Természettudományi Kar, Budapest, pp. 148.

Konhauser, K., 2009: *Introduction to Geomicrobiology*. Blackwell, Hoboken, pp. 425.

Madigan, M.T., Martinko, J.M., Stahl, D.A., Clark, D.P. (2011): *Brock Biology of Microorganisms*. Benjamin Cummings, Old Tappan, pp. 1100.

MáriaIigeti. K. (szerk.) 2013. *A prokarióták világa*. ELTE Természettudományi Kar, Budapest, pp. 592.

Ottow, J.C.G., Bidlingmaier, W. 1997. *Umweltbiotechnologie*. G. Fischer, Stuttgart, pp. 358.

Tóth, E., MáriaIigeti, K. (2013): *Practical microbiology*. Eötvös University, Budapest, pp. 223.

## **KÖR-2/42 Nyomgáz ülepedés modellezése Mészáros Róbert**

6 kredit, elmélet, nem kötelező, nem ismételtető

mrobi@nimbus.elte.hu

Ülepedési modellek (big-leaf modell, többrétegű modellek). Az ülepedés parametrizálása. Bemenő adatbázisok. A paraméterek bizonytalansága. Nitrogénvegyületek ülepedése, kénvegyületek ülepedése, az ózon ülepedése. Kalibrálás. Verifikáció.

## **KÖR-2/42 Modelling of deposition of trace gases Mészáros Róbert**

6 credits, theory, optional, no repetition

Deposition models (big-leaf models, multi-layer models). Parameterizations. Input datasets. Uncertainty of model parameters. Deposition of nitrogen, sulphur components. Deposition of tropospheric ozone. Model calibration and verification.

### Irodalom / Literature:

Lagzi I., Mészáros R., Gelybó Gy., Leelőssy Á.: *Atmospheric Chemistry*.

<http://elte.prompt.hu/sites/default/files/tananyagok/AtmosphericChemistry/book.pdf>

## **KÖR-2/45 Léggöri aeroszolok és környezeti hatásai Salma Imre**

6 kredit, elmélet, nem kötelező, nem ismételtető

salma@chem.elte.hu

A léggöri nukleáció és környezeti jelentősége globálisan, a Kárpát-medencében és Budapesten. A homogén nukleáció klasszikus elmélete. Nukleációs teorema. A nukleáció dinamikai és kinetikai tulajdonságai és meghatározási módszerei. A részecske-vízgőz kölcsönhatás. Felhőkondenzációs magszámláló. Köhler-elmélet. Az aeroszol globális forrástípusai és a mezőgazdaság járuléka. Egészségügyi hatások közelítése különböző aeroszol metrikákkal. Mérési hálózatok.

## **KÖR-2/45 Atmospheric aerosols and environmental impacts Salma Imre**

6 credits, theory, optional, no repetition

Atmospheric nucleation and its environmental relevance globally, in the Carpathian Basin and in Budapest. Classical theory of homogeneous nucleation. Nucleation theorem. Dynamic and kinematic properties of nucleation and their determination methods. Interactions between particles and water vapour. Cloud condensation nuclei counters. Köhler theory. Global source types of aerosol; contribution of agricultural. Health effects and different aerosol metrics. Measurement networks.

### Irodalom / Literature:

Seinfeld, J. H., Pandis, S. N.: *Atmospheric Chemistry and Physics*, Wiley, 2006.

Lamb, D., Verlinde, J.: *Physics and Chemistry of Clouds*, Cambridge University Press, 2011.

Petters, M. D., S. M. Kreidenweis, S. M.: A single parameter representation of hygroscopic growth and cloud condensation nucleus activity, *Atmos. Chem. Phys.*, 7 1961–1971, 2007.

Kulmala, M., Petäjä, T., Nieminen, T., Sipilä, M., Manninen, H. E., Lehtipalo, K., Dal Maso, M., Aalto, P. P., Junninen, H., Paasonen, P.: Measurement of the nucleation of atmospheric aerosol particles. *Nature Protoc.* 7, 1651–1667, 2012.

Lelieveld, J., Evans, J. S., Fnais, M., Giannadaki, D., Pozzer, A.: The contribution of outdoor air pollution sources to premature mortality on a global scale, *Nature*, 525, 367-371, 2015.

## **KÖR-2/47 Fenntartható energiagazdálkodás Munkácsy Béla**

6 kredit, elmélet, nem kötelező, nem ismételtető

munkacsy.bela@ttk.elte.hu

A kontakt műhelybeszélgetések alapvetően 3 nagy témakör köré csoportosíthatók. Egyfelől az energiagazdálkodás és a (környezet)szabályozás kapcsolatrendszerével, másfelől az energiahatékonyságban rejlő lehetőségekkel, harmadrészt pedig a megújuló energiaforrások alkalmazásaival.

## **KÖR-2/47 Sustainable energy management Munkácsy Béla**

6 credits, theory, optional, no repetition

The consultations focus on three main topics. Firstly, the role of the regulation; secondly the energy efficiency; thirdly the renewable energy sources and technologies and their spatial aspects.

### Irodalom / Literature:

Allen, P. (Ed.) (2013): *Zero Carbon Britain – Rethinking the Future*. Centre for Alternative Technology. 214 p.

Kemp. M. (Ed.) (2010): *Zero Carbon Britain 2030 – a new energy strategy*. Centre for Alternative Technology. 384 p.

Munkácsy B. (szerk.): Erre van előre!: *Egy fenntartható energiarendszer keretei Magyarországon - Vision 2040 Hungary* 1.0. 155 p. (in Hungarian)

Munkácsy B. (szerk.): *A fenntartható energiagazdálkodás felé vezető út: Erre van előre! - Vision 2040 Hungary 2.0*. 193 p.(in Hungarian)

**KÖR-2/52 Elemek körforgása Szabó Csaba**

6 kredit, elmélet, nem kötelező, nem ismételtető

cszabo@elte.hu

A kurzus azokat a Földben és a Föld felszínén lejátszódó geokémiai folyamatokat tárgyalja, amelyek elemek körforgását okozzák. Minden elem sajátos geokémiai körforgást mutat, ami a karakterisztikus geokémiai tulajdonságainak a következménye. Az elemek körforgását a Föld felszínén és a Földben lejátszódó kémiai, fizikai és biológiai változások befolyásolják, amelyek bemutatására vállalkozik a kurzus.

**KÖR-2/52 Cycling of elements Szabó Csaba**

6 credits, theory, optional, no repetition

The course focuses on the geochemical processes beneath and on the surface of the Earth, which drive and control cycles of chemical elements. Each element has a characteristic geochemical cycle that reflects its particular set of geochemical properties. The geochemical cycles of the elements have influences the environments beneath and on the surface of the Earth and have been affected by changes that have occurred in and on the Earth. Course prerequisites are basic chemistry, physics, biology and earth sciences.

**Irodalom / Literature:**

Faure, G. (1989) *Principles and Applications of Geochemistry*, Prentice Hall, New Jersey, ISBN: 0-02-336450-5

Faure, G. & Mensing, T.M. (2005) *Isotopes - Principles and Applications*, John Wiley & Sons, Inc., New Jersey, ID: 2211856



**KÖR-2/55 Hogyan mérjük nano-, mikro- és milliméter nagyságú anyagok méret- és alakeloszlását? Szalai Zoltán**  
6 kredit, elmélet, nem kötelező, nem ismételtető

szalai.zoltan@csfk.org

A lazaszövetű anyagok szemcséinek és vékonycsiszolatok ásványainak jellemzésére számos optikai analitikai eljárás létezik. Ezek közül leginkább elterjedt módszer a lézerdiffrakció. A kurzus első fele a lézerdiffrakciós szemcseanalízis elméletébe (optikai rendszerek, Fraunhofer vs Mie teória) és gyakorlatára összpontosít. A kurzus második fel a nano-méretű részecskék mérés technikáját és a vékonycsiszolatok ásványainak méret és alakoszlásának jellemzését foglalja magában.

**KÖR-2/55 How to measure size and shape of nano- and micro size particles? Szalai Zoltán**

6 credits, theory, optional, no repetition

Laser diffraction is a well known technique for characterizing particles of sediments/powders but other techniques are also available. First part of the course focuses on the difficulties of the laser diffraction (e.g differences of optical systems, Fraunhofer vs Mie theory, polydispersity, etc...), second part introduces alternative options for particle characterization: light scattering and static optical particle shape analysis.

Irodalom / Literature:

- Blott S, Pye K. Particle size scales and classification of sediment types based on particle size distributions: Review and recommended procedures. *Sedimentology* (2012) **59**, 2071–2096 doi: 10.1111/j.1365-3091.2012.01335.x
- Bruce J. Berne, Robert Pecora: *Dynamic Light Scattering: With Applications to Chemistry, Biology, and Physics*. Wiley, New York. 2000.
- James P. M. Syvitski: *Principles, Methods and Application of Particle Size Analysis*. Cambridge University Press, Cambridge. 1997.

**KÖR-2/56 Talajképződés Szalai Zoltán**

6 kredit, elmélet, nem kötelező, nem ismételtető

szalai.zoltan@csfk.org

A talajképző folyamatokra a talaj diagnosztikai jellemzőinek felismerésén keresztül következtethetünk. A kurzus a WRB2014/2015 rendszer alapján tekinti át a főbb diagnosztikai paramétereket és anyagokat, melyeket a közepes szélességek talajképző folyamataival kapcsolatban tárgyal.

**KÖR-2/56 Pedogenesis Szalai Zoltán**

6 credits, theory, optional, no repetition

Diagnostic properties of soil horizons refer to soil forming processes. Present doctoral course provides an overview about diagnostic properties and diagnostic materials of soils in the context of soil forming. Secondary objective of the course is the comparison of WRB2006 and WRB2014/2015 in the context of soils of the temperate zone.

**Irodalom / Literature:**

White, R. E. *Principles and Practice of Soil Science: The Soil as a Natural Resource*. Blackwell Publishing. 2006

*World Soil Resources Reports: Major Soils of the World*, FAO. 2001.

*World reference base for soil resources 2014* International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps Update 2015. FAO UN Rome, 2015 World Soil Resources Reports 106

## **KÖR-2/57 Bevezetés a digitális felületmodellezésbe Székely Balázs**

6 kredit, elmélet, nem kötelező, nem ismételtető

balazs.szekely@ttk.elte.hu

1. Bevezetés a felszín matematikai-geoinformatikai modellezésébe
2. A magasság mint modell, mintavételezés, DEM, DTM, DSM, OHM(nDSM)
3. A digitális domborzati modell fogalma, fajtái (raszter,vektor)
4. A domborzati adatnyerés klasszikus módszerei
5. Sztereofotogrammetria
6. Lézerszkennelés és más aktív távérzékelési módszerek
7. Interpolálási módszerek a domborzat- és felületmodellezésben
8. A növényzet hatása a digitális adatnyerésben
9. Globális és lokális domborzati modellek, SRTM, MOLA, HRSC DTM
10. A mikrodomborzat modellezése
11. Felületek fraktáltulajdonságai és a digitális felületmodelljeik
12. A domborzati és felületmodellek felhasználása

## **KÖR-2/57 Introduction to digital surface modelling Székely Balázs**

6 credits, theory, optional, no repetition

1. Introduction to mathematical-geoinformatical modelling of surfaces
2. The elevation as a model, sampling theory, DEM, DTM, DSM, OHM(nDSM)
3. The digital elevation model, raster and vector models
4. Classic methods of gathering digital elevation data
5. Stereo photogrammetry
6. Laser scanning (LiDAR) and other active remote sensing methods
7. Interpolation in digital elevation and surface modelling
8. The effect of the canopy on the digital data gathering
9. Global and local elevation models, SRTM, MOLA, HRSC DTM
10. Modelling microtopography
11. Fractal properties of surfaces and their digital modelling
12. Application of digital elevation and surface models

### Irodalom / Literature:

- Buckley, A., Hurni, L., Kriz, K., Patterson, T., Olsenholler, J. (2004): *Cartography and visualization in mountain geomorphology*. In: Bishop, M.P., Shroder, J.F. (eds.): *Geographic Information Science and Mountain Geomorphology*, Springer & Praxis Publishing, Chichester (UK), pp. 253-287.
- Farr, T., Kobrick, M. (2001): The Shuttle Radar Topography Mission. *Eos, Transactions of the American Geophysical Union*, **81**(48):583-585.
- Florinsky, Igor V. (2012): *Digital terrain analysis in soil science and geology*. Academic Press, Amsterdam, Boston, Heidelberg.
- Kraus, K., Pfeifer, N. (1998): Determination of terrain models in wooded areas with airborne laser scanner data. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, **53**:193-203.
- Miller, C.L., Laflamme, R.A. (1958): The Digital Terrain Model. Theory and applications. *Photogrammetric Engineering*, **24**(3):433-442.
- Rabus, B., Eineder, M., Roth, A., Bamler, R. (2003): The shuttle radar topography mission – a new class of digital elevation models acquired by spaceborne radar. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, **57**(4):241-262.
- Székely B., Molnár G., Roncat A. (2007): Domborzat- és felületmodellek teljes jelalakos légi lézerszkenneléssel. *Geodézia és Kartográfia*, **59**(12):8-13.
- Tarboton, D.G., Bras, R.L., Rodriguez-Iturbe, I. (1991): On the extraction of channel networks from digital elevation data. *Hydrologic Processes*, **5**(1):81-100.
- Telbisz Tamás, Székely Balázs, Timár Gábor (2013): *Digitális terepmodellek. Adat, látvány, elemzés*. ELTE TTK Földrajz- és Földtudományi Intézet Természetföldrajzi Tanszék, Budapest.
- Timár Gábor, Telbisz Tamás, Székely Balázs (2003): Űrtechnológia a digitális domborzati modellezésben: az SRTM adatbázis. *Geodézia és Kartográfia*, **55**(12):11-15.
- Wilson J. P., Gallant J. C. (eds.) (2000): *Terrain Analysis: Principles and Application*. John Wiley & Sons, USA
- Zevenbergen, L.W., Thorne, C.R. (1987): Quantitative analysis of land surface topography. *Earth Surface Processes and Landforms*, **12**:12-56.

## **KÖR-2/61 Skálafüggő léggöri terjedési modellek Weidinger Tamás**

6 kredit, elmélet, nem kötelező, nem ismételtető

weidi@staff.elte.hu

A meteorológia és benne a levegőkörnyezet-védelem alapvető fogalmainak áttekintése után a léggöri hidrodinamikai egyenletrendszer felépítésével, a szennyezőanyag terjedési egyenlet felírásával foglalkozunk. Vizsgáljuk a léggöri turbulencia szerepét, foglalkozunk a különböző rendű lezárási hipotézisekkel. Áttekintjük a terjedési modellek osztályozását (statisztikai és dinamikai, Lagrange- és Euler-féle). Részletesen tárgyaljuk a mezoskálájú és a lokális modelleket. Megismerkedünk e modellek magyarországi alkalmazásaival, így többek között az Országos Meteorológiai Szolgálatnál folyó ilyen jellegű munkával.

## **KÖR-2/61 Scale dependent atmospheric dispersion models Weidinger Tamás**

6 credits, theory, optional, no repetition

After the review of basic concepts of the meteorology and air quality modelling we analyse the hydrothermodynamic equation system of atmosphere and air pollution transport equation. We'll study the structure of atmospheric turbulence, concern with various order closure hypotheses. We'll review the classification of the dispersion models (statistic and dynamic, Lagrange and Euler types, etc.). Construction of local and mesoscale air pollution and PBL models are also investigated. Air pollution model applications in Hungary especially in the Hungarian Meteorological Service will be investigated in the end of the course.

### Irodalom / Literature:

Blackadar, A. K., 1996: *Turbulence and Diffusion in the Atmosphere*, Springer, Berlin.

Bozó L., Mészáros E., Molnár Á., 2006: *Levegőkörnyezet – Modellelés és megfigyelés* (Air environment – Modelling and observation), Akadémiai Kiadó, Budapest. (in Hungarian).

Stull, R. B., 2003: *An Introduction to Boundary Layer Meteorology*. Kluwer Academic Publishers (reprint).

## **KÖR-2/63 Környezetanalitika Zárny Gyula**

6 kredit, elmélet, nem kötelező, nem ismételtető

gyula.zaray@ttk.elte.hu drzaraygyula@t-online.hu

Mintavétel és mintaelőkészítés a levegő, a felszíni és felszín alatti vizek, valamint talajok és üledékek kémiai összetételének meghatározása céljából. Laboratóriumi szintű elemanalitikai mérés technikák (AAS, ICP-OES, ICP-MS, XRF, TXRF, AFS). Szerves anyagok azonosítására és kvantitatív meghatározására alkalmazott kromatográfiás és tömegspektrometriai eljárások (GC-MS/MS, LC-MS/MS). Szennyezők szakaszos illetve folyamatos monitorálására alkalmazott vizsgálati módszerek (pl. városi aeroszolok, folyóvizek nehézfém-szennyezői), biomonitorálás. Terepi vizsgálati módszerek.

## **KÖR-2/63 Environmental analysis Zárny Gyula**

6 credits, theory, optional, no repetition

Sampling and sample preparation for chemical analysis of air, surface and groundwater, soil and sediments. Laboratorial scale analytical methods for determination of elemental composition (AAS, ICP-OES, ICP-MS, XRF, TXRF, AFS). Hyphenated techniques for identification and quantification of organic pollutants (GC-MS/MS, LC-MS/MS). Off- and online monitoring techniques to follow the concentration changes of pollutants (e.g. urban aerosols, heavy metals in surface water). Portable equipments for field measurements.

### Irodalom / Literature:

L. H. Keith, M. M. Walker: *Handbook of air toxics, Sampling, Analysis and properties*, CRC Lewis Publisher (2000)

T. Reemtsema, M. Jekel (Editors): *Organic pollutants in the water cycle*, Wiley – VHC (2008)

S. E. Manahan: *Environmental Chemistry*, CRC Lewis Publisher (2000)

## **KÖR-2/65 Termálvizek és geotermikus energia Mádlné Szőnyi Judit**

6 kredit, elmélet, nem kötelező, nem ismételtető

judit.szonyi@ttk.elte.hu

A geotermikus energia jelentősége a világ energia-mérlegében, távlati prognózisok. Geotermikus rendszerek. Természetes geotermikus rendszerek és jellemzőik. Magyarország geotermikus adottságainak ismertetése. Hőáram meghatározás. Hőáramot befolyásoló folyamatok. Karsztos és porózus termálvíztárolók. Fenntartható hévíztermelés kérdései. Mesterségesen befolyásolt rendszerek: kétkutas rendszerek; „mesterségesen befolyásolt földhőrendszerek”, geotermikus hőszivattyúk. A geotermikus energiaforrások osztályozása és hasznosításuk helyzete. Geotermikus energiaforrások kutatásának alapelvei. A geotermikus energiakutatásban alkalmazott geofizikai és geokémiai módszerek. A geotermikus készletbecslés. Geotermikus áramfejlesztés, közvetlen hőhasznosítás, hulladékhő hasznosítás. Környezetvédelmi, jogi kérdések. Gazdaságossági, társadalmi és környezeti szempontok érvényesülése.

## **KÖR-2/65 Thermal waters and geothermal energy Mádlné Szőnyi Judit**

6 credits, theory, optional, no repetition

Importance of geothermal energy around the world, future prognoses. Geothermal systems. Natural geothermal systems and their character. Geothermal potential of Hungary. Assessment of heat flux. Processes influencing heat flux. Karstic and porous geothermal systems. Issues of sustainable thermal water production. Artificially influenced systems: doublet systems, EGS, geothermal heat pumps. Classification and use of geothermal energy. Basics of geothermal reconnaissance. Geophysical and geochemical methods applied to geothermal exploration. Geothermal resource assessment. Geothermal power generation, direct heat utilisation, waste heat utilisation. Environmental and legal issues. Economic, environmental and social issues.

### Irodalom / Literature:

- Bowen R. (1989): *Geothermal Resources*. Elsevier Applied Science. pp. 485.  
Mádlné Szőnyi J. (2006): *A geotermikus energia. Készletek, kutatás, hasznosítás*. Grafon, p.144.  
Nádasdi T. Udud P. (2007): *Ásványvizek könyve*. Aquaprofit Zrt. p. 191  
Fowler, C.M.R., (1992): *The Solid Earth*. Cambridge. p. 352.

## **KÖR-2/66 Bevezetés a Prokarióta taxonómiába Tóth Erika és Vajna Balázs**

6 kredit, elmélet, nem kötelező, nem ismételtető

erika.toth@ttk.elte.hu vajna.balazs@ttk.elte.hu

A baktériumok helyzete az élővilágban, prokarióták előfordulása a természetben.

Prokarióta fajfogalom. Baktériumok vizsgálati módszerei: tenyésztés, tenyésztéstől független módszerek. Prokarióta fajleírás alapjai, kötelezően vizsgált geno és fenotípusos karakterek, polifázikus taxonómia.

Filogenetikai alapfogalmak, filogenetikai fák szerkesztésének alapelvei. 16S rRNS gén vs háztartási gének és teljes genom bázissorrend meghatározás.

Klasszifikáció, nevezéktan, identifikáció.

Az élővilág három doménes rendszere.

Az ősbaktériumok rendszertana és ökológiája.

A Bacteria domain nagyobb phylumai. Gram pozitív baktériumok, Actinobacteria és Firmicutes. A proteobaktériumok előfordulása és jellemzése. Fototróf baktériumok (Cyanobacteria, Chloroflexi, Chlorobi phylumok). A spirohéták. A Planctomyces, Aquificae phylumok. A Bacteroidetes-csoport baktériumai. A Deinococcus-Thermus csoport és Thermotogae baktériumai. Intracellulárisan előforduló prokarióták (Chlamydia).

Nem tenyésztethető leágazások.

## **KÖR-2/66 Introduction to Prokaryotic taxonomy Tóth Erika and Vajna Balázs**

6 credits, theory, optional, no repetition

State of Prokaryotes among living creatures, prokaryotes in nature. Species concept at Prokaryotes. Methods to study bacteria: cultivation and cultivation independent methods. Basics of species description at Prokaryotes, obligatory studied geno – and phenotypic characters, polyphasic taxonomy. Basics of prokaryotic phylogeny, creation of phylogenetic trees, 16S rRNA gene sequencing vs housekeeping genes or whole genome sequencing.

Classification, nomenclature and identification.

The three-domain of life.

Phylogeny, taxonomy and ecology of Archaea.

Phyla of Bacteria domain. Gram positive bacteria, the Actinobacteria and Firmicutes. Taxonomy, characterisation and ecology of Proteobacteria. Phototrophic bacteria (Cyanobacteria, Chloroflexi and Chlorobi). Spirochaetes. Planctomyces and Aquificae phyla. Bacteria of Bacteroidetes-group. Group of Deinococcus-Thermus and Thermotogae. Intracellular prokaryotes (Chlamydia). Uncultivable lineages.

### Irodalom / Literature:

Borsodi, A., Felföldi, T., Jäger, K., Makk, J., Márialigeti, K. (Ed), Romsics, Cs., Tóth, E., Bánfi, R., Pohner, Zs., Vajna, B. 2013. 'Bevezetés a prokarióták világába' (Introduction to the world of prokaryotes). ELTE, Budapest

[http://www.elteader.hu/media/2014/04/Bevezetes\\_a\\_prokariotak\\_vilagaba.pdf](http://www.elteader.hu/media/2014/04/Bevezetes_a_prokariotak_vilagaba.pdf)

Dworkin, M., Falkow, S., Rosenberg, E., Schleifer, K-H., és Stackebrandt, E. (eds). 2006. *The Prokaryotes*. 3rd edition. Springer, New York.

Madigan, M. T., Martinko, J. M., Parker, J. (2011) Brock Biology of Microorganism. Pearson education, Inc., San Francisco, CA USA, 13th Edition

## **KÖR-2/72 Üledékes medencék felszínalatti vízáramlási rendszerei Mádlné Szőnyi Judit**

6 kredit, elmélet, nem kötelező, nem ismételtető

judit.szonyi@ttk.elte.hu

A kurzus célja a hallgatók megismertetése az üledékes medencék felszínalatti vízáramlásainak elméleti, módszertani és technikai hátterével, tulajdonságaival és a vízáramlások által előidézett jelenségekkel. A felszínalatti vízáramlások számos hatást idéznek elő nemcsak a litoszférában, de a földfelszínen is. Mindezen ismeretek és a vízkitermelési lehetőségek egyúttal gazdasági és környezettudományi jelentőséggel bírnak.

## **KÖR-2/72 Groundwater flow systems in sedimentary basins Mádlné Szőnyi Judit**

6 credits, theory, optional, no repetition

The aim of the course is to display the groundwater flow systems of sedimentary basins. During the course the students became familiar with the principles, knowledge, methods, and techniques needed to investigate groundwater flow systems. Moreover, the properties, controlling factors, and manifestations of regional groundwater flow systems are demonstrated. The effects of flowing groundwater can be seen not only in the lithosphere but also in the ground surface. This is essential to the exploitation of water and understanding contaminations and many natural processes.

### Irodalom / Literature:

Tóth J. (2009): *Gravitational Systems of Groundwater Flow Theory, Evaluation, Utilization*. Cambridge University Press 1-297.

Deming D. (2003). *Introduction to Hydrogeology*. McGrawHill.



## **KÖR-2/73 Generation of air pollution in combustion systems Turányi Tamás**

6 credits, theory, optional, no repetition

turanyi@chem.elte.hu

The results of combustion science are widely used for improving the efficiency of combustion processes and decreasing the environmental load. The most important results are the continuously lower fuel consumption of vehicles, the reduced of pollution emission from traffic, and the production of more electricity with less CO<sub>2</sub> emission. Engineering optimization of combustion processes is one of the most important practical applications of modern reaction kinetics.

### Literature:

J. Warnatz, U. Maas, R.W. Dibble: *Combustion. Physical and Chemical Fundamentals, Modeling and Simulation, Experiments, Pollutant Formation*. Springer, Berlin, 2008

S.R. Turns: *An introduction to combustion. Concepts and applications*. 3rd edition, McGraw-Hill, Boston, 2011

M.J. Pilling – P.W. Seakins: *Reaction kinetics*. Oxford Univ. Press, 1995

## **KÖR-2/75 Elemspeciáció Mihucz Viktor**

6 kredit, elmélet, nem kötelező, nem ismételtető

viktor.mihucz@ttk.elte.hu

Szakaszos (HPLC-GF-AAS, HPLC-TXRF, TLC/OPLC-TXRF, TLC-LA-ICP-MS) és on-line (HPLC-FAAS, HPLC-ICP-AES, HPLC-ICP-MS, GC-AAS, LC-QF-AAS) elemspeciációs technikák ismertetése. Minta-előkészítés (pl. származékképzés) Speciációs technikák sajátosságai elemenként (As, Cd, Cr, Hg, Ni, Pb és Sn). Mintavételi stratégiák klinikai, környezeti és biológiai minták esetén.

## **KÖR-2/75 Hyphenated techniques for element speciation Mihucz Viktor**

6 credits, theory, optional, no repetition

General characterization of off-line (HPLC-GF-AAS, HPLC-TXRF, TLC/OPLC-TXRF, TLC-LA-ICP-MS) and on-line techniques (HPLC-FAAS, HPLC-ICP-AES, HPLC-ICP-MS, GC-AAS, LC-QF-AAS) for element speciation in environmental chemistry; speciation of As, Cd, Cr, Hg, Ni, Pb and Sn in environment. Detailed course outline: 1. Reasons for doing elemental speciation; 2. Sampling strategies for elemental speciation: sampling of environmental samples; 3. Sampling strategies for elemental speciation: sampling of clinical samples; 4. Sample preparation for elemental speciation: derivatization and pre-concentration methods; 5. Hyphenation techniques for volatile samples (GC as separation technique); 6. Hyphenation techniques for liquid samples (HPLC and CE as separation techniques); 7. Speciation techniques for solid samples: X-ray diffraction and XANES; 8. Toxicity of inorganic and organic arsenic species; 9. Arsenic speciation in plant compartments; 10. Organotin compounds: from their discovery to their use as antifouling paints; 11. Toxicity of organotin compounds; 12. Toxicity of inorganic and organic mercury compounds. *Minamata* disease; 13. Biomonitoring for mercury exposure; 14. Lead toxicity. *Saturnism*; 15. Toxicokinetics of lead; 16. Biomarkers of lead exposure; 17. Speciation of chromium.

### Irodalom / Literature:

*Az elemanalitika korszerű módszerei* (Szerk.: Zárny Gyula, Mihucz Viktor Gábor), Akadémiai Kiadó, 2. kiadás, 2018  
*Handbook of Elemental Speciation* (Eds.: R. Kertulis, H. Crews, J. Caruso, K.G. Heumann), Wiley, 2005  
*Modern Methods for Trace Element Determination* (Eds.: C. Vandecasteele and C.B. Block), Wiley, 1995  
*Practical HPLC method development* (Eds.: L.R. Snyder, J.J. Kirkland, Glajch J.L.), Wiley, 1997  
*Atomic Absorption and Plasma Spectrometry* (Ed.: J. R. Dean), Wiley, 1997

## **KÖR-2/76 Elválasztástechnika haladóknak Eke Zsuzsanna**

6 kredit, elmélet, nem kötelező, nem ismételtető

zsuzsanna.eke@ttk.elte.hu

Környezetünk állapotának felmérése, monitorozása elképzelhetetlen a szerves mikroszennyezők minőségi és mennyiségi meghatározása nélkül. E feladat alapvető eszközei az elválasztástechnikai módszerek. A kurzus célja, hogy az elválasztástechnika alapjait már ismerő hallgatókat segítse az elválasztástechnika választott témaköreiben való elmélyedésben. A hallgatók az elválasztástechnika különböző területeiről felajánlott témákat dolgoznak fel önállóan vagy kis csoportokban. Ugyancsak lehetőségük nyílik a többiek által elvégzett feladatok megoldásainak megismerésére. A felajánlott feladatok témái a következő nagyobb csoportokba sorolhatók: Elválasztástechnika tárgyköre, kromatográfiás és nem kromatográfiás (ultracentrifugálás, elektroforézis...) módszerek, kromatográfiás elméletek, folyadékkromatográfia, gázkromatográfia, szuperkritikus fluid kromatográfia, kromatográfiás módszerek validálása, mintaelőkészítési módszerek. Minden témakör esetén választhatók feladatok az elméleti háttér és alkalmazási példák területéről is.

## **KÖR-2/76 Advanced Separation Science Eke Zsuzsanna**

6 credits, theory, optional, no repetition

Identification and determination of organic micro pollutants is crucial in the monitoring and assessment of the environment. Separation science provides indispensable tools in this field. The course aims at helping student with previous basic knowledge on separation science to gain deeper insight in specific topics of the field. The course can be completed by solving different tasks individually or in small groups. During the semester students also get the opportunity to learn about the solutions of their mates. The subject of the offered tasks fall into the following main topics: Fields of separation science, chromatographic and non-chromatographic methods (ultracentrifugation, electrophoresis...), theories of chromatography, liquid chromatography, gas chromatography, supercritical fluid chromatography, validation of chromatographic methods, sample preparation techniques. Theoretical and practical tasks are both offered for all topics.

### Irodalom / Literature:

- Kremmer Tibor, Torkos Kornél: *Elválasztástechnikai módszerek elmélete és gyakorlata*, Akadémiai Kiadó, 2010  
Lloyd R. Snyder, Josph J. Kirkland, John W Dolan: *Introduction to modern Liquid Chromatography*, Wiley, 2010  
Lloyd R. Snyder, Josph J. Kirkland, Josphe L. Glajch: *Practical HPLC method developement*, Wiley, 1997  
David M. Bliesner: *Validating Chromatographic Methods*, Wiley, 2006  
Dr. Balla József: *A gázkromatográfia analitikai alkalmazásai*, Abigél Bt, 1997  
Fekete Jenő, Kormány Róbert, Fekete Szabolcs: *A folyadékkromatográfia fejlesztési irányai; Gyors folyadékkromatográfia*, Merck Kft, 2014

## KÖR-2/77 Többváltozós adatelemzési módszerek 1 Héberger Károly

6 kredit, elmélet, nem kötelező, nem ismételtető

heberger.karoly@ttk.mta.hu

1. A kemometria tárgya, felosztása (alapfogalmak, szakkifejezések). A matematikai statisztika elemei (eloszlásfüggvények, várható érték, variancia, hipotézisvizsgálat, normalitásvizsgálat stb.) 2. Robusztus és nem-paraméteres módszerek, alkalmazhatóságuk (letörési pont, lineáris eset, aszimmetrikus konfidencia intervallum). 3. A fekete doboz modell és alkalmazhatósága. {empirikus, illetve statisztikai modellezés, a változók (faktorok) megválasztása. A korrelációs koefficiens (index) és a vele való visszaélés}. 4. Görbeillesztés (lineáris és nem-lineáris eset, modell megkülönböztetés, linearitás ellenőrzése, stb.) Az illesztések során elkövetett leggyakoribb hibák és kiküszöbölésük. 5. Reziduumvizsgálat, példák, az illeszkedés hiánya, a modell megválasztása, trend észrevévése. A hibalefutás (szerkezet) szerepe, elemzése. Súlyozás, heteroszkedaszticitás, változó transzformáció, új változó modellbe építése. 6. Többváltozós (multivariate) módszerek 1. A többszörös lineáris regresszió (F próba t próba). LFER, QSAR, QSRR, példák. 7. Változók (faktorok) kiválasztása a mérési pontok leírása szempontjából egyenértékű változók közül. A Páronkénti korrelációs Módszer és általánosítása. A kereszt-ellenőrzés. 8., Többváltozós (multivariate) módszerek 2. Alak vagy mintázat felismerés 1. Lineáris diszkriminancia analízis, kanonikus korreláció analízis. 9. Többváltozós (multivariate) módszerek 3. Alak vagy mintázat felismerés 2. A főkomponens-elemzés, faktoranalízis. Mikor használjuk? 10. Többváltozós (multivariate) módszerek 4. Főkomponens-regresszió (PCR). A parciális legkisebb négyzetek módszere (PLS), előrejelzés, validálás. 11. Globális minimumkereső eljárások: szimulált megeresztés, genetikus algoritmus. 12. A kísérlettervezés alapelemei, idősorok elemzése. Hallgatói problémák elemzése. Programbemutató (Statistica, Unscrambler, stb.), konzultáció. 13. Összefoglalás. számonkérés.

## KÖR-2/77 Methods of multivariate data analysis 1 Héberger Károly

6 credits, theory, optional, no repetition

1. Introduction to chemometrics, basic ideas, terms, methods, techniques, examples. Elements of mathematical statistics (random variables, distribution function, expectation value, variance, hypothesis testing, examination of normality, etc.). 2. Robust statistics (non-parametric tests, asymmetric confidence bands, fuzzy sets & regression, generalized pair correlation method, GPCM) 3. The black box model and its usage (empirical, "statistical" modeling, choosing variables (factors). The correlation coefficient and its variants (COD = coefficient of determination), their abuse. 4. Multivariate techniques 1: Multiple linear regression, forward selection, backward elimination, best subset, (F test, t test), LFER, QSAR, examples. 5. Multivariate techniques 2: Pattern recognition 2. Principal Component Analysis, Factor Analysis. How and when to use them? 6. Multivariate techniques 3: Pattern recognition (supervised and unsupervised) 1. Hierarchical Cluster analysis, an example. 7. Partial least squares regression (PLSR), and its usage for classification. Principal component regression (PCR) 8. Linear discriminant analysis, wine and olive oil authentication. Genetic algorithm. 9. Comparison of methods and models by consensus. Sum of ranking differences. Examples. Features of SRD ordering. methods of data fusion. 10. Curve fitting, ANOVA, regression (linear and non-linear case, model discrimination, checking the linearity, detection of trends etc., most frequent errors in regression and how to avoid them). 11. Consultation Practice, analysis of students' data sets. 12. Exam (written).

### Irodalom / Literature:

P.R. Bevington, Data Reduction and Error Analysis for the Physical Sciences, McGraw-Hill Book Co., New York, 1969.

N.R. Draper, H. Smith, Applied Regression Analysis, Wiley, New York, 1981 (2nd. ed.).

T. Hastie, R. Tibshirani, J. Friedman, The Elements of Statistical Learning, Springer, New York, 2001., 2nd edition, 2009 February. <https://web.stanford.edu/~hastie/Papers/ESLII.pdf>

## KÖR-2/78 Globális szén ciklus Barcza Zoltán

6 kredit, elmélet, nem kötelező, nem ismételtető

zoltan.barcza@ttk.elte.hu

A globális szén ciklus áttekintése, különös tekintettel a légköri vonatkozású tározókra és áramokra. Az éghajlatváltozás és a szén ciklus összefüggése. A jelenkori szén ciklus elemei, nagyságrendjük. Az emberi tevékenység hatása, a szén ciklus óceáni és szárazföldi komponenseinek megváltozása. A szén ciklus-éghajlat visszacsatolások mechanizmusa. A 'Global Carbon Project' aktuális jelentései. Az európai szénmérleg vizsgálata, hazai vonatkozások. A szén ciklus mérése és modellezése, biogeokémiai modellek.

### Irodalom:

- Barcza, Z., Bondeau, A., Churkina, G., Ciais, Ph., Czóbel, Sz., Gelybó, Gy., Grosz, B., Haszpra, L., Hidy, D., Horváth, L., Machon, A., Pásztor, L., Somogyi, Z., Van Oost, K., 2010: Modeling of biosphere-atmosphere exchange of greenhouse gases — Model based biospheric greenhouse gas balance of Hungary. In: *Atmospheric Greenhouse Gases: The Hungarian Perspective* (Ed.: Haszpra, L.). Springer, Dordrecht - Heidelberg - London - New York, pp. 295-330. ISBN 978-90-481-9949-5, e-ISBN 978-90-481-9950-1, doi: 10.1007/978-90-481-9950-1
- Ciais, P., Sabine, C., Bala, G., Bopp, L., Brovkin, V., Canadell, J., Chhabra, A., DeFries, R., Galloway, J., Heimann, M., Jones, C., Le Quéré, C., Myneni, R. B., Piao S., and Thornton, P., 2013: Carbon and Other Biogeochemical Cycles, in *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* edited by T. F. Stocker, D. Qin, G. K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P. M. Midgley, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Friedlingstein, P., O'Sullivan, M., Jones, M. W., Andrew, R. M., Hauck, J., Olsen, A., Peters, G. P., Peters, W., Pongratz, J., Sitch, S., Le Quéré, C., Canadell, J. G., Ciais, P., Jackson, R. B., Alin, S., Aragão, L. E. O. C., Arneeth, A., Arora, V., Bates, N. R., Becker, M., Benoit-Cattin, A., Bittig, H. C., Bopp, L., Bultan, S., Chandra, N., Chevallier, F., Chini, L. P., Evans, W., Florentie, L., Forster, P. M., Gasser, T., Gehlen, M., Gilfillan, D., Gkritzalis, T., Gregor, L., Gruber, N., Harris, I., Hartung, K., Haverd, V., Houghton, R. A., Ilyina, T., Jain, A. K., Joetzjer, E., Kadono, K., Kato, E., Kitidis, V., Korsbakken, J. I., Landschützer, P., Lefèvre, N., Lenton, A., Lienert, S., Liu, Z., Lombardozi, D., Marland, G., Metzl, N., Munro, D. R., Nabel, J. E. M. S., Nakaoka, S.-I., Niwa, Y., O'Brien, K., Ono, T., Palmer, P. I., Pierrot, D., Poulter, B., Resplandy, L., Robertson, E., Rödenbeck, C., Schwinger, J., Séférian, R., Skjelvan, I., Smith, A. J. P., Sutton, A. J., Tanhua, T., Tans, P. P., Tian, H., Tilbrook, B., van der Werf, G., Vuichard, N., Walker, A. P., Wanninkhof, R., Watson, A. J., Willis, D., Wiltshire, A. J., Yuan, W., Yue, X., and Zaehle, S., 2020: Global Carbon Budget 2020. *Earth Syst. Sci. Data*, 12, 3269–3340, doi:10.5194/essd-12-3269-2020, 2020.
- Haszpra, L., és Barcza, Z., 2005: A magyarországi légköri szén-dioxid mérések szerepe az éghajlati modellek megalapozásában. *"Agro-21" füzetek, Klímaváltozás-Hatások-Válaszok*. 38, 13-26.
- Global Carbon Project* weboldal: <http://www.globalcarbonproject.org>

## KÖR-2/82 Sugárbiológia és környezeti sugáregészségtan Turai István

6 kredit, elmélet, nem kötelező, nem ismételtető

[istvan.turai@ttk.elte.hu](mailto:istvan.turai@ttk.elte.hu) és [turai.i.dr@gmail.com](mailto:turai.i.dr@gmail.com)

Az emberi környezetben természetes eredetű és mesterségesen előállított ionizáló sugárforrások léteznek. Ezek - az életmódtól, lakás- és munkakörülményektől, stb függően - különböző mértékben hatnak a társadalom csoportjaira. A környezet-tudományok tárgyalása során a sugárzások egyrészt mint önálló tényezők, másrészt mint más hatásokkal együttesen fellépő hatótényezőként veendő figyelembe. A kurzus során ismertetésre kerülnek az ionizáló sugárzások típusai, az alapvető dozimetriai fogalmak, a környezeti sugárterhelés forrásai és mértéke, a kis és nagy dózisos által okozott sztochasztikus és determinisztikus biológiai és egészségkárosító hatások, továbbá a sugárvédelem és a sugáregészségügy alapelvei és módszerei. Elemezzük a legsúlyosabb nukleáris és radiológiai balesetek környezetszennyező és egészségügyi hatásait. A sugárzó anyagok környezeti monitorozására, emberi felvételük mértékére és egészségi következményeik értékelésére és megelőzésére vonatkozó esetismertetések, valamint a vonatkozó legfontosabb nemzetközi ajánlások és adatbázisok megbeszélése egészíti ki a tananyagot.

## KÖR-2/82 Radiobiology and environmental radiohygiene Turai István

6 credits, theory, optional, no repetition

There are anywhere natural and generally man-made sources of ionizing radiation in the human environment. These affect populations groups in different manner depending on the level of natural background radiation in the place of residence, life style, conditions at work and other factors including radiation exposure for medical purposes. During the study of environmental sciences, exposure of people to ionizing radiation may represent an individual agent on one hand, but usually a factor of combined environmental effects, on the other hand. Types of radiation, basic dosimetry terminology, sources and levels of environmental radiation exposure to human, deterministic and stochastic biological effects and health consequences of exposure to ionizing radiation, as well as basic principles and methods of radiation protection and radiohygiene will be presented during the course. Environmental and health consequences of the most severe nuclear and radiological accidents will be discussed and assessed. Monitoring of radioactive materials in the environment and human body, methods of their assessment and consequences for the health will also be added to the teaching material which is based on case reports, international databases and recommendations for prevention of harmful for the population and environment effects.

### Irodalom / Literature:

- Turai István: *Sugáregészségügyi ismeretek*. 100 o. Medicina, Budapest, 1993 <http://www.osski.hu/kiadvanyok/sugegism/sugegism.pdf>
- Turai István: *Környezeti sugáregészségügyi ismeretek*. Brossúra, Páskum Kiadó, Szekszárd, 1993
- Turai István és Köteles György szerk.: *Sugáregészségtan*. 390 o, Medicina Kiadó, Budapest, 2014.
- Turai István: Sugár-balesetek és a nukleáris katasztrófák sérültjeinek ellátása, 19. fejezet, pp. 364-375, Major László, Liptay László és Orgován László szerk.: *A katasztrófa-készenlét, a reagálás és a beavatkozásbiztonság egészségügyi alapjai*. 487 o, Semmelweis Kiadó, Budapest, 2019
- Ugron Á.; Déri Zs; Fülöp N.; Homoki Zs.; Kelemen M.; Kövendingé Kónyi J.; Ormosiné Laca É.; Szabó Gy.; Turai I.: Hazai környezetradiológia Fukushima után. *Nukleon*, 5/113: 1-6, 2012 <http://mnt.kfki.hu/Nukleon/index.php?action=cikkek>
- Thormod Henriksen and H. David Maillie: *Radiation and Health*. Taylor & Francis, 2003 <https://www.mn.uio.no/fysikk/tjenester/kunnskap/straling/radiation-and-health-2013.pdf>
- Turai István: The Basics of Care of the Injured in Nuclear Disasters. Ch.17, pp.286-294, in Major L, Barham R. & Orgován Gy. eds: *Medical Aspects of Disaster Preparedness & Response*. ISBN 978-963-331-420-3, pp.388, Semmelweis Publisher, Budapest, 2017 [pl. focus on worldwide statistics of nuclear & radiation emergencies!]
- Turai I.: Thyroid Blocking Policy in Hungary and Clarification of Terminology in the Light of Recommendations by International Organisations. *Radiation Prot. Dosim.*, 171(1): 57-60, 2016 <https://doi:10.1093/rpd/ncw225>
- Janssens, A., Necheva C., Tanner V., Turai I.: The new Basic Safety Standards Directive and its implications for environmental monitoring. *J.Environm.Radioactivity*, 02,1-6, 2013 <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0265931X12002974>
- Homoki, Zs., Zs. Déri, N. Fülöp, M. Kelemen, J. Kövendingé Kónyi, É. Ormosiné Laca, Gy. Szabó, Á. Ugron, I. Turai: Assessment of environmental radiation monitoring data in Hungary following the Fukushima accident. *Radioprotection*, 48: S117-123, 2013 [DOI:10.1051/radiopro/2013-9918](https://doi.org/10.1051/radiopro/2013-9918)

## **KÖR-2/83 Talajmikrobiológia Borsodi Andrea és Szili Kovács Tibor**

6 kredit, elmélet, nem kötelező, nem ismételtető

borsodi.andrea@ttk.elte.hu szili-kovacs.tibor@atk.hu

A tárgy oktatása során a mikroorganizmusok és a talaj szoros kapcsolatát a környezetvédelem speciális szempontjai szerint tekintjük át. Egyes környezeti szempontból égető problémát kiemelve részletes, rendszerszemléletű ismeretek átadása és megvitatása a fő cél. A talajok általános funkcióinak megismerésén túl a talajok képződésében és anyagforgalmában alapvető funkcióval rendelkező mikroorganizmusok szerepét kellő mélységben áttekintjük. Ezen belül a talajban élő mikroorganizmusoknak a szén- és nitrogén anyagforgalmi dinamikára gyakorolt hatását ismertetjük részletesebben. A talajhasználat, a növényzet és az agrotechnika jelentősen befolyásolhatja a mikroorganizmus mennyiségét, eloszlását és aktivitását. Kiemelten foglalkoznánk a szélsőséges talajkörülmények ezen belül a magas só és alkalikus kémhatással rendelkező szikes talajokkal és az ott zajló mikrobiális folyamatokkal.

## **KÖR-2/83 Soil microbiology Borsodi Andrea and Szili Kovács Tibor**

6 credits, theory, optional, no repetition

The relationship between soil and soil inhabiting microorganisms is overlooked in the specific view of the environmental problems during the education of the subject. We focus on some environmental issues in relation to soil microorganisms to discuss about their diversity and functional role. Beyond the recognition of the general functions of soils we overlook the role of soil microorganisms on the soil development and nutrient cycling especially in carbon and nitrogen cycling. The land use, land management, soil degradation and vegetation have significant effect on the biomass, distribution, activity and diversity of soil microorganisms. We highlight the extreme soil environmental conditions and especially in the salt-affected soils characterized with high salt-concentration and alkaline pH in connection with soil microbial processes.

### Irodalom / Literature:

Eldor A. Paul (Ed.) *Soil Microbiology, Ecology and Biochemistry*. Fourth Edition, 2014 .Academic Press, Elsevier.

**KÖR-2/84 Környezetegészségügy Vargha Márta**

6 kredit, elmélet, nem kötelező, nem ismételtető

[vargha.marta@oki.antsz.hu](mailto:vargha.marta@oki.antsz.hu) [vargha.marta@nnk.gov.hu](mailto:vargha.marta@nnk.gov.hu)

A környezetegészségügy a környezeti elemek (víz, talaj, levegő) állapota és az emberi egészség közötti összefüggéssel foglalkozik. A tárgy keretében bemutatásra kerülnek az egészséges ivóvíz és fürdővíz minőségi követelményei, az egyes kémiai és biológiai vízminőségi paraméterek egészséghatása, a kültéri és beltéri levegő jellemző problémái és az ebből adódó kockázatok, valamint a talajszennyezések humán egészségügyi vonatkozásai. A tárgy célja, hogy a hallgatók átfogó képet kapjanak a környezeti eredetű egészségkockázatokról és a hazai környezeti betegségterherről.

**KÖR-2/84 Environmental health Vargha Márta**

6 credits, theory, optional, no repetition

Environmental health deals with the effect of environmental factors (water, soil and air) on human health. The course will introduce the quality requirements of healthy drinking water and bathing water, the health effect of chemical and biological water quality parameters, the characteristic problems of indoor and outdoor air quality and the associated risks, and the human health aspects of soil contamination. The aim of the course is to give an overview of environmental health risks and the national situation of environmental disease burden.

Irodalom / Literature:

D. W. Moeller: *Environmental Health*. 3rd Edition. Harvard University Press, 2005.

R. H. Friis: *Essentials of Environmental Health*. 2<sup>nd</sup> Edition. Jones & Bartlett Learning, 2012.



## KÖR-2/89 Környezetvédelmi és természetvédelmi egyezmények Faragó Tibor

6 kredit, elmélet, nem kötelező, nem ismételtető

tibor\_farago@t-online.hu (TiborFarago@caesar.elte.hu)

A nemzetközi egyezményeket olyan környezeti problémákra dolgozták ki, amelyeket a kutatók feltártak a környezeti megfigyelések, módszerek, modellek segítségével, és amelyek megoldása csak az adott probléma kialakulásában és/vagy káros hatásaiban érintett országok egyeztetett kötelezettségvállalásaival lehetséges. A sokoldalú (multilaterális) megállapodások tárgyai magukban foglalják a globális környezet, a kiterjedt környezeti folyamatok szinte minden összetevőjét. Az előadások során bemutatásra kerül a környezeti elemekkel (léggörrel, határvizekkel, élővilággal stb.), a környezetmódosító emberi tevékenységekkel (szennyezőanyag-kibocsátással, a környezetbe kikerülő vegyi anyagokkal, a természeti erőforrások használatával, ipari balesetekkel stb.) és hatásaikkal foglalkozó főbb megállapodások lényege. Emellett szó lesz a nemzetközi megállapodások közötti kapcsolatokról (az azok által tárgyalt problémák, a célkitűzéseik, a kötelezettségek és a végrehajtás összefüggéseiről). Külön is részletesebben kitérhetünk azokra, amelyek kapcsolódnak a hallgatók doktori témájához.

Az előadások témái: Történet (az egyezmények története); Tárgyalás (az egyezmények kidolgozása, elfogadása); Összefüggések (az egyezmények tárgyai, összefüggései); Légkör (a légköri szennyezőanyagokkal foglalkozó megállapodások); Éghajlat (megállapodások az éghajlatváltozásról); Víztestek (a víztestekkel, határvizekkel foglalkozó megállapodások); Térségek (bizonyos földrajzi területekkel foglalkozó megállapodások); Élővilág (a természetmegőrzésről szóló megállapodások); Tevékenységek (megállapodások a környezetre veszélyes emberi tevékenységekről); Hulladék (a hulladékokkal foglalkozó megállapodások); Higany (a higany alkalmazása, ártalmi és a higanyegyezmény); Európa (az EU és az EU-tagállamok részvétele a megállapodások kidolgozásában és végrehajtásában).

### Irodalom :

A nemzetközi egyezmények, megállapodások hivatalos honlapja: <https://www.informea.org/>

Faragó T., 2017: Az ózonréteg megmentése: egy globális környezeti áttérhelés évfordulói és tanulságai. *Magyar Tudomány*, **178:9**, 1105-1113.o. <http://www.matud.iif.hu/2017/09/12.htm>

Faragó T., 2016: The anthropogenic climate change hazard: role of precedents and the increasing science-policy gap. *Időjárás*, **120:1**, pp. 1-40. <https://edit.elte.hu/xmlui/handle/10831/30267>, 44. oldal

Nemzetközi környezet- és természetvédelmi egyezmények jóváhagyása és végrehajtása Magyarországon. KvVM - ELTE, 180 o. (2005) [http://www.ff3.hu/upload/Conventions\\_hu.pdf](http://www.ff3.hu/upload/Conventions_hu.pdf)

Faragó T., 2006: The history, negotiations and general features of the agreements. In: *Multilateral environmental agreements .. MEW*, 3-8. [https://edit.elte.hu/xmlui/bitstream/handle/10831/30442/FaragoT2006\\_Agreements\\_History\\_u.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://edit.elte.hu/xmlui/bitstream/handle/10831/30442/FaragoT2006_Agreements_History_u.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Faragó T., 2016: A párizsi klímátárgyalások eredményei. *Magyar Energetika*, 1. szám, 8-12. o. [https://edit.elte.hu/xmlui/bitstream/handle/10831/30268/FaragoT2016\\_Parizsi\\_Megallapodas\\_u.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://edit.elte.hu/xmlui/bitstream/handle/10831/30268/FaragoT2016_Parizsi_Megallapodas_u.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Faragó T., 2015: A folyékony ezüst tündöklése és bukása. *Magyar Kémikusok Lapja*. **70:1** (1. rész), 11-14. o.; **70:2** (2. rész) 43-47. o.

[http://www.mkl.mke.org.hu/images/stories/downloads/2015/2015\\_01.pdf](http://www.mkl.mke.org.hu/images/stories/downloads/2015/2015_01.pdf)

[http://www.mkl.mke.org.hu/images/stories/downloads/2015/2015\\_02.pdf](http://www.mkl.mke.org.hu/images/stories/downloads/2015/2015_02.pdf)

Faragó T., 2013: A globálisan növekvő hulladékmennyiség és a kezelésére irányuló nemzetközi törekvések. *Ipari Ökológia*, **2:1**, 43-76. o.

[https://edit.elte.hu/xmlui/bitstream/handle/10831/30293/FaragoT2013\\_Glob\\_hulladek\\_u.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://edit.elte.hu/xmlui/bitstream/handle/10831/30293/FaragoT2013_Glob_hulladek_u.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Faragó T.; Kerényi A.; Csóka P.; Csorba P.; Fazekas I.; Mátyás Cs.; Szabó Gy., 2004: Globális környezeti problémák és a riói megállapodások végrehajtásának helyzete. KvVM és Debreceni Egyetem, 166 o.

[https://edit.elte.hu/xmlui/bitstream/handle/10831/30482/FaragoT2004\\_Rioi\\_Megallapodasok\\_u.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://edit.elte.hu/xmlui/bitstream/handle/10831/30482/FaragoT2004_Rioi_Megallapodasok_u.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

**KÖR-2/90 Terepi vizsgálatok a talajvédelem témakörében Jakab Gergely / Farsang Andrea (SZTE) / Barta Károly (SZTE) / Centeri Csaba (SZIE)**

6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető

[jakab.gergely@csfk.org](mailto:jakab.gergely@csfk.org)

Az oktatás több terepi helyszínen, három egyetemi műhely (*ELTE FTI Környezet- és Tájföldrajzi Tanszék; SZIE TTI Természetvédelmi és Tájökológiai Tanszék; Szegedi Tudományegyetem, Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék*) közreműködésével zajlik.

Eső-szimulátoros mérések elmélete és gyakorlata

In situ szélszatorna mérések elmélete és gyakorlata

Vízmosásokkal kapcsolatos ismeretek, mérések és a vízmosáskötés lehetséges módjainak bemutatása.

Kisparcellás és "field scale" eróziós mérések elmélete és gyakorlata.

Speciális vizsgálatok és mintavételek a talajerózió becslés szolgálatában (bolygatatlan mintavétel, felszínborítottság, érdesség, talajkohézió, talaj-tömörödöttség, termőréteg-vastagság stb.). Komplet méréskészletek a talajtan szolgálatában – talajnedvesség mérések

A vizsgálatokat az SZIE, a SZE, az ELTE és az MTA CSFK kutatói terepen végzik, mintegy körmérés jelleggel.

A műszerek együttes üzemeltetésével a hallgatók nemcsak az elméleti ismereteket szerezhetik meg, hanem betekintést kapnak a terepi mérések spontaneitásába, illetve testközelből figyelhetik meg a metodikai kérdések által nem tisztázott részletek fontosságát a végeredményben.

Számonkérési és értékelési rendszer: A hallgatóknak mindhárom helyszínen el kell végezniük a gyakorlatvezetők által kiszabott feladatokat.

**KÖR-2/90 Soil protection measurements on the field Jakab Gergely / Farsang Andrea (SZTE) / Barta Károly (SZTE) / Centeri Csaba (SZIE)**

6 credits, theory, optional, no repetition

This course focuses on field work at several locations organized by three teams (Department of Nature Conservation and Landscape ecology of Szent István University; Department of Physical Geography and Geoinformatics of the University of Szeged; Department of Environmental and Landscape Ecology of the Eötvös Loránd University). Main topics are as follows:

Practice and theory of in situ and lab rainfall simulation

Practice and theory of in situ wind tunnel experiments on deflation

Field measurements on permanent gullies, practice of gully conservation

Practice and theory of erosion and runoff measurements on small scale and field scale plots.

Soil monitoring stations for soil protection.

Equipment and methods are introduced in use during measurement to emphasize the role and handling techniques of the unexpected.

Students are asked to take an active participation in measurements and data analyses for evaluation purposes.

Irodalom / Literature:

Centeri et al. 2011. Rainfall simulation studies in Hungary. In book: Soil Erosion: Causes, Processes and Effects, NOVA Science Publisher, Editors: Fournier, A.J., pp.177-217

Jakab et al. 2015. A review on sheet erosion measurements in Hungary. Tájökológiai Lapok 13 (1): 89-103.

Farsang A 2016. A víz-és szél-erózió szerepe a talaj humusz- és elemtartalmának horizontális átrendeződésében. Mta doktori értekezés tézisei, [http://real-d.mtak.hu/880/1/FarsangAndrea\\_tezisek.pdf](http://real-d.mtak.hu/880/1/FarsangAndrea_tezisek.pdf)

Szabó J.A. et al. 2020. The Use of Various Rainfall Simulators in the Determination of the Driving Forces of Changes in Sediment Concentration and Clay Enrichment DOI: 10.3390/w12102856

Szabó J.A. et al. 2020. Rare earth oxide tracking coupled with 3D soil surface modelling: an opportunity to study small-scale soil redistribution DOI: 10.1007/s11368-020-02582-7

Jakab G et al. 2019. Spatial and Temporal Changes in Infiltration and Aggregate Stability: A Case Study of a Subhumid Irrigated Cropland DOI: 10.3390/w11050876

Madarász et al. 2021 Long-term effects of conservation tillage on soil erosion in Central Europe: A random forest-based approach. DOI: 10.1016/j.still.2021.104959

**KÖR-2/91 Environmental science and policy related international cooperation: its development, organisations, fora, programmes and agreements** Faragó Tibor  
6 credits, theory, optional, no repetition

Tibor\_Faragot@online.hu (I prefer to use my personal e-address, not this ELTE-e-address: TiborFarago@caesar.elte.hu)

The international environmental cooperation has rapidly developed since the 1970s. It was largely catalysed by an increasing amount of environmental observations and the information from the research community that revealed the expanding human influence on natural environment from local to global scales. Growing environmental awareness of the public and the policymakers had also its feedback to the formation of the environmental sciences to provide better scientific information on the cause-effect relations and science-based advices on the opportunities to tackle the environmental hazards. Due to these efforts, there is an increasing evidence on human-induced transboundary and global environmental pressures and in turn a very diverse international cooperative system has emerged: multitude of institutions, fora, programmes, agreements. Within this course, the historical evolution of the international environmental cooperation is demonstrated, followed by the presentation of the key institutions, programmes and agreements on environmental protection and nature conservation, which have been developed in response to the various transboundary and global environmental problems.

**Topics**

*History:* impacts of natural processes on societies, environmental impacts of human activities

*Observations:* development of cooperation on environmental monitoring and assessments

*Globalisation:* socio-economic and environmental globalisation, evolving international cooperation

*Summits:* global environmental fora and programmes

*Regions:* pan-European and subregional environmental forums and programmes

*Stakeholders:* their roles in the development of the global environmental policies

*Institutions:* international environmental organisations and governance

*Agreements:* agreements on environmental protection and nature conservation

*Climate:* hazard of the climate change, international climate science and policy cooperation

*European Union:* role of the EU in forming the global environmental policies

*Negotiations:* goals, formats, actors, compromises, effectiveness

**Literature:**

UNCED: Rio Declaration, 1992

<http://www.un-documents.net/rio-dec.htm>

UNCHE: Declaration of the UN Conference on the Human Environment, 1972

<http://www.un-documents.net/unchedec.htm>

SDGs: Agenda-2030, Sustainable Development Goals (Preamble; Intro, Vision, World today; SDGs, targets)

<https://sustainabledevelopment.un.org/post2015/transformingourworld>

UNEP: Mission and Strategy (Vision-2030, priorities)

<https://www.unenvironment.org/>

EU Environment

[https://ec.europa.eu/environment/international\\_en](https://ec.europa.eu/environment/international_en)

MEA: Multilateral environmental agreements (intro, general info on the treaties)

<https://www.informea.org/>

Faragó T., Multilateral environmental agreements, 2006 (history, negotiations, general features, pp. 3-8)

<http://real.mtak.hu/62990/> <https://edit.elte.hu/xmlui/handle/10831/30442>

Faragó T., Climate and Ozone: The anthropogenic climate change hazard, 2016

<http://real.mtak.hu/60726>

Faragó T., Multilateral Environmental Cooperation, 2009

<http://real.mtak.hu/62581/>

Faragó T., Countries in transition and the international cooperation, 2012

<http://real.mtak.hu/62454/>

## **KÖR-2/93 Szerkezetek légköri jegesedése Kollár László**

6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető

kl@inf.elte.hu

Bevezetés: jég és hó kialakulása szerkezeteken. Jegesedést okozó felhők tulajdonságai. Légköri jegesedést befolyásoló folyamatok: vízcseppek ütközése, párolgás, gravitáció, turbulencia. Felhők tulajdonságainak változása áramlás közben: matematikai modellezés, kísérleti szimulációk szélcsatornában.

Jegesedési folyamatok. Jegesedés modellezése: numerikus modellek és laboratóriumi modellek szélcsatornában.

Felfüggesztett kábelek statikája. Felfüggesztett kábelek szabad lengéseinek elmélete. Jég és hó hatása távvezetékek dinamikájára: szél által keltett lengések, lengések teher lehullajtását követően, mechanikai jégtelenítési módszerek.

## **KÖR-2/93 Atmospheric icing of structures Kollár László**

6 credits, theory, optional, no repetition

Introduction to the physical aspects of ice and snow accretion on structures. Characteristics of aerosol clouds as sources of ice accretion. Processes influencing atmospheric icing: droplet collision, evaporation, gravity, turbulence. Evolution of cloud characteristics: mathematical modelling and experimental simulation in wind tunnel.

Icing processes: precipitation icing, in-cloud icing. Icing models: numerical modelling and experimental models in wind tunnel.

Statics of suspended cables. Linear theory of free vibrations of a suspended cable. Effects of ice and snow on the dynamics of transmission lines: wind-induced conductor motion, vibration following load shedding, mechanical de-icing methods.

### Irodalom / Literature:

Farzaneh, M., *Atmospheric Icing of Power Networks*, Springer, 2008.

Irvine, M., *Cable Structures*, MIT Press, Cambridge, MA, USA, 1981.

Kollár, L. E., Farzaneh, M., Modeling the evolution of droplet size distribution in two-phase flows, *Int. J. of Multiphase Flow*, Vol. **33**, pp. 1255-1270, 2007.

Kollár, L. E., Farzaneh, M., Modeling Sudden Ice Shedding From Conductor Bundles, *IEEE Trans. on Power Delivery*, Vol. **28**, No. 2, pp. 604-611, 2013.

Kollár, L. E., Farzaneh, M., Van Dyke, P., Modeling Ice Shedding Propagation on Transmission Lines with or without Interphase Spacers, *IEEE Trans. on Power Delivery*, Vol. **28**, No. 1, pp. 261-267, 2013.

Makkonen, L., Models for the growth of rime, glaze, icicles and wet snow on structures, *Phil. Trans. R. Soc. Lond. A*, Vol. **358**, pp. 2913-2939, 2000.

Orme, M., Experiments on Droplet Collisions, Bounce, Coalescence and Disruption, *Prog. Energy Combust. Sci.*, Vol. **23**, pp. 65-79, 1997.

## KÖR-2/94 Humánbiológia és környezettudomány Tóth Gábor Antal

6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető

toth.gabor.antal@sek.elte.hu

A humánbiológiai vizsgálatok kvantitatív és kvalitatív eredményei lehetőséget adnak arra, hogy az emberré válás kezdetének idejétől napjainkig nyomon követhessük azokat a biológiai változásokat, amiket a környezeti tényezők (klíma, életmód, táplálkozás, kultúra, gyógyászat, stb.) indukáltak. A hominid evolúció folyamatának jellemzése mellett kiemelt szerepet kap a történeti korok- és a mai ember humánbiológiája. Ebben az aspektusban külön figyelmet érdemel a szekuláris trend néven ismert (világ)jelenség vizsgálata, ami a genetikai adottságok manifesztálódása és a környezeti hatások eredőjeként határozható meg. A trend legújabb hazai és nemzetközi eredményeit a halbergi kronobiológia nézőpontjából is megközelítve, a tárgy előre mutatóan a futurisztikus távlatok felé nyit.

### Irodalom:

- Bodzsár, É. B., Susanne, C. (ed.) (1998): *Secular Growth Changes in Europe*. Eötvös University Press, Budapest. ISBN 963-463-157-6.
- Falkner, F., Tanner, J. M. (ed.) (1986): *Human Growth I-II-III*. Plenum Press, New York, London. ISBN 0-306-41951-3. ISBN 0-306-41952-1. ISBN 0-306-41953-X.
- Halberg, F., Cornélissen, G., Salti, R. et al. (2010): *Chronoauxology*. Edizioni Centro Studi Auxologici, Firenze.
- Park, M. A. (2013): *Biological Anthropology*. McGraw-Hill, New York. ISBN 978-0-07-803495-4.
- Sikdar, M. (ed.) (2015): *Human Growth. The Mirror of the Society*. B. R. Publishing Corporation, Delhi. ISBN 978- 935-050200-6.
- Singh, S. P., Gaur, R. (eds.) (2007): *Human Body Composition*. Kamla-Raj Enterpris, Delhi. ISBN 81-85264-43-0.
- Tóth, G. A., Buda, B. L. (eds.) (2012): *Chronobiology*. Folia Anthropologica 12. University of West Hungary Press, Szombathely. ISBN 978-963-334-054-7.

## **KÖR-2/95 Bevezetés a fényszennyezés kutatásába Kolláth Zoltán**

6 kredit, elmélet, választható, nem ismételt

zkollath@gmail.com

A kurzus folyamán megtárgyaljuk a fényszennyezés okait, ökológia hatásait és a lehetséges megoldásokat. A fő témák:

- a fényszennyezés meghatározása, definíciói,
- a fényszennyezés ökológiai, egészségügyi és csillagászati vonatkozásai,
- fotometriai és radiometriai alapok, mérhető és származtatott mennyiségek,
- fényforrások és azok spektrális sajátosságai,
- az éjszakai égbolt radiometriája, fénysűrűségének mérése, a fényszennyezés légköri modellezése, légköri sugárzási transzfer.

## **KÖR-2/95 Introduction to light pollution studies Kolláth Zoltán**

6 credits, theory, optional, no repetition

In this course we will discuss the causes of, ecological effects, and possible solutions to light pollution. The main topics include:

- what is light pollution, definitions
- ecological effects of light pollution, relation to human health and astronomy,
- basics of photometry and radiometry, measurable and derived quantities,
- artificial light sources and their spectral characteristics,
- radiometry of the night sky, measuring its luminance,
- atmospheric radiative transfer modeling of light pollution.

### Irodalom / Literature:

- Bob Mizon: *Light Pollution: Responses and Remedies*, 2012, 282pages, London:Springer, ISBN 978-1-4614-3822-9
- Ecological consequences of artificial night lighting* (eds: Rich C, Longcore T, editors. ), 2005, 480 pages, Washington, DC: Island Press. ISBN: 9781559631297
- Narisada, Kohei, and Duco Schreuder, *Light pollution handbook*. 2004, 943 pages, Dordrecht: Springer. ISBN: 978-94-015-7058-9
- Light Pollution: The Global View* (ed: H.E Schwarz), 2010, 306 pages. Springer, ISBN: 978-90-481-6242-0

## **KÖR-2/96 Sugárzási transzfer a földi légkörben Kolláth Zoltán**

6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető

zkollath@gmail.com

A kurzus fő témája a sugárzási transzfer fizikai alapjai, a légköri sugárzás modellezés és mérése. A kurzus többek között az alábbi területeket érinti:

- a sugárzási transzfer alapegyenletei és megoldásának módszerei,
- szórás és fényelnyelés, Rayleigh és Mie szórás,
- egyszerűsített (egyszeres szórás) megoldások és numerikus módszerek,
- a sugárzás kölcsönhatása a légkör összetevőivel (molekulák, aeroszolok, felhők),
- Monte-Carlo eljárások,
- sugárzási energiamérleg a levegőben,
- légköroptikai jelenségek.

## **KÖR-2/96 Radiation transfer in Earth's atmosphere Kolláth Zoltán**

6 credits, theory, optional, no repetition

The course covers the physical principles, numerical modeling and measurements of atmospheric radiation. The main topics covered:

- equations of radiative transfer, methods for solving the transfer equation,
- scattering and absorption, Rayleigh and Mie scattering theory,
- simplified (single scattering) solutions and numerical methods,
- interaction of radiation with atmospheric constituents (molecules, aerosols, clouds),
- Monte-Carlo methods,
- radiative energy balance in the atmosphere,
- atmospheric optics.

### Irodalom / Literature:

- Zdunkowski, W., T. Trautmann, and A. Bott, *Radiation in the Atmosphere - A Course in Theoretical Meteorology*. Cambridge University Press, 2007, 496 pages, ISBN 978-0-521-87107-5
- Bohren, C. F., and E. E. Clothiaux. *Fundamentals of Atmospheric Radiation: An Introduction with 400 Problems*. New York, NY: John Wiley and Sons, 2006, 490 pages, ISBN 978-3-527-40503-9

## **KÖR-2/100 Túlélőkészlet a tudományos élethez Torma Csaba Zsolt**

6 kredit, elmélet, választható, ismételhető

csaba.zsolt.torma@ttk.elte.hu

A kurzus általános átfogó képet ad a tudományos élet mindennapjairól. A kurzus során a különböző tudományos közlésformákkal kapcsolatos legfontosabb, leghasznosabb információkkal ismerkedhetnek meg a hallgatók.

Cél, hogy a következő témakörök szerint a hallgatók megismerkedjenek azok kihívásaival, előnyeivel. A kurzus során a következő témaköröket érintjük:

- Hogyan mérhető, ítéhető meg objektíven egy kutató tudományos munkássága?
- Mik a legalapvetőbb tudományos közlésformák?
- Milyen típusú tudományos cikkek, tanulmányok léteznek?
- Milyen publikálási lehetőségek állnak rendelkezésre?
- Mi az a lektorálási folyamat?
- Hogy készítsünk jó tudományos posztert?
- Mire figyeljünk egy tudományos előadás elkészítésénél, illetve az előadás során?
- Hogyan írjunk lehetőleg sikeres pályázatot?

## **KÖR-2/100 Survival kit for scientific life Torma Csaba Zsolt**

6 credits, theory, optional, no repetition

The course provides an overall comprehensive overview of the everyday life of science. During the course, students can get acquainted with relevant, most useful information related to various forms of scientific communication.

The aim is for the students to get acquainted with their challenges and advantages according to the following topics. During the course we will cover the following topics:

- How can the scientific work of a researcher be measured and judged objectively?
- What are the most basic forms of the scientific communication?
- What types of scientific articles and studies exist?
- What are the different publishing forms?
- How does the proofreading process work?
- How to make a good scientific poster?
- What to look for when preparing a scientific lecture or during the lecture?
- How to write a successful proposal?



## **KÖR-2/101 A városkutatás új irányzatai Berki Márton**

6 kredit, elmélet, választható, ismételhető

marton.berki@ttk.elte.hu

A városkutatás előképei – Daniel Defoe-tól Georg Simmel-ig; A Chicagói Iskola városökológiai megközelítése és annak kritikái; A behaviourista fordulat és a mentális térképezés hatása a városkutatási diszciplínára; A neomarxista városi politikai gazdaságtan kialakulása és hatása; A Los Angelesi Iskola és a posztmodern urbanizáció vizsgálata; Városkutatás Közép- és Kelet-Európában – Szocialista városok; Városkutatás Közép- és Kelet-Európában – Posztszocialista városok; Dependencia-elméletek, világrendszer-elmélet és a városkutatás; A posztkolonialista társadalmak városkutatási hagyományai és az összehasonlító városkutatás (Comparative urbanism); A bolygó méretű urbanizáció (Planetary urbanization) koncepciója

## **KÖR-2/101 New approaches to urban studies Berki Márton**

6 credits, theory, optional, no repetition

Antecedents of urban studies – From Daniel Defoe to Georg Simmel; The urban ecology of the Chicago School and its critiques; The impact of the behavioural turn and mental mapping on urban studies; The emergence and impact of neo-Marxist urban political economy; The Los Angeles School and the theorising of postmodern urbanization; Urban studies in Central and Eastern Europe – Socialist cities; Urban studies in Central and Eastern Europe – Post-socialist cities; Dependency theory, world-systems theory and urban studies; Urban studies in post-colonial societies and the concept of comparative urbanism; The concept of planetary urbanization

### Irodalom / Literature:

Gottdiener, M. – Budd, L. – Lehtovuori P. (2016): Key Concepts in Urban Studies. SAGE, Los Angeles

Hall, T. – Barrett, H. (2018): Urban Geography (5th Edition). Routledge, New York

Jelinek Cs. – Bodnár J. – Czirfusz M. – Gyimesi Z. (szerk.) (2013): Kritikai városkutatás. L'Harmattan, Budapest

Knox, P. – Pinch, S. (2010): Urban Social Geography: An Introduction (6th Edition). Pearson, Harlow

Pacione, M. (2009): Urban Geography: A Global Perspective (3rd Edition). Routledge, New York

Schwanen, T. – van Kempen, R. (eds.) (2019): Handbook of Urban Geography. Edward Elgar, Cheltenham

Stanilov, K. (ed.) (2007): The Post-Socialist City: Urban Form and Space Transformations in Central and Eastern Europe after Socialism. Springer, Dordrecht

## **KÖR-2/102 Methods of applied statistics Keszei Ernő**

6 credits, theory, optional, no repetition

The aim of the course is that students acquire an active knowledge of the basics of probability theory and get skills in its application to the most important methods in applied statistics. They will also have skills in solving diverse statistical problems applying well-known statistical tools and methods.

Topics covered by the course are the following: Outline of probability theory basics: Random experiment, random variables. Postulates of probability theory. Expected values and their properties. Stochastic convergence. The law of large numbers. Probability distributions: binomial and Poisson distribution. Identical, exponential and normal distribution. The Poisson process. Chi-squared, Student and Fisher distributions. Statistics and its application: Population and sample. Sampling methods. Sample statistics. Statistical analysis. Expectation values of populations compared to sample statistics. Estimation methods: maximum likelihood, least squares, moments. Properties of estimators. Confidence intervals. Hypothesis testing: for one expectation, comparing two expectations. More expectations: methods of ANOVA. Comparing variances. Testing homoscedasticity. Statistical models. Linear and nonlinear parameter estimation. Goodness-of-fit tests. Implicit regression. Non-parametric estimation. Outlook to multivariate analysis.

### Irodalom / Literature:

J. R. Green, D. Margerison: Statistical Treatment of Experimental Data, Elsevier, 1978

William Feller: An Introduction to Probability Theory and its Application, John Wiley, 1971

W. H. Press et al.: Numerical Recipes, The Art of Scientific Computing, Cambridge University Press, 1986

C. Chatfield, A. J. Collins: Introduction to Multivariate Analysis, Chapman and Hall, 1980

P.R.Bevington: Data Reduction and Error Analysis for the Physical Sciences, McGraw – Hill, 1969

Only in Hungarian: Reimann-Tóth: Valószínűségszámítás és matematikai statisztika, Tankönyvkiadó, 1989

Additional auxiliary material is available at the website of the course: <http://keszei.chem.elte.hu/rkinetika/schedule.htm>

### **KÖR-2/103 Modern reakciókinetika Keszei Ernő**

6 kredit, elmélet, választható, ismételhető

keszei@chem.elte.hu

A féléves előadás két blokkból áll. A hallgató az első blokkban alkalmazás szintjén elsajátítja a reakciókinetikai elméletek egyszerű molekuláris és statisztikus termodinamikai alapjait elsősorban gázfázisban, valamint az ezekből is következő formális kinetikai összefüggéseket; képes lesz ezeket alkalmazni általános kinetikai problémák megoldására. Képes lesz leírni bonyolult reakciómechanizmusokat; valamint azokat egyszerűsíteni a gyakorlatban felmerülő problémák megoldása során. Statisztikus termodinamikai ismeretei alapján molekuláris adatokból is ki tudja számítani a fontos reakciókinetikai mennyiségeket, köztük elemi reakciók sebességét különböző körülmények között. A gyakorlatban is alkalmazható ismereteket szerez folyadékreakciók speciális viselkedéséről, különös tekintettel a diffúziókontrollált reakciókra.

A második blokkban a hallgató megismeri a reakciókinetika egyes modern, speciális területeit. Ezek között szerepel a fotokémia, valamint ennek modern, femtoszekundum időfelbontású alkalmazásai; a sugárhatás-kémia; biológiailag fontos reakciók kinetikája; sejten belüli reakciók speciális vonatkozásai; egzotikus (nemlineáris) reakciók viselkedése; kémiai mintázatképződés és kémiai káosz.

### **KÖR-2/103 Modern reaction kinetics Keszei Ernő**

6 credits, theory, optional, no repetition

This lecture contains two blocks. The first one is a general overview of some basic ideas in reaction kinetics. Students will get a solid knowledge of the theories of chemical kinetics based on simple molecular description, and also using statistical mechanical approaches. They will be able to use these theories in an everyday practice of the solution of kinetic problems. Apart from the detailed study of gas phase reactions, they will get a solid knowledge of the peculiarities of solution reactions, including diffusion- and activation-controlled reactions. In the second block, students get acquainted with some special and up-to-date topics in chemical kinetics, such as photochemistry along with its modern, femtosecond time-resolution applications; radiation chemistry; kinetics of biologically important reactions; special properties of inside-the-cell reactions; exotic (nonlinear) kinetics; chemical pattern formation and chaos in chemistry.

#### Irodalom / Literature:

M.J. Pilling, P.W. Seakins: Reaction Kinetics, Oxford University Press, 1995

Hungarian version: M.J. Pilling, P.W. Seakins: Reakciókinetika, Tankönyvkiadó, Budapest, 1997

P. W. Atkins: Physical Chemistry, Oxford University Press, 2005 (or later editions)

Several auxiliary materials and projected presentations available at the website of the course:

<http://keszei.chem.elte.hu/rkinetika/>

## **KÖR-2/104 Introduction to Separation Sciences Zsigrainé Vasanits Anikó**

6 credits, theory, optional, no repetition

vasanits.aniko@ttk.elte.hu

General description of chromatography processes based on the course of separation forces and the mechanism of separations. Definition of retention time adjusted retention time, partition coefficient, capacity and selectivity factor), efficiency and resolution. Van Deemter's equation and plot. Basic principles of adsorption-, ionexchange- and ion- chromatography; stationary- and mobile phases. Principles of gel permeation and affinity Chromatography: stationary- and mobile phases, mechanism of separation. Paper and thin layer chromatography. Description of capillary action, interpretation of R<sub>f</sub>, stationary and mobile phase types, impregnated layers and separation methods. Development and quantification of TLC's chromatograms. Advantages and areas of application of TLC. Types of multidimensional developments. Characterization of HPTLC and OPTLC techniques. Fundamentals of Gas Chromatography. Instrumental setup: carrier gases, injection techniques, types of GC columns, stationary phases in GSC and GLC. GC detectors. The significance of Kovats Retention Indices in qualitative analysis. The main types of GC derivatization techniques. Fundamentals of High Performance Liquid Chromatography. Instrumental setup: syringe type pumps, mixers, injector and column types. Description of the stationary- and mobile phases in case of normal-, reversed- and hydrophilic interaction liquid chromatographic mode. Gradient elutions. HPLC detectors: UV-VIS, FI, conductivity, evaporative light scattering. Sample pretreatment for solid and liquid samples. Soxhlet and automated Soxhlet extraction, PFE, LLE, SPE, SLE, MIP, MEPS, SPME, Head Space, Purge and Trap methods.

### Literature:

Francis Rouessac. Annick Rouessac: Modern Instrumentation Methods and Techniques, Wiley; 2nd edition, 2007

## **KÖR-2/105 Basics of reaction kinetics Turi László**

6 credits, theory, optional, no repetition

laszlo.turi@ttk.elte.hu

The aim of the course is to introduce the fundamental concepts, definitions and quantities of reaction kinetics. The topics include the following: reaction rate, rate equations, phenomenological kinetics. Experimental techniques in reaction kinetics. Elementary reactions. Coupling of elementary reactions. Kinetics of complex reactions. Gas and condensed phase reactions. Homogeneous and heterogeneous reactions. Catalytic reactions. Chain reactions. Photochemical reactions. Electrochemical reactions. Molecular reaction dynamics.

### Literature:

M. J. Pilling, P. W. Seakins: Reaction Kinetics, Oxford Science Publications, 2nd Ed. 1998.

P. W. Atkins, J. de Paula: Physical Chemistry, Oxford University Press, 10th Ed. 2014.

R. D. Levine, R. B. Bernstein, Molecular Reaction Dynamics and Chemical Reactivity, Oxford University Press, 1987.

## **KÖR-2/106 Kemometria Tóth Gergely**

6 kredit, elmélet, választható, ismételhető

gergely.janos.toth@ttk.elte.hu

A kurzus áttekintést ad az egy- és többváltozós statisztika kémiai/környezetkémiai alkalmazásairól a szükséges matematikai alapokkal együtt. Az érintett elméleti területek: egyváltozós statisztika alapjai, eloszlások, statisztikai tesztek, többváltozós adatok tere, távolságok, csoportosítás (hierarchikus, k-közép, Jarvis-Patrick), osztályozás (LDA-QDA, regressziós fák, SVM), főkomponens és faktor analízis, lineáris regresszió, torzított és haladó regressziós módszerek, modell validálása, nemlineáris regresszió, görbeillesztés, variancia analízis módszerei, adat transzformációk. Project munka: Két-két valós adatkészlet statisztikai elemzése pl. Matlab segítségével, figyelembevéve a adatsorokhoz kapcsolódó publikációkat. 6-12 oldal hosszú jegyzőkönyv készítése mindkét esetre.

## **KÖR-2/106 Chemometrics Tóth Gergely**

6 credits, theory, optional, no repetition

The aim of the course is to overview the basic methods used in uni- and multivariate data analysis on chemical/environmental chemical data, including mathematical background. The course is recommended for future chemist and environmental scientists evaluating data, especially in analytics, and for jobs where data communication with statistics is required. Topics of the lecture part: basics of univariate probability theory and statistics, basic distributions, some tests, multivariate data and linear spaces, distances, clustering methods (hierarchical, k-mean, Jarvis-Patrick), classification (LDA-QDA, regression trees, SVM), principal component analysis, factor analysis, linear regression, biased and advanced linear regression, model validation, non-linear modelling, multivariate curve resolution, methods of variance analysis, data transformations. Project part: Two datasets with the corresponding articles are obtained, where data analysis has to be performed, e.g., by Matlab, and two reports have to be written (6-12 pages long ones).

### *Literature:*

syllabus of the lecturer

M. Otto, Chemometrics, Statistics and Computer Application in Analytical Chemistry, 3rd ed., Wiley-VCH, Weinheim, 2017.

S. Dowdy, S. Wearden, D. Chilko, Statistics in Research, Wiley, Hoboken, 2004.

## **KÖR-2/107 Theory of NMR techniques Rohonczy János**

6 credits, theory, optional, no repetition

janos.rohonczy@ttk.elte.hu

Interpretation of NMR phenomena by the vector model.

Spectrometer hardware. Magnet technologies, probes, NMR related radio electronics, accessories.

Data acquisition and processing methods. Useful Fourier transform properties. Quadrature detection, digital filters, linear prediction.

Pulse calibration, T1 and T2 relaxation time measurements.

Polarization transfer experiments (INEPT, DEPT), adiabatic pulses.

Theoretical models of dynamic NMR and NOE phenomena. DNOE experiments.

Modern 2D NMR experiments: direct and inverse detection, phase- and gradient selection.

COSY versions, TOCSY, NOESY, ROESY, homo- and heteronuclear JRES, HETCOR, COLOC, HMQC, HMBC, HSQC.

Selective pulse experiments. Diffusion NMR.

### Literature:

P.J. Hore: Nuclear Magnetic Resonance, Oxford University Press, 1995.

H. Günther: NMR Spectroscopy – Basic Principles, Concepts and Applications in Chemistry, Wiley-VCH, 2013.

S. Berger, S. Braun: 200 and More NMR Experiments, Wiley-WCH, 2004

## **KÖR-2/108 NMR spectroscopy of solids and solutions Rohonczy János**

6 credits, theory, optional, no repetition

janos.rohonczy@ttk.elte.hu

Introduction: Technical comparison of solution and solid state NMR.

Most important internal interactions of the nuclear spins.

Hamilton operators with Cartesian and irreducible tensor representations

Chemical shift anisotropy of single crystals, and static powder samples. Powder statistics.

Magic angle spinning NMR. CSA, Isotropic average, sidebands. TOSS, SELTICS experiments.

Solid and MAS NMR hardware requirements.

Quadrupolar interactions, CT and ST transitions, 1-st and 2-nd order quadrupolar couplings. Quadrupolar isotropic shift. Quadrupole lineshapes.

Introduction into DOR, DAS, MQMAS and STMAS methods.

Dipole-dipole interactions. Hartmann-Hahn matching, Cross-polarization experiments. REDOR and similar experiments.

Decoupling technics: WAHUHA, CRAMPS, Lee-Goldburg decoupling

Overview of the solid  $^1\text{H}$ ,  $^{13}\text{C}$ ,  $^{15}\text{N}$ ,  $^2\text{H}$ ,  $^{14}\text{N}$ ,  $^{19}\text{F}$ ,  $^{29}\text{Si}$ ,  $^{27}\text{Al}$ ,  $^{23}\text{Na}$ ,  $^{51}\text{V}$ , etc. NMR.

Soil NMR: fulvic acid, soil organic matter, soil contaminations, organo-mineral interactions, etc.

### Literature:

M. Mehring: Principles of High Resolution NMR in Solids, Springer-Verlag, 1983.

M. Duer: Solid State NMR Spectroscopy, Blackwell Science Ltd., 2002.

K.J.D. Mackenzie: Multinuclear Solid-state NMR of Inorganic Materials, Elsevier Science Ltd., 2002.



## **KÖR-2/109 Többváltozós adatelemzési módszerek 2 Héberger Károly**

6 kredit, elmélet, nem kötelező, nem ismételhető

## **KÖR-2/109 Methods of multivariate data analysis 2 Héberger Károly**

6 credits, theory, optional, no repetition

heberger.karoly@ttk.mta.hu

1. What should you do, if the statistical tests produce contradictory results? (Repetitions, basic statistics, terms, case studies, etc.
2. Multivariate calibration, Tikhonov regularization, wavelength selection, variable (feature) selection, ridge regression, LASSO.
3. How should the statistical models be validated? Single split, external validation, y-scrambling (randomization test), bootstrap, jackknife, variants of cross-validation, leave-one-out, leave-many-out.
4. How should the number of latent variables (principal components, PCs) be determined? How many PCs should be selected and kept in the model? Pseudorank determination.
5. Practicing: factor analysis; PCA & classification, NIPALS-PCA/PLS modules, input, standardization, usage of SRD codes, realization of cross-validation, etc.
6. Classification in  $2 \times 2$  (contingency tables). Receiver operator characteristic (ROC) curves
7. Classification and regression trees (CART), Recursive partitioning. Random forest, bagging and boosting
8. Support vector machines: support vectors for regression and classification.
9. Class modelling methods, SIMCA, UNEQ; One class classification.
10. Comparison of methods and models by consensus. Sum of ranking differences. Examples. Features of SRD ordering. methods of data fusion.
11. Comparison of means and medians. Analysis of variance (ANOVA).
12. Similarity and dissimilarity measures, data mining, searching in data bases.
13. Evaluation of students' data sets, presentation of programs, consultation.
14. Exam.

### Irodalom / Literature:

P.R. Bevington, Data Reduction and Error Analysis for the Physical Sciences, McGraw-Hill Book Co., New York, 1969.

N.R. Draper, H. Smith, Applied Regression Analysis, Wiley, New York, 1981 (2nd. ed.).

T. Hastie, R. Tibshirani, J. Friedman, The Elements of Statistical Learning, Springer, New York, 2001., 2nd edition, 2009 February. <https://web.stanford.edu/~hastie/Papers/ESLII.pdf>

## **KÖR-2/110 Karszthidrogeológia Kovács Attila**

6 kredit, elmélet, választható, ismételhető

attila.geo.kovacs@gmail.com

A kurzus célja a karszthidrogeológia tudományának mélyebb szintű megismertetése a hallgatókkal. A kurzus feltételezi a hidrogeológiai törvényszerűségek alapvető ismeretét, illetve a karszthidrogeológia alapjainak az ismeretét, melyeket a hallgatók a mester szakon elsajátítottak. Ugyancsak feltételezi, hogy a hallgatók rendelkeznek alapvető matematikai és hidrogeológiai modellezési ismeretekkel.

A kurzus mind elméleti, mind pedig gyakorlati szemmel végigveszi a karszt hidrogeológiai működésének az aspektusait. Alapvetően kvantitatív, hidrodinamikai szempontból elemezzük a karszt koncepcionális, fizikai, karsztfelődési, és vízkémiai jellegzetességét, és emellett tételesen ki fogunk térni azokra a terepi, elemzési és modellezési módszerekre, amelyek információt szolgáltatnak egy karsztrendszer tudományos megismeréséhez és kvantitatív jellemzéséhez. Esettanulmányokon keresztül bemutatjuk az ismerteett módszereket, illetve a tudományos háttér ismertetése mellett gyakorlati szempontból is ismertetjük a vizsgált mintaterületek problematikáit. A kurzus során különös hangsúlyt fektetünk az előadó által kidolgozott és bevezetett hidrogram elemzési módszerek ismertetésére.

## **KÖR-2/110 Karst hydrogeology Kovács Attila**

6 credits, theory, optional, no repetition

The goal of the proposed course is the detailed introduction of students to the science of karst hydrogeology. A prerequisite to the course is the understanding of the basics of hydrogeology and karst hydrogeology at the level required for the master degree. It is also required to have basic skills in mathematics and numerical groundwater modelling.

The main goal of the course is to achieve theoretical and practical understanding of the various aspects of the hydrogeological functioning of karst. We are following a quantitative hydrodynamic approach through analysing the conceptual, physical, evolutionary and chemical characteristics of karst aquifers. We will also study field methods, analytical and modelling approaches which contribute to the scientific understanding and quantitative characterisation of karst hydrogeological systems. The above methods will be demonstrated through field studies and we will discuss practical applications besides the overview of the scientific background. A special attention will be given to the hydrograph analytical methods developed and introduced by the lecturer

### Irodalom / Literature:

Nico Goldscheider, N. & Drew, D. (Eds) (2007) *Methods in Karst Hydrogeology*, eds., International contribution to hydrogeology, Series 26, pp. 201-222, ISBN 978-0-415-42873-6

Ford, D. & Williams, P. (2007) *Karst Hydrogeology and Geomorphology*. Wiley and Sons, 578 p. ISBN 978-0-470-084996-5

## **KÖR-2/111 A geokémiai modellezés alapjai Szabó-Krausz Zsuzsanna**

6 kredit, elmélet, választható, ismételhető

szabo.zsuzsanna@ttk.elte.hu

A gyakorlatorientált órák fő célja elsajátítani a geokémiai modellezés alapjait a USGS (United States Geological Survey) által fejlesztett, ingyenesen elérhető PHREEQC kódban, amelyet a hallgatók később szabadon alkalmazhatnak, felhasználhatnak kutatási tevékenységük vagy akár ipari munkájuk során. A megszerzett tudás más hasonló szoftverek használatának képességét is megalapozza. A geokémiai modellek a (víztelített) földtani közegben, vagy az azt reprezentáló kísérletekben lejátszódó geokémiai kölcsönhatásokat, ásványoldódási és kiválási folyamatokat, és az ezzel együtt járó pórusoldat kémiai változásait szimulálják. Segítségükkel természetes folyamatokat – pl. kőzetképződés körülményeit, csuszamló talaj időszakos vízelárasztásának geokémiai hatásait, váltakozón édes és sós víz elárasztás következtében lejátszódó reakciókat – is jobban megérthetünk, de fő jelentőségüket az emberi tevékenység okozta környezeti hatások előrejelzésének lehetősége adja. Ilyenek pl. a geokémiai reakciók folytán módosult szennyeződések terjedésének, a geotermikus energia kinyerés vagy a CO<sub>2</sub> geológiai tárolás (CCS) földtani hatásainak, vagy a radioaktív hulladéktárolók építőanyagai és a kőzet kölcsönhatásainak modellezése. Így a geokémiai modellezés nem csak tudományos kérdések megválaszolásában, de ipari tevékenységek támogatásában is fontos szerepet játszhat.

## **KÖR-2/111 The basics of geochemical modeling Szabó-Krausz Zsuzsanna**

6 credits, theory, optional, no repetition

The aim of this practice oriented course is to learn to run and understand some basic types of geochemical models in PHREEQC which is an open-source code developed by the USGS (United States Geological Survey). The students will be able to use these capabilities even in their later academic or optionally industry careers. This knowledge provides some basis for the usage of other similar software as well. These geochemical models simulate the mineral dissolution, precipitation processes and the changes in chemical composition of pore water in water saturated geological media or representative laboratory experiments. With their help, we can better understand natural processes such as diagenesis, water flooding caused sliding of soils or effects of pore water salinity changes. However, their biggest advantage is to predict the geochemical and environmental effects of human activities on the subsurface, for example transport of contamination, effects of the extraction of geothermal energy, CO<sub>2</sub> geological storage or nuclear waste disposal. Like this, geochemical modeling becomes an important tool both in academic research and in application, such as the knowledge-based support of industry.

### Irodalom / Literature:

Parkhurst, D.L., Appelo, C.A.J., 2013. Description of input and examples for PHREEQC version 3—A computer program for speciation, batch-reaction, one-dimensional transport, and inverse geochemical calculations, chap. A43, in: USGS Techniques and Methods, Book 6. p. 497.

Palandri, J.L., Kharaka, Y.K., 2004. A compilation of rate parameters of water-mineral interaction kinetics for application to geochemical modeling. Menlo Park. Calif. U.S. Dept. Inter. U.S. Geol. Surv. 64. <https://doi.org/10.1098/rspb.2004.2754>

## **KÖR-2/112 Humán biomonitöring Szigeti Tamás**

6 kredit, elmélet, választható, ismételhető

szigeti.tamas@nnk.gov.hu

A humán biomonitöring vizsgálatok célja a környezetből a szervezetbe kerülő káros anyagok nyomon követése a szervezetben a káros anyagra jellemző biomarkerek biológiai mintákból történő meghatározásával. Az egészségkárosító hatással rendelkező anyagok általában többféle úton is a szervezetbe kerülhetnek, így a teljes expozíció felmérését számos környezeti minta elemzésével lehetne megbecsülni. Ezzel szemben a humán biomonitöring vizsgálatok során a biológiai mintákban vizsgált biomarkerek a teljes expozícióról adtak információt.

A kurzus tematikája:

1. A humán biomonitöring felmérések célja, kapcsolódási pontok egyéb területekkel
2. Humán biomonitöring felmérések tervezése
3. Humán biomonitöring felmérések kivitelezése
4. Analitikai módszerek biomarkerek vizsgálatára
5. Humán biomonitöring felmérések eredményeinek értékelése, az eredmények közlése
6. Különböző esettanulmányok bemutatása
7. Nemzeti humán biomonitöring programok bemutatása

## **KÖR-2/112 Human biomonitöring Szigeti Tamás**

6 credits, theory, optional, no repetition

The aim of the human biomonitöring studies is to investigate the exposure to harmful chemicals through the determination of the concentration of certain biomarkers of exposure in biological samples. The harmful chemicals can originate from different sources and enter the human body via different routes; thus, the assessment of the total exposure might require the analysis of several environmental samples. In contrast, the concentration of the biomarkers investigated in the biological samples reflects the total exposure. The course will provide detailed information on human biomonitöring.

## **KÖR-2/113 Regionális klímamodellezési gyakorlatok Európában: EURO-CORDEX és Med-CORDEX Torma Csaba Zsolt**

6 kredit, elmélet, választható, ismételhető

csaba.zsolt.torma@ttk.elte.hu

Az RCM-ek alkalmazhatósága igen széleskörű: esettanulmányoktól kezdve paleoklimatológiai vizsgálatokon át jövőre vonatkozó klimatológiai kutatásokig, valamint évszakos előrejelzésekig egyaránt használatosak. A regionális éghajlati előrejelzésekben meglévő bizonytalanságok a szimulációk csoportos kiértékelését követelik meg. Európai viszonylatban számos, a klímaváltozást RCM szimulációk segítségével vizsgáló nemzetközi program valósult meg az elmúlt közel két évtized során. Az egyik legújabb, nemzetközi regionális klímakutatásokat koordináló kezdeményezés a CORDEX (Coordinated Regional climate Downscaling Experiment; Giorgi et al., 2009) elnevezést kapta, mely során a Föld szinte teljes egészét régiókra bontva állítanak elő RCM szimulációkat többnyire az 1950-2100 időszakra vonatkozóan. Az EURO-CORDEX (Jacob et al., 2014) és Med-CORDEX (Ruti et al., 2016) kezdeményezések keretében példanélküli mértékben és minőségben állnak rendelkezésre 50 km és 12 km felbontással éghajlatváltozási szimulációk Európa térségére. Ezen szimulációk szolgáltatják az alapját annak az egyre bővülő nemzetközi szakirodalomnak, mely Európa éghajlatát vizsgálja. A kurzus legfontosabb célkitűzései, tematika:

- a hatalmas szakirodalom megismertetése, feltérképezése, valamint annak célirányos feldolgozása:

a szimulációkban rejlő bizonytalanságok és azok forrásai, a megfigyelésekben rejlő bizonytalanságok és azok forrásai, hibakorrektív eljárások, várható regionális éghajlatváltozás, átlagos hőmérsékleti és csapadék viszonyok, szélsőségek, hőhullámok, árvizek, sérülékenységek, esettanulmányok, regionális éghajlatmodellezéssel járó előnyök (added value).

## **KÖR-2/113 European regional climate modelling practices: EURO-CORDEX and Med-CORDEX Torma Csaba Zsolt**

6 credits, theory, optional, no repetition

Since the first successful nested regional climate model (RCM) simulation was achieved, the RCMs have been increasingly used for a wide range of applications, from process studies to paleoclimate and future climate simulations and seasonal predictions. In addition, due to the uncertainties inherent in regional climate projections, large ensembles of simulations are needed to extract credible signals. In the framework of a more recent international initiative, called CORDEX (Coordinated Regional climate Downscaling Experiment; Giorgi et al., 2009) RCM simulations are completed over all continents around the world for the period: 1950-2100. In particular, as part of the EURO-CORDEX (Jacob et al., 2014), and Med-CORDEX (Ruti et al., 2016) initiative, an unprecedented set of climate change projections have been completed at resolutions of 50 km and 12 km over European domains. Such simulations are considered as the fundamental pillars of the ever-expanding literature on the investigation of the climate of Europe. The main objectives of the course are: principal overview of the enormous literature based on the aforementioned simulations, their overview with special focus on: the uncertainties inherent in the simulations and their sources, the uncertainties inherent in observations, bias-correction techniques, regional climate change, mean temperature and precipitation extremes, heatwaves, floods, vulnerability, case studies, benefits of high-resolution regional climate modelling (added value).

### Irodalom / Literature

Giorgi, F., C Jones, G Asrar, 2009: Addressing climate information needs at the regional level: The CORDEX framework. WMO Bulletin, 58: 175-183.

Jacob, D., et al. EURO-CORDEX, 2014: New high resolution climate change projections for European impact research. Regional Environmental Change 14(2), 563-578.

Ruti SM, et al, 2016: MED-CORDEX initiative for Mediterranean Climate studies, Bull. Amer. Meteor. Soc., 97:(7), 1187-1208. doi: 10.1175/BAMS-D-14-00176.1

Ajánlott irodalom: <https://www.medcordex.eu/publications.php>, <https://euro-cordex.net/060380/index.php.en>

## **KÖR-2/114 Bevezetés a digitális környezeti térképezésbe Pásztor László**

6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető

pasztor@rissac.hu

A képzésben résztvevő hallgatók bevezetést kapnak a környezeti elemekre vonatkozó térbeli adatok korszerű kezelésének módszereibe, térbeli problémák modellezésébe. Áttekintést kapnak a hagyományos és a digitális környezeti térképezésről, a térképezés eredményeinek használatáról, alkalmazhatóságáról, megjeleníthetőségéről. Térbeli alapú adatbázisokkal és azok gyakorlati alkalmazásaival ismerkednek meg elméletben. Ismereteket szereznek a környezeti adatok térbeli kiterjesztésének legkorszerűbb, geostatisztika, adatbányászati és hibrid módszereken alapuló irányairól. Bevezetést kapnak a térbeli predikciók pontosságának és megbízhatóságának becslési lehetőségeibe. Konkrét példákon keresztül megismerkednek a térbeli modellezés legfontosabb elemeivel és lépéseivel. A kurzus rugalmasan alkalmazkodik a résztvevő hallgatók szakmai háttéréhez és igényeihez.

### Irodalom / Literature:

- Hengl, T. (2009): A Practical Guide to Geostatistical Mapping. Amsterdam, University of Amsterdam, pp. 291.
- Hengl, T., MacMillan, R.A., (2019). Predictive Soil Mapping with R. OpenGeoHub foundation, Wageningen, the Netherlands, 370 pages, [www.soilmapper.org](http://www.soilmapper.org), ISBN: 978-0-359-30635-0.
- Li, J. & Heap, A. (2008): A Review of Spatial Interpolation Methods for Environmental Scientists, Geoscience Australia, p. 137.
- Li, J. & Heap, A. (2014): Spatial interpolation methods applied in the environmental sciences: A review, Environmental Modelling & Software 53 (2014) 173-189.
- Miller, B. A. & Schaetzl, R. J. (2014): The historical role of base maps in soil geography, Geoderma, 230–231, pp. 329–339.
- Minasny, B. & McBratney, A. B. (2016): Digital soil mapping: A brief history and some lessons, Geoderma, 264 (Part B), pp. 301-311.
- Pásztor, L. (2018): Célspecifikus térbeli predikciók kidolgozása feladatorientált, térképi alapú talajinformációk előállítására. MTA doktori értekezés.
- Webster, R. and Oliver, M. A. (2001): Geostatistics for environmental scientists. John Wiley & Sons Chichester, West Sussex.

## **KÖR-2/115 Geotermikus energiakutatás és -hasznosítás Lenkey László**

6 kredit, elmélet, választható, ismételhető

laszlo.lenkey@ttk.elte.hu

- 1) Alapfogalmak: hőtranszport egyenlet, hőáramsűrűség definíciója, hőáramsűrűség meghatározása, geotermikus rezervoár definíciója, geotermikus energia készletbecslés.
- 2) Geotermikus energiakutatás módszertana, geológiai, geofizikai és geokémiai módszerek, esettanulmányok.
- 3) Geotermikus energiahasznosítás fajtái: áramtermelés, közvetlen hasznosítás, hőszivattyús hasznosítás, fenntartható hasznosítás: kétkutas rendszerek.
- 4) Geotermikus energia jelentősége a világ energiahasznosításában. A hasznosítás előnyei és hátrányai.
- 5) Geotermikus energiahasznosítás Magyarországon, helyzetkép, lehetőségek, megoldandó problémák.
- 6) A geotermikus energiahasznosítás jogi és gazdaságossági kérdései

## **KÖR-2/115 Exploration and utilization of geothermal energy Lenkey László**

6 credits, theory, optional, no repetition

- 1) Fundamentals of geothermics: heat transport equation, heat flow density, determination of heat flow density, definition of the geothermal reservoir, assessment of geothermal energy potential
- 2) Methodology of geothermal exploration: geological, geophysical and geochemical methods, case histories
- 3) Utilization of geothermal energy: electricity production, direct use of thermal waters, heat pumps. Sustainable use of geothermal energy.
- 4) Rank of geothermal energy in the energy utilization in the world. Advantages and disadvantages of the geothermal energy utilization.
- 5) Utilization of geothermal energy in Hungary: present stage, possibilities, problems to be solved.
- 6) Legal and economic issues of geothermal energy utilization.

### *Bibliography:*

Clauser, C., 2006. Geothermal Energy, In: K. Heinloth (ed), Landolt-Börnstein, Group VIII: Advanced Materials and Technologies, Vol. 3: Energy Technologies, Subvol. C: Renewable Energies, Springer Verlag, Heidelberg-Berlin, 493-604.

Dickson, M.H. and Fanelli, M. (eds.), 2003. Geothermal Energy, Utilization and Technology, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, Paris, 221 p.

Mádlné Szőnyi J. (2006): A geotermikus energia. Készletek, kutatás, hasznosítás. Grafon, p.144.

Telford, W.M., Geldart, L.P., Sheriff, R.E., 1990. Applied Geophysics. Second Edition. Cambridge University Press, Cambridge, 770 p.

## **KÖR-2/116 A kulturális földrajz új irányzatai Berki Márton**

6 kredit, elmélet, választható, ismételhető

marton.berki@ttk.elte.hu

Egyfelől kétségtelen, hogy a rendszerváltást követően – a kelet-közép-európai országok többségéhez hasonlóan – a magyarországi társadalomföldrajzi diszciplínában is végbement egyfajta koncepcionális pluralizálódás, másfelől azonban rendkívül sajnálatos, hogy a kulturális földrajz újabb irányzatai egyáltalán nem (vagy csak rövid, elszigetelt említések formájában) jelentek meg a hazai diskurzusokban. Annak ellenére, hogy az 1980-as és 1990-es évek fordulójára az ún. „új kulturális földrajz” vált az angol-amerikai társadalomföldrajz legkurrensebb területeinek egyikévé, a kelet-közép-európai országok geográfusai azóta is kevés hangsúlyt fektettek az irányzattal összefüggésbe hozható főbb kutatási témákra (egyebek mellett a szubkultúrák térbeliségére, a mindennapi élet gyakorlataira, a tájkép-ikonográfiára, a művész[et]i reprezentációk szerepére és különböző jelentés-rétegeire, az identitás[ok] és a test kérdéskörére stb.). A kurzus célja, hogy az „új kulturális földrajz” és a kortárs (nem-reprezentációs vagy több-mint-reprezentációs) kulturális földrajz elméleti alapjainak és főbb kutatási fókuszainak áttekintése révén ezt az űrt (legalább részben) betöltse.

## **KÖR-2/116 New approaches to cultural geography Berki Márton**

6 credits, theory, optional, no repetition

From 1989 onwards, the politico-economic transition of Central and Eastern European countries undoubtedly brought a conceptual diversification in terms of the approaches to human geography in Hungary as well; nonetheless, as a significant (and still existing) research gap, the sub-discipline of cultural geography was largely left untouched by these changes. Although ‘new cultural geography’ turned out to be one of the most vital fields of Anglo-American human geography by the turn of the 1980s and 1990s, geographers of Central and Eastern European countries placed relatively little emphasis on research foci associated with it (such as the spatiality of subcultures, the practices of everyday life, landscape iconography, the role and multiple meanings of artistic representations, the questions of identities and the body etc.). In order to (at least partly) fill this gap, the aim of the course is to provide an overview of the theoretical underpinnings and the main research topics of ‘new cultural geography’ and more contemporary (non-representational or more-than-representational) cultural geography.

### Irodalom / Literature:

- Anderson, K. (2010): *Understanding Cultural Geography: Places and Traces*. Routledge, New York
- Anderson, K. – Domosh, M. – Pile, S. – Thrift, N. (eds.) (2003): *Handbook of Cultural Geography*. SAGE, London
- Atkinson, D. – Jackson, P. – Sibley, D. – Washbourne, N. (eds.) (2005): *Cultural Geography: A Critical Dictionary of Key Concepts*. I.B. Tauris, London
- Blunt, A. – Gruffudd, P. – May, J. – Ogborn, M. – Pinder, D. (eds.) (2003): *Cultural Geography in Practice*. Edward Arnold, London
- Cloke, P. – Cook, I. – Crang, P. – Goodwin, M. – Painter, J. – Philo, C. (2004): *Practising Human Geography*. SAGE, London
- Domosh, M. – Neumann, R. P. – Price, P. L. – Jordan-Bychkov, T. G. (eds.) (2013): *The Human Mosaic: A Cultural Approach to Human Geography* (12th Edition). W. H. Freeman and Company, New York
- Jackson, P. (1989): *Maps of Meaning: An Introduction to Cultural Geography*. Unwin Hyman, London
- Johnson, N. C. – Schein, R. H. – Winders, J. (eds.) (2013): *The Wiley-Blackwell Companion to Cultural Geography*. Wiley-Blackwell, Oxford
- Mitchell, D. (2000): *Cultural Geography: A Critical Introduction*. Blackwell, Oxford
- Shurmer-Smith, P. (ed.) (2002): *Doing Cultural Geography*. SAGE, London



## KÖR-2/117 Deep time tengeri környezetrekonstrukciós modellek őslénytani alapjai és alkalmazási lehetőségei

Szives Ottilia

6 kredit, elmélet, választható, ismételhető

sziveso@nhmus.hu

Az őslénytani alapú kurzus célja a deep time, vagyis a földtörténeti régmúlt tengeri öskörnyezeti rekonstrukciós modellezésének mélyebb szintű megismertetése a hallgatókkal. A kurzus feltételezi a gerinctelen őslénytan és a földtörténet, illetve az üledékképződési folyamatok és a tengeri geokémia, illetve az ökológia alapjainak az ismeretét. Előny, ha a hallgatók rendelkeznek alapvető statisztikai ismeretekkel. Angol nyelvtudás szükséges a szakirodalom feldolgozása miatt.

A kurzus mind elméleti, mind pedig gyakorlati szempontból bemutatja a deep time tengeri öskörnyezeti modellezés aspektusait. A kurzus során végigvesszük a tengeri környezeteket, a deep time modellezésben használható proxikat, megbeszéljük a különbséget az időjárás és a klíma, illetve paleoklíma közt. Esettanulmányokon keresztül bemutatjuk Földünk múltjának nagy öskörnyezeti változásait és azok feltételezett okait. Végigvesszük az egyes tengeri ősmaradványcsoportok jelentőségét és a rajtuk alkalmazható lehetséges vizsgálati módszereket, illetve a tudományos háttér ismertetése mellett gyakorlati szempontból is vizsgáljuk a problémákat.

A kurzus során különös hangsúlyt fektetünk a hallgatók önálló PhD munkájának támogatására.

### Irodalom:

- Allman, Warren D., and David J. Bottjer. 2001. *Evolutionary Paleocology*. New York: Columbia University Press.
- Lalli, C. M., and T. R. Parsons. 1993. *Biological oceanography: An introduction*. Pergamon Press Ltd., Oxford. 301 p.
- Culver, S.J. & Rawson, P.F. (Eds.) 2006. *Biotic Response to Global Change. The Last 145 Million Years*. New York: Cambridge University Press. 501p.
- Chester, R. 2003. *Marine Geochemistry*. Blackwell Publishing. 506 p.
- Géczy, B. 1993. *Ősállattan. Invertebrata paleontológia*. Tankönyvkiadó, 595 p.
- Laiming Zhang et al. 2016. *A new paleoclimate classification for deep time*. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 443 (2016) 98–106.
- National Research Council 2011. *Understanding Earth's Deep Past: Lessons for Our Climate Future*. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/13111>.

## **KÖR-2/118 Mikrofossziliák szerepe a tavak őskörnyezeti rekonstrukciójában Mohr Emőke**

6 kredit, elmélet, nem kötelező, nem ismételtető

emoke.mohr@ttk.elte.hu

A tantárgy célja a hallgatók megismertetése azokkal mikropaleontológiai és geokémiai módszerekkel, amelyek segítenek az egykori tavi környezetek megismerésében. A kurzus esettanulmányokon keresztül mutatja be a különböző tavi mikrofoszília csoportok paleoökológiai jelentőségét a földtörténet során, illetve a mikrofoszília vázak geokémiai vizsgálatának szerepét az őskörnyezeti rekonstrukcióban.

Irodalom / Literature:

Dodd, J.R. & Stanton, R.J. (1990): *Paleoecology. Concepts and Applications*. New York: John Wiley & Sons. 502p.

**KÖR-2/119 Mikrofossziliák szerepe a paleoceanográfiai kutatásokban Mohr Emőke**

6 kredit, elmélet, nem kötelező, nem ismételtető

emoke.mohr@ttk.elte.hu

A tantárgy célja a hallgatók megismertetése azokkal mikropaleontológiai és geokémiai módszerekkel, amelyek segítenek az egykori tengeri környezetek megismerésében. A kurzus esettanulmányokon keresztül mutatja be a különböző tengeri mikrofosszília csoportok paleoökológiai jelentőségét a földtörténet során, illetve a mikrofosszília vázak geokémiai vizsgálatának szerepét az öskörnyezeti rekonstrukcióban.

Irodalom / Literature:

Culver, S.J. & Rawson, P.F. (eds) (2006): *Biotic Response to Global Change. The Last 145 Million Years*. New York: Cambridge University Press. 501p.

Dodd, J.R. & Stanton, R.J. (1990): *Paleoecology. Concepts and Applications*. New York: John Wiley & Sons. 502p.

Chester, R. (2003): *Marine Geochemistry*. Blackwell Publishing. 506p.

**KÖR-2/120 Környezetvédelmi technológiák elméleti és gyakorlati megoldásai Kardos Levente**

6 kredit, elmélet, nem kötelező, nem ismételtető

Kardos.Levente@uni-mate.hu

A kurzus célja, hogy a hallgatók megismerjék a környezetvédelmi technológiák általános elveit és műveleteti alapjait. Bemutatásra kerülnek a környezetvédelmi technológiák alaptípusai. A főbb témakörök: Az ivóvíz kezelés alapjai (vízlágyítás, derítés, szűrés, membránszűrés, fertőtlenítés). A kommunális szennyvíztisztítás alapjai (fizikai, kémiai és terciér tisztítási fokozatok) és fejlesztési lehetőségei. A szennyvíziszap hasznosítás technológiai megoldásai (víztelenítés, anaerob fermentáció, komposztálás, vermikomposztálás). Hulladékgazdálkodás technológiai alapjai (fizikai, kémiai, termikus és biológiai eljárások). A légszennyezés elleni védekezés technológiai lehetőségei. A legfontosabb talaj kármentesítési technológiák. Szennyezett talajok rekultivációja, fitoremediáció.

**KÖR-2/120 Theoretical and practical solutions of environmental technologies Kardos Levente**

6 credits, theory, optional, no repetition

The aim of the course is to acquaint students with the general principles and basics of operations of environmental technologies. The basic types of environmental technologies are going to be presented. The main topics: Basics of drinking water treatment (water softening, clarification, filtration, membrane filtration, disinfection). Basics (physical, chemical and tertiary treatment stages) and development possibilities of municipal wastewater treatment. Technological solutions for sewage sludge utilization (dewatering, anaerobic fermentation, composting, vermikomposting). Technological bases of waste management (physical, chemical, thermal and biological processes). Technological possibilities of air pollution control. Key soil remediation technologies. Recultivation of contaminated soils, phytoremediation.

## **KÖR-2/121 Globális és regionális klímaszcenáriók Pongrácz Rita**

6 kredit, elmélet, választható, ismételhető

pongacz.rita@ttk.elte.hu

A kurzus célja a klímaváltozás becslésére alkalmazott módszertan és a klímaváltozásra való felkészüléshez a különböző éghajlati forgatókönyvek áttekintése globális és regionális skálán egyaránt.

A kurzus áttekinti az eddigi forgatókönyv-családok (IS92, SRES, WRE, RCP) készítésének elveit, a globális klímamodellek alapjait, fejlődését, működését, valamint a regionális leskálázás lehetőségeit. A hallgatók betekintést kapnak a rendelkezésre álló adatbázisokról és az elemzéshez alkalmazható programokról. Kihagyhatatlan lépés a szimulációs eredmények validációja is, aminek legfontosabb szempontjait szintén összegzi a kurzus.

## **KÖR-2/121 Global and regional climate scenarios Pongrácz Rita**

6 credits, theory, optional, no repetition

The goal of this course is to provide an overview on the methodology used in climate change projections and the different climate scenarios at global and regional scales.

The course gives an overview on the creation of existing scenario families (i.e. IS92, SRES, WRE, RCP), the basic knowledge, development, and structure of global climate models as well as possible regional downscaling techniques. Students will receive information on available simulation databases and possible software to handle them. It is also essential to validate the simulation results, so validation aspects are also summarized.

### Irodalom / Literature:

- Christensen, J.H., Carter, T.R., Rummukainen, M., Amanatidis, G., 2007. Evaluating the performance and utility of regional climate models: the PRUDENCE project. *Clim Change*, 81, 1-6.
- Eyring, V., Bony, S., Meehl, G.A., Senior, C.A., Stevens, B., Stouffer, R.J. and Taylor, K.E., 2016. Overview of the Coupled Model Intercomparison Project Phase 6 (CMIP6) experimental design and organization. *Geosci. Model Dev.*, 9(5): 1937-1958.
- Jacob, D., et al., 2007. An inter-comparison of regional climate models for Europe: model performance in present-day climate. *Clim Change*, 81, 31-52.
- Jacob, D., et al., 2014. EURO-CORDEX: new high-resolution climate change projections for European impact research. *Reg Environ Change*, 14, 563-578.
- Nakicenovic, N., Swart, R., 2000. Emissions Scenarios. A special report of IPCC Working Group III. Cambridge University Press, UK, 570p.
- van Vuuren, D.P., Edmonds, J.A., Kainuma, M., Riahi, K., Thomson, A.M., Hibbard, K., Hurtt, G.C., Kram, T., Krey, V., Lamarque, J.-F., Masui, T., Meinshausen, M., Nakicenovic, N., Smith, S.J., Rose, S., 2011. The representative concentration pathways: an overview. *Climatic Change*, 109, 5-31.

## **KÖR-2/121 Raman-spektroszkópia és környezettudományi alkalmazásai Váci Tamás**

6 kredit, elmélet, választható, ismételhető

vaczi.tamas@wigner.hu

A kurzus célja, hogy a PhD-hallgatókat bevezesse a Raman-szórás alapuló anyagvizsgálat elméleti hátterébe és bemutassa a gyakorlati alkalmazások módjait. A Raman-spektroszkópia tulajdonságai (kémiai és térbeli szelektivitás) révén egyedülálló módszer lehet bizonyos típusú kérdések megválaszolására. A kurzus az elméleti háttér és a gyakorlat összefüggésein keresztül rendszeres demonstrációkon keresztül bemutatja, hogy a módszer mire alkalmas és mire nem, hogyan keletkezik a spektroszkópiai jel és azok körültekintő értékelésével a különböző típusú adatok

- 1) Az elektromágneses sugárzás és az anyag kölcsönhatásainak áttekintése
- 2) A Raman-spektroszkópia elméleti háttere (rezgések az anyagban; Raman-szórás és tulajdonságai)
- 3) Raman-szórás és fotolumineszcencia
- 4) Raman-spektrométerek felépítése és működése
- 5) Mikroszkópi optika alapjai (mikroszkóp felépítése, felbontása; konfokális mikroszkópia és korlátai; képalkotás)
- 6) Mi van egy Raman-spektrumban? Fázisazonosítás; illesztés, dekomponálás; kvantitatív mérések
- 7) Mi nincs egy Raman-spektrumban? Buktatók, hibák, téves értékelések irodalmi példák alapján
- 8) Demonstráció és hallgatók által hozott anyagok bemutató vizsgálata

## **KÖR-2/121 Raman spectroscopy and its applications to environmental science Váci Tamás**

6 credits, theory, optional, no repetition

The aim of this course is to introduce PhD students to the background of Raman spectroscopic phase analysis and to show a brief overview of practical applications. Raman spectroscopy can be a uniquely capable method to answer specific questions through its interesting properties (chemical and spatial selectivity). The course will present the fundamentals and their relevance to practical work through regular demonstrations. A special emphasis will be laid on applicability, including negative examples, on the formation of the spectroscopic signal, and on data reduction.

- 1) Overview of electromagnetic radiation types and their interactions with matter
- 2) Fundamentals of Raman spectroscopy (vibrations in matter; Raman scattering and its properties)
- 3) Raman scattering and photoluminescence
- 4) Raman spectrometer parts and functions
- 5) Fundamentals of microscope optics (layout of a microscope; resolution; confocal microscopy and its limitations; imaging)
- 6) What do we see in a Raman-spectrum? Phase ID; fitting and decomposition; quantitative analysis
- 7) What we don't see in a Raman-spectrum. Pitfalls, errors, false assumptions based on published examples
- 8) Demonstration and on-demand, "hands-on" analysis of samples

### Irodalom / Literature:

- Váci T. (2011): Raman-spektroszkópia. In: Váci T. (szerk.): Nanometrológia. Miskolci Egyetem, pp. 243–297. (in Hungarian)
- Nasdala, L, Smith, D.C., Kaindl, R., Ziemann, M.A. (2004): Raman spectroscopy: Analytical perspectives in mineralogical research. In: Beran, A., Libowitzky, E. (eds.): Spectroscopic methods in mineralogy. EMU Notes in Mineralogy, 6: 43–91.
- Toporski, J., Dieing, T., Hollricher, O. (eds.) (2018): Confocal Raman Microscopy. 2nd ed. Springer Series in Surface Sciences, 66, 596 p.
- McCreery, R.L. (2000): Raman Spectroscopy for Chemical Analysis. Wiley & Sons, 420 p.

## **KÖR-2/122 Válogatott fejezetek a modern ökológiából Herczeg Gábor, Szentesi Árpád, Török János**

6 kredit, elmélet, választható, ismételhető

janos.torok@ttk.elte.hu

A doktorandus hallgatók ezen a szeminárium-jellegű kurzuson közösen dolgoznak fel egy-egy témát, amely elég általános érvényű ahhoz, hogy a különféle területeken elkötelezett hallgatók hasznát vehessék. A cél az, hogy a hallgatók figyelmét felhívjuk az általános ökológiai tananyagba nem illeszthető speciális és modern irányzatokra. Ilyen például az ún. null-modellek alkalmazása az ökológiában, melynek keretében a legfontosabb tématerületek (niche, interspecifikus verseny, közösségek kialakulása, szigetbiogeográfia és mások) magasabb szinten és speciális szempontok alapján való újratárgyalása történik. Ugyanakkor az ökológiai szemléletmód helyes kialakítását erősítő témák, mint pl. tulajdonságok kialakulása mögött zajló szelekciós folyamatok, az adaptáció problémája, a rátermettség, vagy a szexuális evolúció elméleti kérdései is folyamatosan előkerülnek. A másik kiemelt területe a szemináriumnak a makroökológia, mely az ökológiai mintázatokat és folyamatokat regionális, kontinentális és globális skálán vizsgálja. A kurzus menete szokásosan az, hogy a kiválasztott idegen nyelvű forrásmunka egy-egy fejezetéből a hallgatók felkészülnek és azt szabad előadás formájában ismertetik, a többiek pedig kritikai megjegyzésekkel kísérik, kérdéseket tesznek fel. Az oktatók aktívan irányítják a szeminárium menetét. A szeminárium mellett előadásokra is sor kerül az evolúciobiológia köréből.

## **KÖR-2/122 New trends and tasks in animal ecology Herczeg Gábor, Szentesi Árpád, Török János**

6 credits, theory, optional, no repetition

The aim is to draw students' attentions to new theoretical developments in ecology which cannot be discussed at general ecology lectures. The course is organized in the form of seminars. The students discourse a topic of sufficiently general importance in order to make use of the knowledge in various fields of ecology. The seminars are organized as weekly discussions of chapters of prominent textbooks. Students are expected to read each chapter of the chosen textbook, and each student should give an oral presentation of a selected chapter. Other students should actively participate in the discussions of particular issues raised in the lectures. Recently, two major topics are alternately discussed for seminar work. One is null-models, a specific approach applied at many fields of ecology, such as species diversity, abundance, niche, size ratios, co-occurrence and competition, biogeography and community ecology (food webs). The second is a new field of ecology, named "macroecology", that concerns with patterns of abundance, distribution and diversity at large spatio-temporal scales.

### Irodalom / Literature:

Gotelli NJ & GR Graves. 1996. Null-Models in Ecology. Smithsonian Inst. Press, Washington & London.  
Brown JH. 1995. Macroecology. University of Chicago Press, Chicago.

## **KÖR-2/124 Növény-mikroba szimbiotikus együttélések Kaló Péter**

6 kredit, elmélet, választható, ismételhető

kalo.peter@abc.naik.hu

A növények számára két fontos tápanyag felvételében, illetve hozzáférhetőségének biztosításában két szimbiotikus folyamatnak van nagyon fontos szerepe. A növények nagy része a talajban gyökereiken keresztül képesek gombafonalakkal ún. mycorrhiza kapcsolatot létesíteni, amely elsősorban a foszfor felvételét segíti elő a talajból. A légköri nitrogén megkötését (redukcióját) prokarióta szervezetek képesek csak elvégezni, és ezek egy csoportja a pillangósvirágú növényekkel nitrogénkötő endoszimbiózist hoz létre. A szimbiotikus nitrogénkötés biztosítja a biológiai úton megkötött nitrogén jelentős részét a bioszféra számára. A szimbiotikus nitrogénkötés helye a két szimbiotikus partner együttműködésének eredményeként a gazdanövény gyökerén kialakuló képződmény, a gyökérgümő. Mindkét szimbiotikus kapcsolat a partnerek kölcsönös felismerésével kezdődik és létrejöttéhez, valamint fenntartásához a partnerek összehangolt folyamatos együttműködésére van szükség. Az elmúlt évtizedek során elsősorban a nitrogénkötő szimbiózishoz szükséges bakteriális és növényi gének közül azonosítottak és jellemeztek számosat. A mycorrhiza kapcsolat vizsgálata genetikai vizsgálatokra alkalmas modell szervezetek hiányában korábban lassabban haladt, de a nitrogénkötésben használt modell élőlények segítségével az utóbbi években ezen a területen is jelentős előrehaladást sikerült elérni.

Az előadásokon elsősorban azt tervezem bemutatni, hogyan sikerült genetikai vizsgálatokkal feltárni a szimbiotikus kapcsolatokhoz szükséges növényi géneket, hogyan zajlott a jelátviteli utak elemeinek meghatározása és elhelyezése a folyamatban, hogyan segítette elő a genetikai megközelítés ezeknek a biológiai folyamatoknak a megismerését. Részletesen bemutatom a „forward” és „reverz” genetikai megközelítéssel történő génizolálás menetét, módszereit, előnyeiket és lehetséges buktatóikat.

## **KÖR-2/124 Beneficial interactions between legumes and microbes Kaló Péter**

6 credits, theory, optional, no repetition



## **KÖR-2/125 Növény-gomba kölcsönhatások Barna Balázs**

6 kredit, elmélet, választható, ismételhető

barna.balazs@atk.hu

1. Az egészséges és beteg növény. Alapfogalmak. A fertőzési folyamat.
2. A kórokozók behatolása a növénybe.
3. A növénykórokozó gombák általános jellemzése. Az alacsonyabbrendű gombák és növénykórtani jelentőségük.
4. A tömlősgombák és növénykórtani jelentőségük. A bazidiumosgombák és növénykórtani jelentőségük. A konídiumos gombák és növénykórtani jelentőségük
5. A fitotoxinok és szerepük a kórfolyamatban
6. A sejtfalbontó enzimek, a növekedésszabályozó anyagok és szerepük a kórfolyamatban
7. Anyagsere-változások a fertőzött növényben
8. A növény és a kórokozó kölcsönhatásának lehetőségei és genetikája
9. A hiperszenzitív reakció. Fitoalexinek, elicitorok szuppresszorok
10. Reaktív oxigén formák és antioxidánsok. A növény élettani állapotának szerepe a rezisztenciában
11. A „Zig-Zag model”. A jelátadás, a transzkripciós faktorok és effektorok szerepe a növény-kórokozó kapcsolatban

## **KÖR-2/125 Plant-fungi interactions Barna Balázs**

6 credits, theory, optional, no repetition

1. Healthy and diseased plants. Basic terminology. Infection process.
2. Various ways how pathogens can enter the plant.
3. General characterization of fungi. Lower fungi and their importance in plant pathology.
4. Phycomycetes, Ascomycetes and Basidiomycetes, and their importance in plant pathology
5. Phytotoxins and their role disease development.
6. Role of cell-wall degrading enzymes and plant growth substances in disease development.
7. Metabolic changes in diseased plants.
8. The forms and genetics of plant-pathogen interactions.
9. The hypersensitive reaction, phytoalexins, elicitors and suppressors.
10. Reactive oxygen species and antioxidants. Role of the physiological state of plants in resistance.
11. The “Zig-Zag models”. The role of signal transduction, transcription factors and effectors in plant-pathogen interactions.

**KÖR-2/126 Általános ökológia Oborny Beáta**

6 kredit, elmélet, választható, nem ismételhető

beata.oborny@ttk.elte.hu

A matematikai modellezés eszköztárát használva az ökológia néhány fontos területén mélyíthetik el a hallgatók a tudásukat kiadott olvasmányok alapján, közös megvitatással. Főbb tématerületeink:

- 1) A népszerűnövekedés és térbeli terjedés modelljei.
- 2) Közösségek szerveződése: együttélés és szabályozottság.
- 3) Az ökológiai folyamatok idő- és helyigénye.
- 4) A biodiverzitás jelentősége és megőrzése.
- 5) A közösségektől a bioszféráig: rendszerproblémák.

**KÖR-2/126 General ecology Oborny Beáta**

6 credits, theory, optional, no repetition

Using mathematical models, we review some key topics in ecology through recommended papers, discussing the literature together. Main topics:

- 1) Models of population growth and spreading in space.
- 2) The self-organization of communities: regulation and coexistence.
- 3) The need for space and time in ecological processes.
- 4) The significance of biodiversity, and its conservation.
- 5) From the communities to the biosphere: systems' biology.

**KÖR-2/127 Felbukkanó kórokozók járványtana és ökológiája Földvári Gábor**

6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető

FoldvariGabor@gmx.de

A klímaváltozás, természetpusztítás, urbanizáció, globális kereskedelem és turizmus jelentősen elősegíti bizonyos kórokozók terjedését. A kurzus hallgatói bepillantást nyerhetnek azokba az evolúciós és ökológiai folyamatokba, amelyek lehetővé teszik a patogének számára, hogy gyakran új gazdáikban vagy új élőhelyen bukkanjanak fel, ezzel jelentős humán- és állategészségügyi, valamint gazdasági károkat okozva. A tárgyalt példák között lesznek fontos hazai jelentőséggel is bírók (pl. kullancsok és szúnyogok által terjesztett kórokozók), valamint a globális hatású járványokról is szó lesz. Külön hangsúlyt fognak kapni a felbukkanó kórokozók veszélyeinek csökkentésének, megelőzésének lehetőségei.

**KÖR-2/127 Eco-epidemiology of emerging infectious diseases Földvári Gábor**

6 credits, theory, optional, no repetition

Climate change, biodiversity loss, urbanization, global trade and tourism accelerates the spread of certain pathogens. The students of this course get insight into the evolutionary and ecological processes that enable pathogens to emerge in new hosts or habitats causing severe human and veterinary health problems and economic losses. The topics will include examples of Hungarian relevance (tick- and mosquito-borne pathogens) and global-scale pandemics as well. Particular emphasis will be given to the anticipation and mitigation of emerging infectious disease threats.

- KÖR-2/201**                    **Speciális fejezetek a környezettudományok területéről I.**  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- KÖR-2/202**                    **Speciális fejezetek a környezettudományok területéről II.**  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- KÖR-2/203**                    **Speciális fejezetek a környezettudományok területéről III.**  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- KÖR-2/204**                    **Speciális fejezetek a környezettudományok területéről IV.**  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- KÖR-2/205**                    **Speciális fejezetek a környezettudományok területéről V.**  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- KÖR-2/206**                    **Speciális fejezetek a környezettudományok területéről VI.**  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- KÖR-2/207**                    **Speciális fejezetek a környezettudományok területéről VII.**  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- KÖR-2/208**                    **Speciális fejezetek a környezettudományok területéről VIII.**  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- KÖR-2/209**                    **Speciális fejezetek a környezettudományok területéről IX.**  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- KÖR-2/210**                    **Speciális fejezetek a környezettudományok területéről X.**  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- KÖR-2/211**                    **Speciális fejezetek a környezettudományok területéről XI.**  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető
- KÖR-2/212**                    **Speciális fejezetek a környezettudományok területéről XII.**  
6 kredit, elmélet, választható, nem ismételtető

- KÖR-2/-201**                    **Special topics in environmental science I.**  
6 credits, theory, optional, no repetition
- KÖR-2/202**                    **Special topics in environmental science II.**  
6 credits, theory, optional, no repetition
- KÖR-2/203**                    **Special topics in environmental science III.**  
6 credits, theory, optional, no repetition
- KÖR-2/-204**                    **Special topics in environmental science IV.**  
6 credits, theory, optional, no repetition
- KÖR-2/205**                    **Special topics in environmental science V.**  
6 credits, theory, optional, no repetition
- KÖR-2/206**                    **Special topics in environmental science VI.**  
6 credits, theory, optional, no repetition
- KÖR-2/-207**                    **Special topics in environmental science VII.**  
6 credits, theory, optional, no repetition
- KÖR-2/208**                    **Special topics in environmental science VIII.**  
6 credits, theory, optional, no repetition
- KÖR-2/209**                    **Special topics in environmental science IX.**  
6 credits, theory, optional, no repetition
- KÖR-2/-210**                    **Special topics in environmental science X.**  
6 credits, theory, optional, no repetition
- KÖR-2/211**                    **Special topics in environmental science XI.**  
6 credits, theory, optional, no repetition
- KÖR-2/212**                    **Special topics in environmental science XII.**  
6 credits, theory, optional, no repetition