

Doctoral School: **Doctoral School of Biology**

Doctoral program: **Ecology and Evolution**

Course code in Neptun: **BIO/01/02**

Course title: **Grassland Ecology**

Professor responsible for the course (Neptun code): **Dr. Tibor Kalapos (MNRYUD)**

Other professors/instructors involved: -

Course type (lecture/practical): **lecture**

Credits and hours/week: **4 credits, 2 hours/week**

Aim of the course:

After forests, grasslands represent the second most important terrestrial vegetation. The course provides an in-depth understanding of the ecological characteristics of ecosystems dominated by grasses. Special emphasis is given to the influence of the abiotic environment, population interactions, vegetation dynamics, and the impacts of recent global environmental changes on grasslands.

Major topics:

1. Major grassland biomes of the Earth. Grassland types in Hungary.
2. Grasses (*Poaceae*); matrix forming plants in grasslands: evolution and diversity.
3. Other functional groups in grasslands (e. g. *Apiaceae*, *Asteraceae*, *Fabaceae*).
4. The climatic determination of grasslands: precipitation and temperature.
5. The role of fire in shaping grasslands.
6. The physical, chemical, and biological properties of grassland soils.
7. Mineral nutrients in grassland soil. Specialization of plant roots for nutrient uptake.
8. Plant-fungus interactions in grasslands: fungal endophytes and arbuscular mycorrhizae.
9. General and specific effects of herbivores in grasslands.
10. Vegetation dynamics in grasslands.
11. Ecosystem functioning and services in grasslands, and the role of biodiversity.
12. Impact of recent climate change on grasslands.
13. Nature conservation in grasslands.
14. Ecological restoration of grasslands.

Requirements:

Written exam.

Literature:

- Collins, S.L.; Knapp, A.K.; Hartnett, D.C. & Briggs, J.M. (1998): The dynamic tallgrass prairie. Synthesis and research opportunities. In: Knapp, A., Briggs, J.M., Hartnett, D.C. & Collins, S.L. (eds.): Grassland dynamics. Long-term ecological research in tallgrass prairie. Oxford University Press, New York, pp.301-315.
- Gibson, D. J.: 2009: Grasses and grasslands. Oxford University Press, Oxford.
- Scholes, R.J. & Archer, S.R. (1997): Tree-grass interactions in savannas. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 28: 517-544.
- Varga, Z. (1998): Steppe-like grasslands in Hungary: Conservation and sustainable use. In: Nagy, G. (ed.): Ecological Aspects of Grassland Management, Grassland Science in Europe, Vol.1. Proceedings of the 17th General Meeting of the European Grassland Federation, Debrecen, Hungary. Debrecen, pp. 299-311.

Doktori Iskola: **Biológia Doktori Iskola**

Doktori Program: **Ökológia és evolúció**

Tantárgy kódja: **BIO/01/02**

Tantárgy címe: **Gyepökológia**

Tantárgy címe angolul: **Grassland Ecology**

Tantárgy oktatója és Neptun kódja: **Dr. Kalapos Tibor (MNRYUD)**

Kreditérték és heti óraszám: **4 kredit, 2 óra / hét, előadás**

Az oktatás célja

Az erdők után a gyepek jelentik a második legfontosabb szárazföldi növényzetet. A kurzus mélyreható ismereteket nyújt a fűvek által dominált ökoszisztémák ökológiai jellemzőiről. Különös hangsúlyt kap az abiotikus környezet hatása, a populációk kölcsönhatásai, a növényzet dinamikája és a jelen globális környezeti változások gyepterületekre gyakorolt hatása.

Tantárgy tartalma

1. A Föld főbb gyepi biomjai. Gyep típusok Magyarországon.
2. A fűvek (*Poaceae*) mint a gyepek legfontosabb alkotóelemei: evolúció és sokféleség.
3. Egyéb fontos gyepnövénycsoportok (*Apiaceae*, *Asteraceae*, *Fabaceae*), különleges ökológiai szerepük.
4. A gyepterületek éghajlati meghatározottsága: csapadék és hőmérséklet.
5. A tűz szerepe a gyepek alakításában.
6. A gyepterületek talajának fizikai, kémiai és biológiai tulajdonságai.
7. Az ásványi tápanyagok gyepekben. A gyökerek specializációja a tápanyagok felvételére.
8. Növény-gomba kölcsönhatások gyepekben: endofiton gombák és arbuskuláris mikorrhiza.
9. A növényevők általános és specifikus hatásai gyepterületeken.
10. Vegetációdinamika gyepekben.
11. Az ökoszisztéma működése és szolgáltatásai gyepekben, a biológiai sokféleség szerepe.
12. Napjaink éghajlatváltozásának következményei gyepekben.
13. Gyepek természetvédelme.
14. Természetközeli gyepek ökológiai helyreállítása, gyepr restauráció.

Számonkérési és értékelési rendszere

Írásbeli vizsga.

Irodalom

- Collins, S.L.; Knapp, A.K.; Hartnett, D.C. & Briggs, J.M. (1998): The dynamic tallgrass prairie. Synthesis and research opportunities. In: Knapp, A., Briggs, J.M., Hartnett, D.C. & Collins, S.L. (eds.): Grassland dynamics. Long-term ecological research in tallgrass prairie. Oxford University Press, New York, pp.301-315.
- Figeczky, G. (szerk.) (2004): A legeltetési állattartás szerepe és helyzete napjainkban. WWF-füzetek 24. WWF Magyarország, Budapest.
- Gibson, D. J.: 2009: Grasses and grasslands. Oxford University Press, Oxford.
- Illyés E. & Bölöni J.(szerk.) 2007: Lejtősztyepek, löszgyepek és erdősztyeprétek Magyarországon. Budapest. 236p.
- Kelemen J. (szerk.) 1997: Irányelvek a füves területek természetvédelmi szempontú kezeléséhez. Természetbúvár Alapítvány Kiadó, Budapest.
- Molnár Zs. & Kun A. (szerk.) (2000): Alföldi erdősztyepp-maradványok Magyarországon. WWF füzetek 15. WWF Magyarország, Budapest.
- 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. Ann. Rev. Ecol. Syst. 28: 517-544.
- Varga, Z. (1998): Steppe-like grasslands in Hungary: Conservation and sustainable use. In: Nagy, G. (ed.): Ecological Aspects of Grassland Management, Grassland Science in Europe, Vol.1. Proceedings of the 17th General Meeting of the European Grassland Federation, Debrecen, Hungary. Debrecen, pp. 299-311.

Doctoral School: **Doctoral School of Biology**

Doctoral program: **Ecology and Evolution**

Course code in Neptun: **BIO/01/05**

Course title: **Introduction to the Analysis of Multivariate Biological Data**

Professor responsible for the course (Neptun code): **Dr. János Podani (XF4SL5)**

Other professors/instructors involved:

Course type (lecture/practical): **practical**

Credits and hours/week: **4 credits, 2 hours/week**

Aim of the course:

The objective of the course is to inform students interested in synbiology (zoology, botany, ecology) about possibilities of analyzing large amounts of data. The lecture material includes topics such as computerized classification and ordination, their advantages, and limitations. Students are encouraged to bring their own data.

Major topics:

Sampling theory in short. Data types, measurement scales, data transformation and standardization. Coefficients of resemblance. Partitioning methods, incl. k-means and fuzzy clustering. Hierarchical classification. Ordination. Comparison of results. How to use the SYN-TAX 2000 program package? The program may be downloaded from <http://podani.web.elte.hu/SYN2000.html>

Requirements:

Laptop. At the end, participants are expected to prepare a short report on the analysis of the own data, using SYN-TAX 2000.

Literature:

- Podani J. 1997. Introduction to the analysis of multivariate biological data. Leiden, The Netherlands. The book is downloadable from <http://podani.web.elte.hu/books.html>

Doktori Iskola: **Biológia Doktori Iskola**

Doktori Program: **Ökológia és evolúció**

Tantárgy kódja: **BIO/01/05**

Tantárgy címe: **Bevezetés a többváltozós biológiai adatok számítógépes értékelésébe**

Tantárgy címe angolul: **Introduction to the Analysis of Multivariate Biological Data**

Tantárgy oktatója és Neptun kódja: **Dr. Podani János (XF4SL5)**

Kreditérték és heti óraszám: **4 kredit, 2 óra / hét, gyakorlat**

Az oktatás célja

A kurzus célja, hogy a szűnbiológia (így a zoológia, botanika, ökológia) iránt érdeklődő hallgatók számára útmutatást adjon, hogyan dolgozhatják fel nagymennyiségű adataikat. A hallgatók megismerkednek a számítógépes osztályozás és ordináció módszereivel, alkalmazhatóságuk előnyeivel és korlátaival, és saját adataikat is kiértékelik.

Tantárgy tartalma (max. 14 sor)

A mintavételezés elmélete röviden. Adattípusok, mérési skálák, adatok transzformációja és standardizálása. Hasonlósági és távolságfüggvények. Particionálási eljárások pl. k-közép és lágy osztályozás. Hierarchikus klasszifikáció. Ordináció. Az eredmények összehasonlítása. A SYN-TAX 2000 programcsomag felhasználása. Letölthető innen: <http://podani.web.elte.hu/SYN2000.html>

Számonkérési és értékelési rendszere

A kurzus végén a hallgatók egy mini-dolgozatot írnak saját adataik alapján, a kurzuson megismert módszerek alkalmazását bemutatóan.

Irodalom

- Podani J. 1997. Bevezetés a többváltozós biológiai adatfeltárás rejtjelmeibe. Scientia, Budapest. A könyv fejezetenként letölthető innen: <http://podani.web.elte.hu/books.html>

Doctoral School: **Doctoral School of Biology**

Doctoral program: **Ecology and Evolution**

Course code in Neptun: **BIO/01/06**

Course title: **Conservation Biology**

Professor responsible for the course (Neptun code): **Dr. Tibor Standovár (AMIBPA)**

Other professors/instructors involved:

Course type (lecture/practical): **lectura**

Credits and hours/week: **4 credits, 2 hours/week**

Aim of the course:

The course primarily addresses the topics of the theoretical basis and practice of nature conservation planning and treatment. The seminar involves discussion as well as individual processing of a selected topic from the scientific literature.

Major topics:

Need for scientific bases in conservation, the science of conservation biology.

The concept of biodiversity, its hierarchical nature, methods of measuring, the need for biodiversity indicators.

Threats to biological diversity: loss, fragmentation, and degradation of habitats, effects of global climate change. overexploitation, non-indigenous species.

Theoretical and practical bases of conservation of populations.

Theory and practice of establishing protected areas.

Theoretical and practical bases of managing protected areas.

The need for and importance of restoring habitats.

Requirements:

During the term students produce an essay based on their own literature survey of a selected topic.

Literature:

— Sodhi, N. S. & Ehrlich, P. R. 2010. Conservation Biology for All. Oxford University Press, Oxford.

Doktori Iskola: **Biológia Doktori Iskola**

Doktori Program: **Ökológia és evolúció**

Tantárgy kódja: **BIO/01/06**

Tantárgy címe: **Konzervációbiológia**

Tantárgy címe angolul: **Conservation Biology**

Tantárgy oktatója és Neptun kódja: **Dr. Standovár Tibor (AMIBPA)**

Kreditérték és heti óraszám: **4 kredit, 2 óra / hét, előadás**

Az oktatás célja

A kurzus keretében elsősorban a természetvédelmi tervezés és kezelés elméleti alapjait és gyakorlatát érintő témák kerülnek közös feldolgozásra, kiadott irodalmak alapján történő felkészülés és szeminárium jellegű feldolgozás alkalmazásával.

Tantárgy tartalma

1. A természetvédelmi tevékenység tudományos megalapozásának igénye.
2. A biodiverzitás fogalma, szintjei, mérési módszerei, a biodiverzitás indikáció szükséglete.
3. A biodiverzitást veszélyeztető tényezők: élőhelyek pusztulása, feldarabolódása, élőhelyleromlás, globális klímaváltozás hatásai, túlzott hasznosítás, idegenhonos fajok.
4. A populációvédelem elméleti és gyakorlati alapjai.
5. Védett területek kialakításának elmélete és gyakorlata.
6. Természetvédelmi kezelés tudományos alapjai.
7. Az élőhely-helyreállítás szükséglete és lehetőségei.

Számonkérési és értékelési rendszere

A félév végén minden hallgató egy átfogó esszét készít.

Irodalom

— Standovár T., Primack, R.B. 2001. A természetvédelmi biológia alapjai. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.

Doctoral School: **Doctoral School of Biology**

Doctoral program: **Ecology and Evolution**

Course code in Neptun: **BIO/01/07**

Course title: **Fundamentals of Seed Bank Ecology**

Professor responsible for the course (Neptun code): **Dr. Péter Csontos (NINCS MEG)**

Other professors/instructors involved:

Course type (lecture/practical): **lecture**

Credits and hours/week: **4 credits, 2 hours/week**

Aim of the course:

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.

Major topics:

1. Definitions of seed bank.
2. What are the species that have a seed bank?
3. Seed bank sampling methods: sampling depth, sample number, timing of sampling.
4. The concept and significance of the minimal soil volume.
5. Pre-treatments of soil seed bank samples (cold stratification, concentrated soil samples)
6. Detection of seed bank using the seedling emergence method.
7. Detection of seed bank based on the seeds' physical properties.
8. Further methods for detecting soil seed bank and seed longevity.
9. 09. Seed viability tests.
10. Transient seed bank, persistent seed bank, seed bank classification systems.
11. Density of seed bank in the soils of various vegetation types.
12. Similarities and dissimilarities between soil seed bank and standing vegetation.
13. Change in the significance of seed bank along geographical gradients.
14. Change in the significance of seed bank along ecological gradients.
15. Role of seed bank during vegetation succession.
16. Importance of seed bank in habitat restoration.
17. Seed bank databases, seed ecological data bases.
18. Case studies on the applicability of seed bank and seed ecological databases.

Requirements:

oral exam

Literature:

- Baskin, C. C. & Baskin, J. M. 1998. Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination. Academic Press, San Diego.
- 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.

Doktori Iskola: **Biológia Doktori Iskola**

Doktori Program: **Ökológia és evolúció**

Tantárgy kódja: **BIO/01/07**

Tantárgy címe: **A magbank ökológia alapjai**

Tantárgy címe angolul: **Fundamentals of Seed Bank Ecology**

Tantárgy oktatója és Neptun kódja: **Dr. Csontos Péter (NINCS MEG)**

Kreditérték és heti óraszám: **4 kredit, 2 óra / hét, előadás**

Az oktatás célja

A kurzus célja a természetes magbank mintavételi módszereinek áttekintése, kiegészítve a magtúlélési vizsgálatok megismerésével, valamint további a magvak (és termések) életképességére utaló vizsgálatok tárgyalásával. A magbank típusok megismerése, és ezek ökológiai jelentőségének kérdései. A magbankra vonatkozó mindazon összefüggése megtárgyalása, amelyek a vegetációdinamikai folyamatokkal összefüggenek, és részben ezek predikálására is alkalmasak.

Tantárgy tartalma

1. A magbank meghatározásai.
2. Milyen fajok vannak a magbankban?
3. A magbankban mintavételi módszerei: mintavételi mélység, minta száma, a mintavétel időzítése.
4. A minimális talajmennyiség fogalma és jelentősége.
5. A talajmag-bankminták előkezelése (hideg rétegződés, koncentrált talajminták)
6. A magbankban észlelése a palánták megjelenésének módszerével.
7. A magbank kimutatása a mag fizikai tulajdonságai alapján.
8. További módszerek a talajmag -bank és a mag élettartamának észlelésére.
9. A mag életképességi tesztjei.
10. Átmeneti magbank, perzisztens magbank, mag -besorolási rendszerek.
11. A magbank sűrűsége a különféle vegetáció típusú talajokban.
12. A talajmag -bank és a föld feletti növényzet közötti hasonlóságok és különbségek.
13. A vetőmag -bank jelentőségének változása a földrajzi gradiensek mentén.
14. Az ökológiai gradiensek mentén a magbank jelentőségének változása.
15. A vetőmag -bank szerepe a vegetáció szukcessziója során.
16. A magbank fontossága az élőhely-restaurációban.
17. Magbank adatbázisok, magökológiai adatbázisok.
18. Esettanulmányok a magbank és a magökológiai adatbázisok alkalmazhatóságáról.

Számonkérési és értékelési rendszere

szóbeli vizsga

Irodalom

- Baskin, C. C. & Baskin, J. M. 1998. Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination. Academic Press, San Diego.
- 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.

Doctoral School: **Doctoral School of Biology**

Doctoral program: **Ecology and Evolution**

Course code in Neptun: **BIO/01/14**

Course title: **Population Dynamics and Evolution of Clonal Plants**

Professor responsible for the course (Neptun code): **Dr. Beáta Oborny (BZXA89)**

Other professors/instructors involved:

Course type (lecture/practical): **lecture**

Credits and hours/week: **4 credits, 2 hours/week**

Aim of the course:

We review the evolutionary origin and ecological consequences of clonality in plants on the basis of their morphology (modularity and sectoriality).

Major topics:

1. The plant body (metamers, branches, sectors, etc.). Birth and death of modules. Demographic and geometric rules. Cooperation and competition within the organism.
2. Growth forms: some basic types. Developmental „decisions” and commitment. Experiments on phenotypic plasticity: designs, results, and some doubts.
3. Computer models of the plants’ spatial structure. Algorithms, graphic simulations. Multi-species models: from individual clones to communities.
4. Physiological links between the modules. The transport of resources (water, nutrients, carbohydrates). Evolutionary transitions toward clonality. Some key roles of clonal plants in the flora and vegetation of the Earth (dominant species, invasive species, etc.).
5. Spreading strategies of clonal plants (e.g., phalanx and guerilla). Foraging strategies. Life history strategies. The size and age of clonal organisms. Some „champions”: clones that are several thousand years old. Definitions of the individual.
6. Spatial matching and coexistence. Effects of clonal species on the spatial structure and stability of plant communities.

Requirements:

Essay during the academic term, and a written exam in the end.

Literature:

- Oborny B, Mory C, Herben T (2012) From virtual plants to real communities: a review of modeling clonal plants. *Ecol Model* 234:3-19.
- De Kroon H., Van Groenendael J. (szerk.) (1997) *The ecology and evolution of clonal plants*. Blackhuys Publishing, Leiden, Hollandia.

Doktori Iskola: **Biológia Doktori Iskola**

Doktori Program: **Ökológia és evolúció**

Tantárgy kódja: **BIO/01/14**

Tantárgy címe: **A klonális növények populációdinamikája és evolúciója**

Tantárgy címe angolul: **Population Dynamics and Evolution of Clonal Plants**

Tantárgy oktatója és Neptun kódja: **Dr Oborny Beáta (BZX89)**

Kreditérték és heti óraszám: **4 kredit, 2 óra / hét, előadás**

Az oktatás célja

A növényvilág néhány szerveződési alapelvéből kiindulva (modularitás, szektorialitás) áttekintjük a klonalitás előfordulását, evolúciós eredetét, ökológiai következményeit.

Tantárgy tartalma

1. A növényi test építőelemei (metamerok, ágak, szektorok, stb.). A modulok keletkezése és pusztulása. Demográfiai és geometriai szabályok. Kooperáció és kompetíció a szervezeten belül.
2. A növekedési formák alaptípusai. Egyedfejlődési „döntési pontok” és elköteleződés. A fenotípusos plaszticitás: kísérleti elrendezések, eredmények, kételyek.
3. A térbeli szerveződés számítógépes modellezése. Algoritmusok és grafikai megoldások. Többfajú modellek: az egyedi szerveződéstől a közösségek szerveződéséig.
4. A modulok fiziológiai kapcsolatai. A források (víz, ásványi tápanyagok, szénhidrátok) áramlása. A modularitástól a klonalitás felé vezető evolúciós átmenetek. A klonális növények szerepe a Föld flórájában és vegetációjában (társulásépítő fajok, inváziós fajok).
5. A klónok terjedési stratégiái (pl. falanx és guerilla). Táplálékkereső (foraging) stratégiák. Életmenet stratégiák. Becslések a “bajnokokról”: több ezer éves genetikai egyedek.
6. A stratégiák illeszkedése és együttélése. A klonális fajok szerepe a társulások szerkezetének kialakításában és stabilizálásában.

Számonkérési és értékelési rendszere

Beadandó esszé a szorgalmi időszakban és írásbeli vizsga a vizsgaidőszakban.

Irodalom

- Oborny B. (2000) Növények térfoglaló és táplálékkereső stratégiái. In: Bartha Z, Liker A, Székely T (szerk.) Viselkedésökológia - modern irányzatok. Osiris, Budapest, 43-62 old.
- Oborny B. (2010): A növények növekedési stratégiáinak evolúciója. Magyar Tudomány 2010(4): 1-9.

- Oborny B, Bartha S (1998) Formakincs és közösségszerveződés a növénytársulásokban: a klonális növények szerepe. In: Fekete G (szerk.) A közösségi ökológia frontvonalai. Scientia Kiadó, Budapest, 59-86 old.
- De Kroon H., Van Groenendael J. (szerk.) (1997) The ecology and evolution of clonal plants. Blackhuys Publishing, Leiden, Hollandia.

Doctoral School: **Doctoral School of Biology**

Doctoral program: **Ecology and Evolution**

Course code in Neptun: **BIO/01/17**

Course title: **Conservation of Biodiversity in Forests**

Professor responsible for the course (Neptun code): **Dr. Tibor Standovár (AMIBPA)**

Other professors/instructors involved:

Course type (lecture/practical): **lecture**

Credits and hours/week: **4 credits, 2 hours/week**

Aim of the course and topics:

This course, based on earlier ecological- and conservation biology studies, is aimed at ecological understanding of forests as the most complex land ecosystems. Through the study of temperate forest, students can understand how the learned ecological principles apply. The aim is to get to know the inner working of natural forests that are free of forest management. We also compare natural forests to managed forests planted for economic exploitation. With these, it is possible to evaluate the condition of typical today's forests from an ecological point of view. The scientific foundations for the effective nature conservation of forests are discussed based on this knowledge.

Requirements:

exam during the exam period

Literature:

...

Doktori Iskola: **Biológia Doktori Iskola**

Doktori Program: **Ökológia és evolúció**

Tantárgy kódja: **BIO/01/17**

Tantárgy címe: **Biodiverzitás-megőrzés erdőkben**

Tantárgy címe angolul: **Conservation of Biodiversity in Forests**

Tantárgy oktatója és Neptun kódja: **Dr. Standovár Tibor (AMIBPA)**

Kreditérték és heti óraszám: **4 kredit, 2 óra / hét, előadás**

Az oktatás célja és tartalma

Ez a kollégium a korábbi ökológiai és konzervációbiológiai képzésre alapozva az erdők, mint a legösszetettebb szárazföldi ökoszisztémák ökológiai szempontú megismerését célozza. Elsősorban a mérsékelt övi erdők viszonyainak elemzésén keresztül vizsgálja az alapozó tárgyakban megismert ökológiai törvényszerűségek érvényesülését. Cél a tudatos erdőműveléstől mentes, természetszerű erdők folyamatainak megismerése, s esetenként a tipikus gazdasági erdőkkel való összehasonlítás. Ezek birtokában válik lehetővé a tipikus mai erdők állapotának ökológiai szempontú értékelése. Ezekre az ismeretekre alapozva kerülnek tárgyalásra az erdők hatékony természetvédelmének tudományos alapjai.

Számonkérési és értékelési rendszere

vizsga a vizsgaidőszakban

Irodalom

...

Doctoral School: **Doctoral School of Biology**

Doctoral program: **Ecology and Evolution**

Course code in Neptun: **BIO/01/18**

Course title: **Bryophyte Ecology**

Professor responsible for the course (Neptun code): **Péter Ódor (GCXGD9)**

Other professors/instructors involved:

Course type (lecture/practical): **practical**

Credits and hours/week: **6 credits, 3 hours/week**

Aim of the course:

The practice gives an introduction to bryology and bryophyte ecology. It is essential for students interested to bryophytes, but it also useful for student working on the field of plant ecology, plant taxonomy and experimental botany. The course has a lecture and a practical component. The lecture introduces the following topic concerning bryophytes: morphology, taxonomy, evolution, biogeography, conservation, genetics, population biology, ecophysiology, community ecology. The students have to keep a presentation from different topics based on independent processing of scientific papers. During the practical part the students learn to identify bryophytes, including their collection, preparation and determination. The students learn approximately 100 important bryophyte species using a digital collection (photos, description, drawings).

Major topics:

...

Requirements:

...

Literature:

- Schofield, W.B. 1985. Introduction to Bryology. Macmillan Publishing Company, New York.
- Shaw, A.J. and Goffinet, B. 2009. Bryophyte Biology. Cambridge University Press, Cambridge.
- Glime, J. 2006-2015. Bryophyte Ecology. Michigan Technological University. Ebook. Url: <http://www.bryoecol.mtu.edu/>

Doktori Iskola: **Biológia Doktori Iskola**

Doktori Program: **Ökológia és evolúció**

Tantárgy kódja: **BIO/01/18**

Tantárgy címe: **Mohaökológia**

Tantárgy címe angolul: **Bryophyte Ecology**

Tantárgy oktatója és Neptun kódja: **Ódor Péter (GCXGD9)**

Kreditérték és heti óraszám: **6 kredit, 3 óra / hét, gyakorlat**

Az oktatás célja

A tárgy heti 3 órában, gyakorlati foglalkozás keretében nyújt bevezetést a bryológiába a félév során. A tárgy kiindulópontot jelenthet a mohákkal kapcsolatos kutatások iránt érdeklődők tudományos munkájához, de bárki számára hasznos aki a jövőben terepi vagy kísérletes növényökológiai vizsgálatokat kíván folytatni, vagy biológiát szeretne tanítani. A foglalkozások gyakorlati és előadás jellegű részekből tevődnek össze. Az előadások bevezető jelleggel tárgyalják a mohákkal kapcsolatos alábbi részterületeket: szervezeten, rendszerten, leszármazási viszonyok, növényföldrajz, természetvédelem, genetika, populáció biológia, ökofiziológia, közösségi ökológia. Elsősorban e tudományterületek mohákra vonatkozó sajátosságaira térünk ki, feltételezve az alapfogalmak előzetes ismeretét. A gyakorlati rész önálló határozásból, moha nézegetésből, preparálásból áll. A gyakorlatot kiegészíti egy CD, ami kb. 100 fontosnak tartott moha taxonról tartalmaz leírást, fotókat, rajzokat. A tárgy elméleti anyagának vázlata letölthető a Növényrendszertani és Ökológiai Tanszék honlapjáról.

Tantárgy tartalma

...

Számonkérési és értékelési rendszere

...

Irodalom

- Orbán Sándor. 1999. Általános bryológia. EKF LíceumKiadó, Eger.
- Schofield, W.B. 1985. Introduction to Bryology. Macmillan Publishing Company, New York.
- Shaw, A.J. and Goffinet, B. 2009. Bryophyte Biology. Cambridge University Press, Cambridge.
- Glime, J. 2006-2015. Bryophyte Ecology. Michigan Technological University. Ebook. Url: <http://www.bryoecol.mtu.edu/>

Doctoral School: **Doctoral School of Biology**

Doctoral program: **Ecology and Evolution**

Course code in Neptun: **BIO/01/20**

Course title: **Spatial ecological modelling**

Professor responsible for the course (Neptun code): **Dr. Beáta Oborny (BZX89)**

Other professors/instructors involved: -

Course type (lecture/practical): **lecture**

Credits and hours/week: **4 credits, 2 hours/week**

Aim of the course:

Spatial models have introduced many new concepts and methods into ecological research. The Course reviews some fundamental theoretical and applied ecological studies in the field.

Main topics:

1. **Introduction: patterns and processes.** Alexander Watt's ideas. An example: patch dynamics. A theoretical example: the Game of Life. Emergent properties. Spatial self-organization.
2. **The survival and spreading of populations.** Key assumptions in the spatial models. A review of some modelling techniques. Spatially explicit approaches.
3. **Isolation and fragmentation of natural habitats, and the risk of extinction.** The relationship between populations and habitat patches. Sizes, shapes, and connectivity of the patches. The effect of these on population dynamics of populations. Islands. The dynamics of patches.
4. **Dispersal limitation and species coexistence.** Competition between two species. Founder vs. dominance-control. Models with multiple species. Positive interactions within and between species. Cooperation.
5. **Coexistence and diversity.** Can spatial limitations resolve the paradox of the plankton? Types of competitive exclusion. Adaptation to spatial and temporal heterogeneity, including the presence of competitors. Spatial strategies of plants. Coexistence of strategies, and the structure of plant communities. Diversity and stability.

Requirements:

Mini-essays during the academic term, and a written exam in the end.

Literature:

- Levin S.A. et al. (eds.) (2009), The Princeton guide to ecology. Princeton University Press.
- Tilman, D., Kareiva, P. (1997) Spatial ecology: the role of space in population dynamics and interspecific interactions. Princeton University Press.

- Oborny B., Szabó Gy., Mészéna G. (2007) Survival of species in patchy landscapes: percolation in space and time. In: *Scaling biodiversity* (eds. Storch D., Marquet, P., Brown, J.), Cambridge University Press, pp. 409-440.
- Czárán, T. 1998. Spatiotemporal models of population and community dynamics. Chapman and Hall, London, UK.

Biológia Doktori Iskola

Doktori Program: Ökológia és evolúció

Tantárgy kódja: **BIO/01/20**

Tantárgy címe: **Térbeli ökológia**

Tantárgy címe angolul: **Spatial ecological modelling**

Tantárgy oktatója és Neptun kódja: **Dr. Oborny Beáta (BZXA89)**

Kreditérték és heti óraszám: **4 kredit, 2 óra / hét, előadás**

Az oktatás célja

A térbeli modellek számos új vizsgálómódszerrel gazdagították az ökológiát. Eredményeik számos újítást hoztak ökológiai szemléletünkben, a természetvédelemmel kapcsolatos alapelvekben. Ezekbe nyújt betekintést a kurzus.

A tantárgy tartalma (max. 14 sor)

1. **Bevezetés - Mintázatok és mintázatgeneráló folyamatok.** Alexander Watt "mintázat és folyamat" problémája. Egy gyakorlati példa: foltdinamika. Egy elméleti példa: az életjáték. Emergens tulajdonságok. A térbeli önszerveződés.
2. **Populációk túlélése és terjedése a térben.** A térbeli modellek előfeltevései és néhány ezekből következő modellezési technika. Térben explicit modellek.
3. **Az élőhelyek elszigetelődése és feldarabolódása, a kihalás veszélyei.** A populációk és az élőhelyi foltok kapcsolatai. A foltok méretének, alakjának, összekötöttségének populációdinamikai hatásai. A foltoktól a szigetekig. A foltmozaik időbeli változásai.
4. **A terjedés és a fajok közötti kölcsönhatások térbeli korlátai.** Két faj versengése a helyekért. Alapító- és dominancia-kontroll. Többfajú versengés. Pozitív kölcsönhatások, kooperáció.
5. **Koegzisztencia és diverzitás a térben.**
6. Megoldja-e a térbeli korlátok figyelembevétele a plankton-paradoxont? A kompetitív kizárás főbb útjai. Adaptáció a térbeli és időbeli heterogenitáshoz, valamint a versenytársakhoz: a növények térbeli startégiái. A startégiák együttéléséből eredő társulás-szerkezet. Diverzitás és stabilitás.

Számonkérési és értékelési rendszere

Mini-esszék a szorgalmi időszakban és írásbeli vizsga a vizsgaidőszakban.

Irodalom

- Levin S.A. et al. (eds.) (2009), The Princeton guide to ecology. Princeton University Press.
- Tilman, D., Kareiva, P. (1997) Spatial ecology: the role of space in population dynamics and interspecific interactions. Princeton University Press.

- Czárán, T. 1998. Populáció- és társulásdinamika térben és időben: tömeg- és objektum-kölcsönhatási modellek. In: Fekete, G. (ed.) A közösség-ökológia frontvonalai. Akadémiai Kiadó, Bp., pp. 35-58.
- Oborny B., Szabó Gy., Mészéna G. (2007) Survival of species in patchy landscapes: percolation in space and time. In: *Scaling biodiversity* (szerk. Storch D., Marquet, P. és Brown, J.), Cambridge University Press, 409-440 old.

Doctoral School: **Doctoral School of Biology**

Doctoral program: **Ecology and Evolution**

Course code in Neptun: **BIO/01/20**

Course title: **Spatial ecological modelling**

Professor responsible for the course (Neptun code): **Dr. Beáta Oborny (BZXA89)**

Other professors/instructors involved: ...

Course type (lecture/practical): **practical**

Credits and hours/week: **6 credits, 2 hours/week**

Aim of the course:

A practical that complements the theoretical course which is also entitled „Spatial ecology”. The students have an opportunity to use computer simulations to perform their own numerical experiments. The students are guided step-by-step into the process of building a model, and preparing a computer algorithm. This can be a smooth introduction to computational biology. The students are guided to understand some existing codes, and are tutored how to use them for biological problem-solving. Theoretical investigations are complemented by empirical literature on the subject.

Main topics:

1. **Introduction: patterns and processes.** Alexander Watt’s ideas. An example: patch dynamics. A
2. **The survival and spreading of populations.** Key assumptions in the spatial models. A review of some modelling techniques. Spatially explicit approaches.
3. **Isolation and fragmentation of natural habitats, and the risk of extinction.** The relationship between populations and habitat patches. Sizes, shapes, and connectivity of the patches. The effect of these on population dynamics of populations. Islands. The dynamics of patches.
4. **Dispersal limitation and species coexistence.** Competition between two species. Founder vs. dominance-control. Models with multiple species. Positive interactions within and between species. Cooperation.
5. **Coexistence and diversity.** Can spatial limitations resolve the paradox of the plankton? Types of competitive exclusion. Adaptation to spatial and temporal heterogeneity, including the presence of competitors. Spatial strategies of plants. Coexistence of strategies, and the structure of plant communities. Diversity and stability.

Requirements:

Regular written homework: results from the simulation, and their discussion.

Literature:

- Levin S.A. et al. (eds.) (2009), *The Princeton guide to ecology*. Princeton University Press.
- Tilman, D., Kareiva, P. (1997) *Spatial ecology: the role of space in population dynamics and interspecific interactions*. Princeton University Press.
- Oborny B., Szabó Gy., Meszéna G. (2007) Survival of species in patchy landscapes: percolation in space and time. In: *Scaling biodiversity* (eds. Storch D., Marquet, P., Brown, J.), Cambridge University Press, pp. 409-440.
- Czárán, T. 1998. *Spatiotemporal models of population and community dynamics*. Chapman and Hall, London, UK.

Doktori Iskola: **Biológia Doktori Iskola**

Doktori Program: **Ökológia és evolúció**

Tantárgy kódja: **BIO/01/20**

Tantárgy címe: **Térbeli ökológia**

Tantárgy címe angolul: **Spatial ecological modelling**

Tantárgy oktatója és Neptun kódja: **Dr. Oborny Beáta (BZX89)**

Kreditérték és heti óraszám: **6 kredit, 2 óra / hét, gyakorlat**

Az oktatás célja

Az azonos című elméleti kurzushoz kapcsolódó gyakorlat. A hallgatók számítógépes szimulációk segítségével próbálhatják ki tudásukat, szerezhetnek személyes tapasztalatot a térbeli modellezésről. Működik van lépésenként belelátni a modellépítés és a hozzá kapcsolódó programozás folyamatába. Mindez bevezetés az elméleti, számítógépes biológiába. A számítógépes munkát a modellekhez kapcsolódó empirikus irodalom (példák, esettanulmányok) megismerése egészíti ki.

Tantárgy tartalma

1. **Bevezetés - Mintázatok és mintázatgeneráló folyamatok.** Alexander Watt "mintázat és folyamat" problémája. Egy gyakorlati példa: foltdinamika. Egy elméleti példa: az életjáték. Emergens tulajdonságok. A térbeli önszerveződés.
2. **Populációk túlélése és terjedése a térben.** A térbeli modellek előfeltevései és néhány ezekből következő modellezési technika. Térben explicit modellek.
3. **Az élőhelyek elszigetelődése és feldarabolódása, a kihálás veszélyei.** A populációk és az élőhelyi foltok kapcsolatai. A foltok méretének, alakjának, összekötöttségének populációdinamikai hatásai. A foltoktól a szigetekig. A foltmozgások időbeli változásai.
4. **A terjedés és a fajok közötti kölcsönhatások térbeli korlátai.** Két faj versengése a helyekért. Alapító- és dominancia-kontroll. Többfajú versengés. Pozitív kölcsönhatások, kooperáció.
5. **Koegzisztencia és diverzitás a térben.** Megoldja-e a térbeli korlátok figyelembevétele a plankton-paradoxont? A kompetitív kizárás főbb útjai. Adaptáció a térbeli és időbeli heterogenitáshoz, valamint a versenytársakhoz: a növények térbeli stratégiái. A stratégiák együttéléséből eredő társulás-szerkezet. Diverzitás és stabilitás.

Számonkérési és értékelési rendszere

Beadandók a számítógépes szimulációk eredményeiről és diszkussziójukról.

Irodalom

- Levin S.A. et al. (eds.) (2009), The Princeton guide to ecology. Princeton University Press.

- Tilman, D., Kareiva, P. (1997) *Spatial ecology: the role of space in population dynamics and interspecific interactions*. Princeton University Press.
- Czárán, T. 1998. Populáció- és társulásdinamika térben és időben: tömeg- és objektum-kölcsönhatási modellek. In: Fekete, G. (ed.) *A közösség-ökológia frontvonalai*. Akadémiai Kiadó, Bp., pp. 35-58.
- Oborny B., Szabó Gy., Meszéna G. (2007) Survival of species in patchy landscapes: percolation in space and time. In: *Scaling biodiversity* (szerk. Storch D., Marquet, P. és Brown, J.), Cambridge University Press, 409-440 old.

Doctoral School: **Doctoral School of Biology**

Doctoral program: **Ecology and Evolution**

Course code in Neptun: **BIO/01/23**

Course title: **Excerpt from Forest Ecology**

Professor responsible for the course (Neptun code): **Dr. János Bölöni (C2SXRG)**

Other professors/instructors involved:

Course type (lecture/practical): **lecture**

Credits and hours/week: **4 credits, 2 hours/week**

Aim of the course:

The course forest ecology provides a brief introduction to knowledge of forest composition, management and history in the Carpathian Basin. Main topics of the course are follows:

Major topics:

1. Trees and shrubs of Hungary;
2. Classification of forest types in Hungary;
3. Former and current methods of forest management in Hungary;
4. Types of human impacts on Hungarian forests;
5. Changes in forests cover of Hungary in the last two century.

Requirements:

exam during the exam period

Literature:

...

Doktori Iskola: **Biológia Doktori Iskola**

Doktori Program: **Ökológia és evolúció**

Tantárgy kódja: **BIO/01/23**

Tantárgy címe: **Szemelvények az erdőökológiából**

Tantárgy címe angolul: **Excerpt from Forest Ecology**

Tantárgy oktatója és Neptun kódja: **Dr. Bölöni János (C2SXRG)**

Kreditérték és heti óraszám: **4 kredit, 2 óra / hét, előadás**

Az oktatás célja

A tárgy bevezetést nyújt az erdők megismeréséhez és az erdőgazdálkodás alapjaihoz, szervesen kapcsolódva az egyéb tárgyak keretében megismert erdőökológiai témákhoz. A tárgy kiindulópontot jelenthet az erdőkkel kapcsolatos kutatások iránt érdeklődők tudományos munkájához. Röviden ismertetésre kerülnek a hazai fa- és cserjefajok (elsősorban elterjedésük, termőhelyi igényeik). Foglalkozunk a hazai erdők legfontosabb típusaival, a megismerésüket segítő osztályozásuk lehetőségeivel. Ismertetésre kerül az erdőterület változása az elmúlt mintegy 250 évben és bemutatjuk a jelentősebb erdei élőhelyek kiterjedésének változását is. Röviden bemutatjuk az erdőgazdálkodás múltban és jelenleg alkalmazott módszereit is.

Tantárgy tartalma

1. Magyarország fái és cserjéi
2. Magyarországi erdőtípusok osztályozása
3. Az erdőkezelés korábbi és jelenlegi rendszere Magyarországon
4. A magyar erdőkre gyakorolt emberi behatás
5. Az erőborítás változása Magyarországon az elmúlt két évszázadban

Számonkérési és értékelési rendszere

vizsga vizsgaidőszakban

Irodalom

...

Doctoral School: **Doctoral School of Biology**

Doctoral program: **Ecology and Evolution**

Course code in Neptun: **BIO/01/24**

Course title: **Application of Spatial Informatics to Ecology**

Professor responsible for the course (Neptun code): **Dr. Imelda Somodi (IXSUH3)**

Other professors/instructors involved: No

Course type (lecture/practical): **lecture**

Credits and hours/week: **4 credits, 2 hours/week**

Aim of the course:

The course provides basic theoretical background and practical experience in the use of Geographical Information Systems (GIS) and related software. Topics covered correspond to the tasks emerging in ecology specifically, nonetheless the course delivers useful knowledge to those handling and analysing spatial data in other fields as well.

Major topics:

1. Introduction: Definition of GIS, principles of spatial data storage.
2. Introduction to GIS software and specifically to Quantum GIS, the main software used during the course. The concept of a project in QGIS. Visualisation of data on screen.
3. Basic database features. Querying.
4. Data types used in GIS. Introduction to cartography, projections.
5. Creating maps from data visualised formerly.
6. Use of plugins in QGIS, georeferencing.
7. Editing and creating vector maps I. Digitizing.
8. Editing and creating vector maps II. Integrating point observations (e.g. GPS) into GIS, editing the background database.
9. Typical GIS tasks in ecology I. Raster based analyses. Understanding remote sensed data, Digital Terrain Models (DTM), Predictive models.
10. Typical GIS tasks in ecology I. Working with remote sensed data, basic DTM building.
11. Theory & Hands on exercise: Typical GIS tasks in ecology II. Preparation of sampling design for field work and analyses.
12. Typical GIS tasks in ecology III. Spatially explicit analyses of landscape change.
13. Discussion of GIS problems the students have faced.
14. Discussion of individual projects to be carried out

Requirements:

One of the followings are required to receive a mark for the course:

- Giving a presentation during the course on an agreed topic that is relevant to GIS usage in ecology.
- A new practical task based on the students research that is agreed with the instructor. The expected output is a map and a description of the steps taken.
- A practical task based on sample data provided by the instructor. The expected output is a map and a description of the steps taken.

Literature:

- www.qgistutorials.com
- <https://pakillo.github.io/R-GIS-tutorial/>
- Haines-Young, R., Green, D.R. and Cousins, S.H. eds., 2003. *Landscape ecology and geographical information systems*. CRC Press.

Doktori Iskola: **Biológia Doktori Iskola**

Doktori Program: **Ökológia és evolúció**

Tantárgy kódja: **BIO/01/24**

Tantárgy címe: **A térinformatika alkalmazása ökológiai vizsgálatokban**

Tantárgy címe angolul: **Application of Spatial Informatics to Ecology**

Tantárgy oktatója és Neptun kódja: **Dr. Somodi Imelda (IXSUH3)**

Kreditérték és heti óraszám: **4 kredit, 2 óra / hét, előadás**

Az oktatás célja

...

Tantárgy tartalma

1. Bevezető óra. Hallgatói igények felmérése, alapvető információk a kurzusról, a térinformatika definíciója, adattárolás.
2. Ismerkedés a térinformatikai szoftverrel (Quantum GIS). Projekt fogalma. Adatok megjelenítése a képernyőn, színezések, címkék.
3. Adat-adat kapcsolatok az adatbázisokban, táblázatkezelés. Lekérdezések.
4. A térinformatikában jellemzően használatos adattípusok. Térképészeti alapok, vetületek.
5. Térképkészítés a megjelenített adatokból.
6. Modulok a QGIS-ben, georeferálás.
7. Vektoros térképek szerkesztése, létrehozása I. Digitalizálás.
8. Vektoros térképek szerkesztése, létrehozása II. Pont-megfigyelések behívása. A táblázat szerkesztése.
9. A térinformatika jellemző alkalmazásai az ökológiában. I. Raszteres források. Távérzékelte adatok értelmezése. Modellek háttérváltozók alapján.
10. Munka raszteres adatokkal. Georeferálás. Digitális terepmodell.
11. A térinformatika jellemző alkalmazásai az ökológiában. II. Vektoros elemzések. Mintavétel tervezése, változások elemzése.
12. Alapvető vektoros elemzések a QGIS-ben. Mintavétel tervezése, változások elemzése.
13. a hallgatók saját GIS problémáinak elemzése, megoldása
14. egyéni projektek megbeszélése/kiselőadások

Számonkérési és értékelési rendszere

Kiselőadás tartása a tematikához kapcsolódóan a félév során az oktató által megjelölt témában és forrásokból, VAGY

saját adatok friss, a kurzus alatt/után készült feldolgozása a kurzus során tanul módszerekkel és szoftverekkel (!), VAGY

ugyanaz az oktató által biztosított adatokból.

Irodalom

- www.qgistutorials.com
- <https://pakillo.github.io/R-GIS-tutorial/>
- Haines-Young, R., Green, D.R. and Cousins, S.H. eds., 2003. *Landscape ecology and geographical information systems*. CRC Press.

Doctoral School: **Doctoral School of Biology**

Doctoral program: **Ecology and Evolution**

Course code in Neptun: **BIO/01/25**

Course title: **Holocene Vegetation Dynamics and Phylogeography**

Professor responsible for the course (Neptun code): **Dr. Enikő Magyar (C5H2P1)**

Other professors/instructors involved:

Course type (lecture/practical): **lecture**

Credits and hours/week: **4 credits, 2 hours/week**

Aim of the course:

To get insight into (1) the response of vegetation to rapid climate change, (2) the joint application of plant phylogeography and palaeoecology, (2) analytical and synthetic microevolutionary change through time and space.

Major topics:

1. Climate change since the last glacial maximum: basic concepts, climate models, climate reconstructions, rapid warmings and coolings (rapid climate change events),
2. Palaeoecological methods serving vegetation dynamic research 1: pollen analysis and its application
3. Palaeoecological methods serving vegetation dynamic research 1: plant macrofossil and charcoal analyses and their application
4. Postglacial forest dynamics in Europe 1: How did rapid climate change events influence vegetation reorganisation: successional steps, the rate of change, resilience, expansion pathways of forest forming tree species and the regularities of northward expansion
5. Postglacial forest dynamics in Europe 2: maximum Holocene northern and eastern expansion of temperate deciduous trees in climatic context; the timing of spread based on pollen and plant macrofossil studies; the Reid's paradox
6. Holocene vegetation dynamics in the Carpathian Basin: forest belts in the hill regions and the formation of the lowland forest-steppes, their species compositional change, and the picture of the potential natural vegetation based on models and paleo data
7. Phylogeography: phylogenetic processes based on molecular methods
8. Genetic legacy of Quaternary climatic fluctuations, refugia and expansion pathways, hybridization zones; the paradigms of Hewitt
9. Combining demographic and population genetic methods in evolutionary dispersion models: case studies
10. The genetic structure of the area; „rear edge” and „leading edge”
11. Case studies in connection with the plant phylogeography of the Carpathian Basin

12. Spatial genetic structure of European spruce, beech, hornbeam, oak and ash species: refugia in different geographical regions, and postglacial colonization histories

Requirements:

oral exam

Literature:

- Alsos, I.G., Ehrich, D., Thuiller, W., Eidesen, P.B., Tribsch, A., Schönswetter, P. (2012) Genetic consequences of climate change for northern plants. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, doi:10.1098/rspb.2011.2363
- Avise JC. (1999) *Phylogeography: The History and Formation of Species*, Harvard U. P., Cambridge, M.
- Crawford R.M.M. (2008): *Plants at the margin. Ecological Limits and Climate Change*. Cambridge University Press.
- Hewitt GM. 2000. The genetic legacy of the Quaternary ice ages. *Nature* 405: 907-913.
- <http://rspb.royalsocietypublishing.org/content/royprsb/early/2012/01/03/rspb.2011.2363.full.pdf>
- Huntley, B., Cramer, W., Morgan, A.V., Prentice, H.C. & Allen, J.R.M. (1997). Past and future rapid environmental changes: The spatial and evolutionary responses of terrestrial biota. Berlin: Springer-Verlag.
- Huntley, Brian & Webb, Thompson, III (1988). *Vegetation History*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Jakab G. & Sümegi P. (2012) Negyedidőszaki makrobotanika
- Járai-Komlódi M. (2006) Vegetációnk története az utolsó jégkorszaktól (in: Fekete G – Varga Z.: Magyarország tájainak növényzete és állatvilága, 2006)
- Magyari E.K., Jakab G., Bálint M., Kern, Z. & Braun M. 2012. Rapid vegetation response to late glacial and early Holocene climatic fluctuation in the South Carpathian Mountains (Romania). *Quaternary Science Reviews* 35: 116-130.
- Magyari, E.K., Chapman, J.C., Passmore, D.G., Allen, J.R.M. Huntley, J.P. & Huntley, B. 2010. Holocene persistence of wooded steppe in the Great Hungarian Plain. *Journal of Biogeography* 37(5): 915–935.
- Magyari, E.K., Kuneš, P., Jakab, G., Sümegi, P., Pelánková, B., Schäbitz, F., Braun, M., Chytrý, M. 2014. Last glacial maximum vegetation in East-Central Europe: are there true analogues in Siberia? *Quaternary Science Reviews* 95: 60–79.
- Magyari, E.K., Major, Á., Bálint, M., Nédli, J., Braun, M., Rácz, I., Parducci, L. 2011. Population dynamics and genetic changes of *Picea abies* in the South Carpathians inferred from pollen and ancient DNA analysis. *BMC Evolutionary Biology* 11: 66.
- Orgogozo, V., Rockman, M.V. (eds): *Molecular Methods for Evolutionary Genetics. PART III MEASURING GENETIC DIVERSITY*. Humana Press.
- Paun, O., Schönswetter, P. (2012) Amplified fragment length polymorphism: an invaluable fingerprinting technique for genomic, transcriptomic, and epigenetic studies. *Methods Mol Biol.* 862: 75-87.

- Schönswetter P, Popp M, Brochmann C (2006) Rarearctic-alpine plants of the European Alps have different immigration histories: the snow bed species *Minuartia biflora* and *Ranunculus pygmaeus*. *Molecular Ecology*, 15, 709–720.
- Schönswetter P, Stehlik, I., Holderegger, R., Tribsch, A. (2005) Molecular evidence for glacial refugia of mountain plants in the European Alps. *Molecular Ecology* 14 (11), 3547-3555
- Schmitt, Th. & Varga, Z. (2012) Extra-Mediterranean refugia: The rule and not the exception? *Frontiers in Zoology* 2012, 9:22.
- Skrede I, Eidesen PB, Portela RP, Brochmann C (2006) Refugia, differentiation and postglacial migration in arctic-alpine Eurasia, exemplified by the mountain avens (*Dryas octopetala* L.). *Molecular Ecology*, 15, 1827–1840.
- Sümegei P.(2001) A negyedidőszak földtani és őskörnyezettani alapjai. Jate Press
- Taberlet P, Fumagalli L, Wust-Saucy A-G, Cosson J-F (1998) Comparative phylogeography and postglacial colonization routes in Europe. *Molecular Ecology*, 7, 453–464.
- Tribsch, A, Schönswetter, P. (2003) Patterns of endemism and comparative phylogeography confirm palaeoenvironmental evidence for Pleistocene refugia in the Eastern Alps. *Taxon*, 477-497
- Varga Z. (2005) Gének és populációk vándorúton. Faunatorténeti és evolúciós folyamatok Európában és a Kárpát-medencében. *Mindentudás Egyeteme*, IV. kötet.
- Varga Z. (2006) A Kárpát-medence faunatorténete és állatföldrajza (in: Fekete G – Varga Z.: Magyarország tájainak növényzete és állatvilága, 2006).
- Varga Z. (2010) Extra-Mediterranean Refugia, Post-Glacial Vegetation History and Area Dynamics in Eastern Central Europe. In: Habel J.C., Assmann, T. (eds) *Relict Species: Phylogeography and Conservation Biology*, pp 57-87.

Doktori Iskola: **Biológia Doktori Iskola**

Doktori Program: **Ökológia és evolúció**

Tantárgy kódja: **BIO/01/25**

Tantárgy címe: **Holocén vegetációdinamika és filogeográfia**

Tantárgy címe angolul: **Holocene Vegetation Dynamics and Phylogeography**

Tantárgy oktatója és Neptun kódja: **Dr. Magyar Enikő (C5H2P1)**

Kreditérték és heti óraszám: **4 kredit, 2 óra / hét, előadás**

Az oktatás célja

...

Tantárgy tartalma

1. Az éghajlatváltozás az utolsó jégkorszaki maximum óta: alapfogalmak, éghajlati modellek, éghajlati rekonstrukciók, gyors melegedések és hűlések (gyors éghajlatváltozási események),
2. Paleoökológiai módszerek a vegetáció dinamikai kutatások szolgálatában: 1 Pollenelemzés és annak alkalmazásában
3. Paleoökológiai módszerek a vegetáció dinamikai kutatások szolgálatában: 2 Növényi makrofosszília és faszén elemzések és az alkalmazásaik
4. Postglaciális erdei dinamika Európában 1: Hogyan befolyásolták a gyors éghajlatváltozási események a vegetáció átszerveződését: egymást követő lépések, a változás üteme, az ellenálló képesség, az erdőt képező fajok terjedési útjai és az északi irányú expanzió szabályszerűsége
5. Postglaciális erdei dinamika Európában 2: A mérsékelt lombhullató fák maximális holocén északi és keleti kiterjedése éghajlati kontextusban; a pollen- és növényi makrofosszília vizsgálatok alapján történő elterjedés időzítése; A Reid paradoxonja
6. A holocén vegetáció dinamika a Kárpát-medencében: Erdeiövezetek a domb régiókban és az alföldi erdősztyepppek képződése, fajok összetételének változása, valamint a modellek és a paleo adatok alapján a potenciális természetes vegetáció képe
7. Filogeográfia: Filogenetikai folyamatok molekuláris módszereken alapulnak
8. A kvaterner éghajlati ingadozások, a refugia és a kiterjedési útvonalak, hibridizációs zónák genetikai öröksége; Hewitt paradigmái
9. A demográfiai és populációs genetikai módszerek kombinálása az evolúciós diszperziós modellekben: Esettanulmányok
10. A terület genetikai szerkezete; „Hátsó él” és „előrenyomuló él”
11. Esettanulmányok a Kárpát-medence növényi filogeográfiájával kapcsolatban
12. Az európai lucfenyő, a bükk, a kürt, a tölgy- és a hamufaj térbeli genetikai szerkezete: Refugia különböző földrajzi régiókban, és a posztglaciális kolonizációs történetek

Számonkérési és értékelési rendszere

szóbeli vizsga

Irodalom

- Alsos, I.G., Ehrich, D., Thuiller, W., Eidesen, P.B., Tribsch, A., Schönswetter, P. (2012) Genetic consequences of climate change for northern plants. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, doi:10.1098/rspb.2011.2363
- Avise JC. (1999) *Phylogeography: The History and Formation of Species*, Harvard U. P., Cambridge, M.
- Crawford R.M.M. (2008): *Plants at the margin. Ecological Limits and Climate Change*. Cambridge University Press.
- Hewitt GM. 2000. The genetic legacy of the Quaternary ice ages. *Nature* 405: 907-913.
- <http://rspb.royalsocietypublishing.org/content/royprsb/early/2012/01/03/rspb.2011.2363.full.pdf>
- Huntley, B., Cramer, W., Morgan, A.V., Prentice, H.C. & Allen, J.R.M. (1997). Past and future rapid environmental changes: The spatial and evolutionary responses of terrestrial biota. Berlin: Springer-Verlag.
- Huntley, Brian & Webb, Thompson, III (1988). *Vegetation History*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Jakab G. & Sümegi P. (2012) *Negyedidőszaki makrobotanika*
- Járai-Komlódi M. (2006) *Vegetációnk története az utolsó jégkorszaktól* (in: Fekete G – Varga Z.: *Magyarország tájainak növényzete és állatvilága*, 2006)
- Magyari E.K., Jakab G., Bálint M., Kern, Z. & Braun M. 2012. Rapid vegetation response to late glacial and early Holocene climatic fluctuation in the South Carpathian Mountains (Romania). *Quaternary Science Reviews* 35: 116-130.
- Magyari, E.K., Chapman, J.C., Passmore, D.G., Allen, J.R.M. Huntley, J.P. & Huntley, B. 2010. Holocene persistence of wooded steppe in the Great Hungarian Plain. *Journal of Biogeography* 37(5): 915–935.
- Magyari, E.K., Kuneš, P., Jakab, G., Sümegi, P., Pelánková, B., Schäbitz, F., Braun, M., Chytrý, M. 2014. Last glacial maximum vegetation in East-Central Europe: are there true analogues in Siberia? *Quaternary Science Reviews* 95: 60–79.
- Magyari, E.K., Major, Á., Bálint, M., Nédli, J., Braun, M., Rácz, I., Parducci, L. 2011. Population dynamics and genetic changes of *Picea abies* in the South Carpathians inferred from pollen and ancient DNA analysis. *BMC Evolutionary Biology* 11: 66.
- Orgogozo, V., Rockman, M.V. (eds): *Molecular Methods for Evolutionary Genetics. PART III MEASURING GENETIC DIVERSITY*. Humana Press.
- Paun, O., Schönswetter, P. (2012) Amplified fragment length polymorphism: an invaluable fingerprinting technique for genomic, transcriptomic, and epigenetic studies. *Methods Mol Biol.* 862: 75-87.
- Schönswetter P, Popp M, Brochmann C (2006) Rare arctic-alpine plants of the European Alps have different immigration histories: the snow bed species *Minuartia biflora* and *Ranunculus pygmaeus*. *Molecular Ecology*, 15, 709–720.
- Schönswetter P, Stehlik, I., Holderegger, R., Tribsch, A. (2005) Molecular evidence for glacial refugia of mountain plants in the European Alps. *Molecular Ecology* 14 (11), 3547-3555

- Schmitt, Th. & Varga, Z. (2012) Extra-Mediterranean refugia: The rule and not the exception? *Frontiers in Zoology* 2012, 9:22.
- Skrede I, Eidesen PB, Portela RP, Brochmann C (2006) Refugia, differentiation and postglacial migration in arctic-alpine Eurasia, exemplified by the mountain avens (*Dryas octopetala* L.). *Molecular Ecology*, 15, 1827–1840.
- Sümegei P.(2001) A negyedidőszak földtani és őskörnyezeti alapjai. Jate Press
- Taberlet P, Fumagalli L, Wust-Saucy A-G, Cosson J-F (1998) Comparative phylogeography and postglacial colonization routes in Europe. *Molecular Ecology*, 7, 453–464.
- Tribsch, A, Schönswetter, P. (2003) Patterns of endemism and comparative phylogeography confirm palaeoenvironmental evidence for Pleistocene refugia in the Eastern Alps. *Taxon*, 477-497
- Varga Z. (2005) Gének és populációk vándorúton. Faunatorténeti és evolúciós folyamatok Európában és a Kárpát-medencében. *Mindentudás Egyeteme*, IV. kötet.
- Varga Z. (2006) A Kárpát-medence faunatorténete és állatföldrajza (in: Fekete G – Varga Z.: Magyarország tájainak növényzete és állatvilága, 2006).
- Varga Z. (2010) Extra-Mediterranean Refugia, Post-Glacial Vegetation History and Area Dynamics in Eastern Central Europe. In: Habel J.C., Assmann, T. (eds) *Relict Species: Phylogeography and Conservation Biology*, pp 57-87.

Doctoral School: **Doctoral School of Biology**

Doctoral program: **Ecology and Evolution**

Course code in Neptun: **BIO/01/26**

Course title: **Introduction to Restoration Ecology**

Professor responsible for the course (Neptun code): **Dr. Melinda Halassy (FQU9RB)**

Other professors/instructors involved:

Course type (lecture/practical): **lecture**

Credits and hours/week: **4 credits, 2 hours/week**

Aim of the course:

The field of Ecological Restoration is a complex interdisciplinary field that is becoming more important in a world that depends on increasingly degraded ecosystems to support growing human societies. Ongoing human disturbances associated with urbanization, energy development, climate change, poor land management, and pollution create the need for professionals that can restore services to degraded ecosystems. Restoration of degraded ecosystems benefits society by improving biodiversity conservation, improving human livelihoods, empowering local people, and improving ecosystem productivity. This course is intended to provide you with an understanding of the process of assisting in the recovery of damaged, degraded or destroyed ecosystems. High attention will be given to Hungarian restoration projects.

Major topics:

1. Introduction. Basic information about the course. Assessment of student needs. Why restoration? Why ecology?
2. Basic Ecological Concepts. Population Ecology, Community Ecology. Ecosystem organization, community development (succession and assembly) and landscape ecology
3. The history of Restoration Ecology. Definitions. Target selection.
4. Understanding limitations in restoration. Abiotic limitations and examples of overcoming these limitations.
5. Understanding limitations in restoration. Biotic limitations and examples of overcoming these limitations. Plants and microorganisms. Fauna.
6. Planning restoration interventions: objectives, methods, references, monitoring, evaluation.
7. Restoration in Various Settings (examples). Woody habitats.
8. Restoration in Various Settings (examples). Grassland habitats.
9. Restoration in Various Settings (examples). Wetlands and water habitats.
10. Restoration in Various Settings (examples). Wildlife restoration.
11. Restoration in Various Settings (examples). Large-scale restoration.
12. Consultation/Lectures hold by students.

Requirements:

Students will be evaluated based upon their performance/participation on the following:

- holding a lecture (min. 15 minutes) during the semester OR
- providing a literature review (ca. 3 pages) to be submitted on some aspects of restoration specified by the instructor based on resources indicated by the instructor and/or collected by the student.

Literature:

...

Doktori Iskola: **Biológia Doktori Iskola**

Doktori Program: **Ökológia és evolúció**

Tantárgy kódja: **BIO/01/26**

Tantárgy címe: **Bevezetés a restaurációs ökológiába**

Tantárgy címe angolul: **Introduction to Restoration Ecology**

Tantárgy oktatója és Neptun kódja: **Dr. Halassy Melinda (FQU9RB)**

Kreditérték és heti óraszám: **4 kredit, 2 óra / hét, előadás**

Az oktatás célja

A restaurációs ökológia komplex, interdiszciplináris terület, amely egyre nagyobb szerepet kap a biológiai sokféleség megőrzésében. A kurzus célja, hogy betekintést nyújtson a restaurációs ökológia alapfogalmaiba, megismertesse a hallgatókat a kapcsolódó ökológiai alapelvekkel és koncepciókkal, valamint olyan gyakorlatban használatos módszerekkel és restaurációs példákkal, amelyek alapvetőek a degradált élőhelyek helyreállításában. A kurzus során kiemelten foglalkozunk hazai restaurációs példákkal.

Tantárgy tartalma

1. hét. Bevezető óra. Miért restauráció? és Miért ökológia? Hallgatói igények felmérése, alapvető információk a kurzusról.
2. hét. Ökológiai alapok. Populációökológia, Társulásökológia. Ökoszisztéma-szerveződés, társulásfejlődés (szukcesszió és assembly) és tájökológia (pl. fragmentáció, konnektivitás)
3. hét. A restaurációs ökológia története, alapvető definíciói. Célmeghatározások a restaurációban.
4. hét. Ökológiai korlátozó tényezők a restaurációban. I. Abiotikus korlátok és lehetséges kompenzálásuk.
5. hét. Ökológiai korlátozó tényezők a restaurációban. II. Biotikus korlátok és lehetséges kompenzálásuk. Növények és mikroorganizmusok. A fauna.
6. hét. Restaurációs beavatkozások tervezése: célok, módszerek, referenciák, monitorozás, értékelés.
7. hét. Restaurációs példák. Fás élőhelyek restaurációja.
8. hét. Restaurációs példák. Fátlan élőhelyek restaurációja.
9. hét. Restaurációs példák. Vizes élőhelyek restaurációja.
10. hét. Restaurációs példák. A fauna restaurációja.
11. hét. Restaurációs példák. Tájléptékű restauráció.
12. Konzultáció/Kiselőadások.

Számonkérési és értékelési rendszere

- kiselőadás tartása a tematikához kapcsolódóan a félév során az oktató által megjelölt témában és forrásokból, VAGY
- beadandó irodalmi áttekintés az oktató által megjelölt témában és forrásokból

Irodalom

...

Doctoral School: **Doctoral School of Biology**

Doctoral program: **Ecology and Evolution**

Course code in Neptun: **BIO/01/27**

Course title: **Eco-epidemiology of emerging infectious diseases**

Professor responsible for the course (Neptun code): **Dr. Gábor Földvári (UZOCTU)**

Other professors/instructors involved:

Course type (lecture/practical): **lecture**

Credits and hours/week: **4 credits, 2 hours/week**

Aim of the course:

To give an insight into the ecology, epidemiology and prevention of emerging infectious diseases

Major topics:

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.

Requirements:

Oral exam

Literature:

— Brooks, D.R., Hoberg, E.P., Boeger, W.A., 2019. The Stockholm Paradigm: Climate Change and Emerging Disease. University of Chicago Press, Chicago.

Doktori Iskola: **Biológia Doktori Iskola**

Doktori Program: **Ökológia és evolúció**

Tantárgy kódja: **BIO/01/27**

Tantárgy címe: **Felbukkanó kórokozók járványtana és ökológiája**

Tantárgy címe angolul: **Epidemiology and Ecology of Newly Encountered Pathogens**

Tantárgy oktatója és Neptun kódja: **Dr. Földvári Gábor (UZ0CTU)**

Kreditérték és heti óraszám: **4 kredit, 2 óra / hét, előadás**

Az oktatás célja

Betekintést adni a felbukkanó kórokozók járványtanába, ökológiájába és a megelőzés lehetőségeibe

Tantárgy tartalma

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 gazdáknak 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.

Számonkérési és értékelési rendszere

Szóbeli vizsga

Irodalom

— Brooks, D.R., Hoberg, E.P., Boeger, W.A., 2019. The Stockholm Paradigm: Climate Change and Emerging Disease. University of Chicago Press, Chicago.

Doctoral School: **Doctoral School of Biology**

Doctoral program: **Ecology and Evolution**

Course code in Neptun: **BIO/01/28**

Course title: **Ecology of Invasive Species**

Professor responsible for the course (Neptun code): **Dr. Anikó Csecserits (IX1U4P)**

Other professors/instructors involved:

Course type (lecture/practical): **lecture**

Credits and hours/week: **4 credits, 2 hours/week**

Aim of the course:

The spreading of non-native species is a global phenomenon and these species could develop to invasive species, which threaten the native species and ecosystems. The invasive species are one of the most important reason for the decreasing of biodiversity, thus knowledge about them is essential in order to protect native species. The aim of the course is to introduce the students to the basic terms of invasion ecology, to the process of invasion and to the possible solutions. During the course the most important invasive species and their management will be introduced through case studies.

Major topics:

1. Basic terms of invasion ecology: e.g. native and non-native species, invasive alien species
2. Process of the invasion: transport, introduction, establishment, spreading
3. Biological impact of invasive alien species on different levels: on the level of individuals, population, community and ecosystems
4. Non-Biological impact of invasive alien e.g. on human economy, health and society
5. Human perception and management of different stages of invasion process: prediction, control of transport, eradication or population management

Requirements:

- Two presentation during the semester about an invasive alien species and about a scientific case study connected to the invasion process or
- A short scientific review about a given topic/problem connected to the invasion process coordinated by the lecturer

Literature:

Main book:

— Lockwood, J. L., Hoopes, M. F., & Marchetti, M. P. (2013). *Invasion ecology*. John Wiley & Sons.

Other important literature:

- Botta-Dukát, Z., Balogh, L., Szigetvári, C., Bagi, I., Dancza, I., & Udvardy, L. (2004). A növényi invázióhoz kapcsolódó fogalmak áttekintése, egyben javaslat a jövőben használandó fogalmakra és azok definícióira. Mihály, B., Botta-Dukát, Z.: *Özönnövények. Biológiai inváziók Magyarországon. Természetbúvár Alapítvány Kiadó, Budapest*, 35-59.
- Elton, C. S. (1958). *The ecology of invasions by plants and animals*. Methuen.
- Essl, F., Bacher, S., Genovesi, P., Hulme, P. E., Jeschke, J. M., Katsanevakis, S., ... & Schindler, S. (2018). Which taxa are alien? Criteria, applications, and uncertainties. *BioScience*, 68(7), 496-509.
- Essl, F., Dullinger, S., Genovesi, P., Hulme, P. E., Jeschke, J. M., Katsanevakis, S., ... & Rabitsch, W. (2019). A Conceptual Framework for Range-Expanding Species that Track Human-Induced Environmental Change. *BioScience*.
- Heger, T., Pahl, A. T., Botta-Dukát, Z., Gherardi, F., Hoppe, C., Hoste, I., ... & Kollmann, J. (2013). Conceptual frameworks and methods for advancing invasion ecology. *Ambio*, 42(5), 527-540.
- Pyšek, P., Richardson, D. M., Rejmánek, M., Webster, G. L., Williamson, M., & Kirschner, J. (2004). Alien plants in checklists and floras: towards better communication between taxonomists and ecologists. *Taxon*, 53(1), 131-143.
- Richardson, D. M., Pyšek, P., Rejmánek, M., Barbour, M. G., Panetta, F. D., & West, C. J. (2000). Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. *Diversity and distributions*, 6(2), 93-107.

Doktori Iskola: **Biológia Doktori Iskola**

Doktori Program: **Ökológia és evolúció**

Tantárgy kódja: **BIO/01/28**

Tantárgy címe: **Özönfajok ökológiája**

Tantárgy címe angolul: **Ecology of Invasive Species**

Tantárgy oktatója és Neptun kódja: **Dr. Csecserits Anikó (IX1U4P)**

Kreditérték és heti óraszám: **4 kredit, 2 óra / hét, előadás**

Az oktatás célja

A nem őshonos fajok terjedése világméretű jelenség, és ezekből a fajokból nagyon gyakran válnak un. inváziós vagy magyarul özönfajok, melyek már az őshonos élővilágot veszélyeztetik. Az özönfajok a biodiverzitás csökkenésének egyik legfontosabb okozói, ezért megismerésük a természetes rendszerek védelméhez elengedhetetlen. A kurzus célja, hogy megismertesse a hallgatókkal az inváziós ökológia alapfogalmait, az invázió folyamatát, valamint az özönfajok sikeressége mögötti lehetséges okokat. A kurzus során foglalkozunk a legfontosabb hazai özönfajokkal és az ellenük végzett természetvédelmi beavatkozásokkal is esettanulmányokon keresztül.

Tantárgy tartalma

1. Invázióhoz kapcsolódó fogalmak: őshonos faj, nem őshonos faj, inváziós vagy özönfaj
2. Az invázió folyamata 1. – terjedés. Terjedési útvonalak, fajok szándékos betelepítése, fajok véletlen behurcolása,
3. Az invázió folyamata 2. – megtelepedés. Mi segíti a nem őshonos fajok „önállósodását”? Mikor tekintünk valamely fajt meghonosodottnak?
4. Az invázió folyamata 3. – szétterjedés. Hogyan válik egy nem őshonos fajból özönfaj? Mitől lesz sikeres, sőt sikerebb faj, mint az őshonos fajok
5. Özönfajok hatása - ökológiai hatások egyed, populáció és ökoszisztéma szintjén
6. Özönfajok hatása- nem ökológiai hatások (gazdasági, egészségügyi, szociális hatások és következmények)
7. Invázió előrejelzése és megelőzése
8. Invázió utólagos kezelése

Számonkérési és értékelési rendszere

- kiselőadás tartása a tematikához kapcsolódóan a félév során az oktató által megjelölt témában és forrásokból, VAGY
- beadandó irodalmi áttekintés az oktató által megjelölt témában és forrásokból

Irodalom

— Lockwood, J. L., Hoopes, M. F., & Marchetti, M. P. (2013). *Invasion ecology*. John Wiley & Sons.

Doctoral School: **Doctoral School of Biology**

Doctoral program: **Ecology and Evolution**

Course code in Neptun: **BIO/01/29**

Course title: **Spatial Ecology: from Islands to Metacommunities**

Professor responsible for the course (Neptun code): **Dr. Zsófia Horváth (BEFHD0)**

Other professors/instructors involved:

Course type (lecture/practical): **lecture**

Credits and hours/week: **4 credits, 2 hours/week**

Aim of the course:

The lecture gives introduction to the theories of spatial ecology and their potential application.

Major topics:

1. Macroecological patterns: the species richness-area relationship
2. Macroecological patterns: species-abundance distributions
3. Macroecological patterns: diversity gradient along latitudes and altitude
4. Island biogeography: The MacArthur-Wilson model
5. Island biogeography: The experiments of Simberloff
6. Island biogeography: SLOSS debate
7. Island biogeography and metapopulations
8. Metapopulation models and their use in conservation biology
9. Metacommunities: dispersal limitations, Baas-Becking
10. Metacommunities: the role of connectivity, spatial safeguarding
11. Fragmentation-habitat decrease debate
12. Global biodiversity crisis

Requirements:

Exam in the exam period.

Literature:

...

Doktori Iskola: **Biológia Doktori Iskola**

Doktori Program: **Ökológia és evolúció**

Tantárgy kódja: **BIO/01/29**

Tantárgy címe: **Térbeli ökológia: szigetektől a metaközösségekig**

Tantárgy címe angolul: **Spatial Ecology: from Islands to Metacommunities**

Tantárgy oktatója és Neptun kódja: **Dr. Horváth Zsófia (BEFH00)**

Kreditérték és heti óraszám: **4 kredit, 2 óra / hét, előadás**

Az oktatás célja

Az előadás bevezetést nyújt a térbeli ökológia elméleteibe és alkalmazási lehetőségeibe.

Tantárgy tartalma

1. Makroökológiai mintázatok: fajsám-terület összefüggés
2. Makroökológiai mintázatok: faj-abundancia eloszlás,
3. Makroökológiai mintázatok: latitudinális és magassági diverzitás-grádiensek
4. Szigetbiogeográfia: MacArthur-Wilson modell
5. Szigetbiogeográfia: Simberloff kísérletei
6. Szigetbiogeográfia: SLOSS vita
7. Szigetbiogeográfia és metapopulációk
8. Metapopulációs modellek és természetvédelmi hasznításuk
9. Metaközösségek: diszperzió-limitáció, Baas-Becking
10. Metaközösségek: a konnektivitás szerepe, térbeli biztosítás
11. Fragmentáció-élőhelycsökkenés vita
12. Globális biodiverzitás krízis

Számonkérési és értékelési rendszere

vizsga a vizsgaidőszakban

Irodalom

...

Doktori Iskola: **Biológia Doktori Iskola**

Doktori Program: **Ökológia és evolúció**

Tantárgy kódja: **BIO/01/33**

Tantárgy címe: **Programozás biológusoknak I.**

Tantárgy címe angolul: **Computer Programming for Biologists**

Tantárgy oktatója és Neptun kódja: **Dr. Kun Ádám (XFLP44)**

Kreditérték és heti óraszám: **4 kredit, 3 óra / hét, gyakorlat**

Az oktatás célja

A gyakorlat az alapokról vezeti be a programozást. A cél eljutni olyan szintre, hogy a hallgatók képesek legyenek saját adatmanipulációs feladataik megoldására. A programozás és a programnyelvek. Kommunikáció a számítógéppel. A strukturált és az objektum orientált programozás alapelvei. A script nyelvek és a magas szintű nyelvek. A folyamatábra és algoritmusok. A változó típusok és az alap vezérlő utasítások bevezetése.

Tantárgy tartalma

A Python nyelv alapjai. A program felépítése. Az azonosítók. A változó típusok, a vezérlő utasítások, az értékadás.

Eljárások és függvények használata.

Az állománykezelés.

Kommunikáció interneten keresztül, adatbázisokból való lekérdezések.

A Python fejlesztői környezetek.

Biológiai szekvenciák manipulálása, keresés, összeszámlálás.

Populációdinamikai és populációgenetikai modellek.

A NumPy és a SciPy alkalmazása.

Adatmegjelenítés Matplotlib-bel. Statisztika Python-nal.

Számonkérési és értékelési rendszere

Programozási feladatok megoldása

Irodalom

- Downey, A. How to Think Like a (Python) Programmer (Green Tea Press, Needham, Massachusetts)
- A gyakorlaton kiadott programkódok

Doktori Iskola: **Biológia Doktori Iskola**

Doktori Program: **Ökológia és evolúció**

Tantárgy kódja: **BIO/01/34**

Tantárgy címe: **Numerikus módszerek és számítógépes szimuláció az ökológiában**

Tantárgy címe angolul: **Numerical Methods and Computer Simulations in Ecology**

Tantárgy oktatója és Neptun kódja: **Kun Ádám (XFLP44)**

Kreditérték és heti óraszám: **4 kredit, 2 óra / hét, gyakorlat**

Az oktatás célja

Az ökológiai modellezés helye az ökológiai és evolúcióbíológiai kutatásban. Az analitikus és a számítógépes modellek összehasonlítása. Minden tárgyal technikánál a lehetséges ökológiai alkalmazási lehetőség tárgyalása.

Tantárgy tartalma

A numerikus hiba, véges számábrázolási hiba. Hibalehetőségek számítógépes modellekben.

Numerikus módszerek áttekintése.

Véletlenszám generálás.

Numerikus integrálás.

Differenciáltegyenletek numerikus megoldása és populációdinamika.

Rácsmodellek, egyszerűbb sejtautomaták. Heterogén háttér generálása.

Játékelméleti modellek térben és kapcsolati hálózaton.

Evolúciós modellek és az optimalizálás.

Evolúciós ökológiai modellek.

Számonkérési és értékelési rendszere

Programozási feladatok megoldása

Irodalom

— Numerical Recipes (<http://numerical.recipes/>)

Doctoral School: **Doctoral School of Biology**

Doctoral program: **Ecology and Evolution**

Course code in Neptun: **BIO/01/35**

Course title: **Theoretical Evolutionary Biology**

Professor responsible for the course (Neptun code): **Dr. Géza Meszéna (YEA3QE)**

Other professors/instructors involved:

Course type (lecture/practical): **lecture**

Credits and hours/week: **4 credits, 2 hours/week**

Aim of the course:

The fundamental aim of the course is to introduce the basic features of the mathematical theory of evolution. It does not assume prior knowledge of other biomathematics subjects. As a result, this subject encompasses more than what is evolutionary biology in the narrower sense. From an evolutionary point of view and motivation, though, it overviews the basics of ecological modelling and population dynamics.

Major topics:

1. Evolution as a history
2. Replicators and selection
3. Competitive exclusion and coexistence
4. Lotka-Volterra equations
5. Epidemic models
6. Diploid genetics
7. Multilocus genetics
8. Molecular evolution
9. Adaptive dynamics and speciation
10. Kin selection
11. Evolutionary game theory
12. Evolutionary transitions
13. Origins

Requirements:

exam in the exam period

Literature:

— The slides of the lectures

Doktori Iskola: **Biológia Doktori Iskola**

Doktori Program: **Ökológia és evolúció**

Tantárgy kódja: **BIO/01/35**

Tantárgy címe: **Elméleti evolúcióbiológia**

Tantárgy címe angolul: **Theoretical Evolutionary Biology**

Tantárgy oktatója és Neptun kódja: **Dr. Mészéna Géza (YEA3QE)**

Kreditérték és heti óraszám: **4 kredit, 2 óra / hét, előadás**

Az oktatás célja

A kurzus alapvető célja az evolúció matematikai elmélete alapvonásainak ismertetése. Nem tételez fel egyéb biomatematikai tárgyak előzetes ismeretét. Ennek következtében témaköre túlterjed a szűkebb értelemben vett evolúcióbiológia területén. Evolúciós szempontból és motivációval bár, de áttekinti a modellezési alapokat a populációdinamika és ökológia területén.

Tantárgy tartalma

1. Evolúció, mint történelmi tárgy
2. Replikátorok és szelekció
3. Kompetitív kizárás és koegzisztencia
4. Lotka-Volterra egyenletek
5. Járványtani modellek
6. Diploid genetika
7. Többgénes genetika
8. Molekuláris evolúció
9. Adaptív dinamika és fajképződés
10. Rokonszelekció
11. Evolúciós játékelmélet
12. Evolúciós átmenetek
13. Élet keletkezése

Számonkérési és értékelési rendszere

vizsga vizsgaidőszakban

Irodalom

— Előadás diái

Doctoral School: **Doctoral School of Biology**

Doctoral program: **Ecology and Evolution**

Course code in Neptun: **BIO/01/39**

Course title: **Space-time Models in Ecology and Evolution**

Professor responsible for the course (Neptun code): **Dr. Tamás Czárán (P421VO)**

Other professors/instructors involved:

Course type (lecture/practical): **lecture**

Credits and hours/week: **4 credits, 2 hours/week**

Aim of the course:

Population models considering spatial constraints (due to limited dispersion, local interactions, and environmental inhomogeneities) are becoming increasingly important in theoretical and field research of ecology and evolutionary biology. The main reason for this is that spatial aspects play decisive roles in shaping patterns of coexistence even in the qualitative sense: the predictions provided by a spatial model and the corresponding mean-field (“stoichiometric”, spatially well-mixed) model of a certain ecological situation may be radically different. This course aims at giving a comprehensive overview of the main types of spatially explicit population dynamical models, with its topics based on those of the monograph (Czárán, 1998) specified in “Literature” and on research articles to be chosen during the course

Requirements:

MSc in Biology and/or Physics and/or Mathematics, with skills in mathematical analysis and/or computer modeling.

An oral exam will be taken at the end of the semester

Literature:

— Czárán, Tamás: *Spatiotemporal Models of Population and Community Dynamics*. (A “Population and Community Dynamics Series” monográfia-sorozatban) Chapman and Hall, London, UK. 1998

Doktori Iskola: **Biológia Doktori Iskola**

Doktori Program: **Ökológia és evolúció**

Tantárgy kódja: **BIO/01/39**

Tantárgy címe: **Ökológiai és evolúciós tér-idő modellek**

Tantárgy címe angolul: **Space-time Models in Ecology and Evolution**

Tantárgy oktatója és Neptun kódja: **Czárán Tamás (P421VO)**

Kreditérték és heti óraszám: **4 kredit, 2 óra / hét, előadás**

Az oktatás célja

A térbeli kényszereket (korlátozott szóródás, lokális kölcsönhatások, inhomogén környezet) figyelembe vevő populációs modellek egyre fontosabb szerepet kapnak mind az elméleti, mind a terep-motivált ökológiai és evolúcióbiológiai kutatásokban. Ennek legfőbb oka, hogy a térbeliség az együttélési mintázatokat kvalitatív értelemben is befolyásolja: nagyon más lehet egy térbeli, ill. egy sztochiometriai jellegű, végtelenül gyors keveredést feltételező modell jóslata ugyanarra a rendszerre vonatkozóan. A kurzus témája a térben explicit populációdinamikai modellek alapvető típusainak ismertetése részben az "Irodalom"-ban megadott monográfia (Czárán, 1998), részben újabb, a kurzus során kiválasztandó szakkikkek alapján.

Számonkérési és értékelési rendszere

A kurzuson való részvétel feltétele: Biológiából és/vagy fizikából és/vagy matematikából szerzett MSc fokozat, matematikai analízis ismeretek és/vagy számítógépes modellezés készség szinten.
Értékelés: Szóbeli vizsga a szemeszter végén

Irodalom

— Czárán, T. 1998. Spatiotemporal Models of Population and Community Dynamics. (A "Population and Community Dynamics Series" monográfia-sorozatban) Chapman and Hall, London, UK.

Doctoral School: **Doctoral School of Biology**

Doctoral program: **Ecology and Evolution**

Course code in Neptun: **BIO/01/41**

Course title: **Evolutionary Game Theory**

Professor responsible for the course (Neptun code): **Dr. István Scheuring (HYKROM)**

Other professors/instructors involved:

Course type (lecture/practical): **lecture**

Credits and hours/week: **4 credits, 2 hours/week**

Aim of the course:

Students learn the basic concepts of evolutionary game theory, the main methods and some model systems applied to biological problems. In addition, biological phenomena and experiments related to these models will be discussed.

Major topics:

Definition of ESS, basic assumptions, basic concepts. The H-D model. The Bishop - Cannings theorem. The concepts of mixed strategy, pure strategy and phenotypic polymorphism. Games with multiple ESS. The rock-paper-scissors game and its properties. The replicator dynamics. Biological examples of the rock-paper-scissors game. Asymmetry in ownership and body size. Several asymmetries together. Web defense of *Agelenopsis aperta* females and its game-theoretic analysis. Arms race. Basic assumptions and main findings of the model. Information exchange and asymmetry in the arms race model. Biological examples. Game against population. Sex ratio. Biological signals. The possibility of cheating and how to rule it out. The Sir Philip Sydney Game. Cost-free signals in case of conflict of interest. Biological examples. Spatial evolution games. Cell automaton model of the H-D and H-D-R games. Adaptive dynamics. ESS, convergent stability, branching point. Adaptive dynamics models of sympatric speciation. Adaptive dynamical models of sympatric speciation. Game theoretic model of evolution of mutualistic altruism. The behaviour of the Prisoners' Dilemma and Iterated Prisoners' Dilemma games. An explanation of the success of the Tit-for-Tat strategy in the IRD game. Properties and biological applications of the snowdrift game.

Requirements:

Students will take an oral exam to demonstrate their knowledge.

Literature:

- Dieckmann U, Doebeli M. On the origin of species by sympatric speciation. *Nature*. 1999 Jul 22;400(6742):354-7.
- Hofbauer, J Sigmund, K. 1998 *Evolutionary games and population dynamics* Cambridge University Press, Cambridge
- Geritz, S.A.H., É. Kisdi, G. Meszéna & J.A.J. Metz 1997 The dynamics of adaptation and evolutionary branching. *Phys. Rev. Lett.* 78(10): 2024-2027
- Scheuring I. *Evolutionary Game Theory*. Online notes
- Smith, J. 1982 *Evolution and the theory of games*. Cambridge: Cambridge University Press

Doktori Iskola: **Biológia Doktori Iskola**

Doktori Program: **Ökológia és evolúció**

Tantárgy kódja: **BIO/01/41**

Tantárgy címe: **Evolúciós játékelmélet**

Tantárgy címe angolul: **Evolutionary Game Theory**

Tantárgy oktatója és Neptun kódja: **Dr. Scheuring István (HYKROM)**

Kreditérték és heti óraszám: **4 kredit, 2 óra / hét, előadás**

Az oktatás célja

A hallgatók ismerjék meg az evolúciós játékelmélet alapfogalmait, a legfontosabb módszereket, és néhány biológiai problémára alkalmazott modellrendszert. E mellett a modellekhez kapcsolódó biológiai jelenségekről és kísérletekről is szót ejtünk.

Tantárgy tartalma

Az ESS definíciója, alapfeltevések, alapfogalmak. A H- D modell. A Bishop - Cannings tétel. A kevert stratégia, a tiszta stratégia és a fenotipikus polimorfizmus fogalma. Játékok több ESS-el, a H - D - R játék. A kő-papír-olló játék, és annak tulajdonságai. A replikátor dinamika. Aszimmetria a tulajdonlásban, és a testméretben. Bimátrix játékok. Több aszimmetria együtt. Az *Agelenopsis aperta* nőstények hálóvédő viselkedése és annak játékelméleti elemzése. A fegyverkezési verseny modell. Információcsere és aszimmetria a fegyverkezési verseny modellben. Biológiai példák. Játék a populáció ellen. A nemek aránya. A biológiai szignálok. A csalás lehetősége ill. annak kizárása. A Sir Philip Sydney Game. Költségmentes szignálok érdekkonfliktus esetén. Térbeli evolúciós játékok. A H-D és a H-D-R játék sejtatomata modellje. Adaptív dinamika. ESS, konvergencia stabilitás, elágazási pont. A szimpatikus fajkeletkezés adaptív dinamikai modelljei. A szimpatikus fajkeletkezés adaptív dinamikai modelljei. A kölcsönös altruizmus evolúciójának játékelméleti modellje. A Rabok Dilemmája és az Iterált Rabok Dilemmája játékok viselkedése. A Tit-for-Tat stratégia sikerességének magyarázata az IRD játékban. A hótorlasz játék tulajdonságai és biológiai alkalmazásai.

Számonkérési és értékelési rendszere

A hallgatók szóbeli vizsgán mutatják be, hogy milyen alaposan sajátították el az előadáson hallottakat.

Irodalom

- Dieckmann U, Doebeli M. On the origin of species by sympatric speciation. Nature. 1999 Jul 22;400(6742):354-7.
- Hofbauer, J Sigmund, K. 1998 Evolutionary games and population dynamics Cambridge Unive Press, Cambridge

- Geritz, S.A.H., É. Kisdi, G. Meszéna & J.A.J. Metz 1997 The dynamics of adaptation and evolutionary branching. *Phys. Rev. Lett.* 78(10): 2024-2027
- Scheuring I. *Evolúciós Játékelmélet*. Online jegyzet.
- Smith, J. 1982 *Evolution and the theory of games*. Cambridge: Cambridge University Press

Doctoral School: **Doctoral School of Biology**

Doctoral program: **Ecology and Evolution**

Course code in Neptun: **BIO/01/44**

Course title: **Mathematical Approaches in HIV Research**

Professor responsible for the course (Neptun code): **Dr. Viktor Müller (PVXVW7)**

Other professors/instructors involved:

Course type (lecture/practical): **lecture**

Credits and hours/week: **4 credits, 2 hours/week**

Aim of the course:

The goal of the course is to provide a basic overview of the biology of HIV infection and, building on this, to teach the tools and results of mathematical (partly simulation) modelling. Students will acquire the skills to interpret and to design models of the processes of HIV infection.

Major topics:

- 1-2. Introduction: the biology of HIV infection (virus structure, viral genes, disease course, treatment options, epidemiology, origin).
3. The basic model of viral dynamics (processes within the organism). Estimation of the lifespan of virus particles and infected cells.
4. Compartment models. Lymphatic system and blood. Role of persistently and latently infected cells during long-term drug treatment.
5. Dynamic equilibrium of the latent stage. What parameters dictate virus levels? Target cell limitation or immune control?
6. The problem of low equilibrium levels. Where is virus produced during drug treatment?
7. The causes and modelling of disease progression: why does clinical status deteriorate?
8. Modelling drug resistant virus variants. Structured treatment interruptions. Estimating the fitness of resistant variants.
9. Reaction kinetics modelling of viral particle maturation
10. Viral sex: recombination in retroviruses and its role in the development of multiple resistance.
11. Evolution of virulence: is the disease-causing capacity of the HIV changing? Evolutionary theory and data analysis.
12. Modelling epidemic spread: factors contributing to the emergence of the epidemic in Africa; a model explaining the global population structure of the virus.

Requirements:

The mark will be based on a mid-year presentation of a scientific paper and an oral examination at the end of the semester.

Literature:

- The slides of the lectures will be made available, and a changing selection of recent scientific papers will be provided. Some review papers on the topic:
- Müller, V. & Bonhoeffer, S. (2003). Mathematical approaches in the study of viral kinetics and drug resistance in HIV-1 infection. *Curr Drug Targets – Infect Disord* 3, 329-344.
- Perelson, A. S. & Ribeiro, R. M. (2013). Modeling the within-host dynamics of HIV Infection. *BMC Biology* 2013, 11:96.

Doktori Iskola: **Biológia Doktori Iskola**

Doktori Program: **Ökológia és evolúció**

Tantárgy kódja: **BIO/01/44**

Tantárgy címe: **Matematikai módszerek a HIV-fertőzés kutatásában**

Tantárgy címe angolul: **Mathematical Approaches in HIV Research**

Tantárgy oktatója és Neptun kódja: **Dr. Müller Viktor (PVXVW7)**

Kreditérték és heti óraszám: **4 kredit, 2 óra / hét, előadás**

Az oktatás célja

Alap szintű áttekintő ismereteket adni a HIV-fertőzés biológiájáról, majd erre építve az ezzel kapcsolatos matematikai (részben szimulációs) modellezés eszköztáráról és eredményeiről. A hallgatók képesség válnak a HIV-fertőzés folyamatait leíró modellek értelmezésére és megalkotására.

Tantárgy tartalma

- 1-2. Bevezetés: a HIV-fertőzés biológiája (a vírus felépítése, vírusgének, a betegség lefolyása, kezelési lehetőségek, járványtan, eredet).
3. A vírusedinamika (szervezetben belüli folyamatok) alapmodellje. A vírusedrészekkék és a fertőzött sejtek élettartamának becslése.
4. Kompartimentmodellek. Nyirokrendszer és vér. Perzisztensen és látensen fertőzött sejtek szerepe hosszú távú gyógyszeres kezelés alatt.
5. A lappangási szakasz dinamikusan egyensúlya. Milyen paraméterek szabják meg a vírusedszintet? Célsajt-limitáció vagy immunkontroll?
6. Az alacsony egyensúlyi szint problémája. Hol termelődik vírus a gyógyszeres kezelés alatt?
7. A betegségprogresszió okai és modellezése: miért romlik a betegek állapota?
8. Gyógyszerrezisztens vírusedváltozatok modellezése. A tervezett kezelésmegszakítások módszere. A rezisztens változatok fitnessének becslése.
9. A vírusedrészekkék érési folyamatának reakciókinetikai modellezése
10. Vírusedszex: rekombináció retrovírusedokban, és ennek szerepe a többszörös rezisztencia kialakulásában.
11. A virulencia evolúciója: változik-e a HIV-vírus betegségkókozó képessége? Evolúciós elmélet és adatelemzés.
12. Járványterjedés modellezése: a járvány elindulását segítő tényezők Afrikában; a vírus globális populációszerkezetét magyarázó modell.

Számonkérési és értékelési rendszere

Az érdemjegy két részből tevődik össze: egy évközi előadás önálló cikkfeldolgozás alapján és a félév végén szóbeli vizsga.

Irodalom

- A számonkérés alapja az előadások letölthető diaanyaga, illetve az évközi előadásokhoz évről évre változó kiadott szakkikkek. Áttekintő irodalom:
- Müller, V. & Bonhoeffer, S. (2003). Mathematical approaches in the study of viral kinetics and drug resistance in HIV-1 infection. *Curr Drug Targets – Infect Disord* **3**, 329-344.
- Perelson, A. S. & Ribeiro, R. M. (2013). Modeling the within-host dynamics of HIV Infection. *BMC Biology* 2013, 11:96.

Doctoral School: **Doctoral School of Biology**

Doctoral program: **Ecology and Evolution**

Course code in Neptun: **BIO/01/45**

Course title: **Models of Prebiotic Evolution**

Professor responsible for the course (Neptun code): **Dr. Tamás Czárán (P421VO)**

Other professors/instructors involved:

Course type (lecture/practical): **practical**

Credits and hours/week: **4 credits, 2 hours/week**

Aim of the course:

One of the most exciting - and also one of the deepest - problems of contemporary biology is that of the origin of life on Earth through chemical evolution. The possible scenarios of prebiotic evolution have been mainly studied by theoreticians using computer simulations so far, but these models have become increasingly realistic with the inclusion of ever more chemical detail. The course aims at presenting a selection of mathematical and computer simulation models pertaining to the dominant paradigm of the origin of life: the RNA World scenario. These include the Hypercycle Model (HM), the family of Metabolically Coupled Replicator System (MCRS) models, and the Stochastic Corrector Model (SCM), in a comparative and critical context.

Requirements:

MSc in Biology and/or Chemistry and/or Physics and/or Mathematics, with skills in mathematical analysis and/or computer modelling.

An oral exam will be taken at the end of the semester

Literature:

- Dyson, Freeman: *Origins of Life* 2nd Ed. (Cambridge UP), 1999
- Maynard-Smith, John & Szathmáry, Eörs: *The Origins of Life: From the Birth of Life to the Origin of Language* (Oxford UP), 2000

Doktori Iskola: **Biológia Doktori Iskola**

Doktori Program: **Ökológia és evolúció**

Tantárgy kódja: **BIO/01/45**

Tantárgy címe: **A prebiotikus evolúció modellezése**

Tantárgy címe angolul: **Models of Prebiotic Evolution**

Tantárgy oktatója és Neptun kódja: **Dr. Czárán Tamás (P421VO)**

Kreditérték és heti óraszám: **4 kredit, 2 óra / hét, gyakorlat**

Az oktatás célja

Napjaink biológiai kutatásainak egyik legizgalmasabb - és egyben egyik legmélyebb - problémája a földi élet keletkezése kémiai evolúció útján. A prebiotikus evolúció lehetséges forgatókönyveit eddig főként csak elméleti megközelítésben vizsgálták matematikai modellezés és számítógépes szimulációk segítségével, de napjainkra ezek a modellek egyre több kémiai részlet bevonásával egyre realisztikusabbak, több részletfolyamat tekintetében kísérletileg is vizsgálhatók lettek. A kurzus célja néhány, az élet eredetének uralkodó paradigmájára, az RNS-világ forgatókönyvére vonatkozó matematikai és számítógépes szimulációs modell bemutatása. Tárgyaljuk a hiperciklus modellt (HM), a metabolikusan kapcsolt replikátor rendszer (MCRS) modellcsalád és a sztochasztikus korrekciós modell (SCM) egyes realizációit, összehasonlító és kritikai kontextusban.

Számonkérési és értékelési rendszere

A kurzuson való részvétel feltétele: Biológiából és/vagy kémiából és/vagy fizikából és/vagy matematikából szerzett MSc fokozat, matematikai analízis ismeretek és/vagy számítógépes modellezés készség szinten.

Értékelés: Szóbeli vizsga a szemeszter végén

Irodalom

- Dyson, Freeman: *Origins of Life* 2nd Ed. (Cambridge UP), 1999
- Maynard-Smith, John & Szathmáry, Eörs: *The Origins of Life: From the Birth of Life to the Origin of Language* (Oxford UP), 2000

Doctoral School: **Doctoral School of Biology**

Doctoral program: **Ecology and Evolution**

Course code in Neptun: **BIO/01/46**

Course title: **Mathematical Models in Biology**

Professor responsible for the course (Neptun code): **Dr. József Garay (LVV2SI)**

Other professors/instructors involved:

Course type (lecture/practical): **lecture**

Credits and hours/week: **4 credits, 2 hours/week**

Aim of the course:

The course gives an overview of the basic modelling methodology of population genetics (Fisher-model), ecology (Lotka-Volterra model) and social evolution (evolutionary game theory). Moreover, the course focuses on the combination of these basic models. Students interested in the mathematical methods of evolution and evolutionary ecology, are suggested to sign up for the course.

Major topics:

1. Lotka-Volterra Model. Introduction and 2 dimensional models
2. General Lotka-Volterra model in n-dimension.
3. Population genetic model: Fisher selection model introduction and 2 allele case.
4. Replicator dynamic for Mendelian inheritance, stability of polymorphic equilibrium.
5. Evolutionary stability for single species: Symmetric evolutionary matrix games
6. Asymmetric evolutionary matrix games
7. Replicator dynamics
8. Examples from 2 dimensional matrix games
9. Two-species evolutionary stability based on population dynamics-1
10. Two-species evolutionary stability based on population dynamics-2
11. Matrix game in Mendelian population
12. Evolutionarily stable allele distribution

Requirements:

exam during the exam period

Literature:

Doktori Iskola: **Biológia Doktori Iskola**

Doktori Program: **Ökológia és evolúció**

Tantárgy kódja: **BIO/1/46**

Tantárgy címe: **Matematikai modellek a biológiában**

Tantárgy címe angolul: **Mathematical Models in Biology**

Tantárgy oktatója és Neptun kódja: **Dr. Garay József (LVV2SI)**

Kreditérték és heti óraszám: **4 kredit, 2 óra / hét, előadás**

Az oktatás célja

A kurzus áttekintést nyújt a populációs genetika (Fisher-Model), az ökológia (Lotka-Volterra modell) és a társadalmi evolúció (evolúciós játékelmélet) alapvető modellezési módszeréről. Ezenkívül az átok az alapmodellek kombinációjára összpontosítanak. Az evolúció és az evolúciós ökológia matematikai módszerei iránt érdeklődő hallgatókat javasoljuk, hogy jelentkezzenek a kurzusra.

Tantárgy tartalma

1. Lotka-Volterra modell. Bevezetés és 2 dimenziós modellek
2. Általános Lotka-Volterra modell N-dimenzióban.
3. Populációgenetikai modell: Fisher szelekciós modell bevezetése és a 2 alléles eset.
4. Replikátordinamika mendelián öröklődés mellett, a polimorf egyensúly stabilitása.
5. Evolúciós stabilitás egyetlen faj esetén: Szimmetrikus evolúciós mátrix játékok
6. Aszimmetrikus evolúciós mátrix játékok
7. Replikátordinamika
8. Példák a kétdimenziós mátrix játékokból
9. Két faj evolúciós stabilitás populáció dinamika alapján 1
10. Két faj evolúciós stabilitás populáció dinamika alapján 2
11. Mátrix játékok mendeli populációban
12. Evolúciósan stabil alléleloszlás

Számonkérési és értékelési rendszere

vizsga vizsgaidőszakban

Irodalom

Doctoral School: **Doctoral School of Biology**

Doctoral program: **Ecology and Evolution**

Course code in Neptun: **BIO/01/47**

Course title: **Computer Modelling in Biology**

Professor responsible for the course (Neptun code): **Dr. Viktor Müller (PVXVW7)**

Other professors/instructors involved:

Course type (lecture/practical): **practical**

Credits and hours/week: **4 credits, 2 hours/week**

Aim of the course:

Participants of the course develop practical skills encompassing the whole process of computer modelling, from model design and implementation to the biological interpretation of the results. Further objectives include developing skills related to teamwork, independent literature study, and oral presentation skills.

Major topics:

In the first classes, students learn the basics of modelling and (optionally, based on students' prior knowledge of the freely available R programming language) also the basics of R programming. In the following classes, students work in groups of 3-4 students to develop a selected modelling exercise. For each of the optional topics (modules), a handout with exercises and background material, and a simple starting script are provided. The range of topics includes: logistic population growth, epidemiological models (continuous/deterministic, discrete/stochastic, network), HIV modelling (within-host processes, parameter estimation), evolution of optimal sex ratio, spatial models (host-parasite dynamics and intraspecies competition), multi-species population dynamics; the list may be extended in the future. In addition to technical skills (programming), there is a strong emphasis on the interpretation of the results in the context of the biological system modelled.

Requirements:

The mark will be based on the evaluation of the work carried out during the semester and the presentation of the project results at the end of the semester.

Literature:

- The module descriptions (handouts) accessible on the website <https://tb.ethz.ch/education/learningmaterials/modelingcourse.html> and (optionally) the literature sources indicated therein.

Doktori Iskola: **Biológia Doktori Iskola**

Doktori Program: **Ökológia és evolúció**

Tantárgy kódja: **BIO/01/47**

Tantárgy címe: **Számítógépes modellezés a biológiában**

Tantárgy címe angolul: **Computer Modelling in Biology**

Tantárgy oktatója és Neptun kódja: **Dr. Müller Viktor (PVXVW7)**

Kreditérték és heti óraszám: **4 kredit, 2 óra / hét, gyakorlat**

Az oktatás célja

A tárgy gyakorlati ismereteket ad a számítógépes modellezés teljes folyamatáról, a tervezéstől az implementáción át az eredmények biológiai értelmezéséig. A matematikai/szimulációs modellek fejlesztésének alapjai mellett a résztvevők a csapatmunka, az önálló forrásfeldolgozás és a szóbeli prezentáció készségeit is gyakorolják.

Tantárgy tartalma

Az első órákon a modellezés, valamint (a hallgatók előzetes ismeretei alapján opcionálisan) a szabadon hozzáférhető R programnyelv (illetve általában a programozás) alapjaival ismerkednek a hallgatók (az R programnyelv alap szintű ismerete előny, de nem előfeltétel). A további órákon pedig egy kiválasztott modellezési feladatot dolgoznak ki 3-4 fős csoportokban. A választható témák (modulok) mindegyikéhez rendelkezésre áll néhány oldalas háttéranyag és a programozás kiindulópontjául egyszerű alapprogram. A témaválasztékban szerepel: logisztikus populációnövekedés, járványtani modellek (folytonos-determinisztikus, diszkrét-sztochasztikus, hálózati), HIV-modellezés (szervezetben belüli folyamatok, paraméterbecslés), az optimális ivararány evolúciója, térbeli modellek (gazda-parazita dinamika, illetve játékelméleti konfliktusok), sokváltozós populációdinamika (komplexitás és stabilitás kapcsolata); a lista a jövőben bővíthet. A technikai készségek (programozás) mellett nagy hangsúlyt kap az eredmények értelmezése a modellezett biológiai rendszer keretén belül.

Számonkérési és értékelési rendszere

Az érdemjegy a félév során végzett munka és a félév végén a műhelymunka eredményeit bemutató hallgatói előadás értékeléséből tevődik össze.

Irodalom

— A <https://tb.ethz.ch/education/learningmaterials/modelingcourse.html> honlap modulleírásai, illetve (opcionálisan) az azokban feltüntetett szakirodalmi források.

Doctoral School: **Doctoral School of Biology**

Doctoral program: **Ecology and Evolution**

Course code in Neptun: **BIO/01/48**

Course title: **Evolutionary Background of Human Cooperation**

Professor responsible for the course (Neptun code): **Dr. István Scheuring (HYKROM)**

Other professors/instructors involved: ...

Course type (lecture/practical): **practical**

Credits and hours/week: **4 credits, 2 hours/week**

Aim of the course:

Students will gain a deeper understanding of the evolutionary background of human cooperation. They will learn about the most important scientific findings on the subject, and learn to read scientific papers critically and comprehensively. Develop their debating skills and creative approach to scientific problems. Practice includes a presentation on a chosen topic within a given theme.

Major topics:

The topics to be covered:

Cooperation among nomadic hunter-gatherers. Field and semi-field studies.

Characteristics of human cooperation in experimental situations. Description and analysis of public good dilemmas, voluntary dilemmas, ultimatum games, dictator games, trust games, sharing games, etc.

Neural and hormonal background of human cooperation. Lessons from fMRI experiments, twin studies and hormone treatments.

Models for understanding the evolution of human cooperation: norm and cooperation, multilevel selection, menopause, joint offspring care, language and cooperation

Requirements:

During the semester, students will work independently on articles based on different aspects. They will also be required to write an essay and give a presentation on a narrow topic.

Literature:

(Selected literature without completeness)

— Apicella, C., Marlowe, F., Fowler, J. et al. Social networks and cooperation in hunter-gatherers. *Nature* 481, 497–501, 2012

- Crockett MJ, Clark L, Hauser MD, Robbins TW. Serotonin selectively influences moral judgment and behavior through effects on harm aversion. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 107:17433-8. 2010
- Dawes CT, Loewen PJ, Schreiber D, Simmons AN, Flagan T, McElreath R, Bokemper SE, Fowler JH, Paulus MP. Neural basis of egalitarian behavior. *Proc Natl Acad Sci U S A.* Apr 109(17):6479-83. 2012
- Hawkes K, O'Connell J, Blurton Jones N. Hunter-gatherer studies and human evolution: A very selective review. *Am J Phys Anthropol.* 165(4):777-800. 2018
- JP Henrich, et al. *Foundations of Human Sociality: Economic Experiments and Ethnographic Evidence from Fifteen Small-Scale Societies* Oxford Univ Press, Oxford, New York, 2004.
- Isler K, van Schaik CP. Allomaternal care, life history and brain size evolution in mammals. *J Hum Evol.* 63(1):52-63, 2012
- Melis AP, Semmann D. How is human cooperation different? *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci.* 365(1553):2663-74, 2010
- Smith, E. A. Communication and collective action: Language and the evolution of human cooperation. *Evolution and Human Behavior*, 31(4), 231–245, 2010
- Smith KM, Larroucau T, Mabulla IA, Apicella CL. Hunter-Gatherers Maintain Assortativity in Cooperation despite High Levels of Residential Change and Mixing. *Curr Biol.* 28:3152-3157 2018

Doktori Iskola: **Biológia Doktori Iskola**

Doktori Program: **Ökológia és evolúció**

Tantárgy kódja: **BIO/01/48**

Tantárgy címe: **Az emberi együttműködés evolúciós háttere**

Tantárgy címe angolul: **Evolutionary Background of Human Cooperation**

Tantárgy oktatója és Neptun kódja: **Dr. Scheuring István (HYKROM)**

Kreditérték és heti óraszám: **4 kredit, 2 óra / hét, gyakorlat**

Az oktatás célja

A hallgatók mélyebb ismeretet szerezzenek az emberi együttműködés evolúciós hátteréről. Megismerjék a legfontosabb tudományos eredményeket a témában, tanuljanak meg kritikusan és értően szakcikket olvasni. Fejlesszék a vitakészségüket és a kreatív hozzáállásukat a tudományos problémákhoz. Gyakorolják az előadás tartását adott témán belül választott témakörökből.

Tantárgy tartalma

A feldolgozandó témakörök:

Kooperáció a nomád vadászó gyűjtögetőknél. Terepi és félterepi vizsgálatok.

Az emberi kooperáció jellemzői kísérleti helyzetekben. Közös dilemma, önkéntes dilemma, ultimátum játék, diktátor játék, bizalom játék, osztási játékok, stb. ismertetése, elemzése.

Az emberi kooperáció idegi és hormonális háttere. Az fMRI kísérletek, az ikervizsgálatok és a hormonkezelések tanulságai.

Modellek az emberi kooperáció evolúciójának megértéséhez: norma és kooperáció, többszintű szelekció, menopauza, közös utódgondozás, nyelv és kooperáció

Számonkérési és értékelési rendszere

A félév során a hallgatók önállóan dolgoznak fel szakcikkeket különböző szempontok alapján. Egy esszét is kell írniuk, valamint egy szűkebb témából előadást is tartanak.

Irodalom

A teljesség igénye nélkül néhány fontos cikk, könyv:

- Apicella, C., Marlowe, F., Fowler, J. et al. Social networks and cooperation in hunter-gatherers. *Nature* 481, 497–501, 2012
- Crockett MJ, Clark L, Hauser MD, Robbins TW. Serotonin selectively influences moral judgment and behavior through effects on harm aversion. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 107:17433-8. 2010
- Dawes CT, Loewen PJ, Schreiber D, Simmons AN, Flagan T, McElreath R, Bokemper SE, Fowler JH, Paulus MP. Neural basis of egalitarian behavior. *Proc Natl Acad Sci U S A.* Apr 109(17):6479-83. 2012

- Hawkes K, O'Connell J, Blurton Jones N. Hunter-gatherer studies and human evolution: A very selective review. *Am J Phys Anthropol.* 165(4):777-800. 2018
- JP Henrich, et al. *Foundations of Human Sociality: Economic Experiments and Ethnographic Evidence from Fifteen Small-Scale Societies* Oxford Univ Press, Oxford, New York, 2004.
- Isler K, van Schaik CP. Allomaternal care, life history and brain size evolution in mammals. *J Hum Evol.* 63(1):52-63, 2012
- Melis AP, Semmann D. How is human cooperation different? *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci.* 365(1553):2663-74, 2010
- Smith, E. A. Communication and collective action: Language and the evolution of human cooperation. *Evolution and Human Behavior*, 31(4), 231–245, 2010
- Smith KM, Larroucau T, Mabulla IA, Apicella CL. Hunter-Gatherers Maintain Assortativity in Cooperation despite High Levels of Residential Change and Mixing. *Curr Biol.* 28:3152-3157 2018

Doctoral School: **Doctoral School of Biology**

Doctoral program: **Ecology and Evolution**

Course code in Neptun: **BIO/01/49**

Course title: **Animal Communication – Game Theoretical Approaches**

Professor responsible for the course (Neptun code): **Dr. Szabolcs Számadó (DTEI H)**

Other professors/instructors involved: ...

Course type (lecture/practical): **lecture**

Credits and hours/week: **4 credits, 2 hours/week**

Aim of the course:

In nature, animals communicate with each other in countless ways. From peacock feathers to stag bells to birdsong. There are many possible interpretations of communication. One interpretation is that the purpose of communication is to convey information, another is to influence other individuals. The first approach assumes that signals are "honest" and that other individuals receive useful and reliable information. If, however, animals "cheat", i.e. use deceptive signals, then this supports the second approach. In the biological study of communication, there are at least three distinct trends. The first is the classical ethology founded by Konrad Lorenz and Nikolaus Tinbergen; the second is the selfish gene theory of Dawkins; the third is the handicap principle, which is coined by Amotz Zahavi. In this course, we will discuss the problem of honesty and deception, first along the lines of the three aforementioned trends, and then on the basis of recent empirical studies and the results of recent models.

Major topics:

definition of communication, honesty-deception, historical trends (classical ethology, selfish gene, handicap principle), common classifications of signals, additive and multiplicative models, cost vs. trade-off, finding equilibrium, game theoretical models, concept of ESS, equilibrium vs. dynamical models, mate choice, parent-offspring communication, aggressive communication, deceptive signals in Nature, human (non-verbal) communication, early evolution of human language

Requirements:

Exam in the exam period

Literature:

- Grafen, A. (1990). Biological signals as handicaps. *Journal of theoretical biology*, 144(4), 517-546.
- Grose, J. (2011). Modelling and the fall and rise of the handicap principle. *Biology & Philosophy*, 26(5), 677–696.

- Lachmann, M., Szamado, S., & Bergstrom, C. T. (2001). Cost and conflict in animal signals and human language. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 98(23), 13189–13194.
- Számadó, S. (1999). The validity of the handicap principle in discrete action–response games. *Journal of theoretical biology*, 198(4), 593–602.

Doktori Iskola: **Biológia Doktori Iskola**

Doktori Program: **Ökológia és evolúció**

Tantárgy kódja: **BIO/01/49**

Tantárgy címe: **Kommunikáció az állatvilágban – játékelméleti megközelítések**

Tantárgy címe angolul: **Animal Communication – Game Theoretical Approaches**

Tantárgy oktatója és Neptun kódja: **Dr. Számadó Szabolcs (DTEEIH)**

Kreditérték és heti óraszám: **4 kredit, 2 óra / hét, előadás**

Az oktatás célja

A természetben az állatok számtalan módon kommunikálnak egymással. A pávakakas tolldísz, a szarvasbőgés vagy a madarak éneke mind ide tartozik. A kommunikációnak többféle értelmezése is lehetséges. Az egyik szerint a kommunikáció célja az információ közlés, egy másik megközelítés szerint a kommunikáció célja a többi egyed befolyásolása. Az első megközelítés feltételezi, hogy a szignálok "őszinték" a többi egyed hasznos és megbízható információhoz jut. Ha azonban az állatok "csalnak", azaz megtévesztő szignálokat használnak akkor az a második megközelítést támasztja alá. A kommunikáció biológiai tanulmányozásában legalább három élesen elkülönülő irányzatot lehet megkülönböztetni. Az egyik a Konrad Lorenz és Nikolaus Tinbergen által alapított klasszikus etológia; a második a Dawkins nevével fémjelzett önző gén elmélet, a harmadik az Amotz Zahavi által megalkotott hátrány elv. Az órán az őszinteség és csalás problémáját tárgyaljuk, először fent említett három irányzat mentén, utána pedig a legfrissebb empirikus tanulmányok és a legújabb modellek eredményei alapján.

Tantárgy tartalma

kommunikáció definíciója, őszinteség-csalás, történeti irányzatok (klasszikus etológia, önző gén, hátrányelv), szignálok bevett osztályozásai, additív és multiplikatív modellek, költség vs. trade-off, egyensúly megkeresése, játékelméleti modellek, ESS fogalma, egyensúlyi vs. dinamikus modellek, párválasztás, szülő-utód kommunikáció, agresszív kommunikáció, megtévesztő szignálok a természetben, emberi (nem-verbális) kommunikáció, az emberi nyelv korai evolúciója.

Számonkérési és értékelési rendszere

Szóbeli vizsga a vizsgaidőszakban

Irodalom

- Grafen, A. (1990). Biological signals as handicaps. *Journal of theoretical biology*, 144(4), 517-546.
- Grose, J. (2011). Modelling and the fall and rise of the handicap principle. *Biology & Philosophy*, 26(5), 677–696.
- Lachmann, M., Szamado, S., & Bergstrom, C. T. (2001). Cost and conflict in animal signals and human language. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 98(23), 13189–13194.

- Számadó, S. (1999). The validity of the handicap principle in discrete action–response games. *Journal of theoretical biology*, 198(4), 593–602.

Doctoral School: **Doctoral School of Biology**

Doctoral program: **Ecology and Evolution**

Course code in Neptun: **BIO/01/50**

Course title: **Cultural evolution**

Professor responsible for the course (Neptun code): **Dr. Szabolcs Számadó (DTEI H)**

Other professors/instructors involved:

Course type (lecture/practical): **lecture**

Credits and hours/week: **4 credits, 2 hours/week**

Aim of the course:

The defining characteristic of the human species is community life, based on culturally inherited customs, objects and technologies. The customs of contemporary societies are the subject of countless studies, but there are very few studies on the evolutionary roots of human culture. In this course, we will examine the process of cultural evolution, starting from the conditions of cultural evolution and examining the main stages in the cultural evolution of the human species.

Major topics:

definition of social learning, social learning in the animal kingdom, tool use and traditions in animals, differences between animal communication and human language, language learning in animals, evolution of humans, early evolution of human language, evolution of writing, emergence of advanced civilizations, explanatory theories of human culture, memetics, critique of memetics.

Requirements:

Exam in the exam period

Literature:

- Bickerton, D. (2009). *Adam's tongue: how humans made language, how language made humans*. Macmillan.
- Diamond, J. M. (1998). *Guns, germs and steel: a short history of everybody for the last 13,000 years*. Random House.
- Richerson, P. J., & Boyd, R. (2008). *Not by genes alone: How culture transformed human evolution*. University of Chicago press.
- Számadó, S., & Szathmáry, E. (2006). Selective scenarios for the emergence of natural language. *Trends in Ecology & Evolution*, 21(10), 555–561.
- Számadó, S. (2010). Pre-hunt communication provides context for the evolution of early human language. *Biological Theory*, 5, 366–382.

Doktori Iskola: **Biológia Doktori Iskola**

Doktori Program: **Ökológia és evolúció**

Tantárgy kódja: **BIO/01/50**

Tantárgy címe: **Kulturális evolúció**

Tantárgy címe angolul: **Cultural evolution**

Tantárgy oktatója és Neptun kódja: **Dr. Számadó Szabolcs (DTEEIH)**

Kreditérték és heti óraszám: **4 kredit, 2 óra / hét, előadás**

Az oktatás célja

Az emberi faj meghatározó sajátossága a közösségi lét, mely kulturálisan öröklődő szokásokra, tárgyakra, technológiákra épül. A jelen társadalmak szokásait számtalan tudomány vizsgálja, az emberi kultúra evolúciós gyökereit nagyon kevés. Az órán a kulturális evolúció folyamatát vizsgáljuk, a kulturális evolúció feltételeitől kiindulva megvizsgálva az emberi faj kulturális evolúciójának főbb stádiumait.

Tantárgy tartalma

Szociális tanulás definíciója, szociális tanulás az állatvilágban, eszközhasználat és tradíciók az állatvilágban, az állatok kommunikációja és emberi nyelv közötti különbségek, állatok nyelvtanulása, az ember evolúciója, az emberi nyelv korai evolúciója, az írás evolúciója, fejlett civilizációk megjelenése, az emberi kultúra magyarázó elméletei, a memetika, a memetika kritikája.

Számonkérési és értékelési rendszere

Szóbeli vizsga a vizsgaidőszakban

Irodalom

- Bickerton, D. (2009). Adam's tongue: how humans made language, how language made humans. Macmillan.
- Diamond, J. M. (1998). Guns, germs and steel: a short history of everybody for the last 13,000 years. Random House.
- Richerson, P. J., & Boyd, R. (2008). Not by genes alone: How culture transformed human evolution. University of Chicago press.
- Számadó, S., & Szathmáry, E. (2006). Selective scenarios for the emergence of natural language. Trends in Ecology & Evolution, 21(10), 555–561.
- Számadó, S. (2010). Pre-hunt communication provides context for the evolution of early human language. Biological Theory, 5, 366–382.

Doctoral School: **Doctoral School of Biology**

Doctoral program: **Ecology and Evolution**

Course code in Neptun: **BIO/01/51**

Course title: **Theory-based ecology**

Professor responsible for the course (Neptun code): **Dr. Géza Meszéna (YEA3QE)**

Other professors/instructors involved: ...

Course type (lecture/practical): **lecture**

Credits and hours/week: **4 credits, 2 hours/week**

Aim of the course:

The aim of the course is to lay the basis of and kindle the interest in theoretical approaches to general and specific ecological questions.

Major topics:

Exponential growth-capacity, structured populations
Ecological tolerance
Dispersal of populations
Regulation of populations, regulating variables
Competitive exclusion
Trade-offs and adaptation
Niche segregation and population coexistence
Effects of environmental fluctuation
Stochasticity in finite populations
Biomes, species diversity and spatial patterns

Requirements:

Students have to be present and active at the lectures. Student choose an individual mini-project which involves researching a topic, writing it up as a report and presenting it at one of the lectures.

Literature:

- The slides of the lectures (pdf)
- Pásztor L., Botta-Dukát Z. Magyar G., Czárán T., Meszéna G.: Theory-based Ecology: A Darwinian approach. Oxford University Press, 2016.
- Specific literature for the topic chosen by each student

Doktori Iskola: **Biológia Doktori Iskola**

Doktori Program: **Ökológia és evolúció**

Tantárgy kódja: **BIO/01/51**

Tantárgy címe: **Elmélet alapú ökológia**

Tantárgy címe angolul: **Theory-based ecology**

Tantárgy oktatója és Neptun kódja: **Dr. Mészéna Géza (YEA3QE)**

Kreditérték és heti óraszám: **4 kredit, 2 óra / hét, előadás**

Az oktatás célja

A tárgy célja, hogy bemutassa az ökológia elméleti alapjait és indíttatást nyújtson úgy speciális, mint általános ökológia kérdések elméleti megközelítéséhez.

Tantárgy tartalma

Exponenciális növekedési kapacitás, strukturált populációk.

Ökológiai tolerancia.

Populációk terjedése.

Populációk regulációja, reguláló változók.

Kompetitív kizárás.

Csereviszonyok és adaptáció.

Niche szegregáció és populációk koegzisztenciája.

Környezeti fluktuációk hatása.

Stochaszticitás véges populációkban.

Biomok, fajdiverzitás, térbeli mintázatok.

Számonkérési és értékelési rendszere

Az értékelés alapja az órai munka mellett egy, a hallgatók által meghatározott ökológiai témában elkészített dolgozat, amelynek tartalmát az óra során kiselőadásban is bemutatják. A gyakorlat teljesítésének feltétele a részvétel a foglalkozásokon. Az értékelés során fontos szempont a hallgató gyakorlat során mutatott aktív közreműködése.

Irodalom

— Órai bemutatók (pdf)

— Pásztor L., Botta-Dukát Z. Magyar G., Czárán T., Mészéna G.: Theory-based Ecology: A Darwinian approach. Oxford University Press, 2016.

— specifikus irodalom minden hallgatónak egyénileg a dolgozatának választott témához

Doctoral School: **Doctoral School of Biology**

Doctoral program: **Ecology and Evolution**

Course code in Neptun: **BIO/01/54**

Course title: **Geoinformatics in R**

Professor responsible for the course (Neptun code): **Dr. Ákos Bede-Fazekas (ZE7IVR)**

Other professors/instructors involved:

Course type (lecture/practical): **practical**

Credits and hours/week: **4 credits, 2 hours/week**

Aim of the course:

The purpose of the subject is to introduce by practical examples the geoinformatics capabilities of R, a free software widely used by researchers and statisticians. During the course, taking into account the needs of the students, the following four main topics can be addressed:

Major topics:

1. GIS data and its handling (raster, vector data tables, scanning, saving and modification of data, confusion, collaboration with other GIS software);
2. Solving geoinformatic problems (single and two variable geometric operations, boolean operations, sampling, projections, transformations, interpolations, raster formation, vector-raster interactions);
3. Visualization of GIS data (map display, additional map signals, basic maps, interactive maps);
4. Making spatial descriptive statistics (basic statistics, half -variogram, spatial autocorrelation).

Requirements:

Solving a geoinformatics problems related to the research conducted by the PhD student.

Literature:

...

Doktori Iskola: **Biológia Doktori Iskola**

Doktori Program: **Ökológia és evolúció**

Tantárgy kódja: **BIO/01/54**

Tantárgy címe: **Térinformatika R-ben**

Tantárgy címe angolul: **Geoinformatics in R**

Tantárgy oktatója és Neptun kódja: **Dr. Bede-Fazekas Ákos (ZE7IVR)**

Kreditérték és heti óraszám: **4 kredit, 2 óra / hét, gyakorlat**

Az oktatás célja

A tárgy célja, hogy a doktorandusz hallgatókkal gyakorlati példákon keresztül ismertesse a kutatók és statisztikusok által széles körben használt R programnyelv térinformatikai eszköztárát. A kurzus során – a jelentkező hallgatók igényeit figyelembe véve – a következő négy fő témakört érinthetjük:

Tantárgy tartalma

1. térinformatikai adatkezelés (raszterek, vektoros adattáblák, beolvasás, mentés, adatok lekérése és módosítása, összefűzés, együttműködés más térinformatikai szoftverekkel);
2. térinformatikai feladatok megoldása (egy- és kétváltozós geometriai műveletek, logikai műveletek, mintavétel, vetületek, transzformációk, interpolációk, raszterműveletek, vektor-raszter interakciók);
3. térinformatikai adatok vizualizációja (térképi megjelenítés, kiegészítő térképi jelek, alaptérképek, interaktív térképek);
4. területi leíró statisztikák készítése (alapstatisztikák, félvariogram, térbeli autokorreláció).

Számonkérési és értékelési rendszere

A kurzus végén a hallgatók által hozott, a kutatásukhoz kapcsolódó térinformatikai feladatokat közösen próbáljuk megoldani.

Irodalom

Doctoral School: **Doctoral School of Biology**

Doctoral program: **Ecology and Evolution**

Course code in Neptun: **BIO/01/55**

Course title: **Multi-level selection models**

Professor responsible for the course (Neptun code): **Dr. József Garay (LVV2SI)**

Other professors/instructors involved:

Course type (lecture/practical): **lecture**

Credits and hours/week: **4 credits, 2 hours/week**

Aim of the course:

The course gives an overview of the modelling methodology of social evolution, dealing mainly with interactions within the family, as a particular case. Students interested in the mathematical methods of evolution and evolutionary ecology, are suggested to sign up for the course.

Major topics:

1. Introduction to the course (group selection vs. Darwinian multi-level selection)
2. Evolutionary stability: Symmetric evolutionary matrix games
3. Asymmetric evolutionary matrix games
4. Replicator dynamics
5. Symmetric survival games
6. Asymmetric survival game
7. Leslie model-1
8. Leslie model-2
9. Demographic kin selection model for sib-cannibalism
10. Demographic kin selection model for juvenile honest food solicitation
11. Two-species evolutionarily stability based on population dynamics-1
12. Two-species evolutionarily stability based on population dynamics-2

Requirements:

exam during the exam period

Literature:

Doktori Iskola: **Biológia Doktori Iskola**

Doktori Program: **Ökológia és evolúció**

Tantárgy kódja: **BIO/01/55**

Tantárgy címe: **Többszintű szelekciós modellek**

Tantárgy címe angolul: **Multi-level selection models**

Tantárgy oktatója és Neptun kódja: **Dr. Garay József (LVV2SI)**

Kreditérték és heti óraszám: **4 kredit, 2 óra / hét, előadás**

Az oktatás célja

The course gives an overview of the modelling methodology of social evolution, dealing mainly with interactions within the family, as a particular case. Students interested in the mathematical methods of evolution and evolutionary ecology, are suggested to sign up for the course.

Tantárgy tartalma

1. Bevezetés a tárgy tematikájába (csoportszelekció vs. Darwin-i többszintű szelekció)
2. Evolúciós stabilitás: Szimmetrikus evolúciós mátrixjátékok
3. Aszimmetrikus evolúciós mátrixjátékok
4. Replikátordinamika
5. Szimmetrikus túlélési játék
6. Aszimmetrikus túlélési játék
7. Leslie modell I
8. Leslie modell II
9. Demográfiai rokonszelekciós modell a testvér-kannibalizmus értelmezésére
10. Demográfiai rokonszelekciós modell fiatalok őszinte élelem kéréséért
11. Kétfajós evolúciós stabilitás populációdinamika alapján I
12. Kétfajós evolúciós stabilitás populációdinamika alapján II

Számonkérési és értékelési rendszere

vizsga vizsgaidőszakban

Irodalom

Doktori Iskola: **Biológia Doktori Iskola**

Doktori Program: **Ökológia és evolúció**

Tantárgy kódja: **BIO/01/56**

Tantárgy címe: **Evolúcióbiológia aktuális kérdései**

Tantárgy címe angolul: **Current Questions in Evolutionary Biology**

Tantárgy oktatója és Neptun kódja: **Dr. Kun Ádám (XFLP44)**

Kreditérték és heti óraszám: **4 kredit, 2 óra / hét, előadás**

Az oktatás célja

Az evolúcióbiológia virágzó tudományterület, ahol folyamatosan születnek új eredmények. A doktorandusz hallgatóknak naprakésznek kell lenniük ezekkel az eredményekkel is. A kurzus kétféle szemináriumot tartalmaz. Vagy egy kutató mutatja be aktuális munkáját a hallgatóknak, vagy egy hallgató mutat be egy új dolgozatot a tudományos irodalomból.

A kurzus az evolúcióbiológiával kapcsolatban megjelenő új tanulmányokról szóló szemináriumsorozatként van tervezve. A kurzus ismételhető.

Tantárgy tartalma

1. Előadás egy evolúcióbiológus által az aktuális kutatásáról.
2. Egy recens evolúcióbiológiai tanulmány bemutatása az egyik hallgató által.
3. Előadás egy evolúcióbiológus által az aktuális kutatásáról.
4. Egy recens evolúcióbiológiai tanulmány bemutatása az egyik hallgató által.
5. Előadás egy evolúcióbiológus által az aktuális kutatásáról.
6. Egy recens evolúcióbiológiai tanulmány bemutatása az egyik hallgató által.
7. Előadás egy evolúcióbiológus által az aktuális kutatásáról.
8. Egy recens evolúcióbiológiai tanulmány bemutatása az egyik hallgató által.
9. Előadás egy evolúcióbiológus által az aktuális kutatásáról.
10. Egy recens evolúcióbiológiai tanulmány bemutatása az egyik hallgató által.
11. Előadás egy evolúcióbiológus által az aktuális kutatásáról.
12. Egy recens evolúcióbiológiai tanulmány bemutatása az egyik hallgató által.

Számonkérési és értékelési rendszere

Minden szeminárium látogatása és egy választott, recens tanulmány bemutatása egy előadás keretében.

Irodalom

12. The application of evolutionary theory outside of biology.

Requirements:

Exam in the exam period

Literature:

- Futuyma & Kirkpatrick. Evolution (2022) Sinauer Associates
- Herron & Freeman. Evolutionary Analysis 5th Edition (2013)

Doktori Iskola: **Biológia Doktori Iskola**

Doktori Program: **Ökológia és evolúció**

Tantárgy kódja: **BIO/01/57**

Tantárgy címe: **Bevezetés az evolúcióbiológiába nem biológusoknak**

Tantárgy címe angolul: **Introduction to evolutionary biology for non-biologists**

Tantárgy oktatója és Neptun kódja: **Dr. Kun Ádám (XFLP44)**

Kreditérték és heti óraszám: **4 kredit, 2 óra / hét, előadás**

Az oktatás célja

A kurzus célja az evolúcióelmélet alapjainak bemutatása nem biológusok számára. Doktori programunk olyan fizikusokat, vegyészeket és matematikusokat vonz, akiknek nincs formális biológiai képzettségük. Bár általában rendelkeznek az elméleti kutatáshoz szükséges készségekkel, hiányzik nekik az a biológiai tudás, amellyel a biológia képzésből érkező hallgatóink rendelkeznek. Itt foglalkozunk a legfontosabb témákkal, amelyek segítenek nekik a tanulmányaik megkezdésében.

Tantárgy tartalma

1. Bevezetés az evolúcióbiológiába. A szaporodással, öröklődő tulajdonságokkal és e tulajdonságok variációjával rendelkező evolúciós egység. Exponenciális növekedés. Autokatalízis.
2. Az evolúciógenetikai alapjai I. Mendel-féle genetika. Haploid és diploid genetika. Genotípus-fenotípus térképek. Multi-lokuszos genetika. Episztázis. Genomszerveződés.
3. Az evolúció genetikai alapjai II. Mutációk. Pontmutációk és indelek, kromoszómaváltozások. Horizontális génátvitel. A mutációk evolúciós hatása.
4. Populációgenetika I. A Hardy-Weinberg-egyensúly. A migráció evolúciós következménye.
5. Populációgenetika II. Sodródás és a kis populációk sorsa. Az evolúció semleges elmélete. Molekuláris óra.
6. Populációgenetika III. Szelekció. Szelekció haploid szervezetekben, szelekció diploid szervezetekben. Szelekció összetett tulajdonságokon.
7. Adaptáció. Mitől lesz jó egy adaptációs történet? Az adaptáció kísérleti igazolása. Következtetés filogenetikai fákból. Mi nem evolúció.
8. Fajképződés. Niche-elmélet. Niche-szegregáció. A fajképződés elméletei. Evolúciós elágazás.
9. Filogenetikai fák és felhasználásuk. Az élet fája. Korallók, bokrok és hálózatok. Ősi és származtatott tulajdonságok.
10. Makroevolúció. Az evolúció főbb átmenetei.
11. Evolúciós játékelmélet. Bevezetés a játékelméletbe és annak alkalmazása az evolúcióbiológiában. A nemek evolúciója.
12. Az evolúcióelmélet alkalmazása a biológián kívül.

Számonkérési és értékelési rendszere

Szóbeli vizsga a vizsgaidőszakban

Irodalom

- Futuyma & Kirkpatric. Evolution (2022) Sinauer Associates
- Herron & Freeman. Evolutionary Analysis 5th Edition (2013)