

## **Tisztelt Hallgató!**

Számos olyan létesítmény létezik, amely technológiájából adódóan a környezet egyes elemeire és rendszereire potenciális kibocsátási hatótényezőnek tekinthető. Ebből adódóan ezeknek a létesítményeknek a környezetében a környezet egyes elemeire és rendszereire irányuló monitoring rendszer üzemeltetése elengedhetetlen. A környezeti monitoring rendszer ugyanakkor, rendszeres időközönként, egyidejűleg több jellemzőre (fizikai, kémiai, biológiai) irányuló környezeti minták vételét és elemzését foglalja magába, ezért a környezeti monitoring rendszer működtetése több tudományág, szakterület együttes ismeretét követeli meg.

A Környezeti Monitorozó szakirányú továbbképzés célja, hogy a hallgatók olyan átfogó elméleti és gyakorlati tudást, ismereteket szerezzenek, amelyek birtokában alkalmasak lesznek a környezeti monitoring rendszerek működtetésére, irányítására, a tervezéstől a mintavételén át az értékelésig. A képzés keretében olyan környezeti monitorozó szakemberek képzése valósul meg, akik a jellegzetesen multidiszciplináris környezeti monitorozás, állapotértékelés alkotó műveléséhez szükséges valamennyi tudományterületen magas szintű alaptudással és az ahhoz illeszkedő gyakorlattal, széles körben hasznosítható sokoldalú készségekkel, általános műveltséggel, korszerű természettudományos szemléletmóddal rendelkeznek.

Debrecen, 2024. április

Dr. Magura Tibor  
egyetemi tanár  
a szakirányú továbbképzési szak  
felelőse

## Tartalom

<b>Tartalom</b> .....	2
I. A Környezeti monitorozó szakirányú továbbképzési szak szakképzési és kimeneti követelményei .....	3
II. A szakirányú továbbképzési tantervi hálója.....	7
III. Képzési program .....	9
IV. A résztvevők teljesítményét értékelő rendszer.....	10
V. A tantárgyi programok .....	12
VI. A képzési program végrehajtásához szükséges tárgyi és személyi feltételek, ezek biztosításának módja .....	44

## **I. A Környezeti monitorozó szakirányú továbbképzési szak szakképzési és kimeneti követelményei**

**1. A szakirányú továbbképzési szak megnevezése:** környezeti monitorozó szakirányú továbbképzési szak

**2. A szakirányú továbbképzési szakon szerorzhető szakképzettség oklevélben szereplő megnevezése:** környezeti monitorozó

**3. A szakirányú továbbképzési szak besorolása:**

**3.1. képzési terület szerinti besorolása:** természettudomány

**3.2. a végzettségi szint besorolása:**

- o ISCED 1997 szerint: 5
- o ISCED 2011 szerint: 5A
- o az európai keretrendszer szerint: 6
- o a magyar képesítési keretrendszer szerint: 6

**3.3. a szakképzettség képzési területek egységes osztályozási rendszere szerinti tanulmányi területi besorolása:**

- o ISCED 1997 szerint: 42
- o ISCED-F 2013 szerint: 052

**4. A felvétel feltétele(i):**

**a) az alábbi alapképzési szakok (korábban legalább főiskolai szintű képzésben) valamelyikén szerzett végzettség és szakképzettség:**

- környezettan;
- környezetgazdálkodási agrármérnök;
- természetvédelmi mérnök;
- környezetmérnök;
- biológia;
- fizika;
- földtudomány;
- kémia;
- biomérnök;
- vegyészmérnök.

**b) egyéb alapképzési szakon szerzett végzettség és szakképzettség esetén (korábban legalább főiskolai szintű képzésben) további jelentkezési feltétel az alábbi mesterképzési szakok valamelyikén szerzett végzettség és szakképzettség:**

- környezettudomány;
- környezetgazdálkodási agrármérnök;

- természetvédelmi mérnök;
- környezetmérnök;
- biológus;
- fizikus;
- geográfus;
- hidrobiológus;
- vegyész;
- biomérnök;
- vegyészmérnök.

**5. A képzési idő félévekben meghatározva: 2 félév**

**6. A szakképzettség megszerzéséhez összegyűjtendő kreditek száma: 60 kredit**

**7. A képzés célja és a szakmai kompetenciák (tudás, képesség, attitűd, autonómia és felelősség):**

**7.1. A képzés célja:** A képzés célja olyan környezeti monitorozó szakemberek képzése, akik a jellegzetesen multidiszciplináris környezeti monitorozás, állapotértékelés alkotó műveléséhez szükséges valamennyi tudományterületen magas szintű, korszerű alaptudással és az ahhoz illeszkedő gyakorlattal, széles körben hasznosítható sokoldalú készségekkel, általános műveltséggel, korszerű természettudományos szemléletmóddal rendelkeznek, valamint képesek a környezeti monitoring rendszerek működtetésére, irányítására, a tervezéstől, a mintavételen át az értékelésig.

**7.2. Szakmai kompetenciák:**

**A környezeti monitorozó**

**a) tudása**

- Ismeri a környezettudományra jellemző elméletek, paradigmák, elképzelések és elvek tervezői és vezetői szintű ismeretanyagát.
- Birtokában van a jellegzetesen multidiszciplináris környezettudomány alkotó műveléséhez szükséges tudományterületeken (biológia, fizika, földtudományok, kémia, matematika és informatika) a szakmai érdeklődésének megfelelő speciális tudásnak.
- Ismeri az emberi környezetben, a Föld felszíni és felszín közeli szféráiban előforduló erőforrások kiaknázásának és megőrzésének lehetőségeit.
- Ismeri a környezetben lejátszódó folyamatok térbeli kapcsolatrendszerait mikro-, mezo-, és makrorégió szinten.
- Ismeri a természetes és mesterséges környezetben előforduló szerves és szervetlen mintákban levő szilárd, cseppfolyós és légnemű alkotók összetételének, szerkezetének és eloszlásának elemzési módjait.
- Ismeri és szükség esetén kritikusan értékeli a környezeti szempontból fontos egészségügyi, jogi és biztonsági szabályozások környezetre és társadalomra gyakorolt hatásait.
- Ismeri a környezetünkben előforduló élő és élettelen anyagok terepi és laboratóriumi adatgyűjtésének, adatrögzítésének és -feldolgozásának, valamint adatértelmezésének speciális módszereinek működési elvét.

- Ismeri a környezet- és természetvédelemhez kapcsolódó alap- és alkalmazott kutatások speciális módszereit, azok tervezési és értékelési módjait.

#### **b) képességei**

- Képes a terepi és laboratóriumi észlelések elmélettel való összehangolására a megfigyelés, felismerés, szintézis és modellezés munkafolyamat sorozaton keresztül.
- Multidiszciplináris gondolkodása révén a környezettudományt felépítő részdiszciplínákból rendelkezésre álló információkból megérti és átlátja a környezettudomány közvetlen és közvetett összefüggéseit is.
- Képes a környezettudományban szerepet játszó anyagi minőségek és jelenségek tulajdonságainak felismerésére, azonosítására, valamint ezek környezettudományi módszerekkel való jellemzésére, térben és időben egyaránt.
- Képes terepi és laboratóriumi környezeti vizsgálatok kivitelezésére, megfelelő figyelemmel a kockázatbecslésre, hozzáférési jogokra, a megfelelő egészségügyi és biztonsági szabályozásokra.
- Képes speciális eljárások, technikák alapján az élő és élettelen környezeti mintákra alkalmazható adatgyűjtés, adatrögzítés és -feldolgozás megtervezésére, irányítására, az adatgyűjtés hibáinak kezelésére.
- Képes az élő és élettelen környezeti mintákra alkalmazható adatgyűjtés és -feldolgozás megtervezése.
- Képes a környezetünkben előforduló szerves és szervetlen anyagok terepi és laboratóriumi adatgyűjtéséhez, adatrögzítéséhez és -feldolgozásához, valamint adatértelmezéséhez szükséges speciális informatikai és infokommunikációs módszereket alkalmazni.
- Képes önálló tervező, irányító, szakértői munkakörök betöltésére a környezet- és természetvédelemhez kapcsolódó tudományos kutatásokat végző munkahelyeken, a környezettudomány eredményeit alkalmazó és továbbfejlesztő munkahelyeken, kutatófejlesztő intézetekben és a szakigazgatásban.
- Képes kutatások tervezésére, szervezésére, lebonyolítására és kutatási beszámolók elkészítésére, beleértve az átvett adatok felhasználását is.
- Képes környezeti hatásvizsgálatok tervezésére és kivitelezésére, az eredmények kiértékelésére összhangban a hazai és az európai uniós elvárásokkal és előírásokkal.
- Rendelkezik a környezeti problémák által megszabott széles körben hasznosítható problémamegoldó készséggel.

#### **c) attitűdje**

- Törekszik a Föld felszíni és felszín közeli szféráiban lejátszódó folyamatok minél szélesebb körű megismerésére.
- Törekszik a környezettudományt felépítő diszciplínák új eredményeinek megismerésére és azok szintetizálására.
- Rendelkezik az egyes szférák vizsgálatához kötődő gyakorlati tevékenységek megtervezéséhez, vezetéséhez és értékeléséhez szükséges adottságokkal.
- Törekszik arra, hogy a környezeti problémákkal kapcsolatos feladatait kollégáival együttműködve, szakmai véleményük figyelembevételével végezze.
- Törekszik a környezettudományi vizsgálatokban kooperáció kialakítására más szakterületek képviselőivel.
- Érzékeny az őt körülvevő és a globális léptékben jelentkező környezeti, természeti problémákra és válságokra.

#### **d) autonómiája és felelőssége**

- Kezdeményező és döntéshozatali képesség, személyes felelősségvállalása és annak gyakorlása révén alkalmas a csoportmunkában való konstruktív együttműködésre.

- Szakmai tevékenysége során felelősséggel vizsgálja az antropogén folyamatok környezeti kockázatait és legjobb szakmai tudása szerint irányítja az ezeket csökkentő intézkedések megtételét.
- A környezettudomány bármely területéhez kapcsolódó gyakorlati monitorozási feladatait önállóan végzi, azokért felelősséget vállal.
- Munkája során önálló tervező, irányító, szakértő feladatokat lát el a környezettudományhoz kapcsolódó monitorozási feladatokat végző munkahelyeken, a környezettudomány eredményeit alkalmazó és továbbfejlesztő munkahelyeken, kutató-fejlesztő intézetekben és a szakigazgatásban.

**8. A szakirányú továbbképzési szak szakmai jellemzői, a szakképzettséghez vezető szakterületek és azok kreditaránya, amelyből a szak felépül:**

*képzéshez kapcsolódó természettudományi ismeretek: 30 kredit*

*környezettudomány, környezeti monitorozási szakspecifikus ismeretek: 30 kredit*

## II. A szakirányú továbbképzési tantervi hálója

Tárgy	Tárgyfelelős	Félévek óraszámjai		Számonkérés	Kredit
		1	2		
Környezeti alapismeretek	Nagy Sándor Alex	1+0+0		K	1
Környezeti alapismeretek	Nagy Sándor Alex	0+1+0		G	1
Környezetinformatika	Csige István	1+0+0		K	1
Környezetinformatika	Csige István	0+2+0		G	2
Környezetfizika	Erdélyiné Baradács Eszter	2+0+0		K	2
Környezetfizika	Erdélyiné Baradács Eszter	0+1+0		G	1
Hidrobiológia, hidroökológia	Nagy Sándor Alex	1+0+0		K	1
Hidrobiológia, hidroökológia	Nagy Sándor Alex	0+2+0		G	2
Geohidrológia	Szabó Szilárd	1+0+0		K	1
Geohidrológia	Szabó Szilárd	0+0+2		G	2
Ökotoxikológia	Kundrát-Simon Edina	1+0+0		K	1
Ökotoxikológia	Kundrát-Simon Edina	0+0+2		G	2
Térinformatika	Szabó Gergely	0+0+4		G	4
Környezetvédelmi gazdálkodás és minőségirányítás	Fazekas István	2+0+0		K	2
Környezetvédelmi gazdálkodás és minőségirányítás	Fazekas István	0+0+2		G	2
Környezetvédelmi politika	Fazekas István	2+0+0		K	2
Környezetjog	Fodor László	2+0+0		K	2
Környezetjog	Fodor László	0+1+0		G	1
Levegőtisztaság védelem	Kundrát-Simon Edina		1+0+0	K	1

Levegőtisztaság védelem	Kundrát-Simon Edina		0+0+2	G	2
Talajvédelem	Szabó György		2+0+0	K	2
Talajvédelem	Szabó György		0+1+0	G	1
Vízminőségvédelem és módszerei	Bácsi István		1+0+0	K	1
Vízminőségvédelem és módszerei	Bácsi István		0+0+3	G	3
Modellkísérletek gyakorlat	Bácsi István		0+0+3	G	3
Környezet-állapot értékelés módszerei és eszközei	Magura Tibor		0+2+0	G	2
Nukleáris mérés technika	Papp Zoltán		1+0+0	K	1
Nukleáris mérés technika	Papp Zoltán		0+1+0	G	1
Nukleáris analitikai módszerek a környezetkutatásban	Molnár Mihály		2+0+0	K	2
Mintavétel, minta előkészítés és környezetkémiai módszerek	Baranyai Edina		0+0+4	G	4
Környezeti szerves kémia	Nagy Lajos		1+0+0	K	1
Környezeti szerves kémia	Nagy Lajos		0+0+2	G	2
Biostatisztika	Tóthmérész Béla		0+0+4	G	4



### **III. Képzési program**

#### **1. A képzésért felelős kar neve**

Debreceni Egyetem Természettudományi és Technológiai Kar

#### **2. A képzésért felelős oktató**

Prof. Dr. Magura Tibor egyetemi tanár

Debreceni Egyetem Természettudományi és Technológiai Kar, Ökológiai Tanszék

#### **3. A képzési cél**

A képzés célja olyan környezeti monitorozó szakemberek képzése, akik a jellegzetesen multidiszciplináris környezeti monitorozás, állapotértékelés alkotó műveléséhez szükséges valamennyi tudományterületen magas szintű, korszerű alaptudással és az ahhoz illeszkedő gyakorlattal, széles körben hasznosítható sokoldalú készségekkel, általános műveltséggel, korszerű természettudományos szemléletmóddal rendelkeznek, valamint képesek a környezeti monitoring rendszerek működtetésére, irányítására, a tervezéstől, a mintavételen át az értékelésig.

#### **4. A képzés formája**

Levelező oktatás

#### **5. A képzés szerkezete**

A képzési idő: 2 félév

A képzési idő kontaktóra-száma: 840 óra

Az elmélet és a gyakorlat aránya: elmélet 35 %, gyakorlat 65 %

A szakképzettség megszerzéséhez összegyűjtendő kreditek száma: 60 kredit

#### **6. A képzés módszerei**

A képzés módszere megegyezik a természettudományos felsőoktatásban hagyományosan elterjedt módszerekkel. Előadások keretében történik a szakmai anyag elméleti részének ismertetése. A gyakorlati foglalkozásokon az ismeretek alkalmazása kerül bemutatásra, és egyben begyakorlásra. A képzésben nagy hangsúlyt kapnak a számítógépes alkalmazások, ezért a gyakorlati foglalkozások alapvetően a számítógépes munkavégzésre épülnek. A képzés során folyamatos elektronikus kapcsolattartásra van lehetőség a hallgatók és az oktatók között.

## IV. A résztvevők teljesítményét értékelő rendszer

A kompetenciák elsajátítása előadásokon, szemináriumokon és gyakorlatokon, valamint önálló tanulással történik. Az elsajátítás fokát dolgozatokkal és vizsgával ellenőrizzük. Az értékelés módja kollokviummal és gyakorlati jeggyel záró tantárgyak esetén ötfokozatú értékeléssel (1-5) történik. A tantárgyfelelős oktatók az általuk meghatározott tantárgyi követelményrendszer, a szakmai tartalmat, a félévközi ellenőrzések időpontjait és a félévközi követelmények teljesítésének, valamint pótlásának határidejét, javítási lehetőségeit a kurzus első hetében közlik a hallgatókkal. A követelményrendszer a szakmai tartalmak mellett tartalmazza az ellenőrzés, számonkérés, értékelés módját. Az oktatói munka során megvalósuló értékelés, ellenőrzés működésének alapját a Debreceni Egyetem által elfogadott szabályzatok, így a Tanulmányi és Vizsgaszabályzat biztosítja. A szabályzatok Hallgatói Önkormányzatoknál, a Kar intézetekben, a Könyvtárban, illetve az Egyetem és a Kar honlapján is megtalálhatók.

Az ismeretek ellenőrzési rendszere a tantervben előírt tantárgyak évközi és kollokviumi jegyeinek megszerzéséből, a választott szakdolgozat elkészítéséből, valamint a szakdolgozat Záróvizsgán való megvédéséből tevődik össze.

### A szakdolgozat

A szakdolgozati téma és témavezető választását a szakfelelős hagyja jóvá.

Az elkészült szakdolgozatok bírálatát a témavezető tanszéke koordinálja. Amennyiben a bírálók (külső és belső) a dolgozatot elfogadhatónak minősítik, a hallgató Záróvizsgára bocsátható, ahol bizottság előtt védi meg szakdolgozatát.

### A záróvizsga

A Záróvizsgára bocsátás feltétele:

- 60 kredit megszerzése a tantervben előírt módon, elfogadott szakdolgozat.

A Záróvizsga részei:

- A szakdolgozat kidolgozásának ismertetése 8-10 perces prezentáció keretében.
- A szakdolgozat megvédése a Záróvizsga Bizottság által feltett kérdések megválaszolásával.

A záróvizsga eredménye, az oklevél minősítése:

A tantervben előírt tantárgyak érdemjegyei számtani átlagának (T) és a szakdolgozat védésére adott érdemjegy (SZ) számtani átlaga, azaz:

$$ZV = \frac{T + SZ}{2}$$

Ha bármelyik részjegy elégtelen (1), akkor a záróvizsga végeredménye is elégtelen. Elégtelen (1) végeredményű záróvizsga esetén az oklevél nem adható ki, a záróvizsgát meg kell ismételni. Elégtelennél jobb (2-5) végeredményű záróvizsga esetén az oklevél kiadható.

A kiszámított átlageredmény alapján az oklevelet a következőképpen kell minősíteni:

kiváló:	4,81 – 5,00
jeles:	4,51 – 4,80
jó:	3,51 – 4,50
közepes:	2,51 – 3,50
elégséges:	2,00 – 2,50

**A korábban szerzett ismeretek, gyakorlatok beszámítási rendje**

Bármely felsőoktatási alapképzésben vagy továbbképzésben szerzett kredit elismerhető, ha a kreditátváltás általános szabályai szerint ekvivalens a jelen szakirányú továbbképzés valamely tantárgyával.

## V. A tantárgyi programok

### KÖRNYEZETTANI ALAPISMERETEK

*Óraszám/szemeszter:* 4 elmélet + 4 szeminárium

*Kreditszám:* 1 + 1

*Számonkérés módja:* kollokvium + gyakorlati jegy

#### *A tárgy célja:*

A hallgatók elsajátítják azokat az alapvető ismereteket, amelyek a fenntartható fejlődés, a környezet és az egészségfejlesztés, az energiahatékonyság, az anyagok újrahasznosítása, és az ökológiai lábnyom kérdéskörét tárgyalják. A kurzus kitér a globális éghajlatváltozás és a bioszféra kapcsolatára, a környezeti problémák, környezetterhelés, biológiai indikáció és biodiverzitás témaköreire, valamint a Föld, mint élettér, a levegő, a víz, a talaj a természet és a társadalom kapcsolatrendszerére is.

#### *A tárgy tematikája:*

##### *előadás:*

A környezettani szemléletmód, a populációk. Globális környezeti rendszerek és problémák. Lokális és regionális környezetközpontú gondolkodás. Kontinentális és globális környezetközpontú gondolkodás. Élő és élettelen környezeti tényezők. A környezeti rendszerek állapota, védelme. Fenntarthatóság, energiahatékonyság, az anyagok újrahasznosítása, ökológiai lábnyom. A globális éghajlatváltozás és hatása a bioszférára. Környezeti problémák, környezetterhelés. Biológiai indikáció és biodiverzitás. A Föld, mint élettér. A levegő, a víz és a talaj. A természet és a társadalom. Kollokvium előtti konzultáció

##### *szeminárium:*

Tudatosul a hallgatókban a környezettan szemléletmódja és az egyedfeletti szerveződési szintek alapegységeinek jelentősége. Megismerkednek a globális környezeti rendszerek alapelemeivel és főbb problémáival. Elsajátítják a lokális és regionális környezetközpontú gondolkodás főbb vonásait.

Áttekintik a kontinentális és globális környezetközpontú gondolkodás főbb elemeit. Számba veszik a főbb élő és élettelen környezeti tényezőket. Letisztázódnak a hallgatókban a környezeti rendszerek állapotának és védelmének alapelvei. A hallgatók megismerik a fenntarthatóság, energiahatékonyság, valamint az anyagok újrahasznosításának főbb vonásait, valamint az ökológiai lábnyom szerkezetét.

Megismerik a globális éghajlatváltozás alapelemeit és hatását a bioszférára. Tudatosul a hallgatókban a főbb környezeti problémák mibenléte, és a környezetterhelések hatásai. Megismerkednek a biológiai indikáció alapelemeivel és a biodiverzitás főbb törvényszerűségeivel. Áttekintik a Föld élettér szerepét. Áttekintik a levegő, a víz és a talaj állapotának környezettani vonatkozásait.

Áttekintik és megvitatják a természet és a társadalom összefüggésrendszerét. A gyakorlati jegy megszerzését segítő konzultáció

#### *Ajánlott irodalom:*

1. Mészáros Ernő 2001: A környezettudomány alapjai – Akadémiai Kiadó, Budapest, 210 pp
2. Kerényi Attila 2003: Környezettan – Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium, Budapest, 470 pp

3. Kiss Ferenc 2011: Környezettani alapismeretek – TÁMOP 4.1.2-08/1A, Multimédiás tananyag, Nyíregyházi Főiskola, 164 pp

## KÖRNYEZETINFORMATIKA

*Óraszám/szemeszter:* 4 elmélet + 8 szeminárium

*Kreditszám:* 1 + 2

*Számonkérés módja:* kollokvium + gyakorlati jegy

*A tárgy célja:*

Környezeti adatbázisok (geológiai, növényzeti, hidrológiai, talajtani adatok, modellezéshez szükséges adatok pl. erózió, talajvíz áramlás, talajtermékenység jellemzői stb.), ezek használata, hozzáférhetősége. Adatbázisokra vonatkozó informatikai alapismeretek, (adatok tárolása, keresése). Környezeti adatok statisztikai értékelése, valószínűségszámítási alapfogalmak, statisztikai próbák. Időben változó környezeti folyamatok jellemzése, differenciálegyenletek és megoldási módszerek.

*A tárgy tematikája:*

*előadás:*

Adatbázisokra vonatkozó informatikai alapismeretek, (adatok tárolása, keresése). Környezeti adatbázisok jellemzése. Geológiai, növényzeti, hidrológiai, talajtani adatok. Modellezéshez szükséges adatok (pl. erózió, talajvíz áramlás, talajtermékenység jellemzői, stb.), ezek használata, hozzáférhetősége. Környezeti adatok statisztikai értékelése, valószínűségszámítási alapfogalmak. Gyakorisági eloszlások, a normális eloszlás. Paraméterbecslés, intervallumbecslés. Statisztikai próbák. F-próba, t-próba. Lineáris regresszió. Térben és időben változó környezeti folyamatok jellemzése. Differenciálegyenletek és megoldási módszerek. Parciális differenciálegyenletek numerikus megoldása. Bemutató készítése. Infokommunikációs eszközök használata.

*szeminárium:*

Adatbázisokra vonatkozó informatikai alapismeretek, (adatok tárolása, keresése). Adatbázisok keresése az Interneten, regisztráció, adatok letöltése. Környezeti adatbázisok jellemzése. Grafikus adatbázisok összehasonlítása. Geológiai, növényzeti, hidrológiai, talajtani adatok. távérzékeléssel nyert adatok gyűjtése egy konkrét területre vonatkozóan. Modellezéshez szükséges adatok (pl. erózió, talajvíz áramlás, talajtermékenység jellemzői, stb.), ezek használata, hozzáférhetősége. A talajszennyezés modellezéséhez szükséges adatok összegyűjtése. Környezeti adatok statisztikai értékelése, valószínűségszámítási alapfogalmak. Véletlenszám generálás, egyenletes eloszlás, binomiális- és Poisson-eloszlások generálása adott tartományban. Gyakorisági eloszlások, a normális eloszlás. Normális és lognormális eloszlású adatokból gyakorisági eloszlás készítése. Paraméterbecslés, intervallumbecslés. Normális és lognormális eloszlások paramétereinek becslése, a mérési bizonytalanság értelmezése, kiugró adatok kezelése, hibaterjedés.

Statisztikai próbák. F-próba, t-próba. F- és t-próbák elvégzése egy konkrét környezetfizikai problémára, az eredmények statisztikailag precíz és közérthető megfogalmazása. Lineáris regresszió. Lineáris, hatvány- és exponenciális függvény illesztése egy konkrét környezettudományi probléma adataira, az illesztett paraméterek bizonytalanságának becslése, az illesztés eredményének jelentése és kommunikációja. Térben és időben változó környezeti folyamatok jellemzése. Környezeti áramlási és szennyeződésterjedési folyamatok. Források és nyelők, diffúzió-diszperzió, advekción fogalma, anyagjellemzők és transzportparaméterek. Számítógépes problémamegoldási módszerek. Konceptuális, matematikai, numerikus és számítógépes modellalkotás folyamata. Analitikus és numerikus megoldás összehasonlítása egy egyszerű közönséges differenciálegyenlet esetén, a validálás és kalibrálás folyamata. Parciális differenciálegyenletek numerikus megoldása. Az advektív-

diffúzív transzport differenciálegyenletének megoldása analitikusan és véges-differenciák módszerével, összehasonlítás, validálás. Bemutató készítése. A hallgatók által a korábbi témakörökben házi feladatként elkészített bemutatók bemutatása és értékelése. Infokommunikációs eszközök használata. Előadások, jelentések, tanulmányok, cikkek készítésének infokommunikációs eszközei.

Ajánlott irodalom:

1. Kovács Ferenc, Lóki József, Nagyvárad László, Gyenizse Péter, Bugya Titusz, Rábay Andor: Környezeti informatika. 2013. (egyes fejezetek)
2. Kemény Sándor, Deák András: Mérések tervezése és eredményeik értékelése. Műszaki Könyvkiadó, 1993 (egyes fejezetek)
3. Tamás János: Környezetinformatika az agrár-környezetvédelemben. Szaktudás Kiadó Ház, 2005

## KÖRNYEZETFIZIKA

*Óraszám/szemeszter:* 8 elmélet + 4 szeminárium

*Kreditszám:* 2 + 1

*Számonkérés módja:* kollokvium + gyakorlati jegy

### *A tárgy célja:*

Jólét és energia, kockázat természetes és antropogén folyamatokban; a világ energiahelyzete. A légköri környezet: A légköri aeroszol (források, természetes és antropogén komponens; az aeroszol detektálása és analízise). Globális klimatikus hatások (üvegházhatás, ózonlyuk, extrém aeroszol koncentrációk: vulkáni hatás, nagykiterjedésű tüzek, nukleáris tél). Természetes eredetű sugárzások a környezetben (radon a környezetben, kozmikus sugárzás, kozmogén izotópok). Mesterséges eredetű sugárzások a környezetben (nukleáris fegyverkísérletek környezeti hatásai; kibocsátás az atomerőmű normál üzemeltetése során; atomerőművek baleseteinek környezeti hatásai; a radioaktív hulladékok). Hidrológia, felszín alatti vizek: A stabilizotópok és nemesgázok szerepe vízbázisok vizsgálatában. Felszín alatti vizek tartózkodási idejének meghatározása. Alternatív energiaforrások fizikai kérdései és perspektívái: Útkeresés a környezetbarát energiatermelés irányában; alternatív és megújuló energiaforrások (napenergia, a biomassza, mint energiaforrás, vízenergia, szélenergia, nukleáris energiatermelés csökkentett környezeti hatásokkal). A zaj, mint környezeti probléma (a hang és a zaj; a zaj hatásai; a zaj mérése; a zaj csökkentése).

### *A tárgy tematikája:*

#### *előadás:*

Környezet, kockázat, civilizáció. Kozmikus sugárzási környezetünk. Radon a környezetben. Klímaváltozás. A környezeti zaj. A légkör aeroszol szennyezettsége. Extrém aeroszol hatások. Atomerőművek normál üzemi kibocsátásai; Radioaktív hulladékok elhelyezése. Reaktorbalesetek környezeti hatásai. "Hagyományos erőművek" környezeti hatásai. Alternatív energiaforrások. Áramlások a környezetben, vízkészletek és veszélyeztetettségük. Vízbeszivárgás, kormeghatározás. Igyunk vagy ne igyunk: ásványvizek radioaktivitása.

#### *szeminárium:*

Protonindukált röntgenemissziós analízis (PIXE). Radon mérés és kozmikus sugárzás mérése szilárdtest nyomdetektorral. Folyadékszcintillációs (LSC) mérés technika. Környezeti radioizotópok analitikája (gamma-spektrometria). Radiokarbonos kormeghatározás és környezetkutató (EnvironMICADAS). Stabilizotóp-arány mérés ( $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta^{18}\text{O}$ ,  $\delta^{15}\text{N}$ ,  $\delta^{34}\text{S}$ ,  $\delta\text{D}$ ) tömegspektrométerrel. Nemesgáz tömegspektrometria.

### *Ajánlott irodalom:*

1. Kiss Árpád Zoltán szerk.: Fejezetek a környezetfizikából. Egyetemi jegyzet, Kossuth Egyetemi Kiadó, Debreceni Egyetem, Debrecen, 2003.
2. Kiss Ádám: Környezetfizika. ELTE Typotex Kiadó, 2012.
3. Dr. Sós Katalin: Környezetfizika. Egyetemi Tankönyv, JGYF Kiadó, 2016., ISBN 978-615-5455-38-4



## HIDROBIOLÓGIA, HIDROÖKOLÓGIA

*Óraszám/szemeszter:* 4 elmélet + 8 szeminárium

*Kreditszám:* 1 + 2

*Számonkérés módja:* kollokvium + gyakorlati jegy

*A tárgy célja:*

A hidrobiológia fogalma, tárgya, jelentősége, elhelyezése a tudományok és a gyakorlati alkalmazhatóságok rendszerében. A vízfolyásokra és az állóvizekre jellemző vízmozgások típusainak ismerete. A vizek fényklímája, a vizekbe behatoló fény jellemzői és elnyelődésének következményei. A természetes vizek hőtani sajátosságai. A biológiai termelés működésének lényegi sajátosságai a vizekben. A vizek legfontosabb szervesanyag-kémiai sajátosságainak (pH, redoxipotenciál, vezetőképesség, vízben oldott gázok) jellemzése és szerepe. A makroelemek (C, H, O, P, N, S) körforgalma, a biogeokémiai ciklusok, és a hidrológiai ciklus. Vízértipológia (állóvizek, vízfolyások, felszíni és felszín alatti vizek, források) típusai és sajátosságai. Élőhelytipológia, az állóvizekben és a vízfolyásokban előforduló élőhelytípusok jellemzése. A zonáció kialakulásának okai, szerkezeti és működési sajátosságai, szerepe a természetvédelmi értékesség megítélésében. Az állóvizekben és vízfolyásokban kialakuló élettájak és életforma-típusok jellemzése.

*A tárgy tematikája:*

*előadás:*

A hidrobiológia fogalma, tárgya, jelentősége, elhelyezése a tudományok és a gyakorlati alkalmazhatóságok rendszerében. Vízmozgások típusai az állóvizekben és vízfolyásokban. A vizek fényklímája. A vizek hőmérsékleti sajátosságai. Biológiai termelés a vizekben. A vizek legfontosabb szervesanyag-kémiai sajátosságai. A makroelemek körforgalma a vizekben, a biogeokémiai ciklus. A hidrológiai ciklus. Vízértipológia (állóvizek, vízfolyások, felszíni és felszín alatti vizek, források) típusai és sajátosságai. Élőhelytipológia, az állóvizekben és a vízfolyásokban előforduló élőhelytípusok jellemzése. A zonáció kialakulásának okai, szerkezeti és működési sajátosságai, szerepe a természetvédelmi értékesség megítélésében. Az állóvizekben és vízfolyásokban kialakuló élettájak jellemzése. A vizekben előforduló életformátípusok jellemzése. Kollokvium előtti konzultáció.

*szeminárium:*

A vizek aktuális helyzete a világban. A vizekkel kapcsolatos mennyiségi problémák globális szinten. A vizekkel kapcsolatos minőségi problémák globális szinten. Magyarország vízkészlete és vízháztartása. A hazai vízi és vizes élőhelyek jellemzői. A hazai vízi és vizes élőhelyek veszélyeztetettsége. Vízhasználati típusok.

A különböző vízi élőlények és az ember igényei a vizekkel szemben. A magyarországi ivóvizek minőségi jellemzői és az ivóvízbázisok veszélyeztető tényezői. A magyarországi jóléti vizek minőségi jellemzői és a vízbázisok veszélyeztető tényezői. A magyarországi természetvédelmi vízhasználat jellemzői és veszélyeztető tényezői. A leggyakrabban használt ipari vizek jellemzői.

Magyarország és az Európai Unió vízgyűjtő-gazdálkodási terve. A gyakorlati jegy megszerzését segítő konzultáció.

*Ajánlott irodalom:*

1. Dévai Gy. – Nagy S. – Wittner I. – Aradi Cs. – Csabai Z. – Tóth A. 2001: A Vízi és vizes élőhelyek sajátosságai és tipológiája. – In: SZABÓ M. (szerk) Tanulmányok Magyarország és az Európai Unió természetvédelméről., In: BÓHM A. – SZABÓ M

(szerk): Vizes élőhelyek: A természeti és a társadalmi környezet kapcsolata. – TEMPUS Institutional Building Joint European Projekt (TIB-JEP 13021-98), Budapest, p. 11–74.

2. Woynárovich E. 2003: Vizeinkről mindenkinek – Agroinform Kiadó, Budapest, 271 pp
3. Woynárovich András, Kovács Éva, Nagy Sándor Alex (2018): A vízminőség állapotának felmérése és értékelése – 96 pp  
[https://halaszat.kormany.hu/download/d/06/72000/V%C3%ADzmin%C5%91s%C3%A9g%20felm%C3%A9r%C3%A9se\\_2019-Ebook.pdf](https://halaszat.kormany.hu/download/d/06/72000/V%C3%ADzmin%C5%91s%C3%A9g%20felm%C3%A9r%C3%A9se_2019-Ebook.pdf)

## GEOHIDROLÓGIA

*Óraszám/szemeszter:* 4 elmélet + 8 laboratóriumi gyakorlat

*Kreditszám:* 1 + 2

*Számonkérés módja:* kollokvium + gyakorlati jegy

*A tárgy célja:*

A vízföldrajz keretében a hallgatók megismerkednek a tengervíz, a folyóvizek és állóvizek és felszín alatti vizek sajátosságaival. Alapozó jellegű tantárgy, melynek célja, hogy a hallgatók vízgazdálkodási ismereteihez nyújtson háttérrel. A tengervizek szerepe a parti zóna vízgazdálkodásában. A hazai felszíni és felszín alatti vizek jellemzői, globális kitekintéssel. A folyók futásfejlettsége, morфомetriai paraméterei és medermintázatok, hordalékmozgás. Folyóvízi és artéri morfológia. Tavak jellemzői, kialakulásuk. Az Alföld felszíni vizeinek története, jelenlegi futásuk kialakulása. A felszín alatti vizek kialakulása, rétegtani jellemzők, források.

*A tárgy tematikája:*

*előadás:*

A víz globális körforgása, vízgyűjtők és vízvásztók a Földön; A tengervíz fizikai és kémiai sajátosságai. Hullámozás, hullámjelenségek; tengeráramlások és a tengerjárás. A vízfolyások fogalma, típusai, torkolatok, a vízgyűjtők morфомetriai jellemzői, folyók és völgyszakaszok morфомetriai jellemzői; medergeometria. Vízhálózat rajzolattípusok és jelentőségük; vízjárás és vízjárástípusok. Vízfolyások fizikája és mederformálás; hordalékszállítás, eróziós és akkumulációs formák a folyók hossz-szelvénye mentén. Árvizek, villámárvizek. Hazai folyóink és jellemzésük.

Az állóvíz fogalma és kialakulásuk tipizálása (endogén és exogén tómedencék). Vízháztartási tótípusok, hőmérsékleti jellemzők (rétegzettség, átkeveredés), biológiai tótípusok, tavak pusztulása.

Hazai tavaink jellemzői (általános jellemzés, kialakulás, fejlődés, jelentőség). Az Alföld és Kisalföld vízhálózatának felszínfejlődése. Folyóteraszok, folyóvölgyek kialakulása és típusai. Felszín alatti vizek, az Alföld felszín alatti vizei. A távérzékelés és radartechnológiai alkalmazása a medertopográfia felmérésében és a medermonitorozásban.

*laboratóriumi gyakorlat:*

A vízháztartás egyenlet elemei, mérési lehetőségei I. (lefolyás, beszivárgás, párolgás). A vízháztartás egyenlet elemei, mérési lehetőségei II. (lefolyás, beszivárgás, párolgás). A lefolyás és felszínfejlődés elemei, megjelenése. Folyószabályozás és káros hatásai, ártér-rehabilitáció. Hidrometriai elemek, felszíni vizekhez kapcsolódó mérési lehetőségek. A vízmintavétel eszközei.

Szennyezésterjedés felszíni vizekben.

Felszín alatti vizek és szennyezésterjedés. Digitális domborzatmodellek, térinformatikai elemzések (alapfogalmak, előállítási lehetőségek). Digitális domborzatmodellek és artéri geomorfológiai formák. Távérzékelési alapok a vizek azonosításához I. Alapok. Távérzékelési alapok a vizek azonosításához II. Szoftverek. Távérzékelési alapok a vizek azonosításához III. Műholdak, léifotók.

Ajánlott irodalom:

1. Szabó J. 1992. A víz földrajza. In: Borsy Z. szerk: Általános természetföldrajz, Akadémiai Kiadó, Budapest, pp.
2. Szabó J. 2013. A víz földrajza. In: Szabó J. szerk: Általános természetföldrajz I. ELTE Eötvös Kiadó, Budapest pp. 115-228.

3. Calow, P., Petts, G.E. 1994. The Rivers Handbook, Blackwell Science Ltd, 528 p.  
ISBN: 978-0-632-02985-3
4. Jaya, R.R.P. 2005. A Text Book of Hydrology. Firewall Media, 530 p.

## ÖKOTOXIKOLÓGIA

*Óraszám/szemeszter:* 4 elmélet + 8 laboratóriumi gyakorlat

*Kreditszám:* 1 + 2

*Számonkérés módja:* kollokvium + gyakorlati jegy

*A tárgy célja:*

A toxikológia története. Mérgek felosztása, mérgezések típusai. Mérgező növények, állatok és gombamérgezések. Mérgezések szervezethez kötött feltételei. A mérgek hatásának módjai. A mérgek útja a szervezetben. Idegrendszer toxikológiája, mérgező anyagok hatása a szív-és érrendszerre. Szem, bőr elváltozások. Mozgásszervek toxikológiája. Karcinogén, mutagén és teratogén hatású kemikáliák. Ökotoxikológiai tesztek csoportosítása.

A 2-5 legfontosabb kötelező, illetve ajánlott irodalom (jegyzet, tankönyv) felsorolása bibliográfiai adatokkal (szerző, cím, kiadás adatai, (esetleg oldalak), ISBN)

*A tárgy tematikája:*

*előadás:*

A toxikológia története. Méreg, mérgezés fogalma. Mérgek felosztása, mérgezések típusai. Növényi és állati mérgek. Gombamérgezések. Mérgezések szervezethez kötött feltételei. Mérgek hatását befolyásoló kémiai tulajdonságok. Mérgező vegyi anyagok interakciója. A mérgek felszívódásának módjai. Mérgező anyagok hatása az idegrendszerre, szív –és érrendszerre, mozgásszervekre. Szem és bőr elváltozások. Mérgező fémek (arzén, kadmium, ólom, cink, higany) hatása. Karcinogén, mutagén és teratogén hatású kemikáliák. Genotoxikológiai tesztek, Ames teszt, testvérvérkromatid eljárás. Ökotoxikológiai tesztek csoportosítása. Mikro-és mezokozmosz és szabadföldi vizsgálatok. Talajtesztek állati szervezetekkel. Talajtesztek növényekkel. Vízi ökotoxikológiai tesztek típusai.

*laboratóriumi gyakorlat:*

Talaj mintavételi módszerek, mintavételezés. Talaj fizikai és kémiai paramétereinek meghatározása.

Csíránövény teszt előkészítése talaj toxicitásának vizsgálatához. Csíránövények mérése. Eredmények statisztikai értékelése. A módszer gyakorlati alkalmazásának lehetőségei.

Víz mintavételi módszerek, mintavételezés. Víz fizikai és kémiai paramétereinek meghatározása. Csíránövény teszt előkészítése vízminták toxicitásának vizsgálatához. Csíránövények mérése. Eredmények statisztikai értékelése. A módszer gyakorlati alkalmazásának lehetőségei.

*Ajánlott irodalom:*

1. Gruiz K, Horváth B, Molnár M 2001. Környezettoxikológia. Műegyetemi Kiadó.
2. Bordás I. 2006. Toxikológia Jegyzet. Országos Kémiai Biztonsági Intézet.
3. Kendall RJ, Lacher TE, Cobb GP, Cox SB. 2010. Wildlife Toxicology. CRC Press.
4. Kerényi A. 1998. Általános környezetvédelem. Globális gondok, lehetséges megoldások. Mozaik Oktatási Stúdió, Szeged

## TÉRINFORMATIKA

*Óraszám/szemeszter:* 16 laboratóriumi gyakorlat

*Kreditszám:* 4

*Számonkérés módja:* gyakorlati jegy

*A tárgy célja:*

Hogy a hallgatók átfogó ismereteket kapjanak a terepi adatgyűjtésről és a mért adatok feldolgozásáról. A gyakorlat során a hallgatók elsajátítják az egyszerűbb eszközöktől a bonyolultakig a terepi adatgyűjtő berendezések használatának főbb lépéseit, valamint a más forrásokból elérhető potenciális adatok átvételének és implementálásának módszereit. Az így összeálló adatbázis segítségével átfogó képet kapnak az adatkezelés lépéseiről, a lekérdezéstől egészen a tematikus térkép szerkesztéséig.

*A tárgy tematikája:*

*laboratóriumi gyakorlat:*

Tárgyfelvétel, bevezetés, követelmények. Vetülettani és térképészeti ismeretek átisméltése. Geodéziai alapismeretek összefoglalása. Terepi mérőműszerek (szintező, teodolit, mérőállomás, GPS) elméletének ismertetése.

Terepi mérések. Vonal típusú objektumok szerkesztésének, definiálásának, és megjelenítésének lehetőségei. Poligon típusú objektumok szerkesztésének, definiálásának, megjelenítésének lehetőségei.

Az SQL lekérdezés alapjai. Térbeli lekérdezések, címkézés. Attribútum adatok tulajdonságai, adattáblák kapcsolása. Tematikus térkép nyomtatásra előkészítése.

Gyakorlás, isméltés. Referálás, beadandó feladat végső leadási határideje.

*Ajánlott irodalom:*

1. Detrekői Ákos – Szabó György, 2002. Térinformatika. Nemzeti Tankönyvkiadó.
2. Bácsatyai L., 2002. Geodézia erdő- és környezetmérnököknek. NyME, Sopron.
3. Elek I., 2005. Bevezetés a geoinformatikába. ELTE, Budapest.

## KÖRNYEZETVÉDELMI GAZDÁLKODÁS ÉS MINŐSÉGIRÁNYÍTÁS

*Óraszám/szemeszter:* 8 elmélet + 8 laboratóriumi gyakorlat

*Kreditszám:* 2 + 2

*Számonkérés módja:* kollokvium + gyakorlati jegy

*A tárgy célja:*

A kurzus során a hallgatók megismerik a gazdasági tevékenységek olyan megtervezését, megszervezését, amelynek során a környezethasználók ésszerűen, környezetkímélő módon, környezetbarát technológiát alkalmazva, távlatokban gondolkodva gazdálkodhatnak a természeti erőforrásokkal.

*A tárgy tematikája:*

*előadás:*

A környezetgazdálkodás fogalma, tárgya és eszközrendszere. Környezeti tervek típusai, a környezettervezés lépései. Stratégiai és operatív tervek. A területi tervek hierarchiája. A környezeti tervek tartalmi és formai követelményei. A környezetvédelemmel kapcsolatos országos tervek. Települési és vállalati szintű környezeti tervezés. SEAP, SECAP, klímastratégiák. A környezetfejlesztés, környezetkímélő technológiák, és a körforgásos gazdálkodás. Környezeti hatásvizsgálat, felülvizsgálat, stratégiai környezeti vizsgálat. A környezetvédelmi szabályozás alapelvei, jogi és piaci alapú szabályozóeszközei. Adózás, támogatások, ökcímkek és a szennyezési jogok kereskedelme. Környezetközpontú irányítási rendszerek. Vállalati önszabályozás. ISO 14001 és az EMAS. A fenntartható anyag- és erőforrásgazdálkodás általános kérdései (célja és fontosabb alapelvei, prioritási sorrendje, stratégiája). A hulladékgazdálkodás jellemzői Magyarországon. A hulladékkal kapcsolatos hazai szabályozás. A hazai települési szilárdhulladék-gazdálkodás múltja, jelene és középtávú feladatai. A települési szilárd hulladékok kezelésének technológiai folyamatai és műszaki lehetőségei. Vegyes és szelektív hulladékgyűjtés, mobil begyűjtés, házhoz menő begyűjtőjárat, szelektív gyűjtősziget, lakossági hulladékudvar. A szelektív hulladékgyűjtés megszervezése egy településen. A hulladék előkezelése, a válogatóműben zajló technológiai folyamatok. Anyagában történő hasznosítás technológiai lépései papír-, műanyag-, üveg- és fémhulladékoknál. Komposztálás és biogáztermelés. A termikus kezelés, pirolízis, plazmatechnika. A hulladéklerakás szabályai, technológiai feltételei és monitoringja.

A telephely-kiválasztás környezeti feltételei. Az aljzatszigetelés rétegtrendje. A hulladékégetés és a lerakás környezeti hatásai. Rekultivációs technológiák. A termelési folyamatok környezeti hatásai, hulladékszegény (tisztá) technológiák. A gáz (gőz), folyadék és szilárd halmazállapotú ipari hulladékok kezelésének legfontosabb műveleti lehetőségei. Környezetszennyező gáz (gőz), folyadék és szilárd halmazállapotú hulladékok és azok kezelése. A társadalom energiaigényének alakulása, energiaprognózisok. Hasznosítható energiaforrások, a jövő kilátásai és a magyar lehetőségek. Az energiafogyasztás és az energiaforrások alakulása; A környezettudatos energiagazdálkodás első pillére: a környezetet károsító kibocsátások csökkentése; A környezet elsavasodását okozó gázok kibocsátása; A globális klímaváltozást okozó üvegházgázok kibocsátása; A környezettudatos energiagazdálkodás második pillére: a megújuló energiaforrások; A napenergia hasznosítása; A szélenergia hasznosítása; A vízenergia hasznosítása; A geotermikus energia hasznosítása; A megújuló energiahordozók súlya a hazai energiapolitikában. A biomassza energetikai hasznosítása; A megújuló energiahordozók felhasználásának technológiai háttere. Szilárd-folyékony-gáz halmazállapotú energiahordozóként hasznosított biomassza. A környezettudatos energiagazdálkodás harmadik pillére: az energiahatékonyság növelése. Energiaintenzitás és energiatakarékosság. Energiahatékonyság a villamosenergia-termelésben és hálózati rendszerek terén. Energiahatékonyság ipari terme-

lésben és a háztartási készülékek gyártásában. Környezettudatos közlekedés. Épületenergetika.

*laboratóriumi gyakorlat:*

Hulladékgazdálkodás a gyakorlatban I. Vegyes és szelektív hulladékgyűjtés, mobil begyűjtés, házhoz menő begyűjtőjárat, szelektív gyűjtősziget, lakossági hulladékudvar. A hulladékudvar felszereltsége és működése a gyakorlatban. Hulladékgazdálkodás a gyakorlatban II. A regionális hulladéklerakók felszereltsége és üzemelése a gyakorlatban. Hulladékgazdálkodás a gyakorlatban III. Hulladékbontók, válogatóművek és előkezelő létesítmények működése a gyakorlatban. Hulladékgazdálkodás a gyakorlatban IV. Komposztáló létesítmények működése a gyakorlatban. Hulladékgazdálkodás a gyakorlatban V. Fermentációs technológiák. Biogáztermelés és hasznosítás hulladéklerakóban, szennyvíztelepen és mezőgazdasági kiserőművekben. Hulladékgazdálkodás a gyakorlatban VI. Egy hulladéklerakó környezetvédelmi felülvizsgálati dokumentációja, rekultivációs terv készítése, rekultivációs technológiák a gyakorlatban. Hulladékgazdálkodás a gyakorlatban VII. Hulladékégetés a gyakorlatban. Környezetszennyező gáz (gőz), folyadék és szilárd halmazállapotú hulladékok és azok kezelése. Elérhető legjobb technológiák a termelésben.

Vízgazdálkodás a gyakorlatban I. Felszíni vízkivétel és ivóvíztisztítás technológiája. Vízgazdálkodás a gyakorlatban II. Felszín alatti vízkivétel és ivóvíztisztítás technológiája. Vízgazdálkodás a gyakorlatban III. A vízszennyezés csökkentésének technológiai lehetőségei. Vízgazdálkodás a gyakorlatban IV. Szennyvíztisztítási technológiák. Környezettudatos energiagazdálkodás a gyakorlatban I. A nap-, a szél- és a geotermikus energia hasznosításának technikai lehetőségei. Környezettudatos energiagazdálkodás a gyakorlatban II. A biomassa energetikai hasznosítása; Szilárd és a gáz halmazállapotú energiahordozóként hasznosított biomassa. Környezettudatos energiagazdálkodás a gyakorlatban III. A biomassa energetikai hasznosítása; Folyékony halmazállapotú energiahordozóként hasznosított biomassa. A bioetanol és a biodízel előállításának technikai lehetőségei.

Ajánlott irodalom:

1. Fazekas István: Települési szilárd hulladékok kezelése távoktatási munkatankönyv – DE Tájvédelmi és Környezetföldrajzi Tanszék, Db. 2016
2. Fazekas István: Környezettudatos energiagazdálkodás távoktatási munkatankönyv – DE Tájvédelmi és Környezetföldrajzi Tanszék, Db. 2008
3. Baróthfi István szerk.: Környezettechnika – Mezőgazda Kiadó, Bp. 2000



## KÖRNYEZETVÉDELMI POLITIKA

*Óraszám/szemeszter:* 8 elmélet

*Kreditszám:* 2

*Számonkérés módja:* kollokvium

*A tárgy célja:*

A kurzus során a hallgatók megismerik az intézményes környezetpolitika kialakulásának okait, társadalmi hátterét, a zöldmozgalmakat, zöldpártokat. Áttekintik a nemzetközi környezetpolitika meghatározó intézményeit és globális szereplőit, a környezetvédelmi világkonferenciákat, fontosabb egyezményeket és jegyzőkönyveket. Megismerik a környezetpolitikai döntéshozatali és szabályozó mechanizmusokat. Megismerik az Európai Unió és Magyarország legfontosabb környezetpolitikai célkitűzéseit, eddigi eredményeit, valamint a környezetvédelemmel kapcsolatos aktuális hazai programokat, fejlesztési terveket és azok finanszírozását.

*A tárgy tematikája:*

*előadás:*

A globális, az európai és a hazai környezetpolitika születése. A környezetvédelmi politika céljai, cselekvési mechanizmusa, és eszközrendszere. A nemzeti szintű környezetpolitika hatékonysága. Zöldmozgalom – zöld pártok. Az új társadalmi mozgalmak céljai (társadalomelméleti és -történeti megközelítés). A zöldmozgalom párttá szerveződése. A zöld pártok törekvései és helyük az európai politikai palettán. A globális szintű környezetvédelmi politika I. Nemzetközi szervezetek tevékenysége a környezetvédelemben. ENSZ környezetvédelmi világkonferenciák, nemzetközi egyezmények, jegyzőkönyvek, megállapodások. A globális szintű környezetvédelmi politika II. ENSZ szakosított szervezetek tevékenysége a környezetvédelemben. UNEP, FAO, UNESCO, WHO, WTO. Nemzetközi tudományos és civil szervezetek tevékenysége. A globális szintű környezetvédelmi politika III. Az OECD környezetpolitikai szerepe. A Környezetpolitikai Bizottság tevékenysége. Az Európai Unió környezetpolitikájának céljai és alapelvei. A közös környezetpolitika alkotmányos alapjai. Környezetpolitikai döntéshozatali mechanizmus az Európai Unióban, valamint a környezetvédelemben meghatározó intézmények szerepe. A környezetpolitika szabályozóeszközei. Jogszabályok és piaci szabályozóeszközök (adók, támogatások, ökocímkek, KIR, szennyezési jogok kereskedelme). A nyilvánosság szerepe a környezetpolitikában.

Az Európai Unió környezetpolitikai célkitűzései és eredményei I. A környezeti elemekre (levegő, víz, talaj, biodiverzitás) irányuló környezetpolitikai célkitűzések és eredmények az Európai Unióban. Az Európai Unió környezetpolitikai célkitűzései és eredményei II. A káros környezeti hatásokra (zaj, hulladék, vegyi anyagok, GMO, ipari kockázatok, nukleáris kockázatok) irányuló környezetpolitikai célkitűzések és eredmények Európai Unióban. Az Európai Unió környezetpolitikai célkitűzései és eredményei III. Aktuális kiemelt területek: éghajlatváltozás elleni küzdelem, biodiverzitás védelme, humánegészség-védelem, a természeti erőforrásokkal való fenntartható gazdálkodás. Célok és lehetséges eszközök. Az EU környezetpolitikája szélesebb nemzetközi szintéren. Magyarország környezetpolitikája I. Környezetpolitikai stratégia az EU-integráció során. Az unió ajánlásai, országjelentései, derogációs igények. Az integrációval kapcsolatos legfontosabb átfogó hazai környezetvédelmi programok. Magyarország környezetpolitikája II. A környezetvédelem hazai közigazgatási és hatósági rendszere. A zöldhatóságok kialakulása, feladatuk, illetékességük. Fontosabb környezetvédelmi jogszabályaink és eljárásaink. Magyarország környezetpolitikája III. A legfontosabb hazai környezetvédelemmel kapcsolatos aktuális célok, programok, fejlesztési tervek. Magyarország környezetpolitikája IV. A hazai környezetvédelmi feladatok finanszírozása. Elő-

csatlakozási támogatások. Strukturális Alapok, Kohéziós Alap, KIOP, KEOP, KEHOP. Hazai források a környezetvédelem működési és fejlesztési költségeiben.

Ajánlott irodalom:

1. Fazekas István: Az EU környezetvédelmi politikája és a magyar integráció (2006) Kossuth Egyetemi Kiadó Debrecen 160p.
2. Az EU aktuális környezetpolitikai dokumentumai, Nemzeti Környezetvédelmi Programok, Nemzeti Fejlesztési Tervek környezetvédelemmel kapcsolatos operatív programjai.

## KÖRNYEZETJOG

*Óraszám/szemeszter:* 8 elmélet + 4 szeminárium

*Kreditszám:* 2 + 1

*Számonkérés módja:* kollokvium + gyakorlati jegy

*A tárgy célja:*

A tárgy a környezetvédelmi jogi szabályozás főbb módszereinek, rendszerének és alapfogalmainak a bemutatását követően a legfontosabb – elsősorban hazai – jogforrások alapvető rendelkezéseivel, a szabályozás horizontális eszközeivel (köztük a különféle hatásvizsgálati eljárásokkal), majd néhány környezetvédelmi szakágazat speciális követelményeivel foglalkozik. A hallgatók megismerik a szabályozás elméleti alapjait.

*A tárgy tematikája:*

*előadás:*

A tematika és a követelmények ismertetése. Jogi alapok, a környezetjog sajátosságai, funkciói, helye a szabályozórendszerben. A környezetvédelmi szabályozás rendszere; a környezetvédelmi szabályozás tárgyai. Környezetjogi alapfogalmak. A környezetvédelmi szabályozás módszerei I. (közvetlen közigazgatási, gazdasági/pénzügyi, önszabályozás, szerződések, tervezési eszközök). A környezetvédelmi szabályozás módszerei II. (mértékrendelkezések, technológiai előírások, horizontális és szektorális megközelítések). A környezetvédelmi szabályozás alapelvei (környezetvédelem az Alaptörvényben, Kvt., utalás az EU és a nemzetközi jog elveire). A környezetvédelmi igazgatás. Az igazgatás tartalma, eszközei, szervei (államigazgatás, helyi önkormányzati ügyek a környezetvédelemben). A környezethasználatok engedélyezése (az engedélyek szerepe, rendszerének áttekintése).

A hatásvizsgálatok rendszere (intézményi áttekintés: vizsgálati elemzés, Khv., Skv., felülvizsgálat, természetvédelmi hatásbecslés, állapotvizsgálat, teljesítményértékelés, kockázatbecslés). Egyes engedélytípusok és az engedélyezési eljárások (környezeti hatásvizsgálati eljárás, egységes környezethasználati engedélyezési eljárás, a környezetvédelmi felülvizsgálati eljárás). Egyes környezetvédelmi szakterületek sajátos követelményei – talaj, föld. Egyes környezetvédelmi szakterületek sajátos követelményei – víz. Egyes környezetvédelmi szakterületek sajátos követelményei – levegő (klíma). Egyes környezetvédelmi szakterületek sajátos követelményei – hulladék. Egyes környezetvédelmi szakterületek sajátos követelményei – természet.

*szeminárium:*

A jogi nyelv sajátosságai a környezetvédelmi törvényben (Kvt.). A fogalomalkotás jelentősége a jogi szabályozásban (a Kvt. és más, környezeti tárgyú törvények hatálya). A Kvt. szabályozóeszközeinek köre, az azokra vonatkozó főbb szabályok értelmezése. A jogi szabályozás viszonya a természettudományokkal, műszaki tudományokkal (jogi szövegek technicizálódása). Célok és alapelvek rögzítésének módja a környezeti jogalkotásban (példák: Kvt., uniós szerződési jog, ágazati törvények). A hatáskör, illetékesség, joghatóság rendezése környezetvédelmi tárgyú törvényekben és kormányrendeletekben. A közigazgatási engedély jogi jellege; a határozatszerkesztés szempontjai példák alapján. Anyagi jogi és eljárásjogi rendelkezések elkülönítése a környezeti hatásvizsgálat példája alapján. Döntéshozatali algoritmusok a hatásvizsgálatokon alapuló hatósági eljárásokban. Talajvédelmi terv, talaj- és földvédelmi határozatok. Vízyűjtő-gazdálkodási tervek, vízügyi határozatok. Levegővédelmi tervezés, határozatok. Hulladékgazdálkodási tervezés, határozatok. Természetvédelmi tervezés és hatásbecslés, határozatok.

Ajánlott irodalom:

1. Fodor László: Környezetjog (második, javított kiadás, Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen, 2015, ISBN 9789633184950;  
[http://real.mtak.hu/26713/1/Jegyzet\\_Kornyjog\\_2015\\_jav\\_kiadoi\\_vegleges.pdf](http://real.mtak.hu/26713/1/Jegyzet_Kornyjog_2015_jav_kiadoi_vegleges.pdf))
2. Bándi Gyula: Környezetjog (második, átdolgozott kiadás, Szent István Társulat, Budapest, 2014, ISBN 9789632775050)
3. Farkas Csamangó Erika: Környezetjogi szabályozások (átdolgozott, bővített kiadás, SZTE ÁJK ÜJI, Szeged, 2017, ISBN 9789633065662)
4. Magyar Emőke – Tombácz Endre – Fülöp Sándor – Teszár László: Előzetes vizsgálat, hatásvizsgálat, IPPC (Complex, Budapest, 2007, ISBN 9789632249155)
5. Bulla Miklós (szerk.): Környezetállapotértékelés, monitorozás (második, javított kiadás, Pannon Egyetem, Veszprém, 2011, ISBN 978-615-5044-42-7;  
<https://tudastar.mk.uni-pannon.hu/anyagok/17-kae-2013.pdf>)

## LEVEGŐTISZTASÁG VÉDELEM

*Óraszám/szemeszter:* 4 elmélet + 8 laboratóriumi gyakorlat

*Kreditszám:* 1 + 2

*Számonkérés módja:* kollokvium + gyakorlati jegy

*A tárgy célja:*

A mai légkör kialakulása. Az atmoszféra felosztása. A levegő definíciója, összetétele. Tiszta és szennyezett levegő fogalma, természetes és antropogén eredetű légszennyezés. Légszennyezés folyamata, hatásai. Ózon, mint légszennyező, szmog típusok, kialakulásuk feltételei. Ózonréteg elvékonyodás, globális felmelegedés, savas csapadék, levegőtisztítás alternatív megoldás lehetőségei, környezettchnológiai eljárások. Növényzet szerepe a légszennyezés csökkentésében, bioindikáció. Levegőtisztaság védelem hazai és nemzetközi szabályozása. Országos Légszennyezettségi Mérőhálózat. Belső terek légszennyezettsége.

*A tárgy tematikája:*

*előadás:*

Az atmoszféra kialakulása. A légkör szerkezeti felépítése és jelentősége. A légszennyező anyagok csoportosítása keletkezésük emissziós forrásuk, halmazállapotuk és eredetük alapján. Természetes és mesterséges eredetű légszennyeződés. Az emberi tevékenység káros hatása az ózonpajzsra. A londoni típusú szmog, a fontosabb szmog katasztrófák. A Los-Angeles-i típusú szmog. A globális felmelegedés. Az üvegházhatású gázok hatásai. A savas csapadék fogalma, keletkezése. Levegőtisztítás alternatív megoldás lehetőségei, környezettchnológiai eljárások. Növényzet szerepe a légszennyezés csökkentésében, bioindikáció. Az immisszió és az emisszió mérése. Levegőtisztaság védelem hazai szabályozása. Levegőtisztaság védelem nemzetközi szabályozása. Országos Légszennyezettségi Mérőhálózat. Belső terek légszennyezettsége.

*laboratóriumi gyakorlat:*

Légszennyezettségi szint becslésre alkalmazható fajok tanulmányozása. Mintavételi módszerek, mintavétel kritériumai. Mintavételezés. Falevelek felületének meghatározásának módszerei. Falevélen megüledett porminták eltávolításának módszere. Falevélen üledett por mennyiségi meghatározása. Falevelek nedvesség tartalmának meghatározása. Falevelek klorofill tartalmának meghatározása.

Falevelek aszkorbinsav tartalmának meghatározása. Falevél szuszpenzió pH-jának meghatározása.

Air Pollution Tolerance Index meghatározása. Kapott eredmények statisztikai értékelése. Eredmények gyakorlati alkalmazásának lehetőségei. Konzultáció.

Ajánlott irodalom:

1. Moser M, Pálmai Gy. 1999. A környezetvédelem alapjai. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.
2. Kerényi A. 1995. Általános környezetvédelem. Mozaik Oktatási Stúdió, Szeged.
3. Theakston F (Eds.) 2000. Air Quality Guidelines for Europe. Second Edition. WHO Regional Publications, European Series, No. 91. ISBN 92 890 1358 3.
4. Kabata-Pendias A, Mukherjee AB. 2007. Trace Elements from Soil to Human. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. ISBN 978-3-540-32713-4

## TALAJVÉDELEM

*Óraszám/szemeszter:* 8 elmélet + 4 szeminárium

*Kreditszám:* 2 + 1

*Számonkérés módja:* kollokvium + gyakorlati jegy

*A tárgy célja:*

A talajvédelem fogalma, tárgya, jelentősége. A talajokat veszélyeztető degradációs tényezők általános értékelése. A talajtömörödés és a talajszerkezet leromlása. A talajsavanyodás okai és következményei. A talajsavanyodás elleni védekezés lehetséges módjai. A másodlagos szikesedés okai és következményei. A másodlagos szikesedés elleni védekezés lehetséges módjai. A fő talajszennyező források. A talajszennyezés hatása a talajok talaj élővilágára, illetve a talajok termőképességére. A szennyezések elleni védekezés módjai. A defláció fogalma, kialakulásának okai és következményei. A defláció elleni védekezés lehetséges módjai. A talajeróziót kiváltó tényezők vizsgálata. Az areális és a lineáris erózió. A geológiai és a talajtani adottságok szerepe az erózió alakulásában. A növényborítottság és az ember szerepe az erózió alakulásában. A biológiai, az agrotechnikai és a műszaki talajvédelem lehetőségei az erózió elleni védekezésben

*A tárgy tematikája:*

*előadás:*

A félévi tematika ismertetése. A talajvédelem fogalma, tárgya, jelentősége. A talajokat veszélyeztető degradációs tényezők általános értékelése. A talajtömörödés és a talajszerkezet leromlása. A talajsavanyodás okai és következményei. A talajsavanyodás elleni védekezés lehetséges módjai. A másodlagos szikesedés okai és következményei. A másodlagos szikesedés elleni védekezés lehetséges módjai. A fő talajszennyező források. A talajszennyezés hatása a talajok talaj élővilágára, illetve a talajok termőképességére. A szennyezések elleni védekezés módjai. A defláció fogalma, kialakulásának okai és következményei. A defláció elleni védekezés lehetséges módjai. A talajeróziót kiváltó tényezők vizsgálata. A csapadék mennyiségének, időtartamának, intenzitásának és a cseppméretnek, valamint a lejtőparamétereknek a szerepe az erózió kialakulásában.

Az areális erózió típusai: a csepperózió, a lepelerózió és a mikroszoliflukció. A lineáris erózió típusai: barázdás erózió, árkos erózió, eróziós szakadékok. A geológiai és a talajtani adottságok (kezdeti nedvességtartalom, vízgazdálkodási tulajdonságok, fizikai talajfőleség, szerkezethatóság, talajtípus) szerepe az erózió alakulásában. A növényborítottság és az ember szerepe az erózió alakulásában. A biológiai talajvédelem (gyepesítés, fásítás) lehetőségei az erózió elleni védekezésben. Az agrotechnikai módszerek (műveléság-váltás, táblásítás, talajművelés, talajjavítás, trágyázás) alkalmazási lehetőségei az erózió elleni védekezésben. A műszaki talajvédelem (rónázás, sáncolás, teraszozás, fenékgátak, hordalékfogók, övárkok, úthálózat racionalizálása) lehetőségei az erózió elleni védekezésben. Konzultáció.

*szeminárium:*

A talajvédelemmel kapcsolatos alapvető jogszabályok. A talajvédelmi monitoring, mintavétel szabályai. A TIM rendszer. Talajvédelmi terv tartalmi elemei. Talajvédelmi adatbázisok, talajvédelmi hatósági feladatok. Talajvédelmi intézményrendszer és szakmai háttér Magyarországon. A vízerózió hatásai, indikátorai, mérésének módszerei. Elterjedése és volumene Európában, a világban és Magyarországon. Szélerózió hatásai, indikátorai, mérésének módszerei. Elterjedése és volumene Európában, a világban és Magyarországon. Másodlagos szikesedés hatásai, indikátorai, mérésének módszerei. Elterjedése és volumene Európában, a világban és Magyarországon. Talajtömörödés hatásai, indikátorai, mérésének

módszerei. Elterjedése és volumene Európában, a világban és Magyarországon. Szervesanyag-készlet csökkenése hatásai, indikátorai, mérésének módszerei. Elterjedése és volumene Európában, a világban és Magyarországon. Talajlefedés hatásai beépítés, útépipítés következtében. A problémakör hatásai, indikátorai, mérésének módszerei. Elterjedése és volumene Európában, a világban és Magyarországon. Talajszennyezés hatásai beépítés, útépipítés következtében. A problémakör hatásai, indikátorai, mérésének módszerei. Elterjedése és volumene Európában, a világban és Magyarországon. Konzultáció.

Ajánlott irodalom:

1. Kerényi A. (1991) Talajerózió, Akadémiai Kiadó, Budapest, p. 219.
2. Stefanovits P. – Filep Gy. – Füleky Gy. (1999) Talajtan. Mezőgazda Kiadó Budapest, p. 470.
3. Stefanovits P. - W. Nagy Á. (1977) (szerk.) Talajvédelem, környezetvédelem. Mezőgazdasági Könyvkiadó Vállalat, Budapest, 243 p.
4. Filep György (2012), Talajtani alapismeretek II., Talajrendszertan és alkalmazott talajtan, Debreceni Agrártudományi Egyetem Mezőgazdaságtudományi Kar, 184 p.

## VÍZMINŐSÉGVÉDELEM ÉS MÓDSZEREI

*Óraszám/szemeszter:* 4 elmélet + 12 laboratóriumi gyakorlat

*Kreditszám:* 1 + 3

*Számonkérés módja:* kollokvium + gyakorlati jegy

*A tárgy célja:*

A vizek állapotának feltárására és értékelésére alkalmas módszerek elméleti alapjainak, illetve a vízminőségi állapot megítélésére alkalmas vizsgálatok körének, továbbá a vizsgálatok kivitelezése során kapott legfontosabb adatok, információk feldolgozására alkalmas eljárások és felhasználási lehetőségek megismertetése. Cél továbbá a vízminősítésben fontos fizikai, kémiai paraméterek mérési módszereinek, a mintavétel és mintafeldolgozás módszereinek, valamint a mintafeldolgozás során nyert adatok minősítésre való felhasználásának megismertetése.

*A tárgy tematikája:*

*előadás:*

A vízminősítés, mint igény és szükséglet. A vízminősítés célja és feladata. A vízminősítés története: nemzetközi és hazai körkép (szaprobiológia, különböző hazai vízminősítési rendszerek). A biológiai vízminősítési rendszer ismertetése: a halobitás, a trofitás, a szaprobítás és a toxicitás fogalmi elhatárolása, a jellemzésükhöz felhasznált komponensek köre. Az ökológiai vízminőség koncepciója: az n-dimenziós attributumtér fogalma és a vízminősítésre vonatkoztatott értelmezése. Az Európai Unió (EU) Víz Keretirányelve (VKI). A VKI alapvető célkitűzései. A tagországokat érintő kötelezettségek a felszíni és felszín alatti vizek (vizek) vonatkozásában. A természetes, erősen módosított és mesterséges vizek elkülönítése. Az ökológiai állapot/potenciál értelmezése a VKI szempontjából. Az ökológiai állapot/potenciál megállapítása és a referenciaállapot, ill. a maximális ökológiai potenciál értelmezése. Az EQR alapú értékelés. A kémiai állapot értelmezése a VKI szempontjából. A kémiai állapot megállapítása, a VKI által preferált tényezők és mutatók. Az ökológiai állapot/potenciál és a kémiai állapot osztályozása. A VKI által preferált élőlénycsoportok. A fitoplankton és a fitobentosz általános bemutatása. Mintavételi módszertan a lebegő algákra vonatkozóan. Adatfeldolgozás és minősítés a fitoplankton alapján. Mintavételi módszertan és mintafeldolgozás a bevonatkozó algákra vonatkozóan. Adatfeldolgozás és minősítés a fitobentosz alapján. A makroszkopikus vízi gerinctelenek általános bemutatása. Multi-habitat mintavétel, adatfeldolgozás és minősítés a makroszkopikus vízi gerinctelen fauna alapján. Vízminősítés a halfauna alapján. A módszerek kiválasztása során figyelembe vett kritériumok és szempontok. Vízterhelés – vízszennyezés, vízszennyező anyagok. A felszíni vizek védelmének jogi alapjai. A vízminőség szabályozás módszerei, vízminőségi kárelhárítás a felszíni vizek esetében. A felszín alatti vizek típusai, szennyezés-érzékenységük. A felszín alatti vizek szennyezésének kontrollja és kármentesítése.

*laboratóriumi gyakorlat:*

Víz minta fizikai-kémiai paramétereinek meghatározása terepen (terepi mérőeszközök alkalmazása). A biológiai oxigénigény mérésének elindítása. A biológiai oxigénigény mérésének leállítása. A kémiai oxigénigény meghatározása. Víz minta előkészítése analitikai vizsgálatokhoz: szűrés, lebegőanyag, összes oldott anyag, klorofill-tartalom meghatározása.

„Általános” anionok meghatározása ( $\text{HCO}_3^-$ ;  $\text{CO}_3^{2-}$ ;  $\text{Cl}^-$ ;  $\text{SO}_4^{2-}$ ). A víz „tápanyagmutatóinak” meghatározása I. ( $\text{PO}_4^{3-}$ ;  $\text{NH}_4^+$ ;  $\text{NO}_2^-$ ;  $\text{NO}_3^-$ ). A víz „tápanyagmutatóinak” meghatározása II. ( $\text{PO}_4^{3-}$ ;  $\text{NH}_4^+$ ;  $\text{NO}_2^-$ ;  $\text{NO}_3^-$ ).

3. alkalom



A mintázott víztér minősítése a mért paraméterek felhasználásával az EU VKI előírásai szerint. A fitoplankton vizsgálatára alkalmas módszerek megismerése a mintavételtől a fajlista létrehozásáig. A fitobentosz vizsgálatára alkalmas módszerek megismerése a mintavételtől a fajlista létrehozásáig. Egy adott víztér minősítése az EU VKI előírásai szerint a fitoplankton és fitobentosz adatok alapján. A makrogerinctelen fauna vizsgálatára alkalmas módszerek megismerése a mintavételtől a fajlista létrehozásáig. Egy adott víztér minősítése az EU VKI előírásai szerint a makrogerinctelen fauna alapján. A halfauna vizsgálatára alkalmas módszerek megismerése a mintavételtől a fajlista létrehozásáig. Egy adott víztér minősítése az EU VKI előírásai szerint a halfauna alapján.

Ajánlott irodalom:

1. Felföldy, L. (1987) A biológiai vízminősítés. In: Vízügyi Hidrobiológia 16. VGI, Budapest, 258 pp.
2. Víz Keretirányelv - 2000/60/EK Irányelv. Angol-magyar nyelvű, 2002. február 24-i változat. BMKE, Budapest.
3. Dévai, Gy. (szerk.) (1992) Vízminőség és ökológiai vízminősítés. Acta Biologica Debrecina Supplementum Oecologica Hungarica, 4: 240 pp.
4. Dévai, Gy. Végvári, P., Nagy, S., Bancsi, I., (szerk.) (1999) Az ökológiai vízminősítés elmélete és gyakorlata. 1. rész. Acta Biologica Debrecina Supplementum Oecologica Hungarica, 10/1: 216 pp.

## MODELLKÍSÉRLETEK

*Óraszám/szemeszter:* 12 laboratóriumi gyakorlat

*Kreditszám:* 3

*Számonkérés módja:* gyakorlati jegy

*A tárgy célja:*

A kurzus gyakorlati tapasztalatot nyújt a vizek szerves és szervetlen szennyezőinek kimutatási lehetőségeiről, eltávolításuk lehetőségeiről egy-egy szennyező példáján keresztül. A gyakorlatok során a hallgatók megismerik a mentesítési kérdések vizsgálatára alkalmas egyszerű rendszerek összeállításának, valamint a mintavétel és mintafeldolgozás módszereit, betekintést nyernek a szennyezés-eltávolítás alapvető kémiai és biológiai módszereibe. A hallgatók csíranövény és edényes kísérletekkel lehetőséget kapnak a fitoremediáció kísérleti tesztelésére, a lágyszárúak remediációs célú alkalmazására. A különböző lágyszárú fajok különböző fémekkel szembeni toleranciájának vizsgálata szintén a tárgy célja.

*A tárgy tematikája:*

*laboratóriumi gyakorlat:*

Talajminta gyűjtés, vizes talajoldat készítés, növényi hamuminta készítés, csírázási vizsgálatok előkészítése. Talaj pH, vezetőképesség, nedvesség-tartalom, Arany-féle kötöttség, szerves anyag és karbonát tartalom vizsgálat. Növényi magvak csírázási képességének vizsgálata különböző módon kezelt talajokból készített talajoldatokkal. Talajminta savas feltárás elemanalitikai vizsgálatokra. Növényi minták savas feltárása elemanalitikai vizsgálatokra.

Ammónium-, nitrát- és foszfáteltávolítás algaszervezetekkel (a tenyészetek elindítása); Vegyszeres ammónium-eltávolítás (lecsapás, szűrés). Ammónium-, nitrát- és foszfáteltávolítás algaszervezetekkel 2 (a kísérlet leállítása, szűrés, nitrátmérés előkészítése); Vegyszeres foszforeltávolítás (lecsapás, szűrés). Ammónium- és foszfátmérés; a nitrátmérés előkészítése (klasszikus analitikai, fotometriás módszer). A nitrátmérés befejezése, a nitrogénformák és a foszfor eltávolításával kapcsolatos eredmények értékelése, megbeszélése. Vas- és mangáneltávolítás algaszervezetekkel (a tenyészetek elindítása); Vegyszeres vaseltávolítás (lecsapás, szűrés). Vas- és mangáneltávolítás algaszervezetekkel (a kísérlet leállítása, szűrés); Vegyszeres mangáneltávolítás (lecsapás, szűrés). Minták gyűjtése a műszeres analitikai vizsgálatokhoz. Vas- és mangánmérés (klasszikus analitikai, fotometriás módszer). A vas és a mangán eltávolításával kapcsolatos eredmények értékelése, megbeszélése. Talaj, növény, víz és alga szuszpenzió minták elemanalitikai vizsgálata.

*Ajánlott irodalom:*

1. Szabó, M., Angyal, Zs. (2012) A környezetvédelem alapjai. Typotex Kiadó, Budapest.
2. Zákányi, B. (2010) Válogatott fejezetek „A környezetvédelem alapjai” című tárgyhöz. Miskolc.
3. Vallero, D.A. (2004) Environmental contaminants – assessment and control. Elsevier Academic Press, Burlington, San Diego, London.

## KÖRNYEZET-ÁLLAPOT ÉRTÉKELÉS MÓDSZEREI ÉS ESZKÖZEI

*Óraszám/szemeszter:* 8 szeminárium

*Kreditszám:* 2

*Számonkérés módja:* gyakorlati jegy

*A tárgy célja:*

Környezet-állapot értékelés célja, hazai és nemzetközi szabályozása. Mintavétel tervezése, mintavételi módszerek a környezet-állapot értékelés során. Talajmintavétel alapelve és módszerei. Vízmintavétel alapelve és módszerei. Talajminták helyszíni és laboratóriumi elemzési módszerei. Vízminták helyszíni és laboratóriumi elemzési módszerei. Mintavételi adatok elemzési, értékelési módszerei. Biológiai módszerek az állapotértékelésben. A felszíni vizek ökológiai állapotértékelése, a Víz Keret-irányelv alapján történő ökológiai állapotértékelés. Adatbázisok szerepe a környezet-állapot értékelés folyamatában (aktuális állapotok és trendek megadásában).

*A tárgy tematikája:*

*szeminárium:*

Környezet-állapot értékelés célja, hazai és nemzetközi szabályozása. Mintavétel tervezése, mintavételi módszerek a környezet-állapot értékelés során. Talajmintavétel alapelve és módszerei. Vízmintavétel alapelve és módszerei. Talajminták helyszíni és laboratóriumi elemzési módszerei. Vízminták helyszíni és laboratóriumi elemzési módszerei. Mintavételi adatok elemzési, értékelési módszerei.

Biológiai módszerek az állapotértékelésben. A felszíni vizek ökológiai állapotértékelése, a Víz Keret-irányelv alapján történő ökológiai állapotértékelés (fitoplankton, fitobenton, makrofiton). A felszíni vizek ökológiai állapotértékelése, a Víz Keret-irányelv alapján történő ökológiai állapotértékelés (makrogerinctelenek). A felszíni vizek ökológiai állapotértékelése, a Víz Keret-irányelv alapján történő ökológiai állapotértékelés (halak). Adatbázisok szerepe a környezet-állapot értékelés folyamatában (aktuális állapotok és trendek megadásában). Konzultáció.

*Ajánlott irodalom:*

1. Borics G. (2015) Felszíni vizek fitoplankton alapú ökológiai állapotértékelése. Violet Bt., Debrecen.
2. Kádár I. (1998) A szennyezett talajok vizsgálatáról. Kármentesítési Kézikönyv 2. Környezetvédelmi Minisztérium, Budapest.
3. Vallero, D.A. (2004) Environmental contaminants – assessment and control. Elsevier Academic Press, Burlington, San Diego, London.
4. Wang L.K., Ivanov V., Tay J.H. és Hung Y.T. (2010) Environmental Biotechnology. Humana Press, New York.

## NUKLEÁRIS MÉRÉSTECHNIKA

*Óraszám/szemeszter:* 4 elmélet + 4 szeminárium

*Kreditszám:* 1 + 1

*Számonkérés módja:* kollokvium + gyakorlati jegy

*A tárgy célja:*

A nukleáris mérés technika jelentéstartalma és alapvető feladata. A vizsgálandó atommag sugárzások és más ionizáló sugárzások főbb tulajdonságai, kölcsönhatásaik az anyaggal. Az előbbi fajtájú sugárzások észlelésével és tulajdonságaik, mennyiségük mérésével kapcsolatos fontosabb fogalmak és fizikai mennyiségek. A sugárzások vizsgálatára használható gáztöltésű detektorok különféle fajtái, azok működésének alapelvei és részletei.

*A tárgy tematikája:*

*előadás:*

A nukleáris mérés technika alapvető célja, módszere, a szükséges eszközök, az atommagról megtudható információk. A nukleáris mérés technika keretében vizsgálandó különféle részecskék (ionizált atommag, atommagon szóródó részecske, magreakciókban keletkezett részecskék), atommag sugárzások, atomhéjból származó ionizáló sugárzások. A szóba jöhető részecskék főbb tulajdonságai. Az atommag radioaktív bomlása (bomlástörvény, bomlástípusok, bomlássémák). Alfa- és béta-sugárzások főbb tulajdonságai, energiák, intenzitások. Gamma-sugárzás keletkezése az atommag radioaktív bomlását követően, tulajdonságai, energiák, intenzitások. Magnívó-élettartam, izomer átmenetek. Hasadványok, hasadási és késő neutronok. Magsugárzás adatbázisok. Magfolyamatok nyomán az atomhéjban keletkezett sugárzások tulajdonságai. Az elektronbefogás nyomán keletkező karakterisztikus röntgensugárzás, Auger-elektronok. Belső konverzió, konverziós elektronok, belső konverziós együttműködő. Sugárzás és anyag kölcsönhatásának általános jellemzői. Elemi kölcsönhatásmechanizmusok modellezése klasszikus ütközési folyamattal. Nehéz töltött részecskék (proton, alfa, hasadvány) kölcsönhatása az anyaggal. A specifikus energiaveszteség és függése a sugárzás és a közeg tulajdonságaitól. Töltéscsere, energiaszórás, a közeg ionizációja. Hatótávolság és függése az energiától, valamint a közeg anyagi minőségétől. Monoenergetikus elektronsugárzás és folytonos energiaeloszlású béta sugárzás kölcsönhatása az anyaggal. Fajlagos energiaveszteség, energiacsökkenés, energiaszórás, pálya. A sugárgyengülés (transzmisszió) függése az abszorbens vastagságától, az abszorpciós görbe. A tömegabszorpciós együttműködő. Béta-sugárzás maximális hatótávolsága. A tömegabszorpciós együttműködő és a hatótávolság energiafüggése. Fékezési röntgensugárzás. Cserenkov-sugárzás. Béta sugárzás önabszorpciója és visszaszóródása. A visszaszóródás függése a rétegvastagságtól és az anyagi minőségtől. Gamma- és röntgensugárzás kölcsönhatása az anyaggal. A sugárgyengülés exponenciális függése az abszorbens vastagságától. Abszorpciós együttműködő, felezési rétegvastagság. A fotoelektromos effektus, a fotoelektron energiája, a különböző elektronhéjak szerepe. A Compton-szórás. A Compton-szórt foton és a meglökött Compton-elektron tulajdonságai. A párkeltés. A fotoeffektus, a Compton-szórás és a párkeltés tömegabszorpciós együttműködőjének függése a gamma-sugárzás energiájától és az anyagi minőségtől. További kölcsönhatásformák. Az eredő sugárgyengülés energiafüggése különböző anyagokban. A legvalószínűbb kölcsönhatási forma rendszám- és energiafüggése. Atommag sugárzások és más ionizáló sugárzások detektálásának általános elvei. A sugárzási tér inhomogenitása, a sugárzás intenzitása a detektor helyén. A sugárzás által előidézett fizikai változások a detektor anyagában. A detektor által adott válasz fizikai jellege és függése a sugárzás fajtájától és tulajdonságaitól. Elektromos és nem elektromos detektorok. Folytonos válaszó és impulzusüzemű detektorok. Az impulzusüzemű detektorok jelei. Jelszám és jelszámlálási sebesség. A detektor válasz-

függvénye, a válaszfüggvény linearitása. Érzékenység, tér- és időbeli felbontóképesség, holt-idő, határfok, háttér. Abszolút és belső határfok. A határfok meghatározásának módszerei. A detektor jósága. Energiaszelektív detektorok. Energiafeloldás. Jel nagyság-spektrum, energia szerinti hitelesítés, energia-spektrum. Gáztöltésű detektorok működési elve, felépítése és tulajdonságai. Gáz-ionizáció, ion-rekombináció, ionvándorlás, ionsokszorozódás. Impulzusnagyság függése az elektródfe-szültségtől. Ionizációs kamra. Folytonos működésű és impulzusüzemű kamrák. Proporciónális számláló. A jel nagyság függése a részecskeenergiától. A gázsokszorozási tényező. A Geiger-Müller számláló. Ionizációs lavinák. Töltőgáz, lavina-kioltás. A jel nagyság függetlensége a részecskeenergiától. A GM-cső karakterisztikája. Különböző GM-cső konstrukciók.

#### *szeminárium:*

Szcintillációs detektorok működési elve, felépítése, tulajdonságai. A szcintillációs detektálás alapfolyamatai. A primer részecske és a szcintillátor-anyag kölcsönhatásának mechanizmusa. A szcintillátorok általános jellemzői. Néhány gyakran használt szcintillátor speciális tulajdonságai, a szcintilláció mechanizmusa. Szerves és szervetlen kristályok, folyadékszcintillátorok. A szcintillátor és a fotoelektronsokszorozó illesztése. A fotoelektronsokszorozó konstrukciója és működése. Fotokatód, elektronoptikai rendszer, elektronsokszorozás. Energiamérés szcintillációs számlálóval, energiafelbontás, időfelbontás. Félvezető detektorok működési elve, felépítése, tulajdonságai. A töltéshordozók számát befolyásoló hatások. A p-n átmenetek tulajdonságai. Diffúziós és felületi záróréteges detektorok. Lítiummal driftelt Si és Ge detektorok. Nagytisztaságú Ge detektorok. Detektoralak, energiafelbontás, időfelbontás, határfok. A félvezető detektorok alkalmazási területei. Gamma-sugárzás detektálása, a folyékony levegővel való hűtés szükségessége. Egyéb detektortípusok. Cserenkov-detektor. Folyékony közegű ionizációs és proporciónális számlálók. Szilárdtest nyomdetektorok. Termolumineszcens detektorok. Vizuális detektorok: ködkamra, fotoemulzió, buborékkamra, szikrakamra. Neutron-detektorok (10B, 6Li és 3H számlálók, hasadási kamra, áramgeneráló detektor, stb). Nukleáris mérőműszerek általános konstrukciója és tulajdonságai. Tápegység, detektor, jelfeldolgozó elektronika. A detektorok, mint elektromos jelforrások. Különböző detektorok jeleinek jellemzői. Egyenáramú erősítők és impulzuserősítők. Erősítők tulajdonságai: linearitás, frekvencia-átvitel, zaj, terhelhetőség. Impulzusszámlálók és tulajdonságaik: időfelbontás, tárolási kapacitás, érzékenység. Amplitúdó-diszkriminátor, sokcsatornás amplitúdóanalizátor, analóg-digitál konverter. Koincidencia-antikoincidencia kapcsolások. Alfa-spektrometria alkalmazása radioanalitikai célokra (mintakészítés, detektálás, spektrometria, spektrumkiértékelés). Béta-spektroszkópia folyadékszcintillációval (mintakészítés, detektálás, spektrometria, spektrumkiértékelés). Alfa- és béta-számlálás egyéb radioanalitikai célú alkalmazásai. A gamma-spektrometria alkalmazása radioanalitikai célokra. Mintakészítés, detektálás, spektrometria. A gamma-spektrum szerkezete. Energiakalibráció, háttérlevonás, korrekciós tényezők, teljes energiájú csúcs határfok. Határfok energiafüggése. Spektrumkiértékelés. Abszolút aktivitás meghatározása béta-gamma koincidencia módszerrel.

Tömegspektroszkópia elvi alapjai és módszerei. Tömegspektrométerek elvi felépítése. Az ionforrás. Energiaszelektorok és impulzusszelektorok. Detektorok. Tömegspektrumok.

Aktivációs analízis elvi alapjai és módszerei. Aktiváció, a besugárzás technikai megvalósítása. Az elemkoncentráció meghatározása a keletkező aktivitás, valamint az aktiváló részecske

#### Ajánlott irodalom:

1. Bódizs D.: Atommagsugárzások mérés technikái, Typotex, Budapest, 2006, ISBN: 9639664316
2. Kiss D., Kajcsos Zs.: Nukleáris technika, Tankönyvkiadó, Budapest, 1984, ISBN: 9631777510

3. Nagy L. Gy.: Radiokémia és izotóptechnika, Tankönyvkiadó, Budapest, 1983, ISBN: 9631763633
4. Kiss D., Horváth Á., Kiss Á.: Kísérleti atomfizika, ELTE Eötvös Kiadó, Budapest, 1998, ISBN: 9634631665

## NUKLEÁRIS ANALITIKAI MÓDSZEREK A KÖRNYEZETKUTATÁSBAN

*Óraszám/szemeszter:* 8 elmélet

*Kreditszám:* 2

*Számonkérés módja:* kollokvium

*A tárgy célja:*

Ismeretek a környezeti természetes és mesterséges radioaktivitás tipikus előfordulási szintjeiről, az egyes természetes és antropogén közegekben. A radioaktív izotópokkal vizsgálható főbb környezeti problémák körében, átfogó ismeretek azok alkalmazási területeiről és korlátairól. Az alkalmazható analitikai módszerek és azok főbb jellemzői (vizsgálható anyagtípusok, szükséges anyagmennyiségek, kimutatási határ). Komplex ismeretek a különböző környezeti izotópos mérések kombinált használatának módszereiről és azok korlátairól.

*A tárgy tematikája:*

*előadás:*

A jelenleg működő atomreaktorok környezeti hatásai. Radioaktív hulladékok keletkezése az erőművek normál működése során. Atomerőmű-típusok környezeti hatásainak összevetése. Reaktor balesetek. A jövő reaktorainak környezeti hatásai. A radioaktív hulladékok elhelyezésének szempontjai. Hazai hulladéktárolók. Radioaktív hulladék-minősítés fizikai módszerei, „nehezen mérhető” izotópok. Gázképződés jelentősége a végleges radioaktív hulladék tárolás során.

Reaktor-diagnosztika nemesgázizotópokkal. Nukleáris létesítmények tervezett kibocsátások ellenőrzése. Mintavevők, mintavételi eljárások és alkalmazott mérési módszerek. Nem tervezett kibocsátások ellenőrzése, talajvíz monitoring hálózat. Modellszámítások a szivárgási helyek azonosítására. Természetes környezeti radioaktivitás és mérési módszerei. Radon a környezetben és mérési módszerei. Radiokarbon a környezetben. Környezetvédelmi alkalmazások.

*Ajánlott irodalom:*

1. Fejezetek a környezetfizikából. Szerk.: Kiss Á. Z. Debrecen, Kossuth Egyetemi Kiadó (Debreceni Egyetem Természettudományi Kar)
2. Fehér István, Deme Sándor, Sugárvédelem, ELTE Eötvös Kiadó, ISBN 9789632840802
3. Kiss Dezső, Horváth Ákos, Kiss Ádám, Kísérleti atomfizika, ELTE Eötvös Kiadó, 1998, ISBN 963-463-166-5.
4. Atommagfizika. 2. korszerűsített kiadás. Szerk.: Fényes T. Debrecen, Debreceni Egyetemi Kiadó (2009)

## MINTAVÉTEL, MINTAELŐKÉSZÍTÉS ÉS KÖRNYEZETKÉMIAI MÓDSZEREK

*Óraszám/szemeszter:* 16 laboratóriumi gyakorlat

*Kreditszám:* 4

*Számonkérés módja:* gyakorlati jegy

*A tárgy célja:*

A hallgatók megismerkednek a környezeti mintavételezés alapelveivel és technikáival, a különböző halmazállapotú környezeti elemek reprezentatív és reprodukálható mintavételével szemben támasztott követelményekkel, a mintavételi stratégiákkal, az összetett mintavételezési eljárások szűk keresztmetszeteivel, valamint átfogó képet kapnak a minta-előkészítési módszerekről. Gyakorlati tapasztalatokat szereznek a környezeti mintavételezési és minta-előkészítési technikákról, kezdve a hipotézis felállításától a stratégiakészítésen keresztül a gyakorlati kivitelezésig és az eredmények értékeléséig. Egy vizes élőhelyet példázó halastó komplex állapotfelmérésére irányuló mintavételi stratégiát készítenek, majd víz-, talaj-, növény- és üledékminta gyűjtése történik a mintavételi terv alapján. A vízminták helyszíni tartósítása és a helyszínen mérendő paraméterek meghatározása: pH, vezetőképesség, átlátszóság, zavarosság, gyorsteszték. Talaj- és növényminták begyűjtése, üledék-mintavétel (1 méteres fúrásmag és részminták). A minták laboratóriumi előkészítése és feldolgozása: oldott oxigén, kémiai oxigénigény, kloridion-, szulfácion-, karbonát- és hidrogénkarbonát-tartalom meghatározása, elemösszetétel.

*A tárgy tematikája:*

*laboratóriumi gyakorlat:*

Általános balesetvédelmi és tűzvédelmi oktatás. A terepi munka balesetvédelmi szabályainak ismertetése. Elméleti megfontolások: A környezeti analízis, a mintatípusok és mérendő komponensek tematikus csoportosítása. A környezeti minták főbb típusai. A mintavétel alapelvei, a különböző helyről vett minták elemzési eredményének Gauss-féle eloszlása. Mintavétel folyadékokból és szilárd halmazállapotú anyagokból, környezeti elemekből. Bevezetés a minta-előkészítési eljárásokba. A szilárd minták aprítása, porítása, szárítása és homogenizálása. A vizsgálati anyag tárolása és bemérése, a minta oldása és az oldhatóságot meghatározó tényezők. Elméleti megfontolások: A minták feltárása, reakciók olvadákfázisban. Feltáró reagensek és a feltárás laboratóriumi végrehajtása. Lúgos ömlesztés, lúgos oxidációs ömlesztés, lúgos redukációs feltárás, savanyú feltárás. A szerves anyagok mineralizálása, égetésen alapuló előkészítési technikák. Salétromsavas nedves roncsolás, acélköpenyes teflonbombákban történő és mikrohullámmal elősegített, nagy nyomású roncsolás. Száraz hamvasztás. Klasszikus és műszeres analitikai eljárások a szerves komponensek minőségi és mennyiségi meghatározására. Eléleti megfontolások: Minta-előkészítési eljárások elemspeciációs vizsgálatokhoz. A speciációs analitikában leggyakrabban vizsgált elemformák csoportosítása és az előkészítés legfontosabb lépései. A fémorganikus vegyületek minta-előkészítése és az extrakciós technikák tárgyalása. A hallgatók az óra végén megismerkednek a mintázandó halastó területének felülnézeti térképével, megbeszélésre kerülnek a vizsgálandó komponensek és azok mintavételi lehetőségei. Kidolgozzák a mintavételi stratégiát és elkészítik a mintavételi tervet. Terepi mintavételezés egy tipikus vizes élőhelyet reprezentáló halastó területén. Vízminták gyűjtése és tartósítása, talaj-, növény- és üledékminták gyűjtése az előre összeállított mintavételi tervnek megfelelően. A mintavételi módszerek gyakorlati elsajátítása, demonstrációs célú üledékmintavételi bemutató. A helyszínen elemzendő komponensek minőségi és mennyiségi mérése hordozható, terepi műszerek és klasszikus analitikai tesztek segítségével. A terepi mintavételezésből származó vízminták laboratóriumi feldolgozása. Oldott oxigén és kémiai oxigénigény meghatározása, oxigén telítettség megállapítása, anion- és kation-koncentráció



klasszikus (permanganometriás, argentometriás, jodometriás és sav-bázis titrálás) és műszeres analitikai elemzése (spektrofotometriás és mikrohullámú plazma atomemissziós spektrometriás mérés) a halobitást meghatározó főionok (nátrium, kálium, kalcium, magnézium, szulfát, klorid, karbonát és hidrogén-karbonát) tekintetében

A terepi mintavételezésből származó talajminták laboratóriumi feldolgozása: szárítást követő homogenizálás, mikrohullámmal elősegített nedves roncsolás és elemtartalom meghatározás mikrohullámú plazma atomemissziós spektrometriával. A szárazanyag- és szervesanyag-tartalom megállapítása gravimetriásmódszerrel. A terepi mintavételezésből származó üledék-minták laboratóriumi feldolgozása: a fűrasmag szeletelése, szárítást és homogenizálást követő mikrohullámmal elősegített nedves roncsolása, az elemtartalom meghatározása mikrohullámú plazma atomemissziós spektrometriával. A szárazanyag- és szervesanyag-tartalom megállapítása gravimetriás módszerrel. A terepi mintavételezésből származó üledék-minták laboratóriumi feldolgozása: a fűrasmag szeletelése, szárítást és homogenizálást követő mikrohullámmal elősegített nedves roncsolása, az elemtartalom meghatározása mikrohullámú plazma atomemissziós spektrometriával. A szárazanyag- és szervesanyag-tartalom megállapítása gravimetriás módszerrel.

A terepi mintavételezésből származó növényi minták laboratóriumi feldolgozása: szárítást és homogenizálást követő atmoszférikus nedves roncsolása, az elemtartalom meghatározása mikrohullámú plazma atomemissziós spektrometriával. A szárazanyag-tartalom megállapítása gravimetriás módszerrel. A gyakorlat során kapott eredmények értékelésének megbeszélése: kalibráció, diagrammok, statisztikai kiértékelési módszerek. Bemutatásra kerülnek a nagy mintaszámmal végzett komplex elemzések eredményhalmazának kiértékelési módszerei, valamint a leadandó jegyzőkönyv tartalmi és formai követelményei. A féléves elméleti és gyakorlati anyag konzultációs megbeszélése, kérdések és válaszok.

Ajánlott irodalom:

1. Posta József: Mintavétel és minta-előkészítés. (egyetemi jegyzet), Debreceni Egyetem (2009)
2. Braun Mihály, Hubay Katalin, Baranyai Edina, Harangi Sándor: A környezetanalitika szervetlen kémiai módszerei. (gyakorlati jegyzet és segédanyag), Debreceni Egyetem (2014)
3. Óváry Mihály: Környezeti mintavételezés. Typotex Kiadó (2012)

## KÖRNYEZETI SZERVES KÉMIA

*Óraszám/szemeszter:* 4 elmélet + 8 laboratóriumi gyakorlat

*Kreditszám:* 1 + 2

*Számonkérés módja:* kollokvium + gyakorlati jegy

*A tárgy célja:*

A hallgatók elsajátítják a víz előfordulásával, jellemző szerves és szervetlen szennyeződéseivel kapcsolatos ismereteket. Megismerik a szennyezők mérésére alkalmas technikákat, és a víz tisztításának lehetőségeit, továbbá a légkör és a talaj jellemző szennyezőit.

*A tárgy tematikája:*

*előadás:*

A víz előfordulása és körforgása. A víz jellemző szennyezői, a vízkeménység. A víz jellemző szerves szennyezői I. (természetes vizek). A víz jellemző szerves szennyezői II. (ipari vizek). A víz jellemző tisztítási lépései, olajtalanítás. A légkör alkotói, szerkezete. A légkör kémiája I. (szénoxidok, metán, freonok). A légkör kémiája II. (nitrogénoxidok, kénoxidok, ózon). Policiklusos aromás szénhidrogének a légkörben, illetve a szálló porban. Kipufogógázok jellemző összetétele, környezetvédelmi előírások. A talaj szerkezete, rétegei. A talaj szervetlen alkotói. A talaj szerves komponensei. Jellemző szerves szennyeződések előfordulása a talajban.

*laboratóriumi gyakorlat:*

Balesetvédelmi oktatás, labormunka alapszabályai. Metán-tartalom meghatározása gázmintából I. Kalibráció készítése, készülék érzékenységének meghatározása. Metán-tartalom meghatározása gázmintából II. Ismeretlen gázminta metán-tartalmának meghatározása gázkromatográfia segítségével. Policiklusos aromás szénhidrogének kinyerése extrakcióval korom mintából. A korom mintából kinyert policiklusos aromás szénhidrogének minőségi analízise GC-MS technikai segítségével. Levegő portartalmából történő policiklusos aromás szénhidrogének meghatározása GC-MS technika segítségével. Szerves oldószer (aceton) aktív szénen történő megkötődésének vizsgálata gázáramból, készülék kimutatási határa, kalibráció készítése.

Szerves oldószer (aceton) aktív szénen történő megkötődésének vizsgálata gázáramból, ismeretlen levegőminta aceton-tartalmának meghatározása. Levegő NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> és illékony szerves komponenseinek minőségi és mennyiségi analízise (imissziómérés). Kipufogó gázok összetételének vizsgálata (emissziómérés). Kováts-index meghatározása különböző szerves szénhidrogénekre gázkromatográfia segítségével. Vízminta halogénezett oldószer tartalmának minőségi vizsgálata GC-MS technikai segítségével. Vízminta halogénezett oldószer tartalmának mennyiségi vizsgálata GC-MS technikai segítségével, kalibráció készítése.

*Ajánlott irodalom:*

1. ATSDR: Toxicological profile for polycyclic aromatic hydrocarbons, 1995, Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR), Atlanta, U.S. Department of Health and Human Services, 11–205. o.
2. Werner Engewald, Katja Dettmer-Wilde: Practical Gas Chromatography: A Comprehensive Reference, Springer (2014)
3. Salma Imre: Környeztkémia, ELTE TTK jegyzet, TIPOTEX kiadó (2012)

## BIOSTATISZTIKA

*Óraszám/szemeszter:* 16 laboratóriumi gyakorlat

*Kreditszám:* 4

*Számonkérés módja:* gyakorlati jegy

### *A tárgy célja:*

A tárgy célja, hogy a környezeti kérdésekkel foglalkozó szakemberek betekintést nyerjenek a modern ökológiai kutatási irányzatokba és adatfeldolgozási ismeretekbe. Véleményt tudjanak formálni napjaink környezeti krízisei kapcsán hangoztatott kijelentések valódi értékéről. A biostatistikai elemzések a mindennapi életben is jelenlévő, a társadalom számára fontos kérdések elemzésével foglalkozik; emellett absztrakt és elvont tudományos diszciplína, ami rendkívül gyorsan fejlődik. A kurzus célja a modellek, módszerek és eszközök bemutatása, megismertetése és a gyakorlati elsajátításuk segítése. Kiemelt fontosságú célja a kurzusnak, hogy kialakítsa a modellek gyakorlatban történő tudatos alkalmazásának a képességét, különös tekintettel az önálló, aktív tevékenységét igénylő módszerekre. Alapvető jelentőségű a kurzus során a környezeti adatok statisztikai feldolgozásának gyakorlati elsajátítása.

### *A tárgy tematikája:*

#### *laboratóriumi gyakorlat:*

Modellek és modellezés szerepe és jelentősége, a modellezés eszköztára. A (statisztikai) modellek szerepe és jelentősége a modern tudományban. A modellek készítésének lépései, a modellek jóságának kritériumai. A modellezés eszköztára, determinisztikus és sztochasztikus modellek. Az R programnyelv és programozási környezet, napjaink tudományának „lingua franca”-ja. Az R programnyelv és programozási környezet statisztikai számításokhoz. Növekedési modellek, kaotikus dinamika, Feigenbaum állandó.

Leíró statisztikák, tényfeltáró adatelemzés, robusztusság. A randomitás „lélektana”, véletlen számok, pszeudo-véletlen számok, pszeudo-véletlen számok generálása. Véletlen számok szerepe és jelentősége az informatikában. Randomitás statisztikai kezelése a mérnöki munkában és a tudományos kutatásban. Mintavételek, kísérletek tervezése és statisztikai hipotézisek. Varianciaanalízis (ANOVA), kovariancia-analízis. Statisztikai tesztek erejének becslése.

Lineáris és nemlineáris regresszió. Logisztikus regresszió. Általános lineáris modellek és általánosított lineáris modellek, kevert modellek. Sokváltozós statisztikai módszerek: Clusteranalízis.

Sokváltozós statisztikai módszerek: PCA, FA, Diszkriminancia-analízis. Diverzitás, biodiverzitás és diverzitási statisztikák. DNS szekvenciák elemzése, numerikus genomika, bioconductor R-site.

### *Ajánlott irodalom:*

1. Dringó L. 1990: Numerikus analízis I. Tankönyvkiadó, Budapest.
2. Feller, W. 1978. Bevezetés a valószínűségszámításba és alkalmazásaiba. Műszaki Kiadó.
3. Kocsondi, A. 1976: Modell módszer: A modellek helye és szerepe a tudományos megismerésben. Akadémiai Kiadó, Budapest.
4. Reiczigel J., Harnos A., Solymosi N. 2007: Biostatisztiika nem statisztikusoknak. Pars Kft.
5. Rényi, A.. 1973. Valószínűségszámítás. Tanönyvkiadó.
6. Solt Gy. 2006. Valószínűségszámítás. Műszaki Könyvkiadó.

## **VI. A képzési program végrehajtásához szükséges tárgyi és személyi feltételek, ezek biztosításának módja**

**A képzésért felelős kar megnevezése:** Debreceni Egyetem Természettudományi és Technológiai Kar

**A szakért felelős oktató:** Dr. Magura Tibor egyetemi tanár, DE TTK Ökológiai Tanszék

A képzésben résztvevő oktatók a Debreceni Egyetem Természettudományi és Technológiai Kar oktatói.

### **A szakirányú továbbképzés tárgyi feltételei:**

Tantermek:

A Debreceni Egyetem Természettudományi és Technológia Karán rendelkezésre állnak azon előadótermek, laboratóriumok, valamint szoftverek, amelyek a tervezett képzéshez szükségesek. Az – építészeti nívódíjat kapott – „Élettudományi épület”-ben a Természettudományi és Technológiai Kar három nagy előadóval rendelkezik: F015-016 (300 fő), F003-004 (154 fő), F008-009 (117 fő). Az Ökológiai épületben rendelkezésünkre áll egy 80 fő befogadására alkalmas előadóterem, egy 40 fős, és két 20-20 fős szeminárium terem. Rendelkezésünkre áll továbbá egy 30 fő befogadására alkalmas hallgatói laboratórium, valamint három olyan kisebb – 5-10 fő befogadására alkalmas – speciális laboratóriumi helyiség, amelyek a minőségi oktatást szolgálják. A Kémiai épületében rendelkezésünkre álló nagy tanterem (K1-100 fő, K2-225 fő, K3-100 fő) mellett három darab 20 fő befogadására alkalmas szemináriumi teremmel rendelkezünk.

Számítástechnikai, oktatástechnikai ellátottság:

Az oktatás szolgálatába állítható nagyobb tanteremek mindegyike korszerű oktatástechnikai eszközökkel (beépített projektor, hangosítás) van felszerelve. Az egyetemen a számítástechnikai ellátottság kiemelkedő. Ennek legfőbb biztosítója az Informatikai Szolgáltató Központ (DISZK) működése, mely központ biztosítja az egyetem minden egysége számára a számítógépes gerinchálózatot, internet és intranet szolgáltatást, hallgatói termináaltermek fenntartását, üzemeltetését és karbantartását, videokonferencia és streaming rendszerek menedzsmentjét, valamint konzultációs lehetőséget és szaktanácsadást. A központ részletes működését illetően teljes körű információk szerezhetők be a <http://it.unideb.hu> címen.

Könyvtári ellátottság:

A Debreceni Egyetemen található az ország egyik legnagyobb könyvtári központja. Az 1918-ban alapított létesítmény ma hatalmas könyvtári anyaggal, korszerű körülmények között fogadja az egyetem hallgatóit és oktatóit. A Debreceni Egyetem Egyetemi és Nemzeti Könyvtára (DEENK) 2001. január 1-jén alakult az egyetemi integráció eredményeként az elődintézmények könyvtárainak egyesítésével. A DEENK állományának két törzse a nemzeti kötelempéldány gyűjtemény, valamint az Egyetem oktató-, kutató-, és gyógyító munkáját szolgáló tudományos gyűjtemény. Ez a törzsanyag hét szakgyűjteménybe (agrártudományi, bölcsészeti és természettudományi, élettudományi, műszaki, pedagógiai, társadalom-tudományi, zeneművészeti) szervezve áll az Egyetem egyes karain dolgozók és tanulók, valamint Debrecen város polgárainak rendelkezésére. A szakgyűjteményeket értékes különgyűjtemények egészítik ki. A könyvtár igen értékes állományának legnagyobb részét a könyvek és bekötött folyóiratok

képezik, ez több, mint 2.700.000 dokumentum. Jelentős a digitális folyóiratgyűjteményünk is, melyen keresztül több, mint 27.000 folyóiratot érhetnek el olvasóink. Az Egyetemi és Nemzeti Könyvtár a ma már hagyományosnak számító helyben olvasás és kölcsönzés mellett számos modern szolgáltatást kínál. Elektronikus szolgáltatásainak jelentős része a beiratkozott olvasók számára a világ bármely pontjáról elérhető. A Könyvtár a Debreceni Egyetem tudományos termésének adatait a Publikációs Adatbázisban gyűjti és szolgáltatja. Részletes információk szerezhetők be a <http://www.lib.unideb.hu> címen.

A tanulmányi ügyekkel kapcsolatos adminisztráció feltételei:

A Kar és az indítandó szakok tanulmányi adminisztrációja teljes egészében elektronikus úton bonyolódik (Neptun), csak ott alkalmaznak írott dokumentációt, ahol a jogszabályok ezt külön megkövetelik. Az egységes tanulmányi rendszerhez való hozzáférés minden hallgató számára nyilvános számítógépeken lehetséges vagy telepített kliensprogrammal, vagy Interneten keresztül. Ez utóbbi lehetővé teszi a beiratkozott számára a koordináló Kar rendszerén kívülről is tanulmányai kontrollálását és tervezését.

**A szak indításának tervezett időpontja:** 2023. szeptember 1.

**A képzés költsége:** 350.000.-Ft/félév