



Kutatói pályára felkészítő akadémiai ismeretek modul

Környezetgazdálkodás Modellezés, mint módszer bemutatása

KÖRNYEZETGAZDÁLKODÁSI AGRÁRMÉRNÖK MSC



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



A talaj szerepe a talaj-növény- légkör rendszerben

25. lecke



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



A talaj vízforgalma

- A talajon adott időszakban átáramló víz mennyiségét értjük talajvízforgalom alatt.
- A talajvízháztartási típusok a talajvízmérleg alapján kerültek kialakításra.
- A vízmérleg a talaj adott térfogatába érkező és az onnan eltávozó vízmennyiség, valamint a talaj indulási vízkészletében bekövetkezett változás eredményeként írható fel:

$$VK = V_{cs} + V_{\ddot{o}} + V_{kap} + V_{inf} + VK_i - V_e - V_t - V_{outf}$$

ahol VK : talajvízkészlet a vizsgálati időszak végén (mm)

V_{cs} : csapadék (mm)

$V_{\ddot{o}}$: öntözővíz (mm)

V_{kap} : talajvízbőli kapilláris víztranszport (mm)

V_{inf} : felszíni és felszínalatti vízbetáplálás (mm)

V_{ki} : talajvízkészlet a vizsgálati időszak kezdetén (mm)

V_e : talajvízpárolgás (mm)

V_t : növényi vízfelvétel (mm)

V_{outf} : felszíni és felszínalatti vízfolyás (mm)



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



- A talaj vízmérlegét alakító részfolyamatok sebessége, intenzitása is jelentős és meghatározó a növények víz és tápanyagellátásában.
- A víz és tápanyagtranszport folyamatok hajtóereje a talajnedvesség potenciálkülönbsége.
- A talajban végbemenő lamináris (örvénymentes) vízáramlást a Darcy törvény Richards által általánosított, telítetlen áramlási egyenlete írja le:

$$q_{\text{viz}} = -k_{\text{viz}} \left(\frac{\partial \psi}{\partial z} - 1 \right) - D_p \frac{\partial c_p}{\partial z}$$

ahol: ψ : vízpoteenciál (cm)

k_{viz} : vízvezető képesség ($\text{cm} \times \text{s}^{-1}$)

c_p : a talajlevegő páratartalma

q_{viz} : vízáram intenzitás ($\text{cm} \times \text{s}^{-1}$)

D_p : a talajpára diffúziós együtthatója

z : távolság (cm)



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



A talaj vízvezetőképessége

- A talajban a vízáramlás sebességét a nedvességpotenciál gradiens nagysága és a talaj vízvezető képessége határozza meg.
- A vízvezető képesség függvény felírható talajban lévő vízmennyiség vagy a vízpotenciál függvényeként is.
- Mindkét esetben a vízvezető képesség a vízmennyiség – a víztelítettség – irányában növekvő értékű.
- A függvény felső korlátját a talaj teljes pórusteret kitöltő – kétfázisú – állapot vízvezető képesség értéke jelenti, amelyet K_s -nek jelölnék.
- Mértkegysége sebesség dimenziójú: m/nap.





A vízvezető képesség becslése

- A talaj víztartó képesség függvényéből a van Genuchten-Mualem módszer szerint becsülhető a vízvezető képesség függvény.
- A módszer alkalmazásához a telítési vízvezető képesség érték (K_s) eredeti szerkezetű talajmintán történő meghatározása szükséges.





A talaj-növény-légkör rendszer modellezése

- A talaj-növény-légkör rendszer egyes alrendszerain belül és alrendszerai között anyag- és energiaáramlás megy végbe.
- Az energiaáramlás módja és eredménye is jellemző a rendszerre.
- A légáramlás anyagszállítása csapadékeseményként, porfelhőként, a légáram szélként, a levegővel szállított hőmérséklet hőáramként, stb. ismert.

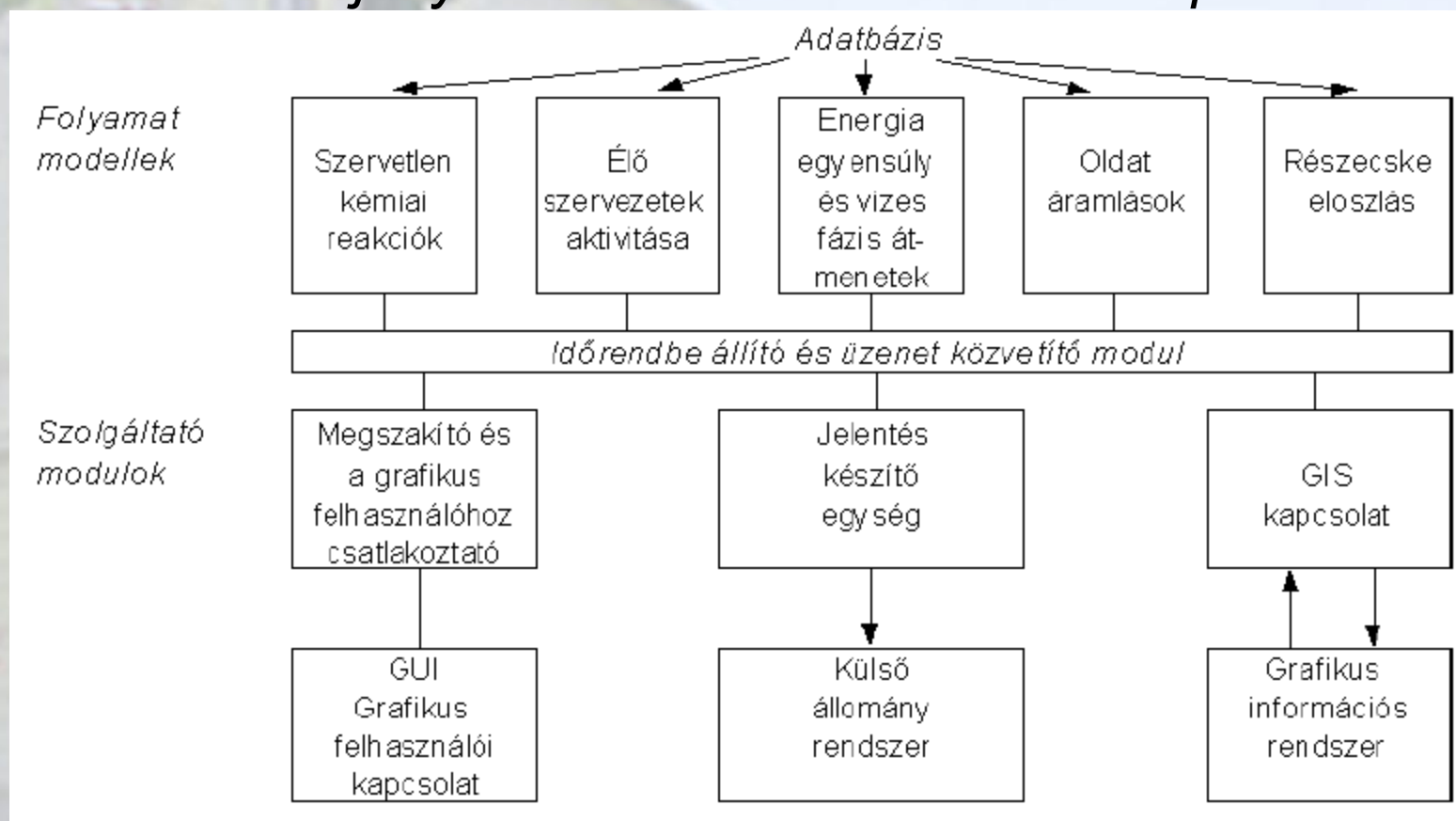




- A talajban végbemenő anyagmozgások eredménye a talajfejlődés és a talajtípusok kialakulása, a talajféleségre jellemző víz- és tápanyagforgalom pedig a talaj termőhely jellegének kialakításában vagy mezőgazdasági termőképességében nyer jelentőséget.
- A növényi anyagcsere-folyamatok a növény egyedfejlődésével és termésmennyiségével összefüggésben szerepelnek.
- A növény a talaj és a légkör közötti anyagforgalom meghatározó közegeként jelenik meg, ezért a talajfolyamat modellek hangsúlyos részét képezi.



Példa a talajfolyamat modell szerkezeti felépítésére





A számítógépes matematikai modellek csoportosítása

| | |
|--|--|
| <p>1. Determinisztikus</p> <p>a) Mechanisztikus</p> <p>b) Működési (funkcionális)</p> | <p>(általában sebesség paraméterekkel)</p> <p>(általában kapacitív paraméterekkel)</p> |
| <p>2. Sztochasztikus</p> <p>a) Mechanisztikus</p> <p>b) Nem-mechanisztikus</p> | <p>(véletlenszerűen kiválasztott eloszlási paraméterek)</p> <p>(sűrűségfüggvény paraméterek)</p> |
| <p>Más szempontú felosztási lehetőségek:</p> <p>Cél, Összettség (komplexitás), Rugalmasság (flexibilitás), Átvihetőség (transzferabilitás)</p> | <p>Kvalitatív vagy kvantitatív jelleg</p> <p>Hierarchikus felépítés szerint</p> <p>Információs szintek szerint</p> |
| <p>Addiscott és Wagenet (1985), Hoosebeek és Bryant (1992) nyomán</p> | |





| Skála | Lépték | Modell főlelőg | Mérési és becslési eljárások |
|-------|--|--|--|
| i+6 | világ (Föld) | konceptuális | távérzékelés, éghajlat |
| i+5 | kontinens | konceptuális | távérzékelés, éghajlat |
| i+4 | ország, állam, tartomány | statisztikai modellek | légifotózás |
| i+3 | talaj-régió (összekapcsolt vízgyűjtők) | hidrológiai modellek tömegyensúly modellek (valószínűségi, statisztikus determinisztikus/ működési modellek) | geohidrológiai technikák fuzzy clustering |
| i+2 | katéna, vízgyűjtő | vízgyűjtő modellek megosztott, vagy statisztikus hidrológiai modellek (determinisztikus és sztochasztikus vegyes modellek) | geostatisztika, geohidrológiai technikák (hidrográf, vízkémia) |
| i+1 | polipeton (tábla) | két- és háromdimenziós oldalirányú áramlások (determinisztikus / működési modellek) | TDR, GPR, geostatisztika |
| i | pedon | tömegáramlás modellek ismert változatosságú (i -1) modellek (determinisztikus/ működést leíró modellek) | TDR, neutron-szonda |
| i-1 | talajszelvény, réteg | egy- és két dimenziós determinisztikus kimosódási modellek; mintázat felismerés (determinisztikus / működést leíró modellek) | tenziométerek, ellenállás blokkok |
| i-2 | másodlagos szerkezeti elemek (pedek, aggregátumok) | megkerülő áramlás (bypass flow) makropórusok | vékonyréteg metszet, festési eljárás, üvegszálas optika, CT |
| i-3 | matrix szerkezet (szemcsekölcsönhatások) | áramlások a talajmatrixban (determinisztikus / működési) | vékonyréteg technika térbeliség, NMR |
| i-4 | molekuláris kapcsolatok (pórus/ szemcse) | elektrokémiai modellezés (determinisztikus/ működési) | elektronmikroszkópos technika oldatkémia |

A víz- és oldatmozgás modellezési léptékei, a modellek típusai és az alkalmazott mérési és becslési módszerei

GPR = ground penetrating radar (talajnedvességmérési eljárás)
TDR = time domain reflectometry (talajnedvességmérési eljárás)
CT = computer-assisted tomography (felületelemző eljárás)
NMR = nuclear magnetic resonance (hidrogénatom mennyiségét mérő eljárás)



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



MODELLEK ÉS MODELL EREDMÉNYEK MINŐSÍTÉSE

- Annak megítélése, hogy a valóságos történéseket közelítően és egyszerűsített módon leíró számítógépes modellek szimulációs eredményei mennyire tekinthetők a modellezett rendszer valóságos válaszának, a modellezés lényeges kérdései közé tartozik.





A talaj-növény-légkör rendszer modellezése

26. lecke



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



- A mért adatok és a modell eredmények közti különbségek kifejezésének egyik lehetséges módja a mért és szimulált értékek páronként vett korrelációja, a másik pedig azok átlagos eltérése (M).

$$M = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (y_i - x_i)$$

ahol

y_i : az i -edik mért érték,

x_i : pedig az i -edik szimulációs érték,

N : a mért és a szimulált értékpárok száma



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



- Amennyiben az $(y_i - x_i)$ különbségek legalább 90 %-a kisebb, mint egy szakmailag megállapított elfogadható érték, teljesülése esetén a szimuláció megfelelőnek értékelhető.
- További lehetőséget jelent a szimuláció jóságának megállapítására az un. reziduális hiba elemzése, amikor is az eltérés hibanégyzet-összegét a teljes mérési hibanégyzet-összeghez hasonlítják.





- Amennyiben kellő ismétlésszámú mért adat áll rendelkezésre a Student-féle t-próba segítségével ellenőrizhető, hogy a szimuláció hibája a mérési hibánál kisebb-e:

$$t = (\bar{y} - x) / SE = \bar{d} / SE$$

ahol: \bar{y} : a mért értékek átlaga,

\bar{d} : a szimulált és a mért átlag értékek közötti eltérés (átlagos eltérés),

SE : a mérés standard hibája

- Megjegyzendő, hogy a t-próba csupán kellő számú ismétléssel mért minta esetében alkalmazható, amikor is a minta szabadságfoka kellően nagy.



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



Termésszimulációs modellek

- A természetes talaj-növény, vagyis ökológiai rendszerekhez képest a mezőgazdasági, kertészeti növénytermesztési rendszerek hasonlóan bonyolult anyag- és energiaforgalmúak, de sok tekintetben eltérő és jellemzően mesterségesen fenntartott formációk.
- Ennek ellenére a mezőgazdasági táblák növényzete éppúgy, mint a gyümölcsösök, szőlőültetvények, kertészetek, vagy a zöldséges kertek bonyolult rendszert alkotnak.
- Valamennyi mezőgazdasági növénytermesztő rendszer alapvető célja a növényi produkció létrehozása.





- A termésszimuláció modellek kidolgozásának gyakorlati célja éppen a növényi genotípus, a környezeti tényezők és gazdálkodási módok kölcsönhatása lehetséges és valószínű eredményének, a természeti kívánt növényfajta fejlődésének, biomassza növekedésének és várható termésmennyiségének a tanulmányozhatósága.
- A termésszimulációs modellek bonyolultságukat tekintve különbözőek. Az un. működési modellek a leegyszerűsített formát képviselik, míg a mechanisztikus modellek a növény és környezete kölcsönhatását az aktuális ismeretek szintjén tárgyalják.





- A termés-modellekben általában egy vagy két stressztényező szerepel azzal a feltételezéssel, hogy a többi stressztényező nem fordul elő vagy nem hat a termésképződésre. A termésmodellek négy típusát különíthetjük el a hatótényezők szerint:
 1. típus: A növekedési sebesség csak a fejlődési állapottól (fenofázis viszonyok) és az időjárástól (elsősorban a napsugárzástól és hőmérséklettől) függ, a termőhelynek nincs víz- és tápanyaghiánya.
 2. típus: A növekedési sebességet csak a vízellátottság (felvehetőség) limitálja, legalább a növekedési ciklus egy részében, az 1. típus időjárási tényezői és optimális tápanyagellátás mellett.





3. típus: A növekedési sebességet nitrogénhiány limitálja legalább a növekedési ciklus egy részében, míg a továbbiakban korlátozhatja a vízhiány, illetve a kedvezőtlen időjárás is.
4. típus: A növekedési sebességet stressztényezők, tápanyaghiány (pl. elégtelen foszforellátottság vagy más tápanyag hiánya), valamint egyéb károsító tényezők is alakítják legalább a növekedési ciklus egy részében.





A termés-szimulációs modellek a modellépítő, illetve használó célja szerint alkalmazhatók, pl. a tápanyagellátás megtervezésére, vagy egyéb célokra is. Így például használják őket:

- eddig nem művelt terület termőképességének becslésére (CERES, MACROS, EUROACCESS);
- új fajta adaptációjának becslésére (MACROS);
- a klímaváltozás hatásainak felmérésére (CERES, EUROACCESS, SOILN);



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



- gazdasági, vagy egyéb célú termés-előrejelzésre (CERES, EPIC, EUROACCESS, SOILN);
- új agrotechnikai eljárások (öntözési, műtrágyázási változatok) hatásainak felmérésére (CERES, EPIC, EUROACCESS, MACROS, SOILN);
- a talaj szerkezetromlás hatásának elemzésére (EPIC, SOILN);
- az erózió, a rovarkárok, a gyomosodás, a betegségek káros hatásainak becslésére (EPIBLAST, WEEDSIM);
- energiaerdők hozamfelmérésére (SOIL; SOILN);
- nemesítési programokban;
- profit optimalizáló modellel kapcsolva gazdaságossági analízisekben.





Debrecen Egyetem
Mezőgazdaság- Élelmiszertudományi és
Környezetgazdálkodási Kar



Pannon Egyetem
Georgikon Kar



Köszönöm a figyelmet!



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg