Hiper-felbontás a mezőgazdaságban: Az adat az új arany, de milyen eszközökkel bányásszuk ki és hogyan dolgozzuk fel?

Szenek Zoltán

DUO SENSE
Agrár-digitalizáció a gyakorlatban



Szám Donát

Növényorvos, Precíziós mg.-i szakmérnök

20+ év szakmai tapasztalat növényvédelem, talajtan, tápanyagutánpótlás terén



Szenek Zoltán

Agrár-digitalizációs fejlesztőmérnök

9 év szakmai tapasztalat agrár-térinformatikában, hatóságoknál és gazdaságok működésének elemzésében

Csapatunk

A helyspecifikus, adatalapú gazdálkodás bevezetése és fenntartása mára minden gazdaság működéséhez nélkülözhetetlen.

DUO SENSE

Agrár-digitalizáció a gyakorlatban

Velünk az agráradat elemzése magasabb jövedelmezőséghez vezet!

Célunk teljes körű, személyes kapcsolattartáson alapuló digitális szolgáltatások nyújtása mezőgazdasági termelők részére.

Egyedi szolgáltatásaink lényege, hogy adott gazdaságra optimalizált helyspecifikus tervezésünk révén az inputanyagok optimális elosztásával a hozam megtartása vagy növelése mellett a termelés gazdaságosabbá tehető.

A kísérlethez bemutatott tábla elhelyezkedése



Bevezetés

A talajdegradáció jelentősége

- A talajerózió a szántóföldi növénytermesztéshez kapcsolódó egyik legsúlyosabb környezeti és gazdasági kockázat, amely a termőréteg visszafordíthatatlan elvesztéséhez vezet.
- A FAO jelentései szerint a globális talajvesztés közvetlenül veszélyezteti az élelmezésbiztonságot. A talaj egészségének helyreállítása az EU 2030-ig szóló talajstratégiájának egyik kiemelt célkitűzése.

Dombvidékek kitettsége

- Magyarországon a dombvidéki szántóterületek több mint egyharmada erősen ki van téve a vízeróziónak.
- Az éghajlatváltozás heves záporokat és hirtelen kialakuló áradásokat hoz magával. Ezek a szélsőséges időjárási események felgyorsítják a felszíni lefolyást és a termőréteg elvesztését.
- A természetalapú megoldások (NbS) alkalmazásával hatékonyan mérsékelhetjük ezt a talajdegradációt.

A módszer felépítése

A precíziós talajvédelem fogalmának bevezetése

- Olyan következő generációs döntéstámogató rendszer fejlesztése, amely képes a táblán belüli eróziós folyamatok pontos modellezésére hiper-nagy felbontású (1×1 m-es) térbeli adatok alapján.

Talajveszteség modellezése

- Egy eróziós barázda kezelésére tervezett, füvesített pufferzóna (természetalapú megoldás – NbS) üledékvisszatartó hatékonyságának számszerűsítése az USPED-modell segítségével.

In situ terepi validáció

- A modellszámítások validálása valós, terepi adatok felhasználásával. Ez magában foglalja a talajszelvények feltárását, akkreditált laboratóriumi talajvizsgálatokat, valamint infiltrométeres méréseket.

A kísérleti tábla földrajzi adottságai

- **Elhelyezkedés és lépték:** A vizsgálati terület egy 11,85 hektáros, intenzíven művelt szántóföld egy dombvidéki tájon, a Vértestolnai-medence déli zárómedencéjében.
- **Éghajlat:** A terület mérsékelten hűvös és száraz. Az éves csapadékmennyiség egyenetlen eloszlású, értéke 550 és 620 mm között mozog.
- **Domborzat:** A mezőgazdasági művelés völgytalpi területeken zajlik, amelyeket erősen veszélyeztet az intenzív felületi és barázdás erózió.
- **Gazdálkodás:** A területen hagyományos talajművelést alkalmaznak. A vizsgálat évében napraforgót termesztettek a táblán.



Módszertan: UAV felmérés & GIS

- **Drónos adatgyűjtés:** Aratás utáni drónos felmérés; méter alatti felbontású ortomozaikok és digitális magasságmodellek (DEM) előállítása.
- **Hidrológiai modellezés:** Az ArcGIS Pro Spatial Analyst moduljában végzett elemzés beépített eszközök és Python-szkriptek segítségével; lefolyási modell készítése.
- **Gyepes sávok tervezése:** A felszíni vízösszefolyási útvonalak azonosítása, az elsődleges barázdás eróziós nyomvonalak meghatározása a gyepesített pufferzónák tervezése céljából.





A talajveszteség szemléltetése – Felső vízgyűjtő

Főbb morfológiai jellemzés:

Ez egy erősen lepusztult Luvisol (agyagfelhalmozódást mutató barna erdőtalaj). Az eredeti, szerves anyagban gazdag felső talajréteg a szántóföldi művelés és az intenzív felszíni vízlefolyás következtében teljesen hiányzik.



Ap 0–0,3 m: Művelt, vályogos, humuszos felső talajréteg. Ez a művelt réteg a megmaradt humusz és az alatta fekvő, agyagos Bt-szint összekeveredésével jött létre.

Bt 0,3–0,5 m: Vörösesbarna felhalmozódási szint. Az agyag bemosódásának (illuviációjának) egyértelmű jeleit mutatja.

Ck 0,5 m+: Bolygatatlan lösz alapkőzet.

A talajveszteség szemléltetése – Alsó vízgyűjtő

Főbb morfológiai jellemzés:

A völgyben található, mély szelvényű kolluvisol-ról (lejtőüledékes talajról) van szó. A talajszelvény több mint 1 méternyi friss, rétegzett lejtőüledéket tartalmaz, ami igazolja az USPED-modell lerakódásra vonatkozó előrejelzéseit.



Ap 0–0,3 m: Lazább szerkezetű, művelt felső talajréteg.

Ak 0,3–0,65 m: A művelési talp alatt elhelyezkedő, tömörödött üledékréteg.

2Ak 0,65–1,15 m: Sötétebb, szerves anyagban gazdag üledékfelhalmozódási réteg.

3Ak 1,15–1,4 m: Eltemetett, fosszilis felső talajréteg. Ez az intenzív mezőgazdasági művelés megkezdése előtti eredeti felszínt jelöli.

3Ck 1,4 m+: Bolygatatlan lösz alapkőzet.

A labor igazolja a modellszámításokat

- A talaj ragadóssága (KA) a lejtőn lefelé haladva 42-ről 45-re nő.
- A humusztartalom az akkumulációs zónában 2,42%-ról 3,36%-ra emelkedik. Ez azt bizonyítja, hogy a szelektív vízerózió finom agyagszemcséket, szerves anyagot és foszfort szállít lefelé, a völgy irányába.
- A felső zónában mért magas vastartalom (Fe: 194 mg/kg, szemben a 105 mg/kg-os értékkel) kémiai bizonyítékot szolgáltat a termőréteg jelentős mértékű elvesztésére.
- A talajművelési munkálatok már az altalaj Bt-szintjét is bekeverik a művelt rétegbe. Ez arra mutat rá, hogy az egységes, teljes táblára kiterjedő gazdálkodási mód fenntarthatatlan.

	NO_2+ NO_3- N (mg kg^{-1})	S/SO_4- S (mg kg^{-1})	Zn (mg kg^{-1})	Cu (mg kg^{-1})	Mn (mg kg^{-1})	Fe (mg kg^{-1})	Total salt (%)
Alsó vízgyűjtő	39.2	17.1	6.37	3.51	>200	105	0.072
Felső vízgyűjtő	26.5	9.06	4.68	3.24	>200	194	0.045

	pH (KCl)	KA	Humus (%)	$CaCO_3$ (%)	P_2O_5 (mg kg^{-1})	K_2O (mg kg^{-1})	Na (mg kg^{-1})	Mg (mg kg^{-1})
Alsó vízgyűjtő	6.05	45	3.36	1.8	626	290	26.1	291
Felső vízgyűjtő	6.75	42	2.42	0.659	438	326	18.7	327

A talajveszteség számítása helyspecifikus adatokkal

$$A = R \times K \times LS \times C \times P$$

- **R-tényező (csapadék-erozivitás):** Az 1991–2020 közötti meteorológiai adatok alapján számítva. Értéke 875 egy kétévente előforduló vihar, és 2040 egy szélsőséges, húszévente előforduló vihar esetén.
- **K-tényező (talaj-erodálhatóság):** A fejlett EPIC (Erosion Productivity Impact Calculator – erózió és termelékenység hatását becslő algoritmus) segítségével számítva. Az eróziós zónában 0,036, az akkumulációs (felhalmozódási) zónában pedig 0,026 az értéke.
- **LS-tényező (domborzati tényező):** A lejtőhosszt és a lejtőmeredekséget jellemző tényező. A drónfelvételekből (UAV) előállított digitális magasságmodell (DEM) alapján, cellánként számítva. Az értékek 0 és 170 között mozognak. Az adathalmaz kiugró értékeit – a felszíni szabálytalanságok kiszűrése érdekében – az IQR (interkvartilis tartomány) algoritmus segítségével azonosítottuk és eliminátuk.
  Ez a tényező minden egyes cella esetében egyedi.
- **C-tényező (felszínborítottsági/gazdálkodási tényező):** A jellemző vetésforgó alapján 0,28-ban rögzítve
  (Wischmeier és Smith módszertana szerint).
- **P-tényező (talajvédelmi beavatkozások):** Értéke 1,0, mivel a területen egyáltalán nem alkalmaznak szintvonal menti művelést.

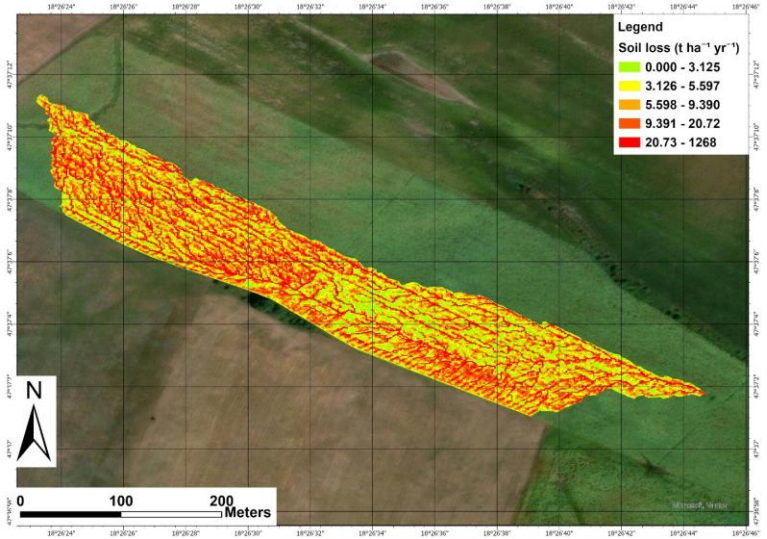
Results: Calculated soil loss

24,5

ÁTLAGOS TALAJVESZTESÉG (T/HA/ÉV)
Gyepsáv nélkül a teljes talajveszteség a 3,51 hektáros részvízgyűjtő területen 85,98 t/év.

18,23

ÁTLAGOS TALAJVESZTESÉG (T/HA/ÉV)
A 3,51 hektáros mintavételi részvízgyűjtőn kialakított gyepsávval, 2 éves visszatérési idejű csapadékesemények esetén.



- **Potenciális talajveszteség (védelem nélkül):** Az átlagos potenciális talajveszteség 24,5 t/ha/év. Ez a 3,51 hektáros részvízgyűjtő területen évente összesen 85,98 tonna talajveszteséget jelent.
- **A védelem hatékonysága (füvesített pufferzónával):** A nemlineáris exponenciális telítettségi modell alapján a füvesített sáv 25,4%-os hatékonysággal fogja meg az üledéket.
- **Topográfiai összefüggés:** A Spearman-féle korrelációelemzés erős pozitív kapcsolatot (R = 0,86) mutat a talajveszteség és a felszíni vízfelhalmozódás (flow accumulation) között.
- **Megfogott üledék:** A pufferzóna az átlagos talajveszteséget 18,23 t/ha/év értékre csökkenti. Egy kétévente előforduló vihar során 21,84 tonna, míg egy húszévente előforduló szélsőséges felhőszakadás alkalmával 52,41 tonna üledéket képes visszatartani.

Skálázható gyakorlati alkalmazás

Precíziós talajvédelem

- Dombos területeken a precíziós növénytermesztést ki kell egészíteni egy olyan, drónokra (UAV) és térinformatikai rendszerekre (GIS) alapozott talajvédelmi tervezéssel, amely egyméternél kisebb pontosságú felbontást tesz lehetővé; a hagyományos, empirikus USLE-modell ugyanis – mivel az egész táblára vonatkozó átlagértékekkel dolgozik – erre a célra nem alkalmas.

Változó dózisú kijuttatás

- A domborzat súlyos tápanyag- és kolloid-differenciálódást okoz a lejtőn lefelé haladva.
- A gazdasági és a ráfordításból eredő kimosódások elkerülése érdekében változó dózisú technológiával (VRA) kell műtrágyát kijuttatni.

Szakpolitika és földértékelés

- A magyar földértékelési rendszert – az elavult, 1986-os „aranykorona”-rendszert – felül kell vizsgálni.
- A nemzeti agrárpolitikának aktívan támogatnia kell a természetalapú megoldásokat (NbS).

Összegzés

A modell a gyakorlatban bizonyított

- A fizikai talajszelvények és a kémiai laboratóriumi elemzések sikeresen igazolják térbeli eróziós modellünket. A talajtulajdonságok pontosan követik a vízfolyási útvonalakat.
- A talajtulajdonságok térbeli eloszlása szorosan követte az eróziós transzportfolyamatok útvonalait.

Az NbS megoldások számottevően segítik a mezőgazdaságot is

- A kialakított, 4,5 méter széles gyepsáv képes jelentősen csökkenteni a talajveszteséget a részvízgyűjtő területen, miközben csupán minimális területkivonást igényel.
- A kísérleti projekt igazolja, hogy a tervezett és megvalósított gyepsáv – minimális területkivonás és költségráfordítás mellett – jelentős agronómiai, talajtani és gazdasági előnyökkel jár.



Szám Donát
+3630 531 2898



Szenek Zoltán
+3630 760 2649

info@duosense.hu
www.duosense.hu

A helyspecifikus, adatalapú gazdálkodás bevezetése és fenntartása mára minden gazdaság működéséhez nélkülözhetetlen.

DUO SENSE

Agrár-digitalizáció a gyakorlatban

Velünk az agráradat elemzése magasabb jövedelmezőséghez vezet!

Célunk teljes körű, személyes kapcsolattartáson alapuló digitális szolgáltatások nyújtása mezőgazdasági termelők részére.

Egyedi szolgáltatásaink lényege, hogy adott gazdaságra optimalizált helyspecifikus tervezésünk révén az inputanyagok optimális elosztásával a hozam megtartása vagy növelése mellett a termelés gazdaságosabbá tehető.