

Talajvizsgálatok és távérzékelte adatok alkalmazhatósága a precíziós mezőgazdaságban

A kedvezőtlen talajtulajdonságok és a szélsőséges időjárási tényezők együtt negatívan befolyásolják a gazdasági növények hozamát. A precíziós mezőgazdaság kialakulását a táblán belüli heterogenitás okozta terméskülönbség indukálta. A Mezőgazdasági Technika korábbi számaiban bemutatott drón- és műholdfelvételek passzív optikai távérzékelési elven működnek, azaz a mérések során a felszínről visszaverődő fényt mérik. A távérzékelte mérések során főleg a növényállományt vizsgálják, ami indirekt információt ad a talaj heterogenitásáról, hiszen a növényzet indikálja a talaj termőképességét. A talajvizsgálatok direkter információkat adnak talaj állapotáról. A hagyományos, nem zónaalapú talajvizsgálatok általában a heterogenitásról nem adnak megfelelő információt, főleg ha a mintavétel nem GPS koordinátához kötötten történik.

A talajvizsgálatok közül kiemelni a felület alapú talajvizsgálatokat, azaz a talajszkenner alkalmazhatóságát. Ezek az eszközök működhetnek kontakt és nemkontakt elven, aktív és passzív módon. Számos módszer és eszköz áll rendelkezésre, a talajtérképezés elvégzésére az egyik leggyakrabban használt mérés a talaj elektromos vezetőképességének térképezése. A módszer által mért adatok összefüggésben vannak az agyagtartalommal, a tömörséggel,



1. ábra Az EM38-MK2 talajszkenner konfigurációi kézi mérés során



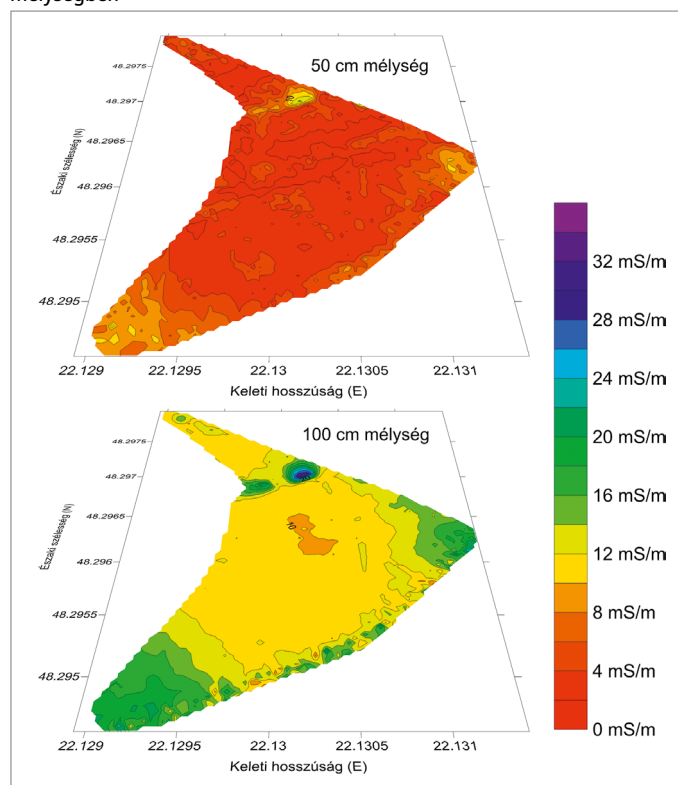
nedvesség- és sótartalommal, a fizikai féleséggel és a talaj hőmérsékletével. Az EM38-MK2 (1. ábra) nem kontakt elven méri a talaj elektromos vezetőképességét 0-50 és 0-100 centiméteres talajrétegekben (EC_a).

Ennek az eszköznek nagy előnye, hogy akár kézi műszerként is használható a talaj EC_a változás nyomon követésére, akár növényállományban is. Példaként bemutatjuk egy alacsony szervesanyag-tartalmú homok fizikai féleségű tábla mérési eredményeit. A táblán 2020.04.23-án végeztük a talajtérképezést vetett, de még ki nem kelt napraforgó-állományban kézi konfigurációban. Az eszköz másodpercenként mér, és a hozzá tartozó Golden Software Surfer programban kriggeléssel interpoláltuk, majd kompozit képen megjelenítettük az eredményeket. Már felszínhez közelebbi, 50 cm-es réteg is heterogenitást mutat, homok fizikai féleségű tüköröz a 20 mS/m alatti elektromos vezetőképesség. A tábla északi részén egy 50%-kal nagyobb ve-

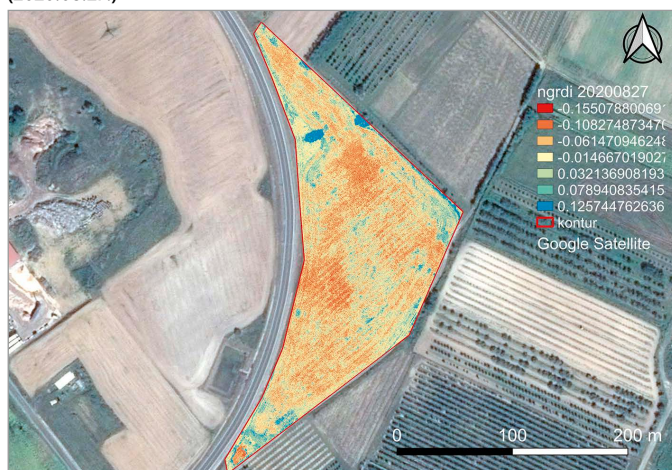
zetőképességű folt látszik, ami a mélyebb rétegben még markánsabban jelenik meg (2. ábra). A tábla délnyugati és keleti csücske a tábla többi részéhez képest nagy EC_a értékű. Ezek a nagy vezetőképességű talajfoltok megjelennek még a 2020.08.27-ei napraforgó NGRDI drónfelvételen is (3. ábra).

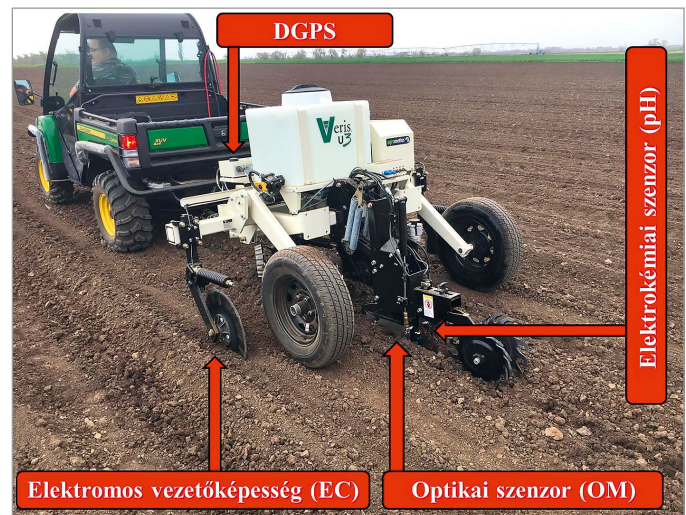
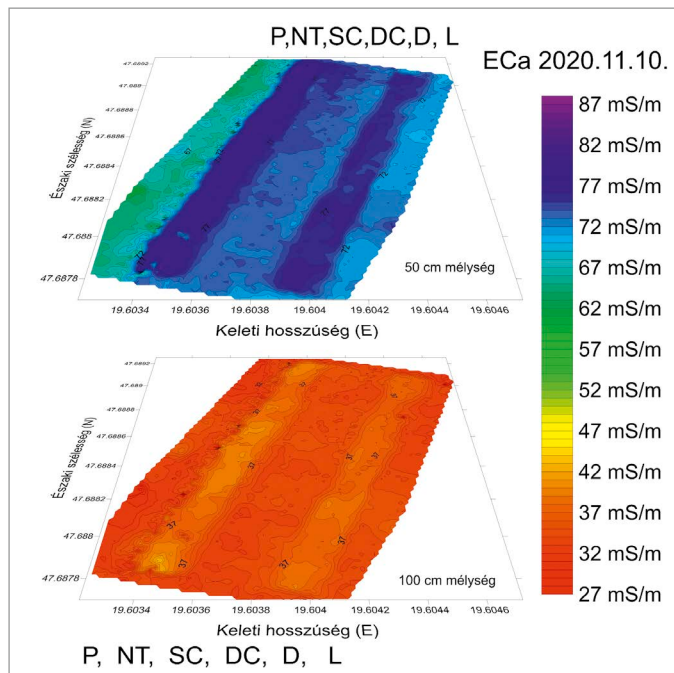
Következő példaként üzemi talajművelési kísérletet is vizsgáltunk az EM38-cal, itt már vontatott kézi kocsin konfigurációban, ami stabilizálja a mérést és csökkenti a mérési hibából adódó kiugró értékeket. A 4. ábrán a különböző talajművelések hatása figyelhető meg. A felső 50 centiméteres rétegben az őszi szántott (P) talajművelés EC_a értéke volt a legkisebb, a legnedvesebb pedig a művelés nélküli direkt vetés (NT) talajművelés mellett. A sekély (SC) és mély (DC) szántóföldi kultivátoros művelés között nem volt markáns a különbség. A tárcsás alapművelésnek volt még kiemelkedő az EC_a értéke a felső 50 cm-es rétegben. A lazításos (L) alapművelés EC_a értéke pedig a tárcsázott (D) és a szántott (P) kezelés közé esik. Mélyebb, 100 cm-es mélységben a direkt vetés (NT) és a tárcsázott (D) alapművelés mellett volt kiemelkedő az EC_a érték. A különböző talajművelések elfedik a táblán belüli heterogenitást (4. ábra).

2. ábra Üzemi tábla elektromos vezetőképességének (EC_a) térképe két mélységben



3. ábra A vizsgált tábla napraforgó-állományának NGRDI felvétele (2020.08.27.)





5. ábra A Veris U3 típusú kontakt talajszkenner és szenzorai

4. ábra Üzemi talajművelési kísérlet elektromos vezetőképesség (EC_a) térképe két mélységben

A Veris U3 kontakt elven méri a talaj elektromos vezetőképességét (EC_a) 0-60 centiméteres rétegben, emellett méri szervesanyag-szenzorral a talaj vörös és infravörös reflektanciáját, illetve kontakt elven a talaj kémhatását (pH), és ezeket GPS koordinátákkal együtt rögzíti (5. ábra).

A Veris U3 képes külső RTK jelet fogadni, így lehetőség van a térben 2,5 centiméteres vízszintes és 5 centiméteres függőleges pontosságú mérések végzésére, amit az eszköz a mért adatok mellé rögzít. A vontató robotkörnyéhez tartozó monitor biztosította az RTK jelet soros porton keresztül a talajszkenner számára, valamint a 10 méteres fogásokat a megfelelő területlefedéshez. A Mezőgazdasági

Technika 2020. októberi számában bemutatott belvizes táblát 2020 áprilisában a belvíz felszáradása után és a kukorica vetése előtt mértük. A mérési adatokat interpoláltuk, és a magassági rácshálóra vetítettük a mért EC_a értékeket. Statisztikai vizsgálat során az EC_a és a magasságadatok kapcsolata közepesen erős ($r=0,59$) volt, a magasság adatok 35,35%-ban befolyásolták az EC_a értékeket (6. ábra).

A Veris U3 is pontszerű adatokat ad a tábláról, amit később térinformatikai adatbázisba kell integrálni. A példaadatbázist a Sentinel 2 műholdfelvétel alapján készítettük, hogy később összehasonlítható legyen a talajvizsgálat a műholdalapú távérzékeléssel. A következő példatáblánkat már a térinformatikai adatbázis

megjelenítéseként mutatjuk be. A következő vizsgálat helyszíne szintén egy belvízre hajlamos 64 hektáros tábla volt, először 2018 tavaszán mértük fel Veris U3 segítségével. Ennél a mérésnél több nagyméretű belvízfolt volt a táblán, amik megjelennek a 10x10 m-es Sentinel 2 alapú rácsadatbázisban is a tábla közepén több kék foltal. A tábla északi részén egy régi, részben eltemetett folyómeder található, ami délkeletről észak-nyugatra átszeli a táblát (7. ábra).

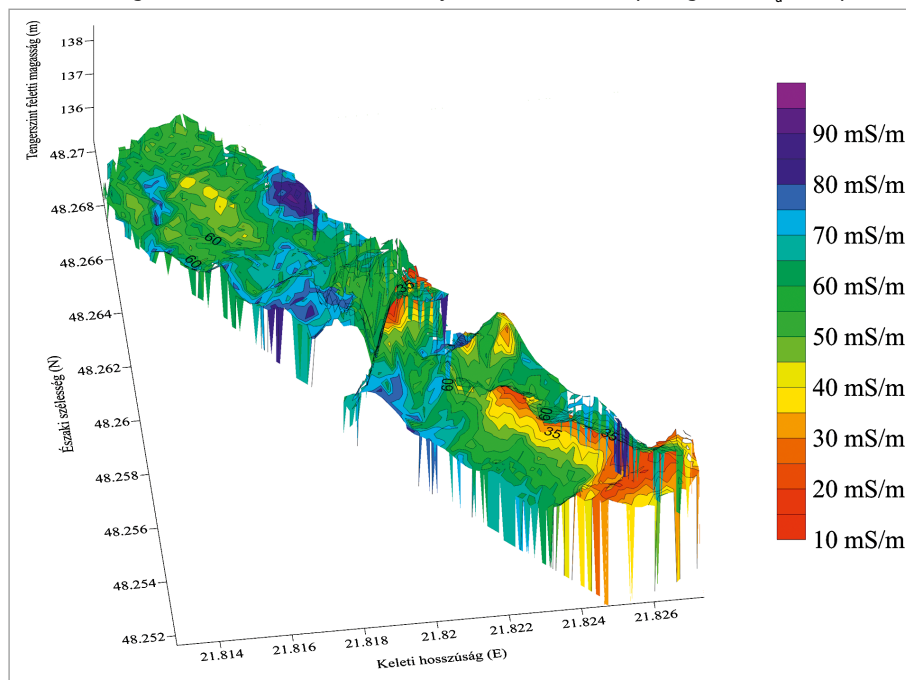
A táblán 2018 őszén elvégezték a belvízrendezést, azaz 3D alkalmazás segítségével elkészítették a vízvezető csatornákat a táblán belül, így megszűntették a nagyméretű belvízfoltokat. A munka eredményeként készített levezetőárok megfigyelhető a 2019-es EC_a térképen is (8. ábra).

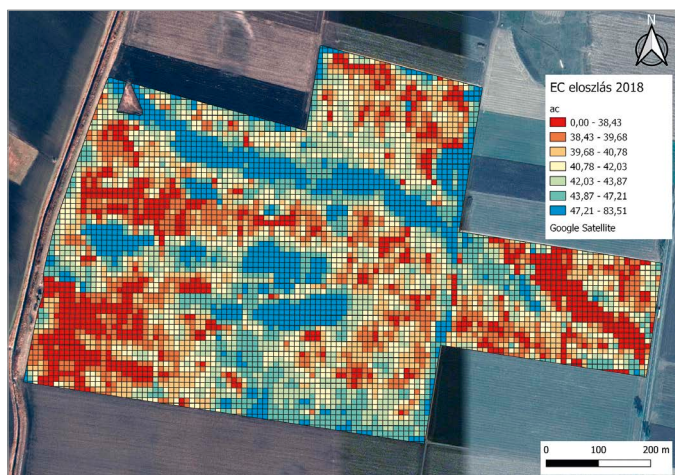
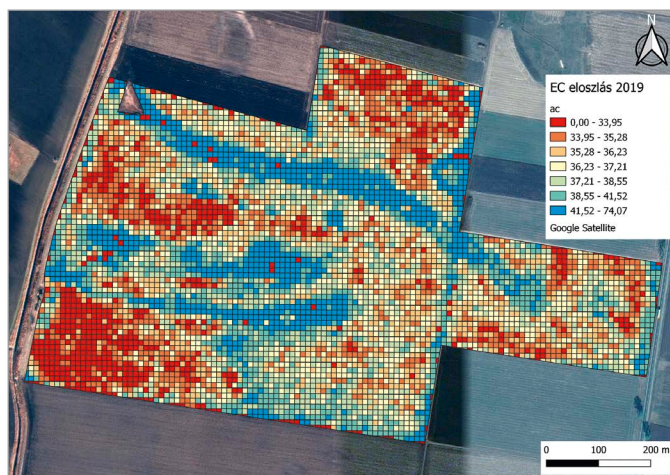
A grafikusan bemutatott térinformatikai adatbázis lehetőséget ad több forrásból származó adatok összefüggésvizsgálatának elvégzésére. Példaképpen erre a táblára készítettünk egy komplex adatbázist, aminek a készítését a 9. ábra foglalja össze. Ebbe az adatbázisba a 7. és 8. ábrán megjelenített adatok mellett a tárgyévi hozam vektoros adatait (JD S770i típusú kombájn), valamint a tengerszint feletti magasság vektoros adatait is integráltuk. Ezek mellé a vizsgálatba vont drónnal 3,94 cm/pixel térbeli felbontású orthofotót készítettünk, amiből infra és zöld (green) alapú GNDVI, valamint infra és kék (blue) alapú bNDVI vegetációs indexet készítettünk. Ezek számítása a következő az UAV esetében:

$GNDVI = (NIR - Green) / (NIR + Green)$, amely az UAV NGB felvételből: $(R1 - G2) / (R1 + G2)$
 $bNDVI = (NIR - Blue) / (NIR + Blue)$, amely az UAV NGB felvételből: $(R1 - B3) / (R1 + B3)$

Ezek mellett a 2019. március 21-től szeptember 22-ig elérhető felhő- és zavaró tényezőtől mentes, 23 darab 10 x 10 méteres térbeli felbontású Sentinel 2 műholdfelvételből készítettünk NDVI, GNDVI és bNDVI képeket.

6. ábra A vizsgált tábla domborzatának és a talaj elektromos vezetőképességének (EC_a) térképe



7. ábra A vizsgált tábla 2018-as EC_a eloszlása8. ábra A vizsgált tábla 2019-es EC_a eloszlása

$NDVI = (NIR-Red)/(NIR+Red)$, ami Sentinel 2 esetében: $(B8-B4)/(B8+B4)$
 $GNDVI = (NIR-Green)/(NIR+Green)$, ami Sentinel 2 esetében: $(B8-B3)/(B8+B3)$
 $bNDVI = (NIR-Blue)/(NIR+Blue)$, ami Sentinel 2 esetében: $(B8-B2)/(B8+B2)$

A komplex adatbázis adatai alapján megállapítható, hogy 2018-ban a belvízfoltok kezelésére történő 3D árkos belvízlevezetés előtt (7. ábra), valamint 2019-ben a belvíz elvezetése után mért (8. ábra) EC_a adatok szoros, szignifikáns kapcsolatban voltak egymással ($r=0,74$), a különböző években mért EC_a értékek 55%-os összefüggést mutattak. A 2018-as térképezés során a táblán belüli magassági, valamint az EC_a értékek szignifikáns, de közepesen gyenge ($r=0,46$) kapcsolatban voltak egymással, a magasság 21%-ban befolyásolta az EC_a értékeket. A belvízrendezés után 2019-ben mért magasság és az EC_a összefüggése szignifikánsan közepesen gyenge volt ($r=0,47$), a magasság 22,5%-ban befolyásolta az EC_a értékeket. A 2018-ban mért EC_a adatok gyenge összefüggést ($r=0,3$) mutattak a 2019.06.21-én mért UAV alapú bNDVI adatokkal. A belvízlevezetés után mért EC_a és a 2019.06.21-én mért bNDVI adatok kapcsolata szintén gyenge ($r=0,27$) volt.

A Sentinel 2 műholdalapú vegetációs indexeket is összevetettük a táblán két évben mért EC_a eloszlásokkal. A 2019. évi bNDVI vegetációs index és a 2018-as évben mért EC_a értékek között közepes ($r=0,53$) volt a kapcsolat, a mért EC_a értékek 28,1%-os összefüggést mutattak a 2019-es tenyészév adataiból készült bNDVI értékekkel. A bNDVI értékek és a tábla vízrendezés utáni 2019-es EC_a eloszlása között közepesen szoros ($r=0,58$) volt a kapcsolat, az EC_a értékek 33,9%-ban mutattak hasonló mintát a tábla bNDVI eloszlásával. A Sentinel 2 alapú GNDVI értékek és a 2018-as EC_a adatok között közepesen szoros ($r=0,56$) volt az összefüggés, a GNDVI és a 2019-es EC_a adatok között közepesen szoros ($r=0,61$) volt a kapcsolat, a vízrendezés utáni EC_a eloszlás 37,5%-ban függött össze a GNDVI eloszlással a táblán.

A kukorica hozamának a 2018-as EC_a adatokkal közepesen gyenge ($r=0,34$), a 2019-es EC_a

adatokkal szintén közepesen gyenge ($r=0,38$) volt a kapcsolata. A domborzat és a termés összefüggése gyenge ($r=0,12$) volt. A 2019.06.21-i UAV orthofotóból készített bNDVI eloszlás közepesen gyenge ($r=0,39$), a GNDVI felvétel közepes ($r=0,47$) összefüggésben volt a kukoricatermessel. A 2019.07.10-i UAV felvételezésből származó bNDVI eloszlás közepesen gyenge ($r=0,37$), a GNDVI kép szintén közepesen gyenge ($r=0,39$) kapcsolatot mutatott a kukorica hozamával.

A kukorica hozamadatai a 2019. évi műholdalapú bNDVI adatokkal közepes ($r=0,52$), a GNDVI értékekkel szintén közepes ($r=0,55$), és az NDVI eloszlással is közepes ($r=0,52$) kapcsolatban voltak. A 2019-es Sentinel 2 alapú bNDVI értékek és a 2018-as EC_a eloszlás közepes ($r=0,53$), a 2019-es GNDVI eloszlás és a 2018-as EC_a értékek szintén közepes ($r=0,55$), valamint a 2019-es NDVI és a 2018-as EC_a értékek is közepes ($r=0,54$) összefüggést mutattak a kukoricáhozammal. A bNDVI eloszlás és a 2019-es EC_a értékek közepes ($r=0,54$), a GNDVI és a 2019-es EC_a értékek is közepes ($r=0,55$), továbbá az NDVI és az EC_a értékek

szintén közepes ($r=0,55$) kapcsolatban voltak a kukoricáhozammal.

Együttesen vizsgálva a Sentinel 2 alapú bNDVI, GNDVI és NDVI értékek közepesen erős ($r=0,59$) összefüggésben voltak a kukorica szemtermés-eredményeivel. A 2018-ban mért EC_a és a három Sentinel 2 alapú vegetációs indexnek együttesen közepesen erős ($r=0,6$) volt a kapcsolata a szemtermés-adatokkal. A 2019-es mért EC_a eloszlás és a három Sentinel 2 alapú vegetációs index együtt közepesen erős ($r=0,6$) kapcsolatot mutatott a kukorica hozamával.

Elemzéseink alapján megállapítható, hogy sem az EC_a , sem pedig az egyéves távérzékelési adatok önmagukban nem adnak elegendő információt a táblaheterogenitással kapcsolatban. Azonban minél több forrásból származó adatot használunk fel, annál szorosabb azok termésével való összefüggése.

Dr. Ragán Péter
 Dr. Rátonyi Tamás
 Bácskai István
 Prof. Dr. Birkás Márta
 Dr. Harsányi Endre

9. ábra Több forrásból származó adatok összefüggésvizsgálatának elvégzésére készített komplex adatbázis készítésének folyamata

