

Távérzékelés szerepe a precíziós mezőgazdaságban, különös tekintettel az UAV felvételekre

Veróné Dr. Wojtaszek Malgorzata¹, Körmendy Endre²,

¹ Egyetemi docens, Óbudai Egyetem AMK, Székesfehérvár; wojtaszek.malgorzata@amk.uni-obuda.hu

² Ügyvezető, Geodéziai és Geofizikai Szolgáltató Kft., Budaörs; geoservice@t-online.hu

Abstract—Precision Agriculture is a farming management approach using information technology, satellite positioning (GNSS) data, remote sensing and proximal data gathering. These technologies focus on optimizing returns on inputs whilst potentially reducing environmental impacts. Precision Agriculture is a concept based upon observing, measuring and responding to inter and intra-field variability in crops. Drone technology is uniquely equipped to transform crop surveillance with high definition cameras and advanced GPS systems. Drones provide new methods of surveying and managing crop damage, soil deficiencies, pest infestations, and irrigation issues. Accurate, high-tech data collection means crop production and profits increase while conservation of valuable environmental resources becomes highly refined. This paper is dealing with precision farming. In our work we have used a multispectral and NIR (Near Infrared) images acquired by a drone (eBee, Geoservice Kft.) in order to monitor agricultural fields and to correlate different spectral transformations with crop growth and also to investigate the performance of different cultivars under different fertilization treatments. The study covers the examination of the impact of different irrigations as well.

Index Terms: Precision Agriculture, Remote Sensing, UAV, Image Analysis.

Kulcsszavak: precíziós-mezőgazdaság, távérzékelés, UAV, képelemzés.

1. Bevezetés

Az ember élete szorosan kapcsolódik a környezethez, így a civilizáció fejlődésével az antropogén hatások következtében egyre nagyobb mértékben változik meg az eredeti ökoszisztéma, teherbíró képessége csökken. Példaként említhető a XIX. században kezdődött iparosodás és a hozzá kapcsolódó urbanizáció, amely gyökeresen megváltoztatta a föld- és a tájhasználatot. A Föld lakosságának folyamatosan növekvő lakóhely igénye a létszám növekedésével és az életszínvonal emelkedésével függ össze. Egyes becslések szerint a bolygónk

népessége 30 év múlva eléri a kilenc milliárdot! Az ENSZ előrejelzései szerint a világ urbanizációs rátája a következő évtizedekben jelentősen meg fog nőni, 2030-ban el fogja érni az 59,7%-ot, 2050-ben pedig a 69,6%-ot (Mrekva L. 2010). Ehhez kapcsolódik a beépített területek folyamatos növekedése is. Minden új beépítéssel csökken a természetes élettér. Általános tendencia, hogy az ipar, a városok fejlődése egyre nagyobb területet igényel, ami a mezőgazdasági terület csökkenését eredményezi. Természetszerűen következik ebből, hogy a fennmaradó termőterületekkel egyre céltudatosabban kell gazdálkodni. A termőterület csökkenése mellett nagyon komoly problémát jelent a termőtalaj degradációja, ami sok esetben az intenzív mezőgazdasági művelés következménye.

Magyarország 9,3 millió hektárnyi területének 79%-a – 7,4 millió hektár – termőterület. Ezen belül 2013-ban 5,3 millió hektár mezőgazdasági és 1,9 millió hektár erdőterület volt. A mezőgazdasági terület 57%-ot, az erdő 21%-ot foglalt el az ország területéből. Előbbi közel 6%-ot csökkent 2004 óta, míg az utóbbi mérsékelten, de folyamatosan nőtt az elmúlt években (<http://www.piackutatasok.hu/2014/08/ksh-az-orszag-teruletenek-79-szazaleka.html>).

A XXI. században az emberiségnek több új kihívással kell szembesülnie. Ilyen kihívásnak számít a megújuló természeti erőforrások fenntarthatósága, a mezőgazdasággal szemben támasztott elvárások, vagy a Föld népességének növekedése és a termőterület csökkenés problémája. Az egy főre jutó termőterület a világon 1961-ben 0,44 ha volt, ami 2050-re várhatóan 0,15 hektárra fog csökkenni (Várallyay Gy. 2001). A fenntartható mezőgazdasági termelés célja az egyre növekvő igények kielégítése úgy, hogy közben képesek legyünk megvédeni és megőrizni a környezetünket és annak különböző erőforrásait (termőtalaj, ivóvíz, növény- és állatvilág stb.). A fenntartható fejlődés speciális követelményei csak a földhasználat optimalizálásával, a termőhely-specifikus gazdálkodással teljesíthetők (Németh T. 2002, 2007). A megvalósítás alapvető követelménye a terület természeti adottságainak és a használat egyensúlyának megteremtése. Ennek alapvető feltétele a területi adottságok, jellemzőinek felmérése és olyan adatbázis felépítése, amely aktuális, objektív, pontos és több szinten felhasználható adatokat biztosít.

Az első erőforrás kutató műhold megjelenése óta több mint negyven év telt el. Az adatnyerési és kiértékelési technológiák rohamosan fejlődnek, és ennek köszönhetően egyre növekvő mennyiségű és minőségű adatokat biztosítanak a felhasználók számára. A távérzékelési adatok egyik legnagyobb felhasználója, és egyik legtöbb gyakorlati hasznot hozó területe a mezőgazdaság. A termesztett növények spektrális tulajdonságai a növényfajtól, a

növényzet állapotától és fejlettségétől függenek. Ez lehetőséget ad a különböző növénykultúrák térképezésére, állományukban bekövetkezett fejlettségi eltérések kimutatására. Ezek a mérések önmagukban is értékesek a mezőgazdaság számára és gyakran a távérzékelési adatok tematikus kiértékelésének célját képezik, de egyben alapvető információként használhatók fel a termésbecslési modellek kidolgozásában. Az időben elkészített, megfelelő pontosságú termésbecsléseknek stratégiai fontossága van a nemzetgazdaság szempontjából. Az eddigi tapasztalatok alapján a távérzékelés fontos adatforrásnak bizonyult a következő területeken: a termesztett növények területi felmérése, a növényzet állapotának felmérése, termésbecslés (Csornai G. 2001), talajdegradáció felmérése, aszály és ár- illetve belvíz monitoring, stb. Továbbá több, nem agrárjellegű távérzékelési projekt végtermékeit (pl. CORINE, MADOP) eredményesen használjuk például a földhasználati, vagy mezőgazdasági kérdések, problémák megoldásához (Büttner et al. 2010).

Néhány évvel ezelőtt a távérzékelési adatnyerésben új hordozó eszközök jelentek meg, melyek köznapin nyelven drónokként egyre nagyobb teret hódítanak. Az ún. pilóta nélküli légi járművek (UAV, Unmanned Aerial Vehicle) - a repülési céltól függően - több típusú adatrögzítő kamerával szerelhetők fel. Jelenleg a látható tartományban működő (RGB) kamerák mellett lehetőség van az infravörös és multispektrális szenzorok használatára. Az utóbbi időben az első hyperspektrális kamerás kísérletekről is beszámol a szakirodalom. Továbbá alkalmazhatók olyan speciális szűrők, amelyek a vegetáció biológiai aktivitás méréséhez szükséges adatokat, vagyis csak a látható vörös és a közeli infravörös energiát engedik át. A pilóta nélküli légi járművek alkalmazásával rendkívül nagy térbeli felbontású (3-5 cm) képalkotásra van lehetőség. A drón technológia - jellege miatt időben könnyedén ismételhető, szuper nagyfelbontású adatnyerési lehetőség - a jövőben a precíziós mezőgazdasági döntéshozatalban fontos szerepet tölthet be. A táblán belüli heterogenitást felméréséhez és hely specifikus gazdálkodás megtervezéséhez, valamint a kivételezéséhez is szükséges adatforrássá válhat.

A továbbiakban bemutatásra kerül két esettanulmány, amelyeknek során professzionális robotrepülővel készült felvételeket használtunk fel az öntözés hatékonyságának vizsgálatához, valamint a növény-monitoringhoz és a menedzsment zónák térképezéséhez.

2. Adatok és módszerek

A növényfejlődés nyomon követéséhez, állapot felméréséhez professzionális, merevszárnyú robotrepülővel vegetációs időszakban több alkalommal felvételeket készítettünk. Ehhez egy svájci-amerikai fejlesztésű komplett rendszert (UAV + feldolgozó SW) használtunk. Három illetve hat cm-es felbontású felvételeket multispektrális (RGB) és infravörös kamerával készítettünk. Az adatok feldolgozása során az SW egység az elkészített képek alapján egy ún. pontfelhőt, mozaik képeket és ortofotót generál. Az ortofotó spektrális kiértékelését az eCognition képfeldolgozó rendszer alkalmazásával végeztük el. A kiértékelést minden mezőgazdasági táblára külön-külön, de ugyanolyan szempontok szerint végeztük.

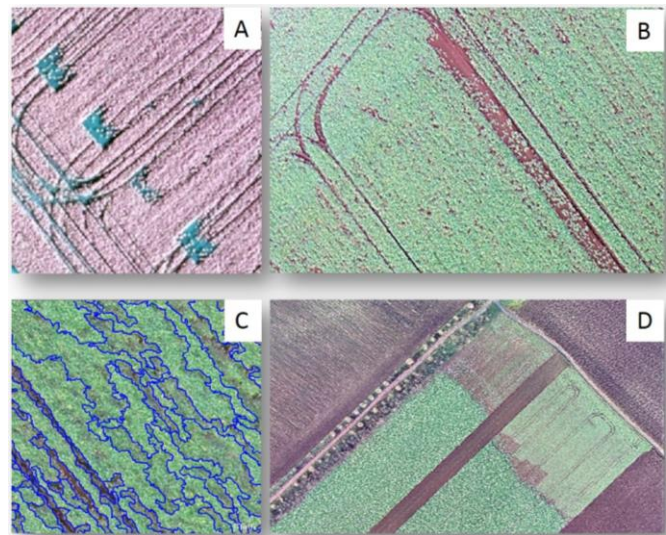
3. Eredmények

A táblán belüli heterogenitást, vagyis felszínborítási és a növény fejlődésbeli eltéréseket, objektum-alapú osztályozással derítettük fel. A felvételek osztályozásával, a táblán belüli heterogenitást feltérképezhető és ez alapján a menedzsment zónák térképe is szerkeszthető (3. ábra). A táblán belüli heterogenitás ismerete alapvető fontosságú a precíziós mezőgazdaságban. A kezelési egységek meghatározását és az egyes kezelési egységek termesztési adottságainak felmérését követően a táblán belüli eltérések figyelembe vehetők a növénytermesztésben. A kezelési

egységek ismeretében olyan döntések hozhatók, amelyek hatékonyabb, nagyobb jövedelmet biztosító, és a környezetet kímélő gazdálkodás megvalósításához vezethetnek. Az osztályozást megelőzően a képek szegmentálására került sor, melynek során egy adott képet alkotó pontokból - spektrális és térbeli paraméterek alapján - homogén régiókat (objektumokat) hoztunk létre. Az így előállított szegmensképet az osztályozás további lépéseiben input adatként használtuk. A szegmensek besorolása egy adott kategóriába a szegmensekre számított tulajdonságok (jellemzők) és küszöbértékek alapján oldható meg. Az osztályozás alapját képező tulajdonságok a következők voltak: intenzitás, szegmensek átlaga, átlagtól való eltérése, szórása sávonként, vegetációs indexek (NDVI, VI, zöld vegetációs index) és a textúra.

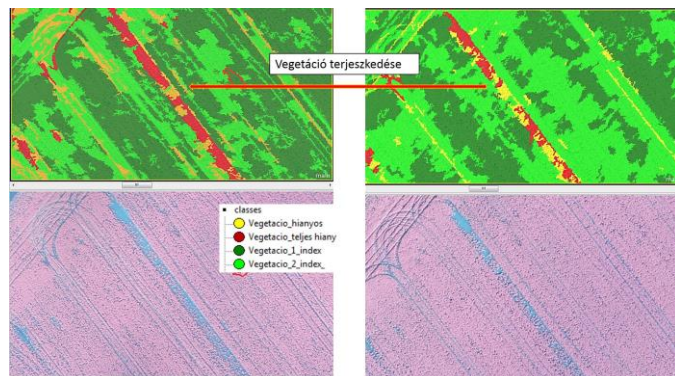
Táblán belüli elemzés során azonosított felszínborítási osztályok (1. ábra): vegetáció teljes hiánya, hiányos vegetáció (heterogén terület, nem egybefüggő növényborítás: vetéshiány, művelési nyomok, egyéb), vegetáció minőségbeli különbségéből adódó eltérések (összefüggő növényzet, de a minőségkülönbség látható és spektrálisan kimutatható).

Az egyes repülések alkalmával nyert adatok osztályozásával tematikus térképeket készítettünk. A tematikus térképek a vetéshiányos területeket, valamint a termesztett növény táblán belüli fejlődésbeli eltéréseit mutatják. Az adatok elemzése alapján elmondható, hogy minden vizsgált tábla területének 6-7 %-a vegetáció mentes, ami alapvetően vetéshiányra utal. Vetéshiány leginkább a táblák széleire jellemző, de több esetben táblán belül is kimutatható volt. Egy tábla esetében a nagyobb méretű vegetáció hiánya kártevő megjelenéséhez kapcsolódik (1. ábra). A hiányos vegetációs kategória, nem egybefüggő növényborítást (heterogén terület) jelent, ami szintén vetési, illetve kelési problémákra utal. A kívánnál ritkább növényzet a művelési nyomok mentén is azonosítható volt. Az összefüggő növényzet spektrális jellemzőinek - vegetációs indexek - vizsgálata alapján egyértelműen kimutatható minőségbeli különbség - vizsgálatára terület talajminőségének és a tápanyag ellátásának eltéréseire utal. A terület topográfiai adatai és a korábbi vegetáció mentes időszakban készült távérzékelési adatok elemzése a fenti állítást igazolják.

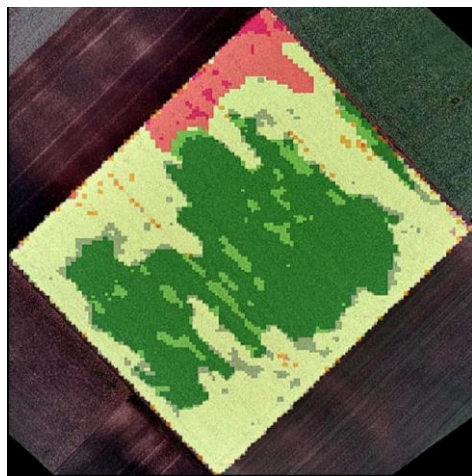


1. ábra Táblán belüli felszínborítási eltérések: A, B - vegetáció teljes hiánya, C- vegetáció minőségbeli különbségek, D - kártevő által károsított terület.

A két időpontban készült felvételek, illetve a tematikus térképek (2. ábra) összehasonlítása automatikus módon történt. Így az egyes felszínborítás kategóriák változása kimutatható és mérhető. A terület talajtani adatai, a korábbi felvételek és a fejtrágyázáskor kijuttatott műtrágya dózis ismeretében vizsgálható a fejtrágyázás eredményessége.



2. ábra Kora tavaszi és tavaszi felvétel, valamint az osztályozás eredménye (részlet).



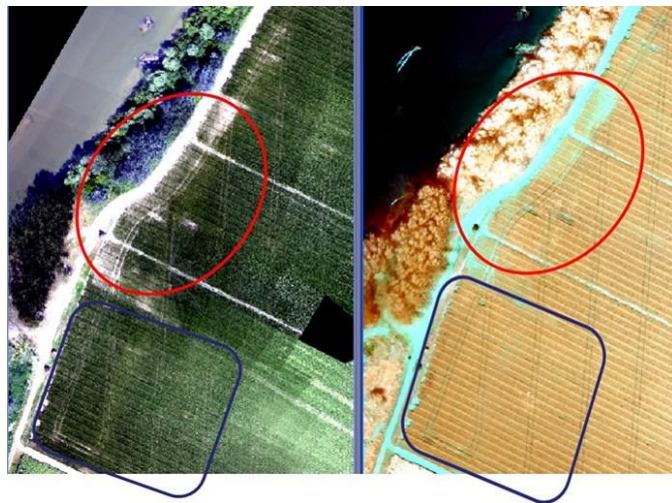
3. ábra Menedzsment zónák, az egyes színek különböző kezelési egységet jelentenek.

Egy másik esettanulmányban robotrepülővel készült felvételeket használtunk fel az öntözés hatékonyságának vizsgálatához. Ennek során egy mezőgazdasági területen a csepegtető öntözés és a dobos öntözési technológia hatását mértük fel és hasonlítottuk össze.

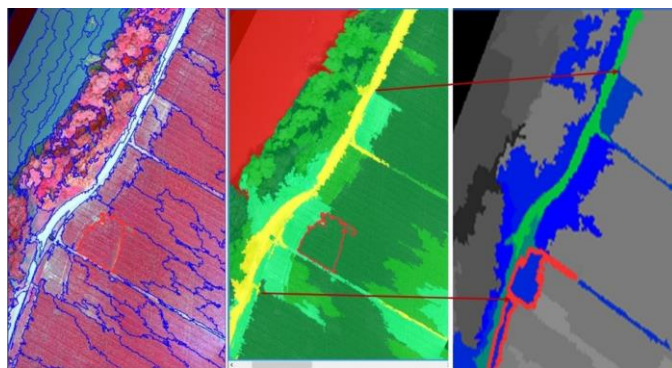
Az öntözési időszak alatt a területre kijutott vízmennyiség mérése folyamatos volt. A természetes csapadék mérését a területre kihelyezett esőmérő edények segítségével oldották meg. A talajnedvesség ellenőrzése céljából talajszondákat helyeztek ki.

A vizsgált területen a domborzati és a talajtani adatai hasonlóak, így a növényzet fejlődésbeli eltérései az öntözési módszer jellegéből adódnak. A dobos öntözésű táblákon megfigyelhető, hogy a táblák szélei rendszeresen kimaradnak az öntözésből. Ezekre a területekre hiányos vegetáció jellemző. Továbbá, több helyen – egyéb öntözési problémák miatt – vizenyős foltok azonosíthatók, ahol szintén fejlődésbeli differenciák észlelhetők. Ezzel szemben a csepegtető rendszerrel öntözött területre fenti anomáliák nem jellemzőek, a vegetáción belüli eltérések minimálisak, ami egyenletes vízellátásra utal. Az összehasonlítás eredményeit a 1. táblázat tartalmazza.

A 4. és az 5. ábra a növény fejlődési eltéréseit mutatja be adott táblán belül. Dobos öntözési rendszer esetén, a tábla szélén vízellátási hiány miatt kialakult gyenge vegetáció látható. A növény állapotát jellemző NDVI érték eltérése 0,2-0,4. Teljes fedés esetén az NDVI értéke nagyobb volt, mint 0,42 (Verőné Wojtaszek M.-Körmeny E. 2015).



4. ábra Táblán belüli növényfejlődési eltérések: dobos öntözési rendszer (pirossal jelölt terület) és csepegtető öntözés esetén (késsel jelölt terület).



5. ábra Szegmentálás és osztályozás eredménye (részlet). A táblára jellemző értékektől eltérő szegmensek (területek) kék színnel kiemelve.

Kategória	NDVI érték	Σ terület/ha	Dobos öntözés/ha	Csepegtető öntözés/ha
Hiányos vegetáció	$\leq 0,4$	1,4	1,28	0,12
Teljes lefedést adó vegetáció	$\geq 0,4$	23,46	14,44	9,02

1. táblázat A vizsgálat eredményei

3. Eredmények

Hazánkban a mezőgazdaság kiemelt jelentőséggel bír, azonban hatékonysága alacsonyabb, mint ami a hasonló adottságú nyugat-európai országok területeire jellemző. Az informatika, távérzékelés és más egyéb technológiák alkalmazásával növelhető a hatékonyság, a mezőgazdasági munkafolyamatok optimalizálhatók. Modern adatgyűjtési és vizsgálati eszközök felhasználásával olyan térinformatikai rendszerek építhetők, amelyek a precíziós mezőgazdaság és a fenntartható földhasználat alapjául szolgálhatnak. A pilóta nélküli légi járművek alkalmazásával mezőgazdasági táblákról rendkívül nagy térbeli

felbontású (3-5 cm) felvételek készíthetők. A technológia jellege miatt – a felvételezés időpontja könnyen egyeztethető a növény fejlődési stádiumával, a táblát érintő mezőgazdasági munkálatokkal.

Az UAV technológia hatékony eszközzé válhat az adatnyerésben, térképezésben a következő területeken: táblán belüli kezelési egységek detektálása, növény fejlődésének nyomon követése, fejlődési eltérések azonosítása, klorofil tartalom, nitrogén ellátás felmérése, kártevők és egyéb stressz hatások, kárbecslés, stb.

Irodalomjegyzék

Büttner Gy. et al.: CLC2006: Mapping Land Cover of Europe under GMES, 29th EARSeL Symposium, Chania, Greece, June 15-18, 2009 – Proceedings of the 29th EARSeL Symposium, Chania, Greece; edited by I. Manakos and Ch. Kalaitzidis, Milpress, 2010.

Csornai G.: Operatív termésbecslés űrfelvételek alapján. Természettudományi Közöny. 2001. 132. II. különszám.

Mrekva L. 2010, <http://magyardiplo.hu/archivum/2010-aprilis/189-a-vilag-teljes-elvarosiasodasa>

Németh T. et. al.: Precíziós növénytermesztés (részjelentés 2002 okt.), MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézet

Németh T. – Neményi M. – Harnos Zs.: A precíziós mezőgazdaság módszertana. JATE PRESS - MTA TAKI, Szeged. 2007 (ISBN:978-963-482-834-1)

Várallyay Gy.: 2001 <http://www.matud.iif.hu/01jul/varally.html>

Verőné Wojtaszek M.- Körmeny E.: Űr- és UAV felvételek a precíziós mezőgazdaságban In: Busics Gy (szerk.) Országos Geoinformatikai Szakmai Továbbképzés összefoglalója. Székesfehérvár: Óbudai Egyetem, Alba Regia Műszaki Kar, 2015. p. 8. (ISBN:978-615-5460-54-8)

<http://earthobservatory.nasa.gov/Features/PrecisionFarming/>

http://ikr.hu/fejlesztés_precizios.php

precíziós mezőgazdaság: <http://www.pix-agri.com/>

<http://www.piackutatasok.hu/2014/08/ksh-az-orszag-teruletenek-79-szazaleka.html>

A nyilatkozat: A beküldött kézirat a feltüntetett szerzők munkája, a benne szereplő, másról átvett információk, ábrák és egyéb anyagok szerzői mindenhol meg lettek jelölve. A cikk jelen formájában nem jelent meg más folyóiratban. A cikk Távérzékelési technológiák és térinformatika szakfolyóiratban történő publikálásával minden szerző, közreműködő és támogató egyetért. A kézirat nem tartalmaz valótlan formációt, a szerzőknek nincs tudomásuk összeférhetlenségről és a kézirat feldolgozását, lektorálását, publikálását gátló tényezőről, továbbá hozzájárulnak, hogy az RS@GIS online fényképes szerzői adatbázisában szerepeljenek.

© 2015 by the authors; licensee RS&GIS, Hungary.

This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution license

(<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).