

VEGETÁCIÓS ELEMZÉS LEHETŐSÉGEI LÁTHATÓ TARTOMÁNYBAN VÉGZETT DRÓNFELVÉTELEZÉSEKKEL

BUSZNYÁK JÁNOS

Összefoglalás

*Multispektrális drónkamerákkal végzett felmérések jól használhatóak a mezőgazdasági tevékenységek támogatására. Multispektrális felmérések költsége még napjainkban is jelentősnek mondható. A költségcsökkentés egyik lehetősége olcsóbb, csak látható tartományban (Red, Green, Blue – RGB) érzékelő drónkamerák alkalmazása. Az előfeldolgozás feladatai is egyszerűbben elvégezhetőek így. Szomszédos őszi búza (*Triticum aestivum* L.) és őszi káposztarepce (*Brassica napus* L.) táblákon, három ismétlésben drónfelmérést végeztünk. A feldolgozás során több látható tartományban használható index értékeit hasonlítottam egymáshoz és multispektrális (normalizált differenciális vegetációs index – NDVI) adatokhoz.*

Kulcsszavak: látható sávok, multispektrális sáv, NDVI, drónfelvételezés, képfeldolgozás

JEL kód: Q16

POSSIBILITIES OF VEGETATION ANALYSIS IN VISIBLE RANGE DRONE SURVEY

Abstract

*High-precision aerial surveys with Multispectral camera-equipped drones are beneficial supporting agricultural tasks. Multispectral tools are expensive, beside its widely use. In visible spectrum (Red, Green, Blue – RGB) cameras are possible cost-efficient solutions for remote sensing over vegetation areas. In this case, tasks of the preprocessing are more simply. Drone surveys were carried out over nearby winter wheat (*Triticum aestivum* L.) and winter coleseed (*Brassica napus* L.) tables three times in a row. During data processing indices of visible spectrum were compared to each other and to multispectral Normalized Differential Vegetation Index – NDVI) data.*

Keywords: visible bands, multispectral band, NDVI, drone survey, image processing

Bevezetés

Jelen elemzés előzményeként, már több éve vizsgáljuk (kutatási programokban) a látható tartományban érzékelő drónkamerák hatékony mezőgazdasági felhasználásának a lehetőségeit a multispektrális érzékelők és felmérések kiváltására. Temporális elemzéshez, ugyanarra a területre egy őszi, egy kora tavaszi és egy tavaszi drónfelvételezésünk eredményeit használtam. Egy adott felvételezés során két szomszédos tábla eltérő veteményét is felmértük. Az elemzés célja nem konkrét RGB kamera használhatóságának a megállapítása volt, hanem az eltérő vegetációs indexek közti kapcsolat mélységének a vizsgálata.

Anyag és módszer

Napjainkban a drónfelvételezések szabályozási környezete lépésről lépésre rendeződni látszik (BUSZNYÁK, 2022/a, EU – BIZOTTSÁG, 2019). Ez első körben megteremti a lehetőségét a monitoring repülések ellenőrzött körülmények közti lebonyolításának. Egyre több, és egyre több évre visszanyúló spektrális adatbázissal rendelkezünk területeinkről.

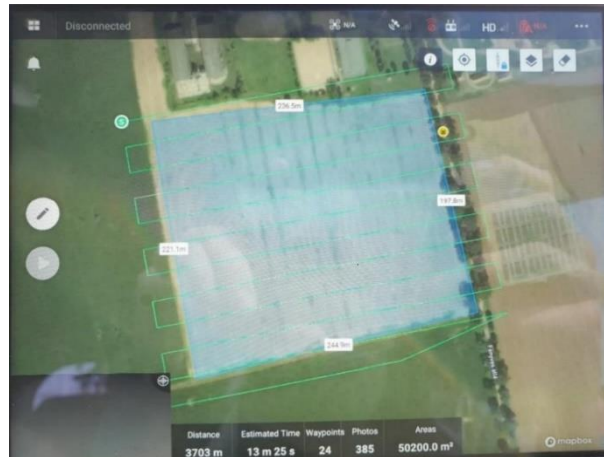
A felmérésünk során használt közepes méretű drón, próbaverzióban ingyenesen használható feldolgozó szoftver és egy általános célú ingyenes térinformatikai szoftver hármásával megnyílt a lehetőség a mezőgazdaság szereplői számára, hogy ne csak megvásárolt szolgáltatásként, de üzemi szinten is felhasználják a drónfelvételezésből származó távérzékelési adatokat. A következő lépés lehet a lézerszkennerek, vagy a LIDAR használata. (TAMÁS et al, 2015; RICZU et al., 2015). A nagy pontosságú globális helymeghatározási adatbázisok után, az ortofotó adatbázisok legnagyobb előállítójává is válik a mezőgazdaság (LEHOCZKY et al., 2013, 2014).

Anyag

Felvételezésünket a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Georgikon Tanüzem területén található két táblarészleten végeztük.

Tábla név:	Lovarda alatti			
Talajtípus:	Ramann-féle barna erdőtalaj			
Év:	2020	2021	2022	
Kultúra:	kukorica	tavaszi árpa	repce	
Vetési idő:	2020.04.19	2021.02.25	2021.08.29	
Betakarítás időpontja:	2020.10.22	2021.07.26	2022.07.11	
Tápanyag visszapótlás:	Nitrosol 30%	2020.04.17	2021.02.22	2022.04.05
	NS f13:26			2022.03.02
	Szervestrágya			2021.08.12

Tábla név:	Fácános			
Talajtípus:	Ramann-féle barna erdőtalaj			
Év:	2020	2021	2022	
Kultúra:	tavaszi árpa	repce	őszai búza	
Vetési idő:	2020.03.04	2020.09.09	2021.10.02	
Betakarítás időpontja:	2020.07.29	2021.07.20	2022.07.24	
Tápanyag visszapótlás:	Nitrosol 30%	2020.03.01	2021.03.28	2022.03.02
	Nitrosol 30%			2022.04.05
	NS f13:26		2021.02.25	
	8.21.21 NPK			2021.09.25
	Szervestrágya	2020.08.17		



1. ábra: Drónfelvételezés repülési terve a mintaterületen / Figure 1. Flight plan for drone survey in the sample area

Forrás: saját szerkesztés / Source: own construction

Az UAS felméréshez használt eszközrendszer fő elemei a Matrice 210 v2 drón és a Micasense MX RedEdge multispektrális kamera voltak (MICASENSE, 2017; LEHOCZKY et al, 2018/a). Az elemzés a QGIS 3.22.5 LTR térinformatikai alapszoftver moduljaival, és Pix4D Fields, elsődlegesen mezőgazdasági célszoftverével zajlott. (PIX4D, 2021) A Pix4D Fields jelenleg az egyik leghatékonyabban használható mezőgazdasági szoftver drónfelvételek feldolgozására.

Az első felmérés időpontja 2021.10. 20. 9:19:01 CEDT, időtartama 13 perc 37 másodperc volt. A felmért terület 23,31 ha, a terepi felbontás 8,04 cm/pixel. A második felmérés időpontja 2022. 03. 23. 10:52:13 CEST, időtartama 14 perc 11 másodperc volt. A felmért terület 18,17 ha, a terepi felbontás 8,04 cm/pixel. A harmadik felmérés időpontja 2022. 05. 05. 9:29:04 CEDT, időtartama 10 perc 48 másodperc volt. A felmért terület 20,2 ha, a terepi felbontás 8,2 cm/pixel. (1. ábra) A méréseket előre tervezetten nagy terepi átfedésekkel kis sebességeken (low speed) hajtottuk végre (ZHANG et al, 2020; LEHOCZKY et al, 2018/b; TAMÁS et al, 2014).

Módszer

A feldolgozás során, a szokásos mezőgazdasági gyakorlatnak megfelelően viszonyítási pontnak tekintetem az NDVI index értékeket. (ROUSE, 1973) Ennek a multispektrális indexnek a minél jobb közelítése egyébként is több vegetációs RGB index formula alapjául szolgált. Az NDVI kiszámítására szolgáló formula: $NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$, ahol a NIR a közeli infra, a RED pedig a vörös sáv. Biomassza becslésére használható. Szokásosan használt RGB vegetációs indexek (NGRDI, RI, VDVI, VARI, vNDVI, TGI, CIVE, MGRDI, RGBVI) közül jelen elemzésben a hasonló logikára épülő NGRDI és VARI mellett a TGI index került bevonásra (COSTA et al, 2020; SOLYMOSI et al., 2019; STARY et al., 2020).

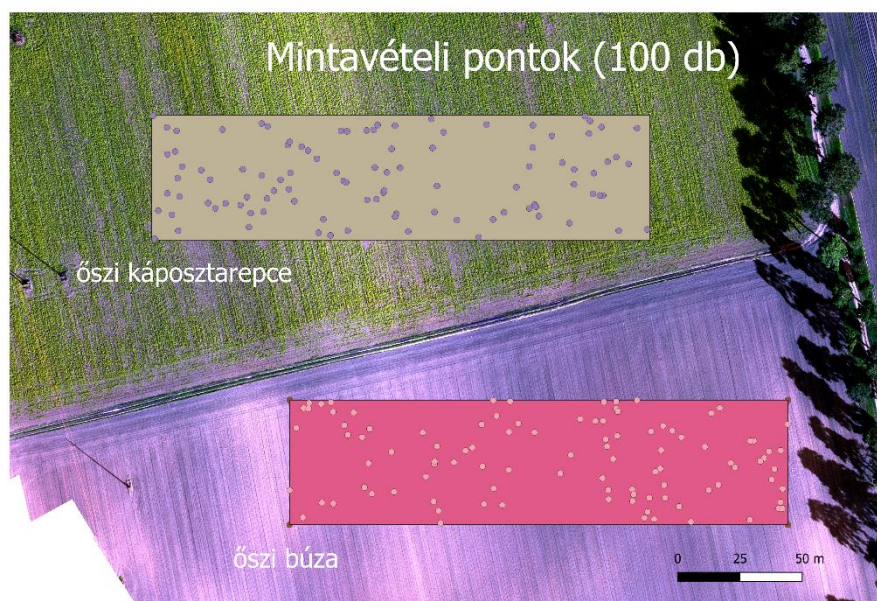
A Normalized Green Red Difference Index – NGRDI (VIgreen) a búza zöldvegetációs hányadának mérésére kifejlesztett index. Kiszámítása: $NGRDI = \frac{GREEN - RED}{GREEN + RED}$ (AHAMED et al., 2011; GITELSON et al, 2002/a; WANG et al, 2007).

A légköri hatásokat csökkenti a Visible Atmospheric Resistant Index (VARI), amit úgy kapunk meg, hogy az NGRDI formula nevezőjéből kivonjuk a kék hullámhossz értékét (Costa et al., 2020). $VARI = \min(1; \max(-1; (GREEN - RED) / (GREEN + RED - BLUE)))$. A min (1, max (-1, ...)) az értékeket -1 és 1 közé szorítja. A VARI kifejezetten RGB kamerák által készített

felvételekre létrehozott vegetációs index. Nem az NDVI értékek előrejelzésére, hanem termésbecslésre használható index. RGB index a levélfedettséghez (GITELSON et al., 2002/a).

TGI – (Triangular Greenness Index) Háromszög zöldiségi index A kék, zöld és a vörös sávokkal számítjuk ki, és a növények klorofill tartalmát vizsgálhatjuk. $TGI = -0.5[(670 - 480)(R670 - R550) - (670 - 550)(R670 - R480)]$; $TGI = (GREEN - (0.39 * RED) - (0.61 * BLUE))$ (normalizálva a piros, zöld és kék sávok maximális értékére) (HUNT et al, 2011, 2013).

Mindhárom látható tartományt vizsgáló indexet hasonlítottam a multispektrális NDVI indexhez, és egymás közötti viszonyukat is vizsgáltam. (FEÑUELAS and FILELLA, 1998; MCKINNON and HOFF, 2017). A mérések közti lineáris kapcsolatok szorosságának mérőszámaként használt determinációs együttható (R^2) megadja, hogy az összvariancia mennyiben (hány százalékban) magyarázható a regresszióval.



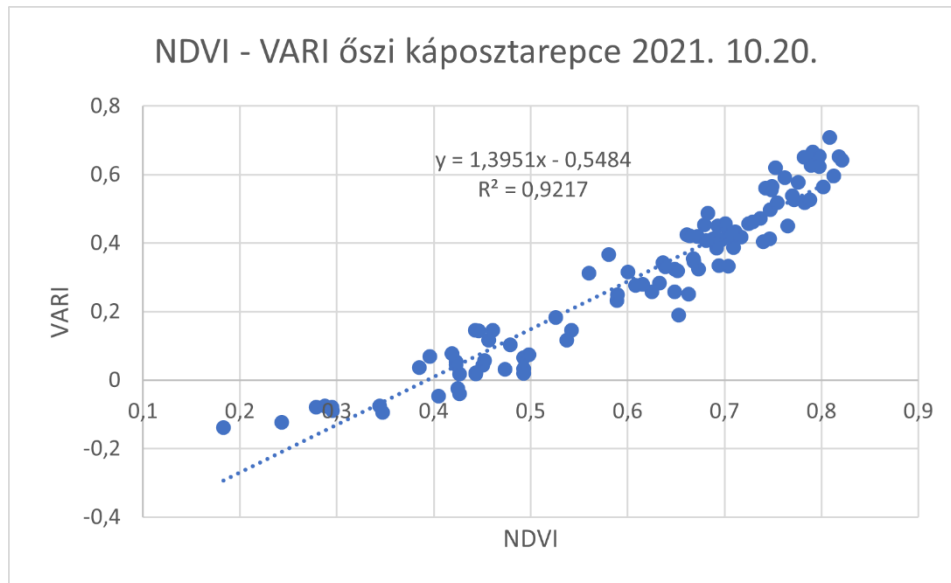
2. ábra: Mintavételi pontok a mintaterületen / Figure 2. Sampling points in the sample area

Forrás: saját szerkesztés / Source: own construction

A mérések során elkészült 3445, 1925 és 2765 db öt sávos (multiband) felvétel előfeldolgozása során és az NDVI, VARI, NGRDI és TGI indexek számításához a Pix4D Fields szoftver alapbeállításait használtam (BUSZNYÁK, 2022/b). Az ortomozaikok alapján a QGIS szoftverben a sarokpont koordináta értékek segítségével kijelöltem a két táblán az 1 hektáros mintaterületeket. (CONGEDO, 2021) A véletlenszerű pontokat (10, 100, 1000, 10000, 100000 db) a QGIS Processing modul „véletlen pontok a felületen” eszköz segítségével határoztam meg. A pontok távolsága nem lehetett 0,1 m alatti. (2. ábra) A vegetációs index értékek meghatározására a mintavételi pontokban a „Point Sample Tool” eszközt használtam a statisztikai feldolgozás előkészítéséhez (QGIS PROJECT, 2022).

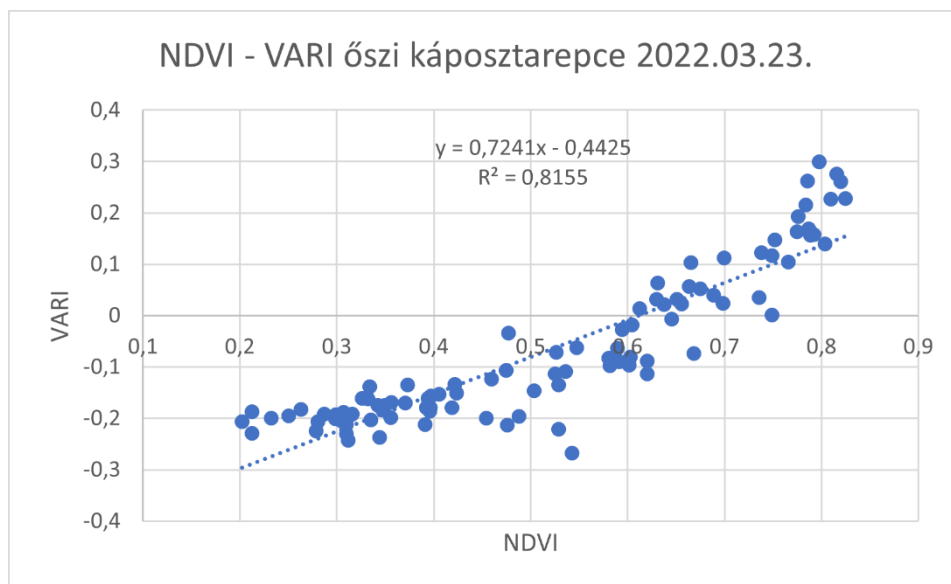
Eredmények

Őszi káposztarepce esetében mindhárom felvételezést használtam, míg őszi búza esetében csak az utolsó kettőt. Az eredmények bemutatásánál a 100 pontban történő mintavételezés eredményeit jelenítettem meg. A minta elemszámára a vizsgált tartományban (10-100000) nem bizonyult érzékenynek az elemzési módszer.



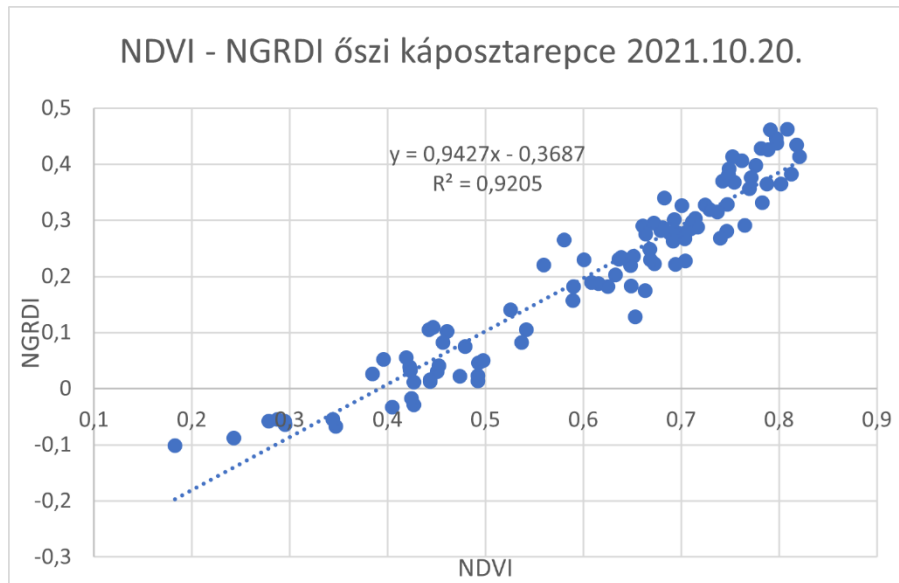
3. ábra: NDVI és VARI index kapcsolata az első felvételezésnél / Figure 3. Relationship between NDVI and VARI index at the first recording

Forrás: saját szerkesztés / Source: own construction



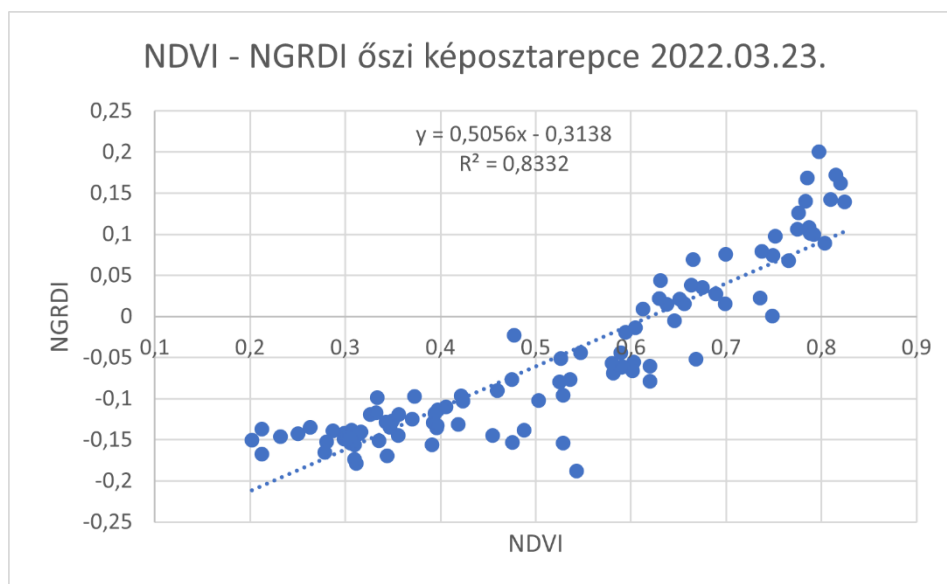
4. ábra: NDVI és VARI index kapcsolata a második felvételezésnél / Figure 4. Relationship between NDVI and VARI index at the second recording

Forrás: saját szerkesztés / Source: own construction



5. ábra: NDVI és NGRDI index kapcsolata az első felvételezésnél / Figure 5. Relationship between NDVI and NGRDI index at the first recording

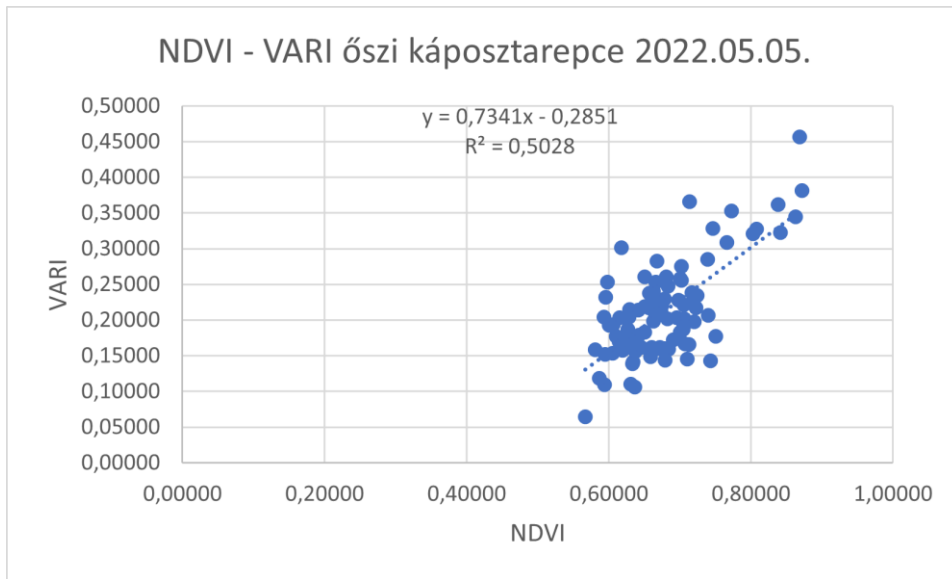
Forrás: saját szerkesztés / Source: own construction



6. ábra: NDVI és NGRDI index kapcsolata a második felvételezésnél / Figure 6. Relationship between NDVI and NGRDI index at the second recording

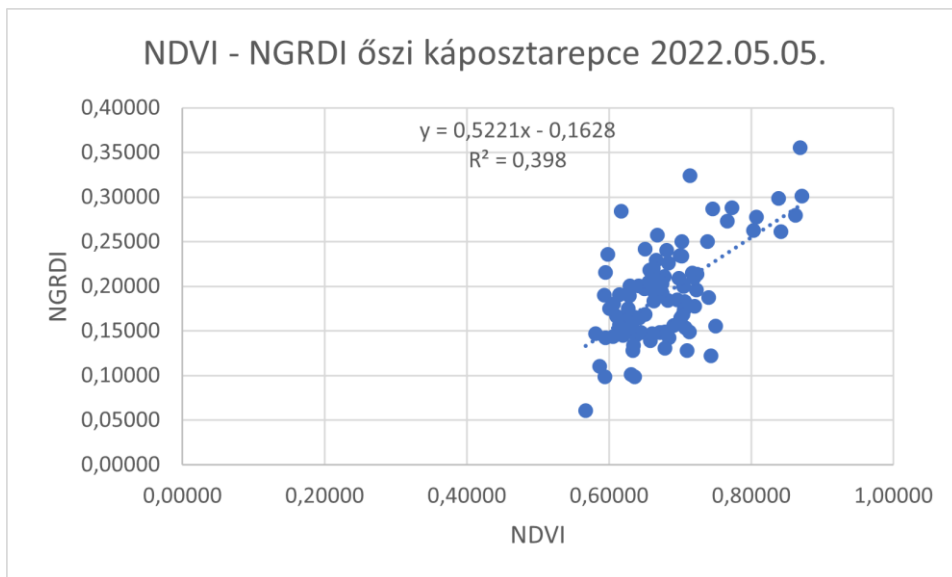
Forrás: saját szerkesztés / Source: own construction

Az őszi káposztarepce esetében az NDVI index kapcsolat elemzése során a VARI és az NGRDI indexek esetében hasonló eredményt kaptunk. Az első két felvételezésnél a kapcsolat nagyon szoros, és a harmadik mérésnél, amely a repce virágzásának a végére esett kicsit kisebb (3 – 6. ábra). NDVI-VARI determinációs együttható 0,9217 - 0,8155 – 0,5028. NDVI-NGRDI determinációs együttható 0,9205 - 0,8332 - 0,398. (7., 8. ábra)



7. ábra: NDVI és VARI index kapcsolata a harmadik felvételezésnél / Figure 7. Relationship between NDVI and VARI index at the third recording

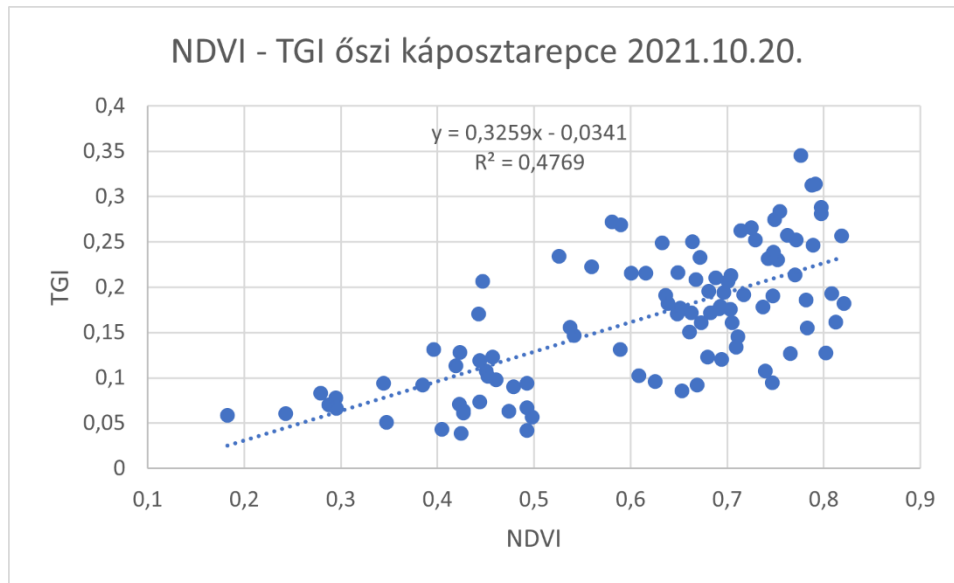
Forrás: saját szerkesztés / Source: own construction



8. ábra: NDVI és NGRDI index kapcsolata a harmadik felvételezésnél / Figure 8. Relationship between NDVI and NGRDI index at the third recording

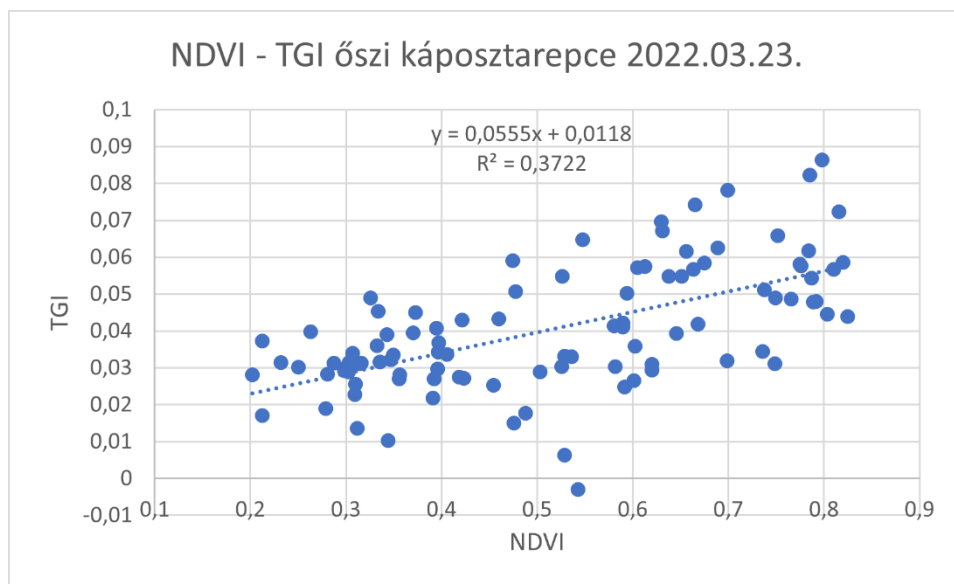
Forrás: saját szerkesztés / Source: own construction

NDVI- TGI elemzésnél kevésbé szoros (0,4769 és 0,3722) az első két mérés esetében a kapcsolat, de a harmadik időpontban viszonylag magas (0,6188) a determinációs együttható értéke, fordított arányosság mellett. (9 – 11. ábra)



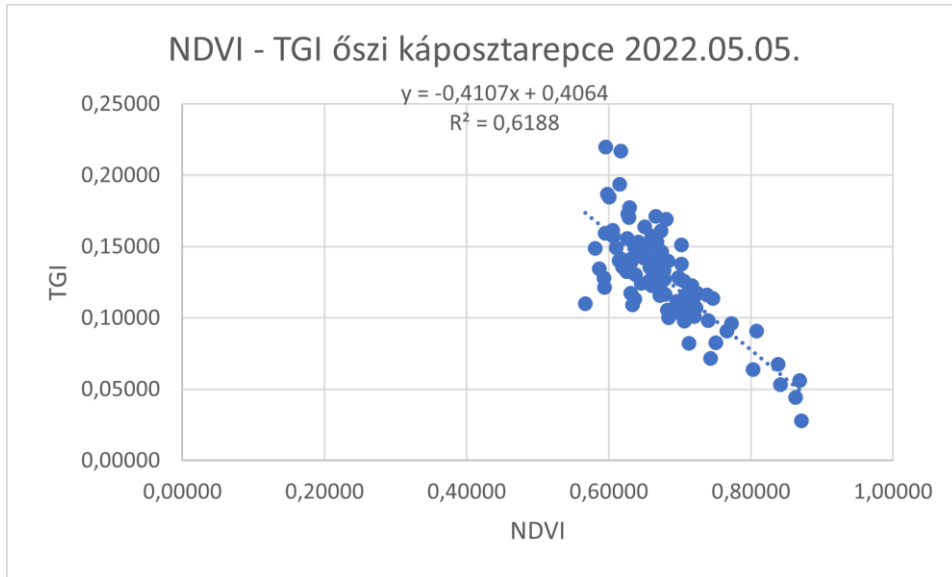
9. ábra: NDVI és TGI index kapcsolata az első felvételezésnél / Figure 9. Relationship between NDVI and TGI index at the first recording

Forrás: saját szerkesztés / Source: own construction



10. ábra: NDVI és TGI index kapcsolata a második felvételezésnél / Figure 10. Relationship between NDVI and TGI index at the second recording

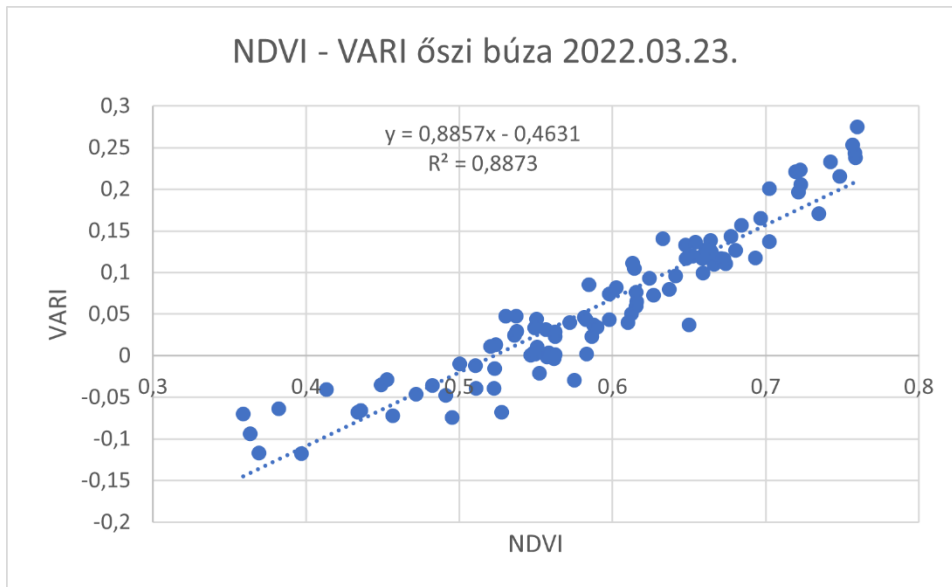
Forrás: saját szerkesztés / Source: own construction



11. ábra: NDVI és NGRDI index kapcsolata a második felvételezésnél / Figure 11. Relationship between NDVI and TGI index at the second recording

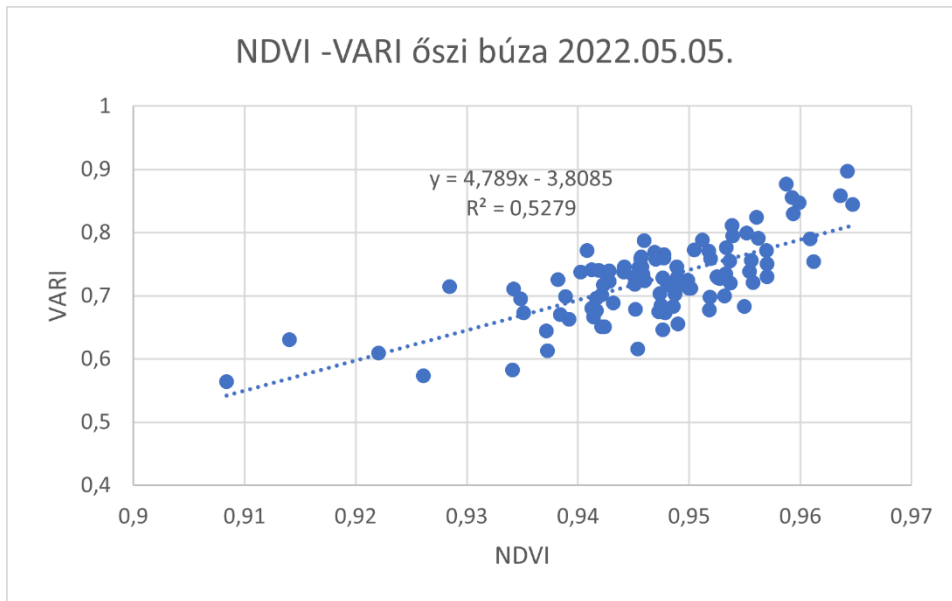
Forrás: saját szerkesztés / Source: own construction

Az RGB indexek közti kapcsolatot vizsgálva a VARI -NGRDI esetben a determinációs együtthatók értéke nagyon magas (0,9961 – 0,998 – 9778). A TGI index kapcsolata minkét másikkal mérsékeltén magas a két első mérés esetében (VARI 0,577 – 0,6433 NGRDI 0,6132 – 0,6492), az utolsó mérési időpontban viszont elhanyagolható (VARI 0,0694 – NGRDI 0,0221).

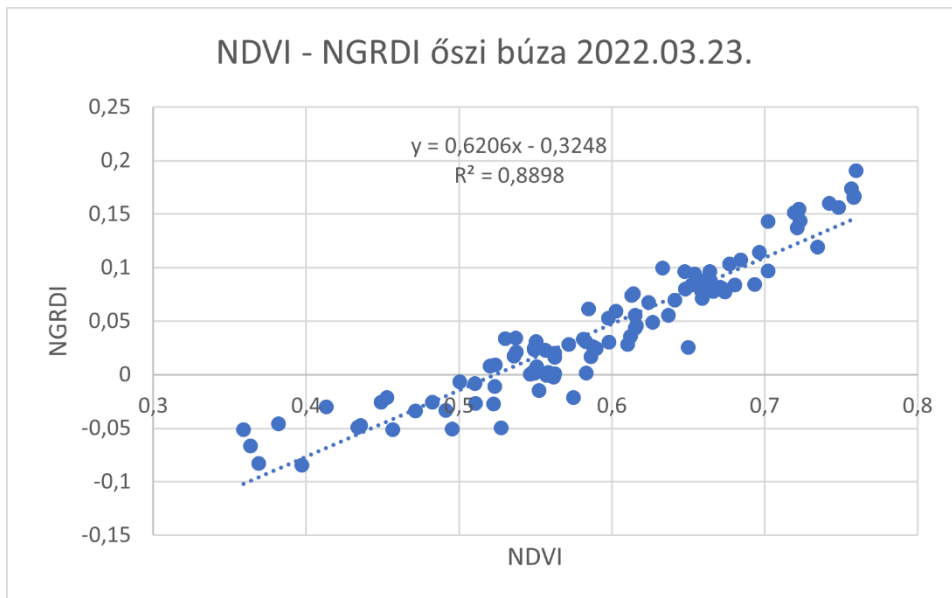


12. ábra: NDVI és VARI index kapcsolata a második felvételezésnél / Figure 12. Relationship between NDVI and VARI index at the second recording

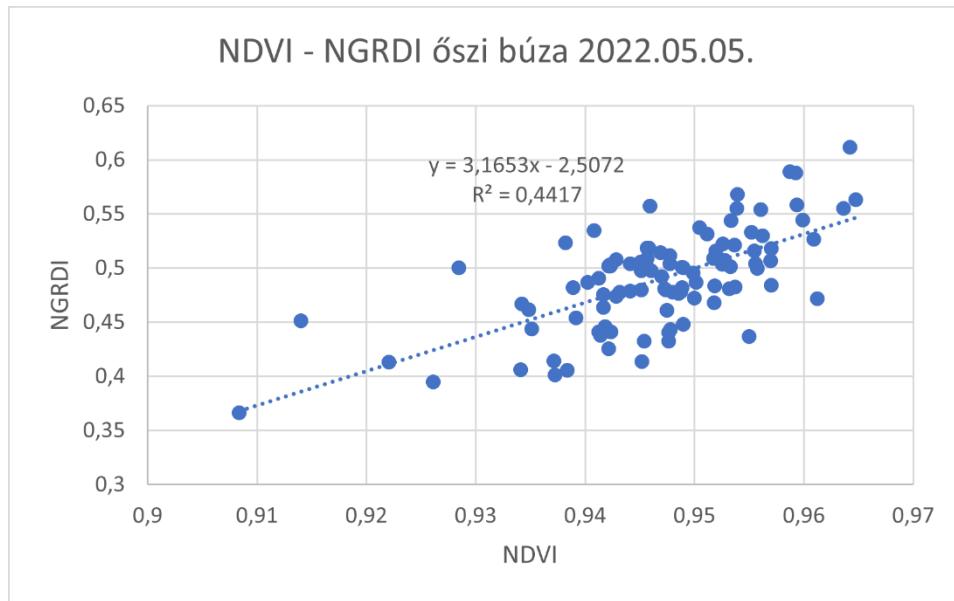
Forrás: saját szerkesztés / Source: own construction



13. ábra: NDVI és VARI index kapcsolata a harmadik felvételezésnél / Figure 13. Relationship between NDVI and VARI index at the third recording
Forrás: saját szerkesztés / Source: own construction

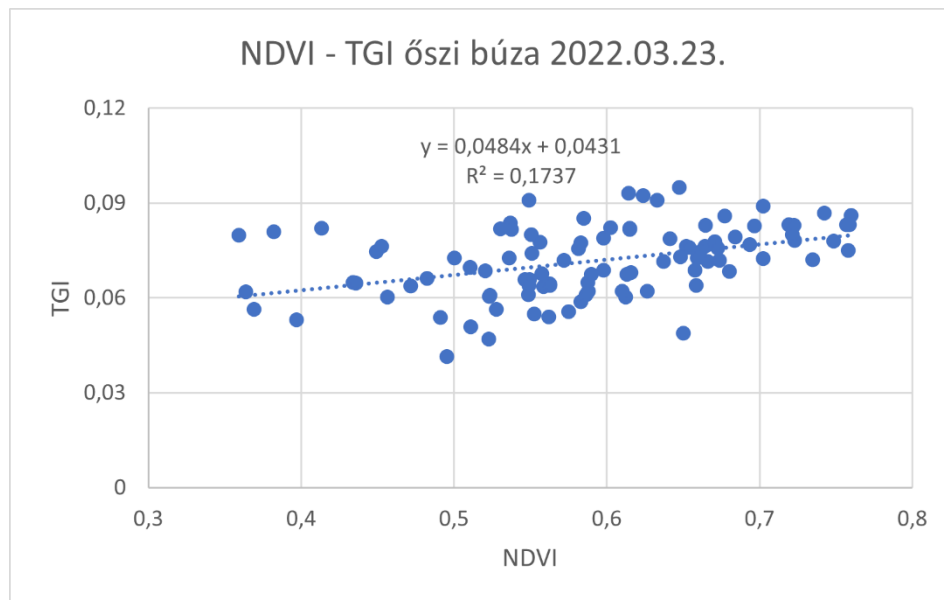


14. ábra: NDVI és NGRDI index kapcsolata a második felvételezésnél / Figure 14. Relationship between NDVI and NGRDI index at the second recording
Forrás: saját szerkesztés / Source: own construction

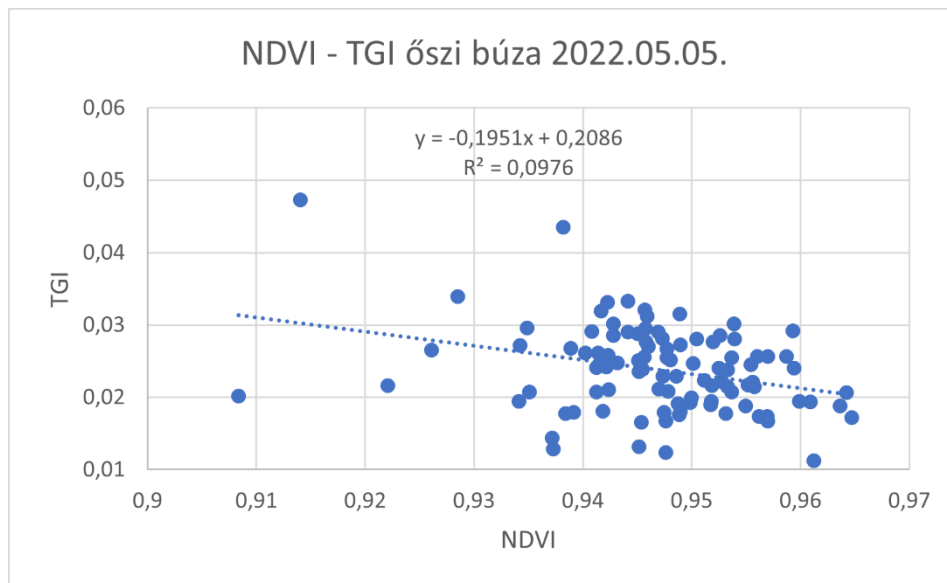


15. ábra: NDVI és NGRDI index kapcsolata a harmadik felvételezésnél / Figure 15. Relationship between NDVI and NGRDI index at the third recording
Forrás: saját szerkesztés / Source: own construction

Őszi búza esetében az NDVI index kapcsolat elemzése során a VARI és az NGRDI indexek esetében hasonló eredményt kaptunk és az eredmény az őszi káposztarepce esetében kapotthoz is hasonló. A második felvételezésnél a kapcsolat nagyon szoros és a harmadik mérésnél, amely a repce virágzásának a végére esett kicsit kisebb. NDVI-VARI determinációs együttható 0,8873 – 0,5279. NDVI-NGRDI determinációs együttható 0,8898 – 0,4417. (12 - 15. ábra)



16. ábra: NDVI és TGI index kapcsolata a második felvételezésnél / Figure 16. Relationship between NDVI and TGI index at the second recording
Forrás: saját szerkesztés / Source: own construction



17. ábra: NDVI és TGI index kapcsolata a harmadik felvételezésnél / Figure 17. Relationship between NDVI and TGI index at the third recording

Forrás: saját szerkesztés / Source: own construction

NDVI - TGI elemzésnél kevésbé szoros (0,1737) a második mérés esetében a kapcsolat, és a harmadik időpontban pedig nincs értékelhető kapcsolat (0,0976) fordított arányosság mellett (16 - 17. ábra).

Az RGB indexek közötti kapcsolatot vizsgálva a VARI -NGRDI esetben a determinációs együtthatók értéke nagyon magas (0,9993 – 0,8514). A TGI index kapcsolata minkét másikkal mérsékelten magas a második mérés esetében (VARI 0,3823 NGRDI 0,3895), az utolsó mérési időpontban viszont elhanyagolható (VARI 0,0133 NGRDI 0,0966).

Következtetések

Az RGB és az NDVI indexek kapcsolatának elemzése során többségében hasonló eredményt kaptam az őszi káposztarepce és az őszi búza vetemény esetében egyező időpontban vizsgálva és temporálisan is.

A repcevirágzás utolsó fázisában végzett felmérés esetében találtam jellegében is eltérő kapcsolatot. Míg az NDVI, TGI kapcsolat őszi búza esetében a harmadik felmérés időpontjára gyakorlatilag megszűnik, őszi káposztarepcénél viszonylag magas értékre emelkedik. Ezt magyarázhatjuk a növény színének a drasztikus változásával.

Az NGRDI és a VARI indexeknél az atmoszférikus és talaj hatások eltérő figyelembevétele ellenére nem találtam jelentős eltéréseket azonos és különböző vetemény esetében sem.

A minta elemszámára a vizsgált tartományban (10-100000) nem bizonyult érzékenynek az elemzési módszer.

Hivatkozott források

AHAMED, T. – TIAN, L. – ZHANG, Y. – TING, K. C. (2011): A review of remote sensing methods for biomass feedstock production. *Biomass and Bioenergy*, 35(7), 2455–2469. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2011.02.028>

BUSZNYÁK, J. (2022/a): Pilóta nélküli légitáncműveletek szabályozása Mezőgazdasági Technika, Gödöllő. HU ISSN 0026 1890, 63 2pp, 3p 18–20.

BUSZNYÁK, J (2022/b): Multispektrális távérzékelési adatok gyűjtése, feldolgozása Mezőgazdasági Technika, Gödöllő. HU ISSN 0026 1890, 63, 4pp, 4p 2–5.

CONGEDO, L.: (2021): Semi-Automatic Classification Plugin: A Python tool for the download and processing of remote sensing images in QGIS. *Journal of Open Source Software*, 6(64), 3172

COSTA, L. – NUNES, L. – AMPATZIDIS, Y. (2020): A new visible band index (vNDVI) for estimating NDVI values on RGB images utilizing genetic algorithms. *Computers and Electronics in Agriculture*, 172, 105334.

EU – BIZOTTSÁG (2019): 2019/947 VÉGREHAJTÁSI RENDELETE (2019. május 24.) a pilóta nélküli légi járművekkel végzett műveletekre vonatkozó szabályokról és eljárásokról Az Európai Unió Hivatalos Lapja L 152/45

FENÚELAS, J. – FILELLA, I. (1998): Visible and near- infrared reflectance techniques for diagnosing plant physiological status. *Trends In Plant Science*. 3 (4), 151–156. DOI: [http://doi.org/10.1016/S1360-1385\(98\)01213-8](http://doi.org/10.1016/S1360-1385(98)01213-8)

GITELSON A. – STARK R – GRITS U – RUNDQUIST D – KAUFMAN Y – DERRY D. (2002/a): "Vegetation and Soil Lines in Visible Spectral Space: A Concept and Technique for Remote Estimation of Vegetation Fraction." *International Journal of Remote Sensing* 23 (2002): 2537–2562."

GITELSON, A. A. – KAUFMAN, Y. J. – STARK, R. – RUNDQUIST, D., (2002/b): Novel algorithms for remote estimation of vegetation fraction. *Remote Sensing of Environment*, 80, 76–87. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0034-4257\(01\)00289-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0034-4257(01)00289-9)

HUNT, E. R. – DAUGHTRY C. S. T. – EITEL J. U. H – LONG D.S. (2011): Remote sensing leaf chlorophyll content using a visible band index. *Agronomy Journal* 103, 1090–1099. DOI: <https://doi.org/10.2134/agronj2010.0395>

HUNT, E. R. – DORAISWAMYA, P. C. – MCMURTREYA, J. E. – DAUGHTRYA, C. S. T. – PERRY, E. M. – AKHMEDOVA, B. (2013): A Visible Band Index for Remote Sensing Leaf Chlorophyll Content at the Canopy Scale. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 21, 103-112. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jag.2012.07.020>

LEHOCZKY, É. – BUSZNYÁK, J. – GÓLYA, G. (2013): Study on the Spread, Biomass Production, and Nutrient Content of Ragweed with High-Precision GNSS and GIS Device System. *Communications in Soil Science And Plant Analysis*, 44 (1–4): 535–545. DOI: <https://doi.org/10.1080/00103624.2013.744157>

LEHOCZKY, É. – TAMAS, J. – RICZU, P. – HERDON, M. (2014): Weed Mapping Based on Integrated Remote Sensing Method In: Remigio, Berruto; Fedro, S Zazueta; Flor, Solano (szerk.) *Proceedings in World Conference on Computers in Agriculture and Natural Resources San José, Costa Rica: American Society of Agricultural and Biological Engineers (ASABE)* Paper: 155, 8 p.

LEHOCZKY, É. – RICZU, P. – MAZSU, N. – DELLASZÉGA LÁBAS, V. – TAMÁS, J.: (2018/a): Applying of remote sensing in weed survey by different cameras. In: Zoltán, Kende (szerk.) 17th Alps-Adria Scientific Workshop: Abstract Book, Szent István Egyetem Egyetemi Kiadó, Gödöllő. 172 p. pp. 44–45. Online ISBN 978-963-269-734-5 http://www.alpsadria.hu/17thAASW/Abstract%20book_17thAASW.pdf

LEHOCZKY, É. – RICZU, P. – MAZSU, N. – DELLASZÉGA LÁBAS V. – TAMÁS, J. (2018/b): Applicability of remote sensing in weed detection. In: EGU General Assembly 2018: Geophysical Research Abstracts 1 Paper: EGU2018-14644. <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2018EGUGA..2014644L/abstract>

MCKINNON, T. – HOFF, P. (2017): Comparing RGB-based vegetation indices with NDVI for drone based agricultural sensing. *Agribotix. Com*, 1–8.

MicaSense (2017): MicaSense RedEdge-M Multispectral Camera User Manual, Rev 01, November 2017, Seattle, WA 1–47. <https://www.geotachenv.com/>

Pix4d (2021): Dokumentation, Supported cameras - PIX4Dfields forrás: <https://support.pix4d.com/hc/en-us/categories/360000061343>

Qgis project (2022): Qgis Desktop User Guide/Manual (QGIS 3.22) forrás: https://docs.qgis.org/3.22/hu/docs/user_manual/#

RICZU, P. – NAGY, A. – LEHOCZKY, É. – TAMÁS, J. (2015): Precision Weed Detection Using Terrestrial Laser Scanning Techniques. *Communications in Soil Science And Plant Analysis*, 46 (1): 309-316. DOI: <https://doi.org/10.1080/00103624.2014.989053>

ROUSE, J. – HAAS, R. – SCHELL J. – DEERING D. (1973): Monitoring Vegetation Systems in the Great Plains with ERTS. Third ERTS Symposium, NASA, 309–317.

SOLYMOSI, K. – KÖVÉR, Gy. – ROMVÁRI, R. (2019): The Development of Vegetation Indices a Short Overview. *Acta Agraria Kaposváriensis* 23(1), 75–90. DOI: <https://doi.org/10.31914/aak.2264>

STARY, K. – JELÍNEK, Z. – KUMHÁLOVÁ, J. – CHYBA, J. – BALÁZOVA, K. (2020): Comparing RGB-based vegetation indices from UAV imageries to estimate hops canopy area. *Agronomy Research*, 18 (4) 2592–2601. DOI: <https://doi.org/10.15159/AR.20.169>

TAMÁS, J. – NAGY, A. – FEHÉR, J. – STELIAN, N. – LEHOCZKY, É. (2014): From Spectral Time Series Analyses To Drought Monitoring –GWP IDMP In: Anon (Ed) WCCA 2014 XII World Congress on Computers in Agriculture and Natural Resources. San Jose (CA), USA p. 2

TAMÁS, J. – RICZU, P. – NAGY, A. – LEHOCZKY, É. (2015): Evaluation of surface runoff conditions by high resolution terrestrial laser scanner in an intensive apple orchard In: International Soil and Water Assessment Tool Conference: SWAT 2015: Book of Abstracts CRS4 206 p. pp. 204–205.

WANG, F.– HUANG, J.– TANG, Y.– WANG, X. (2007): New Vegetation Index and Its Application in Estimating Leaf Area Index of Rice. *Rice Science*, 14 (3): 195–203. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1672-6308\(07\)60027-4](https://doi.org/10.1016/S1672-6308(07)60027-4)

ZHANG, J. – WANG, C. – YANG, C. – JIANG, Z. – ZHOU, G. – WANG, B. – SHI, Y. – ZHANG, D. – YOU, L. – XIE, J. (2020): “Evaluation of a UAV-mounted consumer grade camera with different spectral modifications and two handheld spectral sensors for rapeseed growth monitoring: performance and influencing factors. *Precision Agriculture*. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11119-020-09710-w>

Szerző

Dr. BUSZNYÁK János PhD

egyetemi docens / associate professor

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Műszaki Intézet / Hungarian University of
Agriculture and Life Sciences Institute of Technology

E-mail cím: busznyak.janos@uni-mate.hu / E-mail address: busznyak.janos@uni-mate.hu

A műre a Creative Commons 4.0 standard licenc alábbi típusa vonatkozik: [CC-BY-NC-ND-4.0.](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

