

Kővári Attila–Kiss Endre–Németh István Péter (Szerk.)

TERMELJÜNK

EGYÜTT A TERMÉSZETTEL

– AZ AGRÁRERDÉSZET MINT ÚJ KITÖRÉSI LEHETŐSÉG

II. KÖTET

© Kővári Attila–Kiss Endre–Németh István Péter editors 2020

© Alkenaan Mohamad, Amanuel Mekonnen, Domokos Endre, Elias Attalah,  
Kiss Endre, Koroknai László, Kovács-Bokor Éva, Kővári Attila, Kuljić Bojan,  
Mirkowski Radosław, Sarcevic Péter, Szabó Anita, Szakáll Tibor 2020

Lektorálta: Dr. Kiss Endre, Dr. Kővári Attila, Kovács-Bokor Éva

A könyv megjelenését az EFOP-3.6.2-16-2017-00018 „Termeljünk együtt a természettel  
– az agrárerdészet mint új kitörési lehetőség” című projektje támogatta.

**D=U=E PRESS**  
**DUNAÚJVÁROSI EGYETEM**  
**www.uniduna.hu**

Kiadóvezető Németh István

Felelős kiadó Dr. habil András István  
Felelős szerkesztő Nemeskéry Artúr

Tördelés Duma Attila  
Készült a HTSART nyomdában  
Felelős vezető Halász Iván

ISBN 978-615-6142-06-1ő  
ISBN 978-615-6142-08-5

# TERMELJÜNK EGYÜTT A TERMÉSZETTEL

– AZ AGRÁRERDÉSZET MINT ÚJ KITÖRÉSI LEHETŐSÉG

Kővári Attila – Kiss Endre – Németh István Péter (Szerk.)

## II. KÖTET

KOROKNAI LÁSZLÓ

A hibák felismerése megmunkált furatok palástján kamera és tükör segítségével

ALKENAAN MOHAMAD – MERKOWSKI RADOSLAW – KISS ENDRE  
Investigation of the possibility to recover scandium from red mud using EAF technology

AMANUEL MEKONNEN – ELIAS ATTALAH – KISS ENDRE  
Gas separator

SARČEVIĆ PÉTER – KŐVÁRI ATTILA  
Az automatizált adatgyűjtés alkalmazási lehetőségei az agrárerdészetben

KOROKNAI LÁSZLÓ  
Ózonkoncentráció-mérés

KOVÁCS-BOKOR ÉVA – DOMOKOS ENDRE – KISS ENDRE  
Konverteriszapos talajkeveréken nevelt angol perje fitoextrakciós potenciáljának vizsgálata

KOVÁCS-BOKOR ÉVA – KISS ENDRE

Folyóvízi iszapok szennyezettségének hatása a fehér mustár csiraképeségére

SZAKÁLL TIBOR – SZABÓ ANITA – KŐVÁRI ATTILA – KULJIĆ BOJAN  
A biomassa energetikai hasznosítási lehetőségei

KISS ENDRE

Determination of the minimal ignition energy of graphite dust at different temperatures using electric spark

ENDRE KISS – ÉVA KOVÁCS-BOKOR

The magnitudes of electrostatic field on the ceramic-made ozonizer devices

KŐVÁRI ATTILA

Nehézfémek előfordulása vizekben és üledékekben



Dunakapocs  
KÖNYVEK 17

DUE PRESS

A könyv megjelenését az EFOP-3.6.2-16-2017-00018 „Termeljünk együtt a természettel – az agrárerdészet mint új kitorési lehetőség” című projektje támogatta.

SZÉCHENYI 2020



MAGYARORSZÁG  
KORMÁNYA

Európai Unió  
Európai Szociális  
Alap



BEFETETÉS A JÖVŐ



# Tartalom

Auditori salutem!	7
<u>KOROKNAI LÁSZLÓ</u> A hibák felismerése megmunkált furatok palástján kamera és tükör segítségével 2. rész Optika	9
<u>ALKENAAN MOHAMAD-MIRKOWSKI RADOSŁAW-KISS ENDRE</u> Investigation of the possibility to recover scandium from red mud using EAF technology <i>Part 3 Environmental considerations</i>	21
<u>AMANUEL MEKONNEN-ELIAS ATTALAH-KISS ENDRE</u> Gas separator <i>Part 4 Pulsed corona discharge for hydrogen sulfide decomposition</i>	31
<u>SARCEVIC PÉTER-KÓVÁRI ATTILA</u> Az automatizált adatgyűjtés alkalmazási lehetőségei az agrárerdészetben	37
<u>KOROKNAI LÁSZLÓ</u> Ózonkoncentráció-mérés 2. rész – Az ózon hatásai és kimutatása	45
<u>KOROKNAI LÁSZLÓ</u> Ózonkoncentráció-mérés 3. rész – Az ózongenerátor	55
<u>KOVÁCS-BOKOR ÉVA-DOMOKOS ENDRE-KISS ENDRE</u> Konverteriszapos talajkeveréken nevelt angolperje fitoextrakciós potenciáljának vizsgálata	59
<u>KOVÁCS-BOKOR ÉVA-KISS ENDRE</u> Folyóvízi iszapok szennyezettségének hatása a fehér mustár csírákéességére	69



<u>SZAKÁLL TIBOR-SZABÓ ANITA- KŐVÁRI ATTILA- KULJIC BOJAN</u> A biomassza energetikai hasznosítási lehetőségei	79
<u>KISS ENDRE</u> Determination of the minimal ignition energy of graphite dust at different temperatures using electric spark	91
<u>ENDRE KISS-ÉVA KOVÁCS-BOKOR</u> The magnitudes of electrostatic field on the ceramic-made ozonizer devices	99
<u>KŐVÁRI ATTILA</u> Nehézfémek előfordulása vizekben és üledékekben	107

## *Az automatizált adatgyűjtés alkalmazási lehetőségei az agrárerdészetben*

**Összefoglalás:** Napjainkban egyre szélesebb körben alkalmazottak az automatizált adatgyűjtő rendszerek az agrárerdészetben, mivel a szenzorok mérései alapján megtervezhetőek a szükséges agrotechnikai beavatkozások. Az ilyen rendszerek kialakítása különösen nehézkes és költséges lehet. Ezen kutatás célja a lehetséges technológiák megvizsgálása, illetve a felmerülő problémákra a lehetséges megoldások feltárása a szakirodalom alapján. A kutatás eredményeként megállapítható, hogy a megfelelő technológia kiválasztása nagy mértékben alkalmazáspecifikus. A vezeték nélküli szenzorhálózatok széles körben alkalmazhatóak, telepítésükhöz viszont energiahatékony eszközökre és algoritmusokra van szükség. Az optimális működéshez megfelelő szinkronizációs és lokalizációs módszereket is alkalmazni kell.

**Kulcsszavak:** Adatgyűjtő rendszerek; vezeték nélküli szenzorhálózatok; energiahatékonyság.

**Abstract:** Nowadays, automated data acquisition systems are increasingly used in agroforestry, since the necessary agrotechnical interventions can be planned based on the measurements of the sensors. The design of such systems can be hard and costly. The aim of this research is to examine the possible technologies and to explore the possible solutions to the problems based on the literature. As a result of the research, it can be concluded that the selection of the appropriate technology is largely application-specific. Wireless sensor networks are widely used, but their implementation requires energy-efficient devices and algorithms. Appropriate synchronization and localization methods also need to be used for optimal operation.

**Keywords:** Data acquisition systems; wireless sensor networks; energy efficiency.

\* Szabadkai Műszaki Szakfőiskola  
E-mail: sarcevic@vts.su.ac.rs

\* Dunaiújvárosi Egyetem, Műszaki  
Intézet, Természettudományi és  
Környezetvédelmi Tanszék  
E-mail: kovari@uniduna.hu

[1] Pajares, G. (2011): *Advances in sensors applied to agriculture and forestry*. 11. (9). 8930–8932.

[2] Piironen, R.–Heiskanen, J.–Maeda, E.–Viinikka, A.–Pellikka, p. (2017): Classification of tree species in a diverse African agroforestry landscape using imaging spectroscopy and laser scanning. *Remote Sensing*. 9. (9). p. 875.

## Bevezető

A talajtulajdonságok és a termőhelyi viszonyok változóak, melyeket megfelelő érzékelőkkel mérni lehet. A termesztett növény igényei alapján ezen mérési adatok felhasználásával megtervezhetőek a szükséges agrotechnikai beavatkozások. Ezért az agrárerdészetben és hasonló területeken egyre fontosabb az automatizált adatgyűjtő rendszerek kialakítása.

A szenzorok adatai többnyire egy központi rendszer felé kerülnek továbbításra, amelyen – a mérési adatok alapján – egy megfelelő algoritmus meghatározza a beavatkozás szükségességét. Az adatok később felhasználhatóak különböző statisztikák készítésére is.

A tanulmányon belül megvizsgálásra kerülnek az alkalmazható technológiák, az adott technológiák előnyei és hátrányai, a telepítés során felmerülő problémák forrásai, illetve az ezekre lehetséges megoldások.

## Alkalmazott technológiák

### ALKALMAZOTT ÉRZÉKELŐK

Az agrárerdészeti alkalmazásokban különböző jellemzők mérésére lehet szükség. [1] Gyakran fontos a talaj valamely jellemzőjének mérése, mint a nedvességtartalom, elektromos vezetőképesség, tápanyagtartalom stb.; a környezeti jellemzők meghatározására használható fényérzékelő, hőmérsékletszenzor, páratartalom-érzékelő, stb. Ezekon kívül egyéb paraméterek is fontosak lehetnek, mint magasság mérése, például fák esetén. [2] A mérések feldolgozásához pedig fontos paraméter lehet még a mérés helyének ismerete, így gyakran szükség van helymeghatározó rendszerekre is.

A technológia fejlődésével ma már az érzékelők széles palettán állnak rendelkezésre. Elérhetőek különböző méretben, pontosságban, kivitelben és – természetesen – árban.



ALKALMAZOTT ADATGYŰJTŐ RENDSZEREK

Agrárerdészeti alkalmazásoknál a megfigyelendő terület nagy mérete miatt két lehetséges technológia áll rendelkezésre: távérzékelés és vezeték nélküli szenzorhálózatok. A két technológia előnyeit és hátrányait az 1. táblázat tartalmazza.

1. táblázat. A technológiák előnyei és hátrányai

	Előnyök	Hátrányok
Távérzékelés	– Nagy terület vizsgálatára alkalmasak	–Nem képesek a talaj direkt mérésére –Nem valósítható meg állandó felügyelet
Vezeték nélküli szenzorhálózatok	–Állandó megfigyelést biztosítanak (függ a mintavételezési frekvenciától) –Lehetőség van a talaj direkt mérésére	–Általában nincs állandó tápellátás –Kommunikációs problémák –Adott paraméterek mérésére nem képesek (pl. magasság)

Az 1. táblázatban látható előnyök és hátrányok alapján megállapítható, hogy az alkalmazandó technológia függ a szükséges adatoktól, illetve a rendelkezésre álló infrastruktúrától. Tehát, az optimális választás alkalmazásfüggő.

*Távérzékelés*

Távérzékelő (angolul remote sensing) rendszerek esetén légi felvételek készülnek, melyekből megfelelő jelfeldolgozási/képfeldolgozási módszerekkel különböző feladási jellemzők nyerhetőek ki.

Ezen rendszerekben belül további három technológia áll rendelkezésre [3]:

- műholdas távérzékelés;
- légi távérzékelés – pl. repülő;
- pilóta nélküli légi jármű (angolul Unmanned Aerial Vehicle, UAV) alapú távérzékelés – pl. drónok.

[3] Pádúa, L.–Vanko, J.–Hruška, J.–Adão, T.–Sousa, J. J.–Peres, E.–Morais, R. (2017): UAS, sensors, and data processing in agroforestry: A review towards practical applications. *International journal of remote sensing*. 38. (8–10). Pp. 2349–2391.

[4] Xiang, T. Z.–Xia, G. S.–Zhang, L. (2019): Mini-unmanned aerial vehicle-based remote sensing: techniques, applications, and prospects. *IEEE Geoscience and Remote Sensing Magazine*. 7. (3). Pp. 29–63.

[5] Ouyang, F.–Cheng, H.–Lan, Y.–Zhang, Y.–Yin, X.–Hu, J.–Chen, S. (2019): Automatic delivery and recovery system of Wireless Sensor Networks (WSN) nodes based on UAV for agricultural applications. *Computers and Electronics in Agriculture*. 162. Pp. 31–43.

A három technológia között a legjelentősebb különbség a magasság, amelyről a felvételeket készítik és a terület, amelyet lefednek [4]: a műholdak találhatóak a legmagasabban (>150 km), a légi távérzékelés 30 km alatti magasságokon történik, míg a pilóta nélküli légi járművek körülbelül 3 km alatti magasságokon működnek. Lefedtettség szempontjából természetesen a műholdaknál a legnagyobb ez terület (10–1000 km<sup>2</sup>), a légi távérzékelésnél 10–100 km<sup>2</sup>, az UAV-ok esetén pedig 0,1–100 km<sup>2</sup>.

A légi távérzékelésnél és az UAV-oknál rendkívül fontos a járművek pontos pozíciójának és orientációjának ismerete, így ehhez Globális Helymeghatározó Rendszer (Global Positioning System, GPS) szoktak alkalmazni.

### *Vezeték nélküli szenzorhálózatok*

A vezeték nélküli szenzorhálózatok (Wireless Sensor Networks, WSN) nagyszámú vezeték nélkül kommunikáló szenzoregységből állnak. Természetesen kialakíthatóak vezetékes kommunikációt alkalmazó rendszerek is, viszont ehhez telepített vezetékrendszer szükséges, ami agrárterület esetén a nagy terület miatt nehézkes és költséges, így leginkább vezeték nélküli rendszereket szoktak alkalmazni. Ilyen esetekben – a vezetékek hiánya miatt – állandó tápellátás sem biztosítható.

### Adatgyűjtés WSN-ek segítségével

Vezetékes kommunikációra általában nincs lehetőség, mivel a vezetékek telepítése drága, így vezeték nélküli kommunikációt kell alkalmazni. [5]

### KOMMUNIKÁCIÓ

Vezeték nélküli kommunikáció lehetséges GPRS- (General Packet Radio Service) hálózat segítségével vagy rádiókommunikációval.

A GPRS-rendszerek hátrányai:

- Szükség van SIM kártyára – növeli a rendszer árát és komplexitását.
- Mobilhálózati gondok – sok helyen nincs megfelelő minőségű hálózat.

- Magassabb ár – a GPRS-modulok ára más technológiákhoz viszonyítva elég magas.
- A pozíció meghatározásához GPS-re van szükség.

#### TÁPELLÁTÁS

Vezetékek hiányában az állandó tápellátás sem megvalósítható. Ez a probléma elem vagy akkumulátor használatával kiküszöbölhető. Alkalmazhatóak napelemek is, viszont nagyméretűek, megnövelik a rendszer árát, megfelelő állványra van szükség, és fedett terület esetén (pl. fák között) nem kapnak elég napfényt.

#### A FOGYASZTÁS CSÖKKENTÉSE

Az elemek nagy fogyasztás esetén csak rövid élettartamot biztosítanak, így gyakori elemcserére van szükség. Az élettartam nagymértékben növelhető kismennyiségű rendszerek alkalmazásával és energiahatékony algoritmusok megvalósításával. [6] Ilyen célokra mikrovezérlő-alapú rendszereket célszerű alkalmazni [7], melyek között léteznek alacsony fogyasztású típusok (pl. Atmel ATmega 1281L 8-bit). A fogyasztás nagymértékben csökkenthető a mikrovezérlő alvó módjának (sleep mode) alkalmazásával és a többi elem kikapcsolásával vagy alvó módban tartásával. Például, az előbb említett Atmel ATmega 1281L fogyasztása 8mA aktív és 8 $\mu$ A alvó mód esetén. Alvó módból a mikrovezérlő felébreszthető egy külső jel vagy egy belső időzítő hatására. Agrárerdészletben a legtöbb esetben nincs szükség nagyfrekvenciájú mintavételezésre (esetenként elegendő például 1 óra vagy még nagyobb periódus), így a rendszert elég csak a mérés végzésére felébreszteni.

Rádiókommunikáció terén szintén lényeges a fogyasztás minimalizálása. A folyamat során fontos megtalálni az optimumot a hatótávolság és a fogyasztás között. Az optimalizált rendszerek általában 50-100 m maximális hatótávolsággal rendelkeznek. Az adatfogadáshoz gyakran hasonló nagyságú vagy akár több energia szükséges, mint a küldéshez.

[6] Popescu, D.–Stoican, F.–Stamatescu, G.–Ichim, L.–Dragana, C. (2020): Advanced UAV–WSN System for Intelligent Monitoring in Precision Agriculture. *Sensors*. 20. (3). P. 817.

[7] Sahitya, G.–Balaji, N.–Naidu, C. D.–Abinaya, S. (2017, January): *Designing a wireless sensor network for precision agriculture using ZigBee*. In: 2017 IEEE 7th International Advance Computing Conference (IACC). Pp. 287–291. IEEE.

[8] Djenouri, D.–Bagaa, M. (2014): Synchronization protocols and implementation issues in wireless sensor networks: A review. *IEEE Systems Journal*. 10. (2). Pp. 617–627.

[9] Paul, A. K.–Sato, T. (2017): Localization in wireless sensor networks: A survey on algorithms, measurement techniques, applications and challenges. *Journal of Sensor and Actuator Networks*. 6. (4). p. 24.

[10] Dong, W.–Chen, C.–Liu, X.–Bu, J. (2010): Providing OS support for wireless sensor networks: Challenges and approaches. *IEEE communications surveys & tutorials*. 12. (4). Pp. 519–530.

IRIS mote esetén például, mely RF231 IEEE 802.15.4 kompatibilis adóvevőt alkalmaz, 17 mA szükséges a küldéshez, és 16 mA a fogadáshoz.

A hatótávolság csökkentése miatt általában nem tudja minden elem direkt elérni a központi egységet, így másik elemen keresztül kell elérni azt. Ezeket a megvalósításokat angolul multi-hop rendszereknek nevezik.

Fogyasztás terén nagy javulás érhető még el a kommunikáció megfelelő időzítésével. Ha az egység csak másik elemen keresztül tudja elérni a központi egységet, akkor azoknak egyszerre kell ébren lenniük. Ez csak hatékony szinkronizációs algoritmusok felhasználásával lehetséges. [8]

### LOKALIZÁCIÓ

A WSN-hálózatok általában a térben szétszórt elemekből (node) állnak. A mérési adatok feldolgozása során fontos ismerni ezek pontos helyét.

A pontos helyzet meghatározása lehetséges:

- GPS alkalmazásával – nem javasolt az ár és a fogyasztás miatt.
- Telepítés során, GPS-adatok rögzítésével – véletlenszerűen szétszórt elemek esetén nem lehetséges.
- Megfelelő lokalizációs algoritmus alkalmazásával.

A lokalizációra számos megoldás létezik. [9] A legtöbb módszer a jelerősség (Received Signal Strength Indicator, RSSI) mérését alkalmazza az elemek között, melyből például háromszögeléssel határozza meg az egyes node-ok helyzetét. Ez egy rendkívül nehéz feladat, mivel az RSSI nem megbízható, és a visszaverődések és interferenciák is befolyásolják a méréseket. Léteznek olyan lokalizációs módszerek is, amelyek azt az információt használják fel, hogy mely elemek szomszédok (egymással kommunikálni képes elemek), és ez alapján becsülnek pozíciót.

### PROGRAMOZÁS

Több cég is gyárt ilyen célra optimalizált eszközöket, melyekhez speciális operációs rendszerek is lettek már fejlesztve, ilyen a TinyOS vagy a Contiki. [10] Saját fejlesztésű célelektronika esetén ezek az operációs rendszerek hozzáilleszthetők az egységhez, ami nagymértékben meggyorsíthatja a szoftverfejlesztést.

## Összefoglalás

Az agrárerdészetben fontos az automatizált adatgyűjtő rendszerek alkalmazása, melyek adott érzékelők mérési adatait továbbítják egy központi egység felé. A tanulmány az alkalmazható technológiákat és azok telepítési problematikáit mutatta be.

Az alkalmazható technológiák közé a távérzékelő rendszerek és a vezeték nélküli szenzorhálózatok sorolhatóak. Mindkettőnek vannak előnyei és hátrányai, így az optimális választás alkalmazásfüggő.

Vezeték nélküli szenzorhálózatok esetén fontos alacsony fogyasztású elemekből kialakított célelektronika fejlesztése, illetve energiahatékony működés megvalósítása. Az energiahatékonyt különböző szinkronizációs algoritmusok segíthetik, véletlenszerűen szétszórt egységek esetén pedig hatékony lokalizációs algoritmusok nyújtanak segítséget.

### *Köszönetnyilvánítás*

A kutatást az EFOP-3.6.2-16-2017-00018 „Termeljünk együtt a természettel – az agrárerdészet mint új kitörési lehetőség” című projektje támogatta.