



SOPRONI
EGYETEM

ERDŐMÉRNÖKI
KAR



Az Erdőmérnöki Kar Tudományos Kiadványa

Szerkesztette: Czimber Kornél



Az Erdőmérnöki Kar Tudományos Kiadványa

Szerkesztette:
Czímber Kornél



SOPRONI EGYETEM KIADÓ

SOPRON, 2023

Az Erdőmérnöki Kar Tudományos Kiadványa

Felelős kiadó: **Prof. Dr. Fábián Attila**

a Soproni Egyetem rektora

A kiadványt szerkesztette:

Dr. Czimber Kornél

A kiadványban megjelent cikkeket lektorálták:

Dr. Bartha Dénes, Dr. Bazsó Tamás, Dr. Bidló András, Dr. Brolly Gábor,
Dr. Czimber Kornél, Dr. Czupy Imre, Dr. Csiszár Ágnes, Dr. Gribovszki Zoltán,
Dr. Herceg András, Dr. Hír János, Dr. Hofmann Tamás, Dr. Jánoska Ferenc,
Dr. Kalicz Péter, Kemenszky Péter, Dr. Korda Márton, Kóhalmy Tamás,
Dr. László Richárd, Dr. Major Tamás, Dr. Péterfalvi József,
Dr. Rétfalvi Tamás, Szakálosné Dr. Mátyás Katalin, Szalai Áron,
Dr. Tóth Viktória, Dr. Tuba Katalin, Varga Zoltán, Visiné Dr. Rajczi Eszter,
Dr. Winkler Dániel, Zagyvainé Dr. Kiss Katalin Anita

A kiadvány a Soproni Egyetem Erdőmérnöki Karának
tudományos publikációit tartalmazza.

Címlapon: Kőszegi-hegység, Kereszt-kút, fotót készítette: Dr. Czimber Kornél

Soproni Egyetem Kiadó

Sopron, 2023.

ISBN 978-963-334-496-5 (pdf)

<https://doi.org/10.35511/978-963-334-496-5>

Creative Commons licenc: BY-NC-SA 2.5

Az online verzió elérhetősége:

[https://emk.uni-sopron.hu/images/dekani_hivatal/Kiadvanyok/
KariPub2023.pdf](https://emk.uni-sopron.hu/images/dekani_hivatal/Kiadvanyok/KariPub2023.pdf)

Ajánlott hivatkozás:

Czimber K. (szerk.) (2023): Az Erdőmérnöki Kar
Tudományos Kiadványa 2023, Soproni Egyetem Kiadó, Sopron.

Tartalomjegyzék

Alnazeer A. M. Ahmed, Imre Czupy, Nagwa K. M. Salih: Indigenous Knowledge On Biomass Fuel Quality At Dry Lands Of Southern Darfur State, Sudan	6
Balázs Pál, Bidló András, Végh Péter, Horváth Adrienn: Erebe-szigetek Erdőrezervátum felszínborításának változása történeti térképek alapján	13
Balázs Pál, Horváth Adrienn, Végh Péter, Bidló András: Szabó-völgy Erdőrezervátum (Felsőszölnök) felszínborításának változása történeti térképek alapján	19
Balázs Pál, Horváth Adrienn, Végh Péter, Bidló András: Tóth-árok Erdőrezervátum (Fenyőfő) felszínborításának változása történeti térképek alapján	25
Bartha Dénes: A Magyarországon inváziós dendrotaxonok értékelése	31
Bidló András, Balázs Pál, Végh Péter, Horváth Adrienn: Egy Duna sziget talajának vizsgálata.....	36
Brolly Gábor: Távérzékeléssel előállított térbeli pontthalmazok átszámítása ETRS89 és HD72 vonatkozási rendszerek között.....	44
Brolly Gábor, Ferenczi Noémi, Mentés Mátyás: A Hidegvíz-völgyi hidro-meteorológiai mérőkert 3D modelljének elkészítése földi lézeres letapogatás adatai alapján.....	49
Czibula György: A hazai erdei turizmus keresleti és kínálati oldalának elemzése a Covid-19 járványhullámok idején megnövekedett igények tükrében, soproni és Balaton-felvidéki példákon keresztül	54
Czupy Imre: Precíziós erdészet – a jövő útja	62
Csiszár Ágnes: Adventív növényfajok a Soproni-hegység lékjeiben.....	67
Dominkó Emese, Rétfalvi Tamás: Agrárerdészeti rendszerekből származó méz minták pollenanalízise.....	74
Elekne Fodor Veronika, Kerese András, Polgár András: A cséri hulladéklerakó monitoring rendszerének vizsgálata.....	80
Elekne Fodor Veronika, Rauch Richard, Polgár András: Sárvár környezetállapotának vizsgálata.....	87
Fehér Kristóf, Horváth Tamás: A Nelder-kísérlet 2021. évi felvételezése, növekedésének értékelése.....	94
Fejes Richárd, Zagyvai Gergely: Inváziós fafajok felmérése a fertődi Lés-erdőben	100
Gribovszki Zoltán, Gribovszki Katalin: Utánpótlódás és a napi talajvízszintingadozás... 106	
Mohamed Hemida, Zeinab Hammad, Andrea Vityi: A Taungya rendszer hatása a szudáni száraz övezet gazdálkodóinak mezőgazdaságból származó jövedelmére.....	111
Hofmann Tamás, Albert Levente: Az összes polifenoltartalom magasság szerinti változása álgesztes és álgesztmentes bükkben (<i>fagus sylvatica</i> L.).....	116
Hofmann Tamás, Albert Levente, Visiné Rajczi Eszter: Erdészeti melléktermék mint antioxidáns forrás	120
Horváth Ida – Kessler Jenő: Ritka madárkarom lelet a Nógrád-megyei hasznosi vár-hegy közép-miocén lelőhelyről.....	127

Horváth Attila László: Keménylombos állományok harveszteres fakitermelésének időszükséglete.....	133
Horváth Tamás, Gál János: Szögszámláló mintavétel használata átmérőeloszlás becslésére erdőrezervátumokban.....	138
Jánoska Ferenc: Szent Imre herceg, a vadász, magyar és lengyel legendaköre.....	143
Janzsó Milán Gábor – Czimber Kornél – Végh Péter - Vágvölgyi Andrea_ Szelektív hulladékgyűjtési lehetőségek térbeli felmérése és elemzése a lakossági környezettudatosság fejlesztéséhez.....	150
Kalicz Péter, Csáki Péter, Zagyvainé Kiss Katalin Anita, Nevezi Csenge, Herceg András, Gribovszki Zoltán: A Hidegvíz-völgyi kutatási terület (Sopron) csapadékmérés feldolgozásának kérdései	156
Korda Márton: A nagytétényi Kakukk-hegy természetvédelmi célú botanikai felmérése	162
Kui Biborka Rozália: Természeti környezet fontossága a gyermekjog tükrében Magyarországon.....	170
Kulcsár Alexandra, Zagyvai Gergely_ Dolomitbányák spontán növényzetének elemzése szociális magatartás típusok segítségével a Vértes és a Gerecse térségében.....	178
Major Tamás, Szily Attila: Fakitermelési munkák kíméletességének értékelése a Mecsekerdő Zrt. területén.....	184
Budi Mulyana, Andrea Vityi, András Polgár: Energiafa vagy épületfa? Szimuláció a CO2FIX modellel	189
Péterfalvi József, Primusz Péter: Talajstabilizáció alapú pályaszerkezetek hatékony tervezése és építése	197
Porcsin Alexandra, Keserű Zsolt, Szakálosné Mátyás Katalin: Az akácméz termelésére ható időjárási tényezők	202
Rétfalvi-Szabó Piroska, Helena Hybská, Rétfalvi Tamás: A nyomelem adagolás hatásainak értékelése a metántermelésre és ökotoxikológiai tulajdonságokra a cukorrépa préselt szelet anaerob fermentációjában.....	208
Schmidt Dávid: Adatok Táplánszentkereszt (Vas megye) gombavilágához I.....	213
Jóna Zoltán, Schmidt Dávid: A méhbangó (<i>Ophrys apifera</i> Huds.) állománydinamikai vizsgálata a Pannonhalmi-dombságban.....	219
Szalai Áron, Király Géza: A Soproni-hegyvidék erdőállományának elemzése hiperspektrális felvétel alapján.....	223
Tuboly Krisztián István, Fera Gábor, Szépligeti Mátyás, Csiszár Ágnes: A fehér akác (<i>Robinia pseudoacacia</i> L.) injektálásos visszaszorításának vizsgálata a szőcei lápréttel határos erdőrészekben.....	232
Vágó Sára, Tari Tamás: Alsó állkapocs mérésen és pontozásán alapuló korbecslési módszerek alkalmazhatóságának vizsgálata gímszarvas (<i>Cervus ELAPHUS</i>) esetében	237
Vágvölgyi Andrea, Takács Krisztián: Cséri hulladéklerakó optikai válogatóművének bemutatása	245
Vágvölgyi Andrea, Szűcs Zsolt: Háztartási szerves hulladék házi komposztálási kísérletének bemutatása	252

Varga Rita, Horváth Tamás: Erdőpedagógia és kommunikáció megjelenése az erdész gyakorlatban	258
Visiné Rajczi Eszter, Martina Vršanská, Nikola Schlosserová, Stanislava Voběrková, Hofmann Tamás: Lucfenyő (<i>Picea Abies</i> (L.) H. Karst.) És Kanadai Hemlokfenyő (<i>Tsuga Canadensis</i> (L.) Carrière) Toboz Extraktumainak antioxidáns és Antibakteriális Hatása	264
Volford Anna, Andrési Dániel, Vadász Csaba, Tóth Viktória: A fekvő holtfa mennyiségi és minőségi meghatározása különböző kezelésű erdőterületeken a Kiskunságban	269
Winkler Dániel, Novák Eszter: Idegenhonos fafajú és természetserű erdők összehasonlító talajfaunisztikai vizsgálata a Soproni-hegységben.....	276

PRECÍZIÓS ERDÉSZET – A JÖVŐ ÚTJA

Precision Forestry – The Way of the Future

CZUPY IMRE¹

¹Soproni Egyetem, Erdő- és Természeti Erőforrás-gazdálkodási Intézet
czupy.imre@uni-sopron.hu

Kivonat

A precíziós erdészet – az Ipar 4.0 mintájára – az IT technológia lehető legnagyobb mértékű integrálását jelenti az erdőgazdálkodásba. A számítástechnikai eszközök, a különféle mobil eszközök és applikációk fejlődése megkönnyíti az adatgyűjtést és –feldolgozást. Az infokommunikációs eszközök egymás közötti kommunikációra is képesek, így a terepen gyűjtött adatok akár emberi beavatkozás nélkül is eljuthatnak az irodába, a gépek fedélzeti számítógépére, megkönnyítve ezáltal a döntés előkészítést, a tervezést, az adatfeldolgozást, vagy az erdőben dolgozó gépek irányítását, vezérlését. Mindezek lehetővé teszik a gazdálkodás optimalizálását és a termelési folyamatok folyamatos továbbfejlesztését, a jövő útját jelölve az ágazat számára hazánkban is. A cikk a precíziós erdőgazdálkodás, a Forestry 4.0 egyes területeit mutatja be.

Abstract

Precision forestry – along the lines of Industry 4.0 – means the greatest possible integration of IT technology into forest management. The development of computing devices, various mobile devices and applications facilities data collection and processing. The information communication devices are also capable of communicating with each other, so the data collected in the field can reach the office without human intervention, to the on-board computer of the machines, whose purpose is to prepare the decision, planning, data processing, or the control of the working machines in the forest. All of these will enable the optimization of farming and the continuous further development of production processes in our country as well. The article presents some areas of precision forestry, the Forestry 4.0.

Bevezetés

Azt tartja a mondás, ha az első ipari forradalmat a gőz hajtotta, akkor a negyedik adatok szolgáltatják. Az Ipar 4.0 – a modern intelligens technológia használata a hagyományos gyártási és ipari folyamatok automatizálására – már a legtöbbünk számára ismerős fogalom. Szinte minden iparág profitálhat az erőforrások, technológiák és eszközök átvételéből, amelyek javítják a hatékonyságot, a termelékenységet és csökkentik a kockázatokat. Ezek a forradalmian új megoldások először az ipari termelésben jelentek meg, térhódításuk azonban az utóbbi évektől kezdve visszafordíthatatlan az agráriumban, így az erdőgazdálkodásban is (FENG, Y.- AUDY, J.F., 2020). A nagy mennyiségű adathalmaz összegyűjtése, feldolgozása, az automatizálás, a gépek irányítása és vezérlése összetett és bonyolult feladat, amely komoly kihívás elé állítja az erdőgazdálkodókat. Mindeközben új, eddig soha nem tapasztalt nehézségekkel kell szembenéznie az ágazatnak, mint például a klímaváltozás, az egyre gyakoribb és hosszabb ideig tartó szárazság, a nagy területeket elpusztító erdőtüzek, a biotikus kóroki tényezők, az invazív fajok elterjedése, a hatalmas méretű viharkárok, vagy éppen a krónikus munkaerőhiány. A mesterséges intelligencia algoritmusainak összekapcsolása és a big data analitika alkalmazása ezen problémák leküzdésére óriási fejlődési potenciált jelent az erdőgazdálkodás valamennyi területén, az erdőtervezéstől kezdve egészen az erdőhasználatig, vagy éppen a feldolgozásig (MÜLLER, F. et al. 2019). Ráadásul ez a „negyedik ipari

forradalom” a területen, az ültetvényekben és az erdőkben is feltörekvő trend. Az összegyűjtött adatok rendszerezhetőek, adatbázisokba szerkeszthetőek, amelyek akár egymással is összekapcsolhatóak. Mindezek a precíziós erdőgazdálkodás alapját képezik, elősegítve a költséghatékonyság növelését és a termelési folyamatok továbbfejlesztését az automatikus adatgyűjtéstől kezdve egészen az autonóm üzemre alkalmas gépek alkalmazásáig (HORVÁTH B.-CZUPY I., 2022).

Anyag és módszer

A precíziós erdőszet az IT technológia lehető legnagyobb mértékű integrálását jelenti az erdőgazdálkodásba. Az alábbi területeket foglalja magában:

- valós idejű környezeti monitoring – adatgyűjtés;
- internet az erdőben (IoT);
- fejlett IT-rendszerek;
- adatelemzés (LÉGÈRE, G., 2021).

Az ország erdősültsége, az erdők előfaállománya, fafaj- és kor szerinti összetétele, az állományok egészségi állapota, földrajzi elhelyezkedése – ezek mind-mind olyan adatok, amelyekről pontos nyilvántartásokkal kell rendelkezni. A pontos adatokhoz való hozzáféréshez, az adatok rögzítéséhez és feldolgozásához nyújtanak segítséget a fejlett térinformaticai rendszerek, amelyek a környezet valós idejű megfigyelését teszik lehetővé, akár többféle aspektusból is. Ezek a monitorozási módszerek a következők:

- drón technika alkalmazása;
- műholdas felvételek;
- szenzoros adatgyűjtés;
- továbbfejlesztett erdei leltár;
- földi-, műholdas- és lézer alapú (LIDAR) távérzékelés.

A *drón technika alkalmazása* már a hazai erdő- és vadgazdálkodásban is széleskörűen elterjedt módszer. Nagy előnye, hogy pontos koordinátákkal megadott helyre reptethető, vagy képes megtartani helyzetét és magasságát, továbbá az alacsony repülési magasság miatt felhős időben is használható. Nemcsak az állományadatokat feltérképezésére, hanem különböző technológiai műveletek elvégzésére is kiválóan alkalmas. Eredményesen alkalmazható például vegyszerek kijuttatására, így terület előkészítéskor bozótirtásra, illetve az ápolásban gyomirtásra (1. ábra), vagy növényvédő szerek kijuttatására is.



1. ábra: Drónok alkalmazása az erdővédelemben. Forrás: TAEG Zrt, 2022.

A koordinátakövető irányítás permetezéskor optimális vegyszerkijuttatást eredményez, megelőzhető a szomszédos táblákban a vegyszerek révén okozott károk, illetve a kezelt

területeken a taposási kár. Az erdősítésben például az erdősültség felmérésére alkalmasak a drónok, vagy annak megállapítására, hogy megfelelőek-e fatelepítésre a terepviszonyok az adott területen. Ahol igen, ott ugyancsak drón technika alkalmazásával 2-3 méter magasból előcsíráztatott magvak földfelszínre juttatásával elvégezhető az ültetés. A frissen ültetett erdő tápanyag-utánpótlása, a növények sűrűségének, egészségügyi állapotának, víz- és tápanyag-ellátottságának ellenőrzése szintén elvégezhető a levegőből (MÜLLER, F. et al. 2019). De akár az illegális fakitermelés, vagy a falopások felderítéséhez is nagy segítséget nyújtanak. A speciális felszereltségű drónok az erdőtüzek felderítésében, lokalizálásában, illetve oltásában is fontos szerepet kapnak. Fontos megjegyezni, hogy a drónok használatának szabályait rendeletek írják elő.

A *műholdas felvételek* nagyban hozzájárulnak pontosabb erdőtérképek elkészítéséhez, illetve ezek információtartalmának jelentős növeléséhez. Vektorizált, rétegzett digitális térképeken az adatok tetszőleges stílusban jeleníthetők meg, az egyes rétegek tetszés szerint ki- és bekapcsolhatók. Például egy ortofotóval (ortogonális, térképi rendszerbe transzformált mérhető légifénykép) kiegészített erdőrészlet digitális térképe sokkal informatívabb, mint egy hagyományos, vonalas erdőtérkép. A digitális térképek átfogó keretrendszerbe foglalva nagymértékben segítik az erdőtervezési munkát. Műholdfelvételek alapján egyszerre nagy területen végezhető el például lombkorona vizsgálat, amelynek kiértékelésével pontos képet kaphatunk az erdősültség változásáról, az invazív fafajok terjedéséről stb. Ezen kívül jól beazonosíthatók például az erdőterületeken a biotikus és abiotikus kórokozók megjelenése, vagy akár a klímaváltozás hatásaira utaló jelek is.

A *szenzoros adatgyűjtés* célja különböző érzékelők (szenzorok) segítségével rendszeresen, emberi beavatkozás nélkül az erdőterületek kulcsfontosságú paramétereinek mérése és az információk vezeték nélküli kommunikáción keresztül való továbbítása egy központi platformra. Ilyen adatok lehetnek például:

- időjárás adatok, csapadék, hőmérséklet, szélereősség stb.;
- termőhely adatok, talajnedvesség, talajvízszint;
- zaj, rezgés, hanghatások stb.

Az így összegyűjtött adatok felhasználhatók különféle adatbázisok szerkesztésére, de például védelmi céllal is: az idegen hanghatások valós idejű detektálásával kiszűrhetők az illegális fakivágások, az orvvadászat, vagy illetéktelen járművek behajtása az erdőterületre.

Továbbfejlesztett erdei leltár: az ország erdősültségéről, az erdőt alkotó faállományról, termőhely specifikus adatokról nyilvántartásokat vezetnek, ezeket az adatokat osztályozzák és szisztematikusan rendszerezik. Ezeknek az adatoknak a felhasználásával készül az erdőleltár, amely naprakész, sokrétű információkhoz enged hozzáférést. A fa értékének és lehetséges felhasználásának becslése az ökoszisztémák fenntartásához szükséges szélesebb körű információk fontos része. Ilyen adatbázisok például:

- SITEVIEWER, amelyet a NAIK ERTI fejlesztett. Az erdészeti területhasznosításról szolgáltató sokrétű adatot termőhely információs adatbázis alapján, térinformatikai rendszerben tárolt különféle térkép adatbázisok összekapcsolásával.
- NÉBIH országos erdőnyilvántartó rendszere.
- Országos Erdőállomány Adattár, amely körülbelül 5 hektár alapterületű egységek, az erdőrészek segítségével ad leírást az ország erdősültségéről és faállományáról térképi és leíró adatok formájában.
- Erdészeti Szakirányítási Információs Rendszer, amelynek adataihoz törvényileg szabályozott kereteken belül bárki hozzáférhet.

Ezeknek az adatbázisoknak naprakész, pontos információkkal való feltöltését nagymértékben segítik a modern térinformatikai és infokommunikációs rendszerek.

A faállománnyal, a faanyaggal kapcsolatos adatok terepi felmérésére szolgáló eszköz a MobileForester (2. ábra), amely egy több funkciós high-tech mérőrendszer és egy mobil-

applikáció kombinációja. Alkalmazásának célja, hogy az erdészeti mérési feladatok végrehajtását, az állomány nyilvántartást és a térképkezelést minél egyszerűbben, pontosabban egyetlen eszközzel tudjuk elvégezni. A digitális technika révén a mérési eredmények azonnal rögzítésre kerülnek, ami a későbbi felhasználásukat és kielemezésüket jelentősen megkönnyíti és átláthatóvá teszi. A felhasználó a mérési eredményeket már a helyszínen is megtekintheti. A mérések a hagyományos módszerekhez képest sokkal gyorsabban és pontosabban végezhetőek el. A készülék hat adatfajta mérésére biztosít lehetőséget:

- lézeres távolságmérés;
- élő fa átmérőjének meghatározása;
- élő fák magasságmérése a törzs megközelítése nélkül;
- köbözés, hengeres faválasztékok bütü felület átmérője;
- a rakat térfogata, a rakatban elhelyezkedő rönkök száma és mérete, valamint a tömör köbtartalma;
- egy erdőterületen található élőkakészlet mérése/becslése (www.mobilforester.com).



2. ábra: MobileForester. Forrás: www.mobilforester.com

A különféle *távérzékelési módok* lehetőséget teremtenek különböző földi állapotok, folyamatok behatóbb vizsgálatára, beleértve az erdészetben például a faállománnyal kapcsolatos, vagy a termőhelyi adatok szolgáltatását is. A nagy területen megvalósuló erdőgazdálkodás során figyelembe kell venni a környezetvédelmi és természetvédelmi szempontokat is, amelyekhez nagy mennyiségű térbeli adatra van szükség. Ezek beszerzése nehéz és időigényes feladat. Ehhez a folyamathoz nyújt segítséget a légi felvételeket térképpé alakító légi távérzékelés, amely a megfigyelés részletes és nagy területen gyorsan bevethető módszere. A műholdak nemcsak légi felvételek készítésére, hanem precíz helymeghatározásra is alkalmasak (GINGRAS, J.F. – CHARETTE, F. 2017). A távérzékelési rendszerek elve:

- a felszínről visszaverődő elektro-mágneses hullámok érzékelése műholdak által;
- a kapott értékek rögzítése;
- képfeltöltés különböző felbontású skálák segítségével.

Alkalmazott technológiák:

- légi hiperspektrális technológia;
- légi lézerekkelés (LiDAR) technológia;
- digitális mérőkamerás technológia;

- terepi kalibrációs mérések.

A hiperspektrális távérzékelés célja, hogy nagy információtartalmú és terepi bontású adatokat gyűjtsön a környezetünkről. A felvételek akár több száz csatornát is tartalmazhatnak, melyek egy folyamatos spektrumot alkotnak, így az emberi szem számára láthatatlan tulajdonságok is térképezhetővé válnak. Ezáltal lehetőség nyílik a látható és közeli infravörös (400-1000 nm) tartományban is különböző vizsgálatok elvégzésére. Például: más-más spektrális tulajdonságokkal bírnak a különböző fajok, a beteg és az egészséges növények. Így a rendkívül részletes légi adatokból származó spektrális egyediség/különbség segítségével akár faj vagy fajta szintű vegetáció térképezésre, valamint különböző stressz hatások és havária jelenségek felderítésére is alkalmas.

A légi lézerszkennelés (LIDAR) olyan távérzékelési technológia, amely nagy mennyiségű távmérési adatot képes gyűjteni nagyon rövid időn belül. A távolság pontos időméréssel határozható meg. A légi járműben elhelyezett szenzor lézersugarat bocsát ki a földfelszín felé, és méri a visszaverődés idejét. A légi LIDAR egyik fő előnye, hogy képes olyan területeken is mérni, ahol a földi geodéziai méréseket csak nagy erőforrásigénnyel lehetne megvalósítani. A felvételezés eredménye a georeferált osztályozott pontfelhő. A légi lézerszkennelés a másodpercenként akár 500.000 visszaverődést képes detektálni, amely akár 50 mért pontot (x,y,z) is eredményezhet négyzetméterenként. A többszörös visszaverődés segítségével nagymértékű növényborítottság mellett is kaphatunk mért pontot a talajfelszínről, így akár nyári időszakban is készíthető megbízható domborzatmodell. A magas pontsűrűség (>20 pont/m²) alkalmazásával rendkívül részletes mikro-domborzat állítható elő, de a talajon található mesterséges és természetes objektumokról is részletes, mérhető kép nyerhető.

Következtetések

A Forestry 4.0 elveinek és eszközrendszerének alkalmazása idő- és költséghatékony munkavégzést tesz lehetővé az erdőgazdálkodásban is. Jelen cikkünkben a precíziós erdőgazdálkodás azon elveit és technológiáit foglaltuk össze, amelyek már a hazai erdőgazdálkodásban is markánsan jelen vannak. Az autonóm gépüzemeltetésre, robotok különböző munkaműveletekben való alkalmazására ma még jobbára külföldi példákat találunk. Ezek széleskörű elterjedése a magyar erdőkben is prognosztizálható.

Irodalomjegyzék

- FENG, Y. – AUDY, J.F. (2020): Forestry 4.0: A framework for the forest supply chain toward Industry 4.0. *Gestão & Produção*, 27(4), e5677.
- GINGRAS, J.F. – CHARETTE, F. (2017): FP innovations' Forestry 4.0 Initiative. In Bangor: 2017 Council on Forest Engineering Annual Meeting.
- HORVÁTH, B. CZUPY, I. (2022): Robotizáció az erdészeti gépesítésben. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest.
- LÉGÈRE, G. (2021): Forestry 4.0: Automation of Canada's Forest Operations. Mistra Digital Forest Conference May 20, 2021.
- MUELLER, F. – JAEGER, D. – HANEWINKEL, M. (2019): Digitization in wood supply – A review on how Industry 4.0 will change the forest value chain. *Computers and Electronics in Agriculture* 162:206-218.

Internetes források:

www.mobilforester.com

www.taegrt.hu

Utolsó ellenőrzés dátuma: 2023.10.19.