



Európai Unió
Európai Szociális
Alap



BEFÉKTETÉS A JÖVŐBE

SZÉCHENYI  2020

SOPRONI EGYETEM
ERDŐMÉRNÖKI KAR

TUDOMÁNYOS KÖZLEMÉNYEK

2020. NOVEMBER 30.

SOPRONI EGYETEM
ERDŐMÉRNÖKI KAR





Soproni Egyetem
Erdőmérnöki Kar

TUDOMÁNYOS KÖZLEMÉNYEK

Szerkesztette: Facskó Ferenc, Király Gergely



Soproni Egyetem
Kiadó

Sopron – 2020

A kötet megjelenését az „EFOP-3.6.1-16-2016-00018 – A felsőoktatási rendszer K+F+I szerep-vállalásának növelése intelligens szakosodás által Sopronban és Szombathelyen” című projekt támogatta.

A kötet publikációit lektorálták: Bartha Dénes, Bidló András, Brolly Gábor, Czimber Kornél, Czupy Imre, Faragó Sándor, Frank Norbert, Pájer-Gálos Borbála, Gribovszki Zoltán, Heil Bálint, Hofmann Tamás, Horváth Adrienn, Horváth Tamás, Jánoska Ferenc, Kalicz Péter, Király Angéla, Király Gergely, Kovács Gábor, Lakatos Ferenc, László Richárd, Szakálosné Mátyás Katalin, Rétfalvi Tamás, Tuba Katalin, Vityi Andrea, Winkler Dániel

Soproni Egyetem Kiadó, 2020
Felelős kiadó: Prof. Dr. Fábíán Attila általános rektorhelyettes
Kézirat lezárva: 2020. november 30.

ISBN 978-963-334-376-0 (on-line verzió)

On-line verzió elérhetősége: http://emk.uni-sopron.hu/images/dekani_hivatal/Kiadvanyok/TudomanyosKozlemenyek2020.pdf

Szerkesztette: Facskó Ferenc
Király Gergely

Ajánlott hivatkozás:

FACSKÓ F.– KIRÁLY G. (szerk.) (2020): Soproni Egyetem Erdőmérnöki Kar. Tudományos közlemények. Soproni Egyetem Kiadó, Sopron.

Tartalomjegyzék

Előszó.....	5
Ács Norbert, Czimber Kornél: Webes földmérési alappontsűrítést végző alkalmazás	6
Báder Mátyás, Németh Róbert: Rostirányban tömörített faanyag zsugorodásának és dagadásának csökkentése	13
Balázs Pál, Király Géza, Nagy Dezső, Konkoly-Gyuró Éva: Az első katonai felmérés tartalmi ellenőrzése egy felső-rába-völgyi példán keresztül.....	19
Balázs Pál, Berki Imre, Konkoly-Gyuró Éva: Tájváltozással kapcsolatos kutatások a hazai és nemzetközi szakirodalomban	26
Barta Edit, Bakki-Nagy Imre Sándor: Vasúti felsővezeték elektromos terének mérése és számítása ...	33
Brolly Gábor, Bazsó Tamás: Oktatási fejlesztések az okleveles erdőmérnök szak Földmérés tantárgy gyakorlatain	40
Brolly Gábor, Király Géza: Földi lézerszkennelt pontthalmazok tájékozására alkalmas szoftverek összehasonlítása erdei fák térképezése szempontjából.....	45
Czimber Kornél, Burai Péter, Román András: Légi lézeres és hiperspektrális faállomány-felmérés első eredményei.....	51
Czupy Imre, Mészáros Imre, Vágvölgyi Andrea: A soproni szennyvíztisztító telep biogázüzemre vetített energiamérlege.....	61
Csáki Péter, Czimber Kornél, Király Géza, Kalicz Péter, Zagyvainé Kiss Katalin Anita, Gribovszki Zoltán: Erdőállományok vízháztartásának vizsgálata az Alföldön, leskálázott párolgástérképek segítségével	69
Csanády Viktória: Vízszennyezési adatok modell vizsgálata	74
Deák István György, Horváth Sándor: Pamo Mangala farm (Észak-Zambia) vadállományának állapota	81
Elekne Fodor Veronika, Biró Barbara, Horváth Adrienn, Polgár András : A közlekedés környezeti hatásainak lehetséges monitorozása az M85 gyorsforgalmi út tükrében.....	85
Fülöp Viktor Géza, Horváth Sándor: A tűzifa, az energetikai célú erdei apríték, valamint az ipari fakitermelési és piaci változásai 2007 és 2018 között	91
Gálos Borbála, Kiss Márton: Meteorológiai mérések a Soproni-hegységben.....	97
Gribovszki Zoltán, Kalicz Péter: Párolgás okozta napi ingadozás és annak információértartalma (módszerek az evapotranszspiráció számítására).....	105
Gribovszki Zoltán: Vízpótlások erdőterületen, elmélet és esettanulmányok	112
Herceg András, Kalicz Péter, Primusz Péter, Gribovszki Zoltán: Az éghajlatváltozás hatása az útpályaszerkezetre	119
Hofmann Tamás, Visiné Rajczi Eszter, Albert Levente: Bükk (<i>Fagus sylvatica</i> L.) faanyag polifenol készletének folyadékkromatográfiás/tömegspektrometriás vizsgálata	127
Hofmann Tamás, Visiné Rajczi Eszter, Albert Levente : Bükk (<i>Fagus sylvatica</i> L.) levél antioxidáns kapacitásának és polifenol készletének vizsgálata.....	132
Hofmann Tamás, Visiné Rajczi Eszter, Albert Levente: Tölgyfajok levél-antioxidáns tartalmának összehasonlító vizsgálata	137
Horváth Attila László, Szakálosné Mátyás Katalin: A harveszteres fakitermelés teljesítményének javítási lehetőségei szimulátor segítségével	142
Horváth Attila László, Szakálosné Mátyás Katalin: A harveszteres gépkezelők szimulátoros képzésének hatása a munka gazdaságosságára	149
Horváth Attila László, Major Tamás, Szakálosné Mátyás Katalin: Harveszteres fakitermelési módszerek termelékenységeinek összehasonlítása	156
Horváth Bíbor Júlia, Németh Róbert, Báder Mátyás: A rostirányban tömörített faanyag zsugorodás-dagadásának vizsgálata.....	163
Kapocsi Gergely, Horváth Sándor, László Richárd: N agyvadállomány vagyón-kezelésének elemzése az Országos Vadgazdálkodási Adatbázis állománybecslési és elejtési adatainak tükrében	170
Katona Csaba, Bazsó Tamás, Péterfalvi József, Primusz Péter: BLK360 lézerszkennő alkalmazása vonalas létesítmények felmérésére: jelek és távolságok.....	177
Kovács Gábor, Heilig Dávid, Heil Bálint: Fás szárú energetikai ületvények technológiáját és ökonómiáját befolyásoló tényezők a gyakorlatban.....	187

Kovács Klaudia, Vityi Andrea, Horváth Attila László: Agroerdészeti erdei köztes termesztésű rendszerek technológiája.....	195
Major Tamás, Pintér Tamás, Szakálosné Mátyás Katalin: Gyökérsarj eredetű akác állományok összehasonlító vizsgálata a SEFAG Erdészeti és Faipari Zrt. területén.....	200
Major Tamás, Horváth Attila, Virág Vivien: Harveszteres gépi faanyagfelvételezés összehasonlító vizsgálata.....	205
Marcisin Tamás, Király Gergely: Az állomány záródása és az újulatszám összefüggéseinek vizsgálata nyírségi vörös tölgyesekben	210
Németh Zsolt István, Kiss Péter Áron, Rákosa Rita: Faanyagok FT-IR spektrum alapú osztályozása kemometriás módszerekkel	217
Nevezi Csenge, Bazsó Tamás, Csáki Péter, Gribovszki Zoltán, Kalicz Péter, Zagyvainé Kiss Katalin Anita: Hidrológiai és botanikai folyamatok összefüggéseinek vizsgálata egy patakmenti erdőállomány és nedves rét területén.....	221
Novák Dominik, Németh Róbert, Báder Mátyás: A jövő faimpregnáló polimerje. A tejsav tömörfában történő felhasználásának áttekintése.....	227
Papp Viktória, Szalay Dóra: Pirolízis korom és faanyag keverék pelletek energetikai és mechanikai vizsgálata.....	232
Péterfalvi József, Primusz Péter: Talajstabilizációk szerepe az erdészeti útépítésben.....	237
Polgár András, Jagodics Nóra, Horváth Adrienn, Elekné Fodor Veronika: Szántóföldi növénytermesztés környezeti hatásai	247
Polgár András, Antal Mária Réka: Faipari élzárási típusok környezeti hatásainak vizsgálata.....	254
Rákosa Rita, Pásztory Zoltán, Börcsök Zoltán, Németh Zsolt István: IR spektrometria a faanyag hőkezelésének monitorozására	263
Rákosa Rita, Szegleti Csongor, Németh Zsolt István: Műanyag hulladékok osztályozása FT-IR spektrumok alapján.....	268
Szakálosné Mátyás Katalin, Fekete György, Horváth Attila László: Lovak alkalmazása és jövője a hazai fahasználatokban	273
Szakálosné Mátyás Katalin, Gimesi Kristóf Szilárd, Major Tamás, Horváth Attila László: Kötélpályás közelítés vizsgálata a soproni hegyvidéken	278
Szakálosné Mátyás Katalin, Sudár Ferenc János, Horváth Attila László: A többműveletes fakitermelő gépek kíméletességének fokozása harveszter szimulátor segítségével.....	284
Szöke Előd, Csáki Péter, Kalicz Péter, Zagyvainé Kiss Katalin Anita, Gribovszki Zoltán: Hidrológiai vizsgálatok egy fás legelőn.....	291
Tari Tamás, Sándor Gyula, Náhlik András: A vaddisznó lakott-területi megjelenésének jellemzői kérdőíves felmérés eredményeinek tükrében.....	298
Tóth Mihály Zoltán, Németh Róbert, Báder Mátyás: Fahegesztés vízgőz és nyomás segítségével.....	305
Vadkerti Tóth Balázs, Németh Róbert, Báder Mátyás: Fahajlítás anatómiája – Áttekintés.....	311
Vágvölgyi Andrea, Szalay Dóra: Stratégiai elemzőmódszer alkalmazása az energetikai célú fás szárú ültetvények vizsgálatára.....	318
Vágvölgyi Andrea, Mészáros Imre, Czupy Imre: Szennyvíziszap komposztálás anyagmérlegére irányuló vizsgálatok.....	325
Vágvölgyi Andrea, Szigeti Nóra, Czupy Imre, Beszédes Sándor, Szalay Dóra: Fás szárú ültetvények technológiai és ökológiai szempontú siker-kudarcc tényezőinek vizsgálata.....	329
Vajda József, Horváth Sándor: A COVID-19 hatása az amerikai agrártámogatási rendszerre.....	336
Visiné Rajczi Eszter, Albert Levente, Hofmann Tamás: A fakéreg antioxidáns tulajdonságainak kiértékelése	342
Visiné Rajczi Eszter, Albert Levente, Bocz Balázs, Bocz Dániel, Hofmann Tamás: Tobozok antioxidáns tulajdonságainak vizsgálata	348
Zagyvainé Kiss Katalin Anita, Gribovszki Zoltán, Kalicz Péter, Szöke Előd, Varga Jenő, Csáki Péter: Agrárerdészeti rendszer talajnedvességének vizsgálata fertődi mintaterületen	354

FÖLDI LÉZERSZKENNELT PONTHALMAZOK TÁJÉKOZÁSÁRA ALKALMAS SZOFTVEREK ÖSSZEHASONLÍTÁSA ERDEI FÁK TÉRKÉPEZÉSE SZEMPONTJÁBÓL

BROLLY GÁBOR, KIRÁLY GÉZA

Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Geomatikai, Erdőfeltárási és Vízgazdálkodási Intézet
brolly.gabor@uni-sopron.hu

Erdei környezetben végzett földi lézerszkennelés a növényzet és a talaj felületének térbeli pontjait és opcionálisan spektrális adatit szolgáltatja. A pontthalmaz alapján a domborzat felszíne és a fák térképezéséhez szükséges pozíciója automatikus úton előállítható. Amennyiben a térképezés nagyobb területre terjed ki, a pontthalmazt nem csak egy, hanem több műszerállásból kell rögzíteni (multi-scan, rövidítve: MS). A multi-scan adatgyűjtés előnye, hogy a fák törzsének felületét több irányból is felmérjük, ezért az eredmény pontthalmazban a törzs teljes alakja megjeleníthető, szemben az egyszerű szkenneléssel előállított pontthalmazokkal, amelyekben a törzseknek csak a műszer felé néző oldalát látjuk. A multi-scan pontthalmazok előállításához az egyes felmérési álláspontból készített pontthalmazokat a térben össze kell illeszteni. Az összeillesztéshez szükséges transzformációs paraméterek meghatározását tájékozásnak hívjuk. A tájékozás pontossága közvetlenül befolyásolja a fák pontthalmazban látható alakját és méreteit, így a tájékozás minősége kihat a fák térképezési pontosságára. Munkánkban erdei környezetben készített lézerszkenneléseket kétféle szoftverrel (Leica Cyclone, CloudCompare) tájékoztunk, majd megvizsgáltuk, hogy az egyes megoldások alkalmazása hogyan befolyásolja a levezetett törzstérképek pontosságát.

Bevezetés

A multi-scan (MS), azaz több álláspontból végzett lézerszkennelés nagyobb kiterjedésű erdei mintaterületek, összetett szerkezetű faállományok, vagy egyed szintű, részletes szerkezeti modellek előállítását teszi lehetővé. Alkalmazásával egyenletesebb ponteloszlás érhető el, ami javítja a pontthalmaz alapján végzett becslések pontosságát, leginkább fiatalabb korú és színtezett állományokban (BROLLY ÉS KIRÁLY, 2017). Az egyes álláspontokból felmért pontthalmazok összeillesztése a felmérést követő feldolgozás része. Első lépésben az egyes pontthalmazok átfordító területein azonos pontokat kell megjelölni, amelyek alapján a pontthalmazok egymáshoz viszonyított helyzete egy térbeli vektor, három forgatási szög és opcionálisan egy méretaránytényező formájában meghatározható (relatív tájékozás). A közös pontokat az erdőbecslési célú felmérések túlnyomó többségénél a tájékozás céljára kifejlesztett mesterséges tárgyak testesítik meg, melyeket ebben a dolgozatban összefoglaló néven kapcsolójelnek nevezünk. Léteznek olyan tájékozási módszerek is, amelyek nem igénylik kapcsolójelnek kihelyezését, mert a közös pontokat a pontthalmazok részleteinek egyeztetésével automatikusan felderítik. Ezek inkább mesterséges környezetben alkalmazhatók. Amennyiben legalább két pont helye valamely térképezési rendszerben ismert, a pontthalmaz földi vonatkozási rendszerbe is átszámítható (abszolút tájékozás). Az átszámítás leggyakoribb formája a térbeli hasonlósági (Helmert) transzformáció vagy egybevágósági (merev test) transzformáció; mindkettő a térbeli affin transzformáció speciális esetének tekinthető.

Az MS felvételek feldolgozása, különösen a tájékozás, jelentős ráfordítást igényel, mind a szükséges szoftver, mind a feldolgozási idő tekintetében. Ezt jól érzékelteti, hogy BAUWENS *et al* (2016) másfél órát fordítottak öt álláspontból végzett felmérések feldolgozására, szemben az egy álláspontból végzett felmérések tíz perces feldolgozásával. Egy adott műszertípus pontfelhőinek tájékozása leghatékonyabban a műszergyártó által javasolt, professzionális szoftverrel

végezhető el. Ezeknek a szoftvereknek a beruházási igénye a műszer árához viszonyítva is jelentős tétel, ami az erdészeti ágazatban akadályos lehet az egyébként ígéretes technológia gyors elterjedésének.

Intézetünk a régebb óta használt, ingyenesen elérhető CloudCompare szoftver mellett, 2019. óta a GINOP-2.3.3-15-2016-00039 projekt támogatásából Leica Cyclone feldolgozó programhoz szükséges licensszel is rendelkezik, ezért időszerű, hogy a két szoftver alkalmazhatóságának kereteit meghatározzuk. A szerzők olyan szoftveres megoldásokat vizsgálnak, amelyekkel rövid idő alatt, de magas színvonalon elvégezhető a lézerszkennelt pontthalmazok alapvető feldolgozása, mindenekelőtt a pontfelhők tájékozása. A tájékozási megoldása egyben hiányt pótló feladat, hiszen mások által regisztrált pontfelhőkből – saját fejlesztésű algoritmussal – eredményesen tudunk faállománybecslést végrehajtani (LIANG *et al.*, 2018).

A tanulmány célja, hogy röviden ismertesse a szerzők tapasztalatait a pontfelhők tájékozási területén, amelyet egy ingyenesen elérhető, nyílt forráskódú és egy kereskedelmi forgalomban kapható, professzionális szoftver összehasonlításával szereztek.

Vizsgálati anyag és módszer

A tájékozási eljárások különböző jellegű szoftverekkel történő összehasonlítását a Pilisi Parkerdő Zrt. kezelésében álló, Esztergom-Pilisszentlélek községhatárban található ProSilva erdőállományban végrehajtott felmérés alapján végeztük el. A felmérés közelítőleg 50×50 méter területet fed le, amelyen idős bükk állomány található alacsony újulattal és gyér aljnövényzettel. A felmérés 2018 decemberében történt (lombtalan állapotban) négy álláspontból, Leica BLK360 lézerszkennelvel (1.a ábra). Egy szkennelési ciklusban a négy álláspont egyikéről történt az adatgyűjtés, a maradék három műszerállványon pedig egyenként két darab, saját készítésű jeltárcsát alkalmaztunk kapcsolójelként. A felső jeltárcsa hagyományos prizmatalpra rögzítve foglalt helyet a műszerállványon, míg az alsó a műszerállvány lábára lett felerősítve. A felső jeltárcsa nyomtatott, egyedi azonosítót tartalmaz. Az alsó jeltárcsa tartalékként szolgált, emellett az irányzások pontosságának ellenőrzését is lehetővé tette. A mérési ciklusok közötti átálláskor a szkennelést egy saját tervezésű, saját gyártású adapteren keresztül (vízszintes értelemben) központosan rögzíthető a felső jeltárcsa helyére. A négy felvételi álláspont mellett egy további jeltárcsát is kihelyeztünk, amit egy mérőállomás prizmatábjára erősítettünk fel. Egy műszerállásból minimum három kapcsolójel jól irányozhatóan látszott a pontthalmazban (1.b-c ábra).

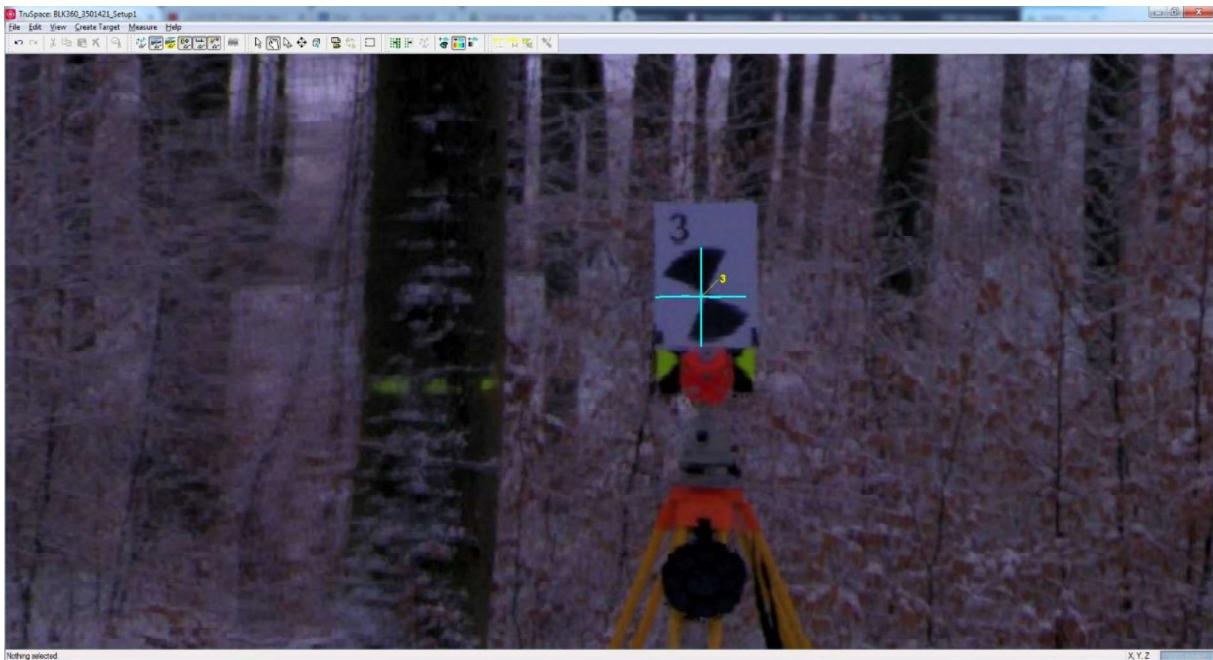


1. ábra. Téli felmérés Leica BLK360 lézerszkennelvel (a). Az állványra helyezett kapcsolójel intenzitás szerinti leképeződése a pontthalmazban (b), egy kapcsolójel közelről, amelyen látszik, hogy az intenzitásértékek a pontokhoz tartoznak (c)

A felmérés során nagyfelbontású szkennelést alkalmaztunk, ami 10 méter távolságban 0,5 cm-es névleges ponttávolságot eredményez. A műszer a fényképek alapján minden koordinátaához RGB színeket is rendel. A termális kép adatainak pontokhoz rendelésére jelenleg csak a mérés utófeldolgozására szolgáló szoftverrel végezhető el.

A pontthalmazok relatív tájékozását a Leica Cyclone 9.3.2 (leica-geosystems.com) próbaverziójával és a CloudCompare 2.10 (cloudcompare.org) ingyenesen elérhető, nyílt forráskódú szoftverével végeztük el.

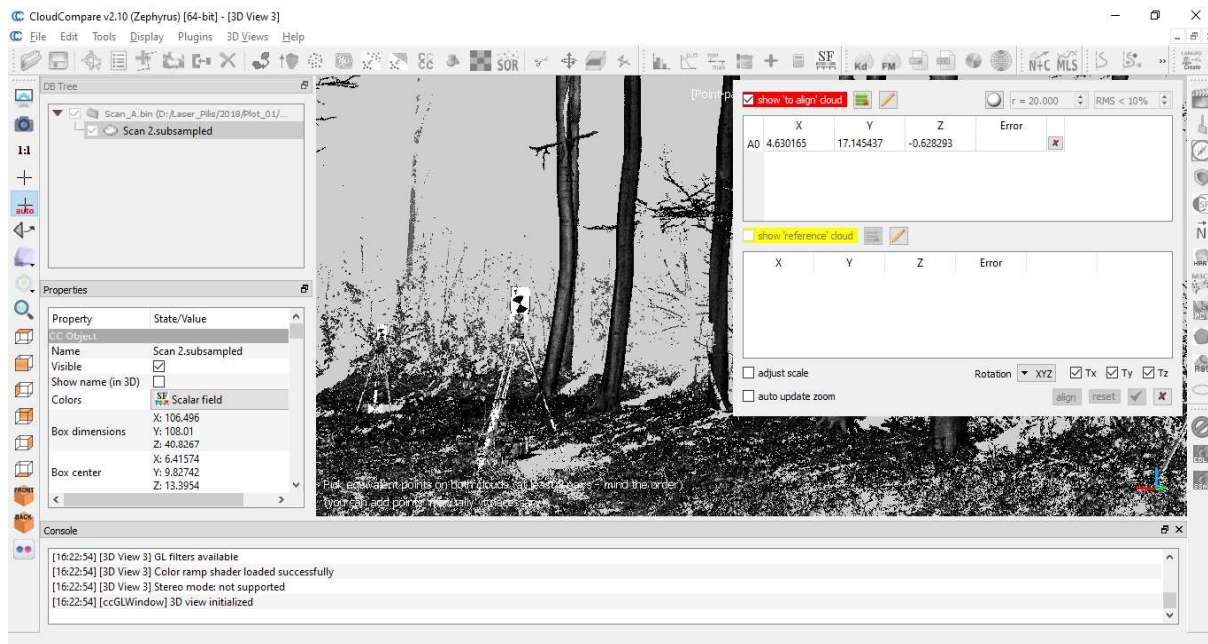
A Cyclone (2. ábra) közvetlenül olvassa a szkennertől mért adatokat, és a kihelyezett jeltárcsák többségét automatikusan felismerte, valamint meghatározta a jel középpontját. A jeltárcsák azonosítását a rajtuk található azonosító szám leolvasásával a felhasználó végzi el. A tájékozás során a pontthalmazok tájékozási adatai együttes kiegyenlítéssel kerülnek meghatározásra, hasonlóan a fotogrammetriából ismert tömbkiegyenlítéshez.



2. ábra: A Leica Cyclone 9.3. felhasználói felülete

A CloudCompare (3. ábra) nem értelmezi a Leica BLK360 szkennertől használt zárt fájlformátumot, ezért az ASTM E57 fájlformátumon keresztül konvertálásra van szükség. A jeltárcsák megjelölése csak manuálisan lehetséges, amihez egy nagyon szűk funkciókészletet nyújtó felület tartozik. A relatív tájékozás során egy tetszőlegesen választott pontfelhőt fixnek tekintünk, a többi pedig sorban hozzá kapcsoljuk a közös kapcsolójelek megirányozásával. Ez a módszer a fotogrammetria kettős képkapcsolási módszerére hasonlít. A CloudCompare-rel történő tájékozás időszükséglete a felmérési álláspontok számával közel egyenesen arányos, jelentős részét az adatok előfeldolgozása (konverziók, lehatárolás, közelítő tájékozás, tisztítás) teszi ki. Az operátori munkaigény nagyobb aránya miatt a feldolgozás időszükséglete erősen függ a feldolgozást végző személy rutinjától.

A Cyclone és CloudCompare programokkal tájékozott pontthalmazokat BROLLY et al. (2015) módszere szerint, azonos beállításokkal dolgoztuk fel, ami két törzstérképet és két faegyed-szintű becslési sorozatot eredményezett. A törzstérképek és becslések eltérései kizárólag a modellek forrásaként szolgáló pontthalmaz tájékozásának módjától, illetve az azzal elért pontosságtól függ. A teljesség kedvéért megjegyezzük, hogy a pontthalmazok abszolút tájékozása helyett az abból előállított törzstérképet tájékoztuk hozzá egy korábbi felmérésből előállított, EOV vetületű törzstérképhez. A faegyed szintű paraméterek meghatározásának pontosságát az abszolút tájékozás nem befolyásolja.



3. ábra: A CloudCompare 2.10. felhasználói felülete

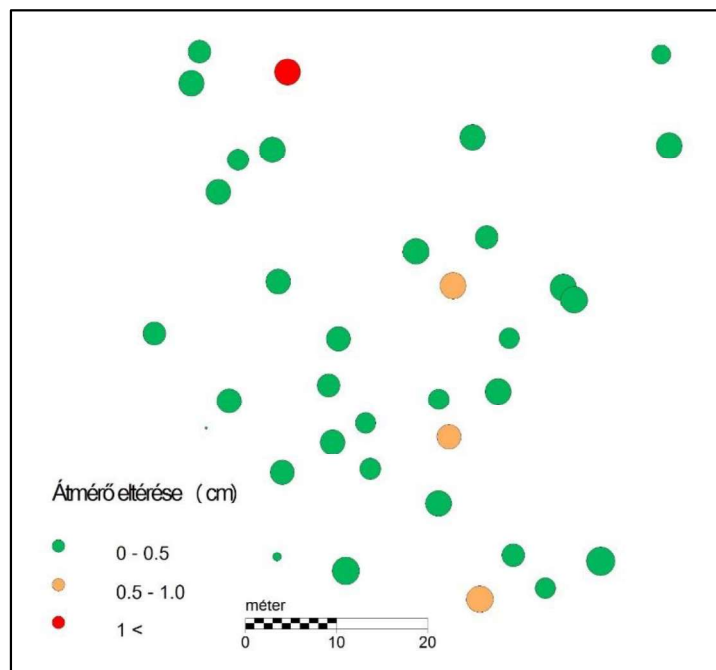
Eredmények és következtetések

A Cyclone-nal és a CloudComparrel a relatív tájékozások átlagos belső pontossága rendre $\pm 0,6$ cm és $\pm 0,9$ cm. A három illesztett pontfelhő transzformációs eltolásvektorának átlagos eltérése vízszintesen 0,9 cm, magasságilag -1,1 cm, míg a vízszintes elforgatás átlagos eltérése $1'34''$.

A transzformációs paraméterek eltéréseinek legfőbb oka, hogy a Cyclone objektum szinten értelmezi a kapcsolójeleket, ezért a jeltárcsa intenzitásértékeinek mintázata alapján képes arra, hogy annak közepét a mérések távolságát meghaladó pontossággal jelölje meg. A CloudCompare ezzel szemben csak adat szinten teszi lehetővé az irányzást, ami azt jelenti, hogy a jeltárcsa közepét az ahhoz legközelebbi pontméréssel helyettesíti. Ezzel a közelítéssel 20 méteres távolságig és nagy pontsűrűségű mérési beállítás mellett legfeljebb 5 mm körüli hibára számíthatunk. Az ennél nagyobb hibák oka, hogy a szkennerek a tárcsák sötétebb felületéről – különösen 10 méternél nagyobb távolságban – már nem detektál minden pontmérést. A jeltárcsák közepénél előforduló adathiány a CloudCompare esetében akkor is lehetetlenné teszi a középpont megjelölését, ha az a tárcsán látható mintázatból egyébként becsülhető. További hibaforrás, hogy a jeltárcsákat a különböző irányból történő szkennelések miatt forgatni kell, ami néhány milliméteres külpontossági hibát okoz.

A fájlomány adatok feldolgozása mindkét szoftver használata mellett 35 faegyed detektálását eredményezte. A relatív tájékozás hibája, gyakorlati szempontból nézve, elsősorban az átmérőbecslésben jelentkezik. Az átmérőbecslés az azonosított fákra automatikus úton létrehozott, egyed szintű törzsmodellek alapján történt. A relatív tájékozás átmérőbecslésben betöltött szerepének fontosságát a 3. ábra érzékelteti. Könnyen belátható, hogy a tájékozási hibák a törzspalástja mentén elhelyezkedő pontok látszólagos elcsúszását okozza, ami hibás alakú keresztmetszetet és hibás átmérőbecslést okoz. A különböző módon tájékozott pontthalmazok alapján

végzett átmérőbecslések eltéréseit a 4. ábra szemlélteti. A 35 faegyedre az átmérőbecslés eltérésének átlaga 0,1 mm, a legnagyobb abszolút eltérés 2,2 mm. Az abszolút eltérés 31 faegyed (89%) esetén 0,5 mm-nél kisebb.



4. ábra. A Cyclone és CloudCompare szoftverekkel tájékozott ponthalmazokból levezetett átmérőbecslések eltérései

Az összehasonlítás alapján elmondható, hogy az ingyenes, nyílt forráskódú CloudCompare, és a kereskedelemben kapható, professzionális Cyclone programokkal elvégzett tájékozás a gyakorlat szempontjából teljesen azonos törzstérképhez és átmérőbecsléshez vezetett. Ez annál is inkább figyelemre méltó, mert a transzformációhoz meghatározott eltolásvektorok vízszintes komponense az átmérőbecslések eltérésénél jelentősen nagyobb, átlagosan 0,9 cm eltérést mutatott. Hangsúlyozzuk, hogy a közölt összehasonlítás a két különböző módszerrel tájékozott ponthalmaz feldolgozásának eredményeire vonatkozik, és nem terepi referenciamérésekre. A közölt eredmények ezért csak a tájékozás átmérőbecslésre gyakorolt hatásáról tájékoztatnak. Az átmérőbecslés abszolút pontosságának vizsgálata nem célja ennek a tanulmánynak, de LIANG *et al.* (2018) munkájában részletes elemzés olvasható az általunk használt eljárás átmérőbecslési pontosságáról.

Összefoglalás

A tanulmány több álláspontból végzett földi lézerekkel történő felmérés során mért térbeli ponthalmazok tájékozási feladataira keres szoftveres megoldást. Egy erdei környezetben készített, négy álláspont felmérését tartalmazó ponthalmaz relatív tájékozását összehasonlítás céljából a kereskedelmi forgalomban megvásárolható Cyclone és az ingyenesen elérhető CloudCompare szoftverrel végeztük el. A tájékozott ponthalmazokból automatikus úton levezetett fa pozíciók és mellmagassági törzstérképek az erdészeti gyakorlat szempontjából azonosnak tekinthetők. A CloudCompare választása esetén a beruházáson megtakarított költség – az irodai utófeldolgozás magasabb aránya révén – később jelentkezik. Mintavételes, vagy néhány álláspontból készített felmérések esetén a CloudCompare költséghatékony megoldást nyújt a pontfelhők tájékozására, de a munkaterület és a felvételi álláspontok növelésével indokoltá válhat a magasabb fokozatú automatizált Cyclone szoftver alkalmazása.

Köszönetnyilvánítás: A kutatás a „Fás biomassza termesztési feltételeinek vizsgálata” GINOP-2.3.3-15-2016-00039 projekt és a Pilisi Parkerdő Zrt. támogatásával valósult meg.

Irodalomjegyzék

- BAUWENS S. – BARTHOLOMEUS H. – CALDERS K. – LEJEUNE P. (2016): Forest Inventory with Terrestrial LiDAR: A Comparison of Static and Hand-Held Mobile Laser Scanning. *Forests*. 7. 127; doi:10.3390/f7060127
- BROLLY G. – KIRÁLY G. – CZIMBER K. (2015): Fejlesztések egyesfák dendrometriai jellemzőinek automatizált meghatározására földi lézerszkennerek adataiból. V. Kari Tudományos Konferencia. Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Sopron. 67-72.
- BROLLY G. – KIRÁLY G. (2017): Lézerszkenneres faállomány-becslési eredmények összehasonlítása a felmérési mód és az állományjellemzők alapján. VI. Kari konferencia. Soproni Egyetem Kiadó, Sopron. 128-132.
- LIANG X. – HYYPPÄ J. – KAARTINEN H. – LEHTOMÄKI M. (további 27 szerző) (2018): International benchmarking of terrestrial laser scanning approaches for forest inventories. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*. 144, 137-179.