

Légi térképezés lehetőségei és kihívásai

Aerial mapping opportunities and challenges

KOLESÁR András

Lechner Tudásközpont
1111 Budapest Budafoki út 59.
andras.kolesar@lechnerkozpont.hu

Abstract

Personal experience about commercial and custom build unmanned aircrafts. Comparision of UAS regulations before and since 2020.

Keywords: aerial surveying, RTK, photogrammetry, regulation of unmanned aerial systems

Kivonat

Bemutatom tapasztalataimat készen kapható és saját építésű drónokkal. Összehasonlítom a 2020 óta érvényes drónszabályozást a korábbival.

Kulcsszavak: légi térképezés, RTK, fotogrammetria, pilóta nélküli légi járművek szabályozása

1. TECHNIKA

1.1 Előzmények

1.1.1 Motiváció

Földmérő és térinformatikus végzettséggel OpenStreetMap közreműködőként már egy évtizede felmerült bennem a gondolat, hogy közösségi térképezés alapanyagaként saját magam készítek légi felvételeket, abból pedig pontos térképezésre alkalmas ortofotót.

Alternatívák voltak:

- terepi adatfelvétel (gyalog, kerékpárral, autóval): fáradtságos, csak utak és onnan megközelíthető tereptárgyak felvételére alkalmas, települések épületeinek körvonala nem mérhető így
- műholdképek: hiányosak, felhősek, jelentős eltolódással (több méterrel)
- állami ortofotók: akkor még nem voltak felhasználhatók (ma már elérhetők 40 cm pixelméretű tíz évnél régebbi ortofotók)

1.1.2. Első próbálkozások

2017-ben DJI Phantom 3 Standard drónnal kezdtem a légi fényképezést. Könnyen használható eszköz, viszont korlátai is hamar jelentkeztek:

- 500 méter után elveszti a WiFi rádiókapcsolatot, különösen lakott terület közelében
- 1000 méter után nem látható szabad szemmel
- 25 perc elméleti repülési idő a gyakorlatban csak a fele, a többi fel- és leszállás, valamint oda- és visszaút
- 10 m/s sebességgel 12 perc alatt kb. 7 kilométer utat tud megtenni, ami kb. 40 hektár bejárására elegendő (6 darab 900 méteres sor egymástól 80 méterre)
- 12 megapixeles kamerája eléggé gyenge és zajos

- mivel a képek készítésének helye csak hagyományos GPS pontatlansággal ismert (több méteres hibával), ezért sok terepi illesztőpont mérése szükséges
- rövid üzemidő miatt szükség van sok akkumulátorra (drága) vagy terepi töltésre (nehézkés)
- naponta 8 felszállással lehet tervezni, ennél több még nyáron is csak hosszú árnyékokkal fér bele az időbe

2018-tól DJI Phantom 3 Advanced drónra váltottam, előnyei:

- sokkal jobb rádiókapcsolat, 2-3 kilométerről is működik
- hosszabb lencsével (20 mm helyett 50 mm) sokkal jobb terepi felbontás érhető el (bár drága és garanciavesztéssel jár)

1.2. Igény a váltásra

A felsorolt korlátok miatt elgondolkodtam jobb megoldáson.

1.2.1. Kész eszköz

Kész eszközök közül megvizsgáltam DJI Phantom 4 RTK használatát. Ez két szempontból jobb az előzőeknél:

- 20 megapixeles, jelentősen nagyobb pixelméretű (kevésbé zajos) kamera minősége sokkal jobb
- 24 mm-nek megfelelő objektív hosszabb, mint a Phantom 3-okon használt 20 mm-es
- RTK pontossággal ismert a felvételek készítésének helye, így kevesebb terepi illesztőpont kell

Sajnálatos módon üzemideje azonos a korábbiakkal, így az egy felszállásból lefényképezhető terület csak annyival nagyobb, amennyit a jobb kamera lehetővé tesz nagyobb repülési magasság és nagyobb sortávolságok révén. Ezen felül eléggé drága is.

1.2.2. Saját építésű eszköz

2020-ban elérhetővé vált több megfizethető és kis méretű, így repülésre is képes RTK vevő:

- uBlox F9P
- SkyTraq PX1122R

A repülési idő jelentős növelésére merev szárnyú repülőgép-modellt választottam. Ennek előnyei:

- gazdaságosan használja fel az elektromos energiát, fajlagosan sokkal kevesebbet fogyaszt
- nagy tömeget képes szállítani, így komoly kamera helyezhető el rajta (Sony Alpha 6000)
- RTK vevő és antenna is elfér rajta (uBlox F9P, ANN-MB antennával)

Előnyei révén a repülési idő 1-2 órára nő, egyetlen felszállásból 3-6 négyzetkilométer fényképezhető végig. Bő tízszeres előrelépés a 40 hektárhoz képest!

Hátrányai:

- nem száll fel és le helyből, komoly méretű szabad területre van szükség (kaszáló vagy szántó)
- bár elvileg elérhető automatikus fel- és leszállás, nem eléggé megbízható, kézi vezérlés komoly gyakorlatot igényel
- sokkal nagyobb helyet foglal, körülményesebb tárolni és szállítani

Összevettem a két lehetőség várható előnyeit és hátrányait, valamint költségeit. Saját építésű merev szárnyú eszköz mellett döntöttem.

1.2.2.1 Előkészületek

Elővettem egy régóta otthon porosodó, a tervezettnél sokkal kisebb modellrepülőt és gyakoroltam rajta merev szárnyú repülőmodell vezetését, valamint a nyílt forráskódú ArduPilot repülésvezérlő használatát. Szükség is volt rá, sok nehézség adódott, többször földhöz csapódott a tanulásra szánt gép.

1.2.2.2 Beszerzés

A legtöbb alkatrészt közvetlenül Kínából rendeltem Banggood és AliExpress webáruházakból. Néhány alkatrészt EU országokból, valamint az Egyesült Királyságban működő weboldalakról szereztem be. Rendkívül tanulságos volt látni hogy adott országból különféle szállítókkal érkező csomagok mikor érkeznek meg és milyen utánajárást igényel az átvételük. Némelyik jelentős papírmunkával és költséggel járt. Be kellett látnom hogy göröngyös utat választottam.

Váratlan meglepetéseket okoztak az akkumulátorok. 310 Wh helyett három külön forrásból is csak 220 Wh körüli kapacitásút kaptam. Mindegyikre benyújtottam alapos méréssel dokumentált kártérítési igényt, vissza is kaptam a pénz arányos részét, de ettől még az akkuk nem lettek nagyobbak.

1.2.2.3 Építés

Meg kellett tanulnom jó minőségben forrasztani és ragasztani. Minimálisra kellett csökkentenem annak az esélyét hogy bármi elfáradjon repülés közben. Leírás hiányában interneten elérhető fotók és videók szolgáltak segítségül.

1.2.2.4 Beállítás

Nem elég összeépíteni a repülőt, számos összetevőt össze kell hangolni:

- repülésvezérlő
- távvezérlő
- gps
- telemetria rádió
- légsebesség mérő
- mágneses iránytű
- fényképezőgép

Csaknem mindegyik kapcsolat egyedi készítésű kábelt igényelt, majd az adatátviteli beállítások gondos egyeztetését. Meglepően sokáig tartott mire a végére értem.

1.2.2.5 Berepülés

Eljött a régóta várt nap, amikor először a levegőbe emelkedhetett. Júniusra szárba szökkenek a szántóföldi növények, jelentős autózást igényelt mire alkalmas helyet találtam. Sikeresen felszállt, szépen repült és végül sérülés nélkül le is szálltam vele.

1.2.2.6 További tapasztalatok

Utólag kiderült hogy nagy szerencsém volt az első alkalommal. Átéltém majdnem és teljesen sikertelen felszállásokat, valamint rázó leszállásokat. Ezek a gép sérülésével is jártak. Hab, műanyag és karbon alkatrészek lévén némi beszerzés után otthon javíthatók.

Repülés rendben volt, akkumulátorok üzemideje hozta a tervezettet. A vártnál jelentősen kisebb kapacitás ellenére is bő egy órás üzemidőt biztosítanak.

1.2.2.7 Pontosság vizsgálata

Kiváló minőségű fotók készültek nagy pontosságú koordinátákkal, amelyek terepi illesztőpontok nélkül is elég jó térbeli pontosságot adnak az elkészült pontfelhőnek, domborzatmodellnek, ortofotónak. 3-5 centiméteres terepi pixelméret mellett az ellenőrző pontok néhány pixelen belülre esnek. A terület belsejében

a hibák 2-3 pixelre, tehát 15 cm alá csökkennek mindhárom dimenzióban. Néhány illesztőponttal a pontosság tovább emelhető.

Terepi pontok mérésére kiválóan alkalmasak a felsorolt elérhető árú RTK vevők, célszerűen szelencés libellával függőlegesbe állítható rúd és szabványos 5/8" csavarra illeszthető antenna segítségével.

2. SZABÁLYOZÁS

Nem elég a technika, amint autózáshoz sem elég az autó. Különféle engedélyek is szükségesek.

2.1 2020 előtti szabályozás

2020 előtt bizonyos szempontból könnyebb, más szempontból nehezebb volt a jogszerű röptetés Magyarországon, mint ma. Az alábbiakra volt szükség:

- eseti légtér: 3 ezer forint 30 nappal előbb 30 napra írásban; aktiválás és törlés telefonon
- távérzékelési engedély ingyenes, de azt is kell intézni előtte kétszer és utána is egyszer írásban

2.2 2020 óta érvényes szabályozás

2020 óta az EU szabályozás bevezeti a **nyílt** kategória fogalmát, ami engedményt jelent a korábbi általános tiltással szemben, de egyúttal számos új követelményt támaszt:

- eseti légtér csak lakott terület felett szükséges, de a korábbinál sokkal drágább: 9 ezer forint lett 7 napra szűkítve
- távérzékelési engedély ugyanúgy kell
- felelősségbiztosítás kötelező (~15 ezer forint)
- regisztráció a járműre (2 ezer forint)
- regisztráció az üzemeltetőre (2 ezer forint)
- pilótavizsga (5 ezer forint egy vagy két alkalommal: A1/A3 Ausztriában ingyenes, itthon fizetős, A2 csak itthon szerezhető meg; utóbbi akkor szükséges ha emberekhez 150 méternél közelebb repülünk); öt évente megújítandó
- minden repülés engedélyezendő MyDroneSpace alkalmazásban (telefonon vagy weben); jelzi ha esetleg tiltás érvényes az adott helyen, ez esetben tilos felszállni

Megemlítendő hogy az EU szabályozás nem követel meg eseti légteret lakott terület felett, ez magyar sajátosság. A magyar szabályozás pedig nem definiálja *lakott terület* fogalmát, így nem egyértelmű hogy mi számít annak.

2.2.1 Nyílt kategória korlátai

Az új szabályozás fent felsorolt követelményeinek teljesítésével nyílt kategóriában lehet repülni. Ennek főbb korlátai:

- repülési magasság a földtől legfeljebb 120 méter (nagy területű légi fényképezéshez kevés)
- segédeszköz nélkül látni kell a járművet folyamatosan, tehát nem mehet messzire (VLOS)
- távolságtartás épületektől és emberektől (alkategóriától és légi járműtől függő mértékben)

Az általam épített 5 kilogrammos merev szárnyú repülő nyílt kategóriában csak A3 környezetben, vagyis gyakorlatilag csak pusztaság felett repülhet, így a szabályozás kizárja lakott terület fölötti közlekedését.

Az 1-2 kg közötti DJI Phantom gépek is csak átmenetileg, 2023 végéig még repülhetnek nyílt A2 kategóriában lakott terület fölött eseti légtérben. Mivel azonban emberek fölé továbbra sem mehetnek, márpedig a településen bárhol lehet ember, így függőleges kameratengelyű légi felmérésére nem használhatók. Az átmeneti időszak lejáta után, 2024-től ezek a gépek is kiszorulnak a településekről.

2024-től csak C2 jelű járművek repülhetnek lakott terület fölött nyílt A2 kategóriában, de ilyenek még nem kaphatók.

2.2.1 Speciális kategória

Szerencsére van megoldás a korlátok feloldására, de az út nehéz. Több elvi lehetőség is van, gyakorlatban viszont csak az egyik járható.

Három elvi lehetőség van speciális (specific) kategóriában repülni:

- kész sablon alapján elég bejelenteni (STS)
- műveleti engedélyt kérve helyszínenként sablon (PDRA) vagy egyedi kockázatelemzéssel (SORA)
- könnyű UAS üzembentartói tanúsítvány birtokában saját magunknak engedélyezve (LUC)

Alábbiakban részletezem ezeket.

2.2.1.1 Standard scenario (STS)

Bizonyos feltételek teljesülése esetén elég bejelenteni az illetékes hivatalnak hogy valamelyik STS dokumentumban leírt szabályokat betartva repülünk. Sajnos nem lehet 120 méternél magasabban vagy lakott terület felett, így ez erre a célra nem alkalmas. Ezen felül C minősítés is szükséges a járműre, ami esetben szintén kizárja ezt az utat.

2.2.1.2 Műveleti engedély

Innentől eléggé drágává válik a repülés, mivel a szükséges műveleti engedély iránti kérelem benyújtásával együtt kb. 100 ezer forintot kell fizetni, ami nagyságrendekkel több az eddig felsorolt költségeknél.

Műveleti engedélyt kétféle módon lehet szerezni: könnyen szűket, nehezen tágabbat.

2.2.1.2.1 Predefined Risk Assessment (PDRA)

Nem kell hozzá C minősítésű jármű, ennyivel könnyebb mint az előbb említett STS nevű sablonok, de a többi szűk feltétel ugyanaz, így ugyanúgy kiesik.

2.2.1.2.2 Specific Operation Risk Assessment (SORA)

Ami nem fér be az előbb említett szűk sablonokba, nagyon részletes kockázatelemzés készítését igényli.

A benyújtandó dokumentáció mennyisége és az elkészítéséhez szükséges ismeretek szintje kifejezetten riasztó. Több száz oldalas angol nyelvű kézikönyv tartozik hozzá, ez alapján részletes műveleti leírás készítenő. Az egyedi építésű járműhöz teljes felhasználói kézikönyvet is kell írnom saját magam számára. Beadás után hónapokig tartó levelezés várható az illetékes hatósággal, és lehet hogy az előírt követelmények nem is teljesíthetők. Nem lehet például szalaggal körbekeríteni a jármű alatti területet, ha az egy egész település fölött repül végig.

Az engedély nem általános, hanem konkrét helyszínre és időtartalma érvényes. Másik település feletti repülés érdekében szerencsés esetben benyújtható módosítási igény korábbi engedélyhez, de ha az új helyszínen másféle a légtér szerkezete, akár teljesen új engedélykérelemre lehet szükség. Korábbi engedély módosításával megúszható egy újabb engedély költsége, de mindenképpen újabb papírmunkával és főleg várakozással jár.

2.2.1.3 Light UAS Operator Certificate (LUC)

Ha valaki sokat repül és gyorsan kell lerepülnie újabb helyszíneket, nem ér rá műveleti engedélyeket írni és várni a hatóság választ. Az új szabályozás kínál számára is megoldást. Ha kellően jól dokumentálja szervezetének működését és befizet negyed millió forintot, kaphat olyan tanúsítványt, amellyel saját maga engedélyezheti az egyes repüléseket. Ilyet csak jogi személy kaphat, azon belül is csak viszonylag nagy cég, mert több egymással össze nem egyeztethető felelősségű pozíciót kell megjelölni a vaskos dokumentációban. Ilyen tanúsítványt Magyarországon még csak egyetlen cég szerzett, nem egyszerű.

2.3 Összefoglalás

Elvileg lehetséges, gyakorlatban igencsak nehézkes ma drónnal (pilóta nélküli légi járművel) térképezést folytatni jogszerűen.