

## Nepilotuojamų lėktuvų panaudojimas žemėtvarkininkų ir hidrotechnikų darbe

Gyvename sparčiai besikeičiančiame pasaulyje, todėl į pasikeitimus reikia reaguoti greitai, o priimant sprendimus reikalingi aktualūs duomenys. Žemėtvarkininkai ir hidrotechnikai yra įpratę sprendimus daryti naudodamiesi įvairiais žemėlapiais, planais ir schemomis. Prieš priimant svarbiausius sprendimus neretai vykstama į objektą sutikrinti ar nėra pasikeitimų natūroje nuo to kas pateikta planinėje medžiagoje, ypač jei nuo planų pagaminimo praėjo laiko. Mūsų specialybės inžinierių darbe jau seniai elektroniniai tacheometrai ir GNSS/GPS prietaisai tapo įprastais matavimo prietaisais, tačiau duomenų surinkimas visą laiką buvo brangiai kainuojantis ir ilgai trunkantis procesas. Ši situacija keičiasi, nes vis dažniau į pagalbą pasitelkiamos naujos kartos matavimo technologijos. Viena iš tokių naujienų – nepilotuojami lėktuvai, dar visuomenėje vadinami *dronai* arba pagal anglišką trumpinimą *UAV* (*Unmanned aerial vehicle*).

Kaip ir GPS prietaisai taip ir nepilotuojami lėktuvai atėjo iš karybos, kur nuolat reikia aktualių duomenų apie prieš

### Paveikslas 1: Greitas duomenų gavimas



Šaltinis: SenseFly

užimamas pozicijas, teritorijos rekognoskavimui, taktinių manevrų planavimui. Pats pirmas nepilotuojamas lėktuvas (valdoma bomba su sparnais) buvo sukurtas Archibald'o Low ir panaudotas jau Pirmojo Pasaulinio karo metu (Newcome 2004). Dabar nepilotuojamų lėktuvų pritaikomumas yra labai platus – ten kur tik reikia aktualių duomenų (**Paveikslas 1**). Žiūrint per mūsų specialybės inžinierių prizmę, išskirtinos šios panaudojimo sritys: hidrotechninių įrenginių statybų dokumentavimui, žemės konsolidacijai, vykdant griovių priežiūros programas, sausavimo sistemų gedimų identifikavimui, 3D paviršiaus modelių kūrimui, atliekant žemės naudmenų pokyčio monitoringą, identifikuojant apleistas žemes, analizuojant gaisrų (miško, pievų) padarinius, vertinant stichijų žalą (potvyniai, vėjųvartos) ir kita.

### Darbas su eBee nepilotuojamu lėktuvu

Su šveicarišku eBee nepilotuojamu lėktuvu, kuriuos Baltijos šalių rinkai tiekia UAB „Hnit-Baltic“ per 45 skrydžio minutes galima išmatuoti nuo 1,5 – 10 km<sup>2</sup> teritoriją priklausomai nuo pageidaujamos vaizdų raiškos (3 – 30 cm/pix). Iš sukauptų duomenų priklausomai nuo naudotų fotokamerų gaunami georientuoti vaizdai, ortofoto, 3D taškų debesis, o taip pat skaitmeninis paviršiaus modelis (DSM) parodantis reljefą spalvinėmis išraiškomis. Per kelis pastaruosius metus šis nepilotuojamas lėktuvas Lietuvoje jau atliko ženklių darbų, kuriuos gali pamatyti kiekvienas Maps.lt internetiniame žemėlapyje: Bernardinų sodas, IKEA pastatas, vakarinis Vilniaus aplinkkelis. 2013 metais buvo atliktas eksperimentas su geodezinius matavimus atliekančia įmone, kuri rengė 90 ha Nemakščių miestelio (Raseinių r.) topografinį planą M 1:2000. Atlikus kontrolinių taškų matavimą su įprastais geodeziniais matavimo prietaisais ir sulyginus rezultatus buvo nustatyta, kad nepilotuojamas lėktuvas pasiekė 5 cm horizontalių ir vertikalų tikslumą. 2014 m. po balandžio 25 d. Kuršių nerijos nacionaliniame parke kilusio gaisro, eBee nepilotuojamas lėktuvas nustatė gamtai padarytą žalą, o duomenys buvo perduoti Aplinkos ministerijai ir jai pavaldžioms institucijoms. Daugiau nuveiktų darbų pateikiama ArcGIS.com portale (<http://goo.gl/wGRCfh>).

Nepilotuojamas lėktuvas yra robotizuota sistema, kurios sudedamosios dalys yra: 1) nepilotuojamas lėktuvas su visa skrydžiui reikalinga elektronine įranga bei fotokamera; 2) skrydžio planavimo, valdymo programinė įranga; 3) duomenų apdorojimo programinė įranga. Pats darbas su šia sistema susideda iš 4 principinių etapų (Error! Reference source not found.).

### Paveikslas 2: Darbo su nepilotuojamais lėktuvais principinė schema



Šaltinis: straipsnio autoriaus paveikslas

Lėktuvo operatorius parengia skrydžio planą, kuriame nurodoma: teritorija, kuri turi būti išmatuota, lėktuvo pakilimo aukštis nuo kurio priklauso duomenų tikslumas bei ortofonotraukų rezoliucija, lėktuvo nusileidimo vieta ir nusileidimo būdas. Skrydžio planas radijo ryšio priemonėmis persiunčiamas į nepilotuojamą lėktuvą, kuris misijai paleidžiamas tiesiai iš rankų. Lėktuve yra sumontuotas GPS, altmetras, giroskopas ir kiti sensoriai kurie radijo ryšiu viso skrydžio metu perduoda sistemos operatoriui lėktuvo buvimo vietą, skridimo greitį, aukštį, baterijos įkrovimo lygį tiesiai į planšetinio ar nešiojamojo kompiuterio ekraną. Šis lėktuvas yra atsparus iki 12 m/s vėjui, o leistis gali net ir sudėtingomis sąlygomis, kur yra ribota vieta, nes yra keli leidimosi būdai: spiralinis ir tiesinis.

Po 45 minučių skrydžio, duomenys perkeliama iš nepilotuojamo lėktuvo į kompiuterį, jie yra apdorojami su specialia fotogrametrine programine įranga ir po poros valandų jau gaunama aukštos raiškos ortofotografinis žemėlapis bei 3D paviršiaus modelis. Kadangi lėktuve yra sumontuotas GPS imtuvai, rezultatai (ortofoto ir 3D) gaunami 2-5 metrų tikslumu (absoliutiniu) net ir neatlikus susiejimo su kontroliniais taškais. Programinė įranga fotogrametriniais metodais priklausomai nuo skrydžio metu naudoto fotoaparato sukuria skirtingus spektrinius vaizdus, sukuria taškų debesį, išskaičiuoja 3D paviršių (**Paveikslas 3**). Gauti rezultatai toliau tvarkomi ir analizuojami ArcGIS ar kita programine įranga, o išvalgos ir viešinimo medžiaga pateikiama organizacijos GIS serveryje arba ArcGIS.com organizacinėje paskyroje (debesyje).

**Paveikslas 3:** Sugeneruotas 3D paviršius

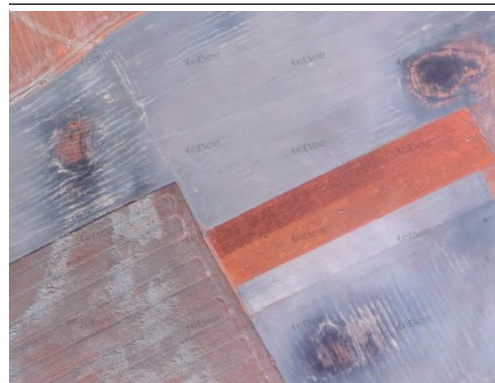


Šaltinis: Hnit-Baltic paveikslas

### Keletas taikymo pavyzdžių

Tarptautinė nepilotuojamų sistemų asociacija (AUVSI 2013) 2013 m. kovo mėnesio ataskaitoje teigia, kad žemės ūkis ypač precizinė žemdirbystė turi didžiausią potencialą šių sistemų naudojimui. Tas išties yra akivaizdu, nes kiekvienas agronomas patvirtins, kad žmogus ir gamta žaidžia šachmatų partiją, tačiau gamta žaidžia baltomis figūromis. Tam, kad padaryti teisingą ėjimą, reikalingi aktualūs duomenys (Paveikslas 4). Aktualios situacijos palydoviniai vaizdai, ortofotografiniai žemėlapiai yra brangiai kainuojantys ir paprastai daromi didesnėms teritorijoms, todėl žemės ūkio bendrovės užsienyje jau daugiau kaip du metus plačiai naudoja nepilotuojamus lėktuvus terminių ir multispektrinių vaizdų gamybai. Šios sistemos pagalba žemės ūkio bendrovių agronomai aptinka kenkėjus, piktžoles, azoto trūkumus, sausinimo sistemų gedimus ir t.t.

**Paveikslas 4:** Melioracijos gedimai



Šaltinis: Hnit-Baltic paveikslas

Dar viena plati panaudojimo sritis, kuri taip pat glaudžiai susiejusi su žemės ūkiu yra žemės konsolidacija. Rengiamo žemės konsolidacijos projekto sėkmė tiesiogiai priklauso nuo teritorijos išanalizavimo detalumo kiek įmanoma ankstyvesnėje stadijoje ir naudojamų GIS duomenų aktualumo (Pašakarnis et al. 2013). Schirmer (1958) pažymi, kad pirmos eksperimentinės ortofotografinės nuotraukos buvo atliktos 1934 m., kurios panaudotos kelių ir vandens kelių projektavimui, o taip pat derybose su projekto dalyviais vykdam žemės konsolidacijos projektą St. Wendel-Baumholder (Vokietija) vietovėse. Aktualūs nagrinėjamos teritorijos duomenys yra labai svarbūs nuo parengiamųjų darbų pradžios iki projekto pabaigos. Projekto vykdymo metu naujai parengti ortofoto vaizdai naudojami atliekant žemės vertinimą, derybose su žemės savininkais, perprojektuojant žemėnaudas, o 3D duomenys labai svarbūs vietinių kelių projektavime. Sulyginus situaciją iki projekto ir po projekto parengimo galima operatyviai identifikuoti projekto metu pasiektus rezultatus.

Hidrotechninius statinius projektuojančios ir statančios įmonės nepilotuojamą lėktuvą gali naudoti pradinės situacijos analizei, tūrių skaičiavimui, modeliavimui ir statybų eigos dokumentavimui. Savivaldybių melioratoriai naudodamiesi šia sistema galėtų: 1) kiekvieną pavasarį greitai identifikuotų sausinimo sistemų gedimus; 2) stebėtų griovių būklę ir kaip ūkininkai tvarkosi pagal griovių priežiūros programą; 3) naudotų kaip pagrindą vektorizavimui.

Šios naujos kartos matavimo technologijos operatoriumi per pusdienį gali tapti kiekvienas, nes tai pilnai automatizuota sistema – lėktuvui valdyti ir duomenims apdoroti nereikia specifinių įgūdžių. Daugiau informacijos apie šveicarišką eBee nepilotuojamą lėktuvą ir taikymo sritis ieškokite interneto svetainėse [www.hnit-baltic.lt](http://www.hnit-baltic.lt) ir [www.sensefly.lt](http://www.sensefly.lt), o taip pat kviečiame susisiekti su Hnit-Baltic ir susitarti dėl demonstracinio skrydžio.

#### **Naudota literatūra**

AUVSI (2013) The Economic Impact of Unmanned Aircraft Systems Integration in the United States [žiūrėta 2014 m. balandžio 28 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.auvsi.org/resources/economicreport>>.

Newcome, L.R. (2004) Unmanned Aviation: A Brief History of Unmanned Aerial Vehicles. *American Institute of Aeronautics and Astronautics*, 172 p.

Pašakarnis, G. et al. (2013) Factors Influencing Land Consolidation Success: Lessons Learned in Lithuania. *Land Management - Potential, Problems and Stumbling Blocks*, 121-131 p.

Schirmer (1958) Aerial survey photography : An aid in land consolidation. *Land consolidation : cheaper and more simplified methods*. Paris : OEEC, 65 - 73 p.

**Parengė: Giedrius Pašakarnis, UAB „Hnit-Baltic“ projektų vadovas**