

UTILIZAREA SISTEMELOR AUTOMATE DE ZBOR ÎN SUPRAVEGHEREA INTEGRATĂ A MEDIULUI ZONEI COSTIERE

R. MATEESCU¹, D. NICULESCU¹, E. VLĂSCEANU¹,
Conf, univ. dr. ing. Ichinur OMER²

¹ Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare Marină „Grigore Antipa”,

² Universitatea „Ovidius” – Constanța

REZUMAT. Utilizarea sistemelor miniaturale de zbor fără pilot, pe lângă constrângerile fizice și financiare, prezintă o serie unică de provocări. Pe de o parte, dimensiunea și greutatea, iar pe de altă parte puterea motoarelor și autonomia de zbor, sunt limitări care fac ca utilizarea modelelor de aeronavă UAV (unmanned aerial vehicle) adecvate utilizării în monitoringul costier, în special în cartarea de înaltă rezoluție în cadrul sistemelor de georeferențiere directă (DG), să fie foarte costisitoare. Evoluția rapidă a interfaței mare-uscat la litoralul românesc, pentru o perioadă de cca. 5 ani, a fost revizuită pe baza măsurătorilor și a tehnicilor de analiză a datelor de teledetecție satelitară și aeriană, incluzând tehnici de utilizare a dronelor. Astfel, prin analiza complexă a datelor provenind de la diferiți senzori, au fost determinate zonele cele mai vulnerabile ale litoralului românesc.

Cuvinte cheie: drone de supraveghere, teledetecție, georeferențiere, linia de țărm, arii vulnerabile.

ABSTRACT. Use of the miniature flight systems, despite the physical and financial limitation, presents a series of unique challenges. First of all, the dimensions and weight, and on the other hand, the electric-motor power and flight autonomy, are data which give to the proper use of the UAV (unmanned aerial vehicle) within coastal monitoring, especially high resolution mapping for coastal, a high cost. The shoreline evolution on the northern Romanian littoral, it was revisited based on the measurements and RS and aerial RS data analysis techniques, including UAV's usage technology. Thus, based on the complex analysis of data and information coming from different sensors, the most vulnerable areas along the Romanian it was determinate.

Keywords: UAV (unmanned aerial vehicle), remote sensing, shoreline change, vulnerable area.

1. INTRODUCERE

Monitorizarea litoralului românesc, reprezentând 6 % din lungimea țărmului Mării Negre, prezentând două unități fiziografice specifice unui țărm natural (plaje, faleză) în proporție de cca. 78 % și specifice unui țărm „construit” în proporție de cca. 22 % (porturi, cca. 8 % , precum și construcții de protecție costieră, cca. 14 %), este cerută de schema generală de activități de protecție și conservare a mediului zonei costiere.

Etapele de supraveghere, proiectare, implementare și monitorizare a structurilor hidrotehnice litorale de protecție se bazează pe programul de supraveghere a eroziunii costiere, constând în colectarea de date și stocarea lor, prin efectuarea de măsurători specifice în vederea realizării unei baze de date complexe, suport informațional al elaborării de studii și cercetări de inginerie costieră și geomorfologie, în scopul optimizării proiectării și implementării durabile a soluțiilor de control al eroziunii.

Deși cauzele eroziunii costiere la litoralul românesc se cunosc în mare parte, asupra lor nu se poate interveni întrucât ele se referă în principal la un dezechilibru al sursei sedimentare, redusă ca pondere de blocarea debitului aluviunilor deversate de Dunăre ca urmare a amenajărilor hidrotehnice în bazinele hidrografice, interceptarea și devierea sedimentelor transportate în lungul țărmului datorită unor construcții de navigație (jetelele canalului navigabil Sulina, porturile Constanța, Midia, Mangalia), dar și existența unor formațiuni și fenomene naturale (insula Sahalin, transferul de nisip de pe plajă în lagune etc.).

În momentul actual, datorită necesității unor fonduri mai mari de investiție într-o primă fază în tehnologia de investigare de la distanță, opțiunile sunt în favoarea soluțiilor de tip masuratori de teren, care deși sunt mult mai elaborate, fiind adaptate înregistrărilor repetate a proceselor mediului costier cu o natură dinamică accentuată, și acționează în sensul monitorizării parametrilor caracteristici ai acestora. Pe termen lung însă, metodele de investigare de la

distanță, așa cum sunt și metodele de teledetecție aeriene, necesită costuri de operare mai reduse.

2. MATERIAL ȘI METODĂ

Vehiculele aeriene fără pilot cu cameră oferă cercetătorilor o vedere panoramică asupra elementelor de mediu costier supuse investigației. Astfel, un elicopter cu opt motoare, echipat cu un aparat foto digital de înaltă rezoluție, și un GPS de precizie poate fi un instrument avansat în cercetarea imagistică a zonelor costiere.

Astfel, utilizarea acestei noi tehnologii, împreună cu eforturile de măsurare in situ, sunt în măsură să acopere zone costiere/umede inaccesibile și permit o mai bună înțelegere cu privire la starea ecosistemelor în schimbare rapidă. Această metodă aeriană de investigare, colectare și de cartografiere a datelor spațiale este noua tehnologie dezvoltată în ultimii cinci ani.

Obiectivul principal al supravegherii costiere prin metode aeriene este dezvoltarea unei baze informaționale și tehnice, suport pentru fundamentarea soluțiilor de proiectare-extindere și menținere-optimizare a măsurilor de protecție și conservare costieră, menite să conducă la limitarea degradării zonei costiere românești și la asigurarea condițiilor dezvoltării durabile a acesteia.

Obiectivele specifice ale unui program de supraveghere sunt:

1) determinarea modificărilor țărmului construit – evaluări la nivel sezonier, bianual, anual și multianual;

2) evaluarea variabilității condițiilor de mediu (starea geomorfologică, regimul valurilor, nivelul mării și a curenților din zona de mică adâncime) în scopul modelării și prognozei evoluției proceselor costiere;

3) cuantificarea cauzelor și evaluarea riscurilor potențiale în arealele naturale, și în cele protejate de construcții costiere;

4) identificarea și fundamentarea măsurilor, metodelor și tehnologiilor de protecție durabilă și reabilitare a zonei litorale naturale și construite;

5) optimizarea soluțiilor de reabilitare și gestionare durabilă a zonelor litorale protejate, prin monitorizarea efectelor, capacității funcționale și stării fizice a acestor soluții;

6) perfecționarea legislației și a cadrului instituțional și administrativ pentru protecția și reabilitarea integrată a zonei costiere protejate în vederea îndeplinirii obligațiilor care revin guvernului din convenții și programe internaționale la care România este parte semnatară sau participantă.

Desfășurarea supravegherii integrate costiere de la distanță se realizează de-a lungul întregului litoral românesc, iar metodologia și parametri urmăriți se referă la metodologia măsurătorilor hidrologice, geomorfologice și sedimentologice, și a măsurătorilor specifice ingineriei costiere. Datele colectate sunt de tip cantitativ și calitativ. Cele cantitative se determină cu aparatură fotogrametrică de precizie, sunt apoi prelucrate cu softuri dedicate și stocate în format electronic în baza de date. Datele calitative constau în investigații și observații vizuale, realizate prin fotografiere de detaliu și înregistrare video.

Frecvența zborurilor este în strânsă legătură cu intensitatea/magnitudinea proceselor studiate, și este stabilită pe unități componente ale sistemului costier astfel:

1) unități geomorfologice: plaja emersă- lunar/sezonier/ bianual/anual și după evenimente deosebite (furtuni, înghet), plaja aferentă sistemului de protecție costieră – bianual, plaja submersă – la cinci ani, faleza – anual.

2) țărm amenajat și/sau protejat de structuri costiere: capacitate funcțională, rezistență la acțiunea valurilor/apei subterane, dispunerea în vecinătatea obiectivelor de importanță socio-economică, etc.

Pentru operativitate, investigațiile realizate cu ajutorul dronelor necesită o rețea de sprijin, respectiv o dispunere a unei rețele de puncte de control (GCP – ground control point, determinate prin metode clasice de survey topografic/măsurători GPS, clasa geodezică) pentru o georeferențiere rapidă, conectată la baza bornată de supraveghere a eroziunii costiere. Sistemul litoral existent de reperi CNAR, IPJ, IRCM, etc, este extins în funcție de zonă, de numărul și tipul de amplasamente construite, dar și de conectarea la rețeaua utilizată pentru măsurarea nivelului mării, formată din bench-mark-urile maregrafelor Sulina, Constanța și Mangalia.



Fig. 1. Cap Schitu – amplasament lansare, 21.10.2014.

UTILIZAREA SISTEMELOR AUTOMATE DE ZBOR ÎN SUPRAVEGHEREA INTEGRATĂ

Pentru fiecare zbor, de cca 15 minute se colectează aproximativ 1-2000 de fotografii, care se compun în mozaicuri, și se georeferențiază prin metode informace sau interpretare vizuală, în softuri specializate (Pix4D, EnsoMosaic etc), și ulterior produsele obținute, reprezentate de aerofotograme, DSM/DTM, imagini NDVI, date de reflectanță, etc, se analizează în vederea identificării aspectelor importante, semnificative cu privire la evoluția elementelor sistemului costier [1].

3. REZULTATE ȘI DISCUȚII

Rezultatele obținute prin implementarea tehnologiilor de utilizare a dronelor, vizează dezvoltarea unui program de supraveghere integrată a zonei costiere românești. Investigațiile și măsurătorile desfășurate s-au materializat ulterior sub formă de rapoarte tehnice și studii, documente aferente rapoartelor tehnice, care au fost transmise către agenția finanțatoare a proiectului care a permis asimilarea, implementarea și dezvoltarea tehnologiei, ROSA (Romanian Space Agency). Câteva dintre rezultatele acțiunilor demarate pot fi consultate direct sau indirect (pe siteul proiectului: www.cosmomar.ro) de către factorii de interes din zona costieră, respectiv autoritățile guvernamentale centrale și locale, ministerele cu activitate în zona costieră, agenți economici și alte unități interesate: ABADL Administrația Bazinală a Apelor Dobrogea – Litoral Constanța, Inspectoratul de Protecția Mediului Constanța, Consiliul Județean Constanța, primăriile/prefecturile localităților din zona costieră, institute de proiectare/ universități.

O aplicație a dronelor în domeniul geodeziei este realizarea Modelelor digitale ale suprafețelor sau ale terenului (DSM/DTM). O astfel de aplicație, având ca scop urmărirea eficienței implementării unei soluții de protecție a falezii, a fost desfășurată în zona Costinești - Schitu.

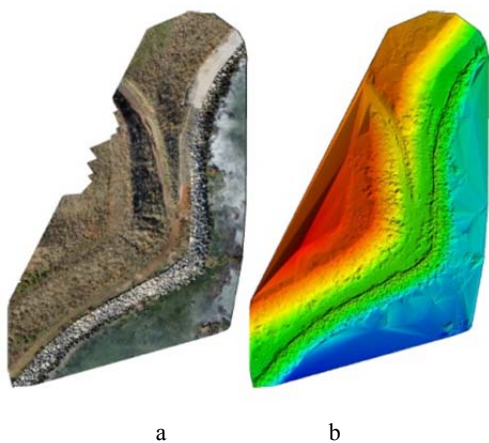


Fig. 2. Cap Schitu – imagine orto-mosaic și imagine corespondentă DSM (Digital Surface Model), 21.10.2014.

Datele DTM obținute prin procesarea imaginilor cu ajutorul pachetului de programe Pix4D, au permis să fie efectuată o comparație a două orizonturi de timp, înainte și după amenajarea versanților de faleză, respectiv evaluarea eficienței soluției de protecție adoptate, precum și cartarea habitatelor și a izobetelor în zona de mică adâncime în ariile investigate [1, 3].

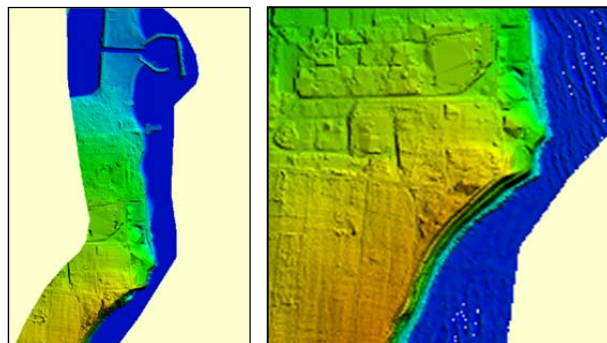


Fig. 3. Cap Schitu – imagine DTM (Digital Terrain Model), 04.2011 și 07.2012, înainte și după amenajarea versanților de faleză.

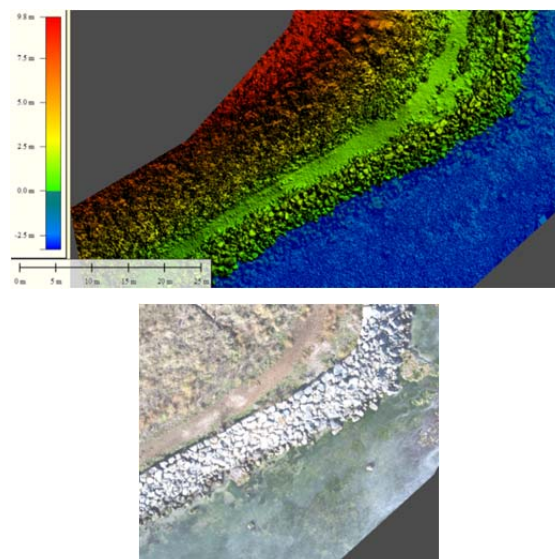


Fig. 4. Cap Schitu – imagine DSM sub nivelul mării, utilizată la realizarea batimetriei în arii învecinate construcțiilor hidrotehnice și imagine reflectantă, utilizată în cartarea habitatelor în zona de mică adâncime – 21.10.2014.

Bazele de date existente și cele obținute prin derularea sesiunilor de supraveghere de la distanță cu ajutorul dronelor se gestionează în cadrul *Centrului Cosmomar*, având ca obiective de lucru [2]:

- elaborarea elementelor de fundamentare-optimizare pentru măsurile de protecție, conservare a zonei costiere românești;
- propunerea de proiecte care vizează reconstrucția și protecția costieră;
- elaborarea de programe naționale/internaționale, precum și proiecte de cercetare/demonstrative privind zona costieră;

- studii de impact/bilant de mediu pentru evaluarea impactului activităților socio-economice la nivel regional;
- asistentă tehnică/consultantă pentru limitarea degradării zonei costiere;
- dezvoltarea bazelor de date și a serviciilor de informare științifică/tehnică la nivel local, regional, național și internațional;
- propuneri de reglementări administrativ-juridice pentru completarea cadrului legislativ și armonizarea acestuia cu 'acquis'-ul comunitar european.

Urmare a implementării tehnologiilor de supraveghere cu ajutorul dronelor/UAV se va urmări dezvoltarea unui program de monitoring privind starea mediului costier, care va fi inițiat în vederea protecției și reabilitării tărului românesc, urmărindu-se implicarea tuturor stakeholder-ilor, instituțiile care au capacitate de expertiză: INCDGGM – GeoEcoMar, INCDPM-ICIM București, Aquaproiect S.A., INMHGA, CN „Apele Române”, IPTANA, Facultatea de Construcții București, Universitatea București, Universitatea “Ovidius” – Constanța, societăți de construcții specializate în construcții hidrotehnice de protecție costieră, Consiliul Județean Constanța etc.

4. CONCLUZII

Multe faleze și plaje naturale prezintă un comportament de eroziune inegal. Utilizarea vehiculelor aeriene disponibile pe scară largă în sectorul civil pentru obținerea unei mari varietăți de date de teledetecție ca disciplină științifică, și în special tehnologia digitală fotogrammetrică dezvoltată recent a permis integrarea datelor în bazele de date vectoriale și raster GIS. Tehnicile de monitoring costier

tradițional, reprezentate de tehnicile clasice de survey, cartare cu topo-batimetrică folosind diferite instrumente de lucru: GPS-ul, stația totală, scanarea ultrason/Sidescan, dar și de investigații seismice, investigații video la sol și aeropurtate, pot fi optimizate și extinse prin utilizarea tehnicilor moderne de fotogrametrie aeriană aferente dronelor, complementare sistemului LIDAR, fiind utilizare în aplicații specifice, aferente aplicării diferitelor metode de cercetare, în vederea sporirii gradului de înțelegere actuală asupra proceselor, mediului natural costier.

Mulțumiri

Această lucrare a fost finanțată de grantul strategic al MEC/Ministerului Educației Naționale, CNCS - UEFISCDI PN-II-PT-PCCA-2011-3.2 1427 (proiect ECOMAGIS, nr. 69/2012), PN-II-ID-PCE-2012-4-0089 (proiect DAMWAVE), precum și de ROSA/Agentia Spațială Română, program Star - Competiție C2-2013/Proiecte tip Centre de Competență în Tehnologii Spațiale, proiect nr. 58/2013.

BIBLIOGRAFIE

- [1] Piotr J. Dziubana, Anna Wojnara, Artur Zolicha, Krzysztof Ciseka, Wojciech Szumińska, *Solid state sensors – practical implementation in Unmanned Aerial Vehicles (UAVs)*, *Procedia Engineering* 47 (2012) 1386 – 1389;
- [2] Rachel L. Finn, David Wright *Unmanned aircraft systems: Surveillance, ethics and privacy in civil applications*, *Computer law & security review* 28 (2012).
- [3] Graciela Metternicht a,*, Lorenz Hurni b, Radu Gogu , *Remote sensing of landslides: An analysis of the potential contribution to geo-spatial systems for hazard assessment in mountainous environments*, *Remote Sensing of Environment* 98 (2005) 284 – 303.

Despre autori

Răzvan MATEESCU

Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare Marină „Grigore Antipa”

Cercetător științific II în cadrul departamentului de oceanografie, inginerie marină și costieră al Institutului Național de Cercetare Dezvoltare Marină “Grigore Antipa”, Constanța, România. Experiență managerială în diferite proiecte naționale și internaționale strâns legate de dinamica marină și costieră, monitorizarea liniei țărmului, batimetrie, nivelul mării, managementul datelor marine/costiere, modelare, eroziune costieră/vulnerabilitate, hidrologie fluvială tehnică, ICZM.

Dragoș NICULESCU

Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare Marină „Grigore Antipa”

Cercetător științific în cadrul departamentului de oceanografie, inginerie marină și costieră al Institutului Național de Cercetare Dezvoltare Marină “Grigore Antipa”, Constanța, România. Experiență în hidrodinamică marină, remote

UTILIZAREA SISTEMELOR AUTOMATE DE ZBOR ÎN SUPRAVEGHEREA INTEGRATĂ

sensing, monitorizarea liniei țărmului, batimetrie, nivelul mării, managementul datelor. Doctorand al Facultății de Mecanică a UDJG.

Elena VLĂSCEANU

Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare Marină „Grigore Antipa”

Membră a echipei de cercetare din Departamentul de oceanografie, Inginerie Marina și Costieră, în prezent activând în cadrul proiectului Ecomagis. Din toamna anului 2014, doctorand cu dublă coordonare la Facultatea de Mecanică a UMC și UDJG, având ca temă de cercetare doctorală “Modelarea proceselor geomorfologice cu impact asupra navigației maritime și evoluției sistemului costlier românesc al Mării Negre, în contextual noilor modificări climatice”.

Conf, univ. dr. ing. **Ichinur OMER**

Universitatea „Ovidius” – Constanța

Conferențiar la Facultatea de Construcții a Universității „Ovidius” din Constanța, Departamentul de Construcții, doctor în domeniul mecanicii fluidelor și hidraulicii, specializată în sisteme hidraulice funcționând sub presiune în regim nepermanent. Domenii de interes: gestiunea și protecția resurselor de apă, inginerie costieră, calitatea apei.