

CAPACITATI

Raport științific și tehnic

- **Titlul proiectului:** Efectul norilor asupra radiației solare (ECSOL – PROGNOSIS)
- **Nr. contractului:** 765 / 30.04.2014
- **Partener român:** Universitatea *Transilvania* din Brașov - ș.l. dr. ing. Bogdan Gabriel BURDUHOS
- **Partener străin:** Cyprus University of Technology - ș.l. dr. ing. Alexandros CHARALAMBIDES
- **Durata proiectului bilateral:** 18 luni
- **Obiective generale urmărite**
 - coordonarea eficientă a necesităților de cercetare ale proiectului și ale industriei din domeniu;
 - stabilirea unei cooperări bilaterale între partenerii proiectului în materie de cercetare / dezvoltare și schimb de cunoștințe prin organizarea unor vizite de lucru care să permită familiarizare cu echipamentele și modul de lucru ale partenerilor din proiect și prin participarea la evenimente internaționale din domeniul proiectului
- **Obiectivele fazei de execuție**
 - WP1. Managementul proiectului
 - WP2. Diseminarea rezultatelor
 - WP3. Măsurări experimentale ale radiației solare și preluarea de imagini ale cerului
 - WP4. Detectarea și clasificarea norilor
 - WP5. Modelarea radiației

CAPACITATI

- Descrierea științifică și tehnică, cu punerea în evidență a rezultatelor fazei și gradul de realizare a obiectivelor (se vor indica rezultatele);

Pentru etapa finală a anului 2014 au fost îndeplinite toate activitățile propuse în Anexa II – “Cererea de finanțare”. Acestea sunt prezentate în următoare diagramă Gantt, modul de rezolvare al acestora și concluziile aferente fiind prezentate succint mai jos:

Nr. pachet de lucru / Titlu	D U R A T Ă (luni)																			
	1 mai	2 iun.	3 iul.	4 aug.	5 sep.	6 oct.	7 nov.	8 dec.	9 ian.	10 feb.	11 mar.	12 apr.	13 mai	14 iun.	15 iul.	16 aug.	17 sep.	18 oct.	19 nov.	20 dec.
WP1. Managementul proiectului	█	█	█	█	█	█	█													
WP2. Diseminarea rezultatelor	█	█	█	█	█	█	█													
WP3. Măsurări experimentale ale radiației solare și preluarea de imagini ale cerului	█	█	█	█	█	█	█													
WP4. Detectarea și clasificarea norilor			█	█	█	█	█													
WP5. Modelarea radiației							█													

- realizat 2014
 - de realizat 2015

WP1 Managementul proiectului

1. S-a asigurat un cadru optim pentru o comunicare eficientă între parteneri, care a permis schimbul eficient de informații și de experiență prin intermediul poștei electronice, internet și video-conferințe; volumul mare de date achiziționate fiind ușor comunicat între partenerii proiectului.
2. S-a asigurat o gestionare generală optimă a echipei proiectului și o raportare eficientă către autoritățile de finanțare a rezultatelor / progreselor înregistrate.
3. S-au organizat vizitele de lucru desfășurate în Brașov, România și Limassol, Cipru.
4. S-au stabilit pașii de urmat pentru finalizarea etapei următoare a proiectului.
5. S-au identificat și agreat tematici pentru propuneri de viitoare proiecte derulate în comun.

WP2 Diseminare

1. S-a realizat designul și întreținerea unei pagini web pentru prezentarea proiectului în toate cele 3 limbi aferente proiectului (engleză, greacă și română) evidențiind și principalele surse de finanțare ale celor 2 echipe (<http://www.unitbv.ro/ecsol-prognosis>).
2. Ideea de bază a proiectului a fost promovată către alte echipe de cercetare din aceeași domeniu în cadrul evenimentului – concurs european CleanLaunchPad, finala Cipru-Grecia (<http://cleanlaunchpad.eu/events/final-cyprus-greece>) desfășurată în Nicossia, la care echipa

CAPACITATI

din România a participat împreună cu echipa din Cipru în vederea identificării unor posibilități directe și indirecte de exploatare a rezultatelor proiectului pe termen scurt și lung.



Fig. 1. Participare la competiția CleanLaunchPad, Nicossia

3. Obiectivele proiectului împreună cu infrastructura folosită în proiect și în general problematica surselor de energie regenerabilă au fost prezentate studenților de la Departamentul de Științele Mediului și Tehnologie din cadrul Universității de Tehnologie din Cipru.



Fig. 2. Prezentarea infrastructurii proiectului în cadrul Universității de Tehnologie din Cipru

4. Cu datele obținute până în faza curentă s-a început pregătirea unui articol referitor la prelucrarea imaginilor cerului în vederea clasificării norilor și estimării radiației solare din momentul respectiv.

WP3. Măsurări experimentale ale radiației solare și preluarea de imagini ale cerului

1. S-a instalat pe terasa laboratorului L7 a Centrului de Cercetare *Sisteme de energie regenerabilă și reciclare* din cadrul Institutului de Cercetare Dezvoltare al Universității *Transilvania* din Brașov (ICDT) o camera foto de înaltă rezoluție cu wide-view-angle de tip Gopro, Hero 2.

CAPACITATI



Fig. 3. Instalarea camerei Gopro, Hero 2

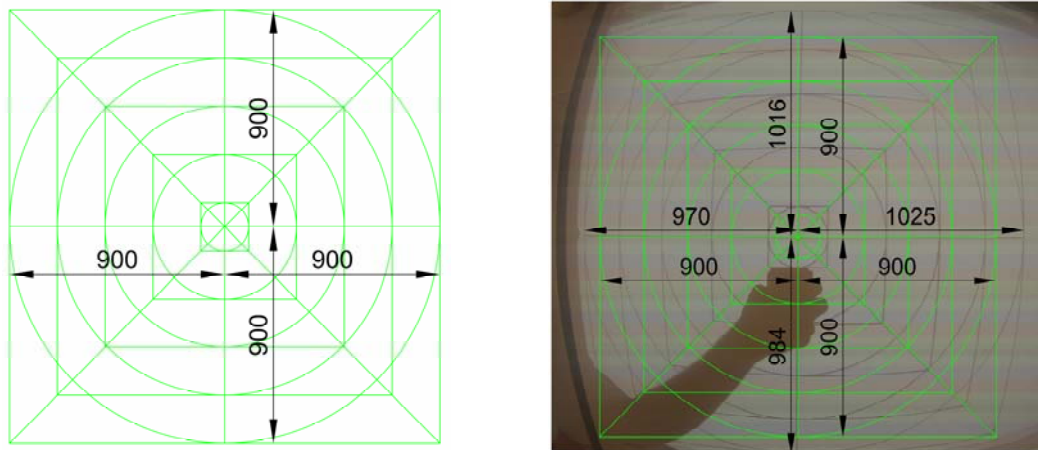
2. Cu ajutorul acesteia s-au realizat în perioada iulie – decembrie 2014 imagini ale cerului conform unui program stabilit de comun acord cu partenerii din Cipru, care au realizat și ei imagini cu un echipament similar.
3. Imaginile realizate au fost analizate și sortate doar cele concludente pentru cercetarea prezentului proiect.



Fig. 4. Imagini reprezentative ale gradului de acoperire cu nori a cerului

4. Pentru aceeași perioadă a fost realizată o bază de date cu măsurătorile experimentale ale componentelor radiației solare disponibile (directă, difuză, globală), cu ajutorul echipamentului Kipp&Zonen Solys2 din dotarea departamentului de cercetare.
5. S-a realizat o analiza a imaginilor preluate cu ajutorul camerei Gopro Hero cu scopul de a verifica dacă și în ce măsură imaginile sunt distorsionate față de realitate. Concluziile acestei analize sunt: imaginile preluate cu ajutorul camerei cu obiectiv supra-angular sunt distorsionate față de imaginea reală prin efectul cunoscut sub numele de efect de butoi (barrel efect) prin care liniile drepte devin linii curbe iar cercurile rămân cercuri dar cu diametre mai mari în imaginile preluate decât diametrele reale; mai mult decât atât, creșterea relativă a diametrului este cu atât mai mare cu cât cercurile sunt mai apropiate de centrul imaginii. Această verificare pune în evidență necesitatea calibrării camerelor utilizate pentru preluarea de imagini ale cerului înainte de analiza imaginilor preluate, astfel încât rezultatele obținute să fie comparabile. În acest sens, în următoarea perioadă se va realiza o procedură de calibrare.

CAPACITATI



a) Imaginea reală

b) Imaginea preluată cu camera cu obiectiv supra-angular peste care s-a suprapus imaginea reală

Fig. 5. Analiza gradului de distorsionare a imaginilor preluate cu camera Gopro Hero

WP4. Detectarea și clasificarea norilor

1. S-au utilizat mai multe unelte software: Fiji, ImageJ și OpenCV pentru identificarea norilor în imaginile preluate cu ajutorul camerei Gopro Hero 2.

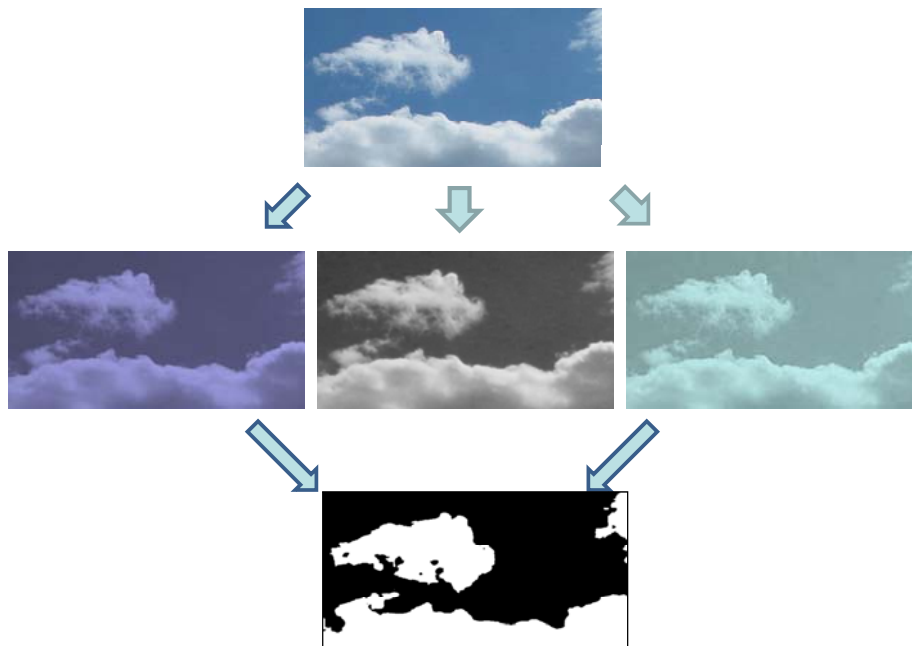


Fig. 6. Exemplu de identificare a norilor în imaginile preluate

2. S-au analizat și corelat imaginile preluate cu seturile de date experimentale referitoare la radiația solară disponibilă.
3. S-au pus bazele unui algoritm de clasificare a norilor pe baza următoarelor criterii - caracteristici extrase din imaginile cerului:
 - a. culoare;
 - b. forma;

CAPACITATI

- c. dimensiune;
- d. poziție relativă față de soare.

Pe baza acestora se vor stabili în etapa următoare cele câteva categorii de imagini și modul de abordare al lor în vederea estimării radiației solare disponibile în imaginile respective.

WP5. Modelarea radiației

1. S-a început studiul posibilităților existente pentru modelarea radiației solare; au fost identificate modelele matematice propuse de:
 - Stine, B.W., Harrigan, R.W.: *Solar Energy Fundamentals and Design*, West Sussex, USA, John Wiley & Sons, 1985
 - Meliss, M.: *Regenerative Energiequellen – Praktikum*, Berlin Heidelberg, Springer, 1997
 - Goswami, D.J., Kreith, K., Kreider, J.F.: *Principles of Solar Engineering*, Philadelphia, PA, George H. Buchanan Co., 1999
 - Messenger, R., Ventre, J.: *Photovoltaic System Engineering*, Boca Raton, London, New York, Washington, CRC Press, 2000

Aceste modele vor fi utilizate în etapa 2015 pentru estimarea pe baza imaginilor a radiației solare disponibile în ambele locații ale proiectului, cu posibilitatea de extindere și la alte locații.

• Vizite de lucru efectuate pe durata proiectului bilateral

Ambele vizite de lucru propuse de partenerii proiectului pentru anul 2014 au fost realizate. Întâlnirea din România a avut loc în Brașov între 30.06 – 2.07.2014 și a inclus:

- vizite ale corpurilor de clădiri și prezentarea infrastructurii de cercetare și educaționale a centrului *Sisteme de energie regenerabilă și reciclare* din Universitatea *Transilvania* din Brașov;
- workshop cu membrii echipelor de cercetare din proiect în vederea stabilirii unui plan de lucru pentru finalizarea tuturor obiectivelor proiectului;
- prezentarea și acomodarea cu modul de lucru al camerei Gopro Hero 2;
- stabilirea de comun acord cu partenerii din Cipru a locației de instalare și posibilităților de prindere a camerei Gopro Hero 2, astfel încât imaginile preluate de aceasta să fie cât mai relevante pentru proiect (soarele în mijlocul imaginii, umbrire minimă și elemente din decor cât mai puține în imagini);
- realizarea în comun a primelor măsurători de test;
- stabilirea unui calendar preluare imaginilor și a condițiilor optime necesare pentru ca aceste imagini să fie cât mai utile în cadrul prezentului proiect;
- întâlnirea cu membrii conducerii centrului de cercetare din Brașov în vederea stabilirii unor tematicii complementare pentru propunerea de viitoare proiecte derulate în comun;

CAPACITATI

- participare la *Simpozionul Național AGIR București, sucursala Avrig*, cu titlul *Regiunea SMART Avrig – catalizator al dezvoltării durabile în vederea identificării de autorități publice interesate de rezultatele așteptate ale proiectului.*



Fig. 7. Vizita de lucru din Brașov, iulie 2014

Întâlnirea din Cipru a avut loc în Limassol în intervalul 13 – 25.10.2014 și a inclus:

- vizita corpurilor de clădiri în care Laboratorul de Energii Regenerabile, Departamentul de Științele Mediului și Tehnologie din Universitatea de Tehnologie din Cipru își desfășoară activitatea și prezentarea infrastructurii de cercetare și educaționale disponibile;
- workshop cu membrii echipelor de cercetare în care s-a discutat și stabilit modul în care imaginile preluate în ambele locații de testare vor fi sortate și prelucrate;
- sortarea seturilor de imagini (însorite, mixte, înnorate) care prezintă interes pentru proiect;
- discuții între partenerii proiectului referitoare la stadiul actual în domeniul clasificării norilor și au identificat parametrii grafici care să permită o clasificare optimă a norilor;
- identificarea și testarea funcționalității unor softuri diverse de prelucrare de imagini (Fiji, ImageJ, OpenCV) în vederea utilizării lor pentru identificarea și clasificarea norilor din imagini;
- concluzia membrilor proiectului conform căreia este utilă, de asemenea, montarea camerei Gopro Hero 2 și pe sistemelor fotovoltaice de orientare instalate în Centrul de cercetare *Sisteme de energie regenerabilă și reciclare* din Universitatea *Transilvania* din Brașov; această activitate se va realiza pe parcursul etapei următoare a proiectului;
- o vizita de lucru împreună cu partenerii din Cipru la o centrală fotovoltaică de 1,2 MW deschisă recent în localitatea Avgorou, Cipru, pentru identificarea echipamentelor utilizate și analiza posibilităților de implementare și testare a rezultatelor obținute în prezentul proiect;

CAPACITATI

- participarea împreună cu partenerii ciprioți la competiția europeană CleanLaunchPad, finala Cipru-Grecia desfășurată în capitala Nicossia; a fost prezentată ideea prezentului proiect în vederea identificării unor posibilități de exploatare a rezultatelor proiectului;
- identificarea și analiza posibilităților de implementare a rezultatelor proiectului (ex. centrale PV, rețele electrice inteligente, instalații pentru desalinizarea apei din Cipru);
- realizarea în comun a unor teste de calitate – liniaritate – distorsiune a imaginilor realizate cu camerele de tip Gopro Hero având ca rezultat o serie de parametrii de corecție a imaginilor preluate;
- actualizarea cu partenerii ciprioți a site-ului proiectului astfel încât acesta să corespundă cerințelor ambilor finanțatori ai proiectului (inclusiv siglelor și adreselor web ale instituțiilor finanțatoare din ambele țări; traducerea site-ului în cele 3 limbi utilizate în proiect engleză-romană-greacă; restructurarea site-ului și includerea de informații actualizate);
- prezentarea obiectivelor proiectului și a echipamentelor utilizate în proiect studenților ciprioți din Departamentul de Științe Mediului și Tehnologie interesați de implementarea surselor de energii alternative; la această activitate a participat și dr. Athanasios Kolios din cadrul Universității Cranfield, UK.



Fig. 8. Vizita de lucru din Limassol, octombrie 2014

- **Posibilități de valorificare economică a rezultatelor obținute**

1. În cadrul vizitei de lucru în România a partenerilor din Cipru, s-a participat în 1.07.2014 la *Simpozionul Național AGIR București, sucursala Avrig*, cu titlul *Regiunea SMART Avrig – catalizator al dezvoltării durabile* unde au avut loc discuții cu autorități publice interesate de implementare Sistemelor de Energie Regenerabilă și de rezultatele așteptate ale proiectului prezent (http://www.agir.ro/stiri/simpozionul-national-%E2%80%99Eregiunea-smart-avrig---catalizator-al-dezvoltarii-durabile%E2%80%9C_385.html)

CAPACITATI



Fig. 9. Vizita de lucru la Simpozionul Național AGIR București, sucursala Avrig

2. S-a stabilit un contact cu un dezvoltator de parcuri fotovoltaice din Cipru (dl. Memnon Papageorgiou; compania Memira Genesis Ltd.), care si-a manifestat interesul față de domeniul de aplicare și rezultatele așteptate ale proiectului.
3. S-a efectuat o vizita de lucru împreuna cu partenerii din Cipru la cel mai recent parc fotovoltaic (1,2 MW) dezvoltat de această compania în localitatea Avgorou, Cipru (lângă orașul Larnaca), unde este posibilă testarea rezultatelor obținute în proiect și exploatarea lor atât în timpul cât și după finalizarea sa.

(<https://www.google.com/maps?q=avgorou&hl=en&ie=UTF8&ll=35.04161,33.85555&spn=0.012702,0.018668&sll=45.652405,25.591021&sspn=0.347018,0.539017&t=h&hnear=Avgorou,+Gazima%C4%9Fusa,+Cyprus&z=16>)



Fig. 10. Vizita de lucru la parcul fotovoltaic din localitatea Avgorou

CAPACITATI

Deschideri ulterioare

Pe baza rezultatelor obținute în faza curentă a proiectului au fost identificate următoarele posibilități de cercetare după finalizare proiectului:

- identificarea și utilizarea unor echipamente hardware capabile să realizeze o prelucrare automată a imaginilor preluate de la camerele de tip wide-angle-view, să evalueze radiația solară disponibilă și să trimită datele mai departe;
- realizarea unor algoritmi de orientare pentru sistemele fotovoltaice de orientare pe baza imaginilor preluate de camere de tip wide-angle-view;
- estimarea energiei electrice produse din surse regenerabile în ICDT folosind camerele de tip wide-angle-view.

Concluzii

Principalele concluzii care pot fi extrase din etapa curentă a proiectului și care confirmă validitatea conceptului propus prin proiect sunt:

- există o legătură directă între coloratura unei imagini și cantitatea de radiație disponibilă;
- pentru camerele Gopro Hero utilizate în proiect este necesară aplicarea unor corecții datorită distorsiunilor de formă care apar între mediul real și imaginea preluată;

Ca urmare se au în vedere pentru etapa 2015, conform cu Planul de Activități:

- continuarea preluării de noi imagini ale cerului din ambele locații de implementare;
- preluarea cu aceleași echipamente a unor seturi de imagini și de pe sisteme fotovoltaice orientate.
- Modelarea radiației solare disponibile în cele 2 locații de implementare și corelarea ei cu măsurătorile experimentale, respectiv cu imaginile cerului.

Prin analiza datelor prezentate în acest raport se poate concluziona că toate activitățile au fost integral realizate și că obiectivul etapei a fost atins în totalitate.

03.12.2014

Director proiect,
ș.l. dr. ing. Bogdan Gabriel BURDUHOS