

CAPACITATI

Raport științific și tehnic – Final

Titlul proiectului: Efectul norilor asupra radiației solare (ECSOL – PROGNOSIS)

Nr. contractului: 765 / 30.04.2014

Anul finalizării: 31.12.2015

Durata proiectului bilateral: 18 luni

Partener român: Universitatea *Transilvania* din Brașov - prof.dr.ing. Ioan Vasile ABRUDAN

Director de proiect: ș.l.dr.ing. Bogdan Gabriel BURDUHOS

Partener străin: Cyprus University of Technology - ș.l.dr.ing. Alexandros CHARALAMBIDES

Obiective generale urmărite

Obiectivele urmărite în proiect sunt: **a)** 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 familiarizarea cu echipamentele și modul de lucru ale partenerilor și prin participarea la evenimente internaționale din domeniul proiectului; **b)** acordarea necesităților de cercetare ale proiectului cu cele ale industriei din domeniu; **c)** identificarea unor modele / algoritmi pentru clasificarea norilor și estimarea radiației solare disponibile pe bază de fotografii.

Descrierea științifică și tehnică a rezultatelor și gradul de realizare a obiectivelor

WP1. Managementul proiectului

1. S-a asigurat un cadru optim pentru o comunicare eficientă între parteneri, care a permis schimbul eficient de informații și înregistrări prin intermediul poștei electronice, video-conferințelor și aplicației *Dropbox*.
2. S-a asigurat gestionarea echipei proiectului și raportarea rezultatelor / progreselor înregistrate către autoritatea de finanțare.
3. S-au organizat toate cele 4 vizite de lucru în Brașov, București, România și Limassol, Cipru.
4. S-au identificat și agreat tematici pentru propuneri de viitoare proiecte derulate în comun.

WP2. Diseminarea rezultatelor

Rezultatele obținute au fost diseminate prin participarea la 4 conferințe internaționale:

1. Tapakis, R., Charalambides, A.G., Moldovan, M.D., Burduhos, B.G., *Cloudy sky irradiance model using sky images*, 14th World Renewable Energy Congress 2015 (<http://www.wrec.ro>), Bucharest, Romania, paper number S10_13, (lucrarea a fost acceptată în **Journal of Physics: Conference Series**, urmând să fie publicată în perioada următoare raportării).
2. Burduhos, B.G., Moldovan, M.D., Neagoe, M., Bizu, A.M., Tapakis, R., Charalambides, A.G., *Novel solar irradiance prediction model adjusted based on infield data*, 14th World Renewable Energy Congress 2015 (<http://www.wrec.ro>), Bucharest, Romania, paper number S10_12.
3. Tapakis, R., Charalambides, A.G., Moldovan, M.D., Burduhos, B.G., *A multi-dimensional criteria algorithm for cloud detection in the circumsolar area*, 3rd International Conference Energy & Meteorology 2015 (<http://icem2015.org>), Boulder, Colorado, USA.
4. Tapakis, R., Charalambides, A.G., Moldovan, M.D., Burduhos, B.G., *Effect of clouds inside the circumsolar area*, ISES Solar World Congress SWC 2015 (<http://www.swc2015.org>), Daegu, Korea, paper number ABS-T02-T01-0251.

S-a realizat și întreținut un site pentru prezentarea rezultatelor proiectului în toate cele 3 limbi aferente proiectului: engleză, greacă și română, (<http://www.unitbv.ro/ecsol-prognosis>).

Ideea proiectului a fost promovată în cadrul concursului european *CleanLaunchPad*, finala Cipru-Grecia (<http://cleanlaunchpad.eu/events/final-cyprus-greece>) desfășurată la Nicossia, în 17.10.2014. în vederea identificării unor posibilități de exploatare a rezultatelor proiectului.

Obiectivele proiectului, infrastructura folosită și rezultatele obținute au fost diseminate de membrii ambelor echipe studenților din *Departamentul de Științele Mediului și Tehnologie* al *Universității de Tehnologie din Cipru*, prin organizarea a 2 seminarii în data de 22.10.2014 și 28.09.2015.

CAPACITATI

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

Imaginile cerului au fost preluate în Brașov cu o camera foto de înaltă rezoluție cu wide-view-angle de tip Gopro, Hero 2 (instalată pe sistemul de orientare Kipp&Zonen, Solys2, de pe terasa laboratorului L7 a Centrului de Cercetare *Sisteme de energie regenerabilă și reciclare* din cadrul ICDT Brașov); iar în Limassol, Cipru s-a folosit o cameră foto all-sky de tip CMS CloudCam II.

În Brașov au fost realizate în perioada iulie 2014 – decembrie 2015 aprox. 7800 de imagini ale cerului din 56 de zile cu grade diferite de înnoare, conform unui program stabilit de comun acord cu partenerii din Cipru.

Pentru aceleași zile a fost înregistrată și radiația solară disponibilă (directă, difuză, globală), cu ajutorul echipamentului Kipp&Zonen Solys2 din dotarea departamentului de cercetare.

S-au identificat distorsiunile dintre imaginile preluate cu Gopro, Hero2 și realitate.

WP4. Detectarea și clasificarea norilor

Seturile de 2 imagini consecutive (expusă normal și subexpusă) preluate de camera foto CMS CloudCam II au fost prelucrate folosind unelte software precum Fiji, ImageJ și OpenCV; pe baza descompunerii lor în componentele RGB (Red, Green, Blue) și HSV (Hue, Saturation, Value) și identificării unor praguri minime/maxime au fost identificate 4 tipuri de zone: soare, cer senin, nor subțire și nor gros.

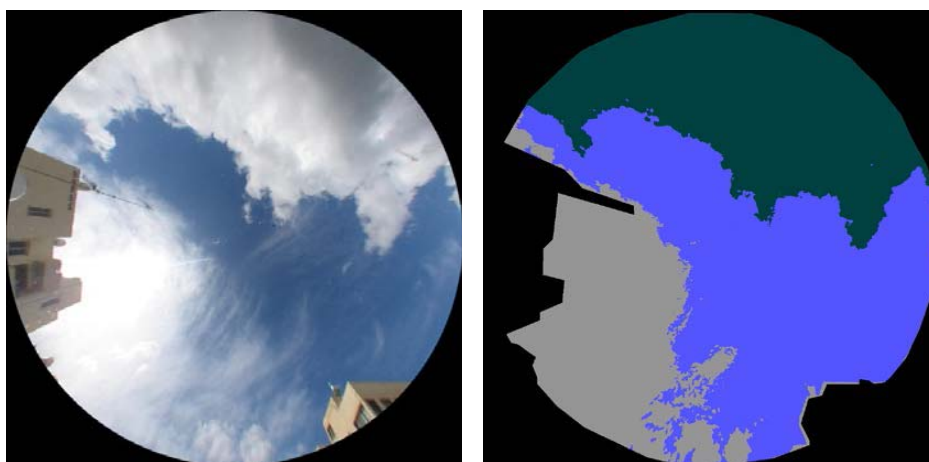


Fig. 1. Exemplu de clasificare a norilor dintr-o imagine a cerului.

WP5. Modelarea radiației

S-au corelat imaginile preluate de camera Gopro Hero2 cu înregistrările experimentale ale radiației solare disponibile în Brașov, România.

Din analiza principalelor lucrări de referință în domeniul modelării radiației solare s-a identificat modelul propus de Meliss ca fiind optim; acesta a fost adaptat astfel încât să corespundă cerințelor de estimare a radiației solare pe baza numărului de pixeli de diferite nuanțe din imaginile preluate / editate. Modelul identificat indică o corelație satisfăcătoare între valorile măsurate și cele estimate ale radiației solare având $MBE = -0.6W/m^2$ și $R^2 = 95.5\%$.

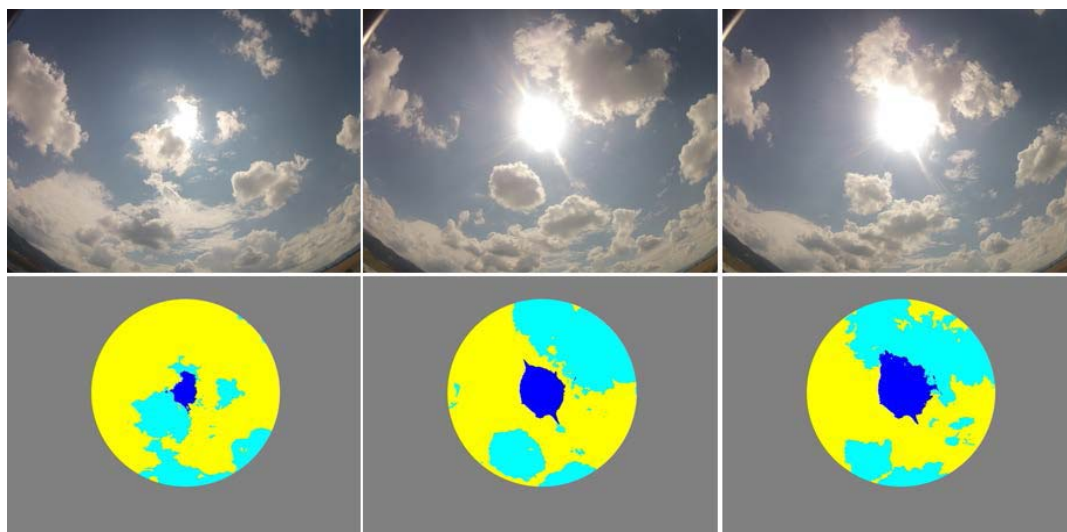


Fig. 2. Prelucrarea imaginilor cerului în vederea numărării a 3 tipuri de pixeli (soare, nor, cer senin).

CAPACITATI

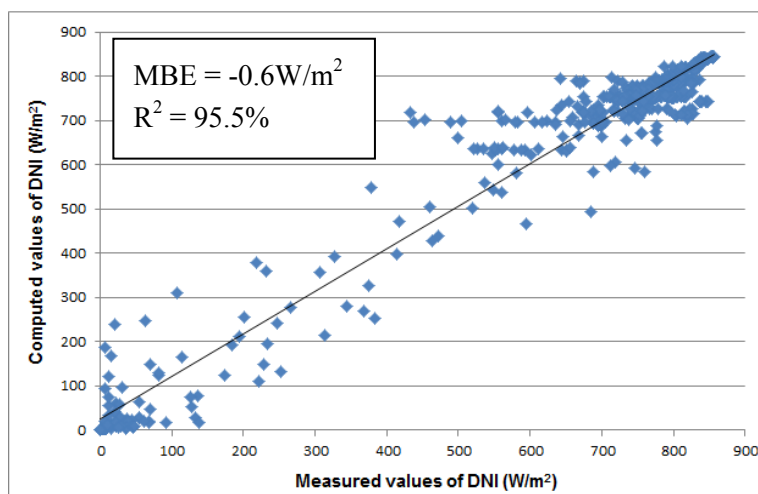


Fig. 3. Corelația între radiația solară măsurată și estimată.

Vizite de lucru efectuate pe durata proiectului bilateral

Pe perioada proiectului s-au organizat toate cele 4 vizite de lucru propuse. Prima vizită (Brașov, 30.06 – 2.07.2014) a avut ca scop cunoașterea reciprocă a membrilor celor 2 echipe, familiarizarea cu aparatura de cercetare folosită în proiect și stabilirea de reguli / timing pentru preluarea imaginilor.

Vizita a doua (Limassol, 13 – 25.10.2014) a permis verificarea imaginilor preluate, identificarea unor soluții software pentru editarea imaginilor, familiarizarea cu echipamentele utilizate în Cipru și promovarea proiectului în competiția europeană *CleanLaunchPad* și în cadrul *Universității de Tehnologie din Cipru*.

În cadrul celei de-a treia vizite (București, 08-12.06.2015) s-a analizat stadiul cercetării și s-au stabilit etapele unui plan pentru finalizarea tuturor obiectivelor proiectului.

Ultima vizită de lucru (Limassol, 14 – 29.09.2015) a permis validarea înregistrărilor efectuate, finalizarea modelelor pentru detecția / clasificarea norilor și estimarea radiației solare; redactarea unui articol acceptat în *Journal of Physics: Conference Series* și prezentarea rezultatelor proiectului în cadrul unui seminar final la *Universitatea de Tehnologie din Cipru*.

Posibilități de valorificare economică a rezultatelor obținute

Posibilitatea de valorificare economică a rezultatelor proiectului a fost urmărită în cadrul tuturor manifestărilor științifice naționale și internaționale la care membrii proiectului au participat (*Simpozionul Național AGIR București, sucursala Avrig*, cu titlul *Regiunea SMART Avrig – catalizator al dezvoltării durabile; World Renewable Energy Congress WREC 2015; ISES Solar World Congress SWC 2015 și 3rd International Conference Energy & Meteorology 2015*). În cadrul acestora au avut loc discuții cu cercetători și autorități publice interesate de implementare Sistemelor de Energii Regenerabile și de rezultatele proiectului.

Rezultatele proiectului au fost prezentate unui dezvoltator de parcuri fotovoltaice din Cipru (dl. Memnon Papageorgiou; compania Memira Genesis Ltd.), care și-a manifestat interesul pentru utilizarea lor în vederea estimării energiei electrice produsă de parcuri fotovoltaice. O parte din rezultate au putut fi verificate în parcul fotovoltaic de 1,2 MW dezvoltat de această companie în localitatea Avgorou, Cipru (lângă orașul Larnaca).

Principalele direcții de valorificare a rezultatelor proiectului identificate de membrii proiectului sunt: prognoza energiei electrice produsă de centrale fotovoltaice, creșterea gradului de adaptabilitate a rețelelor electrice inteligente și optimizarea funcționării instalațiilor pentru desalinizarea apei în Cipru.

Directorul de proiect aduce mulțumiri ofițerului UEFISCDI (d-na Cristina Claudia MUREA), care a răspuns prompt și competent la întrebările adresate pe parcursul proiectului, sprijinind astfel derularea optimă a acestuia, inclusiv din punct de vedere managerial.

Din analiza datelor prezentate sintetic în acest raport reiese că toate obiectivele și rezultatele propuse în cadrul acestui proiect au fost integral îndeplinite.

02.12.2015

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

CAPACITATI

Anexa 1 – RST - Final

Indicatori de realizare ai proiectului

| Nr. crt. | Indicatori | UM |
|----------|--|-----------------|
| 1. | Număr de publicații în reviste: Co-editate internațional - Indexate ISI - Incluse în alte baze de date internaționale recunoscute | - 1 acceptat |
| 2. | Articole publicate în cărți, atlase, dicționare și alte produse cu caracter științific publicate anual (în țară și în străinătate) | - |
| 3. | Participări la conferințe organizate, dintre care internaționale | 4/4 |
| 4. | Evenimente organizate dintre care internaționale | 2/2 |
| 5. | Pliante, broșuri, postere pentru diseminare de informații | 1 |
| 6. | Proiecte de comunicare științifică | - |
| 7. | Proiecte de studii prospective | - |
| 8. | Proiecte / participanți în proiecte internaționale finanțate | - |