

Raportul științifico-tehnic (etapa iulie 2016-decembrie 2016)

Cuprins

Obiective ale etapei 2016	1
Rezumatul etapei 2016	1
1 Date meteorologice si hidrologice din rețelele naționale	2
2 Date și produse radar derivate	3
3 Date satelitare și produse derivate	8
4 Proiectarea geoportalului IMDROFLOOD	12
5 Concluzii	19
6 Referințe	19
7 Listă de abrevieri	20

Îmbunătățirea avertizărilor timpurii, prognozei și atenuării efectelor secetei și inundațiilor pe baza indicatorilor hidro-climatici în timp real

Obiective ale etapei 2016

Obiectivele ce au fost prevăzute și îndeplinite în prima etapă a proiectului IMDROFLOOD (iulie 2016-decembrie 2016) sunt următoarele:

- selectarea metodologiilor și procedurilor de verificare a calității datelor și a omogenizării lor, ce urmează a fi folosite în etapele următoare;
- selectarea standardelor și protocolurilor utilizate la integrarea datelor în geoportalul IMDROFLOOD ce urmează a fi pus în funcțiune în etapele următoare.

Rezumatul etapei din 2016

În această etapă au fost identificate tipurile de date necesare în etapele următoare (observații la stații, măsurători radar și date satelitare) și s-au identificat metodologiile de verificare a calității lor. Metoda Multiple Analysis of Series for Homogenization (MASH) va fi utilizată atât pentru controlul calității cât și omogenizarea datelor măsurate la stațiile meteorologice și hidrologice din rețelele naționale.

Datele furnizate de radarele meteorologice pot fi integrate pentru aplicațiile hidrometeorologice în sistemele de analiză și prognoză utilizând aplicații și platforme geospațiale pentru ajustarea estimărilor cantitative ale cantităților de precipitații la scări spațiale și temporale foarte fine. În cazul controlului calității datelor radar a fost dezvoltat un algoritm de detecție și eliminare a ecourilor non-meteorologice, adaptat pentru datele provenite de la sistemul radar din zona bazinului Prut. O anumită regiune poate fi supravegheată de unul sau mai multe radare meteorologice, existând astfel zone în care măsurătorile radar se suprapun. În această etapă au fost investigate metode de utilizare combinată a datelor radar de reflectivitate și a fost testată metoda valorii maxime. Scopul analizelor valorilor de reflectivitate radar este de a estima cantitatea de precipitații acumulată într-un anumit interval de timp, într-o regiune geografică dată. În această etapă a fost pregătită procedura de estimare a câmpului de precipitații la nivelul bazinului din măsurătorile de reflectivitate radar și observațiile de la stațiile meteorologice și hidrologice din regiunea de interes.

Datele satelitare provenite de la senzorii amplasați la bordul platformelor satelitare TERRA, AQUA, LANDSAT și PROBA-V completează observațiile de la stațiile de meteorologice și hidrologice și măsurătorile radar. În această etapă au fost dezvoltate proceduri și rutine care să permită accesarea, prelucrarea, validarea și stocarea operațională a acestor date satelitare, pentru regiunea de interes. Pentru monitorizarea fenomenului de secetă la nivelul bazinului analizat au fost investigați o serie de indici de vegetație și indicatori, obținuți din date satelitare: indicele de vegetație diferență normalizată (NDVI), indicele de apă diferență normalizată (NDWI), indicele de secetă diferență normalizată (NDDI), indicele suprafeței foliare (LAI), indicatorul de secetă fracțiunea de radiație activă în procesul de fotosinteză, absorbită de vegetație (fAPAR). În această etapă, a fost elaborat fluxul operațional de creare a indicilor de secetă selectați.

Geoportalului SIG online (numit de aici înainte geoportalul IMDROFLOOD), a cărui proiectare a început în această etapă, va integra baza de date geospațială special construită pentru gestionarea indicilor hidro-climatici în timp real și va permite evaluarea potențialului de exploatare/valorificare a unei astfel de baze de date folosind servicii web standardizate pentru a contribui la îmbunătățirea avertizărilor timpurii, prognozei și atenuării efectelor secetei și inundațiilor. În această etapă au fost selectate și sunt prezentate în raport standardele, protocolurile și cerințele impuse geoportalului și a fost realizat un prim prototip al clientului cartografic al geoportalului IMDROFLOOD.

1. Date meteorologice și hidrologice din rețelele naționale

Îmbunătățirea avertizărilor timpurii, prognozei și atenuării efectelor secetei și inundațiilor pe baza indicatorilor hidro-climatici în timp real

Rețele de date meteorologice și hidrologice, pentru regiunea în care se situează bazinul românesc al Prutului, sunt prezentate în figura 1.1. Datele măsurate la aceste stații au fost selectate pentru a fi folosite în cadrul proiectului IMDROFLOOD.

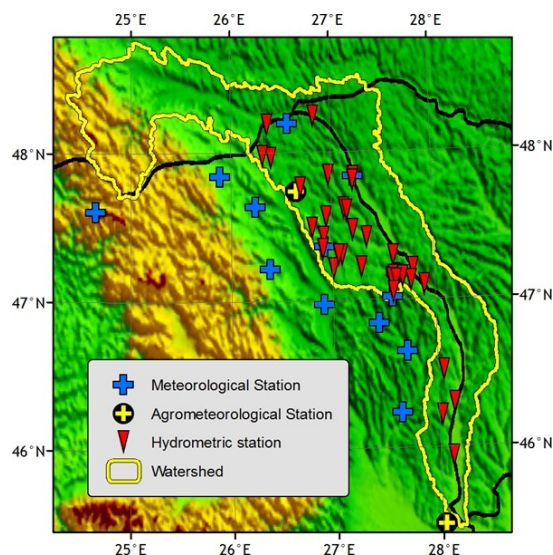


Figura 1.1 Stațiile din rețelele meteorologice/climatice și hidrologice pentru regiunea în care se situează bazinul românesc al Prutului. Cu linie galbenă e ilustrat bazinul râului Prut.

1.1 Controlul calitatii si omogenizarea datelor meteorologice si hidrologice

Omogenizarea datelor meteorologice si hidrologice prezintă o importanță majoră, deoarece anumiți factori non-climatici pot afecta măsurătorile parametrilor observați. Pentru controlul suplimentar al calității datelor, după testări, a fost selectată metoda Multiple Analysis of Series for Homogenization (MASH) pentru seriile temporale ce vor fi supuse omogenizării în cadrul proiectului IMDROFLOOD. Metoda MASH a fost dezvoltată în cadrul Serviciului Meteorologic din Ungaria de către Dr. Tamas Szentimrey (1999) pentru seturi de date lunare, fiind revizuită și îmbunătățită în 2003, 2008 și 2011 (Szentimrey 2008, 2011) pentru datele zilnice. MASH este o procedură de testare relativă a omogenității, care nu presupune serii de referință a-priori. Posibilele salturi în medie și schimbări în varianță pot fi detectate și ajustate prin comparații reciproce ale seriilor din aceeași zonă climatică. Metoda are și un algoritm de estimare a datelor lipsă. Programul MASH permite ca seriile lunare, anotimpuale (sezoniere) și anuale să fie omogenizate împreună.

Metoda de verificare evaluează calitatea omogenizării prin compararea seriilor de date originale cu cele omogenizate, din punct de vedere al proprietăților statistice ale seriilor temporale (Costa & Soares, 2009). Programul MASH versiunea 3.03 (2011) este alcătuit din două părți, iar principalele caracteristici ale acestei proceduri sunt descrise mai jos.

În prima parte, se efectuează controlul calității, se completează datele lipsă și se omogenizează datele lunare prin:

- metoda de testare prin omogenizare relativă;
- metoda pas cu pas - rolul datelor (de referință sau generate) se schimbă după fiecare etapă pe parcursul procedurii.

O valoare generată devine referință pentru următoarea etapă. În funcție de variabila climatică, poate fi folosit modelul cumulativ (e.g., pentru datele de temperatură, umezeala relativă) sau cel multiplicativ (e.g., pentru precipitații). În această etapă se realizează și omogenizarea seriilor anuale și sezoniere. Programul permite utilizarea

Îmbunătățirea avertizărilor timpurii, prognozei și atenuării efectelor secetei și inundațiilor pe baza indicatorilor hidro-climatici în timp real

automată a metadatelor. Omogenizarea și controlul calității rezultatelor pot fi evaluate pe baza verificării tabelor generate automat în timpul procedurii.

În cea de-a doua parte, metoda selectată omogenizează seriile de date zilnice pe baza neomogenităților detectate lunar, incluzând controlul calității și completarea datelor zilnice lipsă; (Lakatos et al., 2013). În plus, această procedură a mai fost testată și aplicată cu succes în cadrul omogenizării seriilor temporale de la stațiile meteorologice din România pentru șapte variabile meteorologice, pe lângă temperatură și cantitatea de precipitații (Dumitrescu & Birsan 2015).

2. Date și produse radar derivate

Radarul meteorologic este un sistem de teledetecție folosit, de câteva decenii, pentru a detecta, monitoriza și prognoza fenomenelor meteorologice asociate structurilor noroase atmosferice. Unul dintre principalele produse radar îl reprezintă estimarea cantitativă a câmpului de precipitații atmosferice, produs radar necesar nu numai pentru o mai bună înțelegere a proceselor microfizice și termodinamice din atmosferă, dar și pentru o diversitate de aplicații hidrometeorologice practice, de la prognoza fenomenelor meteorologice severe, prognoza inundațiilor și administrarea resurselor de apă, până la sistemele de comunicații din domeniul microundelor. Unul dintre marile avantaje ale radarului meteorologic îl reprezintă capacitatea acestuia de a detecta și monitoriza, la diferite scări spațio-temporale, sistemele noroase atmosferice ce produc precipitații intense. De asemenea, rezoluția spațio-temporală mare și scanarea tri-dimensională a unui volum atmosferic, precum și disponibilitatea datelor aproape în timp real, conferă radarului meteorologic avantajul detecției și monitorizării evoluției structurilor noroase atmosferice în orice zonă a ariei de acoperire. Astfel, datele radar completează măsurătorile și observațiile punctuale efectuate la stațiile meteorologice. Produse radar vor fi integrate împreună cu datele meteorologice, hidrologice și cele satelitare pe geoportalul IMDROFLOOD în etapele următoare.

2.1 Controlul calității datelor radar

În timpul scanării, în volumul atmosferic pot fi prezente atât ținte meteorologice cât și ținte non-meteorologice. Deși există și sunt implementate în sistemul de procesare tehnici eficiente de procesare a semnalului pentru identificarea și eliminarea ecourilor non-meteorologice, măsurătorile radar pot fi contaminate. Acest lucru se întâmplă din cauza existenței surselor de zgomot, ținte biologice (ex. păsări) sau interferențe electromagnetice cu surse externe de semnal. Unele dintre aceste ecouri non-meteorologice sunt evidențiate în Fig. 2.1, unde se observă ecouri provenite de la țintele de sol și interferențele electromagnetice. Impactul acestora asupra prelucrării automate a datelor radar produce erori în produsele finale necesare aplicațiilor hidrometeorologice, erori ce trebuie micșorate sau eliminate. Abordarea problematicei controlului calității datelor radar poate fi împărțită în două sarcini. Astfel, primul pas îl reprezintă detecția cât mai exactă și eliminarea datelor contaminate, în timp ce al doilea pas constă în micșorarea efectelor pe care primul pas îl are asupra datelor corecte (bune). Controlul calității datelor radar și eliminarea ecourilor non-meteorologice poate fi realizat prin dezvoltarea și implementarea unor algoritmi automați, suplimentari celor ai procesării semnalului. În studiul din cadrul proiectului a fost dezvoltat un algoritm de detecție și eliminare a ecourilor non-meteorologice, reprezentând un prim pas în îmbunătățirea estimării cantitative a câmpului de precipitații din regiunea de interes. Acest algoritm este adaptat pentru datele provenite de la sistemul radar din zona bazinului Prut, unele dintre principiile utilizate fiind descrise de Steiner și Smith (2002) și Zhang și colab. (2004). Metoda utilizată constă în utilizarea structurii tri-dimensionale a datelor radar și calculul unor parametrii orizontali și verticali. De asemenea, metoda se bazează pe un algoritm ce este executat automat pe grila de tip polar a măsurătorilor radar, pentru a nu afecta datele inițiale prin interpolarea acestora într-o grilă carteziană. Structura generală a algoritmului este prezentată în figura 2.2. Astfel, algoritmul este construit luând în considerare câteva probleme cheie ale calității datelor radar, anume zgomotul de sol rezidual, propagare anomală și interferențe electromagnetice externe. În primul pas, sunt identificate și eliminate ecourile provenite de la sursele

Îmbunătățirea avertizărilor timpurii, prognozei și atenuării efectelor secetei și inundațiilor pe baza indicatorilor hidro-climatici în timp real

electromagnetice externe. Urmează rularea unui filtru de zgomot ce identifică și elimină ecorile izolate de reflectivitate, calculul texturii orizontale a reflectivității și a gradientului vertical al reflectivității pentru a elimina ecorile provenite de la propagarea anomală a fasciculului radar. În figura 2.3 este prezentat un exemplu al rezultatului aplicării algoritmului pe datele radar ilustrate anterior în figura 2.1. Se observă că majoritatea ecorilor ce provin de la alte ținte decât particulele de precipitații sunt eliminate, câmpul reflectivității radar fiind mult mai clar.

2.2 Utilizarea combinată a datelor radar

Un avantaj al utilizării datelor furnizate de radarele meteorologice în activitățile și aplicațiile hidrometeorologice îl reprezintă posibilitatea de dezvoltare și implementare a unor tehnici geospațiale, utilizând aplicații și platforme GIS, pentru ajustarea estimărilor cantitative ale câmpului de precipitații atmosferice, dar și pentru integrarea în analiză a altor tipuri de date. Pentru integrarea și, astfel, obținerea unei imagini compuse a ecorilor radar dintr-o anumită regiune, se folosesc metode geo-spațiale de compunere a grilelor ce conțin parametrii radar de interes. Mai întâi, se aplică algoritmul de identificare și eliminare a ecorilor non-meteorologice datelor provenite de la fiecare amplasament radar luat în considerare. Rezultatul acestui pas îl reprezintă obținerea grilelor, de tip polar, ce conțin datele de reflectivitate radar. Următorul pas este acela de a transfera valorile din grilele de tip polar în grile de tip cartezian pentru a fi integrate ușor în platformele GIS sau în modelele numerice hidrologice, permițând astfel combinația cu alte tipuri de date geo-spațiale. Prelucrarea datelor radar și generarea grilelor carteziane s-a realizat utilizând packetul statistic multi-platformă R, prin aplicarea algoritmului celui mai apropiat vecin, disponibil în biblioteca FNN și implementat considerând noțiunile descrise, spre exemplu, de către Arya și colab. (1998) și Beygelzimer și colab. (2006).

Având la dispoziție grilele de tip cartezian, se poate obține un set de date radar compus, prin integrarea datelor de la mai multe sisteme. O anumită regiune poate fi supravegheată de unul sau mai multe radare meteorologice, existând astfel zone în care măsurătorile radar se suprapun. Pentru a se genera grila carteziana finală, este nevoie ca în aria comună să se aplice o metodă care să păstreze datele cele mai relevante pentru analiza dată.

Aceste metode pot ține cont de distanța zonei date față de amplasamentul radarului, de altitudinea la care se doresc măsurătorile radar, etc. Pentru o mai bună estimare radar, cantitativă, a câmpului de precipitații, este necesar ca măsurătorile de reflectivitate să fie disponibile cât mai aproape de suprafața solului, astfel că în cele mai multe cazuri se utilizează câmpul de reflectivitate de la elevația de 0.5° a antenei radar. În figura 2.4 este ilustrat câmpul de reflectivitate din data de 8 noiembrie 2016, măsurat cu radarele de la Bârnova și Medgidia. Diferența de timp dintre cele două scanări este de 2 minute, existând și o arie comună de scanare.

În figura 2.5 este redat un exemplu grafic al unui set de date radar compus din măsurătorile de la două sisteme, amplasate la Bârnova (în zona de interes) și la Medgidia. Metoda aleasă pentru a reține datele de reflectivitate în zona de scanare comună a celor două radare meteorologice este cea a valorii maxime. Grila carteziană are rezoluția spațială de 1×1 km. Se observă că în aria comună de scanare, la limita ariei de acoperire caracteristică celor două radare, măsurătorile sunt îmbunătățite cu cele ale celui de-al doilea sistem. Acest lucru se întâmplă pentru că la limita ariei de acoperire, fasciculul radar se propagă la o altitudine față de sol mai mare decât în cazul sistemului secund.

Îmbunătățirea avertizărilor timpurii, prognozei și atenuării efectelor secetei și inundațiilor pe baza indicatorilor hidro-climatici în timp real

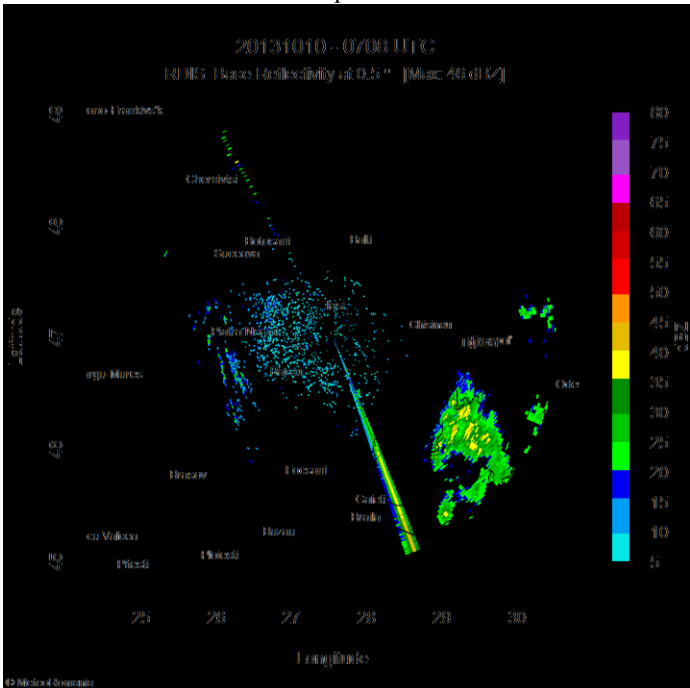


Figura 2.1. Câmpul reflectivității radar la elevația de 0.5°, în data de 10 octombrie 2013, ora 07:08 UTC, în aria de acoperire a radarului meteorologic amplasat la Bârnova, Jud. Iași.

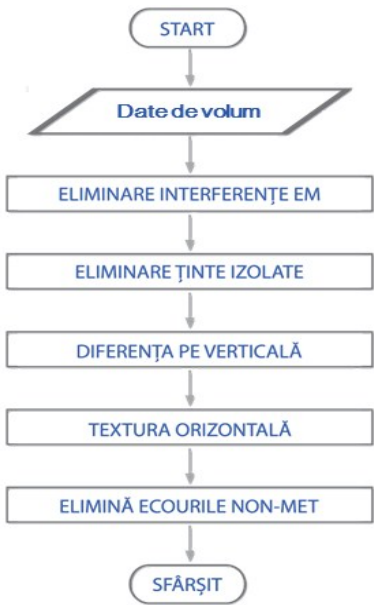


Figura 2.2. Structura generală a algoritmului de identificare și eliminare a ecourilor radar non-meteorologice.

Îmbunătățirea avertizărilor timpurii, prognozei și atenuării efectelor secetei și inundațiilor pe baza indicatorilor hidro-climatici în timp real

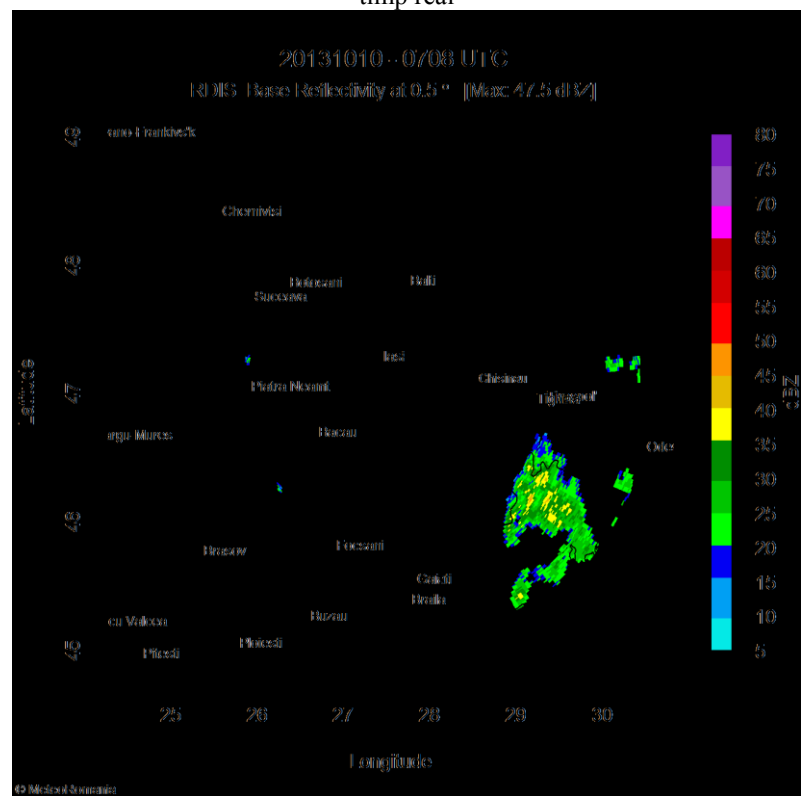


Figura 2.3 Câmpul reflectivității radar la elevația de 0.5°, în data de 10 octombrie 2013, ora 07:08 UTC, în aria de acoperire a radarului meteorologic amplasat la Bârnova, Jud. Iași, în urma aplicării algoritmului de detecție și eliminare a ecorilor non-meteorologice.

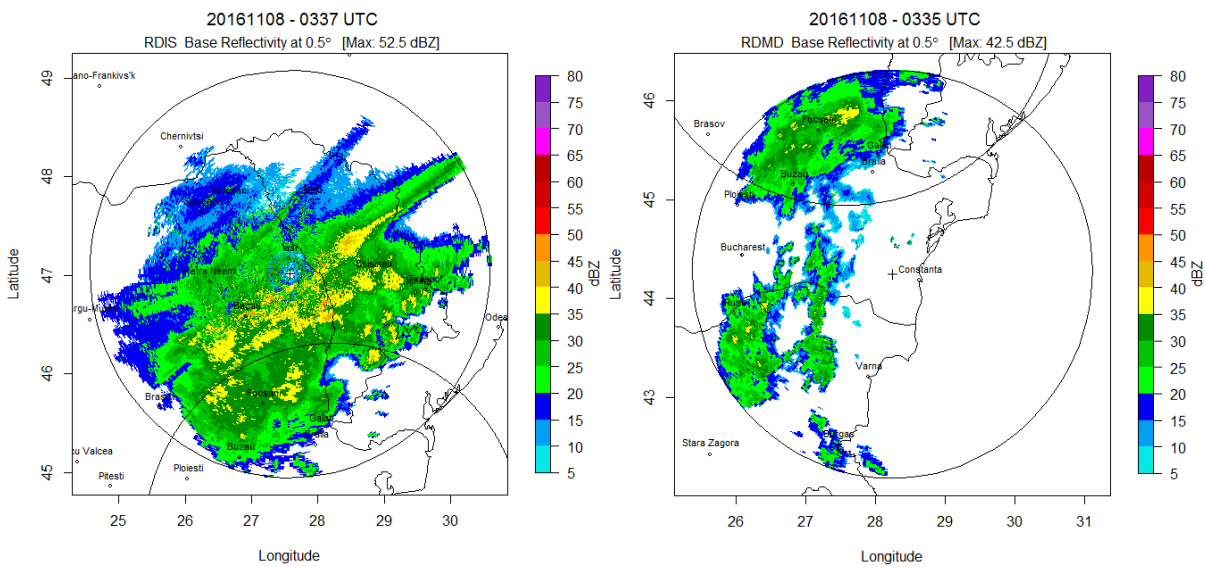


Figura 2.4 Câmpul reflectivității radar la elevația de 0.5°, în data de 8 noiembrie 2016, în jurul orei 03:35 UTC, în aria de acoperire a radarului meteorologic amplasat la Bârnova (stânga) și Medgidia (dreapta).

Îmbunătățirea avertizărilor timpurii, prognozei și atenuării efectelor secetei și inundațiilor pe baza indicatorilor hidro-climatici în timp real

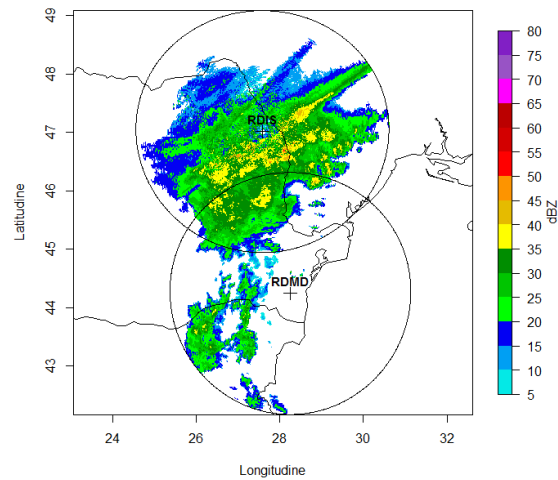


Figura 2.5. Câmpul reflectivității radar compuse, în data de 8 noiembrie 2016, în jurul orei 03:35 UTC, folosind datele de la sistemele amplasate la Bârnova și Medgidia.

2.3 Estimarea precipitațiilor cu măsurători radar

Având la dispoziție măsurătorile radar, se poate estima cantitatea de precipitații acumulată într-un anumit interval de timp, într-o regiune geografică dată. Algoritmul de acumulare constă în suma intensității instantanee a precipitațiilor, estimată la scanarea precedentă și în momentul de timp la care se dorește acumularea, înmulțită apoi cu pasul de timp. Acest lucru înseamnă că pentru fiecare element al grilei, acumularea este calculată astfel:

1

unde R_i este intensitatea precipitațiilor la momentul de timp t_i , iar Δt_i este pasul de timp.

Intensitatea instantanee a precipitațiilor (R) se calculează folosind relația dintre aceasta și reflectivitatea radar (Z), relație exprimată sub forma $Z=aR^b$. Estimarea cantității de precipitații, din date radar, poate fi îmbunătățită prin utilizarea măsurătorilor efectuate la sol, la stațiile meteorologice. Una dintre metode este cea a bias-ului mediu, metodă ce a fost utilizată cu succes în numeroase studii de cercetare (Bursea și colab., 2012), fiind directă și cu rezultate foarte bune. Estimarea precipitațiilor ajustate cu factorul bias mediu sunt calculate din estimările cantitative radar utilizând relația de mai jos:

2

unde, $R_B(i,j)$ reprezintă acumularea ajustată cu factorul bias mediu, $R(i,j)$ reprezintă acumularea neajustată, în celula grilei (i,j) . Factorul de ajustare, F , este constant pentru toată grila, de aici numele de bias mediu, acesta fiind determinat prin compararea dintre valoarea radar și cea măsurată la sol cu stația meteorologică aflată în aceeași celulă a grilei. Factorul de ajustare bias mediu este calculat astfel:

3

în care practic cantitatea totală de precipitații estimată din date radar și rețeaua de pluviometre sunt aduse la o valoare comună.

Îmbunătățirea avertizărilor timpurii, prognozei și atenuării efectelor secetei și inundațiilor pe baza indicatorilor hidro-climatici în timp real

3. Date satelitare și produse derivate

Activitatea s-a axat pe dezvoltarea unor proceduri și rutine care să permită accesarea, prelucrarea și stocarea operațională a datelor satelitare provenite de la senzorii amplasați la bordul platformelor satelitare TERRA, AQUA, LANDSAT și PROBA-V ce vor completa seturile de date meteorologice, hidrologice și radar, menționate anterior, în procedurile integrate ce vor fi implementate în etapele următoare pe geoportalul IMDROFLOOD.

3.1 Tipuri de date

3.1.1 MODIS

MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) este un senzor de rezoluție medie amplasat la bordul a două platforme satelitare: TERRA și AQUA. TERRA a fost lansată pe 18.12.1999, în timp ce AQUA a fost lansată pe 04.05.2002. Orbita satelitului TERRA în jurul Pământului este programată în așa fel încât să treacă de la nord la sud de-a lungul ecuatorului dimineața, în timp ce satelitul AQUA trece de la sud la nord peste ecuator în timpul după-amiezii. Sateliții TERRA și AQUA oferă o imagine de ansamblu asupra suprafeței terestre la fiecare 24 de ore, obținând date în 36 de benzi spectrale. Aceste date îmbunătățesc cunoștințele despre dinamica globală și a proceselor ce apar la suprafața terestră, în oceane și în atmosfera joasă. Momentan, pentru nevoile proiectului IMDROFLOOD, au fost descărcate și procesate două tipuri de produse: MOD09A1 (siteze la 8 zile) și LAI/fAPAR MOD15A2 (siteze la 8 zile).

3.1.1.1. MOD09A1

- Rezoluție spațială: 500 m;
- Rezoluție temporală: produse de sinteza, la 8 zile;
- Perioada de acoperire: 1 martie – 30 septembrie, din anul 2000 până în prezent;
- Proiecție: proiecție sinusoidală - va fi transformată în proiecția națională Stereo 70;
- Limitări: Estimarea reflectanței din imagini satelitare necesită corecții atmosferice, topografice și de variații diurne, valorile acestor parametri modificându-se de-a lungul unui sezon ca urmare a evoluției fenologice. Estimarea reflectanței din date satelitare necesită imagini clare, fără nori, de aceea produsul MOD09A1 este un produs compozit la 8 zile;
- Format fișier: HDF-EOS;
- Set de date. Fiecare fișier corespunzător produselor MOD09GA include 6 seturi de date. Datele vor fi utilizate pentru calcularea NDDI (indicele de secetă diferență normalizată).

3.1.1.2. MOD15A2

- Rezoluție spațială: 1 km;
- Rezoluție temporală: Produsele MODIS LAI/fPAR sunt produse composite la 8 zile;
- Perioada de acoperire: 1 martie – 30 septembrie, din anul 2000 până în prezent;
- Proiecție. proiecție sinusoidală va fi convertită în proiecția națională Stereo 70;
- Limitări: Valorile LAI/fAPAR estimate din date de teledetecție reprezintă doar aproximări ale valorilor reale. Există multe modele matematice pentru calculul celor doi parametri, fiecare model necesitând ipoteze și parametri de intrare specifici.
- Estimarea LAI/fAPAR din imagini satelitare necesită corecții atmosferice, topografice și de variații diurne, valorile acestor parametri modificându-se de-a lungul unui sezon ca urmare a evoluției fenologice. Estimarea

Îmbunătățirea avertizărilor timpurii, prognozei și atenuării efectelor secetei și inundațiilor pe baza indicatorilor hidro-climatici în timp real

LAI/fAPAR din date satelitare necesită imagini clare, fără nori, de aceea produsul LAI/fAPAR este un produs compozit la 8 zile;

- Format fișier: HDF-EOS;
- Dimensiune fișier: ~0.2 MB (arhiva).
- Set de date. Fiecare fișier corespunzător produselor MODIS LAI/fAPAR include 6 seturi de date.

3.1.2 LANDSAT

Landsat reprezintă cel mai vechi sistem de colectare a datelor satelitare de rezoluție medie, primul satelit Landsat fiind lansat în 23.07.1972. Cel mai recent satelit al sistemului (Landsat 8) a fost lansat în 11.02.2013. Pentru proiectul IMDROFLOOD se utilizează date Landsat 5 senzorul TM (perioada 2000-2011), senzorul MSS (perioada 2000-2013) și date Landsat 8 senzorul OLI (2013-prezent), pentru analiza zonelor puternic afectate de secetă.

În Tabelul 1 sunt prezentate principalele caracteristici ale senzorului TM (Thematic Mapper) îmbarcat pe Landsat 5.

Tabel 1. Caracteristicile senzorului ETM (Landsat 5)

Multispectral Scanner (MSS)	Banda	Lungime de undă (nm)	Rezoluție (m)
	Banda 1	0.5-0.6	60
	Banda 2	0.6-0.7	60
	Banda 3	0.7-0.8	60
	Banda 4	0.8-1.1	60
Thematic Mapper (TM)	Banda	Lungime de undă (nm)	Rezoluție (m)
	Banda 1	0.45-0.52	30
	Banda 2	0.52-0.60	30
	Banda 3	0.63-0.69	30
	Banda 4	0.76-0.90	30
	Banda 5	1.55-1.75	30
	Banda 6	10.40-12.50	120
	Banda 7	2.08-2.35	30

Caracteristicile senzorului OLI (Operational Land Imager), îmbarcat pe satelitul Landsat 8 sunt prezentate în Tabelul 3.2.

Tabel 3.2. Caracteristicile senzorului OLI (Landsat 8)

Banda	Lungime de undă (nm)	Rezoluție (m)
Banda 1 – ultra blue, pentru studii ale zonelor de coastă și aerosolilor	0.43 – 0.45	30
Banda 2 - Albastru	0.45 - 0.51	30
Banda 3 - Verde	0.53 - 0.59	30
Banda 4 - Roșu	0.64 - 0.67	30
Banda 5 – Infraroșu apropiat (NIR)	0.85 - 0.88	30
Banda 6 – Infraroșu apropiat în unde scurte (SWIR 1)	1.57 - 1.65	30
Banda 7 - infraroșu apropiat în unde scurte (SWIR 2)	2.11 - 2.29	30
Banda 8 - Pancromatic	0.50 - 0.68	15
Banda 9 - Cirrus	1.36 - 1.38	30

3.1.3. PROBA-V

PROBA-V continuă misiunile de monitorizare a vegetației începute de instrumentele Vegetation 1/2, aflate la

Îmbunătățirea avertizărilor timpurii, prognozei și atenuării efectelor secetei și inundațiilor pe baza indicatorilor hidro-climatici în timp real

bordul sateliților SPOT 4/5. Pentru mai bine de 16 ani acestea au produs informații esențiale despre productivitatea culturilor, secetă, deșertificare etc. Satelitul PROBA V, lansat în 2013, asigură succesiunea instrumentelor dedicate supravegherii vegetației imbarcate pe sateliții SPOT 4 și 5.

Instrumentul «Vegetation» operează în domeniul spectral vizibil – IR apropiat și mijlociu având o rezoluție spațială de 330 m, cu frecvență de pasaj zilnică. Pentru nevoile proiectului se vor folosi produse de sinteză pe 10 zile cu o rezoluție spațială de 330m.

3.2 Analiza indicilor de vegetație și indicatorilor secetă ce pot fi obținuți din date satelitare

Pentru monitorizarea fenomenului de secetă au fost analizați o serie de indici de vegetație și indicatori, obținuți din date satelitare.

3.2.1. Indicele de vegetație diferență normalizată (NDVI)

Reprezintă o transformare non-lineară a benzilor vizibil (roșu) și infraroșu apropiat (nir) fiind definită ca diferența dintre aceste două benzi, împărțită la suma lor: $NDVI = (\rho_{NIR} - \rho_{Red}) / (\rho_{NIR} + \rho_{Red})$, unde ρ_{NIR} reprezintă reflectanța în infraroșu apropiat, iar ρ_{Red} este reflectanța în roșu. NDVI este o „unitate de măsură” a dezvoltării și densității vegetației și este asociat cu parametrii biofizici ca: indicele suprafeței foliare (LAI), procentul de acoperire cu vegetație al terenului, activitatea fotosintetică a vegetației. Valorile NDVI sunt cuprinse între -1.0 și 1.0, valorile negative indicând nori sau apă iar valorile pozitive apropiate de 0 indicând solul neacoperit de vegetație, valorile NDVI pozitive mari indică vegetație rară (0.1-0.5) până la vegetație densă (> 0.6). Comparând imagini NDVI actuale cu imagini mai vechi, se pot monitoriza deviațiile pozitive și negative care apar pe durata sezonului de creștere al vegetației.

3.2.2 Indicele de apă diferență normalizată (NDWI)

Este un indice derivat din date satelitare, fiind dat de relația: $NDWI = (\rho_{NIR} - \rho_{SWIR}) / (\rho_{NIR} + \rho_{SWIR})$, unde ρ_{NIR} reprezintă reflectanța în infraroșu apropiat, iar ρ_{SWIR} este reflectanța în infraroșu mediu. Indicele NDWI este un bun indicator al conținutului de apă din frunze, fiind utilizat pentru detectarea și monitorizarea condițiilor de umiditate al acoperirilor vegetale. Se știe că în perioadele secetoase vegetația este supusă stresului hidric, fapt care afectează dezvoltarea plantelor și care poate cauza distrugerea culturilor în zonele agricole. Datorită faptului că este influențat de dehidratarea și ofilirea plantelor poate fi un mai bun indicator al monitorizării secetei decât NDVI. Prin furnizarea către utilizatori de date aproape în timp real, referitoare la stresul hidric al plantelor poate fi îmbunătățit managementul resurselor de apă, în special prin irigarea zonelor agricole afectate de secetă, în funcție de necesarul de apă.

3.2.3 Indicele de secetă diferență normalizată (NDDI)

Reprezintă un indice util pentru monitorizarea secetei, derivat din date satelitare, fiind calculat ca raportul dintre: diferența dintre indicele de vegetație diferență normalizată (NDVI) și indicele de apă diferență normalizată (NDWI) și suma lor: $NDDI = (NDVI - NDWI) / (NDVI + NDWI)$. Combinând informații din vizibil, infraroșu apropiat și infraroșu în unde scurte, NDDI reprezintă un indicator de secetă mai sensibil, în special în perioadele de vară. NDDI constituie o informație suplimentară precisă și utilă în monitorizarea secetei, alături de datele in-situ și agrometeorologice.

Îmbunătățirea avertizărilor timpurii, prognozei și atenuării efectelor secetei și inundațiilor pe baza indicatorilor hidro-climatici în timp real

3.2.4 Indicele suprafeței foliare (LAI)

Definit ca jumătate din suprafața frunzelor verzi proiectată pe unitatea de suprafață a solului, este variabila principală folosită în modelarea mai multor procese, cum ar fi fotosinteză și evapotranspirația. Aceasta determină mărimea interfeței atmosferă-plantă și joacă astfel rolul cheie în schimbul de energie și materie dintre acoperirea vegetală și atmosferă. LAI este un parametru structural cu importanță fundamentală în analiza cantitativă a multor procese fizice și biologice legate de dinamica vegetației și efectele sale asupra ciclului global al carbonului și asupra climatului. Monitorizarea secetei (corespunzător stării și dinamicii vegetației) pe un anumit interval de timp se poate face însumând valorile LAI extrase din datele satelitare corespunzătoare perioadei de studiu. Pentru evidențierea stresului hidric al plantelor, utilizând produse LAI se va ține cont de principalele clase de acoperire a terenului, conform Land Cover Classification, pentru zona de studiu.

3.2.5 Indicatorul de secetă fracțiunea de radiație activă în procesul de fotosinteză, absorbită de vegetație (fAPAR)

Fracțiunea zilnică de radiație fotosintetică activă absorbită reprezintă fracțiunea de radiație absorbită de acoperirea vegetală în intervalul spectral 400-700 nm. Este o variabilă ce poate fi estimată date satelitare, fiind utilă pentru calculul fotosintezei, a evapotranspirației și analiză biochimică a vegetației. fAPAR este definit ca o măsură a radiației solare (din domeniul spectral vizibil), incidente pe etajul superior al acoperirii vegetale. fAPAR este o variabilă biofizică direct corelată cu productivitatea agricolă având în vedere că radiația absorbită de plante în procesul de fotosinteză este energia care stă la baza proceselor biochimice ale plantelor. fAPAR este considerat un bun indicator pentru detectarea și determinarea impactului secetei asupra culturilor agricole și vegetației naturale.

3.3 Fluxul de creare a indicilor/indicatorilor

Din analiza indicilor și indicatorilor prezentați mai sus, pentru această etapă a proiectului, au fost selectați NDDI (deoarece NDDI integrează informațiile incluse în indicii NDVI și NDWI) și fAPAR (considerat ca o variabilă climatică esențială de către Sistemul de Observare Climatic Global al ONU - GCOS - și unul dintre indicatorii de secetă recomandați de Grupul de experți pe probleme privind lipsa apei și seceta al Uniunii Europene).

Etapele de prelucrare ale imaginilor satelitare obținute de la satelitul Proba-V sunt următoarele:

- descărcarea datelor (prin intermediul unei adrese ftp securizate);
- extragerea setului de date necesar calculării indicelui de vegetație (NDVI) și selectarea parametrilor reprezentați de formatul de ieșire al datelor (HDF, GEOTIFF, ENVI), alegerea zonei de interes sau mozaicare, tipul proiecției etc.;
- prelucrări de bază realizate într-o aplicație (PPT) de tip "batch file" pusă la dispoziție de distribuitorul autorizat (VITO – Vision on Technology);
- integrarea în mediul SIG;
- calcularea indicelui de vegetație și clasificarea valorilor.

Etapele de prelucrare ale produselor MOD09A1 și MOD15A2 cuprind următorii pași:

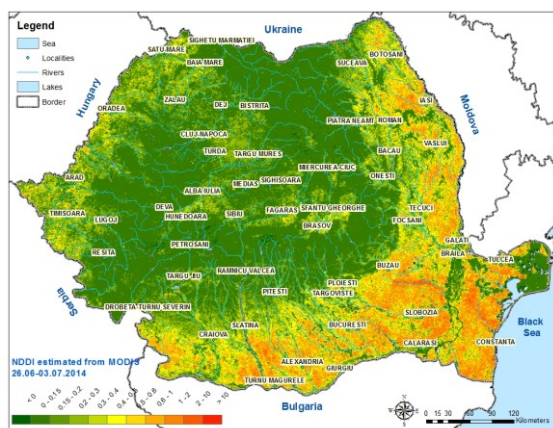
- descărcarea datelor (cu ajutorul instrumentului USGS Global Visualization Viewer (GloVis), disponibil pe site-ul <http://glovis.usgs.gov>, produsele MODIS (MOD09A1, respectiv MOD15A2) pentru perioada 2000-prezent;
- reproiectarea din proiecție sinusoidală în proiecția națională Stereo 70;
- decuparea pe zona de studiu (la nivelul țării, bazinului regiunii, județului etc.);
- mascarea norilor utilizând parametrul de calitate QB;
- extragerea setului de date necesar calculării indicilor de vegetație (fAPAR și NDDI);
- calculul indicilor de vegetație conform formulelor prezentate mai sus;

Îmbunătățirea avertizărilor timpurii, prognozei și atenuării efectelor secetei și inundațiilor pe baza indicatorilor hidro-climatici în timp real

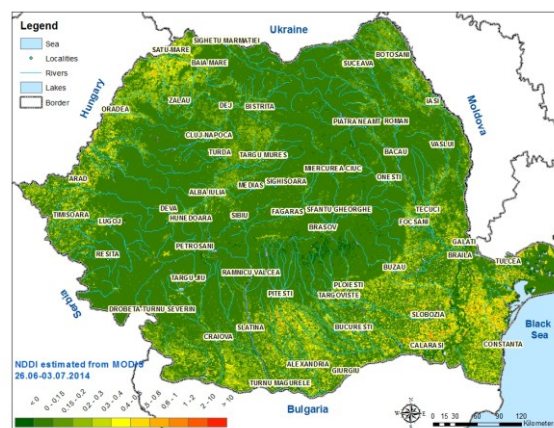
- mozaicarea foilor de hartă corespunzătoare zonei de interes

Figura 3.1 prezintă un exemplu de comparație a NDDI la nivelul României între produsul din 25.06-02.07.2007, respective 25.06 – 02.07. 2014. Valorile NDDI se clasifică astfel:

- extrem de umed (NDDI < 0);
- moderat umed (NDDI \in (0.15, 0. 2));
- normal (NDDI \in (0.3, 0. 4));
- umed uscat (NDDI \in (0.5, 0. 6));
- secetă moderată (NDDI \in (1, 2));
- secetă extremă (NDDI > 10).
- foarte umed (NDDI \in (0, 0. 15));
- ușor umed, (NDDI \in (0.2, 0. 3));
- uscat (NDDI \in (0.4, 0. 5));
- seceata ușoară, (NDDI \in (0.6, 1));
- secetă severă (NDDI \in (2, 10));



(a) NDDI: 25.06 – 02.07.2007



(b) NDDI: 25.06 – 02.07.2014

Figura 3.1: Variația spațială a indicelui NDDI, obținută din date MODIS (MOD09A1). Valorile foarte mari ale NDDI (peste 0.5) evidențiază foarte clar zonele afectate de secetă (zonele agricole din sudul și estul României).

4. Proiectarea geoportalului IMDROFLOOD

Unul din scopurile proiectului IMDROFLOOD este dezvoltarea unui geoportal SIG online (numit de aici înainte geoportalul IMDROFLOOD). Această aplicație va integra baza de date geospațială special construită pentru gestionarea indicatorilor hidro-climatici în timp real și va permite evaluarea potențialului de exploatare/valorificare a unei astfel de baze de date folosind servicii web standardizate pentru a contribui la îmbunătățirea avertizărilor timpurii, prognozei și atenuării efectelor secetei și inundațiilor. Aplicația va fi construită având la bază o arhitectură distribuită și va utiliza cele mai recente tehnologii Web și SIG. Accesarea acestora de către utilizatori se va face via Internet, prin intermediul unui navigator (browser) web. Interfața sistemului va fi concepută în concordanță cu standardele în vigoare pentru a crea un mediu prietenos de gestiune a informațiilor geospațiale. În continuare sunt descrise cerințele ce vor la baza dezvoltării geoportalului.

Îmbunătățirea avertizărilor timpurii, prognozei și atenuării efectelor secetei și inundațiilor pe baza indicatorilor hidro-climatici în timp real

4.1 Elaborarea cerințelor tehnice, inventarierea standardelor tehnologice și a entităților care emit standarde în domeniul geospațial

4.1.1 Organisme de standardizare, programe internaționale și inițiative legislative

Pe plan internațional, există o serie de instituții care se ocupă cu elaborarea și promovarea standardelor deschise în domeniu geospațial. Pe baza acestor standarde, numeroase țări au adoptat legi sau regulamente cu privire la dezvoltarea de infrastructuri naționale de date spațiale. Deoarece se dorește ca geoportalul IMDROFLOOD să fie compatibil cu standardele europene și internaționale privitoare la datele geospațiale, s-a făcut o inventariere a instituțiilor/programelor de standardizare și s-au analizat oportunitățile oferite pentru geoportal.

4.1.1.1 Open Geospatial Consortium (OGC)

Este o organizație non-profit (<http://www.opengeospatial.org>) specializată în dezvoltarea de standarde pentru datele și serviciile cu caracter geospațial. Astăzi, din consorțiul OGC fac parte peste 400 de entități (companii private, instituții guvernamentale, universități). Standardele dezvoltate de OGC sunt mai apoi preluate de organismele de standardizare naționale și internaționale. OGC promovează adoptarea standardelor prin intermediul site-ului web, a publicațiilor digitale sau tipărite, seminarii practice și conferințe.

4.1.1.2 European Committee for Standardization/Comitetul European de Standardizare (CEN)

Prin intermediul grupului de lucru CEN/TC 287 (<http://www.gistandards.eu/MWS/index.php>) se ocupă de adoptarea standardelor cu caracter geospațial la nivelul Uniunii Europene.

4.1.1.3 International Organization for Standardization/Organizația Internațională de Standardizare (ISO)

Este o confederație internațională de stabilirea normelor în toate domeniile cu excepția electricității și a electronicii, care sunt reprezentate de IEC (în engleză International Electrotechnical Commission), și cu excepția telecomunicațiilor reprezentate de ITU (International Telecommunication Union). Aceste trei organizații sunt unite în WSC (engleză, World Standards Cooperation). Grupul de lucru tehnic care se ocupă de standardele cu caracter geospațial poartă numele de ISO/TC 211 (<http://www.isotc211.org>).

4.1.1.4 Asociația de Standardizare din România (ASRO)

Este asociația împuternicită să gestioneze standardizarea în România (<http://www.asro.ro>). A fost înființată în anul 1998, ca asociație nonprofit, prin preluarea patrimoniului Institutului Român de Standardizare și al Centrului Național de Formare și Management pentru Asigurarea Calității. În domeniul geospațial, ASRO adoptă standardele ISO și CEN fără traducere sau adaptare.

4.1.1.5 Directiva Infrastructure for Spatial Information in Europe/Instituirea unei infrastructuri pentru informații spațiale în Comunitatea Europeană (INSPIRE)

Directivă europeană INSPIRE (<http://inspire.jrc.ec.europa.eu> - adoptată în 14 martie 2007) are ca scop armonizarea informației geo-spațiale între țările europene la nivel local, regional și național. Totodată, directiva INSPIRE are ca obiectiv înlesnirea accesului de către cetățeni și a întreprinderilor private la informația spațială oriunde pe întreg cuprinsul Uniunii Europene. Standardele INSPIRE pentru date și servicii de date se bazează pe cele

Îmbunătățirea avertizărilor timpurii, prognozei și atenuării efectelor secetei și inundațiilor pe baza indicatorilor hidro-climatici în timp real emise de OGC/ISO/CEN. Pentru implementarea geoportalului IMDROFLOOD au fost identificate următoarele servicii de rețea pentru care INSPIRE oferă specificații

- servicii de căutare - care permit identificarea seturilor și serviciilor de date spațiale pe baza conținutului metadatelor corespunzătoare și afișarea conținutului metadatelor;
- servicii de vizualizare - care permit cel puțin afișarea, navigarea, mărirea/micșorarea, rotirea panoramică, suprapunerea vizuală a seturilor de date spațiale, precum și afișarea informațiilor explicative și a oricărui conținut pertinent al metadatelor;
- servicii de descărcare, care permit descărcarea de copii ale seturilor de date spațiale sau ale unor părți ale acestora, precum și accesarea directă a acestora, atunci când este posibil;
- servicii de prelucrare, care permit prelucrarea seturilor de date spațiale în vederea realizării interoperabilității;
- servicii care permit apelarea la serviciile de date spațiale.

4.1.1.6 Programul european de monitorizare a Pământului (Copernicus, fost GMES)

A fost instituit prin Regulamentul (UE) nr. 911/2010 al Parlamentului European și al Consiliului. Copernicus (<http://www.copernicus.eu>) este o inițiativă bazată pe parteneriate între Uniunea Europeană, statele membre, Agenția Spațială Europeană (ESA) și alte părți interesate din Europa. Activitățile operaționale includ exploatarea infrastructurii spațiale prevăzute în mod special în acest sens (și anume misiunile satelitare „santinelă”); accesul la misiunile satelitare ale părților terțe; distribuția de date; asistența tehnică pentru Comisie în scopul concentrării necesităților în materie de date destinate componentei servicii, identificarea lacunelor în materie de observație și contribuția la specificarea noilor misiuni spațiale.

4.2 Cerințe tehnice pentru geoportalul IMDROFLOOD

Studierea cerințelor partenerilor din consorțiu, a utilizatorilor, a documentelor, standardelor și recomandărilor emise de organisme prezentate a permis compilarea unei liste cu cerințe tehnice, ce vor trebui să se regăsească în geoportalul IMDROFLOOD. Lista de cerințe a fost împărțită în mai multe categorii.

4.2.1 Cerințe generale (GEN)

Nr	Descriere
GEN-010	Geoportalul IMDROFLOOD trebuie să includă informații geospațiale relevante pentru zona de studiu și obiectivele cercetării.
GEN-020	Geoportalul IMDROFLOOD trebuie să fie accesibil pe Internet.
GEN-030	Geoportalul IMDROFLOOD trebuie să fi compatibil cu specificațiile și principiile directivei europene INSPIRE.
GEN-040	Geoportalul IMDROFLOOD trebuie să fie compatibil cu specificațiile și principiile Programului european de monitorizare a Pământului (Copernicus, fost GMES)
GEN-050	Produsele serviciului IMDROFLOOD trebuie să poată fi accesate online prin intermediul unei interfețe grafice prietenoase.

Îmbunătățirea avertizărilor timpurii, prognozei și atenuării efectelor secetei și inundațiilor pe baza indicatorilor hidro-climatici în timp real

4.2.2 Cerințe referitoare la date (DAT)

Nr	Descriere
DAT-010	Geoportalul IMDROFLOOD trebuie să poată asimila date în format raster și vector.
DAT-020	Datele geospațiale trebuie publicate în formate standard (ex. GeoTiff, HDF, CSV, GML, KML).
DAT-030	Datele geospațiale trebuie publicate în sisteme de coordonate utilizate pe teritoriul României (ex.: WGS84 – EPSG:4326; Stereo70 – EPSG:31700).
DAT-040	Atributele asociate datelor vectoriale trebuie să folosească convenții unitare.
DAT-050	Atributele cantitative asociate datelor vectoriale trebuie exprimate în aceleași unități de măsură.

4.2.3 Cerințe referitoare la funcționalitate (FUN)

Nr	Descriere
FUN-010	Geoportalul IMDROFLOOD trebuie să permită descărcarea fără restricții a seturilor de date.
FUN-020	Geoportalul IMDROFLOOD trebuie să permită selectarea și afișarea de informații pe criterii temporale.
FUN-030	Geoportalul IMDROFLOOD trebuie să permită utilizarea definițiilor/codurilor EPSG pentru sistemele de coordonate.
FUN-040	Geoportalul IMDROFLOOD trebuie să permită adăugarea de noi surse de date.
FUN-050	Geoportalul IMDROFLOOD trebuie să permită trasabilitatea informațiilor.
FUN-060	Geoportalul IMDROFLOOD trebuie să includă un serviciu de tip CSW.
FUN-070	Geoportalul IMDROFLOOD trebuie să includă un serviciu de tip WMS.
FUN-080	Geoportalul IMDROFLOOD trebuie să includă un serviciu de tip WCS.
FUN-090	Geoportalul IMDROFLOOD trebuie să includă un serviciu de tip KML.
FUN-100	Geoportalul IMDROFLOOD trebuie să permită accesarea de către utilizatori a informației geospațiale folosind o interfață de tip WMS.
FUN-110	Geoportalul IMDROFLOOD trebuie să permită accesarea de către utilizatori a informației geospațiale folosind o interfață de tip WCS.
FUN-120	Geoportalul IMDROFLOOD trebuie să permită accesarea de către utilizatori a informației

Îmbunătățirea avertizărilor timpurii, prognozei și atenuării efectelor secetei și inundațiilor pe baza indicatorilor hidro-climatici în timp real

	geospațiale folosind o interfață de tip KML.
FUN-130	Sistemul de coordonate implicit va fi Stereografic 1970 (Stereo70/EPSTG: 3844).
FUN-140	Serviciile geospațiale standard IMDROFLOOD (WMS, WCS, WFS) trebuie să ofere suport pentru cel puțin patru sisteme de coordonate: WGS84, UTM34/35, Stereo 70, Spherical Mercator sistemul de coordonate folosit de furnizorii de servicii cartografice internaționale precum Google Maps, Bing Maps, OpenStreetMap etc.).
FUN-150	Geoportalul IMDROFLOOD trebuie să permită definirea de grupuri de utilizatori.
FUN-160	Geoportalul IMDROFLOOD trebuie să includă un catalog pentru metadate.
FUN-170	Utilizatorii de tip "publisher" vor avea dreptul să publice metadate despre seturile de date din serviciul IMDROFLOOD.
FUN-180	Utilizatorii de tip "administrator" vor avea drepturi administrative asupra catalogului IMDROFLOOD.
FUN-190	Utilizatorii obișnuiți vor avea dreptul de vizualizare a metadatelor.
FUN-200	Catalogul de metadate va permite căutarea după numele seturilor de date.
FUN-210	Catalogul de metadate va permite căutarea după numele instituției ce a creat un anumit set de date.
FUN-220	Catalogul de metadate va permite căutarea după cuvinte cheie.
FUN-230	Catalogul de metadate va permite căutarea folosind extinderea geografică a seturilor de date.
FUN-240	Catalogul de metadate va permite căutarea după criterii temporale.
FUN-250	Catalogul de metadate va permite previzualizarea seturilor de date identificate de utilizator cu ajutorul funcțiilor de căutare.
FUN-260	Geoportalul IMDROFLOOD trebuie să includă un serviciu cartografic web.
FUN-270	Serviciul cartografic web va permite accesarea de informații geospațiale de la serviciile de date standard IMDROFLOOD (WMS, WFS, WCS)
FUN-280	Interfața grafică a serviciului cartografic web va include componente pentru accesarea de servicii WMS predefinite.
FUN-290	Interfața grafică a serviciului cartografic web va permite selectarea interactivă a straturilor ce se doresc afișate de la serviciile WMS predefinite.
FUN-300	Serviciul cartografic web va permite integrarea cu servicii cartografice populare (ex.: Google Maps, Bing Maps, OpenStreetMap)

Îmbunătățirea avertizărilor timpurii, prognozei și atenuării efectelor secetei și inundațiilor pe baza indicatorilor hidro-climatici în timp real

FUN-310	Geoportalul IMDROFLOOD trebuie să includă un serviciu de invocare de tip WPS.
FUN-320	Interfața grafică a aplicației va include funcționalități pentru apelarea serviciului WPS și afișarea rezultatelor generate de acesta.
FUN-330	Serviciul WPS trebuie să includă funcționalități de procesare a seriilor temporale.

4.2.4 Cerințe de securitate (SEC)

Nr	Descriere
SEC-010	Geoportalul IMDROFLOOD va fi securizat prin intermediul unui "firewall".
SEC-020	Geoportalul IMDROFLOOD va fi configurat în așa manieră încât să permită accesul doar pentru utilizatorii autorizați în anumite secțiuni ale portalului web.
SEC-030	Transferul credențialelor de conectare ale utilizatorilor se va face printr-o conexiune securizată.
SEC-040	Geoportalul IMDROFLOOD va permite accesul securizat la straturile de informație geospațială confidențiale.

4.2.5 Cerințe hardware (HAR)

Nr	Descriere
HAR-010	Geoportalul IMDROFLOOD va fi instalat pe un singur server cu arhitectură x86 sau x86-64.
HAR-020	Testarea performanțelor serviciului IMDROFLOOD se va face pe un server standard.
HAR-030	Geoportalul IMDROFLOOD va fi accesibil via Internet.

4.2.6 Cerințe software (SOF)

Nr	Descriere
SOF-010	Geoportalul IMDROFLOOD va fi implementat pe un server ce rulează un sistem de operare bazat pe GNU/Linux.
SOF-020	Geoportalul IMDROFLOOD va fi implementat exclusiv cu software liber cu sursă deschisă (FOSS)
SOF-030	Geoportalul IMDROFLOOD va include limbaje de programare "server-side" (ex.: Python, PHP).
SOF-040	Geoportalul IMDROFLOOD va permite folosirea compilatorului GCC.

Îmbunătățirea avertizărilor timpurii, prognozei și atenuării efectelor secetei și inundațiilor pe baza indicatorilor hidro-climatici în timp real

SOF-050	Geoportalul IMDROFLOOD va permite folosirea bibliotecii GDAL/OGR.
SOF-060	Geoportalul IMDROFLOOD va permite folosirea bibliotecii ImageMagick
SOF-070	Geoportalul IMDROFLOOD va permite folosirea suitei de programe GRASS GIS
SOF-080	Geoportalul IMDROFLOOD va permite folosirea suitei de programe OTB (Orfeo Toolbox)
SOF-090	Geoportalul IMDROFLOOD va permite folosirea suitei de programe SAGA GIS
SOF-100	Geoportalul IMDROFLOOD va permite folosirea suitei de programe SEXTANTE
SOF-110	Geoportalul IMDROFLOOD va permite folosirea bibliotecii GEOS

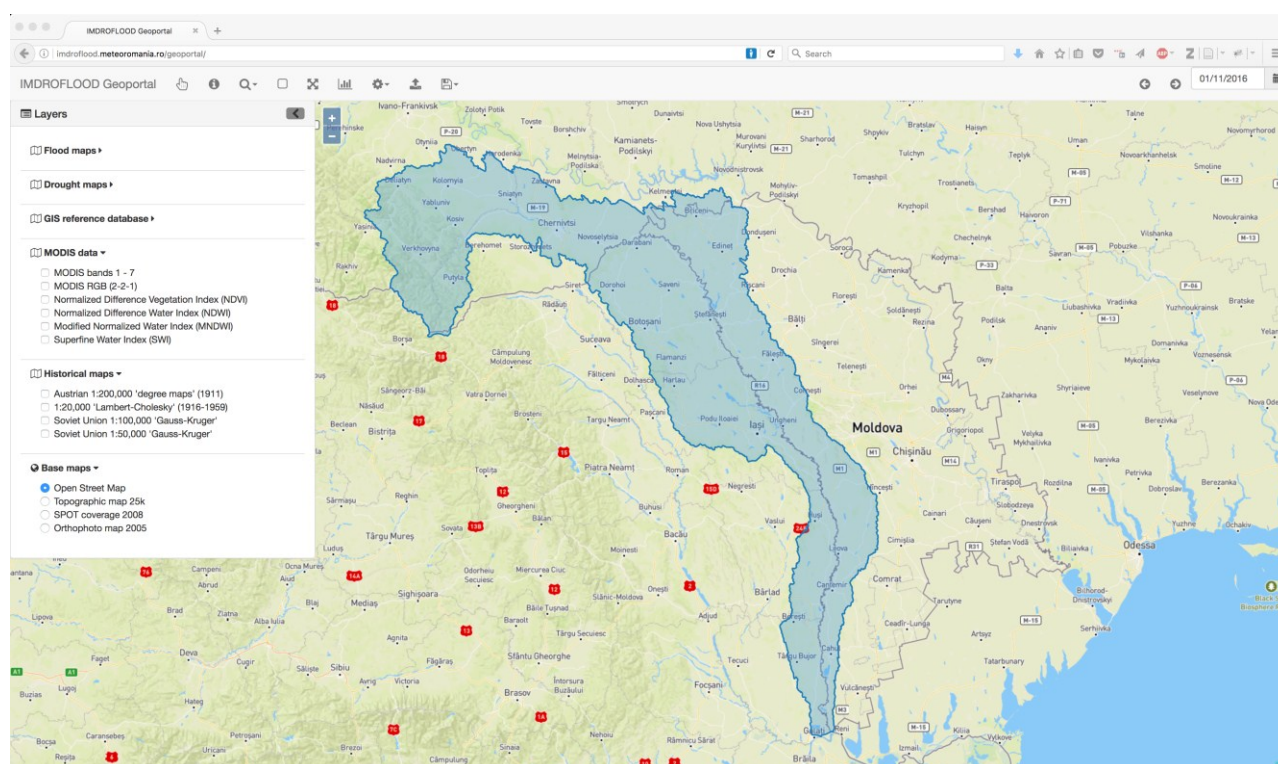


Figura 4.1. Prototip al clientului cartografic al geoportalului IMDROFLOOD

4.3 Proiectarea clientului cartografic IMDROFLOOD

Accesul utilizatorilor la resursele geospatiale oferite de geoportalul IMDROFLOOD se va realiza prin intermediul unei aplicații client ce rulează în navigatorul web. Prin intermediul acestei aplicații, utilizatorii trimit cereri către serviciul de webmapping și tot aici se vizualizează rezultatele returnate de acesta.

Interfața grafică va cuprinde mai multe zone functionale:

- Harta - harta din partea centrală va conține reprezentarea cartografică a straturilor tematice stocate în baza de date SIG. Straturile sunt accesate prin intermediul serviciilor WMS și WMTS. Harta va permite atât reprezentarea elementelor de tip raster cât și a celor de tip vector. Elementele vectoriale pot fi de tip punct, linie sau polygon. În hartă vor putea fi incluse și etichete ale entităților spațiale reprezentate, etichete generate pe baza atributelor

Îmbunătățirea avertizărilor timpurii, prognozei și atenuării efectelor secetei și inundațiilor pe baza indicatorilor hidro-climatici în timp real

asociate fiecărui element (ex: numele localităților). Reprezentarea simbolurilor cartografice și a etichetelor va fi ajustată automat în funcție de scara de reprezentare folosind standardul SLD. Harta va fi „redesenată” la fiecare operațiune efectuată de către utilizator folosind tehnici AJAX.

- Harta de ansamblu - facilitează orientarea utilizatorului în cadrul hărții principale. Permite recentrarea zonei de reprezentare din partea centrală pe o suprafață selectată interactiv prin click mouse stânga pe harta de ansamblu.
- Lista de straturi - Determină compunerea hărții principale prin selectarea interactivă a straturilor ce se doresc a fi reprezentate. Fiecare strat va avea în dreptul său două casete de selectare. Prima casetă va permite selectarea simultană a straturilor ce vor fi vizibile în hartă (se pot selecta mai multe straturi simultan). A doua casetă va permite selectarea la un moment dat a unui singur strat: stratul activ. Acesta este stratul asupra căruia se pot folosi instrumentele de identificare și analiză din bara de instrumente. Informația de tip vector va putea fi interogată și utilizată în diferite analize, atât din punct de vedere al poziției spațiale cât și din punct de vedere al atributelor asociate. Informațiile din baza de date vor putea fi afișate și peste hărți bază de tip Google Maps, Bing Maps sau OpenStreetMap. În acest caz proiecția cartografică folosită de clientul cartografic va fi Spherical Mercator (EPSG:3857 sau EPSG:900913).
- Bara cu instrumente - va conține toate instrumentele necesare pentru:
 - ✓ Explorarea interactivă a hărții de către utilizatori prin intermediul unor controale consacrate deja în lumea SIG și WebSIG, precum navigare (pan), mărire (zoom in), micșorare (zoom out), zoom anterior, zoom următor, afișare hartă la extinderea maximă;
 - ✓ Măsurarea interactivă a distanțelor și suprafețelor pe hartă;
 - ✓ Afișarea scării numerice și a celei grafice a hărții.
 - ✓ Tipărirea hărții;
 - ✓ Afișarea interactivă a coordonatelor cursorului;
 - ✓ Interogarea spațială a datelor;
 - ✓ Consultarea tabelii cu atribute;
 - ✓ Selectarea datelor;
 - ✓ Editarea datelor;
 - ✓ Modificarea opacității stratului activ;
 - ✓ Căutarea de informații în baza de date;

Un prim prototip al clientului cartografic al geoportului IMDROFLOOD poate fi observat în Figura 4.1.

5. Concluzii

În această etapă au fost identificate cele 3 tipurile de date ce vor fi integrate în etapele următoare în baza de date geospațială, special construită pentru gestionarea indicilor hidro-climatici în timp real, folosind servicii web standardizate, pentru a contribui la îmbunătățirea avertizărilor timpurii, prognozei și atenuării efectelor secetei și inundațiilor. Procedee de analiză a calității datelor și a omogenizării (atunci când e necesar) au fost elaborate pentru cazul concret al bazinului râului Prut. Protocoale, standarde și cerințe au fost selectate pentru proiectarea portalului geospațial ce va integra toate tipurile de date în fluxurile operative de creare a indicilor hidro-meteorologici, în etapele următoare. În concluzie, toate obiectivele etapei 2016 au fost îndeplinite.

6. Referințe bibliografice

- Arya S., Mount D.M., Netanyahu N.S., Silverman R. and Wu A.Y., 1998: An optimal algorithm for approximate nearest neighbor searching. Journal of the ACM, 45, 891-923.
- Beygelzimer A., Kakade S. and Langford J., 2006: Cover trees for nearest neighbor. ACM Proc. 23rd international conference on Machine learning, 148, 97-104.

Îmbunătățirea avertizărilor timpurii, prognozei și atenuării efectelor secetei și inundațiilor pe baza indicatorilor hidro-climatici în timp real

- Burcea S., S. Cheval, A. Dumitrscu, B. Antonescu, A. Bell and T. Breza, 2012: Comparison between radar estimated and rain gauge measured precipitation in the Moldavian Plateau, Environ. Eng. Manag. J., 11-4, 723-731.
- Costa AC, Soares A (2009) Homogenization of climate data: review and new perspectives using geostatistics. Mathematical Geosciences 41: 291–305. doi: 10.1007/s11004-008-9203-3.
- Dumitrescu A, Birsan MV (2015) ROCADA: a gridded daily climatic dataset over Romania (1961–2013) for nine meteorological variables. Natural Hazards 78(2): 1045–1063. DOI: 10.1007/s11069-015-1757-z
- Lakatos M, Szentimrey T, Bihari Z, Szalai S (2013) Creation of a homogenized climate database for the Carpathian region by applying the MASH procedure and the preliminary analysis of the data. Időjárás 117(1): 143-158.
- Szentimrey T (1999) Multiple Analysis of Series for Homogenization (MASH). Proceedings of the second Seminar for Homogenization of Surface Climatological Data. Budapest, Hungary. WMO, WCDMP-No. 41: 27–46.
- Szentimrey T (2008) Development of MASH homogenization procedure for daily data. Proceedings of the fifth seminar for homogenization and quality control in climatological databases, Budapest, Hungary, 2006, WCDMP-No. 71: 123–130.
- Szentimrey T (2011) Manual of homogenization software MASHv3.03. Hungarian Meteorological Service.
- Smith JA, Seo DJ, Baek ML, Hudlow MD, 1996: An intercomparison study of NEXRAD precipitation estimates. Water Resour Res, 32, 2035–2045.
- Zhang J, Wang S, Clarke B. 2004. WSR-88D reactivity quality control using horizontal and vertical reactivity structure. In Proceedings of 11th Conference on Aviation , Range, and Aerospace Meteorology, 4–8 October 2004, Hyannis, MA. American Meteorological Society: Boston, MA.

7. Listă de abrevieri

AJAX	Asynchronous JavaScript	INSPIRE	Infrastructure for Spatial Information in the European Community
CEN	European Committee for Standardisation	ISO	International Organization for Standardization
CRS	Coordinate Reference System	KML	Keyhole Markup Language
CSV	Comma Separated Values	OGC	Open Geospatial Consortium
CSW	Catalogue Service Web	PDF	Portable Document Format
EOS	Earth Observing System	PNG	Portable Network Graphics
EPSG	European Petroleum Survey Group	SIG	Sistem Informațional Geografic
GDAL	Geospatial Data Abstraction Library	SLD	Styled Layer Descriptor
GeoTIFF	Geo Tagged Image File Format	WCS	Web Coverage Service
GIF	Graphics Interchange Format	WFS	Web Feature Service
GIS	Geographic Information System	WMS	Web Map Service
GML	Geography Markup Language	WMTS	Web Map Tiled Service
HDF	Hierarchical Data Format	WPS	Web Processing Service
		XML	Extensible Markup Language