



UNIUNEA EUROPEANĂ



Instrumente Structurale
2014-2020



COMPANIA NAȚIONALĂ
DE CĂI FERATE
CNCF „CFR” SA

STUDIU DE SCHIMBĂRI
CLIMATICE

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ – ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”

STUDIU DE SCHIMBĂRI CLIMATICE

PENTRU

„ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ NAPOCA – ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”



UNIUNEA EUROPEANĂ



Instrumente Structurale
2014-2020



COMPANIA NAȚIONALĂ
DE CĂI FERATE
CNCF „CFR” SA

STUDIU DE SCHIMBĂRI
CLIMATICE

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ – ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”

CUPRINS

1. INTRODUCERE	4
2. OBIECTIVELE STUDIULUI	5
3. METODOLOGIE	5
3.1. Analiza de sensibilitate	5
3.2. Evaluarea expunerii	6
3.3. Evaluarea vulnerabilității	7
3.4. Evaluarea riscurilor	7
4. ANALIZA SENSIBILITĂȚII	9
5. EVALUAREA EXPUNERII	11
5.1. Surse de date	11
5.2. Temperatură	12
5.3. Precipitații	15
5.4. Viteza vântului	18
5.5. Inundații	18
5.6. Riscul de incendii de vegetație	21
5.7. Alunecări de teren	22
5.8. Evaluarea expunerii	24
5. ANALIZA VULNERABILITĂȚII	27
6. EVALUAREA RISCULUI	29
7. IDENTIFICAREA OPȚIUNILOR DE ADAPTARE LA SCHIMBĂRILE CLIMATICE	32
8. EVALUAREA OPȚIUNILOR DE ADAPTARE	34
9. CONCLUZII ȘI RECOMANDĂRI	36
BIBLIOGRAFIE	37



UNIUNEA EUROPEANĂ



Instrumente Structurale
2014-2020



COMPANIA NAȚIONALĂ
DE CĂI FERATE
CNCF „CFR” SA

STUDIUL DE SCHIMBĂRI
CLIMATICE

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ – ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”

ABREVIERI ȘI ACRONIME

ABA	Administrația Bazinală de Apă
ANAR	Administrația Națională „Apele Române”
ANM	Administrația Națională de Meteorologie
CF	Cale ferată
EEA	Agenția Europeană de Mediu (European Environment Agency)
GCM	Model climatic global
GIS	Sistem Informațional Geografic
INHGA	Institutul Național de Hidrologie și Gospodărire a Apelor
IPCC	Grupul interguvernamental privind schimbările climatice (Intergovernmental Panel on Climate Change)
UAT	Unitate administrativ teritorială
UE	Uniunea Europeană

1. INTRODUCERE

Prezentul raport este elaborat în cadrul proiectului „**Electrificarea și reabilitarea liniei de cale ferată Cluj-Napoca – Oradea – Episcopia Bihor**”, aparținând **Companiei Naționale de Căi Ferate „CFR” SA**.

Proiectul analizat vizează electrificarea și reabilitarea liniei de cale ferată Cluj - Oradea - Episcopia Bihor și presupune realizarea unei infrastructuri ce va permite viteze maxime cuprinse între 100 km/h și 160 km/h.

Electrificarea și reabilitarea tronsonului de cale ferată Cluj Napoca – Oradea – Episcopia Bihor conduce la realizarea unei infrastructuri feroviare optimizate, ce va avea un rol major în dezvoltarea zonală și în strânsă legătură cu realizarea obiectivelor MPGT, dar și cu alte strategii europene.

Schimbările climatice (creșterea temperaturii, modificări în cantitățile și distribuția precipitațiilor, intensificarea fenomenelor extreme) au loc la nivel global și în Europa, iar unele dintre modificările observate au stabilit recorduri în ultimii ani. Schimbările climatice observate au condus deja la o gamă largă de efecte asupra sistemelor de mediu și asupra societății, efecte importante fiind preconizate și în viitor. Schimbările climatice pot conduce la creșterea vulnerabilităților existente și la adâncirea dezechilibrelor socio-economice în Europa. Măsuri de reducere și adaptare la efectele schimbărilor climatice sunt necesare în numeroase domenii, acestea putând contribui la scăderea pagubelor produse de dezastrelor naturale și alte efecte ale schimbărilor climatice.

Efectele viitoare ale schimbărilor climatice reprezintă o provocare semnificativă pentru operatorii rețelelor de căi ferate. Una din cele mai mari amenințări este caracterul direct distructiv al apei în episoade de viituri, inundații și precipitații intense. De asemenea, alunecările de teren, căderile de pietre și avalanșele pot duce la perturbări mari în operarea căilor ferate. Creșterea frecvenței și intensității precipitațiilor și inundațiilor pot crește probabilitatea ca aceste fenomene de dislocare a maselor de sol, rocă sau zăpadă să apară. Temperaturile extreme pot duce la modificarea geometriei căilor ferate, existând potențialul de deraiere ce poate rezulta în decese, vătămări și distrugerii materiale, dar și la disconfort ridicat pentru angajați și pasageri. Furtunile și tornadele pot afecta operațiunile feroviare prin afectarea echipamentului electric, blocarea șinelor și distrugerea infrastructurilor.

Vulnerabilitatea rețelelor de căi ferate vine în primul rând din susceptibilitatea la schimbări neprevăzute în tendințele climatice dar și din din creșterile potențiale ale intensității și frecvenței episoadelor de fenomene extreme. Este necesară separarea efectelor schimbărilor și variabilității climatice asupra infrastructurii (elemente fizice necesare pentru bunuri și pasageri) și a operațiunilor din sistemul de căi ferate (activitățile recurente necesare transportului bunurilor și pasagerilor).

Pe lângă efectele schimbărilor climatice care impun realizarea strategiilor pentru gestionarea perturbărilor din sistemul feroviar, schimbările socio-economice (migrație, dezvoltare economică, expansiunea urbană) crează presiuni adiționale asupra climei. Unul din obiectivele strategice naționale în sectorul de transport referitoare la reducerea emisiilor de gaze cu efect

de seră este reprezentat de inversarea tendinței de declin pe termen lung al transportului feroviar pentru călători (Ministerul Mediului și Schimbărilor Climatice, 2015). Fenomenele cauzate de schimbările climatice pot duce la pierderi economice mari, astfel că măsurile de adaptare au cu atât mai multă importanță din punct de vedere comercial (Queen, 2017). Prin adoptarea celor mai noi tehnologii, prin stimularea investițiilor și prin promovarea tranziției de la utilizarea mașinii personale, căile ferate pot antrena dezvoltarea economică la nivel local și național, și în același timp pot contribui la reducerea gazelor cu efect de seră.

2. OBIECTIVELE STUDIULUI

Obiectivele acestui studiu sunt reprezentate de evaluarea impactului schimbărilor climatice asupra infrastructurii și operațiunilor de transport aferente liniei de cale ferată Cluj Napoca – Oradea – Episcopia Bihor, precum și formularea de măsuri de adaptare la schimbările climatice.

3. METODOLOGIE

Studiul are la bază cerințelor ghidului elaborat de către Directoratul General pentru Politici Climatice (DG Clima) din cadrul Comisiei Europene - „Guidelines for Project Managers: Making vulnerable investments climate resilient”, ale ghidului „Climate change and major projects” elaborat de Comisia Europeană și ale metodologiei „Understanding Climate Change Vulnerability and Risk Assessment, Romania Water Projects”, elaborată de Jaspers în anul 2017, cerințele acestora fiind aplicate pentru “Electrificarea și reabilitarea liniei de cale ferată Cluj - Oradea - Episcopia Bihor”, în funcție de relevanță și datele disponibile.

Conform ghidului, în cadrul evaluării au fost parcurse următoarele etape:

1. Identificarea sensibilității proiectului din punct de vedere climatic;
2. Evaluarea expunerii în zona de implementare a proiectului;
3. Analiza vulnerabilității;
4. Evaluarea riscului;
5. Identificarea opțiunilor de adaptare;
6. Evaluarea opțiunilor de adaptare.

3.1. Analiza de sensibilitate

Analiza de sensibilitate presupune identificarea sensibilității tipului de proiect în raport cu o serie de variabile climatice și efecte secundare/riscuri legate de climă. Sensibilitatea proiectului în raport cu variabilele climatice trebuie evaluată din punct de vedere al componentelor acestuia, respectiv: bunuri și procese, intrări, ieșiri și rețele de transport.

Clasele de sensibilitate utilizate sunt în conformitate cu cele recomandate de ghidul elaborat de către Directoratul General pentru Politici Climatice (DG Clima) din cadrul Comisiei Europene - „Guidelines for Project Managers: Making vulnerable investments climate resilient” și metodologia „Understanding Climate Change Vulnerability and Risk Assessment, Romania Water Projects” (Jaspers, 2017). Au fost utilizate următoarele clase de sensibilitate:

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ – ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”

- Sensibilitate ridicată: variabila climatică/hazardul poate avea un impact semnificativ asupra bunurilor și proceselor, intrărilor, ieșirilor și legăturilor de transport;
- Sensibilitate medie: variabila climatică/hazardul poate avea un impact mediu asupra bunurilor și proceselor, intrărilor, ieșirilor și legăturilor de transport;
- Sensibilitate mică: variabila climatică/hazardul poate avea un impact slab asupra bunurilor și proceselor, intrărilor, ieșirilor și legăturilor de transport;
- Fără sensibilitate – variabila climatică/hazardul nu are niciun efect asupra bunurilor și proceselor, intrărilor, ieșirilor și legăturilor de transport.

Tabelul nr. 1 Clasele de sensibilitate utilizate pentru identificarea sensibilității proiectului ca urmare a unui hazard climatic

Tip de proiect	Componentă proiect	Sensibilitate			
		Fără sensibilitate (0)	Mică (1)	Medie (2)	Ridicată (3)
Proiect de transport - drum	Bunuri și procese	Fără impact asupra componentei proiectului	Perturbări minore ale traficului feroviar.	Perturbări moderate ale traficului feroviar, fără producerea de accidente și/ sau pierderi de vieți omenești.	Perturbări semnificative ale traficului feroviar, cu producerea de accidente și/ sau pierderi de vieți omenești.
	Ieșiri		Impact minor asupra utilizatorilor, beneficiilor și cererii de trafic.	Impact mediu asupra utilizatorilor, beneficiilor și cererii de trafic.	Impact major asupra utilizatorilor, beneficiilor și cererii de trafic.
	Rețele de transport		Scoaterea din funcțiune a infrastructurii de transport pentru maxim 24 de ore, cu impact minor asupra utilizatorilor	Scoaterea din funcțiune a infrastructurii de transport pentru 1-2 zile, cu impact mediu asupra utilizatorilor	Scoaterea din funcțiune a infrastructurii de transport pentru mai mult de 2 zile, cu impact major asupra utilizatorilor

3.2. Evaluarea expunerii

Evaluarea expunerii în zona de implementare a proiectului, fără a lua în considerare proiectul, a fost realizată atât din punct de vedere al condițiilor climatice actuale, cât și al celor viitoare. De asemenea este importantă identificarea și înțelegerea expunerii diferite din punct de vedere al frecvenței și intensității a unor zone geografice la efectele schimbărilor climatice. Tabelul nr. 2 reprezintă scara de evaluare a expunerii la condițiile climatice.

Tabelul nr. 2 Scara pentru evaluarea expunerii la condițiile climatice actuale și viitoare

	Expunere			
	Fără expunere (0)	Scăzută (1)	Medie (2)	Ridicată (3)
Expunere	Hazardul nu s-a	Hazardul s-a	Hazardul s-a	Hazardul s-a

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ – ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”

	Expunere			
	Fără expunere (0)	Scăzută (1)	Medie (2)	Ridicată (3)
la condițiile actuale	manifestat niciodată	manifestat o dată în ultimii 25 ani	manifestat de două ori în ultimii 10 ani	manifestat în fiecare an în ultimii 5 ani
	Datele colectate până în prezent nu sugerează o tendință de evoluție negativă (creștere sau scădere, după caz)	Datele colectate până în prezent sugerează o tendință ușoară de evoluție negativă (creștere sau scădere, după caz)	Datele colectate până în prezent sugerează o tendință de evoluție negativă (creștere sau scădere, după caz)	Datele colectate până în prezent sugerează o tendință semnificativă de evoluție negativă (creștere sau scădere, după caz)
Expunere la condițiile viitoare	Hazardul nu va apărea în viitor în locația/ locațiile analizate ca urmare a schimbărilor climatice	Hazardul este improbabil să apară mai frecvent în viitor ca urmare a schimbărilor climatice	Hazardul ar putea să apară mai frecvent în viitor ca urmare a schimbărilor climatice	Hazardul va apărea mai frecvent în viitor ca urmare a schimbărilor climatice

3.3. Evaluarea vulnerabilității

Analiza vulnerabilității constă în identificarea variabilelor/ hazardelor climatice care pot avea impact asupra proiectului, pe baza sensibilității și expunerii, atât pentru condițiile actuale, cât și pentru cele viitoare. Acest lucru s-a realizat cu ajutorul matricii prezentate în Tabelul nr. 3, în care Vulnerabilitatea = Sensibilitatea * Expunerea.

Tabelul nr. 3 Matrice utilizată pentru clasificarea vulnerabilităților

		Expunere			
		Fără expunere (0)	Scăzută (1)	Medie (2)	Ridicată (3)
Sensibilitate	Fără sensibilitate (0)	0	0	0	0
	Mică (1)	0	1	2	3
	Medie (2)	0	2	4	6
	Ridicată (3)	0	3	6	9

Legendă:

Vulnerabilitate	fără vulnerabilitate (0)	redușă (1-2)	medie (3-4)	ridicată (6-9)
------------------------	--------------------------	--------------	-------------	----------------

3.4. Evaluarea riscurilor

Evaluarea riscurilor s-a realizat pe baza analizei vulnerabilităților prin identificarea riscurilor și oportunităților asociate vulnerabilităților ridicate și medii. Aceasta constă în evaluarea probabilității și magnitudinii consecințelor efectelor asociate cu hazardele identificate în etapa 2, precum și evaluarea importanței riscului pentru succesul proiectului. Matricea utilizată pentru evaluarea riscului este prezentată în Tabelul nr. 4, scara de evaluare a probabilității de apariție a hazardului este prezentată în

Tabelul nr. 5, iar scara pentru evaluarea magnitudinii consecințelor în Tabelul nr. 6.

Tabelul nr. 4 Matrice utilizată pentru evaluarea riscului

		Magnitudinea consecințelor (M)		
		1	2	3
Probabilitatea de apariție (P)	1	1	2	3
	2	2	4	6
	3	3	6	9

Nivelul riscului

7 - 9	Ridicat
4 - 6	Moderat
1 - 3	Redus

Tabelul nr. 5 Scara pentru evaluare probabilității de apariție a hazardului

1	2	3
Improbabil	Probabil	Aproape cert
Probabilitate redusă de apariție	Hazardul a mai apărut și este probabil să mai apară	Hazardul a mai apărut și este aproape cert că va mai apărea

Tabelul nr. 6 Scară pentru evaluarea magnitudinii consecințelor

1	2	3
Minoră	Moderată	Catastrofică
Eveniment cu consecințe negative minore asupra operării normale, ce pot fi îndepărtate prin mentenanța obișnuită sau prin modificarea operațiunilor	Eveniment cu consecințe negative moderate asupra operării normale, ce necesită investiții și ar putea necesita măsuri de adaptare	Dezastru ce poate conduce la întreruperea serviciilor și/sau distrugerea unor componente ale sistemelor, cu impact major asupra comunităților locale, ce impune măsuri de adaptare

Identificarea opțiunilor de adaptare constă în identificarea acelor măsuri care răspund vulnerabilităților și riscurilor identificate în etapele anterioare.

4. ANALIZA SENSIBILITĂȚII

Sensibilitatea tipului de proiect din punct de vedere climatic a fost analizată în raport cu un set de variabile climatice cheie, selectate pe baza cerințelor specifice proiectelor de infrastructură feroviară.

Sensibilitatea din punct de vedere climatic a fost identificată pentru fiecare dintre cele 4 componente ale proiectelor de infrastructură feroviară: bunuri și procese, intrări, ieșiri și rețele de transport (Tabelul nr. 7). Fiecare dintre aceste componente a fost încadrată în clasele de sensibilitate prezentate în cadrul secțiunii anterioare.

În cazul proiectelor de infrastructură feroviară, **bunurile și procesele** sunt reprezentate de traficul și elementele de infrastructură feroviară, incluzând locomotive, vagoane, stâlpi de susținere, stâlpi de linii de energie electrică și construcțiile ce deservește pasagerii și angajații (clădiri, platforme, căi de acces). **Intrările** sunt reprezentate de energia electrică și combustibil. **Ieșirile** includ pasagerii, veniturile, cerințele utilizatorilor și beneficiile oferite de utilizarea căii ferate (reducerea timpului de tranzit, confort sporit, reducerea emisiilor, etc.). **Rețelele de transport** sunt reprezentate de elementele de infrastructură precum liniile de cale ferată, podurile, tearasamentele, marcajele și semnalizarea, sistemele de telecomunicații și liniile electrice, drumurile tehnologice/de întreținere.

În cadrul variabilelor climatice au fost incluse atât efecte primare ale schimbărilor climatice, cât și efecte secundare dependente în mod direct de cele primare. La rândul lor, componentele proiectului sunt interdependente, afectarea unora dintre acestea putând avea consecințe asupra celorlalte. De exemplu, afectarea unor legături de transport de către fenomenele generate de schimbări climatice pot conduce la întreruperea traficului feroviar, la creșterea timpului de deplasare și la generarea unor costuri superioare de transport și mentenanță. Sensibilitatea componentelor poate fi afectată și de alți factori care nu depind de schimbările climatice, precum creșterea populației și schimbări apărute în modul de viață și în tehnologie.

Tabelul nr. 7 Identificarea sensibilității tipurilor de proiecte în raport cu variabilele climatice

Nr.	Variabile climatice	Proiecte de infrastructură feroviară			
		Bunuri și procese	Intrări	Ieșiri	Rețele de transport
1	Creșterea temperaturii medii	2	1	1	2
2	Creșterea temperaturilor extreme	3	2	2	3
3	Modificări ale cantităților medii de precipitații	2	1	1	2
4	Modificări ale cantităților de precipitații extreme	2	2	2	2
5	Viteza medie a vântului	2	1	1	1
6	Modificări ale vitezei maxime a vântului	2	1	1	1
7	Umiditate	1	1	1	1
8	Radiație solară	1	1	1	1

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ – ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”

Nr.	Variabile climatice	Proiecte de infrastructură feroviară			
		Bunuri și procese	Intrări	Ieșiri	Rețele de transport
9	Creșterea numărului de perioade secetoase	2	2	2	2
10	Furtuni	2	2	2	2
11	Inundații	3	2	2	3
12	Eroziunea solului	2	1	1	2
13	Incendii de vegetație	3	2	2	3
14	Alunecări de teren	3	2	2	3
15	Creșterea nivelului mării	3	3	3	3
16	Creșterea temperaturii apei mării	1	1	1	1
17	Creșterea acidității mărilor și oceanelor	1	1	1	1
18	Furtuni de praf	2	2	2	2
19	Eroziune costieră	2	2	2	2
20	Căderi de zăpadă și îngheț	3	2	2	3

Legendă:

Sensibilitate climatică	fără sensibilitate (0)	mică (1)	medie (2)	ridicată (3)
--------------------------------	------------------------	----------	-----------	--------------

Din cele 20 de variabile climatice prezentate mai sus, 14 au fost considerate relevante pentru proiectul analizat, astfel:

- Creșterea temperaturii medii;
- Creșterea temperaturilor extreme;
- Modificări ale cantităților medii de precipitații;
- Modificări ale cantităților de precipitații extreme;
- Viteza medie a vântului;
- Modificări ale vitezei maxime a vântului;
- Umiditate;
- Radiație solară;
- Creșterea numărului de perioade secetoase;
- Furtuni;
- Inundații;
- Incendii de vegetație;
- Alunecări de teren;
- Căderi de zăpadă și îngheț.

Din cele 14 variabile climatice relevante, evaluarea generală a sensibilității a indicat 8 variabile climatice ce prezintă o sensibilitate ridicată pentru unele componente ale proiectului și 6 variabile climatice ce prezintă o sensibilitate medie pentru unele componente.

5. EVALUAREA EXPUNERII

5.1. Surse de date

În vederea evaluării expunerii în zona de implementare a proiectului (fără a ține cont de proiect) pentru fiecare dintre variabilele climatice selectate au fost utilizate date publice privind temperatura, precipitațiile, viteza vântului, ariditatea, evapotranspirația, hărți de hazard și imagini satelitare Landsat 8 (Tabelul nr. 8).

Tabelul nr. 8 Indicatori, metodologii și surse de date utilizate

Nr.	Variabilă	Metodologie	Surse principale de date
1	Temperatură	Analiză GIS: calcularea diferențelor de temperatură între prezent și estimările pentru 2050 pentru lunile iulie și ianuarie	Date Worldclim (GCM Climate Projections, 1x1 km raster): temperatura maximă (°C), temperatura minimă (°C) Impact2C: valuri de căldură în timpul verii
		Analiza literaturii de profil	Ghidul privind adaptarea la efectele schimbărilor climatice, Ministerul Mediului și Dezvoltării Durabile Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2012 și 2016, EEA Climate Change and Impacts on Water Supply - CC WaterS, INHGA Schimbările climatice – de la bazele fizice la riscuri și adaptare, ANM
2	Precipitații	Analiză GIS: evoluția cantităților de precipitații anuale și a precipitațiilor extreme	Date Worldclim (GCM Climate Projections, 1x1 km raster): precipitații anuale (mm) Impact2C – precipitații extreme (mm/zi) (https://www.atlas.impact2c.eu/en/climate/extreme-precipitation/)
		Analiza literaturii de profil	Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2012 și 2016, EEA Date disponibile pe site-ul Administrației Române Apele Române http://www.rowater.ro/EPRI/EPRI.aspx
3	Viteza vântului	Analiză GIS: Identificarea zonelor în care se înregistrează viteze mari ale vântului	Date Impact2C: potențial energetic eolian Harta potențialului energetic eolian https://www.europeandataportal.eu/data/en/dataset/harta-potențialului-energetic-eolian
		Analiza literaturii de profil	Schimbările climatice – de la bazele fizice la riscuri și adaptare, ANM
4	Inundații	Analiză GIS: identificarea zonelor cu risc mare de expunere la inundații	Harta de risc elaborată de Organizația Mondială a Sănătății (1x1 km)

Nr.	Variabilă	Metodologie	Surse principale de date
		Date și informații de la autoritățile responsabile	Planul de Management al Riscului la Inundații în Spațiul Hidrografic Someș-Tisa și Spațiul Hidrografic Crișuri Hărțile de hazard și de risc la inundații, ANAR
5	Riscul de incendii de vegetație	Calcularea Hybrid Fire Index conform Adab, 2011	Imagini satelitare Landsat 8 Modelul digital al terenului SRTM Global Forest Watch Fires https://fires.globalforestwatch.org/home/
6	Alunecări de teren	Analiză GIS: identificarea zonelor cu risc mare de expunere la alunecări de teren	European Landslide Susceptibility Map (ELSUS1000) v2 http://esdac.jrc.ec.europa.eu/themes/landslides
7	Eroziunea solului	Analiză GIS: identificarea zonelor de eroziune și sedimentare	Net erosion and sediment transport using WaTEM/SEDEM (for EU)

5.2. Temperatură

Ghidul al V-lea al IPCC arată că aproape întreaga suprafață a Pământului a înregistrat creșteri de temperatură, media globală fiind în creștere cu 0,85°C în perioada 1880 - 2012. Pe teritoriul european, temperatura medie anuală a fost cu 1,5°C în perioada 2006-2015 comparativ cu nivelurile pre-industriale (Agenția Europeană de Mediu, 2016).

Conform ghidului privind adaptarea la efectele schimbărilor climatice realizat de către Ministerul Mediului și Dezvoltării Durabile, s-a observat pe teritoriul României o creștere a temperaturilor medii anuale cu 0,5°C în perioada 1901-2006, mai redusă comparativ cu nivelul global.

Modelele climatice previzionează în secolul 21 creșteri ale temperaturilor medii globale în toate scenariile de emisii de gaze cu efect de seră. Estimările medii globale sunt între 2,6-4,8°C la sfârșitul secolului, iar pe teritoriul european încălzirea este accelerată, ajungând în intervalul 2,5-5,5 °C în perioada 2071-2100 comparativ cu 1971-2000 (Agenția Europeană de Mediu, 2016). Evoluția temperaturilor în România va fi similară cu cea de pe teritoriul întregii Europe.

De asemenea, au fost semnalate modificări semnificative în tendințele temperaturilor extreme. Astfel, a crescut frecvența anuală zilelor tropicale în timpul verii și a scăzut frecvența zilelor de iarnă (Bojariu, 2015).

Temperatura medie anuală din zona proiectului este de aproximativ 8,2 °C în județul Cluj (partea estică a proiectului) și 10,5 °C în județul Bihor (partea vestică a proiectului). Analizând evoluția anuală a temperaturilor medii lunare, rezultă că în sectorul deluros luna cea mai rece este ianuarie (valori medii cuprinse între -4 și -5°C), iar cea mai caldă iulie (18-20°C).

Analiza temperaturilor extreme a fost realizată pe baza datelor WorldClim cu o rezoluție spațială de 1 km, ce fac disponibile informații referitoare la situația actuală (temperaturi măsurate în

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ – ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”

perioada 1960 - 1990) și estimări ale temperaturilor viitoare. Modelul HadGEM2-CC este utilizat pentru estimarea situației din anul 2050, în scenariul în care emisiile de gaz cu efect de seră vor atinge punctul maxim în 2040. Au fost utilizate datele reprezentative pentru temperaturile extreme, maxime în iulie și minime în ianuarie, pentru a observa schimbările în acest parametru climatic în zona studiată. Sunt prezentate următoarele rezultatele privind creșterile în temperatura maximă în luna iulie. Valorile generate de analiza datelor arată că temperaturile maxime (în luna iulie) vor înregistra creșteri de până la 12,5 °C în 2050, în zona UAT Bratca și de până la 10 °C pe jumătatea vestică a tronsonului CF analizat, de la UAT Negreni la UAT Borș. (Figura nr. 1).

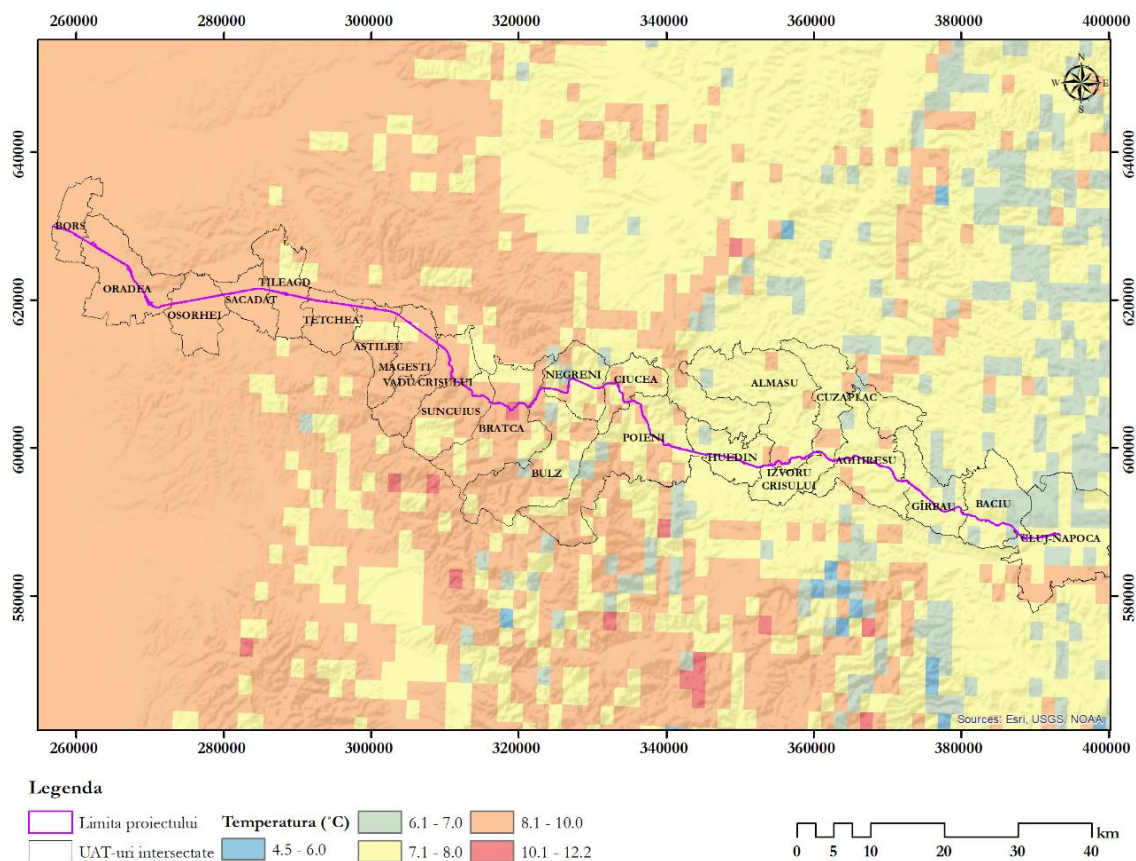


Figura nr. 1 Creșterea temperaturilor maxime până în anul 2050 (sursa datelor: www.worldclim.org)

Conform Raportului V al IPCC, frecvența valurilor de căldură a crescut în areale extinse din Europa, impactul antropic ducând la dublarea probabilității de apariție a acestui fenomen în unele zone. De asemenea, se previzionează că valurile de căldură vor fi mai dese iar durata lor va fi mai lungă. Conform Bojariu (2005), valul de căldură este definit în România drept o perioadă de minim 2 zile cu temperaturi maxime de cel puțin 37°C. În 2003, 2007 și 2012 au fost înregistrate valori de căldură intense. Vestul și nord-vestul României înregistrează tendințe crescătoare semnificative în numărul de zile cu valuri de căldură, implicit și zona proiectului (Figura nr.). În perioada 2021-2050 se estimează diferențe ale numărului de zile cu valuri de căldură față de perioada 1971-2000 între 2,5 și 3,5 zile/an, în zona proiectului (Bojariu, 2015). Conform datelor din cadrul proiectului European IMPACT2C, proiectul se află într-o zonă cu tendințe de creștere cu aproximativ 8 zile a numărului de zile cu valuri de căldură din timpul verii.

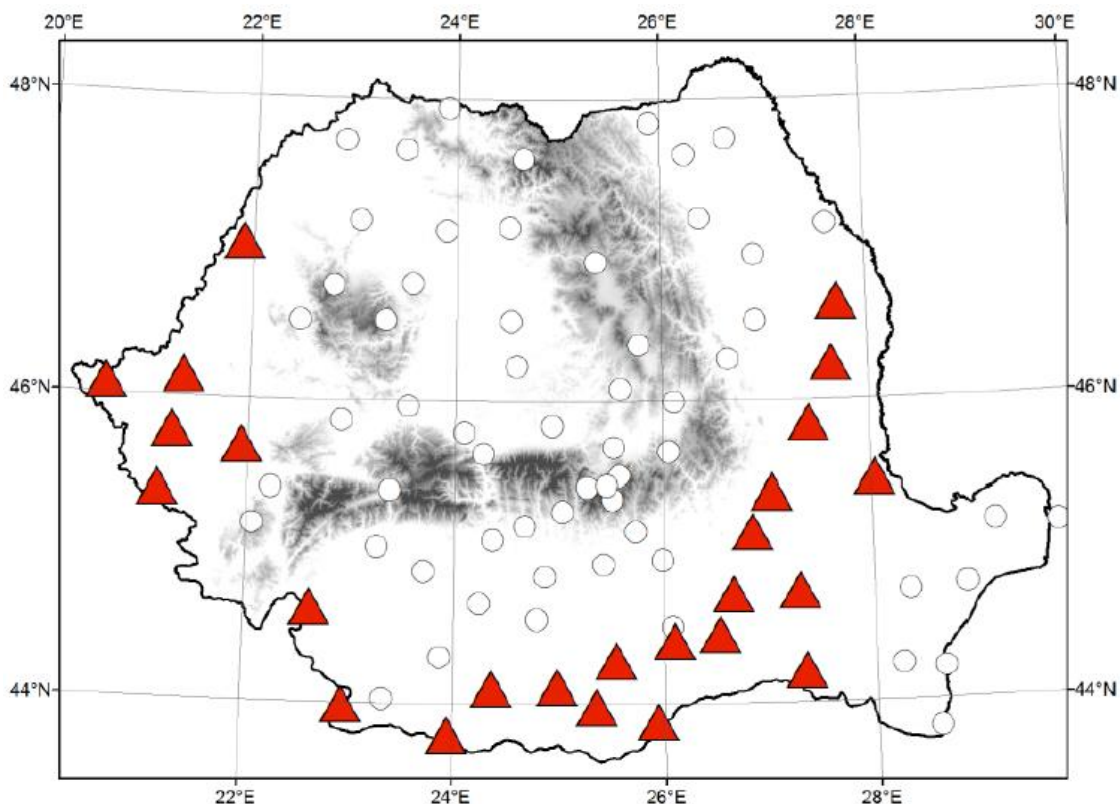


Figura nr. 2 Tendințele în numărul de zile cu valuri de căldură pentru perioada 1961-2013

Durata de strălucire a soarelui pe teritoriul României a înregistrat o evoluție crescătoare în perioada 1961-2013, inclusiv în partea vestică a țării. Aceste tendințe s-au remarcat iarna,



UNIUNEA EUROPEANĂ



Instrumente Structurale
2014-2020



COMPANIA NAȚIONALĂ
DE CĂI FERATE
CNCF „CFR” SA

STUDIUL DE SCHIMBĂRI
CLIMATICE

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ – ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”

primăvara și vara, în timp ce toamna s-au observat scăderi ale duratei de strălucire a soarelui în câteva stații din vestul României.

5.3. Precipitații

Conform raportului „Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2016” elaborat de Agenția Europeană de Mediu (EEA), majoritatea modelelor climatice indică o creștere a cantităților de precipitații în nordul Europei (în special pe timpul iernii) și scăderi în sudul Europei (în special vara). Conform aceluiași raport, se așteaptă o creștere a numărului zilelor cu cantități foarte ridicate de precipitații. În România, se previzionează o reducere a cantităților de precipitații în timpul verii la sfârșitul secolului 21.

Din punct de vedere pluviometric, în perioada 1901-2000, la cele 14 stații cu șiruri lungi de observație din România, s-a evidențiat o tendință generală de scădere a cantităților anuale de precipitații.

Pentru a analiza tendințele în cantitățile de precipitații influențate de schimbările climatice, au fost utilizate datele Worldclim pentru a calcula diferența între situația actuală și cea estimată în 2050. Precipitațiile estimate în viitor sunt bazate pe modelul HadGEM2-CC, în scenariul conform căruia emisiile gazelor cu efect de seră vor culmina în 2040 (RCP 4.5). Se observă o tendință de creștere a cantităților de precipitații de-a lungul traseului căii ferate cu valori cuprinse în general între 42-78 mm/an, însă cu un maxim estimat în zona centrală a proiectului (78,1-149 mm/an) în UAT Negreni și UAT Ciucea. Creșteri mai mici ale precipitațiilor anuale, de până la 19 mm/an se observă în partea vestică a proiectului între UAT Țețchea și UAT Borș.

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ – ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”

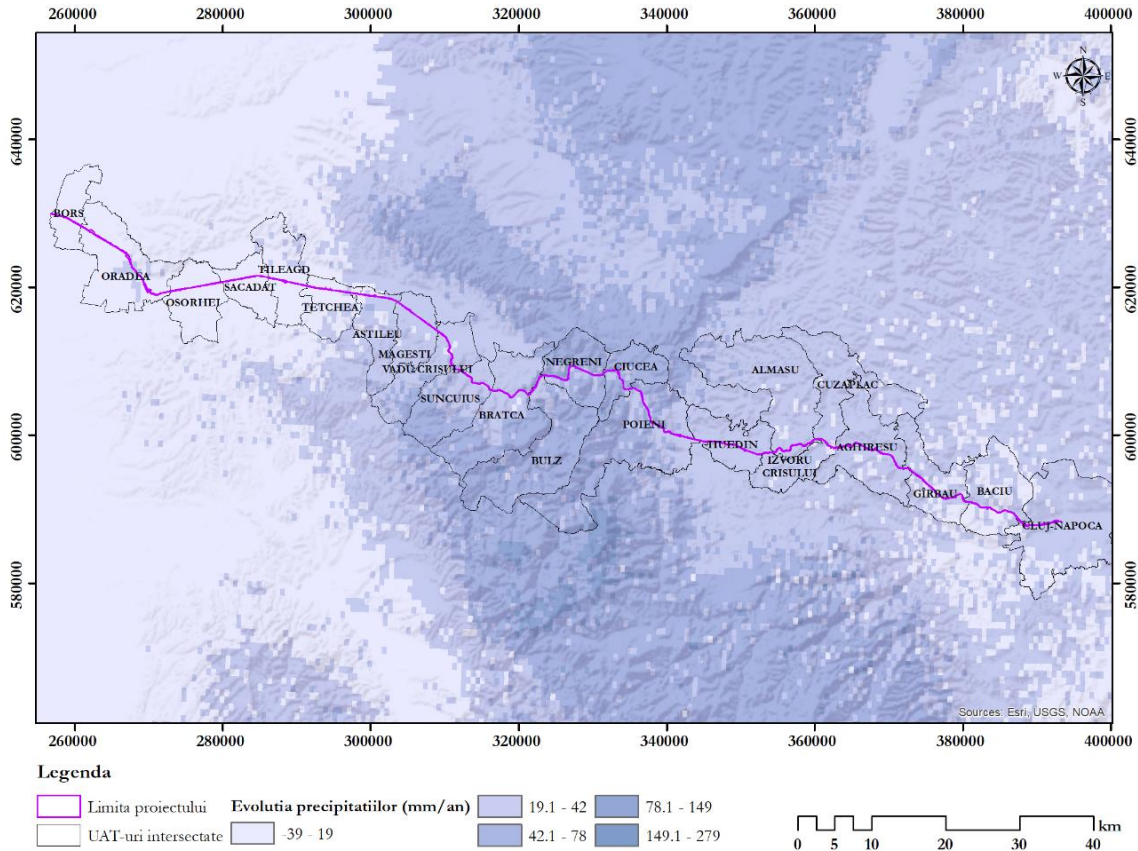


Figura nr. 3 Evoluția cantităților anuale de precipitații estimate în anul 2050 față de condițiile actuale



UNIUNEA EUROPEANĂ



COMPANIA NAȚIONALĂ
DE CĂI FERATE
CNCF „CFR” SA

STUDIU DE SCHIMBĂRI
CLIMATICE

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ – ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”

Precipitațiile extreme au fost analizate pe baza informațiilor din cadrul proiectului European IMPACT2C¹. Astfel, se observă ca precipitațiile extreme vor avea o tendință de creștere a cantităților cu 0-2 mm/zi în cea mai mare parte a traseului (**Error! Reference source not found.**). Conform aceleiași surse, creșterea precipitațiilor extreme la nivelul României este cuprinsă între 0 și 2 mm/zi pe aproape întreg teritoriul țării, excepție făcând zonele de nord-est și sud-est, unde creșterea estimată este de 2-4 mm/zi.

De asemenea, în ceea ce privește precipitațiile extreme din punct de vedere al indicelui ce ilustrează numărul de zile pe an cu precipitații ce depășesc cantitatea de 20 l/m²/zi (20 mm/zi), conform raportului „Schimbările climatice – de la bazele fizice la riscuri și adaptare”, elaborat de ANM în anul 2015, modelările realizate sugerează pentru mijlocul secolului (2021-2050), comparativ cu perioada de referință (1971-2000), o creștere a frecvenței de apariție a episoadelor cu precipitații care depășesc în 24 de ore cantitatea de 20 l/m² pe întreg teritoriul țării. În cazul zonei de studiu, diferența dintre numărul de zile cu precipitații ce depășesc 20 l/m² în orizontul de timp 2021-2050 față de intervalul 1971-2000 este cuprinsă între 0,25 și 0,75 zile.

Un fenomen extrem, determinat de lipsa precipitațiilor, este reprezentat de secetă. Secetele, deși nu sunt fenomene care se produc brusc, precum inundațiile rapide sau furtunile, datorită persistenței lor, pot produce efecte negative socio-economice foarte importante. Din punct de vedere meteorologic, un interval secetos este cel pentru care există un deficit important în regimul precipitațiilor. Seceta meteorologică se instalează după 10 zile consecutive fără precipitații (în anotimpul cald). Persistența secetei meteorologice se apreciază în funcție de numărul de zile fără precipitații și de numărul de zile cu precipitații sub media multianuală a perioadei pentru care se face analiza. Seceta hidrologică se asociază cu perioadele în care precipitațiile sunt prea slabe sau de scurtă durată, astfel încât nu au efect asupra alimentării directe cu apă a rețelei hidrologice. Rezultatul secetelor hidrologice se face simțit în timp și spațiu pe suprafețe mult mai mari. În acest caz apar efecte asupra alimentării cu apă, asupra producerii de energie hidroelectrică și afectează semnificativ starea ecosistemelor. Secetele sunt influențate și de temperatură, studii recente arătând că severitatea secetei este influențată substanțial de creșterea temperaturii. Pe baza analizei Indicelui Palmer pentru Severitatea Secetei, raportul ANM din anul 2015 indică o tendință de aridizare în sud-estul României, indicele Palmer înregistrând în perioada 1961-2010 valori anuale de -1,5 până sub -3,3. Raportul ANM indică de asemenea faptul că proiecțiile viitoare ale indicelui Palmer de severitate a secetei, calculat pentru teritoriul României, sugerează că secetele vor fi și ele din ce în ce mai intense în condițiile semnalului încălzirii globale.

Conform „Ghidului de adaptare la efectele schimbărilor climatice”, din punct de vedere pluviometric, peste 90% din modelele climatice prognozează pentru sfârșitul secolului XXI (perioada 2090-2099) secete pronunțate în timpul verii în zona României, în special în sud și sud-est (cu abateri negative față de perioada 1980-1990 mai mari de 20%).

¹ IMPACT2C web-atlas, <https://www.atlas.impact2c.eu/en/>



UNIUNEA EUROPEANĂ



Instrumente Structurale
2014-2020



COMPANIA NAȚIONALĂ
DE CĂI FERATE
CNCF „CFR” SA

STUDIU DE SCHIMBĂRI
CLIMATICE

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ – ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”

5.4. Viteza vântului

Un studiu recent realizat pe baza a 20 de modele climatice indică creșteri ale vitezei maxime a vântului pentru părțile nordice ale Europei centrale și vestice, și scăderi în sudul Europei (Donat, Leckebusch, et al., 2011).

Conform lucrării „Schimbările climatice – de la bazele fizice la riscuri și adaptare”, elaborată de către ANM în 2015, viteza vântului prezintă schimbări majore în evoluția pe termen lung. Un procent de 93% din totalul stațiilor din România prezintă tendințe de scădere în viteza medie anuală a vântului. Regiunea intracarpatică este mai puțin afectată decât restul regiunilor din țară. Modelele climatice regionale indică schimbări reduse în viteza vântului la sfârșitul secolului (2071-2100), arătând o creștere de 1 m/s.

Viteza vântului a fost identificată utilizând Harta potențialului energetic eolian dezvoltată pe baza măsurătorilor Administrației Naționale de Meteorologie în perioada 1961 - 2013 complementate de produsul Climate Forecast System. Regimul eolian în zona proiectului se caracterizează prin predominarea vânturilor dinspre SV, care bat cu viteze medii anuale de 1,7 m/s.

Conform aceluiași raport ANM menționat mai sus, analiza rezultatelor a 4 experimente numerice sugerează pentru sfârșitul secolului (2071-2100), comparativ cu perioada de referință (1971-2000), o ușoară creștere a frecvenței de apariție a vânturilor puternice (cu viteze mai mari de 10 m/s), magnitudinea acestor schimbări fiind însă mică. În zona proiectului, diferențele în frecvența de apariție a episoadelor de vânt cu viteze mai mari de 10 m/s sunt mai mari cu până la 1% în intervalul 2071-2100 față de intervalul 1971-2000.

Din punct de vedere al evenimentelor extreme (furtuni), observațiile existente asupra locațiilor acestora, frecvențelor și intensității arată o variabilitate considerabilă în Europa pe parcursul secolului XX (EEA, 2012). Frecvența furtunilor prezintă un trend general crescător în perioada 1960 – 1990, urmat de o scădere până în prezent. Previziunile disponibile cu privire la schimbările climatice nu indică un consens clar nici legat de direcția de mișcare, nici de intensitatea activității furtunilor.

5.5. Inundații

Inundațiile sunt un dezastru natural comun pentru Europa, iar împreună cu furtunile reprezintă cel mai important hazard natural din Europa din punct de vedere al pagubelor economice. Conform Agenției Europene de Mediu (2016), viiturile și inundațiile cauzate de precipitații intense cu manifestare locală sunt susceptibile de a deveni mai frecvente în întreaga Europă.

Creșterea estimată a volumului de apă ca urmare a creșterii intensității precipitațiilor poate duce la inundații și la închiderea tunelelor respectiv afectarea traficului feroviar. În urma analizării hărților de risc la inundații disponibile pe site-ul ANAR, zonele cu risc mare de inundații (cu probabilitatea de depășire de 1%) ce intersectează terasamentul de cale ferată au fost identificate în următoarele unități administrativ teritoriale:



UNIUNEA EUROPEANĂ



COMPANIA NAȚIONALĂ
DE CĂI FERATE
CNCF „CFR” SA

STUDIU DE SCHIMBĂRI
CLIMATICE

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ – ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”

- Pe râul Crișul Repede, în UAT-urile: Poieni, Negreni, Bulz, Bratca, Șuncuiuș și Oradea;
- Pe râul Peța, în UAT Oradea.

Totodată, scurgerile de apă în cantități mari formate ca urmare a creșterii nivelului de precipitații, vor influența de asemenea debitele râurilor și depunerea de aluviuni ce pot avea un potențial impact negativ asupra fundațiilor podurilor de pe tronsonul de cale ferată. Zonele de risc identificate sunt identificate cu o mai mare precizie în hărțile de hazard și de risc la inundații disponibile pe site-ul Administrației Naționale „Apele Române”², precum și în harta inundațiilor istorice semnificative elaborată de INHGA.

Hărțile de hazard și risc la inundații realizate de ANAR în conformitate cu prevederile Directivei Inundații 2007/60/CE au fost elaborate pentru 3 scenarii de inundabilitate:

- scenariul cu probabilitate mică (pentru debite maxime cu probabilitate de depășire 0,1% - respectiv inundații care se pot produce o dată la 1000 de ani);
- scenariul cu probabilitate medie (pentru debite maxime cu probabilitate de depășire 1% - respectiv inundații care se pot produce o dată la 100 de ani);
- scenariul cu probabilitate mare (pentru debite maxime cu probabilitate de depășire 10% - respectiv inundații care se pot produce o dată la 10 de ani).

Conform Agenției Europene de Mediu (2016), riscul de inundații în zona României va crește în perioada următoare. Schimbările viitoare în ceea ce privește riscul de inundații pe râurile mari din Europa au fost estimate cu ajutorul unui model hidrologic și un ansamblu de șapte modele climatice. În Figura nr. sunt prezentate schimbările prognozate pentru inundațiile cu frecvența de „una în o sută de ani” între perioada de referință și trei perioade de timp viitoare. Râurile albastre indică o creștere a magnitudinii inundațiilor, iar râurile roșii o scădere.

² Hărți de hazard și risc la inundații, <http://gis2.rowater.ro:8989/flood/>

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ – ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”

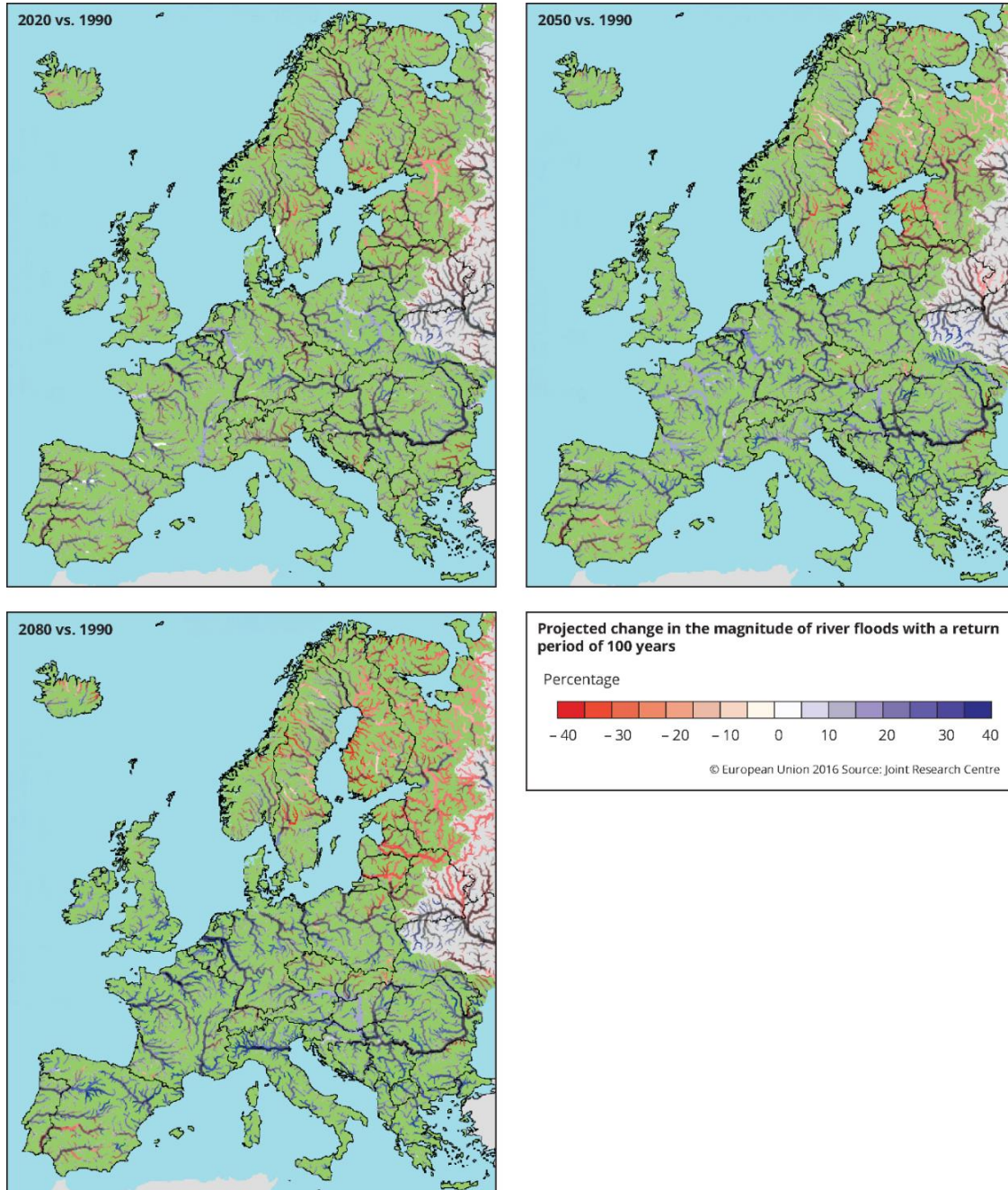


Figura nr. 4 Schimbările prognozate în magnitudinea inundațiilor râurilor pentru o perioadă de revenire de 100 de ani

5.6. Riscul de incendii de vegetație

Modele climatice sugerează o încălzire și o creștere a numărului de secete, valuri de căldură și a perioadelor uscate în sudul Europei (EEA, 2012). Din punct de vedere al evoluției riscului de incendiu datorat schimbărilor climatice, factorii care pot determina sporirea acestuia sunt reducerea cantităților de precipitații și creșterea temperaturilor, precum și prezența furtunilor cu descărcări electrice (cauză naturală a incendiilor).

Conform Raportului național privind starea mediului din 2014, speciile forestiere de arbori care se regăsesc în compoziția arboretelor din zonele de câmpie și de dealuri nu prezintă un indice de combustibilitate ridicat, astfel încât, în condiții normale de climă și de vegetație, nu există riscul producerii unor incendii de amploare.

Factorii care cresc riscul de apariție a incendiilor de vegetație sunt reprezentați de: disponibilitatea combustibililor vegetali (sub forma materiei uscate și procentul de vegetație verde), variabilele climatice (direcția și intensitatea vântului, perioadele secetoase în sezonul cald și temperaturile ridicate), absența posibilităților de identificare rapidă a incendiilor și lipsa căilor de acces în caz de intervenții.

Conform Burlui și Burlui (2018), arboretul constituie atât principala componentă a vegetației forestiere, cât și principala cantitate de material combustibil din punct de vedere al riscului de incendiu. Dintre speciile de arbori, molidul îndeplinește toate condițiile pentru a fi apreciat ca arborele care favorizează cel mai mult inițierea și dezvoltarea incendiului din fondul silvic. Astfel, din cauza compoziției chimice a materialului lemnos (celuloză, rășini, uleiuri eterice, gume) și a frunzelor, cu un raport favorabil între suprafață și volum, datorită dispunerii acestora, molidul are cea mai mare viteză de ardere și a doua putere calorică după pin (Adam 2007, Singh și Kostecky 1986 în Burlui și Burlui 2018).

În ceea ce privește rezistența speciilor, conform unui studiu realizat de Catry et al., 2010, care a urmărit efectele unui incendiu asupra a 11 specii de arbori, coniferele nu au supraviețuit în cea mai mare parte (peste 85%), în timp ce speciile de foioase, datorită capacității de regenerare au supraviețuit.

Zonele cu cea mai mare expunere la riscul de incendii sunt strâns legate de tipul de acoperire al terenului. În ordinea vulnerabilității, în zona proiectului au fost identificate următoarele categorii de acoperire al terenului:

- corpurile de pădure cu vegetație dominată de *Pinus sylvestris* și *Picea abies*;
- pajiștile mezofile-mezoxerofile formate din mai multe specii de poace, precum: *Cynodon dactylon*, *Agrostis stolonifera*, *Poa pratensis*, *Lolium perene*, etc.;
- terenurile agricole cu culturi de cereale păioase.



UNIUNEA EUROPEANĂ



Instrumente Structurale
2014-2020



COMPANIA NAȚIONALĂ
DE CĂI FERATE
CNCF „CFR” SA

STUDIU DE SCHIMBĂRI
CLIMATICE

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ – ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”

Conform raportului realizat de ANM în anul 2015, „Schimbările climatice – de la bazele fizice la riscuri și adaptare”, studiile din literatura domeniului arată că acele condiții asociate producerii de valuri de căldură favorizează și acest tip de hazard. Astfel pentru perioada 2021 – 2050 se estimează creșterea riscului de incendii de vegetație, asociat creșterilor de temperatură și valurilor de căldură.

5.7. Alunecări de teren

Riscurile asociate hazardelor ce au legătură cu precipitațiile, cum este și cazul alunecărilor de teren, sunt de asemenea influențate și de factori non-climatici precum densitatea populației, activități antropice și schimbări în utilizarea terenurilor.

Conform Hărții europene a susceptibilității la alunecări de teren cu rezoluția 1 km x 1 km (reprezentată în figura următoare), proiectul analizat traversează în principal zone cu un risc redus și foarte redus la alunecări de teren. Au fost identificate 2 zone cu risc crescut de alunecări de teren, astfel:

- Pe intervalul km pr. 558+400 – km pr. 560+600 ampriza proiectului traversează o zonă cu risc ridicat la fenomenul de alunecare de teren;
- Pe intervalul km 583+300 – km 606+400 proiectul se află într-o zonă cu susceptibilitate foarte ridicată la fenomenul de alunecare de teren.

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ – ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”

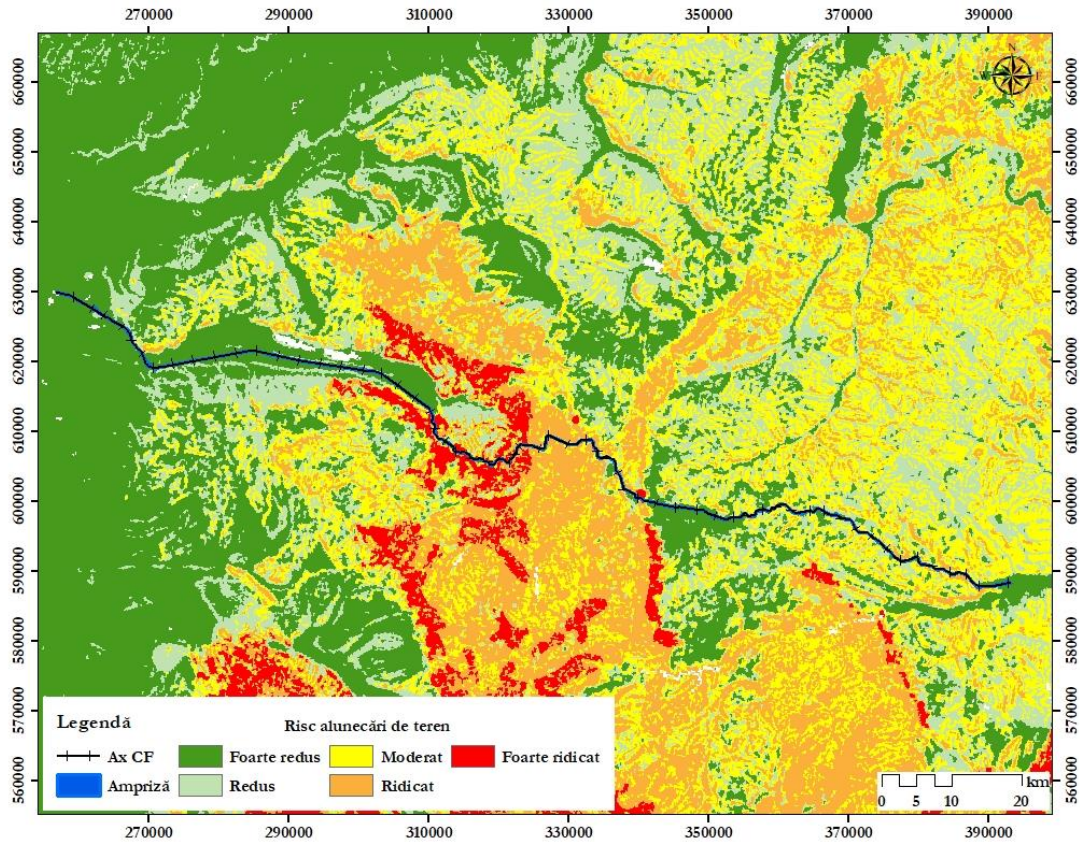


Figura nr. 5 Riscul asociat alunecărilor de teren

5.8. Evaluarea expunerii

Pe baza analizei informațiilor disponibile privind schimbările climatice în zona de studiu a fost identificată o tendință de creștere a temperaturilor medii anuale, a temperaturilor maxime, a cantităților medii de precipitații anuale și a precipitațiilor extreme (Tabelul nr. 9).

Tabelul nr. 9 Sinteză a tendințelor principalelor variabile climatice

Variabilă climatică	Tendință
Temperatură medie anuală	↑
Temperaturi extreme	↑
Precipitații medii anuale	↑
Precipitații extreme	↑

În Tabelul nr. 10 sunt prezentate rezultatele evaluării expunerii în zona de studiu atât la condițiile climatice actuale, cât și la cele viitoare.

Tabelul nr. 10 Evaluarea expunerii zonei de studiu în raport cu variabilele climatice

Nr.	Variabile climatice	Expunere la condițiile actuale	Expunere la condițiile viitoare
1	Creșterea temperaturii medii	1 În perioada 1906-2005, în România s-a înregistrat o creștere a temperaturii medii a aerului de 0,5°C.	2 În zona proiectului este posibilă o creștere a temperaturii aerului în perioada 2071-2100 față de perioada de referință 1971-2000, cuprinsă între 2,5 și 5,5°C.
2	Creșterea temperaturilor extreme	2 Conform temperaturilor măsurate în perioada 1960-1990, se observă reducerea frecvenței temperaturilor foarte scăzute și creșterea frecvenței temperaturilor foarte ridicate. Tendință semnificativă de creștere a numărului de zile cu valori de căldură.	3 Creșterea temperaturii anuale, cu valori cuprinse între 10 și 12,2°C în orizontul 2050. Creșterea duratei și frecvenței valurilor de căldură. Numărul mediu anual de zile cu episoade de valuri de căldură în intervalul 2021-2050 față de intervalul 1971-2000 mai mare cu 2,5 – 3,4 zile/an (Bojariu, 2015); creștere cu aproximativ 8 zile a numărului de zile cu valori de căldură din timpul verii (IMPACT2C)
3	Modificări ale cantităților medii de precipitații	2 Tendință generală de scădere a cantităților anuale de precipitații la nivelul României în perioada 1901-2000.	2 Creșterea cantităților anuale de precipitații în intervalul 2021-2050 față de nivelul actual cu valori cuprinse în general între 42-78 mm/an în zona proiectului.
4	Modificări ale cantităților de	2 Precipitațiile extreme cu valori de 15 - 20 mm/zi, pe perioada	2 Creșterea cantităților precipitațiilor extreme cu valori între 0-2 mm/zi. Creșterea numărului de

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ – ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”

Nr.	Variabile climatice	Expunere la condițiile actuale	Expunere la condițiile viitoare
	precipitații extreme	de referință 1971-2000.	zile cu precipitații ce depășesc 20 l/m ² în orizontul de timp 2021-2050 cu 0,25 - 0,75 zile.
5	Viteza medie a vântului	1 Conform măsurătorilor ANM realizate în perioada 1961-2013, viteza medie anuală a vântului în zona de studiu este de până la 3 m/s în zona de studiu. Tendințe de scădere în viteza medie anuală a vântului.	1 Creștere redusă a vitezei medii anuale a vântului, de 1 m/s, în orizontul de timp 2071-2100.
6	Modificări ale vitezei maxime a vântului	0 În perioada de referință 1971-2000 nu au fost identificate tendințe clare.	1 În orizontul de timp 2071-2100 se estimează o ușoară creștere a frecvenței de apariție a vânturilor puternice (cu viteze mai mari de 10 m/s) – maxim 1% față de situația actuală.
7	Umiditate	1 Tendință de aridizare în ultimii 50 de ani.	2 Reduceri ale valorilor medii ale grosimii stratului de zăpadă în intervalul 2021 – 2050 față de situația actuală cu 30-40% (scenariul RCP 4.5) sau 40-50% (scenariul RCP 8.5).
8	Radiație solară	2 Durata de strălucire a soarelui a înregistrat tendințe de creștere în intervalul 1961 – 2013 în perioadele de primăvară, vară și iarnă.	2 În orizontul de timp 2006-2049 sunt estimate creșteri ale valorilor radiației solare (Wild et al, 2015).
9	Creșterea numărului și intensității perioadelor secetoase	2 Tendință de aridizare perioada 1961-2010 în zona de studiu.	3 Sunt prognozate secete pronunțate la sfârșitul secolului 21 în zona de studiu, în perioada 2090-2099.
10	Furtuni	1 În perioada 1822-2013 au fost raportate un număr mare de evenimente extreme de tipul tornadelor în sud-estul României, comparativ cu restul țării (aprox. 0,37–0,45 (105km ²)-1 pe an) (Antonescu & Bell 2014). Acest lucru se datorează condițiilor de mediu favorabile acestui fenomen în această zonă. Majoritatea au fost raportate între mai și iulie.	2 România nu se poate aștepta la hazarduri de tipul producerii furtunilor tropicale sau uraganelor. În schimb, trecerea și dezvoltarea furtunilor de tipul ciclonilor mediteraneeni sau a celor convective sunt cele care pot provoca episoade cu precipitații abundente, rezultând inundații și alunecări de teren. În zona de studiu, diferențele în frecvența de apariție a episoadelor de vânt cu viteze mai mari de 10 m/s sunt mai mari cu maxim 1% în intervalul 2071-2100 față de intervalul 1971-2000.
11	Inundații	2 Existența în prezent a unor zone cu risc ridicat de inundații.	3 Posibilă creștere a intensității și frecvenței inundațiilor. Ciclul apei modificat de schimbarea climei va determina creșterea frecvenței episoadelor cu

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ – ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”

Nr.	Variabile climatice	Expunere la condițiile actuale		Expunere la condițiile viitoare	
					precipitații din ce în ce mai abundente, pe areale limitate și pe durate scurte, ceea ce va provoca inundații rapide din ce în ce mai numeroase. În zona proiectului se estimează o creștere a magnitudinii inundațiilor, cu perioadă de revenire de 100 de ani, cu valori cuprinse între 10 și 20% în orizontul 2080.
12	Eroziunea solului	1	Fenomenele de eroziune naturală sunt prezente în formă redusă-moderată pe zona proiectului.	2	Creșterea variației în structura și intensitatea precipitațiilor poate face ca solurile să devină mai susceptibile la eroziunea hidrică, iar creșterea aridității pot face solurile cu texturi fine mai vulnerabile la eroziunea eoliană. Estimări cantitative nu sunt însă disponibile
13	Incendii de vegetație	1	Risc redus și moderat de incendii de vegetație pe cea mai mare parte a traseului.	2	Creșterea riscului de incendii de vegetație, asociat creșterilor de temperatură și valurilor de căldură.
14	Alunecări de teren	0	Risc redus/ foarte redus de alunecări de teren. Un risc mai ridicat s-a identificat pe cele două zone menționate mai sus.	0	Posibilitate redusă de dezvoltare a acestui fenomen.
15	Creșterea nivelului mării	0	Nu este cazul, zona de studiu nu se află în vecinătatea unei mări sau a unui ocean.	0	Nu este cazul, zona de studiu nu se află în vecinătatea unei mări sau a unui ocean.
16	Creșterea temperaturii apei mării	0	Nu este cazul, zona de studiu nu se află în vecinătatea unei mări sau a unui ocean.	0	Nu este cazul, zona de studiu nu se află în vecinătatea unei mări sau a unui ocean.
17	Creșterea acidității mărilor și oceanelor	0	Nu este cazul, zona de studiu nu se află în vecinătatea unei mări sau a unui ocean.	0	Nu este cazul, zona de studiu nu se află în vecinătatea unei mări sau a unui ocean.
18	Furtuni de praf	0	Nu au fost înregistrate furtuni de praf.	0	Nu există date care să indice o posibilă apariție a furtunilor de praf în zona de studiu.
19	Eroziune costieră	0	Nu este cazul, zona de studiu nu se află în vecinătatea unei mări sau a unui ocean.	0	Nu este cazul, zona de studiu nu se află în vecinătatea unei mări sau a unui ocean.
20	Căderi de zăpadă și îngheț	1	Grosimea medie a stratului de zăpadă și numărul de zile cu strat de zăpadă nu au înregistrat tendințe semnificative.	0	Reducere cu 30-40% a grosimii medii a stratului de zăpadă în intervalul 2021-2050 față de intervalul 1971-2000.

Legendă:

Expunere	Fără	Scăzută	Medie	Ridicată
----------	------	---------	-------	----------

5. ANALIZA VULNERABILITĂȚII

Analiza vulnerabilității a fost realizată cu ajutorul matricei prezentate în capitolul 3, ca rezultat al corelării dintre sensibilitate și expunere. Rezultatele analizei vulnerabilității proiectului la schimbările climatice sunt prezentate în cele ce urmează, atât la condițiile actuale (Tabelul nr. 11), cât și la cele viitoare (Tabelul nr. 12).

Tabelul nr. 11 Vulnerabilitatea actuală a proiectului în raport cu variabilele climatice

Nr.	Variabile climatice	Senzitivitate				Expunerea la condițiile actuale	Vulnerabilitatea actuală			
		Bunuri și procese	Intrări	Leșiri	Rețele de transport		Bunuri și procese	Intrări	Leșiri	Rețele de transport
Efecte primare										
1	Creșterea temperaturii medii	2	1	1	2	1	2	1	1	2
2	Creșterea temperaturilor extreme	3	2	2	3	2	6	4	4	6
3	Modificări ale cantităților medii de precipitații	2	1	1	2	2	4	2	2	4
4	Modificări ale cantităților de precipitații extreme	2	2	2	2	2	4	4	4	4
5	Viteza medie a vântului	2	1	1	1	1	2	1	1	1
6	Modificări ale vitezei maxime a vântului	2	1	1	1	0	0	0	0	0
7	Umiditate	1	1	1	1	1	1	1	1	1
8	Radiație solară	1	1	1	1	2	2	2	2	2
Efecte secundare										
9	Creșterea numărului și intensității perioadelor secetoase	2	2	2	2	2	4	4	4	4
10	Furtuni	2	2	2	2	1	2	2	2	2
11	Inundații	3	2	2	3	2	6	4	4	6
12	Eroziunea solului	2	1	1	2	1	2	1	1	2
13	Incendii de vegetație	3	2	2	3	2	6	4	4	6
14	Alunecări de teren	3	2	2	3	3	9	6	6	9
15	Creșterea nivelului mării	3	3	3	3	0	0	0	0	0
16	Creșterea temperaturii apei mării	1	1	1	1	0	0	0	0	0
17	Creșterea acidității mărilor și oceanelor	1	1	1	1	0	0	0	0	0
18	Furtuni de praf	2	2	2	2	0	0	0	0	0
19	Eroziune costieră	2	2	2	2	0	0	0	0	0
20	Căderi de zăpadă și îngheț	3	2	2	3	2	6	4	4	6

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ – ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”

Legendă:

Sensibilitate	fără sensibilitate (0)	mică (1)	medie (2)	ridicată (3)
Expunere	fără expunere (0)	mică (1)	medie (2)	ridicată (3)
Vulnerabilitate	fără vulnerabilitate (0)	mică (1-2)	medie (3-4)	ridicată (6-9)

Conform analizei de vulnerabilitate, variabilele climatice care ar putea genera o vulnerabilitate ridicată în condițiile actuale sunt creșterea temperaturilor extreme și inundațiile.

Tabelul nr. 12 Identificarea vulnerabilității la condițiile viitoare a proiectului în raport cu variabilele climatice

Nr.	Variabile climatice	Senzitivitate				Expunerea la condițiile viitoare	Vulnerabilitatea viitoare			
		Bunuri și procese	Intrări	Leșiri	Rețele de transport		Bunuri și procese	Intrări	Leșiri	Rețele de transport
Efecte primare										
1	Creșterea temperaturii medii	2	1	1	2	2	4	2	2	4
2	Creșterea temperaturilor extreme	3	2	2	3	3	9	6	6	9
3	Modificări ale cantităților medii de precipitații	2	1	1	2	2	4	2	2	4
4	Modificări ale cantităților de precipitații extreme	2	2	2	2	2	4	4	4	4
5	Viteza medie a vântului	2	1	1	1	1	2	1	1	1
6	Modificări ale vitezei maxime a vântului	2	1	1	1	1	2	1	1	1
7	Umiditate	1	1	1	1	2	2	2	2	2
8	Radiație solară	1	1	1	1	2	2	2	2	2
Efecte secundare										
9	Creșterea numărului și intensității perioadelor secetoase	2	2	2	2	3	6	6	6	6
10	Furtuni	2	2	2	2	2	4	4	4	4
11	Inundații	3	2	2	3	3	9	6	6	9
12	Eroziunea solului	2	1	1	2	2	4	2	2	4
13	Incendii de vegetație	3	2	2	3	2	6	4	4	6
14	Alunecări de teren	3	2	2	3	0	0	0	0	0
15	Creșterea nivelului mării	3	3	3	3	0	0	0	0	0
16	Creșterea temperaturii apei mării	1	1	1	1	0	0	0	0	0
17	Creșterea acidității mărilor și oceanelor	1	1	1	1	0	0	0	0	0

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ – ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”

Nr.	Variabile climatice	Senzitivitate				Expunerea la condițiile viitoare	Vulnerabilitatea viitoare			
		Bunuri și procese	Întrări	leșiri	Rețele de transport		Bunuri și procese	Întrări	leșiri	Rețele de transport
18	Furtuni de praf	2	2	2	2	0	0	0	0	
19	Eroziune costieră	2	2	2	2	0	0	0	0	
20	Căderi de zăpadă și îngheț	3	2	2	3	0	0	0	0	

Legendă:

Sensibilitate	fără sensibilitate (0)	mică (1)	medie (2)	ridicată (3)
Expunere	fără expunere (0)	mică (1)	medie (2)	ridicată (3)
Vulnerabilitate	fără vulnerabilitate (0)	mică (1-2)	medie (3-4)	ridicată (6-9)

Conform analizei de vulnerabilitate, variabilele climatice care ar putea genera o vulnerabilitate ridicată în condițiile viitoare sunt creșterea temperaturilor extreme, creșterea numărului și intensității perioadelor secetoase, inundații și incendii de vegetație.

6. EVALUAREA RISCULUI

Principalele variabile climatice ce pot afecta componentele proiectului sunt reprezentate de temperatură și precipitații, împreună cu efectele secundare generate de acestea: inundații, furtuni, secetă și incendii de vegetație. În Tabelul nr. 13 sunt prezentate potențialele impacturi asupra proiectului de cale ferată.

Tabelul nr. 13 Impacturi potențiale asupra infrastructurii feroviare generate de variabilele climatice

Variabila climatică	Tendința variabilei climatice	Risc
Fenomene principale		
Temperatură	<ul style="list-style-type: none"> - Creșterea temperaturii medii - Creșterea temperaturilor extreme - Valuri de căldură 	<ul style="list-style-type: none"> - Deformarea șinelor și apariția fisurilor - Deformarea liniilor aeriene și risc de cădere - Defecțiunea sistemelor de control al temperaturii și supraîncălzirea echipamentului electronic - Restricții/perturbarea circulației trenurilor - Condiții de lucru defavorabile pentru angajați în condiții de temperaturi ridicate extreme și valuri de căldură
Precipitații	<ul style="list-style-type: none"> - Creșterea precipitațiilor medii anuale - Creșterea frecvenței și a intensității precipitațiilor extreme 	<ul style="list-style-type: none"> - Spălarea/eroziunea terasamentelor - Restricții/perturbarea circulației trenurilor - Condiții de lucru defavorabile pentru angajați în condiții de precipitații extreme - Închiderea liniilor sau defecțiuni ale echipamentelor datorate inundațiilor

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ – ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”

Variabila climatică	Tendința variabilei climatice	Risc
Efecte secundare		
Inundații	- Creșterea frecvenței și a intensității precipitațiilor extreme	- Restricții/perturbarea circulației trenurilor - Închiderea liniilor sau defecțiuni ale infrastructurii și echipamentelor din cauza inundațiilor
Furtuni	- Creșterea temperaturii medii - Creșterea temperaturilor extreme - Creșterea precipitațiilor medii anuale - Creșterea frecvenței și a intensității precipitațiilor extreme	- Restricții/perturbarea circulației trenurilor
Secetă	- Creșterea temperaturii medii - Creșterea temperaturilor extreme - Valuri de căldură	- Desicarea terasamentelor ducând la deformarea geometriei liniilor de cale ferată și la defecțiuni ale echipamentelor - Deplasarea liniilor aeriene din cauza uscării solului în jurul fundației
Incendii de vegetație		- Restricții/perturbarea circulației trenurilor

În Tabelul nr. 14 este prezentată evaluarea riscurilor identificate anterior, estimată pe baza probabilității și severității acestora.

Tabelul nr. 14 Matricea de evaluare a riscului pentru componentele proiectului cu vulnerabilitate ridicată

Variabila Climatică	Riscuri asociate (sau consecințe asupra proiectului)	Probabilitate	Magnitudine	P x M
Fenomene principale				
Creșterea temperaturilor extreme	Deformarea șinelor și apariția fisurilor	3	2	6
	Deformarea liniilor aeriene și risc de cădere			
	Defecțiunea sistemelor de control al temperaturii și supraîncălzirea echipamentului electronic			
	Restricții/perturbarea circulației trenurilor			
	Condiții de lucru defavorabile pentru angajați în condiții de temperaturi ridicate extreme și valuri de căldură			
Modificări ale cantităților de precipitații extreme	Spălarea/eroziunea terasamentelor	3	2	6
	Restricții/perturbarea circulației trenurilor			
	Condiții de lucru defavorabile pentru angajați în condiții de precipitații extreme			
	Închiderea liniilor sau defecțiuni ale echipamentelor			
Efecte secundare				
Inundații	Restricții/perturbarea circulației trenurilor	3	3	9
	Închiderea liniilor sau defecțiuni ale infrastructurii și echipamentelor din cauza			

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ – ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”

Variabila Climatică	Riscuri asociate (sau consecințe asupra proiectului)	Probabilitate	Magnitudine	P x M
	inundațiilor			
Modificări ale vitezei maxime a vântului și Furtuni	Restricții/perturbarea circulației trenurilor	2	2	4
Creșterea numărului și intensității perioadelor secetoase	Uscarea terasamentelor ducând la deformarea geometriei liniilor de cale ferată și la defecțiuni ale echipamentelor	2	1	2
	Deplasarea liniilor aeriene din cauza uscării solului în jurul fundației			
Eroziunea solului	Afectarea infrastructurii căii ferate	2	1	2
	Restricții/perturbarea circulației trenurilor			
Incendii de vegetație	Restricții/perturbarea circulației trenurilor	2	2	4
	Afectarea infrastructurii feroviare	2	2	4

7. IDENTIFICAREA OPȚIUNILOR DE ADAPTARE LA SCHIMBĂRILE CLIMATICE

Pentru riscurile asociate schimbărilor climatice specifice proiectelor de infrastructură feroviară, identificate în etapa anterioară, au fost identificate o serie de măsuri de adaptare aferente, prezentate în Tabelul nr. 15.

Tabelul nr. 15 Riscuri asociate schimbărilor climatice și măsuri de adaptare propuse

Nr.	Categorie	Risc	Măsuri de adaptare
1.	Temperatură (Creșterea temperaturii medii, Creșterea temperaturilor extreme, Valuri de căldură)	Deformarea șinelor și apariția fisurilor	1.1. Adaptarea șinelor la creșterile de temperatură 1.2. Realizarea unei strategii de monitorizare și inspecție a semnelor de apariție a riscurilor atunci când sunt depășite anumite praguri de temperatură ridicată; 1.3. Impunerea restricțiilor de viteză pe anumite sectoare de cale ferată în cazul episoadelor de temperaturi extreme;
		Deformarea liniilor aeriene și risc de cădere	1.4. Proiectarea liniilor aeriene pentru o amplitudine mai mare a temperaturilor
		Defecțiunea sistemelor de control al temperaturii și supraîncălzirea echipamentului electronic	1.5. Proiectarea locomotivelor și vagoanelor pentru temperaturi între -30°C și 45°C 1.6. Utilizarea unor incinte pentru echipamente non-metalice sau vopsite pentru menținerea temperaturilor joase într-un mod mai eficient decât incintele metalice sau închise la culoare; 1.7. Utilizarea unor incinte mai spațioase pentru disiparea mai eficientă a căldurii din echipamente.
		Condiții de lucru defavorabile pentru angajați în condiții de temperaturi ridicate extreme și valuri de căldură	1.8. Realizarea unei strategii de diminuare a stresului termic
		Restricții/perturbarea circulației trenurilor	Toate măsurile de mai sus
2.	Precipitații (Creșterea precipitațiilor medii anuale, Modificări ale cantităților de precipitații extreme)	Spălarea/eroziunea terasamentelor	2.1. Utilizarea geotextilelor și geogrilelor 2.2. Lucrări de consolidare a terasamentelor
		Închiderea liniilor sau defecțiuni ale infrastructurii și echipamentelor din cauza inundațiilor	2.3. Evitarea pe cât posibil a zonelor cu risc mare la inundații 2.4. Prevederea unor pante scurgere și șanțuri de colectare adaptate unei marje de 20% de potențiale modificări în variabilele climatice cauzate de schimbări climatice 2.2. Lucrări de consolidare a terasamentelor
		Restricții/perturbarea circulației trenurilor	Toate măsurile de mai sus
3.	Inundații	Închiderea liniilor sau defecțiuni ale infrastructurii și echipamentelor din cauza inundațiilor	2.3. Evitarea pe cât posibil a zonelor cu risc mare la inundații 2.4. Prevederea unor pante scurgere și șanțuri de colectare adaptate unei marje de 20% de potențiale modificări în variabilele climatice cauzate de schimbări climatice 2.2. Lucrări de consolidare a terasamentelor 2.6. Monitorizare și intervenție în cazul pagubelor cauzate de inundații
		Restricții/perturbarea circulației trenurilor	Toate măsurile de mai sus

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ – ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”

Nr.	Categorie	Risc	Măsuri de adaptare
4.	Furtuni	Restricții/perturbarea circulației trenurilor	4.1. Impunerea restricțiilor de viteză pe anumite sectoare 4.2. Monitorizarea segmentelor de cale ferată pentru identificarea pagubelor generate de furtuni
5.	Secetă	Desicarea terasamentelor ducând la deformarea geometriei liniilor de cale ferată și la defecțiuni ale echipamentelor	2.1. Utilizarea geotextilelor și geogrilelor 5.1. Realizarea lucrărilor de mentenanță și reparație asupra zonelor fisurate
		Deplasarea liniilor aeriene din cauza uscării solului în jurul fundației	5.2. Extinderea fundațiilor la o adâncime sub zona de variație a conținutului de apă 5.3. Stabilizarea solului prin adăugarea materialelor ce limitează capacitatea acestuia de a se contracta și dilata
6.	Incendii de vegetație	Restricții/perturbarea circulației trenurilor	6.1. Monitorizare și intervenție pentru identificarea zonelor de risc sau deja afectate

8. EVALUAREA OPȚIUNILOR DE ADAPTARE

Evaluarea opțiunilor de adaptare a fost realizată din punct de vedere al costurilor pentru fiecare dintre măsurile propuse și este prezentată în Tabelul nr. 16.

În cadrul proiectului sunt incluse deja o serie de măsuri de adaptare la riscul de inundații. Pentru asigurarea traficului feroviar împotriva riscului la inundații, nivelul superior al șinei (NSS) a fost stabilit în baza datelor obținute de la INHGA. Structurile au fost dimensionate pentru un debit cu probabilitatea de revenire de 1 la 100 de ani.

Tabelul nr. 16 Evaluarea opțiunilor de adaptare

Nr.	Categorie	Risc	Scor risc	Măsuri de adaptare	Risc rezidual	Costuri
1.	Temperatură (Creșterea temperaturii medii, Creșterea temperaturilor extreme, Valuri de căldură)	Deformarea șinelor și apariția fisurilor	6	1.1. Adaptarea șinelor la creșterile de temperatură	3	Inclus în proiect
				1.2. Realizarea unei strategii de monitorizare și inspecție a semnelor de apariție a riscurilor atunci când sunt depășite anumite praguri de temperatură ridicată		Costuri de operare
				1.3. Impunerea restricțiilor de viteză pe anumite sectoare de cale ferată în cazul episoadelor de temperaturi extreme		Costuri de operare
		Deformarea liniilor aeriene și risc de cădere		1.4. Proiectarea liniilor aeriene pentru o amplitudine mai mare a temperaturilor		Inclus în proiect
		Defecțiunea sistemelor de control al temperaturii și supraîncălzirea echipamentului electronic		1.5. Proiectarea locomotivelor și vagoanelor pentru temperaturi între -30°C și 45°C		-
				1.6. Utilizarea unor incinte pentru echipamente non-metalice sau vopsite pentru menținerea temperaturilor joase într-un mod mai eficient decât incintele metalice sau închise la culoare		-
				1.7. Utilizarea unor incinte mai spațioase pentru disiparea mai eficientă a căldurii din echipamente.		-
		Condiții de lucru defavorabile pentru angajați în condiții de temperaturi ridicate extreme și valuri de căldură		1.8. Realizarea unei strategii de diminuare a stresului termic		Costuri de operare
Restricții/perturbarea circulației trenurilor	Toate măsurile de mai sus	Costuri de operare				
2.	Precipitații (Creșterea precipitațiilor medii anuale, Închiderea liniilor sau defecțiuni ale infrastructurii	6	2.1. Utilizarea geotextilelor și geogrilelor	3	Inclus în proiect	
			2.2. Lucrări de consolidare a terasamentelor		Inclus în proiect	
			2.3. Evitarea pe cât posibil a zonelor cu risc mare la inundații și adaptarea soluțiilor tehnice acolo unde acest lucru nu este		Inclus în proiect	

REACTUALIZAREA STUDIULUI DE FEZABILITATE PENTRU „ELECTRIFICAREA ȘI REABILITAREA LINIEI DE CALE FERATĂ CLUJ – ORADEA – EPISCOPIA BIHOR”

Nr.	Categorie	Risc	Scor risc	Măsurile de adaptare	Risc rezidual	Costuri
	Modificări ale cantităților de precipitații extreme)	și echipamentelor din cauza inundațiilor		posibil .		
		Restricții/perturbarea circulației trenurilor		Toate măsurile de mai sus		
3.	Inundații	Închiderea liniilor sau defecțiuni ale infrastructurii și echipamentelor din cauza inundațiilor	9	2.4. Prevederea unor pante scurgere și șanțuri de colectare adaptate unei marje de 20% de potențiale modificări în variabilele climatice cauzate de schimbări climatice	6	Inclus în proiect
				2.2. Lucrări de consolidare a terasamentelor		Inclus în proiect
		Restricții/perturbarea circulației trenurilor		Toate măsurile de mai sus		Costuri de operare
4.	Furtuni	Restricții/perturbarea circulației trenurilor	4	4.1. Impunerea restricțiilor de viteză pe anumite sectoare	2	Costuri de operare
				4.2. Monitorizarea segmentelor de cale ferată pentru identificarea pagubelor generate de furtuni		Costuri de operare
5.	Alunecări de teren	Distrușgerea unor componente ale infrastructurii	9	2.1. Utilizarea geotextilelor și geogriurilor	3	Inclus în proiect
				5.1. Realizarea lucrărilor de consolidare în zonele vulnerabile		Inclus în proiect
				5.2. Extinderea fundațiilor la o adâncime sub zona de variație a conținutului de apă	2	Inclus în proiect
5.3. Stabilizarea solului prin adăugarea materialelor ce limitează capacitatea acestuia de a se contracta și dilata	Inclus în proiect					
6.	Incendii de vegetație	Restricții/perturbarea circulației trenurilor	6	6.1. Activități de întreținere/ îndepărtare a vegetației din zona de siguranță a căii ferate	2	Costuri de operare

9. CONCLUZII ȘI RECOMANDĂRI

Prezentul raport a fost realizat pe baza ghidului elaborat de către Directoratul General pentru Politici Climatice (DG Clima) din cadrul Comisiei Europene - „Guidelines for Project Managers: Making vulnerable investments climate resilient”, precum și a metodologiei „Understanding Climate Change Vulnerability and Risk Assessment, Romania Water Projects” (Jaspers, 2017), cerințele acestora fiind aplicate pentru proiectul „**Electrificarea și reabilitarea liniei de cale ferată Cluj-Napoca – Oradea – Episcopia Bihor**” în funcție de relevanță și datele disponibile.

Din analiza datelor existente privind schimbările climatice a rezultat faptul că la nivelul zonei studiate se înregistrează o tendință de creștere a temperaturilor medii anuale, temperaturilor extreme, a cantităților medii de precipitații anuale și a precipitațiilor extreme.

Analiza vulnerabilității, realizată pe baza analizei sensibilității și evaluării expunerii, a relevat faptul că variabilele climatice care ar putea genera o vulnerabilitate ridicată a proiectului în condițiile actuale și viitoare sunt reprezentate de creșterea temperaturilor extreme, inundații, alunecări de teren și incendii de vegetație.

Riscurile identificate asociate schimbărilor climatice vizează elementele de infrastructură din sistemul feroviar, traficul, legăturile de transport, dar și activitățile, personalul și utilizatorii căii ferate.

Pentru riscurile identificate au fost propuse o serie de măsuri de adaptare, acestea din urmă fiind ulterior evaluate din punct de vedere al costurilor de implementare. O parte a măsurilor propuse (ex. consolidare a terasamentului, ridicarea nivelului șinei) sunt incluse în lucrările prevăzute în cadrul acestui proiect. Pentru alte tipuri de măsuri este necesară identificarea unor surse suplimentare de finanțare.

Dezvoltarea proiectului de cale ferată și adoptarea tehnologiilor performante în traficul feroviar au potențialul de a reduce gazele cu efect de seră. Acest lucru se poate realiza prin reducerea traficului de mașini personale și microbuze destinate transportului public pe diferite segmente de pe ruta Cluj-Napoca – Oradea – Episcopia Bihor și încurajarea utilizării transportului pe calea ferată. Reducerea gazelor cu efect de seră este unul din obiectivele inițiativei Comisiei Europene, parte a strategiei anului 2020 Uniunii Europene - *A resource-efficient Europe*, care promovează tranziția către o dezvoltare sustenabilă și o economie eficientă cu emisii scăzute de dioxid de carbon.



BIBLIOGRAFIE

Adab, H., Kanniah, K. D., & Solaimani, K. (2013). Modeling forest fire risk in the northeast of Iran using remote sensing and GIS techniques. *Natural hazards*, 65(3), 1723-1743.

Planul de Management al Spațiului Hidrografic Someș-Tisa; Ciclul al II-lea 2016 – 2021; Administrația Bazinală de Apă Someș-Tisa și Institutul Național de Hidrologie și Gospodărire a Apelor; 2016;

Planul de Management al Spațiului Hidrografic Crișuri; Ciclul al II-lea 2016 – 2021; Administrația Bazinală de Apă Crișuri și Institutul Național de Hidrologie și Gospodărire a Apelor; 2016;

Planul de Management al Riscului la Inundații, Administrația Bazinală de Apă Someș-Tisa; 2015;

Planul de Management al Riscului la Inundații, Administrația Bazinală de Apă Crișuri; 2015;

Planul de menținere a calității aerului în județul Cluj (2018-2022), Agenția Pentru Protecția Mediului Cluj;

Planul de menținere a calității aerului în județul Bihor (2018-2022), Agenția Pentru Protecția Mediului Bihor;

Raport privind starea mediului - Județul Cluj, Agenția Pentru Protecția Mediului Cluj; 2019;

Raport privind starea mediului - Județul Bihor, Agenția Pentru Protecția Mediului Bihor; 2019;

Raportul privind starea de sănătate a populației României, Ministerul Sănătății; Institutul Național de Sănătate Publică, CNEPSS; 2017;

Agenția Europeană de Mediu. (2012). Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2012 - An indicator-based report;

Agenția Europeană de Mediu. (2016). Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2016 - An indicator-based report;

Antonescu B., Bell A. (2015). Tornadoes in Romania, Monthly Weather Review;

Bojariu R. et al. (2015). Schimbările climatice – de la bazele fizice la riscuri și adaptare, Ed. Printech, București;

Borrelli, P., Van Oost, K., Meusburger, K., Alewell, C., Lugato, E., Panagos, P. (2018). [A step towards a holistic assessment of soil degradation in Europe: Coupling on-site erosion with sediment transfer and carbon fluxes](#). *Environmental Research*, 161: 291-298.

Brisley R., Cooper J. (2017). Understanding Climate Change Vulnerability and Risk Assessment, Romania Water Projects

Dekker, A. (2015). Assessment of Climate Change Risk for Major Waste Water and Water Supply Project Island KRK, Croatia, JASPERS Networking Platform Seminar, Climate Change Related Requirements for Major Projects in the 2014 – 2020 Programming Period;

Directoratul General pentru Politici Climatice (DG Clima) din cadrul Comisiei Europene, Non-paper Guidelines for Project Managers: Making vulnerable investments climate resilient;

European Soil Data Centre (ESDAC), esdac.jrc.ec.europa.eu, European Commission, Joint Research Centre

Grigore Posea. (2006). Geografia fizică a României, Editura Fundației “România de Măine”, București

IPCC (2013), Climate Change 2014 - Synthesis report;

IMPACT2C team (2015): IMPACT2C web-atlas: www.atlas.impact2c.eu

JASPERS Guidance Note (2017), The Basics of Climate Change Adaptation Vulnerability and Risk Assessment, Version 1;

Ministerul Mediului și Dezvoltării Durabile (2008), Ghid privind adaptarea la efectele schimbărilor climatice – GASC;

Ministerul Mediului și Schimbărilor Climatice. (2015). Strategia națională privind schimbările climatice și creșterea economică bazată pe emisii reduse de carbon;

Ministerul Mediului, Apelor și Pădurilor - Agenția Națională pentru Protecția Mediului (2015), Raport Anual privind Starea Mediului în România - Anul 2014, București;

Pintilie, V., Măsurile de adaptare la schimbările climatice în domeniul gospodăririi apelor;

Programul de Cooperare Teritorială Europeană Sud Estul Europei (SEE) 2007 – 2013, Broșura națională a proiectului CC-WaterS;

Programul Națiunilor Unite pentru Dezvoltare (PNUD), Raportul Național de Dezvoltare Umană în Moldova 2009-2010;

RAPORT DE CERCETARE al etapei a IV în contractul nr. 51-031. Metodologii de evaluare a riscului la degradare agrofizică

Sadoff C., Muller M. (2009), Gospodărirea Apelor, Securitatea Apelor și Adaptarea la Schimbările Climatice: Efecte Timpurii și Măsurile Esențiale;

Stănescu V., Drobot R. (2002), Măsurile nestructurale de gestiune a inundațiilor, Ed. HGA, București.

Quinn, A. D., Jack, A., Hodgkinson, S., Ferranti, E. J. S., Beckford, J., & Dora, J. (2017). Rail Adapt: Adapting the Railway for the Future. *A Report for the International Union of Railways (IUC)*.

Wild, M., Folini, D., Henschel, F., Fischer, N., & Müller, B. (2015). Projections of long-term changes in solar radiation based on CMIP5 climate models and their influence on energy yields of photovoltaic systems. *Solar Energy*, 116, 12-24.