



*Asistenta tehnica pentru revizuirea si completare studiu de fezabilitate
privind imbunatatirea conditiilor de navigatie pe sectorul comun romano-bulgar
al Dunarii si studii complementare
- FAST DANUBE -*

Jacobs

"Imbunatatirea conditiilor de navigatie pe sectorul comun romano-bulgar al Dunarii"

**Raport privind Adaptarea la Schimbarile Climatice,
Reducerea Efectelor si Rezilienta la Dezastre**

HRO/054/R/20230808 | Rev 5

August 2023

**Administratia Fluviala a Dunarii de Jos Galati RA si
Agentia Executiva pentru Explorare si Intretinere a Fluviului Dunarea Ruse**

FAST Danube



Proiectul FAST DANUBE Cofinantat de Connecting Europe Facility al Uniunii Europene

Singura responsabilitate a acestei publicatii revine consorțiului FAST DANUBE. Uniunea Europeana nu este responsabila pentru orice utilizare care ar putea fi facuta a informatiilor continute in acest document

"Imbunatatirea conditiilor de navigatie pe sectorul comun romano-bulgar al Dunarii"

Nr. Proiectului: 690647
Titlul documentului: Raport privind Adaptarea la Schimbarile Climatice, Reducerea Efectelor si Rezilienta la Dezastre
Nr. documentului: HRO/054/R/20230808
Revizia: Rev 5
Starea documentului: Varianta actualizata
Data: August 20233
Numele Beneficiarului: Administratia Fluviala a Dunarii de Jos Galati RA si Agentia Executiva pentru Explorare si Intretinere a Fluviului Dunarea Ruse
Proiectul: FAST Danube
Manager de Proiect: Dan Tarara
Elaborator: Project Team
Numele documentului: FAST_Danube_Raport de Adaptare la Schimbarile Climatice_Actualizat_9Aug23_1

Halcrow Romania SRL

Str. Carol Davila, Nr. 85
Etaj 2, Camera A
050453, Sector 5
Bucuresti, Romania
T +40 311 065 376
F +40 311 034 189
www.jacobs.com

GeoMarine Ltd

James Boucher 99 Blvd.
fl 1, Sofia 1407,
Republic of Bulgaria
T +(359 2) 9515135,
+(359 2) 9531124
GMS: 0887206407
www.geomarine-bg.com

© Copyright 2023 Jacobs Engineering Group Inc. Conceptele si informatiile continute in acest document sunt proprietatea companiei Jacobs. Utilizarea sau copierea acestui document in intregime sau doar a unei parti fara permisiunea scrisa din partea Jacobs constituie o incalcare a drepturilor de autor.

Limitari: Acest document a fost intocmit in numele si pentru uzul exclusiv al clientului Jacobs si este supus si emis in conformitate cu prevederile contractului incheiat intre Jacobs si client. Jacobs nu isi asuma nici o raspundere sau raspundere pentru orice utilizare a acestui document sau pentru orice utilizare a acestuia de catre orice terta parte.

Istoricul documentului si status

Revizie	Data	Descriere	Autor	Verificat	Revizuit	Aprobat
Rev 1	Oct'19	Versiune preliminara	I Zlate D Paraschivoiu	PS Rayner	PS Rayner	D Tarara
Rev 2	Dec'20	Prima versiune preliminara	I Zlate D Paraschivoiu	PS Rayner	PS Rayner	D Tarara
Rev 3	Feb'22	A doua versiune preliminara	Pv Lany PS Rayner	Pv Lany	PS Rayner	D Tarara
Rev 4	Dec'22	Versiune actualizata	Pv Lany PS Rayner	Pv Lany	PS Rayner	D Tarara
Rev 5	Aug'23	Versiune actualizata	Pv Lany PS Rayner 	Pv Lany R Taylor-Hopgood (calc. amprenta carbon)	PS Rayner 	D Tarara 

Cuprins

1.	Introducere.....	1
2.	Informatii generale despre proiect	4
2.1	Istoricul proiectului	4
2.2	Mod de abordare.....	5
2.3	Obiective generale / principii pentru conceptul preliminar de proiectare	8
3.	Interventii propuse - optiunile preferate	12
3.1	Optiuni analizate	12
3.2	Evaluarea optiunilor - consideratii cheie	12
3.3	Optiuni preferate.....	14
4.	Schimbari climatice - parametri climatici	22
4.1	Mod de abordare.....	25
4.2	Analiza seriilor temporale de date climatologice	25
4.2.1	Temperatura / precipitatii	25
4.2.2	Exemple de caracteristici extreme	27
4.3	Scenarii de prognoza climatica	29
4.3.1	Prognoze de temperatura a aerului si de precipitatii	30
4.3.2	Exemple de aridizare	33
4.4	Efectele hidrologice ale schimbarilor climatice.....	35
4.4.1	Analiza preliminara a datelor hidrologice existente	35
4.4.2	Analiza tendintei	43
5.	Evaluarea vulnerabilitatii si a riscurilor asociate schimbarilor climatice	48
5.1	Factori potentiali de risc.....	48
5.2	Senzitivitatea proiectului la schimbari climatice	51
5.3	Expunerea proiectului la schimbari climatice.....	52
5.4	Vulnerabilitatea proiectului la schimbari climatice	53
5.5	Evaluarea riscurilor climatice asupra proiectului	54
5.6	Modelarea impactului potential al schimbarilor climatice.....	56
6.	Evaluarea neutralitatii carbonului	59
6.1	Mod de abordare.....	59
6.2	Etapa de constructie - amprenta de carbon, lucrari de constructie.....	61
6.3	Etapa de operare - amprenta de carbon, dragare de intretinere.....	62
6.4	Etapa de operare - reducerea emisiilor de carbon din transporturi, imbunatatiri ale navigatiei ..	63
6.5	Bilantul emisiilor de carbon pe durata de viata a proiectului pentru a confirma neutralitatea globala a emisiilor de carbon sau o situatie mai buna	65
6.6	Costul fictiv al carbonului actualizat pentru perioada de referinta a proiectului	65
7.	Evaluarea rezistentei la schimbarile climatice - masuri de adaptare	67
7.1	Concept preliminar de proiectare pentru imbunatatirea navigatiei	69

7.2	Masuri de adaptare pentru a contracara riscurile climatice.....	71
7.3	Consideratii preliminare de proiectare.....	75
7.4	Consideratii privind implementarea.....	76
8.	Strategie/plan de actiune pentru a raspunde la impactul schimbarilor climatice	83
9.	Concluzii finale.....	87

Anexe

Anexa A. Interventiile propuse – optiunea preferata

Anexa B. Evaluarea neutralitatii emisiilor de carbon - date anuale

Anexa C. Evaluarea neutralitatii carbonului - costul fictiv al carbonului

Anexa D. Romania / Bulgaria obiective nationale de decarbonizare

Tabele

Tabelul 3.1 Interventiile propuse - optiunile preferate.....	21
Tabelul 4.1 Ani secetosii si ploiosi in Romania, 1901-2010.....	27
Tabelul 5.1 Variabilele schimbarilor climatice, efecte secundare si factori de risc.....	49
Tabelul 5.2 Matricea senzitivitatii fluviului Dunarea la efectele schimbarilor climatice	51
Tabelul 5.3 Matricea expunerii navigatiei pe Dunare la efectele schimbarilor climatice	52
Tabelul 5.4 Vulnerabilitatea actuala a conditiilor de navigatie la schimbari climatice	53
Tabelul 5.5 Vulnerabilitatea viitoare a conditiilor de navigatie la schimbari climatice.....	54
Tabelul 5.6 Matrice de evaluare a riscului climatic asupra proiectului – starea actuala	55
Tabelul 5.7 Matrice de evaluare a riscului climatic asupra proiectului – starea viitoare.....	55
Tabelul 6.1 Etapa de constructie - amprenta de carbon, lucrari de constructie pentru ambele optiuni preferate	62
Tabelul 6.2 Etapa de operare – amprenta de carbon, dragare de intretinere pentru ambele optiuni preferate	63
Tabelul 6.3 Etapa de operare - reducerea amprentei de carbon in transporturi	64
Tabelul 6.4 Ciclul de viata al proiectului - amprenta de carbon pentru prima / a doua optiune preferata.....	65
Tabelul 6.5 Ciclul de viata al proiectului - Valoarea actualizata a reducerii costului asociat emisiilor de carbon pentru prima / a doua optiune preferata.....	66
Tabelul 7.1 Masuri de adaptare pentru contracara riscurilor climatice	72
Tabelul 7.2 Riscuri climatice reziduale	75
Tabelul 7.3 Conditii tipice de expunere pentru planificarea intretinerii.....	80
Tabelul 7.4 Probabilitatea necesitatii de a construi lucrari de operare si intretinere de modificare/ameliorare adaptativa.....	82
Tabelul 9.1 Ciclul de viata al proiectului - amprenta de carbon pentru prima / a doua optiune preferata.....	87

Figuri

Figura 1.1 Harta cu zona proiectului si cele 12 puncte critice pentru navigatie (orientativa).....	2
Figura 3.1 Configuratia albiei fluviale pentru a indica zonele cu adancimi pe senal <2,5m la ape mici in punctele critice Garla Mare, Salcia, Bogdan Secian, Dobrina, Vardim, Iantra, Batin si Kosui (cele indicate cu rosu, pe baza datelor de la prima campanie de masuratori din anul 2017).....	15
Figura 3.2: Configuratia albiei si indicarea zonelor pe senal cu adancimi la ape mici <2.5m in punctele critice Bechet, Corabia, Belene si Popina (indicate cu rosu, pe baza datelor batimetrice din prima campanie din 2017)	16
Figura 3.3 Optiuni structurale si siturile Natura 2000 la Bechet si Belene.....	18
Figura 3.4 Optiuni structurale si siturile Natura 2000 la Popina	18

Figura 3.5 Optiuni structurale si siturile Natura 2000 la Garla Mare si Salcia.....	19
Figura 3.6 Optiunile structurale si siturile Natura 2000 la Bogdan Secian, Dobrina, Corabia, Vardim, Iantra, Batin si Kosui	20
Figura 4.1 Tendinta temperaturilor medii anuale in perioada 1901-2011: crestere medie de la 9.3°C la 10.1°C	25
Figura 4.2 Tendinta cantitatilor anuale de precipitatii in perioada 1901-2011: scadere medie de la 632 mm la 609 mm.....	26
Figura 4.3 Anomalii in temperaturile medii anuale; abaterile in perioada 1991-2011 de la media pe intervalul 1961-1990.....	26
Figura 4.4 Anomalii in cantitatile anuale de precipitatii; abaterile in perioada 1991-2011 de la media pe intervalul 1961-1990.....	27
Figura 4.5 Tendinta manifestarilor extreme – frecventa pe decenii a anilor ploiosi si secetosii	28
Figura 4.6 Tendinta manifestarilor extreme – frecventa decadală a ploilor severe in sezonul de vara.....	29
Figura 4.7 Tendinta manifestarilor extreme – numarul de ploi convective severe din sezonul de vara	29
Figura 4.8 Modificari ale temperaturii medii multianuale a aerului in intervalul 2021-2050 fata de perioada 1961-1990, in cadrul bazinului Dunarii.....	30
Figura 4.9 Modificari ale temperaturii medii multianuale a aerului in intervalul 2071-2100 fata de perioada 1961-1990.....	30
Figura 4.10 Modificarea cantitatilor multianuale de precipitatii in intervalul 2021-2050 fata de perioada 1961-1990 in cadrul bazinului Dunarii.....	31
Figura 4.11 Modificarea cantitatilor multianuale de precipitatii in intervalul 2071-2100 fata de perioada 1961-1990.....	31
Figura 4.12 BG- Prognoza de modificare a temperaturii medii la sfarsitul secolului 21 fata de 1961-1990 ...	32
Figura 4.13 BG- Prognoza de modificare a precipitatiilor anuale la sfarsitul secolului 21 fata de 1961-1990	32
Figura 4.14 BG-Modificarea temperaturilor medii lunare in 2020, 2050 si 2080 fata de 1961-1990.....	33
Figura 4.15 BG- Modificarea cantitatilor lunare medii de precipitatii in 2020, 2050 si 2080 fata de 1961-1990	33
Figura 4.16 Evolutia proceselor de aridizare in Romania (seceta pedologica) pana in 2071-2080 fata de 1961-2000.....	34
Figura 4.17 Prognoza zilelor de vara (Tmax>25oC) in Bulgaria: valori medii in perioada 1961-1990 (stanga); cresteri procentuale prognozate pentru intervalul 2021-2050 (dreapta)	34
Figura 4.18 Fluctuatiile de debit in aval de Portile de Fier conform inregistrarilor de la SH Novo Selo (km 833,6).....	36
Figura 4.19 Mediile anuale ale fluctuatiilor de debit in regim initial si modificat de Portile de Fier I au inregistrat un salt in 1971, la valori de 2 ori mai mari pe faza de crestere si de 2,5 ori mai mici pe faza de scadere.....	36
Figura 4.20 Numarul mediu de zile cu fluctuatii $ Q_i - Q_{i-1} > 600$ in perioada 1972-2015 fata de perioada 1941-1971.....	37
Figura 4.21 Fluctuatii de nivel al apei $ H_i - H_{i-1} > 100\text{cm}$ in perioada 1979-2015 de-a lungul Dunarii	37
Figura 4.22 Tendinta fluctuatiilor zilnice de debit la statia hidrometrica Novo Selo in perioada 1940-1971 si 1972-2015 („Nz _{an-} ” – numar anual de zile pe ramura de scadere a hidrografului; „Nz _{an+} ” – numar anual de zile pe ramura de crestere a hidrografului)	38
Figura 4.23 Variabilitatea seriei de valori lunare ale CV la SH Silistra in perioada de vara; efectul Portile de Fier I este un 'salt' de 16% al mediei CV fata de regimul initial; tendinta de crestere sub variabilitatea climatica (+0.2% in 2015 fata de 1971), ecart mai restrans in anii ploiosi si mai larg in anii secetosii.....	38
Figura 4.24 Variabilitatea seriei de valori lunare ale CV la SH Silistra in perioada de iarna; efectul Portile de Fier I este un 'salt' de 9% al mediei CV fata de regimul initial; tendinta de scadere sub variabilitatea climatica (-0.3% in 2015 fata de 1971), ecart mai redus de variabilitate in perioada post-Portile de Fier I din diminuarea fenomenelor de inghet.....	39
Figura 4.25 Variatia turbiditatii medii anuale a apei in intervalul 1966-2012 pe baza datelor disponibile la 4 statii hidrometrice romanesti de pe Dunare.....	39
Figura 4.26 Valorile medii pe sectiune ale turbiditatii apei de-a lungul Dunarii pe sectorul comun romano-bulgar in timpul primei campanii de masuratori din 2017	40

Figura 4.27 Valori zilnice ale debitelor de aluviuni tarate pe Dunare in perioada 2000-2001 pentru datele disponibile la statiile Bechet si Giurgiu (sunt valori de circa 2,4 ori mai mari la Bechet decat cele de la Giurgiu).....	40
Figura 4.28 Granulometria sedimentelor din patul albiei pe Dunare la prima campanie de masuratori in anul 2017.....	41
Figura 4.29 Modificari de latime a albiei de-a lungul Dunarii in perioada 1965-2017 (valori medii pe sectoare de 10km), mai ales pe malul stang, in dreptul protectiei de mal de pe malul bulgar.	41
Figura 4.30 Modificari ale vitezei medii (la debitul mediu multianual) in anul 2017 fata de 1965 (valori medii pe sectoare de 10km de-a lungul Dunarii)	42
Figura 4.31 Modificari de adancime a albiei in anul 2017 fata de 1965 (valori medii pe sectoare de 10km de-a lungul Dunarii); adancire generala de 0,9m, cu 1,2m la capatul din amonte si 0,6m la cel din aval.	42
Figura 4.32 Modificari ale debitelor maxime de iarna si de vara la SH Silistra in perioada 1971-2015: debitele maxime de iarna sunt mai mari in 2015 cu +6.5% fata de 1971, iar debitele maxime de vara sunt cu -9.6% mai mici in 2015 fata de 1971; predictia lor pentru 2065 este de +13.5% si, respectiv, de -20.5%	43
Figura 4.33 Modificari ale debitelor medii la SH Silistra in perioada 1971-2015: debitele medii in 2015 sunt mai mari cu +6% decat in 1971, iar debitele medii de vara sunt mai mici cu -8.5% in 2015 fata de 1971; predictia lor pentru 2065 este de +13% si, respectiv, de -18%.....	44
Figura 4.34 Modificari ale debitelor minime la statia Silistra in perioada 1971-2015: debitele minime de iarna in 2015 sunt cu +24% mai mari decat in 1971, in timp ce debitele minime de vara sunt pe o tendinta cvasi-stationara (+0.2%) sub efectul regularizarii de la Portile de Fier in perioadele de ape mici, dar pe o tendinta de crestere a ecarterului lor de variabilitate	44
Figura 4.35 Novo Selo (km 833,6): numarul anual de zile de debit < 2600 m3/s in perioada 1941-2015; tendinta valorilor de vara in perioada 1971-2015 indica un numar mediu de zile pe an cu debite sub QENR de 7 in 1971, 22 in 2015 si 38 in 2065	45
Figura 4.36 Silistra (km 375.): numarul anual de zile cu debite < 2900 m3/s in perioada 1941-2015; tendinta valorilor de vara in perioada 1971-2015 indica un numar mediu de zile pe an cu debite sub QENR de 10 in 1971, 18 in 2015 si 27 in 2065.....	45
Figura 4.37 Tendinta fenomenelor de inghet la SH Silistra (km 375,5): frecventa de aparitie s-a redus de la 17/31 in perioada 1941-1971 la 10/44 in perioada 1972-2015, duratele medii multianuale fiind de 28 zile/an si de respectiv, 6,4 zile/an	46
Figure 6.1 Prezentare generala a procesului de protectie impotriva efectelor schimbarilor climatice (sursa: Comunicarea CE privind Ghidul tehnic pentru asigurarea protectiei impotriva schimbarilor climatice a infrastructurii in perioada 2021-2027 (2021/C 373/01))	61
Figura 7.1 Privire de ansamblu asupra procesului de protectie impotriva efectelor schimbarilor climatice (Sursa: Comunicarea CE privind Ghidul tehnic pentru asigurarea rezistentei la schimbarile climatice a infrastructurii in perioada 2021-2027 (2021/C 373/01))	68
Figura 7.2 Raul Waal (Tarile de Jos): o ramura a fluviului Rin: s-a indreptat progresiv si ingustat cu 30 % cu ajutorul unor epiuri fluviale incepand cu anii 1850.....	70

Acronime and Abrevieri

EA	Evaluare adecvata
AFDJ	Administratia Fluviala a Dunarii de Jos
ACB	Analiza Cost-Beneficiu
CCVRA	Climate Change Vulnerability and Risk Assessment
CV	Coeficient de variatie
EIM	Evaluarea Impactului asupra Mediului
ENR	Etiage navigable et de régularisation/Low Navigable Water Level
GCM	Global Climate Models
GHG/GES	Greenhouse-gas/Gaze cu efect de sera
GS/SH	Gauging Station/ Statie hidrometrica
IAPPD	Agency for Exploration and Maintenance of the Danube River
ICPDR	International Commission for the Protection of the Danube River
IWT	Inland Waterway Transport
MCA/AMC	Multi-criteria analysis/ Analiza multi-criteriala
WFD/DCA	Water Framework Directive/ Directiva Cadru a Apei

1. Introducere

In cadrul proiectului FAST Danube a fost analizata fezabilitatea mai multor tipuri de interventie prin care sa se poata imbunatati navigatia in punctele critice de pe Dunarea de Jos (vezi Figura 1.1) pe o lungime de 488km, de la rkm 863 la rkm 375 (rkm definind distanta fluviala fata de Marea Neagra). Sunt in total 12 puncte critice de analizat in acest studiu de fezabilitate - 6 fiind pe sectorul aflat sub administratia romana si 6 - pe sectorul administrat de partea bulgara.

Studiul schimbarilor climatice este o componenta importanta a acestui proiect. In aceasta analiza a fost luat in considerare contextul climatic, cu efectele schimbarilor climatice prognozate prin cercetarile actuale si analiza tendintei a seriilor lungi de timp din seturi de date hidrologice pentru a identifica vulnerabilitatile proiectului pe scenarii de schimbari climatice. Aceasta analiza a continuat cu evaluarea amprentei de carbon aferenta prognozelor de crestere a traficului fluvial comparativ cu optiunile alternative, rutiera sau feroviara, in cadrul transportului multimodal.

Studiul de schimbari climatice a fost realizat pe baza recomandarilor din:

- Schimbarile climatice si proiectele majore ale Comisiei Europene - Prezentare generala a cerintelor si orientarilor privind schimbarile climatice pentru proiectele majore din perioada de programare 2014-2020 - Asigurarea rezilientei la efectele negative ale schimbarilor climatice si reducerea emisiilor de gaze cu efect de sera (*EU Commission Climate Change and Major Projects Outline of the climate change related requirements and guidance for major projects in the 2014-2020 programming period - Ensuring resilience to the adverse impacts of climate change and reducing the emission of greenhouse gases*).
- Notiuni de baza ale evaluarii vulnerabilitatii si riscurilor in ceea ce priveste adaptarea la schimbarile climatice, JASPERS Guidance Note, versiunea 1, iunie 2017 (*The Basics of Climate Change Adaptation Vulnerability and Risk Assessment, JASPERS Guidance Note, Version 1, June 2017*).
- Metodologiile BEI privind amprenta de carbon a proiectelor - Metodologii de evaluare a emisiilor de GES si a variatiilor de emisii ale proiectelor (*EIB Project Carbon Footprint Methodologies - Methodologies for the Assessment of Project GHG Emissions and Emission Variations*).
- Notificarea CE privind Ghidul tehnic privind adaptarea infrastructurii la schimbarile climatice in perioada 2021-2027 (2021/C 373/01), disponibila la urmatoarea adresa: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=OJ:JOC_2021_373_R_0001&from=EN

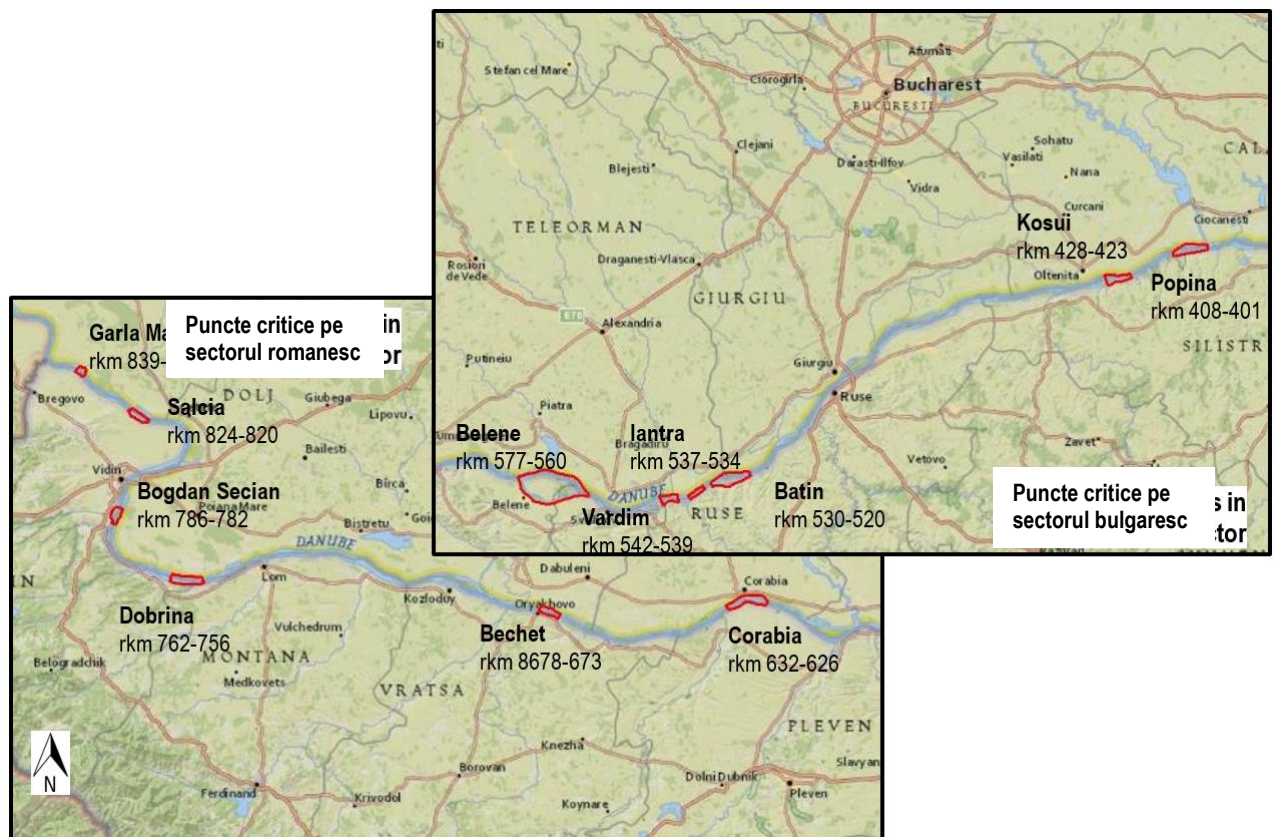


Figura 1.1 Harta cu zona proiectului si cele 12 puncte critice pentru navigatie (orientativa)

Specificatii pentru studiul schimbarilor climatice

Adaptarea la schimbarile climatice: Vulnerabilitatea la schimbarile climatice si Evaluarea riscului (CCVRA): luarea in considerare a cerintei de adaptare la schimbarile climatice este o cerinta noua in abordarea proiectelor majore introdusa prin Common EU Prevision Regulation 1303/2013, asa cum a fost transpusa de Commission Delegated Regulation 480/2014, Commission Implementing Regulation No 1011/2014 si Commission Implementing Regulation (EU) 2015/207. De asemenea, evaluarea riscului la accidente majore si/sau dezastre, cu relevanta pentru proiect, inclusiv cele generate de schimbarile climatice, au devenit parte integranta a EIM pentru conformare cu forma revizuita a Directivei EIM.

Pentru realizarea unei evaluari a impacturilor climatice, a riscurilor si a raspunsurilor de adaptare, au fost respectate instructiunile continute in Notificarea CE privind Ghidul tehnic privind adaptarea infrastructurii la schimbarile climatice in perioada 2021-2027 (2021/C 373/01), disponibila la urmatoarea adresa: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=OJ:JOC_2021_373_R_0001&from=EN

Reducerea schimbarilor climatice. Calculul amprentei de carbon a proiectului:

- Informatiile privind conformitatea proiectului si contributia acestuia la toate aspectele privind atenuarea schimbarilor climatice (emisii de GES) si adaptarea la acestea, incluse in documentele de mai sus, trebuie furnizate sub forma unui scurt rezumat. Studiul de Fezabilitate trebuie sa contina o estimare a emisiilor de referinta, absolute si relative pentru proiect.
- Calculul amprentei de carbon va fi realizat conform EU CBA Guide 2014-2020.

La evaluarile CCVRA vor fi parcursi pasii urmatoari:

- Analiza de senzitivitate;

- Analiza expunerii proiectului (cu evaluari atat pentru starea actuala, cat si cea viitoare);
- Analiza vulnerabilitatii (Senzitivitate X Expunere);
- Analiza probabilitatii;
- Severitatea/Analiza impactului;
- Analiza de risc (Probabilitate X Severitate);
- Identificarea masurilor de adaptare;
- Evaluarea costurilor pentru masurile de adaptare;
- Integrearea masurilor de adaptare in cadrul proiectului.

Suplimentar, s-au consultat si alte ghiduri disponibile pentru evaluarea vulnerabilitatii si a riscului la schimbarile climatice (CCVRA):

- Ghidul „non-paper” pentru managerii de proiect: Asigurarea rezilientei climatice a investitiilor vulnerabile (*Non-paper Guidelines for Project Managers: Making vulnerable investments climate resilient*): <http://climate-adapt.eea.europa.eu/metadata/guidances/non-paper-guidelines-for-project-managers-making-vulnerable-investments-climate-resilient/guidelines-for-project-managers.pdf>
- Schimbarile climatice si proiectele majore: Prezentare generala a cerintelor si orientarilor privind schimbarile climatice pentru proiectele majore din perioada de program 2014-2020 (*Climate Change and Major Projects: Outline of the climate change related requirements and guidance for major projects in the 2014-2020 programming period*):
https://ec.europa.eu/clima/sites/clima/files/docs/major_projects_en.pdf
- Notiuni de baza privind adaptarea la schimbarile climatice, evaluarea vulnerabilitatii si a riscurilor (*The Basics of Climate Change Adaptation Vulnerability and Risk Assessment*)
<http://www.jaspersnetwork.org/plugins/servlet/documentRepository/displayDocumentDetails?documentId=381>
- Metodologia BEI: Ghidul "Ampronta indusa de GES: Ampronta de carbon a proiectelor finantate de Banca: Metodologii de evaluare a emisiilor de GES si a variatiilor de emisii ale proiectelor" (*EIB Methodology: Guidelines "Induced GHG Footprint: The carbon footprint of projects financed by the Bank: Methodologies for the Assessment of Project GHG Emissions and Emission Variations"*):
http://www.eib.org/attachments/strategies/eib_project_carbon_footprint_methodologies_en.pdf
- Ghidul privind integrarea schimbarilor climatice si a biodiversitatii in evaluarea impactului asupra mediului (*Guidance on Integrating Climate Change and Biodiversity into Environmental Impact Assessment*):
<http://ec.europa.eu/environment/eia/pdf/EIA%20Guidance.pdf>

2. Informatii generale despre proiect

In cadrul proiectului FAST Danube a fost realizata analiza de fezabilitate, din punct de vedere tehnic, economic, de mediu si social, a variantelor de interventie pentru imbunatatirea navigatiei in zonele critice ale Dunarii de Jos. Conform recomandarilor Comisiei Dunarii pentru acest sector, latimea senalului ar trebui sa fie de 180m cu adancime de minim 2.5m la ENR (*Etiage navigable et de régularisation/Low Navigable Water Level*) si raza de curbura de minim 1000m. Pentru sectoarele unde nu se poate asigura adancimea minima pe toata latimea de 180m, latimea minima a senalului poate fi redusa la 150m.

Ca studii tehnice au fost realizate modelarea hidrodinamica, evaluarea si caracterizarea morfologica pornind de la ridicari batimetrice detaliate a albiei fluviale si topografice in zona malurilor. Alte studii suport includ evaluarea traficului fluvial si analiza cost-beneficiu unde se compara costurile investitiilor cu beneficiile pentru navigatie pe care le ofera.

Evaluarea impactului asupra mediului are o importanta deosebita in cadrul acestui proiect. Include si studii complementare pentru a raspunde cerintelor specifice din legislatia europeana si directivele de protectie a mediului impreuna cu prevederile nationale dupa transpunerea lor legislativa in Romania si Republica Bulgaria.

Propuneri de imbunatire a conditiilor de navigatie au fost realizate initial in studiul de fezabilitate finalizat in anul 2011. Prin proiectul de fata, realizat de o alta echipa de consultanti, s-a solicitat si revizuirea si actualizarea optiunilor tehnice de interventie structurala care au fost propuse anterior. Optiunile propuse si prezentate in acest raport au fost adaptate la constrangerile de finantare ale UE, de exemplu durata de implementare pe termen scurt. Pe langa aceste optiuni oferite de proiectul FAST-Danube, au mai fost luate in considerare de catre consultanti si optiuni de management adaptativ pe durata implementarii lor viitoare.

Dificultati de navigatie pe Dunarea Inferioara

Prin acest proiect sunt abordate aspectele cheie pentru imbunatatirea conditiilor de navigatie pe Dunarea de Jos in zonele critice unde gradul sau de navigabilitate se reduce drastic in conditii de ape mici, (cand apar pe senal portiuni cu adancimi de sub 2.5m).

Din datele NAVROM SA reiese ca in zona sectiunilor problematice, la un convoi de 3 x 3 barje este nevoie de o durata prelungita cu circa 10 zile la o cursa dus-intors de la Cernavoda la Novi Sad (Serbia). Fata de distanta dus-intors de 1525km, distanta parcursa de impingator se maresta cu circa 680km la trecerea separata barja cu barja prin zonele critice. Pierderea de performanta in navigatia fluviala se asociaza in mod inerent cu prejudiciul de mediu.



2.1 Istoricul proiectului

Proiectul a fost lansat in anul 2007 de catre Ministerul Transporturilor prin angajarea contractului de asistenta tehnica pentru realizarea Studiului de Fezabilitate, a Raportului de Evaluare a Impactului asupra Mediului (EIM) si a Studiului de Evaluarea Adecvata (EA) pentru siturile Natura 2000. Studiu de Fezabilitate initial impreuna cu Raportul EIM si Stdiul EA au fost finalizate si predate in Noiembrie 2011. In Studiul de Fezabilitate sunt prezentate si analizate sase optiuni pentru imbunatatirea conditiilor de navigatie, care sunt aceleasi pentru

toate punctele critice, insa procedurile EIM si EA nu au putut fi finalizate, Raportul EIM fiind respins de autoritatile competente, iar Acordul de mediu nu a mai putut fi eliberat.

Optiunea preferata in acest Studiu de Fezabilitate se refera la "Alternativa Optima", constand din dragarea senalului in toate punctele critice si structuri de regularizare a cursului fluvial in majoritatea punctelor critice. Insa din cauza unor modificari morfologice adverse si semnificative pe mai multe sectoare, anumite solutii tehnice propuse de acest Studiu de Fezabilitate nu mai pot fi aplicabile.

In proiectul actual s-a urmarit revizuirea si actualizarea tuturor componentelor Studiului de Fezabilitate din 2011.

2.2 Mod de abordare

In procesul de selectare a celor mai adecvate tipuri de interventie in zonele critice mentionate, s-a tinut seama de principiile de baza din declaratia comuna a ICPDR, a Comisiei Dunarii si a Comisiei Internationale a bazinului raului Sava ("Joint Statement on Guiding Principles on the Development of Inland Navigation and Environmental Protection in the Danube River Basin"), considerata ca fiind cadrul de referinta pentru integrarea aspectelor ecologice cu cele de dezvoltare a cailor navigabile ("*a milestone that leads to the integration of ecology into waterway development*").

Declaratia comuna a fost adoptata de ICPDR, Comisia Dunarii si Comisia Internationala a bazinului raului Sava in Decembrie 2007/Ianuarie 2008. Aceasta pune la dispozitie factorilor de decizie un set de linii directoare pentru modul de abordare a transportului pe cai navigabile interioare (IWT) pentru o dezvoltare durabila de mediu, precum si pentru realizarea planurilor privind gospodaria apelor, a programelor si proiectelor de mediu si de navigatie in zone fluviale si riverane.

Prin aceasta declaratie comuna se urmareste o dezvoltare durabila si prietenoasa cu mediul si imbunatatirea navigatiei conform unui set de principii cheie, respectiv:

- Recunoasterea importantei contextului transfrontalier, cand se propun modificari hidro-morfologice cu posibile efecte adverse si a cerintelor de mediu si de navigatie din bazinul Dunarii.
- Respectarea cadrului legislativ existent, cu toate cerintele legislative relevante pentru transport si mediu (nationale, directive UE, internationale) ca o preconditione pentru orice activitate in regiunea Dunarii.
- Recunoasterea necesitatilor de navigatie fluviala (IWT) si de integritate ecologica, precum si faptul ca nu toate cerintele pot fi indeplinite in orice situatie.

In "declaratia comuna", ICPDR precizeaza ca toate planurile si proiectele IWT au implicatii de mediu, fiind astfel nevoie de realizarea evaluarilor de mediu inainte de luarea deciziilor. Acest fapt se solicita si prin Directiva 2001/42/EC, privind evaluarea strategica de mediu (SEA) a planurilor, programelor si politicilor si in Directiva 2014/52/EC privind evaluarea impactului asupra mediului in cazul proiectelor propuse. In baza acestor proceduri, publicul isi poate exprima opinia, iar rezultatele consultarii vor fi luate in considerare in procedura de autorizare a proiectului.

Mai jos sunt prezentate cateva extrase din Declaratia Dunarii adoptata la Intalnirea Ministeriala ICPDR din 9 Februarie 2016 - Gospodarirea apelor in bazinul Dunarii: Integrare si Solidaritate in cel mai 'international' bazin hidrografic din lume, ca referinte cheie de care s-a tinut seama la formularea solutiilor in proiectul FAST-Danube:

'...Noi, ministri, inalti oficiali si membri ai Comisiei Europene, fiind responsabili cu implementarea Conventiei pentru Protectia Fluviului Dunarea ...

(28) reafirmam "Declaratia Comuna privind Dezvoltarea Navigatiei Interioare si Protectia Mediului" incheiata de ICPDR, Comisia Dunarii si Comisia Internationala a Bazinului Raului Sava in 2007, apreciem procesul de urmarire continua oferind intalniri periodice pentru schimb de experienta privind modul de aplicare si recomandam o buna valorificare si a "Manualului de bune practici pentru planificari durabile a cailor navigabile" care a fost realizat cu succes in cadrul proiectului UE PLATINA si prezinta pasii practici de urmat si exemple de abordare pentru realizarea unui plan integrat ...'.

www.danube-region.eu/attachments/article/616554/danube-declaration2016.pdf

Recunoasterea contextului transfrontalier

Conform prevederilor Conventiei privind regimul de navigatie pe Dunare, semnat la Belgrad pe 18 August 1948, este in responsabilitatea celor doua tari riverane, Romania si Republica Bulgaria, sa asigure conditii adecvate pentru navigatia pe sectorul de la km 845,5 la km 375.

Pe baza acordului bilateral romano-bulgar, semnat la Sofia pe 28 Noiembrie 1955, cele doua state au agreeat asupra sectoarelor ce le revin, astfel:

- Sectorul de la km 845,5 la km 610, este in responsabilitatea statului roman sa asigure conditii adecvate de navigatie;
- Sectorul de la km 610 la km 375, statul bulgar are responsabilitatea asigurarii conditiilor de navigatie adecvate.

Lucrarile de intretinere a caii navigabile interioare sunt asigurate de doua administratii dedicate din Romania si Republica Bulgaria, respectiv AFDJ Galati si IAPPD Ruse.

Respectarea cadrului legislativ

Proiectul trebuie sa fie conform cu legislatia europeana, directivele europene de mediu relevante si cerintele acestor directive transpuse in legislatia nationala specifica din Romania si Republica Bulgaria.

Reconcilierea nevoilor ecologiei riverane si a navigatiei fluviale (IWT)

Pe parcursul desfasurarii proiectului, au fost identificate solutii pentru inlaturarea dificultatilor de navigatie in punctele critice care sa satisfaca cerintele de navigatie fluviala impreuna cu cele de integritate ecologica a fluviului Dunarea.

Au fost luate in considerare cerintele de baza pentru IWT care sunt specificate de ICPDR in "Declaratia Comuna":

- Proiectarea senalului in punctele critice la dimensiuni minime (adancime si latime) recomandate in contextul cerintelor IWT si a intelegerii lor strategice la nivelul intregului curs fluvial, respectiv:
 - Adancimea si latimea senalului urmarind continuitatea asigurarii durabile a unor conditii de navigatie eficiente; si
 - Raza de curbura.

- Constructie si intretinere, de exemplu:
 - Structuri hidrotehnice de regularizare a albiei la ape mici (de ex., epiuri); si
 - Dragare si depozitare adecvata a materialului rezultat.
- Amplasarea infrastructurii in functie de conditiile fizice locale si de alti factori relevanti (de exemplu, distanta fata de piete si legaturi in transportul multimodal).

In "Declaratia Comuna", ICPDR precizeaza ca cerintele de baza pentru a asigura integritatea ecologica fluviala in UE sunt reglementate de o serie de instrumente legislative. O indeplinire a-tot-cuprinzatoare a cerintelor din Directiva cadru a Apei (EU WFD) si politicile de interfata este deosebit de importanta, pentru a putea atinge "starea ecologica buna" sau "potentialul ecologic bun" - in cazul corpurilor de apa puternic modificate sau artificiale, si fara deteriorarea starii corpului de apa.

In cadrul proiectului au fost luate in considerare nevoile fundamentale identificate de ICPDR in "Declaratia Comuna" in vederea mentinerii sau conservarii integritatii ecologice a fluviului Dunarea:

- Protejarea sau conservarea peisajelor naturale, a sectoarelor fluviale sau a zonelor riverane cu valoare ecologica ridicata, precum si a populatiilor acvatice;
- Refacerea ecologica a sectoarelor de fluviu modificate sau sub impact si a peisajelor adiacente;
- Mentinerea caracterului de mediu dinamic specific in albia fluviala si zona inundabila (referitor la structuri in albie, linia malurilor, brate secundare si albie majora) asigurand un echilibru dinamic si conditii pentru conectivitati adecvate;
- Neafectarea conectivitatii longitudinale si laterale pentru migratia speciilor de pesti si a altor specii legate de apa, pentru a asigura dezvoltarea lor naturala, fireasca; si
- Mentinerea unor procese sedimentare echilibrate.

"Declaratia comuna privind dezvoltarea navigatiei fluviale si protectia mediului" a fost reafirmata in anul 2016 prin Declaratia Dunarii. In aceasta declaratie a fost exprimata aprecierea asupra consecventei initiativelor pentru aplicarea principiilor din "Declaratia comuna" mentionand si contributia pe care o are la dezvoltarea durabila a transportului pe ape interioare prin "integrarea aspectelor economice cu cele de mediu in procesul de planificare si implementare a proiectelor de infrastructura pentru navigatie".

In Declaratia Dunarii se recomanda sa se foloseasca "Manualul de bune practici pentru planificarea durabila a cailor navigabile" publicat in anul 2010 prin proiectul UE PLATINA. Acest manual contine indrumari practice pentru abordarea integrata a actiunilor de planificare prin care sa se poata realiza planuri de dezvoltare durabila pentru navigatia fluviala impreuna cu protectia mediului in zona fluviului. Acest mod de abordare a fost preluat si in proiectul FAST Danube.

In "Manualul de bune practici" se precizeaza ca "pregatirea si realizarea unui proces integrat de planificare implica niste eforturi in mod substantial mai mari decat erau cerute anterior, al coror rezultat consta intr-o serie de beneficii masurabile". Astfel de beneficii potentiale includ:

- Un grad mai mare de siguranta privind promovarea unui astfel de proiect IWT ca va parcurge cu succes procesul dificil al deciziilor de mediu (EIM);
- Dezvoltarea unor solutii tehnice inovatoare;
- Cresterea fezabilitatii sub aspect financiar;
- Costuri mai mici pentru daunele aduse mediului;
- Valorificarea potentialului/functionalitatii ecosistemului fluvial, precum si imbunatatirea imaginii proiectului si a institutiilor responsabile cu actiunile de planificare si operare a infrastructurii IWT.

2.3 Obiective generale / principii pentru conceptul preliminar de proiectare

Din motivele explicate mai sus, conceptul de proiectare prevede lucrari tehnice "usoare" de imbunatatire a conditiilor de navigatie, astfel incat sa poata fi indeplinite si alte obiective de mediu, insotite de o proiectare detaliata specifica si de masuri de gestionare adaptativa pentru a asigura credibilitatea acestei abordari tehnice "usoare". Obiectivele proiectului FAST Danube pot fi sintetizate in doar doua obiective generale. Aceste obiective stipuleaza ca, desi imbunatatirea navigatiei se afla in centrul proiectului, luarea in considerare a tuturor functiilor ecologice si a resurselor de apa ale fluviului Dunarea trebuie, de asemenea, sa faca parte dintr-o conceptie integrata a proiectului. Astfel, obiectivele proiectului sunt urmatoarele:

- Sa se asigure ca proiectul de concept de dezvoltare a cailor navigabile pentru fiecare punct critic va creste in mod semnificativ numarul de zile pe an in care navigatia fluviala va fi lipsita de probleme; si
- Asigurarea unei gestionari durabile a cailor navigabile prin dezvoltarea unor proiecte care se bazeaza pe principii morfologice solide si care includ toate considerentele relevante de mediu, economice si sociale.

Principii pentru conceptul preliminar de proiectare

Pentru a atinge obiectivele generale, conceptul de proiectare FAST Danube se bazeaza pe urmatoarele patru principii-cheie: principiul morfologic, principiul incertitudinii, principiul flexibilitatii si principiul gestionarii adaptative.

Principiul morfologic: pregatirea unor proiecte care, pe cat posibil, sa functioneze cu procesele morfologice naturale ale fluviului, adica cu procesele naturale de curgere si sedimentare din fluviu. Astfel de proiecte au mai multe sanse de a se armoniza cu functiile de mediu existente, iar experienta a aratat ca acestea pot minimiza problemele si costurile recurente de gestionare a sedimentelor. Conceptul de proiectare a fost, acolo unde este adecvat si practic, de a promova un canal de navigatie sinuos. Canalele sinuoase pot avea avantaje distincte pentru gestionarea sedimentelor si, prin urmare, pentru mentinerea navigatiei. Curentii secundari dintr-un canal sinuos sunt, de asemenea, responsabili pentru organizarea formelor de fund si a bancurilor unitare in modele repetitive, stabile din punct de vedere dinamic, organizate spatial, care sunt oarecum previzibile. Intr-un canal drept, distributia formelor de fund si a bancurilor este mai haotica si, prin urmare, mai dificil de prevazut sau de gestionat. Canalele sinuoase:

- genereaza curenti secundari puternici care ajuta la mentinerea unui talveg adanc si, prin urmare, a unor adancimi de navigatie suficiente in portiunile de curbura ale canalului principal al fluviului intre punctele de trecere.
- se armonizeaza cu tendinta naturala a talvegului de a traversa Dunarea de la o parte la alta la intervale de aproximativ 6-7 latimi de canal.
- imbunatatesc continuitatea transportului de sedimente pe o gama larga de debite, inclusiv debite de inundatie, si astfel reducerea (dar nu eliminarea) dragarii de intretinere necesara pentru reducerea inaltimii albiei la punctele de trecere a raului. Atat pentru zonele in care se propune doar dragare, cat si pentru zonele in care au fost propuse structuri fluviale (Bechet, Belene, Popina), se propun canale de navigatie sinuoase acolo unde acestea sunt adecvate.

Astfel de canale sinuoase vor fi consolidate prin depozitarea materialului dragat in zonele adecvate. In cazul unui traseu sinuos, zonele adecvate pentru depozitarea materialului dragat sunt mai usor de identificat si mai durabile.

Principiul acestui concept de proiectare este ca, pe cat posibil, regimurile sedimentare existente ar trebui mentinute prin:

- evacuarea tuturor materialelor dragate inapoi in fluviu, fie in ape deschise, fie in locuri de evacuare limitate, si

- prin aceasta, sa se incerce sa se reduca la minimum perturbarea (adica intensificarea) proceselor naturale existente de eroziune laterala/deplasare a canalului si de transport al incarcaturii din albie si, prin urmare, sa se limiteze amploarea necesara a lucrarilor de stabilizare a malurilor fluviului.

Principiul incertitudinii: Acesta este un principiu cheie in domeniul ingineriei fluviale. Acesta exprima necesitatea de a accepta faptul ca fluviile sunt, intr-o anumita masura, imprevizibile. Spre deosebire de (de exemplu) ingineria drumurilor, unde materialele, geometria si incarcaturile pot fi prevazute cu incredere, ingineria fluviilor, de la proiectare pana la implementare, este in mod fundamental un proces de gestionare a incertitudinii. Toti parametri importanti de proiectare asociati cu ingineria fluviala, in special debitul fluviului si regimurile de incarcare cu sedimente, impreuna cu geologia albiei si a malurilor si acoperirea vegetala, sunt cu totii schimbatori. Chiar daca valorile lor medii sunt stabile si uniforme, acesti parametri prezinta o variabilitate naturala atat in timp, cat si in spatiu. Prin urmare, acesti parametri fundamentali nu sunt niciodata complet definiti in momentul proiectarii si, din motive practice, proiectele trebuie sa se bazeze pe valorile "dominante", "cele mai probabile" sau "mediane", impreuna cu estimari ale intervalelor probabile de variabilitate viitoare.

In termeni ingineresti, exista astfel o incertitudine temporala si spatiala cu privire la incarcaturile care vor fi aplicate pe fluviu de la un an la altul (adica debitele si regimurile de transport al sedimentelor) si la modul in care structura fluviului va raspunde, se va adapta si va evolua in functie de aceste incarcaturi (adica modelele de eroziune si crestere a albiei si a malurilor). In fata acestei incertitudini, este intelept si chiar esential sa se aplice factori de "siguranta" sau de "sarcina" corespunzatori pentru elaborarea proiectelor de inginerie fluviala. Alternativa la adoptarea unor astfel de factori este acceptarea unor riscuri sporite care ar putea fi inacceptabile.

Astfel, pentru a gestiona incertitudinea, aceste tipuri de factori au fost incorporate in conceptul de proiectare a proiectului FAST Danube sub forma unei abordari de precautie. Aceasta abordare se bazeaza pe cele doua principii-cheie ramase:

- incercarea de a minimiza rigiditatea proiectarii, prin incurajarea flexibilitatii structurale (a se vedea mai jos);
- incorporarea masurilor de gestionare adaptativa, deoarece gestionarea fluviului trebuie sa se bazeze pe un program de gestionare pe termen lung, mai degraba decat pe interventii pe termen scurt in cadrul proiectului.

Aceste doua principii cheie ramase sunt explicate mai jos.

Principiul flexibilitatii: acest principiu se aplica tuturor sectiunilor critice ale fluviului, dar in special celor pentru care se propun structuri fluviale. Obiectivul care sta la baza acestui principiu este ca proiectele sa aiba cele mai bune posibilitati de durabilitate, adica sa colaboreze pe cat posibil cu procesele naturale ale raurilor si/sau sa fie concepute pentru a fi flexibile (adica sa poata fi adaptate la reactii morfologice viitoare).

Flexibilitatea a fost incorporata in conceptul de proiectare propus pentru proiectul FAST Danube in trei moduri:

- In primul rand, din cauza incertitudinii, proiectele ar trebui sa reduca la minimum utilizarea structurilor fixe sau puternic proiectate (epiuri, chevroane) care, potential, nu raspund in mod eficient sau flexibil la schimbarile neprevazute ale conditiilor morfologice. Raurile din Europa si din America de Nord au fost supuse in mod istoric unor lucrari de inginerie grele si extinse. Ca urmare si de-a lungul timpului, au fost necesare din ce in ce mai multe structuri pentru a raspunde efectelor lucrarilor din amonte, astfel incat portiuni lungi de rau au devenit complet amenajate. O astfel de interventie inginereasca extinsa ar fi inacceptabila pentru Dunarea de Jos.

Abordarea flexibila, care urmareste sa evite lucrarile de inginerie grea de mare amploare, incearca sa gaseasca un echilibru intre riscul de a construi prea multe structuri de inginerie fixe (cu impact inacceptabil asupra mediului) si riscul de a construi prea putine structuri (cu un impact insuficient de puternic in imbunatatirea conditiilor de navigatie). Abordarea utilizata este, prin urmare, identificarea unui nivel de "interventie minima"

pentru prima etapa de lucrari, combinata cu prevederi pentru a doua etapa de lucrari ca parte a unui plan de gestionare adaptativa (a se vedea mai jos), in cadrul unui program de gestionare a raului pe termen mai lung.

- In al doilea rand, principiul flexibilitatii duce la o preferinta pentru structurile care se bazeaza pe caracteristicile naturale ale raului. Acestea sunt tipuri de structuri care sunt in mod inherent flexibile sau care se pot adapta ca raspuns la conditiile morfologice variabile si la impactul imprevizibil al schimbarilor climatice viitoare.

Aceste structuri includ: extinderi ale insulelor existente, crearea de noi insule pe bancurile mediane existente, precum si alimentarea si extinderea bancurilor atasate sau punctiforme existente.

Conceptul este ca aceste structuri flexibile sa fie create din material dragat, care urmeaza sa fie depozitat in zone adecvate (inteligente). Conceptul se bazeaza pe observatia ca insulele si bancurile sunt o parte naturala a morfologiei fluviale a Dunarii de Jos si sunt asociate cu tendinta naturala a canalului primar (talveg) de a urma o traiectorie sinuoasa. Conceptul de proiectare este de a promova curgerea in canalul fluvial primar si, prin utilizarea insulelor si a bancurilor (sau a chevroanelor - a se vedea mai jos), de a promova formarea unui canal de navigatie care sa urmeze o traiectorie sinuoasa. In acelasi timp cu promovarea unui canal primar sinuos, conceptul este de a mentine un anumit debit de baza in canalele secundare sau de retragere (in scopuri de mediu), prin utilizarea de grohotisuri crestate. Ca parte a conceptului de proiectare, dupa punerea in aplicare, ar trebui sa se astepte ca fluviul sa aiba tendinta de a remodela si reconfigura pozitia si forma insulelor si a bancurilor care nu sunt protejate. Aceasta remodelare ar putea implica o combinatie de migratie in aval, eroziune in amonte, modificarea liniei de mal sau depunere (si, prin urmare, extindere) in aval.

- In al treilea rand, conceptul de proiectare introduce flexibilitate in proiectarea structurilor de inginerie fixa, cum ar fi epiuri si chevroane. Flexibilitatea este incorporata in proiecte prin prevederea modificarii inaltimii acestor structuri, adica fie prin inaltarea, fie prin coborarea crestelor; **astfel, se pot face modificari adecvate ca raspuns la impactul imprevizibil al schimbarilor climatice**. Acest lucru ar fi realizat printr-un program de monitorizare pe termen lung si de gestionare adaptativa (a se vedea mai jos).

Principiul managementului adaptativ: nivelul ridicat de incertitudine asociat cu predictia modului precis in care morfologia fluviului va reactiona imediat dupa punerea in aplicare a lucrarilor de dragare si a lucrarilor structurale nu poate fi subliniat in mod excesiv. Masurile de abordare si gestionare a acestei incertitudini si a acestui risc trebuie sa constituie o parte fundamentala a conceptului de proiectare al proiectului FAST Danube. Sursa incertitudinii si a riscului aferent este dubla - asa cum este descrisa mai jos.

- **Incertitudinea impactului proiectarii:** au fost elaborate si utilizate modele numerice de simulare hidrodinamica si geomorfologica pentru a prezice raspunsul canalului fluvial la lucrarile de interventie, la nivel de fezabilitate. Principala incertitudine se refera la lipsa unor date de teren suficiente si fiabile cu ajutorul carora sa se valideze (si, prin urmare, intr-un anumit sens, sa se calibreze) capacitatea modelelor de a prezice raspunsurile morfologice ale fluviului in conditii de proiectare si cu structuri precum epiuri si chevroane instalate. Gestionarea acestui risc este cel mai bine abordata prin **modelare fizica** in etapa de proiectare detaliata, pentru a obtine o serie de date de calibrare care nu pot fi obtinute pe teren, iar apoi utilizarea acestor date pentru a configura si verifica modelele numerice tridimensionale (inclusiv modelele de transport al sedimentelor) pentru a reproduce schimbarile morfologice observate in modelele fizice.
- **Conditii hidro-geomorfologice necunoscute/neprevizibile:** conditiile hidrologice viitoare si, prin urmare, conditiile de transport al sedimentelor in lunile (si anii) care urmeaza dupa punerea in aplicare nu pot fi precise, ci doar prognozate. Raspunsurile morfologice pot fi foarte diferite in functie de faptul ca in anul de dupa implementarea masurilor hidrotehnice are loc un hidrograf anual "obisnuit" sau "mediu", sau un an care include un eveniment major de inundatie, sau chiar un an secetos cu doar varfuri de debit scazut, sau **din cauza impactului schimbarilor climatice**. Mai mult, secventa de transport individual de sedimente va afecta, de asemenea, raspunsul morfologic al fluviului. Conceptul

de proiectare al proiectului FAST Danube propune ca acest risc sa fie gestionat prin aplicarea principiului precautiei si prin adoptarea unei abordari in trei directii de implementare.

Managementul adaptativ este un proces structurat si iterativ de luare a unor decizii solide in fata incertitudinii, cu scopul de a reduce incertitudinea in timp, pe baza monitorizarii sistemului. Aspectele cheie sunt ca in conceptul de proiectare trebuie sa fie incluse resursele necesare pentru a efectua activitati de monitorizare si de gestionare adaptativa, iar monitorizarea si gestionarea adaptativa trebuie sa fie puse in aplicare pe o perioada de timp suficient de lunga. Este necesar un plan de actiune cuprinzator de gestionare adaptativa.

Fundamentul modelarii optiunilor in sprijinul proiectarii preliminare

Modelarea optiunilor a sprijinit procesul de selectie a variantelor de preferinte pentru prima si a doua optiune, pe baza evaluarii performantei diferitelor optiuni in ceea ce priveste mentinerea parametrilor necesari ai senalului navigabil. Rezultatele modelarii au contribuit la:

- Evaluarea impactului solutiilor propuse asupra navigatiei fluviale (modificari ale intensitatii si directiei curentilor) si asupra mediului (modificari ale curentilor, modificari ale morfologiei albiei, modificari ale nivelului apei).
- Informarea cu privire la necesitatea unei analize detaliate suplimentare a optiunilor selectate (de exemplu, modelare 3D, modelare fizica).

Simularile de modelare includ o gama completa de debite fluviale reprezentative, selectate ca fiind cele mai relevante pentru performanta optiunilor din urmatoarele motive:

- "Q94": ENR (debit de depasire de 94%) - debitul minim la care ar trebui sa fie atinsi parametrii senalului navigabil. Debitul a fost estimat pentru fiecare punct critic si variaza intre 2500m³/s si 3000m³/s in functie de punctele critice.
- "Q5000": Debitul median (debit de depasire de 50%) - reprezentativ pentru cea mai frecventa conditie de debit care apare in rau. Debitul a fost estimat pentru fiecare punct critic, cu o valoare reprezentativa de 5000m³/s adoptata in toate punctele critice.
- "Q8000": "Debit dominant" pentru transportul sedimentelor - debitul fluvial care transporta cea mai mare parte din incarcatura totala de sedimente din fluviu si care este cel mai responsabil pentru formarea formei canalului fluvial. Debitul a fost estimat anterior ca fiind de aproximativ 8000m³/s prin intermediul unei analize de magnitudine-frecventa a transportului de sedimente. **Impactul schimbarilor climatice asupra "debitului dominant" va fi un aspect esential, deoarece acesta este un factor determinant al transportului de sedimente si, prin urmare, al raspunsului morfologic al fluviului; astfel, conceptul de proiectare al proiectului FAST Danube pentru a putea raspunde in mod flexibil in ceea ce priveste dragarea si depozitarea inteligenta a materialului dragat este foarte important, in special pentru a indeplini obiectivul dublu de mentinere a unor conditii bune de navigatie cu un prejudiciu minim asupra mediului.**
- "Q14000": debit mare de inundatie - reprezentativ pentru un debit tipic ridicat in zona proiectului. Debitul a fost estimat la 14.000 m³/s si se bazeaza pe analiza inregistrarilor masuratorilor.

Modelarea optiunilor a inclus urmatoarele aspecte:

- Fluxul ENR: Determinarea nivelurilor si a adancimilor apei ENR in fiecare punct critic, pe baza batimetriei fluviului din prima campanie de masurare din cadrul proiectului din anul 2017. Acest lucru a oferit o intelegere a conditiilor de navigatie existente la debitul de navigatie minim necesar in raport cu parametrii tinta ai senalului navigabil si a permis informarea privind identificarea unor potentiale optiuni de solutii.

Debite mai mari: Simularea debitelor caracteristice ale fluviului (si anume Q94, Q5000, Q8000 si Q14000) pentru a determina nivelurile apei, vitezele si capacitatea de transport al sedimentelor. Aceasta a furnizat o evaluare a performantei fiecărei optiuni si date care sa permita determinarea impactului solutiilor in raport cu starea actuala.

3. Interventii propuse - optiunile preferate

3.1 Optiuni analizate

In acest studiu de fezabilitate au fost analizate si evaluate avantajele si dezavantajele mai multor tipuri de interventie prin care sa se poata gestiona procesele dinamice cu influenta sistematica asupra localizarii si marimii zonelor dificile pentru navigatie, folosind modele hidrodinamice si de transport al sedimentelor. La evaluarea optiunilor, pe langa interesul de maximizare a stabilitatii senalului, un obiectiv cheie este de minimizare a impacturilor de mediu.

- Dragare;
- Optiuni ingineresti pentru regularizarea cursului fluvial.

Optiunile ingineresti de regularizare a cursului raului se refera in special la lucrari ingineresti cu o puternica componenta morfologica, urmarind o armonizare a influentei lor cu procesele morfologice implicate, care sa aiba un impact mai redus decat interventiile strict-ingineresti pe zone extinse. Cu toate acestea, printre problemele si preocuparile cheie se numara dimensiunea si geometria Dunarii de Jos si incertitudinea corespunzatoare asociata cu natura experimentală a unor astfel de lucrari, pentru a influenta formarea canalului de navigatie pe termen lung, la aceasta scara.

3.2 Evaluarea optiunilor - consideratii cheie

Data fiind marimea albiei pe cursul inferior al Dunarii, la o scara comparabila cu cea maritima, la aplicarea unor masuri rigide ingineresti pe acest sector (unde este cazul), modul de abordare trebuie sa satisfaca mai multe aspecte interconectate:

- Implementare prudenta si etapizata a lucrarilor ingineresti;
- Program intensiv si continuu de monitorizare pentru evaluarea comportarii lor;
- Urmarirea atenta a modului de comportare a zonei de interventie si a impacturilor lucrarilor pe aceasta zona si in partea aval;
- Program de management adaptativ, insemnand (inter alia) proiectare si implementare etapizata a eventualelor modificari necesare pentru adaptarea lucrarilor.

Procesul de implementare ar trebui sa se faca printr-un program prudent etapizat, pe un interval de timp de mai multi ani. Din acest motiv, se recomanda ca optiunile preferate cu interventii de regularizare a cursului fluvial sa fie realizate numai in zonele cele mai critice si cu cele mai mari dificultati de navigatie in perioada recenta, precum Bechet, Belene si Popina, din motivele care urmeaza sa fie pe larg prezentate in acest raport. In celelalte puncte critice, se recomanda interventii minimale sub forma dragajului de investitie ca lucrari de realizat intr-o prima etapa de implementare.

O astfel de abordare in etape a modului de implementare da posibilitatea identificarii si a reactiilor morfologice neprevazute si intelegerea proceselor aferente, astfel incat sa poata fi pregatite raspunsuri eficiente.. Astfel, noile seturi de date specifice conditiilor locale vor avea un rol important la rafinarea solutiilor initiale, eventual cu introducerea de elemente suplimentare, tinta fiind reducerea riscului de aparitie a unor blocaie ulterioare pentru navigatie, precum si de impacturi de mediu inacceptabile.

In conceptia generala de proiectare a fiecărei optiuni, cele cu interventii de regularizare a cursului in anumite puncte critice au avut la baza urmatoarele consideratii:

- Recunoasterea faptului ca dragarea este prima componenta importanta pe termen scurt si mediu; este nevoie sa se asigure si sustenabilitatea interventiei din punct de vedere tehnic, institutional si financiar.
- Optiunile cu lucrari rigide ingineresti trebuie aplicate pe zone restranse in cele mai problematice zone critice; constientiznd (i) impactul potential asupra mediului si identificarea de masuri compensatorii oriunde va fi necesar pe sectorul analizat; (ii) impacturi potentiale in zona punctului critic si pe sectorul

din aval si punerea in aplicare a constructiei pe etape, a monitorizarii si evaluarii intensive si a unui program permanent de gestionare adaptativa.

- Interventii cu masuri morfologice ingineresti intr-o dezvoltare progresiva de tipul incercare-monitorizare-adaptare; se incepe cu zonele critice mai stabile unde si gradul de intelegere a proceselor morfologice este mai mare – urmand un program continuu de adaptare si extindere a masurilor efective spre alte zone, unde dependenta de interventiile de dragare este din ce in ce mai redusa.

In cazul optiunilor cu lucrari de regularizare prin care sa se aduca anumite modificari formei in plan a cursului fluvial fata de cerintele de navigatie, in principal epiuri, chevroane, insule si masuri de stabilizare a malurilor, principiile directe urmate includ:

- Sa se evite lucrarile ingineresti grele pe zone extinse: identificarea „interventiei minime” din prima etapa; plan cu lucrari de adaptare intr-o a doua etapa (si ulterioara) daca va fi cazul;
- Sa permita o functionare la capacitatea normala a bratelor secundare (si meandrelor minore), de exemplu sa mentina sau sa conduca la o forma in plan a albiei cat mai stabila (anastomozata);
- Sa se ia in considerare ca la construirea unei insule si pe parcursul dezvoltarii ei, forma in plan a albiei fluviale va suferi anumite modificari; localizare in interiorul curburilor de senal; insulele fac parte din procesele fluviale naturale;
- Folosirea chevoanelor (diguri potcoava) pentru modificarea si rectificarea albiei fluviului; localizare similara cu cea insulelor, rolul principal fiind de ingustare a cursului pentru concentrarea curgerii in zona senalului;
- Folosirea epiurilor pentru redirectionarea / devierea curgerii fluviale pe un traseu mai sinuos: de obicei sunt amplasate in afara curburii senalului; amplasare langa mal si legatura cu acesta;
- Lucrarile de stabilizare a malului raului sunt luate in considerare pentru o serie de masuri: pentru reducerea riscurilor de largire a albiei fluviale cu ramificari potentiale si cu o reducere ulterioara a sinuozitatii;
- Identificarea de masuri care ar putea reduce impacturile asupra mediului sau chiar imbunatatirea starii existente, de exemplu amenajarea unei scari de pesti pentru sturioni prin legaturi intre zonele adanci de pe bratele secundare (cu meandre mici), cand acest lucru este posibil.

Alte principii generale pentru proiectare si evaluarea optiunilor:

- Senale curbilunii sau in aliniament:
 - Ingineria fluviala este foarte diferita de cea rutiera: traseul unui drum ramane fix acolo unde a fost stabilit, cursul unui rau este imprezibil putandu-se schimba si modifica in mod continuu;
 - De aceea, in ingineria fluviala se pleaca de la doua principii: (a) realizarea unor proiecte cu cea mai mare sansa sa fie durabile prin adaptare la dinamica proceselor naturale; (b) plan care sa permita adaptarea la modificari, de exemplu managementul adaptativ;
 - Acest lucru poate fi in conflict cu preferintele navigatorilor pentru senale rectilunii; in principiu, exista si tronsoane de senal in aliniament in zonele cu anumita stabilitate in timp; acest fapt poate fi generat de impingator la dragari sistematice in perioade de ape mici: ulterior insa, se poate modifica semnificativ, fiind astfel nevoie de management adaptativ.
- Stabilizarea malurilor fluviului:
 - Solutiile pot fi de la "verde" (materiale exclusiv vegetale) la "gri" (pereu/ protectie din piatra): modul lor de selectare depinde de (a) impactul noilor lucrari asupra vitezei de curgere (b) conditii de expunere/de langa mal (c) orientarea malului (d) materialul din zona (piatra, sol) (e) vegetatia existenta, etc.
 - Principiile sunt: (a) maximizarea masurilor verzi, dar care sa asigure si stabilitate, (b) identificarea zonelor prioritare (maluri, insule), (c) alte masuri prudente - monitorizare si management adaptativ pentru evitarea unor amenajari excesive de mal a caror efect ar fi de

reducere a surselor de sedimente fine/aluviuni in suspensie, cu impact ulterior asupra morfologiei fluviale si a deltei.

- Crearea de insule
 - Crearea de insule s-a mai aplicat in perioada trecuta, dar nu in scopul si la scara actuala; exista o serie de exemple de aplicare a acestei optiuni la o scara mai mica, pentru imbunatirea navigatiei fluviale in SUA, ca parte din programul de depunere a materialului dragat.
 - Ar trebui realizate in etape, pentru a monitoriza modul de reactie a fluviului in functie de care sa se continue lucrarea respectiva.
 - Solutie inovativa si, daca e realizabila, va fi de tipul morfologic.
 - Cerinte cheie: (i) locul de amplasare a insulei sa fie optim din punct de vedere morfologic (pe baza unui model 3D sau fizic) (ii) sa se asigure stabilitatea materialului depus (folosirea geotuburilor).

3.3 Optiuni preferate

Optiunile preferate care au fost recomandate pentru fiecare punct critic sunt descrise mai jos, selectia lor avand la baza analiza multi-criteriala (AMC) si consultari cu beneficiarii.

Optiunea recomandata – „Doar dragare”

Aceasta optiune („Doar dragare”) este prima preferinta pentru punctele critice: Garla Mare; Salcia; Bogdan Secian; Dobrina; Vardim; Iantra; Batin; si Kosui. Din rezultatele AMC reiese in mod clar dragarea ca solutie preferata, nefiind alti factori de interes prioritar de luat in considerare in aceste zone.

Optiunea „doar dragare” este considerata cea mai rentabila optiune si cu cel mai mic impact asupra mediului pentru locatiile luate in considerare. Aceasta include depunerea 'inteligenta' a materialului dragat in albia raului, fiind un factor critic sub aspect morfologic (este important sa se evite extragerea oricarei cantitati de sedimente din albia fluviului). Alegerea acestei optiuni este sustinuta de rezultatele AMC, deoarece are cele mai mari scoruri totale in comparatie cu celelalte optiuni structurale analizate.

Pentru justificarea alegerii optiunii „doar dragare” ca optiune preferata, in Figura 3.1 sunt prezentate configuratiile albiei in cele opt puncte critice si bornele km - zonele cu rosu indicand portiunile de senal afectate de sedimente asa cum apar la momentul primei campanii de masuratori din anul 2017 pentru acest proiect, respectiv cu adancimi de sub 2,5m cat este cerinta minima in perioade de ape mici. Zonele cu rosu sunt limitate. Cu albastru este redată albia fluviului cu latimile de la momentul realizarii masuratorilor batimetrice (cu cat tonurile de albastru sunt mai inchise, cu atat adancimea apei este mai mare).

Vardim este singurul punct critic unde alegerea optiunii „doar dragare” nu este foarte clara din cauza unei posibile interdependente intre punctele critice. In acest punct critic sunt probleme de sedimentare pe toata latimea senalului pe tronsonul aferent. Probleme pentru navigatie sunt inasa mult mai severe la Belene, la numai 18km in amonte, din care motiv implementarea optiunii structurale la Belene se recomanda sa fie intr-o prima faza de implementare a masurilor de regularizare a cursului fluvial. Dupa monitorizarea reactiilor pe parcursul catorva ani se pot identifica si alte posibile masuri la Vardim, daca va fi cazul, ca parte a abordarii de management adaptativ.

Solutia „doar dragare” la Salcia si Iantra este aceeaasi cu cea obtinuta in Studiul de Fezabilitate din anul 2011.

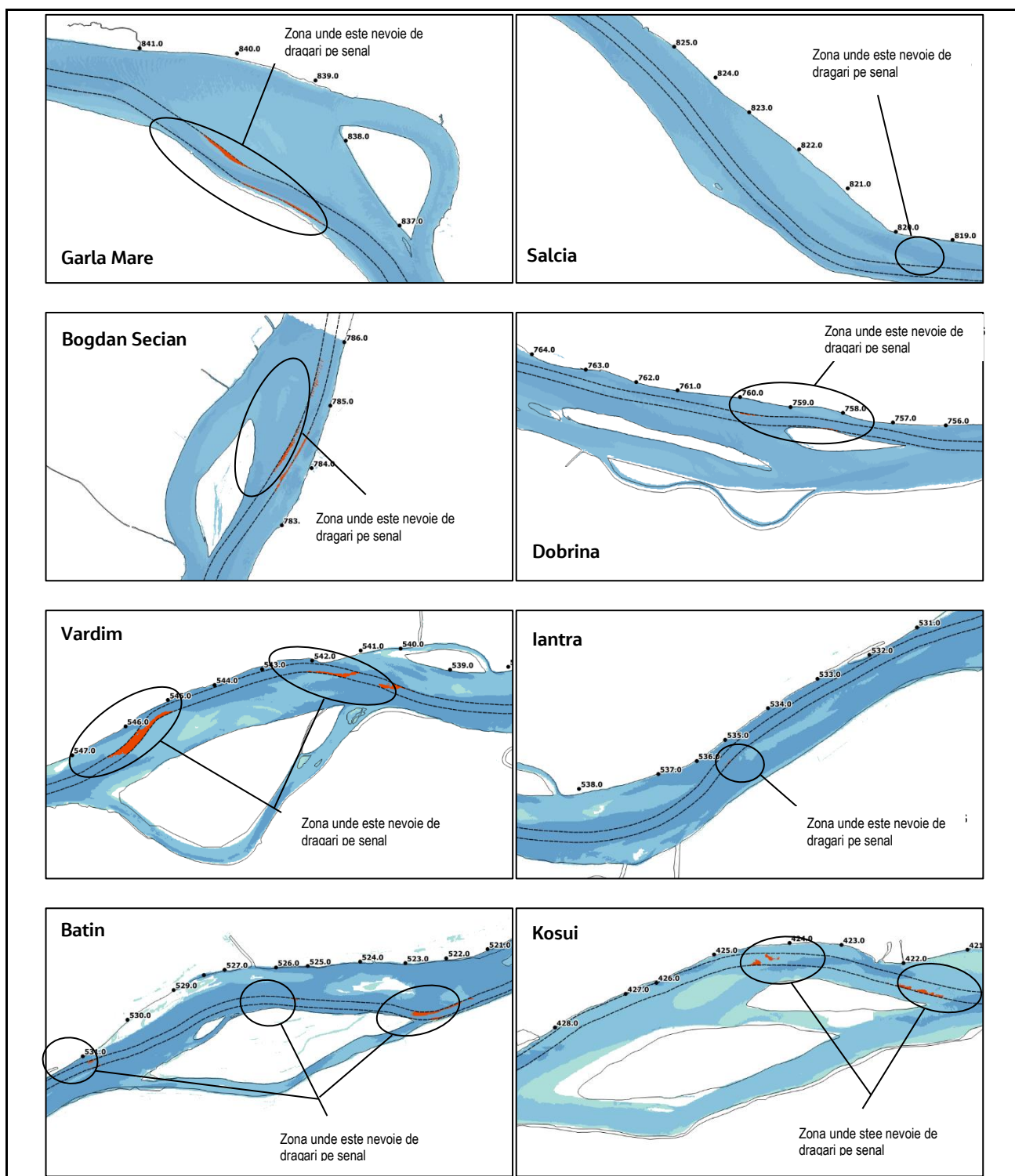


Figura 3.1 Configuratia albiei fluviale pentru a indica zonele cu adancimi pe senal <2,5m la ape mici in punctele critice Garla Mare, Salcia, Bogdan Secian, Dobrina, Vardim, Iantra, Batin si Kosui (cele indicate cu rosu, pe baza datelor de la prima campanie de masuratori din anul 2017)

Factori determinanti la Bechet, Belene si Popina

Solutia „doar dragare” nu este una fezabila pentru o durabilitate pe termen lung in punctele critice Bechet, Belene si Popina. In aceste zone, performanta navigatiei este puternic afectata in conditii de ape mici, fiind cauza principala pentru intarzieri de mai multe zile la realizarea unor curse complete dus-intors intre Cernavoda si Novi Sad (Serbia).

Din acest motiv, singura solutie identificata este prin regularizarea cursului cu lucrari ingineresti sau morfologice pentru a atinge obiectivele proiectului, respectiv cerintele minime acceptate de latime, adancime, raza si durata de navigabilitate de minim 340 zile in medie pe an. In cazul Bechet, acest lucru este demonstrat de dragarea recenta a senalului navigabil existent, care s-a dovedit a fi ineficienta, iar sedimentarea puternica a senalului navigabil a fost deja cauza problemelor semnificative de navigatie inregistrate anul trecut.

Corabia a fost initial abordata in mod similar cu Bechet, Belene si Popina (pentru care motiv este prezentata aici), insa, din cele mai recente evaluari a reiesit ca dragarea senalului pe traseul existent poate fi considerata optiunea preferata pentru acest punct critic. Pentru celelalte opt puncte critice, dragarea aliniamentului actual al senalului navigabil este optiunea preferata initial, asa cum s-a convenit la grupurile de lucru anterioare cu partile interesate.

In sprijinul exemplificarii problemelor de sedimentare, in Figura 3.2 se prezinta forma albiei in aceste patru puncte, critice, inclusiv bornele km, fiind marcate cu rosu locurile unde senalul a fost afectat de sedimentare - la momentul realizarii primei campanii de masuratori (2017) pentru acest proiect, respectiv cu adancimi sub cerinta minima de 2,5m. Zonele rosii sunt in general pe toata latimea senalului cu exceptia punctului critic Bechet, unde senalul a fost dragat in anul anterior realizarii masuratorilor. Albia fluviala este redata in tonuri de albastru si cu cat sunt mai inchise, cu atat adancimea in albie este mai mare.

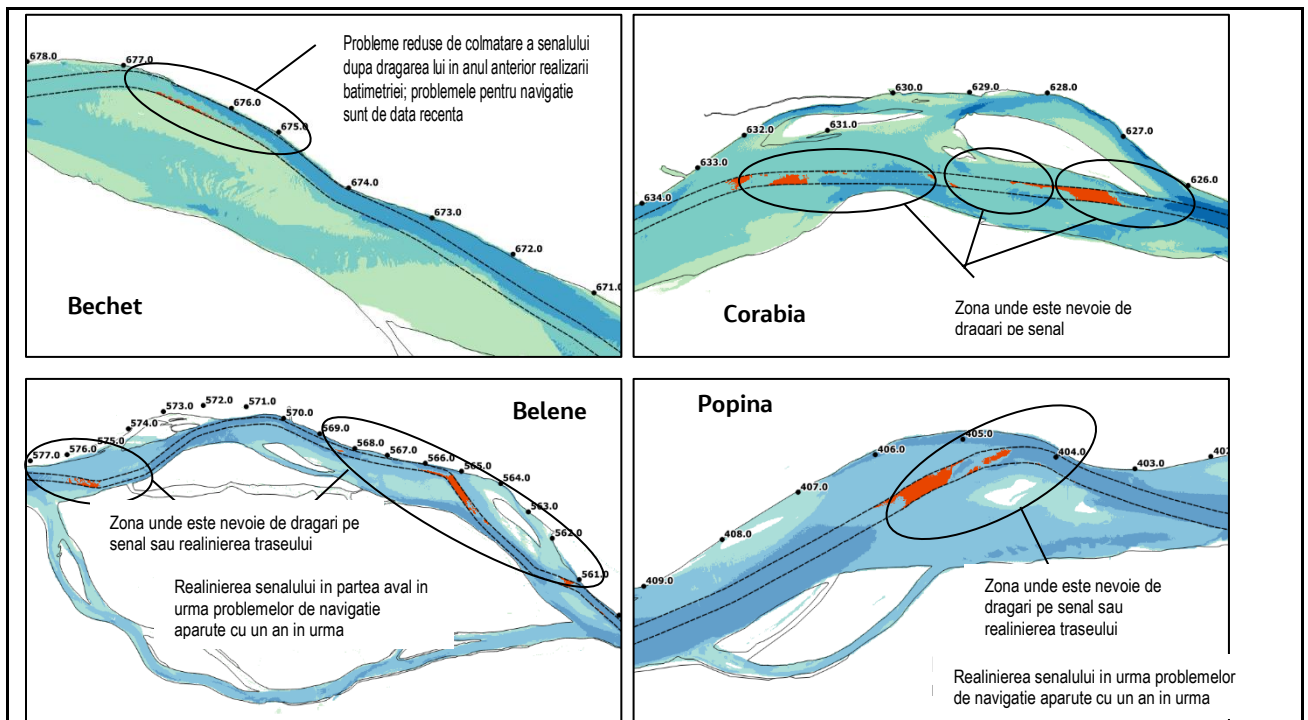


Figura 3.2: Configuratia albiei si indicarea zonelor pe senal cu adancimi la ape mici <2.5m in punctele critice Bechet, Corabia, Belene si Popina (indicate cu rosu, pe baza datelor batimetrice din prima campanie din 2017)

Optiuni structurale preferate – Bechet, Belene si Popina

Din rezultatele AMC au reiesit cate doua optiuni structurale preferate pentru Bechet, Belene si Popina, si cate o optiune structurala preferata pentru celelalte puncte critice. Aceasta selectie a fost sustinuta si de AFDJ/APPD ca fiind optiunile cu cea mai mare probabilitate sa fie cele mai eficiente din punct de vedere tehnic dintre cele considerate.

Dragajul, ca lucrare de investitie in aceasta faza si de intretinere in etapa ulterioara, este necesar in toate optiunile si in toate punctele critice, impreuna cu depunerea materialului rezultat. Optiunile structurale vor contribui la reducerea dragajilor de intretinere in raport cu optiunea „doar dragare”.

Optiunile preferate rezultate din AMC si consultarile cu beneficiarii ca preferinte 1 si 2 sunt:

Bechet:

- Optiunea morfo-inginereasca – un chevron, trei epiuri si insula cu realinierea senalului
- Optiunea morfologica – doua insule si realinierea senalului

Belene:

- Optiunea inginereasca – trei epiuri si doua chevroane cu realinierea senalului in partea din aval
- Optiunea morfo-inginereasca – trei epiuri si doua chevroane cu realinierea senalului la capatul din aval

Popina:

- Optiunea inginereasca (1) – trei epiuri si un chevron cu realinierea senalului
- Optiunea inginereasca (2) – sase epiuri cu realinierea senalului

In Figura 3.3 si Figura 3.4, optiunile structurale sunt redade impruna cu siturile Natura 2000 (hasurate).

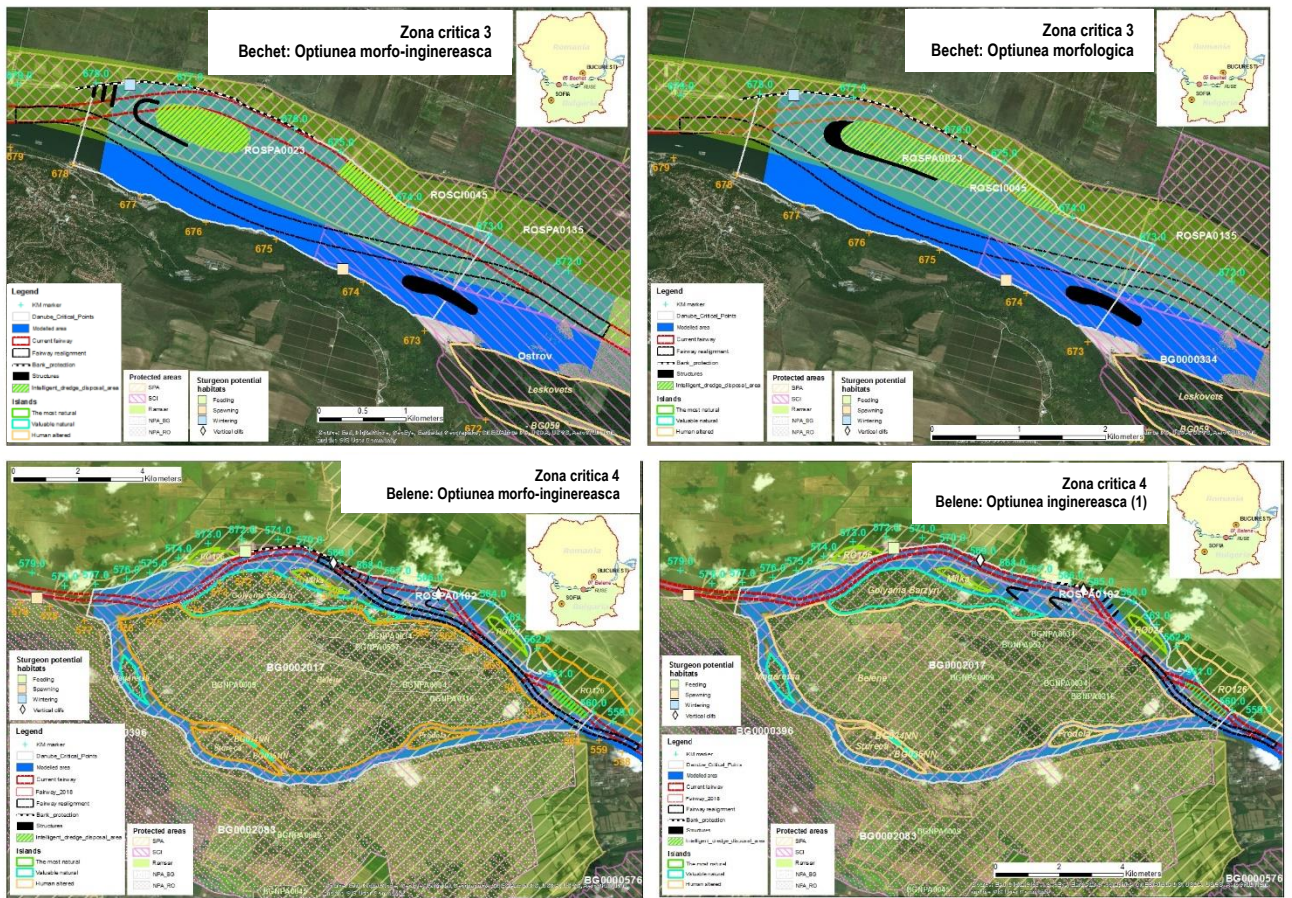


Figura 3.3 Optiuni structurale si siturile Natura 2000 la Bechet si Belene

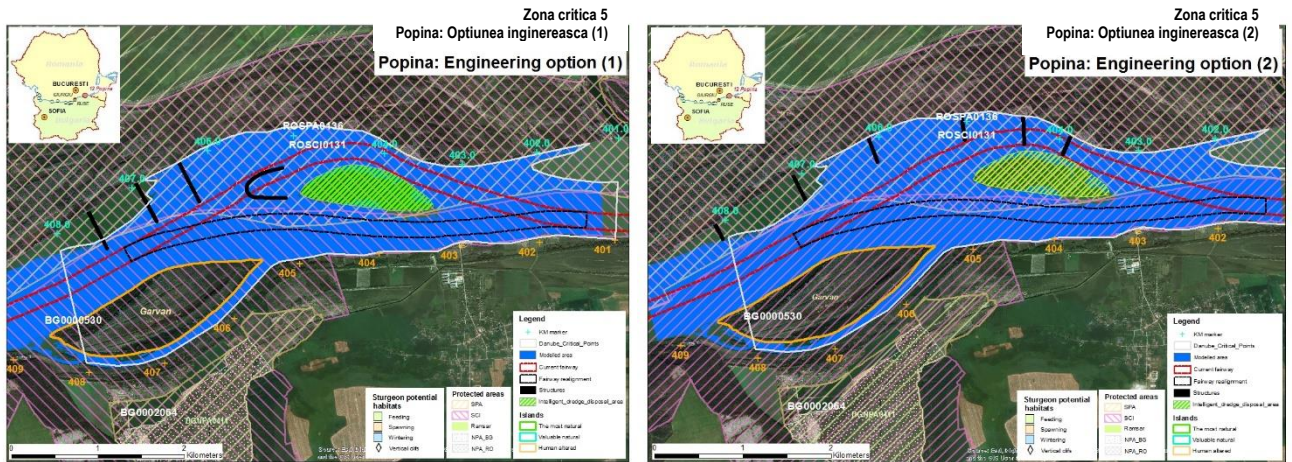


Figura 3.4 Optiuni structurale si siturile Natura 2000 la Popina

Optiuni structurale preferate – celelalte puncte critice

Celelalte puncte critice sunt Garla Mare, Salcia, Bogdan Secian, Dobrina, Corabia, Vardim, Iantra, Batin si Kosui. Optiunile structurale preferate (optiunea 2) rezultate din AMC si din consultari cu beneficiarii sunt mentionate in forma tabelara de mai jos si redatate apoi in Figura 3.5 si Figura 3.6 impreuna cu siturile Natura 2000 (cu hasuri).

Garla Mare:	Optiunea morfologica – insula
Salcia:	Optiunea inginereasca – un chevron
Bogdan Secian:	Optiunea inginereasca – un chevron si doua protectii de mal (cate una la fiecare mal)
Dobrina:	Optiunea inginereasca – sase epiuri (cate trei la fiecare mal) si protectie de mal cu realinierea senalului
Corabia:	Optiunea inginereasca – sase epiuri (cate trei la fiecare insula)
Vardim:	Optiunea inginereasca – trei chevroane
Iantra:	Optiune morfologica - patru chevroane, trei protectii de mal (doua pentru malul romanesc si una pentru malul bulgaresc), realiniere senal
Batin:	Optiunea morfologica – insula, doua protectii de mal (una la fiecare mal), realiniere senal
Kosui:	Optiunea morfologica – extinderea celor doua insule

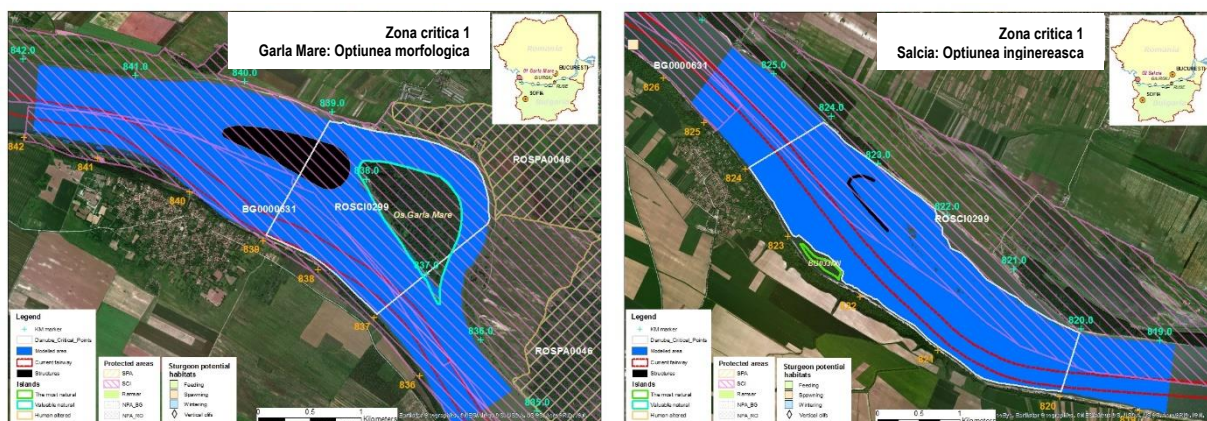


Figura 3.5 Optiuni structurale si siturile Natura 2000 la Garla Mare si Salcia

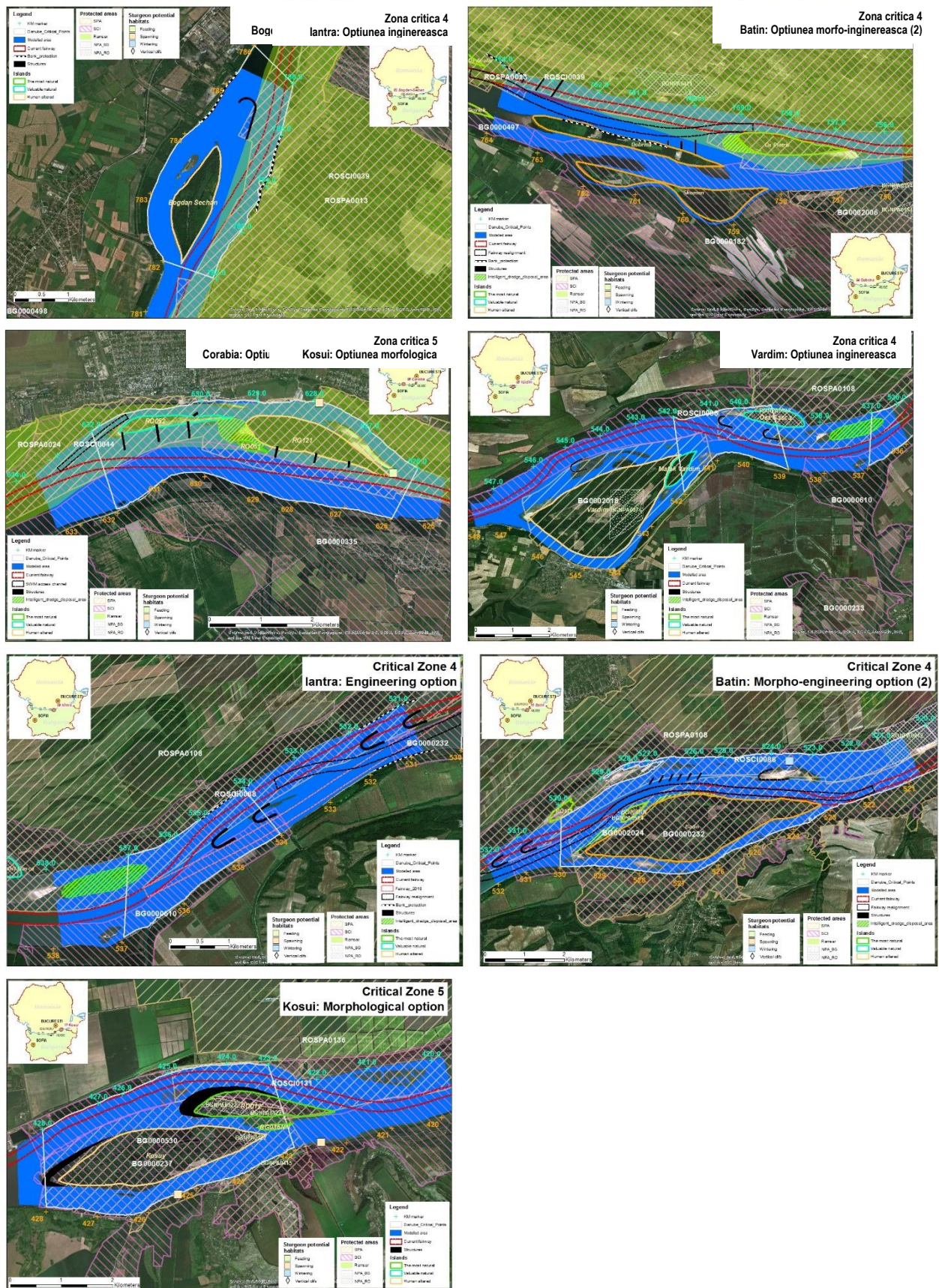


Figura 3.6 Optiunile structurale si siturile Natura 2000 la Bogdan Secian, Dobrina, Corabia, Vardim, Lantra, Batin si Kosui

Interventii propuse - optiunile preferate

Optiunile preferate pentru toate punctele critice sunt redate in Tabelul 3.1 si sunt detaliate in Anexa A.

Tabelul 3.1 Interventiile propuse - optiunile preferate

Nr.	Punctul critic	Optiunea 1	Optiunea 2
Romania: puncte critice			
1	Garla Mare	Dragare si depunerea materialului in zone astfel selectate incat sa sustina imbunatatirea navigatiei pe termen lung	Optiunea morfologica – insula
2	Salcia	Dragare si depunerea materialului in zone astfel selectate incat sa sustina imbunatatirea navigatiei pe termen lung	Optiunea inginereasca – un chevron
3	Bogdan Secian	Dragare si depunerea materialului in zone astfel selectate incat sa sustina imbunatatirea navigatiei pe termen lung	Optiunea inginereasca – un chevron si doua protectii de mal (cate una la fiecare mal)
4	Dobrina	Dragare si depunerea materialului in zone astfel selectate incat sa sustina imbunatatirea navigatiei pe termen lung	Optiunea inginereasca – sase epiuri (cate trei la fiecare mal) si protectie de mal cu realinierea senalului
5	Bechet	Optiunea morfo-inginereasca – un chevron, trei epiuri si insula cu realinierea senalului	Optiunea morfologica – doua insule cu realinierea senalului
6	Corabia	Dragare si depunerea materialului in zone astfel selectate incat sa contribuie la imbunatatirea navigatiei pe termen lung	Optiunea inginereasca – sase epiuri (cate trei la fiecare insula)
Republica Bulgaria: puncte critice			
7	Belene	Optiunea inginereasca – trei epiuri si doua chevroane cu realinierea senalului in portiunea aval	Optiunea morfo-inginereasca – trei epiuri si doua chevroane cu realiniere partiala a senalului
8	Vardim	Dragare si depunerea materialul in zone astfel selectate incat sa sustina imbunatatirea navigatiei pe termen lung	Optiunea inginereasca – trei chevroane
9	Iantra	Dragare si depunerea materialul in zone astfel selectate incat sa sustina imbunatatirea navigatiei pe termen lung	Optiunea morfologica - patru chevroane, trei lucrari de protectie de mal (doua pentru malul romanesc si una pentru malul bulgaresc), realiniere senal
10	Batin	Dragare si depunerea materialul in zone astfel selectate incat sa sustina imbunatatirea navigatiei pe termen lung	Optiunea morfologica – insula, doua lucrari de protectie de mal (cate una la fiecare mal), realiniere senal
11	Kosui	Dragare si depunerea materialul in zone astfel selectate incat sa sustina imbunatatirea navigatiei pe termen lung	Optiunea morfologica – extinderea celor doua insule
12	Popina	Optiunea inginereasca (1) – trei epiuri si un chevron cu realinierea senalului	Optiunea inginereasca (2) – sase epiuri cu realinierea senalului
Nota: Optiuni de regularizare a cursului raului, cu dragare si zone de depunere pentru imbunatatirea navigatiei pe termen lung			

4. Schimbari climatice - parametri climatici

Urmatoarele aspecte cheie rezulta din informatiile prezentate in acest capitol, care include evaluarea parametrilor privind schimbarile climatice:

- La scara Dunarii, efectele schimbarilor climatice in zona proiectului vor tinde sa nu fie evidentiate in parametrii obisnuiti ai caracterizarii statistice a debitului efectuata cu ajutorul datelor istorice.
- Influenta incalzirii globale asupra parametrilor hidrologici si a debitelor cursurilor de apa, precum si asupra evenimentelor meteorologice extreme a fost detectata relativ recent in cadrul analizelor statistice.
- Rata viitoare a schimbarilor climatice va depinde de ritmul in care vor continua sa fie emise gaze cu efect de sera - cu cat rata emisiilor este mai mare, cu atat mai rapida va fi rata de crestere a incalzirii globale si efectele, impactul si consecintele asociate schimbarilor climatice.
- Este probabil ca nivelurile actuale ale emisiilor de gaze cu efect de sera sa determine o crestere a tendintelor identificate in analiza de mai sus, cum ar fi factorii enumerati mai jos.

Factorii importanti in legatura cu acest proiect sunt:

- Cresterea variabilitatii in timp a debitului ca urmare a intensificarii proceselor de eroziune pe distante mai scurte in albia fluviului, precum si extinderea perioadelor de debit scazut, adica sub ENR.
- Reducerea duratei fenomenelor de gheata cu efecte asupra debitului Dunarii, in combinatie cu impactul fluctuatiilor de debit de-a lungul Dunarii, in ceea ce priveste efectele mari in amonte si neglijabile in aval.

Efecte locale:

- Frecventa mai mare a inundatiilor rapide in conditiile aparitiei furtunilor convective severe, de intensitati mari pe intervale scurte de timp si in zone cu incidenta redusa.
- Capacitate de eroziune mai mare, cu dezvoltarea de ravene in timpul inundatiilor rapide.

Observatiile de mai sus sunt in concordanta cu urmatoarele tendinte identificate in Strategia de adaptare la schimbarile climatice din anul 2019, publicata de ICPDR:

- *"Din cauza schimbarilor preconizate in conditiile climatice, este probabil ca disponibilitatea apei sa scada in partile de sud si de est ale bazinului hidrografic al Dunarii (DRB), in timp ce aceasta va ramane neschimbata sau chiar va creste in partea de nord si de vest"*
- *"Modificarile in ceea ce priveste disponibilitatea apei pot fi foarte diferite la nivel local si regional - cu toate acestea, se asteapta o deplasare spre nord-vest a regiunilor afectate de stresul hidric pana la sfarsitul secolului XXI"*
- *"Se preconizeaza ca scurgerea va scadea semnificativ pana la sfarsitul secolului XXI, in timp ce in urmatoarele decenii se preconizeaza doar o mica schimbare - in functie de precipitatii, se asteapta modificari ale sezonalitatii scurgerii".*
- *"Evaluarea viitoarelor evenimente hidrologice extreme, cum ar fi inundatiile si secetele, include un grad ridicat de incertitudine - cu toate acestea, exista un consens asupra faptului ca evenimentele hidrologice extreme vor avea loc mai des si vor fi mai intense".*

O imagine de ansamblu a tendintelor preconizate asociate cu schimbarile climatice in diferitele subregiuni ale bazinului fluviului Dunarea este prezentata in tabelul urmator, extras din Strategia de adaptare la schimbarile climatice publicata de ICPDR in anul 2019. Aceste tendinte sunt in concordanta cu concluziile analizei datelor raportate mai sus.

Table 7

Trend of projected climate change and impacts for the DRB sub-regions

Sector	UDRB Upper Danube River Basin	MDRB Middle Danube River Basin	LDRB Lower Danube River Basin	DRB Danube River Basin
Changes in the climate system				
Mean annual air temperature				
Mean summer air temperature				
Mean winter air temperature				
Mean annual precipitation				
Mean summer precipitation				
Mean winter precipitation				
Heat extremes				
Extreme precipitation				
Changes in discharge / water availability				
Mean annual discharge				
Average summer discharge				
Average winter discharge				
Timing of the annual peak flow				

Sector	UDRB Upper Danube River Basin	MDRB Middle Danube River Basin	LDRB Lower Danube River Basin	DRB Danube River Basin
Changes in droughts and low/flows				
Drought				
Low flow				

Sursa: Strategia de adaptare la schimbarile climatice a ICPDR, 2019

Sector	UDRB Upper Danube River Basin	MDRB Middle Danube River Basin	LDRB Lower Danube River Basin	DRB Danube River Basin
Changes in biodiversity/ecosystems				
Number of native species				
Number of invasive species				
Water temperature				
Shift of habitats				
Vulnerability to changes in discharge				
Changes in water-related energy production				
Hydropower potential				
Thermal electricity potential				
Changes in navigation				
Ice cover				
Low flow conditions				
Legend				
Beneficial change Adverse change Change neither beneficial nor adverse/small change				
Increase throughout most of a region Decrease throughout most of a region Increase in substantial parts of a region Decrease in substantial parts of a region Increase as well as decrease in a region Only small changes No information (empty cell)				

Sursa: Strategia de adaptare la schimbarile climatice a ICPDR, 2019

4.1 Mod de abordare

Modul de abordare a efectelor schimbarilor climatice in zona proiectului consta din:

- Inventarierea informatiilor si scenariilor climatice existente in rapoarte nationale si de la ICPDR;
- Analiza tendintei pe serii temporale lungi de date hidrologice pentru estimarea efectelor climatice;
- Selectarea factorilor de risc hidrologic in zona proiectului, inclusiv la scara locala.

Date de diagnoza si prognoza climatica in zona proiectului au fost preluate in principal din rapoartele:

- A sasea comunicare nationala a Romaniei privind schimbarile climatice si primul raport bianual, 2013 (*Romania's Sixth National Communication on Climate Change and First Biennial Report, 2013*).
- A sasea comunicare nationala a Republicii Bulgaria privind schimbarile climatice, Sofia, 2013 (*Republic of Bulgaria Sixth National Communication on Climate Change, Sofia, 2013*).

Aceste date au o arie de incidenta pe sectorul analizat de pana la 1:6 din suprafata bazinului hidrografic al Dunarii (scara variabilelor hidrologice pentru caracterizarea regimului Dunarii), respectiv de circa 103.000kmp intre Garla Mare si Popina fata de suprafata bazinului in zona proiectului – de 585.000kmp la capatul din amonte al proiectului si 698.000kmp la capatul din aval.

Variabilitatea climatica nu este prezentata in mod similar in cele doua rapoarte nationale; de exemplu, variabilitatea seriilor de valori anuale de temperatura si precipitatii este abordata in Romania prin analiza tendintei, iar in Bulgaria – sub forma de anomalii termice si de precipitatii anuale fata de valorile normale din intervalul 1961-1990; procesul de aridizare, sau de intensificare a manifestarilor extreme, este redat in Romania prin frecventa decenala a anilor ploiosi si secetos, iar in Bulgaria – prin modificari ale evenimentelor pluviale extreme din sezonul de vara.

Concluziile generale ale analizei de mai jos sunt in concordanta cu rezultatele evaluarilor la scara regionala bazate pe proiectiile actuale ale schimbarilor climatice publicate de ICPDR in Strategia de adaptare la schimbarile climatice, 2019. Acest lucru este discutat in cadrul punctelor-cheie de la sfarsitul acestui capitol.

4.2 Analiza seriilor temporale de date climatologice

4.2.1 Temperatura / precipitatii

Romania

In Raportul '*Romania's Sixth National Communication on Climate Change and First Biennial*' din 2013, evolutia variabilelor climatice, de temperatura si pricipitatii, pe teritoriul Romaniei este redada prin analiza tendintei lor in timp, asa cum este prezentat in figurile urmatoare.

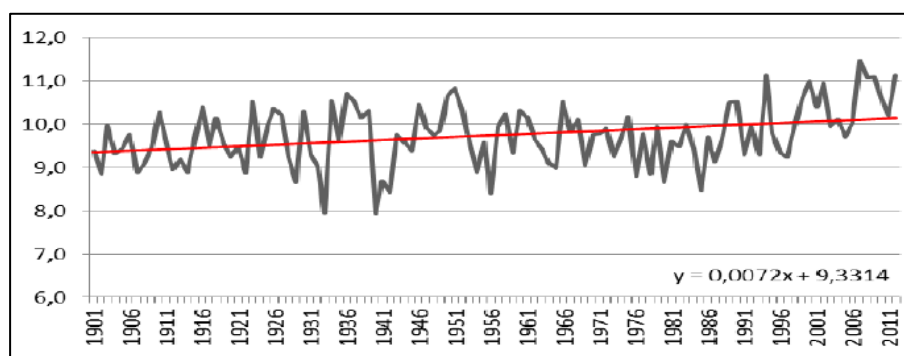


Figura 4.1 Tendinta temperaturilor medii anuale in perioada 1901-2011: crestere medie de la 9.3°C la 10.1°C

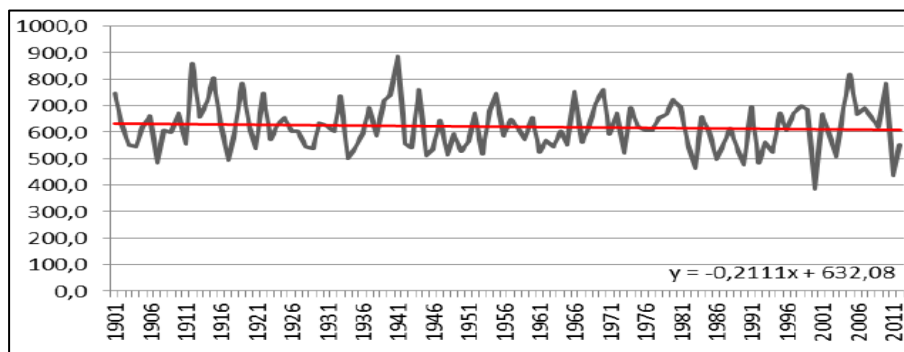


Figura 4.2 Tendinta cantitatilor anuale de precipitatii in perioada 1901-2011: scadere medie de la 632 mm la 609 mm

Republica Bulgaria

In raportul *Republic of Bulgaria Sixth National Communication on Climate Change, Sofia, 2013*, cele doua variabile sunt redade prin abaterile de la media pe intervalul 1961-1990, ca si pentru abaterile de la mediile lor multianuale, asa cum se arata in figurile de mai jos:

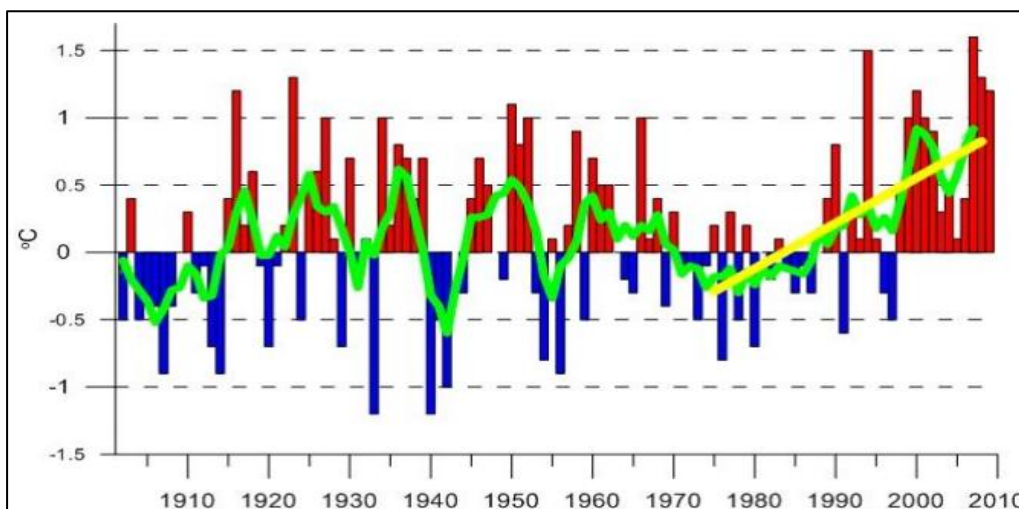


Figura 4.3 Anomalii in temperaturile medii anuale; abaterile in perioada 1991-2011 de la media pe intervalul 1961-1990

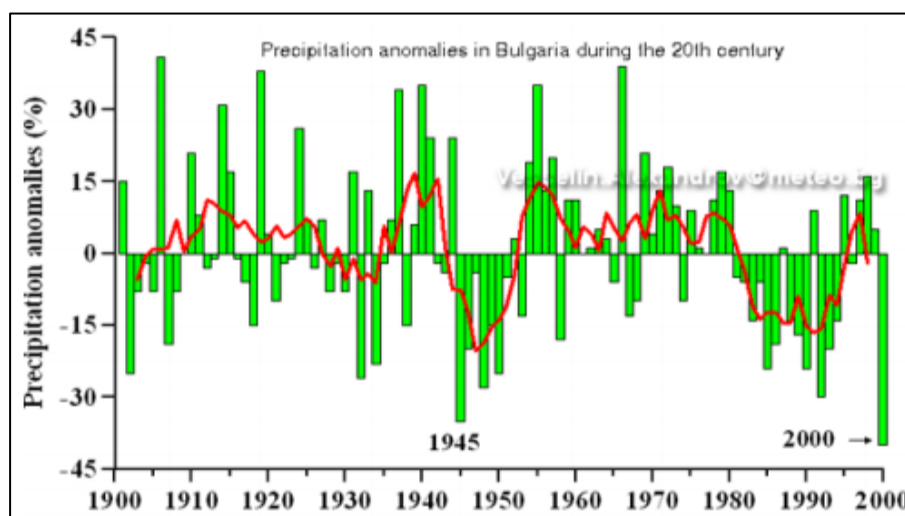


Figura 4.4 Anomalii in cantitatile anuale de precipitatii; abaterile in perioada 1991-2011 de la media pe intervalul 1961-1990

4.2.2 Exemple de caracteristici extreme

Romania

O caracterizare globala a manifestarilor extreme din acelasi raport bienal a fost realizata prin clasificarea climatologica de ani ploiosi si secetosii de la pag. 49 care este redada in Tabelul 4.1. Frecventa acestora pe decenii redada in Figura 4.5 reflecta o crestere sistematica a anilor secetosii dupa anul 1981, in ceea ce priveste tendinta lor de dominare.

Tabelul 4.1 Ani secetosii si ploiosi in Romania, 1901-2010

Decada	Ani extrem de secetosii	Ani extrem de ploiosi
1901-1910	1907-1908	1910
1911-1920	1917-1918	1911, 1912, 1915, 1919
1921-1930	1923-1924, 1927-1928	1929
1931-1940	1934-1935	1937, 1939, 1940
1941-1950	1945-1946, 1947-1948, 1949-1950	1941, 1944, 1947
1951-1960	1952-1953	1954, 1955, 1957, 1960
1961-1970	1962-1963, 1964-1965	1969, 1970
1971-1980	1973-1974, 1975-1976	1972, 1974, 1975, 1976
1981-1990	1982-1983, 1985-1986, 1987-1988	1981, 1990
1991-2000	1992-1993, 1997-1998, 1999-2000	1991, 1997
2001-2010	2000-2001, 2001-2002, 2002-2003, 2006-2007, 2008-2009	2005, 2006 2010

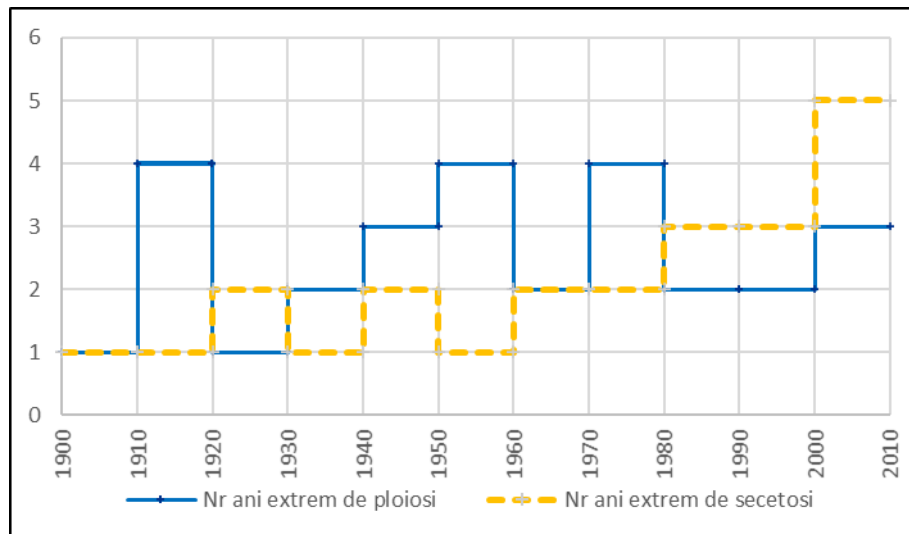


Figura 4.5 Tendinta manifestarilor extreme – frecventa pe decenii a anilor ploiosi si secetos

Evenimente extreme remarcabile in aceasta perioada sunt:

- Secete: seceta din 1945-1946 cu intensitate maxima in sudul si sud-estul tarii a fost cea mai agresiva din secolul 20, iar seceta din 2006-2007 – cea mai severa din perioada recenta, atat ca nivel atins pentru deficitul de apa din sol, cat si ca durata si arie de extindere, cuprinzand sudul, sud-estul, estul, vestul si centrul tarii;
- Inundatii: evenimente remarcabile au fost cele din anii 1969, 1970, 1972, 1975, dintre care cea mai mare extindere spatiala a fost in 1970, iar in perioada recenta a avut relevanta deosebita amploarea inundatiilor din 2005 (de unde a urmat si elaborarea Strategiei pentru managementul riscului la inundatii), apoi in 2006 si 2010, care au fost mai periculoase tot in partile de sud, sud-est si de est ale tarii.

Republica Bulgaria

Din raportul Bulgariei, s-au extras ca fiind de relevanta deosebita pentru analiza de fata, Figura 6.7b si Figura 6.7c de la pag. 259, privind frecventa decadală a ploilor extreme de vara si tendinta numarului de ploi convective severe (*severe convective storms*) din sezonul de vara (aprilie-septembrie).

Ambele tipuri de rezultate indica o intensificare a manifestarilor extreme (Figurile 4.6 si 4.7), respectiv cresterea frecventei perioadelor de seceta se asociaza cu cresterea numarului de ploi convective severe (cu arie de incidenta redusa), la care creste si frecventa producerii de viituri rapide la scara bazinelor mici cu capacitate erozionala ridicata, dar scade riscul de inundabilitate pe Dunare in perioada de vara.

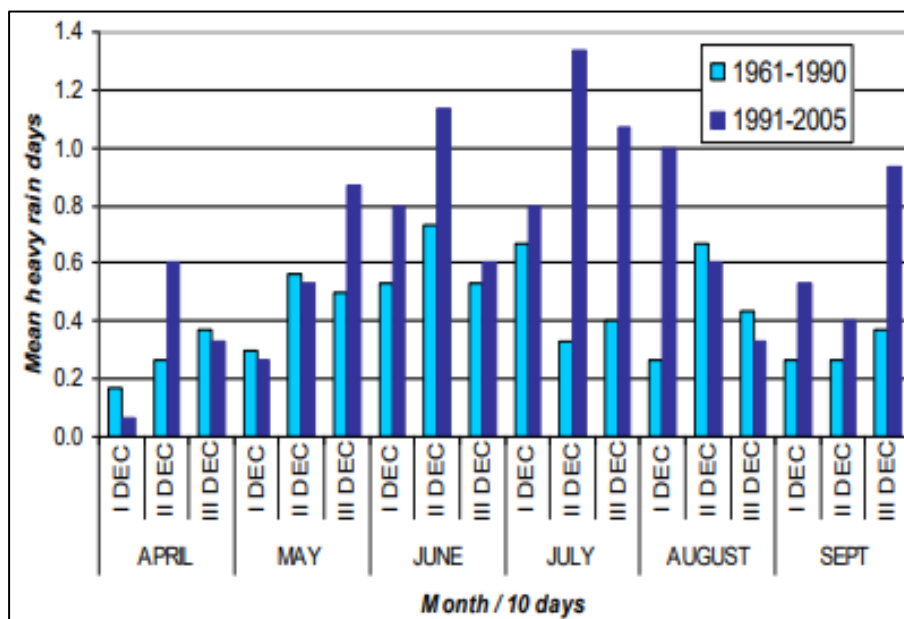


Figura 4.6 Tendinta manifestarilor extreme – frecventa decadala a ploilor severe in sezonul de vara

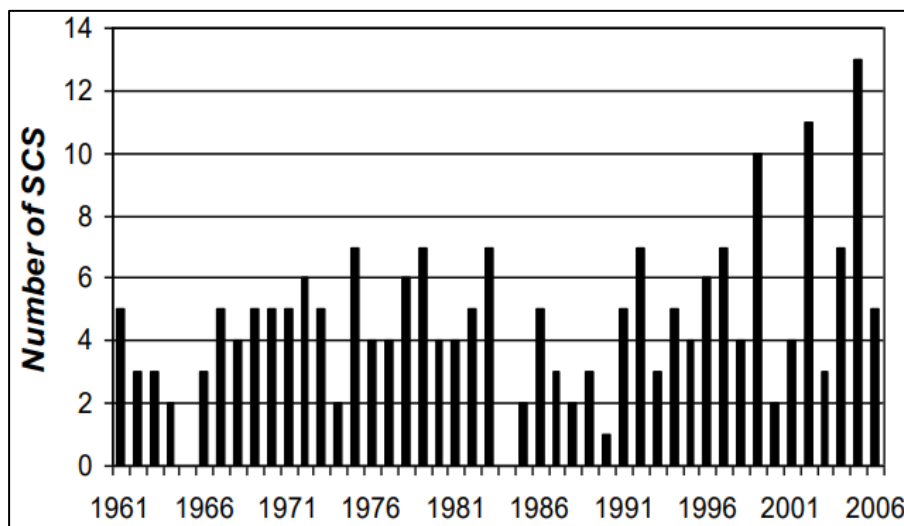


Figura 4.7 Tendinta manifestarilor extreme – numarul de ploi convective severe din sezonul de vara

4.3 Scenarii de prognoza climatica

Modelele climatice de circulatie globala (GCM) pot lua in considerare scenarii de evolutie a activitatilor antropice prin integrarea numerica la o scara globala a proceselor de dinamica atmosferica, putand astfel oferi prognoze plauzibile de schimbari climatice, ca abateri anuale, pe sezoane sau pe intervale lunare fata de valorile medii din perioada de observatie de referinta.

Efectele activitatilor antropice, cu un ritm de crestere fara precedent a emisiilor GES fata de perioada preindustrială, sunt de incalzire globala (de exemplu cu circa 0,85°C in 2012 fata de 1850, dar cu rata dubla de crestere in ultimii 40 ani); sunt modificari importante la nivelul tipurilor de circulatie atmosferica, regimului oceanic, calotei glaciare, regimului de precipitatii si a manifestarilor extreme, afectand astfel toate componentele sistemului terestru, iar efectele constatate in zona Europei sunt peste valorile medii globale. Aceste concluzii reprezinta rezultatele unor cercetari de durata si colaborare la nivel european in cadrul IPCC, cu al 5-lea raport de sinteza publicat in anul 2014 (primele argumente stiintifice datand insa din perioada anilor 1960).

4.3.1 Prognoze de temperatura a aerului si de precipitatii

Exemple la scara bazinului Dunarii sunt oferite de Raimund Mair in prezentarea 'Activities of the ICPDR on Adaptation to Climate Change and coping with Droughts in the Danube River Basin' (*Activitati ale ICPDR privind adaptarea la schimbarile climatice si combaterea secetei in bazinul fluviului Dunarea*) la Conferinta internationala „Effective utilization of water resources in the conditions of climate change, drought and water scarcity” (*Utilizarea eficienta a resurselor de apa in conditiile schimbarilor climatice, a secetei si a deficitului de apa*), 17-18 May 2016, Bratislava, Slovacia (Fig. 4.8 – 4.11).

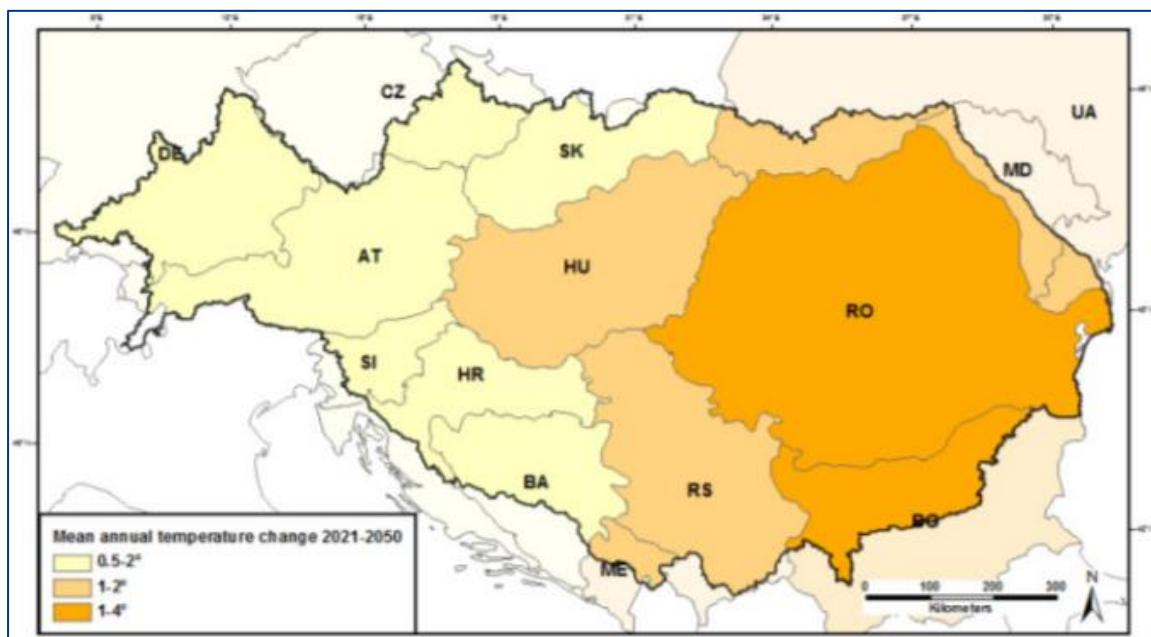


Figura 4.8 Modificari ale temperaturii medii multianuale a aerului in intervalul 2021-2050 fata de perioada 1961-1990, in cadrul bazinului Dunarii

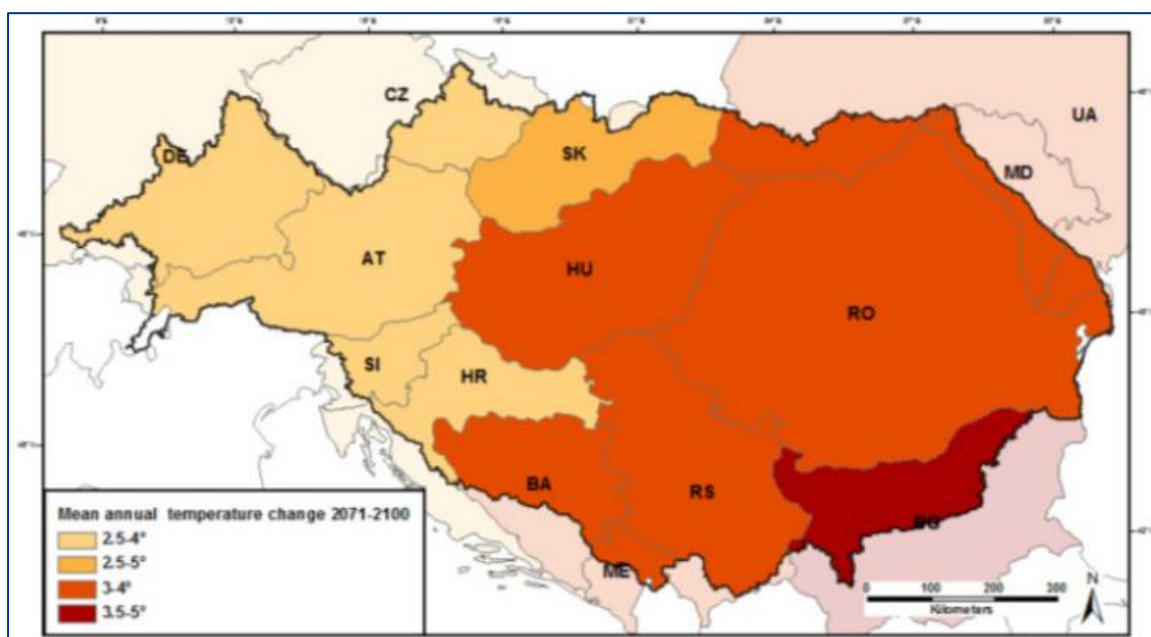


Figura 4.9 Modificari ale temperaturii medii multianuale a aerului in intervalul 2071-2100 fata de perioada 1961-1990

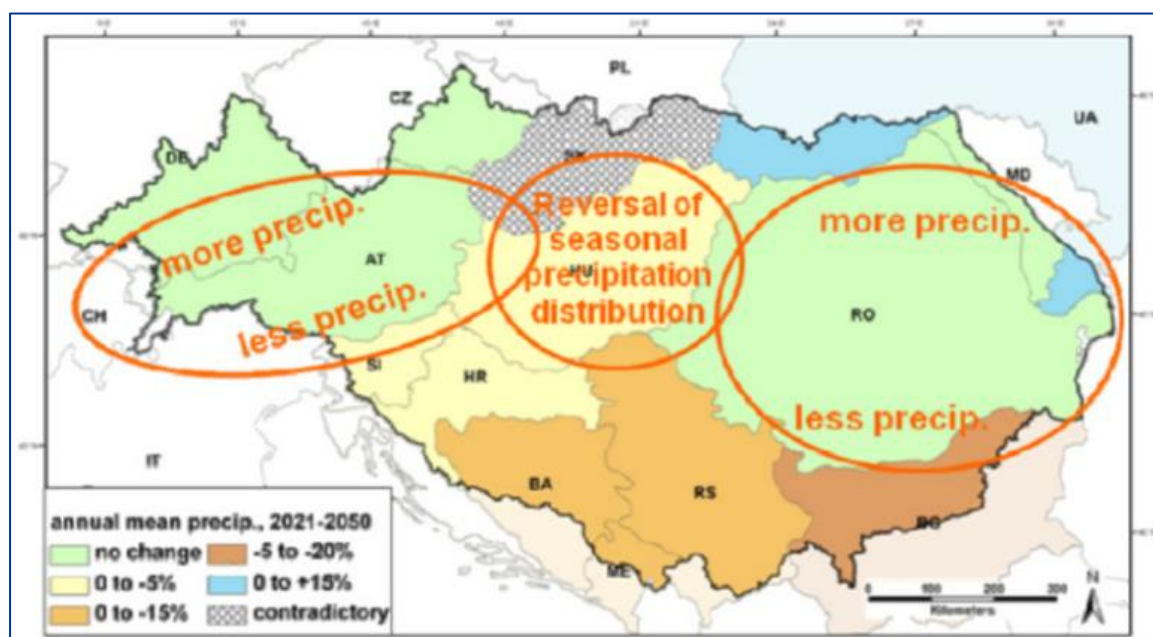


Figura 4.10 Modificarea cantitatilor multianuale de precipitatii in intervalul 2021-2050 fata de perioada 1961-1990 in cadrul bazinului Dunarii

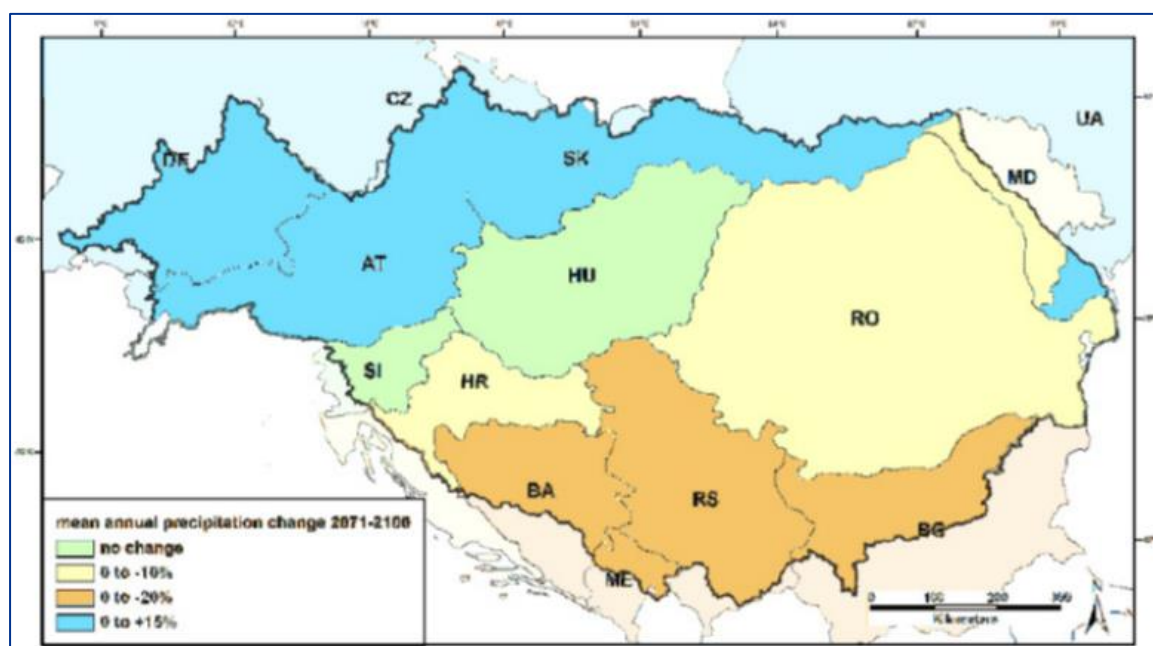


Figura 4.11 Modificarea cantitatilor multianuale de precipitatii in intervalul 2071-2100 fata de perioada 1961-1990

In zona proiectului, valorile anuale prognozate sunt mai bine exemplificate in Raportul *Republic of Bulgaria Sixth National Communication on Climate Change, Sofia, 2013*, care au fost obtinute cu modelul regional Aladin in cadrul proiectului Cecilia (Figura 4.12 si Figura 4.13); se prezinta, de asemenea, modificarile de distributie a valorilor medii lunare la statia Novachene din nordul Bulgariei - circa 20km fata de Dunare (Figura 4.14 si Figura 4.15):

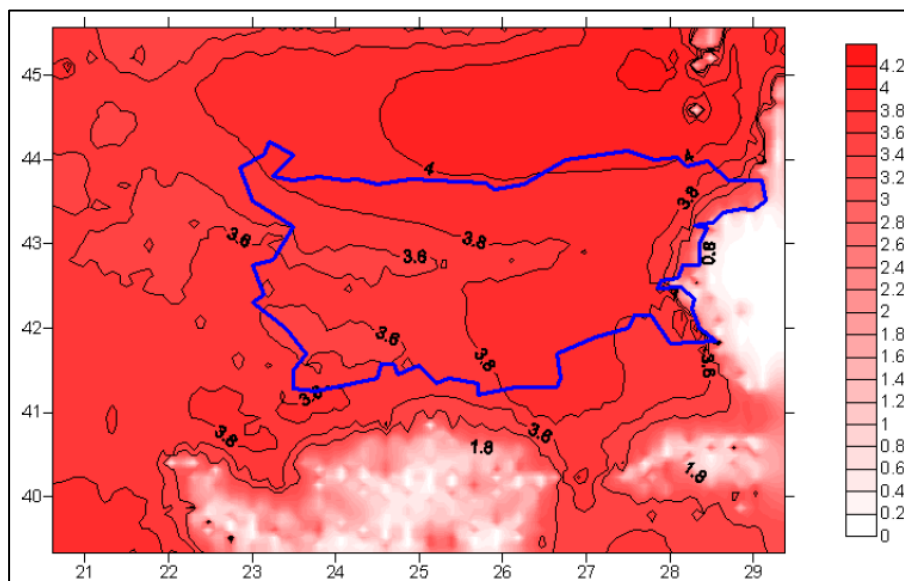


Figura 4.12 BG- Prognoza de modificare a temperaturii medii la sfarsitul secolului 21 fata de 1961-1990

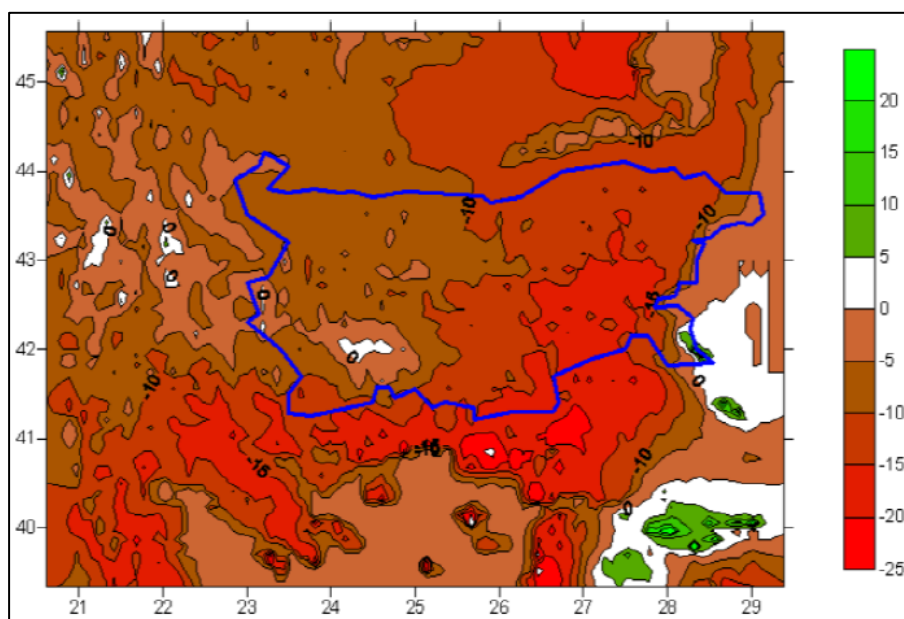


Figura 4.13 BG- Prognoza de modificare a precipitatiilor anuale la sfarsitul secolului 21 fata de 1961-1990

Din aceste harti reiese ca in zona proiectului, pana la sfarsitul secolului temperatura medie a aerului va creste cu 3.8°C, iar precipitatiile anuale vor scadea cu 10% pana in zona Ruse sau cu 5% pe sectorul din aval. Distributia intra-anuala a acestor modificari semnaleaza un proces accelerat de aridizare in zona proiectului (Figura 4.14 si Figura 4.15).

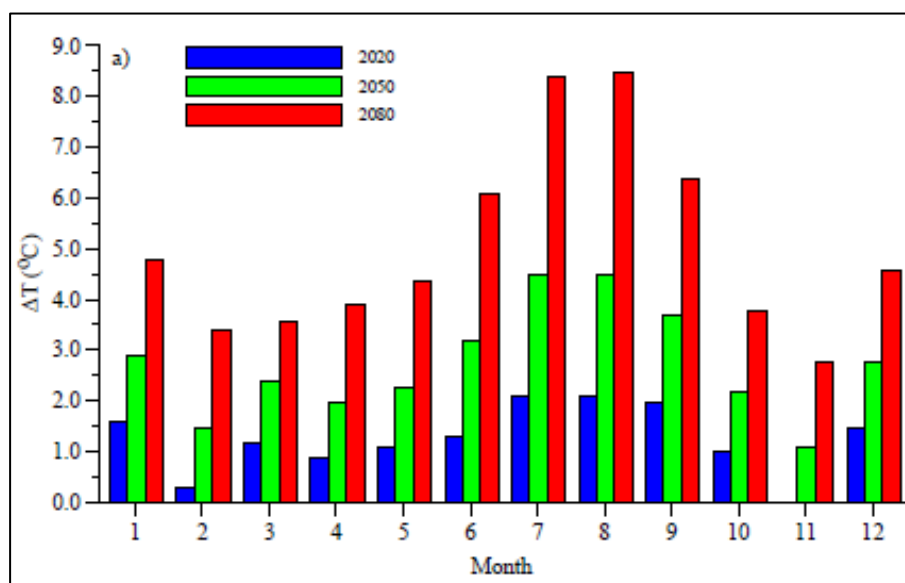


Figura 4.14 BG-Modificarea temperaturilor medii lunare in 2020, 2050 si 2080 fata de 1961-1990

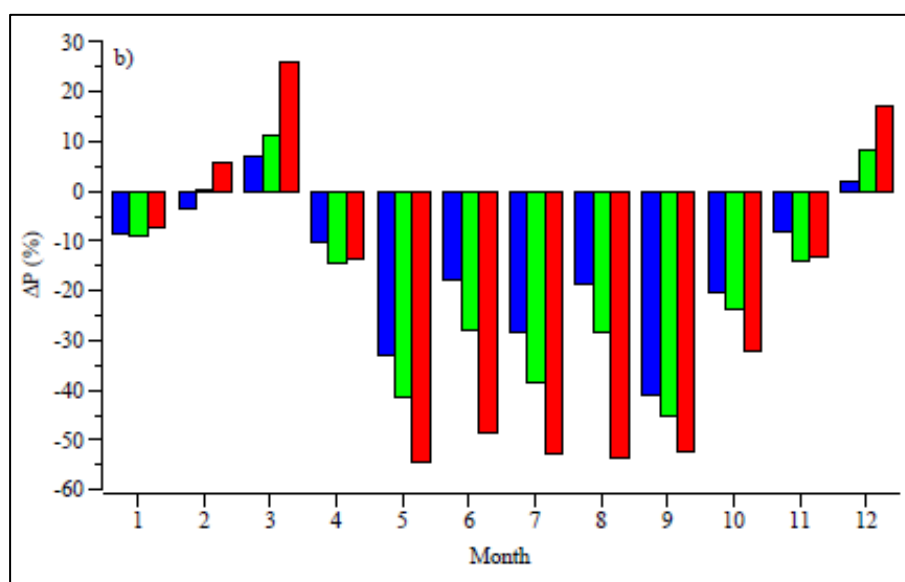


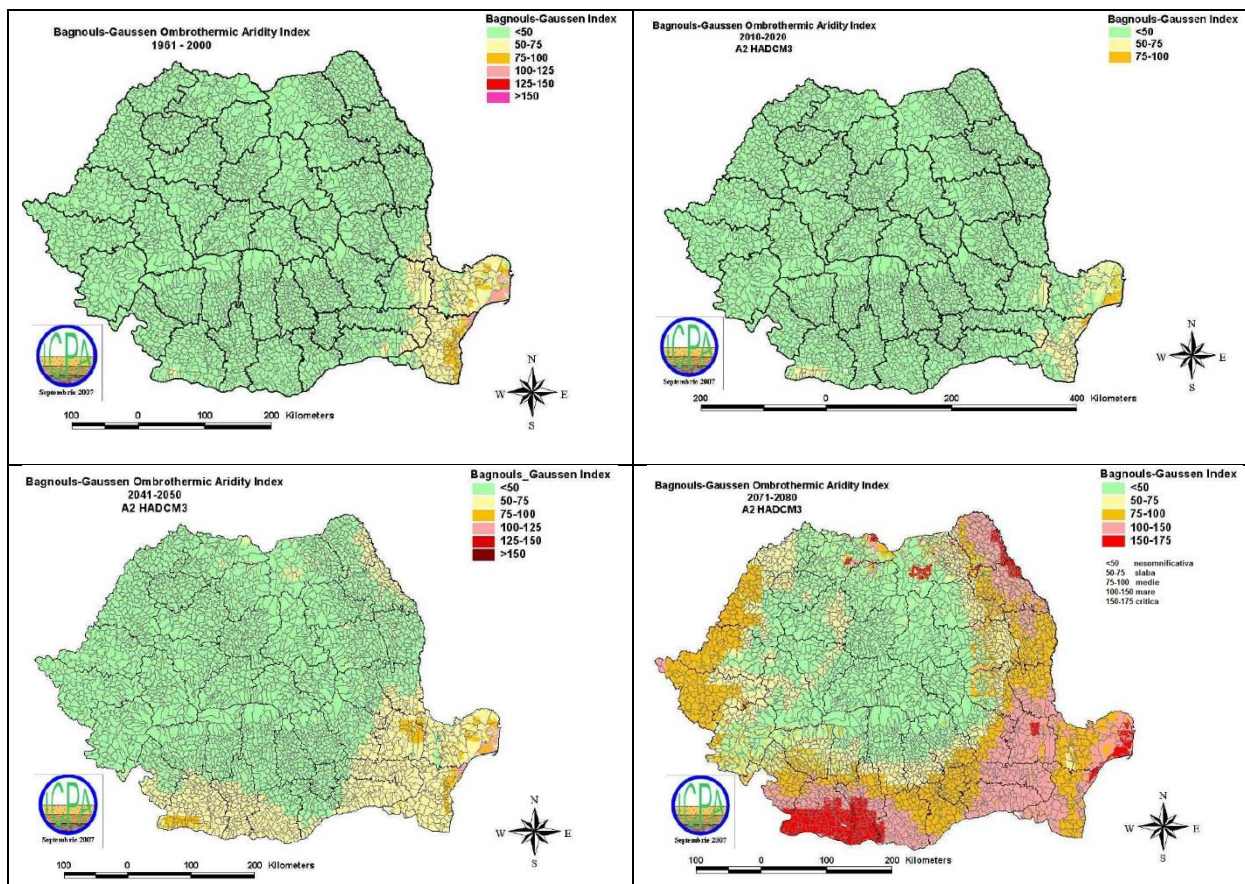
Figura 4.15 BG- Modificarea cantitatilor lunare medii de precipitatii in 2020, 2050 si 2080 fata de 1961-1990

4.3.2 Exemple de aridizare

Romania: indicele de aridizare

Tendinta de aridizare este redată mai jos pe baza indicelui de aridizare Bagnouls-Gausson, care combina într-un sistem de ponderare valorile lunare de temperatura și precipitații din intervalul de calcul, putând astfel compara estimările la timpurile de prognoza (2010-2020, 2041-2050, 2071-2080) cu valorile medii din perioada de observație (1961-2000).

La estimările pentru 2071-2080, gradul de aridizare în zona Dunării în intervalul 2071-2080 este de la mediu în județul Giurgiu și mare în Teleorman și Calarasi, până la o stare critică în Mehedinți, Dolj și Olt; în zona cea mai expusă la seceta pedologică, Oltenia de sud, tendința indicelui de aridizare climatică este amplificată de reactivitatea hidrofizică a solurilor cu dominantă nisipoasă, care se va resimți și în scăderea panzei freatice.



Sursa: Vizitiu, O.-P., Calciu, I. C., Simota, C. C. (2016). Drought intensity on arable land in Romania – processes and tendencies. Lucrarile Seminarului Geografic Dimitrie Cantemir, Vol. 42, pp. 67-80; preluat in DRBMP 2015, p.324, pentru intervalul 2071-2080.

Figura 4.16 Evolutia proceselor de aridizare in Romania (seceta pedologica) pana in 2071-2080 fata de 1961-2000.

Republica Bulgaria: numarul de zile de vara ($T_{max} > 25^{\circ} C$).

Prognostica pentru intervalul 2021-2050 indica o crestere cu circa 22% a numarului zilelor de vara.

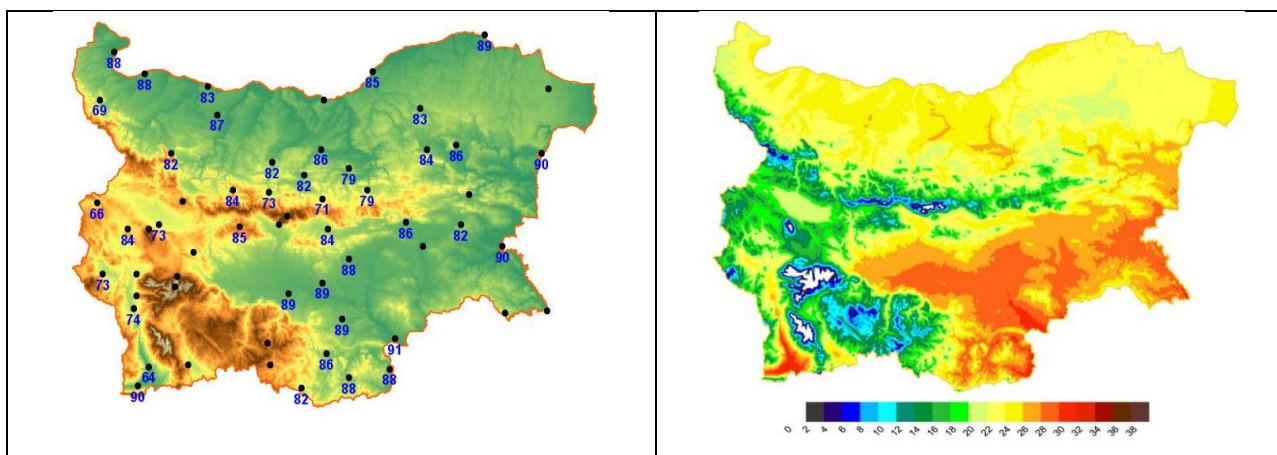


Figura 4.17 Prognostica zilelor de vara ($T_{max} > 25^{\circ} C$) in Bulgaria: valori medii in perioada 1961-1990 (stanga); crestere procentuala prognosticata pentru intervalul 2021-2050 (dreapta)

Din acesti parametri de prognoza a schimbarilor climatice rezulta:

- Cresterea temperaturilor anuale, cu cresteri mai mari in sezonul de vara fata de sezonul de iarna, cresterea numarului de zile toride;
- Reducerea precipitatiilor anuale, cu modificarea distributiei pe sezoane in favoarea sezonului de iarna (cresc precipitatiile de iarna si scad valorile de vara); cresterea frecventei ploilor convective (foarte intense, pe durate scurte si arii restranse de incidenta);
- Creste frecventa anilor secetosi fata de cei ploiosi, cu pondere tot mai slaba a anilor normali-climatologic; prelungirea intervalelor de seceta, proces de aridizare.

4.4 Efectele hidrologice ale schimbarilor climatice

In cadrul ciclului hidrologic, efectele modificarilor climatice sunt:

- Cresterea frecventei ploilor de iarna, reducerea stratului de zapada si grabirea proceselor de topire, diminuarea fenomenelor de inghet si a influentei lor asupra curgerii de iarna;
- Intensificarea ploilor de vara cu reducerea duratei si a ariei de incidenta; creste frecventa viiturilor rapide cu agresivitate erozionala in zona bazinelor hidrografice mici, scade riscul de inundatii pe Dunare;
- Prelungirea duratelor de ape mici in perioadele de seceta, cu cresterea temperaturii apei si efecte conexe, scaderea panzei freatice.

Modul ideal de evaluare ar fi prin modelarea distribuita a ciclului hidrologic la scara bazinului Dunarii si la scari de timp adecvate descrierii proceselor componente, care nu au putut fi accesibile. Ramane astfel, ca mod prudent de abordare hidrologica a efectelor schimbarilor climatice, analiza tendintei, in care perturbarea climatica sa se regaseasca cu acelasi sens in efectul hidrologic estimat, eventual cu amplitudine atenuata sub efectul integrator al bazinului Dunarii pana in zona proiectului. In acest caz, trebuie sa se acorde o atentie deosebita etapei de constituire a esantioanelor statistice pentru a evita efectele altor surse nestationare in afara celor de natura climatica.

4.4.1 Analiza preliminara a datelor hidrologice existente

Dunarea este un fluviu de mari dimensiuni, cu un bazin hidrografic de 698000km² la Chiciu/Silistra, cu o albie foarte dinamica in conditiile unei game largi de debite (de la < 1600 m³/s la > 15000m³/s) si o structura sedimentara a albiei dominata de nisipuri fine foarte erozive, in care mobilitatea canalului include meandre frecvente, despletiri si formarea de insule, precum si migrarea lenta a acestora in aval si ajustarea malurilor prin eroziune in aval si acumularea in amonte de insule.

Vechea dinamica fluviala in albia fluviului a fost accentuata dupa 1971, sub regimul de functionare al Portilor de Fier I-II, unde cele mai mari modificari sunt cauzate de pulsatiile hydropeaking si de retentia mare a aluviunilor in suspensie in rezervoarele acestora; astfel, Dunarea se confrunta cu un deficit semnificativ de materii in suspensie, care trebuie recuperat prin rate mai mari de transport al sedimentelor din albie, precum si prin modificari mai accentuate ale granulometriei sedimentelor, adancirea canalului sau acumularea pe sectoarele largite.

Regimul de curgere al Dunarii

Pentru analize statistice, din seria continua de date inregistrate se folosesc selectii pe faze distincte, ca serii de debite maxime, debite medii si debite minime cu diferentierea lor sezoniera, de iarna si de vara.

Toate categoriile de debite sunt sub influenta regularizarii (atenuarea extremelor) si a fluctuatiilor de debite evacuate de hidrocentrala de la Portile de Fier I (intrata in functiune in 1971), care sunt putin afectate de Portile de Fier II, intrata in functiune in 1986.

Pentru analiza pulsatiilor generate de Portile de Fier I si a gradului de atenuare in albia Dunarii, s-au folosit cele mai lungi serii de debite zilnice puse la dispozitie de catre beneficiar, respectiv de catre partea bulgara, pentru perioada 1941-2015, la cele sase statii hidrometrice (SH) pe care le gestioneaza. Prima statie din amonte este SH Novo Selo la km 833,6, iar ultima in aval este SH Silistra la km 375,5.

In Figura 4.18, sunt exemplificate variatiile zilnice de debit ($Q_i - Q_{i-1}$) la SH Novo Selo, cu modificari evidente ale ecartului de variatie in perioadele de dinainte si dupa 1971.

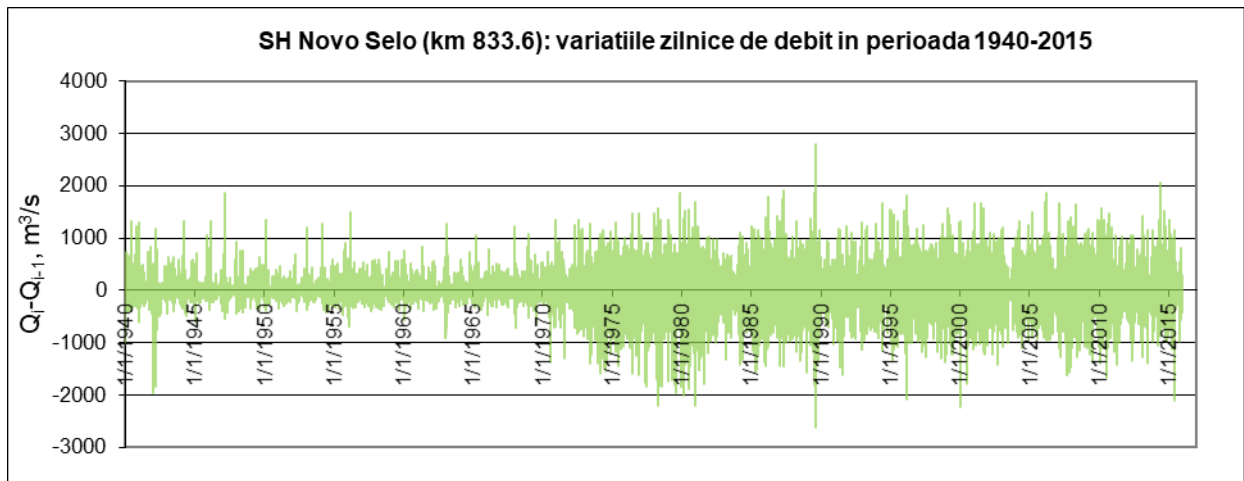


Figura 4.18 Fluctuatiile de debit in aval de Portile de Fier conform inregistrarilor de la SH Novo Selo (km 833,6).

In Figura 4.19, fluctuatiile zilnice de debit au fost separate pe fazele de crestere si descrestere si redate ca medii anuale, evidentiind astfel modificari evidente sub forma unor salturi semnificative in 1971.

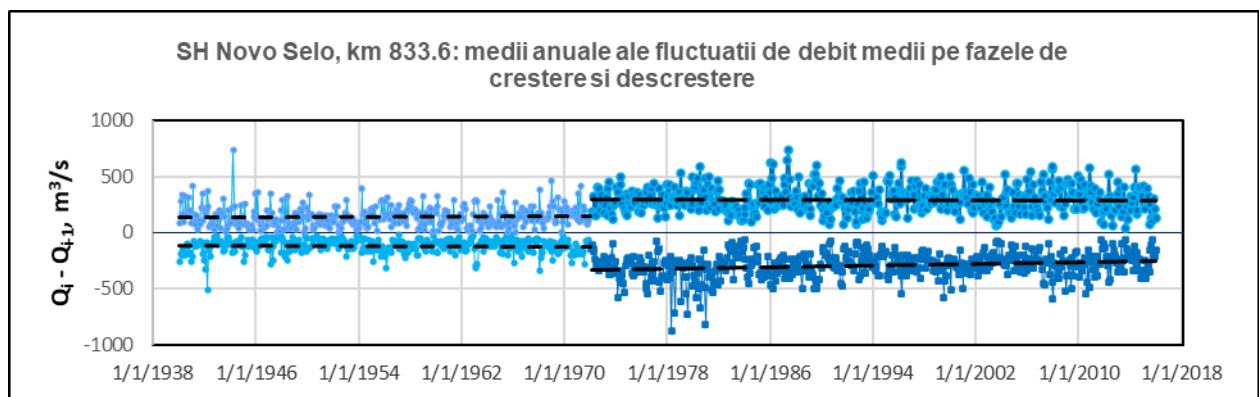


Figura 4.19 Mediile anuale ale fluctuatilor de debit in regim initial si modificat de Portile de Fier I au inregistrat un salt in 1971, la valori de 2 ori mai mari pe faza de crestere si de 2,5 ori mai mici pe faza de scadere.

Caracterizarea statistica a fluctuatilor de debit si a gradului lor de atenuare de-a lungul Dunarii este redata in Figura 4.20 prin raportul dintre frecventa anuala a pulsatiilor de peste pragul de $600\text{m}^3/\text{s}$ in perioada post-Portile de Fier I si din perioada anterioara; astfel, numarul de pulsatii $Q_i - Q_{i-1}$ pozitive depasind acest prag a crescut de circa 9 ori in sectiunea SH Gruia (km 851) fata de perioada anterioara, iar cele pe descrestere – de 50 ori, in timp ce la SH Silistra (km 375,5) modificarile de frecventa sunt de numai 1,6 si, respectiv, 1,5 ori. Astfel de pulsatii de debit ($>600\text{m}^3/\text{s}$), genereaza variatii de nivel de la o zi la alta in jur de 50cm la debite mici si de 30-40cm la ape mari, al caror efect sistematic este de slabire a stabilitatii malurilor la descresterele rapide de nivel si, implicit, de intensificare a proceselor de prabusire a malului in banda de fluctuare a nivelului apei.

Variatiile de nivel $>100\text{cm}$ in perioada post-Portile de Fier I sunt redate in Figura 4.21; numarul de descresteri peste acest prag tinde sa fie egal cu numarul de cresteri in apropierea Portile de Fier I, ajungand in sa de la 150 in amonte la valori neglijabile, dupa circa 200km, la statiile din aval.

Fata de regimul natural, unde ramura de descrestere a unui hidrograf este de 4-5 ori mai lenta decat ramura de crestere, s-a ajuns ca cele doua ramuri sa fie de durate comparabile. Modul in care a fost modificata forma hidrografului debitelor zilnice este exemplificat in Figura 4.22, unde fazele de crestere si descrestere de peste $> 600\text{m}^3/\text{s}$ sunt redade prin valori mediate pe intervalele de timp dintre punctele de inflexiune; prin acest mod de selectare a fluctuatiilor de peste $> 600\text{m}^3/\text{s}$ se poate observa ca, in timp ce acestea reprezinta o normalitate a regimului in perioada de dupa 1971, ele erau numai accidentale, de exemplu sfarsitul fenomenelor de inghet, in perioada anterioara.

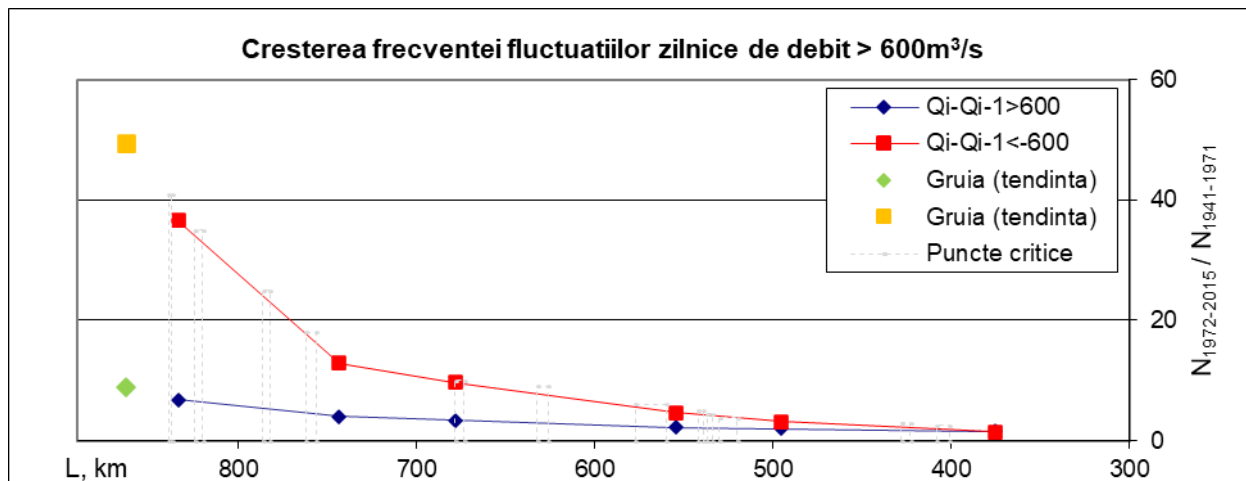


Figura 4.20 Numarul mediu de zile cu fluctuatii $|Q_i - Q_{i-1}| > 600$ in perioada 1972-2015 fata de perioada 1941-1971.

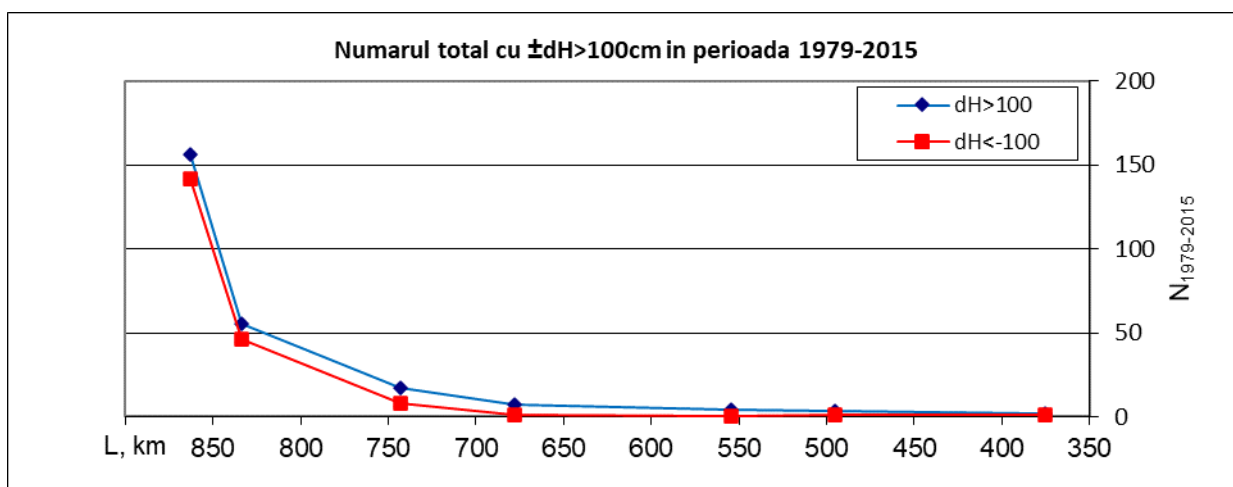


Figura 4.21 Fluctuatii de nivel al apei $|H_i - H_{i-1}| > 100\text{cm}$ in perioada 1979-2015 de-a lungul Dunarii

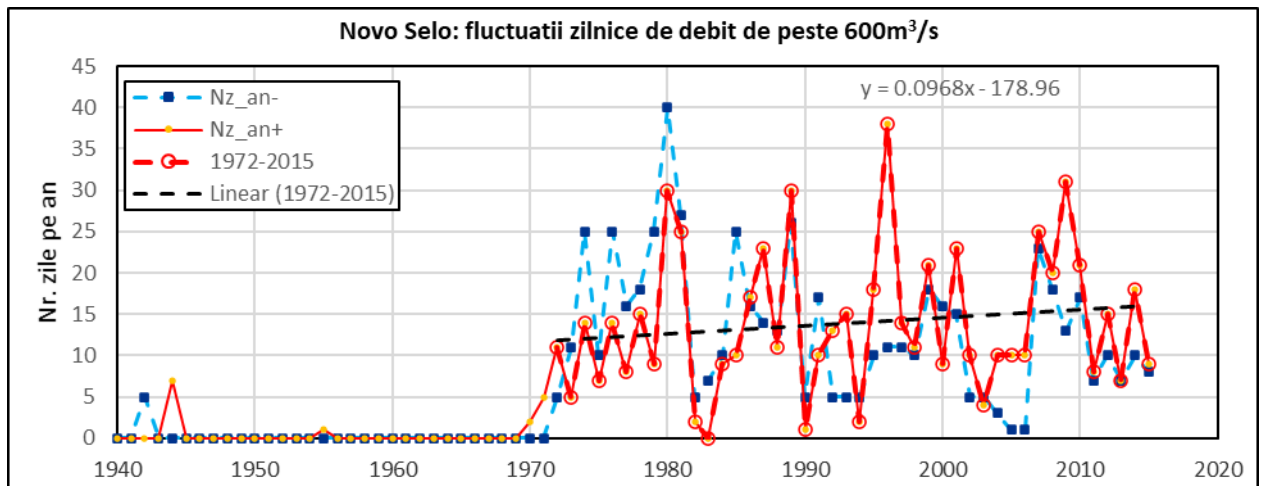


Figura 4.22 Tendinta fluctuatiilor zilnice de debit la statia hidrometrica Novo Selo in perioada 1940-1971 si 1972-2015 („Nz_an-“ – numar anual de zile pe ramura de scadere a hidrografului; „Nz_an+“ – numar anual de zile pe ramura de crestere a hidrografului)

Prin procesele de propagare, amplitudinea fluctuatiilor de debit se reduce cu distanta aval fata de Portile de Fier I, cel mai redus impact fiind la SH Silistra. Exemplificarea variabilitatii in acest caz a fost realizata pe baza coeficientului de variatie (CV) calculat pe fiecare luna din perioada 1941-2015, prezentat mai jos pe serii separate pentru lunile de vara in Figura 4.23 si de iarna in Figura 4.24.

Modificarea produsa in 1971 in aceste serii este, de asemenea, de salt semnificativ in anul de separare a celor doua perioade de comparatie, de +16% in perioada de vara si de -10% in perioada de iarna. Exceptand modificarile de salt, se constata insa si o tendinta generala de crestere a valorilor CV in lunile de vara si de scadere in lunile de iarna, care nu poate fi decat numai de natura climatica.

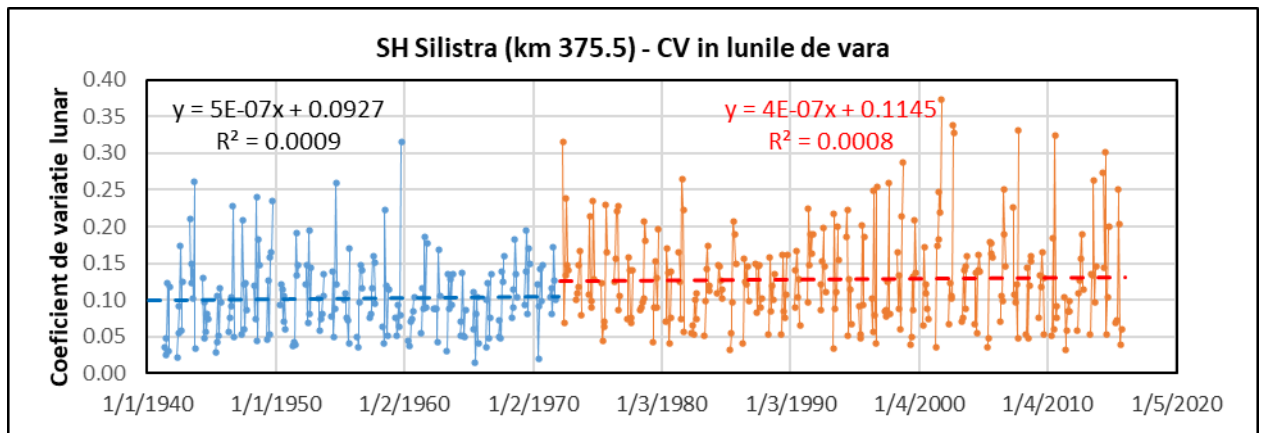


Figura 4.23 Variabilitatea seriei de valori lunare ale CV la SH Silistra in perioada de vara; efectul Portile de Fier I este un 'salt' de 16% al mediei CV fata de regimul initial; tendinta de crestere sub variabilitatea climatica (+0.2% in 2015 fata de 1971), ecart mai restrans in anii ploiosi si mai larg in anii secetos.

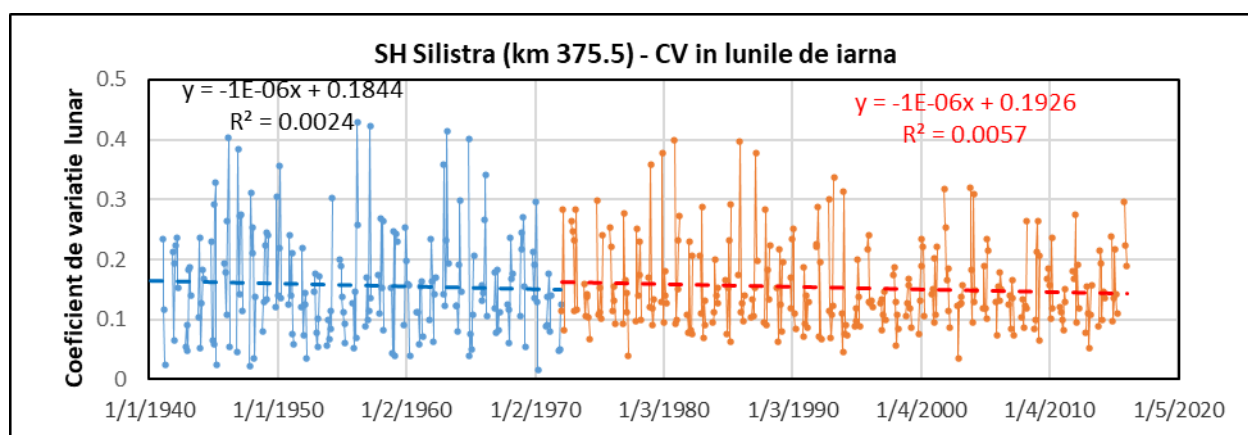


Figura 4.24 Variabilitatea seriei de valori lunare ale CV la SH Silistra in perioada de iarna; efectul Portile de Fier I este un 'salt' de 9% al mediei CV fata de regimul initial; tendinta de scadere sub variabilitatea climatica (-0.3% in 2015 fata de 1971), ecart mai redus de variabilitate in perioada post-Portile de Fier I din diminuarea fenomenelor de inghet.

Regimul de aluviuni in suspensie

Sub noua variabilitate a debitelor si afectarea continuitatii proceselor de transport prin retinerea in acumulari, inclusiv pe o serie de afluenti, regimul de sedimente a fost puternic modificat, Dunarea confruntandu-se in prezent cu un deficit sever de aluviuni in suspensie; acest deficit a devenit principala sursa de instabilitate a malurilor si albiei Dunarii.

Date privind aluviunile in suspensie au fost disponibile pe diverse perioade la statiile hidrometrice Bechet (km 679), Corabia (km 630), Zimnicea (km 553) si Giurgiu (km 493), care sunt redate in Figura 4.25 prin valorile medii anuale de turbiditate.

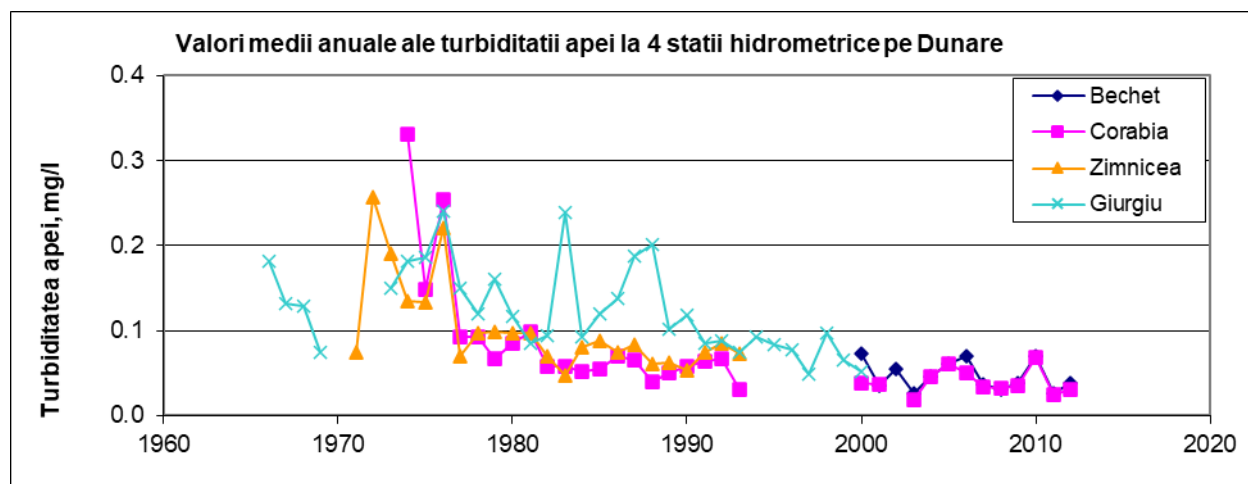


Figura 4.25 Variatia turbiditatii medii anuale a apei in intervalul 1966-2012 pe baza datelor disponibile la 4 statii hidrometrice romanesti de pe Dunare

Din variabilitatea acestor serii temporale, reiese ca valorile turbiditatii apei s-au redus de 2-3 ori in perioada post-Portile de Fier I – intr-o masura mai mare in amonte si mai putin in aval, de exemplu la Corabia fata de Giurgiu.

Severitatea modificarii turbiditatii apei de-a lungul Dunarii este mai bine reflectata de Figura 4.26, pe baza datelor colectate in timpul primei campanii de masuratori din anul 2017; valorile medii ale acestora pe sectiuni transversale de supraveghere pot evolua in mod clar de-a lungul unei tendinte liniare de crestere din amonte

spre aval, ca si in cazul valorilor medii ale turbiditatii in raport de 1:8 (la valori comparabile ale debitelor), sau a valorilor duble la Giurgiu fata de alte zone.

De-a lungul unei tendinte cvasi-lineare de crestere a turbiditatii spre marginea din aval a sectorului, exista, de asemenea, unele tronsoane cu valori mai mari, fie ca urmare a unor debite mai mari in timpul cercetarii locatiei lor, fie a unui continut mai mare de sedimente mai fine de pe fundul fluviului pentru a fi usor de ridicat pentru suspensia apei, cu cele mai semnificative abateri in zona Belene, unde ar fi necesara o investigatie mai detaliata.

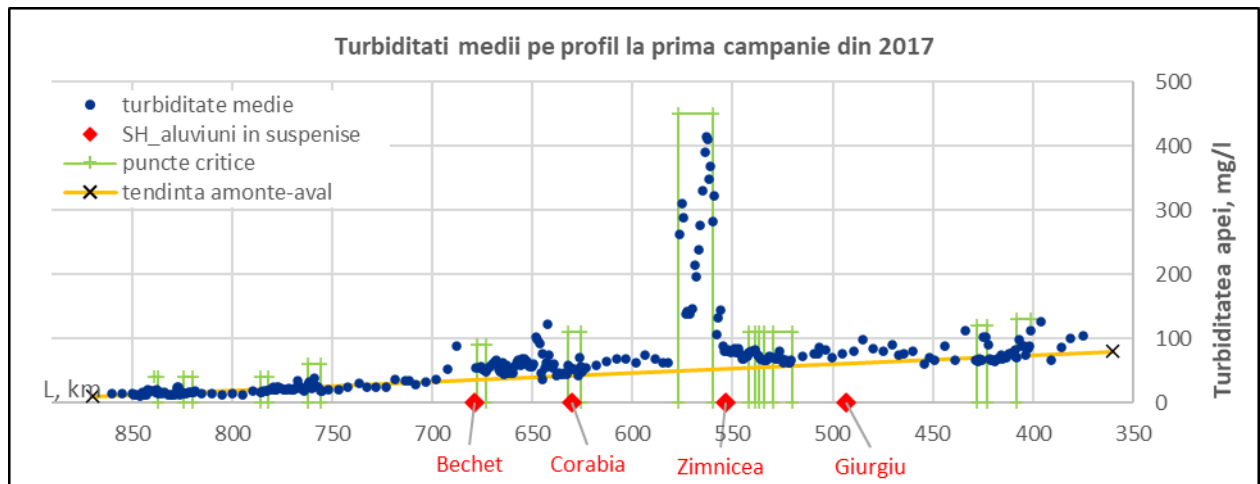


Figura 4.26 Valorile medii pe sectiune ale turbiditatii apei de-a lungul Dunarii pe sectorul comun romano-bulgar in timpul primei campanii de masuratori din 2017

Regimul de aluviuni tarate

Fata de gradul de modificare a regimului de aluviuni in suspensie devin astfel plauzibile modificarile din regimul de aluviuni tarate din Figura 4.27, unde debitul tarat la Bechet sunt de peste 2 ori mai ridicat decat cele inregistrate la Giurgiu. La cresterea debitelor tarate apare si o intensificare a remodelarii patului albiei, cu faze mai scurte de eroziune-depunere si pe niste distante mai mici, precum si o crestere a granulozitatii sedimentelor din pat dupa o faza de epuizare a granulatiilor fine.

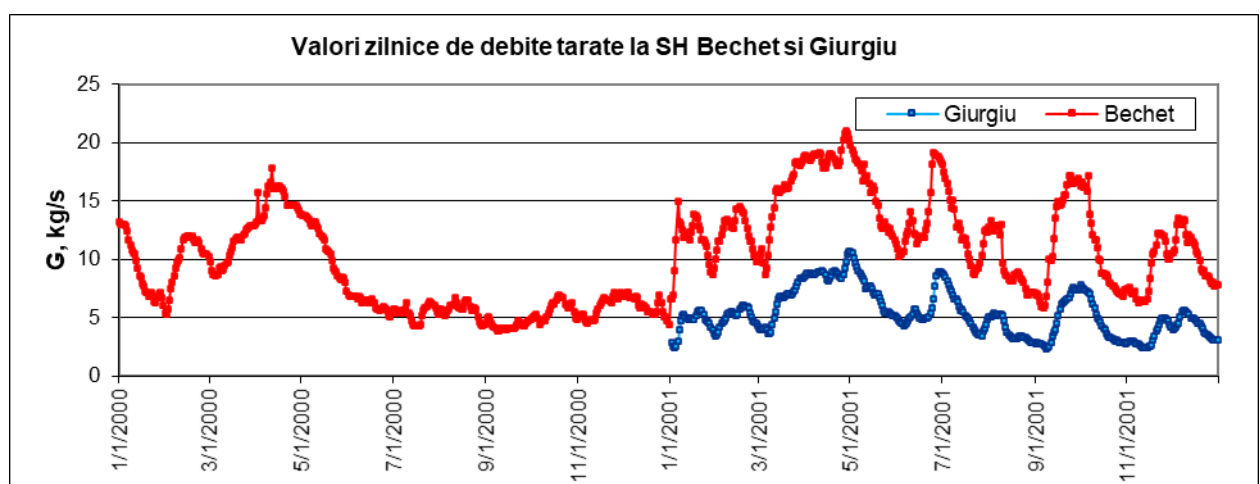


Figura 4.27 Valori zilnice ale debitelor de aluviuni tarate pe Dunare in perioada 2000-2001 pentru datele disponibile la statiile Bechet si Giurgiu (sunt valori de circa 2,4 ori mai mari la Bechet decat cele de la Giurgiu).

Granulometria sedimentelor din patul albiei

Datele granulometrice din prima campanie de masuratori ar confirma o astfel de modificare, insa numai in zona Gruia - Calafat; pe urmatorul sector, pana la Turnu Magurele, se constata o crestere a ponderii aluviunilor fine (Figura 4.28). Explicatie plauzibila in acest caz este prin eroziunile/prabusirile de mal de pe tronsoanele

cu litologie mai slaba, unde ritmul de spalare a aluviunilor fine de langa mal este mai slab decat cel de alimentare.

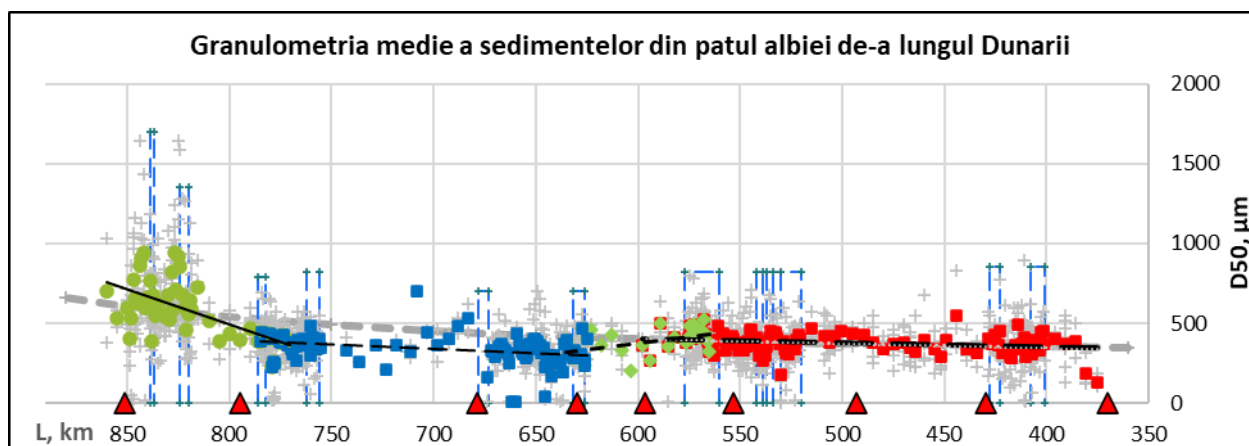


Figura 4.28 Granulometria sedimentelor din patul albiei pe Dunare la prima campanie de masuratori in anul 2017.

Modificari hidromorfologice in albia minora

In contextul efectelor de exploatare a hidrocentralei (hydropeaking) de la Portile de Fier II, al deficitului de aluviuni in suspensie, cresterii activitatii erozionale in patul albiei si dinamicii morfologice s-a intensificat eroziunea de mal sub efectele de exploatare a hidrocentralei (hydropeaking), cu remodelarea albiei atat in profil transversal, cat si longitudinal cu faze mai scurte de eroziune-depunere. Modificarile generate sunt exemplificate in Figura 4.29 evidentiind o tendinta de largire sistemtica a albiei, inversarea tendintei pentru vitezele apei de-a lungul Dunarii in Figura 4.30, precum si tendinta de adancire progresiva a albiei (Figura 4.31).

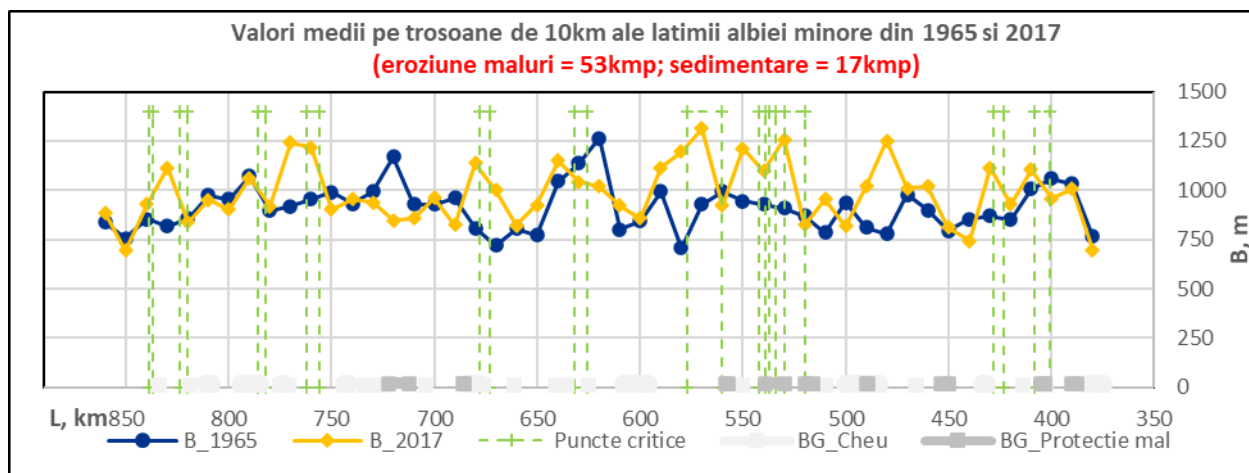


Figura 4.29 Modificari de latime a albiei de-a lungul Dunarii in perioada 1965-2017 (valori medii pe sectoare de 10km), mai ales pe malul stang, in dreptul protectii de mal de pe malul bulgar.

Efectul de largire a albiei minore prin eroziune de mal este de 53 km² ca valoare globala pe o perioada de circa 50 ani, cu o rata medie de circa 2m/an, iar zonele de sedimentare insumeaza 17km² (rata medie de circa 0,7m/an). Cele mai importante largiri prezentate in Figura 4.29 sunt la Garla-Mare, Dobrina, Belene-Kosui, si mai putin relevante la Salcia, Bogdan-Secian, Corabia si Popina.

Aceste modificari sunt reflectate in buna parte de modificarile vitezei medii pe sectiunea activa din figura de mai jos.

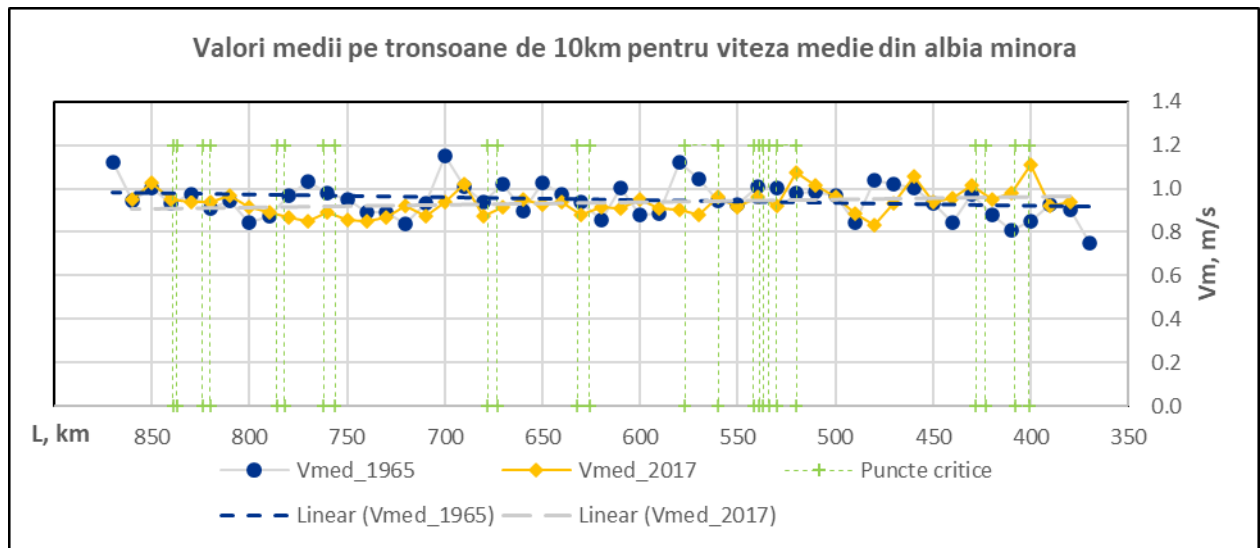


Figura 4.30 Modificari ale vitezei medii (la debitul mediu multianual) in anul 2017 fata de 1965 (valori medii pe sectoare de 10km de-a lungul Dunarii)

Sunt de remarcat astfel, scaderi semnificative in punctele critice Bogdan-Secian, Dobrina si Belene, scaderi moderate la Bechet si Corabia, precum si cresteri de viteza spre aval – cele mai importante fiind la Popina; anumite neconcordanțe între Figura 4.29 si Figura 4.30 semnaleaza si alte tipuri de modificari – precum cele de adancire-ridicare a patului mediu al albiei in profil longitudinal din Figura 4.31; astfel de modificari sunt pe o tendinta de adancire generala de aproape 1m in aproximativ 50 ani.

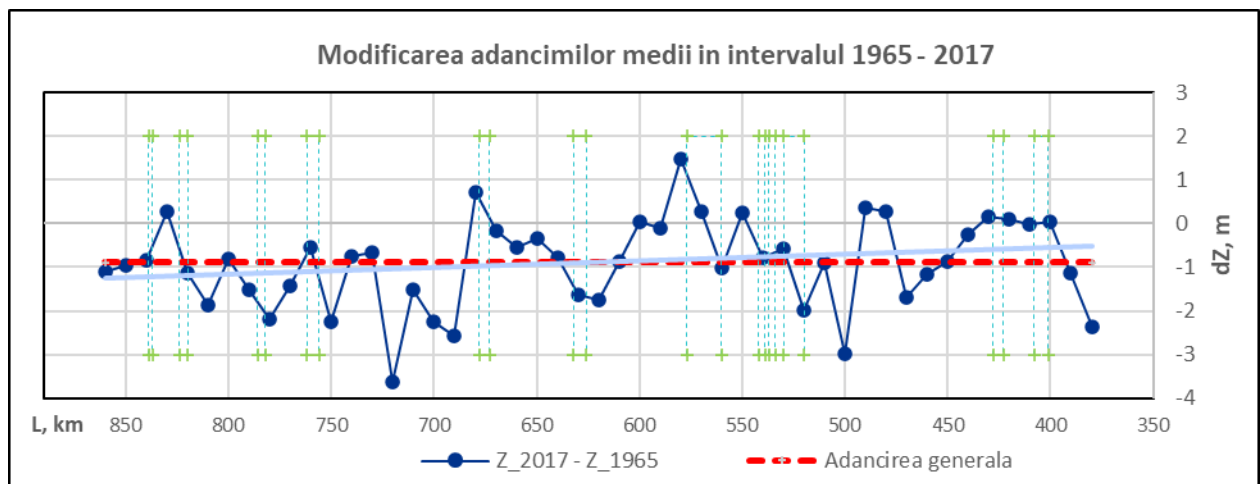


Figura 4.31 Modificari de adancime a albiei in anul 2017 fata de 1965 (valori medii pe sectoare de 10km de-a lungul Dunarii); adancire generala de 0,9m, cu 1,2m la capatul din amonte si 0,6m la cel din aval.

Aspecte cheie

Din cele prezentate mai sus se pot desprinde cateva aspecte cheie.

Factori de presiune:

- Cresterea variabilitatii debitelor / fluctuatiile de debit: efect principal - cresterea eroziunii de mal mai ales in perioade de ape mici;
- Deficitul de aluviuni in suspensie: conditii pentru intensificarea proceselor de eroziune-transport-depunere din albie si modificari sistematice in structura sedimentelor din pat.

Factori naturali de rezistenta:

- Fluviu mare cu pante mici (4-5cm/km) si procese lente cu valori mari de debit si transport de aluviuni, procese morfologice lente, inclusiv cu migrarea insulelor spre aval si remodelarea malurilor - eroziuni in aval de insule si depuneri langa mal in partea din amonte (de exemplu, de peste 20m/an la Popina);
- Structura sedimentelor din patul albiei – grad mare de uniformitate pe adancimi si pe lungimi semnificative de-a lungul fluviului.

Astfel, cel mai bun context pentru evaluarea efectelor schimbarilor climatice va fi:

- Perioada de observatie pentru analiza tendintei sa fie 1971-2015 (dupa modificarile generate de Portile de Fier I), intrucat modificarile generate de Portile de Fier II incepand cu 1986 nu pot fi relevante;
- Dintre statiile de pe Dunare, cea mai buna alegere pentru analizele ulterioare este statia Silistra, unde influenta operarii Portilor de Fier este cea mai slaba.

4.4.2 Analiza tendintei

Din seria de date zilnice disponibile la SH Silistra, au fost selectate pentru perioada 1971-2015 seriile de debite anuale maxime, medii si minime din sezoanele de vara (mai-octombrie) si de iarna (noiembrie-aprilie).

Efectele schimbarilor climatice asupra debitelor maxime

Fata de modificarile prognozate pentru regimul termic si de precipitatii, se asteapta o intensificare a debitelor de iarna si diminuarea viiturilor de vara; pentru confirmare se prezinta figura de mai jos.

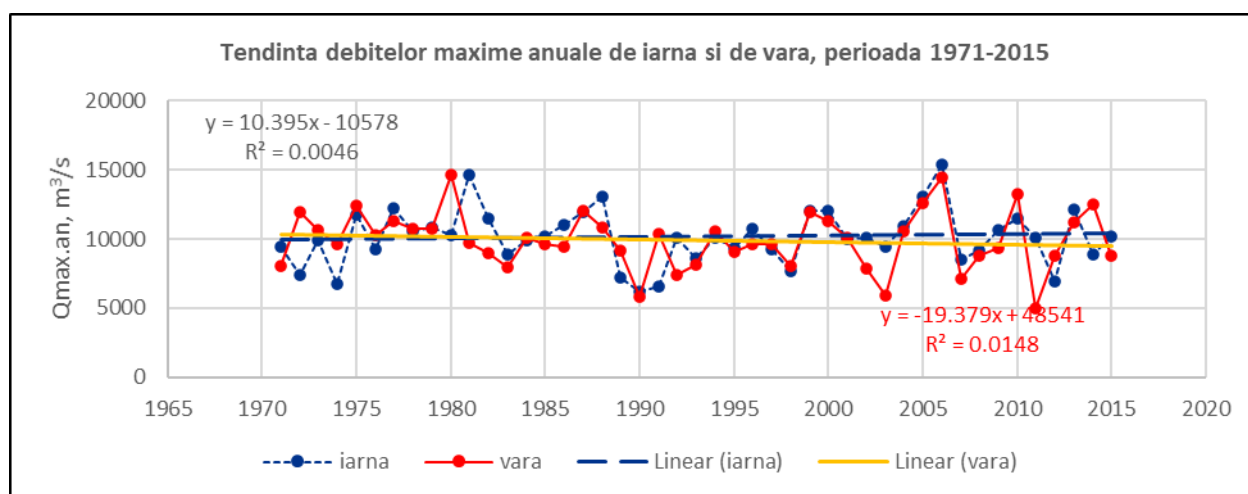


Figura 4.32 Modificari ale debitelor maxime de iarna si de vara la SH Silistra in perioada 1971-2015: debitele maxime de iarna sunt mai mari in 2015 cu +6.5% fata de 1971, iar debitele maxime de vara sunt cu -9.6% mai mici in 2015 fata de 1971; predictia lor pentru 2065 este de +13.5% si, respectiv, de -20.5%

Efectele schimbarilor climatice asupra debitelor medii

Proгноza de reducere generala a cantitatilor anuale de precipitatii ar trebui sa se regaseasca in modificari similare ale debitelor medii anuale; la scara bazinului Dunarii aceasta este insa de numai -0.2%. Mai relevante sunt insa modificarile pe sezoane care sunt redate in Figura 4.33.

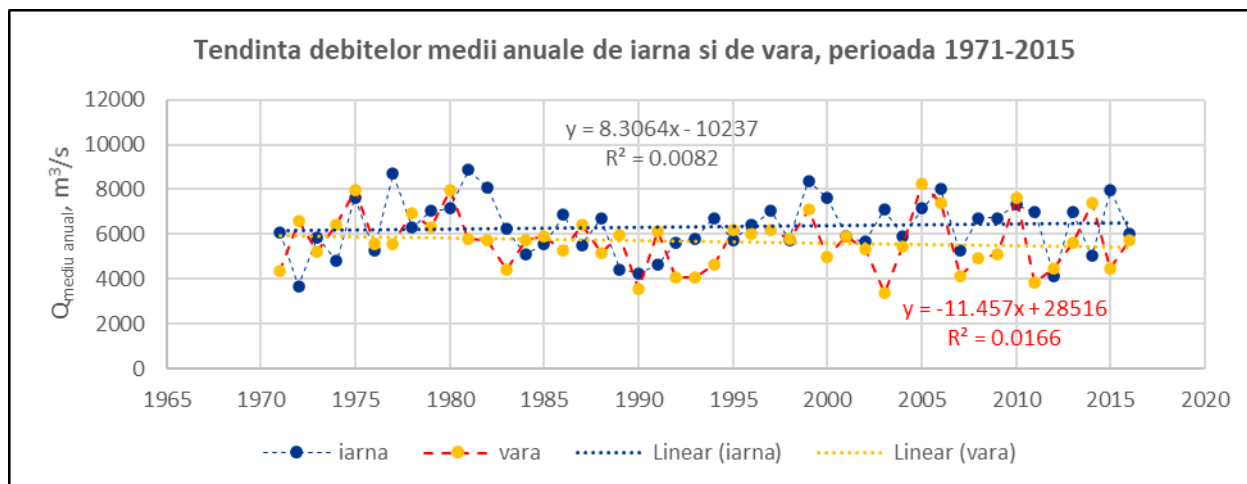


Figura 4.33 Modificari ale debitelor medii la SH Silistra in perioada 1971-2015: debitul mediu in 2015 este mai mare cu +6% decat in 1971, iar debitul mediu de vara este mai mic cu -8.5% in 2015 fata de 1971; predictia lor pentru 2065 este de +13% si, respectiv, de -18%.

Cresterea debitelor medii in perioada de iarna rezida dintr-un cumul de factori - cresterea cantitatilor de precipitatii, reducerea intensitatii fenomenelor de iarna (grosimea stratului de zapada, ritmul de topire a zapezii), producerea precipitatilor lichide in perioada de iarna, reducerea fenomenelor de inghet pe Dunare; scaderea debitului de vara poate fi explicata prin prisma schimbarilor preconizate in ceea ce priveste aparitia precipitatilor - cantitati mai mici, furtuni convective severe mai frecvente si cu incidenta redusa.

Efectele schimbarilor climatice asupra debitelor minime

Seriile selectate in Figura 4.34 sunt in concordanta cu modificarile asteptate, de crestere a ecartului de variabilitate, tendinta crescatoare pentru valorile de iarna si, in principiu, descrescatoare a debitelor de vara, dar limitata de efectele de regularizare a curgerii.

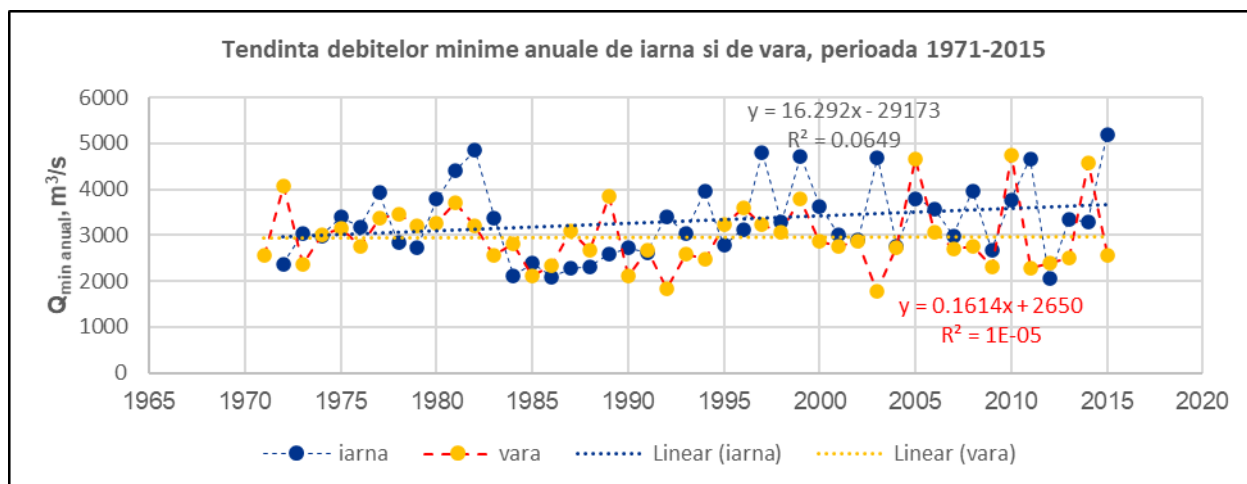


Figura 4.34 Modificari ale debitelor minime la statia Silistra in perioada 1971-2015: debitul minim de iarna in 2015 este cu +24% mai mare decat in 1971, in timp ce debitul minim de vara este pe o tendinta quasi-stationara (+0.2%) sub efectul regularizarii de la Portile de Fier in perioadele de ape mici, dar pe o tendinta de crestere a ecartului lor de variabilitate

Efectele schimbarilor climatice asupra duratei perioadelor de ape mici (ENR)

Conform prognozelor de schimbari climatice, perioadele de seceta vor fi de durata mai mare, care se vor regasi hidrologic in prelungirea duratelor de debite mici pe Dunare. Lungimea duratei de ape mici a fost stabilita in raport cu valoarea debitului la ENR, prin numarul de zile pe an sau pe sezonul de vara cand este indeplinita conditia ca debitul zilnic sa fie sub valoarea prag Q_{ENR} (Figura 4.35 si Figura 4.36). Valoarea Q_{ENR} creste

progresiv de-a lungul Dunarii de la circa 2600m³/s la capatul din amonte la o valoare aval de 3000 m³/s, aceasta fiind considerata in ToR ca limita inferioara a ecartului de debite cand navigatia fluviala poate fi la durata medie ceruta pe an.

In Figura 4.35, sunt prezentate cele doua variabile analizate (numarul de zile pe an si pe sezonul de vara) la SH Novo Selo (Q_{ENR}=2600m³/s) situata la 109 km aval de Portile de Fier I si cu expunere mare la efectele de hydropeaking. In Figura 4.36, acelasi tip de analiza a tendintei este realizata pentru statia Silistra (Q_{ENR} = 2900m³/s), aflata la circa 570km in aval de Portile de Fier I (statia cea mai putin expusa la hydropeaking). Valorile de vara vor reflecta duratele de seceta, iar valorile anuale vor include si efectul fenomenelor de inghet asupra curgerii Dunarii (care vor fi de durate mai mici la Novo Selo fata de Silistra, adica in functie de gradul lor de expunere la hydropeaking). Atat prin gradul de expunere, cat si de incalzire climata, cel mai mare risc pentru navigatie ar fi in perioadele de seceta cu interes prioritar pentru valorile de vara.

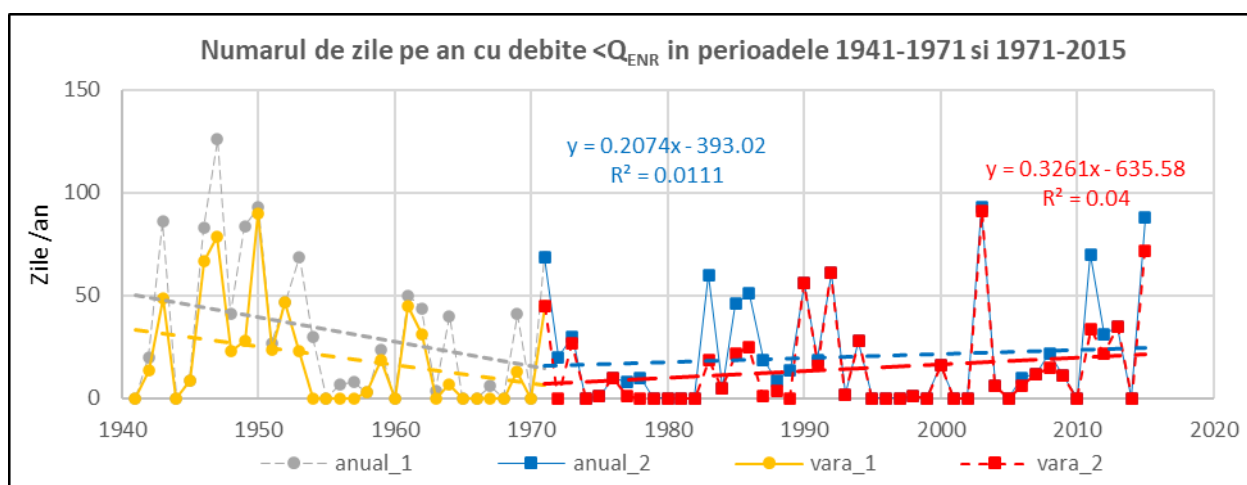


Figura 4.35 Novo Selo (km 833,6): numarul anual de zile de debit < 2600 m³/s in perioada 1941-2015; tendinta valorilor de vara in perioada 1971-2015 indica un numar mediu de zile pe an cu debite sub Q_{ENR} de 7 in 1971, 22 in 2015 si 38 in 2065

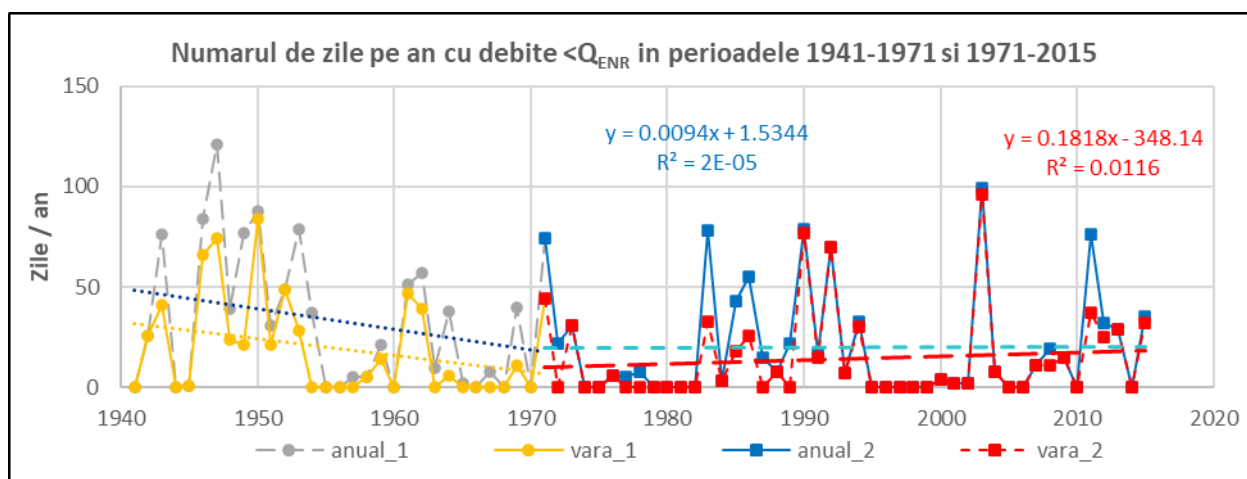


Figura 4.36 Silistra (km 375.): numarul anual de zile cu debite < 2900 m³/s in perioada 1941-2015; tendinta valorilor de vara in perioada 1971-2015 indica un numar mediu de zile pe an cu debite sub Q_{ENR} de 10 in 1971, 18 in 2015 si 27 in 2065

Intre cele doua estimari ale efectelor schimbarilor climatice din Figura 4.35 si Figura 4.36, grad mai mare de incredere va fi evident pentru rezultatele obtinute pentru datele de la Silistra. In acest caz, din tendinta valorilor de vara reiese ca numarul de zile pe an cu debite sub Q_{ENR} are o rata de crestere de circa 2 zile la fiecare 10 ani, insemnand astfel ca cerinta de navigabilitate de 340 zile/an nu ar mai putea fi indeplinita dupa anul 2055 fara masuri de adaptare cu interventii pe senal.

Fenomene de inghet care afecteaza curgerea Dunarii

In practica hidrologica, efectul fenomenelor de iarna este abordat pe baza interpretarii abaterilor de nivel de la masuratorile de debit din lunile de iarna fata de cheia limnimetrica de 'vara', pentru a putea realiza o estimare judicioasa a debitelor zilnice pe intervalele dintre masuratori.

La momentul de fata, cele mai bune estimari ale intervalelor de timp cu debite afectate de fenomenele de iarna s-ar obtine prin abordarea inversa, cu identificarea zilelor in care valorile debitelor se abat de la cheia limnimetrica de vara la reprezentarea grafica a valorilor de nivel si debit din seturile de date disponibile. Gradul de acuratete ar fi similar cu cel de la momentul prelucrarii datelor hidrometrice.

Astfel de operatii au fost realizate pentru toate seturile de date pe intreaga perioada disponibila si statiile aferente. O prima observatie este ca dupa 1971 nu ar mai fi fost nevoie de corectii de iarna la statiile din amonte (Novo Selo – Lom – Oryanovo) intruct sub efectele de hydropeaking nu s-au mai putut dezvolta fenomene de iarna relevante pe acest sector, dar prin atenuarea pulsatiilor spre aval ar ajunge la un grad minimal de influenta in zona Silistra.

Seria duratelor de inghet cu efect asupra curgerii obtinuta la SH Silistra este redata in Figura 4.37, impreuna cu aproximarea tendintei sub forma neliniara (indicand durate medii de 55 zile in 1941, 18 zile in 1971 si 6,7zile in 2015), precum si frecventa de aparitie care ar fi cel mai bun indicator pentru efectul incalzirii climatice; este astfel de remarcat o modificare semnificativa a frecventei de aparitie, respectiv de la 17 ani de aparitie intr-o perioada de 31 ani inainte de 1971, la 10 ani de aparitie in perioada ulterioara de 44 ani, care se asociaza cu durate medii de inghet pe cele doua subperioade, de 28 zile/an si, respectiv, 6,4 zile/an.

Analizele de la punctele "d" si "e" se refera la factorii potentiali de risc pentru durata necesara de navigabilitate de minimum 340 de zile/an, care va fi gestionata in mod diferit.

In cazul fenomenelor de inghet, sub efectul combinat al influentei Portilor de Fier I si al schimbarilor climatice, durata acestora s-a redus semnificativ dupa 1971 in partea din aval si aproape in intregime pe sectorul din amonte, care ar fi un avantaj evident fata de tinta urmarita pentru durata minima de navigabilitate.

Prelungirea duratelor de ape cu debite mici in albia minora sub valoarea la ENR ar creste riscul de adancimi insuficiente pe senal; intrucat latimea senalului este de cel mult 25% din latimea albiei minore pe firul principal, un astfel de risc este legat mai degraba de niste conditii locale care sa fie gestionat la scara locala.

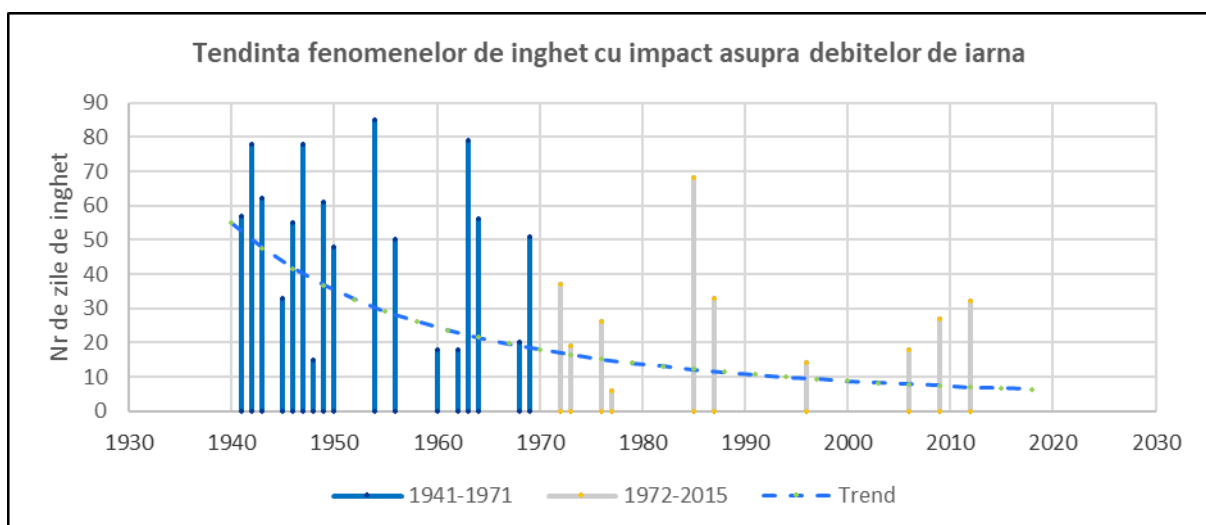


Figura 4.37 Tendinta fenomenelor de inghet la SH Silistra (km 375,5): frecventa de aparitie s-a redus de la 17/31 in perioada 1941-1971 la 10/44 in perioada 1972-2015, duratele medii multianuale fiind de 28 zile/an si de respectiv, 6,4 zile/an

Viituri rapide

Intensificarea ploilor convective (ploi torentiale in perioada de vara), care se asociaza cu restrangerea ariei de incidenta, creste frecventa producerii de viituri rapide la scara locala avand si o capacitate erozionala si de ravenare deosebita in zonele cu topografie neregularata si material usor-antrenabil, devenind astfel si un important factor de risc pentru stabilitatea malurilor.

5. Evaluarea vulnerabilitatii si a riscurilor asociate schimbarilor climatice

5.1 Factori potentiali de risc

Prognozele realizate prin modelele GCM prevad o serie de modificari in regimul termic si de precipitatii pe o tendinta generala de aridizare si intensificare a manifestarilor extreme in zona proiectului.

Modificarile in regimul termic in sezonul de iarna vor include o frecventa mai mare a ploilor lichide, de reducere a stratului de zapada ca grosime si arie de acoperire, cresterea duratei pentru procesele de topire, durata si intensitatea mai mica a fenomenelor de gheata pe rau, cu efecte suplimentare de crestere a debitelor raurilor in aceasta perioada.

Modificarile din sezonul de vara se refera la cantitati mai mici de precipitatii, valori mai mari de evapotranspiratie, scaderea umiditatii din sol, urmate apoi de prelungirea perioadelor uscate, potential de eutrofizare a apelor de suprafata putin adanci, scaderea panzei freatice, dar si de cresterea instabilitatii atmosferice si a frecventei ploilor convective.

Efectele lor asupra curgerii fluviale vor fi de intensificare a manifestarilor extreme, cu viituri mai frecvente in perioada de iarna, viituri rapide in lunile de vara, reducerea cantitatilor de apa retinute in bazinul hidrografic, scaderea debitelor din curgerea de baza.

Aceste modificari se vor diferentia insa pe criterii morfologice – tipuri de sol, structura topografica si acoperire vegetala, pe o tendinta generala de aridizare si desertificare (exemplul Olteniei de sud).

Factorii potentiali de risc de mai sus sunt sustinuti de urmatoarele observatii raportate de ICPDR in Strategia de adaptare la schimbarile climatice pentru anul 2019 in ceea ce priveste navigatia; productia de energie hidroelectrica; si ecosistemele:

- "Se asteapta conditii de navigatie limitate sau impracticabile mai frecvente din cauza nivelurilor extreme ale apei si a conditiilor instabile mai frecvente, in special pe rutele care cuprind portiuni de rau cu debit liber. Temperaturile viitoare mai ridicate din timpul iernii au un efect pozitiv din cauza reducerii inghetului si a formarii de gheata. Nivelurile scazute ale apei duc la reducerea incarcaturii si la o navigabilitate limitata"
- "Productia viitoare de energie hidroelectrica medie anuala si medie de vara este probabil sa scada in bazinul fluviului Dunarea (DRB), desi pot aparea cresteri in timpul iernii din cauza schimbarilor in disponibilitatea apei. Cu toate acestea, se asteapta ca gradul de schimbare sa difere la nivel regional si local si depinde, printre altele, de tipul si de planurile strategice ale fiecarei centrale hidroelectrice."
- "Este posibil sa apara un stres mai mare pentru ecosistemele acvatice, predominant pentru comunitatile litorale si pesti, in special in DRB Mijlociu si DRB de Jos".

O lista detaliata a efectelor climatice si a riscurilor climatice potentiale este redada in Tabelul 5.1.

Lista de factori potentiali de risc pentru acest proiect va fi:

- Debite maxime de iarna (Figura 4.32)
- Debite maxime de vara (Figura 4.32)
- Debite medii de iarna (Figura 4.33)
- Debite medii de vara (Figura 4.33)
- Debite minime de iarna (Figura 4.34)
- Debite minime de vara (Figura 4.34)

- Durata debitelor sub valoarea la ENR, $Q < Q_{ENR}$ (Figura 4.36)
- Durata fenomenelor de inghet (Figura 4.37)
- Aluviuni in suspensie (Figura 4.26)
- Aluviuni tarate (Figura 4.27)
- Modificari in albie – adancimea apei, granulometrie (Figura 4.28)
- Instabilitatea malurilor – eroziune de mal/ravinare (Figura 4.29)

Tabelul 5.1 Variabilele schimbarilor climatice, efecte secundare si factori de risc

Variabilele schimbarilor climatice	Efectele climatice si factori de risc aferenti
Cresterea temperaturii medii anuale: sezoniera cu circa 1,3°C, dar ar putea creste la +3 pana la +4°C in lunile de iarna si la +5 pana la +6°C in lunile de vara pana in anul 2100, in conditiile unor rate ridicate de emisii de gaze cu efect de sera	<p>Iarna:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ploi mai frecvente in sezonul de iarna; reducerea stratului de zapada si a perioadei de inghet, grabirea topirii zapezii; ▪ Reducerea duratelor de inghet pe Dunare; ▪ Intensificarea viiturilor de iarna, cu durate mai scurte si cresterea debitelor, trecere mai rapida de la regimul de ape mari la regimul de ape mici; <p>Vara:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Creste frecventa si intensitatea evenimentelor climatice extreme; ▪ Cresc duratele de seceta, ratele de evapotranspiratie, deficitul de umiditate in sol, scade nivelul panzei freatice, creste durata perioadelor de ape mici; ▪ Devansarea ciclului de vegetatie, afectarea speciilor valoroase facand loc celor rezistente la aridizare-desertificare, creste vulnerabilitatea speciilor pe maluri cu soluri nisipoase; <p>Riscuri:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Cresterea variabilitatii debitelor, cu treceri mai rapide de la ape mari-medii la ape mici; tendinta generala de crestere a debitelor maxime in perioada de iarna; ▪ Intensificarea proceselor de eroziune-depunere din albie; ▪ Conditii dificile mai frecvente pentru navigatie si mai greu de controlat in perioadele de vara.
Temperaturi extreme: valuri de temperaturi ridicate	<p>Vara:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Secete (meteorologice, pedologice, hidrologice) mai lungi, cu zile caniculare si nopti tropicale; <p>Riscuri:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Potential de eutrofizare a apei, procese biologice mai intense si mai favorabile speciilor alogene; ▪ Conditii mai restrictive pentru activitatile fluviale /navigatie din cauza conditiilor de debit scazut.
Cantitati anuale de precipitatii: reducerea precipitatiilor medii anuale cu aproximativ 9% in judetele MH, GR si CL si cu 7% in judetele DJ, OT si TR; cresteri de +30 mm pana la +40	<p>Iarna:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Deplasarea regimului de ape mari spre sezonul de iarna; cresterea variabilitatii debitelor in sezonul de iarna; ▪ Reducerea efectelor fenomenelor de inghet asupra debitelor pe Dunare; ▪ Risc crescut de inundatii iarna; <p>Vara:</p>

Variabilele schimbarilor climatice	Efectele climatice si factori de risc aferenti
mm in lunile de iarna si scaderi de -10 mm pana la -30 mm in lunile de vara pana in anul 2100, in conditiile unor rate ridicate de emisii de gaze cu efect de sera	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tendinta de scadere a debitelor de vara, cresterea variabilitatii lor pe intervale scurte de timp; ▪ Viituri de vara mai rare, dar mai agresive; <p>Riscuri:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Creste frecventa si intensitatea viiturilor de iarna; ▪ Cresterea instabilitatii malurilor in perioada de vara; ▪ Intensificarea eroziunii de albie pe distante mai scurte si intervale mai mici de timp sub efectul cresterii variabilitatii debitelor; blocaje in zonele cu viteze reduse; ▪ Conditii de navigatie mai deficile in perioada de vara; restrictii mai severe de mediu pentru diferite interventii de remediere.
Precipitatii extreme: mai multe evenimente pluviale in sezonul de iarna si mai putine in sezonul de vara, dar cu frecventa mai mare a ploilor torentiale	<p>Iarna:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Episoade mai lungi de ape mari, cu activitate erozionala in albie crescuta; <p>Vara:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Cresterea frecventei viiturilor rapide in bazine mici generate de ploi convective de scurta durata si arie restransa de incidenta ceea ce va reduce riscul de inundabilitate pe Dunare in lunile de vara; ▪ Cresterea variabilitatii debitelor pe Dunare, implicit a dinamicii sedimentelor; <p>Riscuri:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Largirea ecartului de variabilitate a debitelor pe intervale scurte de timp; ▪ Intensificari locale ale proceselor morfologice din albie.

In urmatoarele sectiuni am evaluat vulnerabilitatea proiectului la schimbarile climatice, riscurile care afecteaza performanta proiectului si care ar putea fi generate de schimbarile climatice, precum si necesitatea unor actiuni de adaptare. Scopul acestei evaluari este de a integra actiuni de adaptare adecvate in proiectarea si implementarea proiectului.

Urmatoarea evaluare respecta instructiunile stabilite in raportul din 2017 al JASPERS privind *Bazele evaluarii vulnerabilitatii si riscurilor legate de adaptarea la schimbarile climatice (versiunea 1)*, care este in concordanta cu abordarea stabilita in Notificarea Comisiei Europene: *Ghid tehnic privind rezistenta la schimbarile climatice a infrastructurii in perioada 2021-2027, 2021/C 373/01*.

Urmatoarele masuri sunt recomandate de JASPERS:

- Identificarea riscurilor climatice la care componentele proiectului sunt cele mai vulnerabile.
- Estimarea probabilitatii si gravitatii riscurilor climatice (si a riscurilor create).
- Identificarea masurilor de adaptare care pot fi integrate in proiect.

Scopul primei masuri este de a intelege care sunt riscurile climatice la care proiectul ar putea fi vulnerabil si de a selecta riscurile pentru a le include sau nu in evaluarea mai detaliata a riscurilor. Ghidul JASPERS descrie vulnerabilitatea unui proiect ca fiind "o combinatie de doua aspecte: (a) cat de sensibile sunt componentele proiectului la riscurile climatice (senzitivitate) si, (b) probabilitatea ca aceste riscuri sa apara in cadrul amplasamentului proiectului atat in prezent, cat si in viitor (expunere)".

Am evaluat aceste doua aspecte separat in subcapitolele 5.2 si 5.3.

5.2 Senzitivitatea proiectului la schimbari climatice

In cazul acestui proiect, conditiile de navigatie in locatiile proiectului sunt sensibile la cinci factori legati de schimbarile climatice - acestia sunt prezentati in Tabelul 5.2.

Evaluarea utilizeaza trei niveluri de senzitivitate. Niveluri similare sunt utilizate in evaluarea expunerii si vulnerabilitatii la efectele si riscurile legate de schimbarile climatice, asa cum se descrie in sectiunile 5.3 si 5.4 de mai jos.

Nivelul de senzitivitate

	Senzitivitate scazuta a componentelor proiectului la efectele schimbarilor climatice si la riscurile climatice
	Senzitivitate moderata a componentelor proiectului la efectele schimbarilor climatice si la riscurile climatice
	Senzitivitate ridicata a componentelor proiectului la efectele schimbarilor climatice si la riscurile climatice

Tabelul 5.2 Matricea senzitivitatii fluviului Dunarea la efectele schimbarilor climatice

Conditii de navigatie					
Senzitivitate	Parametrii senal	Structuri	Cerinte de intretinere	Durata de navigatie	Scor general
Variabile climatice					
Temperatura: valori anuale/sezoniere					
Temperatura: valori extreme					
Precipitatii: cantitati anuale/ sezoniere					
Precipitatii: evenimente extreme					
Efecte climatice/riscuri					
1.Debite maxime de iarna					
2.Debite maxime de vara					
3.Debite medii de iarna					
4.Debite medii de vara					
5.Debite minime de iarna					
6.Debite minime de vara					
7.Durata de ape mici (Q < QENR)					
8.Fenomene de inghet					
9.Aluviuni in suspensie					
10.Aluviuni tarate					
11.Modificari albie					
12.Instabilitatea malurilor					

5.3 Expunerea proiectului la schimbari climatice

Clasificarea expunerii proiectului la schimbarile climatice se face in cazul etapei actuale si al etapei viitoare, ca si in cazul scenariilor "fara proiect" si "cu proiect", cu rezultatele aferente din Tabelul 5.3. Expunerea viitoare se bazeaza pe tendintele identificate mai sus in subcapitolele 4.4.1 si 4.4.2.

Evaluarea expunerii la schimbarile climatice utilizeaza trei niveluri de expunere a componentelor proiectului la schimbarile climatice, tinand cont de locatiile componentelor proiectului, asa cum sunt definite mai jos.

Nivelul de expunere

	Expunere redusa la efectele si riscurile aferente schimbarilor climatice
	Expunere moderata la efectele si riscurile aferente schimbarilor climatice
	Expunere ridicata la efectele si riscurile aferente schimbarilor climatice

Tabelul 5.3 Matricea expunerii navigatiei pe Dunare la efectele schimbarilor climatice

Conditii de navigatie		
Expunere	Actuala	Viitoare
Variabile climatice		
Temperatura: valori anuale/sezoniere		
Temperatura: valori extreme		
Precipitatii: cantitati anuale/ sezoniere		
Precipitatii: evenimente extreme		
Efecte secundare/riscuri		
1.Debite maxime de iarna		
2.Debite maxime de vara		
3.Debite medii de iarna		
4.Debite medii de vara		
5.Debite minime de iarna		
6.Debite minime de vara		
7.Durata de ape mici (Q < QENR)		
8.Fenomene de inghet		
9.Aluviuni in suspensie		
10.Aluviuni tarate		
11.Modificari albie		
12.Instabilitatea malurilor		

5.4 Vulnerabilitatea proiectului la schimbari climatice

Evaluarea vulnerabilitatii se face prin combinarea clasificarilor anterioare ale senzitivitatii (S) si expunerii (E), in functie de etapele actuale si viitoare ale proiectului.

S-a recurs la urmatoarele reguli pentru a combina S si E pentru a stabili o categorie pentru Vulnerabilitate (v): minor(S) si minor (E) = minor (V), minor (S) si moderat (E) = moderat (V), moderat (S) si moderat (E)= moderat (V) etc., asa cum se prezinta in Tabelul 5.4 si Tabelul 5.5.

Evaluarea vulnerabilitatii combina analiza senzitivitatii si a expunerii pentru a determina ce riscuri climatice sunt relevante pentru proiect in functie de tipul de proiect si de localizarea acestuia.

S-au utilizat rezultatele evaluarii vulnerabilitatii pentru a ajuta la identificarea celor mai relevante riscuri la care este vulnerabil proiectul. Aceste riscuri au fost evaluate in detaliu in subcapitolul 5.5.

Evaluarea vulnerabilitatii este prezentata in Tabelul 5.4 pentru etapa actuala si in Tabelul 5.5 pentru etapa viitoare. Niveluri similare de vulnerabilitate se aplica tuturor amplasamentelor proiectului si unele locatii nu sunt evaluate ca fiind mai vulnerabile decat altele:

Tabelul 5.4 Vulnerabilitatea actuala a conditiilor de navigatie la schimbari climatice

		Expunerea actuala		
		1. Minora	2. Moderata	3. Ridicata
Senzitivitate	Minora	1 – 6: 1. Qmax iarna 2. Qmax vara 3. Qmediu iarna 4. Qmediu vara 5. Qmin iarna 6. Qmin vara		
	Moderata	7, 9: 7. Durata de ape mici Q<QENR 9. Aluviuni in suspensie	8, 10-12: 8. Durata de inghet 10. Aluviuni tarate 11. Modificari in albie 12. Instabilitate maluri	
	Ridicata			

Tabelul 5.5 Vulnerabilitatea viitoare a conditiilor de navigatie la schimbari climatice

		Expunerea viitoare		
		1. Minora	2. Moderata	3. Ridicata
Senzitivitate	Minora	1 – 6: 1. Qmax iarna 2. Qmax vara 3. Qmediu iarna 4. Qmediu vara 5. Qmin iarna 6. Qmin vara		
	Moderata	8, 9: 8. Durata de inghet 9. Aluviuni in suspensie	7, 10 – 12: 7. Durata de ape mici Q<QENR 10. Aluviuni tarate 11. Modificari in albie 12. Instabilitate maluri	
	Ridicata			

5.5 Evaluarea riscurilor climatice asupra proiectului

Scopul evaluarii riscurilor legate de schimbarile climatice este de a lua in considerare probabilitatea si gravitatea pericolelor climatice care afecteaza performanta si rezultatele proiectului.

Evaluarea vulnerabilitatii efectuata mai sus a identificat riscurile la care proiectul poate fi vulnerabil. Aceste riscuri sunt evaluate mai detaliat mai jos, pentru a intelege nivelul de risc pe care acestea le reprezinta pentru componentele proiectului si capacitatea acestora de a indeplini scopurile si obiectivele generale ale proiectului.

Nivelul de risc pentru conditiile de navigatie este dat de ecuatie: $Risc = Consecinta \times Probabilitate$

unde C este consecinta/nivelul de gravitate sau severitate a consecintelor riscurilor legate de schimbarile climatice asupra rezultatelor proiectului, iar P este probabilitatea de aparitie a riscurilor legate de schimbarile climatice.

Deoarece dispunem de putine date numerice pe care sa ne bazam pentru aceasta evaluare a riscurilor, am evaluat riscul in mod calitativ, utilizand un sistem de clasificare a C si P bazat pe cinci niveluri de magnitudine ("Neglijabil"; "Minor"; "Moderat"; "Ridicat" si "Extrem" - asa cum se sugereaza in ghidul JASPERS).

Nivelul de risc rezultat este evaluat prin combinarea C si P , aplicand regulile prezentate in tabelul de mai jos, iar nivelul de risc rezultat este indicat prin culoarea fiecarei celule din matricea prezentata in Tabelul 5.6.

Nivelul de risc ca o combinatie intre gravitatea consecintelor si probabilitatea aferenta, astfel cum este prezentat la pagina 12 din ghidul JASPERS din anul 2017:

	Neglijabil	Rareori - Moderat
	Minor	Putin probabil - Moderat
	Moderat	Moderat
	Moderat - Ridicat	Probabil
	Extrem	Aproape sigur

Riscurile climatice asupra proiectului au fost evaluate conform matricii din Tabelul 5.6 pentru starea actuala si in Tabelul 5.7 pentru starea viitoare, presupunand conditiile climatice dupa anul 2050.

Intre factorii de risc asupra proiectului sub efectele schimbarilor climatice, cel mai mare nivel de risc revine duratei de ape mici cu debite sub Q_{ENR} , ceilalti factori din aceeași clasa fiind de stimulare a unor presiuni existente, de dinamica hidromorfologica a albiei fluviale sub deficitul de aluviuni in suspensie si fluctuatiile de debit, ale caror intensitati scad progresiv de-a lungul Dunarii.

Tabelul 5.6 Matrice de evaluare a riscului climatic asupra proiectului – starea actuala

	Probabilitate	Rareori	Putin probabil	Moderat	Probabil	Aproape sigur
Gravitate		1	2	3	4	5
Neglijabila	1	1	2	3	4 1. Q max iarna 2. Q max vara	5
Minora	2	2	4 3. Q mediu iarna 4. Q mediu vara	6 9. Aluviuni in suspensie	8 5. Q min iarna 6. Q min vara	10
Moderata	3	3	6	9 7. Durata cu debite $Q < Q_{ENR}$ 8. Durata inghet	12 10. Aluviuni tarate 11. Modificari in albie 12. Instabilitate maluri	15
Ridicata	4	4	8	12	16	20
Extrema	5	5	10	15	20	25

Tabelul 5.7 Matrice de evaluare a riscului climatic asupra proiectului – starea viitoare

	Probabilitate	Rareori	Putin probabil	Moderat	Probabil	Aproape sigur
Gravitate		1	2	3	4	5
Neglijabila	1	1	2	3	4 1. Q max iarna 2. Q max vara	5
Minora	2	2	4 3. Q mediu iarna 4. Q mediu vara	6 9. Aluviuni in suspensie	8 5. Q min iarna 6. Q min vara	10
Moderata	3	3	6 9. Aluviuni in suspensie	9 8. Durata de inghet	12 7. Durata cu debite $Q < Q_{ENR}$ 10. Aluviuni tarate 11. Modificari in albie 12. Instabilitate maluri	15
Ridicata	4	4	8	12	16	20
Extrema	5	5	10	15	20	25

5.6 Modelarea impactului potential al schimbarilor climatice

Pentru a analiza impactul potential al schimbarilor climatice in zonele de desfasurare a proiectului, este necesar:

- sa se genereze, cu ajutorul modelarii hidrologice si a debitului, secvente sintetice de curgere a fluviului si de transport al sedimentelor, care sa acopere o gama de debite, de la debite mai mari de formare a canalelor pana la debite mai mici care ar putea reduce adancimile de navigatie pentru fiecare dintre o serie de scenarii de schimbari climatice preconizate - in mod ideal, aceste secvente sintetice ar trebui sa surprinda caracteristicile tendintelor induse de schimbarile climatice si ale evenimentelor extreme de debit.
- sa se utilizeze datele de mai sus ca date de intrare si conditii limita pentru modelarea hidrodinamica experimentală a performantelor masurilor tehnice propuse in anumite zone de interes, in functie de diverse scenarii viitoare privind schimbarile climatice.
- sa se combine rezultatele unei astfel de modelari hidro-morfologice experimentale cu analiza sistemelor pentru a intelege mai bine interactiunile dinamice dintre debite, transportul sedimentelor, morfologia canalelor (inclusiv depunerea si eroziunea) si posibilele efecte pe care acestea le-ar putea avea asupra ecologiei riverane locale.

Aplicarea modelarii hidrologice si hidromorfologice pentru a explora efectele schimbarilor climatice asupra debitelor fluviale este o sarcina specializata care necesita proiectii bune pe termen lung ale schimbarilor climatice asupra caracteristicilor debitelor fluviale, bazate pe date fiabile si ajustate pentru a tine cont de faptul ca Dunarea de Jos este regularizata. O astfel de modelare nu a fost incercata din motivele explicate mai jos. De asemenea, trebuie remarcat faptul ca domeniul de aplicare initial al proiectului a fost publicat in anul 2016 si este anterior unei mari parti din literatura de specialitate actuala privind schimbarile climatice si orientarile asociate.

Dupa cum s-a explicat anterior in acest raport, schimbarile climatice vor afecta regimul hidrologic al Dunarii de Jos. Schimbarile climatice pot modifica, de asemenea, aportul de sedimente in fluviu prin modificari ale precipitatiilor si ale proceselor de scurgere in bazinul hidrografic si, potential, prin modificari ale utilizarii terenurilor ca raspuns la schimbarile de temperatura si precipitatii.

Regimul hidrologic si transportul sedimentelor in Dunarea de Jos sunt determinate in mare masura de functionarea rezervoarelor de acumulare din bazinul hidrografic al Dunarii - in special de barajele Portile de Fier I si Portile de Fier II. Regimul de functionare a acestor baraje se poate modifica in viitor ca raspuns la schimbarile climatice - precum si din cauza altor factori - din cauza schimbarilor de debit si a disponibilitatii apei in fluviul din amonte de baraj, a cererii crescute de productie a energiei electrice sau a reducerii energiei generate din alte surse, cum ar fi petrolul, gazele si carbunele. Modificarile in regimul de functionare a barajelor de pe Dunare vor avea un efect potential semnificativ asupra morfologiei fluviului, de exemplu, prin modificarea debitului dominant pentru transportul sedimentelor.

Stabilirea potentialelor scenarii viitoare de modificari ale hidrologiei, ale aprovizionarii cu sedimente si ale exploatarei rezervoarelor, care rezulta din variantele alternative ale schimbarilor climatice si din modificarile consecvente ale debitului si ale regiunii de transport al sedimentelor in Dunarea de Jos, reprezinta un exercitiu major care implica analiza datelor proiectate pe termen lung referitoare la debitul cursului de apa si la morfologie, care integreaza efectele potentiale ale schimbarilor climatice.

In prezent, nu sunt disponibile date suficiente pentru a sprijini modelarea hidrologica si hidromorfologica a posibilelor efecte viitoare ale schimbarilor climatice, iar datele disponibile sunt supuse unei game largi de incertitudini. Prin urmare, utilizarea modelarii numerice pentru a analiza impactul consecvent al schimbarilor climatice asupra conditiilor hidrologice si hidromorfologice si asupra starii ecologice a unor zone specifice din cadrul proiectului este, in prezent, limitata de lipsa datelor si de influenta unor aspecte semnificative de incertitudine.

Datele prezentate in acest raport arata ca un rezultat potential al schimbarilor climatice este cresterea duratei debitelor scazute in Dunarea de Jos, in special in lunile de vara. Desi tendintele istorice nu pot fi neaparat

extrapolate in viitor, Figurile 4.35 si 4.36 din acest raport prezinta o serie de dovezi in inregistrările debitmetrelor privind o tendinta de crestere a numarului de zile in care debitul fluviului este mai mic decat debitele ENR actuale. Este probabil ca aceasta tendinta sa fie exacerbata de efectele schimbarilor climatice.

Practic, acest lucru ar putea insemna o reducere viitoare a valorilor de debit ENR daca se doreste mentinerea numarului minim anual de zile de navigatie. Un astfel de scenariu a fost sugerat anterior pentru navigatia pe raul Rin (*Detailed Modelling of River Morphological Response to Climate Change Scenarios*, Yossef & Sloff, *River Flow 2012 - International Conference on Fluvial Hydraulics*¹ - *Modelarea detaliata a raspunsului morfologic al raurilor la scenariile de schimbare climatica*, Yossef & Sloff, *River Flow 2012 - Conferinta Internationala de Hidraulica Fluviala*). Aceasta ar insemna ca navigatia ar trebui sa se realizeze la debite si niveluri de apa ale fluviului mai mici decat in prezent, ceea ce ar putea necesita o reducere suplimentara a nivelului albiei senalului navigabil in puncte critice pentru a atinge adancimea minima necesara a apei.

In cadrul proiectului FAST Danube s-au elaborat modele hidrodinamice bidimensionale detaliate, cu medie de adancime, pentru fiecare dintre punctele critice. Aceste modele au fost calibrate folosind masuratori ale nivelului apei, ale debitelor si ale vitezelor pentru a oferi incredere in simularea comportamentului hidrodinamic al fluviului. Aceste modele au fost utilizate pentru a simula o serie de debite ale raului, inclusiv valorile ENR actuale, si pentru a identifica astfel locurile din senal in care nu se ating adancimile de apa necesare pentru navigatie la debitul ENR.

Rezultatele modelarii au fost utilizate pentru a identifica optiunile care sa asigure adancimea de navigatie necesara la debitul actual al ENR. In majoritatea zonelor, optiunea preferata este dragarea selectiva de intretinere a senalului navigabil, iar rezultatele modelarii au fost utilizate pentru a estima volumul necesar de dragare pe baza unor studii batimetrice recente. In cateva puncte (de exemplu, Bechet, Belene, Popina), senalul navigabil actual este deosebit de predispus la depunere in urma dragarii de intretinere, din cauza capacitatii relativ mai reduse de transport al sedimentelor din aceste sectiuni ale fluviului. Acest lucru are ca rezultat o nevoie frecventa - de exemplu, anuala - de dragare de intretinere pe scara larga.

In aceste puncte, s-au folosit modelele hidrodinamice pentru a testa schitele de amenajare a structurilor naturale si a structurilor tehnice din fluviu si pentru a evalua efectele acestora asupra nivelului si vitezei apei. Obiectivul este de a creste local viteza si, prin urmare, capacitatea de transport al sedimentelor in senal, mentinand astfel miscarea sedimentelor de-a lungul senalului si reducand potentialul de depunere, fara a crea conditii nefavorabile prin cresterea excesiva a vitezei. In unele cazuri, optiunile includ un nou aliniament al senalului navigabil in cadrul coridorului fluvial, ceea ce ar putea duce la conditii de curgere mai favorabile in senal.

Modelele hidrodinamice bidimensionale pot fi folosite si pentru a simula transportul sedimentelor si comportamentul morfologic al canalelor si au fost folosite pentru a efectua simulari limitate ale schimbarilor morfologice potentiale pentru optiunile selectate, pentru a demonstra efectele schimbarilor in conditii hidrodinamice si pentru a stabili tipurile de optiuni selectate. Cu toate acestea, exista o incertitudine mult mai mare in modelarea proceselor sedimentare si morfologice decat in cea a comportamentului hidrodinamic, avand in vedere complexitatea mai mare a acestor procese, scara mare a fluviului si perioadele de timp mai lungi in care au loc aceste procese.

Avand in vedere incertitudinea in ceea ce priveste comportamentul morfologic al fluviului si efectul exact al optiunilor asupra morfologiei canalului, proiectul adopta o abordare precauta si adaptativa in ceea ce priveste implementarea optiunilor structurale.

In primul rand, o evaluare mai detaliata a optiunilor de baza, care ar putea include o modelare CFD sau fizica mai complexa, care poate reprezenta mai bine unele dintre procesele de transport al sedimentelor, va fi realizata ca parte a proiectului detaliat.

¹ https://www.researchgate.net/profile/Mohamed-Yossef/publication/259840783_Detailed_Modelling_of_River_Morphological_Response_to_Climate_Change_Scenarios/links/00b7d52e6255f32ba7000000/Detailed-Modelling-of-River-Morphological-Response-to-Climate-Change-Scenarios.pdf

In al doilea rand, avand in vedere incertitudinea in ceea ce priveste capacitatea de a simula comportamentul viitor al fluviului si orice tip de modelare morfologica, optiunile vor fi concepute pentru a fi puse in aplicare treptat si pentru a fi adaptabile.

Raspunsul real al fluviului la structuri in timpul etapelor de punere in aplicare va fi monitorizat, permitand ajustarea acestora, dupa caz, pentru a obtine efectele dorite. Pe termen lung, aceasta abordare ar putea, de asemenea, sa colecteze date care ar putea fi utilizate pentru a permite adaptarea optiunilor propuse in locatii individuale la efectele potentiale ale schimbarilor climatice viitoare asupra fluviului. In absenta mai multor date, aceste efecte pe termen lung nu pot fi prezise cu certitudine.

6. Evaluarea neutralitatii carbonului

6.1 Mod de abordare

Ghidul tehnic privind rezistenta infrastructurii² la schimbarile climatice stabileste de ce este "...esential sa se identifice in mod clar - si, in consecinta, sa se investeasca in infrastructuri pregatite pentru un viitor neutru din punct de vedere climatic si rezistent la schimbarile climatice...", precum si necesitatea de a dispune de expertiza in ceea ce priveste atenuarea schimbarilor climatice si adaptarea la acestea in timpul elaborarii proiectelor. Figura 6.1 reprezinta un extras din ghidul tehnic (Figura 2 din ghid) si ofera o imagine de ansamblu a procesului de adaptare la schimbarile climatice.

Pentru o analiza detaliata in vederea evaluarii atenuarii schimbarilor climatice, in cadrul neutralitatii climatice, este necesar ca emisiile de gaze cu efect de sera sa fie cuantificate si comparate, intr-un an tipic de functionare, cu pragurile pentru emisiile absolute si relative. Pragurile stabilite pentru ambele sunt de 20000 tone Co2e/an. In cazul in care aceste praguri sunt depasite, se impune ca emisiile sa fie monetizate si contabilizate in evaluarea proiectului si in analiza cost-beneficiu, precum si verificarea "...compatibilitatii proiectului cu o cale credibila de atingere a obiectivelor generale de reducere a emisiilor de GES pentru anii 2030 si 2050...".

Pentru o analiza detaliata in vederea evaluarii adaptarii la schimbarile climatice, in cadrul rezistentei la schimbarile climatice, este necesara o evaluare a riscurilor climatice, a riscurilor care trebuie abordate prin elaborarea de masuri de adaptare si stabilirea domeniului de aplicare a monitorizarii si a actiunilor viitoare in legatura cu schimbarile climatice.

Primul pas in evaluarea neutralitatii climatice pentru acest proiect a presupus calcularea amprentei de carbon a primei si celei de-a doua optiuni preferate, selectate in cadrul unui proces de evaluare care a implicat o analiza multicriteriala. Cantitatile de carbon estimate, care tin cont de fazele de constructie si de operare, sunt comparate intre cele doua optiuni pentru a confirma ca prima optiune preferata, bazata exclusiv pe dragare, este cea mai eficienta din punct de vedere al emisiilor de carbon pentru majoritatea (9 din 12) dintre punctele critice. Amprenta este similara pentru prima si a doua optiune preferata - in care sunt propuse doar structuri de amenajare a fluviului, care nu reprezinta un factor de diferentiere.

Al doilea pas in evaluarea neutralitatii climatice pentru acest proiect a constat in calcularea reducerii emisiilor de carbon datorata imbunatatirilor aduse navigatiei, care vor duce la o utilizare mai eficienta a traficului naval de marfa si la o utilizare sporita a acestuia in detrimentul altor moduri de trafic (rutier/feroviar). Bilantul reducerii emisiilor de carbon datorate utilizarii mai eficiente a traficului a fost apoi comparat cu amprenta de carbon a etapelor de constructie si de operare, cu previziuni care sa demonstreze o reducere neta a emisiilor de dioxid de carbon in urma realizarii proiectului privind infrastructura.

A treia etapa a constat in compararea amprentei de carbon a scenariului "fara proiect", ca baza de referinta, si a scenariului "cu proiect" pentru prima optiune preferata, pe baza "...costului fictiv al carbonului pentru emisiile de gaze cu efect de sera (publicat de BEI ca fiind cea mai buna dovada disponibila privind costul indeplinirii obiectivului de temperatura din cadrul Acordului de la Paris si anume obiectivul de 1,5°C...)". Costul fictiv variaza de la 80 EUR/tCO2e in 2020 pana la 800 EUR/tCO2e in 2050. Dupa cum se mentioneaza in ghidul tehnic "...aceste cifre sunt utilizate pentru a estima valoarea reducerilor nete de emisii sau a emisiilor de dioxid de carbon in cadrul unei analize cost-beneficiu care reprezinta punctul de vedere al societatii...".

Evaluarea neutralitatii emisiilor de carbon este prezentata astfel:

- Etapa de constructie - amprenta de carbon, lucrari de constructie in perioada 2025-2030;
- Etapa de operare - amprenta de carbon, dragare de intretinere, in perioada 2030-2060;

² EC Notice on Technical Guidance of the climate proofing of infrastructure in the period 2021-2027 (2021/C 373/01), available at https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=OJ:JOC_2021_373_R_0001&from=EN

Etapa de operare - reducerea emisiilor de carbon din transporturi, imbunatatirea navigatiei, in perioada 2027-2060 (reducerea emisiilor de carbon ca urmare a unei utilizari mai eficiente a traficului pe caile navigabile interioare si a schimbarii modului de transport);

- Bilantul emisiilor de carbon pe durata de viata a proiectului pentru a confirma neutralitatea globala a emisiilor de carbon sau chiar mai buna;
- Costul fictiv al carbonului actualizat pe perioada de referinta a proiectului, pana in anul 2060.

Comisia Europeana urmareste sa sporeasca transferul transportului de marfuri catre caile navigabile interioare ca parte a unei strategii de mobilitate durabila si inteligenta si recunoaste ca, pentru a-si juca pe deplin rolul, sectorul trebuie sa depaseasca provocari importante si sa devina digital, mai ecologic si mai rezistent. Schimbarile viitoare si imbunatatirea eficientei in ceea ce priveste modul in care sunt exploatate caile navigabile interioare sunt inevitabile. Dar, in scopul acestei evaluari a neutralitatii emisiilor de carbon, s-au presupus conditiile actuale in ceea ce priveste navigatia pe caile navigabile interioare (remorchere impingatoare, barje, motoare, echipamente si instalatii), care continua neschimbate pe parcursul perioadei de referinta a proiectului pana in anul 2060.

In anexa D sunt incluse informatii privind obiectivele nationale de „decarbonizare” pentru sectorul transporturilor, asa cum sunt evidentiate in Planurile nationale privind energia si clima adoptate recent de Romania si Bulgaria.

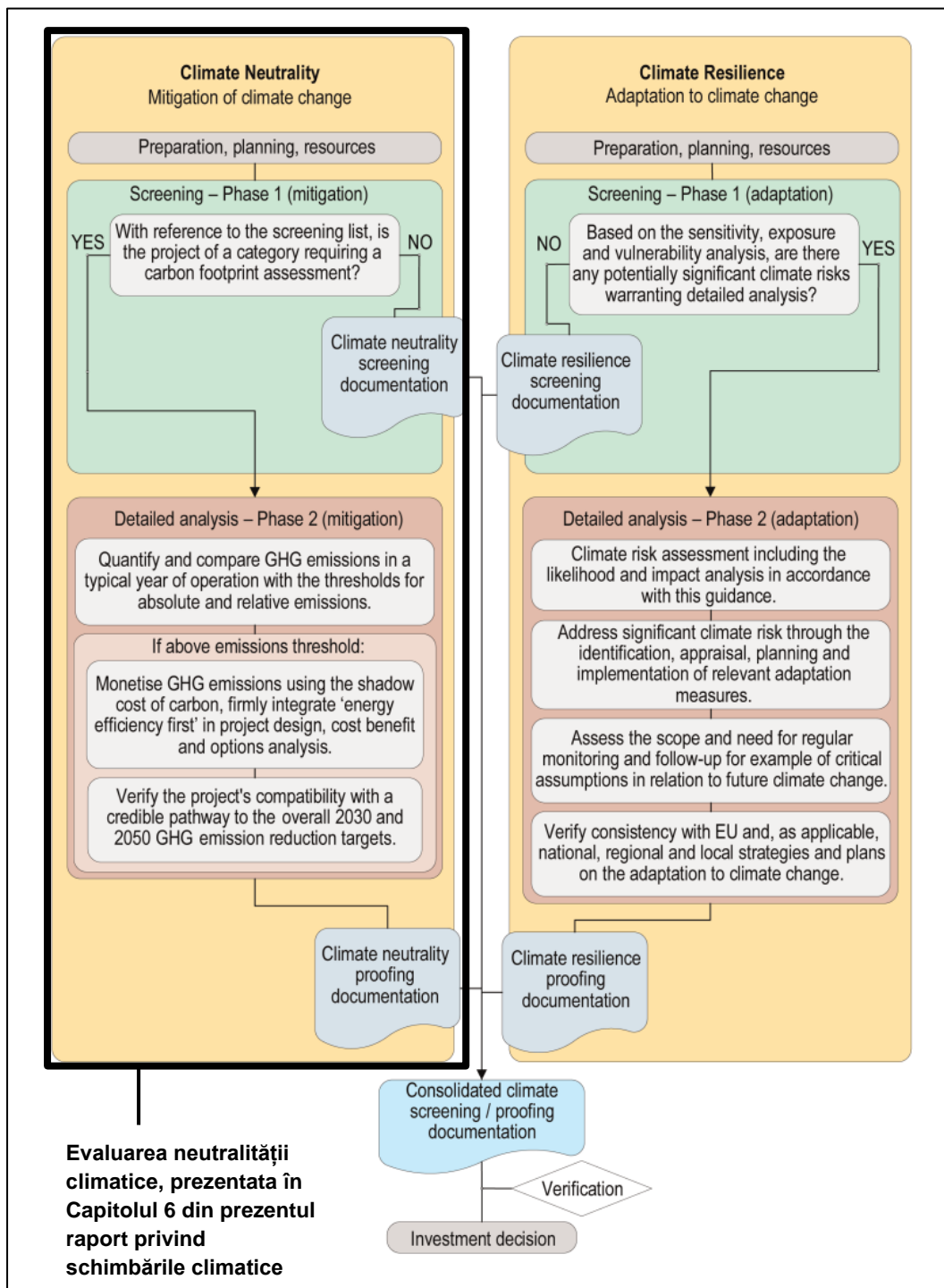


Figure 6.1 Prezentare generala a procesului de protectie impotriva efectelor schimbarilor climatice (sursa: Comunicarea CE privind Ghidul tehnic pentru asigurarea protectiei impotriva schimbarilor climatice a infrastructurii in perioada 2021-2027 (2021/C 373/01))

6.2 Etapa de constructie - amprenta de carbon, lucrari de constructie

Amprenta de carbon a fost calculata pe baza cantitatilor estimate pentru principalele elemente de constructie. Aceste activitati includ dragarea fluviului pentru imbunatatirea senalului navigabil pana la conditiile vizate si gestionarea materialului dragat in vederea eliminarii sau reutilizarii in cadrul lucrarilor fluviale (ca material de umplutura pentru geotuburile care formeaza miezul structurilor de amenajare a fluviului, fie epiuri, fie chevroane). Sunt incluse, de asemenea, si protectiile din piatra pentru protejarea structurilor de amenajare a fluviului sau pentru stabilizarea malurilor.

Metoda de constructie propusa a fost conceputa pentru a limita „impactul asupra carbonului”, respectiv, emisiile de GES. Doua masuri sunt de remarcat: (i) depozitarea propusa a materialului rezultat din dragare in interiorul fluviului, in conformitate cu principiul morfologic de ghidare care sta la baza conceptului preliminar de proiectare; si (ii) utilizarea propusa a geotuburilor sintetice care vor fi umplute cu material de dragare pentru a forma nucleul principal al structurilor de amenajare a fluviului (epiuri si chevroane) pentru a limita importul de material de umplere alternativ.

Diferite lucrari tehnice ofera parametrii pentru convertirea greutatii materialului (din dragare fluviala sau spartura de piatra) in valori de tCO₂e. Au fost adoptati urmasorii parametri: 10 kg CO₂e pe tona de dragare fluviala si 100 kg CO₂e pe tona de piatra sparta si o densitate de 1,6 t/mc pentru nisip si de 2,8 t/mc pentru piatra de cariera. Pentru alte elemente de constructie, amprenta de carbon reprezinta un adaos de 20% (in comparatie cu amprenta de carbon calculata pentru dragarea fluviului si pentru anrocamente). Aceasta este considerata o estimare conservatoare (la limita superioara).

In Tabelul 6.1 este prezentata amprenta de carbon pentru etapa de constructie, pentru ambele optiuni preferate (a se vedea Anexa B pentru datele anuale). Aceasta ofera estimari ale emisiilor de carbon pentru toate punctele critice pe baza unui program de constructie preliminar, presupunand un calendar pana in anul 2030.

Se estimeaza ca amprenta de carbon aferenta etapei de constructie a primei optiuni preferate este cu peste 30% mai mica decat cea a celei de-a doua optiuni preferate. Acest lucru se datoreaza faptului ca prima optiune preferata necesita doar dragare in 9 (din 12) puncte critice si structuri de amenajare a fluviului in celelalte 3 puncte critice. Cea de-a doua optiune preferata necesita construirea de structuri de amenajare a fluviului in toate punctele critice, in plus fata de dragare.

Exista posibilitatea de a introduce masuri de reducere a emisiilor de carbon pe tot parcursul etapei de constructie, cum ar fi aprovizionarea eficienta cu materiale (de exemplu, cariere in apropierea porturilor din zona proiectului), utilizarea de echipamente eficiente din punct de vedere energetic si reducerea la minimum a deseurilor de constructie. In etapa de proiectare detaliata, va fi important sa se elaboreze un proiect eficient din punct de vedere al emisiilor de carbon si sa se produca estimari mai detaliate ale emisiilor de carbon, in functie de care contractorul sa poata stabili obiective privind eficienta si pentru monitorizarea progreselor si a economiilor realizate in timpul etapei de constructie.

Tabelul 6.1 Etapa de constructie - amprenta de carbon, lucrari de constructie pentru ambele optiuni preferate

Optiunea	Lucrari de constructie	Amprenta de carbon (tone CO ₂ e)
Prima optiune preferata	Dragare si structuri de amenajare a fluviului	300.300
Adoua optiune preferata	Dragare si structuri de amenajare a fluviului	406.100
Diferenta dintre cele doua optiuni in ceea ce priveste amprenta de carbon (a doua in raport cu prima optiune)		105.800

6.3 Etapa de operare - amprenta de carbon, dragare de intretinere

Amprenta de carbon a fost calculata pe baza cantitatilor estimate pentru dragarea de intretinere in etapa de operare, dupa constructie. Estimările privind emisiile de carbon iau in considerare totalul emisiilor de carbon pe durata etapei de operare, din anul 2030 pana in anul 2060, dupa etapa de constructie.

Pentru prima si a doua optiune preferate, programarea intretinerii presupune dragarea regulata pentru a asigura un senal navigabil in limitele cerintelor tinta. Amprenta de carbon a scenariului de referinta, fara

proiect, a fost, de asemenea, estimata presupunand doar o dragare de intretinere limitata, care se ridica in medie la aproximativ 200.000 m³ in fiecare an, pe baza inregistrarilor recente furnizate de beneficiari.

Pentru prima optiune preferata, dragarea de intretinere la fiecare 5 ani presupune 50% din dragarea capitala pentru toate punctele critice care necesita doar dragare si 20% din dragarea capitala pentru punctele critice care necesita structuri de amenajare a fluviului (Bechet, Belene si Popina). Pentru cea de-a doua optiune preferata, cu structuri de amenajare a fluviului in toate punctele critice, s-a presupus o reducere globala de 25% a dragarii de intretinere.

Bilantul emisiilor de carbon (amprenta de carbon) pentru etapa de operare a scenariului de referinta (fara proiect), a primei optiuni preferate si a celei de-a doua optiuni este prezentat in Tabelul 6.2. Aceasta include si „carbonul suplimentar” in raport cu scenariul de referinta.

Tabelul 6.2 Etapa de operare – amprenta de carbon, dragare de intretinere pentru ambele optiuni preferate

Optiune	Dragare de intretinere	Amprenta de carbon (tone CO2e)	Carbon suplimentar fata de situatia de referinta/baseline (tCo2e)
Situatia de referinta (fara proiect)	Estimata la 200.000m ³ in fiecare an	108.800	-
Prima optiune preferata	Estimata la 50% sau 20% din dragarea capitala initiala la fiecare 5 ani	173.600	64.800
A doua optiune preferata	Estimata la 25% mai putin pentru dragarea de intretinere fata de prima optiune	118.600	9.800

6.4 Etapa de operare - reducerea emisiilor de carbon din transporturi, imbunatatiri ale navigatiei

Deoarece transportul pe caile navigabile interioare este unul dintre modurile de transport cele mai eficiente din punct de vedere al emisiilor de CO2 pe tona de marfa transportata, reducerile estimate ale emisiilor de dioxid de carbon din transport ca rezultat direct al proiectului vor fi semnificative. Dupa cum s-a demonstrat, reducerile depasesc cu mult amprenta de carbon estimata pentru etapa de constructie (lucrari de constructie) si pentru etapa de operare (dragare de intretinere). Exista doua componente principale ale reducerii emisiilor de carbon care trebuie luate in considerare.

Prima componenta deriva din utilizarea mai eficienta a traficului de marfa. Economii de motorina vor rezulta dintr-o distanta mult mai scurta de parcurs pentru convoaiele de barje de marfa dupa eliminarea blocajelor din punctele critice, in special de la Bechet, Belene si Popina. De asemenea, se ia in calcul si cresterea prognozata a traficului, bazata pe tendintele din inregistrari.

In cadrul studiului de trafic (prezentat in Raportul privind analiza cost-beneficiu), au fost analizate doua tipuri de convoaie de marfa, respectiv un convoi format din 9 barje (3 cate 3) cu o capacitate totala de transport de 17.220 de tone si un convoi format din 4 barje (2 cate 2) cu o capacitate de 5.480 de tone. Potentialul de economisire a combustibilului diesel pe cursa de transport a fost estimat la 4.714 litri si, respectiv, 1.496 de litri. Capacitatea de navigatie si de transport de marfuri ingreunata in prezent, cu doar 280 de zile lucratoare pe an in medie in conditiile actuale, va fi imbunatatita prin implementarea proiectului, la 340 de zile lucratoare, in conformitate cu termenii de referinta ai proiectului.

Cea de-a doua componenta deriva din utilizarea sporita a cailor navigabile interioare in detrimentul altor moduri de trafic, rutier si feroviar. Se considera ca transportul pe caile navigabile interioare *"...are un potential neexploatat de crestere a capacitatii sale, ceea ce justifica atentia reinnoita pe care a atras-o recent, din perspectiva dezvoltarii durabile..."*, *Inland waterway transport in the EU, 2022 Briefing* - a se vedea mai jos. Pentru calcularea reducerii amprentei de carbon, au fost adoptate statisticile citate mai jos pentru transportul pe cai navigabile interioare, care utilizeaza doar 17% din energia necesara pentru transportul rutier, adesea congestionat, si 50% din cea necesara pentru transportul³ feroviar.

Transportul pe cai navigabile interioare in UE (Informare 08-02-2022)

Transportul pe caile navigabile interioare (IWT) este unul dintre cele mai eficiente moduri de transport din punct de vedere al emisiilor de CO₂ pe tona de marfa transportata, utilizând doar 17 % din energia necesara pentru transportul rutier, adesea congestionat, si 50 % din cea necesara pentru transportul feroviar. Acest sector joaca deja un rol economic important in transportul de marfuri si de pasageri in Europa. Cu toate acestea, are un potential neexploatat de crestere a capacitatii sale, ceea ce justifica atentia reinnoita pe care a atras-o recent, in lumina dezvoltarii durabile. In ciuda sprijinului acordat de Uniunea Europeana si la niveluri nationale, cota modala a navigatiei interioare in ansamblul sectorului transporturilor din UE a ramas mai mult sau mai putin stabila, la 6 %. In timpul crizei Covid 19, sectorul a pierdut putin din ponderea sa in favoarea transportului rutier. Pentru a reduce emisiile de CO₂ generate de transporturile din UE, Comisia Europeana incearca sa sporeasca transferul transportului de marfuri catre transportul feroviar si navigatia interioara. Ambele strategii recente ale Comisiei - Strategia europeana pentru o Europa verde si Strategia pentru o mobilitate durabila si inteligenta - reflecta aceasta intentie si prezinta masurile necesare pentru a spori utilizarea transportului pe cai navigabile interioare, precum si a transportului maritim pe distante scurte. Pentru a-si juca pe deplin rolul, sectorul trebuie sa depaseasca provocari importante si sa devina digital, mai ecologic si mai rezistent. Pe lânga norme noi sau adaptate, acest lucru va necesita investitii substantiale si suplimentare in infrastructuri moderne, tehnologii digitale si nave mai ecologice, precum si o forta de munca calificata pentru a asigura dezvoltarea viitoare a sectorului. Aceasta informare ofera o perspectiva asupra evolutiilor recente ale politicii UE legate de navigatia interioara si include opiniile Parlamentului European si ale principalelor parti interesate din sector. In plus, se analizeaza sprijinul financiar existent din partea UE, noul program de sprijin NAIADES III si ofera o scurta perspectiva asupra viitoarelor reforme si modificari ale retelei de navigatie interioara a UE.

Sursa: [Inland waterway transport in the EU | Think Tank | European Parliament \(europa.eu\)](#)

Reducerea emisiilor de dioxid de carbon din transporturi pentru etapa de operare, care se aplica in mod egal primei si celei de-a doua optiuni preferate, este prezentata in Tabelul 6.3 (se aplica in mod egal, deoarece ambele optiuni au fost concepute pentru a atinge acelasi obiectiv in ceea ce priveste imbunatatirea navigatiei).

Calculul reducerii amprentei de carbon presupune o reducere cu 15% in perioada 2046-2060, in incercarea de a reflecta eficienta imbunatatita a transportului care poate fi asteptata in acest interval de timp.

Tabelul 6.3 Etapa de operare - reducerea amprentei de carbon in transporturi

Reducerea emisiilor de carbon in transporturi, prin	Amprenta de carbon (tone CO ₂ e)
Utilizarea mai eficienta a traficului de marfa	-555.300
Cresterea gradului de utilizare a cailor navigabile interioare in detrimentul altor moduri de trafic	-158.000
Total	-713.300

³ [Inland waterway transport in the EU | Think Tank | European Parliament \(europa.eu\)](#)

6.5 Bilantul emisiilor de carbon pe durata de viata a proiectului pentru a confirma neutralitatea globala a emisiilor de carbon sau o situatie mai buna

Bilantul de carbon pe durata de viata a proiectului pentru prima si a doua optiune preferata este prezentat in Tabelul 6.4. Bilantul global al carbonului reprezinta o reducere neta a emisiilor de carbon de 213.500 tCO₂e pentru prima optiune preferata si de 175.800 tCO₂e pentru cea de-a doua optiune preferata. Astfel, ambele optiuni ar duce la un rezultat al proiectului care ar fi mai bun decat neutralitatea in ceea ce priveste emisiile de carbon.

Tabelul 6.4 Ciclul de viata al proiectului - amprenta de carbon pentru prima / a doua optiune preferata

Etapa proiectului	Amprenta de carbon pentru prima optiune preferata (tCO ₂ e)	Amprenta de carbon pentru a doua optiune preferata (tCO ₂ e)
Etapa de constructie - amprenta de carbon, lucrari de constructie	300.300	406.100
Etapa de operare - amprenta de carbon, dragare de intretinere	138.100	70.000
Etapa de operare - reducerea emisiilor de carbon din transporturi, imbunatatiri ale navigatiei	-651.900	-651.900
Bilantul general al emisiilor de carbon	-213.500	-175.800

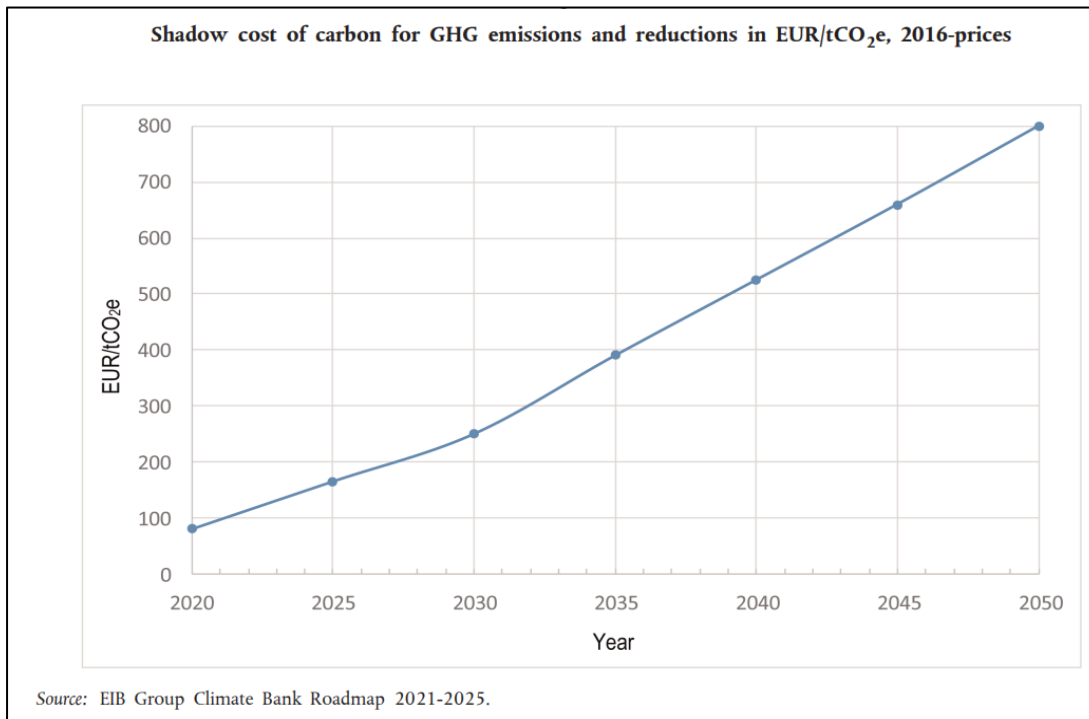
6.6 Costul fictiv al carbonului actualizat pentru perioada de referinta a proiectului

In conformitate cu ghidul tehnic privind rezistenta la schimbarile climatice a infrastructurii de transport, reducerile estimate de gaze cu efect de sera ("reduceri de carbon") au fost monetizate pe baza costului fictiv al carbonului, publicat in ghid sub forma de valori minime care trebuie utilizate - a se vedea mai jos pentru perioada 2020-2050. Diagrama prezentata arata costul fictiv al carbonului stabilit la 80 EUR/tCO₂e in 2020, care creste pana la 800 EUR/tCO₂e in 2050. Intrucat perioada de referinta a proiectului se intinde pana in anul 2060, se presupune ca acest cost alternativ va ramane la 800 EUR/tCO₂e in perioada 2051-2060.

Costul alternativ al carbonului de la an la an a fost actualizat folosind rata de actualizare sociala recomandata in Ghidul⁴ Comisiei, care propune utilizarea unei rate de 5% pentru proiectele majore din tarile care beneficiaza de sprijinul pentru coeziune. Acest ghid se refera la perioada 2014-2020, dar, dupa cum se mentioneaza in ghidul tehnic privind rezistenta la schimbarile climatice a infrastructurii "...acesta ramane o referinta utila pentru perioada 2021-2027...".

Pentru ciclul de viata al proiectului, valoarea actualizata a reducerilor de costuri aferente emisiilor de carbon pentru prima / a doua optiune preferata este prezentata in Tabelul 6.5 (a se vedea Anexa C pentru mai multe detalii). Reducerile emisiilor de carbon, pentru ambele optiuni, sunt la un nivel similar, mai mare de 100 de milioane EUR.

⁴ Guide to Cost-Benefit Analysis of Investment Projects – Economic appraisal tool for Cohesion Policy 2014-2020, ISBN 978-92-79- 34796-2, European Commission, https://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docgener/studies/pdf/cba_guide.pdf



Sursa: Figura 6 din [Commission Notice — Technical guidance on the climate proofing of infrastructure in the period 2021-2027 \(europa.eu\)](#)

Tabelul 6.5 Ciclul de viata al proiectului - Valoarea actualizata a reducerii costului asociat emisiilor de carbon pentru prima / a doua optiune preferata

Etapa proiectului	Prima optiune preferata - Reducerea costului emisiilor de carbon VA ⁵ (€)	A doua optiune preferata Reducerea costului emisiilor de carbon VA (€)
Etapa de constructie - costul carbonului, lucrari de constructie	60.900	83.100
Etapa de operare - costul carbonului, dragare de intretinere	47.500	25.300
Etapa de operare - reducerea costurilor legate de emisiile de carbon in transporturi, imbunatatiri ale navigatiei	-221.200	-221.200
Reducerea globala a costurilor asociate emisiilor de carbon	-112.800	- 112.800

⁵ VA=valoare actualizata

7. Evaluarea rezistentei la schimbarile climatice - masuri de adaptare

Orientarile tehnice privind adaptarea infrastructurii⁶ la schimbarile climatice explica de ce este "...esential sa se identifice in mod clar - si, in consecinta, sa se investeasca in - infrastructura care este pregatita pentru un viitor neutru din punct de vedere climatic si rezistenta la schimbarile climatice...", precum si necesitatea de a dispune de expertiza in ceea ce priveste atenuarea schimbarilor climatice si adaptarea la acestea in timpul elaborarii proiectelor. Figura 7.1 este un extras din ghidul tehnic (Figura 2 din ghid) care ofera o imagine de ansamblu a procesului de adaptare la schimbarile climatice.

Pentru o analiza detaliata in vederea evaluarii adaptarii la schimbarile climatice, in cadrul capacitatii de rezistenta la schimbarile climatice, este nevoie de o evaluare a riscurilor climatice, a riscurilor care trebuie abordate prin elaborarea de masuri de adaptare si de stabilirea domeniului de aplicare a monitorizarii si urmaririi viitoare in legatura cu schimbarile climatice. Evaluarea rezistentei la schimbarile climatice explica modul in care masurile de adaptare sunt fundamentale pentru conceptul proiectului si esentiale pentru a asigura performanta pe termen lung a imbunatatirilor aduse navigatiei.

Conceptul care sta la baza orientarilor tehnice privind rezistenta infrastructurii la schimbarile climatice este acela ca performanta infrastructurii este evaluata in functie de anumite cai reprezentative de concentratie (cel putin fata de RCP 4,5 sau pentru scenarii mai extreme, cum ar fi RCP 8,5). In acest context, etapele de evaluare a rezistentei ar presupune:

- Aplicarea unor date climatice revizuite in programele de modelare a scurgerii apelor.
- Proiectia conditiilor hidrologice (model) de-a lungul Dunarii, inainte si dupa Portile de Fier.
- Proiectia conditiilor hidrologice pentru Dunarea de Jos ar necesita, desigur, formularea unor ipoteze privind functionarea Portilor de Fier.
- Proiectia eroziunii, a transportului de sedimente si a depunerii in conditiile hidrologice revizuite.
- Evaluarea performantei infrastructurii in conditiile revizuite de sedimentare.

Exista incertitudini foarte mari asociate cu fiecare dintre etapele de mai sus. Combinatia acestor incertitudini este de asa natura incat incertitudinea care apare in evaluarea finala este atat de mare incat face ca orice concluzie sa fie nejustificata. Prin urmare, gradul de incertitudine in ceea ce priveste proiectia performantelor infrastructurii in cadrul scenariilor climatice date este atat de ridicat incat, in acest moment, nu este posibil sa se ajunga la concluzii privind nivelul de rezistenta la schimbarile climatice (tinand cont de faptul ca orientarile Comisiei contin dispozitii pentru astfel de circumstante).

Prin urmare, in conformitate cu Ghidul CE, proiectul include masuri pentru a obtine rezistenta la schimbarile climatice in timpul functionarii infrastructurii. In acest sens, se adopta o abordare cu "doua directii":

- Protejarea impotriva a ceea ce stim (cu o incredere rezonabila) - inclusiv recunoasterea faptului ca nivelurile scazute ale apei sunt susceptibile de a fi extreme si mai persistente si, prin urmare, se aplica "supra dragarea".
- Descoperirea a ceea ce nu stim - monitorizarea periodica orientata pentru a obtine date fiabile cu ajutorul carora sa se evalueze performanta post-constructie si pentru a imbunatati proiectiile privind performanta viitoare in anumite scenarii climatice.

⁶ EC Notice on Technical Guidance of the climate proofing of infrastructure in the period 2021-2027 (2021/C 373/01), available at https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=OJ:JOC_2021_373_R_0001&from=EN

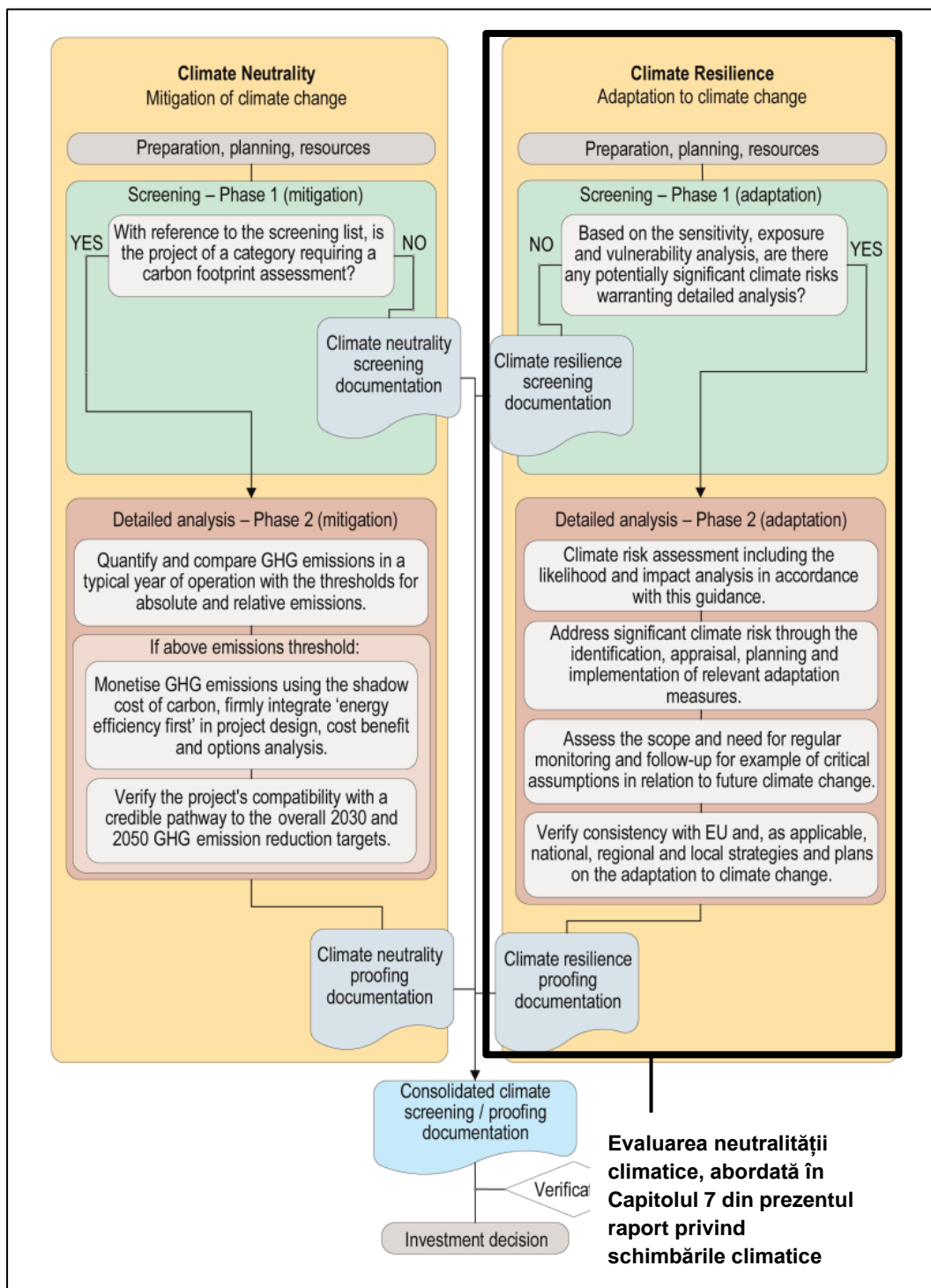


Figura 7.1 Privire de ansamblu asupra procesului de protecție împotriva efectelor schimbărilor climatice (Sursa: Comunicarea CE privind Ghidul tehnic pentru asigurarea rezistenței la schimbările climatice a infrastructurii în perioada 2021-2027 (2021/C 373/01))

7.1 Concept preliminar de proiectare pentru imbunatatirea navigatiei

Exista o serie de proiecte in curs de desfasurare pe Dunare legate de imbunatatirea navigatiei. Printre acestea se numara, de exemplu, proiectul integrat de inginerie fluviala Viadonau, care vizeaza solutionarea problemei "...Canalizarea fluviului in cursul "Marii regularizari a Dunarii" in secolul al XIX-lea a dus la scaderea nivelului mediu al albiei Dunarii cu aproximativ un metru in 50 de ani..."^{7,8}. Intrucat nu exista canalizare a Dunarii de Jos, o astfel de situatie nu se aplica. Din acest motiv, contextul proiectului de navigatie de la Viena este foarte diferit de cel al proiectului de imbunatatire a navigatiei in cadrul proiectului FAST Danube.

Conceptul de proiectare preliminara pentru proiectul FAST Danube se refera la colaborarea cu procesele naturale si la recomandarea de solutii menite sa evite problemele pe termen lung care rezulta in mod inevitabil din canalizare. Acest concept de proiectare si consideratiile geomorfologice sunt explicate mai jos.

Conceptul de proiectare preliminara al proiectului FAST Danube este in conformitate cu Declaratia comuna ICPDR (2007) pentru "Dezvoltarea navigatiei interioare si protectia mediului in bazinul fluviului Dunarea". Documentul respectiv, la care au fost semnatarii atat Guvernul Romaniei, cat si cel al Bulgariei, prevede ca proiectele sa fie concepute astfel incat (i) "sa lucreze cu natura", (ii) sa aiba masuri care sa se armonizeze cu procesele naturale de morfologie ale fluviului si (iii) sa includa un management adaptativ pentru a raspunde variabilitatii, schimbarii si incertitudinii.

Conceptul de proiectare si implementare a proiectului, asa cum a fost propus, a fost acela de a evita lucrarile grele de inginerie si de a favoriza utilizarea unor structuri flexibile si adaptative. Raurile nu sunt ca drumurile, care sunt solide si fixe. Raurile sunt imprevizibile. Debitul si secventele de curgere si, prin urmare, sedimentele pe care le transporta variaza considerabil de la an la an. Din cauza variabilitatii debitului si a sedimentelor, raspunsul raurilor la lucrarile ingineresti este intotdeauna neasteptat si incert.

Scopul proiectului FAST Danube este de a pune in aplicare lucrari care vor creste activitatea de navigatie comerciala. Obiectivele acestor lucrari trebuie sa fie viabile atat din punct de vedere economic, cat si sa reduca la minimum potentialele daune aduse mediului. In plus, lucrarile trebuie sa fie durabile si sa rezolve problema reactiei neasteptate a fluviului, iar acest lucru trebuie sa se realizeze la cel mai eficient cost.

Exista doua abordari posibile pentru proiectarea lucrarilor de inginerie fluviala in vederea atingerii obiectivului FAST Danube:

- Optiunea A: Abordarea ingineriasca cu lucrari ingineresti grele de amploare - care vor ingusta fluviul si vor forta un canal de navigatie cu debit scazut intr-un aliniament fix, drept sau sinuos adancit - a se vedea Figura 7.2.
- Optiunea B: Abordare morfologica cu lucrari ingineresti modeste sau "usoare", care urmaresc sa incurajeze fluviul sa adopte un canal sinuos de joasa adancime, impreuna cu lucrari ulterioare de optimizare si adaptare pentru a gestiona reactiile incerte ale fluviului.

Dovezile pe termen lung din multe cursuri de apa mari pentru optiunea A indica faptul ca adoptarea unei abordari de inginerie grea va necesita ca intreaga lungime a cursurilor aluviale (adica cele care nu sunt controlate de geologie sau de infrastructura dura existenta, cum ar fi in jurul porturilor) sa fie, in timp, corectate si blocate cu ajutorul unor structuri grele de inginerie. Printre exemplele de astfel de rauri care au fost progresiv amenajate pe lungimi din ce in ce mai mari se numara raul Mississippi. Acesta este un sistem fluvial la scara continentala comparabil cu fluviul Dunarea.

⁷ <https://www.viadonau.org/en/company/project-database/top-aktuell/integrated-river-engineering-project-catalogue-of-measures>

⁸ https://www.viadonau.org/fileadmin/content/viadonau/06Unternehmen/Dokumente/FGP_Masnahmenkatalog_EN_small.pdf



Figura 7.2 Raul Waal (Tarile de Jos): o ramura a fluviului Rin: s-a indreptat progresiv si ingustat cu 30 % cu ajutorul unor epiuri fluviale incepand cu anii 1850

In ultimele doua secole, fluviul Mississippi a facut obiectul unor lucrari de inginerie pentru a crea un canal de navigatie care sa se autodepaseasca prin reducerea latimii si complexitatii canalului. Acest lucru a adus beneficii socio-economice substantiale. Cu toate acestea, a avut, de asemenea, un impact economic si de mediu substantial. A modificat in mod semnificativ hidrologia, iar constructia de rezervoare mari, depunerea de sedimente in campurile de diguri si protectia malurilor canalului prin diguri au redus incarcatura totala de sedimente a raului cu peste 60%. Acest lucru a deconectat 90% din campia inundabila de la canalul principal, a avut efecte directe si indirecte asupra comunitatilor de pesti si a contribuit la pierderea a aproximativ 4.900 de kmp de zone umede din Delta Mississippi si de coasta in ultimii 100 de ani.

Pentru proiectul FAST Danube, Optiunea B, ca abordare morfologica, este singura modalitate de a atinge obiectivele mentionate mai sus, si anume viabilitatea economica, daune minime asupra mediului, durabilitate si rentabilitate. Conceptul de proiectare preliminara convenit pentru proiect se bazeaza pe aceasta optiune.

Consideratii geomorfologice

Fluviul Dunarea de Jos isi pastreaza multe dintre formele, functiile si caracteristicile naturale, dar regimurile de curgere si sedimentare sunt puternic modificate de exploatarea barajelor hidroenergetice Portile de Fier I si II. Caracterul si mediul fluviului au fost afectate la nivel local de constructia de infrastructura (de exemplu, porturi, lucrari de captare a apei, poduri) in mai multe puncte de-a lungul fluviului. Dinamica apei si a sedimentelor de-a lungul fluviului a fost schimbata in comparatie cu conditiile istorice, ceea ce determina ajustari continue ale morfologiei canalului, care presupun afundarea albiei, crearea/migrarea bancurilor si eroziunea malurilor, care afecteaza atat insulele din interiorul cursului de apa, cat si marginile canalului. Aceste ajustari morfologice vor continua si in viitor si pot fi afectate de raspunsurile hidrologice la schimbarile climatice. Proiectarea si punerea in aplicare a proiectului FAST Danube trebuie sa prevada ajustari viitoare ale canalului, a caror sincronizare si natura exacta nu pot fi prevazute in detaliu, desi pot fi prognozate, in general.

Impactul major al barajelor hidroenergetice a fost acela de a reduce aportul de sedimente in cursul inferior al Dunarii de 2 pana la 3 ori. Ca urmare, fluviul este oarecum lipsit de sedimente, cu potential de modificari morfologice negative, in special in delta si de-a lungul malului care coboara dinspre delta. Situatiile sunt ca sedimentele, in special nisipul, sunt in criza in comparatie cu conditiile istorice, iar proiectul FAST Danube trebuie sa evite si sa evite agravarea situatiei prin reducerea la minimum a gradului in care implementarea si exploatarea proiectului FAST Danube fie elimina sedimente din sistemul fluvial, fie intrerupe conectivitatea pe termen lung in sistemul de transfer de sedimente din aval.

In general, problemele de navigatie din cele 12 puncte critice provin din cauza latimii excesive a fluviului, dar, in detaliu, cauza morfologica a latimii excesive este diferita in fiecare punct. In selectarea solutiei preferate, este esential sa se inteleaga cauza care sta la baza problemei si sa se proiecteze masuri care sa trateze problema, mai degraba decat simptomele acesteia. De exemplu, daca pozitia si geometria canalului de navigatie sunt bine adaptate la forma naturala si la functia de transport sedimentar a fluviului, ar putea fi posibila tratarea unei probleme cronice de sedimentare cu ajutorul unor masuri locale. Cu toate acestea, in cazul in care alinierea actuala a canalului de navigatie nu este in concordanta cu forma si functia naturala a fluviului, va fi necesar sa se realinieze canalul de navigatie folosind masuri mai ample. Proiectele preliminare propun alinierea preferata a canalului de navigatie in fiecare dintre punctele critice, care, in multe locuri, ramane neschimbata fata de alinierea actuala.

Aliniamentul preferat este conceput pentru a fi in concordanta cu formele si procesele naturale si, in unele puncte critice, a necesitat structuri de amenajare a fluviului pentru a realiza acest aliniament si a imbunatati navigatia. Lucrarile vor utiliza structuri proiectate si dragare inteligenta (capitala si de intretinere) in diverse combinatii, in functie de conditiile din fiecare punct critic. Toate optiunile avute in vedere au fost folosite timp de zeci de ani pe alte fluvii mari, navigabile, iar FAST Danube va folosi in mod optim experienta dobandita, de exemplu, din lucrarile de navigatie efectuate de Corpul inginerilor armatei SUA in cursurile inferioare ale fluviilor Mississippi si Columbia.

Experienta acumulata pe aceste fluvii mari si pe alte fluvii mari ne ghideaza in ceea ce priveste modul de imbunatatire a Dunarii de Jos pentru navigatie, conservand in acelasi timp fauna salbatica si habitatele acesteia. Intr-adevar, metodele moderne de gestionare si restaurare a cursurilor de apa in raurile navigabile folosesc structuri construite din materiale naturale (de exemplu, piatra, lemn, vegetatie vie) pentru a crea caracteristici cheie ale habitatelor, cum ar fi bazine adanci si plaje de odihna, impreuna cu utilizarea benefica a materialului de dragare pentru a construi/suplimenta insulele si pentru a imbunatati habitatele din canalul din spate, vitale pentru pesti, mamifere si pasari.

O lectie cheie invatata din experienta indelungata este ca unele dragari sunt intotdeauna necesare pentru a mentine o navigatie sigura si fiabila, chiar si atunci cand structurile de inginerie sunt instalate si functioneaza eficient. Acest lucru a fost mentionat si in studiul de fezabilitate initial realizat pentru Dunarea de Jos.

Proiectul FAST Danube poate utiliza structuri cu obiective multiple si dragare inteligenta in moduri care sa fie benefice pentru navigatie si pentru viata din mediul natural in mod durabil. Intr-un fluviu cu sedimente reduse, cum este Dunarea de Jos, trebuie sa pastram sedimentele in sistemul fluvial si sa le permitem sa se deplaseze in timpul inundatiilor: extinderea sau crearea de insule face acest lucru in moduri care promoveaza o morfologie mai naturala, mentinand in acelasi timp continuitatea si conectivitatea transportului de sedimente in fluviu.

7.2 Masuri de adaptare pentru a contracara riscurile climatice

Au fost evidentiata anterior (Sectiunea 4.3) doua tipuri de modificari in seriile hidrologice, cele de natura antropica, care se reduc progresiv catre limita din aval a sectorului analizat si efectele schimbarilor climatice a caror tendinta devine mai evidenta pe sectorul inferior.

Au fost propuse masuri de adaptare in raport cu riscurile climatice cele mai ridicate, respectiv de o gravitate moderata si cu incidenta probabila:

- Prelungirea duratelor cu ape mici (riscul 7: durata debitelor $Q < Q_{ENR}$);
- Intensificarea transportului de sedimente tarate (riscul 10: aluviuni tarate);
- Intensificarea dinamicii hidro-morfologice (riscul 11: modificari in albie);
- Intensificarea presiunilor erozionale in zona malurilor (riscul 12: instabilitatea malurilor).

Masurile de adaptare la aceste riscuri sunt detaliate in Tabelul 7.1. Mai multe detalii cu privire la considerentele de proiectare sunt detaliate in urmatorul capitol al prezentului raport, inclusiv detalii privind necesitatea si tipurile de lucrari de modificare/ adaptare dupa faza de proiectare detaliata si de constructie.

Scopul general al acestor masuri este de a ajunge la o anumita uniformizare a latimilor albiei de-a lungul Dunarii in perioade cu ape mici si la adancimi mai mari in patul senalului care sa permita siguranta navigatiei pe durate mai lungi. Sunt fie interventii locale in banda senalului, de sub 25% din latimea albiei, de-a lungul caruia adancimile medii sunt de peste 5m, fie in albia minora a carei latime variaza intr-un ecart de 650-1500m.

Dupa cum s-a mentionat anterior, diferenta uriasa dintre ponderea traficului fluvial inainte si dupa 2010 a fost cauzata de o diferenta intre nivelurile apei la debite mici de numai 60cm, avand drept consecinta preluarea de modul rutier a acestei pierderi din cel fluvial, cu o crestere a emisiilor GES de circa 10 ori.

Daca o astfel de diferenta de 60cm intre nivelurile apei ar fi compensata prin adancimi de dragare a senalului, nivelul de navigabilitate din 2010 ar putea fi asigurat si la debite cu 10-15% mai mici, sau conditiile de navigatie din 2016 ar mai fi la debite cu probabilitatea de 97% (frecventa in curba de durata).

La dimensiunea canalului Dunarii, fie modificarile morfodinamice, fie cele ale interventiilor din cadrul proiectului, se incadreaza in gama de perturbatii scazute cu efecte comparabile cu erorile de masurare, astfel incat va fi necesara o calitate mai mare a bazei de date, atat in ceea ce priveste frecventa studiilor, cat si orientarea spre anumite aspecte.

Tabelul 7.1 Masuri de adaptare pentru contracarea riscurilor climatice

Tip	Justificare	Masura
Preventiv	<p>Ref: prelungirea duratei de ape mici (risc 7: durate cu debite $Q < Q_{ENR}$), care se asociaza cu adancimi insuficiente pentru navigatia fluviala in punctele critice ale senalului.</p> <p>In contextul cresterii gradului de variabilitate a debitelor de vara, astfel de situatii cu adancimi insuficiente vor fi mai 'zgomotoase' - pe intervale scurte de-a lungul unei perioade mai lungi decat cele prognozate, crescand astfel gradul de nesiguranta in navigatia fluviala</p>	<p>Supradragarea senalului in punctele critice.</p> <p>Adancimi critice pentru navigatie sunt cele mai mici de 2,5m in raport cu suprafata apei la ENR, obtinuta prin estimari statistice cu valori medii si erori care reflecta in special dinamica patului albiei in timp.</p> <p>In acest caz, cresterea adancimii de dragare cu intervalul de incredere pentru estimarea medie a ENR poate fi acoperitoare pentru cerintele de siguranta a navigatiei pe intervalele de timp de predictie, de ex., supradragarea senalului cu 1m in punctele critice pentru siguranta navigatiei in urmatoorii 10-20ani.</p>

Tip	Justificare	Masura
Monitorizare	<p>Ref: prelungirea duratei de ape mici (risc 7: durate cu debite $Q < Q_{ENR}$).</p> <p>Pentru estimarile ENR este nevoie de o perioada comuna de minim 30 de ani, de-a lungul careia mobilitatea albiei in timp poate fi si de peste 1m in sectiunile statiilor hidrometrice.</p> <p>Cresterea frecventei de masurare va imbunati calitatea bazei de date si a modelarii, contibuind astfel la o mai buna planificare a cerintelor de dragare.</p>	<p>Masuratori rapide ale suprafetei apei de-a lungul Dunarii in banda senalului in perioade de ape mici; lucrari batimetrice periodice pentru imbunatatirea bazei de date specifice.</p> <p>Cu ajutorul unor inregistrari continue ale suprafetei apei in banda senalului, se pot identifica zonele cu adancimi insuficiente in raport cu estimarile statistice ENR si modelarea aferenta in regim stationar pentru debitele la ENR de-a lungul Dunarii pe baza celei mai recente batimetrii.</p> <p>Un control mai bun al erorilor de modelare va fi in cazul calibrarii acesteia in raport cu suprafata apei observata in cadrul unui studiu specific. Cresterea calitatii bazei de date va conduce la imbunatatirea predictiei pentru cotele din patul albiei.</p>
Reducerea efectelor	<p>Ref: intensificarea eroziunii din patul albiei si a transportului de fund (risc 10: aluviuni tarate), in ceea ce priveste intensificarea eroziunii si a transportului de sedimente in albie.</p> <p>Actualul deficit de aluviuni in suspensie conduce la cresterea debitelor tarate in cadrul unor procese mai 'zgomotoase' de eroziune-depunere si transport pe distante mai scurte</p>	<p>Hidro-aspiranta - eliberarea sedimentelor fine din acumularile Portilor de Fier pentru a compensa din deficitul actual de aluviuni in suspensie din aval</p> <p>Preluarea in suspensie a sedimentelor fine in apele Dunarii va contribui la o anumita refacere a proceselor de transport pe distante mai mari, cu impact mai redus in morfodinamica fluviala.</p> <p>O astfel de masura ar fi benefica pentru reducerea presiunilor atat la nivelul acumularilor, cat si al bilantului de sedimente in aval de Portile de Fier.</p>

Tip	Justificare	Masura
<p>Reducerea efectelor</p>	<p>Ref: intensificarea dinamicii hidromorfologice (risc 11: modificari in albie), cu ritm crescut de modificari in albia Dunarii.</p> <p>Morfodinamica Dunarii: eroziunea malurilor - prabusiri in trepte, migrarea sedimentelor de langa mal catre mijlocul albiei prin curenti laterali, urmate de ridicari ale patului albiei, incetinirea vitezelor si potential de formarea a barelor de nisip.</p> <p>Pentru inversarea acestei tendinte este nevoie de actiuni de uniformizare pe directie longitudinala a latimilor si adancimilor albiei, implicit si a vitezelor de curgere.</p>	<p>Ridicari batimetrice sistematice in zona punctelor critice pentru a identifica evolutia albiei in timp dupa interventii, cu eventuale corectii unde va fi cazul.</p> <p>Scopul depunerii 'inteligente' a materialul dragat este de restrangere a albiei pe sectoarele largite, a zonelor cu adancimi mici (unde apar curentii laterali si scad vitezele de curgere) cu favorizarea curentilor longitudinali de-a lungul cursului in perioade de ape mici. Intrucat efectele lor locale pot diferi de cele asteptate, anumite ajustari vor fi inerente.</p> <p>Acelasi tip de explicatie si scop este valabil si in cazul epiurilor si chevroanelor pentru modul de evolutie a albiei in zona de ape mici-medii, sau in zona de ape medii-mari in cazul interventiilor cu insule.</p>
<p>Reducerea efectelor</p>	<p>Ref: intensificarea presiunilor erozionale in zone de mal (risc 12: instabilitatea malurilor).</p> <p>Pe fondul unei structuri geologice nisipoase si al fluctuatiilor de debit-nivel pe intervale scurte, eroziunea malurilor este prin trepte de pabusire cu largiri progresive de albie.</p> <p>In zona de mal, cu topografie neregulata, eroziunea apei poate intensifica procesele de ravenare in perioada ploilor convective.</p>	<p>Interventii de stabilizare a zonelor de mal prin lucrari de protectie.</p> <p>Acestea ar putea fi completate ulterior cu diguri permeabile in apropierea malurilor si cu vegetatie de consolidare a terenurilor invecinate.</p> <p>Prin astfel de lucrari, se pot mentine zonele cu adancimi mai mari, care altfel ar extinde zonele de adancimi mici in care sa se formeze noi brate secundare.</p>

Tabelul 7.2 Riscuri climatice reziduale

Hazard climatic	Risc		Masuri relevante	Risc rezidual	
	Clima actuala	Clima viitoare		Clima actuala	Clima viitoare
7. Durata Q<QENR	Moderat/moderat	Probabil/moderat	Supradragari pe senal, masuratori pentru verificarea formei suprafetei apei de-a lungul sectorului analizat	Putin probabil/Minor	Moderat/Minor
10. Aluviuni tarate	Probabil/moderat	Probabil/moderat	Eliberare de sedimente fine din acumularile Portilor de Fier	Putin probabil/Minor	Moderat/Minor
11. Modificari in albie	Probabil/moderat	Probabil/moderat	Campanii de masurare vizand modificarile de albie si gradul de stabilizare	Putin probabil/Minor	Moderat/Minor
12. Instabilitate maluri	Probabil/moderat	Probabil/moderat	Lucrari de stabilizare a malurilor fata de vulnerabilitatea erozionala	Putin probabil/Minor	Moderat/Minor

7.3 Consideratii preliminare de proiectare

In cadrul concepiei de proiectare pentru proiectul FAST Danube sunt si componente specifice cerintelor de adaptare la viitoarele efecte ale schimbarilor climatice.

Impacturi cheie

- **Modificari in regimul de curgere a fluviului:** se refera in principal la modificari ale conditiilor de curgere medie, maxima/inundatii si minima/din perioade de seceta, prin intermediul a cinci factori: (a) intensitatea debitelor; (b) frecventa debitelor, de exemplu, cat de des se produc; (c) durata acestor debite; (d) sincronizarea sau sezonabilitatea debitelor; (e) gradul de modificare a debitelor.
- **Modificari in regimul de sedimente:** cu referire in principal la: (a) volumul total de sedimente transportante; (b) distributia granulometrica a sedimentelor transportate si din zonele de depunere.
- **Modificari de calitate a apei si temperatura:** cu referire in principal la: (a) transportul de nutirenti; (b) transportul de materii organice; (c) temperatura in mediului acvatic.

Intre efectele schimbarilor climatice globale, este de asteptat o crestere a gradului de severitate si variabilitate a precipitatiilor. In zona cursului inferior al Dunarii, acestea pot fi insotite de modificari in modul de acoperire a terenului si un proces mai rapid de topire a zapazii primavara. Prin combinarea acestor factori, poate creste frecventa si intensitatea viiturilor, precum si durata si frecventa episoadelor de seceta.

Astfel de modificari pentru nivelurile apei, durata, momentele de aparitie, vitezele de curgere, precum si in procesele de transport aluvionar in raport cu resursele disponibile in albia fluviului, vor avea efect direct asupra morfologiei si dinamicii fluviale. Aceste modificari vor avea impact si asupra ecologiei acvative, biodiversitatii, malurilor, faunei si vegetatiei din zona riverana, precum si asupra activitatilor antropice in dependenta cu fluviul.

Caracteristici de proiectare

Liniile directoare in conceptia de proiectare din proiectul FAST Danube au fost astfel stabilite incat sa ofere flexibilitate si adaptabilitate la conditiile in schimbare. Astfel de principii de proiectare sunt legate de (a) concurență cu procesele morfologice naturale ale Dunarii; (b) constientizare asupra gradului inerent de incertitudine ca parte componenta in proiectare; c) preferinta pentru interventii adaptative in raport cu structurile rigide.

Astfel, caracteristicile tehnice si ingineresti care sa ofere flexibilitate fata de modificarea conditiilor viitoare sub efectul schimbarilor climatice au fost luate in considerare in toate fazele si elementele de proiectare din proiectul FAST Danube. In acest fel, vor putea fi reduse impacturile potentiale asupra mediului ca urmare a schimbarilor climatice, elementele proiectate fiind:

- **Epiuri:** sub aspect geotehnic, au fost astfel proiectate incat sa existe posibilitatea inaltarii sau coborarii coronamentului in raport cu modificarile curgerii ca marime sau frecventa a viiturilor sau in conditii de ape mici (seceta).
- **Chevroane:** criteriile similare de proiectare, respectiv de inaltare sau coborare a coronamentului in raport cu modificarile curgerii ca marime sau frecventa a viiturilor sau in conditii de ape mici (seceta).
- **Insule:** acestea sunt formatiuni de realizat in albia fluviala care in mod inerent vor fi flexibile ca raspuns la modificarile din regimul de curgere si transport de sedimente in cadrul proceselor morfologice naturale de eroziune-depunere; este de asteptat ca parte a concepiei de proiectare ca, in timp, sa isi modifice forma, inaltimea si dimensiunile in plan sub efectul modificarii conditiilor fizice.
- **Masuri de stabilizare a malurilor:** proiectul prevede o combinatie adecvata de (a) masuri ingineresti grele (sau gri) prin care sa se asigure stabilitatea malurilor fata de eroziune cu o marja de siguranta la cresterea adancimii de spalare in conditiile schimbarilor climatice; (b) masuri vegetative (sau verzi) urmarind mentinerea habitatelor terestre si a biodiversitatii aferente pentru a reduce astfel impacturile asupra mediului in conditiile schimbarilor climatice.
- **Re-alinierea senalului:** in cazul realinierii senalului se prevede un treseu sinuos care sa poata asigura flexibilitate proiectului sub aspect hidraulic prin (a) adaptare la tendinta naturala de evolutie a talvegului cu traversari de la un mal la celalalt; (b) continuitatea transportului de sedimente intr-un ecart larg de debite, inclusiv la viituri.
- **Masuri de management adaptativ:** constituie o parte fundamentala in conceptia de proiectare in proiectul FAST Danube. In aceasta abordare, resursele financiare, institutionale, tehnice si fizice vor trebui sa fie disponibile pe parcursul realizarii programului, de la termen scurt la termen mediu; prin monitorizare si adaptarea modului de gestionare vor putea fi aduse anumite modificari la lucrarile propuse initial ca raspuns la (a) reactii impredictibile in urma interventiilor din albie; (b) diverse modificari in regimul de curgere si de transport de sedimente sub efectul schimbarilor climatice.

7.4 Consideratii privind implementarea

Considerentele privind implementarea sunt esentiale pentru a asigura un proiect mai durabil si mai rezistent la schimbarile climatice in viitor. Acest lucru se aplica programelor de monitorizare inainte si in timpul constructiei, necesitatii de modificare sau de lucrari de adaptare in timpul etapei de constructie, precum si a lucrarilor anuale de intretinere curenta si a lucrarilor de modificare sau de adaptare care nu sunt considerate curente in timpul etapei de operare. Propunerile formulate in aceasta etapa de fezabilitate, care vor fi actualizate si perfectionate pe masura ce proiectul avanseaza in etapa de proiectare detaliata, sunt prezentate mai jos sub urmatoarele categorii principale:

- Programe de monitorizare a mediului si din punct de veder tehnic;
- Implementare - etapa de constructie;
- Implementare - etapa de operare:
 - Lucrari de dragare de intretinere anuala curenta;

- Lucrari de intretinere anuala curenta pentru structuri;
- Lucrari de modificare sau de adaptare care nu sunt considerate curente.

Programe de monitorizare a mediului si din punct de vedere tehnic

Proiectul va sprijini doua programe majore de monitorizare si evaluare, respectiv monitorizarea mediului si monitorizarea lucrarilor de inginerie. Programul de monitorizare a mediului, care va incepe dupa desemnarea unui contractant pentru monitorizarea mediului, va permite colectarea datelor de referinta inainte de inceperea lucrarilor de constructie. Programul de monitorizare si evaluare va continua apoi pe parcursul perioadei de constructie si a perioadei de garantie in caz de defectiuni. Programul de monitorizare tehnica, care incepe la demararea constructiei, va monitoriza performanta lucrarilor de inginerie pentru imbunatatirea conditiilor de navigatie si starea, siguranta si stabilitatea tuturor lucrarilor ingineresti.

Programul de monitorizare a mediului va stabili conditiile de baza si va permite apoi determinarea impactului asupra habitatelor acvatice si terestre, asupra biodiversitatii, a functiilor ecologice, a dinamicii peisajului, a apelor de mica adancime si a habitatului pestilor migratori etc. Rezultatul programului va consta in determinarea masurilor de atenuare, de compensare si de conservare necesare care trebuie puse in aplicare in cadrul proiectului. Detaliile complete ale parametrilor si procedurilor propuse, care vor face parte din programul de monitorizare privind mediul, pot fi gasite in rapoartele privind mediul aferente proiectului.

Domeniul de aplicare al programului de monitorizare si evaluare va fi confirmat prin consultari intre AFDJ/IAPPD si inginerul si echipa FIDIC, odata ce proiectele detaliate finale vor fi pregatite de catre contractorul principal al lucrarilor. Aceste doua entitati vor fi responsabile de gestionarea programului, al carui domeniu de aplicare va include in mod probabil, urmatoarea succesiune:

Monitorizarea, prin:

- Studii batimetrice si studii ale sectiunii transversale a fluviului pentru a determina adancimea apei si profilul albiei;
- Studii hidrografice/hidraulice pentru a determina debitele, vitezele si modelele de curgere ale fluviului;
- Evaluarea imaginilor din satelit si studii cu drone pentru a cartografia forma planimetrica a fluviului si alinierea malurilor;
- Prelevarea de probe si analiza materialului de dragare pentru a determina clasificarea materialului;
- Studiile privind amplasarea, nivelul, amploarea si starea structurala a epiurilor, a chevoanelor, a insulelor si a lucrarilor de stabilizare a malurilor fluviale.

Evaluarea datelor de monitorizare, care va trebui sa includa:

- Analiza modelelor si a tendintelor in ceea ce priveste debitele si vitezele fluviului, precum si a modelelor de eroziune si de acumulare, precum si evaluarea impactului si a implicatiilor asupra alinierii, latimii si nivelului senalului navigabil;
- Analiza spatiala a modificarilor si tendintelor in ceea ce priveste forma planimetrica a fluviului, aliniamentul malurilor si caracteristicile morfologice din interiorul albiei, inclusiv insulele si bancurile;
- Evaluarea si clasificarea starii elementelor in vederea refacerii.

Rezultatul monitorizarii trebuie:

- Sa identifice necesitatea si domeniul de aplicare a lucrarilor de modificare (adaptare) pentru a corecta sau optimiza functia lucrarilor tehnice in ceea ce priveste imbunatatirea navigatiei. Determinarea lucrarilor de modificare necesare ar putea necesita utilizarea modelarii fizice pentru a intelege dinamica morfologica si pentru a determina ce lucrari de adaptare sunt necesare in ceea ce priveste epiurile, chevoanele, lucrarile de dragare si lucrarile de stabilizare a malurilor fluviului; si
- Clasificarea urgentei si identificarea domeniului de aplicare a lucrarilor necesare pentru imbunatatirea starii fizice a elementelor tehnice;

- Analiza inregistrarilor privind dragarea, inclusiv clasificarea materialelor, volumele dragate, cantitatile si locatia materialelor dragate eliminate, de exemplu, pentru refacerea liniei tarmului, construirea de insule, consolidarea senalului navigabil; si identificarea modificarilor necesare pentru programele de dragare si depozitare.

Implementare - etapa de constructie

Este posibil sa fie necesare lucrari de modificare sau de adaptare in timpul contractului principal de lucrari (dupa cum se mentioneaza mai sus). Acest lucru ar putea aparea ca urmare a unor manifestari neprevazute ale fluviului, care ar putea duce la necesitatea unor lucrari de modificare in perioada imediat urmatoare constructiei, ca urmare a monitorizarii performantei lucrarilor. Acestea ar putea implica, de exemplu, modificarea nivelului de creasta sau a lungimii epiurilor sau a dimensiunii si, in unele cazuri, a amplasarii locurilor de depozitare a materialului dragat, pentru a imbunatati performanta ameliorarii senalului navigabil.

Ar putea exista posibilitatea contestatiei contractorului principal de lucrari in ceea ce priveste responsabilitatea si obligatia de a interveni pentru lucrarile de remediere a defectelor si daca acestea ar trebui sau nu sa fie considerate lucrari de modificare sau lucrari de intretinere anuala. Acest aspect va trebui abordat in cadrul conditiilor contractuale ale contractului principal privind proiectarea si constructia, unde ar trebui sa se precizeze in mod clar parametrii cheie care definesc diferentele dintre defecte si lucrari de modificare sau intretinere.

Implementarea - etapa de operare

In timpul etapei de operare, **obiectivul** strategiei de operare si intretinere este ca investitia facuta in proiect sa duca la imbunatatirea conditiilor de navigatie si, prin urmare, la cresterea activitatii comerciale. Obiectivele lucrarilor de exploatare si intretinere sunt ca acestea **sa fie eficiente din punct de vedere al costurilor, sa reduca la minim potentialele daune aduse mediului si sa fie durabile** prin rezolvarea oricaror reactii imprezibile ale fluviului.

Pentru a atinge aceste obiective, operarea si intretinerea ar trebui sa cuprinda doua componente majore:

- **Lucrari anuale de intretinere curenta:** aceasta ar implica doua fluxuri majore de lucrari: (a) in primul rand, o continuare a lucrarilor pe care AFDJ si IAPPD le efectueaza in prezent in fiecare an, in principal dragarea pentru a mentine conditiile de navigatie, fie direct de catre AFDJ/IAPPD, folosind propriul echipament, fie prin subcontractare catre sectorul privat; si (b) in al doilea rand, lucrari de intretinere necesare pentru structurile tehnice de imbunatatire a navigatiei. Este posibil sa fie nevoie de o frecventa crescuta si/sau de lucrari curente mai ample in viitor ca raspuns la efectele schimbarilor climatice.
- **Lucrari de intretinere si de modificare sau lucrari de adaptare care nu sunt lucrari curente de intretinere:** aceste lucrari vor fi efectuate in principal pentru a corecta problemele cauzate de reactiile neasteptate ale fluviului la constructia unor lucrari hidrotehnice noi si dure in mediul fluvial. Acestea sunt lucrari care nu sunt efectuate in prezent nici de AFDJ, nici de IAPPD si ar fi necesare, cu un volum redus progresiv, pe o perioada de aproximativ 3-4-5 ani imediat dupa constructie sau in viitor, ca raspuns la efectele schimbarilor climatice.

Se presupune ca AFDJ/IAPPD fie (i) vor efectua ei insisi lucrari de inspectie periodica a starii structurilor, iar apoi vor externaliza lucrarile de intretinere fizica catre contractori din sectorul privat; fie (ii) vor externaliza atat lucrarile de inspectie, cat si cele de intretinere. Va fi important ca inspectiile sa fie efectuate in mod regulat pentru a intelege starea structurilor si pentru a identifica problemele emergente cu prima ocazie.

Lucrari de dragare de intretinere anuala curenta

O componenta esentiala a unui pachet integrat de masuri de imbunatatire a conditiilor de navigatie va fi reprezentata de un program eficient de dragare de intretinere curenta. Este necesar sa se stabileasca si sa se mentina o capacitate de operare si intretinere eficienta si receptiva in sectoarele romanesc si bulgar al Dunarii de Jos. Aceasta capacitate trebuie sa fie sustenabila din punct de vedere tehnic, institutional si financiar.

Principala utilizare a materialului dragat va fi aceea de a influenta aliniamentul senalului navigabil prin crearea de caracteristici morfologice, cum ar fi extinderea sau prelungirea insulelor si a bancurilor punctiforme existente, sau prin construirea de insule de tip "seed islands", de obicei deasupra zonelor existente de bancuri mediane si zone de mica adancime. Astfel, zonele de depozitare sunt selectate pentru a promova debitul in canalul principal de navigatie si pentru a incuraja canalul sa urmeze un aliniament sinuos, mentinand in acelasi timp un anumit debit de baza in orice canal (canale) secundar(e) in scopuri ecologice.

Pe langa depozitarea materialului dragat in scopul imbunatatirii navigatiei, materialul sedimentar poate fi utilizat in mod avantajos pentru refacerea sau imbunatatirea habitatelor, pentru crearea de habitate pentru pesti, pentru alimentarea plajelor si pentru stabilizarea liniei malului.

Strategia generala preconizata pentru dragarea de intretinere curenta ar fi urmatoarea:

- Dragarea va continua sa fie externalizata de catre AFDJ si IAPPD.
- Dragarea se va face **atat pentru aliniamentele existente ale senalului navigabil, cat si pentru noile aliniamente create prin proiectul FAST Danube.**
- **Angajamentele de dragare ar putea fi mentinute sau chiar sa creasca** pe termen scurt, dupa punerea in aplicare, din cauza efectelor structurilor hidrotehnice de pe fluviu, iar apoi sa se reduca pe termen mediu si lung.
- Pentru punctele critice in care lucrarile capitale implica doar dragare (noua locatii), ar fi necesara o dragare de intretinere repetata pe termen mediu si lung la fiecare trei ani, pe baza aceleiasi cantitati ca si lucrarile initiale de dragare capitala.
- Pentru punctele critice in care lucrarile de dragare sunt combinate cu structurile de amenajare a fluviului, dragarea de intretinere periodica pe termen mediu si lung va fi efectuata o data la sase ani, pe baza aceleiasi cantitati ca si lucrarile initiale de dragare capitala.
- Dragarea in vederea imbunatatirii navigatiei va continua sa se concentreze pe reducerea inaltimii barelor mediane, cu eliminarea inteligenta in locuri care consolideaza morfologia naturala a fluviului si care reduc la minim impactul potential asupra mediului existent si a resurselor de mediu.
- Pregatirea unui program de dragare de intretinere curenta (sau anuala) si evaluarea propunerilor contractorilor privind metodele, calendarul de lucru si eliminarea pentru a asigura conformitatea.
- Va fi necesar un program de monitorizare cuprinzator (astfel cum este descris in Subcapitolul 7.2) pentru a informa programul de dragare de intretinere curenta; pentru a monitoriza orice viitoare deplasare, inaltare si evolutie a canalului principal de navigatie si pentru a identifica orice probleme in evolutie legate de eroziune sau alte aspecte legate de morfologie, astfel incat acestea sa poata fi gestionate in mod adaptativ inainte de a compromite functionarea fluviului in ceea ce priveste navigatia, serviciile si bunurile de mediu.

Este necesar sa se efectueze o monitorizare periodica a operatiunilor desfasurate de contractanti in timpul activitatilor de dragare si de depozitare, fie ca este vorba de lucrari capitale sau de intretinere. Aceasta ar trebui sa fie o cerinta pentru Administratie, care este responsabila in calitate de autoritate relevanta, avand in vedere eventualele verificari judiciare in cazul in care apar efecte inacceptabile, precum si faptul ca instructiunile sunt transmise contractorilor responsabili de lucrarile de dragare si, prin urmare, este necesar sa se monitorizeze si sa se documenteze performanta acestora.

Monitorizarea va fi necesara, de asemenea, pentru (a) a indica daca se inregistreaza sau nu schimbari semnificative in apele de mica adancime sau in habitatele sturionilor (b) daca dragarea a expus sau nu organismele acvatice la contaminanti toxici (c) daca toate materialele dragate din canalul proiectului sunt sau nu adecvate pentru plasarea in mediul acvatic neingradit (d) pentru a inregistra schimbarile in batimetrie, inclusiv disponibilitatea apelor adanci pentru sturioni, si daca lucrarile de imbunatatire a navigatiei au avut sau nu un impact semnificativ asupra dinamicii sedimentelor.

Lucrari anuale de intretinere periodica a structurilor

Aceste lucrari vor implica inspectia si intretinerea periodica a celor patru tipuri principale de structuri tehnice care urmeaza sa fie construite in cadrul proiectului FAST Danube, pe durata planificata a proiectului (pana in anul 2060). Aceste structuri sunt:

- **Epiuri fluviale:** structuri de roca lungi si inguste, cu un strat exterior de anrocamente sau de armura de roca si un miez de piatra concasata sau pietris. Epiurile au fost proiectate cu o sectiune coborata sau crestata in apropierea malului pentru a permite fluviului, chiar si la niveluri scazute, sa continue sa alimenteze canalele secundare sau inferioare in aval, aproape de mal.
- **Chevroane fluviale:** aceste structuri sunt in forma de U in plan, cu aceleasi caracteristici de proiectare ca si epiurile fluviale. Intentia acestor structuri este de a reduce latimea fluviului principal pentru a creste viteza de curgere si, prin urmare, capacitatea de transport al sedimentelor.
- **Lucrari de stabilizare a malurilor fluviului:** aceste lucrari vor consta, in principal, intr-un strat de anrocamente pe un filtru de geotextil sau, in cazul malurilor inalte situate deasupra nivelului debitului mediu anual, in lucrari de stabilizare vegetala in combinatie cu saltele antierozionale.

Un factor important in planificarea inspectiilor de verificare a starii structurilor va fi cunoasterea si familiarizarea cu categoria de expunere (ridicata, medie, scazuta) a fiecarei structuri. Desi este putin probabil ca "armura" de piatra folosita la epiuri, chevroane si lucrarile de stabilizare a malurilor sa necesite o intretinere anuala regulata, este foarte posibil ca aceasta sa necesite o intretinere localizata intermitenta. Conditii de expunere reprezentative care vor fi potential intalnite sunt prezentate mai jos:

Tabelul 7.3 Conditii tipice de expunere pentru planificarea intretinerii

Expunere	Conditii reprezentative
Ridicata	<ul style="list-style-type: none"> • Zone de turbulenta ridicata • Viteze mari de curgere > 3 m/s • Expunere frontala persistenta la impactul cu gheata • Expunere frontala la resturi plutitoare • Fluxuri turburi, foarte abrazive • Apropierea la mica distanta fata de spalarea navelor (100 m)
Medie	<ul style="list-style-type: none"> • Zone de turbulenta medie • Viteze de curgere intre 1,0 si 3 m/s • Expunere intermitenta la impactul cu gheata • Expunere partiala la resturi plutitoare • Conditii de curgere moderat abrazive • Expunere moderata la spalarea navelor (150 m)
Scazuta	<ul style="list-style-type: none"> • Conditii de curgere linistita (0,5 pana la 1,0 m/s) • Fara expunere la gheata sau materiale plutitoare • La distanta fata de spalarea navelor

Problemele structurale tipice care ar putea necesita lucrari de intretinere periodica (sau de urgenta) pot include:

- Cedarea sau prabusirea la capatul dinspre varf al epiurilor sau al chevroanelor, care sunt de obicei expuse la turbulente si viteze mari si, prin urmare, la (a) conditii de eroziune profunda a patului (b) conditii de levigare puternica a stratului filtrant si a materialului de baza.
- Expunerea geotuburilor la daune cauzate de gheata sau de resturi la varful din amonte al insulelor, cu potential de levigare a materialului de umplutura, cedare (locala) a versantului din amonte si eroziune a materialului insulei.
- Turbulente la epiul din amonte, la intersectia epiului cu malul, ceea ce duce la cedarea locala a malului prin levigarea straturilor de filtrare, ceea ce conduce la iesirea in afara a epiului.

- Turbulente la epiurile din vecinatatea zonei cu debit scazut, care duc la cedarea locala a epiului prin levigarea straturilor de filtrare, ceea ce conduce la iesirea in afara a epiului.

Lucrari de modificare sau de adaptare care nu sunt lucrari uzuale

Lucrarile de modificare sau de adaptare vor trebui sa faca parte din procesul gradual de optimizare a proiectelor pentru lucrarile de imbunatatire a navigatiei care vor fi pregatite in etapa de proiectare detaliata. In principal, aceste lucrari ar trebui sa se concentreze asupra structurilor hidrotehnice, adica in principal asupra structurilor din interiorul canalului de la Bechet, Belene si Popina, dar si asupra lucrarilor de stabilizare a malurilor fluviului si asupra oricarei lungimi vulnerabile de mal neprotejat in toate situarile critice relevante.

Astfel de modificari sau lucrari de adaptare sunt necesare deoarece nu se cunoaste hidrologia viitoare a Dunarii si, prin urmare, raspunsul morfologic al fluviului. Fluviile sunt imprezibile si, desi hidrologia lor nu este intamplatoare si are o distributie de probabilitate care poate fi analizata din punct de vedere statistic, hidrologia viitoare a acestora in lunile (si chiar anii) care urmeaza punerii in aplicare nu poate fi prezisa cu precizie si din cauza impactului viitor rezultat din efectele schimbarilor climatice.

Acest lucru este deosebit de important din cauza sedimentelor relativ fine ale Dunarii de Jos. Din acest motiv, vor exista diferente semnificative in ceea ce priveste raspunsul fluviului intre cel cauzat de un an "mediu" sau obisnuit de debite imediat dupa punerea in aplicare sau un an care implica un eveniment de inundatii majore, sau chiar un an cu perioade dominante de debit scazut.

Diferentele de reactie a fluviului care apar din cauza conditiilor de debite diferite de cele medii pot avea un impact local asupra navigatiei si pot necesita modificari sau ajustari ale lucrarilor tehnice pentru a optimiza proiectarea. Acest lucru necesita o intelegere pe o perioada de timp a lantului de evenimente cauza-efect, in timpul careia lucrarile tehnice trebuie sa fie sustinute cu modificari pentru a se adapta pe masura ce conditiile se schimba. Variabilitatea spatiala locala in ceea ce priveste tipul si clasificarea materialului din albie, geologia malurilor fluviului, permeabilitatea malurilor fluviale si vegetatia riverana a malurilor fluviale pot contribui, de asemenea, la diferentele de raspuns al fluviului sub forma unor diferente localizate in ceea ce priveste modelele de depunere si, in special, de eroziune. Impactul schimbarilor climatice pe termen mediu si lung ar putea avea, de asemenea, un impact asupra necesitatii de modificare si de adaptare.

Astfel de schimbari neasteptate sau localizate pot aparea foarte rapid, chiar si in timpul anului imediat urmator constructiei. Astfel de schimbari pot persista, dar cu un impact care scade treptat, pe parcursul unei perioade de timp dupa constructie, necesitand modificari progresiv moderate, eventual timp de doi, trei sau chiar patru ani. In cazul unui contract direct, se preconizeaza ca impactul schimbarilor climatice va creste pe termen mediu si lung.

Necesitatea de a dispune de suficiente resurse tehnice, fizice si financiare pentru a raspunde cu lucrari de modificare sau de adaptare nu poate fi subliniata in mod excesiv, respectiv de a avea capacitatea de a intreprinde urmatoarele trei activitati principale:

- **Monitorizarea datelor pentru a evalua conditiile de navigatie si performanta:** O capacitate de monitorizare a performantelor operationale ale masurilor tehnice de imbunatatire a conditiilor de navigatie. Acest lucru va necesita capacitatea de a efectua studii batimetrice si hidrodinamice, de a cartografia sedimentele si depunerile de sedimente si modelele de curgere, de a cartografia profilurile malurilor si modificarile posibile cu ajutorul dronelor, de a colecta date de navigatie etc. De asemenea, va fi necesar sa se faca legatura intre aceste date privind performanta navigatiei si datele privind starea structurilor rezultate din monitorizare.
- **Analiza performantelor de navigatie si elaborarea unui proiect de lucrari de modificare/adaptare:** Capacitatea de a analiza si de a intelege modelele hidraulice si de transport al sedimentelor si de eroziune si de a identifica motivele si procesele care cauzeaza constrangeri in calea navigatiei, precum si de a defini, modela si identifica lucrarile de modificare/adaptare necesare si de a pregati proiecte si documente de constructie.

- **Construirea de lucrari de operare si intretinere de modificare/ameliorare adaptativa:** Nu este posibil sa le cuantificam in acest stadiu, dar tipurile de lucrari care ar putea fi asteptate si probabilitatea ca acestea sa fie necesare, avand in vedere implementarea anticipata pentru faza de proiectare detaliata si de constructie a proiectului, sunt indicate in Tabelul 7.4 de mai jos.

Tabelul 7.4 Probabilitatea necesitatii de a construi lucrari de operare si intretinere de modificare/ameliorare adaptativa

Tipul de lucrari	Motivul care justifica necesitatea (dupa faza de proiectare detaliata si de constructie)	Probabilitate
Epiuri suplimentare	<ul style="list-style-type: none"> • Cresterea impactului asupra devierii si sinuozitatii canalului de navigatie 	Posibil
Extinderea/scurtarea epiurilor	<ul style="list-style-type: none"> • Cresterea/diminuarea impactului asupra canalului de navigatie • Cresterea/reducerea fie a eroziunii, fie a acumularii intre epiuri 	Foarte probabil
Coborarea sau ridicarea epiurilor	<ul style="list-style-type: none"> • Ajustarea nivelului apei si, prin urmare, a intervalului de debit (scazut, dominant) la care epiurile sunt eficiente pentru devierea fluxurilor si, prin urmare, pentru transportul sedimentelor 	Probabil
Chevron suplimentar	<ul style="list-style-type: none"> • Cresterea efectului de ingustare a canalului principal si, prin urmare, cresterea vitezelor de curgere • Favorizeaza formarea de insule in aval 	Putin probabil / Posibil
Extinderea chevoanelor	<ul style="list-style-type: none"> • Cresterea dimensiunii canalului principal ingustat si, prin urmare, cresterea vitezelor de curgere 	Foarte probabil
Coborarea/ridicarea chevoanelor	<ul style="list-style-type: none"> • Ajustarea nivelului apei si, prin urmare, a intervalului de debit la care chevoanele sunt eficiente pentru ingustarea canalului si cresterea vitezei • Cresterea impactului chevronului pentru a incuraja formarea de insule in aval 	Probabil
Extindere majora a insulei	<ul style="list-style-type: none"> • Reamenajarea majora a zonelor de depozitare pentru a avea un impact asupra formarii insulelor (locatie, lungime, nivel, linie de mal) si, prin urmare, asupra alinierii canalului de navigatie 	Posibil
Extindere minora a insulei	<ul style="list-style-type: none"> • Redelimitarea minora a zonelor de depozitare pentru a avea un impact asupra formarii insulelor (locatie, lungime, nivel, linie de mal) si, prin urmare, asupra alinierii canalului de navigatie 	Probabil
Extinderea lucrarilor la malurile fluviului	<ul style="list-style-type: none"> • Pentru a preveni flancarea zonelor cu epiuri • Pentru a preveni eroziunea malurilor in interiorul zonelor cu epiuri • Ca raspuns la o crestere neprevazuta sau neasteptata a extinderii eroziunii malurilor 	Posibil
Ierarhia probabilitatii Putin probabil >> Posibil >> Probabil >> Foarte probabil		

8. Strategie/plan de actiune pentru a raspunde la impactul schimbarilor climatice

Aceasta sectiune se concentreaza asupra aspectelor fizice ale impactului schimbarilor climatice si asupra modului in care proiectul FAST Danube de imbunatatire a navigatiei pe Dunare va incerca sa se asigure ca raspunsurile ingineresti vor fi gestionate astfel incat sa minimizeze impactul asupra altor utilizari ale terenurilor si apelor din coridorul Dunarii, adica nu se va insista asupra aspectului "de mediu", deoarece acesta a fost acoperit in alta parte in "Programul de monitorizare a mediului".

Schimbarile climatice si riscurile

Sectiunile anterioare ale prezentului raport privind schimbarile climatice au stabilit doua efecte hidrologice cheie preconizate ale schimbarilor climatice, care vor avea un impact potential negativ asupra capacitatii proiectului FAST Dunarea de a imbunatati in mod durabil conditiile de navigatie. Acestea sunt:

- Frecventa si intensitatea mai mare a debitelor fluviale in timpul sezonului de iarna;
- Perioade mai lungi de debite scazute, dar cu debite de inundatii bruste in sezonul estival.

Implicatiile si riscurile unor astfel de variatii hidrologice pentru morfologia fluviului in punctele critice pentru navigatie vor putea include urmatoarele:

- Schimbarea globala a hidrologiei si, prin urmare, a morfologiei dominante a fluviului care determina curgerea;
- Modificari locale ale vitezei de curgere a fluviului, precum si ale curentilor si modelelor de curgere localizate ale fluviului;
- Schimbari in transportul sedimentelor si, prin urmare, in modelele locale de eroziune si acumulare;
- Modificari ale conditiilor de eroziune a malurilor si, prin urmare, ale formei malurilor si ale transportului de sedimente.

Gestionarea adaptativa a riscurilor

O caracteristica majora a conceptului de proiectare a proiectului FAST Danube este cea a managementului adaptativ (adaptive management - AM). Componenta AM ar furniza resursele necesare pentru a monitoriza si a raspunde la schimbarile descrise mai sus. Tipurile de raspunsuri fizice de management adaptativ pentru a aborda astfel de efecte ale schimbarilor climatice ar putea include:

- Dragare sporita, eventual cu supra-drenare a canalului cu debit scazut, pentru a mentine adancimile apei pentru navigatie.
- In anumite circumstante, dragarea in combinatie cu eliminarea inteligenta pentru a realinia local canalele de navigatie.
- Extinderea zonelor existente si/sau relocarea zonelor de eliminare inteligenta a materialului dragat, inclusiv malurile fluviului, insulele si alimentarea malurilor.
- Lucrari de inginerie in interiorul canalului pentru modificarea nivelului, lungimii sau amplasarii structurilor dure, inclusiv a epiurilor si a chevoanelor.
- Lucrari suplimentare de protectie a malurilor fluviului; de la masuri verzi (lucrari de bioinginerie, lucrari usoare), trecand prin masuri verzi-gri (lucrari biotehnice) pana la masuri gri (lucrari dure, de inginerie).

Dupa cum s-a mentionat in rapoartele anterioare, se preconizeaza ca tipurile de masuri de imbunatatire a navigatiei concepute pentru proiectul FAST Danube vor avea un impact minim asupra proceselor morfologice naturale de baza ale fluviului. Aceste procese includ disponibilitatea resurselor de apa, aprovizionarea si transportul sedimentelor si nivelul apei fluviale atat in conditii de debit scazut, cat si in conditii de debit ridicat. Masurile nu vor avea ca rezultat nici extragerea, nici consumul de apa. Toate sedimentele dragate vor ramane

in coridorul fluviului, iar echilibrul sedimentar din mediul riveran va fi pastrat. Nu va exista nicio depozitare de sedimente pe uscat deasupra nivelului ridicat al apei, cu exceptia crearii de insule pentru a forma caracteristici morfologice naturale in cadrul malurilor. Modelarea nivelurilor de apa cu masurile de imbunatatire a navigatiei in conditiile hidrologice actuale a aratat ca, in cazul scenariului optimist, modificarile nivelului apei, respectiv scaderea si cresterea in conditii de debit scazut si, respectiv, de debit ridicat, vor fi limitate la doar 150 mm.

Conceptul de proiectare flexibil

Conceptul de proiectare al proiectului FAST Danube include potentialul de flexibilitate pentru a raspunde la conditiile viitoare in schimbare. Aceasta flexibilitate provine din trei caracteristici ale conceptului de proiectare:

- Structuri morfologice, inclusiv canale de navigatie sinuoase cu debit redus si insule care se pot modifica singure prin procesele naturale de eroziune si depunere.
- Structuri de inginerie dure, cu capacitatea de modificare (crestere sau reducere) a nivelurilor de creasta si, prin urmare, de influentare a fluxului si a transportului de sedimente.
- Capacitate de gestionare adaptativa pentru a permite modificarea reactiilor de raspuns.

Deoarece conceptul de proiect are flexibilitatea si capacitatea de a raspunde la conditiile in schimbare, ar fi lipsit de importanta sa se modeleze performanta acestuia in conditiile viitoarelor schimbari climatice.

In concluzie, se preconizeaza ca lucrarile de imbunatatire a navigatiei propuse in cadrul proiectului FAST Danube vor avea un impact minim asupra proceselor morfologice naturale de baza ale fluviului, iar conceptul de proiectare integrat in proiect va oferi flexibilitatea necesara pentru a raspunde la conditiile viitoare in schimbare. Cu toate acestea, va fi important ca proiectul sa contribuie si sa faca parte dintr-o strategie care sa reflecte interesele tuturor organizatiilor si partilor din sectorul apei si care sa integreze nevoile tuturor utilizatorilor mediului acvatic.

Strategia si planul de actiune pentru a raspunde la impactul schimbarilor climatice

O astfel de strategie urmareste sa asigure consultarea tuturor organizatiilor cu privire la potentialele implicatii sau impacturi sectoriale ale oricaror propuneri viitoare prezentate in cadrul proiectului FAST Danube pentru a aborda impactul schimbarilor climatice. Interesele sectoriale includ, de exemplu, ecologia, protectia impotriva inundatiilor, aprovizionarea cu apa, productia de energie, utilizarea terenurilor pentru agricultura si turism.

Un **plan de actiune** pentru punerea in aplicare a unei astfel de strategii cuprinde trei activitati-cheie:

a) Programele de monitorizare a conditiilor de mediu si de inginerie

- Dupa cum s-a discutat in prezentul raport privind schimbarile climatice si in rapoartele anterioare, proiectul FAST Danube va incerca sa puna in aplicare un program de monitorizare cuprinzator si etapizat inainte, in timpul si dupa constructia proiectului. Acest program va avea doua mari componente: (i) un program de monitorizare a mediului pentru a stabili conditiile de baza, pentru a urmari schimbarile de mediu in zonele in care se anticipeaza efecte semnificative in timpul si dupa constructie si pentru a stabili necesitatea unor masuri suplimentare de atenuare a efectelor asupra mediului in cazul in care datele indica efecte nedorite asupra mediului; si (ii) un program de monitorizare tehnica a eficacitatii lucrarilor fizice de imbunatatire a navigatiei.
- Aceasta din urma ar putea include (a) colectarea si analiza continua a datelor hidrometeorologice standard pentru a determina tendintele si schimbarile datorate impactului schimbarilor climatice; (b) studii batimetrice si sedimentare pentru a monitoriza adancimea apei, pentru a determina modelele de spalare si de depunere si bilanturile de sedimente, precum si evolutia canalelor de navigatie; (c) studii hidrometrice pentru a determina vitezele, modelele si curenții de curgere; (d) studii ale malurilor fluviale si ale liniei de coasta pentru a monitoriza evolutia formei malurilor si potentialele probleme legate de afundare si pierderea malurilor; si (e) studii privind starea elementelor structurilor proiectate, precum epiurle, chevoanele si insulele.

b) Evaluarea interventiilor pentru a raspunde impactului schimbarilor climatice

Pe baza informatiilor din programul de monitorizare tehnica, ar putea fi efectuate analize de date si modelari de explorare pentru a intelege factorii determinanti si dinamica oricaror schimbari fizice viitoare care pot fi atribuite efectelor schimbarilor climatice si care ar putea afecta negativ activitatile de navigatie. Aceasta activitate ar trebui sa fie sustinuta de cartografierea sistemelor pentru a intelege mai bine interactiunile dinamice dintre procesele hidrodinamice si morfologice din fiecare amplasament. Initial, analiza sistemelor va fi calitativa, dar, pe masura ce vor fi disponibile mai multe date si se va intelege mai bine influenta incertitudinilor, analiza numerica va deveni mai fezabila.

Ca urmare a acestei colectari si analize a datelor, vor putea fi elaborate, evaluate si prezentate spre consultare si evaluare multisectoriala optiunile pentru lucrari suplimentare de imbunatatire fizica a navigatiei pentru a compensa efectele schimbarilor climatice. Parametrii cheie privind impactul oricaror lucrari noi asupra regimului morfologic (de atunci) al fluviului ar putea include posibile modificari ale (i) debitelor din sezoanele joase si inalte; (ii) nivelurilor de apa din debitul scazut si din debitul de inundatie; (iii) modelelor de afundare si de acumulare; (iv) eroziunii malurilor si echilibrului sedimentar.

Considerentele cheie care trebuie prezentate pentru consultarea tuturor organizatiilor interesate ar putea include, de exemplu, urmatoarele:

Parametru	Implicatii potentiale viitoare
Nivelurile de apa prognozate pentru debite mari	<ul style="list-style-type: none">• Pentru riscurile de inundatii la fata locului si in aval• Pentru ecologie (terestra, acvatica, fauna, flora)
Nivelurile de apa prognozate pentru debitul scazut	<ul style="list-style-type: none">• Pentru nivelurile si calitatea apelor subterane• Pentru ecologie (terestra, acvatica, fauna, flora)• Pentru alimentarea cu apa• Pentru productia de energie• Pentru utilizarea terenurilor (agricultura)
Modele de spalare si de crestere a apei	<ul style="list-style-type: none">• Pentru utilizarea terenurilor/pierderea terenurilor (agricultura)• Pentru ecologie (terestra, acvatica, fauna, flora)
Bilantul sedimentelor	<ul style="list-style-type: none">• Pentru utilizarea terenurilor/eroziunea malurilor• Pentru infrastructura riverana/agricultura• Pentru incizia albiei/reducerea nivelului apelor subterane

c) Diseminarea si informarea cu privire la lucrarile de imbunatatire a navigatiei propuse pentru a raspunde impactului schimbarilor climatice

Diseminarea si consultarea pot fi intreprinse in cadrul acordurilor si programelor actuale, in temeiul carora organizatiile guvernamentale si neguvernamentale se ocupa de gestionarea integrata a cererilor si utilizarilor multifunctionale ale resurselor de teren si de apa din bazinul Dunarii.

Consultarile cu autoritatile competente relevante ar putea fi realizate prin intermediul acordurilor si mecanismelor institucionale existente in prezent (de exemplu): (i) Declaratia comuna ICPDR privind navigatia interioara si protectia mediului, care stabileste principiile convenite de tarile participante pentru integrarea nevoilor ecologice in intretinerea cailor navigabile existente si in dezvoltarea infrastructurii de cai navigabile in contextul schimbarilor climatice viitoare; (ii) Master Planul general al bazinului fluviului Dunarea in cadrul ICPDR, prin intermediul grupurilor de experti in domeniu, inclusiv managementul bazinului hidrografic, protectia impotriva inundatiilor, grupul de presiune si masuri; (iii) Strategia UE pentru regiunea Dunarii (EUSDR), elaborata in comun cu tarile din regiunea Dunarii si cu partile interesate pentru a aborda provocarile comune legate de utilizarea terenurilor si a apei si de mediu.

Concluzie

Dupa cum se mentioneaza in acest raport privind schimbarile climatice, multe dintre caracteristicile conceptului de proiectare al proiectului FAST Danube sunt menite sa raspunda si sa atenueze potentialele efecte asupra mediului datorate schimbarilor climatice, iar riscurile reziduale vor fi fie minore, fie nesemnificative (a se vedea Tabelul 7.2). In general, masurile propuse in cadrul proiectului FAST Danube nu sunt semnificativ de intruzive la scara morfologica la nivel de tronson; cu toate acestea, riscul unui raspuns imprezibil al fluviului la scara locala (zone critice) este foarte real si, prin urmare, conceptul de proiectare al proiectului FAST Danube considera ca managementul adaptativ este foarte important.

De exemplu, controlul inundatiilor este o preocupare foarte importanta pentru Romania, dar proiectul FAST Danube va avea un efect redus sau nesemnificativ asupra principalelor cauze ale inundatiilor, printre care se numara precipitatiile abundente si localizate, utilizarea sporita a terenurilor urbane, dezvoltarea ad-hoc a campilor inundabile, capacitatea redusa a albiei fluviului si defrisarea unor zone mari. De asemenea, proiectul FAST Danube nu contine propuneri pentru lucrari de inginerie extrem de intruzive, cum ar fi indreptarea albiei fluviului, hidrocentrale si rezervoare de stocare, diguri de protectie impotriva inundatiilor; toate acestea au un impact semnificativ asupra incarcaturii de sedimente si, prin urmare, asupra stabilitatii albiei si a malurilor.

Strategia si potentialul plan de actiune prezentate mai sus ar urma sa fie puse in aplicare anual, pe termen scurt, dupa constructia proiectului (adica intre anii 1 si 3), dupa care activitatile de evaluare ar urma sa aiba loc probabil o data la 5 ani sau ca raspuns la schimbarile semnificative cauzate de impactul schimbarilor climatice.

9. Concluzii finale

Studiul de schimari climate este o componenta importanta a acestui proiect. Au fost analizate contextul climatic si efectele prognozate ale schimbarilor climatice in zona proiectului, inclusiv cu referire la cercetarile actuale si analiza tendintei pe serii lungi de timp din datele hidrologice disponibile in vederea identificarii vulnerabilitatilor proiectului si riscurile asociate la scenariile de schimbari climatice.

Evaluarea neutralitatii carbonului a estimat reducerile nete de carbon si costul fictiv al carbonului pentru ciclul de viata al proiectului pentru optiunile preferate recomandate in aceasta etapa de fezabilitate. Evaluarea rezilientei la schimbarile climatice ia in considerare masurile de adaptare pentru a contracara riscurile climatice care sunt fundamentale pentru abordarea proiectarii si strategia de implementare, atat pe termen scurt, cat si pe termen lung, elaborate pentru proiect.

Evaluarea neutralitatii emisiilor de carbon

Evaluarea a cuantificat si a comparat emisiile de gaze cu efect de sera in etapele de constructie si de operare ale proiectului si a demonstrat economia globala a costurilor cu emisiile de dioxid de carbon pe care le va genera proiectul - a se vedea Tabelul 9.1. Bilantul emisiilor de carbon al proiectului a combinat lucrarile de constructie (2025-2030) si dragarea de intretinere in timpul etapei de operare (2030-2060), compensate cu reducerile de emisii de carbon din transporturi rezultate din imbunatatirile aduse navigatiei si utilizarea mai eficienta si mai intensa a traficului in timpul etapei de operare.

Tabelul 9.1 Ciclul de viata al proiectului - amprenta de carbon pentru prima / a doua optiune preferata

Evaluarea neutralitatii carbonului pentru intregul ciclu de viata al proiectului - etapele de constructie / operare	Prima optiune preferata	A doua optiune preferata
Bilantul global al carbonului (tCO ₂ e)	-213.500	-175.800
Reduceri globale ale costurilor de carbon (VA) (€)	-112.800	- 112.800

Evaluarea rezilientei la schimbarile climatice - masuri de adaptare

In realizarea unei evaluari a riscurilor climatice si a necesitatilor de adaptare, au fost aplicate ghidurile CE 2021, UE (D-G CA) si JASPERS si s-au folosit prognozele regionale privind schimbarile climatice publicate de ICPDR in anul 2019 pentru a ajuta la identificarea impacturilor (efectelor) climatice critice care ar putea crea riscuri/pericole de interes pentru proiect.

Exista date disponibile limitate cu privire la tendintele si efectele climatice preconizate, pe termen lung, care ar putea afecta navigatia (in special frecventa si durata acoperirii cu gheata si a perioadelor de debite scazute) in anumite zone de-a lungul Dunarii inferioare. Utilizand date regionale la scara larga, un raport recent al ICPDR (2019), se estimeaza ca se asteapta ca frecventa/durata acoperirii cu gheata in Dunarea de Jos sa se reduca cu timpul (pe masura ce pamantul se incalzeste) si ca frecventa/durata debitelor scazute sa creasca cu timpul. Ritmul in care se anticipeaza ca vor avea loc aceste schimbari va depinde de nivelurile actuale si viitoare ale emisiilor de gaze cu efect de sera, iar ratele preconizate ale schimbarilor climatice arata o variabilitate crescuta, odata cu concentratiile atmosferice de gaze cu efect de sera, in perioada de dupa anul 2040.

In prezent, nu dispunem de date privind secventele de debite fluviale pe termen lung generate sintetic (care sa acopere caracteristicile efectelor induse de schimbarile climatice asupra unei game de debite, de la debite mai mari care formeaza canale pana la debite mai mici care ar putea reduce adancimile de navigatie) pentru Dunarea de Jos in diferite momente viitoare (de exemplu, 2050, 2080, 2100), incorporand diferite rate de schimbari climatice. Daca am avea astfel de date, ar trebui mai intai sa le ajustam pentru a reflecta influenta conditiilor de descarcare a debitelor operationale (in cadrul scenariilor presupuse de schimbari climatice) la

hidrocentralele Portile de Fier. Ar trebui apoi sa abordam nivelurile semnificative de incertitudine inerente proiectiilor climatice pe termen lung si traducerea lor in efecte climatice de interes (cum ar fi secventele de debite scazute ale fluviului), inainte de a putea utiliza modelele hidro-morfologice ale fluviului, asa cum au fost create pentru acest studiu, pentru a analiza efectele viitoare preconizate ale schimbarilor climatice cu un nivel acceptabil de incredere.

Din acest motiv, se implementeaza masurile de amenajare a fluviului intr-un mod adaptativ. Ca parte a programului de proiectare/implementare a masurilor tehnice propuse, am recomandat studii de observare bazate pe sisteme pentru colectarea de date si evaluarea schimbarilor in morfologia fluviului in functie de modificarile secventelor de debit scazut ale fluviului in fiecare loc de interes - initial, aceste evaluari vor fi calitative, dar, pe masura ce se colecteaza mai multe date de observare (dupa constructie), analiza poate fi facuta treptat cantitativa, implicand utilizarea explorativa a modelarii hidrodinamice si morfologice.

Concluziile acestor studii de observare si analiza datelor colectate vor genera informatii si perspective care pot fi folosite in proiectarea adaptativa a masurilor de amenajare a fluviului, pentru a se asigura ca performanta lor viitoare va ramane eficienta in conditii care se vor schimba din cauza influentei schimbarilor climatice, precum si a reglementarii debitelor hidroenergetice si a factorilor economici generali.

Aceste informatii si perspective pot fi, de asemenea, utilizate pentru a contribui la incorporarea unor masuri de atenuare pentru a reduce impactul combinat al masurilor de amenajare a fluviului asupra schimbarilor climatice si asupra ecologiei in aceste zone.

Atenuarea cauzelor schimbarilor climatice

In plus, in ceea ce priveste potentialul de reducere a emisiilor de carbon si, prin urmare, de atenuare a cauzelor schimbarilor climatice, analiza noastra a luat in considerare amprenta de carbon a proiectului in ceea ce priveste cresterea prognozata a traficului pe cai navigabile interioare in comparatie cu optiunile alternative de transport multimodal rutier si feroviar.

Anexa A. Interventiile propuse – optiunea preferata

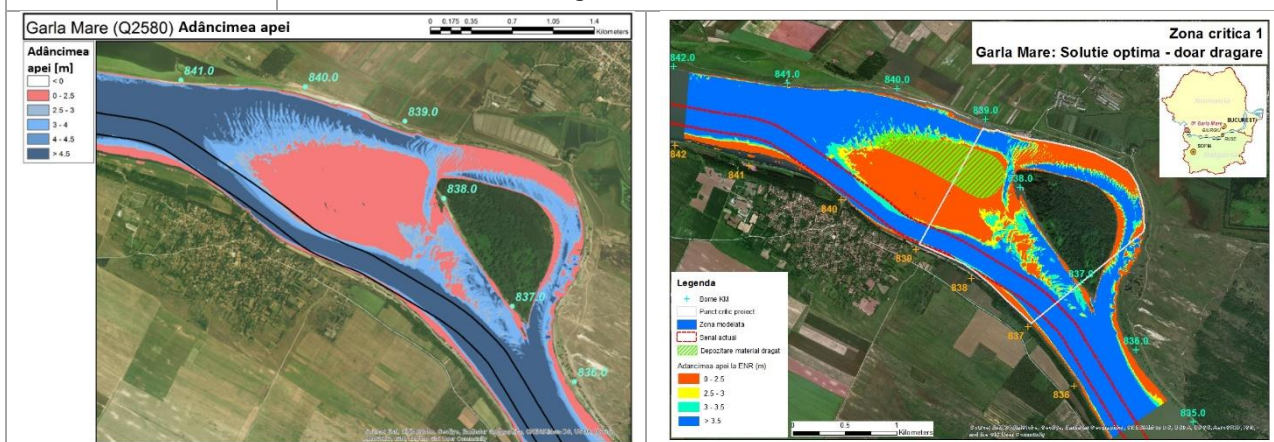
Garla Mare: zona critica la rkm 839-rkm 837, lungime de 2km

Traseul senalului: pe langa malul drept, adancimi sau latimi insuficiente in zona rkm 839,5 si rkm 838; se mentine traseul existent

Prima preferinta: 'doar dragare', constand din:

- realizarea de lucrari de dragaj de investitie pe 5,4km din senalul existent, de la rkm 842 la rkm 835,5, pana la adancimea de 3,5m sub ENR;
- zona de depunere a materialului dragat intre rkm 840 si rkm 838,1, amonte de insula Garla Mare.

Lucrari de dragare pe senal sunt in zonele cu adancimi sub 3,5m la ENR insumand o suprafata de ~87.000m², care reprezinta circa 9% din suprafata senalului, iar volumul de material dragat este estimat la ~67,000m³.



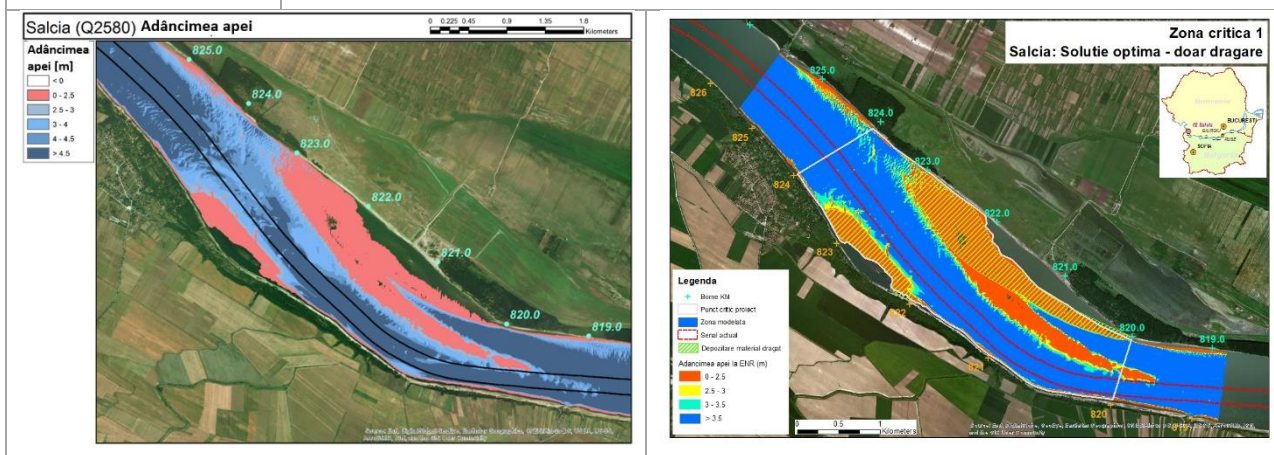
Salcia: zona critica la rkm 824 – rkm 820; lungime de 4km

Traseul senalului: de la mijlocul albiei catre malul drept, adancimi insuficiente in zona rkm 823 si rkm 820,5; traseu existent

Prima preferinta: 'doar dragare', constand din:

- realizarea de lucrari de dragaj de investitie pe ~7,1km din senalul existent, de la rkm 825,5 la rkm 818,8, pana la adancimea de 3,5m sub ENR;
- configurarea a doua zone de depunere a materialului dragat, o zona langa malul romanesc de la rkm 823,0 la rkm 820,0 si o alta zona langa malul bulgaresc intre rkm 823,4 si rkm 822,0.

Lucrarile de dragare vor fi realizate pe ~111.000m², insemnand 8,7% din suprafata senalului, iar volumul de material dragat este estimat la ~20.000m³.



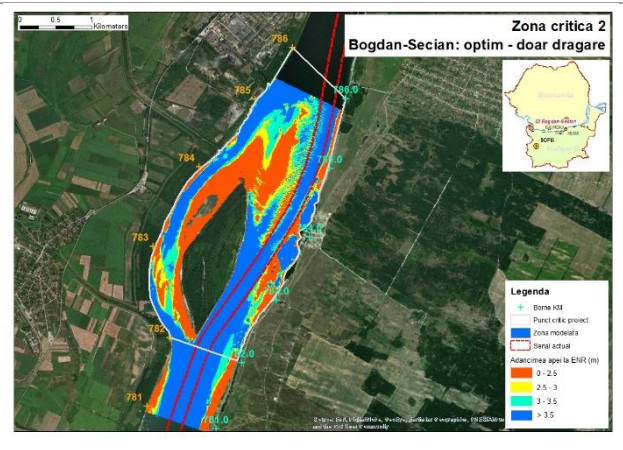
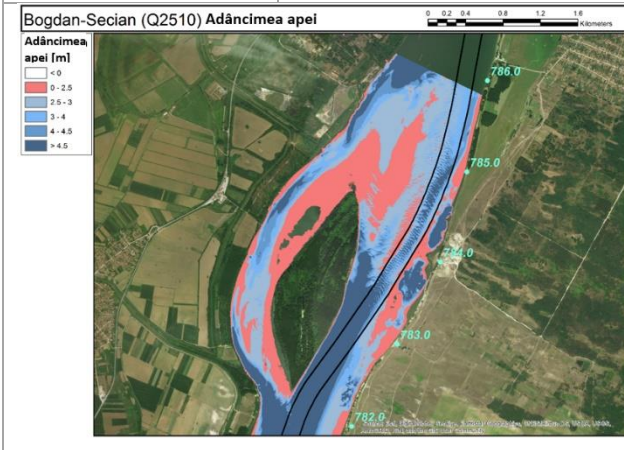
Bogdan-Secian: zona critica la rkm 786 – rkm 782; lungime de 4km

Traseul senalului: dinspre malul stang catre mijlocul albiei; adancimi insuficiente de la rkm 783 la rkm786, pe traseul existent.

Prima preferinta: 'doar dragare', constand din:

- realizarea de lucrari de dragaj de investitite pe senalul existent pe circa 5,2km, aprox. de la km786,1 la km781, pana la adncimea de 3,5m sub ENR;
- configurarea unei zone de depunere a materialului dragat in zona km784,6, in amonte de insula Bogdan-Secian.

Lucrarile de dragare vor fi realizate pe ~125.000m², reprezentand 13,3% din suprafata senalului, iar volumul materialului dragat este estimat la ~73.000m³.



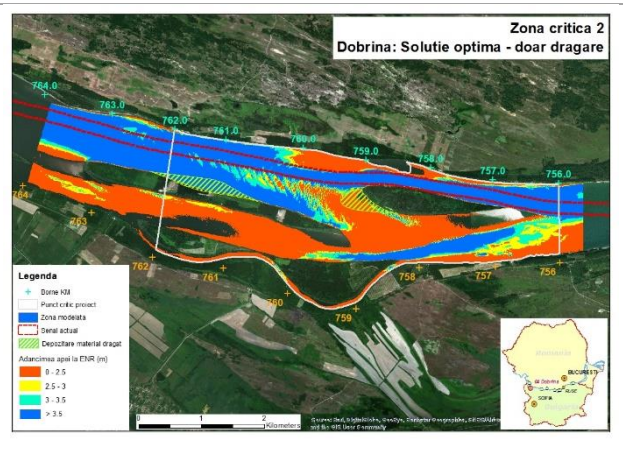
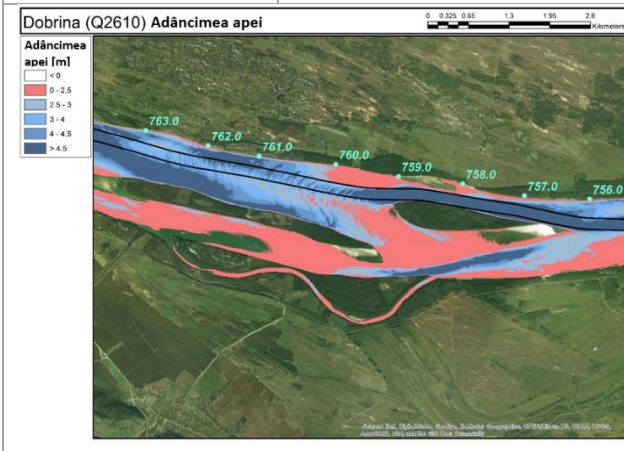
Dobrina: zona critica la rkm 762 – rkm 756; lungime de 6km

Traseul senalului: pe langa malul stang; adancimi insuficiente intre rkm 759,5 si rkm 763, pe traseul existent

Prima preferinta: 'doar dragare', constand din:

- realizarea de lucrari de dragaj de investitite pe senalul existent pe circa 8,7km, intre rkm 764 si rkm 755,7, pana la adancimea de 3,5m la ENR;
- configurarea a doua zone de depunere a materialului dragat, una spre partea din amonte a insulei Dobrina, de la rkm 759,3 la rkm 758,5, iar alta in amonte de insula Pietrisu intre rkm 762,2 si rkm 760,5.

Lucrarile de dragare vor fi realizate pe ~191.000m², reprezentand 12% din suprafata senalului, iar volumul materialului dragat este estimat la ~177.000m³.



Bechet: zona critica: km 678 – 673; lungime de 5km

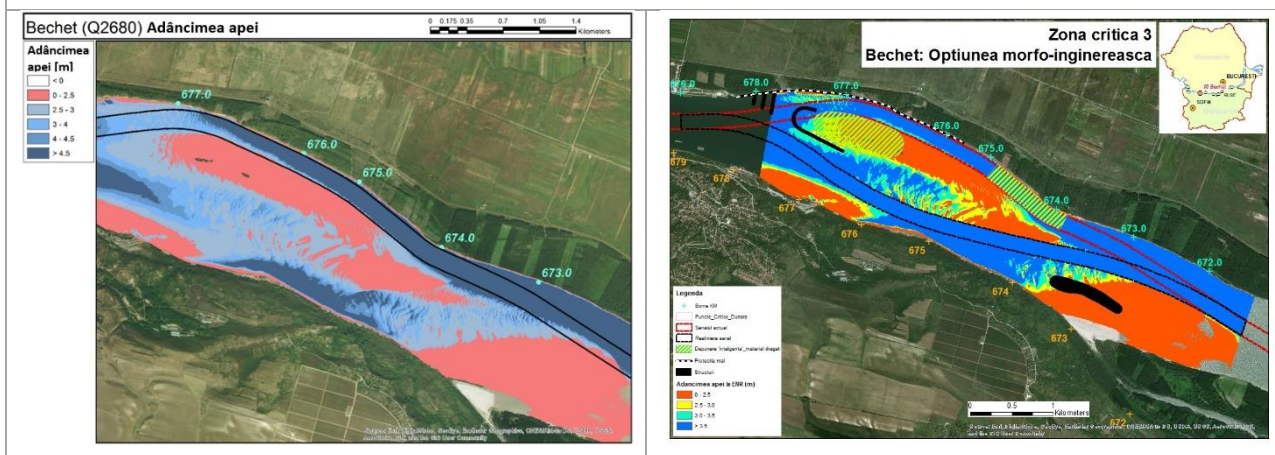
Traseul senalului: pe langa malul stang, cu adancimi/latimi insuficiente intre rkm 676 si rkm 673; traseul va fi realiniat spre malul drept de la rkm 678 la rkm 672.

Prima preferinta, 'morfo-ingenierasca', consta din:

- realizarea dragajului de investitie pe traseul realiniat, pe aprox 7,4km, intre rkm 678,8 si km 671,2 pentru obtinerea unui traseu mai sinuos morfologic;
- construirea unui chevron la rkm 677, ~520m lungime, pe partea stanga a senalului;
- construirea a 3 epiuri la malul romanesc intre rkm 678 si 677,4, cu lungimi de 125m, 202m si 337m;
- realizarea unei protectii de mal intre rkm 678,2 si rkm 674, cu lungime de peste 4,3 km;
- construirea unei noi insule pe parte dreapta a senalului, cu partea amonte la aproximativ rkm 673,6, incepand cu o structura de protectie sub forma de U-pe toata latimea frontala a insulei si creasta la nivelul Q8000 +1m, pentru ca in partea sa din aval sa se depuna material dragat pentru formarea insulei;
- stabilirea a doua zone de depunere material dragat, respectiv in spatele chevronului intre rkm 677 si rkm 675,6 si apoi in aval langa malul stang intre rkm 674,8 si rkm 673,9.

Acestea din urma vor contribui la stabilitatea senalului pe noul aliniament, iar la prima zona de depunere chevronul va favoriza procesele de sedimentare in partea sa din aval.

Lucrarile de dragare vor fi realizate pe ~599.000m², reprezentand aproximativ 45% din suprafata noului senal, volumul de material dragat fiind estimat la ~472.000m³. In stadiul final, volumul estimat al insulei in spatele structurii frontale va fi de pana la 1,5 milioane m³, care sa se realizeze cu material dragat in PC Corabia si partial la Belene. Suprafata totala ocupata de structuri si insula va fi de ~236,340 m².



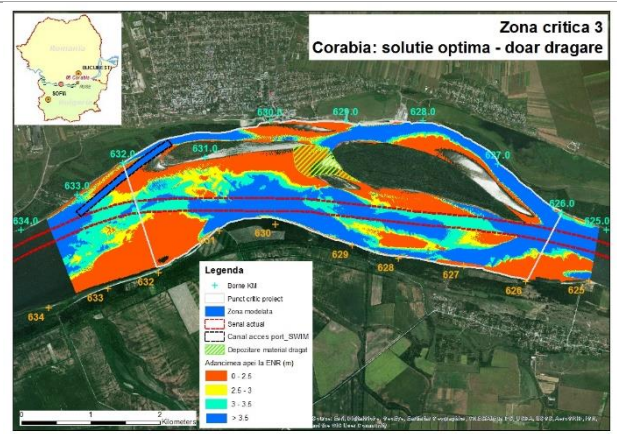
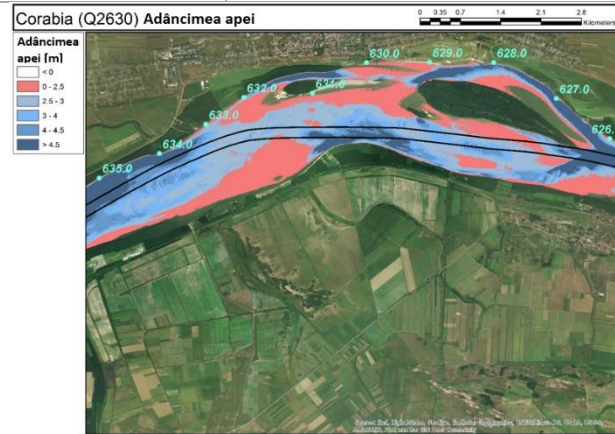
Corabia: zona critica la rkm 632 – rkm 626; lungime de 6km

Traseul senalului: de la malul stang spre malul drept si inapoi spre malul stang; adancimi insuficiente de la rkm 627 la rkm 634.

Prima preferinta: 'doar dragare', constand din:

- realizarea de lucrari de dragaj de investitite pe senalul existent pe circa 8,2km, aproximativ de la rkm 633,5 la rkm 625, precum si pe canalul de acces in portul Corabia in jur de 2,2km (asociat cu proiectul SWIM), pana la adancimi de 3,5m sub ENR.
- extinderea celor doua insule existente prin depuneri de material dregat in zona dintre ele cu adancimi mici (crearea unei zone de depozitare a materialului dragat, in amonte de insula Baloiu (in amonte de rkm 629).

Lucrarile de dragare vor fi realizate pe ~631.000m² de-a lungul senalului, reprezentand ~42% din suprafata acestuia in zona PC. Pe canalul de acces in Portul Corabia dragari vor fi pe ~184.000m², respectiv pe ~80% din suprafata acestui canal. Volum total de material dragat este estimat la ~ 565.000m³, impreuna cu volumul de pe canalul de acces in port.



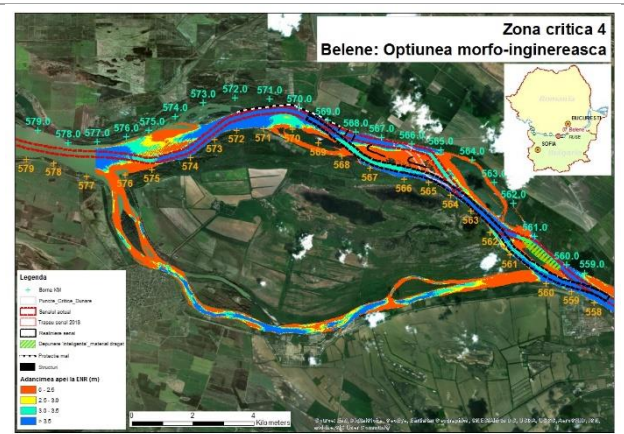
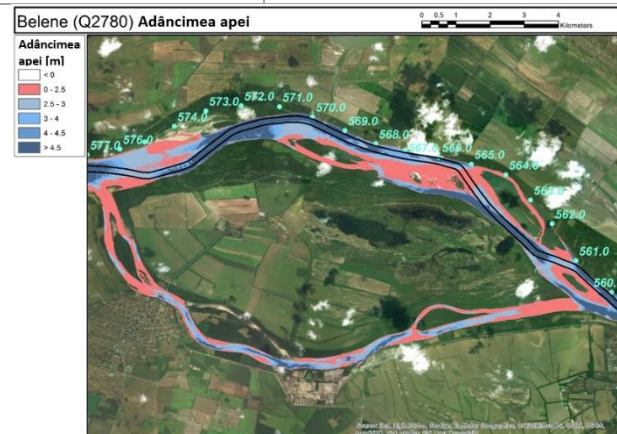
Belene: zona critica la km 577 – km 560; lungime de 17km

Traseul senalului: de la malul stang al bratului principal pana la malul drept cu intoarcere la malul stang; adancimi insuficiente de la rkm 561 la rkm 576, apoi la rkm 565; este propusa realinierea senalului in aval de rkm 569,6.

Prima preferinta 'morfo-ingenereasca', consta din:

- realizarea de lucrari de dragare pe sanal pe aproximativ 21km pe traseul existent si modificat pe doua tronsoane, aproximativ de la rkm 569 - rkm 564 si, apoi, rkm 561,5 - rkm 556,7. Adancimea de dragare de 3,5m sub ENR;
- construirea a doua chevroane pe bratul principal pe partea stanga a senalului, intre rkm 567,5 si rkm 566, la o distanta de circa 1.500m unul fata de altul;
- construirea a trei epiuri la aproximativ 500m amonte de chevroane langa malul romanesc, intre rkm 568,5 si rkm 568;
- realizarea unor lucrari de protectie a malului romanesc de la rkm 569,9 la 568,5;
- stabilirea unei zone de depunere a materialului dragat langa malul romanesc, paralel cu senalul realiniat, peste un sector din senalul existent, respectiv rkm 561,2 – rkm 560.

Lucrari de dragate vor fi realizate pe ~1.114.000 m², respectiv ~29% din suprafata senalului, cu un volum de material dragat de ~1.460.000m³, iar suprafata ocupata de structuri va fi de ~108.670m².



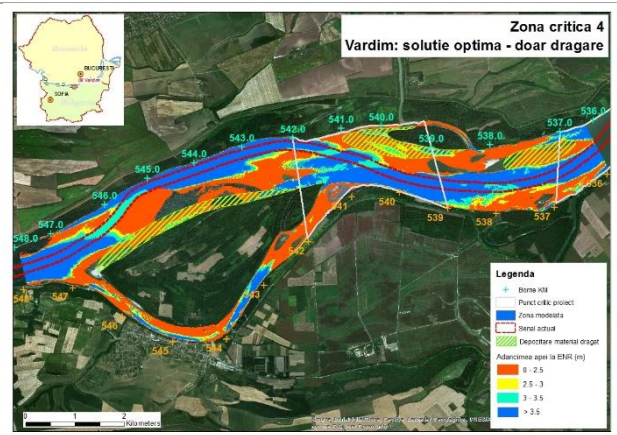
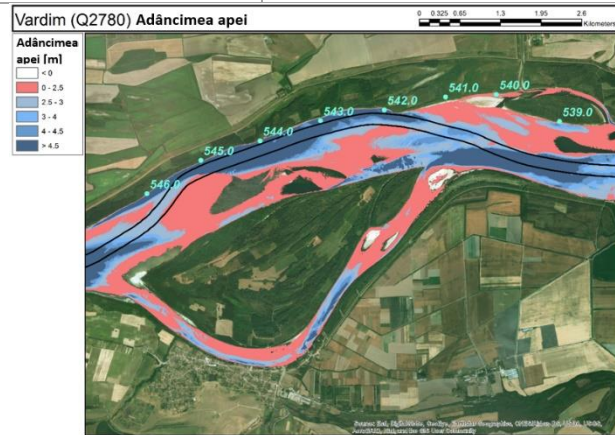
Vardim: zona critica la km 542 – km 539; lungime 4km

Traseul senalului: de la mijlocul bratului principal catre malul stang cu revenire in partea centrala; adancimi insuficiente de la rkm 540 la rkm 543, in aval de rkm 539 in amonte de rkm 545,5; se mentine traseul existent.

Prima preferinta 'doar dragare', consta din:

- realizarea dragajului de investitie pe aproximativ 10,5km pe traseul existent, intre rkm 546,7 si rkm 538, pana la adancimi de ~3,5m sub ENR;
- zone propuse pentru depunerea materialului dragat:
 - in prelungirea spre amonte a insulei Gasca pana la rkm 541;
 - la sud de senal de-a lungul malului nordic al insulei Stariat Dab;
 - intre rkm 537,8 si rkm 536,9.

Lucrarile de dragare vor fi realizate pe ~533.000m², reprezentand ~28% din suprafata senalului, volumul estimat de material dragat fiind de ~382.000m³.



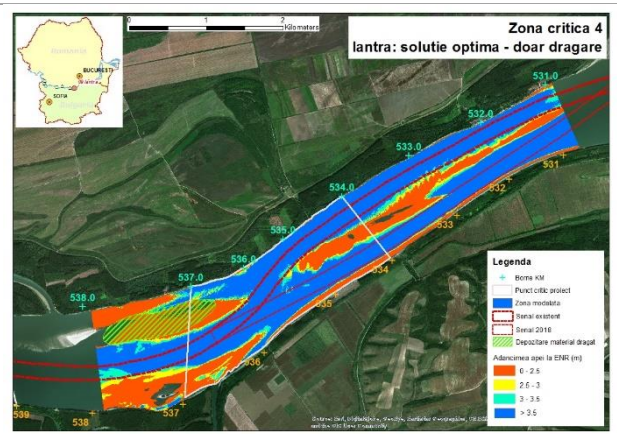
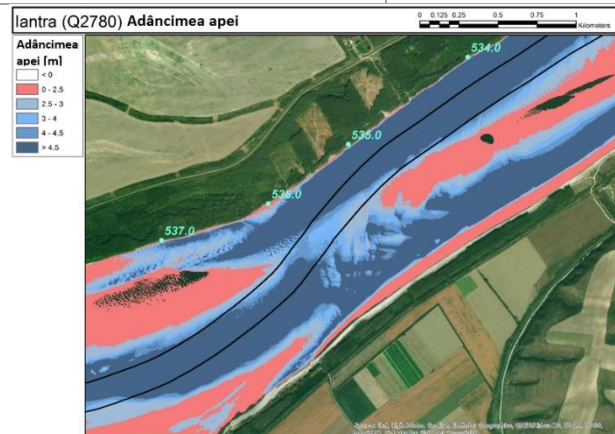
Iantra: zona critica la km 537 – km 534; lungime de 3km

Traseul senalului: dinspre partea centrala spre malul stang; varianta alternativa in 2018 a fost pe langa malul drept; adancimi insuficiente pe primul traseu sunt de la rkm 535 la rkm 537 si in aval de rkm 534; se mentine traseul din 2017.

Optiunea preferata: 'doar dragare' – consta din:

- realizarea lucrarilor de dragaj de investitie pe aproximativ 4,5 km pe traseul de senal existent, intre rkm 538 si rkm 533,8, pana la adancimi de 3,5m sub ENR;
- zona de depunere a materialului dragat langa malul romanesc, intre rkm 537,8 si rkm 536,9.

Lucrarile de dragare vor fi pe ~101.000m², reprezentand 12% din suprafata senalului pe acest sector, volumul estimat pentru materialul dragat fiind de ~35.000m³.



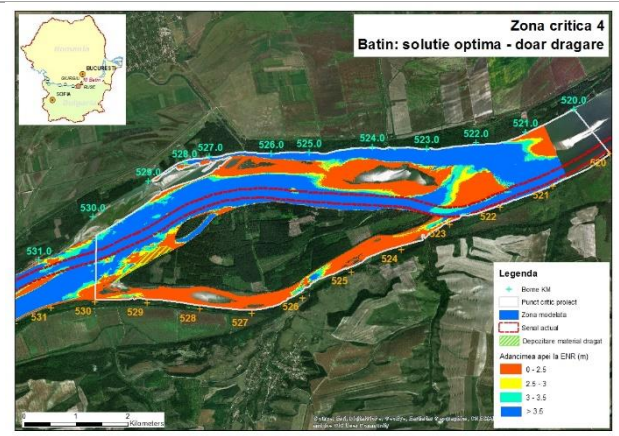
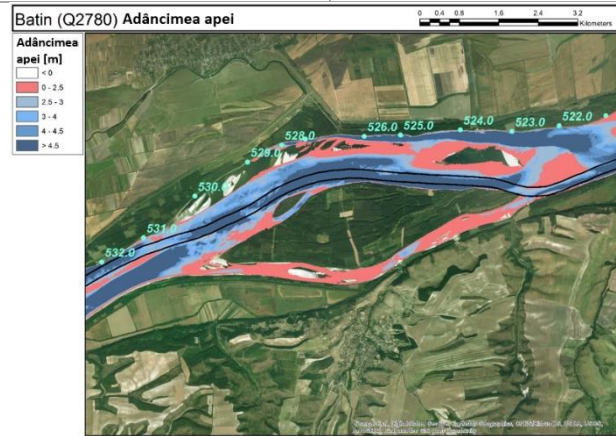
Batin: zona critica la rkm 530 – rkm 520; lungime de 10km

Traseul senalului: pe bratul principal dinspre malul stang catre malul drept, unde se mentine dupa km 523; adancimi insuficiente de la rkm 522 la rkm 532; se mentine traseul actual.

Optiune preferata: 'doar dragare' – consta din:

- realizarea lucrarilor de dragaj de investitie pe senalul existent pe circa 13km, de la km533,8 la km520,8, la adancimi de 3,5m sub ENR;
- amenajarea unei zone de depozitare a materialului dragat, in lungul malului stang al insulei Batin, aproximativ intre km 529,6 si km 528,2.

Lucrari lede dragare vor fi realizate pe ~248.000m², aproximativ ~10% din suprafata senalului aferent, volumul de material dragat fiind estimat la ~162.000m³.



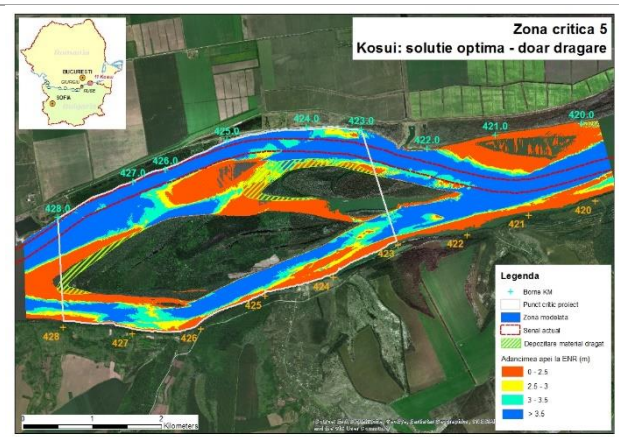
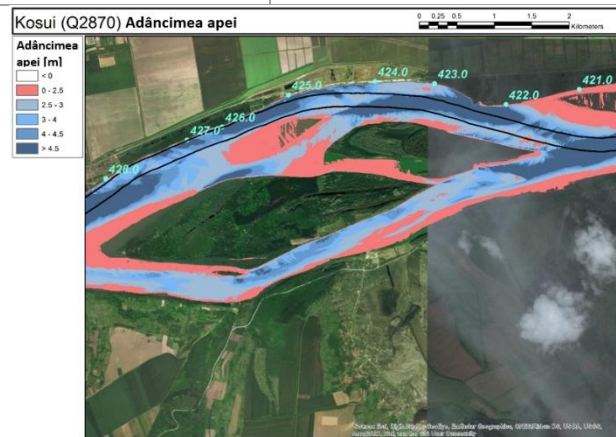
Kosui: zona critica la rkm 428 – rkm 423; lungime de 5km

Traseul senalului: pe langa malul stang, apoi catre mijlocul bratului principal, ca in final sa ajunga langa malul drept de la capatul din aval al bratului secundar; adancimi insuficiente de la km 424 la km 428 si in aval de km 422.

Prima preferinta 'doar dragare', constand din:

- realizarea lucrarilor de dragaj de investitie pe senalul existent, aproximativ intre km428,5 si km419,8, pana la adancimi de 3,5m sub ENR;
- zone de depunere a materialului dragat in extinderea insulelor existente Kosui si Malyk Kosui la capatul din amonte; extinderea insulei Kosui va fi aproximativ intre rkm428,3 si rkm426,9, iar pentru insula Malyk Kosui – intre rkm425 si rkm422,3.

Lucrarile de dragare vor fi realizate pe ~211.000m², reprezentand ~13% din suprafata senalului cu un volum de material dragat estimat la ~85.000 m³.



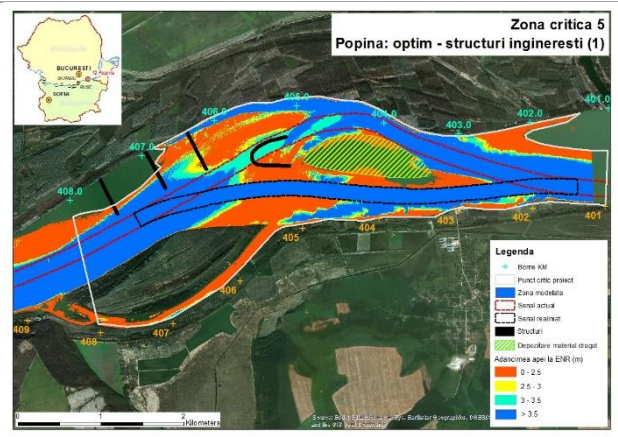
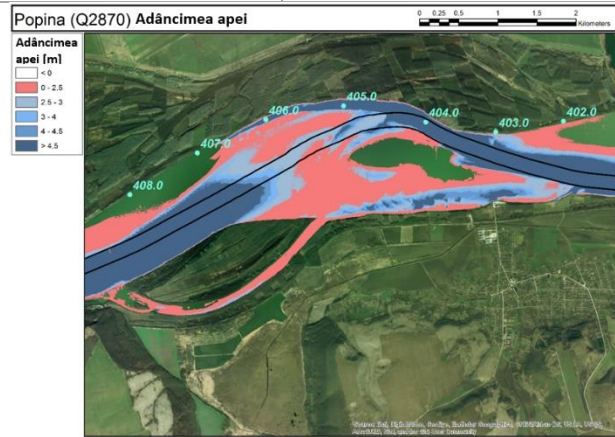
Popina: zona critica la rkm 408 – rkm 401; lungime de 7km

Traseul senalului: dinspre mijlocul albiei catre malul stang si apoi pe langa malul drept de la rkm 402; adancimi insuficiente de la rkm 407 la rkm 404,5; traseul va fi modificat catre malul drept de la rkm 407 la rkm 402.

Prima preferinta 'inginereasca', constand din:

- realizarea lucrarilor de dragaj de investitie pe traseul existent intre rkm409 si rkm407,5 si pe senalul realiniat aproximativ intre rkm407,5 and km401, pe o lungime de circa 7,6km. Adancimile de dragare sunt de 3,5m sub ENR;
- construirea a trei epiuri la malul romanesc localizate aproximativ intre rkm407,5 si rkm406,5;
- construirea unui chevron cu partea frontala amonte de rkm405,5;
- amenajarea unei zone de depunere a materialului dragat aproximativ intre rkm405 si rkm403,4.

Lucrarile de dragare vor fi realizate pe o suprafata cumulata de ~549,000m², reprezentand ~40% din banda senalului, iar volumul de material dragat a fost estimat la ~752.000m³; suprafata ocupata de structuri este de ~51.000m².



Anexa B. Evaluarea neutralitatii emisiilor de carbon - date anuale

Scenariul	Element evaluat	Unitate de masura	Total
Fara proiect	Amprenta de carbon	tCO2	108.800
Prima optiune preferata, constructie/intretinere	Amprenta de carbon	tCO2	438.400
A doua optiune preferata, constructie/intretinere	Amprenta de carbon	tCO2	476.100
Prima/Adoua optiune, operare	Reducerea emisiilor de carbon	tCO2	-651.900
Prima optiune preferata	Bilantul de carbon	tCO2	-213.500
A doua optiune preferata	Bilantul de carbon	tCO2	-175.800

Scenariul	Element evaluat	U.M.	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043
Fara proiect	Amprenta de carbon	tCO2	3.200	3.200	3.200	3.200	3.200	3.200	3.200	3.200	3.200	3.200	3.200	3.200	3.200	3.200	3.200	3.200	3.200
Prima optiune preferata, constructie/intretinere	Amprenta de carbon	tCO2	142.200	81.000	41.600	35.500	11.500	1.700	5.200	2.700	0	11.500	1.700	5.200	2.700	0	11.500	1.700	5.200
A doua optiune preferata, constructie/intretinere	Amprenta de carbon	tCO2	127.300	185.800	44.400	48.600	5.800	900	2.600	1.400	0	5.800	900	2.600	1.400	0	5.800	900	2.600
Prima/Adoua optiune, operare	Reducerea emisiilor de carbon	tCO2	-600	-4.400	-8.500	-12.900	-14.500	-14.900	-15.300	-15.800	-16.300	-16.800	-17.300	-17.800	-18.300	-18.900	-19.400	-20.000	-20.600
Prima optiune preferata	Bilantul de carbon	tCO2	141.600	76.600	33.100	22.600	-3.000	-13.200	-10.100	-13.100	-16.300	-5.300	-15.600	-12.600	-15.600	-18.900	-7.900	-18.300	-15.400
A doua optiune preferata	Bilantul de carbon	tCO2	126.700	181.400	35.900	35.700	-8.700	-14.000	-12.700	-14.400	-16.300	-11.000	-16.400	-15.200	-16.900	-18.900	-13.600	-19.100	-18.000

Scenariul	Element evaluat	U.M.	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052	2053	2054	2055	2056	2057	2058	2059	2060
Fara proiect	Amprenta de carbon	tCO2	3.200	3.200	3.200	3.200	3.200	3.200	3.200	3.200	3.200	3.200	3.200	3.200	3.200	3.200	3.200	3.200	3.200
Prima optiune preferata, constructie/intretinere	Amprenta de carbon	tCO2	2.700	0	11.500	1.700	5.200	2.700	0	11.500	1.700	5.200	2.700	0	11.500	1.700	5.200	2.700	11.500
A doua optiune preferata, constructie/intretinere	Amprenta de carbon	tCO2	1.400	0	5.800	900	2.600	1.400	0	5.800	900	2.600	1.400	0	5.800	900	2.600	1.400	5.800
Prima/Adoua optiune, operare	Reducerea emisiilor de carbon	tCO2	-21.200	-21.900	-19.200	-19.700	-20.300	-20.900	-21.600	-22.200	-22.900	-23.600	-24.300	-25.000	-25.800	-26.500	-27.300	-28.200	-29.000
Prima optiune preferata	Bilantul de carbon	tCO2	-18.500	-21.900	-7.700	-18.000	-15.100	-18.200	-21.600	-10.700	-21.200	-18.400	-21.600	-25.000	-14.300	-24.800	-22.100	-25.500	-17.500
A doua optiune preferata	Bilantul de carbon	tCO2	-19.800	-21.900	-13.400	-18.800	-17.700	-19.500	-21.600	-16.400	-22.000	-21.000	-22.900	-25.000	-20.000	-25.600	-24.700	-26.800	-23.200

Anexa C. Evaluarea neutralitatii carbonului - costul fictiv al carbonului

Scenariul	Element evaluat	U.M.	Total
Fara proiect	Amprenta de carbon	€'000 - neactualizata	64.400
Prima optiune preferata, constructie/intretinere	Amprenta de carbon	€'000 - neactualizata	151.400
A doua optiune preferata, constructie/intretinere	Amprenta de carbon	€'000 - neactualizata	133.100
Prima/Adoua optiune, operare	Reducerea emisiilor de carbon	€'000 - neactualizata	-418.300
Prima optiune preferata	Bilantul de carbon	€'000 - neactualizata	-267.200
A doua optiune preferata	Bilantul de carbon	€'000 - neactualizata	-286.100
Prima optiune preferata	Bilantul de carbon	€'000 - actualizata	-112.800
A doua optiune preferata	Bilantul de carbon	€'000 - actualizata	-112.800

Scenariul	Assessed	U.M.	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043
		€'000/tCO2																	
Costul fictiv al carbonului			199	216	233	250	278	306	334	362	390	417	444	471	498	525	552	579	606
Fara proiect	Amprenta de carbon	€'000 - neactualizata	700	700	800	800	900	1.000	1.100	1.200	1.300	1.400	1.500	1.600	1.600	1.700	1.800	1.900	2.000
Prima optiune preferata, constructie/intretinere	Amprenta de carbon	€'000 - neactualizata	28.300	17.500	9.700	8.900	3.200	600	1.800	1.000	0	4.800	800	2.500	1.400	0	6.400	1.000	3.200
A doua optiune preferata, constructie/intretinere	Amprenta de carbon	€'000 - neactualizata	25.400	40.200	10.400	12.200	1.700	300	900	600	0	2.500	400	1.300	700	0	3.300	600	1.600
Prima/Adoua optiune, operare	Reducerea emisiilor de carbon	€'000 - neactualizata	-200	-1.000	-2.000	-3.300	-4.100	-4.600	-5.200	-5.800	-6.400	-7.100	-7.700	-8.400	-9.200	-10.000	-10.800	-11.600	-12.500
Prima optiune preferata	Bilantul de carbon	€'000 - neactualizata	28.200	16.600	7.800	5.700	-900	-4.100	-3.400	-4.800	-6.400	-2.300	-7.000	-6.000	-7.800	-10.000	-4.400	-10.600	-9.400
A doua optiune preferata	Bilantul de carbon	€'000 - neactualizata	25.300	39.200	8.400	9.000	-2.500	-4.300	-4.300	-5.300	-6.400	-4.600	-7.300	-7.200	-8.500	-10.000	-7.600	-11.100	-11.000
Factorul de actualizare		3% - rata de actualizare	0,97	0,94	0,92	0,89	0,86	0,84	0,81	0,79	0,77	0,74	0,72	0,70	0,68	0,66	0,64	0,62	0,61
Prima optiune preferata, constructie/intretinere	Amprenta de carbon	€'000 - actualizata	27.500	16.500	8.900	8.000	2.800	600	1.500	800	0	3.600	600	1.800	1.000	0	4.200	700	2.000
A doua optiune preferata, constructie/intretinere	Amprenta de carbon	€'000 - actualizata	24.700	37.900	9.600	10.900	1.500	300	800	500	0	1.900	300	1.000	500	0	2.200	400	1.000
Prima/Adoua optiune, operare	Amprenta de carbon	€'000 - actualizata	-200	-1.000	-1.900	-3.000	-3.600	-3.900	-4.300	-4.600	-5.000	-5.300	-5.600	-5.900	-6.300	-6.700	-7.000	-7.300	-7.600
Prima optiune preferata	Reducerea emisiilor de carbon	€'000 - actualizata	27.300	15.500	7.000	5.000	-800	-3.300	-2.800	-3.800	-5.000	-1.700	-5.000	-4.100	-5.300	-6.700	-2.800	-6.600	-5.600
A doua optiune preferata	Bilantul de carbon	€'000 - actualizata	24.500	36.900	7.700	7.900	-2.100	-3.600	-3.500	-4.100	-5.000	-3.400	-5.300	-4.900	-5.800	-6.700	-4.800	-6.900	-6.600

Scenariul	Assessed	U.M.	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052	2053	2054	2055	2056	2057	2058	2059	2060
		€'000/tCO2																	
Costul fictiv al carbonului			633	660	688	716	744	772	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800
Fara proiect	Amprenta de carbon	€'000 - neactualizata	2.100	2.200	2.300	2.300	2.400	2.500	2.600	2.600	2.600	2.600	2.600	2.600	2.600	2.600	2.600	2.600	2.600
Prima optiune preferata, constructie/intretinere	Amprenta de carbon	€'000 - neactualizata	1.800	0	8.000	1.300	3.900	2.100	0	9.200	1.400	4.200	2.200	0	9.200	1.400	4.200	2.200	9.200
A doua optiune preferata, constructie/intretinere	Amprenta de carbon	€'000 - neactualizata	900	0	4.000	700	2.000	1.100	0	4.700	800	2.100	1.200	0	4.700	800	2.100	1.200	4.700
Prima/Adoua optiune, operare	Reducerea emisiilor de carbon	€'000 - neactualizata	-13.500	-14.500	-13.300	-14.200	-15.200	-16.200	-17.300	-17.800	-18.400	-18.900	-19.500	-20.000	-20.700	-21.200	-21.900	-22.600	-23.200
Prima optiune preferata	Bilantul de carbon	€'000 - neactualizata	-11.800	-14.500	-5.300	-12.900	-11.300	-14.100	-17.300	-8.600	-17.000	-14.800	-17.300	-20.000	-11.500	-19.900	-17.700	-20.400	-14.000
A doua optiune preferata	Bilantul de carbon	€'000 - neactualizata	-12.600	-14.500	-9.300	-13.500	-13.200	-15.100	-17.300	-13.200	-17.600	-16.800	-18.400	-20.000	-16.000	-20.500	-19.800	-21.500	-18.600
Factorul de actualizare		3% - rata de actualizare	0.59	0.57	0.55	0.54	0.52	0.51	0.49	0.48	0.46	0.45	0.44	0.42	0.41	0.40	0.39	0.38	0.37
Prima optiune preferata, constructie/intretinere	Amprenta de carbon	€'000 - actualizata	1.100	0	4.500	700	2.100	1.100	0	4.400	700	1.900	1.000	0	3.800	600	1.700	900	3.400
A doua optiune preferata, constructie/intretinere	Amprenta de carbon	€'000 - actualizata	600	0	2.300	400	1.100	600	0	2.300	400	1.000	600	0	2.000	400	900	500	1.800
Prima/Adoua optiune, operare	Amprenta de carbon	€'000 - actualizata	-8.000	-8.300	-7.400	-7.700	-8.000	-8.300	-8.600	-8.600	-8.600	-8.600	-8.600	-8.500	-8.600	-8.500	-8.600	-8.600	-8.500
Prima optiune preferata	Reducerea emisiilor de carbon	€'000 - actualizata	-6.900	-8.300	-2.900	-7.000	-5.900	-7.200	-8.600	-4.200	-7.900	-6.700	-7.600	-8.500	-4.800	-7.900	-6.900	-7.700	-5.100
A doua optiune preferata	Bilantul de carbon	€'000 - actualizata	-7.400	-8.300	-5.100	-7.300	-6.900	-7.700	-8.600	-6.300	-8.200	-7.600	-8.000	-8.500	-6.600	-8.100	-7.700	-8.100	-6.700

Anexa D. Romania / Bulgaria obiective nationale de decarbonizare

Introducere

Transportul pe caile navigabile interioare este unul dintre cele mai eficiente moduri de transport din punct de vedere al emisiilor de CO₂ pe tona de marfuri transportate, dupa cum se subliniaza in informarea UE, 2022 (a se vedea mai jos), iar acest proiect va conduce la reducerea amprentei de carbon in timpul etapei de operare, contribuind la atingerea obiectivelor nationale de decarbonizare. Mai jos sunt furnizate informatii cu privire la aceste obiective pentru Romania si Bulgaria.

Transportul pe cai navigabile interioare in UE (Informare 08-02-2022)


Transportul pe caile navigabile interioare (IWT) este unul dintre cele mai eficiente moduri de transport din punct de vedere al emisiilor de CO₂ pe tona de marfa transportata, utilizând doar 17 % din energia necesara pentru transportul rutier, adesea congestionat, si 50 % din cea necesara pentru transportul feroviar. Acest sector joaca deja un rol economic important in transportul de marfuri si de pasageri in Europa. Cu toate acestea, are un potential neexploatat de crestere a capacitatii sale, ceea ce justifica atentia reinnoita pe care a atras-o recent, in lumina dezvoltarii durabile. In ciuda sprijinului acordat de Uniunea Europeana si la niveluri nationale, cota modala a navigatiei interioare in ansamblul sectorului transporturilor din UE a ramas mai mult sau mai putin stabila, la 6 %. In timpul crizei Covid 19, sectorul a pierdut putin din ponderea sa in favoarea transportului rutier. Pentru a reduce emisiile de CO₂ generate de transporturile din UE, Comisia Europeana incearca sa sporeasca transferul transportului de marfuri catre transportul feroviar si navigatia interioara. Ambele strategii recente ale Comisiei - Strategia europeana pentru o Europa verde si Strategia pentru o mobilitate durabila si inteligenta - reflecta aceasta intentie si prezinta masurile necesare pentru a spori utilizarea transportului pe cai navigabile interioare, precum si a transportului maritim pe distante scurte. Pentru a-si juca pe deplin rolul, sectorul trebuie sa depaseasca provocari importante si sa devina digital, mai ecologic si mai rezistent. Pe lânga norme noi sau adaptate, acest lucru va necesita investitii substantiale si suplimentare in infrastructuri moderne, tehnologii digitale si nave mai ecologice, precum si o forta de munca calificata pentru a asigura dezvoltarea viitoare a sectorului. Aceasta informare ofera o perspectiva asupra evolutiilor recente ale politicii UE legate de navigatia interioara si include opiniile Parlamentului European si ale principalelor parti interesate din sector. In plus, se analizeaza sprijinul financiar existent din partea UE, noul program de sprijin NAIADES III si ofera o scurta perspectiva asupra viitoarelor reforme si modificari ale retelei de navigatie interioara a UE.

Sursa: Inland waterway transport in the EU | Think Tank | European Parliament (europa.eu)

Obiectivele nationale de decarbonizare ale Romaniei

Planul national integrat pentru energie si clima 2021-2030 (aprilie 2020)⁹, in vigoare din 8 oct'21, stabileste obiective nationale in urma recomandarilor Comisiei Europene. Aceste obiective definesc contributia actualizata a Romaniei la realizarea obiectivelor UE pana in 2030, dar niciuna nu este specifica sectorului transporturilor.

Table 1 – Overview of the main objectives of the 2021-2030 INECP by 2030

Overview of the main objectives of the 2021-2030 INECP by 2030	
ETS emissions (% compared to 2005)	-43.9 %*
Non-ETS emissions (% compared to 2005)	-2 %
Overall share of renewable energy in gross final energy consumption	30.7 %
	
RES-E share	49.4 %
RES-T share	14.2 %
RES-H&C share	33.0 %
Energy efficiency (% compared to the PRIMES 2007 projection for 2030)	
Primary energy consumption	-45.1 %
Final Energy Consumption	-40.4 %
Primary energy consumption (Mtoe)	32.3
Final energy consumption (Mtoe)	25.7

Planul national integrat pentru energie si clima 2021-2030 prezinta masuri de crestere a eficientei energetice in transporturi, iar urmatoarele masuri sunt relevante pentru transportul naval:

- Dezvoltarea infrastructurii de combustibili alternativi.
- Modernizarea porturilor si a ecluzelor, imbunatatirea sigurantei transportului naval prin achizitionarea de nave tehnice multifunctionale si echipamente specifice.
- Optimizarea si reducerea consumului de energie in transporturi prin sprijinirea dezvoltarii transportului multimodal (inclusiv TEN-T), a cailor navigabile nationale si a porturilor.

In cadrul politicii/masurii de sprijin se mentioneaza urmatoarele:

- Decarbonizarea sectorului transporturilor: Dezvoltarea prioritara si incurajarea utilizarii transportului feroviar pentru transportul de calatori (in detrimentul transportului rutier) si integrarea acestuia cu alte moduri de transport.
- Eficienta energetica pentru sectorul transporturilor: Reducerea emisiilor de gaze cu efect de sera prin dezvoltarea si promovarea unor metode alternative de mobilitate.

Prin Planul national de redresare si rezilienta, aprobat de Consiliul UE la 28 oct'21, nu este prevazuta aprobarea Strategiei privind transporturile de catre guvern pana in trimestrul II, 2023. Nu se stie daca acest plan strategic va include detalii suplimentare privind obiectivele nationale de decarbonizare.

⁹ https://energy.ec.europa.eu/system/files/2020-06/ro_final_necp_main_en_0.pdf

Obiectivele nationale de decarbonizare ale Bulgariei

Bulgaria nu are angajamente specifice pentru sectorul transporturilor. In conformitate cu Regulamentul privind partajarea eforturilor, Bulgaria si-a asumat un angajament de reducere cu 10% a emisiilor pentru sectoarele care nu fac obiectul ETS, in care este inclus si sectorul transporturilor, alaturi de celelalte sectoare.

In cadrul Planului national integrat privind energia si clima, nu exista un angajament clar. Exista o modelare a scaderii potentiale a emisiilor de gaze cu efect de sera din sectorul transporturilor, si anume o scadere de 2,00476% intre 2020 si 2030.

Prognoza privind dezvoltarea subsectorului transporturilor este elaborata in conformitate cu prognoza privind utilizarea combustibililor in acest sector. Sectorul transporturilor este impartit in patru subsectoare: traficul rutier, traficul aerian intern, traficul feroviar si transportul maritim.

Referitor la emisiile de gaze cu efect de sera provenite din subsectorul transporturilor, conform scenariului avut in vedere in legatura cu aplicarea de masuri suplimentare, se poate concluziona ca pana in 2030 se asteapta o usoara scadere, desi mai lina, in comparatie cu scenariul de referinta pentru modelul 2015.

Cresterea globala a consumului final de energie in segmentul transporturilor se bazeaza pe segmentul aviatiei, care se preconizeaza ca va creste cu aproximativ 35% fata de nivelul din 2020. Se preconizeaza ca transportul rutier privat va creste usor in perioada 2020 - 2030, concomitent cu o usoara crestere a transportului feroviar. In ceea ce priveste energia regenerabila utilizata in sectorul transporturilor, se asteapta o diversificare a surselor prin introducerea biocombustibililor de noua generatie (1 095 GWh in 2030) si a hidrogenului (32 GWh pana in 2030). Este vorba despre schimbari in ceea ce priveste resursele energetice care alimenteaza sectorul transporturilor.

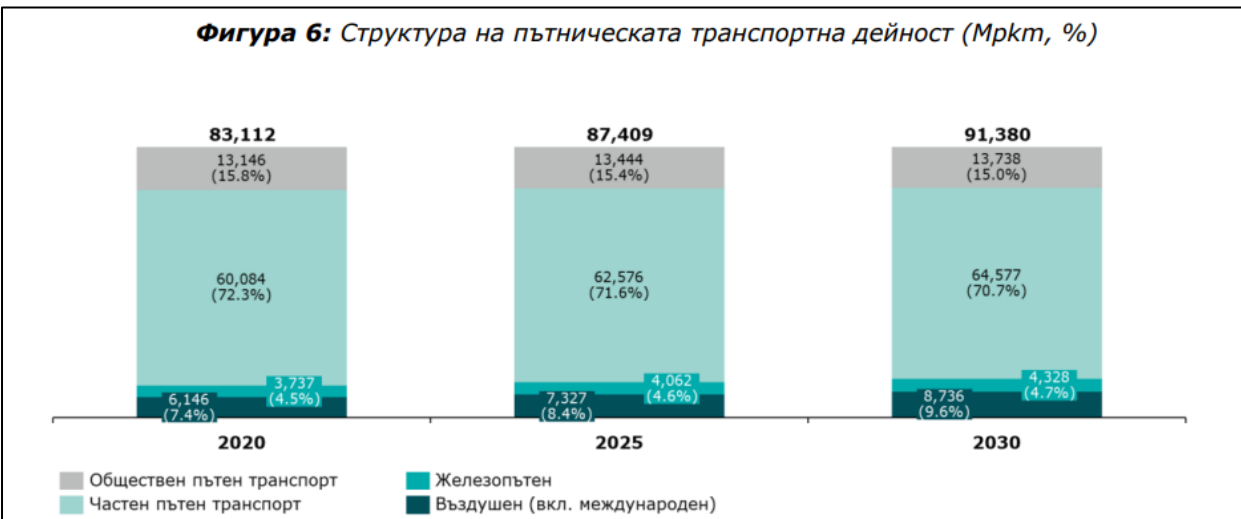
Din datele prezentate in continuare, se poate concluziona ca, pana in 2030, nu se asteapta diferente semnificative in ceea ce priveste variatiile sectorului transporturilor pe tipuri in cele doua scenarii luate in considerare, si aici, de asemenea, in cazul transportului public, se asteapta ca transportul rutier sa isi mentina nivelurile de-a lungul anilor in detrimentul cresterii ponderii transportului aerian si feroviar. Se va inregistra o usoara scadere a transportului rutier privat, iar punerea in aplicare a unor masuri suplimentare va contribui la mentinerea nivelurilor acestuia la un nivel mai scazut decat in cazul scenariului bazat doar pe punerea in aplicare a masurilor existente. Se preconizeaza o crestere treptata a transportului rutier de marfuri, dar mai semnificativa decat cea a transportului feroviar si a transportului pe cai navigabile interioare, cresterile din ambele scenarii mentinandu-se la aceleasi niveluri.

Previziuni privind emisiile din subsectorul transporturilor in cazul aplicarii masurilor suplimentare, CO2 eq-ktn

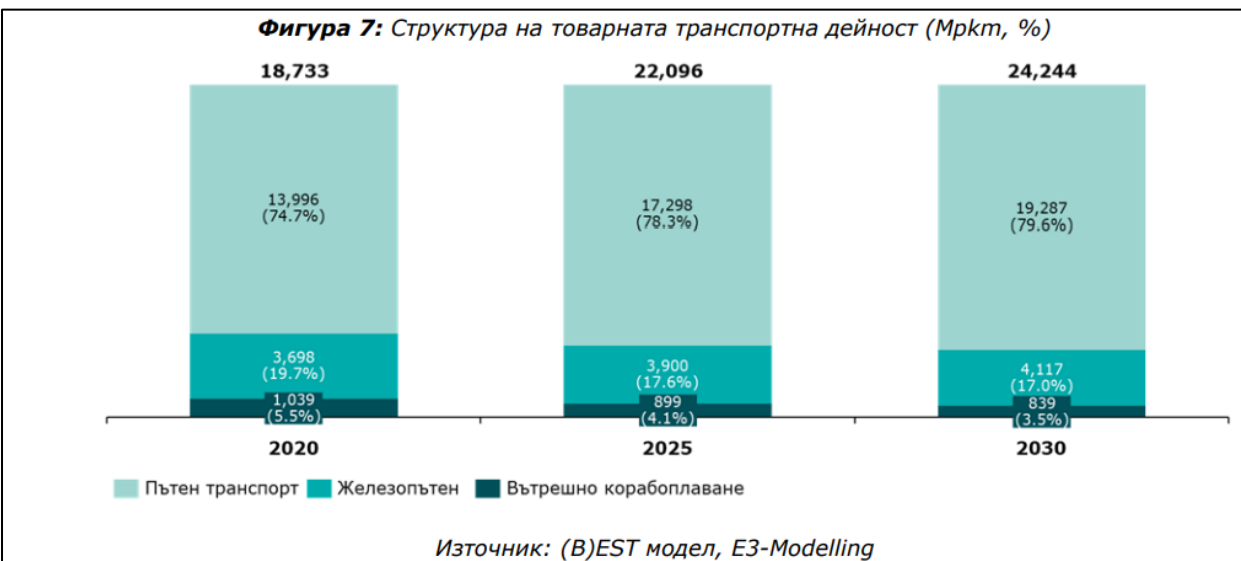
Емисии	2015	2020	2025	2030
CO ₂ емисии, в ктн CO ₂ екв.	8,903.71	8,982.78	9,168.53	8,882.54
CH ₄ и N ₂ O емисии, в ктн CO ₂ екв.	110.32	113.56	113.90	107.23
Общо емисии ПГ, в ктн CO ₂ екв.	9,014.03	9,096.34	9,282.43	8,989.77

Източник: (B)EST модел, E3-Modelling

Фигура 6: Структура на пътническата транспортна дейност (Мркт, %)

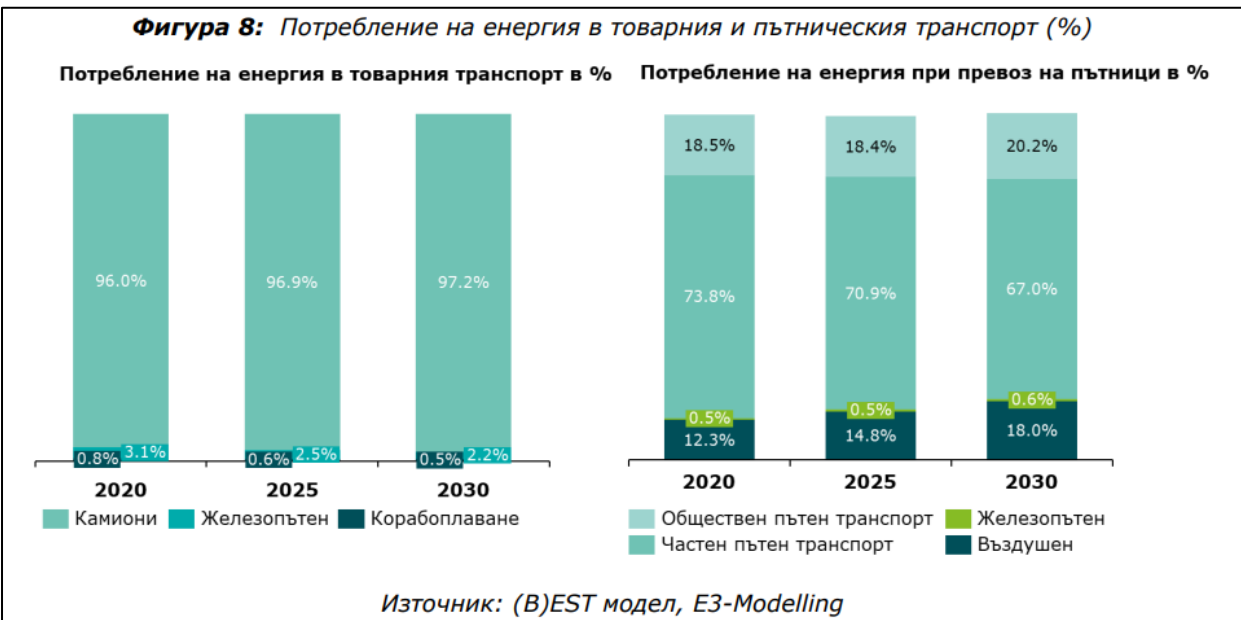


Фигура 7: Структура на товарната транспортна дейност (Мркт, %)



Източник: (B)EST модел, E3-Modelling

Фигура 8: Потребление на енергия в товарния и пътническият транспорт (%)



Източник: (B)EST модел, E3-Modelling